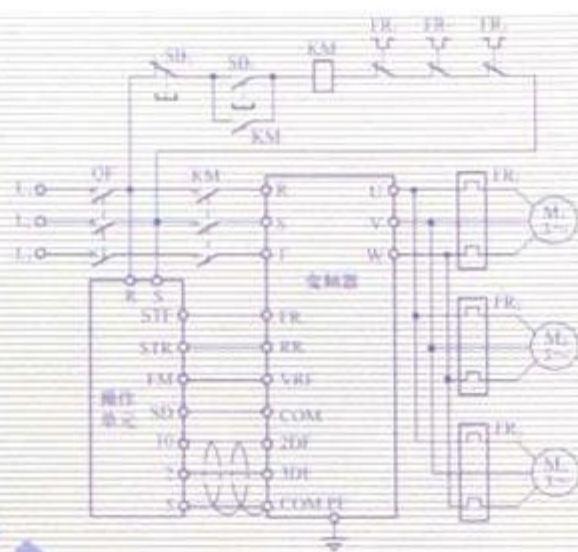




实用电工技术
问答丛书



变频器、 软起动器及PLC

实用技术

问答

方大千 等 编著

人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

B

图书在版编目 (CIP) 数据

变频器、软起动器及 PLC 实用技术问答/方大千等编著.
—北京: 人民邮电出版社, 2007.10
(实用电工技术问答丛书)
ISBN 978-7-115-16596-1

I. 变... II. 方... III. ①变频器—问答②起动器—问答
③可编程序控制器—问答 IV.
TN773-44 TM573-44 TP333.3-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 112608 号

实用电工技术问答丛书

变频器、软起动器及 PLC 实用技术问答

-
- ◆ 编 著 方大千 等
责任编辑 刘 朋
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 850×1168 1/32
印张: 9.375
字数: 241 千字
印数: 1—5 000 册
- 2007 年 10 月第 1 版
2007 年 10 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-16596-1/TN

定价: 18.00 元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223

内 容 提 要

本书以问答形式较详细地介绍了变频器、软启动器和 PLC 的基本知识、安装、选择、使用、维护与故障处理等内容，具体包括变频器基本知识、变频器的安装与选择、变频器外围设备、变频器的使用、变频器实用线路、变频器的维护与故障处理、软启动器基本知识、软启动器的安装与选择、软启动器的使用、软启动器实用线路、软启动器的维护与故障处理、PLC 基本知识、PLC 的安装与选择、PLC 的使用、PLC 实用线路、PLC 的维护与故障处理。

本书通俗易懂，紧密结合实际，可供工厂、农村及电力企业电工学习使用，也可供电气设备管理人员和电气技术人员参考。



前 言

为了适应当今时代高效率、快节奏的工作要求，让读者能够快速解决实际工作中经常遇到的各种技术问题，提高其技术水平和动手能力，我们组织有关人员编写了“实用电工技术问答丛书”。本套丛书内容涉及初、中级电工在实际工作中必须掌握的各种实用技术和电气设备应用知识，主要包括《输配电及照明实用技术问答》、《变电所及变压器实用技术问答》、《电动机实用技术问答》、《高低压电器实用技术问答》、《变频器、软起动器及 PLC 实用技术问答》、《小型发电实用技术问答》、《继电保护及二次回路实用技术问答》、《安全用电实用技术问答》和《节约用电实用技术问答》。本套丛书以问答形式进行编写，紧密联系实际，重点突出、查阅方便，拿来即可使用，利于读者节省时间、提高工作效率。

随着电力电子技术及微电子技术的快速发展，新产品、新技术层出不穷。其中最能代表现代电工技术的变频器、软起动器和 PLC 技术，已广泛应用于电气传动和自动化控制设备中，它们具有优良的控制特性、保护功能和节电功能。这些技术的应用大大提高了生产效率，提高了产品质量，减轻了劳动强度，节约电能。然而新产品、新技术的出现，对电气工作者来说又是一个挑战，他们必须不断地更新知识，不断地学习和实践。

《变频器、软起动器及 PLC 实用技术问答》一书从生产实践出发，紧紧围绕变频器、软起动器和 PLC 的安装、选择、使用、维护与故障处理等内容来编写。由于电力电子技术和微电子技术涉及的理论知识深而广，如何使普通电工看得懂、学得会、用得上，是作者编写本书所认真考虑的。本书叙述深入浅出、通俗易懂，重点突出应用，突出理论联系实际，以解决具体问题为最终目的。为了使读者快速入门，在介绍使用知识时，强调最主要的参数设置和指

令的使用；在应用线路部分，列举了许多有关变频器、软启动器和 PLC 的实用线路，读者可以举一反三，设计出更好的控制线路；在故障处理部分，以表格的形式列出了许多典型产品的故障处理方法。书中还列有部分典型产品的技术参数，读者可以从中了解不同产品的技术性能和指标以及它们的共通性。另外，由于变频器、软启动器和 PLC 大量应用于环境条件较差的生产车间，很容易受到外界干扰而误动作，为此本书详细地介绍了各种抗干扰措施和正确的接地方法。

在本书的编写过程中，力求做到简明实用，并注意内容的先进性、新颖性和可查性，可供工厂、农村以及电力企业的电工学习使用，也可供电气设备管理人员和电气技术人员参考。

参加本书编写工作的有方大千、方成、方立、朱征涛、方欣和那罗丽。全书由方大中高级工程师审校。

由于作者水平有限，书中难免有不妥之处，敬请读者批评指正。

作者



目 录

一、变频器基本知识.....	1
1. 什么是变频器? 其基本构成是怎样的	1
2. 变频器的内部结构及外部接线是怎样的	3
3. 变频器各端子的功能是怎样的	5
4. 国产 JP6C 系列变频器控制电路端子的功能是怎样的	6
5. 森兰 BT40 系列变频器控制电路端子的功能是怎样的	9
6. 使用变频器的目的是什么	10
7. 为什么改变频率能使异步电动机调速	11
8. 为什么在变频的同时还要变压	11
9. 电动机变频起动有什么特点	13
10. 变频器有哪些种类	13
11. 变频器有哪些额定参数	17
12. 国产通用型电力变频器 JP6C-T 和磨床用变频器 JP6C-Z 的规格性能如何	18
13. 国产通用型变频器 JP6C-T9 和节能型变频器 JP6C-J9 有哪些主要技术指标	20
14. 西门子 MM420 型通用变频器有哪些主要技术指标	25
15. ABB ACS400 型通用变频器有哪些主要技术指标	26
16. 西门子 MICROMASTER420/440 型变频器有哪些 主要技术指标	27
17. 富士 FVR-E11S 系列通用变频器有哪些主要 技术指标	30
18. 三垦 SAMCO-L 系列变频器有哪些主要技术指标	32
19. 三菱 FR-A500 系列多功能通用变频器有哪些主要 技术指标	34

20. 三菱 FR-F500 系列风机、水泵专用型通用变频器 有哪些主要技术指标	37
二、变频器的安装与选择	41
21. 变频器对工作环境有什么要求	41
22. 怎样安装变频器	42
23. 变频器安装柜的尺寸是多少	43
24. 选择变频器应注意哪些问题	45
25. 怎样选择变频器的类型	46
26. 负载转矩特性有哪些类型	47
27. 常见机械设备的负载特性和转矩特性是怎样的	48
28. 怎样选择变频器的额定参数	49
29. 变频器的防护结构有哪几种? 如何选用	50
30. 怎样选择变频器的容量	51
31. 怎样根据不同生产机械选择变频器的容量	54
32. 怎样根据电动机容量选择变频器的容量	54
33. 普通笼型电动机最高允许频率是多少	56
34. 变频电动机有哪些特点	57
35. 在什么情况下需要选用变频电动机	58
36. 变频调速对电动机输出转矩有什么影响	58
37. 怎样选择输入变压器	59
38. 怎样确定变频器与电动机连线的长度和截面积	59
39. 怎样选择变频器控制回路的电线	62
三、变频器的外围设备	63
40. 变频器有哪些外围设备	63
41. 怎样选择断路器	64
42. 怎样选择输入侧交流接触器	65
43. 怎样选择变频器进线(交流)电抗器	65

44. 怎样选择变频器直流电抗器	66
45. 怎样选择变频器输入和输出滤波器	67
46. 怎样选择制动单元的外接制动电阻	69
47. 在变频器输出侧怎样使用接触器	71
48. 在变频器电路中怎样使用热继电器	72
49. 怎样选用变频器的输出电流表	73

四、变频器的使用

50. 使用变频器应注意哪些事项	75
51. 变频器的操作键盘面板上有哪些操作键	78
52. 什么是基本频率和最高频率	79
53. 什么是基本 U/f 线	80
54. 怎样设置 U/f 线	81
55. 什么是加速时间? 怎样设定	83
56. 变频器提供哪几种加速方式	83
57. 什么是减速时间? 怎样设定	85
58. 什么是瞬停再起功能? 怎样设定	86
59. 什么是点动频率? 怎样设定	87
60. 什么是上限频率和下限频率? 怎样设定	88
61. 什么是回避频率? 怎样设定	89
62. 什么是起动频率? 怎样设定	90
63. 什么是起动前的直流制动功能	92
64. 什么是直流制动? 怎样设定	92
65. 什么是载波频率? 怎样设定	93
66. 载波频率对变频器及电动机运行有何影响	95
67. 什么是变频器电子热保护? 怎样设定	96
68. 用变频器作软起动器有哪些优点? 怎样选择软起 动用变频器	97
69. 变频器通电前应做哪些检查	98

70. 怎样进行变频器通电和预置	99
71. 怎样进行带电动机空载试运行	100
72. 怎样进行电动机带负载试验	101
五、变频器实用线路	103
73. 厂家提供的变频器应用示例有哪些	103
74. 变频器的工厂应用示例是怎样的	103
75. 变频器的手动/自动控制示例是怎样的	105
76. 变频器的 PID 控制示例是怎样的	106
77. 变频器的转矩控制示例是怎样的	107
78. 变频器的程序控制示例是怎样的	108
79. 变频器正转运行线路是怎样的	109
80. 变频器点动运行线路是怎样的	110
81. 无反转功能的变频器控制电动机正反转运行 线路是怎样的	111
82. 有正反转功能的变频器控制电动机正反转运行 线路是怎样的	112
83. 变频器步进运行及点动运行线路是怎样的	114
84. 简单的电动机变频器工频/变频切换线路是怎样的 ...	115
85. 东芝 VF-A7 系列变频器的工频/变频切换 线路是怎样的	116
86. 一台变频器控制多台电动机并联运行的 线路是怎样的	119
87. 用两台变频器同步控制两台电动机的线路是 怎样的	121
88. 用多台变频器同步控制多台电动机的线路是 怎样的	123
89. 利用外置单元实现多台电动机同步运行的 线路是怎样的	124

90. 远距离操作变频器控制线路是怎样的	125
91. 电磁制动电动机变频调速运行线路是怎样的	127
92. 变频器带制动单元、电动机带制动器的运行 线路是怎样的	129
93. 变极电动机变频器控制线路是怎样的	130
94. 变频器三速运行线路是怎样的	131
六、变频器的维护与故障处理	133
95. 怎样检查和维护变频器	133
96. 变频器怎样防尘	134
97. 怎样设计变频器密封控制柜	135
98. 变频器出现故障时应怎样处理	136
99. 电动机不转动或一加负载便停机有哪些原因? 怎样处理	137
100. 电动机转速升不高或转速不平滑有哪些原因? 怎样处理	137
101. 变频器欠电压有哪些原因? 怎样处理	138
102. 变频器过电压有哪些原因? 怎样处理	139
103. 变频器过热有哪些原因? 怎样处理	140
104. 变频器过电流有哪些原因? 怎样处理	140
105. 变频器参数设置不当的常见故障有哪些? 怎样处理	142
106. 产生机械振动有哪些原因? 怎样处理	143
107. 富士 G11S 系列变频器有哪些故障显示 及动作内容	144
108. 安川 G7 系列变频器有哪些故障查询功能	146
109. 西门子 MM420 通用变频器有哪些常见故障? 怎样处理	147
110. 西门子 MM420 通用变频器报警有哪些原因?	

怎样处理	148
111. 西门子 MM440 系列变频器报警和故障有哪些原因?	
怎样处理	149
112. 康沃 CVF-G2 系列变频器有哪些常见故障?	
怎样处理	152
113. ABB ACS800 系列变频器报警和故障有哪些原因?	
怎样处理	154
114. 日立 L100P 系列变频器保护功能动作时的显示	
内容有哪些	157
115. 三星 SAMCO-VM05 变频器报警有哪些原因?	
怎样处理	158
116. 三星 SAMCO-VM05 变频器保护功能动作时的	
显示内容有哪些	162
117. 明电 THYFREC-VT230S 变频器有哪些常见的	
非故障显示? 怎样处理	164
118. 怎样防止变频器被干扰	165
119. 怎样防止变频器产生的干扰	167
120. 变频器怎样正确接地	168
七、软起动器基本知识	171
121. 什么是软起动器? 它是怎样工作的	171
122. 软起动器与传统降压起动方式有什么不同	172
123. 软起动器适用于哪些场合	173
124. 常用软起动器有哪些种类	175
125. 软起动器有哪些技术指标	176
126. 国产 JLC 系列软起动器有哪些特点	177
127. 国产 WJR 系列软起动器有哪些技术指标及功能	177
128. 国产 CR1 系列软起动器有哪些特点	178
129. CR1 系列软起动器的主要技术参数如何	179

130. 国产 RQD-D7 型磁控软起动器有哪些技术特点	179
131. 国产 JJR5000 系列软起动器有哪些技术特点	181
132. 国产奥托 QB4 软起动器有哪些技术特点	181
133. 美国 RSD6 型软起动器有哪些技术特点	183
134. 瑞典 ABB 公司生产的 PSA、PSD 和 PSDH 软起动器的技术数据如何	183
135. GE 公司 ASTAT 系列软起动器的性能数据如何	185
136. 美国 BS 公司高压(中压)软起动器的性能 数据如何	186
八、软起动器的安装、选择与使用	188
137. 软起动器对工作环境有什么要求	188
138. 怎样安装软起动器	188
139. 怎样选择软起动器	189
140. 使用软起动器应注意哪些事项	191
141. 怎样调整软起动器	192
142. 软起动器内部电流整定值是怎样设置的	193
143. 怎样选择软起动器的保护快速熔断器	194
九、软起动器实用线路	196
144. 软起动器的基本接线是怎样的	196
145. 常熟 CR1 系列软起动器不带旁路接触器的 线路是怎样的	199
146. CR1 系列软起动器无接触器而有中间继电器的 线路是怎样的	200
147. CR1 系列软起动器带进线接触器和中间继电器 的线路是怎样的	201
148. CR1 系列软起动器带旁路接触器的线路是怎样的	201
149. CR1 系列软起动器正反转运行线路是怎样的	203

150. RSD6 型软起动器怎样接线	204
151. 用一台软起动器控制两台电动机的线路是怎样的 ...	204
152. 用一台软起动器起动两台电动机的线路是怎样的 ...	206
十、软起动器的维护与故障处理	208
153. 怎样检查和维护软起动器	208
154. WJR 软起动器有哪些常见故障? 怎样处理	208
155. 奥托 QB4 软起动器有哪些常见故障? 怎样处理	210
156. 惠丰 HFR-1000 系列软起动器有哪些常见故障? 怎样处理	211
157. ABB PST/PSTB 软起动器有哪些常见故障? 怎样处理	212
158. 摩普 XLD 系列软起动器有哪些常见故障? 怎样处理	214
十一、PLC 基本知识	217
159. 什么是可编程控制器(PLC)	217
160. PLC 有哪些特点	217
161. PLC 与继电器控制系统及微机控制系统比较 有哪些特点	218
162. PLC 按输入/输出(I/O)点数分类有哪些类型	219
163. PLC 的基本结构是怎样的	220
164. PLC 的工作原理是怎样的	222
165. PLC 有哪些性能指标	223
166. 国产 PLC 有哪些系列	224
167. 通用公司 GE-III 系列 PLC 的技术性能如何	224
168. 西门子 TI 系列 PLC 的技术性能如何	225
169. 富士 NB0 系列 PLC 的技术性能如何	227
170. 三菱 FXOS/FXON/FX2N 系列 PLC 的技术	

性能如何	229
171. 欧姆龙 C 系列 PLC 的技术性能如何	233
十二、PLC 的安装与选择	237
172. PLC 对工作环境有什么要求	237
173. 怎样安装 PLC	237
174. 对 PLC 的电源接线有哪些要求	238
175. 对 PLC 的输入/输出(I/O)接线有哪些要求	239
176. 怎样选择 PLC	240
177. 怎样估算 PLC 输入/输出(I/O)点数	242
178. PLC 的输出有哪几种形式? 输出技术指标如何	243
179. PLC 的输入技术指标如何	245
十三、PLC 的使用	247
180. 使用 PLC 应注意哪些事项	247
181. 什么是梯形图? 它与继电器控制电路图 有何不同	248
182. PLC 梯形图有哪些基本图形符号	248
183. 怎样画梯形图	249
184. PLC 常用的基本指令有哪些	250
185. LD、AND、OR、NOT、OUT、END、ANDLD 和 ORLD 指令的功能是什么	251
186. 定时器 TIM 指令的功能是什么	253
187. 计数器 CNT 指令的功能是什么	254
188. 怎样通过 PLC 定时器与计数器级联扩大 定时值范围	255
189. 置位与复位指令 SET、RST 的功能是什么	256

十四、PLC 实用线路	257
190. PLC 控制电动机正向运转的线路是怎样的	257
191. PLC 控制电动机正反向运转的线路是怎样的	258
192. PLC 控制两台电动机顺序起动的线路是怎样的	260
193. PLC 控制电动机双向限位线路是怎样的	262
194. PLC 怎样实现交通信号灯自动控制	263
十五、PLC 的维护与故障处理	269
195. 怎样检查和维护 PLC	269
196. 怎样根据 PLC 的 CPU(或编程器)面板显示 判断故障	270
197. PLC 有哪些常见故障? 怎样处理	273
198. PLC 程序丢失有哪些原因? 怎样处理	273
199. PLC 输入电路有哪些常见故障? 怎样处理	274
200. PLC 输入接口电路误动作有哪些原因? 怎样防止 ...	275
201. PLC 输出电路有哪些常见故障? 怎样处理	276
202. PLC 输出接口电路误动作有哪些原因? 怎样防止 ...	277
203. PLC 系统有哪些抗干扰措施	278
204. 对 PLC 系统接地有哪些要求	281
参考文献	284



一、变频器基本知识

1. 什么是变频器？其基本构成是怎样的

变频器是利用电力半导体器件的通断作用将工频电源变换成另一频率电源的电能控制装置。通俗地说，它是一种能改变施加于交流电动机的电源频率值和电压值的调速装置。

变频器是现代最先进的一种异步电动机调速装置，能实现软启动、软停车、无级调速以及特殊要求的增、减速特性等，具有显著的节电效果。它具有过载、过压、欠压、短路、接地等保护功能，具有各种预警、预报信息和状态信息及诊断功能，便于调试和监控，可用于恒转矩、平方转矩和恒功率等各种负载。

变频器由电力电子半导体器件（如整流模块、绝缘栅双极晶体管 IGBT）、电子器件（集成电路、开关电源、电阻、电容等）和微处理器（CPU）等组成。其基本构成如图 1 所示，基本结构原理框图如图 2 所示。

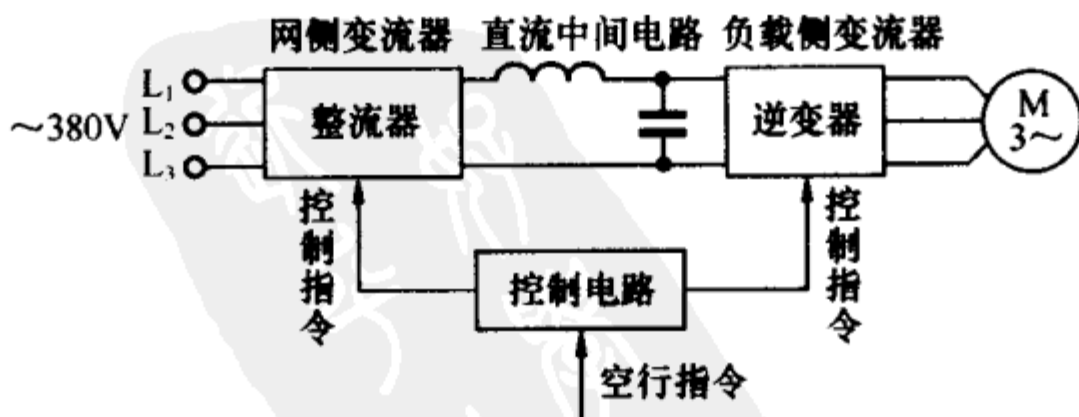


图 1 变频器的基本构成(交一直一交变频器)

变频器由主电路、控制电路、操作显示电路和保护电路 4 部分

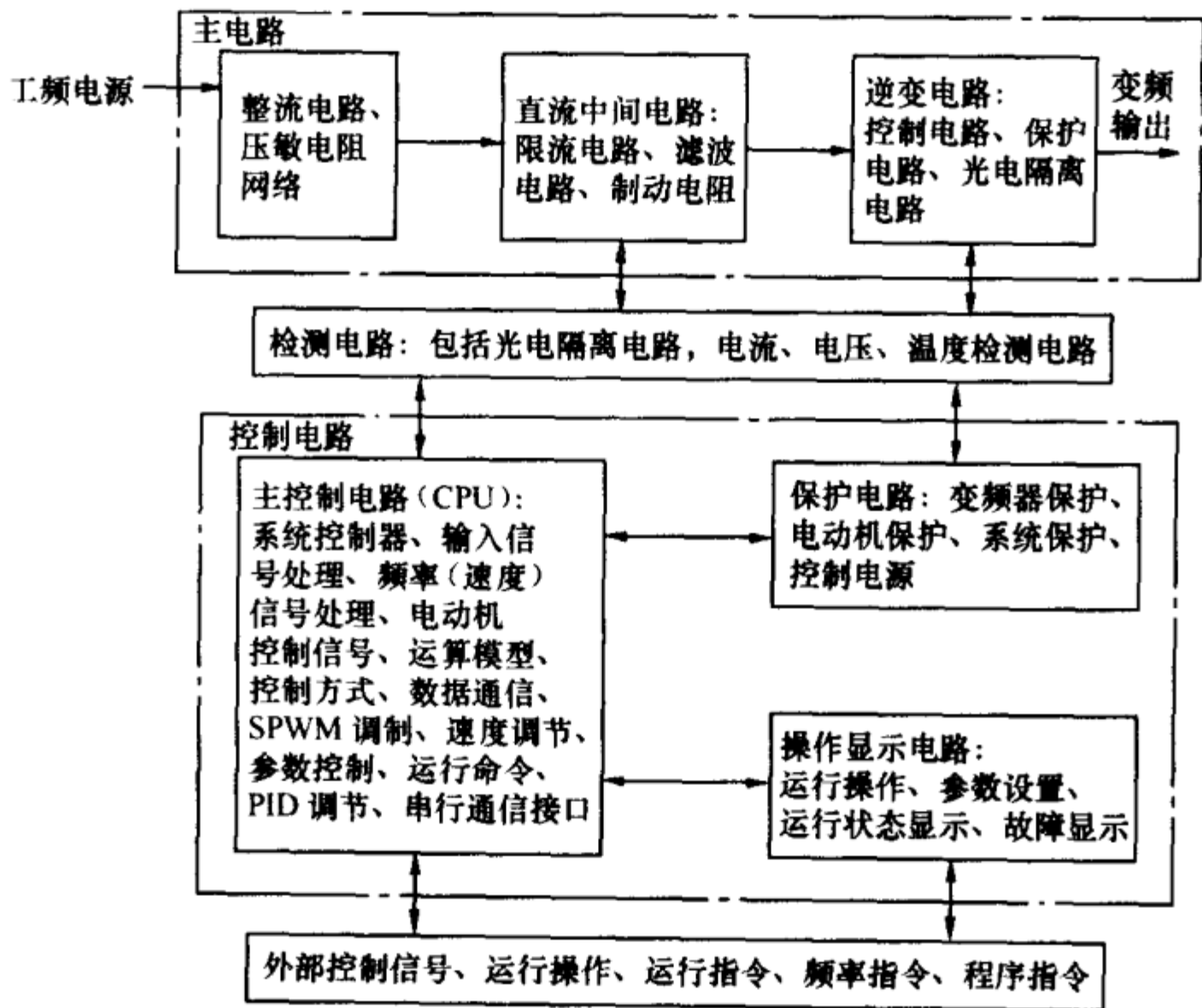


图2 变频器的基本结构原理框图

组成。

(1) 主电路。给异步电动机提供调频调压电源的电力变换部分称为主电路。主电路包括整流器、直流中间电路和逆变器。

① 整流器。它由全波整流桥组成，其作用是把工频电源变换成直流电源。整流器的输入端接有压敏电阻网络，保护变频器免受浪涌过电压及大气过电压冲击而损坏。

② 直流中间电路。由于逆变器的负载为异步电动机，属于感性负载，因此在直流中间电路和电动机之间总会有无功功率交换，这种无功能量要靠直流中间电路的储能元件——电容器或电感器来缓冲。另外，直流中间电路对整流器的输出进行滤波，以减小直流电压或电流的波动。在直流电路里设有限流电路，以保护整流桥免受冲击电流作用而损坏。制动电阻是为了满足异步电动机制动需要

而设置的。

③ 逆变器。它与整流器的作用相反，是将直流电源变换成频率和电压都任意可调的三相交流电源。逆变器的常见结构是由 6 个功率开关器件组成的三相桥式逆变电路。它们的工作状态受控于控制电路。

(2) 控制电路(主控制电路 CPU)。控制电路由运算放大电路，检测电路，控制信号的输入、输出电路，驱动电路等构成，一般采用微机进行全数字控制，主要靠软件完成各种功能。

(3) 操作显示电路。这部分电路用于运行操作、参数设置、运行状态显示和故障显示。

(4) 保护电路。这部分电路用于变频器本身保护及电动机保护等。

2. 变频器的内部结构及外部接线是怎样的

变频器的内部结构及外部接线如图 3 所示。

(1) 主控制电路(CPU)。

① 接收各种信号。

- a. 在功能预置阶段，接收各功能的预置信号。
- b. 接收从键盘或外接输入端子输入的给定信号。
- c. 接收从外接输入端子或通信接口输入的控制信号。
- d. 接收从检测电路输入的检测信号。
- e. 接收从保护电路输入的保护执行信号等。

② 进行基本运算。最主要的运算包括：

- a. 进行矢量控制运算或其他必要的运算。
- b. 实时地计算出 SPWM 波形各切换点的时刻。

③ 输出计算结果。

a. 输出至逆变管模块的驱动电路，使逆变管按给定信号及预置要求输入 SPWM 电压波。

b. 输出给显示器，显示当前的各种状态。

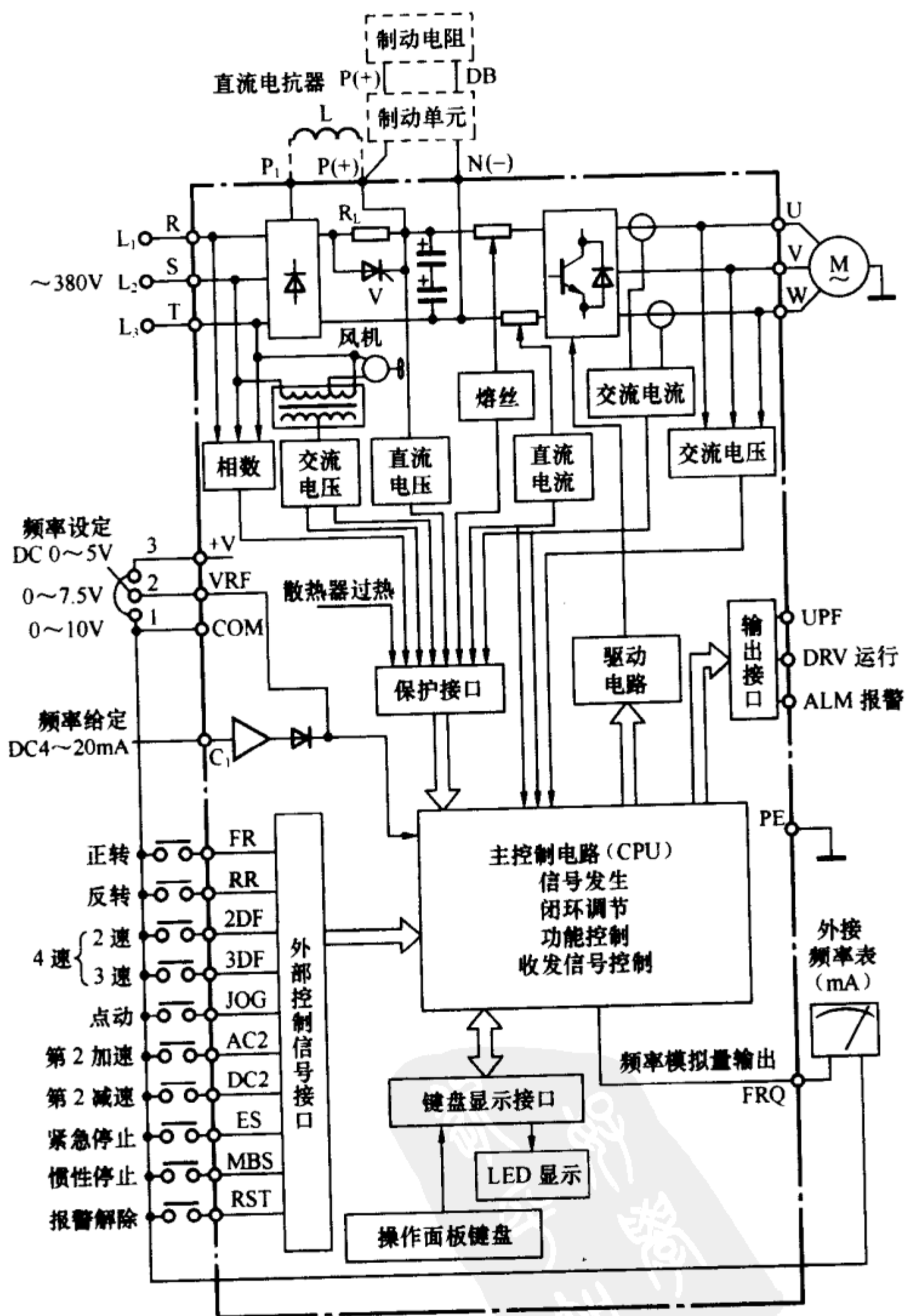


图3 变频器的内部结构及外部接线

- c. 输出给外接输出控制端子。
- d. 向保护电路发出保护指令，以进行保护。

(2) 检测电路。

接收电压、电流以及模块温度等采样信号，并将其转换成主控制电路所能接收的信号。

(3) 保护电路。

接收主控制电路输入的保护指令，并实施保护。同时也直接从检测电路输入检测信号，以便对某些紧急情况实施保护。

3. 变频器各端子的功能是怎样的

变频器主电路端子的功能见表 1，控制电路端子的功能见表 2。由于生产厂家不同，变频器端子的符号标志也可能不同，但基本功能大致类似。

表 1 变频器主电路端子、接地端子的功能

端子符号	端子名称	功能说明
R、S、T	主电路电源端子	连接三相电源
U、V、W	变频器输出端子	连接三相电动机
P ₁ 、P(+)	直流电抗器连接用端子	改善功率因数的电抗器(选用件)
P(+)、DB	外部制动电阻连接用端子	连接外部制动电阻(选用件)
P(+)、N(-)	制动单元连接端子	连接外部制动单元
PE	变频器接地用端子	变频器外壳接地端子

表 2 变频器控制电路端子的功能

分类	端子符号	端子名称	功能说明
频率设定	+V	可调电位器电源	作为频率设定器(可调电阻为 1~5kΩ)用电源 DC + 10V, 100mA (最大)
	VRF	设定用电压输入	DC 0 ~ +10V, 以 +10V 输出最高频率, 输入电阻为 22kΩ
	C ₁	设定用电流输入	DC 4 ~ 20mA, 以 20mA 输出最高频率, 输入电阻为 250Ω

续表

分类	端子符号	端子名称	功能说明	
控制 输入	FR	正转运转、 停止指令	FR-COM 接通，正转运 转；断开后，减速停止	FR-COM 与 RR-COM 同时接通时，减速后停 止(有运转指令,而且频 率设定为 0Hz)。但是， 在选择模式运转中，则 成为暂停
	RR	反转运转、 停止指令	RR-COM 接通，反转运 转；断开后，减速停止	
	2DF 3DF	多段频率选 择	2DF-COM 接通为第 2 种速度；3DF-COM 接通为 第 3 种速度；2DF 和 3DF 均与 COM 接通为第 4 种 速度	
	JOG	点动	JOG-COM 接通，电机运转；断开，电机停止	
	AC2	加速时间选 择	AC2-COM 接通，电动 机加速	有的变频器可通过 AC2-COM、DC2-COM 的 接通/断开组合，能选择 多种加速、减速时间
	DC2	减速时间选 择	DC2-COM 接通，电动 机加速	
	ES	紧急停止	ES-COM 断开，相当于切断电动机电源，电动机 停止	
	MBS	惯性停止	MBS-COM 接通，电动机慢慢停止	
	RST	复位	RST-COM 接通，解除 变频器跳闸后的保持状态	没有消除故障原因 时，不能解除跳闸状态
	COM	接点输入公 用端	接点输入信号的公用端子	
仪表 用	FRQ	频率模拟量 输出	有的变频器可选择频率、负载率、转矩、输出电 流中的一个项目。最多能连接两个，DC 0 ~ 1mA	

4. 国产 JP6C 系列变频器控制电路端子的功能是怎样的

国产 JP6C 系列变频器控制电路端子的功能见表 3。

表 3

JP6C 系列变频器控制电路端子的功能

分类	端子符号	端子名称	功能说明	
频率设定	13	可调电阻器用电源	作为频率设定器(可调电阻:1~5kΩ)用电源	DC + 10V, 10mA (最大)
	12	设定用电压输入	DC 0 ~ +10V, 以 +10V 输出最高频率, 输入电阻为 22kΩ	
	CI	设定用电流输入	DC 4 ~ 20mA, 以 20mA 输出最高频率, 输入电阻为 250Ω	
	11	频率设定公用端	频率设定信号(12、13、CI)的公用端子	
控制输入	FWD	正转运转停止指令	FWD-CM 之间接通, 正转运转; 断开后, 减速停止	FWD-CM 与 REV-CM 同时接通时, 减速后停止(有运转指令, 而且频率设定为 0Hz)。但是在选择模式运转(功能/数据码: 33/1 ~ 33/3)中, 则成为暂停
	REV	反转运转停止指令	REV-CM 之间接通, 反转运转; 断开后, 则减速停止	
	BX	自由运转指令	BX-CM 之间接通, 立即切断变频器输出, 电动机自由运转后停止, 不输出报警信号	BX 信号不能自保持在运转指令(FWD 或 REV)接通的状态中, 若断开 BX-CM, 则从 0Hz 起动
	THR	外部报警输入	在运转中若 THR-CM 之间断开, 变频器的输出切断(电动机自由运转), 则输出报警。 这个信号在内部自保持, RST 输入就被复位, 可用于制动电阻过热保护等	出厂时, RST-CM 之间用短路片连接, 因而在使用时要取出短路片, 平常连接常闭的接点
	RST	复位	RST-CM 之间接通, 解除变频器跳闸后的保持状态	没有消除故障原因时, 不能解除跳闸状态

续表

分类	端子符号	端子名称	功能说明								
控制输入	X1, X2, X3	多段频率选择	通过 X1-CM、X2-CM、X3-CM 之间的接通/断开的组合, 多段频率设定 1~7 段(1 速~7 速, 功能码:34~40) 是有效的								
				键操作/ 外部设定	1 速	2 速	3 速	4 速	5 速	6 速	7 速
			X1-CM	—	●	—	●	—	●	—	●
			X2-CM	—	—	●	●	—	—	●	●
X2-CM	—	—	—	—	●	●	●	●			
		(注1) ●表示接通, —表示断开。 (注2) 所谓外部设定, 指的是用模拟或数字(任选)的外部信号来设定									
控制输入	X4, X5	加速时间的选择	通过 X4-CM、X5-CM 之间的接通/断开的组合, 能选择最多 4 种加速时间(加速 1~加速 4/减速 1~减速 4, 功能码:05,06,49~54)								
				加速 1/ 减速 1	加速 2/ 减速 2	加速 3/ 减速 3	加速 4/ 减速 4				
			X4-CM	—	●	—	●				
			X5-CM	—	—	●	●				
		(注) ●表示接通, —表示断开									
	CM	接点输入公用端	接点输入信号的公用端子								
仪表用	FMA, 11	模拟量输出	从下面选择(功能码 59)一个项目, 用直流电流输出: ● 频率(0~最高频率) 输出电流(0~200% 电流) ● 负载率(0~200% 负载) 转矩(0~200% 转矩)	最多能连接两个 DC 0~1mA(能根据功能码 58 调整)							

5. 森兰 BT40 系列变频器控制电路端子的功能是怎样的

森兰 BT40 系列变频器控制电路端子功能见表 4。

表 4 森兰 BT40 系列变频器控制电路端子的功能

符号	名称	端子功能说明																																
5V	5V 电源	作为频率给定器(可调电阻:1~5kΩ)用电源																																
GND	5V 地	为 VRF、IRF、FMA 的公共端																																
VRF	给定电压输入	模拟电压信号输入端(DC 0~5V 或 0~10V), 输入电阻为 10kΩ																																
IRF	给定电流输入	模拟电流信号输入端(DC 4~20mA), 输入电阻为 240Ω																																
PO	频率脉冲输出	频率信号脉冲输出端, PO-GND 之间接数字频率计显示运行频率																																
PI	保留	保留																																
FMA	模拟信号输出	频率/电流/负载率模拟 1mA 信号输出, 直接在 FMA-GND 之间接 DC 1mA 的电流表, 可显示输出电流、负载率、频率																																
X1 ~ X3	可编程输入端子	(1) 当 F51 = 0 和 F69 = 0 时, 作多段频率输入: X1、X2、X3 与 CM 接通/断开, 选择多段频率 1~7 段(功能码:F44~F50)																																
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>F44</th> <th>F45</th> <th>F46</th> <th>F47</th> <th>F48</th> <th>F49</th> <th>F50</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X1-CM</td> <td>ON</td> <td>OFF</td> <td>ON</td> <td>OFF</td> <td>ON</td> <td>OFF</td> <td>ON</td> </tr> <tr> <td>X2-CM</td> <td>OFF</td> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>ON</td> <td>ON</td> </tr> <tr> <td>X3-CM</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>ON</td> </tr> </tbody> </table>		F44	F45	F46	F47	F48	F49	F50	X1-CM	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	X2-CM	OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON	X3-CM	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON
			F44	F45	F46	F47	F48	F49	F50																									
		X1-CM	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON																									
		X2-CM	OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON																									
X3-CM	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON																											
(2) 当 F69 = 0 且 F51 ≠ 0 时:																																		
接通 X3 与 CM, 变频器按 F51 方式运行; 断开 X3 与 CM, 变频器程序运行停止; 接通 X2 与 CM, 变频器程序运行暂停; 接通 X1 与 CM 且 F51 = 4 时, 变频器以 F00 所设置的频率正转运行																																		

续表

符号	名称	端子功能说明				
X4、 X5	加减速时间 或频率外控	(1) 当 F69 = 0 时, X4、X5 与 CM 的接通/断开, 选择 4 种加、减速时间(功能码:F08 ~ F15)				
			加、减速 1	加、减速 2	加、减速 3	加、减速 4
		X4-CM	OFF	ON	OFF	ON
		X5-CM	OFF	OFF	ON	ON
(2) 当 F69 = 1 时保留。 F01 = 3 时, X4、X5 作外控加、减频率用, 加、减速时间固定为第一加、减速时间, X4 为递减, X5 为递增						
RESET	复位	短接 RESET 与 CM 一次复位一次				
JOG	点动输入端	当变频器处于停止状态时, 短接 JOG 与 CM, 再短接 FWD 和 CM 或 REV 和 CM, 变频器点动正、反转、F03 停车方式有效				
THR	外部报警	断开 THR 与 CM, 产生外部报警(oLE), 变频器立即关断输出				
REV	反转运行端	当 F02 为 1 或 2 时, 有效。接通 REV 与 CM, 变频器反转, 断开后则减速停止。REV、FWD 同时接通 CM 时, 变频器停止				
FWD	正转运行端	当 F02 为 1 或 2 时, 有效。接通 FWD 与 CM, 变频器正转, 断开后则减速停止, 当触摸面板控制运行时 FWD 作控制转向用。短接 FWD 与 CM 为反转, 断开为正转				
CM	公共端	控制输入端及运行状态输出端的公共地				
30A 30B 30C	故障继电器 输出	30A、30B 为常开触点, 30B、30C 为常闭触点。 当面板故障代码为 ouu(过电压)、Lou(欠电压)、oLE(外部报警)、FL(短路、过热)、oL(过载)时有效				
Y1 ~ Y3	多功能输出端子	集电极开路输出				

6. 使用变频器的目的是什么

变频器广泛用于异步电动机调速控制和软起动。

(1) 对电动机实现无级调速控制。许多生产工艺对传动电动机有调速要求。变频器可输出 0 ~ 400Hz 频率, 具体多大频率由生产工艺要求而定, 并受电动机允许最大频率的制约。

(2) 对电动机实现节能。异步电动机采用调速技术节能, 可

使效率提高 5% ~ 10%，特别是当用于变负载工况的风机、泵、搅拌机、挤压机等上时，节能尤为显著，一般可节电 20% ~ 30%，调速装置费用可在 1 ~ 3 年内回收。变频器用于节能场合，使用频率为 0 ~ 50Hz，具体多大频率由设备类型、工况条件等决定。

(3) 对电动机实现软起动、软制动以及平滑调速。用变频器作软起动器，能减小电动机起动电流，避免负载设备受到大的冲击，特别适合于重载起动或满载起动的机械设备，如大功率高压风机、大型压缩机、挤压机的起动。另外，在一些生产工艺中，对传动设备有软制动及平滑调速的要求。

(4) 对多台电动机实现以比例速度运转或同步运转。

(5) 能提高生产效率，降低设备维修量，提高产品质量。

7. 为什么改变频率能使异步电动机调速

众所周知，异步电动机的运转速度是由定子电流频率 f 、极对数 p 及转差率 s 三个参数决定的，用公式表示如下：

$$n = \frac{60f}{p}(1 - s)$$

因此，可以通过改变这三个参数 (s 、 p 、 f) 来调速。

(1) 改变转差率 s 的调速方法。主要有调压调速、转子外接电阻调速、液力耦合器调速、串级调速、晶闸管串级调速等。

(2) 改变极对数 p 的调速方法。改变 p 的调速是有级的，即选用多极电动机，电动机绕组较复杂。

以上是以往常用的调速方法。

(3) 改变频率 f 的调速方法。可用于笼型电动机无级调速，经济效益显著。异步电动机变频调速具有高精度、高速控制、大的调速比等优点，优于以往其他一切调速装置。

8. 为什么在变频的同时还要变压

众所周知，异步电动机定子绕组内的感应电势可由下式表示：

$$E_1 = 4.44f_1 W_1 k_{w1} \Phi_1 \approx U_1$$

式中： E_1 ——定子每相感应电势(V)；

f_1 ——定子频率(Hz)；

W_1 ——定子绕组匝数；

k_{w1} ——定子绕组系数；

Φ_1 ——定子每极磁通(W_b)；

U_1 ——定子相电压(V)。

可见， $\Phi_1 \propto U_1/f$ 。当定子频率 f 下降或升高时，若 U_1 不变，会导致磁通 Φ_1 的增大或减小，从而使电动机的最大转矩减小，甚至发生电动机堵转，或者使磁通饱和。因此，为了维持磁通恒定，必须在调节电源频率的同时调节电压。根据 U_1 和 f_1 的不同比例关系，变频器有以下几种调速方式。

(1) 恒转矩调速。当频率 $f \leq f_e$ (额定频率，即50Hz)时，电磁转矩 T 与 $(U_1/f_1)^2$ 成正比，为使 T 保持不变，即电动机拖动负载能力不发生改变，所以在调频的同时要调压。这种恒磁通变频变压调速方式又称恒转矩调速。

(2) 恒功率调速。当频率 $f > f_e$ 时，若仍按恒转矩调速方式控制，则会使 U_1 超过 U_e (额定电压)，这是不允许的。这时必须改用恒功率调速方式，即当 $f_1 > f_e$ 时，保持 $U_1 = U_e$ ，不进行调压控制。但随着频率 f 的升高(转速 n 升高)，磁通 Φ_1 会变小，电磁转矩也变小。

又从公式 $P = \frac{Tn}{9550}$ 可知，当转矩 T 减小的倍数和 n 增加的倍数相等时，功率 P 维持不变，这种升频定压调速称为恒功率调速。不过 T 和 n 不是严格地等比例增减，这只是一种近似的恒功率调速方式。

如果要准确地维持恒功率调速，必须按 $U_1/\sqrt{f_1} = C$ (常数)的原则进行频率、电压的协调控制。

(3) 低频段的电压补偿。当频率低于20Hz时，电动机定子绕组内的感应电势 $E_1 \neq U_1$ (定子电压)，而是 $U_1 = E_1 + I_1 Z_1$ 。公式中的定子绕组相阻抗 Z_1 引起的电压降不可忽视(式中 I_1 为定子绕组

相电流), 从而表现为输出转矩 T 减小。为了避免电动机输出转矩下降, 一般变频器都要在低频区进行电压补偿。

9. 电动机变频起动有什么特点

电动机在起动过程中, 变频器所输出的频率和电压是逐渐增大的, 如图 4(a)、(b) 所示。

频率从最低频率(如 0Hz)起按预置的加速时间逐渐上升。如果起动频率设置为 3Hz, 以 4 极电动机为例, 刚起动时其同步转速只有:

$$n_1 = \frac{60f}{p} = \frac{60 \times 3}{2} = 90(\text{r/min})$$

转子绕组与旋转磁场的相对速度只有工频起动时的 6%; 而且供给电动机的电压也是从最低电压逐渐上升的。因此在起动瞬间, 冲击电流很小。又由于频率和电压是逐渐升到额定值的, 所以在起动过程中, 电动机的转速缓慢上升, 起动电流 I_q 也将限制在一定范围内, 如图 4(c) 所示, I_e 为电动机额定电流。

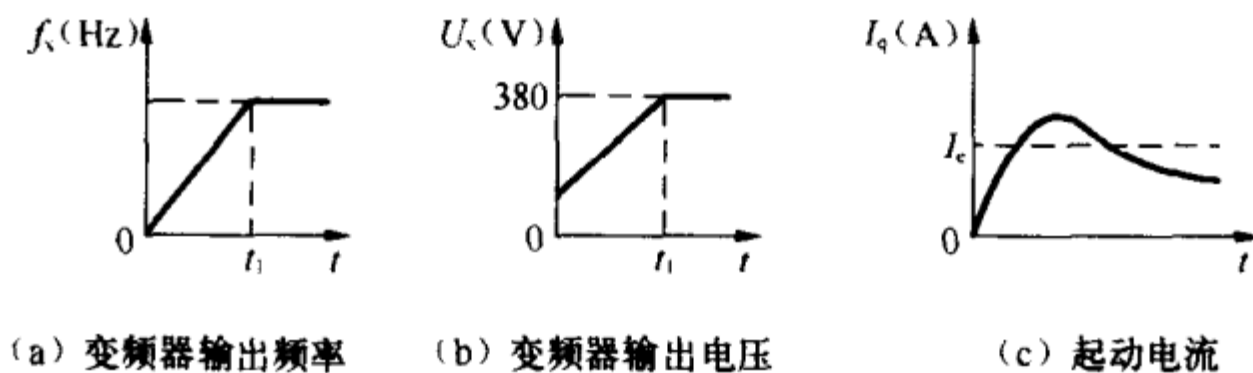


图 4 变频起动

采用变频起动, 也能减小起动过程中的动态转矩, 起动平稳, 减小了对传动机械的冲击。

10. 变频器有哪些种类

(1) 按变换频率的方法分类: 有交—交和交—直—交两种变频器。交—交变频器可将工频交流电直接变换成频率、电压均可控制的交流电, 又称直接式变频器。交—直—交变频器是先把工频交

流电通过整流器变成直流电，然后再把直流电通过逆变器变换成频率、电压均可控制的交流电，又称间接式变频器。

(2) 按直流电源的性质分类：根据缓冲无功功率的直流中间电路的储能元件是电感器还是电容器，可将变频器分为电流型和电压型两大类。

电流型变频器的主电路如图 5 所示，电压型变频器的主电路如图 6 所示。它们的性能比较见表 5。

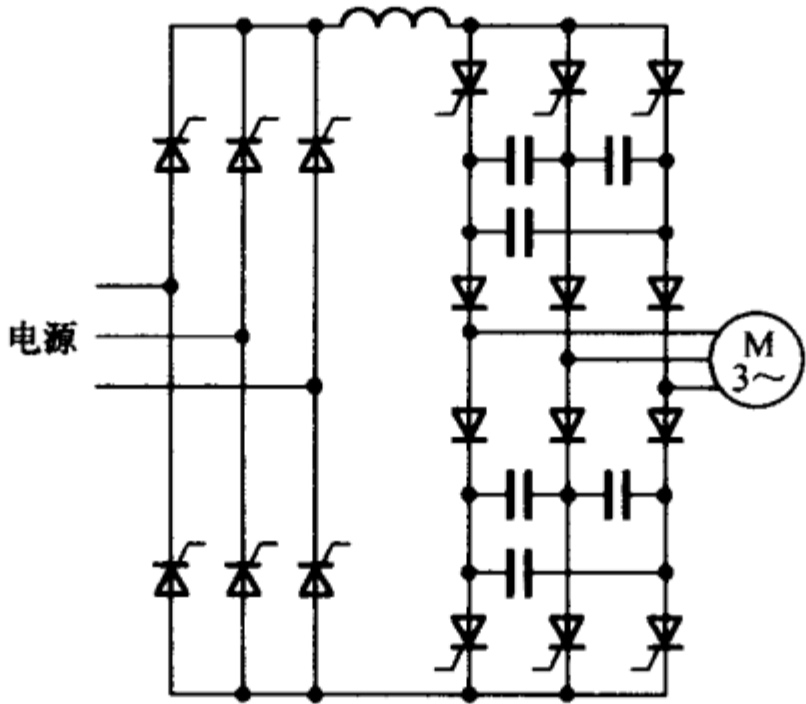


图 5 电流型变频器的主电路

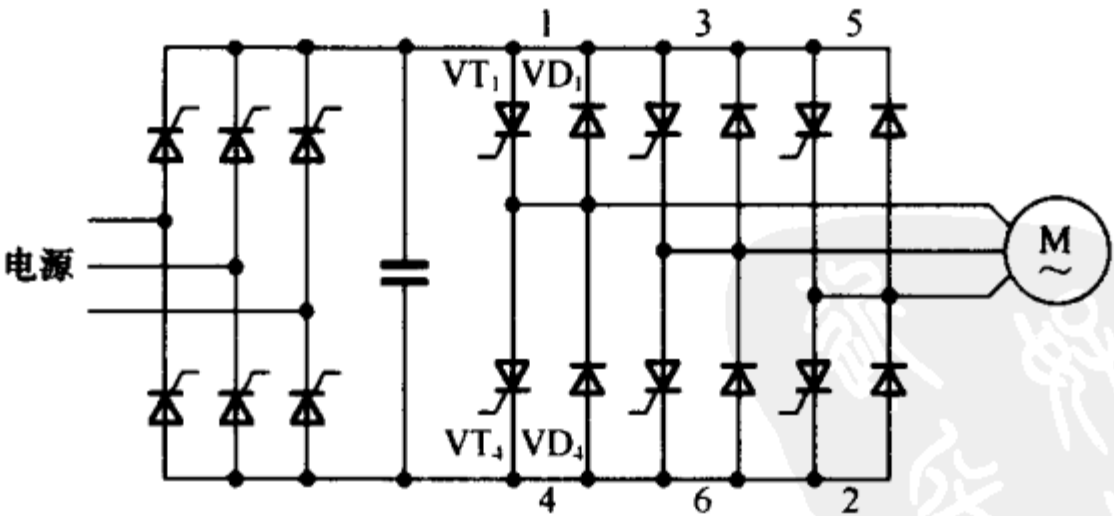


图 6 电压型变频器的主电路

表 5 电压型变频器与电流型变频器的性能比较

内容 \ 类型	电压源型	电流源型
直流滤波环节	电容器	电抗器
输出电压波形	矩形波	近似正弦波，叠加有换流电压尖峰
输出电流波形	近似正弦波，有较大谐波分量	矩形波
动态输出阻抗	小	大
四象限运行	不便，需在电源侧设置反并联逆变器	方便，只需调节变流器触发角度
过流及短路保护	困难	容易
晶闸管导通方式	180°导通型	120°导通型
对晶闸管的要求	耐压较低，关断时间要短	耐压要高，对关断时间无严格要求
线路结构	较复杂	较简单
适用范围	多机拖动，不可逆稳定运行，快速性要求不高的场合	单机可逆拖动，需经常正反转及起动、制动的场合

(3) 按电压等级分类：有低压变频器和高压变频器。

低压变频器的电压等级为 380 ~ 460V，其中单相为 220 ~ 240V，三相为 220V 或 380 ~ 460V；容量为 0.2 ~ 280 ~ 500kW，一般称为中小容量变频器。

高压变频器的电压等级为 3kV、6kV 和 10kV。有高压中、小容量变频器和高压大容量变频器。

(4) 按变频器的控制方式分类，有以下几种：

① 第 1 代以 $U/f = C$ 控制，又称正弦脉宽调制 (SPWM) 控制方式。

② 第2代以电压空间矢量控制(磁通轨迹法), 又称 SVPWM 控制方式。

③ 第3代以矢量控制(磁场定向法), 又称 VC 控制方式。

④ 第4代以直接转矩控制, 又称 DTC 控制方式。

这4种控制方式的基本参数见表6。

表6 4种控制方式比较

控制方式	U/f=C 控制		电压空间 矢量控制	矢量控制		直接转矩控制*
	不带 PG	带 PG 或 PID 调节器	不要	不带 PG	带 PG 或 编码器	不要
速比 i	<1/40	1/60	1/100	1/100	1/1000	1/100
起动转矩 (在 3Hz)	150%	150%	150%	150%	零转速时 为 150%	零转速时为 150% ~ 200%
静态速度 精度	$\pm(0.2 \sim 0.3)\%$	$\pm(0.2 \sim 0.3)\%$	$\pm 0.2\%$	$\pm 0.2\%$	$\pm 0.02\%$	$\pm 0.2\%$
适用场合	一般风 机、泵类 等	较高精 度调速, 控制	一般工 业上的调 速或控制	所有调 速或控制	伺服拖 动、高精 传动、转 矩控制	重载起动、起 重负载转矩控制 系统, 恒转矩波 动大负载

注:* 直接转矩控制, 在带 PG 或编码器后 i 可拓宽至 1:1000, 静态速度精度可达 $\pm 0.01\%$ 。

(5) 按不同用途分类: 除通用变频器外, 还有高性能变频器及为满足各行业不同应用特点设计的专用变频器, 如地铁机车专用变频器, 电动车辆专用变频器, 轧机专用变频器, 电梯专用变频器, 起重机械专用变频器, 张力控制专用变频器, 风机、泵类变频器等。风机、泵类变频器和通用变频器的主要区别见表7。

表 7 风机、泵类变频器和通用变频器的主要区别

性能参数	风机、泵类变频器	通用变频器
最高频率(Hz)	50 ~ 120	50 ~ 400
起动转矩	50% 以上	150% 以上
过载电流	120% , 1min	150% , 1min

11. 变频器有哪些额定参数

(1) 输入侧的额定参数。

① 额定电压。低压变频器的额定电压有单相 220 ~ 240V，三相 220V 或 380 ~ 460V。我国低压变频器的额定电压多为三相 380V。中高压变频器的额定电压有 3kV、6kV 和 10kV。

② 额定频率。一般规定为工频 50Hz 或 60Hz，我国为 50Hz。

(2) 输出侧的额定参数。

① 额定输出电压。由于变频器的输出电压是随频率变化的，所以其额定输出电压只能规定为输出电压中的最大值，通常它总是和输入侧的额定电压相等。

② 额定输出电流。额定输出电流指允许长时间输出的最大电流，是用户选择变频器的主要依据。

③ 额定输出容量。额定输出容量由额定输出电压和额定输出电流的乘积决定：

$$S_e = \sqrt{3}U_e I_e \times 10^{-3}$$

式中： S_e ——额定输出容量(kVA)；

U_e ——额定输出电压(V)；

I_e ——额定输出电流(A)。

须指出：变频器的额定容量有以额定输出电流(A)表示的，有以额定有功功率(kW)表示的，也有以额定视在功率(kVA)表示的。

④ 配用电动机容量。变频器说明书中规定的配用电动机容量，是指在带动连续不变负载的情况下可配用的最大电动机容量。当变频器的额定容量以额定视在功率表示时，应使电动机算出的所需视在功率小于变频器所能提供的视在功率。具体小多少可参照以上各条要求而定。使用变频器时，电动机的视在功率按下式计算：

$$S = \frac{P_2}{\eta \cos \varphi}$$

式中： S ——电动机视在功率(kVA)；

P_2 ——电动机额定功率(kW)；

$\cos \varphi$ ——电动机功率因数，此值因高次谐波的影响比工频电压下的功率因数小一些，可根据各种变频器的性能予以修正；

η ——电动机效率，如上所述，也比工频电压下的值小一些。

⑤ 过载能力。变频器的过载能力是指允许其输出电流超过额定电流的能力，一般规定为 $150\% I_e$ 、1min 或 $120\% I_e$ 、1min。

⑥ 输出频率范围。即输出频率的最大调节范围，通常以最大输出频率 f_{\max} 和最小输出频率 f_{\min} 来表示。各种变频器的频率范围不尽相同，通常最大输出频率为 200 ~ 500Hz，最小输出频率为 0.1 ~ 1Hz。

⑦ 0.5Hz 时的起动转矩。这是变频器重要的性能指标。优良的变频器在 0.5Hz 时能输出 180% ~ 200% 的高起动转矩。这种变频器可根据负载要求实现短时间平稳加、减速，快速响应急变负载。

12. 国产通用型电力变频器 JP6C-T 和磨床用变频器 JP6C-Z 的规格性能如何

我国佳灵公司生产的全数字通用型电力变频器 JP6C-T 和磨床用变频器 JP6C-Z 的规格性能见表 8 和表 9。

表 8

JP6C-T 型变频器规格性能

容量(kVA)	2	4	6	10	15	25	35	50	60	100	150	200	230
输出电流(A)	3	6	9	15	23	38	53	76	91	152	228	304	350
适用电动机(kW)	0.75	2.2	3.7	5.5	7.5	15	18.5	30	37	55	90	132	160
输入电源	三相 380V(+10% ~ -15%)、50/60Hz												
输出频率(Hz)	0.5 ~ 60, 0.5 ~ 50, 1 ~ 120, 3 ~ 240, 最高 400												
输出电压(V)	380												
控制方式	磁通控制正弦波 PWM												
频率精度	最高频率的 $\pm 0.1\%$ ($25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$)												
过载能力	电流为额定值的 1.5 倍时为 1min(50kVA 以下), 电流为额定值的 1.3 倍时为 30s(50kVA 以上)												
变换效率	额定负载时约为 95%												
保护功能	过流、过载、过压、失速、缺相												
显示	51 种显示功能												
外端子功能	转速、电压、力矩、闭环、正转、反转、起动、停止、故障信号、转速预置												
设置场所	室内(无尘埃、无腐蚀性气体)												
环境温度	$-10^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$												
相对湿度	90% 以下(无凝露)												
振动加速度	0.5g 以下												

表 9

JP6C-Z 型变频器规格性能

容量(kVA)	2	4	6	10	15	25	35	50	60	100	150	200	230
输出电流(A)	3.3	6.6	10	16	25	41	58	76	91	152	228	304	350
适用电动机(kW)	0.7	2.2	3.7	5.5	7.5	15	18.5	30	37	55	90	132	160

续表

容量(kVA)	2	4	6	10	15	25	35	50	60	100	150	200	230
输入电源	三相 380V(+10% ~ -15%)、50/60Hz												
输出频率(Hz)	50 ~ 2000, 最高可达 4000												
输出电压(V)	0 ~ 350(可达 380)												
控制方式	PWM												
频率精度	最高频率的 $\pm 0.5\%$ ($25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$)												
过载能力	电流为额定值的 1.5 倍时为 1min(50kVA 以下), 电流为额定值的 1.3 倍时为 30s(50kVA 以上)												
变换效率	额定负载时约为 95%												
保护功能	过流、过载、过压、欠压、失速、缺相、对地短路												
显示	LED 数字显示												
外端子功能	电机过热、故障信号、输出、起动、停止												
设置场所	室内(无尘埃、无腐蚀性气体)												
周围温度	$-10^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$												
相对湿度	90% 以下(无凝露)												
振动加速度	0.5g 以下												

13. 国产通用型变频器 JP6C-T9 和节能型变频器 JP6C-J9 有哪些主要技术指标

我国佳灵公司生产的通用型变频器 JP6C-T9 和节能型变频器 JP6C-J9 的主要技术指标见表 10。

表 10 JP6C-T9 型和 JP6C-J9 型变频器主要技术指标

型号	T9-	T9-	T9-	T9/	T9/	T9/	T9/	T9/	T9/	T9/	T9/	T9/	T9/	T9/	T9/	T9/	T9/	T9/	T9/	T9/	
	0.75	1.5	2.2	5.5	7.5	11	15	18.5	22	30	37	45	55	75	90	110	132	160	200	220	280
适用电动机功率(kW)	0.75	1.5	2.2	5.5	7.5	11	15	18.5	22	30	37	45	55	75	90	110	132	160	200	220	280
额定容量(kVA) ^①	2.0	3.0	4.2	10	14	18	23	30	34	46	57	69	85	114	134	160	193	232	287	316	400
额定电流(A)	2.5	3.7	5.5	13	18	24	30	39	45	60	75	91	112	150	176	210	253	304	377	415	520
额定过载电流	T9 系列, 额定电流的 1.5 倍, 1min; J9 系列, 额定电流的 1.2 倍, 1min																				
电压	三相 380 ~ 440V																				
相数, 电压, 频率	三相 380 ~ 440V, 50/60Hz																				
允许波动	电压, +10% ~ -15%; 频率, ±5%																				
抗瞬时电压降低	310V 以上可以继续运行, 电压从额定值降到 310V 以下时, 继续运行 15ms																				

型号	T9-	T9-	T9-	T9/	T9/	T9/	T9/	T9/	T9/	T9/	T9/	T9/	T9/	T9/	T9/	T9/					
JP6C-	0.75	1.5	2.2	5.5	T9- 7.5	J9- 11	J9- 15	J9- 18.5	J9- 22	J9- 30	J9- 37	J9- 45	J9- 55	J9- 75	J9- 90	J9- 110	J9- 132	J9- 160	J9- 200	J9- 220	J9- 280
最高频率	T9 系列, 50 ~ 400Hz 可变动; J9 系列, 50 ~ 120Hz 可变动																				
基本频率	T9 系列, 50 ~ 400Hz 可变动; J9 系列, 50 ~ 120Hz 可变动																				
起频	0.5 ~ 60Hz 可变动										2 ~ 4kHz 可变动										
载波频率	2 ~ 6kHz 可变动																				
精度	模拟设定, 最高频率设定值的 $\pm 0.3\%$ ($25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$) 以下; 数字设定, 最高频率设定值的 $\pm 0.01\%$ ($-10^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$)																				
分辨率	模拟设定, 最高频率设定值的 0.05%; 数字设定, 0.01Hz (99.99Hz 以下) 或 0.1Hz (100Hz 以上)																				
电压/频率特性	用基本频率可设定 320 ~ 440V																				
转矩提升	自动, 根据负载转矩调整到最佳值; 手动, 0.1 ~ 20.0 编码设定																				
起频	T9 系列, 1.5 倍以上 (转矩矢量控制时); J9 系列, 0.5 倍以上 (转矩矢量控制时)																				
加、减速度时间	0.1 ~ 3600s, 对加速时间、减速时间可单独设定 4 种, 可选择线性加速减速特性曲线																				
附属功能	上、下限频率控制, 偏置频率, 频率设定增益, 跳跃频率, 跳跃频率, 瞬时停电再启动 (转速跟踪再启动), 电流限制																				

输出频率

控制

续表

型号	T9-	T9-	T9-	T9/	T9/	T9/	T9/	T9/	T9/	T9/	T9/	T9/	T9/	T9/	T9/	T9/	T9/					
JP6C-	0.75	1.5	2.2	5.5	7.5	11	15	18.5	22	30	37	45	55	75	90	110	132	160	200	220	280	
运转操作	触摸面板, RUN 键、STOP 键, 远距离操作; 端子输入, 正转指令、反转指令、自由运转指令等																					
频率设定	触摸面板, ^ 键、V 键; 端子输入, 多段频率选择; 模拟信号, 频率设定器 DC 0 ~ 10V 或 DC 4 ~ 20mA																					
运转状态输出	集中报警输出 开路集电极: 能选择运转中、频率到达、频率等级、检测等 9 种或单独报警。 模拟信号: 能选择输出频率、输出电流、转矩、负载率(0 ~ 1mA)																					
数字显示器 (LED)	输出频率、输出电流、输出电压、转速等 8 种运行数据, 设定频率故障码																					
液晶显示器 (LCD)	运转信息、操作指导、功能码名称、设定数据、故障信息等																					
灯指示 (LED)	充电(有电压)、显示数据单位、触摸面板操作批示、运行指示																					

续表

型号	T9-	T9-	T9-	T9-	T9-	T9-	T9-	T9-	T9-	T9-	T9-	T9-	T9-	T9-	T9-	T9-	T9-				
JP6C-	0.75	1.5	2.2	5.5	7.5	11	15	18.5	22	30	37	45	55	75	90	110	132	160	200	220	280
制动	电容充电制动 10% ~ 15%																				
制动	电容充电制动 20% 以上																				
选择	外接制动电阻 100%																				
直流制动设定	内设制动电阻																				
保护功能	制动开始频率(0 ~ 60Hz), 制动时间(0 ~ 30s), 制动力(0 ~ 200%可变设定)																				
外壳防护等级	过电流、短路、接地、过压、欠压、过载、过热, 电动机过载、外部报警、电涌保护、主器件自保护																				
使用场所	IP40																				
环境温度/湿度	屋内、海拔 1000m 以下, 没有腐蚀性气体、灰尘、直射阳光																				
振动	-10℃ ~ +50℃/20% ~ 90% RH 不结露(220kW 以下规格在超过 40℃ 时, 要卸下通风盖)																				
保存温度	5.9m/s ² (0.6g) 以下																				
冷却方式	-20℃ ~ +65℃(适用运输等短时间的保存)																				
	强制风冷																				

注: ① 按电源电压 440V 时计算值。

② 对于 T9 系列, 7.5 ~ 22kW 为 20% 以上, 30 ~ 280kW 为 10% ~ 15%。

③ 对于 J9 系列, 7.5 ~ 22kW 为 100% 以上, 30 ~ 280kW 为 75% 以上(使用制动电阻时)。

14. 西门子 MM420 型通用变频器有哪些主要技术指标

MM420 型通用变频器的主要技术指标见表 11。

表 11 MM420 型通用变频器主要技术指标

输入电压和 功率范围	1 相 AC 200 ~ 240V, $\pm 10\%$; 0.12 ~ 3kW
	3 相 AC 200 ~ 240V, $\pm 10\%$; 0.12 ~ 5.5kW
	3 相 AC 380 ~ 480V, $\pm 10\%$; 0.37 ~ 1kW
输入频率	47 ~ 63Hz
输出频率	0 ~ 650Hz
功率因数	≥ 0.7
变频器效率	96% ~ 97%
过载能力	1.5 倍额定输出电流, 60s(每 300s 一次)
投运电流	小于额定输入电流
控制方式	线性 U/f_1 二次方 U/f (风机的特性曲线), 可编程 U/f_1 , 磁通电流控制(FCC)
PWM 频率	2 ~ 16kHz(每级调整 2kHz)
固定频率	7 个, 可编程
跳转频带	4 个, 可编程
频率设定值的分辨率	0.01Hz, 数字设定; 0.01Hz, 串行通信设定; 10 位, 模拟设定
数字输入	3 个完全可编程的带隔离的数字输入, 可切换为 PNP/NPN
模拟输入	1 个, 用于设定值输入或 PI 输入(0 ~ 10V), 可标定; 可作为第 4 个数字输入使用
继电器输出	1 个, 可组态为 30V 直流 5A(电阻负载)或 250V 交流 2A(感性负载)
模拟输出	1 个, 可编程(0 ~ 20mA)
串行接口	RS-232、RS-485

续表

电磁兼容性	可选用 EMC 滤波器, 符合 EN55011 A 级或 B 级标准
制动	直流制动、复合制动
保护等级	IP20
工作温度范围	-10℃ ~ +50℃
存放温度	-40℃ ~ +70℃
湿度	相对湿度 95%, 无结露
海拔	在海拔 1000m 以下使用时不降低额定参数
保护功能	欠电压、过电压、过负载、接地故障、短路、防失速、闭锁电动机、电动机过热、PTC、变频器过热、参数 PIN 编号
标准	UL、CUL、CE、C-tick
标记	通过 EC 低电压规范 73/23/EEC 和电磁兼容性规范 89/336/EEC 的确认

15. ABB ACS400 型通用变频器有哪些主要技术指标

ACS400 型通用变频器的主要技术指标见表 12。

表 12 ACS400 型通用变频器主要技术指标

型号	适配电机 额定功率 P_N (kW)	额定输出 电流 I_2 (A)	最大输出 电流 I_{2max} (A)	额定输入 电流 I_1 (A)	Cu—电缆 最大截面积 (mm^2)	外形尺寸 (mm × mm × mm)
ACS401 0004	2.2	4.9	7.4	5.8	3 × 2.5 + 2.5	330 × 125 × 209
ACS401 0005	3.0	6.6	9.9	6.2	3 × 2.5 + 2.5	330 × 125 × 209
ACS401 0006	4.0	8.8	13.2	8.3	3 × 2.5 + 2.5	330 × 125 × 209
ACS401 0009	5.5	11.6	17.4	11.1	3 × 6 + 6	430 × 125 × 221

续表

型 号	适配电机 额定功率 P_N (kW)	额定输 出电流 I_2 (A)	最大输 出电流 I_{2max} (A)	额定输 入电流 I_1 (A)	Cu—电缆 最大截面积 (mm^2)	外形尺寸 ($mm \times mm \times mm$)
ACS401 0011	7.5	15.3	23	14.8	3 × 6 + 6	430 × 125 × 221
ACS401 0016	11	23	34.5	21.5	3 × 10 + 10	545 × 203 × 247
ACS401 0020	15	30	45	28.8	3 × 10 + 10	545 × 203 × 247
ACS401 0025	18.5	38	57	35	3 × 16 + 16	636 × 203 × 288
ACS401 0030	22	44	66	41.2	3 × 16 + 16	636 × 203 × 288
ACS401 0041	30	59	88.5	55.7	3 × 25 + 25	636 × 203 × 288
ACS401 0004	3.0	6.6	7.3	6.2	3 × 2.5 + 2.5	330 × 125 × 209
ACS401 0005	4.0	8.8	9.7	8.3	3 × 2.5 + 2.5	330 × 125 × 209
ACS401 0006	5.5	11.6	12.8	11.1	3 × 2.5 + 2.5	330 × 125 × 209
ACS401 0009	7.5	15.3	16.8	14.8	3 × 6 + 6	430 × 125 × 221
ACS401 0011	11	23	25.3	21.5	3 × 6 + 6	430 × 125 × 221
ACS401 0016	15	30	33	29	3 × 10 + 10	545 × 203 × 247
ACS401 0020	18.5	38	42	35	3 × 10 + 10	545 × 203 × 247
ACS401 0025	22	44	48	41.2	3 × 16 + 16	636 × 203 × 288
ACS401 0030	30	59	65	55.7	3 × 16 + 16	636 × 203 × 288
ACS401 0041	37	72	79	68	3 × 25 + 25	636 × 203 × 288

16. 西门子 MICROMASTER420/440 型变频器有哪些主要技术指标

MICROMASTER420/440 型变频器的主要技术指标见表 13。

表 13 MICROMASTER420/440 型通用变频器的主要技术指标

型 号	订 货 号	功率范围恒转 矩(变转矩) (kW)	输入电流 (A)	最大输出电流 (没有降低额 定值)(A)
电源电压 220 ~ 240V, 单相交流				
MM420-120	6SE6420-2UC11-2AA0	0.12	2	0.9
MM420-250	6SE6420-2UC12-5AA0	0.25	4	1.7
MM420-370	6SE6420-2UC13-7AA0	0.37	5.5	2.3
MM420-550	6SE6420-2UC15-5AA0	0.55	7.5	3
MM420-750	6SE6420-2UC17-5AA0	0.75	9.9	3.9
MM420-1100	6SE6420-2UC21-1BA0	1.1	14.4	5.5
MM420-1500	6SE6420-2UC21-5BA0	1.5	19.6	7.4
MM420-2200	6SE6420-2UC22-2BA0	2.2	26.4	10.4
MM420-3000	6SE6420-2UC23-0CA0	3	35.5	13.6
MM440-120	6SE6440-2UC11-2AA0	0.12(0.25)	1.4(-)	0.9(-)
MM440-250	6SE6440-2UC12-5AA0	0.25(0.37)	2.7(-)	1.7(-)
MM440-370	6SE6440-2UC13-7AA0	0.37(0.55)	3.7(-)	2.3(-)
MM440-550	6SE6440-2UC15-5AA0	0.55(0.75)	5(-)	3(-)
MM440-750	6SE6440-2UC17-5AA0	0.75(1.1)	6.6(-)	3.9(-)
MM440-1100	6SE6440-2UC21-1BA0	1.1(2.5)	9.6(-)	5.5(-)
MM440-1500	6SE6440-2UC21-5BA0	1.5(2.2)	13(-)	7.4(-)
MM440-2200	6SE6440-2UC22-2BA0	2.2(3)	17.6(-)	10.4(-)
MM440-3000	6SE6440-2UC23-0CA0	3(4)	23.7(-)	13.6(-)
电源电压 380 ~ 480V, 三相交流				
MM420-370/3	6SE6420-2UD13-7AA0	0.37	1.6	1.2
MM420-550/3	6SE6420-2UD15-5AA0	0.55	2.1	1.6
MM420-750/3	6SE6420-2UD17-5AA0	0.75	2.8	2.1
MM420-1100/3	6SE6420-2UD21-1AA0	1.1	4.2	3

续表

型 号	订 货 号	功率范围恒转 矩(变转矩) (kW)	输入电流 (A)	最大输出电 流(没有降低 额定值)(A)
电源电压 380 ~ 480V, 三相交流				
MM420-1500/3	6SE6420-2UD21-5AA0	1.5	5.8	4
MM420-2200/3	6SE6420-2UD22-2BA0	2.2	7.5	5.9
MM420-3000/3	6SE6420-2UD23-0BA0	3	10	7.7
MM420-4000/3	6SE6420-2UD24-0BA0	4	12.8	10.2
MM420-5500/3	6SE6420-2UD25-5CA0	5.5	17.3	13.2
MM420-7500/3	6SE6420-2UD27-5CA0	7.5	23.1	18.4
MM420-11000/3	6SE6420-2UD31-1CA0	11	33.8	26
MM440-120/3	6SE6440-2UD13-7AA0	0.37(0)	1.1(1.4)	1.2(1.6)
MM440-250/3	6SE6440-2UD15-5AA0	0.55(0)	1.4(1.9)	1.6(2.1)
MM440-370/3	6SE6440-2UD17-5AA0	0.75(1.1)	1.9(2.8)	2.1(3)
MM440-550/3	6SE6440-2UD21-1AA0	1.1(1.5)	2.8(3.9)	3(4)
MM440-750/3	6SE6440-2UD21-5AA0	1.5(2.2)	3.9(5)	4(5.9)
MM440-1100/3	6SE6440-2UD22-2BA0	2.2(3)	5(6.7)	5.9(7.7)
MM440-1500/3	6SE6440-2UD23-0BA0	3(4)	6.7(8.5)	7.7(10.2)
MM440-2200/3	6SE6440-2UD24-0BA0	4(5.5)	8.5(11.6)	10.2(13.2)
MM440-3000/3	6SE6440-2UD25-5CA0	5.5(7.5)	11.6(16)	13.2(18.4)
MM440-7500/3	6SE6440-2UD27-5CA0	7.5(11)	15.4(22.5)	18.4(26)
MM440-11000/3	6SE6440-2UD31-1CA0	11(15)	22.5(30.5)	26(32)
MM440-15000/3	6SE6440-2UD31-5DA0	15(18.5)	30(37.2)	32(38)
MM440-18500/3	6SE6440-2UD31-8DA0	18.5(22)	36.6(43.2)	38(45)
MM440-22000/3	6SE6440-2UD32-2DA0	22(30)	43.1(59.3)	45(62)
MM440-30000/3	6SE6440-2UD33-0EA0	30(37)	58.7(71.1)	62(75)

续表

型 号	订 货 号	功率范围恒转 矩(变转矩) (kW)	输入电流 (A)	最大输出电 流(没有降低 额定值)(A)
电源电压 380 ~ 480V, 三相交流				
MM440-37000/3	6SE6440-2UD33-7EA0	37(45)	71.2(86.6)	75(90)
MM440-45000/3	6SE6440-2UD34-5FA0	45(55)	85.6(103.6)	90(110)
MM440-55000/3	6SE6440-2UD35-5FA0	55(75)	103.6(138.5)	110(145)
MM440-75000/3	6SE6440-2UD37-5FA0	75(90)	138.5(168.5)	145(178)

17. 富士 FVR-E11S 系列通用变频器有哪些主要技术指标

FVR-E11S 系列通用变频器的主要技术指标见表 14 和表 15。

表 14 FVR-E11S 系列通用变频器的主要技术指标(一)

项 目		三相 400V 系列						
型号 FVR-E11S-4JE		0.4	0.75	1.5	2.2	3.7	5.5	7.5
适配电动机功率(kW)		0.4	0.75	1.5	2.2	3.7	5.5	7.5
输出 额 定	额定容量(kVA)	1.1	1.9	2.8	4.1	6.8	9.9	12
	额定电压(V)	三相 380、400、415V/50Hz, 380、400、440、460V/60Hz						
	额定电流(A)	1.5	2.5	3.7	5.5	9.0	13	18
	过载电流	150% 额定电流, 1min; 20% 额定电流, 0.5s						
	额定频率(Hz)	50/60						

续表

项 目		三相 400V 系列							
输入 额 定	相数、电压、频率	3 相, 380 ~ 480V, 50/60Hz							
	电压、频率允许波动范围	电压: +10% ~ -15%、电压不平衡率 < 2%。 频率: +5% ~ -5%							
	瞬时低电压耐量	输入电压在 300V 以上时, 变频器能连续运行, 由额定电压降低至 300V 以下时, 变频器能继续运行 15ms, 可选择平稳恢复模式(自动再起功能)							
	额定电流(A)	有 DCR	0.82	1.5	2.9	4.2	7.1	10.0	13.5
		无 DCR	1.8	3.5	6.2	9.2	14.9	21.5	27.9
需要电源容量(kVA)		0.6	1.1	2.1	3.0	5.0	7.0	9.4	
控制	起动转矩	200% (选择动态转矩矢量控制时)							
制 动	制动转矩(标准)	70%		40%		20%			
	制动转矩(使用选件)	150%							
	直流制动	制动开始频率为 0 ~ 60Hz, 制动时间为 0 ~ 30s, 制动值为 0 ~ 100% 额定电流							
防护等级(IEC60529)		IP20							
冷却方式		自然冷却				风扇冷却			

表 15 FVR-E11S 系列通用变频器的主要技术指标(二)

项 目		单相 200V 系列								
型号 FVR-E11S-2JE		0.1	0.2	0.4	0.75	1.5	2.2	3.7	5.5	7.5
适配电动机功率(kW)		0.1	0.2	0.4	0.75	1.5	2.2	3.7	5.5	7.5
输出 额 定	额定容量(kVA)	0.30	0.57	1.1	1.9	3.0	4.1	6.4	9.5	12
	额定电压(V)	单相 220V/50Hz, 200、220、230V/60Hz								
	额定电流(A)	0.8	1.5	3.0	5.0	8.0	11	17	25	33
	过载电流	150% 额定电流, 1min; 20% 额定电流, 0.5s								
	额定频率(Hz)	50/60								

续表

项 目		单相 200V 系列									
输入 额 定	相数、电压、频率	单相, 200 ~ 230V, 50/60Hz									
	电压、频率允许波动范围	电压: +10% ~ -15%, 电压不平衡率 < 2%。 频率: +5% ~ -5%									
	瞬时低电压耐量	输入电压在 165V 以上时, 变频器能连续运行; 由额定电压降低至 165V 以下时, 变频器能继续运行 15ms, 可选择平稳恢复模式(自动再起功能)									
	额定电流(A)	有 DCR	0.59	0.94	1.6	3.1	5.7	8.3	14.0	19.7	26.9
		无 DCR	1.1	1.8	3.4	6.4	11.1	16.1	25.5	40.8	52.6
需要电源容量(kVA)		0.3	0.4	0.6	1.1	2.0	2.9	4.9	6.9	9.4	
控制	起动转矩	200% (选择动态转矩矢量控制时)									
制 动	制动转矩(标准)	100%	70%				40%		20%		
	制动转矩(使用选件)	150%									
	直流制动	制动开始频率为 0 ~ 60Hz, 制动时间为 0 ~ 30s, 制动值为 0 ~ 100% 额定电流									
防护等级(IEC60529)		IP20									
冷却方式		自然冷却					风扇冷却				

18. 三星 SAMCO-L 系列变频器有哪些主要技术指标

三星 SAMCO-L 系列变频器的主要技术指标见表 16。

表 16 三星 SAMCO-L 系列变频器的主要技术指标

型 号	LT-0.4K	LT-0.75K	LT-1.5K	LT-2.2K	LT-3.7K
适配电动机功率(kW)	0.4	0.75	1.5	2.2	3.7

续表

型 号		LT-0.4K	LT-0.75K	LT-1.5K	LT-2.2K	LT-3.7K
输出	额定容量(kVA) ^①	1.2	1.8	3.0	4.2	6.6
	额定电流(A)	3.2	4.8	8.0	11.1	17.4
	过电流承受量	15%, 1min(反比时限特性); 200%, 1s				
	额定输出电压	3相, 200V/50Hz, 200~230V/60Hz				
输入	额定输入电压	3相, 200V/50Hz, 200~230V/60Hz				
	变动容许值	电压, +10%~-15%; 电压失衡, <3%; 频率, ±5%				
	瞬低耐量 ^②	维持运转	电压大于或等于165V时可维持运转状态(短时间, 额定值)			
持续时间		电压小于165V时持续运转15ms				
控制功能	控制方式	正弦波 PWM				
	调频范围	0.5~600Hz(可在0.5~60Hz之间随意设定始动频率)				
	频率鉴别	数字设定	±0.01Hz(0.5~600Hz)			
		模拟设定	±0.05%(相对最高频率)			
	频率精度	数字设定	最高频率的±0.01%			
		模拟设定	最高频率的±0.5%			
	电压/频率比(U/f)	可于基线频率30~600Hz之间随意设定(可从50Hz/60Hz固定图形、固定转矩/降低转矩图形中予以选择)				
	转矩补偿	手动及自动补偿				
	加、减速特性 ^③	0.1~6500s(加、减速各4种), 可选择直线型、S型、J型、C型多种模式				
	制动转矩	再生制动	150%以上(短时间)			100%以上(短时间)
直流制动		可对DC制动的动作频率、动作时间、电压(转矩)予以设定				
附属功能	始动时的频率待机, 瞬停再起动, 以频率设定信号来进行运转和停止, 8挡速(或寸动+4挡)运转, 上、下限频率限幅, 回避频率, 频率偏置的设定, 数据的集中传送, 转差补偿, AVR功能, 节能运转, 自动加/减速, 图形运转, 自行诊断, PID控制等					

续表

型 号		LT-0.4K	LT-0.75K	LT-1.5K	LT-2.2K	LT-3.7K
运 转 功 能	频率设定	数字设定	操作面板、二—十进制计数法和二进制计数法(需用选购件)			
		模拟设定	0~5V、0~7.5V、0~10V、4~20mA 或旋钮(5kΩ)			
	输入信号		正转指令, 反转指令, 空转制动, 外部热敏器输入, 多挡速选择(4挡), 寸动选择, 加/减速选择(4挡), 警报解除(切换端子功能后, 还可选择下列信号: 5~8挡速, 第2始动频率, 内部的定时器复位, 运转信号保持功能)			
	输出信号		略			
显示		略				
保护功能		略				
选购件 PKG (内部安插电路板)		继电器接点输出 PKG(包括变频器、市电切换继电器), 二进制计数法/二十进制计数法设定用 PKG, 远距离操作用 PKG, 串行控制用 PKG, 模拟信号输出用 PKG				

注: ① 额定容量指输入电压为 220V 时的容量。

② 指电源电压瞬时降低时, 变频器允许工作时间。

③ 加/减速时间为频率从零变化到最高频率所需的时间。

19. 三菱 FR-A500 系列多功能通用变频器有哪些主要技术指标

FR-A500 系列多功能通用变频器的主要技术指标见表 17。

表 17 FR-A500 系列多功能通用变频器的主要技术指标

控制特性	控制方式		柔性 PWM 控制/高频载波 PWM 控制、可选 U/f 控制或磁通矢量控制
	输出频率范围		0.2 ~ 400Hz
	频率设定分辨率	模拟输入	0.015Hz/60Hz; 端子 2 输入, 12 位/0 ~ 10V, 11 位/0 ~ 5V; 端子 1 输入, 12 位/-10 ~ +10V, 11 位/-5 ~ +5V
		数字输入	0.01Hz
	频率精度		模拟量输入时最大输出频率的 $\pm 0.2\%$, 数字量输入时设定输入频率的 0.01%
	电压/频率特性		可在 0 ~ 400Hz 之间任意设定, 可选择恒转矩或变转矩曲线
	起动转矩		0.5Hz 时, 150%
	转矩提升		手动转矩提升
	加/减速时间设定		0 ~ 3600s, 可分别设定加速和减速时间, 可选择直线型或 S 型加/减速模式
	直流制动		动作频率 0 ~ 120Hz, 动作时间 0 ~ 10s, 电压 0 ~ 30% 可变
失速防止动作水平		可设定动作电流 0 ~ 200%, 可选择是否使用这种功能	
运行特性	频率设定信号	模拟量输入	0 ~ 5V, 0 ~ 10V, 0 ~ $\pm 10V$, 4 ~ 20mA
		数字量输入	使用操作面板或参数单元 3 位 BCD 或 12 位二进制输入(使用 FR-A5AX 选件)

续表

运行特性	起动信号	可分别选择正转、反转和起动信号自保持输入(三线输入)		
	输入信号	多段速度选择	最多可选择 15 种速度(每种速度可在 0 ~ 400Hz 内设定), 运行速度可通过 PU(FR-DU04/FR-PU04)改变	
		第 2、第 3 加/减速选择	0 ~ 3600s(最多可分别设定 3 种不同的加/减速时间)	
		点动运行选择	具有点动运行模式选择端子	
		电流输入选择	可选择输入频率设定信号 4 ~ 20mA(端子 4)	
		输出停止	变频器输出瞬时切断(频率、电压)	
		报警复位	解除保护功能动作时的保持状态	
	运行功能	上、下限频率设定, 频率跳变运行, 外部热继电器输入选择, 极性可逆选择, 瞬时停电再起动运行, 工频电源/变频器切换运行, 正转/反转限制, 转差率补偿, 运行模式选择, 离线自动调整功能, 在线自动调整功能, PID 控制, 程序运行, 计算机网络运行(RS485)		
	输出信号	运行状态	可从变频器正在运行、上限频率、瞬时电源故障、频率检测、第 2 频率检测、第 3 频率检测、正在程序运行、正在 PU 模式下运行、过负荷报警、再生制动预报警、零电流检测、输出电流检测、PID 下限、PID 上限、PID 正/负作用、工频电源/变频器切换、接触器 1/2/3、动作准备、抱闸打开请求、风扇故障和散热片过热预报警中选择 5 个不同的信号通过集电极开路输出	
		报警 (变频器跳闸)	接点输出/接点转换(AC 230V, 0.3A, AC 30V, 0.3A), 集电极开路/报警代码(4bit)输出	
指示仪表		可从输出频率、电机电流(正常值或峰值)、输出电压、设定频率、运行速度、电动机转矩、整流桥输出电压(正常值或峰值)、再生制动使用率、电子过电流保护负载率、输入功率、负载仪表、电动机励磁电流中分别选择一个信号。脉冲串输出(1440 脉冲/秒/满量程)和模拟输出(0 ~ 10V)		

续表

显示	PU(FR-DU04/FR-PU04)	运行状态	可选择输出频率、电动机电流(正常值或峰值)、输出电压、设定频率、运行速度、电动机转矩、过负载、整流桥输出电压(正常值或峰值)、电子过电流保护、负载率、输入功率、输出功率、负载仪表、电动机励磁电流、累计动作时间、实际运行时间、电度表、再生制动使用率和电动机负载率用于在线监视
		报警内容	保护功能动作时显示报警内容可记录8次(对于操作面板只能显示4次)
	附加显示	运行状态	输入端子信号状态, 输出端子信号状态, 选件安全状态, 端子安排状态
		报警内容	保护功能即将动作前的输出电压、电流、频率、累计动作时间
		对话式引导	借助于帮助菜单显示操作指南, 故障分析
	保护/报警功能	过电流断路(正在加速、减速、恒速), 再生过电压断路, 欠电压, 瞬时停电, 过负载, 电子过电流保护, 制动晶体管报警, 接地过电流, 输出短路, 主回路组件过热, 失速防止, 过负载报警, 制动电阻过热, 散热片过热, 风扇故障, 参数错误, PU脱出	

20. 三菱 FR-F500 系列风机、水泵专用型通用变频器有哪些主要技术指标

FR-F500 系列风机、水泵专用型通用变频器的主要技术指标见表 18。

表 18 FR-F500 系列风机、水泵专用型通用变频器的主要技术指标

控制特性	控制方式		柔性 PWM 控制、高频载波 PWM 控制、可选择 U/f 控制
	输出频率范围		0.5 ~ 120Hz
	频率设定分辨率	模拟输入	0.015Hz/60Hz; 端子 2 输入, 12 位/0 ~ 10V, 11 位/0 ~ 5V, 端子 1 输入, 12 位/-10 ~ +10V, 11 位/-5 ~ +5V
		数字输入	0.01Hz
	频率精度		模拟量输入时最大输出频率的 $\pm 0.2\%$ 以内, 数字量输入时设定输入频率的 0.01% 以内
	电压/频率特性		可在 0 ~ 120Hz 之间任意设定, 可选择恒转矩或变转矩曲线
	转矩提升		手动转矩提升
	加/减速时间设定		0 ~ 3600s(可分别设定加速和减速时间); 可选择直线型或 S 型加/减速模式
	直流制动		动作频率 0 ~ 120Hz, 动作时间 0 ~ 10s, 电压 (0 ~ 30%) 可变
	失速防止动作水平		可设定动作电流 (0 ~ 120%), 可选择是否使用这种功能
运行特性	频率设定信号	模拟量输入	0 ~ 5V, 0 ~ 10V, 0 ~ $\pm 10V$, 4 ~ 20mA
		数字量输入	使用操作面板或参数单元 3 位 BCD 或 12 位二进制输入 (FR-A5AX 选件)
	起动信号	可分别选择正转、反转和起动信号自保持输入 (三线输入)	
	输入信号	多段速度选择	最多可选择 7 种速度 (每种速度可在 0 ~ 120Hz 内设定), 运行速度可通过 PU (FR-DU04/FR-PU04) 改变
第二加/减速速度选择		0 ~ 3600s (最多可分别设定两种不同的加/减速时间)	

续表

运行特性	输入信号	点动运行选择	具有点动运行模式选择端子
		电流输入选择	可选择输入频率设定信号 4 ~ 20mA(端子 4)
		瞬时停止 再启动选择	瞬时停止时是否再启动
		外部过热 保护输入	外部安装的热继电器, 信号经接点输入
		连接 FR-HC	变频器运行许可输入和瞬时停电检测输入
		外部直流制动 开始信号	直流制动开始的外部输入
		PID 控制有效	进行 PID 控制时的选择
		PU, 外部操 作的切换	从外部进行 PU 外部操作切换
		PU, 运行的 外部互锁	从外部进行 PU 运行的互锁切换
		输出停止	变频器输出瞬时切断(频率、电压)
		报警复位	解除保护功能动作时的保持状态
运行功能	上、下限频率设定, 频率跳跃运行, 外部热继电器输入选择, 极性可逆选择, 瞬时停电再启动运行, 工频电源/变频器切换运行, 正转/反转限制, 运行模式选择, PID 控制, 计算机网络运行 (RS485)		
输出信号	运行状态	可从变频器正在运行、频率到达、瞬时电源故障、频率检测、第 2 频率检测、正在 PU 模式下运行、过负载报警、电子过电流保护预报警、零电流检测、输出电流检测、PID 下限、PID 上限、PID 正/负作用、工频电源/变频器切换、MC1/2/3、动作准备、风扇故障和散热片过热预报警中选择 5 个不同的信号通过集电极开路输出	

续表

运行特性	输出信号	报警	变频器跳闸时, 接点输出/接点转换(AC 230V, 0.3A; DC 30V, 0.3A), 集电极开路……报警代码(4bit)输出
		指示仪表	可从输出频率、电动机电流(正常值或峰值)、输出电压、设定频率、运行速度、整流桥输出电压(正常值或峰值)、再生制动使用率、电子过电流保护、负载率、输入功率、输出功率、负载仪表中选择一个。脉冲串输出(1440 脉冲/秒)和模拟输出(0~10V)
显示	PU(FR-DU04/FR-PU04)	运行状态	可选择输出频率、电动机电流(正常值或峰值)、输出电压、设定频率、运行速度、电动机转矩、过负载、整流输出电压(正常值或峰值)、电子过电流保护、负载率、输入功率、输出功率、负载仪表、基准电压输出中选择一个。脉冲串输出(1440 脉冲/秒)和模拟输出(0~10V)
		报警内容	保护功能动作时显示报警内容可记录 8 次(对于操作面板只能显示 4 次)
	附加显示	运行状态	输入端子信号状态, 输出端子信号状态, 选件安全状态, 端子完全状态
		报警内容	保护功能即将动作前的输出电压、电流、频率、累计通电时间
		对话式引导	借助于帮助菜单显示操作指南, 故障分析
保护/报警功能			过电流跳闸(正在加速、减速、恒速), 再生过电压跳闸, 欠电压, 瞬时停电, 过负载跳闸(电子过电流保护), 接地过电流, 输出短路, 主回路组件过热, 失速防止, 过负载报警, 散热片过热, 风扇故障, 参数错误, 选件故障, PU 脱出, 再试次数溢出, 输出欠相, CPU 错误, DC 24V 电源输出短路, 操作面板用电源短路

二、变频器的安装与选择

21. 变频器对工作环境有什么要求

变频器只有在规定的环境中才能安全可靠地工作。若环境条件中有不满足其要求的，则应采取相应的改善措施。变频器的运行环境条件规定如下：

(1) 环境温度： $-10^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$ 。超过此温度范围时，电子元器件容易损坏，功能易失灵。应注意通风散热。

(2) 相对湿度：20%~90%，不结露，无冰冻，否则容易破坏电气绝缘或腐蚀线路板，击穿电子元器件。

(3) 没有灰尘、腐蚀性气体、可燃性气体或油雾，不受日光直晒，否则会腐蚀电路板及电子元器件，并有可能引起火灾事故。

(4) 海拔高度：1000m 以下。海拔过高时，气压下降，容易破坏电气绝缘，在 1500m 时耐压降低 5%，3000m 时耐压降低 20%。另外，海拔超高，额定电流值将减小，1500m 时减小为 99%，3000m 时减小为 96%。从 1000m 开始，每超过 100m，允许温度就下降 1%。

(5) 振动：振动加速度应小于 0.6g。振动过大会使变频器紧固件松动，继电器、接触器等器件误动作，损坏电子元器件。

振动加速度 G 可实测。测出振幅 A (mm) 和频率 f (Hz)，然后按下式求出振动加速度 G ：

$$G = (2\pi f)^2 \times \frac{A}{9800} \quad (\text{g})$$

如果在振动加速度 G 超过允许值处安装变频器，应采取防振措施，如加装隔振器，采用防振橡胶垫等。

另外，还对供电电源有如下要求：

(1) 交流输入电源。电压持续波动不超过 $\pm 10\%$ ，短暂波动不超过 $-10\% \sim +15\%$ ；频率波动不超过 $\pm 2\%$ ，频率的变化速度每秒不超过 $\pm 1\%$ ；三相电源的负序分量不超过正序分量的 5% 。

(2) 直流输入电源。电压波动范围为额定值的 $-7.5\% \sim +5\%$ ，蓄电池组供电时的电压波动范围为额定值的 $\pm 15\%$ ；直流电压纹波（峰—谷值）不超过额定电压值的 15% 。

22. 怎样安装变频器

(1) 变频器应垂直安装，留有通风空间，并控制环境温度不超过 40°C 。通风空间的一般要求为：变频器上方留有大于 120mm 的空间，左、右两侧各留有大于 50mm 的空间，底面距地面大于 120mm ，如图 7 所示。

(2) 变频器工作时，其散热片的温度可达约 90°C ，因此安装底板必须为耐热材料。由于变频器内部热量是从上部排出的，所以安装时不可安装在木板等材料的下方。

(3) 对于采用强迫风冷的变频器，为了防止外部灰尘吸入，应在吸入口设置空气过滤器。在门扉部设置屏蔽垫。为确保冷却风道畅通，电缆配线槽不要堵住机壳上的散热孔。

(4) 多台变频器邻近并排安装时，台与台之间必须留有足够的距离（不小于 50cm ）。若几台变频器上下垂直布置安装，即纵配置（应尽量避免），为了使下部的热量不致影响上部的变

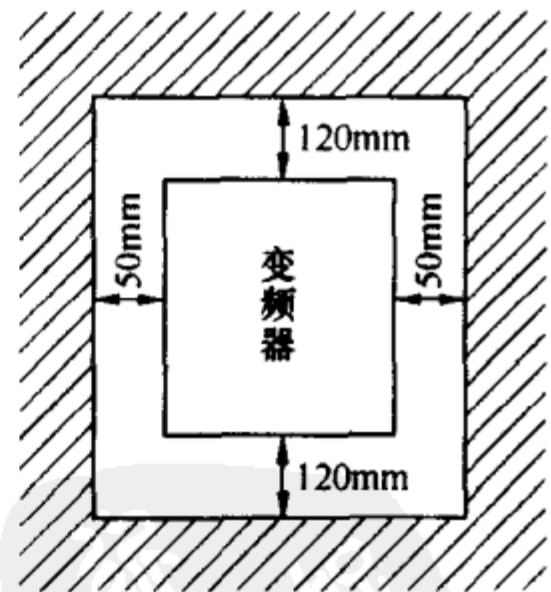


图 7 变频器周围空间距离要求

变频器，变频器之间应加隔板，并采用抽风风扇排热，如图 8(b) 所示。

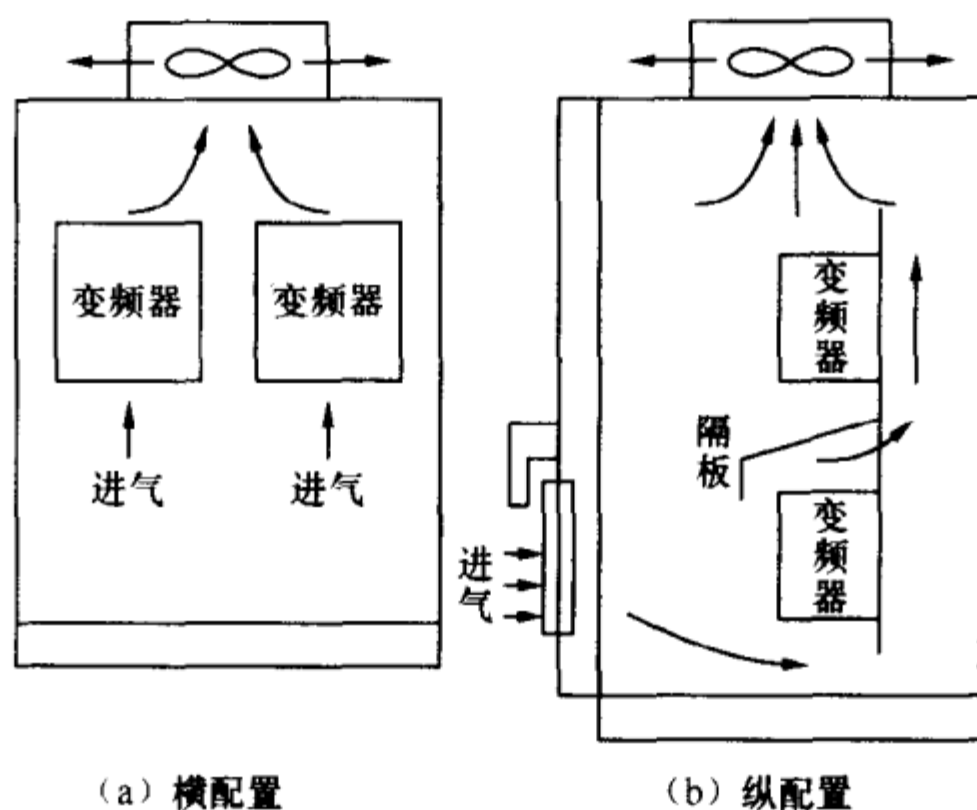


图 8 多台变频器的安装方法

- (5) 安装时严禁变频器受冲击和跌落。
- (6) 变频器不能安装在有可燃气体、爆炸气体、爆炸物的危险场所。
- (7) 变频器应安装在电气柜内或其他防尘、防潮、防滴的空间内。
- (8) 变频器、电动机及拖动设备必须可靠接地(具体做法见第 120 问)。

23. 变频器安装柜的尺寸是多少

变频器安装柜有开启式机柜、封闭式机柜和密封式机柜三大类。密封式机柜又分自然式通风和采用风扇强迫通风等。为了保证变频器安全可靠地运行，柜内温度应不超过 50°C 。开启式机柜的保护级别为 IP00，封闭式机柜的保护级别为 IP20 和 IP40，密封式机柜的保护级别为 IP54、IP65。

密封式变频器安装柜的参考尺寸见表 19。

表 19

变频器安装柜参考尺寸

变频器装置		损耗(额定 时)(W)	密封式概略尺寸(mm)			风扇冷却式概略尺寸(mm)		
电压(V)	容量(kW)		宽	深	高	宽	深	高
200/220	0.4	62	400	250	700	—	—	—
	0.75	118	400	400	1100	—	—	—
	1.5	169	500	400	1600	—	—	—
	2.2	190	600	400	1600	—	—	—
	3.7	273	1000	400	1600	—	—	—
	5.5	420	1300	400	2100	600	400	1200
	7.5	525	1500	400	2300	—	—	—
400/440	0.75	102	400	400		—	—	—
	1.5	130	400	400	1400	—	—	—
	2.2	150	600	400	1600	—	—	—
	3.5	195	600	400	1600	—	—	—
	5.5	290	700	600	1900	—	—	—
	7.5	395	1000	600	1900	600	400	1200
	11	580	1600	600	2100	600	600	1600
	15	790	2200	600	2300	600	600	1600
	22	1160	2500	1000	2300	600	600	1900
	30	1470	3500	1000	2300	700	600	2100
	37	1700	4000	1000	2300	700	600	2100
	45	1940	4000	1000	2300	700	600	2100
	55	2200	4000	1000	2300	700	600	2100
	75	3000	—	—	—	800	550	1900
	110	4300	—	—	—	800	550	1900
150	5800	—	—	—	900	550	2100	
220	8700	—	—	—	1000	550	2300	

24. 选择变频器应注意哪些问题

目前市场上变频器的种类很多，有国产品牌，如西普、佳灵、KV1000、康沃、惠丰、森兰、安邦信、富凌、时代、海利等；有欧美国家的品牌，如西门子、ABB、Vacon、KEB(科比)、Lenze(伦茨)、Schneider(施耐德)、DANFOSS(丹佛斯)等；有日本品牌，如富士、三菱、三垦、东芝、日立、安川、明电、松下、东洋等；有韩国品牌，如LG、三星、现代等；有我国港澳台地区的品牌，如普传、台达、阳岗、台安、正频、东亢、宁茂、爱德利等。

不同类型、不同品牌的变频器有不同的标准规格和技术数据，价格相差也很大，选用时应注意以下问题：

(1) 变频器按用途分，大致可分为3类：通用型变频器、高性能变频器和专用变频器。专用变频器是针对某种类型的机械而设计的变频器，如风机泵类用变频器(见第20问)等。用户应根据生产机械的具体情况进行选择(详见第31问)。

(2) 采用变频器，有以调速为主要目的的，也有以节能为主要目的的，应视负载性质及用途等而定。负载类型主要有恒转矩、平方转矩和恒功率等三大类，它们与节能的关系见表20。

表 20 负载类型与节能关系

负载类型	恒转矩 $M = C$	平方转矩 $M \propto n^2$	恒功率 $P = C$
主要设备	输送带、起重机、挤压机、压缩机	各类风机、泵类	卷扬机、轧机、机床主轴
功率与转速的关系	$P \propto n$	$P \propto n^3$	$P = C$
使用变频器的目的	以节能为主	以节能为主	以调速为主
使用变频器的节电效果	一般	显著	较小(指降压方式)

(3) 性能价格比的评估。选用变频器时不要认为档次越高越好，而应按拖动负载的特性选择合适的变频器，满足使用要求即

可，以便做到量才使用、经济实惠。采用通用变频器即可满足使用要求的，就不必采用高性能变频器。但对于一些十分重要、不允许停机的场合，即使价格高一些，也应选择性能好、可靠性高、不易发生故障的变频器。

(4) 变频器的容量选择与电动机的容量能否充分发挥密切相关。变频器容量选择得过小，则电动机的潜力就不能充分发挥；相反，变频器容量选择得过大，变频器的余量就显得没有意义，且增加了不必要的投资。

(5) 看售后服务。尽可能购买零部件易配、售后服务好的厂家的产品，以便给日后使用、维修带来便利。

25. 怎样选择变频器的类型

变频器的类型要根据负载要求来选择。一般来说，生产机械的特性分为恒转矩负载、恒功率负载和风机、泵类降转矩负载三种类型(详见第26问)。

(1) 对于恒转矩类负载，如挤压机、搅拌机、传送带、厂内运输电车、起重机构等，如采用普通功能型变频器，要实现恒转矩调速，常采用加大电动机和变频器容量的办法，以提高低速转矩；如采用具有转矩控制功能的高功能型变频器来实现恒转矩负载的调速运行，则更理想。因为这种变频器低速转矩大，静态机械特性硬度大，不怕负载冲击，具有挖土机特性。

(2) 对于要求精度高、动态性能好、速度响应快的生产机械，如造纸机、注塑机、轧钢机等，应采用矢量控制或直接转矩控制的高性能型通用变频器。

(3) 对于恒功率负载，如车床、刨床、鼓风机等，由于没有恒功率特性的变频器，可依靠 U/f 控制方式来实现恒功率。

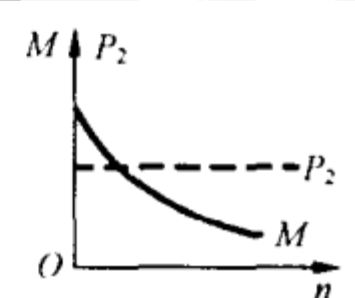
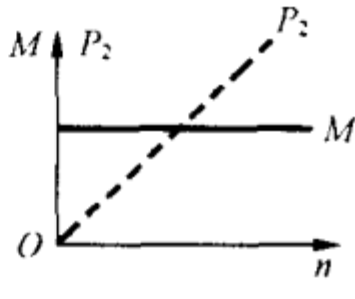
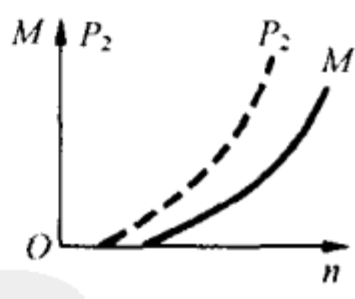
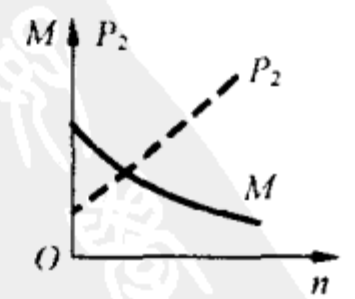
(4) 对于风机、泵类负载，由于负载转矩与转速的平方成正比，低速时负载转矩较小，通常可选择专用或普通功能型通用变频器。

须指出，有些通用型变频器对3种负载都可适用。

26. 负载转矩特性有哪些类型

负载转矩特性一般有恒功率、恒转矩、平方转矩、递减功率、负转矩等5种。对于各种负载转矩，电动机的轴上输出功率与转速的关系见表21。

表 21 负载特性及电动机输出功率与转速的关系

负载特性	负载转矩、电动机输出功率与转速的关系		负载实例	转矩—转速特性
	转矩	功率		
恒功率	成反比 $M \propto \frac{1}{n}$	功率恒定 $P_2 = \frac{Mn}{9555} = C$	卷扬机	
恒转矩	转矩恒定 $M = C$	$P_2 \propto n$	卷扬机、吊车、轧机、辊式运输机、印刷机、造纸机、压缩机	
平方转矩	成平方正比 $M \propto n^2$	成三次方正比 $P_2 \propto n^3$	流体负载，如风机、泵类	
递减功率	M 随 n 的减小而增大	P_2 随 n 的减小而减小	各种机床的全轴电动机	

续表

负载特性	负载转矩、电动机输出功率与转速的关系		负载实例	转矩—转速特性
	转矩	功率		
负转矩	负载反向旋转的恒转矩为负转矩		吊车、卷扬机的重物下吊	

27. 常见机械设备的负载特性和转矩特性是怎样的

常见机械设备的负载特性和转矩特性见表 22。

表 22 常见机械设备的负载特性和转矩特性

应用		负载特性				负载转矩特性			
		摩擦性负载	重力负载	流体负载	惯性负载	恒转矩	恒功率	降转矩	降功率
流体机械	风机、泵类			√				√	
	压缩机			√		√			
	齿轮泵	√				√			
	压榨机				√	√			
	卷板机、拔丝机	√				√			
	离心铸造机				√				
金属加工机床	自动车床	√							√
	转塔车床					√			
	车床及加工中心						√		√
	磨床、钻床	√				√			
	刨床	√					√		√

续表

应用	负载特性				负载转矩特性			
	摩擦性 负载	重力 负载	流体 负载	惯性 负载	恒转矩	恒功率	降转矩	降功率
输送机械	电梯控制装置		√		√			
	电梯门	√			√			
	传送带	√			√			
	门式提升机		√		√			
	起重机、升降机升降		√		√		√	
	起重机、升降机平移	√			√			
	运载机				√	√		
	自动仓库	√	√			√		
加工机械	搅拌机			√	√			
	农用机械、挤压机				√			
	分离机				√			
	印刷机、食品加工机械				√			
	商业清洗机				√			√
	鼓风机					√		
	木材加工机	√				√		√

28. 怎样选择变频器的额定参数

(1) 当用一台变频器拖一台电动机时，有：

$$P_{fe} \geq P_e$$

式中： P_{fe} ——变频器额定功率(kW)；

P_e ——电动机额定功率(kW)。

由于电动机带动的负载有不同的特点和要求，所以所选变频器功率(或容量)计算公式也有所不同，详见第30问。

(2) 当用一台变频器拖几台电动机，且几台电动机功率相等

并在相同工作环境和工况条件下同时起动、工作时，有：

$$P_{fe} \geq P_{e1} + P_{e2} + P_{e3} + \cdots + P_{en}$$

这样比采用多台小功率的变频器要节省投资。详细计算见第30问。

(3) 当几台电动机功率差别大且不能同时起动、工作时，不宜采用一台变频器拖几台电动机，否则变频器的功率会很大，在经济上不合算。

(4) 变频器的额定电流选择，详见第30问。

(5) 变频器的额定电压一般可按电动机的额定电压选择，即 $U_{fe} = U_e$ 。

(6) 变频器的频率。对于通用变频器可选用 0 ~ 240Hz 或 0 ~ 400Hz，对于水泵、风机专用变频器可选用 0 ~ 120Hz。

(7) 在传动惯量大，起动转矩大，或电动机带负载且要正、反转运行的情况下，变频器的功率(容量)应放大一级。

29. 变频器的防护结构有哪几种？如何选用

变频器的防护结构及选用见表23。

表 23 变频器的防护结构及选用

结构符号	防护方式	适用场所
IP00	开启式	专用于电控室内
IP20	一般封闭式	干燥、清洁、无尘的环境
IP40	封闭式	防溅水，不防尘
IP54	密封式	有一定尘埃，一般的湿、热环境
IP65	密封式	较多尘埃，且有较高的湿、热及有腐蚀性气体的环境

变频器内部产生的热量大，考虑到散热的经济性，除小容量变频器外，一般采用开启式结构，即 IP00，用风扇进行强迫冷却。对于小容量变频器，根据使用场所可选用一般封闭式(IP20)、封闭式(IP40)或密封式(IP54 或 IP65)。

30. 怎样选择变频器的容量

变频器容量的选择由很多因素决定，如电动机容量、电动机额定电流、电动机加/减速时间等，其中最主要的是电动机额定电流。

变频器容量的选择应遵照以下的要求和计算方法。

(1) 轻载起动或连续运行时变频器容量的计算。电动机采用变频器运行与采用工频电源运行相比，由于变频器的输出电压、电流中会有高次谐波，电动机的功率因数、效率有所下降，电流约增加 10%，因此变频器的容量(电流)可按以下公式计算：

$$I_{fe} \geq 1.1 I_e$$

或

$$I_{fe} \geq 1.1 I_{\max}$$

式中： I_{fe} ——变频器的额定输出电流(A)；

I_e ——电动机的额定电流(A)；

I_{\max} ——电动机实际运行中的最大电流(A)。

须指出，即使电动机负载非常轻，电动机电流在变频器额定电流以内，也不能选用比电动机容量小很多的变频器。这是因为电动机的容量越大，其脉动电流值也越大，很有可能超过变频器的过电流耐量。

(2) 重载起动和频繁起动、制动运行时变频器容量的计算。

$$I_{fe} \geq (1.2 \sim 1.3) I_e$$

(3) 对于风机、泵类负载，变频器容量的计算如下：

$$I_{fe} \geq 1.1 I_e$$

(4) 加/减速时变频器容量的计算。异步电动机在额定电压、额定频率下通常具有输出 200% 左右最大转矩的能力。但是变频器的最大输出转矩由其允许的最大输出电流决定，此最大电流通常为变频器额定电流的 130%~150% (持续时间为 1min)，所以电动机中流过的电流不会超过此值，最大转矩也被限制在 130%~150%。

如果实际加/减速时的转矩较小，则可以减小变频器的容量，但也应留有 10% 的裕量。

变频器额定(输出)电流允许倍数及时间可由产品说明书查得。

(5) 频繁加/减速运转的变频器容量的计算。先按下式计算出负载等效电流 I_{jf} ：

$$I_{jf} = \frac{I_1 t_1 + I_2 t_2 + \cdots + I_n t_n}{t_1 + t_2 + \cdots + t_n}$$

式中： $I_1、I_2 \cdots I_n$ ——各运行状态下的平均电流(A)；

$t_1、t_2 \cdots t_n$ ——各运行状态下的时间(s)。

然后按下式计算变频器的额定容量：

$$I_{fe} = k I_{jf}$$

$$I_{fe} \geq \frac{I_q}{k_f} = \frac{k_q I_e}{k_f}$$

式中： I_q ——电动机直接起动电流(A)；

k_q ——电动机直接起动的电流倍数，可取5~7；

k_f ——变频器的允许过载倍数，可由变频器产品说明书查得，一般可取1.5。

(6) 根据负载性质选择变频器的容量。即使相同功率的电动机，负载性质不同，所需的变频器容量也不相同。其中，平方转矩负载所需的变频器容量较恒转矩负载的低。

以瑞典 ABB 公司的 SAMIGS 系列变频器为例，可按表 24 根据负载及电动机功率选择变频器。恒功率负载可参照恒转矩负载选用。

表 24 SAMIGS 系列变频器的选择

变频器型号	恒 转 矩				平 方 转 矩			
	变 频 器			电 动 机	变 频 器			电 动 机
	额定输入电流 I_1 (A)	额定输出电流 I_{fe} (A)	短时过载电流 (A)	额定功率 P_e (kW)	额定输入电流 I_1 (A)	额定输出电流 I_{fe} (A)	短时过载电流 (A)	额定功率 P_e (kW)
ACS501-004-3	4.7	6.2	9.3	2.2	6.2	7.5	8.3	3
ACS501-005-3	6.2	7.5	11.3	3	8.1	10	11	4

续表

变频器型号	恒 转 矩				平 方 转 矩			
	变 频 器			电 动 机	变 频 器			电 动 机
	额定输入电流 I_1 (A)	额定输出电流 I_{fe} (A)	短时过载电流 (A)	额定功率 P_e (kW)	额定输入电流 I_1 (A)	额定输出电流 I_{fe} (A)	短时过载电流 (A)	额定功率 P_e (kW)
ACS501-006-3	8.1	10	15	4	11	13.2	14.5	5.5
ACS501-009-3	11	13.2	19.8	5.5	15	18	19.8	7.5
ACS501-011-3	15	18	27	7.5	21	24	26	11
ACS501-016-3	21	24	36	11	28	31	34	15
ACS501-020-3	28	31	46.5	15	34	39	43	18.5
ACS501-025-3	34	39	58	18.5	41	47	52	22
ACS501-030-3	41	47	70.5	22	55	62	68	30
ACS501-041-3	55	62	93	30	67	76	84	37
ACS501-050-3	72	76	114	37	85	89	98	45
ACS501-060-3	85	89	134	45	101	112	123	55

(7) 多台电动机共用一台变频器时变频器容量的计算。除(1)~(6)点外,还要按各电动机的电流总值来选择变频器的容量。设所有电动机的容量等均相等,如有部分电动机直接启动时,可按下式计算变频器的容量:

$$I_{fe} \geq \frac{N_2 I_q + (N_1 - N_2) I_e}{k_f}$$

式中: N_1 ——电动机总台数;

N_2 ——直接启动的电动机台数;

其他符号同前。

(8) 注意变频器的过载容量。通用变频器的过载容量通常为125%、60s或150%、60s,需要超过此值的过载容量就必须增大变频器的容量。例如,对于125%、60s的变频器,要求有180%的过载容量时,必须在上边选定的 I_{fe} 的基础上,再乘以1.8/1.25(即1.44)。

31. 怎样根据不同生产机械选择变频器的容量

可参照表 25，根据不同生产机械选配变频器的容量。

表 25 不同生产机械选配变频器容量参考表

生产机械	传动负载类别	M_c/M_e			S_f/S_e
		起动	加速	最大负载	
风机、泵类	离心式、轴流式	40%	70%	100%	100%
喂料机	皮带输送、空载起动	100%	100%	100%	100%
	皮带输送、有载起动	150%	100%	100%	150%
	螺杆输出	150%	100%	100%	150%
输送机	皮带输送、有载起动	150%	125%	100%	150%
	螺杆式	200%	100%	100%	200%
	振动式	150%	150%	100%	150%
搅拌机	干物料	150%~200%	125%	100%	150%
	液体	100%	100%	100%	100%
	稀黏液	150%~200%	100%	100%	150%
压缩机	叶片轴流式	40%	70%	100%	100%
	活塞式、有载起动	200%	150%	100%	200%
	离心式	40%	70%	100%	100%
张力机械	恒定	100%	100%	100%	100%
纺织机	纺纱	100%	100%	100%	100%

注： M_c 、 M_e —电动机的负载转矩、额定转矩； S_f —变频器的容量； S_e —电动机的容量。

32. 怎样根据电动机容量选择变频器的容量

(1) 根据 GB 12668—90《交流电动机半导体变频调速装置总技术条件》，380V、160kW 以下单台电动机与装置间容量的匹配见表 26。

表 26

变频器与电动机的匹配

变频器容量 (kVA)	电动机功率 (kW)	变频器容量 (kVA)	电动机功率 (kW)
2	0.4	50	22
	0.75		30
4	1.5	60	37
	2.2	100	45
6	3.7		55
10	5.5	150	75
15	7.5		90
25	11	200	110
	15		132
35	18.5	230	160

注：表中匹配关系不是唯一的，用户可以根据应用情况自行选择。

(2) 根据电动机实际功率选择变频器的容量。对于电动机功率较大而其实际负载功率却较小的场合(并不打算更换电动机)，所配用变频器的容量可按下式计算：

$$P_f = K_1 (P - K_2 Q \Delta P)$$

式中： P_f ——变频器容量(kW)；

P ——调速前实测电动机的功率(kW)；

K_1 ——电动机和泵调速后效率变化系数，一般可取 1.1 ~ 1.2；

K_2 ——换算系数，取 0.278；

Q ——泵的实测流量(m^3/h)；

ΔP ——泵出口与干线压力差(MPa)。

例如，一台原料泵，配套电动机为日本进口的 1TQ2U1X1-GOW，2 极，额定电压为 380V，额定功率为 380kW，额定电流为 680A。泵的型号为 150 × 100VPCH17W，额定扬程为 1200m，额定流量为 $70m^3/h$ 。

实测功率 P 为 321kW，泵出口压力为 11.5MPa，流量 Q 为 $60m^3/h$ ，泵出口与干线压力差 ΔP 为 3.5MPa。将参数代入上式得

$$P_f = K_1 (P - K_2 Q \Delta P) = 1.15 \times (321 - 0.278 \times 60 \times 3.5) \approx 302 (\text{kW})$$

考虑负载的技术要求及经济性，选择日本明电舍 315kW 变频器。

(3) 电动机不是 4 极时变频器容量的选择。一般通用变频器是按 4 极电动机的电流值等来设计的。如果电动机不是 4 极(如 8 极、10 极等多极电动机)，就不能仅以电动机的容量来选择变频器的容量，必须用电流来校核。

33. 普通笼型电动机最高允许频率是多少

变频器能输出工频以上的频率，但普通笼型电动机是以在工频下运转为前提而制造的，如果频率过高，将造成轴承损坏，风扇损坏，定子绕组端子绑扎松脱、变形等，因此若在工频以上频率下使用时，必须确认电动机最高允许频率范围。

普通笼型电动机最高允许频率范围见表 27。

表 27 普通笼型电动机的最高允许频率

机号	室内式			室外式		
	2极	4极	6极	2极	4极	6极
71	↑ 120Hz 以下 ↓	↑ 120Hz 以下 ↓	↑ 120Hz 以下 ↓	↑ 65 Hz 以下 ↓	↑ 120Hz 以下 ↓	↑ 120Hz 以下 ↓
80						
90						
100						
112	↑ 90Hz 以下 ↓	↑ 120Hz 以下 ↓	↑ 120Hz 以下 ↓	↑ 65 Hz 以下 ↓	↑ 120Hz 以下 ↓	↑ 120Hz 以下 ↓
132						
160	75Hz 以下	↑ 100Hz 以下 ↓	↑ 120Hz 以下 ↓	↑ 65 Hz 以下 ↓	100Hz 以下	↑ 120Hz 以下 ↓
180	65Hz 以下				65Hz 以下	

对于普通齿轮电动机，最高允许频率还受齿轮传动装置及润滑脂(油)等因素的限制。齿轮电动机的可能使用频率范围见表 28。

表 28

齿轮电动机的可能使用频率范围

电动机容量 (kW)	可能使用频率范围(Hz)					
	润滑脂润滑			油 润 滑		
	4 极	6 极	8 极	4 极	6 极	8 极
0.1 0.2 0.3 0.4 0.75	0 ~ 120					
1.5 2.2	0 ~ 90		0 ~ 120			
3.7 5.5 7.5	0 ~ 70	0 ~ 100	0 ~ 120	25 ~ 90	35 ~ 120	50 ~ 120
11 15 22						

34. 变频电动机有哪些特点

变频电动机即变频器专用电动机，有以下几种类型：

- (1) 低噪声电动机。在运行频率区域内噪声低、振动小。
- (2) 恒转矩式电动机。在低频区内提高了允许转矩，如从6Hz到60Hz可以用额定转矩连续运转。
- (3) 高速电动机。用于高速(高频率)(如10000 ~ 300000r/min)场合的电动机。

(4) 带测速发电机的电动机。这里指用于闭环控制(抑制转速变动)的电动机。

(5) 矢量控制用电动机。要求电动机惯性小。

变频电动机是适用于变频器的传动电动机，它有以下主要特点：

- (1) 散热风扇由一个独立的恒速电动机带动，风量恒定，与

变频电动机的转速无关。

(2) 设计机械强度能确保最高速使用时安全可靠。

(3) 磁路设计既能适合最高使用频率的要求，也能适合最低使用频率。

(4) 设计绝缘结构比普通电动机更能经受高温和较高冲击电压。

(5) 高速运行时产生的噪声、振动、损耗等都不高于同规格的普通电动机。

变频电动机的价格要比普通电动机高 1.5 ~ 2 倍。

35. 在什么情况下需要选用变频电动机

在电动机变频调速改造时，为了节约投资，异步电动机应尽量利用原有的。但在下列情况之一时，一定要选用专用的变频电动机：

(1) 工作频率大于 50Hz 甚至高达 200 ~ 400Hz，一般电动机的机械强度和轴承无法胜任。

(2) 工作频率小于 10Hz，负载较大且要长期持续工作，普通电动机靠机内的风叶无法满足散热要求，电动机会严重过热，容易损坏电动机。

(3) 调速比 $D \geq 10$ 且频繁变化 ($D = n_{\max}/n_{\min}$)。

(4) 调速比 D 较大，工作周期短，转动惯量 GD^2 也大，正、反转交替运行且要求实现能量回馈制动的工作方式。

(5) 因传动需要，用变频电动机更合适的情况，如要求低噪声、恒转矩、闭环控制等。

36. 变频调速对电动机输出转矩有什么影响

变频调速对异步电动机的输出转矩会有影响，这是在选择变频器时必须考虑到的。

(1) 只有在额定频率(如 50Hz)下，电动机才有可能达到额定

输出转矩。

(2) 在大于或小于额定频率的频率下调速时, 电动机的额定输出转矩都不可能用足。例如, 当频率调到 20Hz 时, 电动机输出转矩的能力约为额定转矩的 80%; 当频率调到 10Hz 时, 输出转矩约为额定转矩的 50%; 当频率调到 6Hz 以下时, 一般交流电动机的输出转矩能力极小(矢量控制系统除外), 且有步进和脉动现象。

如果不论转速高低都需要有额定输出转矩, 则应选用功率较大的电动机降容使用才行。

37. 怎样选择输入变压器

(1) 变频器电源输入变压器的输入电压为电网电压, 如低压电网为 380V, 输入变压器的输出电压为变频器所需的电压等级, 如单相为 220 ~ 240V, 三相为 220V 或 380 ~ 460V。

(2) 变频器电源输入变压器的容量可按下式计算:

$$S = \frac{P_f}{\cos\varphi_f \cdot \eta}$$

式中: S ——输入变压器容量(kVA);

P_f ——变频器输出功率(kW), 为所接电动机的总功率;

$\cos\varphi_f$ ——变频器输入功率因数, 当有输入交流电抗器时取 0.8 ~ 0.85, 无输入电抗器时取 0.6 ~ 0.8;

η ——变频器效率, 可取 0.95。

38. 怎样确定变频器与电动机连线的长度和截面积

变频器与电动机的安装距离可分为 3 种情况: 远距离(100m 以上)、中距离(20 ~ 100m)和近距离(20m 以内)。

变频器输出电压波形中含有大量的谐波成分, 谐波会使电动机过热、产生振动和噪声, 同时谐波还会造成无线电干扰, 引起其他电子设备误动作。变频器与电动机的连线越长, 则坏影响越严重。

另外，连线过长有可能引起电动机振动。电缆寄生电容过大，容易导致变频器的功率开关器件在开断瞬间产生过大的尖峰电流，可能损坏功率逆变模块。在特殊条件下，如果连线较长，可以在变频器输出侧加装电抗器予以补偿，用于解决连线过长而引起的尖峰电流过大的问题。

布线长度的增加还会引起漏电流的增加，见表 29。

表 29 布线长度与漏电流的关系

电动机额定功率 (kW)	电动机额定电流 (A)	漏电流(mA)	
		布线长 50m	布线长 100m
0.4	1.8	620	1000
0.75	3.2	680	1060
1.5	5.8	740	1120
2.2	8.1	800	1180
3.7	12.8	880	1260
5.5	19.4	980	1360
7.5	25.6	1070	1450

注：试验采用 SF-JR 型 4 极电动机，载波频率为 14.5Hz，所用电缆为 2mm² 四芯橡皮绝缘电缆。

另外，还应考虑当变频器工作于低频时，其输出电压也低，故线路压降也会增大。因此电线(或电缆)的截面积应比电动机正常接线时大一级，或按下式计算：

$$R_0 \leq \frac{1000\Delta U}{\sqrt{3}LI}$$

式中： R_0 ——单位长度电线的电阻(Ω/km)；

ΔU ——允许线间电压降(V)，一般为 2% U_e ；

U_e ——线路额定电压(V)；

L ——电线长度(m)；

I ——电流(A)。

电线选用示例见表 30。

表 30 电线选用示例(敷设距离 30m)

通用电动机 4 极(kW)	适用变频器 JP6C-T 系列			变频器输出电压		标准适用电线		30m 的线间电压降		
	电压 (V)	容量 (kW)	电流 (A)	60Hz (V)	6Hz (V)	截面积 (mm ²)	电阻 (20℃) (Ω/km)	电压降 (V)	60Hz	6Hz
0.4	220	0.4	3	220	40	2	9.24	1.44	0.65%	3.6%
0.75		0.75	5	220	40	2	9.24	2.40	1.09%	6.0%
1.5		1.5	8	220	40	2	9.24	3.84	1.75%	9.6%
2.2		2.2	11	220	40	3.5	5.20	2.97	1.35%	7.4%
3.7		3.7	17	220	40	3.5	5.20	4.60	2.09%	11.5%
5.5		5.5	24	220	40	5.5	3.33	4.15	1.89%	10.4%
7.5		7.5	33	220	40	8	2.31	3.96	1.80%	9.9%
11	400/ 440	11	46	220	40	14	1.30	3.10	1.41%	7.8%
15		15	61	220	40	22	0.824	2.61	1.19%	6.5%
22		22	90	220	40	30	0.624	2.91	1.32%	7.3%
30		30	115	220	40	50	0.378	2.26	1.03%	5.7%
37		37	145	220	40	80	0.229	1.73	0.78%	4.3%
45		45	175	220	40	100	0.180	1.64	0.75%	4.1%
55		55	215	220	40	125	0.144	1.61	0.73%	4.0%
75		75	144	440	45	80	0.229	1.71	0.39%	3.9%
110		110	217	440	45	125	0.144	1.62	0.37%	3.7%
150		150	283	440	45	150	0.124	1.82	0.42%	4.2%
220	220	433	440	45	250	0.075	1.69	0.38%	3.8%	

在使用手册中，变频器生产厂家一般都规定了配用电线的建议长度和截面积。例如，DanfossV-LT5000 系列变频器规定可使用长度为 300m 的无屏蔽电缆或长度为 150m 的屏蔽电缆；VACON 系列变频器则规定 0.75 ~ 1.1CXS 等级所接电缆的最大长度为 50m，1.5CXS 等级所接电缆的最大长度为 100m，其余功率等级的最大长

度均为 200m。

应该特别注意的是，电动机电线的截面积不能选得太大，否则电线的电容和漏电流都会因之增加。在一般情况下，电线截面积每增大一个等级，将使变频器的输出电流相应降低 5%。

例 某电动机的额定数据如下：额定功率 P_e 为 22kW，额定电压 U_e 为 380V，额定电流 I_e 为 42.5A，额定转速 n_e 为 1470r/min（即 4 极）。变频器与电动机之间的距离 L 为 60m。要求在工作频率 f_g 为 40Hz 时，线路电压降 $\Delta U\%$ 不超过 2%。试选择导线截面积。

解 允许电压降为：

$$\Delta U = \Delta U\% \cdot U_e \left(\frac{f_g}{f_e} \right) = 0.02 \times 380 \times \left(\frac{40}{50} \right) = 6.08 (\text{V})$$

导线的单位电阻为：

$$R_0 \leq \frac{1000\Delta U}{\sqrt{3}LI} = \frac{1000 \times 6.08}{\sqrt{3} \times 60 \times 42.5} \approx 1.38 (\Omega/\text{km})$$

由表 30 可知，应选择截面积为 14mm^2 的铜导线。

39. 怎样选择变频器控制回路的电线

变频器控制回路为弱电回路，容易受干扰侵入，选择电线时主要考虑防干扰。一般可选择聚氯乙烯绝缘铜芯线（绞线）或屏蔽线，其截面积为 $1 \sim 2.5\text{mm}^2$ ；若敷设距离很短，也可用 0.75mm^2 的电线。常用屏蔽绞合绝缘电缆的截面积有 1.25mm^2 和 2mm^2 两种。



三、变频器的外围设备

40. 变频器有哪些外围设备

变频器需配备外围设备才能工作，外围设备有避雷器 FV、断路器 QF、交流接触器 KM、进线交流电抗器 ACL_1 、无线电噪声滤波器 FL-Z、制动单元及制动电阻 R_B 、直流电抗器 DCL、输出交流电抗器 ACL_2 和输出滤波器 FL-T 等。外围设备的安装位置如图 9 所示。另外，还有电涌吸收器（或抑制器）、频率设定器。

各外围设备的作用如下：

(1) 避雷器 FV。用于吸收由电源侵入的感应雷击电涌，保护与电源相连接的全部机器。

(2) 断路器 QF。用于通、断电源，快速切断变频器的故障电流，以保护变频器及线路。断路器也是过电流后备保护元件。

(3) 交流接触器 KM。用作变频器电源开关，在变频器发生故障时切断主电路。

(4) 进线交流电抗器 ACL_1 。用于改善功率因数，降低高次谐波及抑制电源浪涌。

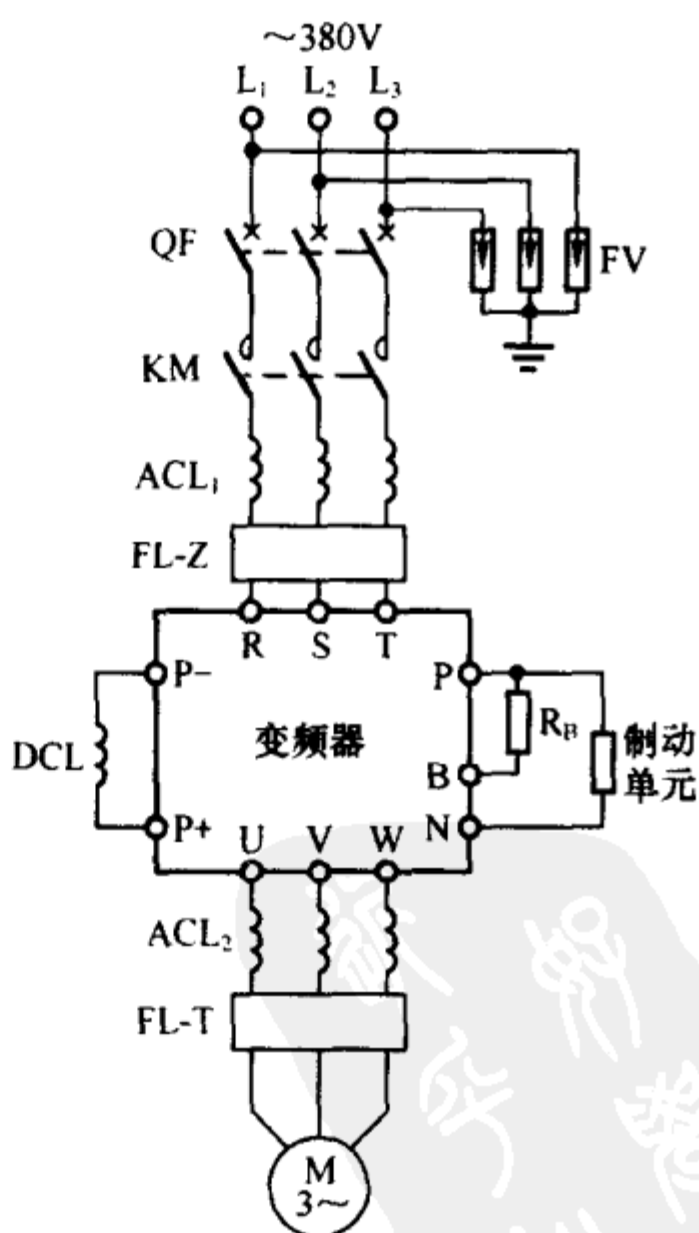


图9 外围设备安装位置

(5) 无线电噪声滤波器 FL-Z。用于减小变频器产生的无线电干扰。

(6) 制动单元及制动电阻 R_B 。在制动力矩不能满足要求时选用，适用于大惯量负载及频繁制动或快速停车的场合。

(7) 直流电抗器 DCL。用于改善功率因数，抑制电流尖峰。改善后的功率因数可达 0.94 ~ 0.95。

(8) 输出交流电抗器 ACL_2 。用于抑制变频器的发射干扰和感应干扰，抑制电动机电压的振动(突变)。

(9) 输出滤波器 FL-T。用于减小变频器产生的无线电干扰，分为电源端用滤波器和负载端用滤波器。

另外，还有电涌吸收器(如吸收接触器产生的火花等)和电涌抑制器(用于吸收由外部侵入的电涌或干扰，防止操作盘内使用的电子仪器误动作)。

频率设定器是用于频率设定的电位器。

41. 怎样选择断路器

断路器具有过电流保护功能，为了不使其误动作，选择时必须考虑以下因素：

(1) 变频器内部有大容量滤波电容，在接通电源瞬间，其充电电流可高达额定电流的 2 ~ 3 倍。

(2) 变频器电流谐波分量很大，当基波电流达到额定值时，实际电流有效值要比额定电流大得多。

(3) 变频器本身过载能力较强，一般为 120% ~ 150% 额定电流、1min。

断路器的额定电流可按下式选择：

$$I_{Qe} = (1.3 \sim 1.4) I_e$$

式中： I_{Qe} ——断路器额定电流(A)；

I_e ——变频器额定电流(A)。

42. 怎样选择输入侧交流接触器

为了控制方便和发生故障(可能是变频器自身故障,也可能是控制电路故障)时自动切断变频器电源,通常在变频器和断路器之间接有接触器。

由于接触器本身没有保护功能(只有失压保护),不存在误动作问题,因此可按稍大于变频器的额定电流来选择,即:

$$I_{kc} = (1 \sim 1.1) I_e$$

式中: I_{kc} ——接触器额定电流(A);

I_e ——变频器额定电流(A)。

43. 怎样选择变频器进线(交流)电抗器

为了保护变频器不受电网浪涌电流冲击的危害,降低变频器系统所产生的谐波总量,提高变频器的功率因数,降低电动机噪声,有必要选择合适的电抗器与变频器配套使用。

在下列场合应安装进线(交流)电抗器:

(1) 供电变压器的容量大于 500kVA 或 10 倍变频器容量,且变频器安装位置与供电变压器的距离小于 10m 的场合。

(2) 三相电源电压不平衡率 γ 大于 3% 的场合。 γ 按下式计算:

$$\gamma = \frac{U_{\max} - U_{\min}}{U_{pj}} \times 100\%$$

式中: γ ——三相电压不平衡率;

U_{\max} ——最大一相电压(V);

U_{\min} ——最小一相电压(V);

U_{pj} ——三相平均电压(V)。

(3) 在同一电源上有晶闸管变流装置共同使用,或进线电源端接有通过开关切换以调整功率因数的电容补偿装置的场合。

(4) 需要改善变频器输入侧功率因数(用电抗器可提高到 0.75 ~ 0.85)的场合。

进线电抗器的大小可按表 31 中数据选取(各厂家变频器对进线电抗器选取值的要求不尽相同)。如果变压器与变频器之间的线路阻抗大于表 31 中进线电抗器的数值,则可不必接入进线电抗器。

表 31 进线电抗器数据

电源电压 及容量	适用电动机功率 (kW)	变频器 容量 (kW)	选配电抗器			
			额定电流 (A)	50Hz 时电抗 (Ω /相)	线圈电阻 (Ω /相)	功耗 (W)
	0.75	0.75	2.5	1.196	6.1	10
	1.5	1.5	3.7	1.159	3.69	11
	2.2	2.2	5.5	0.851	2.71	14
	4	4	9	0.512	1.63	17
	5.5	5.5	13	0.349	1.11	22
	7.5	7.5	18	0.256	0.814	27
	11	11	24	0.1825	0.581	40
	15	15	30	0.1392	0.443	46
	18.5	18.5	39	0.1140	0.363	57
	22	22	45	0.0958	0.305	62
电源 380V、容量 500kVA 以上或大于 变频器容量的 10 倍	30	30	100	0.0417	0.0273	38.9
	37	37	100	0.0417	0.0273	55.7
	45	45	135	0.0308	0.00161	50.2
	55	55	135	0.0308	0.00161	70.7
	75	75	160	0.0258	0.00161	65.3
	90	90	250	0.0167	0.00161	65.3
	110	110	250	0.0167	0.000523	42.2
	132	132	270	0.0208	0.000741	60.3
	160	160	561	0.0100	0.000236	119
	200	200	561	0.0100	0.000236	90.4
	220	220	561	0.0100	0.000236	107
	280	280	825	0.00667	0.000144	108

44. 怎样选择变频器直流电抗器

如前所述,当电网三相电压不平衡率大于 3% 时,为保护变频

器不受过大电流峰值的作用而损坏，还必须在变频器直流侧(变频器整流环节与逆变环节之间的回路上)串一只直流电抗器。在变频器整流电路后接入直流电抗器，可以有效地改善变频器的功率因数，功率因数最高可提高到0.95。直流电抗器的大小可按表32中的数据选取(各厂家变频器直流电抗器的选取值不尽相同)。

表 32 直流电抗器数据

电源电压 (V)	适用电动机功率 (kW)	变频器容量 (kW)	选配电抗器				
			额定电流 (A)	电感 (mH)	电阻 (mΩ)	过电流速率	损耗 (W)
380	30	30	80	0.86	9.84	150%, 1min	16.2
	37	37	100	0.70	5.60	150%, 1min	37.7
	45	45	120	0.58	4.03	150%, 1min	42.8
	55	55	140	0.47	3.10	150%, 1min	48.4
	75	75	200	0.35	2.38	150%, 1min	58.0
	90	90	238	0.29	1.55	150%, 1min	68.0
	110	110	291	0.24	1.36	150%, 1min	83.0
	132	132	326	0.215	0.941	150%, 1min	81.3
	160	160	395	0.177	0.737	150%, 1min	92.9
	200	200	494	0.142	0.574	150%, 1min	112
	220	220	557	0.126	0.516	150%, 1min	118
	280	280	700	0.1	0.347	150%, 1min	134

45. 怎样选择变频器输入和输出滤波器

为了抑制变频器产生的干扰，对于电动机功率在22kW及以下的场合，应设置输入和输出滤波器。输入滤波器的输入端接电源，输出端接变频器；输出滤波器的输入端接变频器，输出端接电动机。

各厂家变频器输入、输出滤波器的选取值不尽相同。对于RNB3000系列变频器，电源额定电压为380V，其三相输入滤波器的数据见表33，三相输出滤波器的数据见表34。

表 33

输入滤波器数据

型 号	变频器容量 (kW)	额定电流 (A)	外形尺寸(mm)			安装尺寸(mm)	
			长	宽	高	长	宽
RF20-1	1.5	5	200	108	60	168	85
RF20-2	2.2	8	200	108	60	168	85
RF20-3	3	8	200	108	60	168	85
RF20-4	4	8	200	108	60	168	85
RF20-5	5.5	16	200	108	60	168	85
RF20-7	7.5	16	200	108	60	168	85
RF20-11	11	30	258	125	80	220	100
RF20-15	15	30	258	125	80	220	100
RF20-18	18.5	45	258	125	80	220	100
RF20-22	22	45	258	125	80	220	100
RF20-30	30	75	258	125	80	220	100
RF20-37	37	75	258	125	80	220	100
RF20-45	45	100	400	185	112	354	150
RF20-55	55	120	400	185	112	354	150
RF20-75	75	150	400	185	112	354	150
RF20-90	90	200	400	185	112	354	150
RF20-110	110	300	378	220	155	229	194
RF20-132	132	300	378	220	155	229	194
RF20-160	160	420	378	220	155	229	194
RF20-200	200	420	378	220	155	229	194
RF20-250	250	500	444	256	162	290	230
RF20-315	315	600	444	256	162	290	230

表 34

输出滤波器数据

型 号	变频器容量 (kW)	额定电流 (A)	外形尺寸(mm)			安装尺寸(mm)	
			长	宽	高	长	宽
RF30-1	1.5	5	152	93	56	125	70
RF30-2	2.2	8	152	93	56	125	70
RF30-3	3	8	152	93	56	125	70
RF30-4	4	8	152	93	56	125	70
RF30-5	5.5	16	152	93	56	125	70

续表

型 号	变频器容量 (kW)	额定电流 (A)	外形尺寸(mm)			安装尺寸(mm)	
			长	宽	高	长	宽
RF30-7	7.5	16	152	93	56	125	70
RF30-11	11	30	200	108	60	168	85
RF30-15	15	30	200	108	60	168	85
RF30-18	18.5	45	200	108	60	168	85
RF30-22	22	45	200	108	60	168	85
RF30-30	30	75	338	175	107	314	140
RF30-37	37	75	338	175	107	314	140
RF30-45	45	100	338	175	107	314	140
RF30-55	55	120	338	175	107	314	140
RF30-75	75	150	400	185	112	354	150
RF30-90	90	200	400	185	112	354	150

46. 怎样选择制动单元的外接制动电阻

对于提升负载、频繁起停及快速制动的场合，需要配置制动电阻。这样可将电动机在负载下降及制动过程中产生的电能通过调速系统中的制动电阻或制动单元消耗掉(称为能耗制动)。

对于7.5kW及以下的小容量变频器，一般在其制动单元中随机出厂装有制动电阻；对于7.5kW以上的变频器，则必须通过计算，选择合适的制动电阻。

(1) 制动电阻阻值的选择。

根据各说明书提供的数据统计结果，制动电阻的阻值粗略估算如下：

当通过制动电阻的电流等于电动机额定电流的50%时，所得到的制动转矩约等于电动机的额定转矩，用公式表达如下：

$$I_B = \frac{U_{DH}}{R_B} = 0.5I_{ed}$$

$$R_B = \frac{2U_{DH}}{I_{ed}}$$

$$T_B \approx T_{ed}$$

式中： I_B ——通过制动电阻的电流(A)；

U_{DH} ——直流电压上限值(V)；

R_B ——制动电阻的阻值(Ω)；

I_{ed} ——电动机额定电流(A)；

T_B ——制动转矩(N·m)；

T_{ed} ——电动机额定转矩(N·m)。

通常取 $T_B = (0.8 \sim 2.0) T_{ed}$ ，所以制动电阻的取值范围为：

$$R_B = \frac{2.5 U_{DH}}{I_{ed}} \sim \frac{U_{DH}}{I_{ed}}$$

可见，所选取制动电阻的阻值并不是很严格的。

(2) 制动电阻容量的选择。

当制动电阻接入电路时，它所消耗的电功率为：

$$P_{B0} = \frac{U_{DH}^2}{R_B}$$

式中： P_{B0} ——制动电阻接入电路时消耗的功率(kW)。

由于制动电阻常常是断续工作的，因此实际所需容量可按下式修正：

$$P_B = \alpha P_{B0}$$

式中： α ——修正系数，当 $P_{ed} \leq 18.5\text{kW}$ 时， $\alpha = 0.11 \sim 0.3$ ；当 $P_{ed} \geq 22\text{kW}$ 时， $\alpha = 0.25 \sim 0.4$ 。

(3) 部分变频器提供的制动电阻的规格(见表 35)。

表 35 部分变频器提供的制动电阻的规格

电动机容量 (kW)	安邦信 AMB-G7		艾默生 TD3000		丹佛斯 VLT500	
	阻值(Ω)	容量(kW)	阻值(Ω)	容量(kW)	阻值(Ω)	容量(kW)
0.75	180 × 2	0.4 × 2	—	—	620	0.26
2.2	180	0.4	220	0.66	210	1.35
3.7	180/2	0.4 × 2	132	1.11	110	2.4
5.5	60	1.0	89	1.65	80	3.0
7.5	60	1.0	65	2.25	56	4.5

续表

电动机容量 (kW)	安邦信 AMB-G7		艾默生 TD3000		丹佛斯 VLT500	
	阻值(Ω)	容量(kW)	阻值(Ω)	容量(kW)	阻值(Ω)	容量(kW)
11	30	2.0	43	3.3	—	—
15	30	2.0	32	4.5	40	5.0
18.5	30	2.0	26	5.55	30	9.3
22	30/2	2.0×2	22	6.6	25	12.7
30	30/2	2.0×2	16	9.0	20	13.0
37	30/2	2.0×2	13	11.1	15	15.6
45	30/3	2.0×3	10	13.5	12	19.0
55	30/4	2.0×4	9	16.5	7.8	—
75	30/4	2.0×4	6.5	22.5	5.7	—

选用时，还应根据生产机械的具体情况进行调整。

47. 在变频器输出侧怎样使用接触器

变频器本身有控制功能，当用一台变频器控制一台电动机时，可不接接触器。但在下述情况下，变频器和电动机之间需接接触器：

(1) 工频电源和变频器交替供电的场合，接线如图 10 所示。接线时要注意两点：其一是两者供电的相序要一致，以确保电动机转向不变；其二是接触器 KM_2 和 KM_3 要互锁。

(2) 一台变频器控制多台电动机的场合。

(3) 变频器输出侧 U、V、W 端禁止与电网连接，否则会造成电网能量倒灌入变频器内而

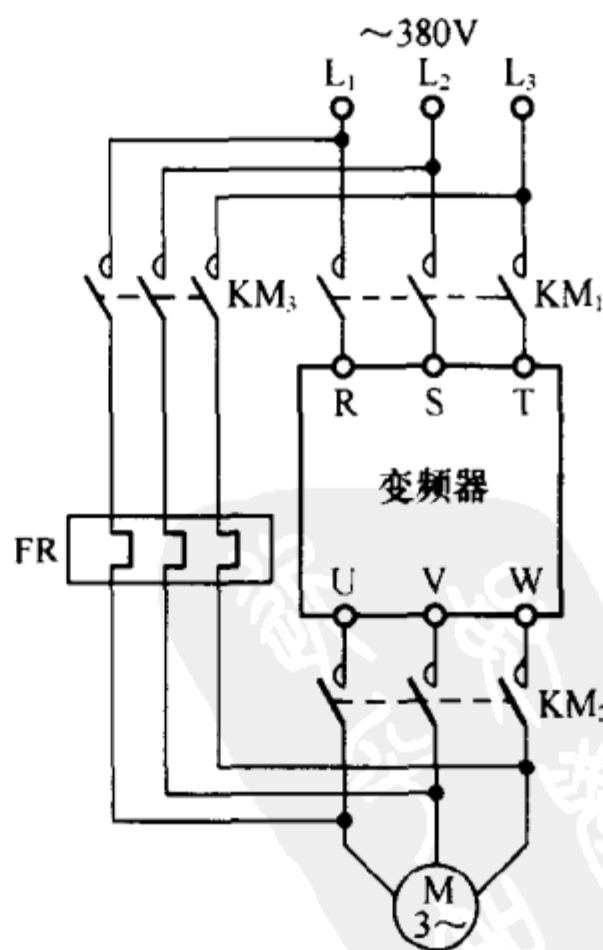


图 10 工频电源和变频器交替供电的主电路

损坏变频器。

另外，由于变频器输出电压中含有大量谐波分量，其输出侧U、V、W端不能接电容，否则会损坏变频器。

48. 在变频器电路中怎样使用热继电器

(1) 当用一台变频器控制一台电动机时，可以取消电动机过载保护用的热继电器。这时因为变频器内部有电子热保护装置，它能很好地保护电动机过载，而普通的热继电器在非额定频率下其保护功能不理想。

(2) 在以下场合仍需保留热继电器：

① 特殊电动机的过载保护。

② 一台变频器控制多台电动机的场合。这是由于变频器容量大，其内部的热保护装置不可能对单台电动机进行过载保护。一台变频器控制多台电动机时的热继电器保护接线可参见图 11。

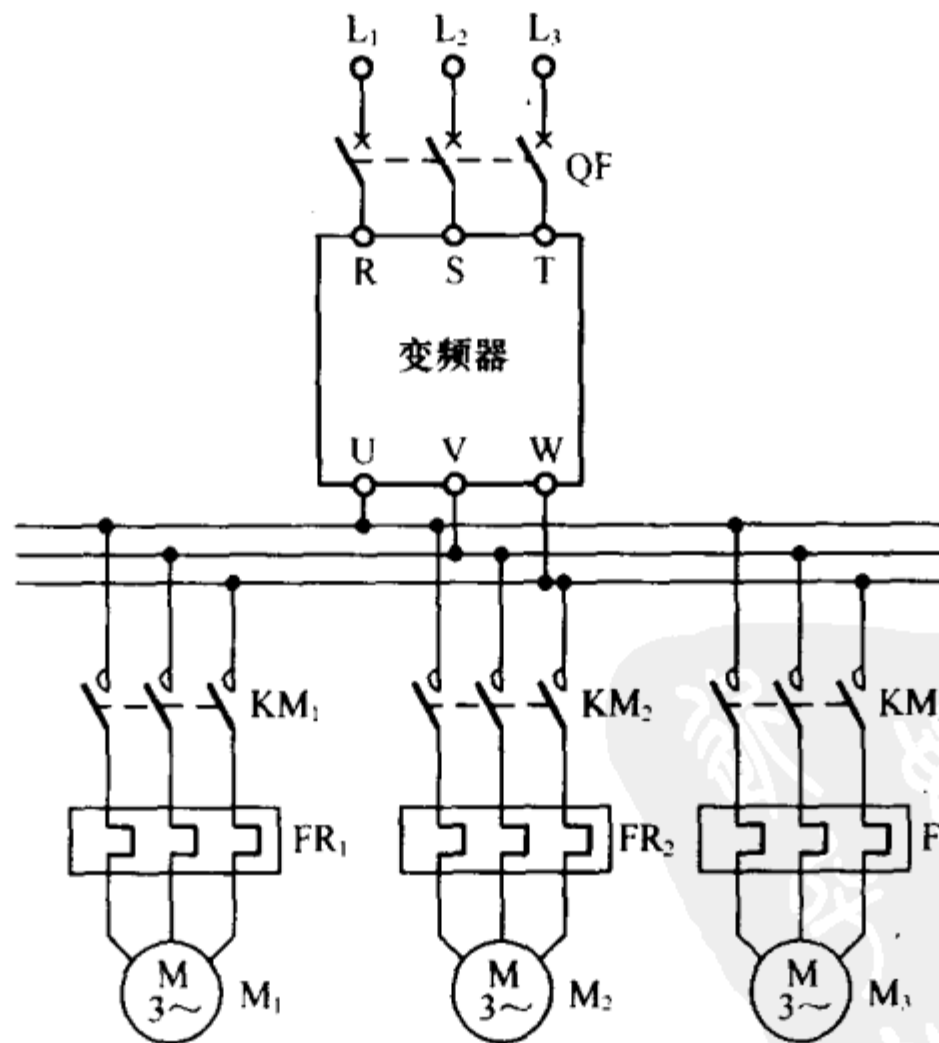


图 11 一台变频器控制多台电动机的主电路

③ 工频电源和变频器交替供电时的过载保护。当电动机在工频电源下运行时，需由外加热继电器进行过载保护，其保护热继电器接线参见图 10。

(3) 当普通热继电器用于变频调速电路时，由于变频器的输出电流中含有大量谐波电流，可能引起热继电器误动作，故一般应将热继电器的动作电流调大 10% 左右。

(4) 当变频器与电动机之间的连线过长时，由于高次谐波的作用，热继电器可能误动作。这时需在变频器和电动机之间串接交流电抗器抑制谐波或用电流传感器代替热继电器。

49. 怎样选用变频器的输出电流表

变频器运行时(尤其是电动机低速运转时)，其输出端电流表的读数与变频器显示屏的示数会产生很大的差异，这是由于变频器输出电流为非正弦波。非正弦波中包含正弦基波和多种高次谐波，要把非正弦波的全部谐波分量都测出来，就存在一个测试用电流互感器和测试仪表对高次谐波的频率响应问题。

在变频器的用户手册中通常都明确规定：使用模拟(指针式)电流表测量变频器的输出电流时，必须选用动铁式(即电磁系)仪表。若用整流系仪表，则测量误差很大。例如，当输出频率在 9 ~ 50Hz 之间变化时，用电磁系电流表(如 1T1A)测得的相对误差在 2% 以下，而用整流系电流表(如 42L6)测得的相对误差却达 7% ~ 17% (负偏差)。

电网中通常使用额定频率为 50Hz 的 LQG-0.5 型、LMZ1-0.5 型和 LMZJ-0.5 型低压电流互感器。电流互感器铁芯磁通密度为：

$$B = \frac{E_2}{4.44fsw_2}$$

由此式可知， B 与交流电流频率 f 的变化成反比。在忽略次要因素时，其电流误差(即变比误差)和相位误差可看做与 f 成反比。当电网电压频率在 50Hz 附近时，互感器的电流误差很小。只有当 f 超

过 1000Hz 时，铁芯温度才会明显增高，误差增大。通常，由电流互感器与电磁系电流表组成的测量系统所测的电流值，与变频器显示屏显示的电流值为基准时的相对误差不大于 2%。所以采用电流互感器后，应基本能满足变频器输出电流监视的需求。

尽管电磁系电流表按理能尽可能多地把多次谐波反映出来，但实际使用时发现，有时相对测量误差仍较大。这时，为满足操作工监视电流的要求，尚可以变频器显示屏显示的电流值为基准，对现场电流表进行刻度校正。



四、变频器的使用

50. 使用变频器应注意哪些事项

变频器使用不当，不但不能很好地发挥其优良的功能，而且还有可能损坏变频器及其设备，或造成干扰影响等，因此在使用中应注意以下事项：

(1) 必须正确选用变频器。

(2) 认真阅读产品说明书，并按说明书的要求接线、安装和使用。

(3) 变频器装置应可靠接地，以抑制射频干扰，防止变频器内因漏电而引起电击。详见第 120 问。

(4) 用变频器控制电动机转速时，电动机的温升及噪声会比用网电（工频）时高；在低速运转时，因电动机风叶转速低，应注意通风冷却以及适当减轻负载，以免电动机温升超过允许值。

(5) 供电线路的阻抗不能太小。变频器接入低压电网，当配电变压器的容量大于 500kVA，或配电变压器的容量大于变频器容量的 10 倍时，或变频器接在离配电变压器很近的地方时，由于回路阻抗小，投入瞬间对变频器产生很大的涌流，会损坏变频器的整流元件等。

当线路阻抗过小时，应在电网与变频器之间加装交流电抗器。

(6) 当电网三相电压不平衡率大于 3% 时，变频器输入电流的峰值就很大，会造成变频器及连接线过热或损坏电子元件，这时也需加装交流电抗器。特别是变压器为 V 形接法时更为严重，除在

交流侧加装电抗器外，还需在直流侧加装直流电抗器。

(7) 不能因为提高功率因数而在进线侧装设过大的电容器，也不能在电动机与变频器之间装设电容器，否则会使线路阻抗下降，产生过流而损坏变频器。目前富士 G9、P9 等变频器已装备直流电抗器，能有效地改善功率因数，在额定负载下功率因数可达 0.94~0.95。

(8) 变频器出线侧不能并联补偿电容，也不能为了减少变频器输出电压的高次谐波而并联电容器，否则可能损坏变频器。为了减少谐波，可以串联电抗器。

(9) 用变频器调速的电动机的起动和停止，不能用断路器及接触器直接操作，而应用变频器的控制端子来操作，否则会造成变频器失控，并可能造成严重后果。

(10) 变频器与电动机之间一般不宜加装交流接触器，以免断流瞬间产生过电压而损坏逆变器。若需要加装，在变频器运行前，输出接触器应先闭合。

(11) 对于变频器驱动普通电动机作恒转矩运行的场合，应尽量避免长期低速运行，否则电动机散热效果变差，发热严重。如果需要以低速恒转矩长期运行，就必须选用变频电动机。

(12) 对于提升负载、频繁起停的场合，会有负转矩产生，需选配适当参数的制动电阻，否则变频器将常因过电流或过电压故障而跳闸。

(13) 当电动机另有制动器时，变频器应工作于自由停机方式，且制动的动作信号应在变频器发出停车指令后才发出。

(14) 变频器外接的制动电阻的阻值不能小于变频器允许所带制动电阻的要求。在能满足制动要求的前提下，制动电阻宜取大些。切不可将应接制动电阻的端子直接短接，否则，在制动时会通过开关管发生短路事故。

(15) 变频器与电动机相连时，不允许用兆欧表去测量电动机的绝缘电阻，否则，兆欧表输出的高压会损坏逆变器。

(16) 正确处理好升速与减速问题。变频器设定的加、减速时间过短,容易受到“电冲击”而有可能损坏变频器。因此使用变频器时,在负载设备允许的前提下,应尽量延长加、减速时间。

① 如果负载重,则应增加加、减速时间;反之,可适当减少加、减速时间。

② 如果负载设备需要短时间内加、减速,则必须考虑增大变频器的容量,以免出现太大的电流,超过变频器的额定电流。

③ 如果负载设备需要很短的加、减速时间(如1s以内),则应考虑在变频器上采用刹车系统。一般较大容量的变频器都配有刹车系统。

(17) 避开负载设备的机械共振点。因为电动机在一定的频率范围内,可能会遇到负载设备的机械共振点,产生机械的谐振,影响系统运行。为此,需对变频器设置跳跃频率(或称回避频率),把该频率跳过去(回避掉)以避开共振点。

(18) 电动机首次使用或长时间放置后再接入变频器使用之前,必须对电动机进行绝缘电阻测量(用500V或1000V兆欧表,测得值应不小于 $5\text{M}\Omega$)。如果绝缘电阻过低,则会损坏变频器。

(19) 变频器应垂直安装,留有通风空间,并控制环境温度不超过 40°C 。具体安装要求请见第22问。

(20) 必须采取抗干扰措施,以免变频器受干扰而影响其正常工作,或变频器产生的高次谐波干扰其他电子设备的正常工作。

(21) 注意电动机的热保护。如果电动机与变频器容量适配,则变频器内部的热保护能有效地保护电动机。如果两者容量不匹配,须调整其保护值或采取其他保护措施以保证电动机的安全运行。

变频器电子热保护值(电动机过载检测),可在变频器额定电流的25%~105%范围内设定。

51. 变频器的操作键盘面板上有哪些操作键

各类变频器的操作键盘面板大同小异，都具有丰富的功能，诸如键盘面板运行（频率设定、运行/停止命令）、功能代码数据确认和变更以及各种确认功能等。键盘面板上一般有以下操作键和显示器（见图 12）：

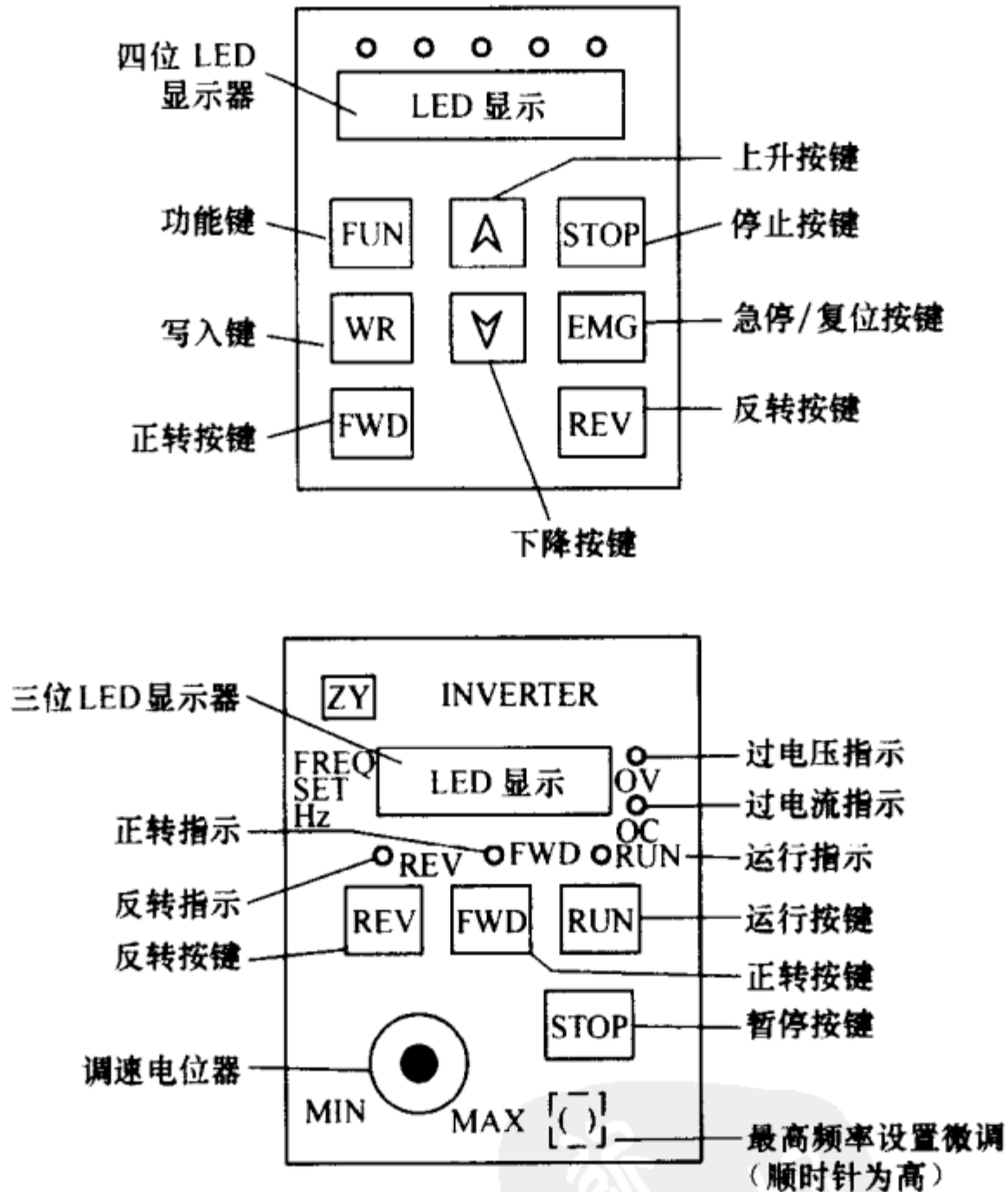


图 12 操作键盘面板图

(1) 显示器。四位 LED 显示器用于显示频率、电动机电流、直流电压、同步转速等，显示因保护动作而停止的原因，显示程序设定时的各种功能代码和数据代码等。

(2) 停止按键。用于常规停机或停止状态下 F00 显示方式窗口切换。

(3) 上升按键。用于搜索功能代码或修改参数(连续按此键具有自动步距识别功能)。

(4) 下降按键。用于搜索功能代码或修改参数(连续按此键具有自动步距识别功能)。

(5) 急停/复位按键。按下此键能立即断开电动机电源,发生故障后,按此键复位。

(6) 功能键。用于功能代码与功能参数的窗口切换,每按一下切换一次。

(7) 写入键。用于确认(储存)参数或运行中 F00 显示方式切换。

(8) 正转按键。按此键,电动机正转。

(9) 反转按键。按此键,电动机反转。

52. 什么是基本频率和最高频率

(1) 基本频率。

和变频器的最大输出电压对应的频率称为基本频率,用 f_{BA} 表示。在绝大多数情况下,基本频率和电动机的额定频率相同,即 $f_{BA} = f_e = 50\text{Hz}$ 。

设定变频器的最大输出电压必须小于或等于电动机的额定电压。

(2) 最高频率。

最高频率是指变频器允许输出的最高频率,用 f_{max} 表示。

最高频率设定范围虽然很宽,但在大多数情况下,最高频率设定为与基本频率相等。因为运行频率过高,负载转矩将增大(尤其是平方转矩负载),这将使电动机过载,所以必须把最高频率限制在基本频率以内。

例如,森兰 BT40 变频器的最高频率选择功能见表 36。

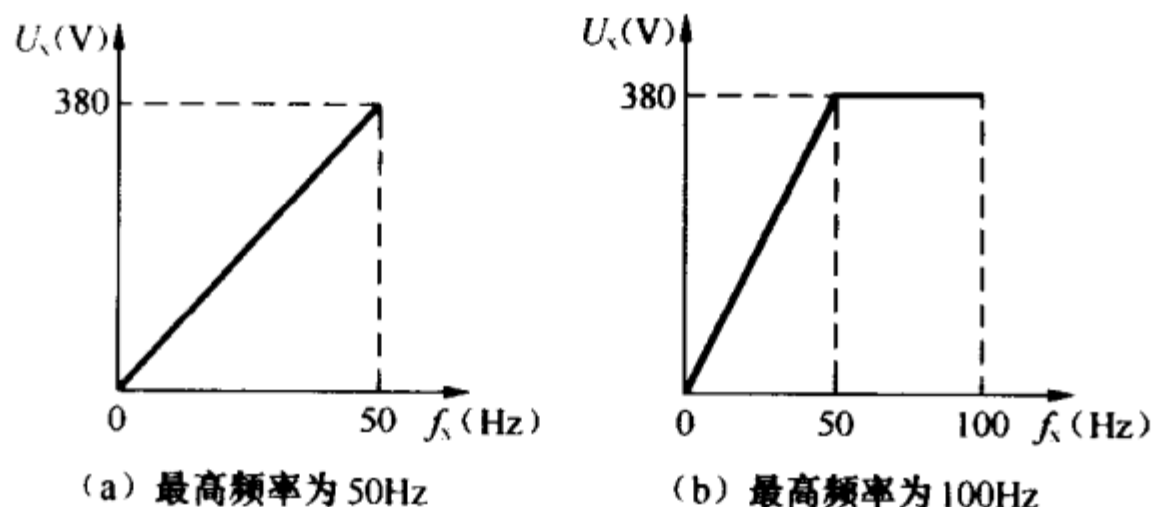
表 36

最高频率选择功能

功能码	功能内容及设定范围	设定值
F04	最高频率	出厂设定值: 50.00Hz
	设定范围: 50.00~400.0Hz	最小设定量: 0.01Hz

53. 什么是基本 U/f 线

在变频器的输出频率从 0Hz 上升到基本频率 f_{BA} (一般等于电动机的额定频率 f_e , 即 50Hz) 的过程中, 输出电压从 0V 成正比地上升到最大输出电压 (如 380V) 的 U/f 线, 称为基本 U/f 线, 如图 13 所示。

图 13 基本 U/f 线

基本 U/f 线有以下特征:

$$k_U = k_f$$

式中: k_U ——电压调节比, $k_U = U_x / U_e$;

k_f ——频率调节比, $k_f = f_x / f_e$;

f_x ——变频器的输出频率 (Hz);

U_x ——当变频器输出频率为 f_x 时的输出电压 (V);

f_e 、 U_e ——电动机的额定频率 (Hz) 和额定电压 (V)。

U/f 的大小与电动机磁路内磁通 Φ 的大小密切相关。当电动机的运行频率 f_x 高于额定频率 f_e 时, 变频器的输出电压不能随频率

的上升而升高，即仍为 380V。此时，随 f 上升， U/f 将下降，有：

$$f \uparrow \rightarrow U/f \downarrow \rightarrow k_U < k_f \rightarrow \Phi \downarrow \rightarrow P_{1x} \downarrow$$

P_{1x} 为频率为 f_x 时电动机的输入功率。

当电动机的运行频率 f_x 在额定频率 f_e 以下改变时， f 与 U 成正比例变化，有：

$$U/f \uparrow \rightarrow k_U > k_f \rightarrow \Phi \uparrow \rightarrow P_{1x} \uparrow$$

$$U/f \downarrow \rightarrow k_U < k_f \rightarrow \Phi \downarrow \rightarrow P_{1x} \downarrow$$

另外， U/f 和电动机带负载能力有关。因为电动机的电磁转矩 $T \propto \Phi$ ，因此控制 U/f 的大小可实现：

$$U/f \uparrow \rightarrow \Phi \uparrow \rightarrow T \uparrow$$

$$U/f \downarrow \rightarrow \Phi \downarrow \rightarrow T \downarrow$$

例如，森兰 BT40 变频器基本 U/f 线的选择功能见表 37。

表 37 基本 U/f 线的选择功能

功能码	功能内容及设定范围	设定值
F05	基本频率	出厂设定值：50.00
	设定范围：10~400Hz	最小设定量：0.01Hz
F06	最大输出电压	出厂设定值：380V
	设定范围：220~380V	最小设定量：1V

54. 怎样设置 U/f 线

不同的负载在低速运行时的阻转矩大小是不一样的，所以对 U/f 的要求也不同。

(1) 对于恒转矩负载，不论是高速还是低速，负载转矩都不变，要求电动机在低频运行时也能产生较大的转矩，因此 U/f 应大一些(原因见第 53 问)，即在低频时把电压 U 提高些。

(2) 对于分段负载，负载有重有轻，阻转矩也有大有小，因此要求 U/f 也有变化。

(3) 对于平方转矩负载, 低速运行时, 负载的阻转矩很小。电动机在低频下运行时所需的转矩很小, 因此 U/f 应更小一些, 即在低频时, 把电压 U 降低些。

正是由于负载不同, 要求转矩大小不同, 变频器为用户提供了(设置了)许多种(条) U/f 线, 如图 14 所示。用户可根据负载的具体要求进行预置。

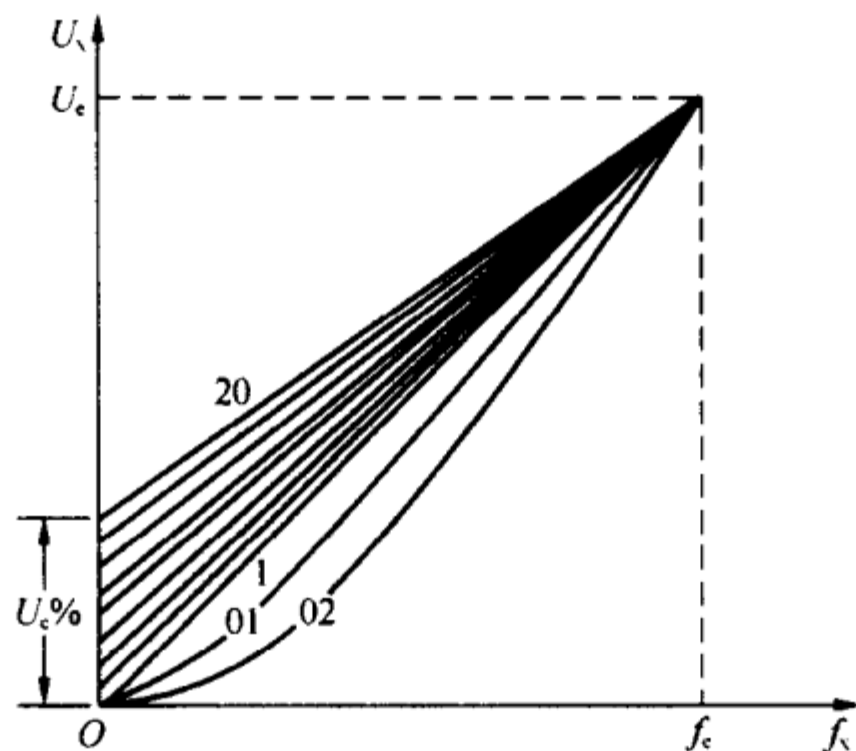


图 14 直线型 U/f 线

图中, 曲线 1 为基本 U/f 线(其电压与频率成正比例变化)。1~20号线为全频补偿, 即从 0Hz 至额定频率 f_e 均得到补偿。由 1 号线至 20 号线, U/f 逐渐增大, 电动机的转矩 T 也逐渐加大, 低频时带负载能力也逐渐增大。01 号和 02 号曲线为负补偿, 是专门为平方转矩负载设置的。

预置 U/f 线时, 应根据不同性质的负载选用。原则是: 电动机在低频运行时既要满足重载下能产生足够大的电磁转矩来带动负载, 又要满足轻载下不会因磁通饱和而过流跳闸。

具体设置时, 可先用 U/f 较小的线, 然后逐渐加大 U/f 值, 并观察电动机在最低频率下能否带动重负载, 并观察空载时是否会跳闸, 直到在最低频率下运行时既能带动重负载, 又不会空载过流跳

闸为止。

55. 什么是加速时间？怎样设定

加速时间(或叫升速时间)是指变频器的工作频率从 0Hz 上升到基本频率 f_{BA} (50Hz)所需的时间。各种型号的变频器的加速时间设定范围不尽相同,最短的设定范围为 0 ~ 120s,最长的可达 0 ~ 6000s。

有的变频器设置了最佳加速功能,选择此功能后,变频器可以在自动加速电流不超过允许值的情况下,得到最短的加速时间。

设定加速时间的原则是:

(1) 加速过程需要时间,时间过长会影响工作效率,尤其是比较频繁起停的机械。因此,为提高生产效率,在电动机起动电流不超过允许值的前提下,加速时间越短越好。

(2) 对于惯性较大的负载设备,加速时间应适当长一些;对于惯性较小的负载设备,加速时间可以适当缩短一些。这也是从电动机起动电流不超过允许值这点考虑的。

(3) 有的生产机械对加速或减速过渡过程有要求,希望尽量减小速度的变化。这时应将加速、减速时间设定得长一些。

56. 变频器提供哪几种加速方式

根据被控负载设备对加速过程要求的不同,变频器提供了多种加速方式,主要有线性方式、S 形方式和半 S 形方式 3 种。所谓加速方式,是指加速过程中变频器的输出频率随时间上升的关系曲线。

(1) 线性方式。在起动加速过程中,变频器的输出频率与时间成线性关系,如图 15(a)所示。大多数负载都可以选用线性方式。

(2) S 形方式。在加速的起始阶段和终止阶段,变频器输出频率的上升较缓,加速过程呈 S 形,如图 15(b)所示。在起、停阶段

需要减缓速度变化，减小振动和冲击的负载设备可以选用 S 形方式。

(3) 半 S 形方式。在加速的初始阶段或终止阶段按线性方式加速，而在终止阶段或初始阶段按 S 形方式加速，如图 15(c) 和 (d) 所示。对于诸如风机类平方转矩负载，由于低速时负载较轻，故可按线性方式加速，以缩短加速过程；高速时负载较重，加速过程应减缓，以减小加速时的电流，因此可选用图 15(c) 所示方式。对于惯性较大的负载，则可选用图 15(d) 方式。

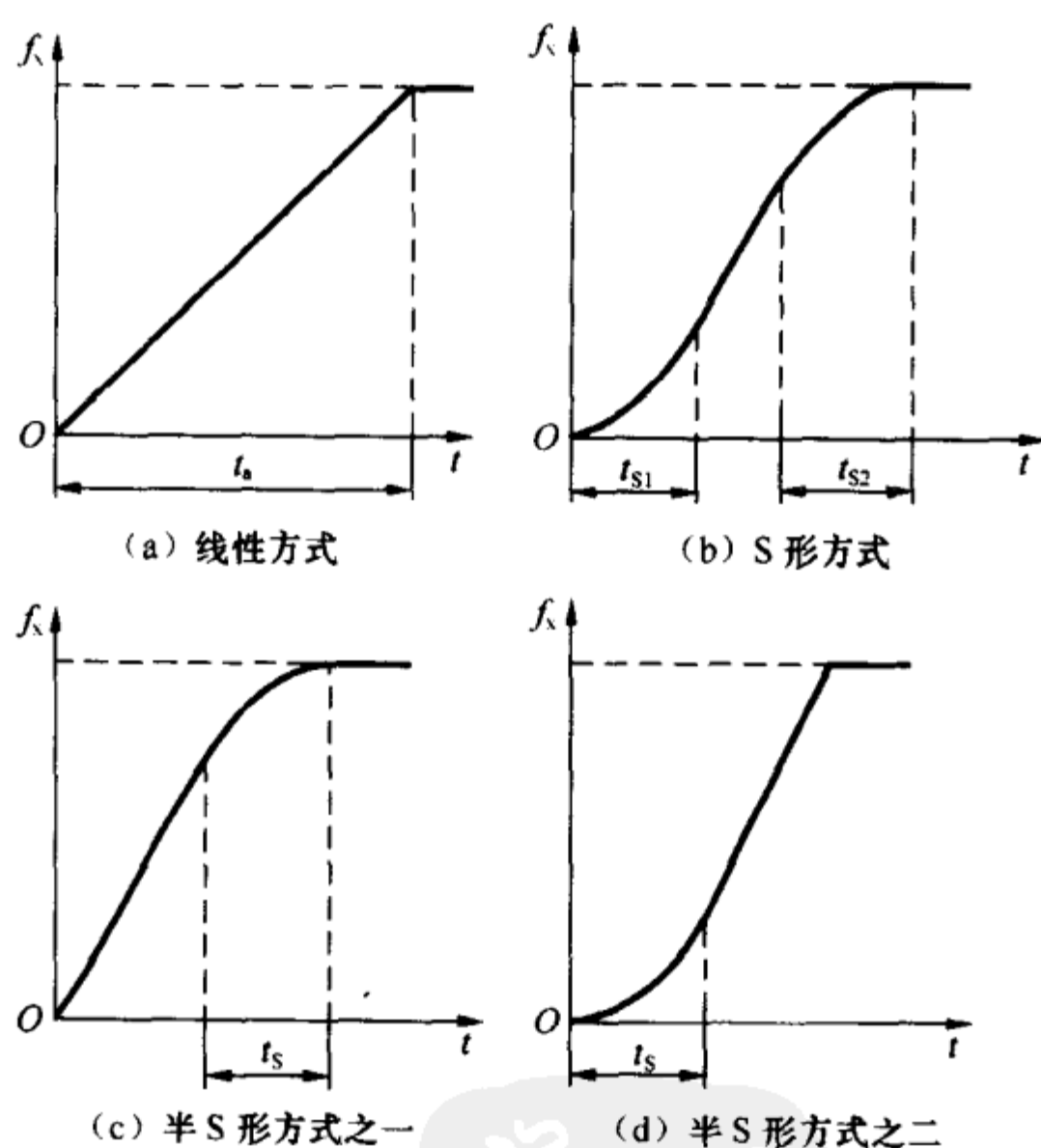


图 15 3 种主要的加速方式

在以上 3 种方式中，S 形和半 S 形的具体形状由变频器决定，用户不能更改。但变频器为用户提供了若干种 S 区（非线性区）的大小（如 0.2s、0.5s、1.0s），用户可以任意设定非线性时间 t_s 的大小。

57. 什么是减速时间？怎样设定

减速时间(或叫降速时间)是指变频器的工作频率从基本频率 f_{BA} (50Hz)降低到0Hz所需的时间,其设定范围和加速时间的设定范围相同。

设定减速时间的原则类同于设定加速时间。但对于水泵负载,由于管道中水的阻尼作用,停机时电动机转速能很快下降。但如果转速降得太快,会导致管道中出现“空化现象”,造成管道损坏。为此,应设定足够长的减速时间,使转速缓慢降下来,以保护管道。

和加速方式类似,变频器的减速方式也主要有线性方式、S形方式和半S形方式3种,如图16所示。

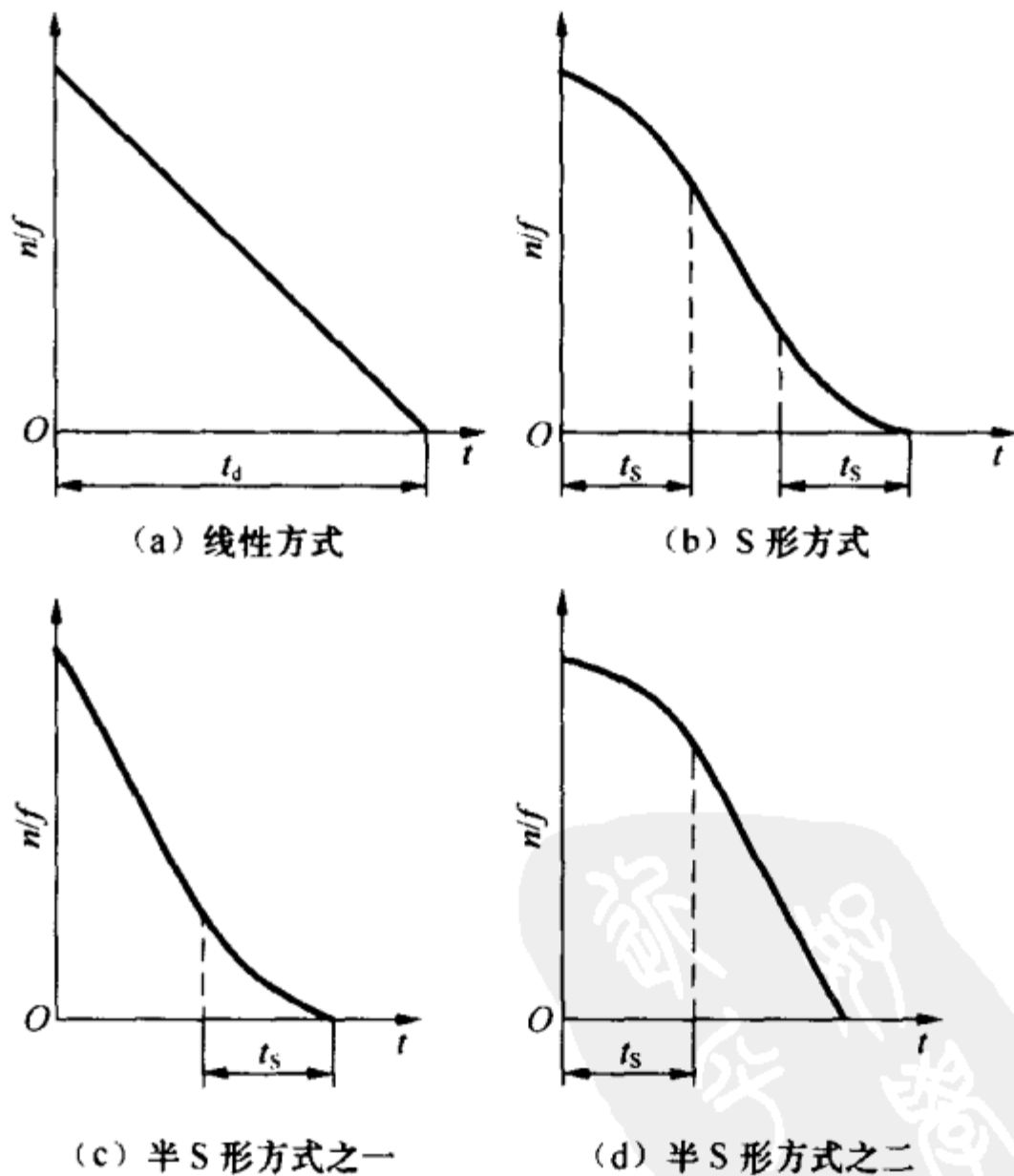


图16 3种主要的减速方式

例如，森兰 BT40 变频器的 F08 ~ F15 功能见表 38。

表 38 加速和减速时间的选择功能

功能码	功能内容及设定范围	设定值
F08	第 1 加速时间	出厂设定值: 10.0
F09	第 1 减速时间	出厂设定值: 10.0
F10	第 2 加速时间	出厂设定值: 10.0
F11	第 2 减速时间	出厂设定值: 10.0
F12	第 3 加速时间	出厂设定值: 10.0
F13	第 3 减速时间	出厂设定值: 10.0
F14	第 4 加速时间	出厂设定值: 10.0
F15	第 4 减速时间	出厂设定值: 10.0
F08 ~ F15	设定范围: 0.1 ~ 3600s	最小设定量: 0.1s

58. 什么是瞬停再起功能？怎样设定

电源电压因某种原因突然下降为 0V，但很快又恢复，停电的时间很短，称之为瞬时停电。另外，当变频器因某些原因而跳闸（误动作）时，变频器的逆变管被迅速封锁，变频器停止输出，电动机处于自由制动状态。

如果变频器因上述故障而停止工作，将会使生产停止，造成很大的经济损失。为了防止这类事故的发生，变频器设有瞬停再起功能（重合闸功能）。图 17 为其功能示意图。

停电时间 t_{sp} ，即为跳闸时间，也就是逆变管封锁时间。用户若按 t_{sp} 预置每两次合闸之间的间隔时间，则当变频器跳闸（误动作）后，经过 t_{sp} 时间，将自动重新合闸（自动投入运行）。

变频器自动投入运行时，其输出频率可以从 0Hz 或起动频率开始上升，也可以进行自动搜索（检测电流大小）。即变频器将输出频率恢复至跳闸前的频率，如电流超过限值，则再降低频率再

试，直至电流在正常范围以内后，再将频率（即电动机转速）上升至跳闸前的状态，如图 17(b) 所示。

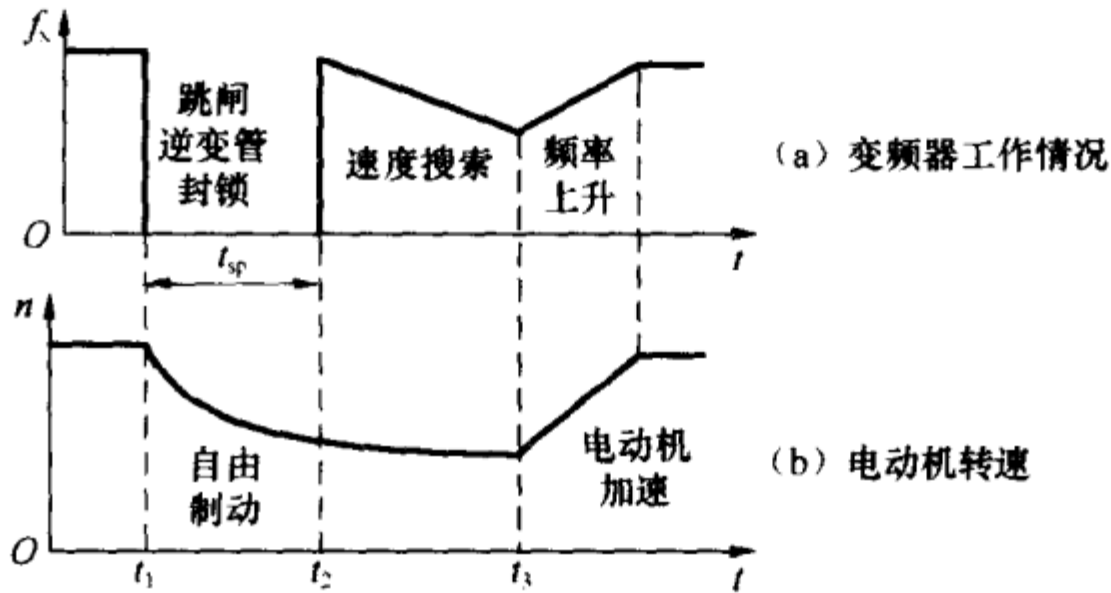


图 17 瞬停再起功能

例如，森兰 BT40 变频器的瞬时停电再起功能见表 39。可设定的工作方式有 0、1、2 三种。

表 39 瞬时停电再起功能

功能码	功能内容及设定范围	设定值
F18	瞬时停电再起	出厂设定值：0
	设定范围(工作方式)	
	0：瞬时停电恢复后再继续运转，欠压保护动作。 1：瞬时停电恢复后继续运转，变频器由起动频率往上追踪。 2：瞬时停电恢复后继续运转，变频器由停电前的频率(转速)往上追踪	

59. 什么是点动频率？怎样设定

生产机械在调试或工作过程中常常需要点动操作，变频器在点动状态下的工作频率称为点动频率。点动频率用 f_{j0} 表示。由于点动运行时电动机的转速比较低，即所需频率较低，一般也不需要调试，所以变频器可以通过预置来确定点动频率，每次点动时，都在该频率下运行，而不必变动已设定好的给定频率。有的变频器可以

预置多挡点动频率。

例如，森兰 BT40 变频器的点动频率选择功能见表 40。

表 40 点动频率选择功能

功能码	功能内容及设定范围	设定值
F19	点动运转频率	出厂设定值：5.00
	设定范围：0.00~400.0Hz	最小设定量：0.01Hz
F20	点动加速时间	出厂设定值：0.5
	设定范围：0.1~600s	最小设定量：0.1s

点动运转的加、减速时间由功能码 F20 来决定。在变频器运转过程中时，点动运转命令无效；当点动运转时，其他运转指令也无效。

60. 什么是上限频率和下限频率？怎样设定

为了防止现场操作人员误操作引起输出频率过高或过低，造成电动机过热及机械设备损坏，变频器设置有上限频率 f_H 和下限频率 f_L 。

上限频率不能超过最高频率，即 $f_H \leq f_{max}$ 。在部分变频器中，上限频率与最高频率并未分开，两者是合二为一的。

上限频率和下限频率是根据生产机械所要求的最高与最低转速（经传动比折算为电动机的转速）决定的。

如上限频率设定为 50Hz，当设定频率大于 50Hz 时，则输出最高频率仍为 50Hz。

如下限频率设定为 10Hz，当设定频率小于 10Hz 时，则以 10Hz 运行频率运行。

例如，森兰 BT40 变频器的上、下限频率选择功能见表 41。

表 41

上、下限频率选择功能

功能码	功能内容及设定范围	设定值
F21	上限频率	出厂设定值: 60.00
	设定范围: 0.50 ~ 400.0Hz	最小设定量: 0.01Hz
F22	下限频率	出厂设定值: 0.50
	设定范围: 0.10 ~ 400.0Hz	最小设定量: 0.01Hz

61. 什么是回避频率? 怎样设定

每台机械设备都有其固有振荡频率, 当电动机在某一频率下运行时, 若其振动频率和机械的固有振荡频率相等或接近, 则将发生谐振而引起设备损坏。该频率需加以回避。变频器需回避的这一工作频率称为回避频率, 又称跳跃频率。回避频率用 f_j 表示。

回避频率的设置, 是禁止变频器在此频率点运行。预置回避频率时, 除预置回避频率所在位置外, 还必须预置回避区域(或回避宽度) Δf_j 。一台变频器通常可预置 3 处回避频率, 如图 18 所示。

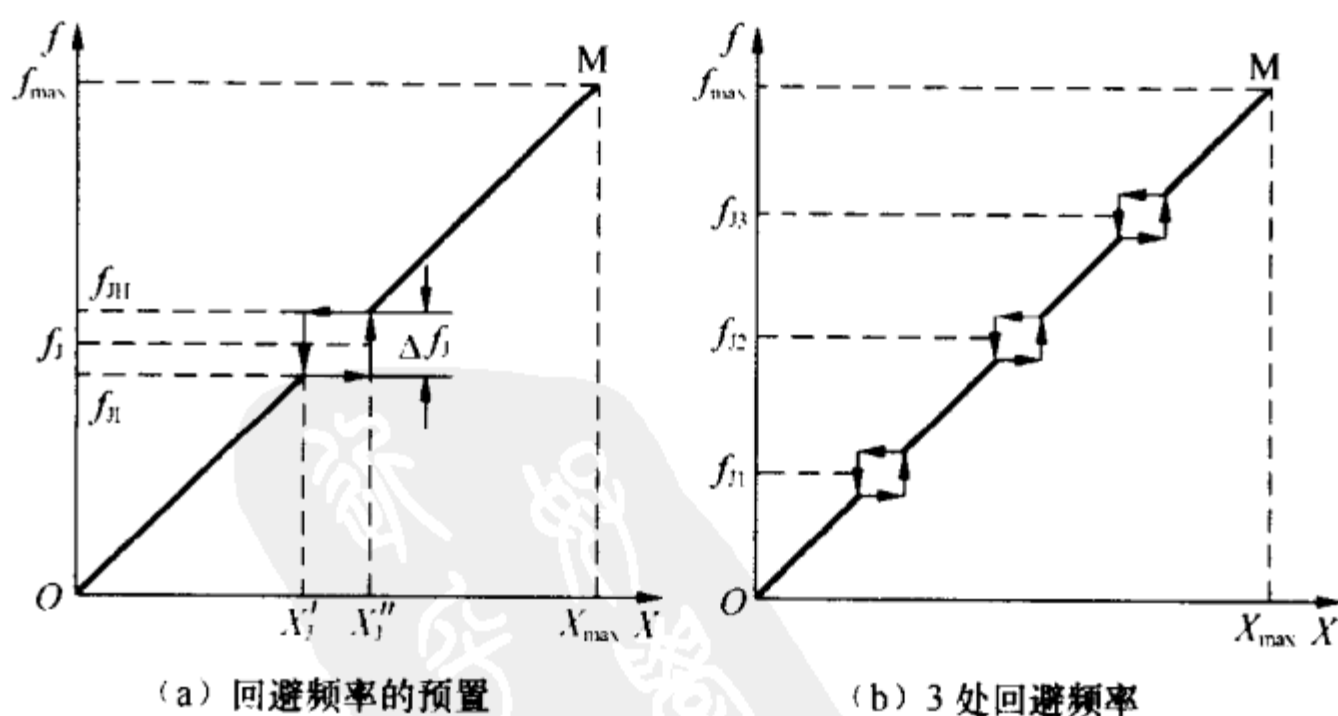


图 18 回避频率

例如，森兰 BT40 变频器的回避频率选择功能见表 42。

表 42 回避频率选择功能

功能码	功能内容及设定范围	设定值
F23	回避频率 1	出厂设定值: 0.00
F24	回避频率 2	出厂设定值: 0.00
F25	回避频率 3	出厂设定值: 0.00
F23 ~ F25	设定范围: 0.00 ~ 400.0Hz	最小设定量: 0.01Hz
F26	回避频率宽度	出厂设定值: 0.50
	设定范围: 0.00 ~ 10.00Hz	最小设定量: 0.01Hz

62. 什么是起动频率？怎样设定

用变频器控制异步电动机调速时，必须设定起动频率。变频器的工作频率为零时，电动机未起动，当工作频率达到起动频率 f_s 时，电动机才开始起动。也就是说，电动机开始起动时（变频器开始有电压输出）的输出频率便是起动频率。这时，起动电流较大，起动转矩也较大。

设定起动频率 f_s 是部分生产机械的实际需要，例如：

(1) 在静止状态下静摩擦力较大，如果从 0Hz 开始起动，由于起动电流和起动转矩很小，无法起动，因此需从某频率开始起动才行。

(2) 对于多台水泵同时供水的系统，由于管路内存在水压，若频率很低，电动机也旋转不起来。

(3) 对于起重用锤形电动机，起动时需保持定子与转子之间有一定的空气隙，电动机才能旋转，如果从 0Hz 开始起动，则定子与转子因磁通不足而碰连摩擦，不能起动。

设定起动频率 f_s 的大小，需根据具体负载情况而定。

(1) 恒转矩负载。一般以起动时电动机的同步转速不超过额

定转差为宜，即起动频率 f_s 不大于额定转差对应的频率 Δf ，按 $f_s \leq \Delta f$ 设定。

Δf 按下式计算：

$$\Delta f = \frac{p \cdot \Delta n}{60}$$

式中： p ——电动机极对数；

Δn ——额定转差， $\Delta n = n_1 - n_e$ ；

n_1 ——同步转速(r/min)；

n_e ——额定转速(r/min)。

例如，一台 Y200L-4 电动机，其额定功率为 30kW，额定转速 n_e 为 1470r/min，则额定转差为：

$$\Delta n = 1500 - 1470 = 30\text{r/min}$$

额定转差对应的频率为：

$$\Delta f = \frac{p\Delta n}{60} = \frac{2 \times 30}{60} = 1(\text{Hz})$$

则起动频率的设定值为：

$$f_s \leq \Delta f = 1\text{Hz}$$

(2) 平方转矩负载。由于平方转矩负载在低速时阻转矩很小，故起动频率可适当升高：

$$f_s \leq 10\text{Hz}$$

例如，森兰 BT40 变频器的 F30、F31 功能见表 43。

表 43 起动频率及持续时间选择功能

功能码	功能内容及设定范围	设定值
F30	起动频率	出厂设定值：1.00
	设定范围：0.10~50.00Hz	最小设定量：0.01Hz
F31	起动频率持续时间	出厂设定值：0.5
	设定范围：0.0~20.0s	最小设定量：0.1s

起动频率持续时间是指起动时以起动频率持续运行的时间，这个时间不包含在加速时间内，如图 19 所示。

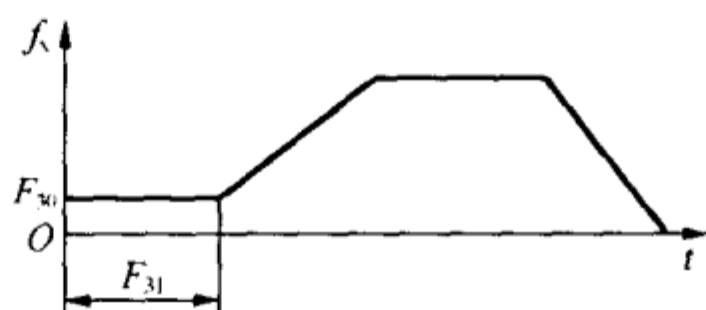


图 19 F31 功能示意图

63. 什么是起动前的直流制动功能

由于变频器已预先设置好起动频率，电动机从最低速开始起动。如果在开始起动时，电动机已有一定转速，则变频器将会引起过电流或过电压而跳闸。另外，如鼓风机之类的负载，即使在停机状态，在风的作用下叶片仍会自行反向转动。此时起动电动机，将会产生过电流。

为了避免上述情况，有的变频器设置了起动前的直流制动功能，以确保电动机在完全停车的状态下从零速开始起动。

64. 什么是直流制动？怎样设定

惯性较大的负载机械，常常会出现停机停不住，即停机后有“蠕动”（或称爬行）现象，有可能对传动设备或生产工艺造成严重后果。为此，变频器设置直流制动功能，以克服这种现象的产生。直流制动时，向电动机定子绕组内通入直流电流，使异步电动机处于能耗制动状态，电动机迅速停机。

直流制动功能主要设定以下 3 个参数：

(1) 直流制动起始频率 f_{DB} 。在多数情况下，直流制动都是和再生制动配合使用的。首先用再生制动方式将电动机转速降至较低值，然后再转换成直流制动，使电动机迅速停止。电动机由再生制动转为直流制动的这个转折频率即为直流制动的起始频

率 f_{DB} 。

设置 f_{DB} 的大小主要根据负载对制动时间的要求来进行，要求制动时间越短，则起始频率 f_{DB} 应越大。

(2) 直流制动量。直流制动量即加在电动机定子绕组上的直流电压 U_{DB} 的大小。 U_{DB} 越大，产生的制动转矩也越大，电动机停转得越快。设定时，应由小慢慢设置 U_{DB} 的大小，主要根据负载惯性的来设定，负载惯性越大， U_{DB} 的设定值也越大。

(3) 直流制动时间 t_{DB} 。施加直流电压 U_{DB} 的时间长短称为直流制动时间。

t_{DB} 的大小主要根据负载“蠕动”（爬行）的严重程度来设定。对克服“蠕动”要求较高者， t_{DB} 应适当大些，以便有足够的直流电流来制动。

例如，森兰 BT40 变频器的 F33、F34、F35 功能见表 44。

表 44 直流制动起始频率、制动量和制动时间的选择功能

功能码	功能内容及设定范围	设定值
F33	直流制动起始频率	出厂设定值：5.00
	设定范围：0.00 ~ 60.00Hz	最小设定量：0.01Hz
F34	直流制动量	出厂设定值：25
	设定范围：0 ~ 100%	最小设定量：1%
F35	直流制动时间	出厂设定值：0
	设定范围：0.0 ~ 20.0s	最小设定量：0.1s

65. 什么是载波频率？怎样设定

变频器输出电压的波形都是经过脉宽调制后的系列脉冲波，如图 20 所示。图中正弦波称为调制波，三角波称为载波。三角波的频率就称为载波频率，用 f_c 表示。

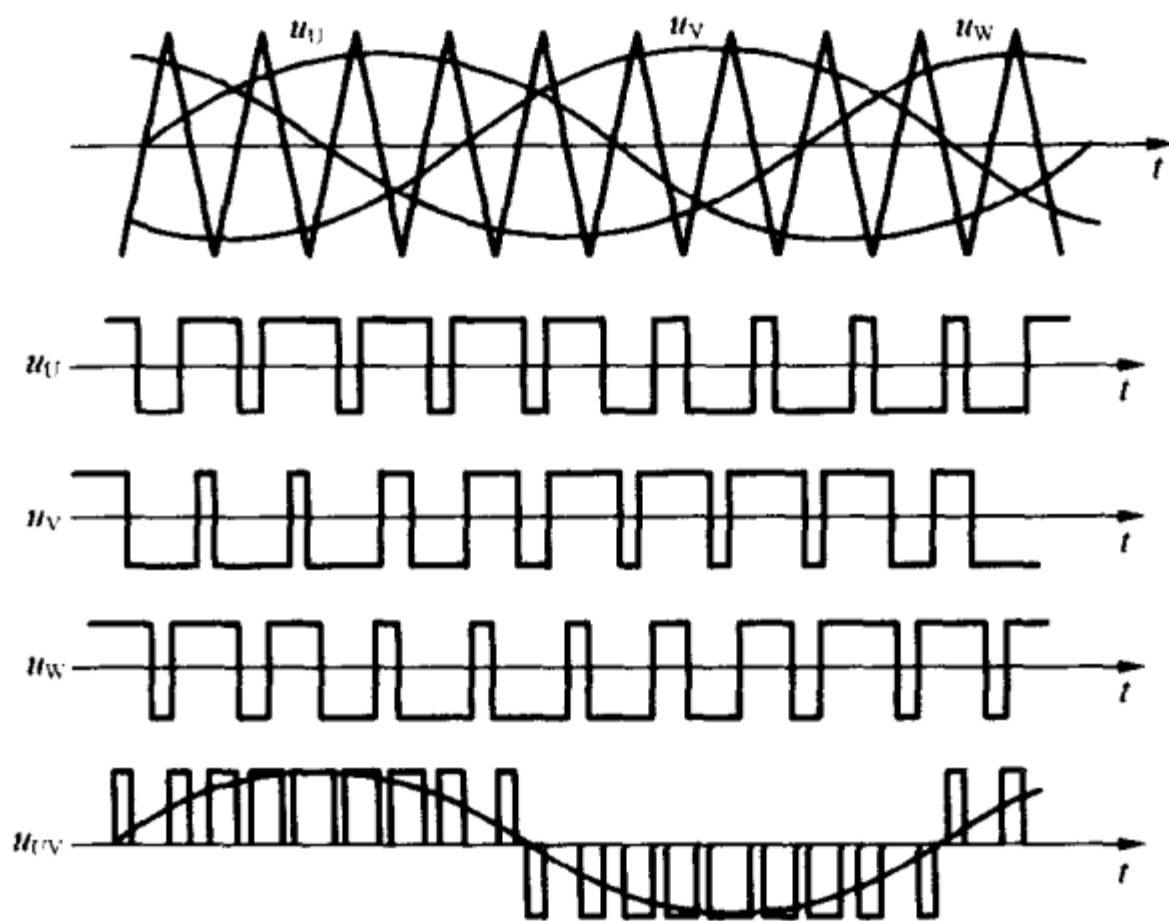


图 20 变频器输出电压波的形成

图中， u_U 、 u_V 、 u_W 为各相的相电压波形， u_{UV} 为 U 相和 V 相间的线电压波形。变频器的输出电压是一系列脉冲，脉冲频率等于载波频率。脉动电流将使电动机铁芯的硅钢片之间产生电磁力并引起振动，产生电磁噪声。如果噪声频率和电动机铁芯的固有频率相等，将引起谐振，噪声将更大。改变载波频率，电磁噪声的音调、音量也将发生改变。为此，变频器为用户提供了可以在一定范围内调整载波频率的功能，以降低噪声，避免噪声谐振的发生。

例如，森兰 BT40 变频器的载波频率选择功能见表 45。

表 45 载波频率选择功能

功能码	功能内容及设定范围	设定值
F79	载波设定	出厂设定值：2
	设定范围：0~7	

说明：设定变频器的载波频率时，如果需要静音运行，请设置 $F79 \geq 5$ 。载波频率越高，电流波形的平滑性越好，但逆变过程中的开关损耗也将增大，变频器所产生的干扰也越强。为了减小变频器对其他电子设备的干扰，应适当降低载波频率。

66. 载波频率对变频器及电动机运行有何影响

(1) 载波频率对变频器输出电流的影响。

① 运行频率越高，则电压波的占空比越大，电流高次谐波成分越小，载波频率越高，电流波形的平滑性越好。

② 载波频率越高，变频器的允许输出电流越小，如图 21 所示。

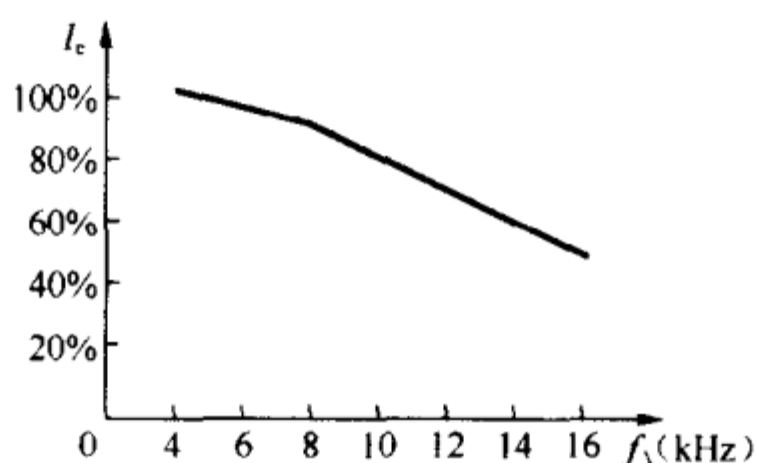


图 21 载波频率对输出电流的影响

③ 载波频率越高，布线电容的容抗越小(因为 $X_c = 1/2\pi fC$)，由高频脉冲电压引起的漏电流也越大。

(2) 载波频率对电动机的影响。

载波频率越高，电动机的振动越小，运行噪声越小，电动机发热也少些。但载波频率越高，谐波电流的频率也越高，电动机定子绕组的集肤效应越严重，电动机损耗越大，输出功率越小。

(3) 载波频率对其他设备的影响。

载波频率越高，高频电压通过静电感应、电磁感应、电磁辐射等对电子设备的干扰也越严重。

(4) 载波频率对变频器自身的影响。

载波频率越高，变频器的损耗越大，输出功率越小。如果环境温度高，逆变桥中上下两个逆变管在交替导通过程中的死区将变窄，严重时可导致桥臂短路而损坏变频器。

67. 什么是变频器电子热保护？怎样设定

变频器内设有检测电动机过载的电子热保护装置。当电动机发生过载时，根据电子热保护装置的不同设定值(代号)，可以做出以下反应：不动作，电子热保护继电器不动作而只作过载预报，或均动作。

保护值可在变频器额定电流的 25%~105% 范围内设定。过载预报输出以此值为准，一旦超过设定值即发出报警信号。

变频器的电子热保护装置与热继电器的相同点是都具有反时限特性。过载越严重，允许运行的时间越短。

两者不同之处在于：变频器的电子热保护动作值的准确度比热继电器高许多；另外，变频器可以针对不同的工作频率，自动调整保护曲线，而热继电器则不能自动调整。

例如，森兰 BT40 变频器的电子热保护选择功能见表 46。

表 46 电子热保护选择功能

功能码	功能内容及设定范围	设定值
F16	电子热保护继电器	出厂设定值：0
	设定范围：0，均不动作；1，电子热保护继电器不动作，过载预报动作；2，均动作	
F17	电子热保护电平	出厂设定值：100
	设定范围：25%~105%	最小设定量：1%

68. 用变频器作软起动器有哪些优点？怎样选择软起动用变频器

变频器具有软起动功能，所以可以用于软起动。当然，一般来说，价格要比专用软起动器高数倍。若采用软起动用变频器，则价格较低。

采用变频器作软起动器具有以下优点：

(1) 一般的软起动器只能调压而不能调频，因此电动机气隙磁通 Φ 随电压降低而减弱 ($\Phi \propto U/f$)，电动机转矩 M 将随电压的平方而下降 ($M \propto U^2$)。用变频器作软起动器，起动时电动机气隙磁通 ($\Phi = KU/f$) 保持恒定，电动机转矩 $M = C_m \Phi I_2' \cos \varphi_2$ ，基本上取决于电流大小。不但可以实现无过电流起动，还能提供 1.2~2 倍额定转矩的起动转矩。

(2) 起动用变频器中整流器大多采用二极管整流，因此产生的高次谐波少，减少了电网侧的高次谐波，功率因数高。

(3) 由于起动用变频器系短时工作制，所以其容量要比普通的变频器小许多，一般为调速用变频器的 1/3~1/4。

用变频器作软起动器，特别适合于重载起动或满载起动的机械设备，如大功率高压风机、大型压缩机，挤压机的起动。

对于风机、泵类负载，变频器作软起动时的容量可由下列各式推导出来。

电动机功率与转速有如下关系：

$$\frac{P}{P_e} = \left(\frac{n}{n_e} \right)^3$$

式中： P ——电动机在转速为 n 时的输出功率(kW)；

P_e ——电动机额定功率(kW)；

n_e ——电动机额定转速(r/min)。

电动机转速与频率的关系为：

$$n = \frac{60f}{p}$$

式中： f ——电源频率，工频为 50Hz；

p ——电动机极对数。

由以上两式可得：

$$P = P_c \frac{f^3}{f_c^3} = \left(\frac{P_c}{50^3} \right) f^3 = K f^3$$

由上式可知，若 $f < f_c$ 时，则 $P < P_c$ ，说明用变频器作电动机软启动时，变频器所需的容量可以较电动机额定容量小。具体数值应根据电动机参数、启动要求及供电容量等确定。

对于高压电动机，当启动转矩大于额定转矩的 50% 时，如往复空压机、离心分离机、带负载的输送机、破碎机、飞轮冲压机等，可以考虑采用变频器作软启动用。如果变频器仅作为软启动用，宜采用降压变压器—低压变频器—升压变压器组合的方案。此方案较直接采用高压变频器的价格低 40% 左右。

(4) 软启动用变频器的价格较低。以负载为高压电动机为例，如软启动器为 1，则调整用变频器为 2~3.5，启动用变频器为 0.6~0.8。

69. 变频器通电前应做哪些检查

(1) 检查接线。

① 检查接线是否按照产品使用说明书要求正确连接，尤其要注意切勿将输出端子(U、V、W)接到三相电源上。

② 检查安装是否规范，接地是否正确、可靠。尤其对控制电路的接线(如输入侧的给定信号线和反馈信号线，输出侧的频率信号线和电流信号线，开关信号控制线等)，需远离主电路(100mm 以上)，做好屏蔽、抗干扰措施。电缆屏蔽层应靠近变频器的一端接在控制电路的公共端(COM)，不要接到变频器的接地端(PE)，屏蔽层的另一端悬空。

③ 检查制动单元接线是否正确。连接外接制动电阻时(有的变频器有内装制动电阻,当容量不足时,需外接制动电阻),先从P(+)、DB端子上卸下内装制动电阻的连线,并对其线端包好绝缘,然后将外部制动电阻连接到P(+)、DB上。要求配线长度小于5m,采用双绞线。

④ 检查直流电抗器接线是否正确。注意:出厂时连接端子P₁、P(+)上连接有短路导体。使用直流电抗器时,应取去此短路导体;若不使用直流电抗器,可让短路导体连接在电抗器两端。

(2) 检查交流电源。对于三相变频器,三相交流电源电压应在允许范围(如340~440V)内,严禁过电压和欠电压。

(3) 检查电动机。

① 用500V~1000V兆欧表测量电动机绕组对外壳的绝缘电阻,应不小于5MΩ。若绝缘电阻小于2MΩ或绕组已与外壳碰连导通,则严禁接入变频器使用,否则将损坏变频器。

② 测量电动机三绕组之间的直流电阻,应三相平衡,各相绕组之间的电阻为几欧姆。若阻值过小或为零,则说明电动机绕组有短路现象,严禁使用。

70. 怎样进行变频器通电和预置

对于新使用的变频调速系统,变频器输出端可先不接电动机,先对其进行通电检查和各种功能参数设置。操作步骤如下:

(1) 接通交流电源,变频器内冷却风机运行正常,显示器闪烁显示00.00Hz。

(2) 进行“起动”和“停止”、“正转”、“反转”等基本操作,并观察显示器的变化情况。

(3) 进行功能预置。按产品使用说明书上介绍的“功能预置方法和步骤”进行所需功能码的设置(如频率给定、最大频率、基本频率、最高输出电压、加/减速时间、点动频率、多段频率设定、转矩提

升、保护设定等)。预置完毕后,检查变频器的执行情况,看是否与预置的相吻合。

(4) 关机。先暂停,后关总电源。

(5) 将外接输入控制线接好,再开机,逐项检查各外接控制功能的执行情况。电压外控时,应将面板调速电位器顺时针旋到底;电流外控时,应将面板调速电位器逆时针旋到底。

71. 怎样进行带电动机空载试运行

在变频器的输出端(U、V、W)接上电动机,但电动机与负载脱开,然后进行带电动机空载试验。试验目的是:

(1) 检查电动机转向(或正反向)是否正确。

(2) 检查电动机运行是否平稳,有无异常声响和振动。

(3) 检查电动机起动、停止、点动、加/减速等是否平稳。

(4) 观察变频器运行是否有异常情况,尤其是风机运行及发热情况。

变频器空载试验步骤如下:

(1) 合上交流电源,先将频率设置为0Hz,然后慢慢增大工作频率,观察电动机的起动情况以及旋转方向是否正确。如反向,将电源进线(R、S、T)中任意两个线头对调即可。

(2) 将频率升到额定频率(如要求为40Hz),让电动机运行一段时间,观察电动机和变频器运行是否正常。如果一切正常,再选若干个常用的工作频率,分别运行一段时间。

(3) 在运行中按下停止按钮,初步观察电动机制动是否正常。若不正常,应检查制动回路接线和元件,以及变频器制动设置是否正确。

(4) 进行加/减速试验,初步检查加/减速设定时间是否适当。若不适当,应重新设置。

72. 怎样进行电动机带负载试验

电动机带负载试验的目的是要检验各设置参数是否合理，电动机传动系统运行是否正常。若发现有异常情况，应查明原因，采取相应措施，修改设置值和设置内容。另外，需检验在极端运行状态下工作是否正常，保护是否可靠。具体试验如下：

(1) 将工作频率从 0Hz 开始慢慢增加，观察传动系统能否启动运转。如果启动困难，可加大启动转矩。

(2) 将频率升到额定频率及若干个常用的工作频率，分别观察传动系统的运行情况。

(3) 如果电动机的转速达不到相应频率下的预设转速，则应检查系统是否发生共振（可通过观察振动和电动机异常声响来判断）。如果没有共振现象，应检查电动机的输出转矩是否不足。为此，可增加转矩提升量试试。若仍不行，应考虑变频器选择是否正确。

(4) 在起、停过程中，如果变频器出现过电流跳闸，应检查变频器电子保护设定值是否正确，如果正确，则应重新设定加、减速时间。如果系统在某一速度段启动或停止电流偏大，可通过改变加速方式或减速方式（有线性、S 形、半 S 形）来解决。

(5) 观察停机后输出频率为 0Hz 时，传动系统有无“蠕动”（爬行）现象。若有而生产工艺又不允许，则应加入直流制动。

(6) 检查最高工作频率 f_{\max} 和最低工作频率 f_{\min} 下，电动机的带负载能力和发热情况。

① 如果 $f_{\max} > f_e$ （如 50Hz），则应在 f_{\max} 频率下做满载运行试验，此时应能正常驱动。并检查普通电动机轴承能否胜任工作，振动、噪声是否过大。如果普通电动机不能胜任在最高频率下工作，则应更换成变频电动机。

② 在 f_{\min} 频率下做满载运行试验，检查普通电动机发热情况。由于在低频下普通电动机因风扇转速低会发热，如果要求在

最低频率下运行很长时间，电动机发热严重，则应更换成变频电动机。

(7) 过载试验。在额定工作频率下，增加电动机负载，观察电动机定子电流。当定子电流大于设定值(一般按电动机额定电流的1~1.05倍设定)时，过电流保护应动作；否则，应检查电流表指示是否正确，电子热保护设定值是否正确。



五、变频器实用线路

73. 厂家提供的变频器应用示例有哪些

有的变频器厂家为了便于用户应用，设置了若干种基本的变频器应用示例，并对部分功能进行了设定。用户在使用时，可根据实际情况选择一种性能比较吻合的应用示例，如有必要，可在变频器出厂设定的基础上进行修改。

不同变频器的应用示例也有所不同，如 ABB 公司生产的 ACS800 系列变频器的应用示例有以下几种：

- (1) 工厂应用示例。
- (2) 手动/自动控制示例。
- (3) PID 控制示例。
- (4) 转矩控制示例。
- (5) 程序控制示例。

74. 变频器的工厂应用示例是怎样的

以 ABB 公司提供的 ACS800 系列变频器应用示例为例介绍如下。

工厂应用示例的外部接线如图 22 所示。

- (1) 应用范围。一般的需要控制转速的场合，如：
 - ① 各种恒转矩负载，如带式输送机等。
 - ② 在非额定转速下连续运行的负载。
 - ③ 水泵和风机。
 - ④ 需要进行外接控制的场合。

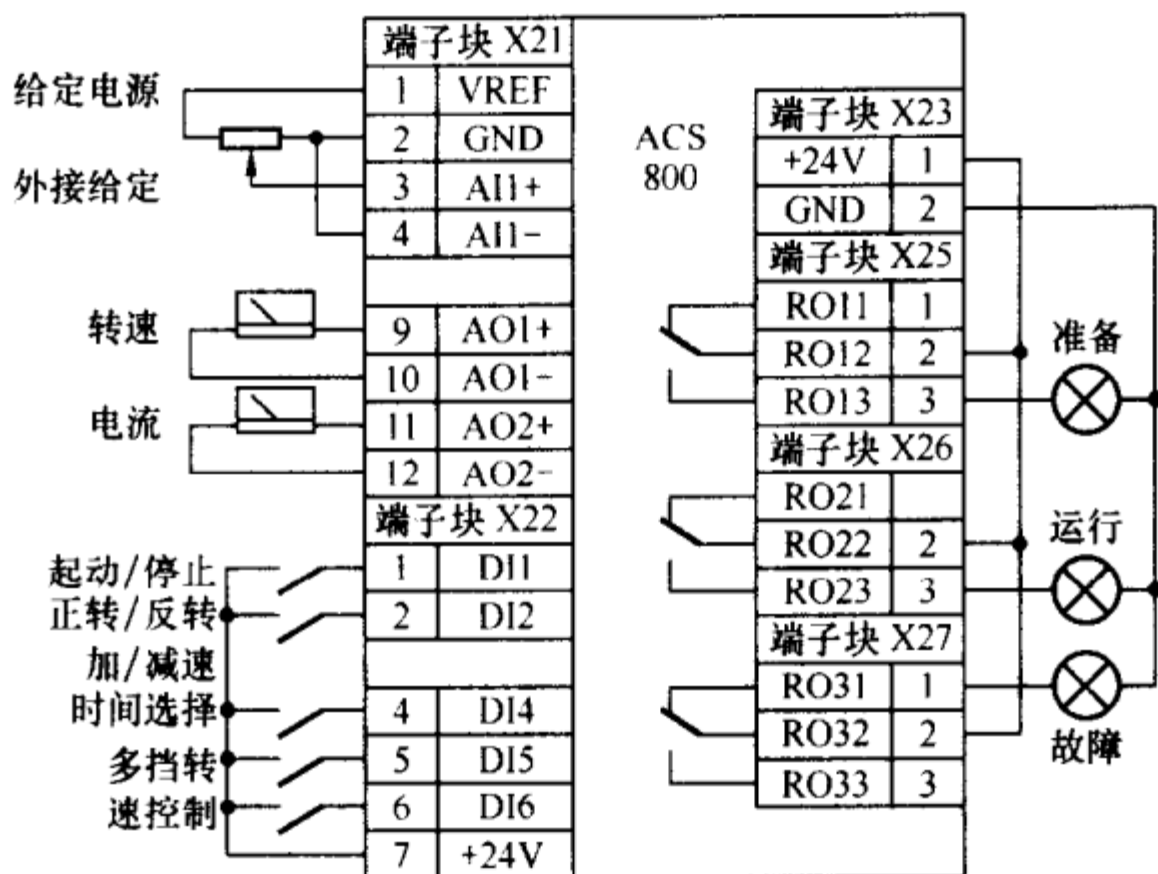


图 22 工厂应用示例的外部接线

(2) 频率给定。由 AI1 端的输入电压信号给定。

(3) 外接开关量控制。

① 起动和停止。由输入端 DI1 控制：

DI1 = 1(闭合) → 起动；

DI1 = 0(断开) → 停止。

② 正转和反转。由输入端 DI2 控制：

DI2 = 1(闭合) → 正转；

DI2 = 0(断开) → 反转。

③ 加/减速时间选择。由输入端 DI4 控制：

DI4 = 0(断开) → 第 1 挡加/减速时间；

DI4 = 1(闭合) → 第 2 挡加/减速时间。

④ 多挡转速控制。由输入端 DI5、DI6 控制 3 挡转速：

DI5 = 0, DI6 = 0 → 转速由 AI1 端输入的频率给定信号控制；

DI5 = 1, DI6 = 0 → 第 1 挡转速；

DI5 = 0, DI6 = 1 → 第 2 挡转速；

DI5 = 1, DI6 = 1 → 第 3 挡转速。

75. 变频器的手动/自动控制示例是怎样的

手动/自动控制示例的外部接线如图 23 所示。

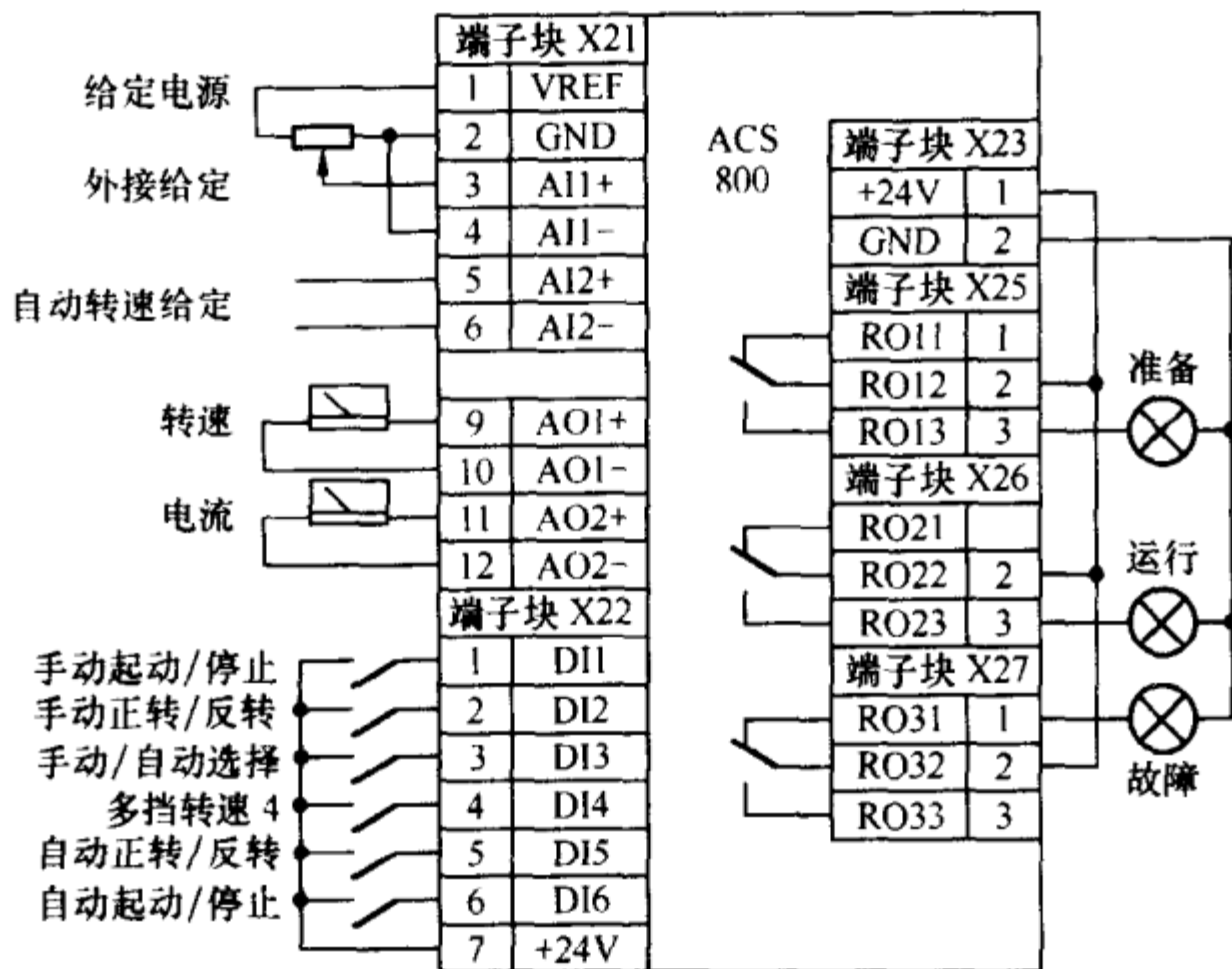


图 23 手动/自动控制示例的外部接线

(1) 应用场合。用于有时需要通过 PLC 或其他设备进行自动控制，有时又需要进行人工手动控制的场合。

可以从两个不同的地点进行控制。

(2) 频率给定。由 AI1 端输入电压信号给定。

(3) 外接开关量控制。

① 手动控制。相关的控制信号接至 DI1 和 DI2 端。

② 控制方式选择。由输入端 DI3 控制：

DI3 = 0 → 手动控制有效。

这时：启动/停止由 DI1 进行控制，正转/反转由 DI2 进行控制。

③ 自动控制。DI3 = 1 → 自动控制有效。这时，有关的控制信

号接至 DI5 和 DI6 端：

起动/停止——由 DI6 进行控制；

正转/反转——由 DI5 进行控制。

76. 变频器的 PID 控制示例是怎样的

PID 控制示例的外部接线如图 24 所示。

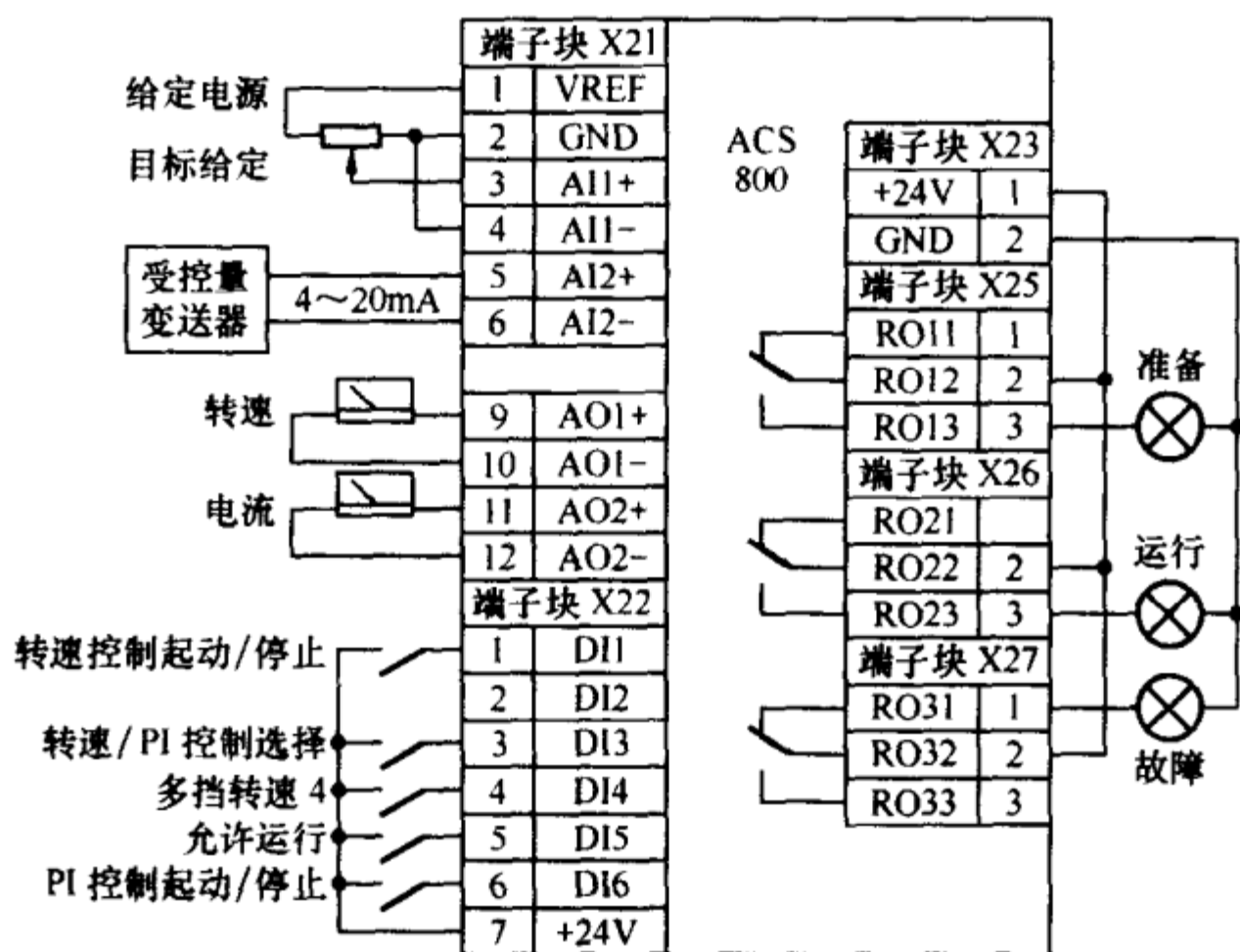


图 24 PID 控制示例的外部接线

(1) 应用场合。用于各种闭环的过程控制场合，如：

- ① 恒压供水系统。
- ② 蓄水池的自动液位控制。
- ③ 小区供热系统中加压泵的控制。
- ④ 各种需要调速的原料传输系统。

过程控制方式和转速控制方式之间可以进行切换。

(2) 目标值给定与反馈信号。

- ① 目标值由 AI1 端输入电压信号给定。

② 被控量的反馈信号由 AI2 端输入，通常是电流信号。

(3) 外接开关量控制。

① 控制方式的选择。通过 DI3 进行选择：

DI3 = 0 → 选择直接转速控制方式，其启动和停止由 DI1 端进行控制；

DI3 = 1 → 选择 PI 控制方式，其启动和停止由 DI6 端进行控制。

② 允许运行控制。由 DI5 端进行控制：

DI5 = 0 → 不允许运行；

DI5 = 1 → 允许运行。

77. 变频器的转矩控制示例是怎样的

转矩控制示例的外部接线如图 25 所示。

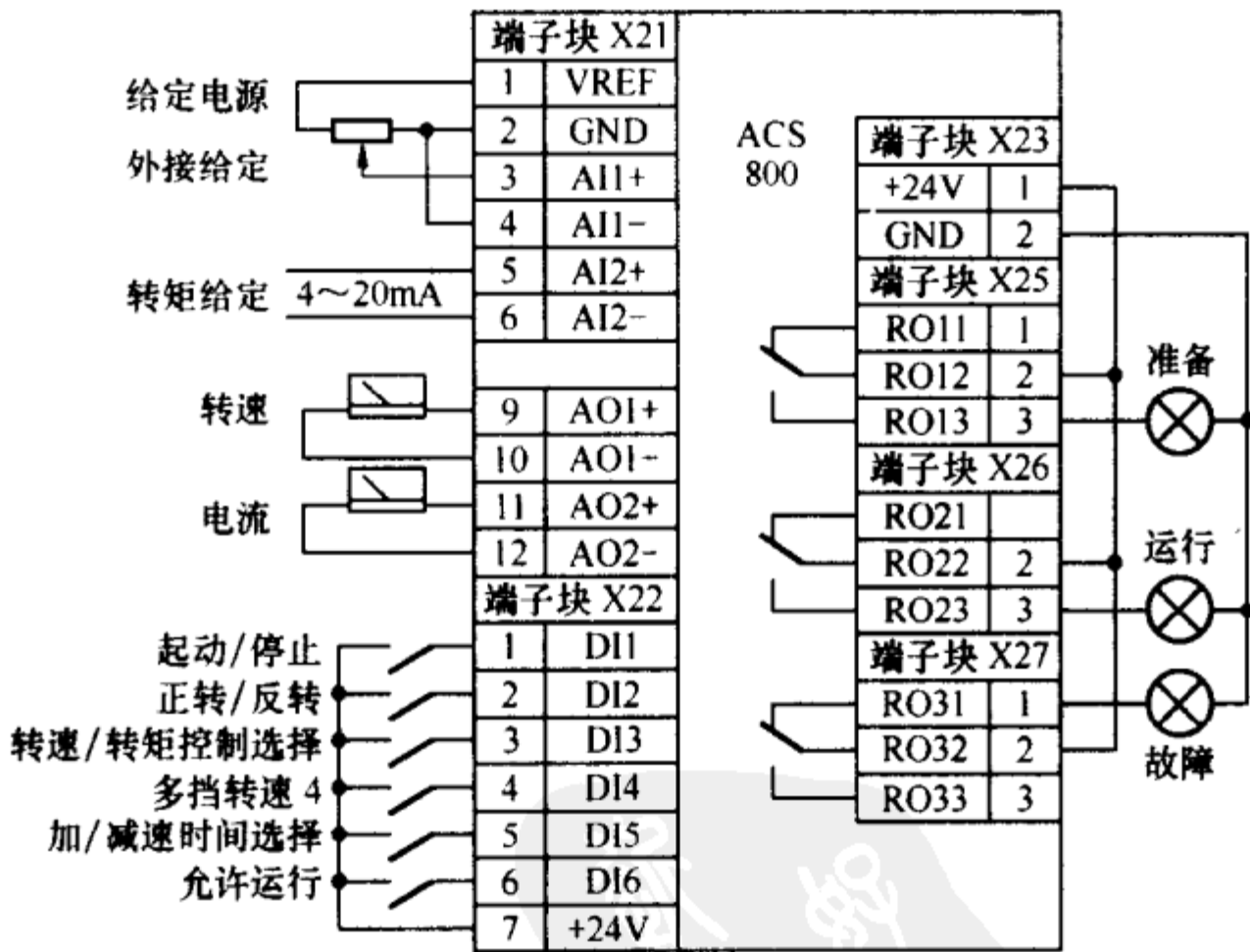


图 25 转矩控制示例的外部接线

(1) 应用场合。

① 要求平稳起动的场合，如电梯、电力机车等。

② 负载变化较大，并且允许负载较重时自动降低转速的场合，如搅拌机等。

③ 要求被加工物的张力保持恒定的场合，如卷绕机械和多单元传动中的从动单元等。

转矩控制方式和转速控制方式之间能够进行切换。

(2) 转矩与转速的给定。

① 转矩给定。由 AI2 端输入电流信号进行给定。

② 转速给定。由 AI1 端输入电压信号进行给定。

(3) 外接开关量控制。

① 转矩控制与转速控制的切换。由 DI3 输入端控制：

DI3 = 0 → 转速控制；

DI3 = 1 → 转矩控制。

② 加/减速时间选择。由输入端 DI5 控制：

DI5 = 0 → 第 1 挡加/减速时间；

DI5 = 1 → 第 2 挡加/减速时间。

③ 允许运行控制。由 DI6 端进行控制：

DI6 = 0 → 不允许运行；

DI6 = 1 → 允许运行。

78. 变频器的程序控制示例是怎样的

程序控制示例的外部接线如图 26 所示。

(1) 应用场合。在不同的工艺过程中需要不同转速的程序控制。

(2) 转速给定。由输入端 DI4、DI5、DI6 的状态决定：

DI4 = 0, DI5 = 0, DI6 = 0 → 转速由 AI1 端输入的频率给定信号控制；

DI4 = 1, DI5 = 0, DI6 = 0 → 第 1 挡转速；

DI4 = 0, DI5 = 1, DI6 = 0 → 第 2 挡转速；

DI4 = 1, DI5 = 1, DI6 = 0 → 第 3 挡转速；

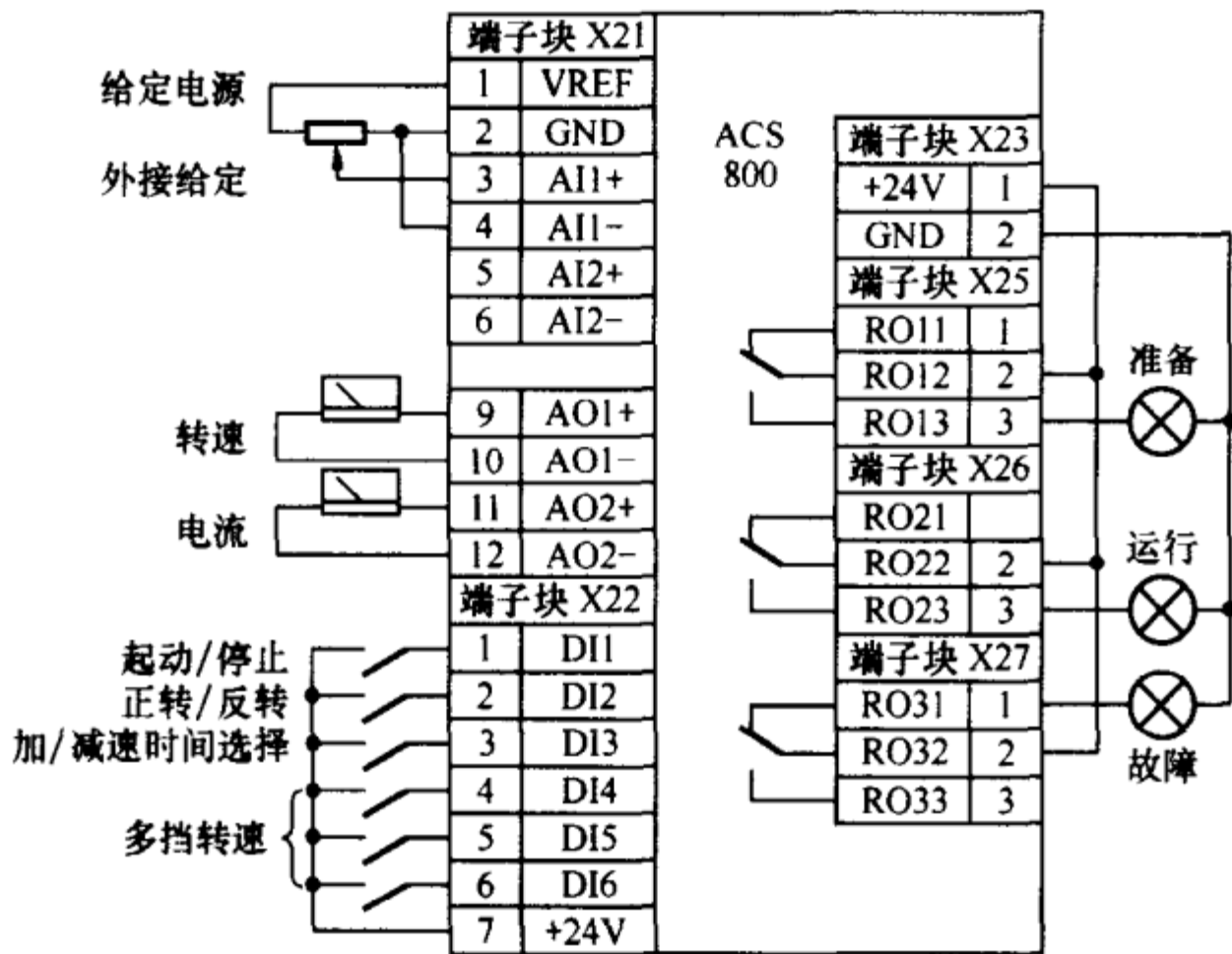


图 26 程序控制示例的外部接线

DI4 = 0, DI5 = 0, DI6 = 1 → 第 4 挡转速;

DI4 = 1, DI5 = 0, DI6 = 1 → 第 5 挡转速;

DI4 = 0, DI5 = 1, DI6 = 1 → 第 6 挡转速;

DI4 = 1, DI5 = 1, DI6 = 1 → 第 7 挡转速。

(3) 加/减速时间控制。由输入端 DI3 控制:

DI3 = 0 → 第 1 挡加/减速时间;

DI3 = 1 → 第 2 挡加/减速时间。

79. 变频器正转运行线路是怎样的

线路如图 27 所示。图中, FR 为正转运行、停止指令端子, COM 为接点输入公用端; 30B、30C 为总报警输出继电器常闭触点, 当变频器出现过电压、欠电压、短路、过热、过载等故障时, 此触点断开, 控制电路失电, 起动保护作用。

工作原理: 调节频率给定电位器 RP, 设定电动机运行转速。

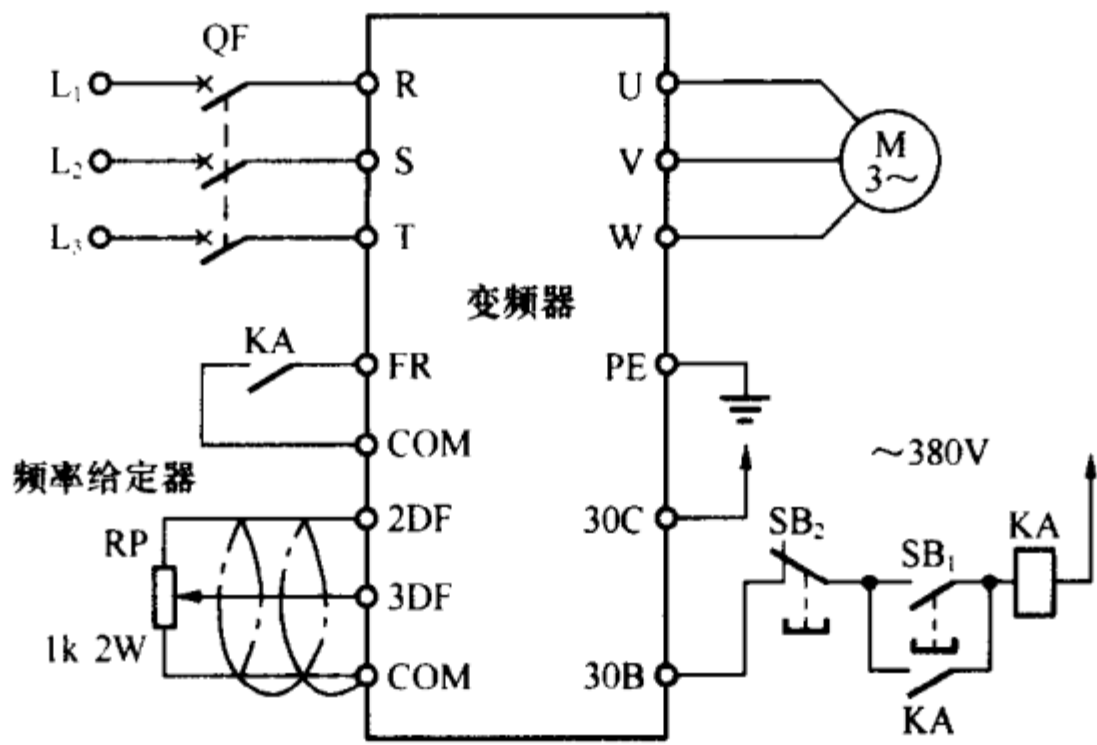


图 27 电动机正转运行线路

按下运行按钮 SB_1 ，继电器 KA 得电吸合并自锁，其常开触点闭合， FR - COM 连接，电动机按照预先设定的转速运行；停止时，按下停止按钮 SB_2 ， KA 失电， FR - COM 断开，电动机停止。

80. 变频器寸动运行线路是怎样的

线路如图 28 所示。图中， FR 为正转运行、停止指令端子； $30B$ 、 $30C$ 端子同图 27。

工作原理：调节电位器 RP_1 ，设定电动机正常运行转速；调节电位器 RP_2 ，设定电动机寸动运行转速。

正常运行时，按下按钮 SB_1 ，继电器 KA_1 吸合并自锁，其常开触点闭合，由电位器 RP_1 输入信号，另一常开触点闭合， FR - COM 接通，电动机按额定速度运行；停止时，按下按钮 SB_2 即可。

寸动运行时，按下按钮 SB_3 ，继电器 KA_2 吸合，其常开触点闭合，由 RP_2 输入信号，另一常开触点闭合， FR - COM 接通，电动机按寸动转速运行。松开 SB_3 ，电动机停止。

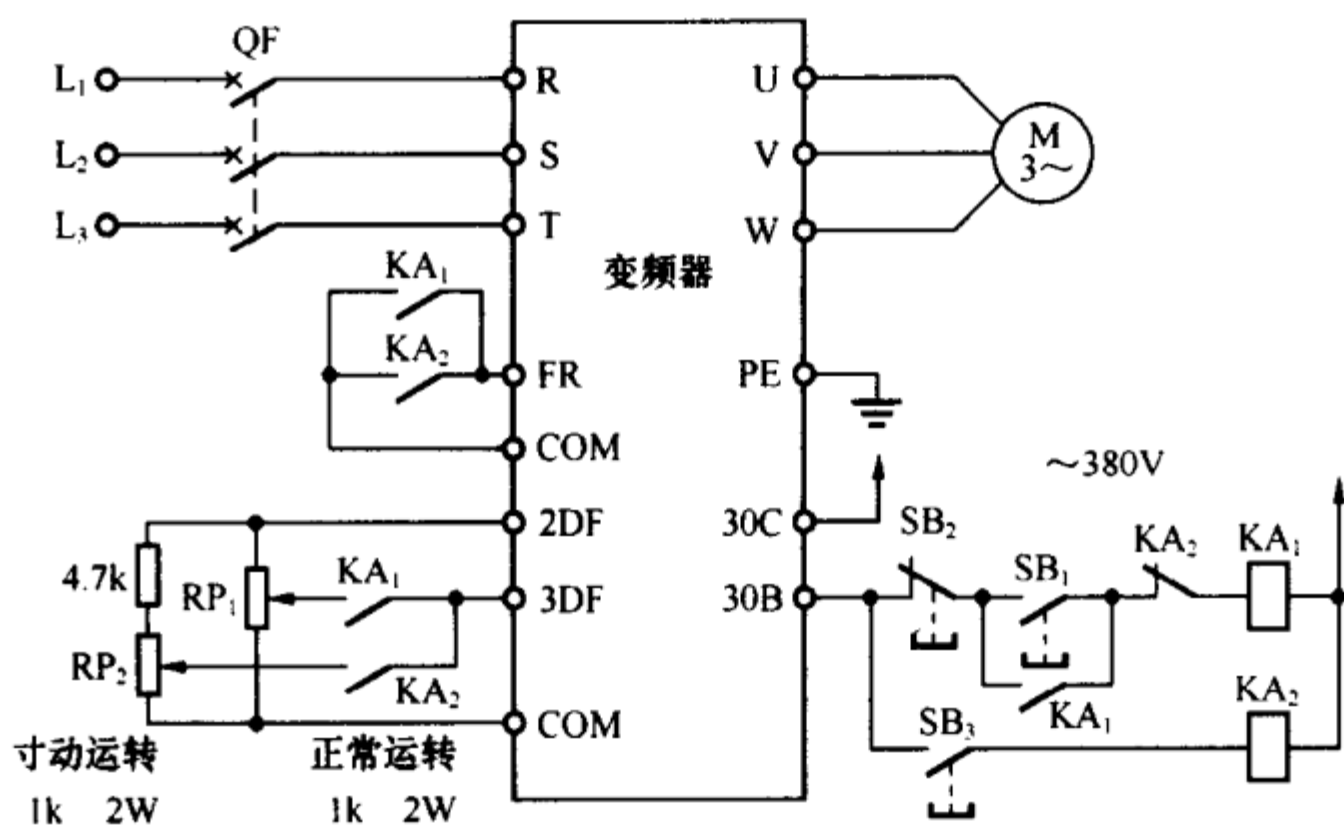


图 28 电动机寸动运行线路

81. 无反转功能的变频器控制电动机正反转运行线路是怎样的

线路如图 29 所示。图中，FR 为正转运行、停止指令端子；30B、30C 端子同图 27。

工作原理：调节电位器 RP，设定电动机运行转速（正、反转速度相同）。

正转时，按下按钮 SB_1 ，继电器 KA_1 得电吸合并自锁，其两对常开触点闭合，FR-COM 接通，同时时间继电器 KT 得电，其延时闭合常闭触点瞬时断开，延时断开常开触点闭合； KA_1 的另一对常开触点闭合，接触器 KM_1 得电吸合并自锁，其主触点闭合，电动机正转运行。

欲反转，应先使电动机停止，断开断路器 QF 即可。然后按下按钮 SB_2 ，如果这时时间继电器 KT 的延时闭合常闭触点已闭合（正转至反转或反转至正转，均需一段延时方可实现，若不经延时，电动机将受到很大的电流冲击和转矩冲击），则反转继电器 KA_2 吸合并

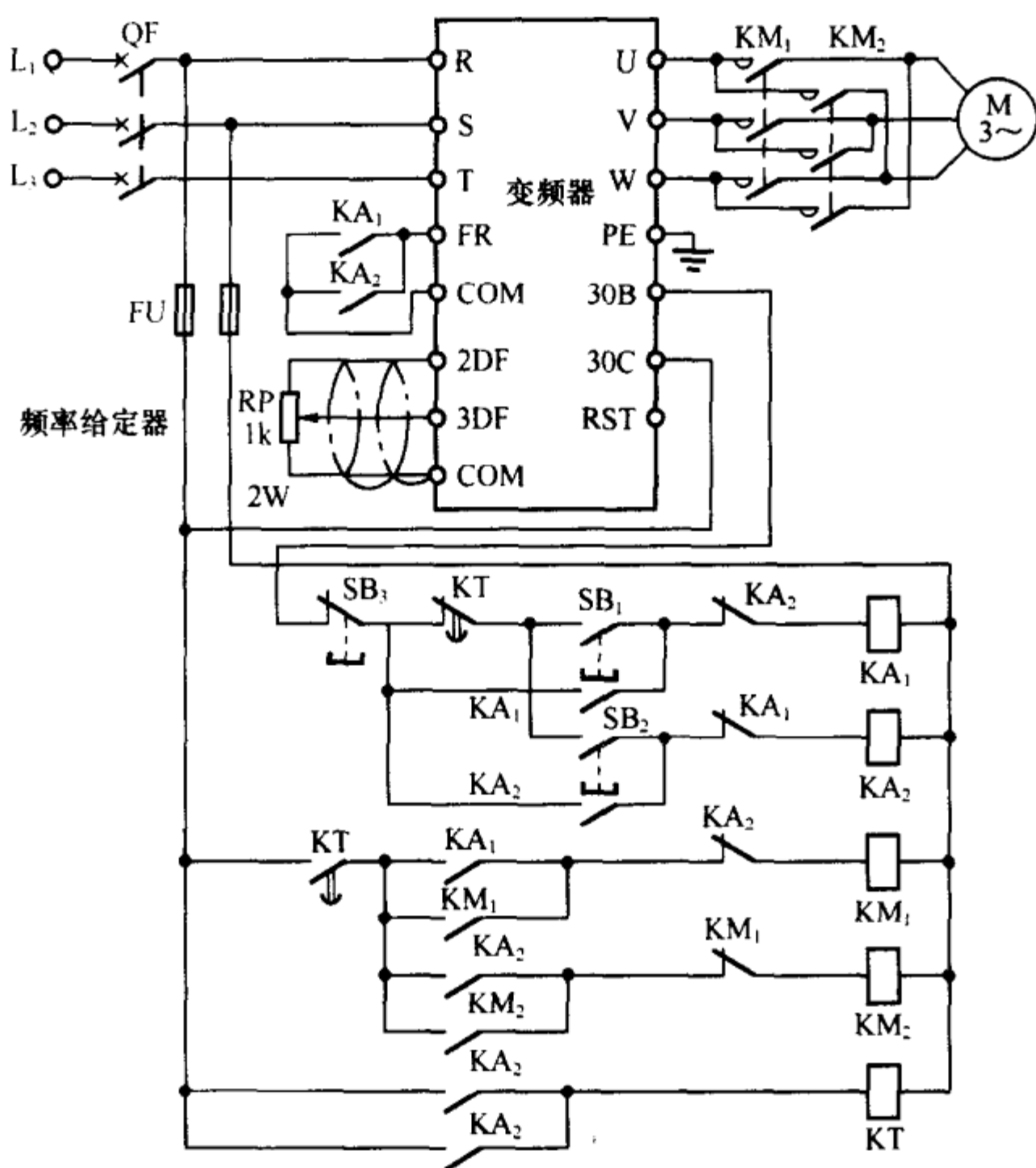


图 29 无反转功能的变频器控制电动机正反转运行线路

自锁，接触器 KM_2 吸合，电动机反转运行。

在该线路中，继电器 KA_1 和 KA_2 相互连锁，接触器 KM_1 和 KM_2 相互连锁，以确保安全。

时间继电器 KT 的整定时间要超过电动机停止时间或变频器的减速时间。

82. 有正反转功能的变频器控制电动机正反转运行线路是怎样的

线路如图 30 所示。图中，FR 为正转运行、停止指令端子，

RR 为反转运行、停止指令端子。

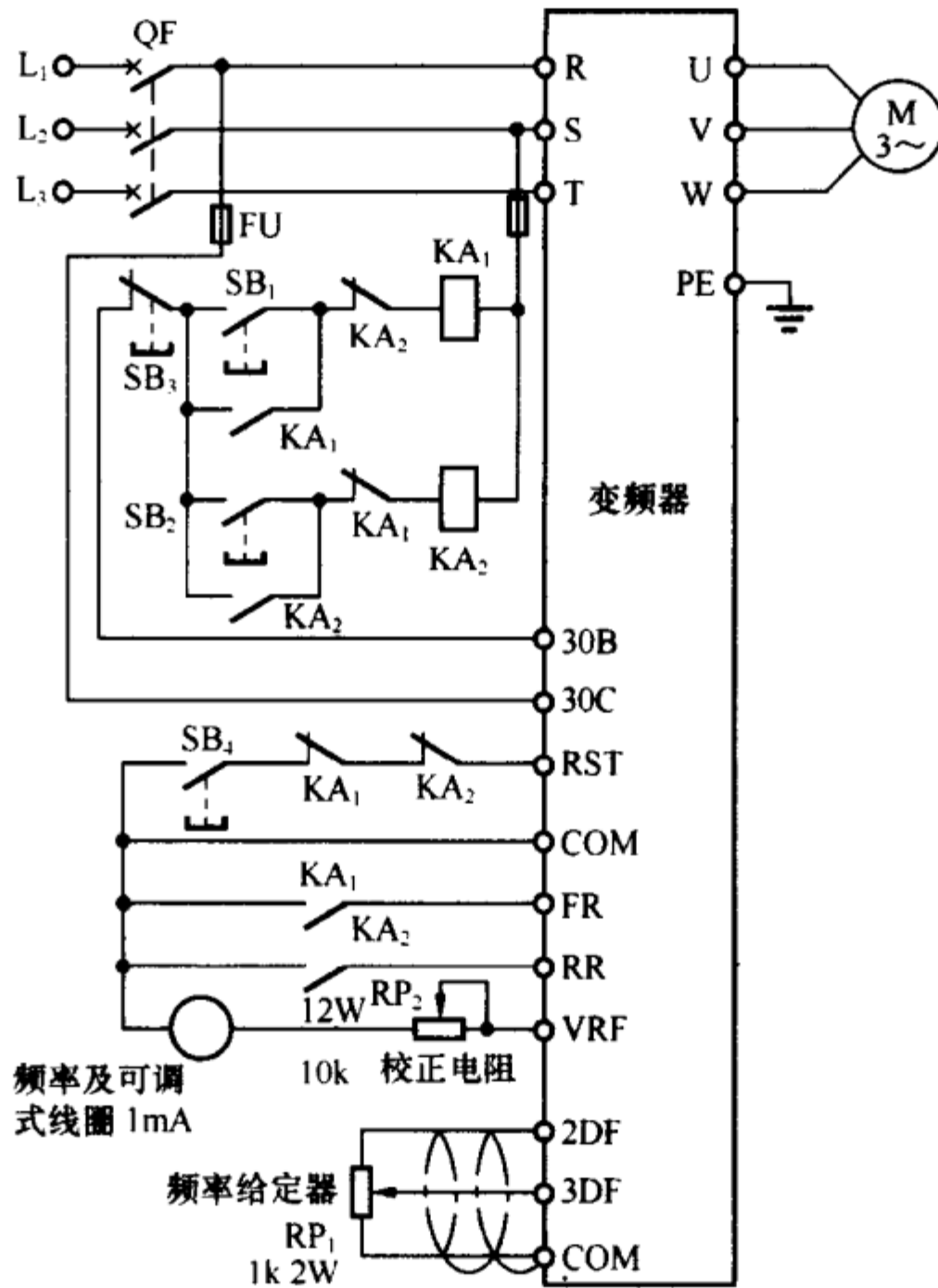


图 30 有正反转功能的变频器控制电动机正反转运行线路

工作原理：正转时，按下按钮 SB_1 ，继电器 KA_1 得电吸合并自锁，其常开触点闭合，FR-COM 连接，电动机正转运行；停止时，按下按钮 SB_3 ， KA_1 失电释放，电动机停止转动。

反转时，按下按钮 SB_2 ，继电器 KA_2 得电吸合并自锁，RR-COM 连接，电动机反转运行。

继电器 KA_1 和 KA_2 相互连锁。

事故停机或正常停机时，复位端子 RST-COM 断开，发出报警信号；按下按钮 SB_4 ，报警解除。

83. 变频器步进运行及点动运行线路是怎样的

线路如图 31 所示。图中，REV 为反转运行、停止指令端子，FWD 为正转运行、停止指令端子，JOG 为点动端子，CM 为接点输入公用端，X4、X5 为加/减速时间选择端子。通过开关 S_1 、 S_2 ，能选择 4 种加/减速时间。

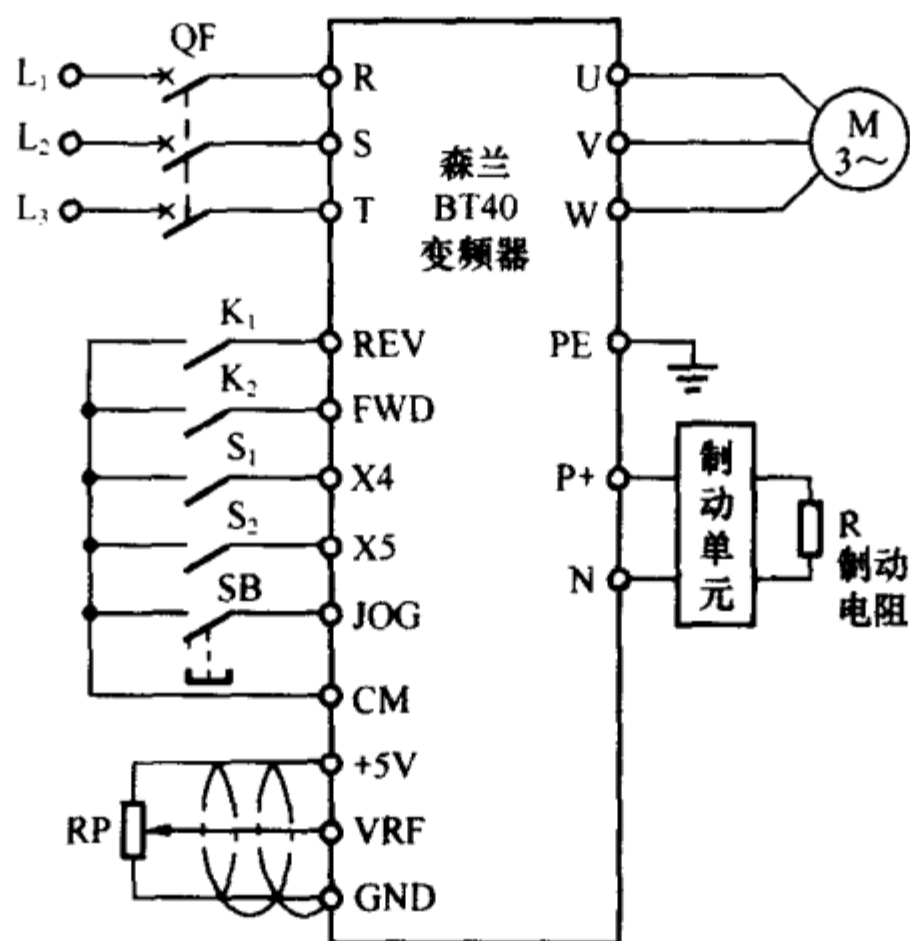


图 31 变频器步进运行及点动运行线路

工作原理：合上 K_2 ，FWD-CM 连接，电动机正转运行；断开 K_2 ，电动机停止。合上 K_1 ，REV-CM 连接，电动机反转运行；断开 K_1 ，电动机停止。当 K_1 、 K_2 同时闭合时，无效。

当变频器处于停止状态时，按下按钮 SB，再合上 K_2 （或 K_1 ），则电动机点动正转（或反转）运行。

通过开关 S_1 、 S_2 接通和断开的不同组合，即通过 X4-CM、X5-CM 之间的接通/断开的组合，能选择最多 4 种加/减速选择时间。详见第 4 问表 3。

84. 简单的电动机变频器工频/变频切换线路是怎样的

在某些生产过程中是不允许停机的。在变频运行中一旦变频器因故障而跳闸，则必须切换到工频下运行。另外，有些场合需要工频运行和变频运行相互切换。

工频/变频切换线路需注意以下问题：

(1) 在工频下运行时，变频器不可能对电动机进行过载保护，所以必须接入热继电器 FR，用于在工频下运行时的过载保护。

(2) 将工频电网运行中的电动机切换到变频器侧运行时，电动机必须完全停止后，再切换到变频器侧重新起动，否则会产生很大的冲击电流和冲击转矩，造成设备损坏或跳闸停电。对于从电网切换到变频器时不允许完全停止的设备，必须选择备有相应选用件的变频器，使电动机未停止就切换到变频器侧，即脱离电网，变频器与自由运转的电动机同步后，再输出电压。

(3) 切换至工频的同时，应有声光报警。

简单的电动机工频/变频切换线路如图 32 所示。图中，SA 为工频/变频切换开关，SB₁ 为起动按钮，SB₂ 为停止按钮。各端子的功能见第 5 问表 4。

图中未画出模拟电压输入(频率给定)、模拟电流输入等电路。

工作原理：当需要网电直接给电动机供电时，将转换开关 SA 置于“Ⅰ”的位置，按下按钮 SB₁，接触器 KM₃ 得电吸合并自锁，而这时接触器 KM₁ 和 KM₂ 均失电释放，电动机接通网电起动运行；停止时，按下按钮 SB₂，KM₃ 失电释放，电动机停止。

当电动机由网电供电切换为由变频器控制电动机调速运行时，将 SA 置于“Ⅱ”的位置，由于时间继电器 KT 的延时闭合常闭触点在网上电供电时是断开的，所以 SA 置于“Ⅱ”的位置时，KT 的触点需延迟一段时间才闭合。这时 KM₁、KM₂ 才能吸合，变频器才投入工作，以确保安全。

工频/变频切换还通过 KM₂、KM₃ 的常闭辅助触点实现连锁，

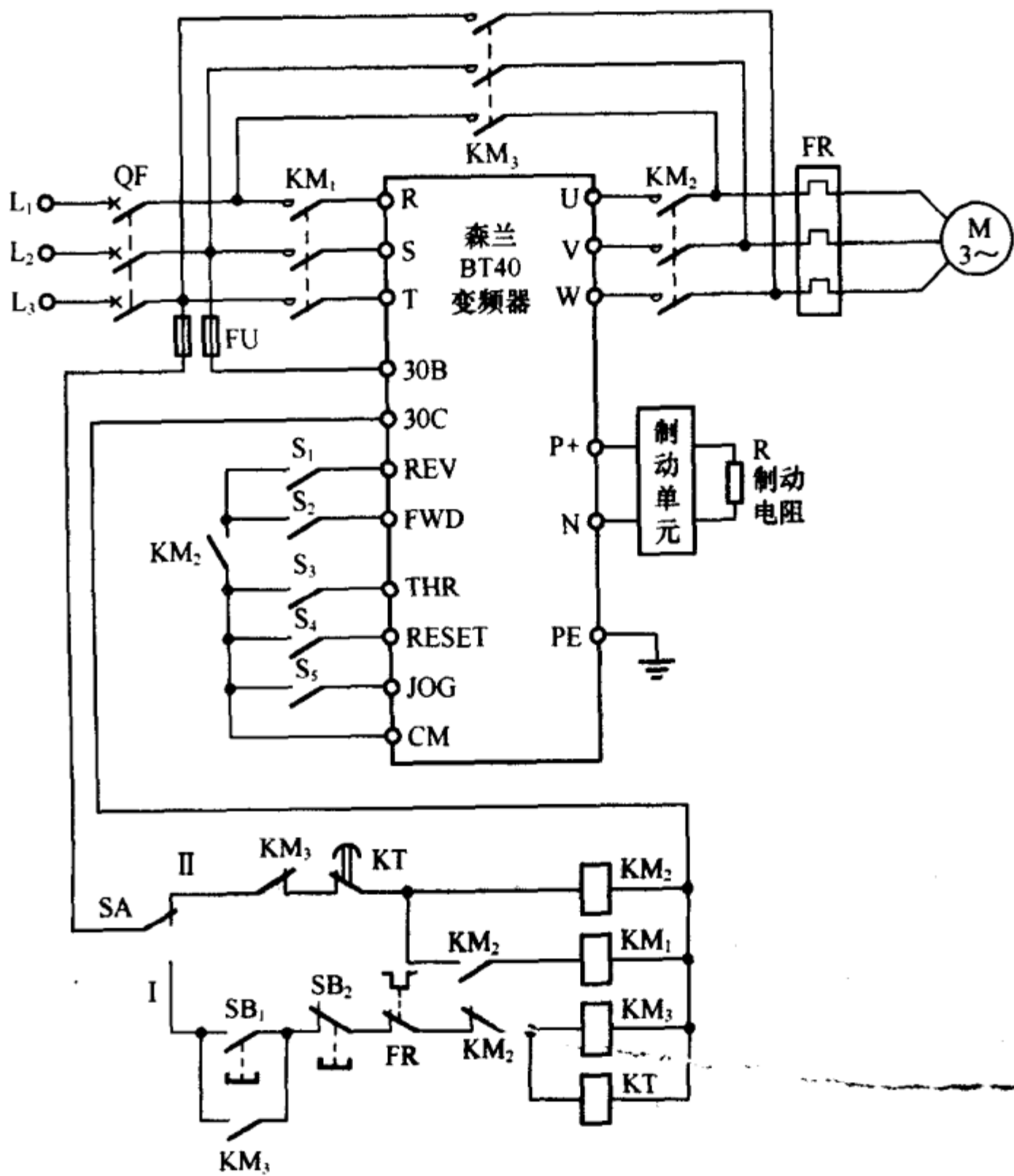


图 32 电动机变频器工频/变频切换线路

以确保安全。

如果利用变频器的故障继电器触点代替转换开关 SA，则能实现变频器故障跳闸后切换到工频下运行。参见第 85 问(5)项。

85. 东芝 VF-A7 系列变频器的工频/变频切换线路是怎样的

线路如图 33 所示。图中， R_0 、 S_0 为变频器控制电源端子；F 为正转运行、停止指令端子； S_3 为工频/变频切换端子 [S_3 处于

“ON”状态(KA_3 触点闭合)时,为工频运行; S_3 处于“OFF”状态(KA_3 触点断开)时,为变频运行]; OUT_1 和 OUT_2 为切换执行端子(OUT_1 处于“ON”状态时为切换至变频下运行的信号; OUT_2 处于“ON”状态时为切换至工频下运行的信号); FLA 和 FLB 为故障信号输出端子; RES 为复位端子; CC 为接点输入公用端。

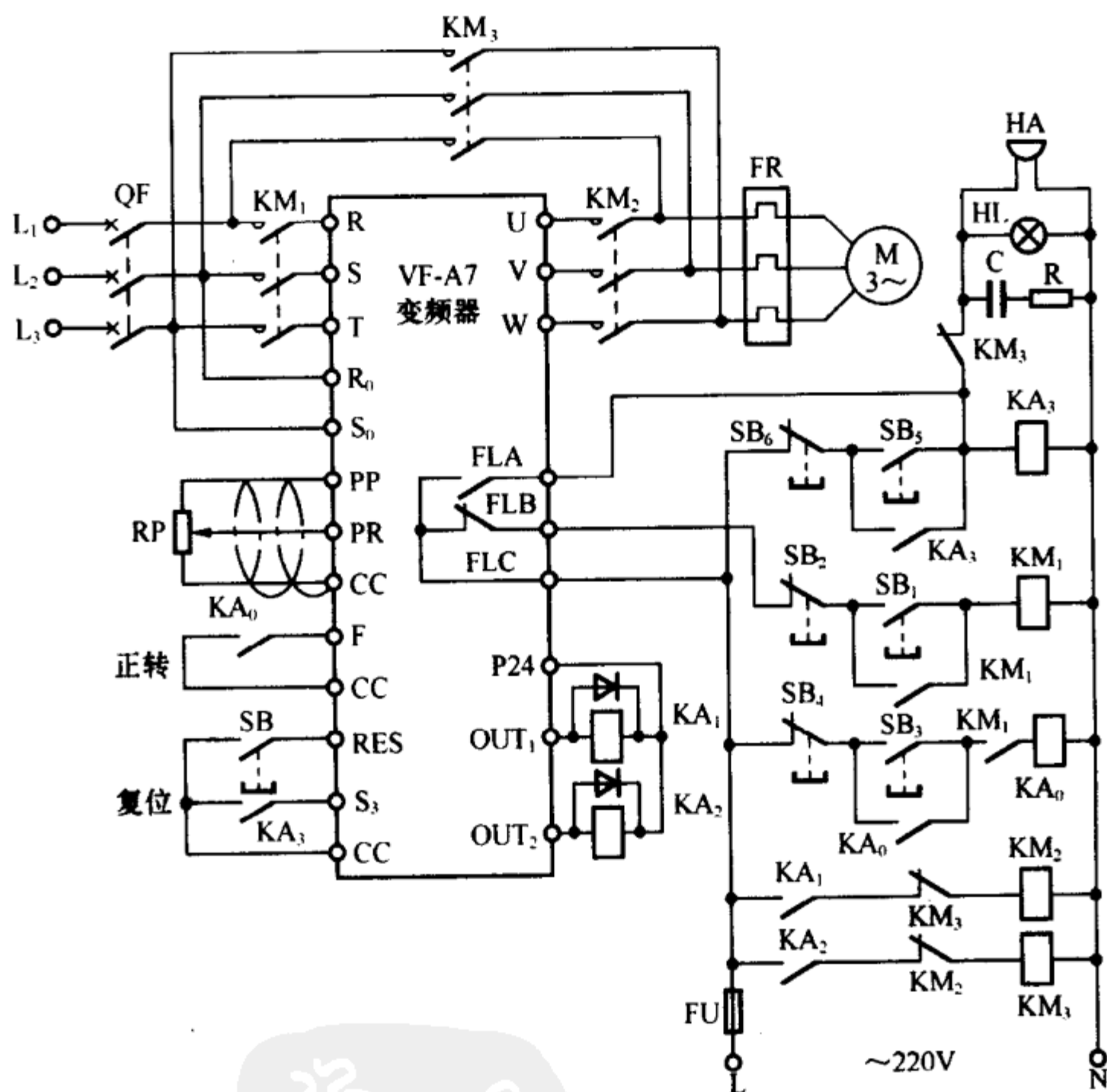


图 33 VF-A7 系列变频器工频/变频切换线路

工作原理:

(1) 系统接通电源。合上断路器 QF , 由于继电器 KA_3 未吸合, S_3 处于“OFF”状态, 变频器的 OUT_1 端子处于“ON”状态, 继电器 KA_1 得电吸合, 其常开触点闭合, 接触器 KM_2 得电吸合,

其主触点将电动机接至变频器的输出端。

(2) 变频器运行。按下按钮 SB_1 ，接触器 KM_1 得电吸合并自锁，变频器接通电源。按下按钮 SB_3 ，继电器 KA_0 得电吸合并自锁，其常开触点闭合，端子 F、CC 接通，电动机起动运行，变频器的输出频率上升到给定频率 f_G 。

(3) 由变频运行切换至工频运行。按下按钮 SB_5 ，继电器 KA_3 得电吸合并自锁，其常开触点闭合，端子 S_3 、CC 接通，输入切换信号。这时变频器首先将输出频率上升至基本频率(等于工频频率) f_{BA} ，并保持时间 t_1 后，使输出端子 OUT_1 转为“OFF”状态，继电器 KA_1 和接触器 KM_2 相继失电释放，电动机脱离变频器。又经过时间 t_2 后，端子 OUT_2 转为“ON”状态，继电器 KA_2 得电吸合，其常开触点闭合，接触器 KM_3 得电吸合，电动机接至工频电源，转为工频运行状态。

(4) 由工频运行切换至变频运行。按下按钮 SB_6 ，继电器 KA_3 失电释放，其常开触点断开，端子 S_3 转为“OFF”状态。这时 OUT_2 转为“OFF”状态， KA_2 和 KM_3 相继失电释放，电动机脱离工频电源。经过时间 t_3 后，端子 OUT_1 转为“ON”状态， KA_1 得电吸合，其常开触点闭合， KM_2 得电吸合，将电动机接至变频器。然后变频器以基本频率运行，再逐渐下降至给定频率运行。

(5) 故障切换。当变频器因故障而跳闸时，其内部的故障继电器触点 FLB 断开，接触器 KM_1 失电释放，变频器脱离电源。 KM_1 的常开辅助触点断开，继电器 KA_0 失电释放，端子 F、CC 断开，变频器结束运行状态，并使 OUT_1 处于“OFF”状态。

另外，故障继电器触点 FLA 闭合，接通声光报警电路，发出报警信号。同时 KA_3 得电并自锁，其常开触点闭合，端子 S_3 、CC 接通， S_3 为“ON”状态，输入切换信号。因端子 OUT_1 已处于“OFF”状态，故等待时间 t_2 后，端子 OUT_2 转为“ON”状态， KA_2 得电吸合，其常开触点闭合， KM_3 得电吸合，电动机接至工

频电源，转为工频运行状态。

86. 一台变频器控制多台电动机并联运行的线路是怎样的

(1) 线路之一。电路如图 34 所示。对于该控制线路，不能使用变频器内的电子热保护功能，而是每台电动机外加热继电器，用热继电器的常闭触点串联去控制保护单元。用一台变频器控制多台电动机时，变频器的容量选择见第 30 问(7)项。

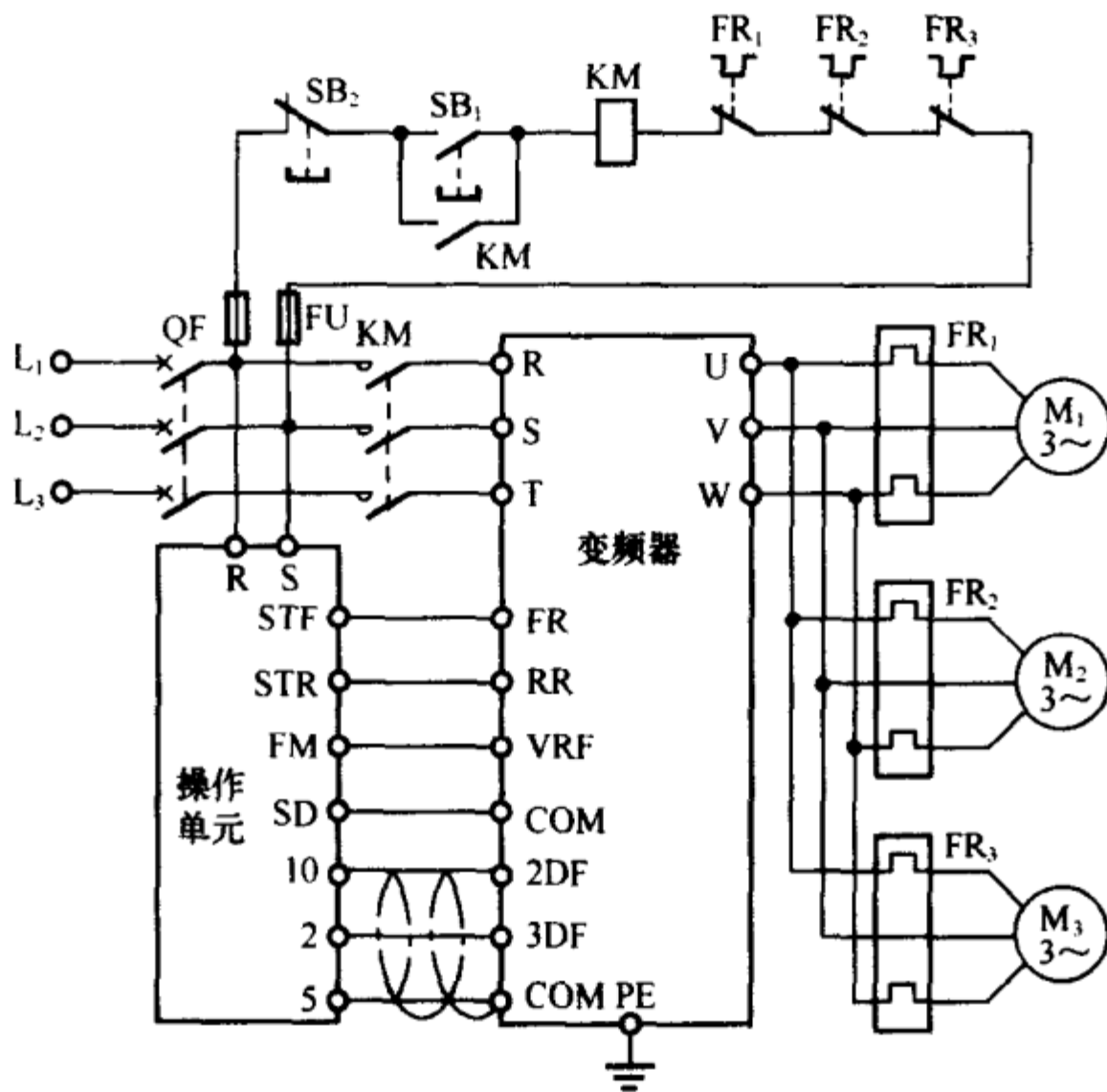


图 34 一台变频器控制多台电动机并联运行的线路(之一)

工作原理：调节操作单元的电位器 RP(图中未标出)，设定电动机正、反转速度。按下按钮 SB₁，接触器 KM 得电吸合并自锁。正转时，操作单元信号从 STF 端输出，变频器的端子 FR、COM 相接，各电动机按同一转速正转；反转时，操作单元信号从 STR 端输出，变频器的端子 RR、COM 相接，各电动机按同一

转速反转。停机时，按下按钮 SB_2 ，接触器 KM 失电释放，电动机停止。

(2) 线路之二。电路如图 35 所示。

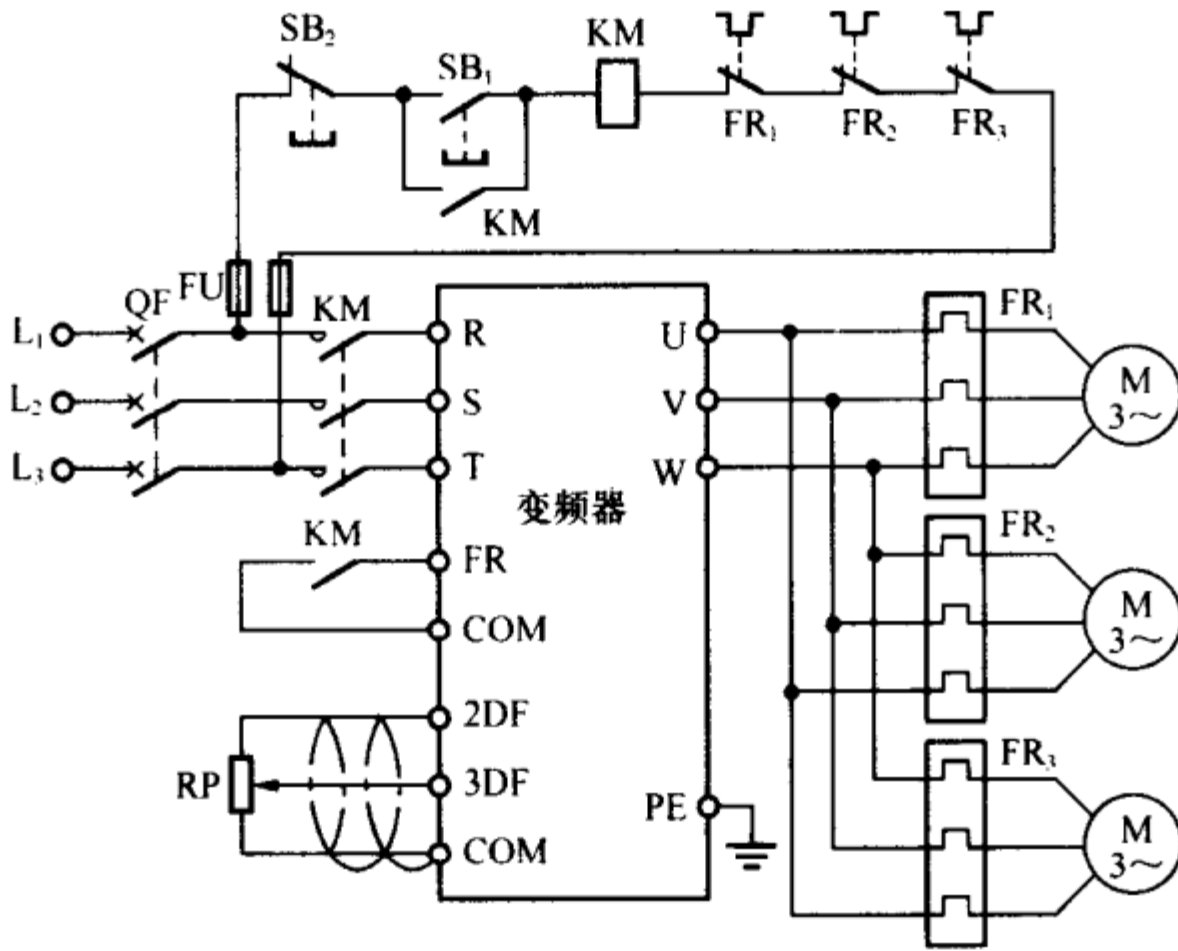


图 35 一台变频器控制多台电动机并联运行的线路(之二)

如果这些电动机极数相同，则它们将以同一转速运行(由变频器外接的电位器 RP 设定)；如果这些电动机极数不一样，则它们将以不同的转速运行。

变频器的加、减速时间应根据最大功率电动机在最大负载时所需的加、减速时间设定。若变频器的性能允许，加、减速时间可设定得略长一些。这样配备，变频器可使多台电动机同时起动，同频率稳速运行，同时减速停机。

(3) 线路之三。用一台频率给定器控制多台电动机并联运行的线路如图 36 所示。

每台电动机配以独立的变频器，而频率给定器仅用一个，即用同一个电位器实现多台电动机并联运行。

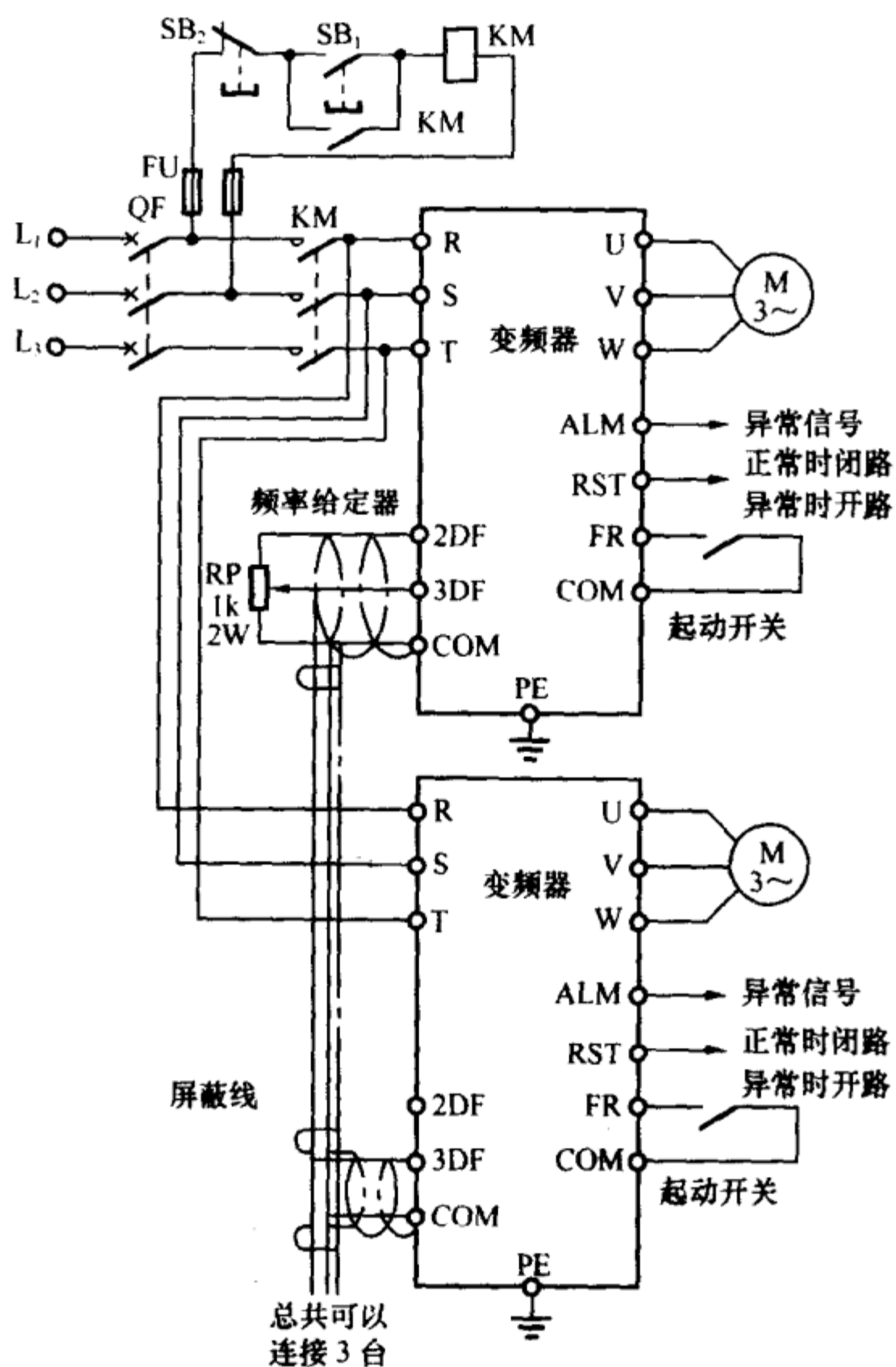


图 36 一台频率给定器控制多台电动机并联运行的线路

87. 用两台变频器同步控制两台电动机的线路是怎样的

如果用两台变频器控制两台电动机以相同或不同转速运行，或虽以不同转速运行，但以同比例升、减速，有以下两种控制方法（控制线路分别见图 37、图 38）：

- (1) 利用变频器内部直流电压(10V)及外接电位器进行控制。

如果要求两台电动机以相同或不同转速运行，可按图 37 接线。调节两台变频器外接的电位器 RP_1 和 RP_2 ，即可改变两台电动机的转速。如果要求两台电动机以不同转速运行，且要以同比例升、减速（第一台电动机 M_1 的转速比第二台电动机 M_2 高），则可将 RP_2 的上端接到 RP_1 的中心端，这样可以同步进行调速控制。调节 RP_1 可使两台电动机同步同比例改变转速。

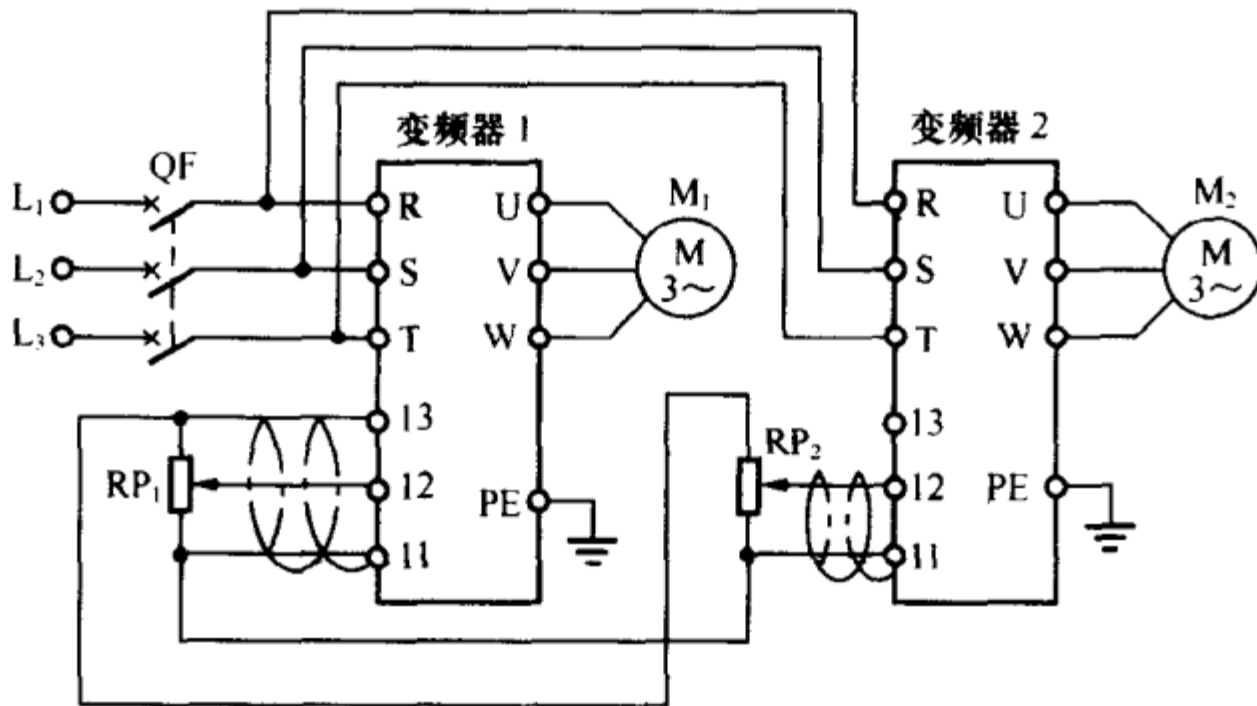


图 37 两台变频器同步控制两台电动机的线路(之一)

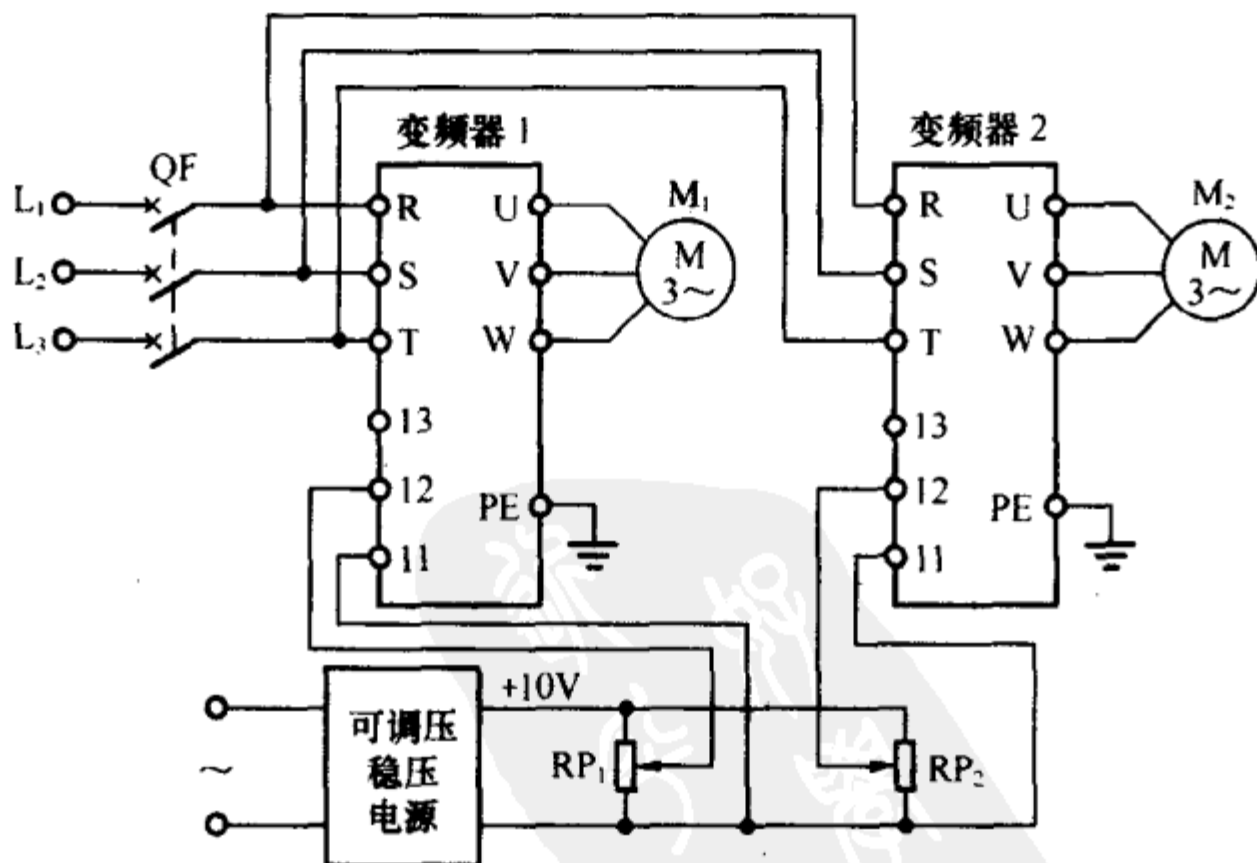


图 38 两台变频器同步控制两台电动机的线路(之二)

(2) 利用一台输出电压可调的稳压电源控制变频器电位器同步调速，可按图 38 接线。将变频器外接的两个电位器 RP_1 、 RP_2 并联在稳压电源的输出端，调节 RP_1 和 RP_2 能分别改变两台电动机的转速。调节稳压电源的输出电压，即可控制两台电动机以同比例升、降速，达到两台电动机同步运行的目的。

88. 用多台变频器同步控制多台电动机的线路是怎样的

可以用多台变频器控制多台电动机以相同或不同的转速运行，或多台电动机以不同的转速运行，但要求同比例升、减速。其控制方法有以下两种：

(1) 利用变频器内部直流电压(10V)及控制电位器进行控制。如果要求多台电动机以相同或不同转速运行，可按图 39 接线。分别调节各自变频器的电位器，即可调节对应那台电动机的转速，达到同步运行的目的。如果要求多台电动机以不同转速运行，但以同比例升、减速(第一台电动机 M_1 的转速比其余电动机高)，只需将其余各台电动机所对应变频器电位器的上端接到第一台变频器电位器 RP_1 的中心端即可。

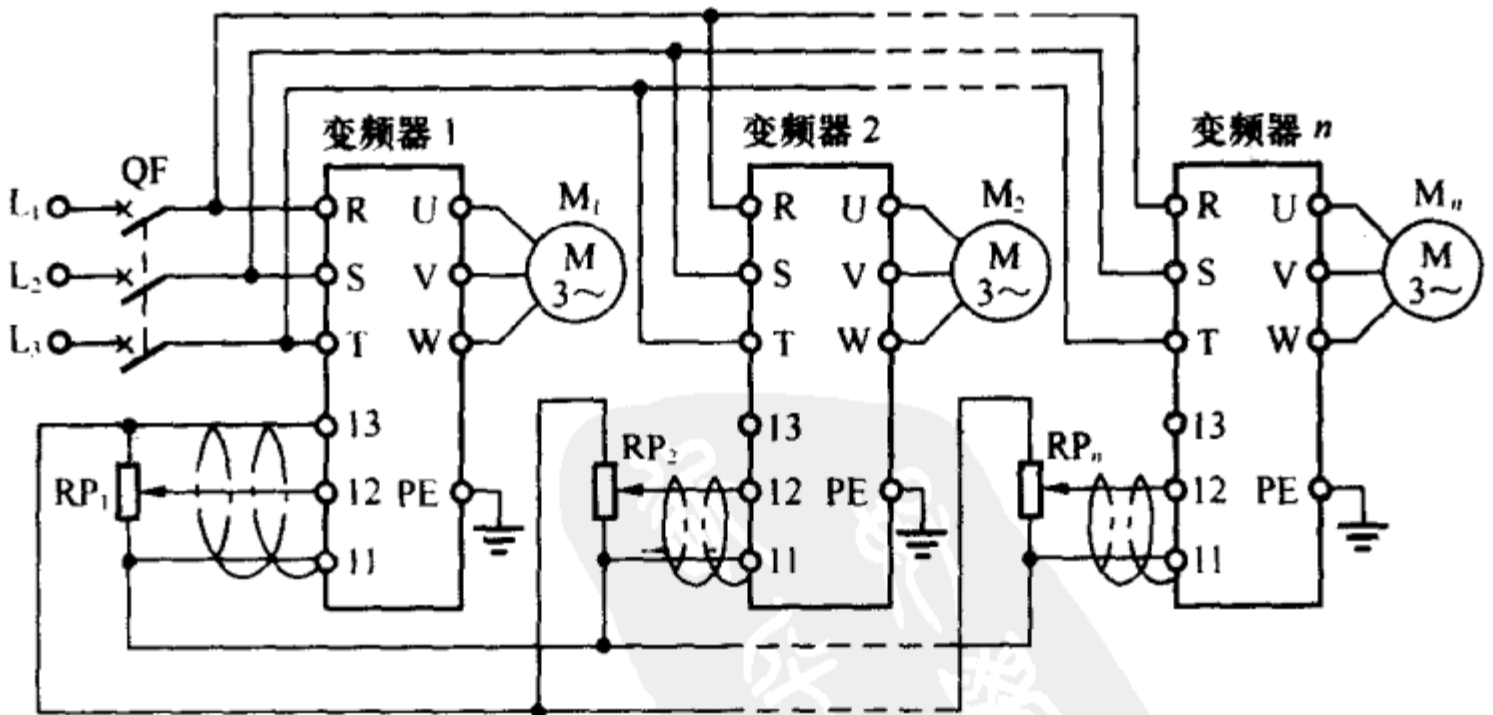


图 39 多台变频器同步控制多台电动机的线路(之一)

(2) 利用一台输出电压可调的稳压电源进行控制。可将各个变频器的电位器并联在稳压电源的输出端，调节各个电位器能分别改变各台电动机的转速。调节稳压电源的输出电压，即可同时控制各台电动机的转速水平，达到同步运行的目的。利用一台稳压电源和多台变频器控制多台电动机的接线如图 40 所示。

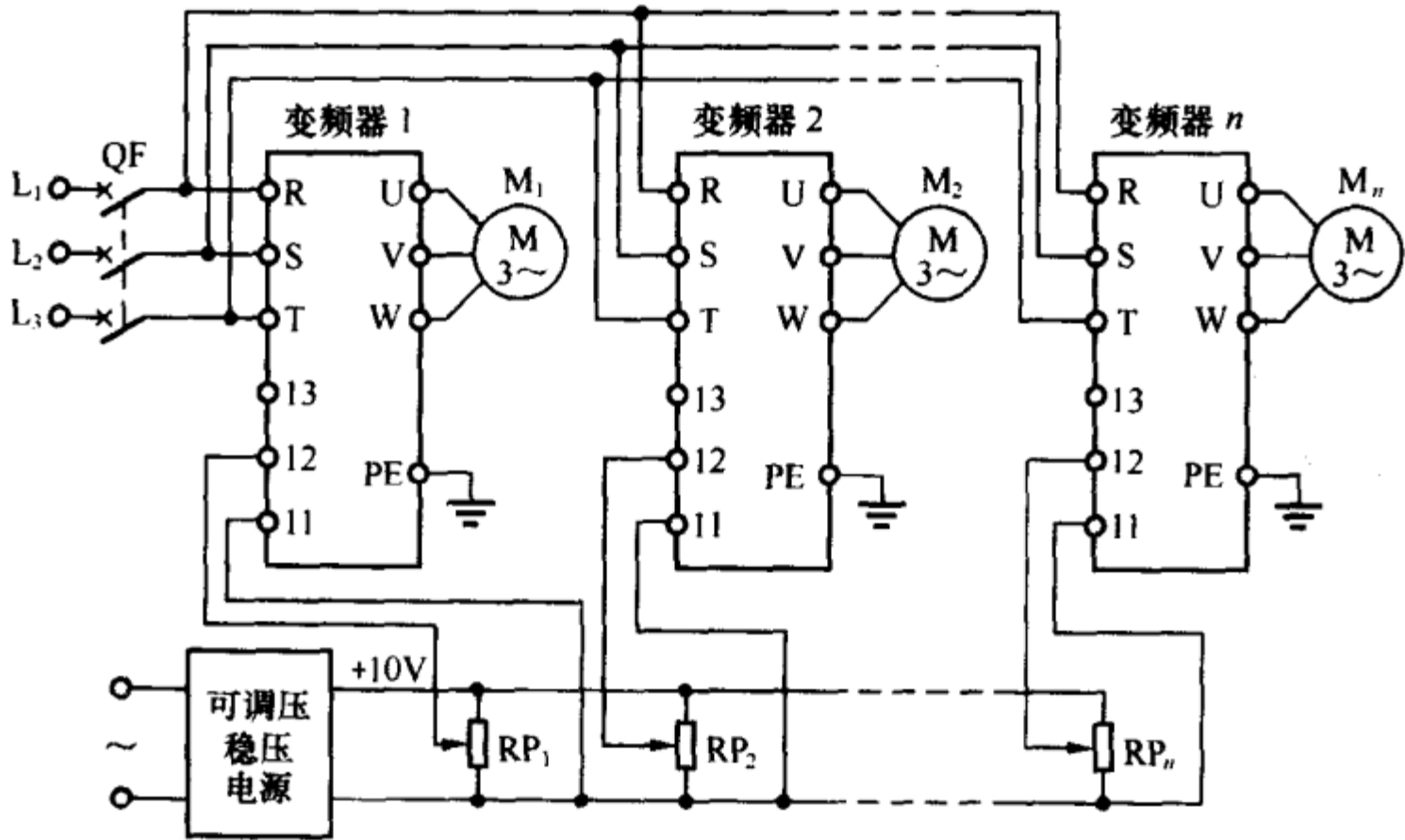


图 40 多台变频器同步控制多台电动机的线路(之二)

89. 利用外置单元实现多台电动机同步运行的线路是怎样的

(1) 利用主速设定箱 FR-FG 和联动设定操作箱 FR-AL(日本三菱变频器)实现多台电动机同步运行。线路如图 41 所示。利用这两个外置单元，可以方便地调节主速度(主电动机的转速)，并使其余电动机的转速与此转速一致。

(2) 利用比率设定箱 FR-FH(三菱变频器)实现多台电动机按不同速率运行。线路如图 42 所示。

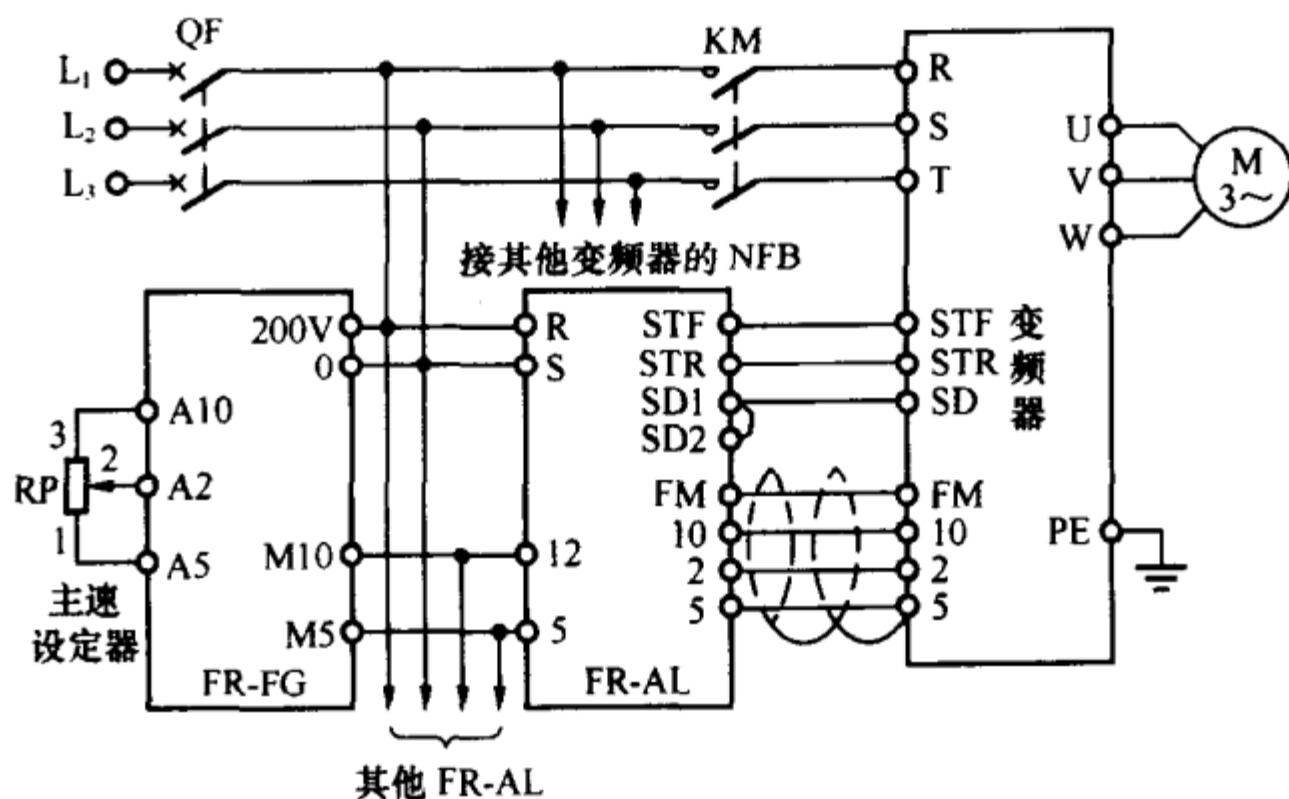


图 41 利用 FR-FG 和 FR-AL 实现多台电动机同步运行的线路

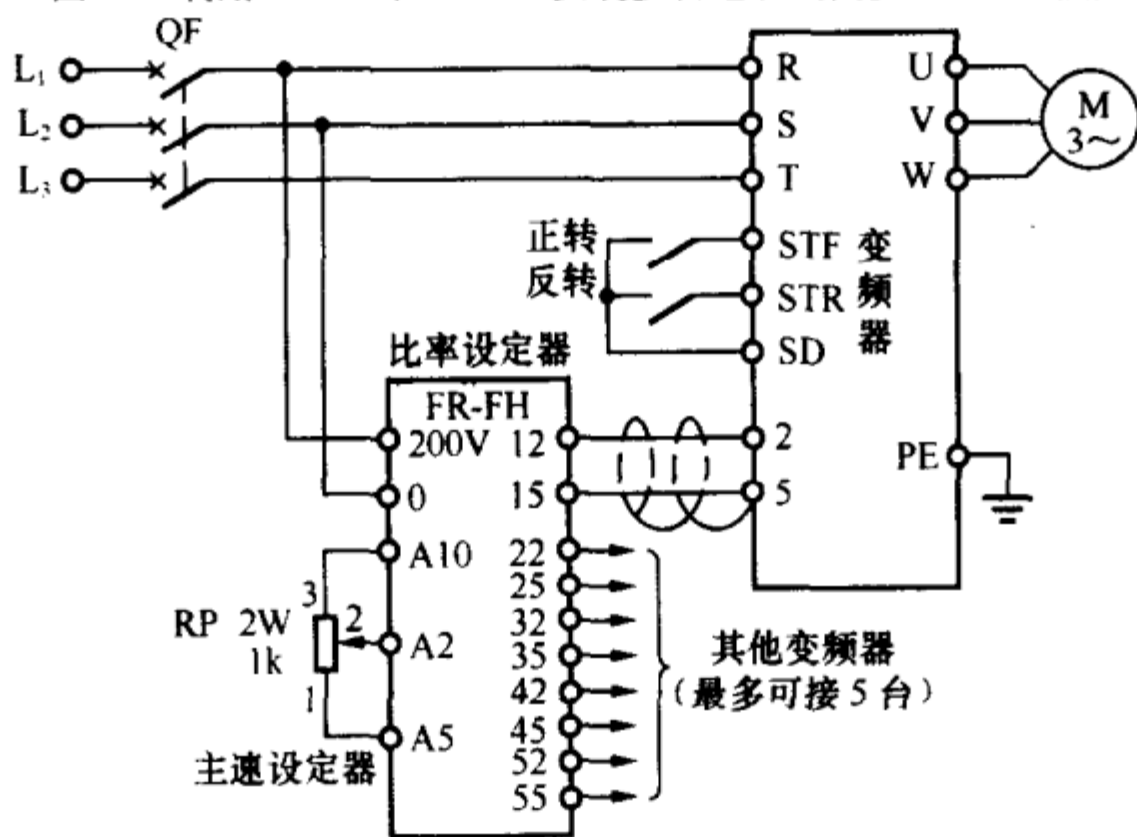
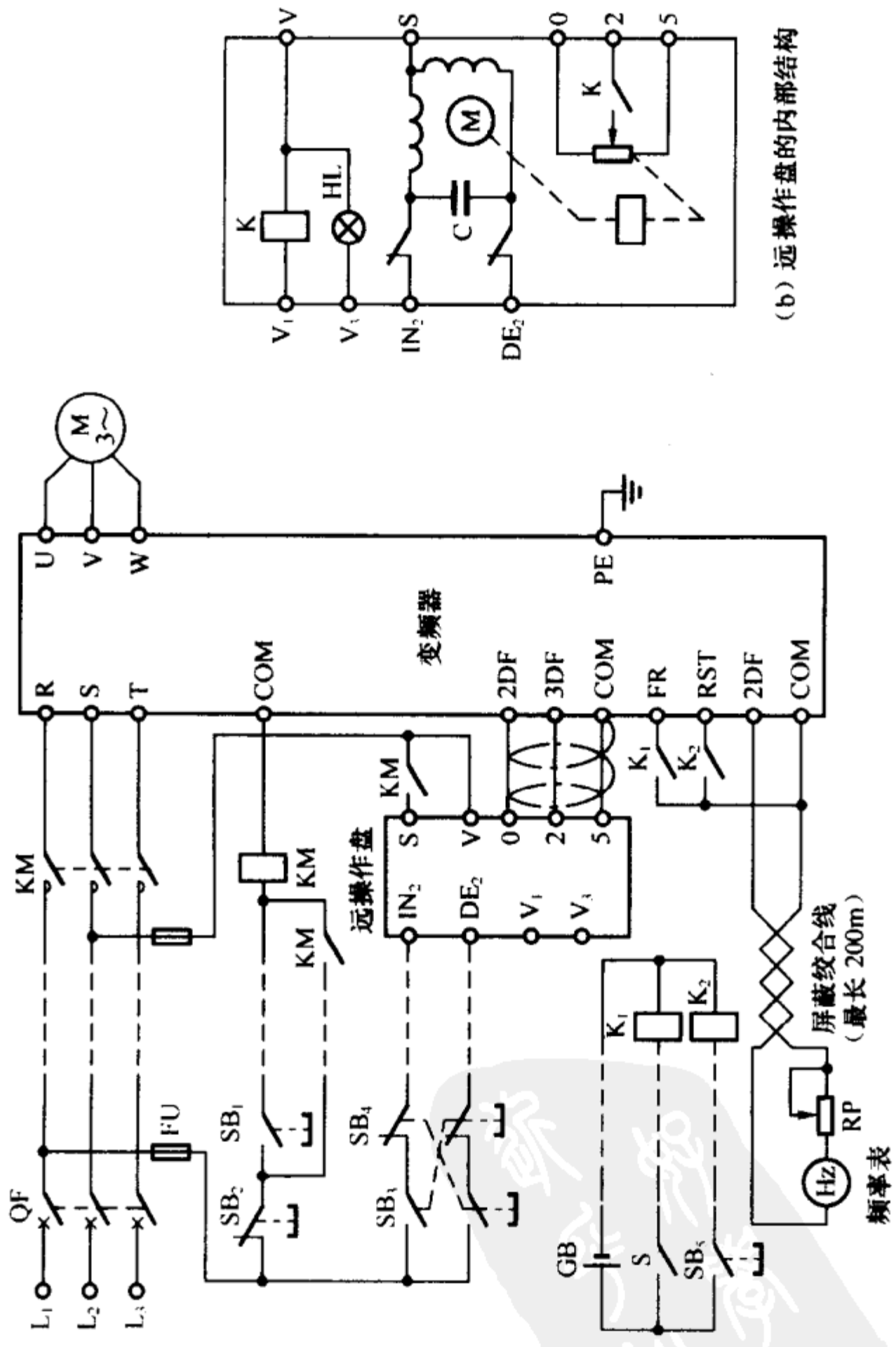


图 42 利用 FR-FH 实现多台电动机按不同速率运行的线路

90. 远距离操作变频器控制线路是怎样的

当操作台距离变频器很远时，信号连接电缆线很长，但频率给定信号电路的电压很低，电流微弱，极易受外界干扰。为此，可采用远操作盘(选用件)，以抑制长连线带来的干扰。

线路如图 43(a)所示，远操作盘内部结构如图 43(b)所示。具



(a) 控制线路

图43 远距离操作变频器控制线路及远操作盘的内部结构

体安装时，远操作盘要设置在变频器附近，按钮、起动开关和复位开关等安装在操作台上。注意，信号电缆线和动力线要分开布置，频率表的电缆宜使用绞合屏蔽线。

图中，FR 为变频器的正转运行、停止指令端子，RST 为复位端子，用以解除变频器故障跳闸后的保持状态。

工作原理：合上断路器 QF，按下按钮 SB₁，接触器 KM 得电吸合并自锁，接通变频器电源。KM 的常开辅助触点闭合，接通远操作盘内部电源。由于合上 QF 时远操作盘内的继电器 K 已得电吸合，其常开触点闭合，接通电位器 RP 调节线路，因此，这时按动 SB₃ 或 SB₄ 即可调节电位器 RP，以设定频率给定。

合上起动开关 S，继电器 K₁ 得电吸合，其常开触点闭合，端子 FR、COM 相接，电动机即起动运行。停机时，按下停止按钮 SB₂ 即可。

远操作盘对于三菱变频器来说即为遥控设定箱 FR-FK (选用件)，其接线如图 44 所示。

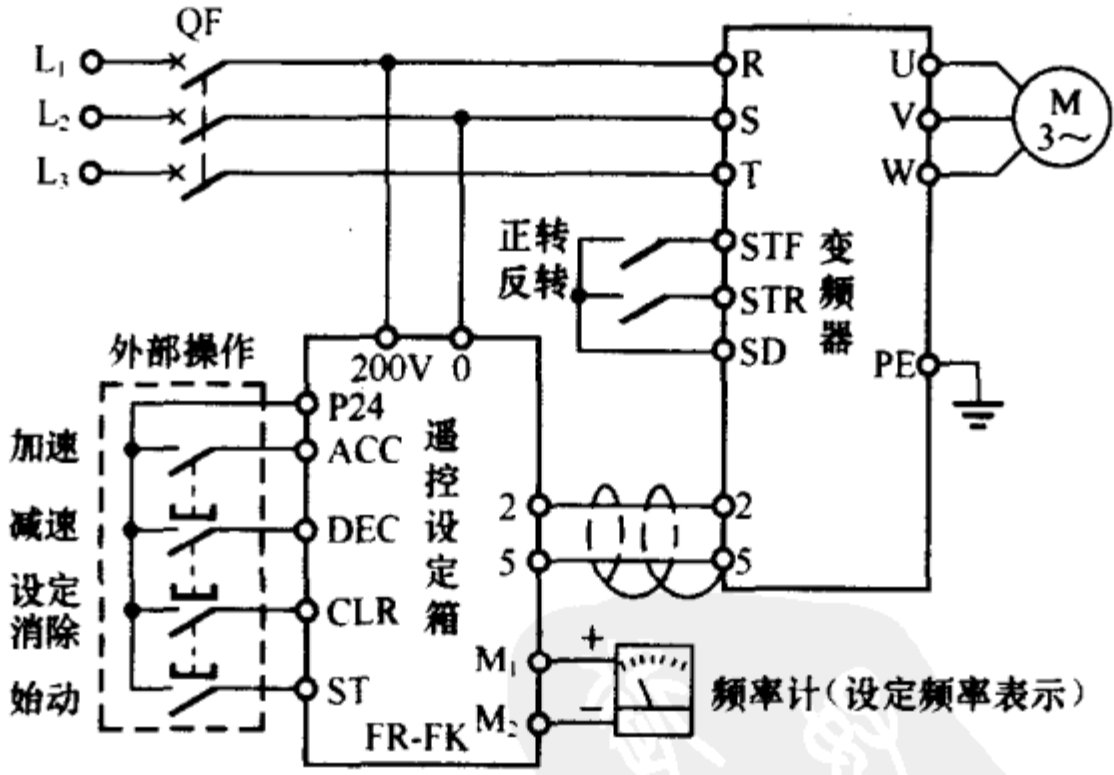


图 44 遥控设定箱与变频器的连接

91. 电磁制动电动机变频调速运行线路是怎样的

电磁制动电动机由普通电动机和电磁制动器 NB 组成。电动机

工作时，网电加于电磁制动器的励磁绕组上，电磁铁的衔铁即被吸上，使电动机转子上的制动盘与后端盖的制动面脱开，转子可自由转动。停机时，切断电源，电磁制动器失电，衔铁复位，使转子的制动盘与后端盖的制动面贴合，电动机迅速停转。

电磁制动电动机变频调速时，应将电磁制动器 NB 通过接触器的触点接网电（变频器的输入侧）。如果 NB 接在电动机侧，则当电动机在低频下运行时，由于电动机的电压也较低，制动器的励磁电流太小，衔铁吸不起来，将导致转子转不动而产生过电流。具体接线如图 45 所示。图中，FR 为正转运行、停止指令。

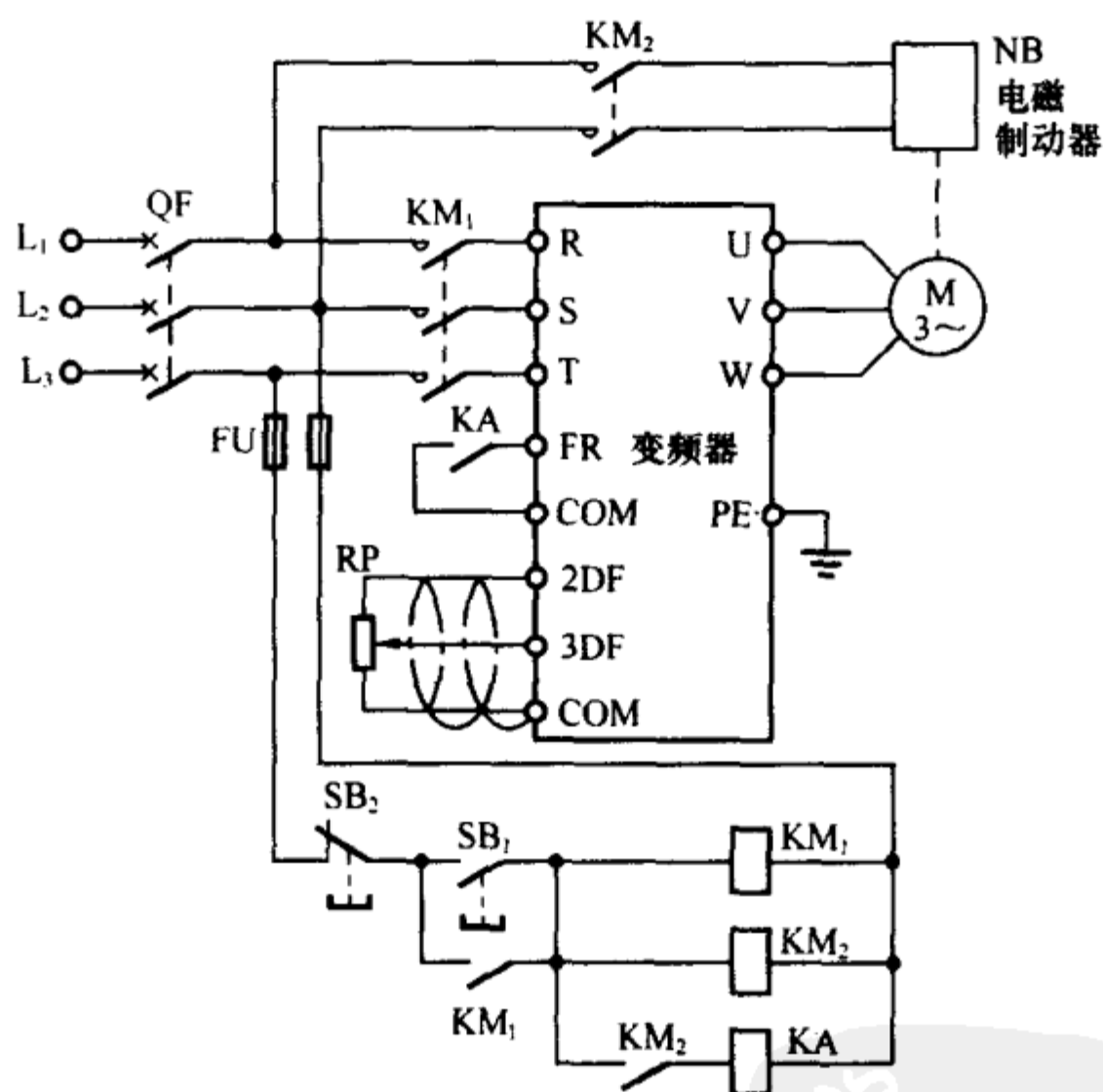


图 45 电磁制动电动机变频调速接线

注意：制动器 NB 必须和电动机同时通电。图中，中间继电器 KA 是用来控制电动机起动的。

工作原理：调节电位器 RP，设定电动机运行速度。运行时，按下按钮 SB_1 ，接触器 KM_1 、 KM_2 同时得电吸合并自锁。这时 KM_1

的主触点闭合，接通变频器电源； KM_2 的主触点闭合，制动器 NB 得电吸合，制动面脱开。 KM_2 的常开辅助触点闭合，继电器 KA 得电吸合，其常开触点闭合，端子 FR、COM 连通，电动机运行。停机时，按下按钮 SB_2 ，接触器 KM_1 、 KM_2 和继电器 KA 均失电释放，制动器 NB 失电释放，电动机被迅速制动停转。

92. 变频器带制动单元、电动机带制动器的运行线路是怎样的

线路如图 46 所示，电动机带有 NB 制动器，变频器带有制动单元选用件。图中，VRF 为设定用电压输入端子。

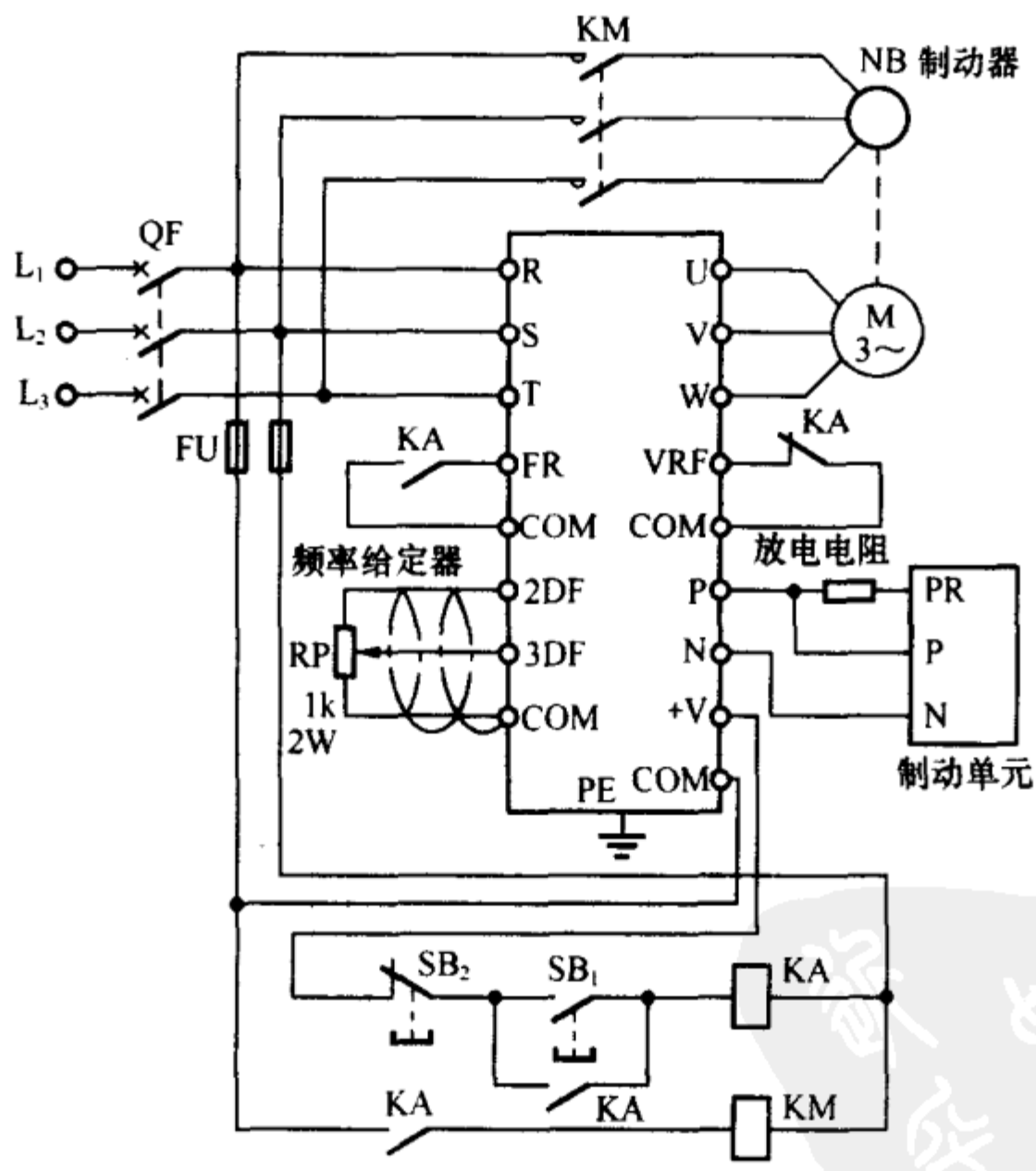


图 46 变频器带制动单元、电动机带制动器的运行线路

工作原理：调节电位器 RP，设定电动机的运行速度。运行时，按

下按钮 SB_1 ，继电器 KA 得电吸合并自锁，其常开触点闭合，端子 FR 、 COM 连通， KA 的常开触点闭合，接触器 KM 得电吸合， NB 制动器吸合，电动机运行。停止时，按下按钮 SB_2 ，继电器 KA 失电释放，端子 IRF 、 COM 断开，而 VRF 、 COM 闭合，频率设定输入电压为零，制动单元投入工作，将逆变返回变频器直流侧的电安全消耗在放电电阻上。与此同时，继电器 KA 的常开触点断开，接触器 KM 失电释放，其主触点断开， NB 制动器失电释放，电动机急速停止。

93. 变极电动机变频器控制线路是怎样的

线路如图 47 所示。图中， FR 为运行、停止指令端子。

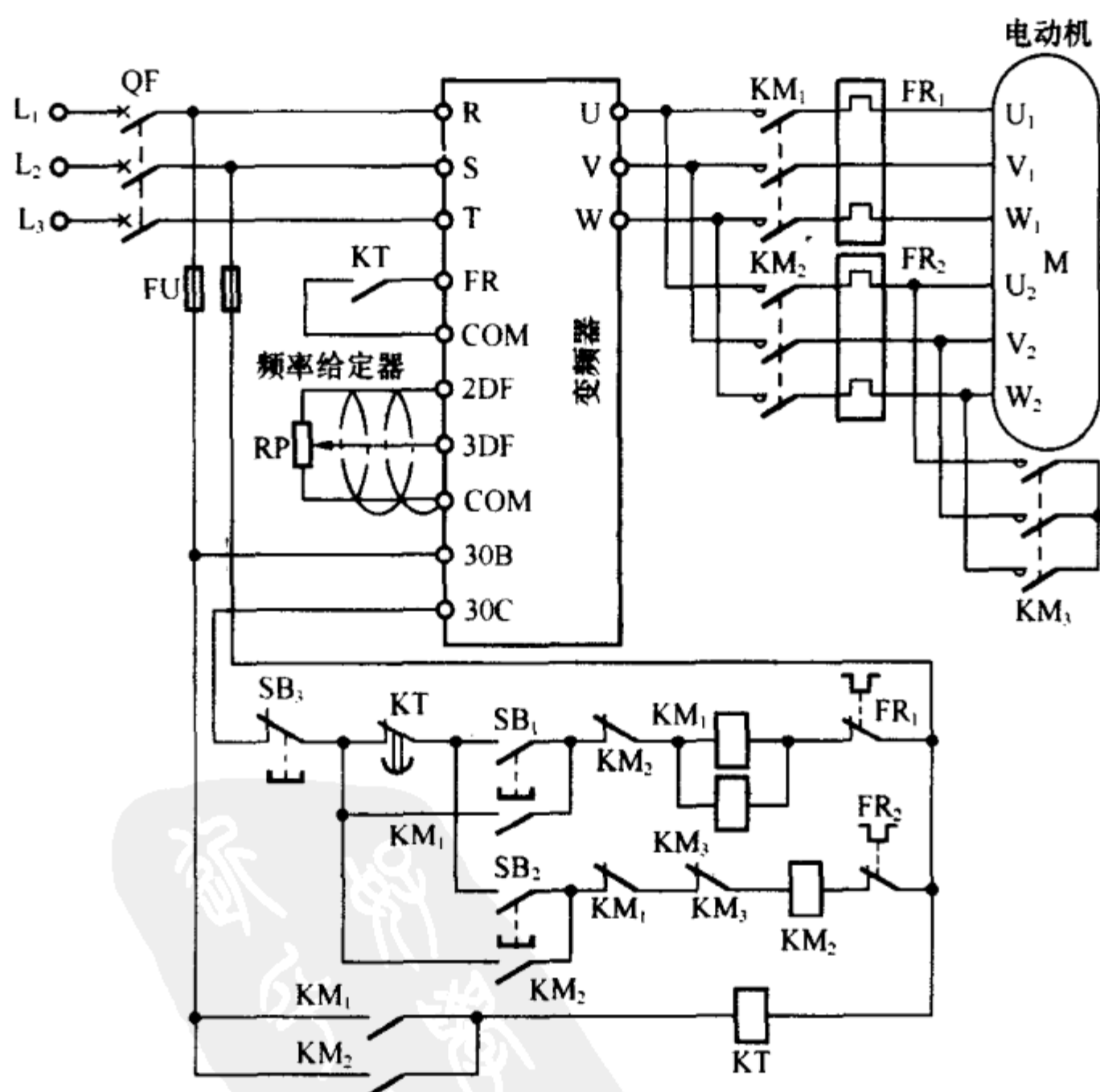


图 47 变极电动机变频器控制线路

工作原理：调节电位器 RP，设定电动机的基本转速。

当接触器 KM_1 、 KM_3 的主触点闭合时，电动机为 Y 形接法，电动机低速运行；当接触器 KM_2 的主触点闭合时，电动机为 Δ 形接法，电动机高速运行。 KM_1 、 KM_3 与 KM_2 相互连锁。两种转速转换时，均经过时间继电器 KT 延时，并通过 KT 的常开触点使端子 FR、COM 连通，输入运转信号后才允许运行（即电动机停止后再进行）。

时间继电器 KT 的整定时间应超过从高速运行到自由停止的时间。

94. 变频器三速运行线路是怎样的

(1) 线路之一。如图 48 所示，该线路中变频器附带三速选用件。

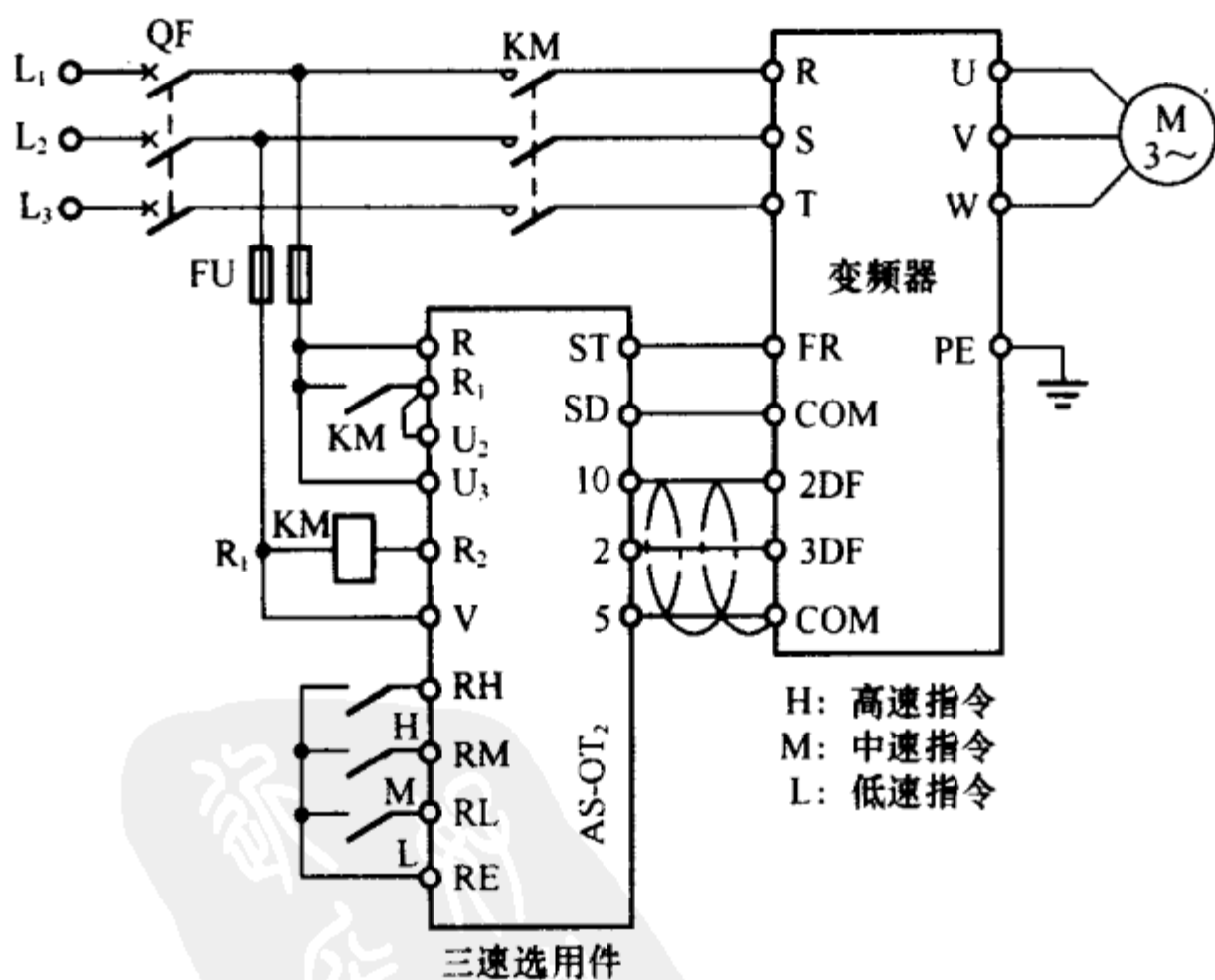


图 48 附带三速选用件的三速运行线路

工作原理：该线路的高速、中速和低速指令由外部输入后，由

选定频率给定信号向变频器输入指令，电动机以给定的速度运行。选用件由起动、停止按钮、三种频率给定器以及上限频率给定器构成。

(2) 线路之二。线路如图 49 所示。图中，FWD 为正转运行、停止指令端子；X1、X2 和 X3 为多段频率选择端子。

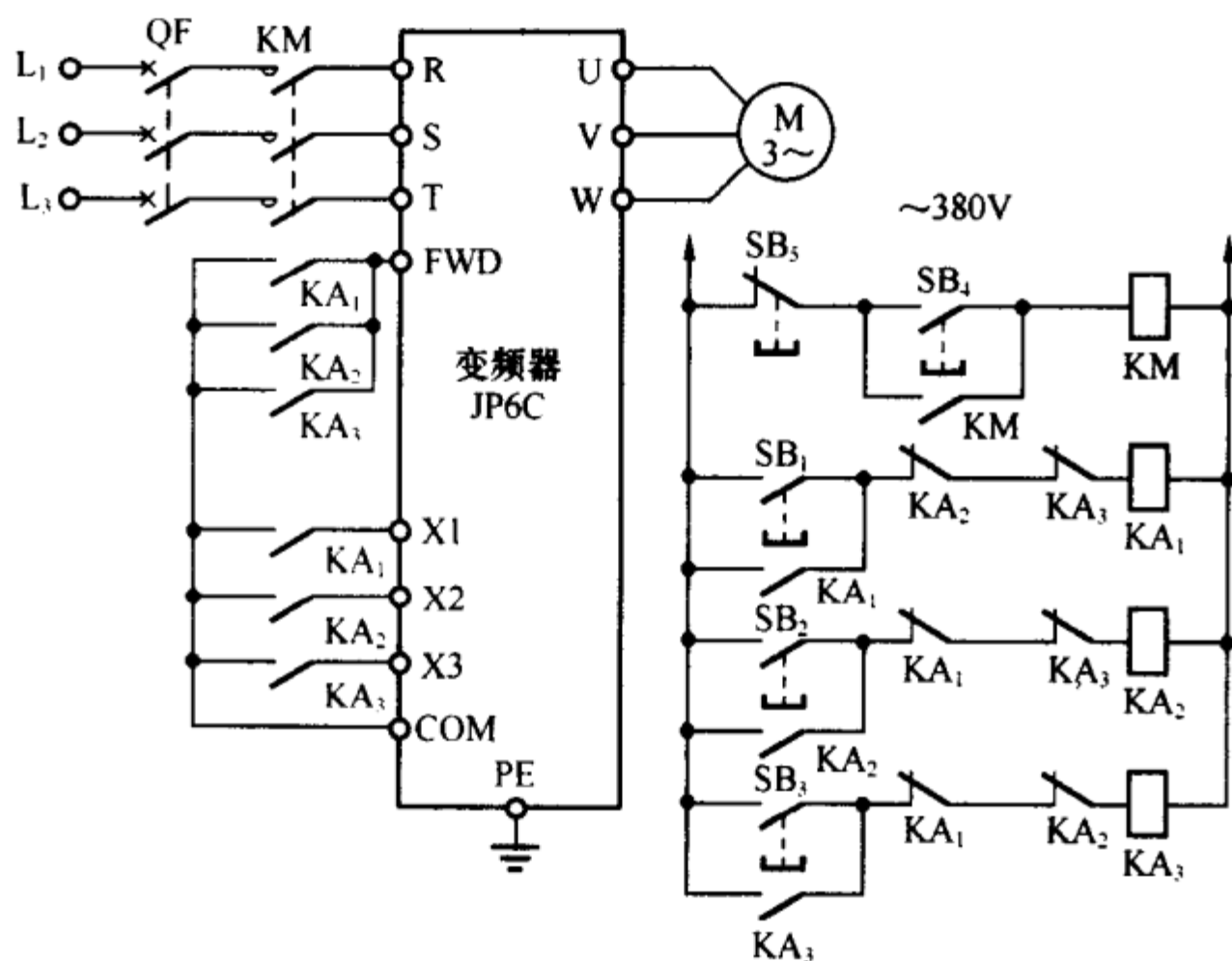


图 49 采用国产 JP6C 型变频器的三速运行线路

工作原理：JP6C 型变频器设有多速选择信号端子（这里仅用三速），因此不需要选用件。频率的给定可以有三种速度，高速、中速和低速用各自的给定电位器调速。继电器 KA_1 、 KA_2 、 KA_3 相互连锁。如按下按钮 SB_1 ，继电器 KA_1 吸合并自锁，其常开触点闭合，端子 X1、COM 连接，另一副触点将端子 FWD、COM 连通，电动机按高速指令运行；同样，按下按钮 SB_2 和 SB_3 ，电动机将分别按中速和低速指令运行。

六、变频器的维护与故障处理

95. 怎样检查和维护变频器

变频器的日常检查和维护内容有：

(1) 检查变频器的周围环境条件，应符合产品说明书规定的使用环境条件。

(2) 检查变频器的输入交流电压，应符合产品说明书规定的输入电压范围要求。

(3) 定期检查紧固件，看是否松动，并及时旋紧。

(4) 检查触摸面板显示有无异常情况。

(5) 平时注意观察导体、绝缘体是否锈蚀或损坏，有无异常声音、异常震动和异常气味。

(6) 注意冷却风机工作是否正常。冷却风机的轴承寿命一般为1~3.5万小时，因此一般运行3年后，应着重检查一次，损坏的要及时更换。平时定期清洁风口上的灰尘与纤维。

(7) 检查变压器、电抗器有无异响、过热、焦臭味，检查接触器、继电器运行是否正常。

(8) 切实做好变频器的防尘、除尘工作。因为变频器积尘会影响其散热，当灰尘堆积在变频器内的电子元器件上时，会引起电子元器件过热，一旦超过允许温度会造成跳闸，严重时缩短变频器的寿命。除尘可采用皮老虎、电动吸尘器或用压缩空气吹扫，也可用干燥的毛刷清扫。

(9) 每年一次，定期检测输出电压、电流，看其数值差异是否在允许范围内。正常的变频器在输入电压平衡条件下，输出电压

的差异不应超过 1%，其各相电流的差异不应超过 10%，否则说明该变频器已存在质量问题或有故障。测试数据应记录存档。

(10) 每年一次，定期测量绝缘电阻。断开电源，将进线端的 R、S、T 端子及输出端的 U、V、W 端子均用导线短接并相连，接外壳，用 500V 兆欧表测量外壳对地的绝缘电阻，应不小于 2MΩ。

(11) 对于内部大容量的电解电容器(直流滤波用)，应每年检查一次，到使用寿命期满(一般为 5 年)，如不及时调换，则应每数月检查一次。检查内容有：电容器外壳是否变形，电容器外表是否因过热而变色，封装处是否碎裂，减压阀是否膨胀或已起作用。若出现上述现象，说明电容器已漏电过热，内部压力增大，应及时更换。

(12) 在测试电动机绝缘电阻时必须注意，切不可在变频器与电动机相连的情况下测量，否则兆欧表输出的高电压会损坏变频器中的逆变器。

(13) 注意更换零部件。零部件有一定的使用寿命，应根据变频器的使用环境条件及时更换即将损坏或劣化的零部件，防患于未然。零部件的更换周期参见表 47，供参考。

表 47 变频器零部件更换周期

零部件名称	标准的更换周期	更换方法
冷却风扇	3 年	更换新品
滤波电容器	5 年	更换新品(检查决定)
印制电路板上的电解电容器	7 年	更换新品(检查决定)
其他零部件	不定	检查决定

96. 变频器怎样防尘

变频器若积尘，就会影响其散热，当灰尘堆积在变频器内的电子元器件上时，会引起电子元器件过热，一旦超过允许温度会造成

跳闸，严重时会导致变频器的寿命。为此，必须做好变频器的防尘工作，具体措施如下：

(1) 必须经常检查并定期维护保养变频器柜顶的风机，保证其正常运行，做到变频器柜通风散热良好。

(2) 变频器柜的下部需设置进风过滤网，并定期清除过滤网上的积尘。

(3) 正确设计变频器室的通风道，以保持室内空气的正常流通，使室内温度保持在 40℃ 以下。

(4) 为了避免变频器产生的热量相互影响，在同一柜中安装两台或多台变频器时，应该并列安装。如果必须上下安装时，则应在它们之间加装分隔导流板，防止下面变频器产生的热量影响上面的变频器。多台变频器的安装方法见图 8。

(5) 减少变频器的“空载”运行时间，以减小粉尘对变频器的影响。

(6) 做好定期除尘工作。除尘可采用电动吸尘器吸尘或用压缩空气吹扫。

(7) 采取隔尘措施，切断灰尘来源。如设计专门的变频器室，堵塞电缆穿墙孔等。但在隔尘的同时必须注意通风散热。

(8) 选用防尘能力较强的变频器。对于有腐蚀性气体和大量粉尘的场合，只要能满足使用温度的要求，可选用密封控制柜。

97. 怎样设计变频器密封控制柜

对于有大量灰尘、蒸汽或易燃性、腐蚀性气体的特殊场合，应采用密封控制柜，将变频器等安装在柜内。密封控制柜的尺寸由下式确定：

$$A \geq \frac{P}{\lambda(t_{m1} - t_{m2})}$$

式中：A——有效传热面积，等于控制柜不与其他任何表面接触的表面积之和(m²)；

P ——柜内所有发热设备正常工作时的热损耗，可查相应产品的技术资料，或向厂家询问(W)；

λ ——控制柜材料的导热系数，铁的导热系数为 $0.803\text{W}/(\text{cm} \cdot ^\circ\text{C})$ ；

t_{m1} ——变频器最高允许运行柜内温度($^\circ\text{C}$)，可取 $t_{m1} = 50^\circ\text{C}$ ；

t_{m2} ——外部环境最高温度($^\circ\text{C}$)，根据实际情况确定，不大于 40°C 。

对于长方体控制柜(四面不靠墙)，其有效传热面积为：

$$A = 2hl + 2hb + lb$$

式中： h ——控制柜的高度(cm)；

l ——控制柜的宽度(cm)；

b ——控制柜的深度(cm)。

可先确定两个尺寸进行计算，若尺寸不合适(外观不好看)，可再选择、修正，直到满意为止。

密封控制柜的通风量可由下式确定：

$$Q \geq \frac{3.1P}{\lambda(t_{m1} - t_{m2})}$$

式中符号同前。

98. 变频器出现故障时应怎样处理

在变频器拖动系统中，出现异常后，要仔细检查和观察变频器的“异常显示数据”。通常变频器能存储4次异常信息，对其均应一一调出并予以检查。同时应检查三相电源是否正常，外部电路有无故障，配电柜内元器件是否良好，电动机及机械传动机构是否有问题。

变频器使用中出现的問題，有一些是使用不当引起的，应按说明书正确使用；也有些是变频器本身的质量问题，这需要更换器件或修理。

99. 电动机不转动或一加负载便停机有哪些原因？怎样处理

(1) 电动机不转动。

① 主回路未接通。

处理方法：检查主回路，重点检查开关、熔断器及连接端子。

② 控制回路未按说明书要求接线。

处理方法：按说明书要求正确接线。

(2) 空载时电动机能运行，加负载后则停机。

变频器缺相(电源输入侧 T、R、S 中有一相熔断器熔断)。变频器缺一相输入时，仍然可以产生出直流电源。当电动机空载时，逆变过程仍然可以进行，即变频器仍然能正常工作。但加上负载后，逆变晶体管(IGBT)的工作电流增大，直流电源电压迅速下降，变频器就出现故障信号。

处理方法：更换熔断器。

100. 电动机转速升不高或转速不平滑有哪些原因？怎样处理

电动机转速升不高或转速不平滑的原因及处理方法见表 48。

表 48 电动机转速升不高或转速不平滑的原因及处理方法

故障现象	可能原因	处理方法
电动机转速不能升高	(1) 最高频率极限值设置不当，最高频率被钳在低值点。 (2) 频率设定不正确，工作频率被设置在低值点上。 (3) 负载重，而最大电流设定得过小。 (4) 负载重，而没有足够的低频段电压提升。 (5) 虽电流已达到变频器的最大值(过载能力)，但还没有足够的加速转矩。 (6) 交流电压过低、缺相或某相熔丝熔断	(1) 应设置正常。 (2) 应设置正常。 (3) 增加最大电流设定值。 (4) 增加低频段电压提升。 (5) 调大变频器容量。 (6) 检查电源电压，找出熔丝熔断原因并排除故障

续表

故障现象	可能原因	处理方法
频率已达到较大值, 但电动机转速不高	频率增益设定值过高, 如设定为 150%。这时假设设定频率为 30Hz, 实际输出频率仅为 20Hz	将设定增益改为 100% 即可
频率上升到一定值, 再向上调节时, 频率保持在一定值不断跳跃, 转速不能提高	驱动转矩设定值偏低, 将可能因输出转矩受到限制, 使变频器的输出频率达不到给定频率	将驱动转矩设定值增大, 若仍不行, 应检查变频器的容量是否偏小
电动机转速不平滑	(1) 交流电压波动。 (2) 负载大幅度起伏。 (3) 传动机械故障。 (4) 频率设定信号受噪声干扰	(1) 检查电源电压是否波动频繁。 (2) 增大惯性, 稳定负载。 (3) 检修传动机械。 (4) 排除干扰源或采取抗干扰措施

101. 变频器欠电压有哪些原因? 怎样处理

变频器欠电压的原因及处理方法见表 49。

表 49 变频器欠电压的原因及处理方法

可能原因	处理方法
(1) 外接 DC 24V 电源电压较低。这时变频器面板上的液晶显示屏显示字母“E”(6SE7036 变频器), 变频器不能正常工作, 按 P 键及重新停送电均无效	(1) 将外接电源电压恢复到 DC 24V
(2) 电源缺相。当交流电源电压缺相后, 整流电路变成单相全波整流, 输出电压平均值大大减小, 导致变频器带负载后直流输出电压很低	(2) 检查变频器电源输入侧 T、R、S 接线是否松脱, 熔断器是否熔断, 并修复
(3) 限流电阻 R_L (见图 3) 损坏(如 R_L 的阻值选择得太小; 电动机起动太频繁等引起), 滤波电容不能充电	(3) 更换限流电阻 R_L , 注意变频器的散热和正确使用

续表

可能原因	处理方法
(4) 多台变频器一起工作时,因互相干扰,使电网电压出现暂短不规划的下降,有时导致跳闸	(4) 设法消除干扰,如每台变频器配备交流电抗器。另外,还可以通过延长减速时间,预置“瞬停再启动”功能来解决
(5) 供电变压器容量偏小,造成压降过大,甚至爆断熔丝,造成失压	(5) 增大变压器容量,更换较大的熔丝

102. 变频器过电压有哪些原因? 怎样处理

变频器过电压的原因及处理方法见表 50。

表 50 变频器过电压的原因及处理方法

可能原因	处理方法
(1) 对于无制动电阻及制动单元的变频调速系统,在停机时可能会出现过电压,其主要原因是减速时间设定得太短。这样,在停机时电动机的转速将大于此时的转速	(1) 可采取以下几种措施: ① 适当延长减速时间的设定值。 ② 预置减速自处理功能。这样,当变频器的直流输出电压超过变频器的上限值时,变频器就自动延长减速时间。 ③ 接入制动电阻及制动单元
(2) 对于有制动电阻及制动单元的变频调速系统,出现过电压跳闸的原因是制动电阻值选用过大	(2) 适当减小制动电阻值
(3) 在变电所或供电线路中投入补偿电容。刚投入电容瞬间,会引起电网出现尖峰电压,致使变频器因过电压跳闸	(3) 由于这类过电压的时间很短,1~2个周波内即可消失,故可以通过设置“瞬停再启动”功能来解决
(4) 雷电过电压。过电压时间很短,一般不大于 100ms	(4) 采取防雷措施。变频器预置“瞬停再启动”功能;变频器输入侧串联交流电抗器。它不但能改善功率因数,还可以缓解电源电压的变化

续表

可能原因	处理方法
(5) 电源过电压。变频器的电压上限值常常设定在直流电压 700V 以上，相当于电源电压 500V 左右。比 380V 超过了 30% 以上，这种情况很少出现	(5) 对于电源过电压，变频器难以保护。应维持电网电压不超过额定电压的 30%

103. 变频器过热有哪些原因？怎样处理

变频器过热的原因及处理方法见表 51。

表 51 变频器过热的原因及处理方法

可能原因	处理方法
(1) 周围环境温度过高	(1) 改善环境条件，环境温度不要超过变频器说明书的规定；移装他处
(2) 变频器通风不良，如变频器本身的风道被阻塞，或控制柜的风道被阻塞	(2) 清除变频器及控制柜的灰尘和油垢，使风道畅通
(3) 风扇卡阻或损坏	(3) 平时应经常检查风扇的运行情况，注意清洁加油，对损坏的风扇应马上更换
(4) 负载过重	(4) 减小电动机负载或调大变频器容量

104. 变频器过电流有哪些原因？怎样处理

变频器过电流的原因及处理方法见表 52。

表 52 变频器过电流的原因及处理方法

可能原因	处理方法
(1) 交流电压过高	(1) 检查电源电压，并设法改善
(2) 变频器输出短路	(2) 断开变频器，测量输出线路绝缘电阻，排除故障点

续表

可能原因	处理方法
(3) U_1/f_1 特性电压提升过大(这实际上等于在一定频率条件下输出的电压过高)	(3) 减小电压提升
(4) 起动升速时间过短, 变频器输出频率的变化远远超过电动机频率的变化, 造成过电流	(4) 依据不同的负载情况, 适当延长升速时间
(5) 制动减速时间过短	(5) 延长减速时间
(6) 负载突然加大	(6) 查明原因, 排除故障, 若负载突然加大是不可避免的, 则应调大变频器容量
(7) 传动机构的机械惯性过大, 电动机容量相对偏小	(7) 增大电动机容量(此法费用较高), 增大变频器容量, 预置加速过程防止跳闸功能
(8) 到某一特定速度时, 突然发生过流: ① 干扰引起过电压、过电流。 ② 机械共振	(8) 具体处理方法为: ① 查明干扰源并排除。 ② 不要在该频率下运行, 可使用“Jump Frequency”(回避频率)功能, 回避该共振频率
(9) 变频器与电动机容量匹配不当	(9) 调大变频器容量
(10) 变频器内整流侧和逆变侧元件损坏。如果断路器和快速熔断器都无反应的话, 很可能是逆变管(IGBT)损坏。变频器内部元件损坏或检测和控制电路故障时, 往往表现为变频器一接通电源就“过电流”跳闸	(10) 检修或更换变频器。变频器一旦出现过电流故障, 不要轻易起动。首先应检测主电路的整流二极管和逆变管(IGBT)是否完好。在保证上述管子完好的基础上, 再检测驱动电压是否正常(IGBT的栅极、发射极间电压 U_{GE} 的极限值为 $\pm 20V$, 若超过此值, 则可判断IGBT管击穿损坏), 最后再起动变频器看有无异常
(11) 变频器电源侧缺相、输出断线, 电动机内部故障及接地故障	(11) 测量电源电压, 查明故障原因并排除

续表

可能原因	处理方法
(12) 在电动机绕组和外壳之间、电动机电缆和大地之间存在较大的寄生电容, 通过寄生电容会有高频漏电流流向大地	(12) 电动机外壳及电缆金属外皮接地, 或电缆穿金属管, 金属管接地; 减小电缆长度, 加大导线截面积, 或加装变频器的输出电抗来补偿分布电容。电抗器的规格可参照变频器使用手册
(13) 在变频器输出侧有功率因数补偿电容或浪涌吸收装置	(13) 取消补偿电容和浪涌吸收装置
(14) 检测电路损坏导致变频器显示过电流报警; 检测电流的霍尔传感器由于受温度、湿度等环境因素的影响, 工作点容易发生漂移, 导致过电流报警	(14) 检修检测电路, 改善环境条件, 对劣化的传感器给予更换

105. 变频器参数设置不当的常见故障有哪些? 怎样处理

变频器的多数参数如果设置不当, 均可引起变频器工作不正常或引起故障。如加/减速时间设定得太短, PID 调节器的 P 参数、 I 参数设定不合理, 超调过大, 造成变频器输出电流振荡等。下面以富士 FRNP7/G7 变频器为例进行介绍, 其常见的参数设置不当情况及处理方法见表 53。

表 53 变频器参数设置不当引起的故障及处理方法

故障现象	可能原因	处理方法
外加起停按钮及电位器调频均无效	连接 FWD、CM 端子的短接片未拆除	选择外部起停及调频控制时, 必须将短接片去掉
电动机空载时运转正常, 但不能带负载启动, 即使延长加/减速时间仍不能启动	(1) 低频时输出电压太低。 (2) 加/减速时间设置得太短	(1) 提高低频时的电压输出, 改善低频带负载特性, 将转矩提升值增大, 如由“2”改变为“7”。 (2) 延长加/减速时间

续表

故障现象	可能原因	处理方法
变频器投入运行, 电动机还未启动就过载跳闸	偏置频率设定得太高, 如设定为 2Hz, 变频器在接到运行指令但未给出调频信号之前, 受控电动机将一直接收 2Hz 的低频运行指令而无法启动, 这是因为电动机堵转电流很大, 变频器过载保护动作, 属正常	改偏置频率为 0Hz, 电动机即可正常启动
频率已达到较大值, 但电动机转速不高	频率增益设定值过高, 如设定为 150%。这时假设设定频率为 30Hz, 实际输出频率仅为 20Hz	将设定增益改为 100% 即可
频率上升到一定值, 再向上调节时, 频率保持在一定值不断跳跃, 转速不能提高	驱动转矩设定值偏低, 将可能因输出转矩受到限制, 使变频器输出频率达不到给定频率	将驱动转矩设定值增大, 若仍不行, 应检查变频器容量是否偏小

106. 产生机械振动有哪些原因? 怎样处理

每台机械设备都有其固有的振荡频率, 当电动机在某一频率下运行时, 若其振动频率和机械的固有振荡频率相等或接近, 将发生谐振。这是一种最严重的机械振动。另外, 还有其他原因引起的机械振动。

机械设备发生振动的原因及处理方法见表 54。

表 54 机械振动的原因及处理方法

故障现象	可能原因	处理方法
谐振	(1) 机械设备的紧固螺栓松动, 改变了原来的固有振荡频率。 (2) 变频器未预置“回避频率”	(1) 紧固螺栓。 (2) 预置“回避频率”, 把发生谐振的频率(转速)跳过去, 详见第 61 问

续表

故障现象	可能原因	处理方法
振动	(1) 变频器与电动机之间的距离过远, 在载波频率较高时, 导线分布电容的影响显著增大, 并导致电动机发生振动。 (2) 参数预置不当。 (3) 无反馈矢量控制的变频器的工作频率太低, 当工作频率低于6Hz时, 会因运行不够稳定而发生振动。 (4) 变频器的三相输出电压不平衡, 使定子绕组产生的旋转磁场变为椭圆形, 并引起转矩不均衡而发生振动	(1) 减小变频器与电动机之间的距离。两者之间连线的长度要求见第38问。 (2) 应正确预置参数。 (3) 设法提高这类变频器的最低工作频率。 (4) 逆变管(IGBT)或主控板有故障, 用户很难自行修理

107. 富士 G11S 系列变频器有哪些故障显示及动作内容

当变频器发生异常时, 变频器自身所带的保护功能动作。LED 显示屏通常用各种特定的代码来表示跳闸原因; LCD 显示屏则可直接用文字来表述故障原因。富士 G11S 系列变频器的故障显示及动作内容见表 55。

表 55 富士 G11S 系列变频器的故障显示及动作内容

报警名称	面板显示		动作内容	
	LED	LCD		
过电流	OC1	加速时过电流	加速时	(1) 电动机过电流。 (2) 变频器输出相间或对地短路。 (3) 变频器瞬间输出电流大于过电流检出值
	OC2	减速时过电流	减速时	
	OC3	恒速时过电流	恒速时	
对地短路	EF	对地短路故障	(1) 此功能只对 30kW 及以上的变频器有效。 (2) 此功能只用于保护变频器, 并不保护人身安全	

续表

报警名称	面板显示		动作内容	
	LED	LCD		
过电压	OU1	加速时过电压	加速时	(1) 用于保护再生制动时产生的泵升电压。 (2) 过电压检出值为 DC 800V。 (3) 输入过高电压时, 不能保护
	OU2	减速时过电压	减速时	
	OU3	恒速时过电压	恒速时	
欠电压	LU	欠电压		(1) 主要用于保护电源电压过低。 (2) 欠电压检出值为 DC 400V。 (3) 瞬时停电后如预置再启动功能时, 将不报警。 (4) 电压低至连控制电压也不能维持时, 将无法显示
电源缺相	Lin	电源缺相		电源电压缺相时将报警并跳闸
散热片过热	OH1	散热片过热		如冷却风扇发生故障, 则散热片的温度上升, 变频器将报警并跳闸
外部报警	OH2	外部报警		当外部故障输入端 T、H、R 有信号时, 变频器将动作
内部过热	OH3	变频器内过热		如变频器内部散热不良, 则温度上升, 变频器将跳闸
制动电阻过热	dbH	DB 电阻过热		(1) 制动电阻容量过小。 (2) 制动电阻使用频度过高
电动机过载	OL	电机过载		由电子热保护器根据预置的电流取用比, 按反时限特性进行保护
变频器过载	OLU	变频器过载		(1) 用于保护变频器内的半导体器件。 (2) 当变频器的输出电流超过额定过流值时进行保护
DC 熔断器熔断	FUS	DC 熔断器断路		(1) 变频器内部短路时, 熔断器将保护。 (2) 此功能只对 30kW 及以上的变频器有效
存储器异常	Er1	存储器异常		存储器数据写入错误时, 变频器保护动作

续表

报警名称	面板显示		动作内容
	LED	LCD	
面板通信异常	Er2	面盘通信异常	在面板运行模式时, 如面板和控制部分传送出错, 则停止传送, 进行保护
CPU 异常	Er3	CPU 异常	CPU 因受到干扰而出错时, 变频器将保护动作
选件异常	Er4	选件通信异常	使用选件卡出错时, 变频器将保护动作
	Er5	选件异常	
强制停机	Er6	操作错误	由强制停机命令使变频器停机
输出异常	Er7	自整定不良	自测定时, 如变频器与电动机间连接不良, 则保护
RS-485 异常	Er8	RS-485 通信异常	RS-485 通信时出错, 则保护

108. 安川 G7 系列变频器有哪些故障查询功能

安川 G7 系列变频器的故障查询功能见表 56。

表 56 安川 G7 系列变频器的故障查询功能

故障轨迹	功能码	显示	内容
		U2-01	Current Fault
	U2-02	Last Fault	最近发生的故障内容
	U2-03	Frequency Ref	故障发生时的频率给定值
	U2-04	Output Freq	故障发生时的输出频率
	U2-05	Output Current	故障发生时的输出电流
	U2-06	Motor Speed	故障发生时的电动机转速
	U2-07	Output Voltage	故障发生时的输出电压
	U2-08	DC Bus Voltage	故障发生时的主回路直流电压
	U2-09	Output k Watts	故障发生时的输出功率
	U2-10	Torque Reference	故障发生时的转矩给定值, 电动机额定转矩为 100%

续表

	功能码	显 示	内 容
故障轨迹	U2-11	Input Term Sts	故障发生时的输入端子状态
	U2-12	Output Term Sts	故障发生时的输出端子状态
	U2-13	Inverter Status	故障发生时的运行状态
	U2-14	Elapsed Time	故障发生时的累计运行时间
故障记录	U3-01	Last Fault	最近一次发生的故障内容
	U3-02	Message 2	最近第二次发生的故障内容
	U3-03	Message 3	最近第三次发生的故障内容
	U3-04	Message 4	最近第四次发生的故障内容
	U3-05	Elapsed Time 1	最近一次故障发生时的累计运行时间
	U3-06	Elapsed Time 2	前第二次故障发生时的累计运行时间
	U3-07	Elapsed Time 3	前第三次故障发生时的累计运行时间
	U3-08	Elapsed Time 4	前第四次故障发生时的累计运行时间

109. 西门子 MM420 通用变频器有哪些常见故障？怎样处理

MM420 通用变频器的常见故障及处理方法见表 57。

表 57 MM420 通用变频器的常见故障及处理方法

故障代码	故障说明	可能原因	处理方法
F0041	定子电阻测量失效	定子电阻测量失效	检查电动机是否已与变频器连接好，检查电动机的数据是否已经正确地输入变频器
F0051	E ² PROM 参数故障	读写参数存储器失败	进行工厂缺省值复位操作，重新设定参数，更换变频器
F0052	功率组件故障	功率组件信息读取失败，或读取的数据非法	更换变频器

续表

故障代码	故障说明	可能原因	处理方法
F0060	Asic 超时	软件出错	确认故障, 如果软件错误重复出现, 应更换变频器
F0070	通信板设定值错误	在通信报文结束期间, 不能从通信板接收设定值	检查通信板的插接是否良好, 检查主站 (Master) 工作是否正常
F0071	在通信报文结束期间无 USS 数据 (RS232 链路)	在通信报文终结期间无响应信号	检查通信板的插接是否良好, 检查主站 (Master) 工作是否正常
F0072	在通信报文结束期间无 USS 数据 (RS485 链路)	在通信报文终结期间无响应信号	检查通信板的插接是否良好, 检查主站 (Master) 工作是否正常
F0080	模拟输入丢失信号	丢失模拟输入信号	检查模拟输入的接线
F0085	外部故障	由端子输入的外部故障所触发	禁止故障触发装置的端子输入信号
F0101	功率集成块溢出	软件出错或处理器失效	运行自测试程序, 更换变频器
F0221	PI 反馈信号低于最小值	PI 反馈信号小于 P2268 设定的最低值	改变 P2268 的参数值, 调整反馈信号的增益系数
F0222	PI 反馈信号大于最大值	PI 反馈信号大于 P2267 设定的最大值	修改 P2267 的参数值, 调整反馈信号的增益系数

110. 西门子 MM420 通用变频器报警有哪些原因? 怎样处理

MM420 通用变频器的报警原因及处理方法见表 58。

表 58 MM420 通用变频器的报警原因及处理方法

报警代码	说 明	报 警 原 因	处 理 方 法
A0506	变频器的“工作—停止”周期时间	散热器温度和热的传导模式超出了允许范围	检查“工作—停止”周期时间是否在规定的范围内
A0600	实际操作系统超时运行报警	软件出错	确认故障，如果软件错误重复出现，应与厂商联系
A0910	直流回路最大电压控制器未激活	直流回路最大电压控制器未激活	检查变频器输入电压的参数值
A0911	直流回路最大电压控制器已投入	增加斜坡下降时间，避免过电压跳闸，并保持直流电压在允许的范围内	检查变频器输入电压的参数值，检查斜坡下降时间
A0920	模拟输入的参数值设定不正确	模拟输入参数的参数值不正确	模拟输入的各个参数不应设定为彼此相同的值
A0921	模拟输出的参数值设定不正确	模拟输出参数的参数值不正确	各个模拟输出参数不应设定为彼此相同的值
A0922	变频器没有负载	输出电流低于特定的值，例如0Hz下施加的提升值为零时，输出电压低	检查加到变频器的负载，检查电动机的参数与所用的电动机是否相符，可能有些功能不能正确工作是因为负载状态不正常
A0923	同时激活向前点动和向后点动	向前点动和向后点动信号同时被激活	确信向前点动和向后点动信号没有同时加到变频器上
A0700 ~0711	通信板 CB 故障与报警信号	通信板 CB 故障与报警	详见通信板 CB 用户手册

111. 西门子 MM440 系列变频器报警和故障有哪些原因？怎样处理

MM440 系列变频器报警和故障的原因及处理方法见表 59。

表 59 MM440 系列变频器报警和故障原因及处理方法

故障代码	故障说明	可能原因	处理方法
F0001	过电流	<p>(1) 变频器容量偏小。</p> <p>(2) 电动机的导线短路。</p> <p>(3) 有接地故障</p>	<p>(1) 正确选择变频器的容量。</p> <p>(2) 电缆的长度不得超过允许的最大值。</p> <p>(3) 电动机内部及其连接线不得短路或接地。</p> <p>(4) 必须准确输入电动机的参数。</p> <p>(5) 必须准确输入电动机的定子电阻值。</p> <p>(6) 电动机的冷却风道必须通畅, 电动机不过载:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 延长加速、减速时间; ● 减小 U/f 值
F0002	过电压	<p>(1) 直流回路电压过高。</p> <p>(2) 电源电压过高或电动机处于再生制动状态下。</p> <p>(3) 减速时间过短</p>	<p>(1) 电源电压必须在变频器的额定电压范围内。</p> <p>(2) 过电流回路电压控制器必须有效。</p> <p>(3) 减速时间必须与负载的惯性相匹配。</p> <p>(4) 要求的制动功率必须在规定的限值以内</p>
F0003	欠电压	<p>(1) 电网电压异常。</p> <p>(2) 冲击负载超过限值</p>	<p>(1) 电源电压必须在变频器的额定电压范围内。</p> <p>(2) 检查电源是否短时掉电或瞬时电压降低</p>
F0004	变频器过热	<p>(1) 冷却风量不足。</p> <p>(2) 环境温度过高</p>	<p>(1) 变频器运行时, 冷却风扇必须正常。</p> <p>(2) 载波频率必须设定为出厂值。</p> <p>(3) 环境温度不得高于允许值</p>

续表

故障代码	故障说明	可能原因	处理方法
F0005	变频器 12T 过热	(1) 变频器过载。 (2) 断续周期不符合要求。 (3) 电动机的运行功率超过变频器的负载能力	(1) 负载的运行/间隙周期不得超过允许值。 (2) 正确选择变频器的容量
F0011	电动机过热	电动机过载	(1) 负载的运行/间隙周期必须正确。 (2) 电动机的额定温升必须正确。 (3) 电动机的温度报警必须准确
F0012	变频器温度信号丢失	变频器内散热器的温度传感器断线	予以检修或更换
F0015	电动机温度信号丢失	电动机的温度传感器开路或短路	予以检修或更换
F0020	电源缺相	变频器输入电源缺相	检查输入电源各相线路
F0021	接地故障	相电流总和超过变频器额定电流的 5%	消除接地现象, 使其在额定电流内运行
F0022	功率模块故障		检查 I/O 板是否完全插入
F0023	输出故障	输出的一相断线	
F0024	整流器过热	(1) 通风风量不足。 (2) 冷却风扇未运行。 (3) 环境温度过高	(1) 变频器运行时冷却风扇必须正常运行。 (2) 载波频率必须预置为出厂值。 (3) 环境温度不能高于变频器的允许值

续表

故障代码	故障说明	可能原因	处理方法
F0030	冷却风扇故障	冷却风扇不工作	必须安装新风扇
F0035	重合闸故障	重合闸时自动再起 动故障	予以检修
F0052	功率模块故障	读取功率模块参数 时出错	更换变频器
F0085	外部故障	由输入控制端输入	予以检修

112. 康沃 CVF-G2 系列变频器有哪些常见故障？怎样处理

康沃 CVF-G2 系列变频器的常见故障及处理方法见表 60。

表 60 康沃 CVF-G2 系列变频器的常见故障及处理方法

故障代码	故障说明	可能原因	处理方法
Er. 01	加速中过电流	(1) 加速时间过短。 (2) 转矩提升过高	(1) 延长加速时间。 (2) 降低转矩提升挡次
Er. 02	减速中过电流	减速时间太短	增加减速时间
Er. 03	运行中过电流	负载发生突变	减小负载波动
Er. 04	加速中过电压	(1) 输入电压太高。 (2) 电源频繁通、断	(1) 检查电源电压。 (2) 勿用通断电源起动电动机
Er. 05	减速中过电压	(1) 减速时间太短。 (2) 输入电压异常	(1) 延长减速时间。 (2) 检查电源电压。 (3) 安装或重选制动电阻
Er. 06	运行中过电压	(1) 电源电压异常。 (2) 运行中有再生制动 状态	(1) 检查电源电压。 (2) 安装或重选制动电阻
Er. 07	停机时过电压	电源电压异常	检查电源电压

续表

故障代码	故障说明	可能原因	处理方法
Er. 08	运行中欠电压	(1) 电源电压异常。 (2) 电网中有大负载启动	(1) 检查电源电压。 (2) 与大负载分开供电
Er. 09	变频器过载	(1) 负载过大。 (2) 加速时间过短。 (3) 转矩提升过高。 (4) 电网电压过低	(1) 减轻负载或增大变频器容量。 (2) 延长加速时间。 (3) 降低转矩提升挡次。 (4) 检查电网电压
Er. 10	电动机过载	(1) 负载过大。 (2) 加速时间过短。 (3) 保护系数预置过小。 (4) 转矩提升过高	(1) 减轻负载。 (2) 延长加速时间。 (3) 加大电动机的过载保护系数。 (4) 降低转矩提升挡次
Er. 11	变频器过热	(1) 风道阻塞。 (2) 环境温度过高。 (3) 风扇损坏	(1) 清理风道或改善通风条件。 (2) 改善通风条件, 降低载波频率。 (3) 更换风扇
Er. 12	输出接地	(1) 变频器输出端接地。 (2) 变频器输出线过长	(1) 检查变频器的输出线。 (2) 缩短输出线或降低载波频率
Er. 13	干扰	因受干扰而误动作	给干扰源加入吸收电路
Er. 14	输出缺相	变频器的输出线不良或断线	检查接线
Er. 15	IPM 故障	(1) 输出端短路或接地。 (2) 负载过重	(1) 检查接线。 (2) 减轻负载
Er. 16	外部设备故障	外部故障输入端有信号输入	检查信号源及相关设备

续表

故障代码	故障说明	可能原因	处理方法
Er. 17	电流检测错误	(1) 电流检测器件或电路损坏。 (2) 辅助电源有问题	请求技术服务
Er. 18	RS-485 通信故障	数据的发送和接收有问题	(1) 检查接线。 (2) 请求技术服务
Er. 19	PID 反馈故障	(1) 反馈信号线断开。 (2) 传感器发生故障。 (3) 反馈信号与预置的不符	(1) 检查反馈通道。 (2) 检查传感器。 (3) 核实反馈信号是否符合要求
Er. 20	与供水系统专用附件连接故障	(1) 选择了多泵恒压供水, 却未选专用附件。 (2) 与附件的连接出现问题	(1) 改用单泵恒压供水方式。 (2) 选购专用附件。 (3) 检查与附件的连接是否牢固

113. ABB ACS800 系列变频器报警和故障有哪些原因? 怎样处理

ABB ACS800 系列变频器报警和故障的原因及处理方法见表 61。

表 61 ABB ACS800 系列变频器报警和故障的原因及处理方法

	显示	故障原因	处理方法
报警原因及处理	ACS800 TEMP	(1) 变频器内部过热。 (2) 内部温度等于或高于 115℃ 时报警	(1) 检查环境温度。 (2) 检查冷却风扇的运行情况。 (3) 清扫散热器上的灰尘。 (4) 变频器容量偏小

续表

显示	故障原因	处理方法
AI < MIN FUNC	(1) 模拟给定信号低于允许值。 (2) 外接给定电路断线	(1) 检查给定信号与传输标准是否一致。 (2) 检查连接电缆是否可靠。 (3) 检查与 AI < MIN FUNC 相关的参数
PANEL LOSS	面板控制通信失效	(1) 检查面板连接器。 (2) 重新连接面板。 (3) 检查与 PANEL LOSS 相关的参数
MOTOR TEMP	(1) 电动机因过载而发热。 (2) 冷却条件不符合要求。 (3) 起动数据错误	(1) 检查电动机的负载情况和冷却条件。 (2) 检查起动数据。 (3) 检查与 MOTOR TEMP 相关的参数
THERMISTOR	传感器监测到过热	(1) 检查电动机的负载情况和冷却条件。 (2) 检查起动数据。 (3) 检查接口 D16 的传感器
MOTOR STALL	电动机由于机械故障、过载或错误选型而堵转	(1) 检查电动机的负载及变频器的额定数据。 (2) 检查与 MOTOR STALL 相关的参数
COMM MODULE	变频器与现场总路线通信丢失	(1) 检查通信模块的状态。 (2) 检查第 51 组参数的预置情况。 (3) 检查 AMC 板的 0 通道和通信模块之间光纤电缆的连接情况。 (4) 检查控制系统和适配器模块间的连接情况。 (5) 检查主机总路线的通信与配置

报警原因及处理

续表

	显示	故障原因	处理方法
报警原因及处理	UNDERLOAD	电动机负载太轻	(1) 检查传动机械。 (2) 检查与 UNDERLOAD 相关的参数
	ENCODER ERR	编码器的通信故障	(1) 检查脉冲编码器、NTAC 和它们的连线。 (2) 检查第 50 组的预置。 (3) 检查 AMC 板的通道 1 和 NT-AC 之间光纤电缆的连接情况
	MACRO CHANGE	应用宏(示例)正在存储或恢复	等待
跳闸原因及处理	ACS800 TEMP	(1) 变频器内部过热。 (2) 内部温度等于或高于 125℃ 时跳闸	(1) 检查环境温度。 (2) 检查冷却风扇的运行情况和通风情况。 (3) 清扫散热器上的灰尘。 (4) 变频器容量偏小
	OVERCURRENT	输出过电流, 跳闸电流为额定输出电流的 3.5 倍	(1) 检查电动机负载。 (2) 检查加速时间。 (3) 检查电动机及其连接线。 (4) 检查在变频器的输出侧是否有电容电路。 (5) 检查编码器的连接电缆
	SHORT CIRC	(1) 电动机或连接线短路。 (2) 变频器的逆变桥故障	(1) 检查电动机及其连接线。 (2) 检查在变频器的输出侧是否有电容电路。 (3) 检查逆变模块和电流互感器
	PPCC	光纤故障	检查连接到功率模块的光纤
	DC OVERVOLT	直流过电压, 跳闸电压为 728V	(1) 检查过电压控制器是否工作。 (2) 检查电网是否有动态或静态的过电压。 (3) 检查制动电阻和制动单元。 (4) 检查减速时间。 (5) 使用自由制动方式。 (6) 改用内部有制动电阻和制动单元的变频器

续表

	显示	故障原因	处理方法
跳闸原因及处理	SUPPLY PHASE	直流电压波动, 可能原因如下: (1) 电源缺相(如一相熔断器烧断)。 (2) 整流桥故障。 跳闸波动范围: 13%	(1) 检查输入电路的熔断器。 (2) 检查电源电压是否平衡
	DC UNDERVOLT	直流欠电压, 原因同上。 跳闸欠电压: 334V	检查电网电压和熔断器

114. 日立 L100P 系列变频器保护功能动作时的显示内容有哪些

日立 L100P 系列变频器保护功能动作时的显示内容及说明见表 62。

表 62 日立 L100P 系列变频器保护功能动作时的显示内容及说明

保护功能	说明	显示
过流保护	当变频器的输出被短路或电动机堵转时, 将会有大电流流过变频器, 变频器的输出被切断	…常速 E 01 …减速 E 02 …加速 E 03 …停止 E 04
过载保护	当通过热继电器检测到电动机过载时, 变频器的输出被切断	E 05
过压保护	当来自电动机的再生能量使变频器的直流侧过电压时, 变频器的输出被切断	E 07

续表

保护功能	说明	显示
E ² PROM 错误*	当噪声或温度过高引起内置存储器出现问题时, 变频器的输出被关断	E 08
欠电压	变频器输入电压的降低会导致控制电路的工作不正常, 且会使电动机升温 and 输出转矩降低。当输入电压低于一定值时, 输出被关断	E 09
CPU 错误	内置 CPU 工作异常时, 输出被关断	E 11 E 22
外部跳闸	来自外部设备的异常信号关断变频器的输出, 有必要将外部跳闸信号接入智能端子	E 12
USP 错误	指出已得电且变频器运行的错误(当选择 USP 功能时)	E 13
接地错误保护	通过检测得电时变频器和电动机之间的接地错误来保护变频器, 该故障有可能损坏功率模块。该功能用于保护变频器而不是人员	E 14
输入过电压保护	当得电 100s 内检测到输入电压高于允许值时, 输出被关断	E 15
热继电器保护	当热敏传感器检测到功率芯片的异常高温时, 输出被关断	E 21
PTC 错误	当热敏电阻的阻值过大或检测到热敏电阻的异常情况时, 输出被关断	E 35

注: * 当发生 E²PROM 错误时, 应重新确认设定值; 当失电时, RS 保持 "ON"; 当重新得电时, 会发生 E²PROM 错误报警。

115. 三星 SAMCO-VM05 变频器报警有哪些原因? 怎样处理

三星 SAMCO-VM05 变频器的报警原因及处理方法见表 63。

表 63 三星 SAMCO-VM05 变频器的报警原因及处理方法

显示	报警原因	检查事项	处理方法
AL 1 ²⁾	存储器异常	断开电源, 待充电灯 CHARGE 熄灭以后, 再接通电源, 对报警进行确认	请向购买的商店咨询
AL 2 ¹⁾	系统异常	(1) 外部噪声是否过大。	(1) 安装电涌吸收装置和静噪滤波器。
AL 3 ¹⁾	系统异常	(2) 信号线距离动力线是否过近	(2) 将信息线与动力线分开
AL 4 ²⁾	系统异常	(1) 检查是否发生电容的急剧放电。 (2) 断开电源, 待充电灯 CHARGE 熄灭以后, 再接通电源, 对报警进行确认	重新检查变更过的代码数据。如果几次开关电源后依然不能解除报警, 请设定 cd099 = 1, 将功能代码初始化, 再重新接通电源, 但是这种情况下所有功能数据都会回到出厂时的设定状态
AL 5 ²⁾	系统异常	(1) 外部电磁干扰是否过大。	(1) 安装电涌吸收装置和静噪滤波器。
AL 9 ²⁾	系统异常	(2) 信号线距离动力线是否过近	(2) 将信号线与动力线分开
AL 10	系统异常	断开电源, 待充电灯 CHARGE 熄灭以后, 再接通电源, 对报警进行确认	请向购买的商店咨询
ACEr	加速中防止过载报警	电流限制值 Cd043 是否太小	(1) 加大设定值。 (2) 延长加/减速时间
CnEr	恒速中防止过载报警		
dCEr	减速中防止过载报警		

续表

显示	报警原因	检查事项	处理方法
ES	外部热敏器报警	电动机是否过热	减小负载
oH	散热片温度异常	(1) 风扇是否停止。 (2) 周围温度是否过高	(1) 检查风扇的工作状态。 (2) 增加换气量
LuA	加速中欠压	(1) 电源电压条件是否良好。 (2) 电压是否过低。 (3) 输入是否缺相	调查并改善电源条件
Lun	恒速中欠压		
Lud	减速中欠压		
oCH	主开关器件温度异常	(1) 风扇是否停止。 (2) 周围温度是否过高	(1) 检查风扇工作情况。 (2) 增加换气量
oCA ³⁾	加速中的过电流	(1) 是否在急剧加/减速中运转。 (2) 是否输出短路或接地障碍。 (3) 是否主开关元件自身出现异常	(1) 延长加/减速时间。 (2) 除去短路与接地障碍。 (3) 向购买商店咨询
oCn ³⁾	恒速中的过电流		
oCd ³⁾	减速中的过电流		
oCPA	加速中短时间过载	(1) 是否急剧加速。 (2) 电流限制值 Cd043 是否过大	(1) 延长加速时间。 (2) 减小设定值
oCPn	恒速中短时间过载	(1) 负载是否急剧变化(增加)。 (2) 电流限制值 Cd043 是否过大	(1) 消除急剧变化(增加)。 (2) 减小设定值
oCPd	减速中短时间过载	(1) 是否以大 GD ² 急剧减速。 (2) 电流限制值 Cd043 是否过大	(1) 延长减速时间。 (2) 减小设定值

续表

显示	报警原因	检查事项	处理方法
oLA	加速中过载	(1) 电动机是否过载使用。	(1) 减轻负载。
oLn	恒速中过载	(2) 电子热敏器件的设定是否正确。	(2) 调整热敏器件的设定值。
oLd	减速中过载	(3) 负载的 GD^2 是否过大	(3) 增加变频器或电动机的容量
ouA	加速中的过电压	是否在空转中起动	改为转速跟踪起动
oun	恒速中的过电压	电动机是否被其他外力拖动	(1) 改为不受外力影响的系统。 (2) 设置大容量制动电阻
oud	减速中的过电压	是否在急剧减速中运转	延长减速时间(设定与负载的 GD^2 相适应的减速时间)
ouP	制动电阻保护功能动作的过电压	制动频率是否剧烈	(1) 减少制动频率。 (2) 增加制动电阻容量
oPEn	输出缺相 (在几赫兹超低频下不能检测)	变频器的输出电缆是否缺相	切实连接好输出电缆
GAL1	检测到 Cd071 = 3 的 PID 控制动作时的反馈信号断线	(1) 反馈信号电缆是否断线。 (2) Cd055 或 Cd063 增益频率是否正确	(1) 确实连接反馈信号电缆。 (2) 正确设定 Cd055 或 Cd063 增益频率
Pon5²⁾	电源异常	控制线路端子的 +24V 输出电源是否过载或者短路	确认 +24V 输出电源的负载状态

116. 三星 SAMCO-VM05 变频器保护功能动作时的显示内容有哪些

三星 SAMCO-VM05 变频器保护功能动作时的显示内容见表 64。

表 64 三星 SAMCO-VM05 变频器保护功能动作时的显示内容

保护功能	说 明	显 示
过电流限制 (防止失速)	<p>当电流超过由 Cd043 设定的电流值时，可改变频率的变化率来限制电流的增加。</p> <p>加速中：输出电流达到设定值，就暂时降低频率的上升或降低频率变化率，防止失速，以限制电流值来进行加速。</p> <p>恒速中：若电动机过载，输出电流值达到设定值，就进行频率的降低，当过载状态解除以后就返回到设定的频率</p>	<p>SC</p> <p>SCn</p>
防止过电压	<p>如果电动机减速中的再生能量过大，超过制动电阻的消耗能力，使变频器直流电压进一步上升，此时就会停止频率的下降而让频率上升，以防止过电压跳闸。再生能量开始减少时，频率变化率则开始变缓，并再次开始减速</p>	<p>Su</p>
过电流切断	<p>当电流过大，超过变频器的容许值范围时，保护电路即开始动作，使变频器停机</p>	<p>o[A</p> <p>o[n</p> <p>o[d</p>
过电压切断	<p>因电动机反馈的再生能量过大而使变频器的直流回路电压超过规定值时，保护电路动作，使变频器停机</p>	<p>ouA</p> <p>oun</p> <p>oud</p>
欠压保护 (瞬间停电保护)	<p>当电源电压异常而使直流电压低于规定值时，变频器停机</p>	<p>LuA</p> <p>Lun</p> <p>Lud</p>

续表

保护功能	说 明	显 示
过载切断 (电动机热继电器)	热继电器检测出电动机过载及在低速运转时的电动机过热现象, 即使变频器停机。热继电器的规定值可根据电动机的种类和电流额定值进行改变	oLR oLn oLd
过载切断 (变频器电子热敏保护)	对于变频器的额定电流值, 如果瞬间过电流持续约 1s, 则变频器停止	oLPR oLPn oLPd
散热片过热保护	<p>(1) 由于周围温度的异常上升或风扇停止, 在温度低于散热片温度异常 oH 报警的设定温度为 10℃ 时, 即发出警告 tH。</p> <p>(2) 若温度进一步上升, 并达到设定温度以上时, 变频器停机。设定温度根据输出频率及输出电流的不同而不同。</p> <p>(3) 另外在主开关器件(功率模块)过热时, 变频器也将停机。</p> <p>(4) 当温度降至设定温度的 10℃ 以下时, 即被解除</p>	tH oH oLH
制动电阻过热保护	<p>(1) 如果电动机的再生能源增加至超过制动电阻的使用容许值(%ED), 则由于过热保护, 暂时停止制动电阻的使用。</p> <p>(2) 制动电阻冷却后才可以再次使用</p>	dboH
防止过载报警	电动机的负载非常大或电流限制值(Cd043)过低而不能加速或减速时, 变频器停机	ACEr dCEr LnEr
外部热继电器动作	将电动机过热保护热继电器设于外部, 并向控制信号端子 ES 输出其信号, 当热继电器动作时, 变频器即停机	ES
CPU 异常	由于外部噪声过大而导致 CPU 误动作, 内部存储器异常或内部数据异常时, 使变频器停机	AL 1 2 AL 10

117. 明电 THYFREC-VT230S 变频器有哪些常见的非故障显示? 怎样处理

明电 THYFREC-VT230S 变频器的常见非故障显示及处理方法见表 65。

表 65 明电 THYFREC-VT230S 变频器的常见非故障显示及处理方法

故障现象	可能原因	处理方法
电动机不运转	(1) 输入/输出接线不正确。 (2) 电源缺相或无电源。 (3) 电动机负载过重或堵转。 (4) 反转锁定功能(C09-3)被设定或其他参数设置不当。 (5) 变频器输出端没有输出电压或三相电压严重不平衡。 (6) 本机/遥控设定错误。 (7) 编码器信号输入不正确	(1) 按说明书正确接线。 (2) 检查电源电压。 (3) 减小负载, 检查传动机构。 (4) 检查设置参数。 (5) 检查输出电压。 (6) 根据所需模式正确设定。 (7) 检查编码器信号
电动机反转	(1) 输出端 U、V、W 顺序错误。 (2) 正反转继电器类输入线没有正确地连接到相应端子	(1) 调换任意两相接线。 (2) 纠正接线。 正转: 短路 RUN 和 RYO 端。 反转: 短路 PSII 和 RYO 端
电动机转速无法调节	(1) 负载过重。 (2) 频率设定信号的电平太低	(1) 减轻负载。 (2) 检查信号电平和电路
电动机起、停过程中出现过电流	加/减速时间(A01-0,1)设置得太短	增加加/减速时间设定值
电动机恒速运行时速度变化	(1) 负载变化太大或负载过重。 (2) 变频器—电动机额定值与负载不匹配	(1) 设法抑制负载波动或减小负载。 (2) 选择适当的变频器—电动机与负载匹配

续表

故障现象	可能原因	处理方法
电动机速度太高或太低	(1) 电动机极数或电压不正确。 (2) 最高频率 f_{max} 或基本频率 f_b [B00-4, 5 (B01-4, 5) (B01-4, 5)] 设置不正确。 (3) 电动机端子电压太低(如连接电缆过长且导线较细)	(1) 检查电动机的极数和额定电压。 (2) 正确设定最高频率和基本频率。 (3) 检查电动机端子电压, 使用更粗的连接电缆

118. 怎样防止变频器被干扰

变频器的抗干扰措施包括防止变频器被干扰的措施和防止变频器引起的干扰措施两大内容。

外来干扰包括传导干扰、辐射干扰、雷电干扰等。防止变频器被干扰的措施有:

(1) 强、弱电分开。变频器的外接控制线应与主回路接线尽可能分开(10cm 以上), 否则容易受干扰而误动作。一般做法是把上述两种接线分别穿入铁管进行安装, 且两管之间的距离不应小于 10cm。

(2) 外接控制线应采用金属屏蔽线或绞线(绞合节距离小于 15mm), 且布线不宜过长。

(3) 为了抑制电火花干扰, 在靠近变频器的电磁线圈上宜并联 RC 消火花电路。一般电容 C 的容量取 0.01 ~ 0.1 μ F, 电阻 R 的阻值取几百欧至 1k Ω 。注意, RC 吸收回路的接线不能超过 20m, 否则会引起天线作用。

(4) PLC 与变频器连接时, 屏蔽信号线必须接地。如未接地(见图 50), 较强的电磁干扰会引入通信线路并产生电流, 导致通信错误, 甚至损坏 PLC 通信接口。正确的接线如图 51 所示。图中, 3、8 为 PLC 通信接口, 71、72 为变频器输出接口, COM 为输

入公用端。

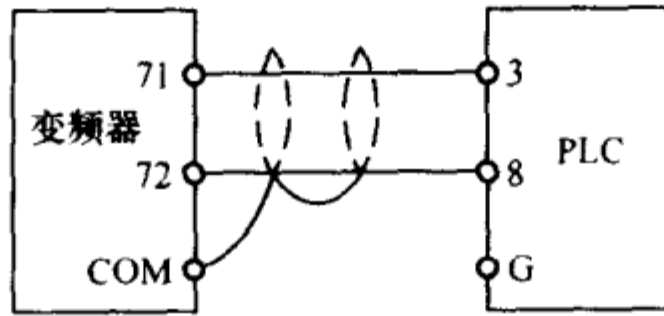


图 50 PLC 与变频器的连接(错误)

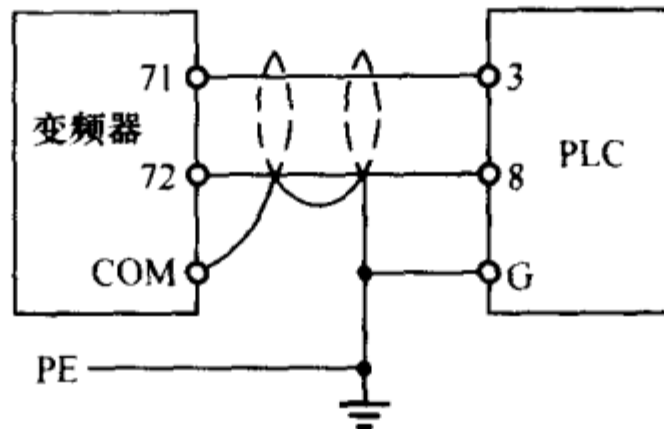


图 51 PLC 与变频器的连接(正确)

(5) 控制电缆过长(如 50 ~ 100m)时, 易受外界干扰, 如使其频率给定所提供的 4 ~ 20mA 电流忽大忽小、时有时无, 根本无法工作。为此可采取以下措施:

① 采用屏蔽电缆, 金属屏蔽层可靠接地(牢固地接于变频器的 PE 端)。

② 仪表送出电流的元件采用光电隔离式插件。

③ 在 4 ~ 20mA 电缆芯线上加防干扰旁路电容, 如图 52 所示。图中, C_1 为设定用电流输入端, COM 为输入公用端。

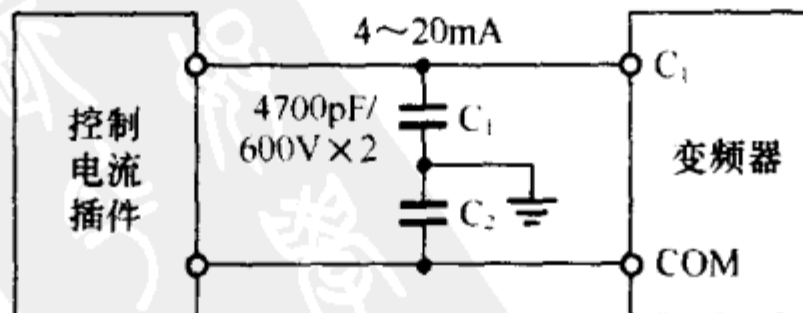


图 52 控制电缆加防干扰电容

④ 控制电缆尽量用成对双绞线型电缆。

⑤ 可将电缆线在数据线滤波器(DVOP031 松下产品)上绕2~3圈。数据线滤波器尽可能装在变频器附近。数据线滤波器实际上是一个磁环。

119. 怎样防止变频器产生的干扰

变频器工作时会产生高次谐波,由于其功率大,是一个强有力的干扰源。它会对电网及周围的电子设备、通信设备造成干扰,因此必须采取防干扰措施。

我国在国家标准 GB 12668—90 中规定,电压稳态相对谐波含量的均方根值不超过10%,其中任何奇次谐波均不超过5%,任何偶次谐波均不超过2%,短时(持续时间小于30s)出现的任一次谐波含量不超过10%。

为了防止变频器引起的干扰,除了采取第118问中的有关措施外,还应采取以下措施:

(1) 变频器本身或装有变频器的控制柜(箱)的外壳必须屏蔽接地。如果要求控制回路与地隔离,可通过一只 $100\mu\text{F}$ 的电容器接地或采用屏蔽线并接地。

(2) 输出线用钢管屏蔽,并与其他弱电信号线分别配线。

(3) 信号线不要与未屏蔽的电动机电线或未经滤波的电源线平行敷设。一般有以下规则:当两者的平行长度小于1m时,信号线与电源线之间的距离小于30cm;在1~10m之间时,两者距离大于30cm;如果平行长度大于10m,则两者距离应成比例增大,如平行长度为35m,两者距离应为 $(35/10) \times 0.3 \approx 1.05(\text{m})$ 。信号线与变频器之间的距离至少大于30cm,若过近,应采用屏蔽信号线,但不包括与变频器相接的信号线。

(4) 将易受干扰的电子设备的控制线及信号线改成带屏蔽的电缆。

(5) 将变频器附近的其他灵敏电子设备线路及设备屏蔽好,

供电电源可经隔离变压器或电源滤波器以避免传导干扰。

(6) 为了减少对电源的污染,必要时(如供电电源上接有易受电磁干扰的电子设备,屏蔽的电动机电缆长度超过40m,或非屏蔽的电动机电缆长度超过10m时)可在变频器输入侧(尽量靠近变频器)加装电源滤波器,或在变频器输出侧加装零序电抗器。

(7) 当变频器与晶闸管整流装置、功率因数补偿器并联使用,或电源变压器的容量大于变频器容量10倍,或电源三相电压不平衡率大于3%时,需接电源匹配用电抗器(交流电抗器)。采用电抗器后,不但起到滤波作用,改善变频器的运行,而且对于小容量变频器还能提高功率因数。

(8) 降低变频器的载波频率,载波频率越低,干扰越小(如对于GTR开关器件,其PWM的载波频率为2~3kHz,而IGBT开关器件的PWM最高载波频率可达15kHz)。

防止同一柜体内变频器之间的干扰。如某厂两台投料机分别用两台变频器控制(装在同一柜内),受DCS计算机给出的同一4~20mA信号控制。当计算机给定信号为0(即信号为4mA)时,变频器输出频率应为0Hz,但由于相互间的干扰,有一台变频器的输出频率在5Hz左右。当给定信号增大时,干扰依然存在,在4~20mA全给定范围内,两台变频器的频率差基本在5Hz左右,造成两台投料机速度不一致(工艺要求是不允许的)。为了解决此问题,对模拟设定信号增益作了相应调节,使两台变频器的频率在4~20mA全范围给定过程中基本相差1~2Hz,同时又用电位器进行了信号叠加,基本上保证了两台变频器输出频率在全范围内保持一致。

120. 变频器怎样正确接地

变频器正确接地是提高控制系统灵敏度、抑制噪声的重要手段,也是保障人身安全的需要。变频器接地时应注意以下几个问题:

(1) 接地端PE(有的标为E或G)的接地电阻应不大于4Ω,

且越小越好。PE 端可以与外壳连接后接地。

(2) 接地导线的截面积应不小于 2.5mm^2 ，长度应控制在 20m 以内。接地必须牢固。

(3) 变频器的接地装置必须与建筑物防雷接地装置分开(5m 以上)，不能共用，以免雷击过电压损坏变频器；也应尽量不与动力设备的接地装置共用，以免引起干扰。

(4) 变频器的信号输入线的屏蔽层应接至 PE 上。

(5) 变频器与控制柜之间的接地应连通，如果实际安装有困难，可用铜芯导线跨接。

(6) 接地线应当接于独立端子上，不要用螺钉压在外壳或底板上，接地点尽量靠近变频器，接地线越短越好。

变频器与其他设备的接地方式如图 53 所示。在保证变频器不误动作和人身安全的前提下，接地方式越简单、越节省越好。

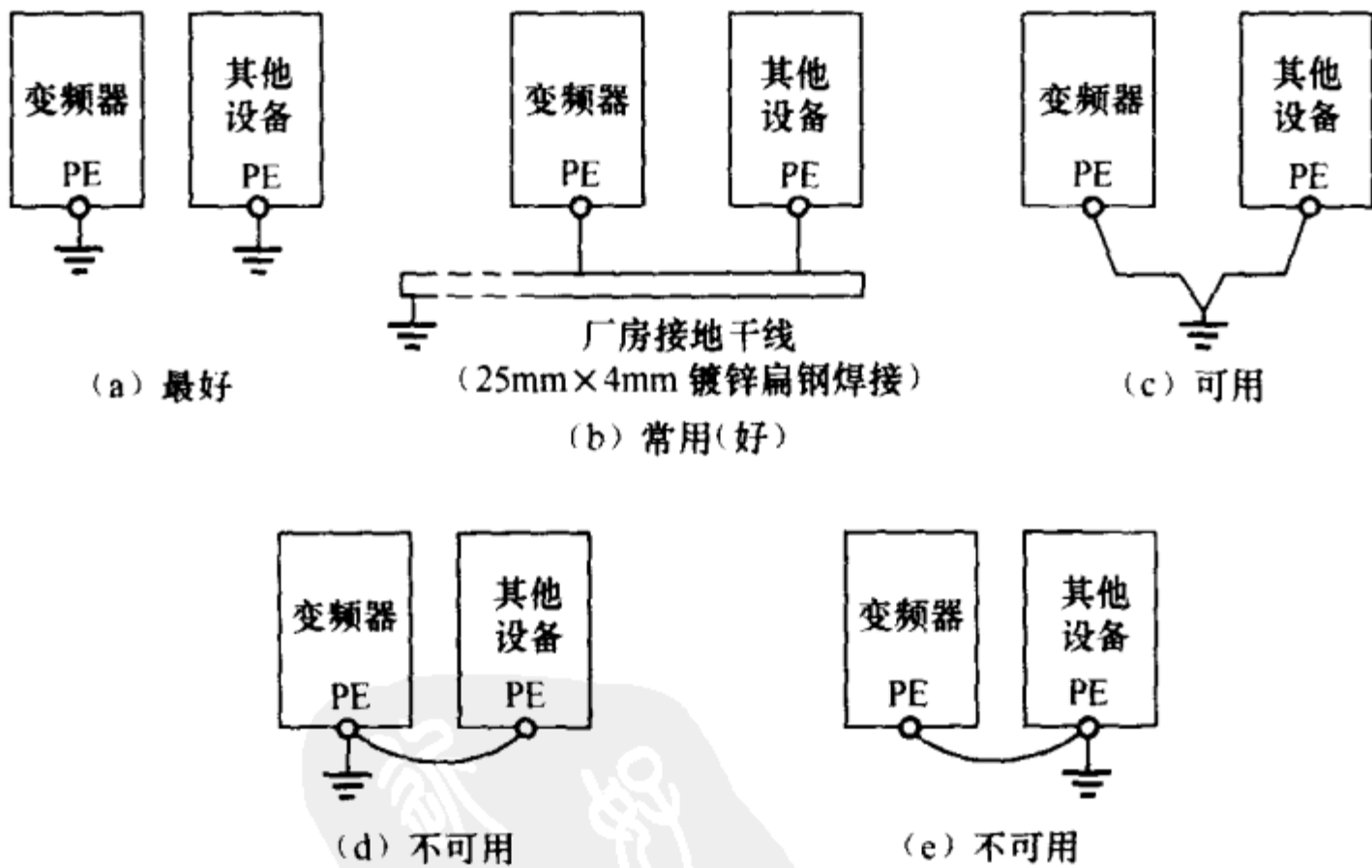


图 53 变频器的接地方式

图 53(a) 所示为变频器和其他设备各采用独立的接地装置，这当然是最好的接地方式，但这样做需花费大量钢材，一般不采用；

图 53(b)所示为变频器和其他设备分别接于接地干线，这是常用的一种接地方式；图 53(c)所示为变频器和其他设备共用一个接地装置，此装置尽量靠近变频器侧，这种接地方式尚可用，其所耗钢材比图 53(a)少一半；图 53(d)、(e)所示为变频器和其他设备经过串接后再接至接地装置(或接地干线)，其做法不妥，不但易引起干扰，而且一旦串接导线断开或连接不良，有的设备就失去保护作用。



七、软起动器基本知识

121. 什么是软起动器？它是怎样工作的

软起动器是一种集电动机软起动、软停车、轻载节能和多种保护功能于一体的新颖鼠笼型异步电动机控制装置。软起动器具有无冲击电流、恒流起动、可自由地无级调压至最佳起动电流及节能等优点。

软起动器是目前最先进、最流行的电动机起动器。它一般采用16位单片机进行智能化控制，可无级调压至最佳起动电流，保证电动机在负载要求的起动特性下平滑起动，在轻载时能节约电能。同时，对电网几乎没有什么冲击。

软起动器实际上是一个调压器，只改变输出电压，并没有改变频率。这一点与变频器不同。

软起动器本身设有多种保护功能，如限制起动次数和时间，过电流保护，电动机过载、失压、过压保护，断相、接地故障保护等。

图54为软起动器的原理图。图中V、W相方框内的元件同U相。

工作原理：在软起动器中三相交流电源与被控电动机之间串有三相反并联晶闸管及电子控制电路。利用晶闸管的电子开关特性，通过软起动器中的单片机控制其触发脉冲、触发角的大小来改变晶闸管的导通程度，从而改变加到定子绕组上的三相电压。异步电动机在定子调压下的主要特点是电动机的转矩近似与定子电压的平方成正比。当晶闸管的导通角从 0° 开始上升时，电动机开始起动。

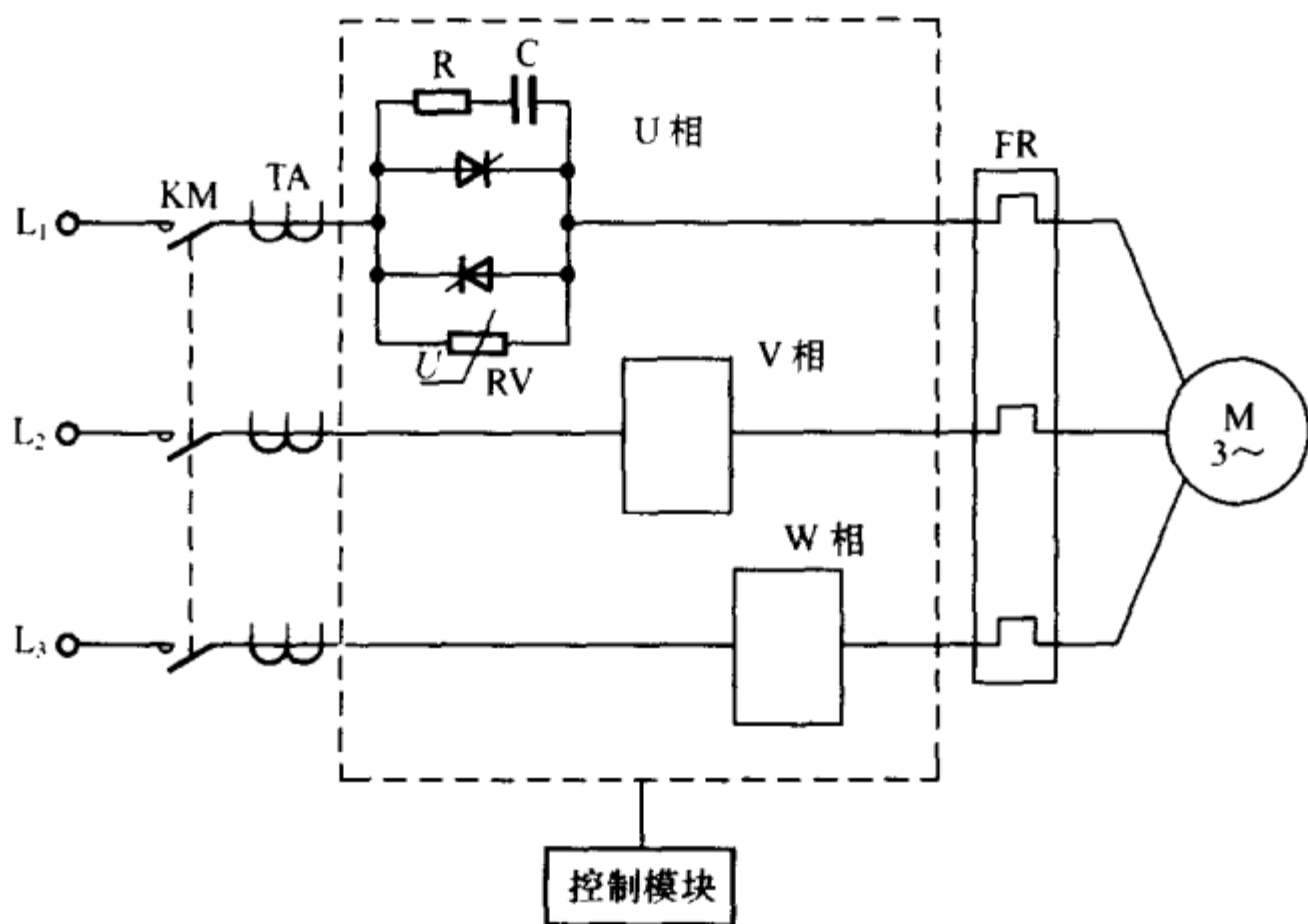


图 54 软起动器原理图

随着导通角的增大，晶闸管的输出电压也逐渐增高，电动机便开始加速，直至晶闸管全导通，电动机在额定电压下工作。电动机的起动时间和起动电流的最大值可根据负荷情况设定。

软起动器可设定的最大起动电流为直接起动电流的 0.99 倍；可设定的最大起动转矩为直接起动转矩的 0.80 倍；线电流过载倍数为电动机额定电流的 1~5 倍。软起动器可实现连续无级起动。

122. 软起动器与传统降压起动方式有什么不同

传统鼠笼型异步电动机的起动方式有星—三角起动、自耦减压起动、电抗器减压起动、延边三角形减压起动等。这些起动方式都属于有级减压起动，存在着以下缺点：即起动转矩基本固定、不可调，起动过程中会出现二次冲击电流，对负载机械有冲击转矩，且受电网电压波动的影响。软起动器可以克服上述缺点。软起动器具有无冲击电流、恒流起动、可自由地无级调压至最佳起动电流及轻载时节能等优点。

各种起动方式的比较见表 66。

表 66 各种起动方式的比较

起动方式	全压	自耦降压	星—三角换接	软起动	变频起动
电动机端子电压	U_e	KU_e	U_e	$(0.3 \sim 1)U_e$	$0 \sim U_e$
电动机绕组电流	I_q	KI_e	$\frac{1}{\sqrt{3}}I_q$	$(0.5 \sim 5)I_e$	$(1.3 \sim 1.5)I_e$
电动机起动转矩	M_q	K^2M_q	$\frac{1}{3}M_q$	$(0.3 \sim 1.6)M_e$	$(1.2 \sim 2)M_e$
配电系统总电流	I_q	K^2I_q	$\frac{1}{3}I_q$	$(0.5 \sim 5)I_e$	$(1.3 \sim 1.5)I_e$
优缺点及 应用范围 概述	起动电流大	起动电流小	起动电流小	起动电流较大	起动电流大
	起动转矩大	起动转矩较大	起动转矩小	起动转矩较大	起动转矩大
	能频繁起动	不能频繁起动	能频繁起动	能频繁起动	能频繁起动
	投资最省	价格较高	投资较省	价格较高	价格高
	应用最广	应用较广	应用较广	设备较复杂	设备复杂

注： U_e —电动机额定电压； I_e —电动机额定电流； I_q —电动机起动电流； M_e —电动机额定转矩； M_q —电动机起动转矩； K —起动电压/额定电压。

123. 软起动器适用于哪些场合

根据软起动器的功能，它适用于以下场合：

- (1) 要求减小电动机起动电流的场合。
- (2) 正常运行时电动机不需要具有调速功能，只解决起动过程的工作状态。
- (3) 在正常运行时负载不允许降压、降速。
- (4) 电动机功率较大(如大于 100kW)，起动时会给主变压器运行造成不良影响。
- (5) 电动机运行对电网电压要求严格，电压降不大于 10% U_e 。
- (6) 设备精密，设备起动不允许有起动冲击。
- (7) 设备的起动转矩不大，可进行空载或轻载起动。

(8) 中大型电动机需要节能启动。从初投资看, 功率在 75kW 以下的电动机采用自耦减压启动器比较经济, 功率为 90 ~ 250kW 的电动机采用软启动器较合算。

(9) 短期重复工作的机械。这里指长期空载(轻载小于 35%)、短时重载、空载率较高的机械, 或者负载持续率较低的机械, 如起重机、皮带输送机、金属材料压延机、车床、冲床、刨床、剪床等。

(10) 需要具有突跳、平滑加速、平滑减速、快速停止、低速制动、准确定位等功能的工作机械。

(11) 长期高速、短时低速的电动机。当其负载率低于 35% 时, 采用软启动器有较好的节能效果。

(12) 有多台电动机且这些电动机不需要同时启动的场合。

(13) 不允许电动机瞬间关机的场合。如高层建筑等水泵系统, 若瞬间停车, 会产生巨大的“水锤”效应, 使管道甚至水泵损坏。

(14) 特别适用于各种泵类负载或风机类负载, 需要软启动与软停车的场合。

(15) 对于高压(中压)异步电动机, 可以采用软启动器或变频器软启动。采用降压变压器—低压变频器—升压变压器的方案投资要比软启动器多 2 ~ 4 倍。一般来说, 对启动转矩小于 50% 的负载, 宜采用软启动器; 而对启动转矩大于 50% 的负载, 则宜采用变频器。

(16) 需要方便地调节启动特性的场合。

典型设备的软启动效果及启动电流见表 67。

表 67 典型设备的软启动效果及启动电流

机械设备	运行方式	效果	启动电流与额定电流之比
旋转泵	标准启动	避免压力冲击, 延长管道的使用寿命	3

续表

机械设备	运行方式	效果	起动电流与额定电流之比
活塞泵	标准起动	避免压力冲击, 延长管道的使用寿命	3.5
通风机	标准起动	使三角皮带和变速机构的损伤最小	3
传送带及其他物料传输装置	标准起动 + 脉冲突跳	起动平稳、基本无冲击现象, 可降低对皮带材料的要求($t > 30s$)	3
圆锯、带锯	标准起动	降低起动电流	3
搅拌机、混料机	标准起动	降低起动电流	3.5
磨粉机、碎石机	重载起动	降低起动电流	4 ~ 4.5

124. 常用软起动器有哪些种类

(1) 国产软起动器。有 JKR 系列、WJR 系列、JLC 系列、CR1 系列、JJR 系列软起动器, JQ、JQZ 型交流电动机固态节能起动器等。JQ、JQZ 型分别用于起动轻负载和重负载, 最大电动机功率可达 800kW。

(2) 瑞典 ABB 公司的 PSA、PSD 和 PSDH 型软起动器。其中 PSDH 型用于起动重负载, 常用电动机功率为 7.5 ~ 450kW, 最大功率达 800kW。

(3) 美国 GE 公司的 ASTAT 系列软起动器。电动机功率可达 850kW, 额定电压为 500V, 额定电流为 1180A, 最大起动电流为 5900A。

(4) 美国罗克韦尔公司的 AB 品牌软起动器。有 STC、SMC-2、SMCPLUS 和 SMC Dialog PLUS 四个系列, 额定电压为 200 ~ 600V, 额定电流为 24 ~ 1000A。还有 BENSAM 公司的 RSD6 型软起动器等。

(5) 法国施耐德电气公司的 Altistart 46 型软起动器。有标准负载和重负载应用两大类，额定电流在 17 ~ 1200A 之间，共有 21 种额定值，电动机功率为 2.2 ~ 800kW。

(6) 德国西门子公司的软起动器。3RW22 型的额定电流为 7 ~ 1200A，共有 19 种额定值。

(7) 英国欧丽公司的软起动器。如 MS2 型，电动机功率为 7.5 ~ 800kW，共有 22 种额定值。

此外，还有英国 CT 公司的 SX 型和德国 AEG 公司的 3DA、3DM 型等软起动器。

125. 软起动器有哪些技术指标

常见软起动器的主要技术性能指标见表 68。

表 68 常用软起动器的主要技术指标

技术指标内容	ABB PSD/PSDH 系列	西门子 3RW30 系列	AB SMC 系列	GE QC 系列
额定电压(V)	220 ~ 690	220 ~ 690	220 ~ 600	220 ~ 500
额定电流(A)	14 ~ 1000	5.5 ~ 1200	24 ~ 1000	14 ~ 1180
起始电压	10% ~ 16%	30% ~ 80%	10% ~ 60%	10% ~ 90%
脉冲突跳	90%	20% ~ 100%	有	95%
电流限幅倍数	2 ~ 5	2 ~ 6	0.5 ~ 5	2 ~ 5
加速斜坡时间(s)	0.5 ~ 60	0.5 ~ 60	2 ~ 30	1 ~ 999
旁路控制模式	有	有	有	有
节能控制模式	有	有	有	有
线性软停机(s)	0.5 ~ 240	0.5 ~ 60	选项	1 ~ 999
非线性软停机(s)	无	5 ~ 90	选项	有
直流制动	无	20% ~ 85%	选项	有

126. 国产 JLC 系列软起动器有哪些特点

JLC 系列软起动器有以下主要特点：

- (1) 起动电流可控制在 3 倍额定电流以下，使电动机平稳起动。
- (2) 转矩随转速增加而增大，且可有很大的最大转矩，加速平滑，加速时间在 7 ~ 55s 之间可调，起动冲击很小。
- (3) 电动机初始起动电压(U_c)可调。
- (4) 随电动机负载的变化，自动调整装置的输出电压，使电动机的铜损、铁损大大减小，提高了功率因数($\cos\varphi$)。对经常处于低负载以及负载变化较频繁的电动机，节能效果显著，其最高综合节电效果可达损耗的 40%。
- (5) 软停止和瞬时停机功能。
- (6) 相序自动识别及纠正，电路工作与相序无关。
- (7) 脉冲变压器绝缘及主板绝缘等级均为 2500V(UL 规定)。
- (8) 断相、过载、晶闸管超温等全电子保护。
- (9) 控制电路采用美国 ENERPRO 公司的软起动技术，并使用该公司的原装主板，因此有极高的可靠性。

127. 国产 WJR 系列软起动器有哪些技术指标及功能

WJR 系列软起动器有节电型和旁路型两种。

(1) WJR 节电型软起动器的技术指标及功能。

输入电压：AC $380 \times (1 \pm 10\%)$ V、50Hz。

额定功率：22 ~ 315kW。

环境温度： $-20^\circ\text{C} \sim +40^\circ\text{C}$ ， $-40^\circ\text{C} \sim +40^\circ\text{C}$ 。

相序：有相序识别功能。

冷却方式：风冷。

最大过载能力：连续运行时为 105% 的额定电流。

起动方式：限流起动，最大起动电流为电动机额定电流的 4

倍，起动电流调整范围为 1.5 ~ 4 倍。

保护功能：断相、过电流、电动机过载、三相不平衡、晶闸管过热、晶闸管故障、外部故障点输入等，并在面板上通过 LED 以相应的代码显示。

其他功能：故障状态输出 (ERROR)、运行状态输出 (RUN)，其输出继电器触点容量均为 250V/5A。

(2) WJR 旁路型软起动器的技术指标及功能。

输入电压：AC $380 \times (1 \pm 10\%)$ V、50Hz。

额定功率：22 ~ 315kW。

环境温度：-40℃ ~ +40℃。

相序：有相序识别功能。

起动方式：限流起动，最大起动电流为电动机额定电流的 4 倍，起动电流调整范围为 1.5 ~ 4 倍。起动结束后旁路接触器投入运行。

保护功能：晶闸管过热、电动机过载、三相不平衡、断相等保护，并在线路板上有相应的指示灯显示。

灭弧功能：旁路接触器在通断切换时没有弧光产生。

128. 国产 CR1 系列软起动器有哪些特点

CR1 系列软起动器采用单片机控制技术，通过对电流和功率因数的检测，控制输出电压，降低起动电流。它具有以下主要特点：

(1) 可对起动方式、软起动时间、软停车时间、起动基值电压、起动限流倍数和保护脱扣级别进行设定。

(2) 控制和保护功能强。可实现软起动、突跳加软起动、限流起动和软停车控制功能；起、停过程和正常运行均具有三相不平衡、断相、过载、起动峰值过电流、限流起动超时、散热器过热等保护，起动过程还具有逆序保护。

(3) 抗干扰能力强，可靠性高。

129. CR1 系列软起动器的主要技术参数如何

CR1 系列软起动器的主要技术参数见表 69。

表 69 CR1 系列软起动器的主要技术参数

型号	壳架代号	软起动器 额定电流 I_c (A)	被控制 4 极 电动机额定 功率 P_e (kW)	额定工 作电压 U_e (V)	额定冲击 耐受电压 U_{imp} (V)	额定绝 缘电压 U_i (V)	额定控制 电源电压 U_s (V)	使用 类别
CR1-30	63	30	15	400 (50Hz)	8000	690	230 (50Hz)	AC-53a
CR1-40		40	18.5					
CR1-50		50	22					
CR1-63		63	30					
CR1-75	105	75	37					
CR1-85		85	45					
CR1-105		105	55					
CR1-142	175	142	75					
CR1-175		175	90					
CR1-200	300	200	110					
CR1-250		250	132					
CR1-300		300	160					
CR1-340	450	340	185					AC-53b
CR1-370		370	200					
CR1-400		400	220					
CR1-450		450	250					

注：CR1-340、CR1-370、CR1-400、CR1-450 软起动器的使用类别为 AC-53b，即软起动器起动电动机完毕后，必须旁路运行。

130. 国产 RQD-D7 型磁控软起动器有哪些技术特点

RQD-D7 型磁控软起动器是从电抗器降压起动产品衍生出来的

一种新产品。饱和电抗器的交流绕组串联在电动机定子回路中，通过电流反馈调整电抗器控制绕组的直流电流，从而改变饱和电抗器的饱和程度，实现电动机的软起动。

RQD-D7 型软起动器的技术特点如下：

(1) 实现电动机恒流起动，起动电流可在 $(1.5 \sim 4.5)I_e$ 范围内任意选择(视负载不同)，起动完成时无二次浪涌电流冲击。

(2) 具有电动机和起动器的热过载保护以及对传动机械的机械保护，消除转矩浪涌并降低冲击电流。

(3) 用计算机仿真技术，使起动过程可预测。

(4) 可以通过调整设定参数优化起动曲线。电动机起动倍数可连续调节，运行参数存储于 E²PROM 中。

(5) 采用西门子公司的 PLC(S7-200 型)和先进的多功能传感器模块，结构简单，性能可靠，设定灵活，具有全数字化的特点。

(6) 采用标准人机接口，具有 2 行显示运行状态和数据，通过 8 个功能按键和 5 个设置按键实现参数设定、显示、系统控制及中文在线提示等功能。

(7) 具有自检功能，可智能检测器件的故障，如电源电压、缺相、相序等故障，并自动闭锁。

(8) 具有事件记录功能及录波功能，保存最近发生的 50 个事件，可通过文本显示器显示每个事件发生的年月日时分秒；保存起动的波形，可以通过文本显示器显示起动数据或通过电脑显示起动波形。

(9) 文本显示器具有中文菜单，操作界面也具有中文菜单，每种操作都有中文提示说明，即使没有说明书也可以进行参数设定、故障处理，并可缩短检修时间。

(10) 结构灵活。当用户受到安装条件的制约时，可将饱和电抗器与控制部分分开放置。

(11) 重复使用性好，起动性能不受环境温度影响。

(12) 免维护，使用寿命长；可实现软停止。

131. 国产 JJR5000 系列软起动器有哪些技术特点

JJR5000 系列智能型软起动器适用于交流 380V、50Hz、5.5 ~ 600kW 各种负载的笼型电动机。其主要技术特点如下：

(1) 具有三种起动方式，其中电压斜坡起动方式可得到最大的输出转矩，恒流软起动方式有最大的限制起动电流，重载起动方式可输出最大的起动转矩。

(2) 停车方式包括电压斜坡软停车方式及自由停车方式。

(3) 具有可编程延时起动方式、可编程连锁控制及可编程故障接点输出。

(4) 对输入电源无相序要求。

(5) 起动时间、停车时间均可编程修改。

(6) 具有多种保护功能，对过电流、三相电流不平衡、过热、缺相、电动机过载等进行保护。

(7) 动态故障记忆功能，便于查找故障起因，可最多记录 5 个故障。

(8) 可在线查找三相最大的起动电流和最大运行电流。

(9) 现场总线的全动态控制监测起动器，易于组网(可选)。

(10) 具有汉字显示功能，LCD(液晶屏)显示各种工况参数。在编程及故障状态下具有文字提示说明。

132. 国产奥托 QB4 软起动器有哪些技术特点

奥托 QB4 软起动器的技术特点见表 70。

表 70 奥托 QB4 软起动器的技术特点

项 目		技术 指 标
主电路	功率器件	晶闸管模块/普通晶闸管
	主电路电源	三相 380 × (0.85 ~ 1.10) V, 50Hz/60Hz
	主电路功耗	每相每安培小于 2W

续表

项 目		技 术 指 标
主电路	功率器件电压	$\geq 1400\text{V}$
	dv/dt 保护	阻容滤波电路, 压敏电阻
控制电路	控制电路电源	单相 $220 \times (0.85 \sim 1.10)\text{V}$, 50Hz/60Hz
	控制电压	+12V
	控制电路功耗	5W
	起动指令	无源触点, 键盘, 计算机指令
起动参数	起动方式	斜坡起动, 突跳起动
	起始电压	100 ~ 380V
	起动时间	0 ~ 120s
	突跳时间	0 ~ 3s
故障保护	电源故障保护	断相、欠电压
	设备故障保护	晶闸管短路、过热
辅助输出	运行辅助输出	常开/常闭继电器触点, AC 250V/2A
	故障辅助输出	常开/常闭继电器触点, AC 250V/2A
数字通信 (选配)	通信协议	QB-DLT™
	通信速率	187.5kbit/s
	通信距离	1200m(无中继), 13200m(有中继)
	通信站点	99 个(软起动器), 31 个(计算机)
环境条件	运行温度	-5℃ ~ +40℃
	储存温度	-25℃ ~ +55℃
	相对湿度	20% ~ 90% RH, 不结露
	海拔	<2000m, 额定值不变 >2000m, 额定值 -5%/100m
其他	外壳防护等级	IP20
	工作方式	短时工作制
	产品技术标准	GB 14048.6—1998, Q/OKRR 001—1999

133. 美国 RSD6 型软起动器有哪些技术特点

RSD6 型软起动器是美国 BENSHAM 公司的产品。它采用了电力电子技术、微处理技术和模糊控制技术，具有以下主要技术特点：

(1) 采用电脑控制，智能化程度高。运行中可滚动记录 99 个事件供检查用。

(2) 过载能力强。一级负载，过载 350%、30s，过载 115% 可连续工作；二级负载，过载 500%、30s，过载 115% 可连续工作，或过载 500%、30s，过载 125% 可连续工作等。

(3) 具有背照光液晶显示器，可显示各种参数和故障情况。

(4) 保护、监控功能齐全。采用电子保护和监控，具有缺相、过载、过电压、欠电压等保护功能和温度、晶闸管故障、转子堵转等监控功能。

(5) 具有通信功能。设有 RS-422 或 RS-485 模块，采用异步通信方式。

其低压软起动器的额定电压为 208 ~ 690V，额定电流为 7.6 ~ 1200A；中压软起动器的额定电压为 2300 ~ 15000V，额定功率为 1500 ~ 15000kW。它适用于笼型异步电动机、同步电动机、绕线型异步电动机、双速电动机等多种类型电动机的软起动、软停止。

134. 瑞典 ABB 公司生产的 PSA、PSD 和 PSDH 软起动器的技术数据如何

ABB 公司生产的软起动器有一般起动型的 PSA、PSD 型和重载起动型的 PSDH 型。它们的技术数据见表 71。

表 71 软起动器的技术数据

项 目	PSA	PSD	PSDH
适用场合	一般起动	一般起动	重载起动

续表

项 目	PSA	PSD	PSDH
额定绝缘电压 U_i (V)	660	660 ^②	660
电动机输出功率 P_e (kW)			
220 ~ 230V	4 ~ 8.5	22 ~ 250	7.5 ~ 200
380 ~ 415V	7.5 ~ 30	37 ~ 450	15 ~ 400
500V	11 ~ 37	45 ~ 560	18.5 ~ 500
690V	—	355 ~ 800	—
运行时最大额定电流 I_e (A)			
220 ~ 500V	18 ~ 60	75 ~ 840	30 ~ 720
690V	—	100 ~ 840	—
环境温度(°C)			
运行时 ^①	0 ~ 50	0 ~ 50	0 ~ 50
保存时	-40 ~ +70	-40 ~ +70	-40 ~ +70
连续起动之间的最短时间间隔(ms)	—	500	500
设定			
初始电压占额定电压	30%	10% ~ 60%	10% ~ 60%
起动时电压上升时间(s)	0.5 ~ 30	0.5 ~ 60	0.5 ~ 60
停止时电压下降时间(s)	0.5 ~ 60	0.5 ~ 240	0.5 ~ 240
起动电流极限(A)	2 ~ 5 I_e	2 ~ 5 I_e	2 ~ 5 I_e
电动机额定电流 I_e (A)	—	70 ~ 100 ^③	70 ~ 100
级落电压	—	100% ~ 30%	100% ~ 30%
信号继电器			
额定操作电压 U_e (V)	250	250	250
额定热继电器电流 I_{th} (A)	5	5	5
额定操作电流 I_e (A)	1.5	1.5	1.5
在 Acll ($U_e = 250V$)			

注：① 当温度高于40°C时，额定电流值随温度升高而减小(0.8%/°C)。

② 只适用于 $U_e = 690V$, $U_i = 690V$ 。

③ 只适用于 $U_e = 690V$, 50%~100%。

135. GE 公司 ASTAT 系列软起动器的性能数据如何

(1) 起动电压：在 $(35\% \sim 95\%) U_e$ 之间可调，相应的起动转矩为 $(10\% \sim 90\%) M_q$ 。其中， U_e 为电动机额定电压， M_q 为电动机直接起动转矩。

(2) 脉冲突跳起动方式：对于如皮带输送机、挤压机、搅拌机 etc 静阻转矩较大的负载，必须施加一个短时的大起动转矩，以克服大的静摩擦力。脉冲突跳起动方式可以短时输出 $95\% U_e$ 电压（相当于 $90\% M_q$ ）， $0 \sim 400\text{ms}$ 可调。

(3) 加速斜坡或快速控制：加速时间在 $1 \sim 999\text{s}$ 内可调。

还设有限流 $[(200\% \sim 500\%) I_e]$ 之间可调，其中 I_e 为电动机额定电流] 起动加速方式，也可使电动机线性加速到额定转速。

(4) 减速斜坡：可有以下几种方式供选择。

① 直接切断电源，电动机自动停车。

② 线性斜坡制动时间在 $1 \sim 999\text{s}$ 内可调。

③ 非线性软制动，在泵的控制中可以消除水击。

(5) 直流电流制动，制动时间可在 $0 \sim 99\text{s}$ 内选择。

(6) 节能运行方式：当电动机负载较轻时，软起动器自动降低施加于电动机定子上的电压，减小了电动机电流励磁分量，从而提高了电动机的功率因数，达到节能的目的。

(7) 保护与监控功能：ASTAT 系列软起动器以字符式显示器提供设备的监控和快速故障诊断信息。它的主要保护功能如下：

① 限流：在 $(2 \sim 5) I_e$ 内可调。

② 按 I^2 负载曲线提供过载保护。

③ 缺相：3s 跳闸。

④ 晶闸管短路、散热器过热、转子堵转：200ms 内跳闸。

⑤ 当电动机内热敏电阻的电阻值大于规定值时，200ms 内跳闸。

⑥ 电源频率：小于 48Hz 或大于 62Hz 时不起动。

⑦ 未接电动机：10s 关机。

⑧ CPU 故障：60ms 关机。

⑨ 起动时间过长（当加速斜坡时间 $t_a \leq 120s$ 、起动时间大于 $2t_a$ ，或 $t_a > 120s$ 、起动时间大于 240s）时报警，在低速停留时间过长（ $> 120s$ ）时报警。

⑩ 可记录前 4 次故障。

ASTAT 软起动器还提供通信功能。设有 RS-422 或 RS-485 模块，采用异步通信方式，传输速率为 1200 ~ 9600bit/s，传输距离可达 1km，通信网最多可接 16 台设备。

136. 美国 BS 公司高压(中压)软起动器的性能数据如何

BS 公司高压(中压)软起动器的主要性能数据见表 72。

表 72 BS 公司高压(中压)软起动器主要性能数据

项 目	性能数据及功能	
产品标准和认证	ANSI、CSA、IEEE、UL、NEC、EEMAC、NEMA、OSHA	
功率范围	300 ~ 14000HP(225 ~ 10000kW)	
额定工作电压	6kV、6.6kV、7.2kV、10kV、13.2kV	
峰值绝缘电压	7.2kV 时为 18.2kV，13.8kV 时为 36kV	
软起动器压降	无旁路时，3.5V；带旁路接触器时，小于 1V	
晶闸管触发技术	光纤触发	
额定短路承受能力	50kA	
过载能力	500% 过载，30s；120% 过载，长期连续运行	
总效率	无旁路时，99.7%；带旁路接触器时，99.9%	
起动控制	初始起动电流	(50% ~ 400%) I_e
	斜坡时间	0 ~ 120s
	脉冲突跳时间	最大 90%，1 ~ 10s
制动控制方式	自由停车、软停车、泵停机、直流制动	

续表

项 目	性能数据及功能
保护和监控	电源过电压、欠电压、失压保护, 过电流、电流不平衡保护, 电源频率监控, 相序监控, 电动机堵转保护、过热保护, 接地监控, 晶闸管短路监控, CPU 故障监控, 功率因数监控, 起动时间限制, 起动器参数备份, 密码保护, 可编程继电器输出, 紧急再起动功能, 相关事件记录(可记录 99 个最近的参数值)
通信功能	RS-232/RS-485 串行口
结构形式	NEMA1、NEMA3R、NEMA12



八、软起动器的安装、选择与使用

137. 软起动器对工作环境有什么要求

软起动器只有在规定的环境下才能安全可靠地工作。若环境条件中有不满足其要求的，则应采取相应的改善措施。软起动器的运行环境条件规定如下：

- (1) 环境温度：根据产品不同，有 $0^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$ ； $-25^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$ 和 $-40^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$ 等。
- (2) 相对湿度：20% ~ 90%，不结露，无冰冻。
- (3) 没有腐蚀性、可燃性气体。
- (4) 无滴水，无热源，无直接日晒，通风良好。
- (5) 海拔：安装地点的海拔不超过 2000m。
- (6) 振动：软起动器能承受的振动条件是振动频率为 10 ~ 150Hz，振动加速度不大于 5m/s^2 。

138. 怎样安装软起动器

- (1) 软起动器应按外壳防护等级（一般为 IP20）要求安装在室内。
- (2) 应垂直安装，在软起动器的上方和下方应留足 200mm 以上的空间，以利散热。
- (3) 如果控制柜内装有热继电器，应采用隔板来防止强冷或热气流吹到热继电器上，避免影响热继电器的动作整定值。
- (4) 认真阅读使用说明书，弄清每个接线端子的功能，正确接线。

(5) 通常不用兆欧表测试软起动器的相间和相对地的绝缘电阻。如果一定要测试, 必须先将三相输入与输出端短路, 并拔掉控制板上的所有插头后, 方可进行。

(6) 当软起动器输入端接通电源后, 在负载开路或断相时, 输出端会带有很高的感应电压, 因此在安装调试、检修和使用时, 禁止接触软起动器的输出端, 以免造成触电事故。

(7) 如果为了改善功率因数, 接有补偿电容, 电容器必须接在软起动器的输入端, 不可接在输出端, 否则将造成软起动器损坏。

(8) 软起动器的输入端与输出端不可接反, 否则有可能损坏软起动器和电动机。

(9) 如果变频器带有旁路接触器, 接线(连接接触器主触头)时务必仔细, 不可造成短路事故。

(10) 测量电动机绝缘电阻时, 必须将其与软起动器之间的 3 根连线脱开后, 方可进行。

139. 怎样选择软起动器

现以 ABB 公司生产的 PSA、PSD 和 PSDH 型软起动器(PSA、PSD 型为一般起动型, PSDH 型为重载起动型)为例介绍如下:

(1) 软起动器型号的选择。

泵: 选择 PSA 或 PSD 型。PSD 型软起动器有一特别的泵停止功能(级落电压), 使在停止斜坡的开始瞬间降低电动机电压, 然后再继续线性地降至最终值, 这提供了停止过程可能的最软的停止方法。

鼓风机: 当起动较小功率的风机时, 可选择 PSA 或 PSD 型; 起动带重载的大型风机时, 应选择 PSDH 型。其内部的过载继电器可保护电动机过于频繁起动引起的过热现象。

空压机: 选用 PSA 或 PSD 型。选用 PSD 型可以提高功率因数和电动机效率, 减小空载时的电能消耗。

输送带：一般可选用 PSA 或 PSD 型。如果输送带的启动时间较长，应选用 PSDH 型。

各软起动器可用于螺旋式输送机、滑轮提升机、液压泵、搅拌机、环形锯等。根据运行数据的计算，选择适当的软起动器，可用于破碎机、轧机、离心机及带形锯等。

(2) 软起动器的型号规格。这 3 种类型的软起动器的型号规格见表 73。

表 73 软起动器的型号规格

项 目	单位及信号器	PSA	PSD	PSDH
应用场合		一般启动	一般启动	重载启动
功率范围	200 ~ 230V kW	4 ~ 18.5	22 ~ 250	7.5 ~ 200
	380 ~ 415V kW	7.5 ~ 30	37 ~ 450	14 ~ 400
	500V kW	11 ~ 37	45 ~ 560	18.5 ~ 500
	690V kW	—	355 ~ 800	—
内部电子过载继电器		无	无 ^④ 或有	有
功能(用于设定的电位器):				
启动斜坡时间(STA-RT)	s	0.5 ~ 30	0.5 ~ 60	0.5 ~ 60
初始电压(U_{INI})		30% (不可调)	10% ~ 60%	10% ~ 60%
停止斜坡时间(STOP)	s	0.5 ~ 60	0.5 ~ 240	0.5 ~ 240
级落电压(U_{SD})		无	100% ~ 30%	100% ~ 30%
启动电流限制(I_{LIM})		2 ~ 5 I_e	2 ~ 5 I_e	2 ~ 5 I_e
可调额定电动机电流(I_e)		无	70% ~ 100% ^②	700% ~ 100%
用于选择的开关:				
节能功能(PF)		无	有	有
脉冲突跳启动(KICK)		无	有	有
大电流开断(SC)	无	有	有	
节能功能反应时间、正常速/慢速(TPF)	无	有	有	

续表

项 目	单位及信号器	PSA	PSD	PSDH
信号继电器用于:	信号 继电器 信号灯			
起动斜坡完成	K5 (T) ^③	有	有	有
运行	K4 (R)	无	有	有
故障	K6 (F1 和/或 F2)	无	有	有
过载	K3 (OVL)	无	有 ^{①④}	有
电源电压	— (On)	有	有	有
节能功能激活	— (P)	无	有	有
认可	UL	有	有 ^④	有

注: ① 带内部电子过载继电器。

② 只适用于 $U_e = 690V$, 50%~100%。

③ 不适用于 PSA。

④ 不适用于 690V。

以上 3 种软起动器的技术数据见第 134 问表 71。

140. 使用软起动器应注意哪些事项

(1) 软起动器本身没有短路保护, 为了保护其中的晶闸管, 应该采用快速熔断器。快速熔断器应根据软起动器的额定电流来选择。须指出, 由于低压断路器开断时间较长(约为 0.1s), 不宜用于晶闸管的保护。

(2) 当软起动器使电动机制动停机时, 只是由于晶闸管不导通, 使电动机的输入电压为 0V, 但在电动机与电源之间并没有形成电气隔离, 因此在检修电动机或线路时, 必须切断供电电源。为此, 应在软起动器与电源之间增设断路器。

(3) 当软起动器功率较大或者台数较多时, 产生的高次谐波会对电网造成不良影响, 并对电子设备产生干扰。为此, 可在电动机的起动线路中装设旁路接触器, 当电动机平稳起动至正常转速

时，旁路接触器闭合，把软起动器短接。即在起动完成之后，大功率晶闸管不再工作，从而消除高次谐波对电网及电子设备的干扰。

(4) 软起动器内置有多种保护功能(如失速及堵转测试、相间平衡、欠载保护、欠电压保护、过电压保护等)，具体应用时应根据实际需要通过编程来选择保护功能或使某些保护功能失效。比如，在突然断电比过负载造成的损失更大的场合，其过负载保护应作用于信号而不应用于切断电路。

(5) 软起动器的使用环境要求比较高，应做好通风散热工作，安装时应在其上、下方留出一定空间，使空气能流过其功率模块。当软起动器的额定电流较大时，要采用风机降温。

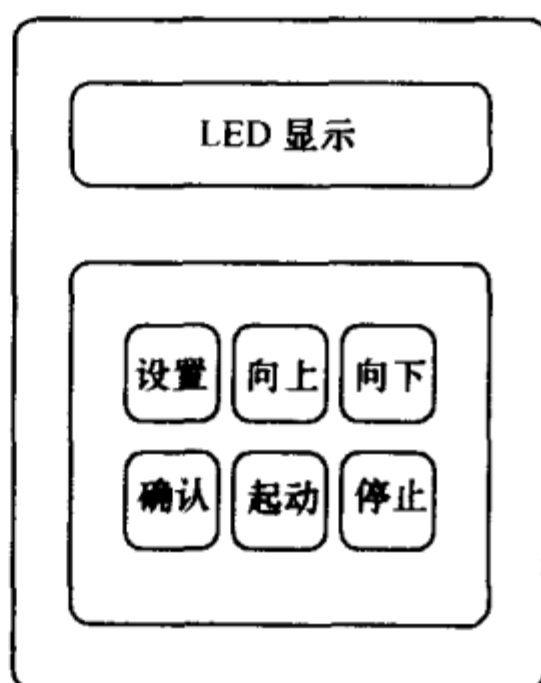


图 55 WJR 节电型软起动器的面板

141. 怎样调整软起动器

这里以 WJR 节电型软起动器为例(其面板如图 55 所示)介绍其调整方法：

(1) 接通电源，WJR 节电型软起动器面板上的 LED 显示器显示为 A(电流)或 V(电压)。

(2) 按“设置”键进入调整状态，此时 LED 的第 1 位显示“P”，第 5 位显示相应参数的项目序号(见表 74)。

表 74 参数的项目序号及内容

序号	项目内容	参数	出厂值
1	电压/电流显示选择	1 为电压, 0 为电流	0
2	额定电流值(A)	随电动机功率改变	
3	起动电流倍数	1.5 ~ 4.0	3.0
4	起始导通角(°)	60 ~ 120	80

续表

序号	项目内容	参数	出厂值
5	软停时间(s)	0 ~ 120	0
6	软停终止电压(V)	120 ~ 300	150
7	过载选择	1 为重载, 0 为标准	0
8	节能选择	1 为节能, 0 为全压	1
9	节能率调整	1 ~ 20	8

(3) 按“向上”或“向下”键, 选择参数的项目序号, 按“确认”键即可进入该项的调整状态。

(4) 再按“向上”或“向下”键, 修改该项参数值。

(5) 然后按“确认”键, LED 显示“OK”, 即表明所设定的参数已储存。

(6) 最后按“设置”键, 退出该项。

同样可进行其他参数的设定和调整。

142. 软起动器内部电流整定值是怎样设置的

以 JLC 软起动器为例, 其内部过载保护电流整定值为电动机额定电流的 1.2 倍; 节能运行时自动切换整定值为电动机额定电流的 0.7 倍。各种功率 Y 系列 4 极电动机的不同整定值见表 75。

表 75 软起动器内部电流整定值

电动机额定值		互感器变比	互感器二次电流额定值(A)	节能切换整定值(A)	过载保护电流值(A)
功率(kW)	电流(A)				
11	23	50/1	0.46	0.32	0.55
15	30	50/1	0.60	0.42	0.72
18.5	36	75/1	0.60	0.42	0.72
22	43	75/1	0.60	0.42	0.72
30	57	100/1	0.58	0.40	0.70

续表

电动机额定值		互感器变比	互感器二次电 流额定值(A)	节能切换 整定值(A)	过载保护 电流值(A)
功率(kW)	电流(A)				
37	70	100/1	0.70	0.50	0.84
40	72	100/1	0.72	0.50	0.90
45	84	150/1	0.56	0.40	0.68
55	103	150/1	0.68	0.50	0.80
75	140	300/1	0.46	0.32	0.56
90	164	300/1	0.54	0.38	0.64
110	202	400/1	0.50	0.36	0.60
132	242	500/1	0.48	0.34	0.58
160	294	500/1	0.58	0.40	0.70
180	331	600/1	0.62	0.44	0.74
200	367	600/1	0.62	0.44	0.74
220	404	800/1	0.58	0.40	0.70
250	459	800/1	0.58	0.40	0.70
280	514	1000/1	0.52	0.36	0.62
315	578	1000/1	0.58	0.40	0.70

143. 怎样选择软起动器的保护快速熔断器

(1) 快速熔断器的额定电压应大于交流线电压。对于 380V 电源电压，应取 500V、750V 的额定电压。

(2) 快速熔断器的允通能量 I^2t 值应小于晶闸管元件的允通能量 I^2t 值。

例如，CR1 系列软起动器快速熔断器的选用见表 76。

表 76

CR1 系列软起动器快速熔断器的选用

软 起 动 器		400V、65kA 快速熔断器(最大值)		
型 号	晶闸管整流器 I^2t	型 号	额定电流(A)	I^2t
CR1-30	18000	RST3-250/80	80	13440
CR1-40	18000	RST3-250/80	80	13440
CR1-50	18000	RST3-250/80	80	13440
CR1-63	125000	RST3-250/200	200	107000
CR1-75	125000	RST3-250/200	200	107000
CR1-85	281000	RST3-250/200	200	107000
CR1-105	320000	RST3-250/250	250	246200
CR1-142	320000	RST10-800/500	500	173000
CR1-175	320000	RST10-800/550	550	232000
CR1-200	1125000	RST10-1250/900	900	835000
CR1-250	1125000	RST10-1250/900	900	835000
CR1-300	1100000	RST10-1250/900	900	835000
CR1-340	638000	RST10-800/710	710	476000
CR1-370	638000	RST10-800/710	710	476000
CR1-400	966000	RST10-1250/900	900	835000
CR1-450	966000	RST10-1250/900	900	835000



九、软起动器实用线路

144. 软起动器的基本接线是怎样的

对于不同的软起动器，其接线也有所不同，但接线都很简单。现举三例。

(1) GE 公司生产的 ASTAT 系列软起动器。

ASTAT 系列软起动器的基本接线如图 56 所示。图中，QS 为带

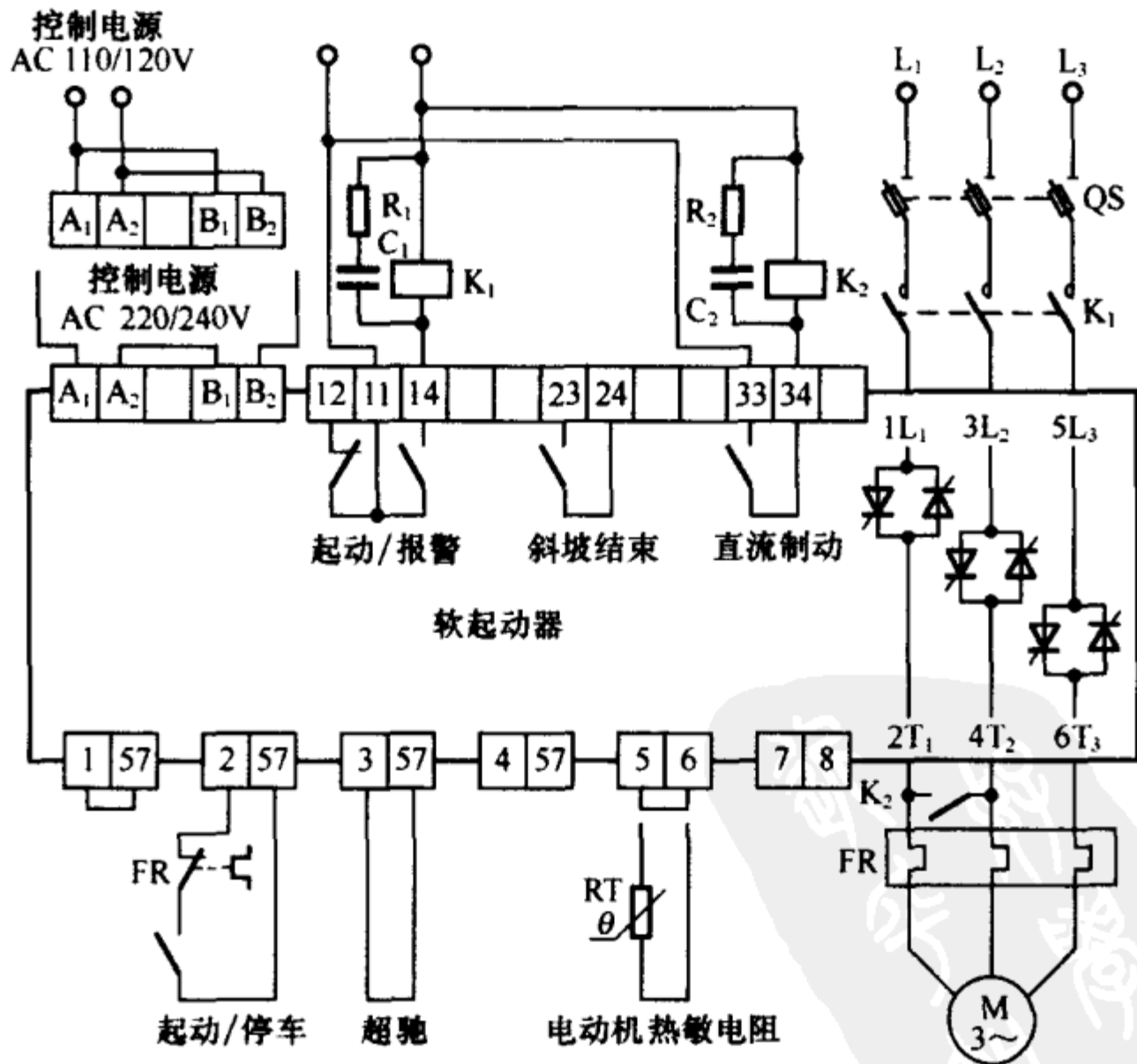


图 56 ASTAT 系列软起动器的接线

熔断器的隔离开关，也可采用断路器； K_1 为通断接触器； K_2 为制动用接触器； R_1 、 C_1 和 R_2 、 C_2 分别为 K_1 和 K_2 的消火花电路； RT 为热敏电阻，安装在电动机定子绕组内，用于电动机的过热保护(也可不用)。

(2) QB4 软起动器。

QB4 软起动器的基本接线如图 57 所示(未画出主电路)。

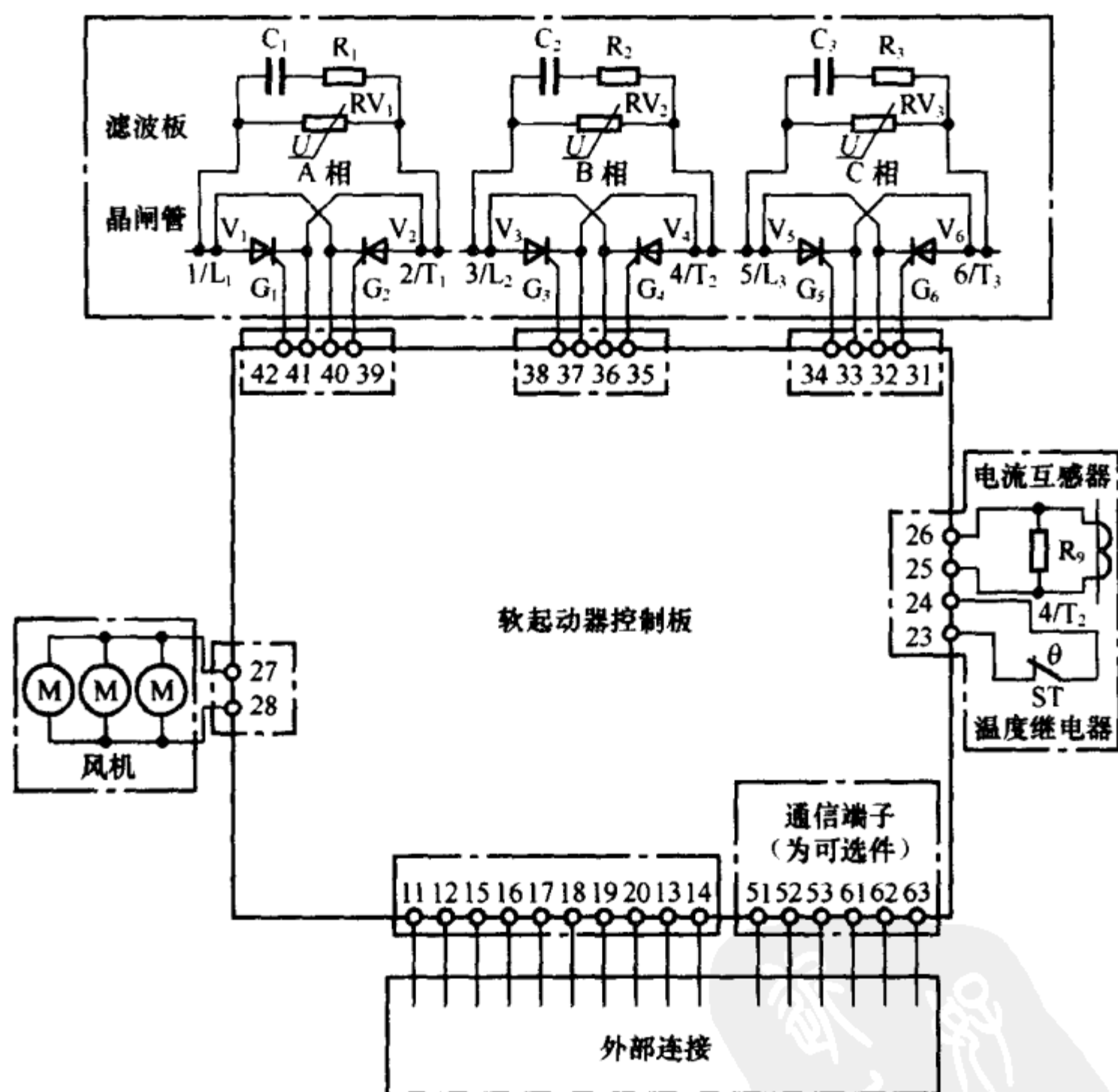


图 57 QB4 软起动器的接线

主电路端子见表 76，控制电路端子见表 77。

表 77

主电路端子

编号	1	3	5	2	4	6	PE
名称	L ₁	L ₂	L ₃	T ₁	T ₂	T ₃	PE
说明	U 相输入	V 相输入	W 相输入	U 相输出	V 相输出	W 相输出	保护接地

表 78

控制电路端子

编号	11	12	15	16	17	18	19	20	13	14	51	52	53
											61	62	63
名称	N	L	KR	KR ₁	KR ₀	KF	KF ₁	KF ₀	ST ₁	ST ₂	N ₊	N ₋	N ₀
	零线	相线	公共	常闭	常开	公共	常闭	常开			正	负	屏蔽
说明	控制电源		运行辅助输出			故障辅助输出			起动控制		数字通信(选配)		
	AC 220V		无源触点			无源触点			无源触点		QB-DLT™		

表中, 端子 13、14 用于控制软起动器工作, 接通时起动, 断开时停止。15、16、17 为运行辅助触点, 在起动结束后动作, 用于控制旁路接触器, 触点容量为 250V/2A。18、19、20 为故障辅助触点, 在故障保护时动作, 触点容量为 250V/2A。51~53、61~63 为数字通信端子, 通过网络通信卡与主控计算机连接。

(3) CR1 系列软起动器。

主电路端子见表 79, 控制电路端子见表 80。

表 79

主电路端子

编号	1L ₁	3L ₂	5L ₃	2T ₁	4T ₂	6T ₃	A ₂	B ₂	C ₂
说明	U 相输入	V 相输入	W 相输入	U 相输出	V 相输出	W 相输出	旁路接触器 U 相输出	旁路接触器 V 相输出	旁路接触器 W 相输出

表 80

控制电路端子

编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
说明	控制电源相线	控制电源中性线	起动	停止	公共 (COM)	旁路常开输出		故障常开输出	故障常闭输出	故障公共	空	保护接地 (PE)

145. 常熟 CR1 系列软起动器不带旁路接触器的线路是怎样的

线路如图 58 所示。图中端子的含义见第 144 问中表 79 和表 80。

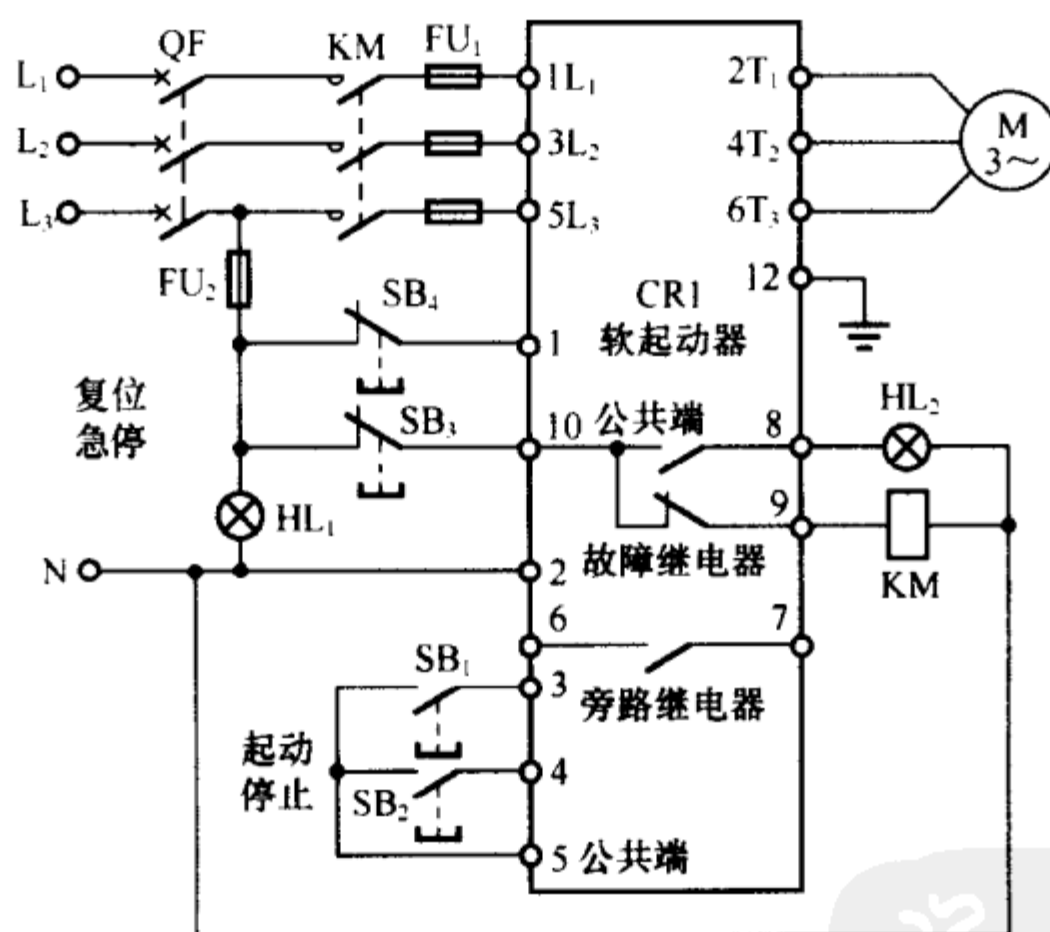


图 58 CR1 系列软起动器不带旁路接触器的线路

工作原理：合上断路器 QF，电源指示灯 HL₁ 点亮，接触器 KM 得电吸合。按下起动按钮 SB₁，端子 3、5 相连，电动机按设定参数[如起动电压 $U_s = (30\% \sim 80\%) U_e$ ，起动时间 $t_s = 0.5 \sim 60s$ ，可调]开始软起动。停机时，按下软停按钮 SB₂，端子 4、5 相接，电

动机按设定参数(如斜坡时间 $t_{OFF} = 0.5 \sim 60s$, 关断电压 $U_{OFF} \leq U_s$, 可调)开始软停机。

当出现意外情况需要电动机紧急停机时, 可按下急停按钮 SB_3 。当软起动器发生故障自动停机后, 先排除故障, 再按一下电源复位按钮 SB_4 , 即可正常操作。

当软起动器内部发生故障时, 故障继电器动作, 接触器 KM 失电释放, 切断软起动器输入端电源, 同时故障指示灯 HL_2 点亮。

146. CR1 系列软起动器无接触器而有中间继电器的线路是怎样的

线路如图 59 所示。图中端子的含义见第 144 问中表 79 和表 80。

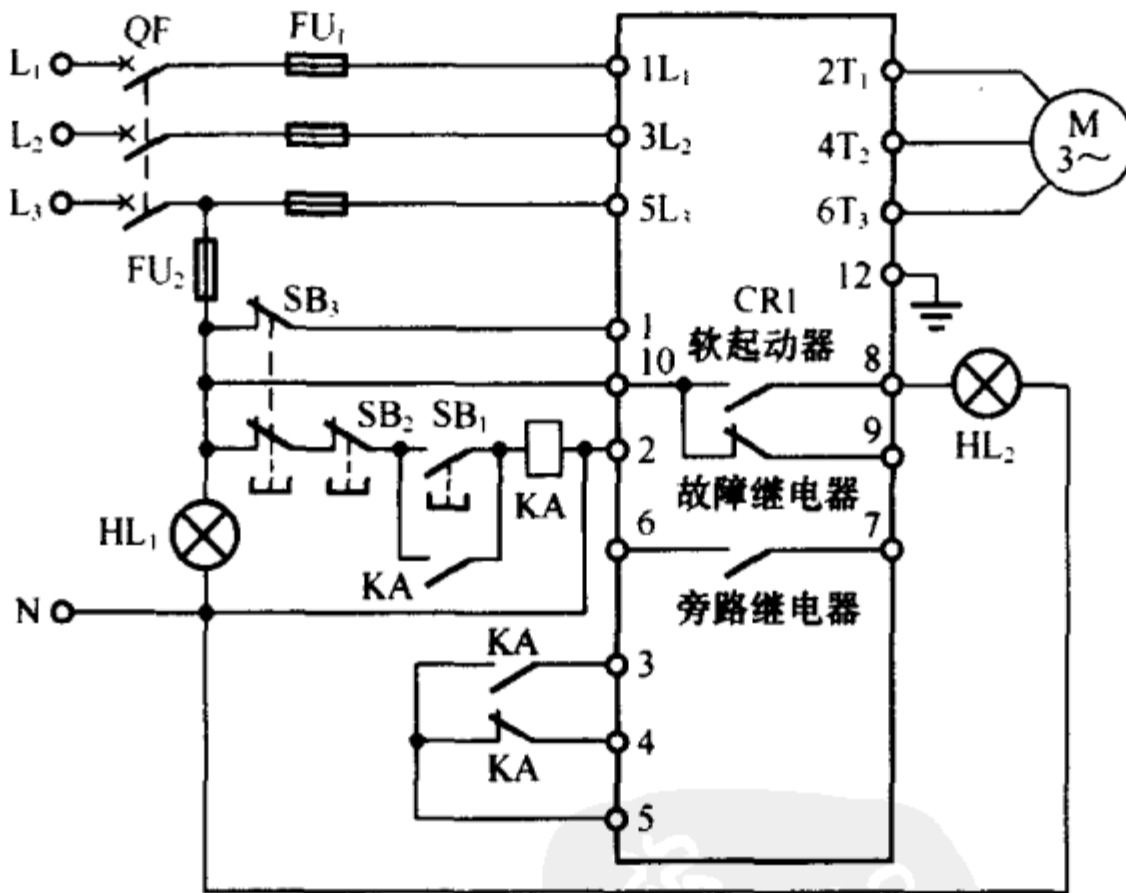


图 59 CR1 系列软起动器无接触器而有中间继电器的线路

工作原理: 合上断路器 QF , 电源指示灯 HL_1 点亮, 按下启动按钮 SB_1 , 继电器 KA 得电吸合并自锁, 其常闭触点断开、常开触点闭合, 端子 3、5 相接, 电动机按设定参数开始软启动。停机时,

按下软停按钮 SB_2 ，继电器 KA 失电释放，其常开触点断开，常闭触点闭合，端子 4、5 相接，电动机按设定参数开始软停机。

147. CR1 系列软起动器带进线接触器和中间继电器的线路是怎样的

线路如图 60 所示。

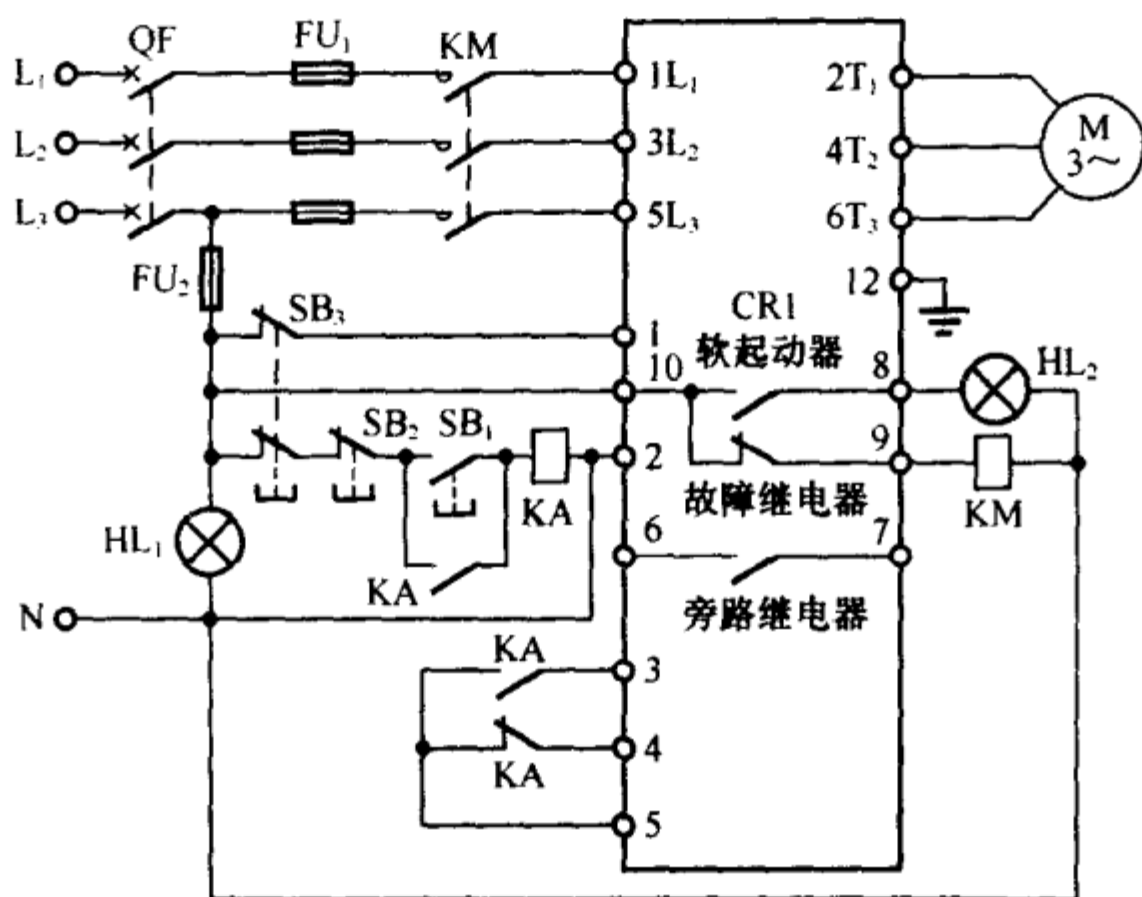


图 60 CR1 系列软起动器带进线接触器和中间继电器的线路

工作原理：合上断路器 QF ，电源指示灯 HL_1 点亮，进线接触器 KM 吸合。起动时，按下起动按钮 SB_1 ，中间继电器 KA 得电，其常闭触点断开、常开触点闭合，端子 3、5 接通，电动机开始软起动。停机时，按下软停按钮 SB_2 ， KA 失电释放，其常开触点断开，常闭触点闭合，端子 4、5 接通，电动机开始软停机。

148. CR1 系列软起动器带旁路接触器的线路是怎样的

线路如图 61 所示。

工作原理：合上断路器 QF ，电源指示灯 HL_1 点亮，进线接触

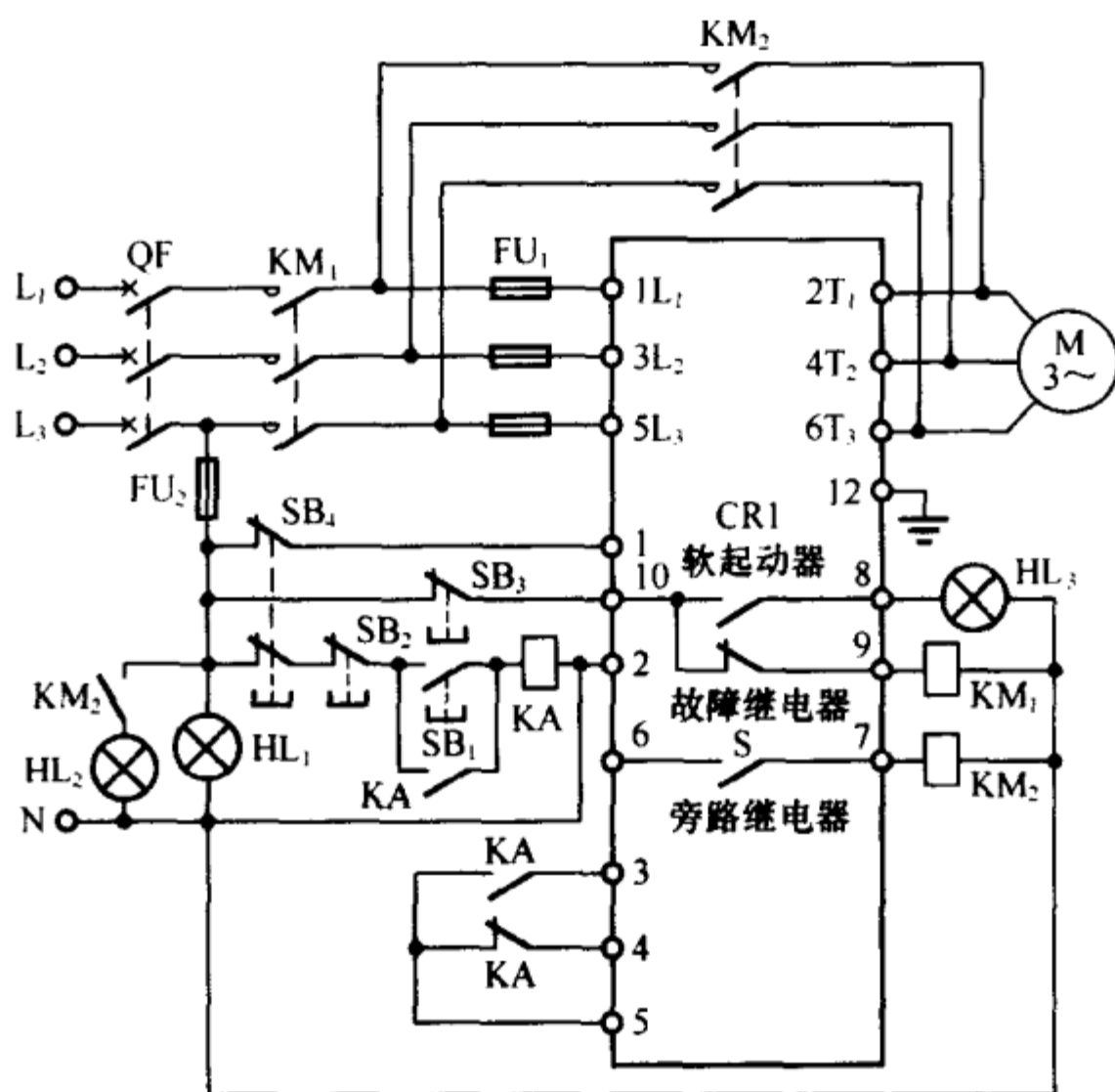


图 61 CR1 系列软起动器带旁路接触器的线路

器 KM_1 吸合。起动时，按下起动按钮 SB_1 ，中间继电器 KA 得电吸合并自锁，其常闭触点断开，常开触点闭合，端子 3、5 接通，电动机开始软起动，转速逐渐上升。当电动机转速达到额定值（即电动机电压达到额定电压）时，软起动器内部的旁路继电器触点 S 闭合，旁路接触器 KM_2 自动吸合，将软起动器内部的主电路（三相晶闸管）短路，从而使晶闸管等不致长期工作而发热损坏。当 KM_2 吸合时，旁路运行指示灯 HL_2 点亮。停机时，按下软停按钮 SB_2 ，继电器 KA 失电释放，其常开触点断开，常闭触点闭合，端子 4、5 接通，电动机软停机。当转速下降到一定值时，软起动器内部触点 S 断开，接触器 KM_2 失电释放，断开旁路接触器主触点。

图中，按钮 SB_3 、 SB_4 的作用见第 145 问。

149. CR1 系列软起动器正反转运行线路是怎样的

线路如图 62 所示。

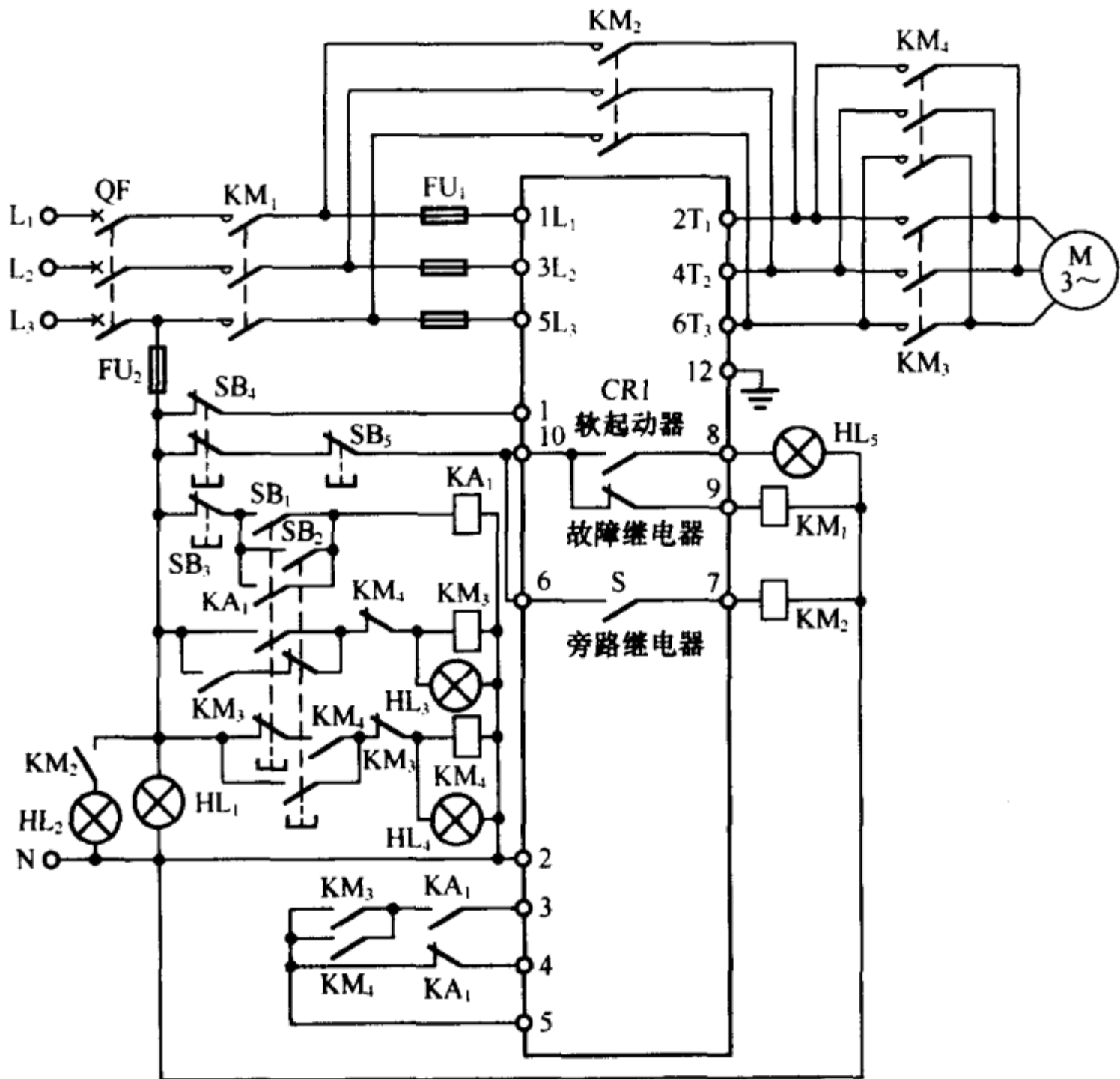


图 62 CR1 系列软起动器正反转运行线路

图中， KM_1 为进线接触器， KM_2 为旁路接触器， KM_3 为正转接触器， KM_4 为反转接触器， KA_1 为中间继电器； SB_1 为正转起动按钮， SB_2 为反转起动按钮， SB_3 为软停机按钮， SB_4 为控制电源复位按钮， SB_5 为电动机急停按钮； HL_1 为电源指示灯， HL_2 为旁路运行指示灯， HL_3 为电动机正转指示灯， HL_4 为电动机反转指示灯， HL_5 为故障指示灯。

工作原理：合上断路器 QF，电源指示灯 HL₁ 点亮，进线接触器 KM₁ 得电吸合。

正转运行时，按下按钮 SB₁，中间继电器 KA₁ 和接触器 KM₃ 分别得电吸合并自锁，KA₁ 的常闭触点断开，常开触点闭合，KM₃ 的常开辅助触点闭合，端子 3、5 接通，电动机正转软起动，指示灯 HL₃ 点亮。当电动机转速达到额定值时，软起动器内部的旁路继电器触点 S 闭合，接触器 KM₂ 得电吸合，指示灯 HL₂ 点亮，电动机进入正转全压运行状态。

反转运行时，按下按钮 SB₂，KM₃ 失电释放，KM₄ 得电吸合并自锁，其常开辅助触点闭合，端子 3、5 接通，电动机反转软起动，指示灯 HL₄ 点亮。当电动机转速达到额定值时，内部触点 S 闭合，接触器 KM₂ 得电吸合，指示灯 HL₂ 点亮，电动机进入反转全压运行。

软停机时，按下按钮 SB₃，继电器 KA₁ 失电释放，其常开触点断开，常闭触点闭合，端子 4、5 接通，电动机软停机。

图中，复位按钮 SB₄ 和急停按钮 SB₅ 的作用见第 145 问。

150. RSD6 型软起动器怎样接线

控制电动机正转运行的软起动器的接线如图 63 所示。

工作原理：合上隔离开关 QS 和控制回路断路器 QF，按下按钮 SB₂，接触器 K 得电吸合并自锁，接通软起动器电源。按下起动器运行按钮 SB₄，接触器 KM₁ 得电吸合并自锁，其常开辅助触点闭合，软起动器工作，电动机 M 起动运行。当起动器发生故障时，软起动器 RSD6 的触点 6、7 闭合，接触器 KM₂ 得电吸合，其常开触点闭合，接通故障报警电路，发出声光报警信号。

151. 用一台软起动器控制两台电动机的线路是怎样的

用一台西普 STR 软起动器控制两台电动机的线路如图 64 所示。此线路并不指两台电动机同时开机，而是开一台，备用一台。

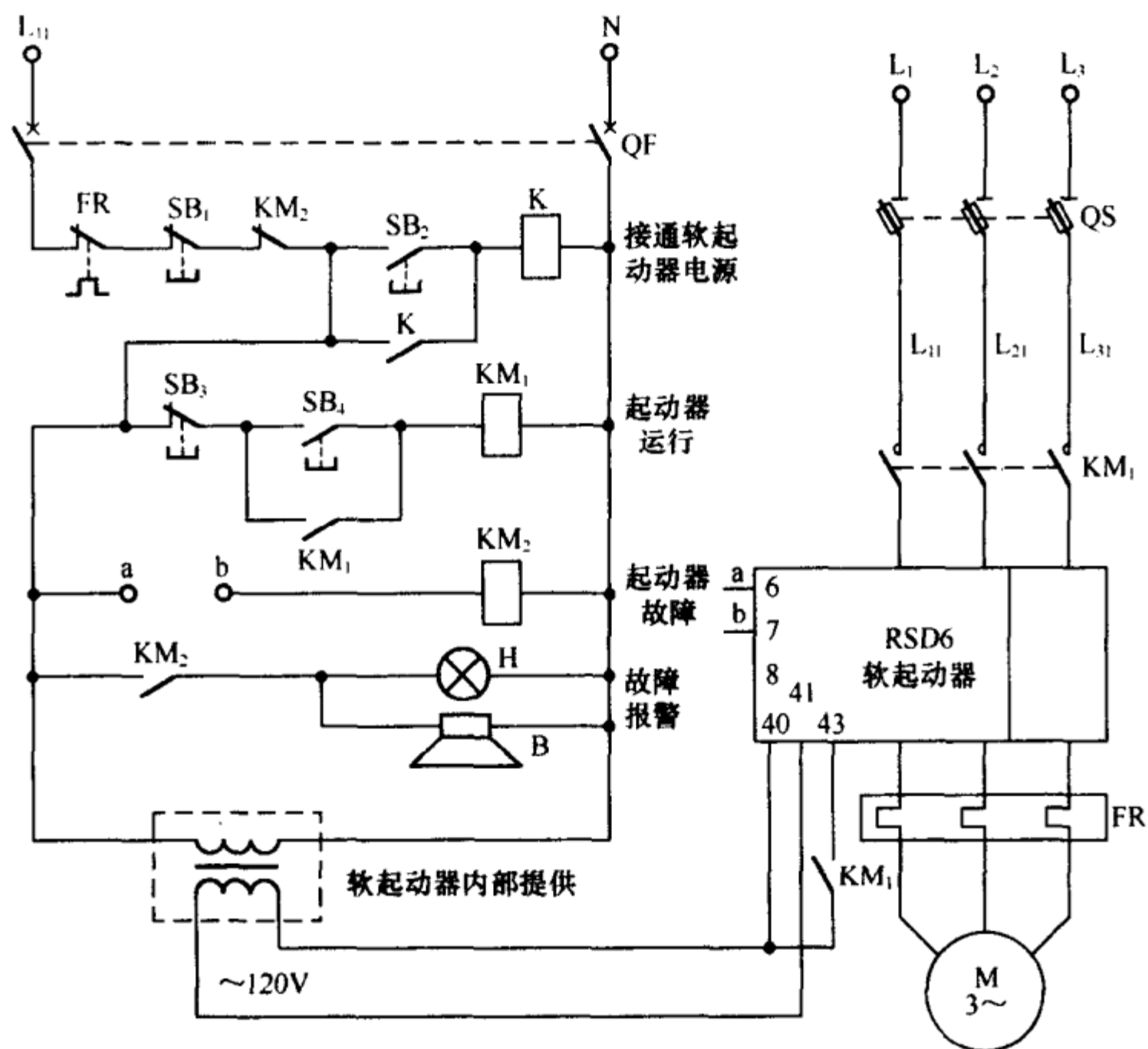


图 63 RSD6 型软起动器的接线

图中，JOG 为点动端子，START 为起动端子，STOP 为停止端子，COM 为公共端子。

工作原理：当需要电动机 M_1 运行、 M_2 备用时，将转换开关 S 置于“Ⅰ”位置，接触器 KM_1 得电吸合，为起动电动机 M_1 作准备，指示灯 HL_1 点亮。按下 STR 的操作键盘上的 START 键，端子 START、COM 连接，电动机即开始软起动。停机时，按下操作键盘上的 STOP 键，端子 STOP、COM 连接，电动机开始软停机。

当需要电动机 M_2 运行、 M_1 备用时，只要将 S 置于“Ⅱ”位置，其余操作同上。

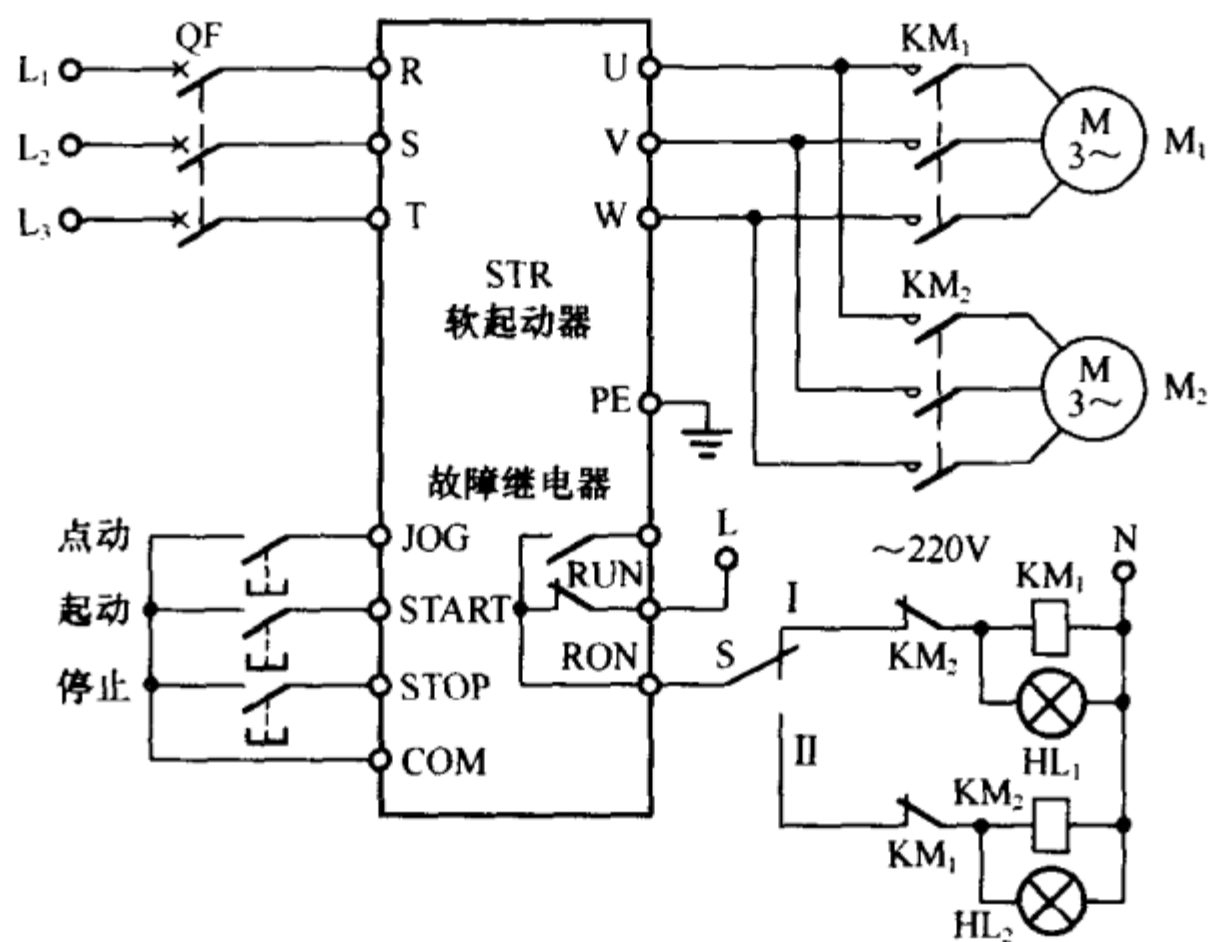


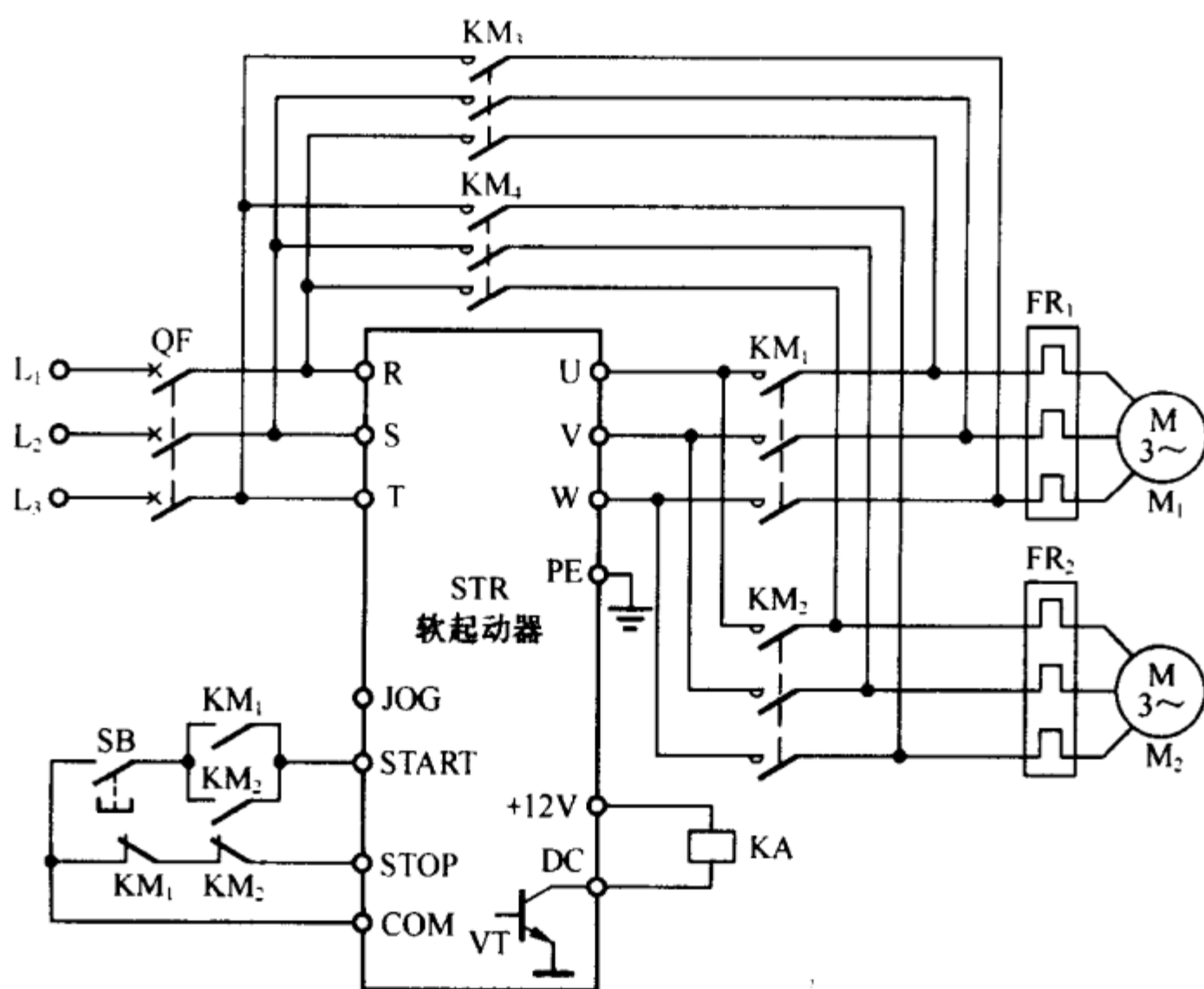
图 64 用一台西普 STR 软起动器控制两台电动机的线路

152. 用一台软起动器起动两台电动机的线路是怎样的

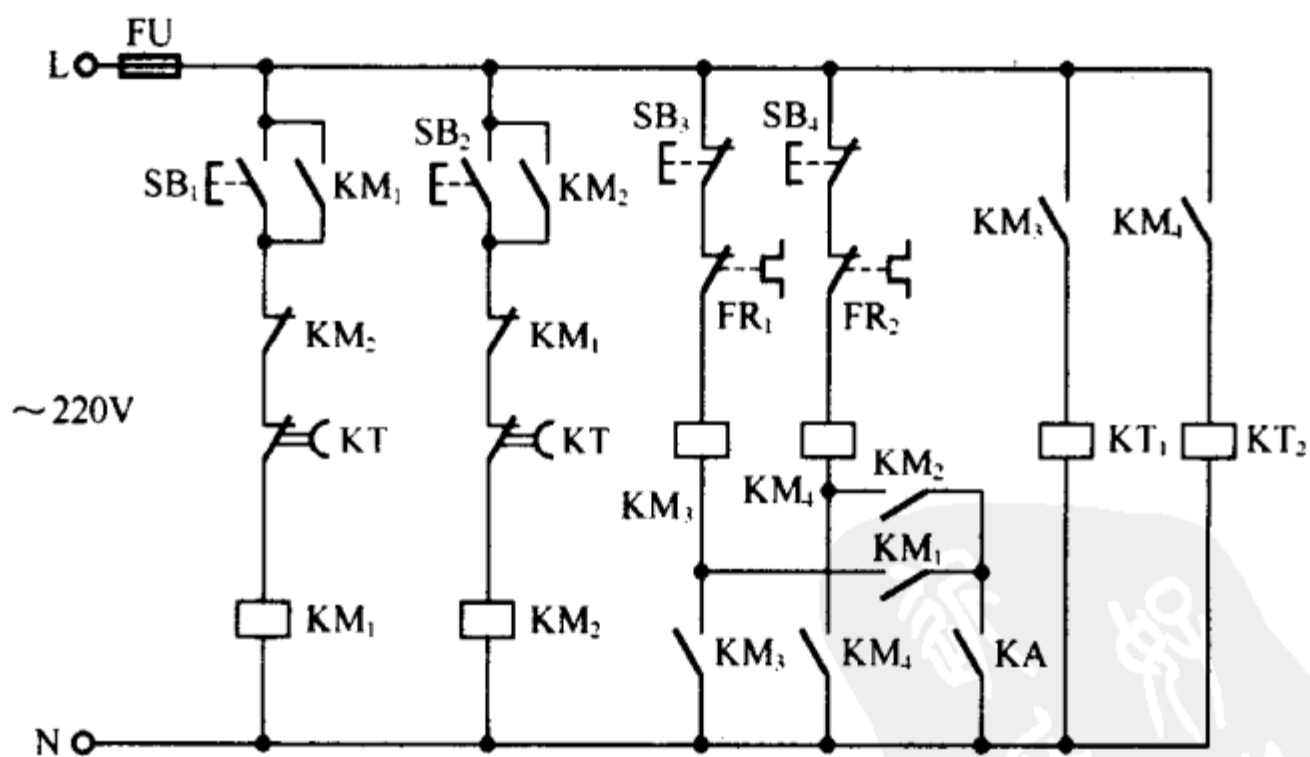
用一台西普 STR 软起动器起动两台电动机的线路如图 65 所示。此线路一台一台开起电动机。

工作原理：如先开电动机 M_1 。合上断路器 QF，按下按钮 SB_1 ，接触器 KM_1 得电吸合并自锁，其常开辅助触点闭合，按下操作盘上的起动按钮 SB，端子 START、COM 接通，电动机 M_1 开始软起动。当转速达到额定值时，软起动器内部的三极管 VT 导通，继电器 KA 得电吸合，其常开触点闭合，旁路接触器 KM_3 得电吸合并自锁。这时延时切换用时间继电器 KT_1 的线圈通电，经适当延时后，其延时闭合常闭触点断开， KM_1 失电释放，电动机 M_1 由 KM_3 供电，在 KM_1 失电的同时其常闭辅助触点闭合，软起动器退出运行。同样，可起动电动机 M_2 （由接触器 KM_2 和 KM_4 控制）。

停机时，按下停止按钮 SB_3 和 SB_4 ，则接触器 KM_3 和 KM_4 失电释放，电动机停止运行。



(a) 主电路



(b) 控制电路

图 65 用一台西普 STR 软起动器起动两台电动机的线路

十、软起动器的维护与故障处理

153. 怎样检查和维护软起动器

(1) 平时注意检查软起动器的环境条件，防止在超过其允许的环境条件下运行。注意检查软起动器周围是否有妨碍其通风散热的物体，确保软起动器四周有足够的空间(大于150mm)。

(2) 定期检查配电线端子是否松动，柜内元器件有否过热、变色、焦臭味等异常现象。

(3) 定期清扫灰尘，以免影响散热，防止晶闸管因温升过高而损坏，同时也可避免因积尘引起的漏电和短路事故。

清扫灰尘可用干燥的毛刷进行，也可用皮老虎吹和吸尘器吸。对于大块污垢，可用绝缘棒去除。若有条件，可用0.6MPa左右的压缩空气吹除。

(4) 平时注意观察风机的运行情况，一旦发现风机转速慢或异常，应及时修理(如清除油垢、积尘，加润滑油，更换损坏或变质的电容器)。对损坏的风机要及时更换。如果在没有风机的情况下使用软起动器，将会损坏晶闸管。

(5) 如果软起动器使用环境较潮湿或易结露，应经常用红外灯泡或电吹风烘干，驱除潮气，以避免漏电和短路事故的发生。

154. WJR 软起动器有哪些常见故障？怎样处理

(1) WJR 节电型软起动器。

WJR 节电型软起动器发生故障时，其自身所带的保护功能动作，停止输出，电动机停转。LED 显示屏以代码形式来表示故障

原因。WJR 节电型软起动器的故障显示代码及说明见表 81。

表 81 WJR 软起动器的故障显示代码及说明

代 码	故 障 内 容	说 明
Err01	断相	主电路任意一相断线
Err02	过电流	超过额定电流 12 倍
Err03	过载	额定电流设定值小或电动机超载
Err04	三相不平衡	任意两相电流之差大于 25% 时保护
Err05	晶闸管过热	温度大于 70℃ 时保护
Err06	U 相晶闸管故障	U 相晶闸管短路
Err07	V 相晶闸管故障	V 相晶闸管短路
Err08	W 相晶闸管故障	W 相晶闸管短路
Err09	无触发时有电流	停机状态下负载有电流
Err10	无负载	输出端(U、V、W)悬空
Err11	逆相	电源输入端逆相
Err12	外部故障	外部设备故障

故障复位由停止按钮连续按 4 次来实现。

(2) WJR 旁路型软起动器。

WJR 旁路型软起动器发生故障时，面板上相应的指示灯便会点亮。

(1) 断相保护：当任意一相电流消失并持续 1s 后，保护电路动作，断相指示灯亮。

(2) 逆相：如逆相指示灯亮，将电源进线中的任意两相对调即可。

(3) 过热：晶闸管散热片上的温度继电器断开时保护电路动作，过热指示灯亮(动作设定 70℃)。

(4) 三相不平衡：当任意两相电流相差 25% 以上并持续 1.5s 时，保护电路动作，三相不平衡指示灯亮。

(5) 过载保护：采用过载反时限保护，2 倍额定电流启动时典型保护时间为 135s，运行时为 77s 后保护；4 倍额定电流启动时为 16s 后保护，运行时为 8s 后保护。

在出现以上任意故障保护时，故障继电器吸合，ERROR 输出端由常闭转为常开(输出继电器容量为 250V/5A)。

故障复位由停止按钮连续按 4 次来实现。

155. 奥托 QB4 软起动器有哪些常见故障？怎样处理

奥托 QB4 软起动器的常见故障及处理方法见表 82。

表 82 奥托 QB4 软起动器的常见故障及处理方法

序号	故障现象	可能原因	处理方法
1	上电后显示器无显示	外部电源未接入	检查电源
		控制板故障	更换控制板
2	启动后启动灯未亮，无启动显示	13、14 端子未加入启动信号	加入启动信号
		控制板故障	更换控制板
3	启动终止	软起动器保护	检查保护类型
		启动信号消失	检查 13、14 端子
		软起动器故障	检修软起动器
4	断相保护	电源断相	检查电源
5	短路保护	旁路接触器未完全断开	检修旁路接触器
		电动机断相	检修电动机及其连线
		晶闸管短路	更换晶闸管
		滤波板击穿短路	更换滤波板
6	过热保护	启动结束后未旁路	检查旁路接触器及其电路
		启动过于频繁	延长启动间隔时间
		风机损坏	更换风机

续表

序号	故障现象	可能原因	处理方法
7	热继电器动作	热继电器整定值偏小	增加整定值
8	起动时电动机 电流波动较大	电流互感器故障	更换电流互感器
		控制板故障	更换控制板
9	旁路接触器不 动作	外围电路故障	检查外围电路
		控制板故障	更换控制板
10	旁路时跳闸	旁路接触器与软起动器相 序不一致	检查接线
11	旁路后接触器 跳开	旁路接触器不能自保	检查线路
		热继电器保护	检查保护原因
12	起动时间很短并 保护	起始电压过高	降低起始电压
		起动时间过短	增加起动时间

156. 惠丰 HFR-1000 系列软起动器有哪些常见故障？怎样处理

惠丰 HFR-1000 系列软起动器的常见故障及处理方法见表 83。

表 83 惠丰 HFR-1000 系列软起动器的常见故障及处理方法

序号	故障现象	可能原因	处理方法
1	通电后电动机“嗡嗡”欲动	软起动器处于 待机状态	(1) 检查旁路接触器是否卡在闭合位置上。 (2) 检查各晶闸管是否击穿或损坏
		电动机运行过 电流	(1) 检查软起动器输出端接线是否有短路现象。 (2) 电动机过载或者损坏。 (3) 检查电动机是否缺相
		软起动器输入 端与输出端短路	(1) 检查旁路接触器是否卡在闭合位置上。 (2) 检查各晶闸管是否击穿或损坏

续表

序号	故障现象	可能原因	处理方法
2	起动电流超过设定值	限流功能失效	(1) 设置起动电流是否正确。 (2) 电流互感器接线是否正确。 (3) 电流互感器变比是否合适, 与电动机是否匹配
		环境温度过高	(1) 检查软起动器安装环境是否通风良好且垂直安装。 (2) 软起动器是否被阳光直射
3	给出起动信号时电动机不能正常起动	电路连接错误	(1) 在外控状态下检查端子 RUN、CM 是否接通。 (2) 检查控制电路连接是否正确, 控制开关是否正常
		无控制电源状态	检查工作电压是否正常
		参数设置错误	(1) 逐一检查各项工作参数设定值, 核实设置的参数值与电动机的实际参数是否匹配。 (2) 检查电流限定值
		(1) 电动机起动时缺相。 (2) 电动机接线开路	(1) 检查三相电各相相电压, 判断是否缺相并予以排除。 (2) 检查软起动器输出端与电动机的连接是否正确且可靠。 (3) 测量电动机输入端电压, 判断电动机内部是否开路。 (4) 检查进线是否缺相

157. ABB PST/PSTB 软起动器有哪些常见故障? 怎样处理

ABB PST/PSTB 软起动器的常见故障及处理方法见表 84。

表 84 ABB PST/PSTB 软起动器的常见故障及处理方法

序号	故障现象	可能原因	处理方法
1	电动机有“嗡嗡”声/无起动信号时电动机起动	(1) 可控硅短路击穿。 (2) 旁路接触器触点粘连	(1) 检查并替换。 (2) 检查并消除引起事故的原因
2	在起动和运行过程中电动机声响异常	“内接”接线不正确	检查并改正接线
3	在停止电动机时, 声响异常	降压时间不正确	试用不同的降压时间(为获得理想效果, 可能要作多次调整)
4	如果使用硬输入起动信号, 电动机是不会起动的	(1) 控制连接不正确。 (2) 起动和停止信号同时发出。 (3) 键盘处于 本地控制 菜单	(1) 检查起动和停止的连线。 (2) 检查起动和停止信号是否同时发送。 (3) 检查键盘是否处于 本地控制 菜单, 或检查参数 总线控制 是否没被激活
5	使用总线通信输入起动信号时, 电动机是不会起动的	总线参数设置错误	(1) 检查是否已激活 总线控制 。 (2) 检查 允许 位是否使用。 (3) 检查 可编程输入 是否设置正确
6	LCD 显示屏显示的电流与电动机上的电流不一致	“内接”接线方式	若软起动器“内接”接线, 显示的电流应为电动机电流的 58%
7	LCD 显示屏显示的电流不稳定	(1) 电动机功率太小。 (2) 电动机的负载太小(电流超出了可测的范围)	(1) 检查软起动器是否符合电动机功率。 (2) 如有可能, 增加负载或检查软起动器与电动机功率是否匹配

续表

序号	故障现象	可能原因	处理方法
8	参数下载工作不正常	总线设置	根据实际使用的总线类型, 可参阅相关资料

158. 摩普 XLD 系列软起动器有哪些常见故障? 怎样处理

摩普 XLD 系列软起动器的常见故障及处理方法见表 85。

表 85 摩普 XLD 系列软起动器的常见故障及处理方法

序号	故障现象	可能显示的指示灯	可能原因	处理方法
1	接通电源时一根主熔丝熔断或断路器断开	“分流跳闸”指示灯亮	(1) 电源输入端短路。 (2) 晶闸管故障	(1) 检查、排除短路现象。 (2) 参照晶闸管检查程序, 断电检查 SCR
2	起动时熔丝断或线路断路器断开	过流灯亮, 缺相灯亮	(1) 线路短路, 电动机或电缆接地故障。 (2) 缺相。 (3) 线路保护器量值不当。 (4) 晶闸管故障。 (5) 单相输入电源故障。 (6) 主线路板故障	(1) 检查、排除短路或电动机接地故障。 (2) 找出缺相原因并检修。 (3) 修改适当量值。 (4) 断电检查, 参照晶闸管的检查程序。 (5) 排除输入电源故障。 (6) 断电更换主线路板, 参照更换程序

续表

序号	故障现象	可能显示的指示灯	可能原因	处理方法
3	启动时电动机过载跳闸	“过载”灯亮	(1) 过载调节不当。 (2) 电动机过载。 (3) 限流值太小。 (4) 启动调节不当。 (5) 过载调节不当	(1) 重新调节过载 (2) 减轻电动机负载 (3) 增大电动机限流。 (4) 重新调节启动。 (5) 重调过载
4	启动和运行中相间电流严重不平衡	“缺相”灯亮	(1) 电机或线路故障。 (2) 线路故障。 (3) 主控板故障	(1) 检修。 (2) 检修换线。 (3) 更换主控板
5	运行中电机停转	“短路”灯亮	注意：这是严重故障，在重新启动之前必须修好并排除	
			(1) 负载短路，接地故障。 (2) 主控板故障	(1) 断电后检查。 (2) 更换主控板
	接通控制电源时控制电路熔丝熔断	全部指示灯灭	(1) 控制线路短路。 (2) 控制电压不当	(1) 断电后检查、更换。 (2) 给控制板供正确电压
6	运行中热继电器跳闸	“过热”灯亮	(1) 散热器上灰尘太多。 (2) 风扇不工作。 (3) 电流过大。 (4) 环境温度超过 50℃ (面板式) 或环境温度超过 40℃ (封装式)	(1) 断电后用高压气清理散热器 (80 ~ 100PSI 清洁干燥气)。 (2) 若风扇有电，则更换风扇，无电时检修电源。 (3) 使运行电流不超过额定值。 (4) 将装置安装在低温的环境中，不要超过额定温度

续表

序号	故障现象	可能显示的指示灯	可能原因	处理方法
7	电动机不起动	(1) 全部指示灯灭。 (2) “电源”灯灭。 (3) “起动”灯灭。 (4) “缺相”灯亮。 (5) “短路SCR”灯亮	(1) 控制板上无控制电源。 (2) 控制电源变压器故障或控制电源熔丝故障。 (3) 起动线路接线错误。 (4) 没起动命令。 (5) 没三相电。 (6) 主控板故障。 (7) 控制器逻辑电路故障。 (8) 晶闸管短路。 (9) 主控板熔丝故障	(1) 向TB ₁ 的1和6触点之间供电。 (2) 断电后更换控制电源变压器或控制电源熔丝。 (3) 断电后纠正起动线路接线。 (4) 施加起动命令。 (5) 给装置供三相电。 (6) 更换主控板。 (7) 断电后修理。 (8) 检修并更换短路的SCR。 (9) 更换排除故障
8	电动机震动或噪声大	“缺相”灯亮	(1) 电动机故障(不匹配)。 (2) 晶闸管故障。 (3) 晶闸管门极/阴极故障。 (4) 主控板故障	(1) 检查电动机及接线。 (2) 断电后检查晶闸管。 (3) 检修并更换SCR。 (4) 更换主控板

十一、PLC 基本知识

159. 什么是可编程控制器(PLC)

可编程控制器的英文名称为 Programmable Logic Controller, 简称 PLC。国际电工委员会(IEC)将可编程控制器定义为: 可编程控制器是一个数字运算操作的电子系统, 专为在工业环境下应用而设计。它采用可编程的存储器, 用来在其内部存储和执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作指令, 并通过数字式或模拟式的输入和输出控制各种类型的机械或生产过程。可编程控制器及其有关设备, 都应按易于工业控制系统形成一个整体、易于扩充其功能的原则设计。

可编程控制器是面向用户的专用工业控制计算机。它不但具有与外部工业设备连接的输入/输出(I/O)接口电路, 而且具有编程直观简单、易学易懂的优点, 其控制能力特别强。

160. PLC 有哪些特点

(1) 可靠性高, 抗干扰能力强。PLC 以单片机为核心, 在硬件和软件上采取了一系列抗干扰措施, 可直接安装于工业现场而稳定可靠地工作。目前 PLC 的平均无故障工作时间可达到 30 万小时以上。

(2) 控制功能强。PLC 具有逻辑判断、计数、定时、模拟/数字(A/D)和数字/模拟(D/A)转换功能, 能完成对模拟量的控制和调节; 能进行数据传递、比较和逻辑运算, 四则运算和乘方运算, 以及逻辑算术移位、数据检索、转换等; PLC 可以和计算机、打印

机及多台 PLC 等相连，互相通信，集中管理，分散控制等。

(3) 编程方便，易于掌握和使用。PLC 采用与继电器电路相似的梯形图编程，直观易懂。

(4) 安装、调试方便。由于 PLC 中包含大量的中间继电器、时间继电器、计数器等“软元件”，又用程序代替了硬接线，因此大大减少了接线工作量。PLC 的编程可根据生产工艺要求事先在实验室中进行并作模拟调试。

(5) 维修方便。PLC 具有自我诊断、监视等功能，对其工作状态、故障状态、I/O 的状态均有显示(LED 指示灯)，一旦发生故障就很容易查明并作出处理。

(6) 程序修改方便。可根据不同生产工艺要求，随时对程序进行修改，不用更改硬接线。

161. PLC 与继电器控制系统及微机控制系统比较有哪些特点

PLC 与继电器控制系统及微机控制系统的比较见表 86。

表 86 PLC、继电器控制系统、微机控制系统的比较

项 目	PLC	继电器控制系统	微机控制系统
功能	用程序可以实现各种复杂控制	用大量继电器布线逻辑实现顺序控制	用程序实现各种复杂控制，功能最强
改变控制内容	修改程序较简单、容易	改变硬件接线逻辑，工作量大	修改程序，技术难度较大
可靠性	平均无故障工作时间长	受机械触点寿命限制	一般比 PLC 差
工作方式	顺序扫描	顺序控制	中断处理，响应最快
接口	直接与生产设备连接	直接与生产设备连接	要设计专门的接口

续表

项 目	PLC	继电器控制系统	微机控制系统
环境适应性	可适应一般工业生产现场环境	环境条件差会降低可靠性和寿命	要求有较好的环境,如机房、实验室、办公室
抗干扰性	一般不用专门考虑抗干扰问题	能抗一般电磁干扰	要专门设计抗干扰措施,否则易受干扰影响
维护	现场检查、维修方便	定期更换继电器,维修费时	技术难度较高
系统开发	设计容易,安装简单,调试周期短	图样多,安装接线工作量大,调试周期长	系统设计较复杂、调试技术难度大,需要有系统的计算机知识
通用性	较好,适应面广	一般是专用	要进行软、硬件改造才能作其他用
硬件成本	比微机控制系统高	少于 30 个继电器的系统最低	一般比 PLC 低

162. PLC 按输入/输出(I/O)点数分类有哪些类型

PLC 按照输入(Input)和输出(Output)(简称 I/O)点数多少可分为以下 5 种类型。

超小型或微型: 64 点以下。

小型: 64 ~ 512 点。

中型: 512 ~ 2048 点。

大型: 2048 ~ 8192 点。

超大型: 8192 点以上。

I/O 点数越多,控制关系越复杂,存储器容量也越大,要求 PLC 指令及其功能也越多,指令执行的过程也越快,当然价格也越贵。

163. PLC 的基本结构是怎样的

PLC 的组成如图 66 所示, PLC 的等效电路如图 67 所示。PLC 由中央处理器(CPU)、存储器、输入/输出(I/O)接口电路、电源以及外接编程器等部分组成。

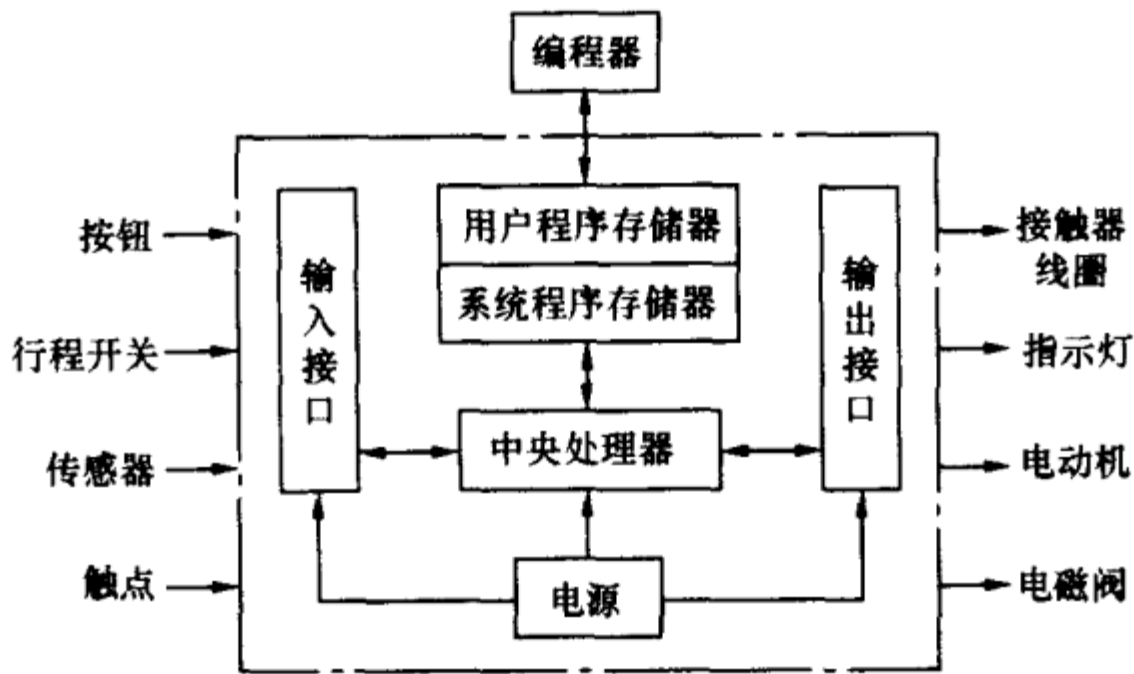


图 66 PLC 的组成框图

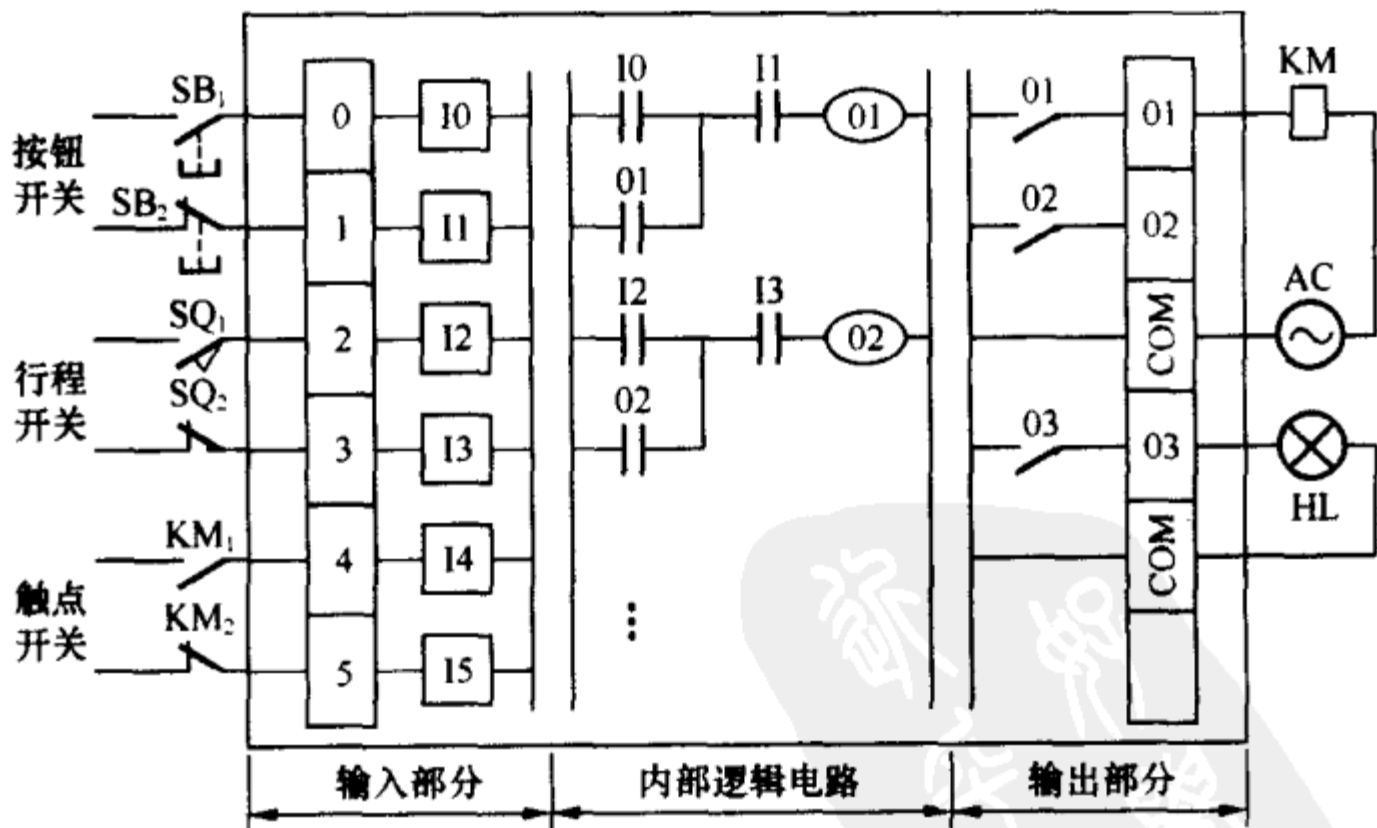


图 67 PLC 的等效电路

(1) 中央处理器(CPU)。CPU 是 PLC 的核心部件,它能按编程指挥 PLC 有条不紊地进行工作,利用循环扫描工作方式,采集输入信号,进行逻辑运算、数据处理,并将结果送到输出接口电路,去控制执行元件。其中,还要进行故障诊断、系统管理等工作。

(2) 存储器。PLC 的存储器包括系统程序存储器和用户程序存储器两部分。

① 系统程序存储器。它用来存放由 PLC 生产厂家编写的系统程序,并已固化到只读存储器(ROM)内,用户不能直接更改。系统程序一般包括系统管理程序、指令解释程序、I/O 操作程序、逻辑运算程序、通信联网程序、故障检测程序、内部继电器功能程序等。

② 用户程序存储器。它用来存放用户为某控制任务编制的程序。用户采用 PLC 编程语言编程。用户程序存储器中的内容可以由用户任意修改或增删。

(3) 输入/输出(I/O)接口电路。

① 输入接口电路。它用于接收和采集各种输入信号,如从按钮、开关、触点、光电开关等传送来的开关量输入信号,或由电位器、传感器、变送器等来的模拟量输入信号。

② 输出接口电路。它用于将经 CPU 处理过的控制信号转换成外部设备所需要的控制信号(通常有继电器输出、晶体管输出及双向晶闸管输出 3 种类型),并送到有关执行设备,如接触器、电磁阀、调节阀、指示灯、调速器等。

(4) 编程器。它是用来输入、修改、检查及显示用户所编的程序,监视程序运行情况。编程器由键盘、显示器和通信接口等 3 部分组成。

(5) 电源。PLC 的工作电源大多为 220V 交流电源,也有用直流 24V 电源的。PLC 对电源的稳定性要求不高,允许在 $\pm 15\%$ 范围内波动。PLC 内部有一个稳压电源,用于对 CPU 板、I/O 板及扩

展单元供电。有的 PLC 还提供直流 24V 稳压电源，为外部的传感器供电。

164. PLC 的工作原理是怎样的

PLC 的工作原理如图 68 所示。

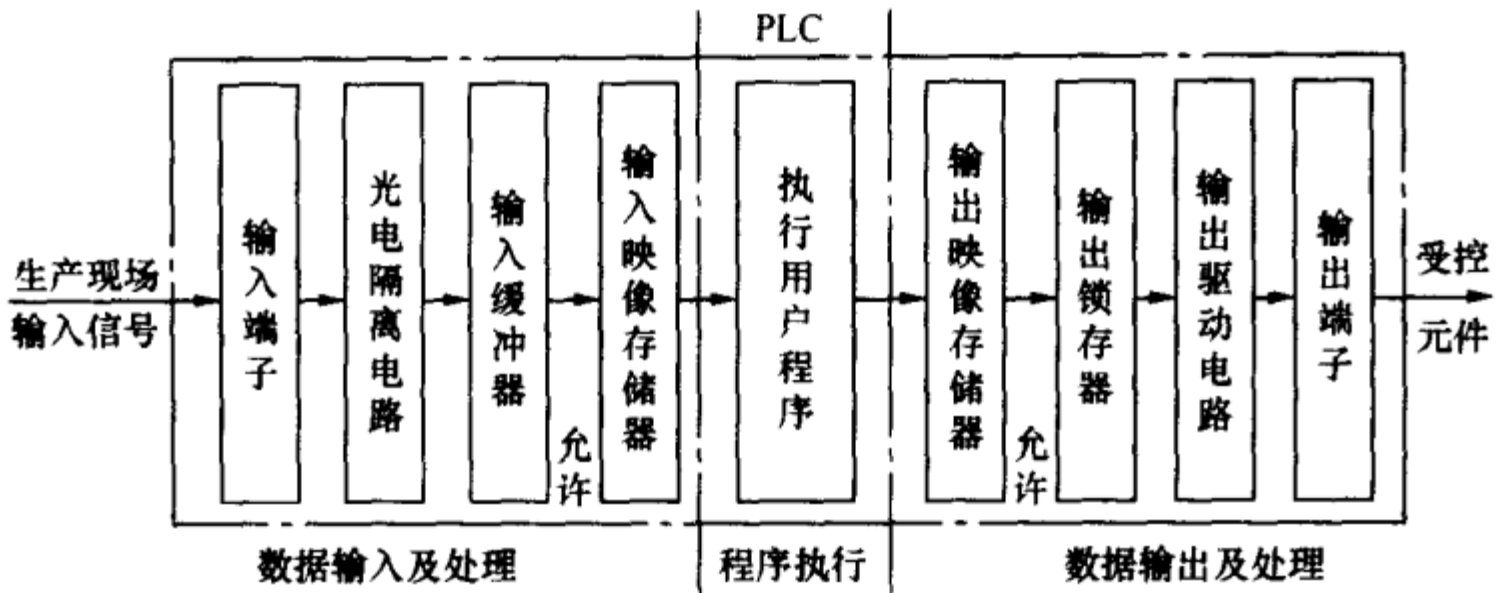


图 68 PLC 的工作原理图

PLC 对用户程序采用循环扫描方式进行工作。根据输入信号的状态，按照控制要求进行处理判断，产生控制输出。这个过程分为数据输入及处理、程序执行、数据输出及处理 3 个阶段。整个过程进行一次所需要的时间称为扫描周期，这一时间一般只有几十毫秒。

首先 PLC 以扫描方式依次读入所有输入信号的通/断状态，并将它们存入到输入映像存储器中。在读入结束后，PLC 转入用户程序执行阶段(用户程序编制在用户程序存储器中)。此时，PLC 的中央处理器(CPU)按梯形图先左后右、先上后下的顺序对逐条指令进行解释、执行，直到执行 END 指令后才结束对用户程序的扫描。

在程序执行阶段，CPU 从输入映像寄存器中读出各继电器的状态，并根据用户程序进行逻辑运算，再将处理结果存放在输出映像寄存器。当程序执行结束后，将输出映像寄存器的状态写入输出锁存器，由锁存器的输出状态经输出驱动电路(输出形式有继电

器、晶体管 and 双向晶闸管 3 种) 去驱动外部负载。

165. PLC 有哪些性能指标

(1) I/O 总点数。I/O 总点数是 PLC 可以接收的输入开关量信号和输出开关量信号的数量总和。对于开关量, I/O 用最大 I/O 点数表示; 对于模拟量, 用最大通道数(路数)表示。I/O 点数越多, PLC 可外接的输入开关器件和模拟器件越多, 输出控制器件也越多, 控制规模就越大。

(2) PLC 内部继电器的种类和点数。它包括辅助继电器、特殊继电器、定时器、计数器和移位寄存器等。

(3) 用户程序存储容量。在编制 PLC 程序时, 需要大量的存储器来存放变量、中间结果、保持数据、定时计数、单元设置和各种标志等信息。用户程序存储器的容量决定于 PLC 可容纳用户程序的长短, 一般以字为单位来计算。16 位二进制数为一个字, 每 1024 个字为 1 千字, 中小型 PLC 一般在 8 千字以下, 大型 PLC 可达 256 千字以上。通常编程时, 一般的逻辑操作指令每条占一个字, 计时、计数和移位指令占两个字, 一般数据操作指令每条占两个字。

(4) 扫描速度。扫描速度是指 PLC 执行 1kstep(千步) 用户程序所需的时间, 以毫秒/千字为单位。对一般指令来说, 一步相当于一个字, 所以单位也为毫秒/千字。

(5) 指令功能及数量。PLC 的指令条数越多, 其功能也越强, 即 PLC 的处理能力和控制能力也越强。

(6) 支持软件。为了编制 PLC 程序和增加监控 PLC 工作的功能, 许多厂家都开发了支持软件。

(7) 专用功能单元的种类。为了增加 PLC 的功能, 许多厂家都开发了专用功能单元。

(8) 工作环境条件。参见第 172 问。

(9) 其他。包括抗干扰能力、输出方式、主要硬件(如 CPU、存储器)的型号等。

166. 国产 PLC 有哪些系列

目前国产 PLC 产品在国内 PLC 市场上约占 10%，国产 PLC 的技术性能已达到相当的水平，具有和国外同类产品进行竞争的能力。主要产品有：

(1) 南京嘉华公司的 JH200 系列 PLC。I/O 点数为 12 ~ 120，具有高速计数器和模拟量功能。

(2) 杭州新箭公司的 D 系列 PLC。D20P 的 I/O 点数为 20，D100 的 I/O 点数为 40 ~ 120。

(3) 兰州全志公司的 RD 系列 PLC。RD100 型的 I/O 有 13 点 (9/4)，2 点模拟量输入；RD200 型的 I/O 点数为 20 ~ 40，扩展的功能有编码盘测速、热电偶测温 and 模拟量 I/O。RD200 型 PLC 最多可 32 台联网，并能与上位 PC 机进行实时通信。

(4) 北京和利公司的 FO 系列 PLC。该公司的 HOLIAS-LEC G3 新一代高性能小型 PLC 有 14 点 (8/6)、24 点 (14/10)、40 点 (24/16) 3 个规格，基本指令的执行时间为 0.6 μ s，程序存储器的容量为 52 千字。为方便用户选用，该公司开发了 19 种、35 个不同规格的 I/O 扩展模块。G3 型 PLC 可最多扩展 7 个模块，I/O 最多可到 264 点。

FOPLC 中型机的开关量 I/O 达到 1024 点，模拟量 I/O 为 256 点；内置 TCP/IP 通信接口。

167. 通用公司 GE-III 系列 PLC 的技术性能如何

通用公司 GE-III 系列 PLC 产品的主要技术性能见表 87。

表 87 GE-III 系列 PLC 的技术性能

项 目		技术性能
用户逻辑存储器	容量	4096 个 16 位字
	类型	CMOS RAM 或 EPROM

续表

项 目	技 术 性 能
扫描时间(典型)	28.5ms
I/O 点数	最多可达 400
编程语言	梯形图
编程指令条数	57 条
电源	AC 85 ~ 132V 或 170 ~ 265V, 一般用 S-02W, 远程 I/O 用 S-02WR
交流电源频率	47 ~ 63Hz
最大负载	每一基本单元的最大容量为 100VA
电源	DC 20 ~ 32V, 一般用 S-02WC, 远程 I/O 用 S-02WR-C
直流电压波动	输入电压的 $\pm 10\%$
最大负载	每一基本单元的最大功耗 100VA
内部继电器数量	368 个(其中 64 个为保持式)
定时器/计数器数量	128 个, 可任意组合, 最大预置值为 999.9s/9999
移位寄存器数量	128 个
数据寄存器数量	128 个
I/O 模块	8 点、16 点模块(有 LED 运行显示), 32 点模块(无 LED 运行显示), 可任意组合
框架	4 模块、6 模块、8 模块框架, 可扩展到 24 个模块(3 个框架)
工作温度	0℃ ~ 60℃
电池	锂电池, 有负载寿命为 2 年, 无负载寿命为 10 年
外用设备	盒式磁带录音机、程序和逻辑图用打印机、PROM 写入器、LED 液晶显示编程器

168. 西门子 TI 系列 PLC 的技术性能如何

西门子 TI 系列 PLC 产品的主要技术性能见表 88。

表 88

西门子 TI 系列 PLC 的技术性能

CPU	TI305 TI315	TI330	TI405 TI425	TI435	TI525	TI535	TI545	TI560	TI565
系统内存 (2B=1字) /(KB)	1.4 RAM/ EPROM	7.4 RAM/ EPROM	7 RAM	15 RAM/ EPROM/ E ² PROM	10 RAM/ E ² PROM	40 RAM/ E ² PROM	192 RAM/ E ² PROM	1024 RAM	1024 RAM
1千字 执行 时间 /(ms)	40	12	3	0.49	4	0.8	0.78	1.3	1.3 ^①
控制继电器/ 可保持控制 继电器	155/59	140/28	任意组 合(最多 480点)	任意组 合(最多 480点)	512/256	1024/ 512	32768/ 4096	56320/ 4096	53248/ 4096
计时、 计数器	20	64	256	256	256	400	4096	20480	20480
数学运 算功能	—	+, -, x, ÷	+, -, x, ÷	+, -, x, ÷	-, +, x, ÷, √	-, +, x, ÷, √	-, +, x, ÷, √	-, +, x, ÷, √	-, +, x, ÷, √
数字量 输入/输出	15/9 (最多 50点)	任意组 合(最多 168点)	320/320	320/320	512	1023	2048	8192	8192
模拟量 输入/输出	4	任意组 合(最 多168 点)	任意组 合(最 多40 点)	任意组 合(最 多40 点)	128	1023	1024	8192	8192
智能输入/ 输出模块	√	√	√	√	√	√	√	√	√
远程输入/ 输出 距离(m)	√ 30	√ 1000	√ 1000	√ 1000		396	1000	1000或 4000	1000或 4000

续表

CPU	TI305 TI315	TI330	TI405 TI425	TI435	TI525	TI535	TI545	TI560	TI565
TISTAR 过程控 制监控 系统	√	√	√	√	√	√	√	√	√
联网	√ 主网	√ 主网	√ 主网	√ 主网	√ TI 通道	√ TI 通道	√ TI 通道	√ TI 通道	√ TI 通道
闭环回 路控制	×	×	×	×	×	×	√	×	√

注：①与 TI560CPU 一起用时。

169. 富士 NB0 系列 PLC 的技术性能如何

富士 NB0 系列 PLC 产品的主要技术性能见表 89 和表 90。

表 89 富士 NB0 系列 PLC 的通用性能

项 目	通用性能
型号	NB0-P14□-AC NB0-P24□-AC
电源电压	AC 85 ~ 264V, 50/60Hz
功耗	20VA
冲击电流	AC 100V 时为 30A
允许失电时间	20ms
服务电源	DC 24V、150mA(14 点型)/100mA(24 点型)
周围空气	无腐蚀性气体和过量灰尘
振动 ^①	符合 JIS C0911 要求(汇点频率 57Hz, 1g)
冲击 ^①	符合 JIS C0912 要求(试验方法 1-No. 3)
绝缘强度/绝缘电阻	所有端子成组连接后对地, AC 1500V, 1min, ≥5MΩ(DC 500V 兆欧表)

续表

项 目	通用性能
抗干扰	峰—峰值电压为 1500V, 上升时间为 1ns, 脉宽为 1 μ s(噪声模拟器)
抗静电噪声	8kV
抗电涌	5kV, 1.2 \times 50 μ s
接地	接地电阻 \leq 100 Ω (如实施困难,亦可省去接地)

注: ①当单元装于导轨时, 应小心避免冲击和振动。

表 90 富士 NB0 系列 PLC 的技术性能

型 号		NB0-P14□-AC	NB0-P24□-AC
控制方式		循环扫描, 程序存储方式	
I/O 控制方式		批刷新处理	
编程语言		梯形图、助记符语言	
程序存储器容量		320 步	
I/O 点数 ^①		14 点(8 输入点, 6 输出点)	24 点(13 输入点, 11 输出点)
指令数	顺序指令	23	
	数据指令	21	
执行速度	顺序指令	0.7 ~ 10.3 μ s/步	
	数据指令	4.9 ~ 56 μ s/步	
程序存储器		E ² PROM, 320 步	
数据存储器		CMOS-RAM	
I/O 继电器		14 点(8 输入点, 16 输出点)	24 点(13 输入点, 11 输出点)
辅助继电器	内部继电器	256 点	
	锁存继电器	256 点(64 点存于 EPROM)	
	特殊继电器	512 点	
定时器(增量 10ms)		32 点(32 字现行值寄存器)	
计数器(加计数)		32 点(32 字现行值寄存器, 其中 4 字存于 E ² PROM)	

续表

型 号		NB0-P14□-AC	NB0-P24□-AC
寄存器	数据寄存器	32 字(其中 4 字存于 E ² PROM)	
	特殊寄存器	64 字	
指针		16 点	
输入滤波时间		可选	
自诊断		程序存储器校核和监控定时器	

注：①不能连接扩展单元。

170. 三菱 FXOS/FXON/FX2N 系列 PLC 的技术性能如何

三菱 FXOS/FXON/FX2N 系列 PLC 产品的主要技术性能见表 91 和表 92。

表 91 三菱 FXOS/FXON/FX2N 系列 PLC 的通用性能

环境温度	0℃ ~ 55℃(使用时), -22℃ ~ +70℃(存储时)	
环境湿度	35% ~ 85% RH(不结露)	
抗振	JIS C0911 标准, 10 ~ 55Hz, 0.5mm(最大 2g), 3 轴方向各 2h(但用 DIN 导轨安装时为 0.5g)	
抗冲击	JIS C0912 标准, 10g, 3 轴方向各 3 次	
抗噪声干扰	用噪声仿真器产生电压为 1000V、脉冲宽度为 1μs、频率为 30 ~ 100Hz 的噪声	
耐压	AC 1500V, 1min	所有端子与接地端之间
绝缘电阻	5MΩ 以上(DC 500V 兆欧表)	
接地	第 3 种接地, 不能接地时也可浮空	
使用环境	无腐蚀性气体, 无尘埃	

表 92 三菱 FXOS/FXON/FX2N 系列 PLC 的技术性能

项 目	FXOS 系列	FXON 系列
运算控制方式	存储程序, 反复运算方式(专用 LSI)	

续表

项 目		FXOS 系列	FXON 系列
输入/输出控制方式		批处理方式(在执行 END 指令时), 但有输入、输出刷新指令	
运算处理速度	基本指令	1.6 ~ 3.6 μ s/指令	
	应用指令	10 ~ 100 μ s	
程序语言		继电器符号语言 + 步进方式(可用 SFC 表示)	
程序容量, 存储器形式		内附 800 步 E ² PROM (不可装存储卡盒)	内附 2000 步 E ² PROM (可装 E ² PROM、EPROM 存储卡盒)
指令数	基本、步进指令	基本(顺控)指令 20 个, 步进指令 2 个	
	应用指令	35 种 50 个	36 种 51 个
输入继电器		16 点 X0 ~ X17	84 点 X0 ~ X127 64 点 Y0 ~ Y77 总共 128 点
输出继电器		14 点 Y0 ~ Y15	
辅助继电器	一般用	496 点 M0 ~ M495	384 点 M0 ~ M383
	锁存用	16 点 M496 ~ M511	128 点 M384 ~ M511
	特殊用	57 点 M8000 ~ M8254	57 点 M8000 ~ M8254
状态	初始化用	10 点 S0 ~ S9	10 点 S0 ~ S9
	一般用	54 点 S10 ~ S63	118 点 S10 ~ S127
	锁存用	—	上述状态全部锁存
	报警用	—	—
定时器	100ms	56 点 T0 ~ T55 (M8208 置 1 时可将 24 点 变为 10ms 定时器)	63 点 T0 ~ T62 (M8208 置 1 时可将 31 点 变为 10ms 定时器)
	10ms		
	1ms	—	1 点 T63
	100ms (积算)	—	—
	模拟	1 点(D8013)	2 点(D8030, D8031)

续表

项 目		FXOS 系列	FXON 系列	
计数器	增计数	一般用	14 点(16bit)C0 ~ C13	16 点(16bit)C0 ~ C15
		锁存用	2 点(16bit)C14, C15	16 点(16bit)C16 ~ C31
	增/减计数用	一般用	—	—
		锁存用	—	—
	高速用	一相 7kHz/4 点(总计 14kHz 以下)或二相 2kHz/1 点(32 位增/减计数)	一相 5kHz/4 点(总计 5kHz 以下)或二相 2kHz/1 点(32 位增/减计数)	
数据寄存器	通用数据寄存器	一般用	30 点(16 位)D0 ~ D29	128 点(16 位)D0 ~ D127
		锁存用	2 点(16 位)D30, D31	128 点(16 位)D128 ~ D255
	特殊用	27 点(16 位)D8000 ~ D8069	256 点(16 位)D8000 ~ D8255	
	变址用	2 点(16 位)V, Z	2 点(16 位)V, Z	
	文件寄存器	—	MAX1500 点(16 位)D1000 ~ D2499	
指针跳步	转移用	64 点 P0 ~ P63	64 点 P0 ~ P63	
	中断用	4 点 100□ ~ 130□	4 点 100□ ~ 130□	
频率		8 点 N0 ~ N7	8 点 N0 ~ N7	
常数	十进制 K	16 位: 32768 ~ +32767 32 位: -2147483648 ~ +2147483647		
	十六进制 H	16 位, 0 ~ FFFF(H); 32 位, 0 ~ FFFFFFFF(H)		
项 目		FX2N 系列		
运算控制方式		存储程序, 反复运算方式(专用 LSI)		
输入/输出控制方式		批处理方式(在执行 END 指令时), 但有输入/输出刷新指令		
运算处理速度	基本指令	0.08μs/命令		
	应用指令	1.52 ~ 100μs/命令		
程序语言		(SFS 表现时)		
程序容量, 存储器形式		内附 800 步 RAM, 最大为 16 千步 (可装 RAM、EPROM、E ² PROM 存储卡盒)		
指令数	基本、步进指令	基本(顺控)指令 27 个、步进指令 2 个		
	应用指令	128 种 298 个		

续表

项 目		FX2N 系列	
输入继电器		184 点 X0 ~ X267	合计 256 点
输出继电器		184 点 Y0 ~ Y267	
辅助继电器	一般用	500 点 M0 ~ M499	
	锁存用	2572 点 M500 ~ M3071	
	特殊用	256 点 M8000 ~ M8256	
状态	初始化用	10 点 S0 ~ S9	
	一般用	490 点 S10 ~ S499	
	锁存用	400 点 S500 ~ S899	
	报警用	100 点 S900 ~ S999	
定时器	100ms	200 点 T0 ~ T199	
	10ms	46 点 T200 ~ T245	
	1ms(积算)	4 点 T246 ~ T249	
	100ms(积算)	6 点 T250 ~ T255	
	模拟	1 点	
计数器	增计数	一般用	100 点(16 位) C0 ~ C99
		锁存用	100 点(16 位) C100 ~ C199
	增/减计数用	一般用	20 点(32 位) C200 ~ C219
		锁存用	15 点(32 位) C220 ~ C234
	高速用	1 相, 60kHz/2 点, 10kHz/4 点; 2 相, 30kHz/1 点, 5kHz/1 点	
数据寄存器	通用数据寄存器	一般用	200 点(16 位) D0 ~ D199
		锁存用	7800 点(16 位) D200 ~ D7999
	特殊用	256 点(16 位) D8000 ~ D8255	
	变址用	16 点(16 位) V0 ~ V7, Z0 ~ Z7	
	文件寄存器	普通寄存器的 D1000 以后, 在 500 个单位设定文件寄存 (MAX700 点)	
指针跳步	转移用	128 点 P0 ~ P127	
	中断用	15 点 10□□ ~ 18□□(用外部输入时钟, 计数器切入)	

续表

项 目		FX2N 系列
频率		8 点 N0 ~ N7
常数	十进制 K	16 位: -32768 ~ +32767; 32 位: -2147483648 ~ +32147483647
	十六进制 H	16 位, 0 ~ FFFF(H); 32 位, 0 ~ FFFFFFFF(H)

171. 欧姆龙 C 系列 PLC 的技术性能如何

欧姆龙 C 系列 PLC 产品的主要技术性能见表 93 至表 95。

表 93 欧姆龙 C 系列 PLC 的通用性能

项目	型号											
	C2000H	C1000H (F)	C500 (F)	C200H	C120 (F)	C20H C28H	C40H	C60P (F)	C40P (F)	C20P(F) C28P(F)	C20	
额定使用电压	AC 100/200V 电压变换 DC 24V					DC 24V		AC 100 ~ 240V DC 24V			AC 100V AC 200V DC 24V	
电压变动范围	AC 100V, AC 85 ~ 132V; AC 200V, AC170 ~ 264V; DC 24V, DC 20.4 ~ 26.4V; AC 100 ~ 240V, AC 85 ~ 264V											
电 源 一 次 侧 消 耗 电 力	CPU 装置 用	AC	<150 VA	<100VA	<50VA	—	<60W			<25VA		
		DC	<55W	<50W	<30W	<20W	<40W			<20W		
	I/O 装置 用	AC	<150 VA	<100VA	<35VA	—	<60VA (C16P/C4K, <10W)			—		
		DC	<55W	<50W	<16W	<20W				<20W		
容许瞬时 断电时间	10ms 以下											
额定频率	50/60Hz					—		50/60Hz				
频率变动范围	±3Hz 以内, 47 ~ 63Hz					—		±3Hz 以内, 47 ~ 63Hz				

续表

项目	型号										
	C2000H	C1000H (F)	C500 (F)	C200H	C120 (F)	C20H C28H	C40H	C60P (F)	C40P (F)	C20P(F) C28P(F)	C20
绝缘电压	AC 外部端子和 GR 端子间 1.500V, AC50/60Hz, 1min										
绝缘电阻	AC 外部端子和 GR 端子间 5MΩ 以上(DC 500V 兆欧表)										
I/O 服务电源 DC 24V	0.8A				0.3A	0.1A	没有	0.3A			—
耐噪声	噪声模拟 1000V 脉冲幅度 1μs										
耐振动	10 ~ 25Hz, 双振幅 2mm, X、Y、Z 方向 2h										
耐冲击	10g, X、Y、Z 各方向 3 次										
接地	第 3 种接地										
电池寿命 (用户内 存最大 值)	25℃	>4 年			>5 年						
	60℃	>2 年	>3 年			>1.5 年		>1.7 年		>3 年	
电池交换时间	<5min			<3min				<1min		<5min	
外观 构造 说明	构造	盘内藏型									
	外装色	5Y7/1									
	质量 (kg)	CPU 装置	<10	<8	<6	<4	<1.2	<1.3	<2	<1.9	<2.2
	I/O 增设 装置	<8	<8	<6	<4	—	—	—	—	—	—
	I/O 单元	<0.8	0.8	<0.3	<0.6	<1.0	<1.1	<2.4	<1.7	<2.0	<2.4

表 94 欧姆龙 C 系列 P/H 型 PLC 的技术性能

项目	型号													
	C20	C20P	C28P	C40P	C60P	C20H	C28H	C40H	C120	C500	C200H	C1000H	C2000H	
结构	整体式							模块式						
指令条数	27 条	37 条			130 条			68 条	145 条	174 条				
基本指令 执行时间	4 ~ 17.5μs				0.75 ~ 2.25μs			5 ~ 10μs	2.5 ~ 5μs	0.75 ~ 2.5μs	0.4 ~ 2.4μs			

续表

型号 项目	C20	C20P	C28P	C40P	C60P	C20H	C28H	C40H	C120	C500	C200H	C1000H	C2000H
编程方式	梯形图												
编程容量	1194 地址					2878 地址			2.2K 地址	6.6K 地址	7K 地址	32K 地址	
I/O 点数	16/12 ~ 80/60	12/8 ~ 64/56				12/8 ~ 96/64			256 max	512 max	384 max	1024 max	2048 max
T/C 定时 /计数器	48 个	48 个, 高速计数 1 个				512 个			128 个		512 个		
IR 内部 继电器	136 个					3472 个			459 个	3536 个	2928 个	1904 个	
HR 保持 继电器	160 个					1600 个			512 个	1600 个			
LR 链接 继电器	无					1024 个			512 个	1024 个			
SR 特殊 继电器	16 个					136 个			45 个	72 个	136 个		
TR 暂存 继电器	8 个					8 个			8 个				
AR 辅助 继电器	无					448 个			无	448 个			
DM 数据 存储器	无	64 字				2000 字			512 字	1000 字	4096 字	6656 字	
输入量	开关量					开关量			开关量、模拟量				
输出方式	继电器、晶闸管、晶体管								继电器、晶闸管、晶体管、D/A				
工作电源	AC 220V 或 DC 24V					DC 24V			AC 220V				

表 95 欧姆龙 C 系列 F/PF 型 PLC 的技术性能

项目 \ 型号	C1000HF	C500F	C120F	C60PF	C40PF	C28PF	C20PF
控制方式	存储程序方式						
输入/输出控制方式	每次刷新 + 定时刷新	每次刷新方式					
程序方式	流程图←方式(SYSFLOW 语言)						
语句长度	1 步/1 命令 1~4 字/命令						
基本命令数	25	18		15			
应用命令数	87	53		24			
程序容量	32 千字	约 8 千字	4 千字	2302 字			
并列处理数	主控机 + 128 组	主控机 + 62 组		主控机 + 64 组			
标号数	10000 点	1024 点		512			
子程序数	1000 子程序	32 子程序		没有			
基本命令处理速度	10 ~ 15 μs	52 μs/步		55 μs/1 命令 (RAM 58 μs/1 命令) (ROM)			
最大输入/输出点数	1024(2048)点	512 点	256 点	144 点	124 点	116 点	100 点
内部继电器	内部辅助继电器	2768 点	456 点		320 点		
	特殊辅助继电器	304 点	56 点		32 点		
	连接继电器(LR)	1024 点	512 点	512 点内部辅助继电器	没有		
	保持继电器(HR)	1600 点	512 点		256 点		
	辅助记忆继电器 (AR)	448	没有		没有		
	定时器/计数器 (TIM. CNT)	512 点	128 点		64 点		

十二、PLC 的安装与选择

172. PLC 对工作环境有什么要求

PLC 只有在规定的环境中才能安全可靠地工作。若环境条件中有不满足其要求的，则应采取相应的改善措施。PLC 的运行环境条件规定如下：

- (1) 环境温度： $0^{\circ}\text{C} \sim 55^{\circ}\text{C}$ 。
- (2) 相对湿度： $10\% \sim 90\%$ ，不结露，无冰冻。
- (3) 没有腐蚀性、可燃性气体。
- (4) 无滴水，无热源，无直接日晒，通风良好。
- (5) 不能承受直接振动和冲击。

对于环境条件规定，各厂家产品有所不同，可参见 PLC 产品的通用性能。

173. 怎样安装 PLC

- (1) PLC 应安装在符合规定要求的环境中。
- (2) 为便于通风和拆装，PLC 周围应留出大于 80mm 的空间。
- (3) PLC 应立式安装，而不能水平安装，即安装方向就是单元面板上的字能够正常阅读的方向，否则对 PLC 散热不利。
- (4) PLC 应安装在平整的表面上或机架上，以免基板变形，使电路板元器件承受应力而造成虚焊，引起电路工作不正常。
- (5) 注意各基板之间保持足够的距离，以利于通风散热。在一般情况下，两个机架之间的距离不小于 80mm。
- (6) PLC 的安装应远离强电磁场，如远离大型电机、电焊机、

电力变压器、整流变压器和大功率接触器、电磁铁等设备。

(7) 在 PLC 易遭受强电磁场、静电或其他干扰的场合，应做好屏蔽等抗干扰措施。详见第 203 问。

(8) 如果 PLC 的外部环境温度高于规定值或将 PLC 安装在箱、柜内，则必须安装冷却风机。

(9) 应按规定要求选用和连接电线(电缆)，不允许任意改动。

174. 对 PLC 的电源接线有哪些要求

(1) PLC 的供电电源应取自电压较稳定的干线或由变电所母线引出的专用线上，以保证 PLC 的电压质量。若电压波动过大，应考虑加装稳压器或不间断电源(UPS)。

(2) 电源线最好用双绞线，其截面积不应小于 2mm^2 ，有些 PLC 要求不小于 4mm^2 。此外，CPU 和 I/O、负载等应尽可能采用单独电源供电。

(3) 当电源噪声过大时，应接入隔离变压器，阻止噪声干扰进入 PLC。

(4) 采用隔离变压器和低通滤波器时，电网电压先经隔离变压器、低通滤波器后再引入 PLC。变压器采用双屏蔽隔离技术，一次侧屏蔽层接中线，以隔离外部电源的干扰；二次侧屏蔽层与 PLC 系统控制柜共地，如图 69 所示。隔离变压器的二次线圈不能接地。

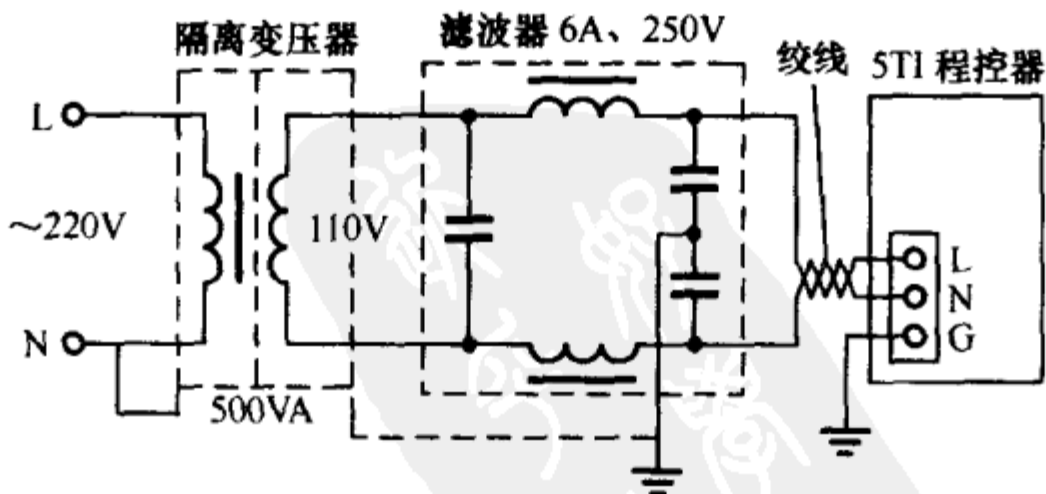


图 69 PLC 供电电源部分的接线

(5) 为防止电网的浪涌过电压窜入 PLC, 可在 PLC 的交流输入端接入压敏电阻、浪涌吸收器等, 并使这些电子元件和 PLC 的接地端分别接地。

(6) PLC 对柜内动力线的距离应大于 20cm。

175. 对 PLC 的输入/输出(I/O)接线有哪些要求

(1) I/O 信号线尽量远离(至少大于 10cm)高电压、大电流的主电路导线和电源线。

(2) 当 I/O 信号线不能与主电路导线、电源线分开时, I/O 信号线应采用屏蔽电缆, 且在 PLC 一侧将电缆屏蔽层接地。若效果欠佳, 则可在另一端接地。

(3) 传送模拟信号的屏蔽线的屏蔽层应一端接地。为了泄放高频干扰, 数字信号线的屏蔽层应并联电位均衡线, 其电阻应小于屏蔽层电阻的 1/10, 并将屏蔽层两端接地。如果无法设置电位均衡线, 或只考虑抑制低频干扰, 也可以一端接地。

(4) 输出单元接线需注意直流电源极性。对于继电器输出单元, 对直流电源没有极性的要求; 而对于场效应晶体管输出单元, 对电源极性有严格要求, 一旦极性接反, 可能导致严重事故。

(5) 输入单元的公共端(COM)和输出单元的公共端不能连接在一起。

(6) 所有接线应尽可能短。过长的走线会因分布电容而引起干扰。必要时采用绞线及屏蔽线。

(7) 当 PLC 输入端或输出端接有感性元件时, 应在它们两端并联储流二极管(直流电路)或 RC 电路(交流电路), 以抑制电路断开时产生的过电压对 PLC 的影响, 如图 70 所示。

在图 70 中, 电阻 R 可取 51 ~ 120 Ω 电阻; 电容 C 可取 0.1 ~ 0.47 μF 电容, 其额定电压应大于电源峰值电压; 续流二极管 VD 可选用额定电流为 1A、耐压大于电源电压 3 倍的管子。

(8) PLC 与传感器的连接应注意以下问题: 如果传感器的漏

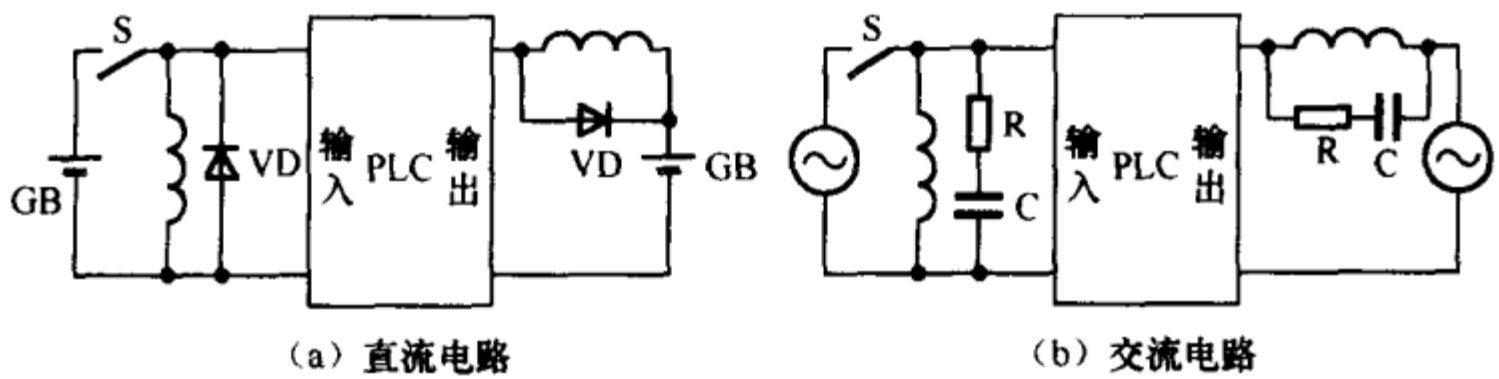


图 70 输入、输出端的接线

电流小于 1mA，可以不考虑漏电流会导致 PLC 误动作；如果传感器的漏电流超过 1mA，应在 PLC 的输入端并联一个合适的电阻 R，如图 71 所示。一般接近开关、光电开关等两线式传感器的漏电流较大，需注意。

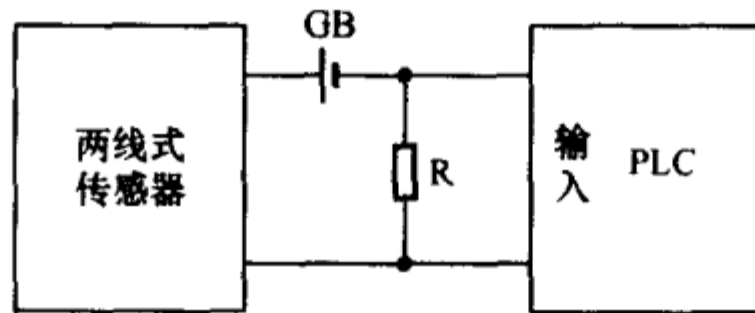


图 71 传感器漏电流超过 1mA 时的接线

电阻 R 可按下式估算：

$$R \leq \frac{U_L U_e / I_e}{I(U_e / I_e) - U_L}$$

式中： R ——电阻(Ω)；

U_L ——PLC 输入电压低电平的上限值(V)，即 PLC 的关断电压，取 0.5V；

U_e 、 I_e ——PLC 的额定输入电压(V)和额定输入电流(A)， U_e / I_e 即为 PLC 的输入阻抗；

I ——传感器漏电流(A)。

176. 怎样选择 PLC

PLC 产品种类繁多，功能各异，容量及 I/O 点数的差别很大，

价格也不同，选择时应根据实际需要，选择性价比高的机型，既要满足生产工艺的控制要求，又要做到不浪费，投资少。

选择 PLC 主要从以下几个方面考虑：

(1) 环境条件。所选机型应满足生产现场的实际环境条件的要求。

(2) 满足 I/O 点数要求。首先按第 177 问估算出所需要的 I/O 点数，然后再增加 10% 以上（一般取 15% ~ 25%）的备用量，以便当实际使用的 I/O 点损坏时更换，以及随时增加控制功能。

注意：PLC 还有扩展单元和模块。

(3) 满足输入/输出信号的性质。所选 PLC 应满足输入信号电压的类型（是直流还是交流）、等级和变化率的要求，满足输出端的负载特点。请见第 178 问。

(4) 满足现场对控制响应速度的要求。对于以开关量为主的控制系统，PLC 的响应时间（包括输入滤波时间、输出滤波时间和扫描周期），一般机型都能满足要求。对于有模拟量控制的系统，需考虑响应时间。不同的控制系统对 PLC 的扫描速度的要求有所不同。例如，对于 S5-135U 型 PLC，选用不同的 CPU，适用于不同的控制系统，如 921S CPU 适用于逻辑控制系统，920R CPU 适用于 PID 调节系统，920 CPU 适用于统计管理控制。

(5) 满足程序存储器容量要求。PLC 的程序存储器容量通常以字或步为单位，如 1 千字、3 千步等。PLC 的程序步是由一个字构成的，即每个程序步占一个存储器单元。

用户程序所需存储器容量可按以下方法估算：对于开关量控制系统，存储器字数等于 I/O 信号总数乘以 8；对于有模拟量输入/输出的系统，每一路模拟量信号大约需 100 字的存储器容量。

(6) 满足抗干扰要求，避免 PLC 误动作。当然还需采取一些防干扰措施。

(7) 满足通信要求。PLC 的通信功能包括通信接口、通信速度、通信站数、通信网络等。

另外，还应考虑使用方便、维护简单等因素。

177. 怎样估算 PLC 输入/输出(I/O)点数

(1) 输入点数的估算。按钮、行程开关、接近开关等每一只占一个输入口；选择开关有几个选择位置就占几个输入口。但当采用 PLC 的特殊功能指令时，则打破上述的常规。以三菱 FX2 型 PLC 为例，若选用晶体管输出型 PLC，则占用 n 个输出($n=2\sim 8$)和 8 个输入，若利用 MTR 矩阵指令，则可读入 $n\times 8$ 个输入点。也就是说，64 个输入点只占用 8 个输入口和 8 个输出口，而 56 个输入点只占用 8 个输入口和 7 个输出口，其余类推。唯一的条件是输入点的动作时间要超过 0.16s。

(2) 输出点数的估算。接触器、继电器、电磁阀等每一只占一个输出口；两只接触器控制电动机正反转或控制双电磁阀等均为每一只占用两个输出口。

(3) 对一个控制对象，由于采用不同的控制方式或编程水平不同，输入/输出(I/O)点数会有所不同。表 96 所示为典型传动设备及常用电气元件所需的 I/O 点数。

表 96 典型传动设备及常用电气元件所需的 I/O 点数

序号	电气设备、元件	输入点数	输出点数	I/O 总数
1	Y- Δ 起动的笼型电动机	4	3	7
2	单向运行笼型电动机	4	1	5
3	可逆运行笼型电动机	5	2	7
4	单向变极电动机	5	3	8
5	可逆变极电动机	6	4	10
6	单向运行的直流电动机	9	6	15
7	可逆运行的直流电动机	12	8	20
8	单线圈电磁阀	2	1	3
9	双线圈电磁阀	3	2	5

续表

序号	电气设备、元件	输入点数	输出点数	I/O 总数
10	比例阀	3	5	8
11	按钮开关	1	—	1
12	光电管开关	2	—	2
13	信号灯	—	1	1
14	拨码开关	4	—	4
15	三挡波段开关	3	—	3
16	行程开关	1	—	1
17	接近开关	1	—	1
18	抱闸	—	1	1
19	风机	—	1	1
20	位置开关	2	—	2
21	功能控制单元			20(16,32,48,64,128)
22	单向绕线转子电动机	3	4	7
23	可逆绕线转子电动机	4	5	9

178. PLC 的输出有哪几种形式？输出技术指标如何

PLC 主要用于开关量的控制，有继电器、晶体管和双向晶闸管 3 种输出形式。各种输出形式所适用的负载见表 97。

表 97 PLC 三种输出形式适用的负载

输出形式	适用负载
继电器 一般接点可承受交流 250V/2A (也有 300V/5A)、直流 24V/2A	不加消火花电路时，可用于干簧继电器、小型继电器、固态继电器、固态定时器、小容量氖泡、发光管等；有消火花电路时，可用于电磁接触器、继电器、小容量感性负载等。也常用于适当容量的发光管、白炽灯等

续表

输出形式	适用负载
晶体管 一般为直流 24V/0.5A (环境温度在 55℃ 以下)	继电器、指示灯等小容量装置。主要用于数控装置、计算机数据传输、控制信号传输等快速反应的场合。晶体管有近 0.1mA 的漏电流, 用它来驱动特别微小的负载时, 要引起注意
双向晶闸管 一般为交流 120 ~ 230V/1A (环境温度在 55℃ 以下)	大容量的感性负载, 如大容量的接触器、电磁阀以及大功率电动机等。双向晶闸管有 1 ~ 2.4mA 的漏电流。但在额定负载下, 理论寿命应该说是无限的

三菱 FX 系列 PLC 的输出技术指标见表 98。

表 98 FX 系列 PLC 的输出技术指标

项 目	继电器输出	晶闸管输出	晶体管输出
外部电源	AC 250V DC 30V 以下 (需外部整流二极管)	AC 85 ~ 240V	DC 5 ~ 30V
最大负载	电阻负载 2A/1 点、8A/4 点 公用, 8A/8 点公用	0.3A/1 点、 0.8A/4 点 (1A/1 点, 2A/4 点)	0.5A/1 点、0.8A/4 点 (0.1A/1 点, 0.4A/4 点) (1A/1 点, 2A/4 点) [0.3A/1 点, 1.6A/16 点]
	感性负载 80VA	15VA/AC 100V、 30VA/700V、 50VA/AC 100V、 100VA/AC 200V	12W/DC 24V (2.4W/DC 24V) (24W/DC 24V) [7.2W/DC 24V]
	灯负载 100W	30W (100W)	1.5W/DC 24V (0.3W/DC 24V) (3W/DC 24V) [1W/DC 24V]
开路漏电流	—	1mA/AC 100V、 2mA/AC 200V (1.5mA/AC 100V、 3mA/AC 200V)	0.1mA 以下

续表

项 目	继电器输出	晶闸管输出	晶体管输出
响应时间	约 10ms	ON 时, 1ms; OFF 时, 10ms	ON 时, 0.2ms 以下; OFF 时, 0.2ms 以下; 大电流时为 0.4ms 以下
电路隔离	机械隔离	光电晶闸管隔离	光耦合隔离
输出动作显示	继电器线圈通电 时 LED 灯亮	光电晶闸管驱动 时 LED 灯亮	光耦合器驱动 时 LED 灯亮

注: < >……FX_{2C} 基本单元; ()……大电流扩展模块; []……FX 接插件扩展模块输出。

新型的 PLC 有开关信号、数字信号、频率信号、脉冲信号和模拟信号等多种信号输出, 但使用较多的是开关信号。近年来模拟信号的使用有所增多, 大多是在配合过程控制仪表和执行装置时使用。输入和输出的电流信号主要有 0 ~ 10mA、0 ~ 20mA 和 4 ~ 20mA 三种, 输入和输出的电压信号有 ±15mV、±1V、±2.5V、±5V、±10V、0 ~ 2V、0 ~ 5V、0 ~ 10V 和 1 ~ 5V、1 ~ 10V 等。

179. PLC 的输入技术指标如何

PLC 的输入技术指标包括输入信号电压类型、等级, 输入 ON (通) 电流、输入 OFF (断) 电流及输入信号形式等。

三菱 FX 系列 PLC 的输入技术指标见表 99。

表 99 FX 系列 PLC 的输入技术指标

项 目	DC 输入		AC 输入
品种	FX0、FX _{ON} 、 FX2、FX _{2C}	FX _{ON} 、FX _{2C} (X10 以内)	FX2
输入信号电压	DC 24V, ±10%		AC 100 ~ 120V, ±10%, 50/60Hz
输入信号电流	7mA/DC 24V	5mA/DC 24V	6.2mA/AC 110V, 60Hz

续表

项 目	DC 输入		AC 输入
输入 ON 电流	4.5mA 以上	3.5mA 以上	3.8mA 以上
输入 OFF 电流	1.5mA 以下	1mA 以下	1.7mA 以下
输入响应时间	约 10ms, 但 FX ₀ 的 X0 ~ X17 和 FX _{ON} 的 X0 ~ X7 为 0 ~ 15ms 可变		约 30ms, 不可高速输入
输入信号形式	无电压接点, 或 NPN 集电极 开路输出晶体管		AC 电压
电路隔离	电路隔离, 光耦合隔离 (FX ₀ 、FX _{ON})		
输入动作显示	输入 ON 时, LED 灯亮		



十三、PLC 的使用

180. 使用 PLC 应注意哪些事项

(1) 正确安装 PLC (见第 173 问); 做好通风散热工作 (见第 195 问); 若附近有较强振动的设备, 应对 PLC 采取减振措施, 或移开两者之间的距离; 在有腐蚀性气体的场所、粉尘多的环境, 应采取封闭安装或采取隔离措施。

(2) 供电电源线应采用截面积为 2mm^2 以上的铜导线, 且长度不宜超过 15m, 以减小电压损失。如果供电线路较长, 应采用更大截面积的导线。

(3) 当电源电压波动范围超出 PLC 所规定的技术指标要求时, 应考虑加装稳压器或不间断电源 (UPS)。

(4) 做好抗干扰措施。尤其是对输入/输出 (I/O) 的接线更应充分重视; 当输入或输出端接有感性元件时, 要做好消火花措施。详见第 203 问。

(5) 做好 PLC 的接地工作。这不仅有关安全的问题, 更是抗干扰的重要措施之一。详见第 204 问。

(6) 做好 PLC 的过电压及雷击的防护措施。如在 PLC 的交流输入端接入压敏电阻、浪涌吸收器, 做好接地工作。

(7) 平时注意维护和保养, 使 PLC 处于良好的工作状态, 详见第 195 问。

(8) 做好必要的保护措施。

① 为了防止负载短路损坏 PLC 的输出单元, 可在 PLC 输出线路上装设熔断器, 必要时在每个回路中都装设熔断器。熔断器熔体

的额定电流按输出电流选择。

② 用于电动机正反转控制等场合，除外部线路采取互锁措施外，在 PLC 编程时也应设计接点互锁，以确保安全。

③ 如有必要，可考虑在 PLC 外部负载上装设过电流保护、过电压保护等装置。

181. 什么是梯形图？它与继电器控制电路图有何不同

梯形图是在原继电器控制电路图的基础上演变而来的，两者在符号和表示方法上有所区别。由于梯形图形象直观，且与传统的继电器控制电路互为对应，因此很容易被普通电气人员所掌握。

梯形图与继电器控制电路图有着本质的区别。继电器控制电路图依靠继电器、时间继电器和接触器等硬件和许多连接线组成，而梯形图使用的是 PLC 内部的“软继电器”和“软接线”，靠软件及编程实现控制。使用梯形图十分灵活方便，修改控制过程也非常方便。

另外，继电器控制电路图中最右侧一般是各种继电器线圈，而梯形图中最右侧必须连接输出元件，它可以是表示线圈的存储器“数”，也可以是计数器、定时器、中间继电器等内部元件。

继电器控制电路图中的线圈一般为并联，也可以串联，而梯形图中的输出元件只允许并联，不能串联。但梯形图的接点连接与继电器控制电路的触点一样，可以串联、并联和复联。

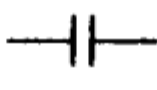
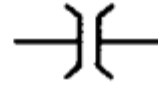
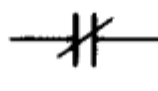
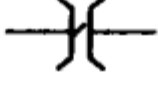
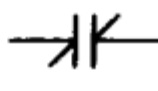


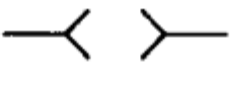
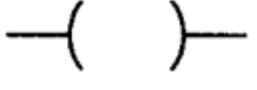
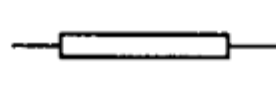

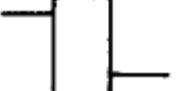

182. PLC 梯形图有哪些基本图形符号

PLC 梯形图使用的基本图形符号见表 100。由于生产厂家不同，其表示符号也有所不同。

表 100 梯形图使用的基本符号

名称	符号
母线	

续表

名称	符号
连线	— - - -
常开触点	 
常闭触点	  
线圈	   
其他	   

表中第3行表示一个常开接点，当该点为逻辑“1”时，梯形图通；为逻辑“0”时，梯形图断。

表中第4行表示一个常闭接点，当该点为逻辑“0”时，梯形图通；为逻辑“1”时，梯形图断。

表中第5行表示一个继电器线圈，当前面的条件通时，相当于线圈得电，该点输出逻辑“1”；当前面的条件断时，相当于线圈失电，该点输出逻辑“0”。

183. 怎样画梯形图

采用梯形图进行编程需要一定的格式。每个梯形图都由多个梯级组成，每个输出元件可构成一个梯级，每个梯级可由多个支路组成，通常每个支路可容纳多个编程元件(不同机型有不同的数量限制)，最右边的元件必须是输出元件。

编程时要一个梯级一个梯级按从上至下的顺序编制。梯形图两侧的竖线称作母线。梯形图的各种符号都要以左母线为起点，右母线为终点(通常省略右母线)，从左向右逐个横向写入。输入不论

是开关、按钮、行程开关、转换开关，还是继电器、接触器触点，在梯形图中只用常开接点或常闭接点表示，无须考虑其物理属性。

须指出，PLC 梯形图中的左右侧母线已失去电源意义，只是为了维持梯形图的形状而存在。因此，梯形图中的电流称为“虚拟电流”，并不是继电器控制电路中的物理电流。

现以继电器控制图[图 72(a)]为例，画出 PLC 的梯形图[图 72(b)]。

在图 72(b)所示的梯形图中，当输入接点 00000 接通时，电流（虚拟电流）从梯形图左侧经过 00000 接点（闭合）、00001（常闭）、00002（常闭）和线圈 01000，使 01000 得电而工作，并使 01000 接点闭合自锁。可见使用 PLC 梯形图与使用继电器的控制过程大致相同。

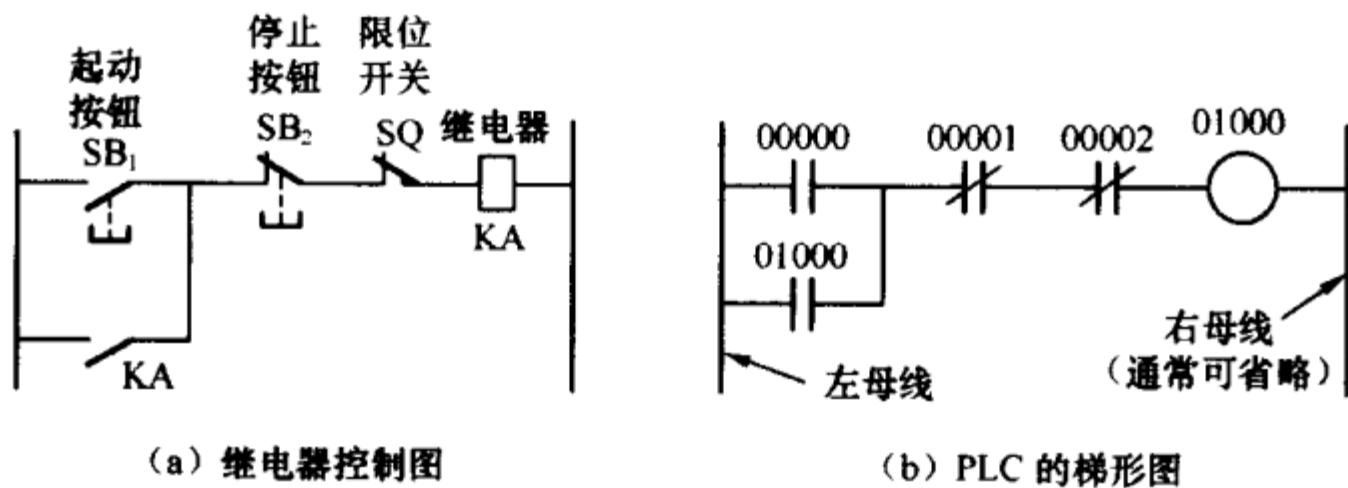


图 72 继电器控制电路与 PLC 梯形图的比较

184. PLC 常用的基本指令有哪些


所谓指令，就是一些二进制代码（也称为机器码），告诉 PLC 要做什么，怎么去做。PLC 的指令包括两个部分：操作码和操作数。操作码（即指令）表示哪一种操作或运算，用符号 LD、OUT、AND、OR 等表示；操作数（即地址、数据）内包含执行该操作所必需的信息，告诉 CPU 用什么地方的东西来执行此操作，操作数用内部器件及其编号等来表示。

部分 PLC 产品的指令（助记符）见表 101。由于厂家不同，各指令的符号也有所不同。

表 101 部分 PLC 产品的常用指令(助记符)

操作性质	对应指令
取常开触点状态	LD、LOD、STR
取常闭触点状态	LDI、LDNOT、LODNOT、STRNOT、LDN
对常开触点逻辑与	AND、A
对常闭触点逻辑与	ANI、AN、ANDNOT、ANDN
对常开触点逻辑或	OR、O
对常闭触点逻辑或	ORI、ON、ORNOT、ORN
对触点块逻辑与	ANB、ANDLD、ANDSTR、ANDLOD
对触点块逻辑或	ORB、ORLD、ORSTR、ORLOD
输出	OUT、=
定时器	TIM、TMR、ATMR
计数器	CNT、CT、UDCNT、CNTR
微分命令	PLS、PLF、DIFU、DIFD、SOT、DF、DFN、PD
跳转	JMP-JME、CJP-EJP、JMP-JEND
移位指令	SFT、SR、SFR、SFRN、SFTR
置复位	SET、RST、S、R、KEEP
空操作	NOP
程序结束	END
四则运算	ADD、SUB、MUL、DIV
数据处理	MOV、BCD、BIN
运算功能符	FUN、FNC

185. LD、AND、OR、NOT、OUT、END、ANDLD 和 ORLD 指令的功能是什么

LD 指令。在梯形图中的符号为 。它表示起动一个逻辑行或块。当一个逻辑行用常开接点输入时，采用 LD。

AND 指令。在梯形图中的符号为 $\text{---}||\text{---}$ 。它表示串行连接接常开接点输入。

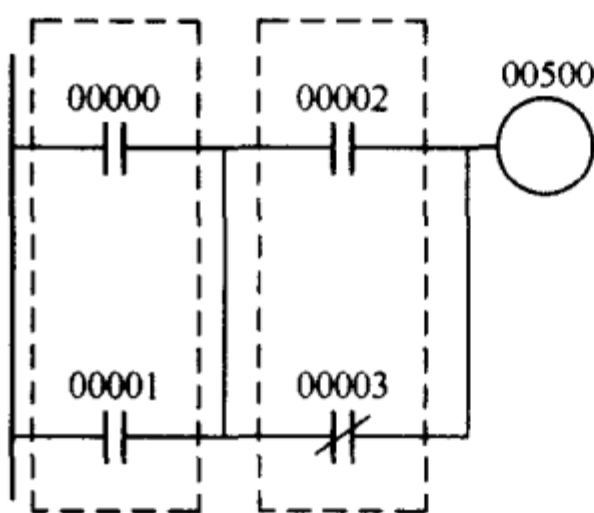
OR 指令。在梯形图中的符号为 $\text{---}||\text{---}$ 。它表示并行连接接常开接点输入。

NOT 指令。它表示逻辑非输入，用于一个常闭接点，有 LD NOT、ANDNOT 和 ORNOT 三种形式。在梯形图上用在接点上加一斜杠表示。例如：ANDNOT 表示为 $\text{---}||\text{---}$ ，OR NOT 表示为 $\text{---}||\text{---}$ 。

OUT 用于驱动编程元件的线圈，在梯形图中的符号为 $\text{---}\bigcirc$ 。其操作元件是 Y(输出继电器)、M(暂存继电器)、S(状态寄存器)、T(定时器)、C(计数器)。OUT 用于定时器 T、计数器 C 时需跟常数 K。

END 指令。它表示程序结束。如果一个程序没有 END 指令，程序就不能运行，并会指示编程错误。

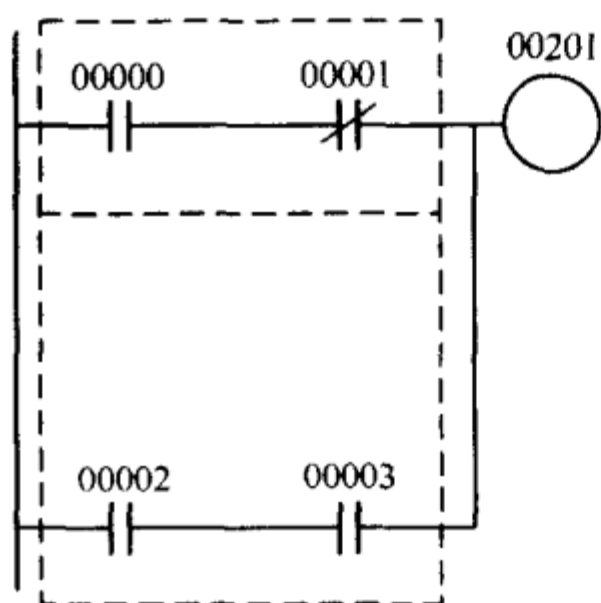
ANDLD 指令。它表示两个块的串行连接。这个指令在用助记符书写的程序中是必需的。AND LD 指令梯形图与助记符的对照如图 73 所示。



步序(地址)	指令	元件号(数据)
00000	LD	00000
00001	OR	00001
00002	LD	00002
00003	ORNOT	00003
00004	ANDLD	—
00005	OUT	00500

图 73 AND LD 指令梯形图与助记符的对照

ORLD 指令。它表示两个块的并行连接。这个指令在用助记符书写的程序中也是必需的，梯形图与助记符的对照如图 74 所示。



步序	指令	元件号
00000	LD	00000
00001	ANDNOT	00001
00002	LD	00002
00003	AND	00003
00004	ORLD	—
00005	OUT	00201

图 74 OR LD 指令梯形图与助记符的对照

除了上述基本程序指令外，PLC 还有一些用功能数字键表示的基本程序指令。

186. 定时器 TIM 指令的功能是什么

定时器为通电延时，当定时器的输入为 OFF(断)时，定时器的输出为 OFF(断)；当定时器的输入为 ON(通)时，开始定时，定时时间到，定时器的输出为 ON(通)。若输入继续为 ON 时，则定时器的输出保持为 ON。当定时器的输入为 OFF 时，定时器的输出随之变为 OFF。常见的定时单位有 0.01s、0.1s 和 1s 等几种。

定时器指令的图形符号及说明如图 75 所示。

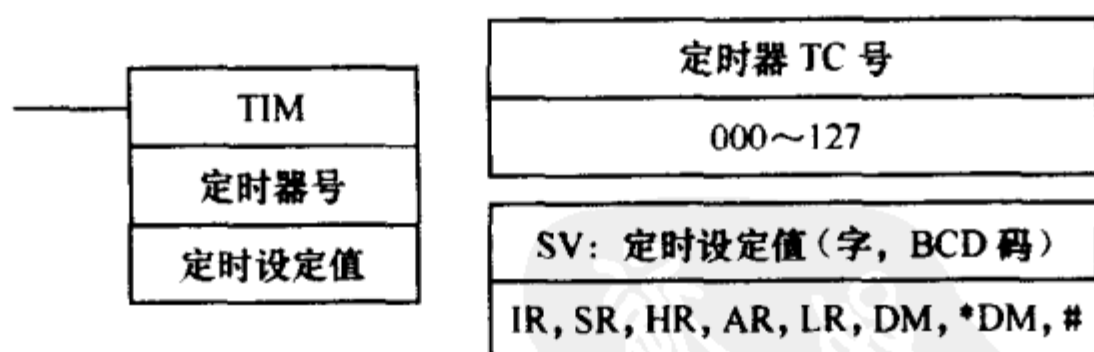


图 75 TIM 图形符号及说明

在图 75 中，“*DM”表示间接 DM 的地址，其操作数的内容不是实际的数据，而是表示另一个 DM 的地址，该地址中的内容才表示真正的地址。如 *DM10 的值是 123，则 *DM10 表示的内容实

实际上是 DM123 中的内容。

当设定值 SV 为常数时，需要加前缀#号。“#”代表立即数，表示操作数的内容就是实际的数字。如 TIM000#100，就表示 0 号定时器的设定时间参数是 100。若定时单位为 0.1s，则定时时间为 $100 \times 0.1s = 10s$ 。

在图 76 中，当 00000 为 ON 时，TIM000 开始定时，定时时间为 15s($\#0150 \times 0.1s$)，定时到，位 20000 为 ON。

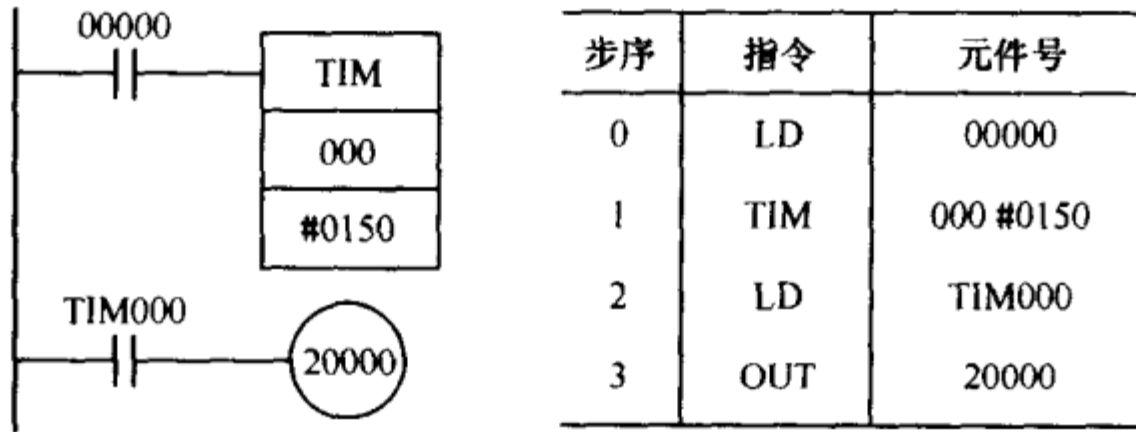


图 76 TIM 梯形图及程序

187. 计数器 CNT 指令的功能是什么

计数器可以作加/减计数、普通计数和高速计数。计数器有两个数据寄存器，一个为设定值寄存器，另一个为当前值寄存器。它们的数据可在运行中进行读写。

计数器指令的图形符号如图 77 所示。图中，CP 为计数脉冲输入端，R 为复位端，SV 是 BCD 数，取值范围为 0 ~ 9999。计数器可以递减或递增计数，CPM 系列为递减计数器，计数器和定时器的编号是共用的，使用时编号不能重复。

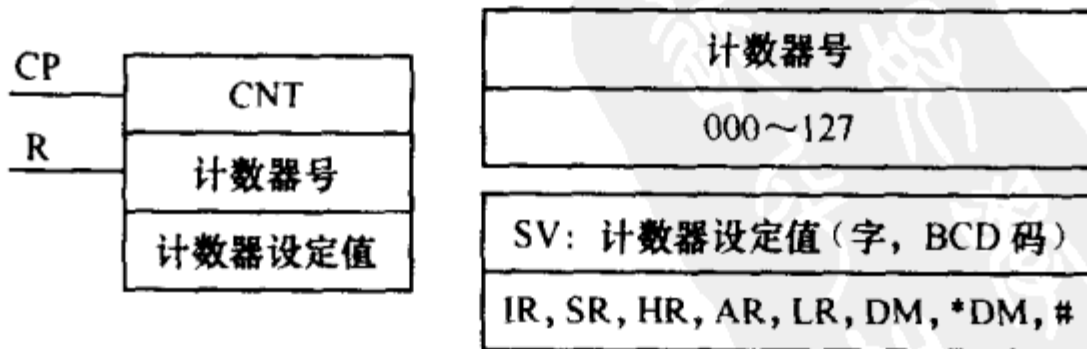


图 77 CNT 图形符号及说明

如图 78 所示，当计数脉冲输入端 00000 输入上升沿信号(OFF→ON)，即输入由断变为通时，计数一次(即计数器记录的是输入由断到通的次数)。在复位端 00001 输入上升沿信号，当前值返回为设定值，在复位端输入为 ON 时，不接收计数输入。

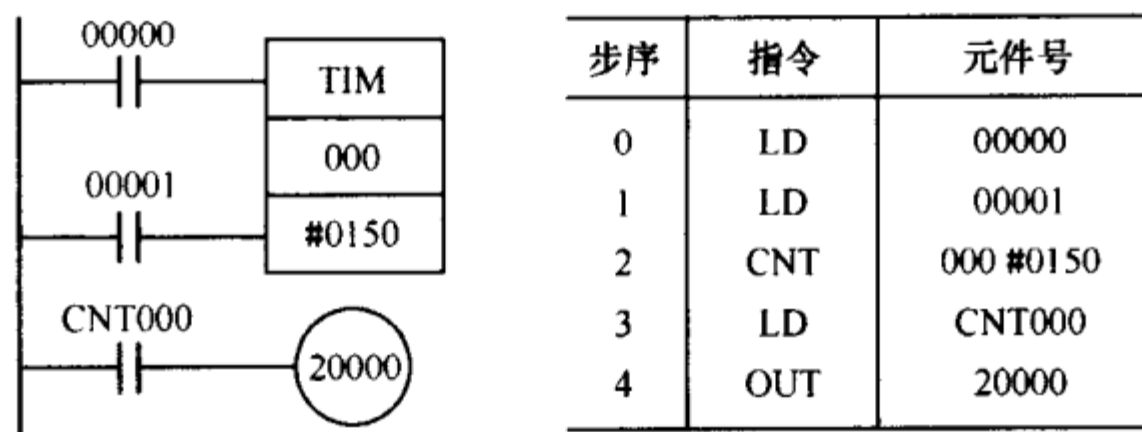


图 78 CNT 梯形图及程序

188. 怎样通过 PLC 定时器与计数器级联扩大定时值范围

每一种 PLC 的计数器和定时器都有一定的范围。当实际应用中需要的设定值超出这个范围时，可通过定时器与计数器级联来解决这一问题。

图 79 为一个定时器与计数器级联的梯形图。图中，T451 形成一个设定值为 20s 的自复位定时器。当 X401 接通时，T451 线圈得电，

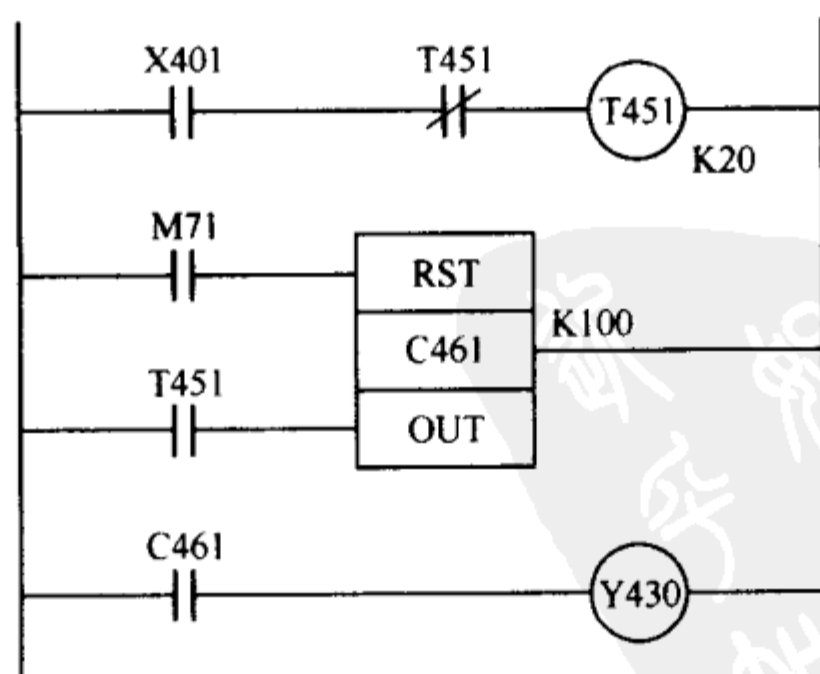


图 79 定时器与计数器级联的梯形图

经 20s 延时后，其常闭接点断开，T451 线圈失电，自动复位，T451 的常开接点闭合。T451 的接点每断开、闭合一次，计数器输入一个计数脉冲，C461 计数 1 次。当 C461 的计数达到 100 次时，其常开接点闭合，Y430 线圈得电吸合。这时，从 X401 接通到 Y430 吸合总的延时时间为 $20 \times 100 = 2000(s)$ 。图中 M71 为初始化脉冲。

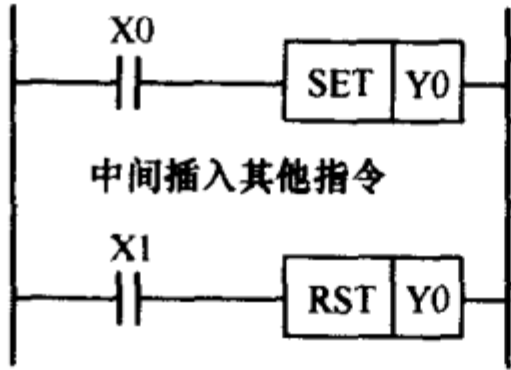
189. 置位与复位指令 SET、RST 的功能是什么

SET 为置位指令，令元件自保持为 ON(接通)，其操作元件为 Y(输出继电器)、M(暂存继电器)和 S(状态寄存器)。

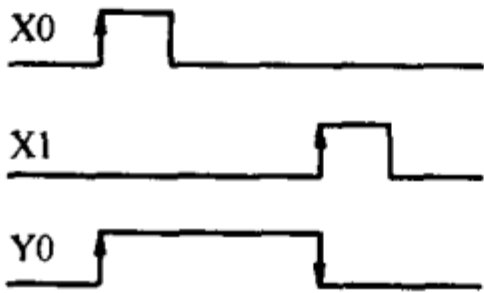
RST 为置位的复位指令，令元件自保持为 OFF(复位)，操作元件为 Y、M、S 及数据寄存器(D)和变址寄存器(V/Z)。

SET 和 RST 指令可以把一个短信号变成长信号，以维持继电器的吸合状态，其使用方法如图 80 所示。当 X0 接通时，即使再断开，Y0 仍然保持接通，直到 X1 接通为止，两个指令之间可以插入其他程序。

利用 RST 指令也可以将定时器 T、计数器 C、数据寄存器 D 和变址寄存器 V/Z 的内容清零。



(a) 梯形图



(b) 波形图

步序	指令	元件号
0	LD	X0
1	SET	Y0
⋮	中间插入其他程序	
n	LD	X1
n+1	RST	Y0

(c) 指令表

图 80 SET 和 RST 指令使用实例

十四、PLC 实用线路

190. PLC 控制电动机正向运转的线路是怎样的

PLC 控制电动机正向运转的线路及梯形图如图 81 所示。若

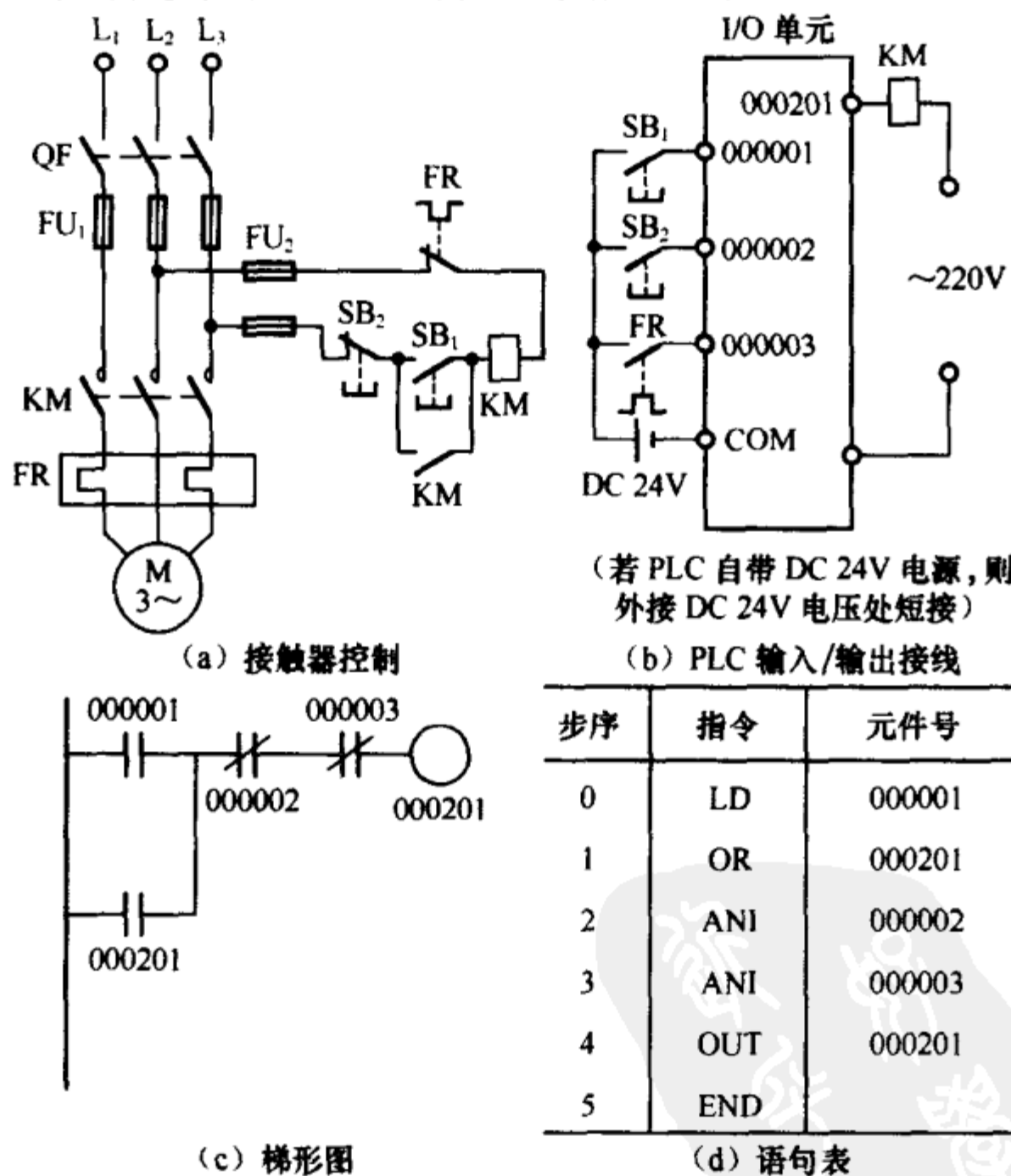


图 81 电动机正向运转线路

PLC 自带 DC 24V 电源，则外接 DC 24V 电压处短接。

工作原理：合上断路器，按下起动按钮 SB_1 ，端子 000001 经 DC 24V 电源与 COM 端连接，PLC 内的输入继电器 000001 得电吸合，其常开触点闭合。由于 PLC 内的输入继电器 000003 的常闭触点闭合（因热继电器 FR 的常开触点未闭合），PLC 内的输出继电器 000201 得电吸合并自锁，接触器 KM 得电吸合，电动机起动运转。

停机时，按下停止按钮 SB_2 ，端子 000002 经 DC 24V 电源与 COM 端连接，输入继电器 000002 得电吸合，其常闭触点断开，输出继电器 000201 失电释放，接触器 KM 失电释放，电动机停止运行。

如果电动机过载，热继电器动作，其常开触点闭合，端子 000003 经 DC 24V 电源与 COM 端连接，输入继电器 000003 得电吸合，其常闭触点断开，输出继电器 000201 失电释放，接触器 KM 失电释放，电动机停止运行，保护了电动机。

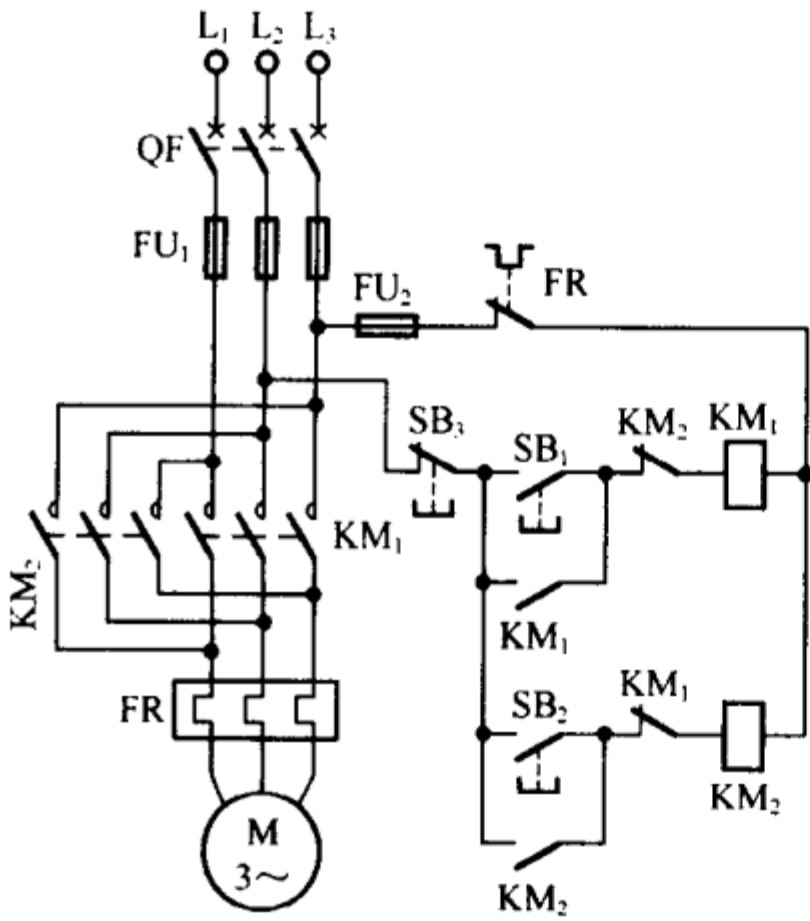
编程时（语句表）需注意，一般在 PLC 梯形图中，结束标志是 END。但有些软件在编程结束时，自动以 END 指令结束。对于这种情况，在程序结束位置就不能再编写 END 指令，否则也认为出错。

191. PLC 控制电动机正反向运转的线路是怎样的

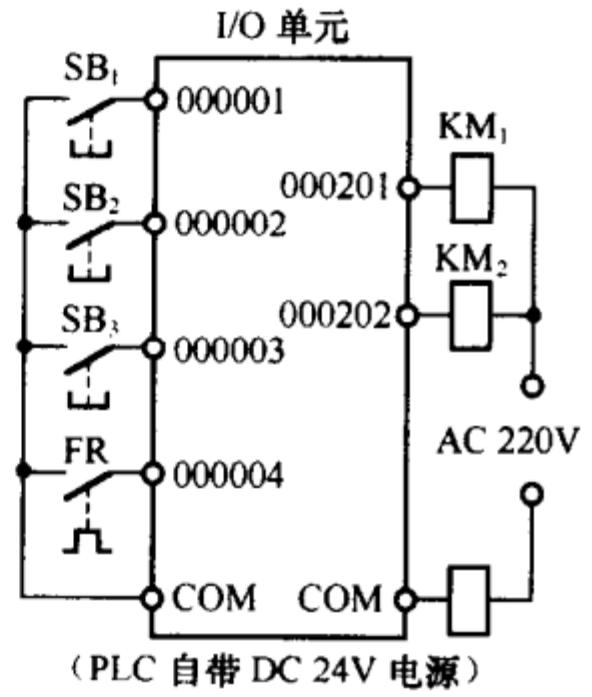
PLC 控制电动机正反向运转的线路及梯形图如图 82 所示。

工作原理：合上断路器。正转时，按下正向起动按钮 SB_1 ，端子 000001 与 COM 连接，输入继电器 000001 通过 PLC 内部 DC 24V 电源得电吸合，其常开触点闭合。由于 PLC 内的输入继电器 000004 的常闭触点闭合（因热继电器 FR 的常开触点未闭合），PLC 内的输出继电器 000201 得电吸合并自锁，接触器 KM_1 得电吸合，电动机正向起动运转。

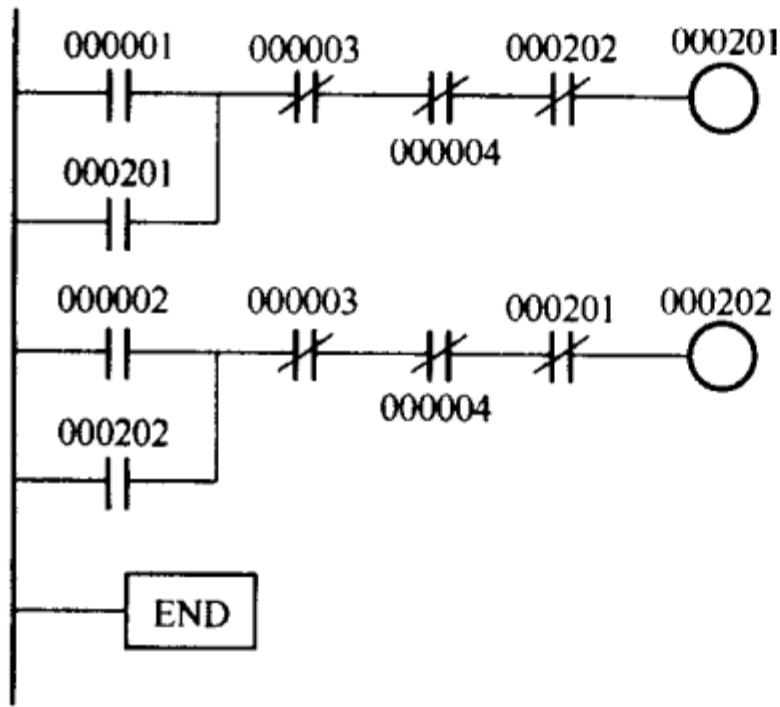
反转时，按下反向起动按钮 SB_2 ，端子 000002、COM 连接，输入继电器 000002 得电吸合，其常开触点闭合，输出继电器 000202 得电吸合并自锁，接触器 KM_2 得电吸合，电动机反向起动



(a) 接触器控制



(b) PLC 输入/输出接线



(c) 梯形图

步序	指令	元件号
0	LD	000001
1	OR	000201
2	ANI	000003
3	ANI	000004
4	ANI	000202
5	OUT	000201
6	LD	000002
7	OR	000202
8	ANI	000003
9	ANI	000004
10	ANI	000201
11	OUT	000202
12	END	

(d) 语句表

图 82 电动机正反向运转线路

运转。

正、反向运转通过 PLC 内部输出继电器 000201 和 000202 的常闭触点实现电气连锁。

停机时，按下停止按钮 SB_3 ，端子 000003、COM 连接，输入继电器 000003 的常闭触点断开，接触器 KM_1 或 KM_2 失电释放，电动机停止运行。

电动机过载时，热继电器 FR 的常开触点闭合，端子 000004、COM 连接，输入继电器 000004 的常闭触点断开，输出继电器 000201 或 000202 失电释放，接触器 KM_1 或 KM_2 失电释放，电动机停止运行。

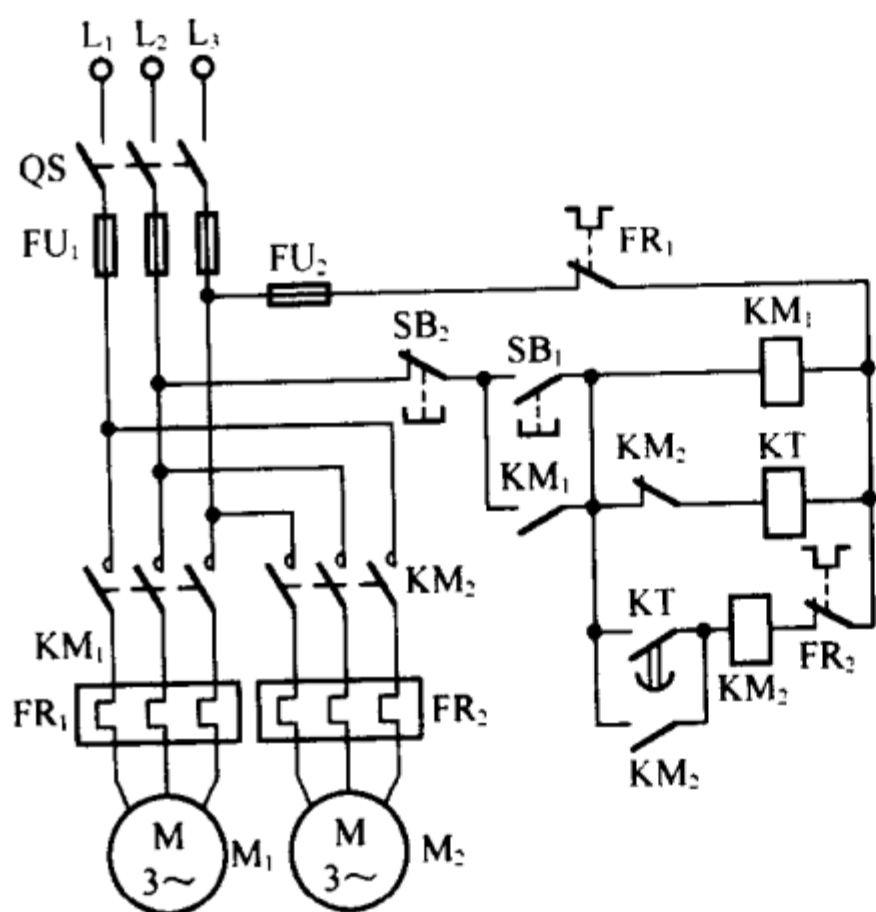
192. PLC 控制两台电动机顺序起动的线路是怎样的

PLC 控制两台电动机顺序起动的线路如图 83 所示。要求只有电动机 M_1 起动后， M_2 才能起动。

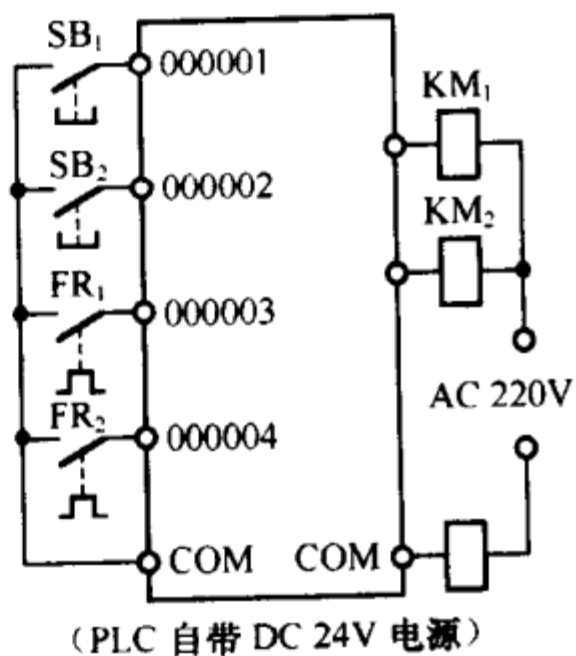
工作原理：合上电源开关，按下起动按钮 SB_1 ，端子 000001、COM 连接，输入继电器 000001 通过 PLC 内部 DC 24V 电源得电吸合，输出继电器 000201 得电吸合并自锁，接触器 KM_1 得电吸合，电动机 M_1 起动运转。同时 000201 的常开触点闭合，定时器 T0000 开始计时，延时 10s 后，其常开触点闭合，输出继电器 000202 得电吸合并自锁，接触器 KM_2 得电吸合，电动机 M_2 起动运转。

停机时，按下停止按钮 SB_2 ，端子 000002、COM 连接，输入继电器 000002 的两常闭触点断开，输出继电器 000201 和 000202 均失电释放，接触器 KM_1 、 KM_2 失电释放，电动机 M_1 、 M_2 停止运行。

当电动机 M_1 或 M_2 过载时，端子 000003 或 000004 与 COM 连接，输入继电器 000003 或 000004 得电吸合，其常闭触点断开，000201 或 000202 失电释放， KM_1 或 KM_2 失电释放，电动机 M_1 或 M_2 停止运行。

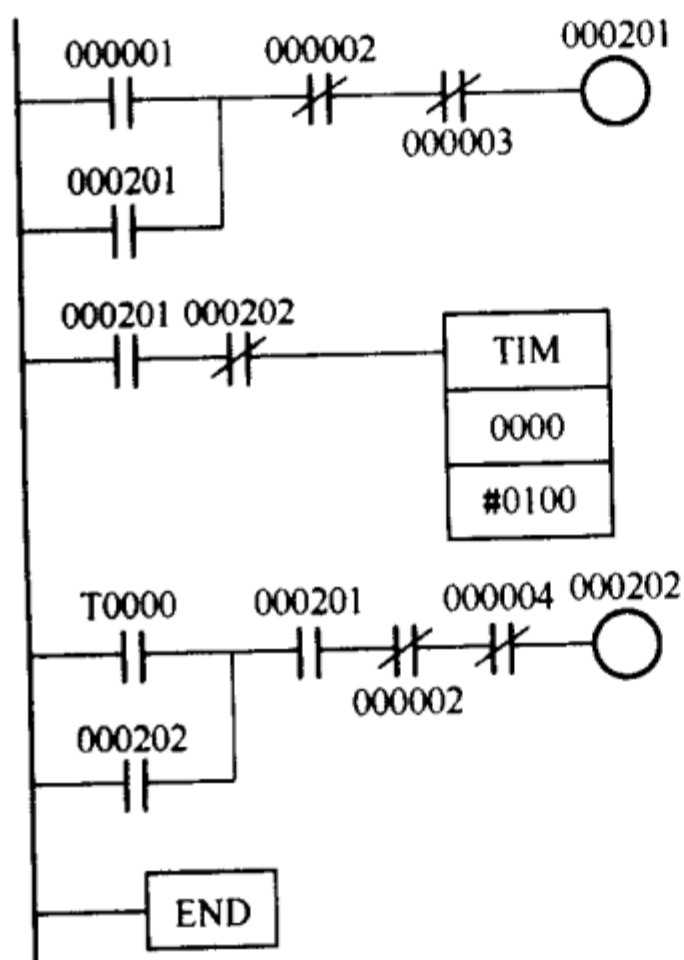


(a) 接触器控制



(PLC 自带 DC 24V 电源)

(b) PLC 输入/输出接线



(c) 梯形图

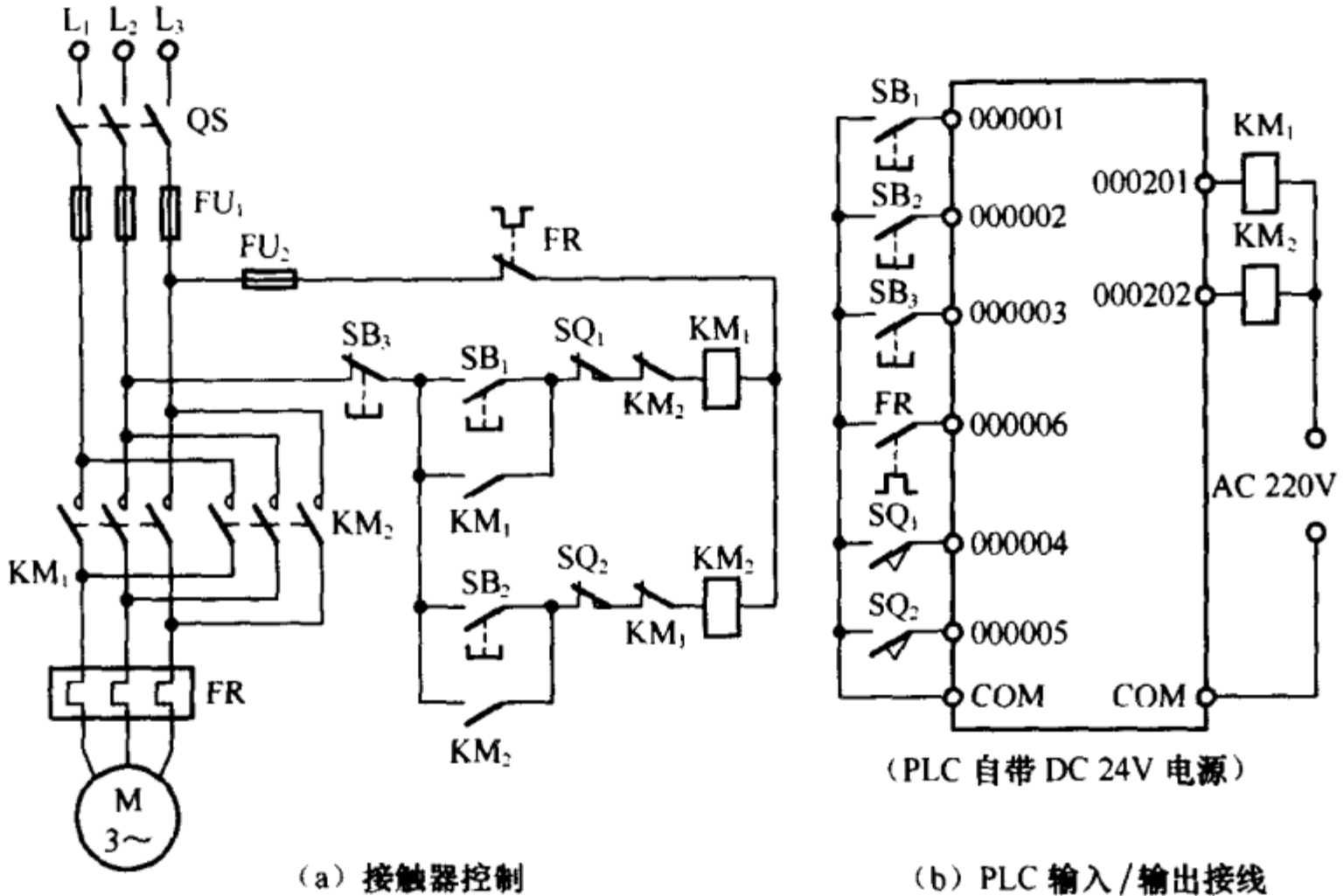
步序	指令	元件号
0	LD	000001
1	OR	000201
2	ANI	000002
3	ANI	000003
4	OUT	000201
5	LD	000201
6	ANI	000202
7	TIM	0000#0100
8	LD	T0000
9	OR	000202
10	AND	000201
11	ANI	000002
12	ANI	000004
13	OUT	000202
14	END	

(d) 语句表

图 83 两台电动机顺序起动线路

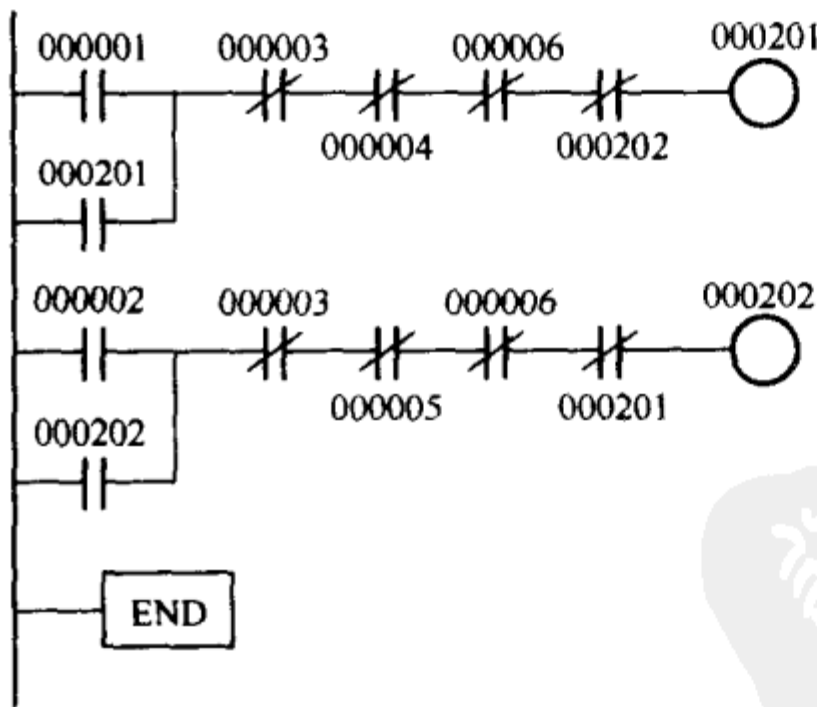
193. PLC 控制电动机双向限位线路是怎样的

PLC 控制电动机双向限位线路如图 84 所示。图中，SQ₁ 和 SQ₂



(a) 接触器控制

(b) PLC 输入/输出接线



(c) 梯形图

步序	指令	元件号
0	LD	000001
1	OR	000201
2	ANI	000003
3	ANI	000004
4	ANI	000006
5	ANI	000202
6	OUT	000201
7	LD	000002
8	OR	000202
9	ANI	000003
10	ANI	000005
11	ANI	000006
12	ANI	000201
13	OUT	000202
14	END	

(d) 语句表

图 84 电动机双向限位控制线路

是电动机正向运行限位开关和反向运行限位开关。

工作原理：合上电源开关，按下正向起动按钮 SB_1 ，端子 000001、COM 连接，输入继电器 000001 通过 PLC 内部 DC 24V 电源得电吸合，其常开触点闭合，输出继电器 000201 得电吸合并自锁，接触器 KM_1 得电吸合，电动机正向运转，运行部件向前运行。当运行到预定位置时，装在运动部件上的挡块碰撞到限位开关 SQ_1 ，其常开触点闭合，端子 000004、COM 连接，输入继电器 000004 通过 PLC 内部的 DC 24V 电源得电吸合，其常闭触点断开，输出继电器 000201 失电释放， KM_1 失电释放，电动机停止运转。

按下反向起动按钮 SB_2 ，输入继电器 000002 的常开触点闭合，输出继电器 000202 得电吸合并自锁，接触器 KM_2 得电吸合，电动机反向运转，运行部件向后运行。当运行到预定位置时，限位开关 SQ_2 的常开触点闭合，输入继电器 000005 得电吸合，其常闭触点断开，输出继电器 000202 失电释放， KM_2 失电释放，电动机停止运转。

正反向运转通过输出继电器 000201 和 000202 的常闭触点实现电气连锁。

在电动机运行过程中需要停机时，按下停止按钮 SB_3 ，端子 000003、COM 连接，输入继电器 000003 得电吸合，其常闭触点断开，接触器 KM_1 或 KM_2 失电释放，电动机停止运行。

当电动机过载时，热继电器 FR 的常开触点闭合，输入继电器 000006 得电吸合， KM_1 或 KM_2 失电释放，电动机停止运行。

194. PLC 怎样实现交通信号灯自动控制

图 85 为十字路口的交通信号灯示意图。

(1) 控制要求。所有信号灯都由起动开关和停止开关控制。各指挥信号灯的具体工作要求如下：

① 南北方向的绿灯和东西方向的绿灯不能同时亮，如果同时

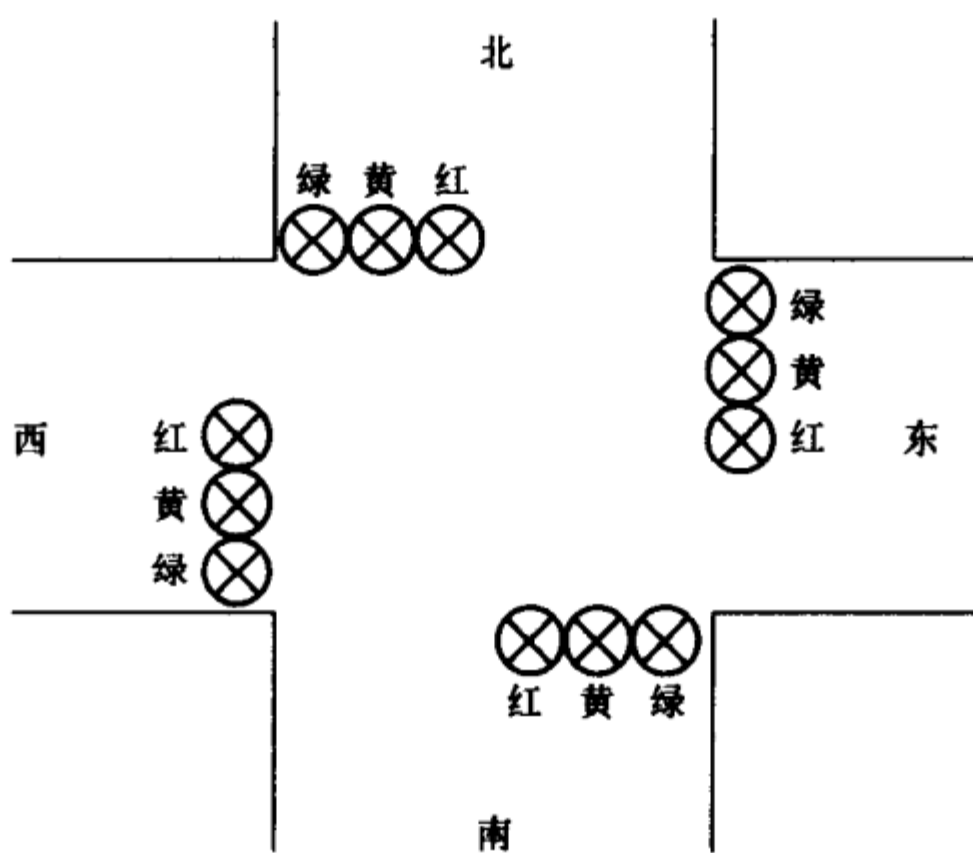


图 85 交通信号灯示意图

亮，立即自动关闭信号灯系统，并立即发出报警信号。

② 系统工作后，首先南北方向的红灯亮并维持 25s；与此同时，东西方向的绿灯亮，并维持 20s 时间。到 20s 时，东西方向的绿灯闪亮，闪亮 3s 后熄灭。

③ 在东西方向的绿灯熄灭时，东西方向的黄灯亮并维持 2s。当东西方向的黄灯熄灭时，东西方向的红灯亮，同时南北方向的红灯熄灭，南北方向的绿灯亮。

④ 东西方向的红灯亮并维持 30s，与此同时，南北方向的绿灯亮并维持 25s，然后，南北方向的绿灯闪亮 3s 后熄灭。

⑤ 南北方向的绿灯熄灭时，南北方向的黄灯亮，维持 2s 后熄灭；同时南北方向的红灯亮，东西方向的绿灯亮。周而复始。

根据控制要求，画出信号灯状态波形如图 86 所示。

(2) PLC 输入/输出接线(见图 87)。

(3) 梯形图(可以有不同方案,图 88 为其中的一种)。

(4) 指令语句表(见表 102)。

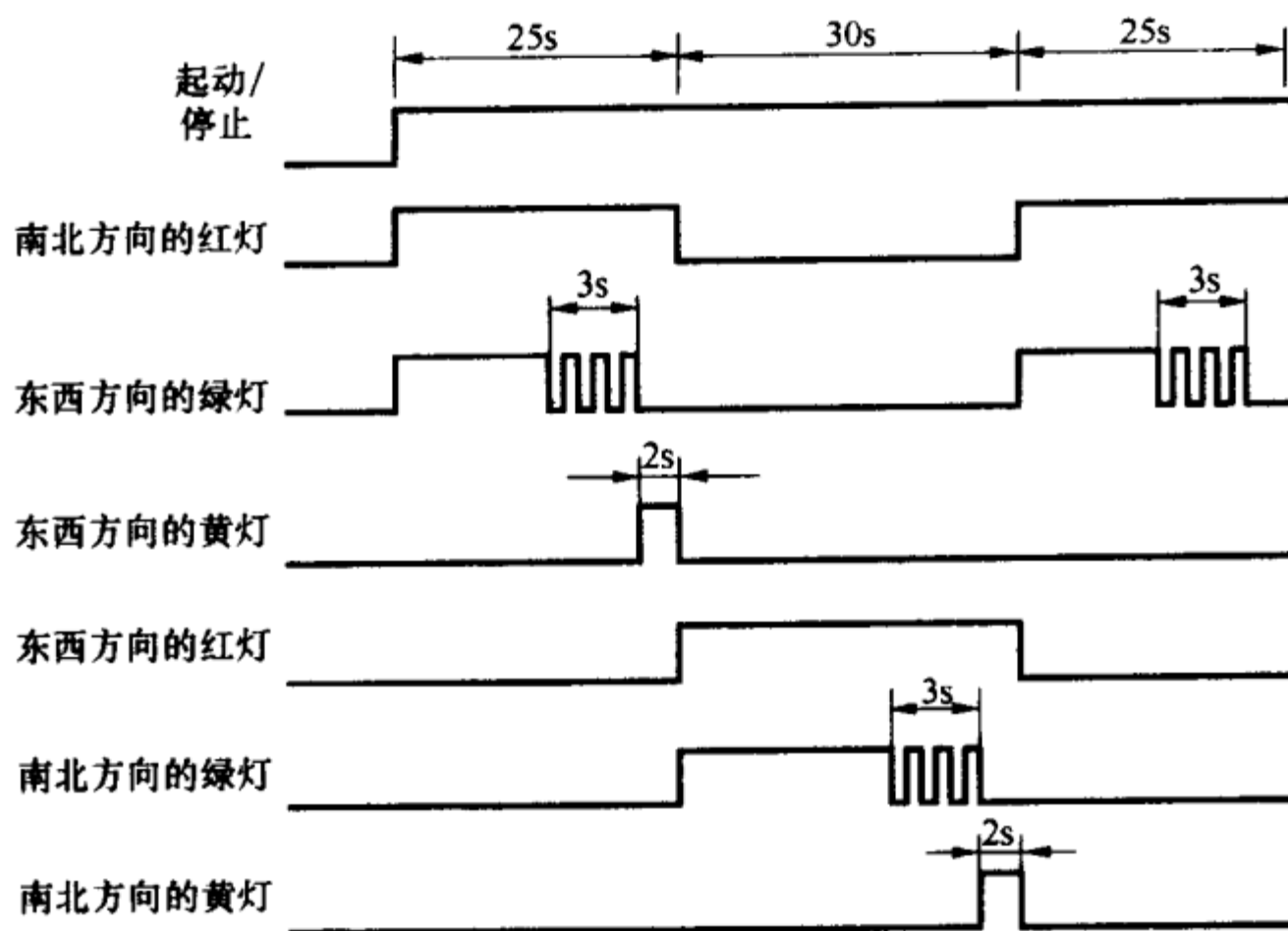


图 86 交通信号灯状态波形图

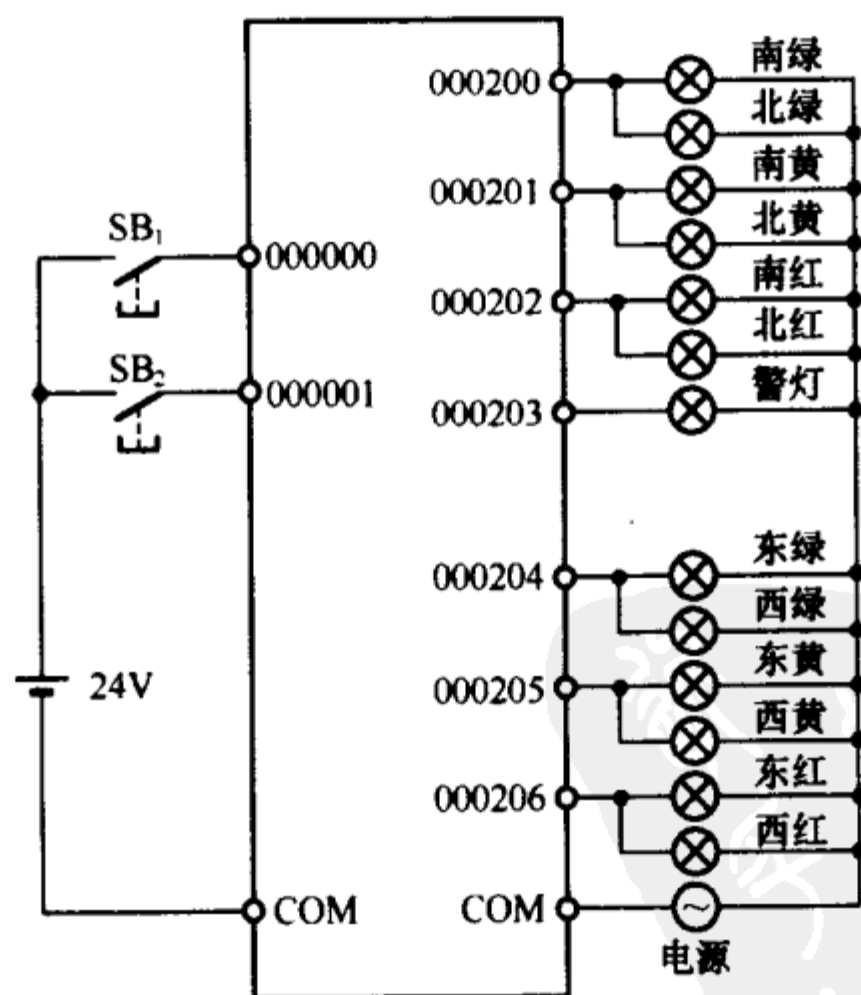


图 87 PLC 的 I/O 接线

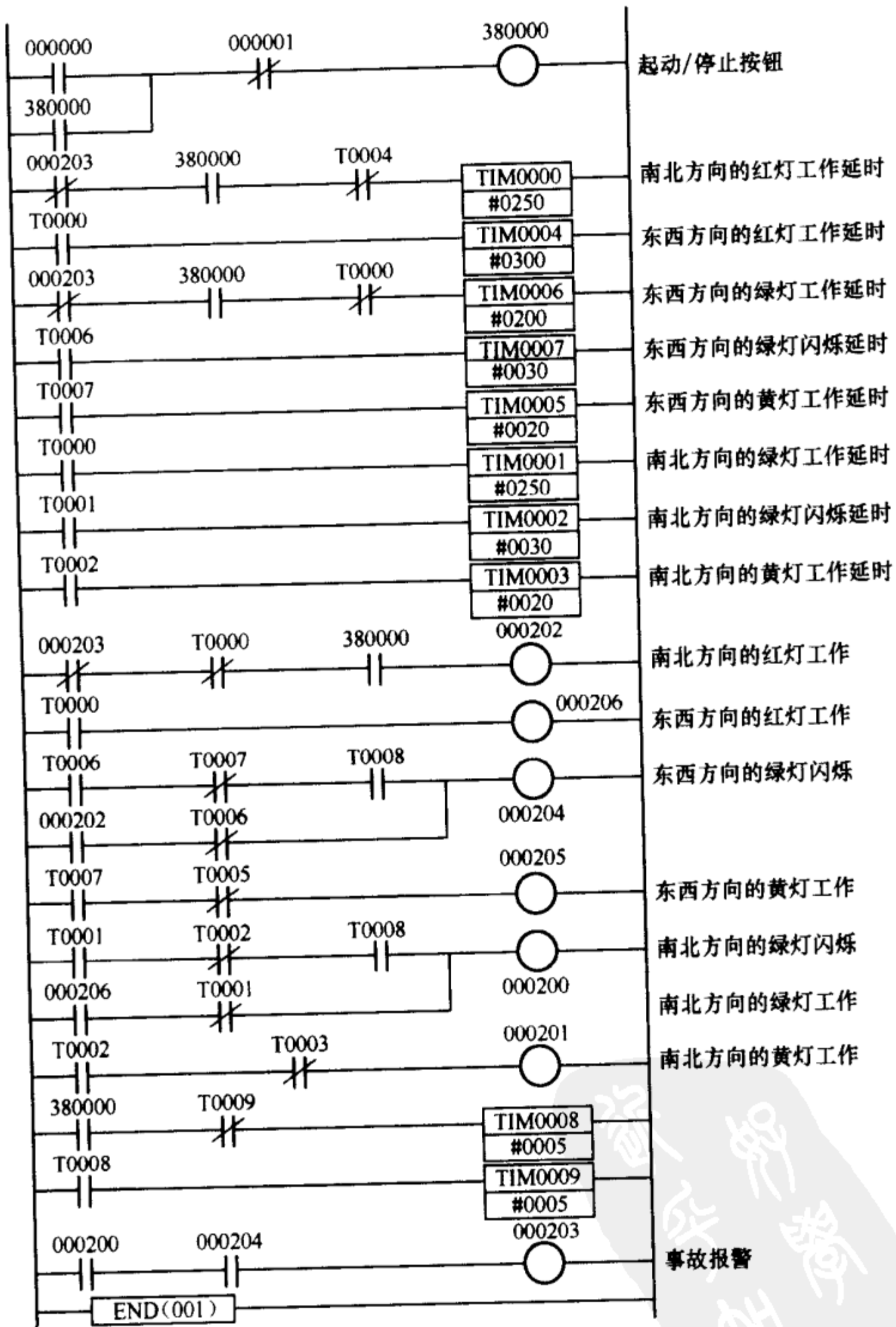


图 88 交通信号灯的梯形图

表 102

图 88 的指令语句表

步序	指令	元件号	步序	指令	元件号	步序	指令	元件号
0	LD	000000	15	TIM	0007 #0030	30	LD	T0006
1	OR	380000	16	LD	T0007	31	ANI	T0007
2	ANI	000001	17	TIM	0005 #0020	32	AND	T0008
3	OUT	380000	18	LD	T0000	33	LD	000202
4	LDI	000203	19	TIM	0001 #0250	34	ANI	T0006
5	AND	380000	20	LD	T0001	35	ORLD	
6	ANI	T0004	21	TIM	0002 #0030	36	OUT	000204
7	TIM	0000 #0250	22	LD	T0002	37	LD	T0007
8	LD	T0000	23	TIM	0003 #0020	38	ANI	T0005
9	TIM	0004 #0300	24	LDI	000203	39	OUT	000205
10	LDI	000203	25	ANI	T0000	40	LD	T0001
11	AND	380000	26	AND	380000	41	ANI	T0002
12	ANI	T0000	27	OUT	000202	42	AND	T0008
13	TIM	0006 #0200	28	LD	T0000	43	LD	000206
14	LD	T0006	29	OUT	000206	44	ANI	T0001

续表

步序	指令	元件号	步序	指令	元件号	步序	指令	元件号
45	ORLD		50	LD	380000	55	LD	000200
46	OUT	000200	51	ANI	T0009	56	AND	000204
47	LD	T0002	52	TIM	0008 #0005	57	OUT	000203
48	ANI	T0003	53	LD	T0008	58	END	
49	OUT	000201	54	TIM	0009 #0005			



十五、PLC 的维护与故障处理

195. 怎样检查和维护 PLC

PLC 的日常检查和维护内容有：

(1) 检查 PLC 的工作环境，看周围环境温度和湿度是否超出允许范围。如超出，应采取降温和降湿措施。

(2) 检查通风散热情况。必须保证 PLC 机架之间的净空距离，一般情况下应为 70 ~ 120mm。进、出线布线不应妨碍 PLC 的散热。

若 PLC 的外部环境温度高于规定值或是将 PLC 安装在封闭的机箱内，则需安装风机进行冷却。PLC 一般要求垂直安装，以利于散热。

(3) 做好除尘工作，及时清洁滤尘网。

(4) 检查 PLC 周围有无杂物堆放。若有，应及时清除。

(5) 检查 PLC 安装场所有无导电粉尘及腐蚀性气体。若有，应加以消除，或采取隔离措施。

(6) 检查 PLC 的安装位置是否存在强电磁场等情况。PLC 不能安装在装有高压设备的控制屏上；PLC 的安装位置至少离供电电源线 200mm 以上。

(7) 在 PLC 有可能遭受到静电、强电磁场、放射源辐射的场合，应采取相应的静电防护、磁场和放射源的屏蔽以及抗干扰措施。

(8) 检查电源电压波动是否在允许的范围。若不符合要求，则应调节变压器抽头或采用 UPS、稳压电源。

(9) 注意检查蓄电池监控辅助继电器的状态，及时更换过期

服役的蓄电池。蓄电池寿命约为 5 年(25℃)。

(10) 注意检查蓄电池引线插头与印制电路板的插座连接是否牢固, PLC 各模块与基板之间的连接是否可靠, 电缆接头与端子排的连接是否可靠, 各接地线连接是否可靠。

(11) 检查熔断器等保护设备是否良好, 选配及整定是否正确。

196. 怎样根据 PLC 的 CPU(或编程器)面板显示判断故障

PLC 的 CPU(中央处理器)或编程器面板上的 RUN(运行)指示灯和 ALM/ERR(报警/错误)指示灯提供了可视的异常指示。当该指示灯常亮时, 表明 PLC 已经发生了导致程序停止运行的致命错误; 当指示灯闪烁时, 表明 PLC 发生了非致命错误, 但程序仍可以运行。一旦 PLC 有致命错误发生, 程序就会停止执行并关闭所有输出。产生错误时运行指示灯和报警/错误指示灯的指示情况见表 103。

表 103 CPU 指示灯提供的错误信息

指 示 灯	CPU 出错	CPU 待机	致 命 错 误	非致命错误
RUN		不亮	不亮	亮
ALM/ERR	亮	不亮	亮	闪烁

欧姆龙(OMRON)CS1 系列 PLC 的 CPU 面板指示灯功能表见表 104。

表 104 CS1 系列 CPU 面板指示灯的功能表

指示灯名称	颜色	状态	指 示 说 明
RUN (运行)	绿色	亮	CPU 单元在 MONITOR 或 RUN 模式下正常运行
		闪烁	系统下载模式出错或 DIP 开关设定出错
		不亮	PLC 在 PROGRAM 模式下终止操作, 或因致命错误终止操作, 或正在从系统中下载数据

续表

指示灯名称	颜色	状态	指示说明
ERR/ALM (错误或报警)	红色	亮	发生致命错误(含 FALS 指令执行)或发生硬件错误以及 CPU 单元第一次被使用。CPU 单元停止运行, 所有输出单元关闭输出
		闪烁	发生非致命错误(含 FALS 指令执行), CPU 单元继续运行
		不亮	CPU 单元正常工作
INH (输出禁止)	黄色	亮	输出 OFF 位(A50015)转为 ON, 所有输出单元关闭输出
		不亮	输出 OFF 位(A50015)转为 OFF, 允许输出
BKUP (后备功能)	黄色	亮	用户程序和参数区数据正由 CPU 单元的快闪存储器备份或恢复。在 BKUP 灯亮期间, 不允许切断 PLC 电源
		不亮	用户程序和参数区数据正在写入快闪存储器
PRPHL (外围端口)	黄色	亮	CPU 单元正在通过外设端口通信(收或发)
		不亮	CPU 单元没有通过外设端口进行通信
COMM (通信)	黄色	亮	CPU 单元正在通过 RS-232C 端口通信(收或发)
		不亮	CPU 单元没有通过 RS-232C 端口进行通信

编程器面板上的一些错误显示信息见表 105。

表 105 编程器错误显示信息

类型	显示信息	错误原因
CPU 错误		监视定时器超时/扩展机架无供电电源
CPU 待机出错	CPU WAITG	CPU 总线单元未起动, 无法识别单元或远程通信

续表

类 型	显 示 信 息	错 误 原 因
致命错误	MEMORY ERR	CPU 总线单元未起动, 无法识别单元或远程通信
	I/O BUS ERR	I/O 总线出错
	UNIT NO. DPL ERR	单元号重复
	BACK NO. DPL ERR	机架号重复
	FATAL INNER ERR	致命内部模板出错
	TOO MANY I/O PNT	I/O 点过多
	I/O SET ERR	I/O 表设置出错
	PROGRAM ERR	编程错误
	CYCLE TIME ERR	扫描时间超时
	SYS FAIL FALS	系统 FALS 错误
非致命错误	SYS FAIL FAL	FAL 错误
	INTRPT ERR	中断任务出错
	DENSITY I/O ERR	基本 I/O 单元出错
	PLC SETUP ERR	PLC 设置出错
	I/O VRFY ERR	I/O 表校验出错
	NO-FIL INNER ERR	非致命内部模板出错
	CPU BU ERR	CSI CPU 总线单元出错
	SIOU ERR	专用 I/O 单元出错
	SYSBUS ERR	SYSMAC 总线出错
	BAT LOW	电池低压报警
	CPU BU STUP	CSI 总线单元设定出错
SIOU SETUP	专用 I/O 单元设置出错	

197. PLC 有哪些常见故障？怎样处理

PLC 的常见故障及处理方法见表 106。

表 106 PLC 的常见故障及处理方法

故障现象	可能原因	处理方法
PLC 调试时，无输入、输出信号	(1) 电路插板、插件接触不良。 (2) 接线端子松脱。 (3) 端子箱、端子排接线有误	(1) 插紧插板和插件。 (2) 拧紧接线端子，压紧螺钉。 (3) 检查并纠正接线
处理器故障	(1) 在下载程序过程中突然掉电，再次通电时引起处理器故障。 (2) 因干扰、闪电、接地不良造成处理器故障，或造成“看门狗”意外超时。 (3) 在程序扫描结束时，因算术指令产生溢出，或顺序器、移位寄存器产生故障，造成处理器故障	(1) 接通电源，重新下载程序并返回到远程运行模式。 (2) 查明原因，排除故障，重新下载程序。 (3) 利用编程器将处理器故障清除，或将处理器钥匙开关由 RUN 置于 Program，然后再返回到 RUN
模拟量信号漂移	普通单股信号线与 220V 电源线在同一线槽内敷设，从而被引入干扰信号	应将所有模拟量信号线改为屏蔽线，单独配线接入 PLC
限位开关不能复位	限位开关因受现场恶劣环境影响，如积尘、机械振动等而接触不良或损坏	宜将限位开关改为接近开关，这不仅使动作准确可靠，而且延长了开关的使用寿命
程序丢失	见第 198 问	见第 198 问

198. PLC 程序丢失有哪些原因？怎样处理

PLC 在运行中会遇到内存程序丢失的故障现象。内存中程序丢失的原因及处理方法见表 107。

表 107

PLC 内存中程序丢失的原因及处理方法

现 象	可 能 原 因	处 理 方 法
电网电压波动大	如主控制器输入的标准电压为交流 110V, 允许波动范围是 102 ~ 132V, 超过此范围会影响 PLC 的正常工作	可在控制变压器输出端与主控制器输入端之间接入压敏电阻, 用以吸收浪涌电压, 稳定控制系统的电压
电磁信号干扰	(1) PLC 控制系统的接地电阻过大, 接地螺栓松动、锈蚀。 (2) 外部电磁信号干扰, 如在 PLC 控制系统附近有电焊机、手电钻、电动砂轮等设备工作, 这些设备产生的高频电磁信号会干扰 PLC 的正常工作	(1) 做好 PLC 的接地工作, 接地线应采用铜芯线, 拧紧连接螺栓, 接地电阻越小越好。 (2) 将产生高频电磁干扰信号的设备远离 PLC 控制系统的配电柜
内存储器板开关接触不良	PLC 主控制器内存储器板 DIP 开关由电池通断开关、T/C 定时器/计数器转换开关、50/60Hz 电源频率选择开关、内存容量 A 选择开关、内存容量 B 选择开关、程序转移开关、检验 PROM 开关、PROM-R/M 选择开关、PROM 擦去开关等许多拨动开关组成, 当这些开关接触不良时, 便会造成 PLC 失控及程序丢失	用火柴棒拨动各个小开关, 便可判断其接触是否良好。禁止用铅笔头拨动 DIP 开关, 因为铅笔芯碎屑会造成开关短路

199. PLC 输入电路有哪些常见故障? 怎样处理

当 PLC 的某一输入端接通时, 对应编号的输入继电器状态指示灯(LED)应亮。PLC 输入电路的常见故障及处理方法见表 108。

表 108

PLC 输入电路的常见故障及处理方法

故障现象	可能原因	处理方法
输入全不通，LED 不亮	无电源或电源电压过低	按标准供电
	保险丝熔断	更换保险丝
	COM 端子螺钉松动，配线接触不良	拧紧螺钉
	COM 端子配线断路	更换配线
	使用 DC 24V 传感器时，输入端过载或短路，使保护电路动作，电压下降，使输入点全不动作	消除过载或短路现象
输入全不通，但 LED 亮	内部电路故障	更换单元
输入全部不断	内部电路故障	更换单元
特定继电器输入不通	输入回路故障	用未用继电器代替
	输入元件接通时间过短	调整
特定继电器输入不分开	输入回路故障	更换输入单元
	内部电路故障	更换单元
输入不规则地通/断	输入电源电压过低	按标准供电
	输入端子螺钉松，配线接触不良	拧紧螺钉
	电噪声干扰引起误动作	采用抗干扰措施
输入 LED 不亮	动作正常，但 LED 不亮，大多是 LED 不良	更换 LED

200. PLC 输入接口电路误动作有哪些原因？怎样防止

PLC 的输入电源有直流 5V、12V、24V 和交流 120V、220V。对于弱电开关(晶体管、晶闸管、光电管等)适合采用直流电源，对于强电开关(按钮、接触器、继电器、电磁铁、行程开关)则适合采用交流电源。

PLC 输入接口电路误动作的原因及防止措施见表 109。

表 109 PLC 输入接口电路误动作的原因及防止措施

输入电路类型	可能原因	防止措施
交流输入电路	<p>(1) 为防止接点火花产生干扰及保护接点，一般在输入接点上并联一个 RC 串联电路。如果 RC 数值选择不当，交流电源通过 RC 的分支电流达到 PLC 输入工作电流阈值时，即使接点未接通，也可能使 PLC 误动作。</p> <p>(2) 输入引线过长，线间电容较大，通过交流电流使 PLC 误动作</p>	<p>(1) 正确选择 RC 数值；也可在 PLC 的输入端加一个并联电阻，让 RC 中流过的电流分流，使进入 PLC 的电流小于 PLC 的输入工作电流阈值。</p> <p>(2) 尽量减短输入引线的长度；使交流电源靠近控制接点，以减小线间电容</p>
直流输入电路	<p>(1) 当输入接点为按钮、微动开关、行程开关时，为了显示，通常并联有发光二极管及电阻。当开关元件打开时，该并联电路中会有电流流过。当这个电流超过 PLC 的输入工作电流阈值时，就引起误动作。</p> <p>(2) 当输入接点是晶体管、晶闸管、光电开关等开关器件时，在关断的情况下也会有电流流过。当该电流过大时，同样会引起 PLC 误动作</p>	<p>可在 PLC 的输入端加一个并联电阻，用以分流输入电流，达到防止误动作的目的</p>

201. PLC 输出电路有哪些常见故障？怎样处理

当 PLC 某一编号的输出继电器被接通时，对应的输出状态指示灯(LED)应亮。PLC 输出电路的常见故障及处理方法见表 110。

表 110

PLC 输出电路的常见故障及处理方法

故障现象	可能原因	处理方法
输出全不通或某组不通	无负载电源或电源电压过低	按标准供电
	负载保险丝熔断	更换保险丝
	COM 端子螺钉松, 配线接触不良	拧紧螺钉
	COM 端子配线断路	更换配线
	内部电路故障	更换单元
输出全断不开	内部电路故障	更换单元
特定继电器输出不通 (LED 亮)	输出物理继电器不良	更换继电器
	输出配线断路	更换配线
	接线端子螺钉松, 配线接触不良	拧紧螺钉
特定继电器输出不通 (LED 不亮)	输出物理继电器不良	更换继电器
	双线圈输出	修改程序
	输出接通时间过短	修改程序
	内部电路故障	更换单元
特定继电器输出断不开 (LED 不亮)	漏电流或残余电压引起	修改外电路
	输出物理继电器触点粘连	更换继电器
特定继电器输出断不开 (LED 亮)	双线圈输出	修改程序
	内部电路故障	更换单元
输入不规则地通/断	电源电压过低	按标准供电
	接线端子螺钉松, 配线接触不良	拧紧螺钉
	电噪声干扰引起误动作	采用抗干扰措施
输出 LED 不亮	动作正常, 但 LED 不亮, 大多是 LED 不良	更换 LED

202. PLC 输出接口电路误动作有哪些原因? 怎样防止

PLC 输出接口电路误动作的原因及防止措施见表 111。

表 111 PLC 输出接口电路误动作的原因及防止措施

输出类型	可能原因	防止措施
继电器输出	<p>(1) 继电器输出电路的接点容量较大, 如 2A。它适用的负载, 一种是不加消火花电路, 如用于干簧继电器、固态继电器、氖灯、白炽灯等; 另一种是有消火花电路, 如用于电磁铁、接触器及小电机等。如果需加消火花电路而未加, 则会引起接点跳火、损坏, 并使 PLC 误动作。</p> <p>(2) 在接点(或负载)上只并联电容而不串电阻, 当接点打开(或闭合)时, 电容电流很大, 会导致接点损坏</p>	<p>(1) 可在 PLC 输出接点上并联由 RC 串联组成的消火花电路, 但此法只适用于直流电源且电压较高(如 100 ~ 200V)的负载; 也可在负载上并联由 RC 串联组成的消火花电路, 但此法只适用于交流或直流电源且电压较低(如 24V、48V)的负载; 还可以在负载上并联二极管放电电路, 当 PLC 输出接点打开时, 感性负载线圈产生的高反电动势将被二极管所限制, 此法适用于直流电源。</p> <p>(2) 不允许在接点或负载上只并联电容而不串联电阻</p>
晶体管输出	<p>晶体管输出一般承受直流 24V、0.5A, 适用于继电器、指示灯等小容量负载。由于晶体管在截止状态下仍有漏电流通过, 当漏电流过大时, 会引起 PLC 误动作</p>	<p>为了避免漏电流对负载的影响, 可在负载两端并联电阻 R, 以减小流向负载的漏电流</p>

203. PLC 系统有哪些抗干扰措施

PLC 通常用于生产车间, 使用环境条件较差, 车间的动力线、电焊机、强电设备、晶闸管变流设备等都会对 PLC 系统产生干扰, 因此必须采取抗干扰措施。具体措施有:

(1) 电源部分的抗干扰措施。请见第 174 问。

(2) PLC 输入/输出(I/O)的抗干扰措施。请见第 175 问。

(3) PLC 系统接地抗干扰。请见第 204 问。

(4) PLC 在安装方面的抗干扰措施。

① PLC 不能与高压电器安装在同一个开关柜内。在柜内 PLC 应远离动力线，两者间距应大于 20cm。

② 在装有 PLC 的柜内，尽量不设 PLC 控制的电感元件。如有接触器、继电器线圈，则必须采用消火花电路。

③ PLC 的基本单元与扩展单元之间的电缆传送的信号电压低、频率高，易受干扰，因此不能将它与别的线路敷设在同一管道内。

④ 信号线与电源线应分开，尽量避免平行敷设。若无法分开，也应有至少 1m 的间距。最好成 90°交叉通过。

⑤ 电源线(照明、PLC、微机)、一般控制线(继电器、接触器回路、检测回路、反馈回路)和屏蔽控制线(铂电阻、通信回路、脉冲计数回路)应分层敷设，隔层设屏蔽导体，如图 89 所示。

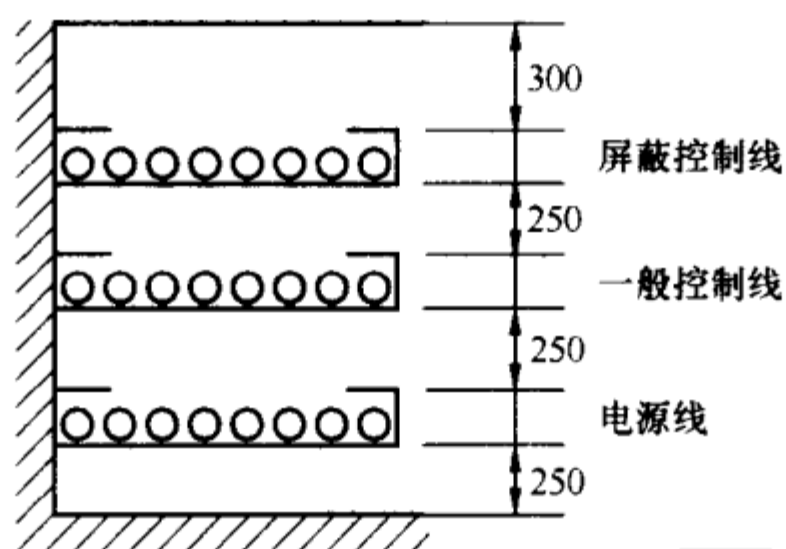


图 89 不同线路分层敷设

⑥ 在满足额定电流、布线阻抗和布线长度的条件下，应尽量选用截面积小的导线，以保持足够的阻抗。

⑦ 为防止静电干扰的影响，必要时可在 PLC 控制室的楼面上加装防静电地板或地毯。

(5) 抑制负载通断时产生电磁干扰的措施。电气设备的频繁

起动，继电器、接触器、断路器的动作，均会产生电磁干扰。为此可采取以下措施：

① PLC 尽可能远离大电机等起动装置、弧焊设备、冶炼炉、变流装置等。

② 选择分断能力高、灭弧性能好、飞弧距离短的低压断路器和接触器。如 250A 以下负载可选用 DZ10 系列低压断路器，250A 以上负载可选用 DW15、DW16、ME 系列低压断路器。接触器可选用 B 系列、CJZ 系列等。

③ 在接触器和继电器上采用消火花电路。

④ 大型电动机或电气设备采用专用变压器供电。

⑤ 馈电柜装设浪涌吸收器。

⑥ 真空断路器上装设阻容吸收回路及压敏电阻。电容器既可以减缓过电压的上升陡度，又可以降低截流过电压；电阻可以减少断路器重燃次数和降低多次重燃过电压。具体做法如下：在断路器出线端加 RC 吸收回路，采取星形接线、中性点接地方式，每相用一只 $0.1 \sim 0.3 \mu\text{F}$ 电容，其电压应高于线电压（如装在 6kV 回路的电容器要选用 10kV 等级的）；每相电阻用阻值为 $100 \sim 200 \Omega$ 、功率不小于 300W 的瓷管型电阻。

压敏电阻接在断路器出线端，星形接线，中性点接地。当真空断路器用作电动机电源开关时，6kV 等级型号是（北京无线电六厂生产）ZNR-LXQ-II 型，标准电压 $U_{1mA} \approx 10.5 \sim 11.5 \text{kV}$ ，残压比 $U_{100A}/U_{1mA} \leq 1.4$ ，通流容量为 $8/20 \mu\text{s}$ ，方波大于 5kA。

（6）增设光电耦合器。必要时，可在 PLC 等输入点外增设一级光电耦合器，这不仅可防止外界干扰信号的侵入，而且一旦有雷击等高电压侵入回路，能保护 PLC 不受损坏。因为光电耦合器被高电压击穿后，可以像更换熔丝一样方便地加以更换。光电耦合器与 PLC 的接线如图 90 所示。

保护用光电耦合器常选用 4N25 型，如需反应快，可选用开关速度更高的 TIL110 型。4N25 型光电耦合器的导通延迟时间 t_{on} 为

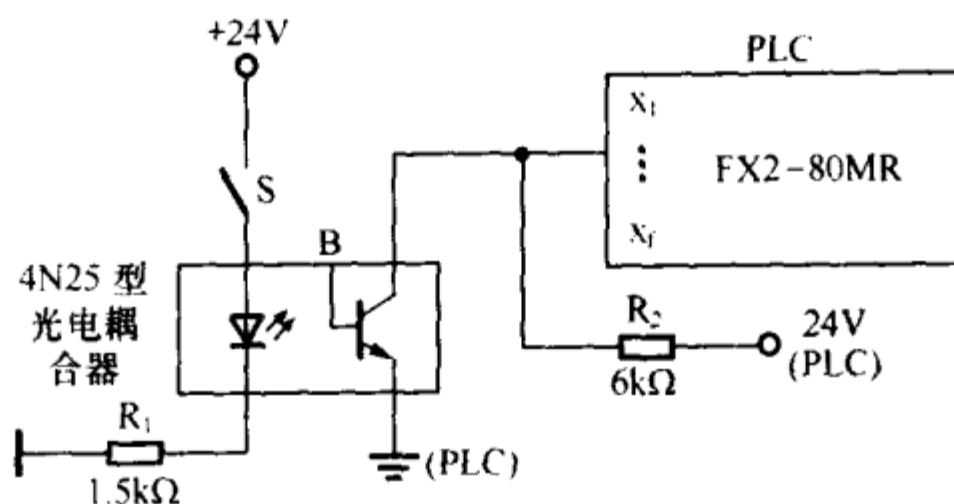


图 90 光电耦合器与 PLC 的连接

$28\mu\text{s}$ ，关断延迟时间 t_{off} 为 $4.5\mu\text{s}$ 。PLC 输入电路的一次电路与二次电路用光电耦合器隔离时，内部约有 10ms 的响应滞后，因此增加一级保护光电耦合器对 PLC 的反应速度几乎无影响。

图 90 中，S 为开关量输入（开、关状态与原状态相反）。光电耦合器输入的 24V 直流电压采用交流 220V 降压、整流、稳压后供给，不同于 PLC 本身电源。这样既不增加 PLC 的电源负担，又使输入、输出自成系统，不共地，避免输出端对输入端可能产生的反馈和干扰。

光电耦合器输出端的电流可超过 3mA ，PLC 输入灵敏度一般最小为 2.5mA ，可满足 PLC 灵敏度的要求。

(7) 采用适当的延时躲开干扰信号。在传动装置里，振动不可避免，行程开关和按钮（尤其是常闭型）常常因振动而发出误信号。根据振动发讯时间短的特性，可通过定时器经延时 0.02s 躲过干扰信号。

204. 对 PLC 系统接地有哪些要求

(1) 为了抑制干扰，必要时可考虑 PLC 单独接地，接地电阻原则上应小于 100Ω 。但有的 PLC 机型要求接地电阻应不小于 10Ω ，甚至要求不小于 4Ω 。

(2) 当 PLC 不能单独接地时，也可与其他设备共用接地线共同接地，但接地点必须靠近 PLC，使 PLC 接地线最短，否则不能共同接地。切不可将 PLC 的接地线拉长后接到其他设备的接地线上。

(3) 不可将 PLC 接地线与建筑物金属结构件连在一起，否则雷电冲击电流或静电电荷会损坏 PLC。

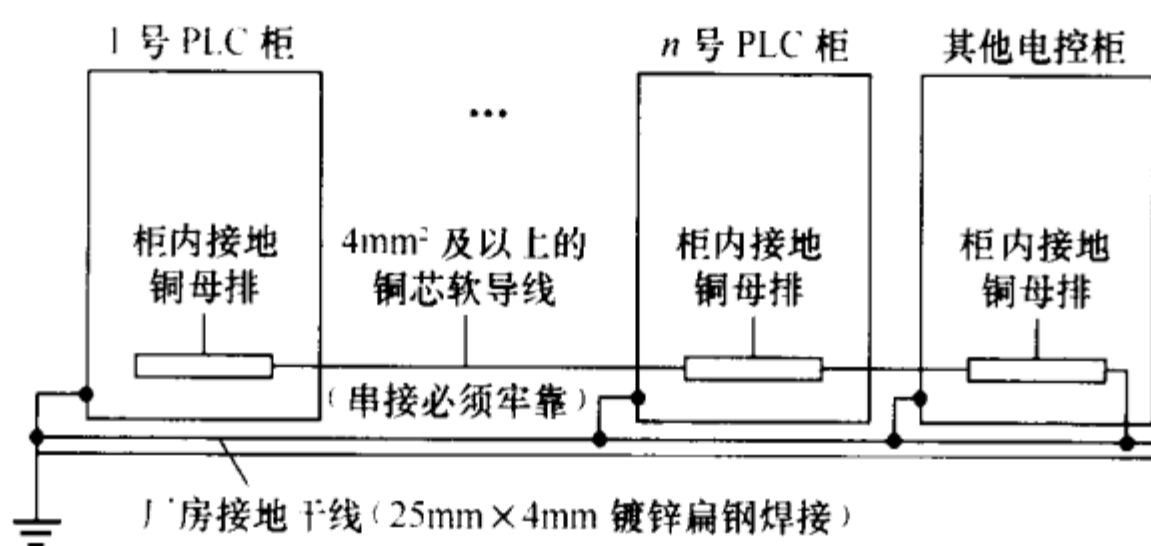
(4) PLC 的接地线应采用截面积不小于 2mm^2 的铜芯线，其长度应小于 20m。PLC 的接地线应与电源线、动力线分开，以免在 PLC 的接地线上感应出电流(电压)而损坏 PLC。

(5) 两台 PLC 互连时的接地，如接地线电阻值大于 20Ω 或与其他设备连接在同一接地端，则接地可能失效或给 PLC 系统带来干扰，此时应在 PLC 接地端加一只 $1 \sim 10\text{k}\Omega$ 的电阻后再接地，且在干扰源上加装浪涌吸收器，吸收器也要可靠接地。

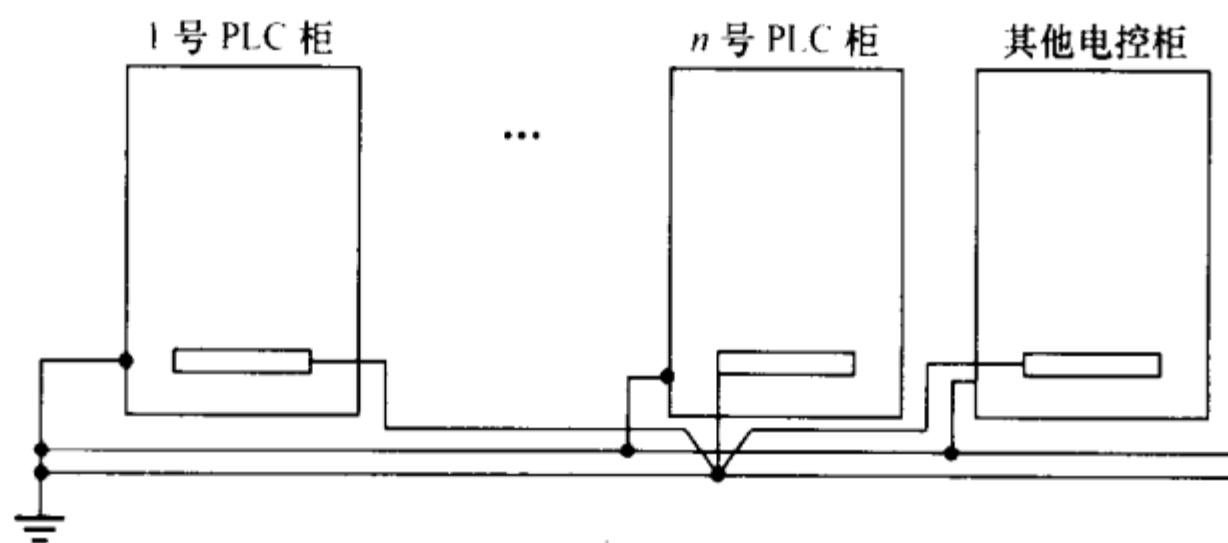
(6) PLC 上有一个噪声滤波端子(LG)，通常不要求接地。但如果遇到电气干扰严重时，可将该端与保护端(GR)短接在一起后接地，对抑制电气干扰起到一定的作用。

(7) 由多台 PLC 柜及其他电控柜组成的 PLC 系统接地，必须要保证其所有柜体外壳的保护接地和柜内系统接地、底板和机架接地及屏蔽接地的完整性。后三者的接地线可采用截面积为 4mm^2 及以上的多股铜芯软导线，汇流至一个接地点后，再连接至厂房的接地干线上。接地干线(保护接地)可采用 $25\text{mm} \times 4\text{mm}$ 的镀锌扁钢。应避免多点接地，以防在各接地点之间形成电位差。整个厂房的接地系统也只允许有一个公用的接地干线网，如图 91 所示。但若为串联连接[见图 91(a)]，整条连接线各点连接必须十分可靠，否则一旦连线某处断线或接触不良，此处前面的柜便会出现电位差，引起干扰。

相对而言，并联连接[见图 91(b)]的可靠性较高。



(a)



(b)

图 91 PLC 系统的接地



参 考 文 献

- [1] 方大千等. 实用电动机控制线路 326 例. 北京: 金盾出版社, 2003.
- [2] 方大千等. 电动机速查速算手册. 北京: 中国水利水电出版社, 2004.
- [3] 方大千, 郑鹏. 电子及晶闸管电路速查速算手册. 北京: 中国水利水电出版社, 2004.
- [4] 方大千等. 现代电工技术问答. 北京: 金盾出版社, 2006.
- [5] 刘美俊. 通用变频器应用技术. 福州: 福建科学技术出版社, 2005.
- [6] 王兆义. 小型可编程控制器实用技术. 北京: 机械工业出版社, 1997.

