



西安交通大学
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

系列工业三维光学测量系统

Optical Measuring Technique

苏州西博三维科技有限公司

西安交通大学模具与先进成形技术研究所

地址：苏州市工业园区仁爱路99号B6幢3楼

电话：0512-6260953 传真：0512-6260953

邮箱：sales@3dthink.cn support@3dthink.cn

网址：www.3dthink.cn www.xjtudic.com

苏州西博三维科技有限公司

- ◆ 苏州市工业园区**科技领军**企业；
- ◆ 苏州市**姑苏领军**企业；
- ◆ 江苏省民营科技企业；
- ◆ 江苏省软件企业；
- ◆ 苏州市工业设计协会会员单位；
- ◆ 中国3D打印产业技术创新战略联盟理事单位；
- ◆ 知识产权16项；



西安交通大学模具与先进成形技术研究所前身为创办于1952年的锻压教研室。研究所现有教授与工程技术人员21人，硕士与博士研究生100余人。形成了一支结构合理、精干、多学科交叉的教学科研队伍，承担着全院关于模具与先进成形技术研究方向的本科生、研究生的培养和相关科研任务。

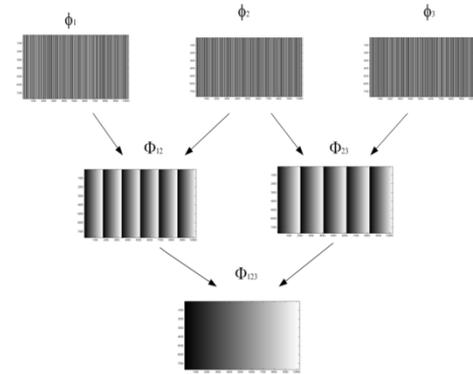
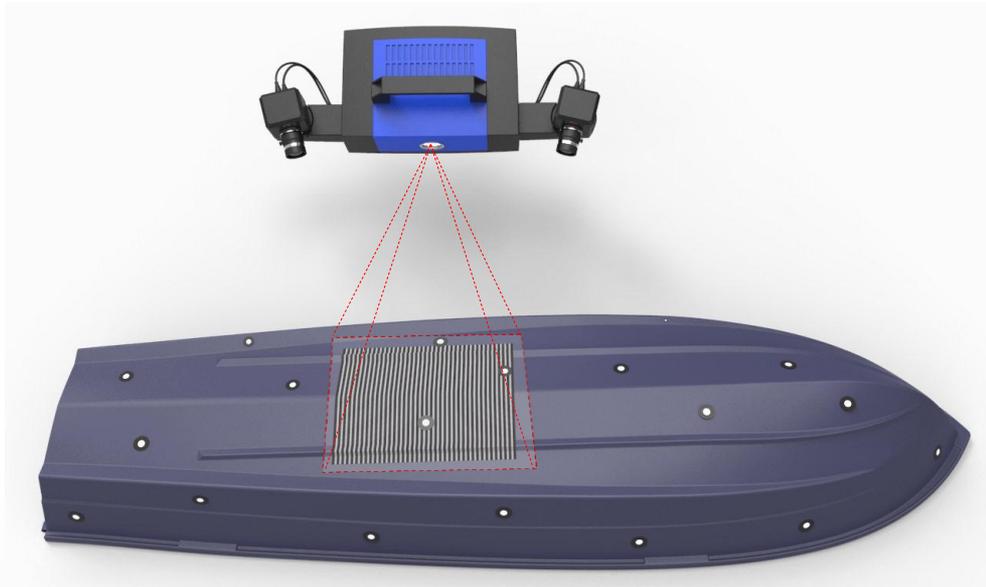


近年来获国家科技进步二等奖2项，省部级科技进步奖4项，发明专利12项，发表科研论文500余篇，EI、SCI、ISTP收录的论文100余篇，承担多项重大科研项目。在教学改革和教材编写方面，获国家级教学成果一等奖1项，国家级教学成果二等奖3项、省部级教学成果奖6项，国家级优秀教材2本。

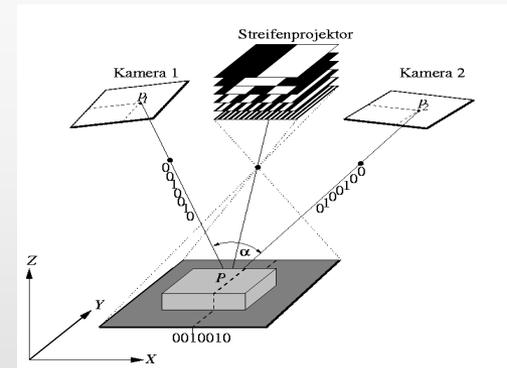
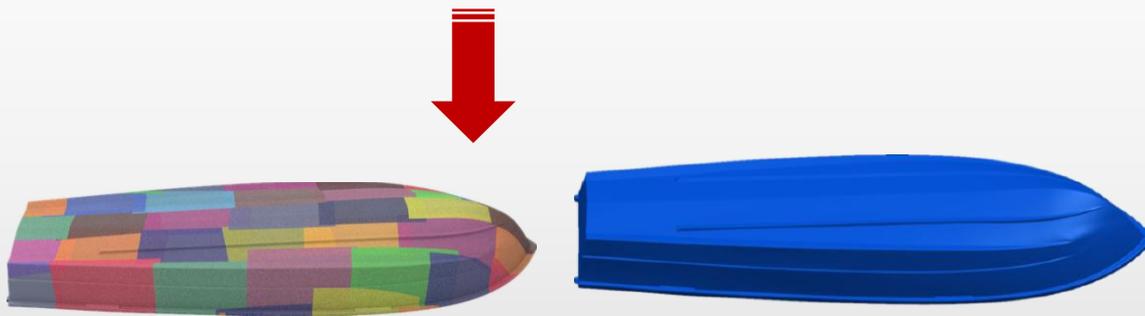
近年来从事三维实体数字化的科学研究，研制了系列光学三维测量系统，并在逆向工程设计、三维数字化检测技术方面进行了大量研究，在三维数字化技术的三维实体数字扫描、三维机械和模具设计、三维检测技术方面的研究处于国内外领先水平。

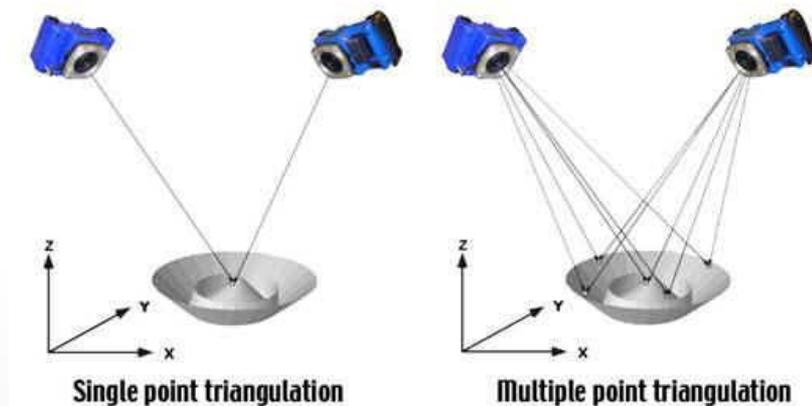
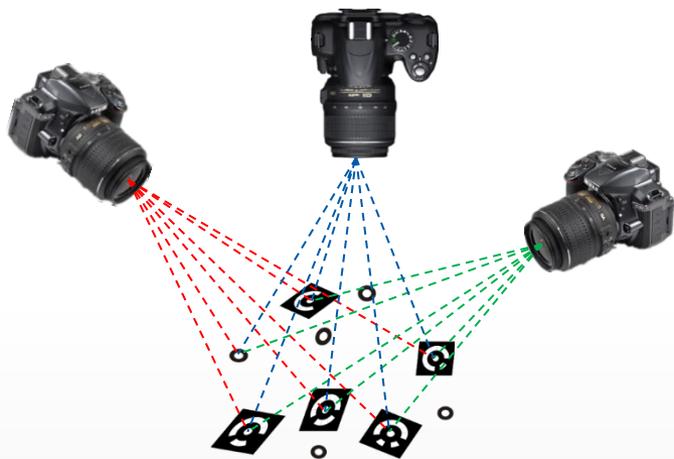
| 项目类型 | 项目名称 |
|----------------|--------------------------|
| 国家自然科学基金： | 大型飞机风洞试验三维视频动态变形测量方法研究 |
| 国家自然科学基金： | 大型飞机飞行过程中机翼的三维动态变形检测方法研究 |
| 863课题： | 大型复杂曲面产品的反求和三维快速检测系统研究 |
| 中国飞行试验研究院： | 某型飞机空中综合测量 |
| 成都飞机设计研究所： | 某型飞机装配变形测量 |
| 英国Newcastle大学： | 三维全场应变检测 |
| 产学研合作： | 陕西恒通智能机器公司、天津汽车模具公司等 |

- ◆ 2013年度国家科学技术（技术发明）二等奖1项；
- ◆ 2011年陕西省级科学技术进步一等奖1项；
- ◆ 授权发明专利16项，制定国家标准3项、行业标准2项；

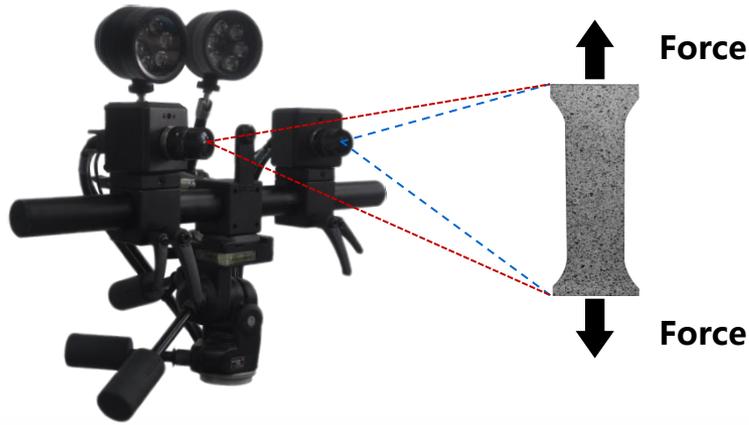


多频外差相移技术

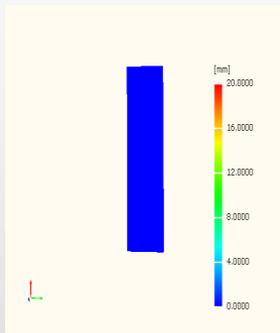




采用工业摄影测量和数字散斑方法，通过多种工业像机拍摄的**二维序列图像**，快速解算被测物体的**三维坐标及变形应变数据**。



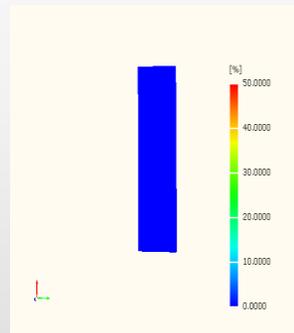
实时采集变形过程图像



位移场



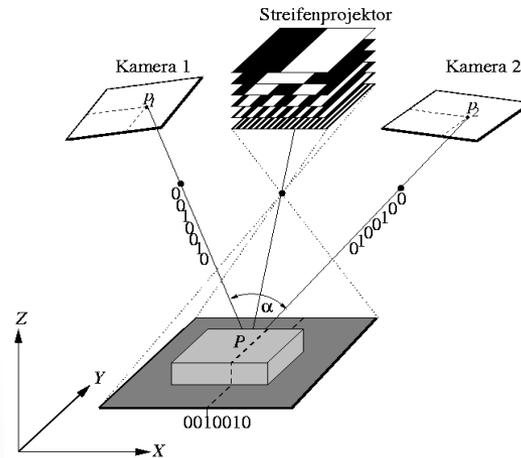
变形图像



应变场

- ◆ 三维、全场、全尺寸、快速方便的应用现场检测。
- ◆ 用于中小型工件，至微纳米尺度检测；
- ◆ 材料力学三维全场应变分析、振动冲击和模态分析。





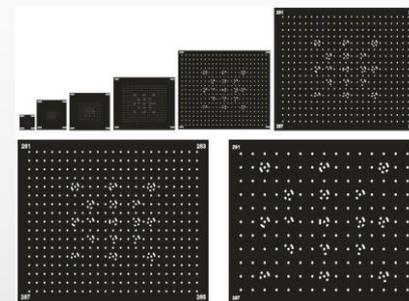
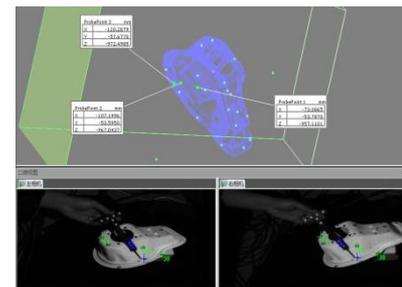
◆ 应用范围

逆向设计：快速获取零部件的表面点云数据，建立三维数模，从而达到产品快速设计的目的。

产品检测：生产线产品质量控制和形位尺寸检测，特别适合复杂曲面的检测，可以检测铸件、锻件、冲压件、
00000000模具、注塑件、木制品等产品。

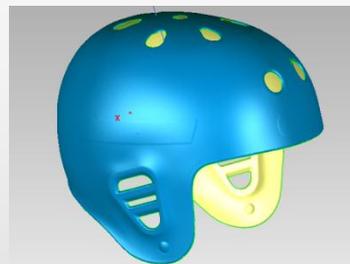
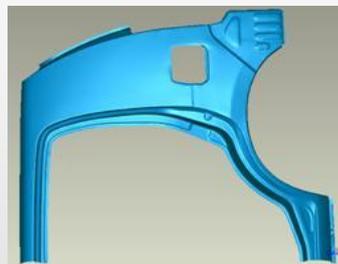
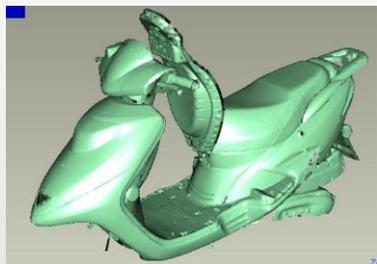
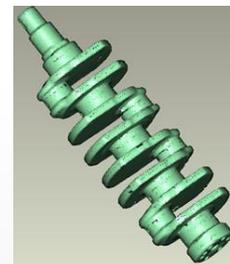
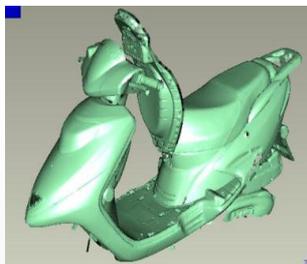
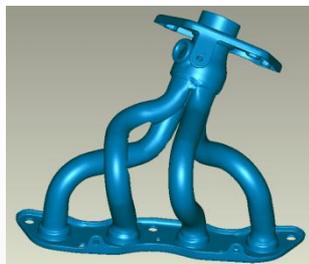
其他应用：文物扫描和三维显示、牙齿及畸齿矫正、整容及上颌面手术。

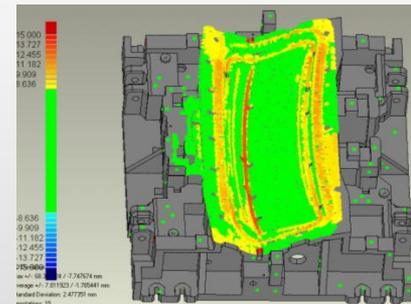
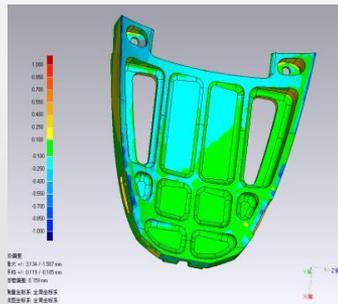
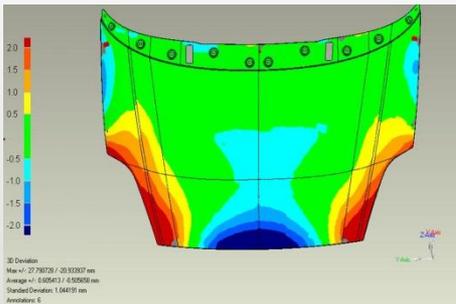
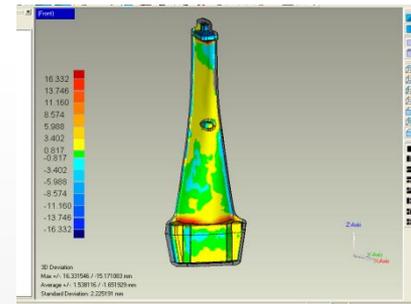
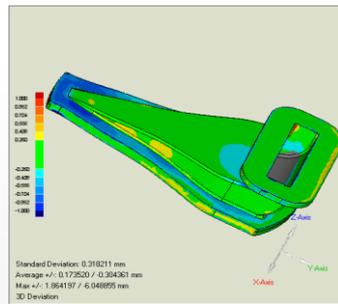
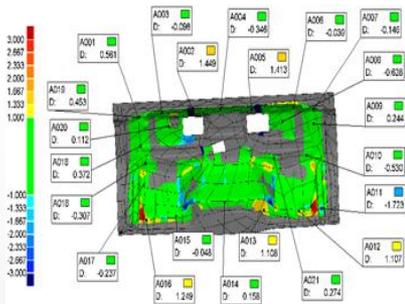
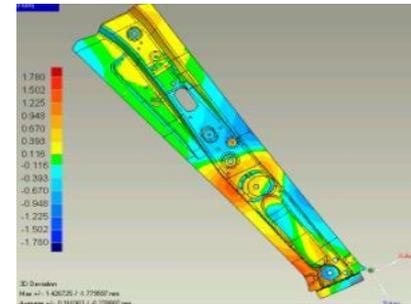
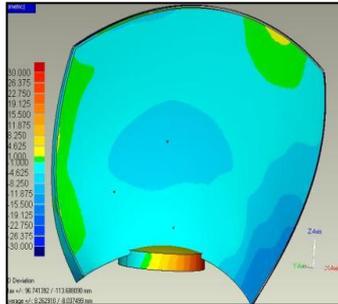
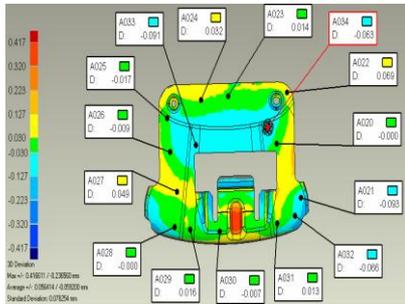
- ◆ 扫描预览，实时跟踪标志点
- ◆ 针对不同幅面的标定板，灵活的相机标定
- ◆ 坐标转换功能，321坐标转换功能
- ◆ 具备点距测量功能
- ◆ 多种后处理功能：点云精确匹配、重叠面自动融合等
- ◆ 多种**元素拟合**功能：点、线、面、球、圆柱、圆锥等
- ◆ 多种**偏差分析**功能：点偏差、距离偏差、角度偏差等采用
- ◆ 单幅扫描获得130~400万的点，扫描计算时间3~6秒
- ◆ 强大的自动拼接和重叠面自动删除功能
- ◆ 具备**光学探针**功能
- ◆ 支持WIN7 64位操作系统，多线程运算，计算速度更快。

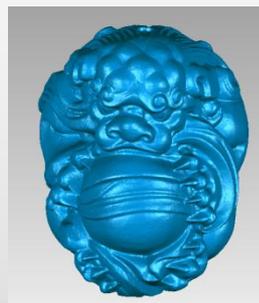
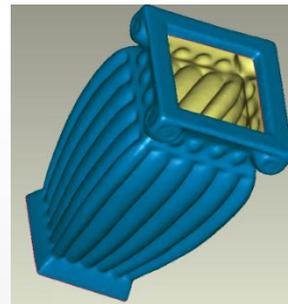
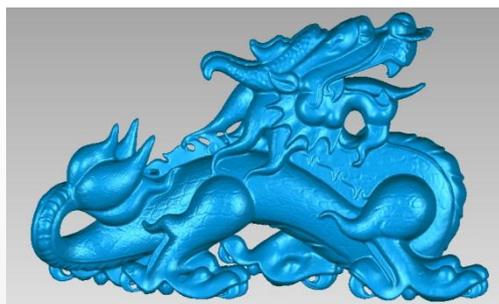
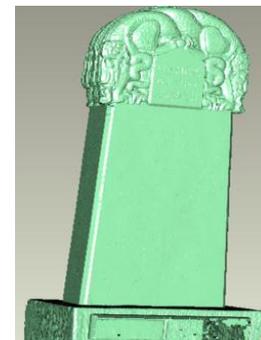


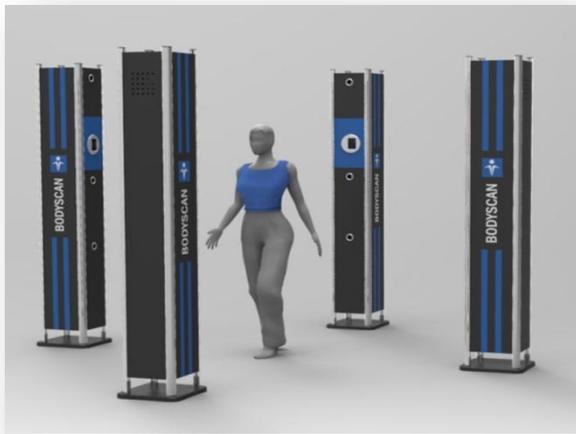


| 产品型号 | TOPSCAN-TC | TOPSCAN-MIC | TOPSCAN-EDU | TOPSCAN-ET |
|------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------|------------------------------------|
| 相机像素 | 1×1300000 ~2000000 | 2×1300000 ~2000000 | 4×1300000 ~2000000 | 2×1300000 ~4000000 |
| 扫描范围 | 128×96mm 400×300mm | 32×24mm 64×48mm 128×96mm | 128×96mm 400×300mm | 128×96mm 400×300mm 800×600mm |
| 测量精度 | 0.02 ~0.04mm | 0.008~0.015mm | 0.03~0.05mm | 0.015~0.03mm |
| 采样点距 | 0.15 mm~0.3mm | 0.08~0.15mm | 0.12~0.25mm | 0.10~0.25mm |
| 扫描方式 | 非接触式扫描 | | | |
| 输出格式 | ASC, STL、PLY | | | |
| 扫描时间 | 3~5S | | | |
| 拼接方式 | 标志点全自动拼接, 手动选点拼接 | | | |









白光人体扫描

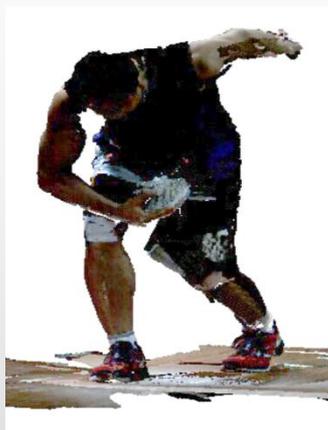


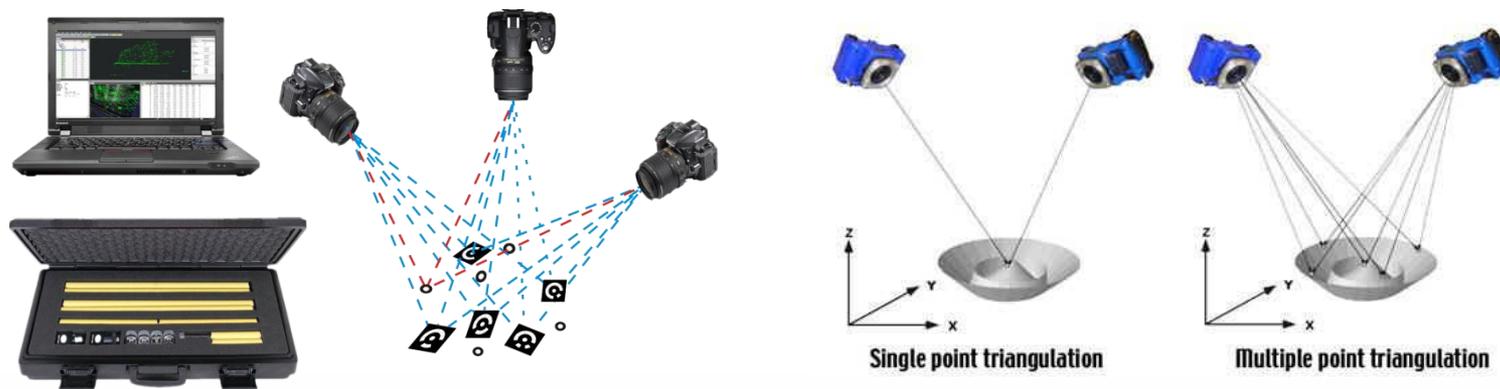
红外人体扫描

人体扫描仪基于白光面扫描，扫描时系统投射数字条纹图案到人体表面，并通过相机拍摄人体图像。人体扫描系统通过计算机对多台光学三维扫描仪进行联动控制快速扫描，再通过计算机软件实现自动拼接，获得精确完整的人体点云数据。

| 项目 | 参数 |
|--------|----------------------|
| 单扫描柱尺寸 | 2100mm×230mm×380mm |
| 测量范围 | 2000mm×1000mm×1000mm |
| 总测量头数目 | 12个测量头 |
| 相机分辨率 | 1624×1236像素 |
| 点密度 | 100点/cm ² |
| 扫描扫描时间 | 5~10s |
| 整体测量精度 | 0.5mm |
| 数据格式 | ASC/STL/OBJ |

- ◆ 安全可靠采用普通白光光源（非激光），对人体和人眼没有任何伤害，可睁眼测量；
- ◆ 瞬间测量，测量时间3—5秒，快速扫描能有效避免人体晃动造成的误差；
- ◆ 自动拼接，多机系统自动拼接完成不同方位的点云数据，形成统一的点云模型；
- ◆ 真实色彩系统不仅可以获得人体表面精确的空间信息，且同时获得每一个像素点对应的色彩信息，避免了利用贴图的方式而产生的色彩和位置发生错位的现象；

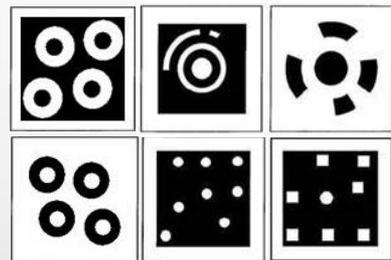
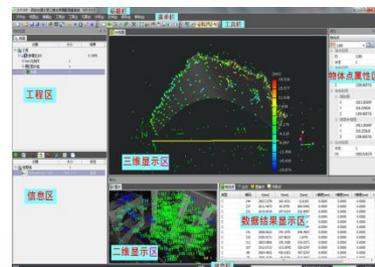




工业近景摄影测量系统是一个便携式三坐标工业测量系统。用普通高分辨率单反相机，通过多幅二维照片，计算工件表面关键点三维坐标。用于对中型、大型物体的关键点进行三维测量。与传统三坐标测量仪相比，没有机械行程限制，不受被测物体的大小、体积、外形的限制，能够有效减少累积误差，提高整体三维数据的测量精度。

系统既可单独使用，也可与TOPSCAN型三维光学面扫描系统配合使用，能够有效地保证大型物体整体点云的拼接精度。

- ◆ 国内唯一自主研发的三维光学近景摄影测量系统。
- ◆ 具备静态变形分析功能。
- ◆ 多线程运算，计算速度更快。
- ◆ 测量精度：0.1mm/4m。
- ◆ 测量幅面：30mm~30m。
- ◆ 可用色谱图直观的显示变形量、测量结果及分析结果，生成报表。
- ◆ CAD数模比对功能。
- ◆ 多种**元素拟合**功能。点、线、面、圆、椭圆、球、矩形孔、圆柱、圆锥等；
- ◆ 多种**偏差分析**功能。点偏差、距离偏差、角度偏差等。
- ◆ ASCII\HTML等各种标准的输出格式
- ◆ 便携式的硬件设计，软件操作界面友好

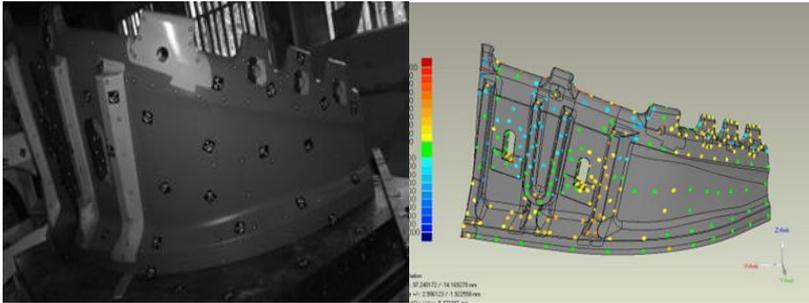


摄影测量模块应用

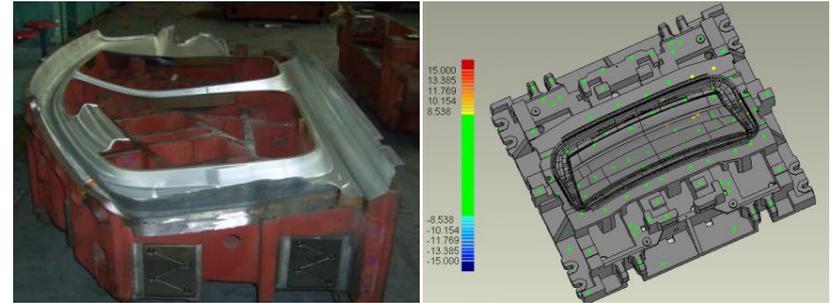
- ◆ 逆向设计：快速获取零部件的关键点数据，建立三维数模，达到产品快速设计的目的。
- ◆ 产品检测：生产线产品质量控制和形位尺寸检测，特别适合复杂曲面的检测，可以检测铸件、锻件、冲压件、注塑件、木制品等产品。
- ◆ 优化加工工艺：快速计算出大型毛坯件的关键点三维坐标，确定加工坐标系并指导加工工艺流程。
- ◆ 提高面扫描精度：配合XTOM三维光学面扫描系统，提高其整体点云拼接的精度。

静态变形模块应用

- ◆ 工业变形测量（大尺寸位移变形测量）
- ◆ 重要科研项目变形测量
- ◆ 机械载荷试验
- ◆ 热负载试验
- ◆ 结构试验变形测量（电力塔架、桁架等）
- ◆ 模型试验变形测量（相似材料模型、岩土模型）
- ◆ 建筑变形测量。



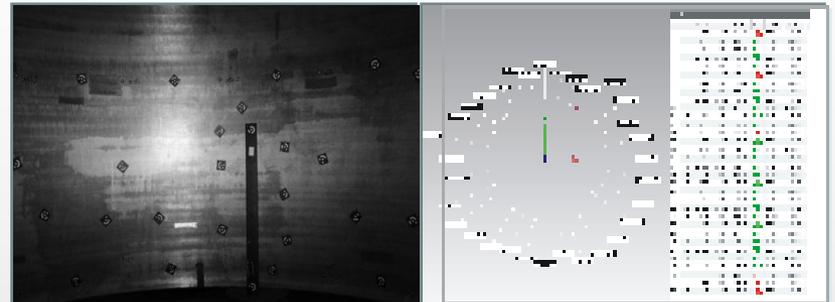
大型挖掘机铲斗模型的建模和测量



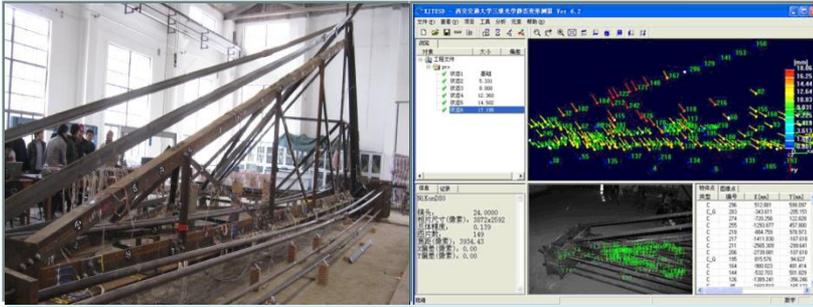
汽车车门模具修模检测



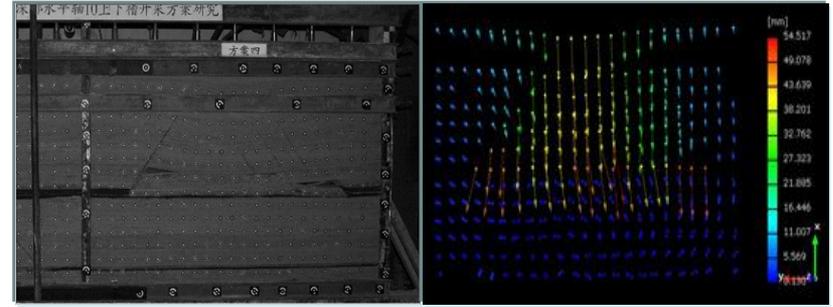
大型水轮机叶片测量现场及测量结果



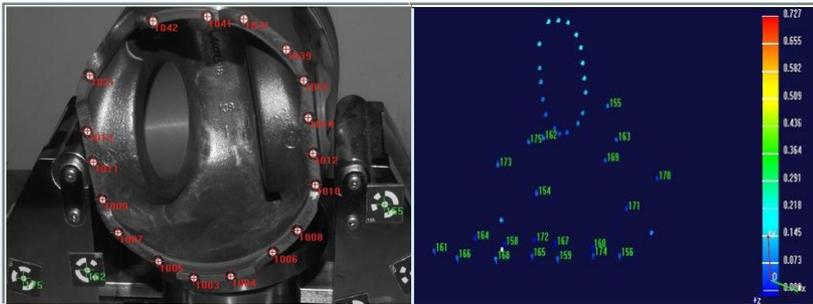
大型核电管道检测



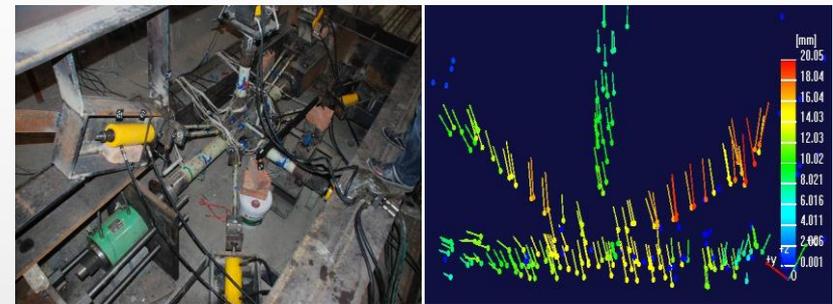
大尺寸电力桁架测量现场及变形测量结果



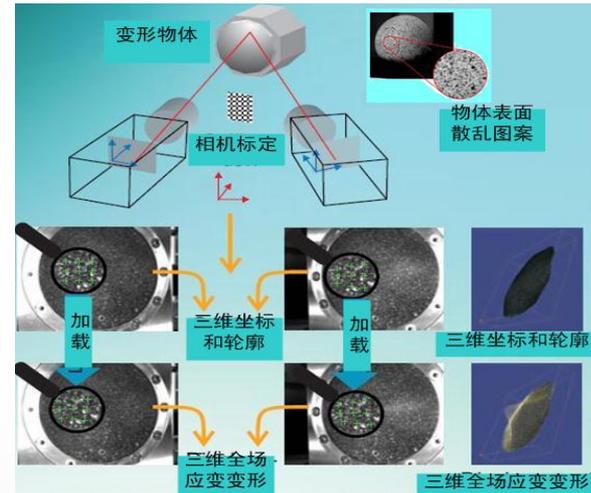
相似材料变形测量



发动机活塞缸受力测试



六自由度空间节点变形试验

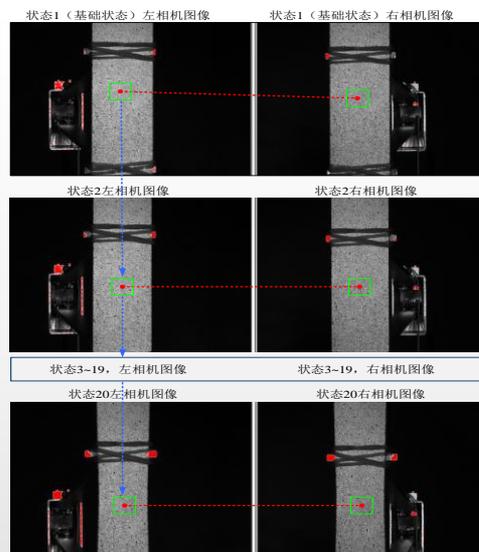


TOPDIC 系统结合数字图像相关技术(DIC)与双目立体视觉技术, 通过追踪物体表面的散斑图像, 实现变形过程中物体表面的三维坐标、位移及应变的测量, 具有便携, 速度快, 精度高、易操作等特点。

与双目体式显微镜技术结合, 实现微小物体变形过程中物体表面的三维坐标、位移及应变的测量。

| 指标名称 | 技术指标 |
|----------|--|
| 核心技术 | 工业近景摄影测量、数字图像相关法 |
| 测量结果 | 三维坐标、全场位移及应变 |
| 测量幅面 | 支持 4mm-4m 范围测量幅面，更多测量幅面可定制 |
| 测量相机 | 支持百万至千万像素相机，支持低速到高速相机，支持千兆网和 Camera Link 等多种相机接口 |
| 相机标定 | 支持任意数目相机的同时标定，支持外部图像标定 |
| 位移测量精度 | 0.01pixel |
| 应变测量范围 | 0.01%-1000% |
| 应变测量精度 | 0.005% |
| 测量模式 | 兼容二维及三维变形测量 |
| 实时测量 | 采集图像的同时，实时进行全场应变计算 |
| 多测头同步测量 | 支持多相机组同步测量，可同步测量多个区域的变形应变 |
| 动态变形模块 | 具备圆形标志点动态变形测量功能 |
| 轨迹姿态测量模块 | 具备刚体物体运动轨迹姿态测量功能 |
| 试验机接口 | 实时同步采集试验机的力、位移等信号 |
| FLC 接口 | 配合杯突试验机进行 Nakazima 试验，可以测得材料的 FLC 成形极限曲线 |
| 显微应变测量 | 配合双目体式显微镜，可实现微小型物体的三维全场变形应变检测 |
| 系统兼容性 | 兼容 32 位、64 位系统 |

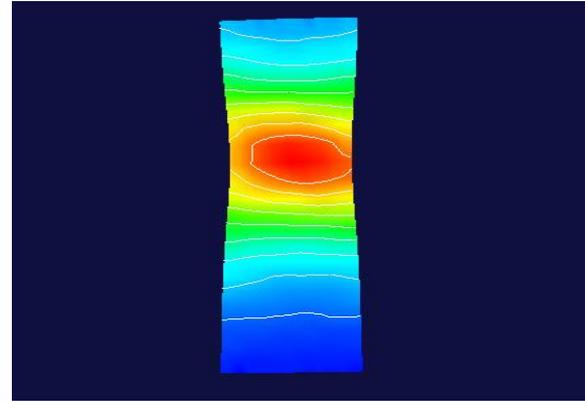
- ◆ 材料试验（杨氏模量、泊松比、弹塑性参数）；
- ◆ 零部件试验（测量位移、应变）；
- ◆ 生物力学（骨骼、肌肉、血管等）；
- ◆ 微观形貌、应变分析（微米级、纳米级）；
- ◆ 断裂力学性能；
- ◆ 有限元分析（FEA）验证；
- ◆ 高速变形测量（动态测量、瞬态测量）；
- ◆ 动态应变测量，如疲劳试验；
- ◆ 成形极限曲线FLC测定；
- ◆ 微尺度高速变形测量（动态测量、瞬态测量）；
- ◆ 微尺度动态应变测量，如疲劳试验；



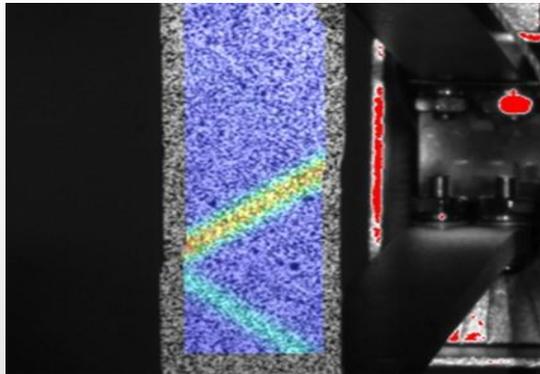
材料性能实验：快速测量试件表面的全场应变、变形等，可用于材料拉伸的力学性能的分析。



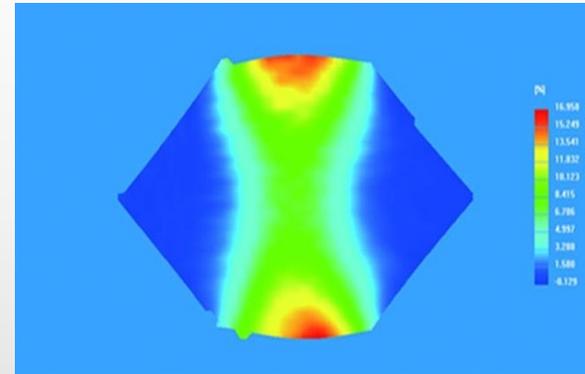
实验现场



45钢试件

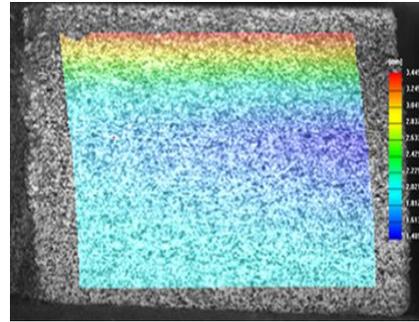


铝试件

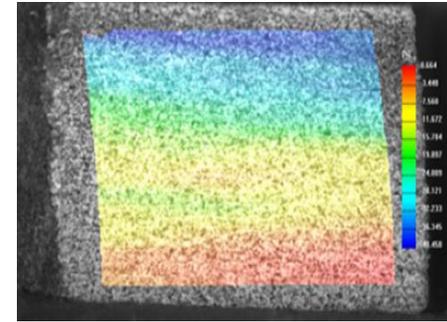


多向拉伸

木材压缩实验

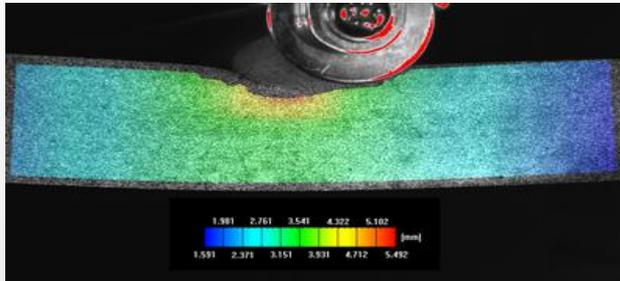


位移场

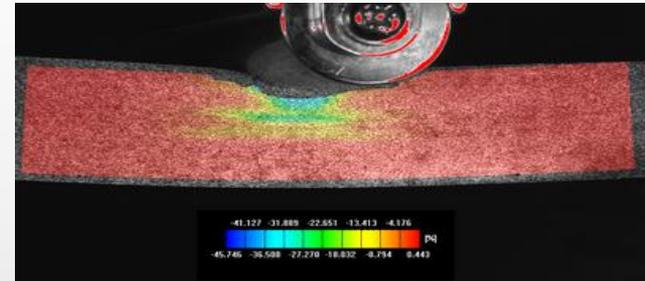


Ex应变场

木材三点弯曲实验



位移场

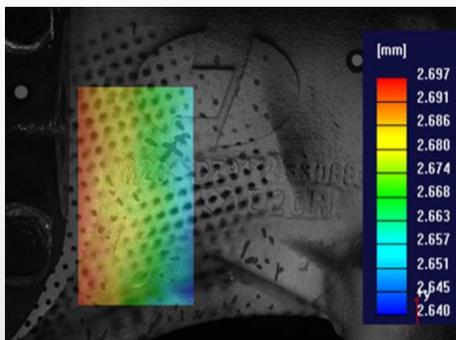


Ex应变场

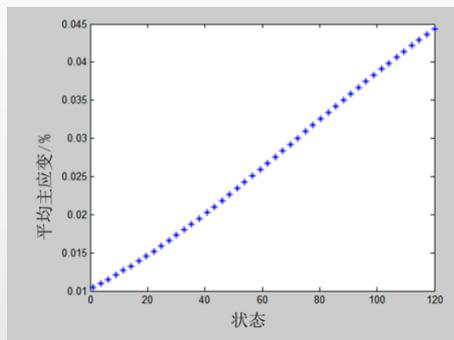
车桥加载变形实验：利用四通道实验机控制系统，分28级对车桥制件进行加载。



卡车桥变形测量



位移场

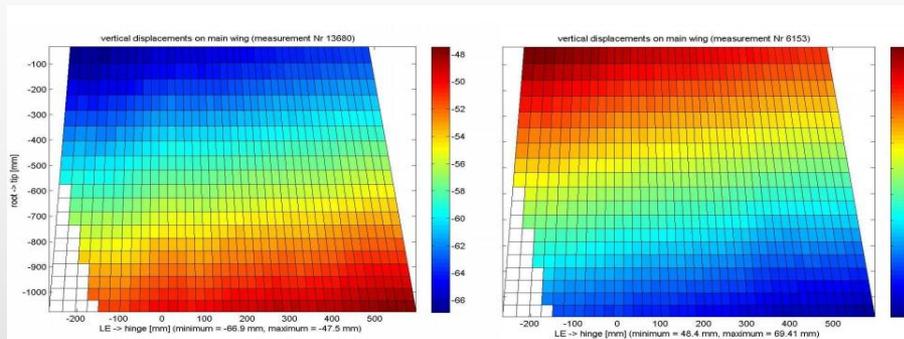


被测区域平均主应变

飞机机翼在飞行中的变形测量：测量范围：几十米；翼尖最大变形：2米左右；

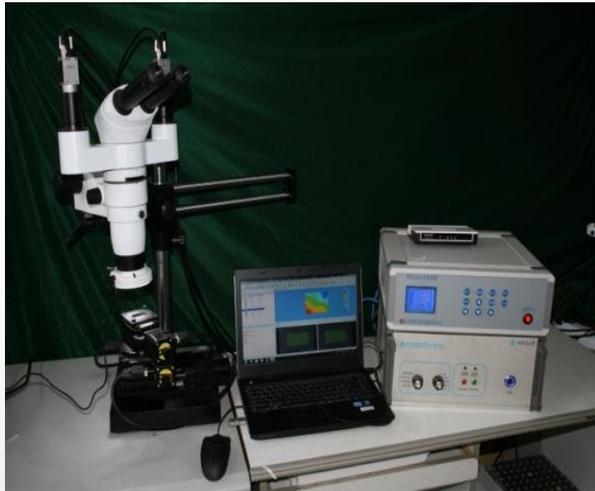


飞机测量现场

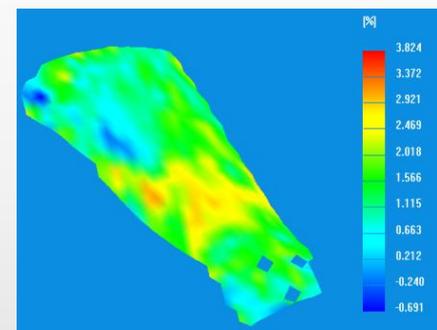
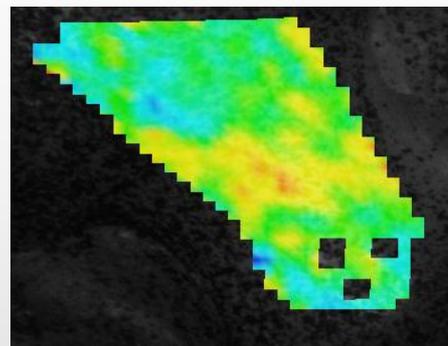
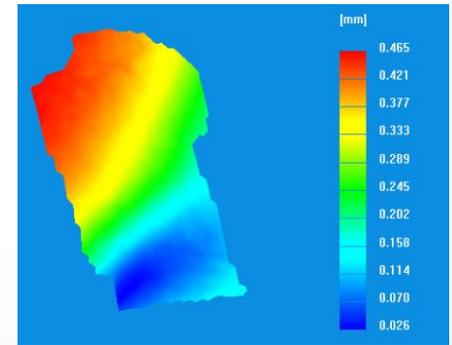
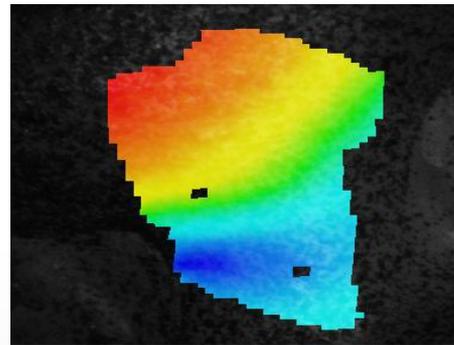


位移场

鸡胫骨受力变形测量实验：实验测量范围：10mm；散斑制备：自喷漆喷涂；



实验现场

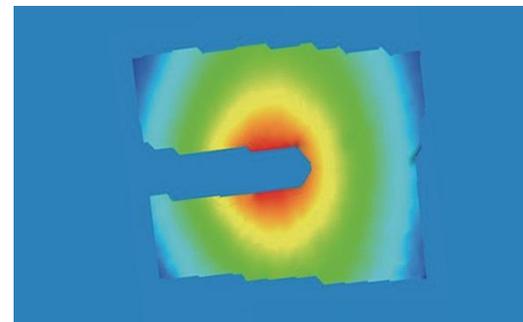


变形场测量结果

焊接变形测试实验：焊接温度：1000摄氏度；散斑制备：高温漆

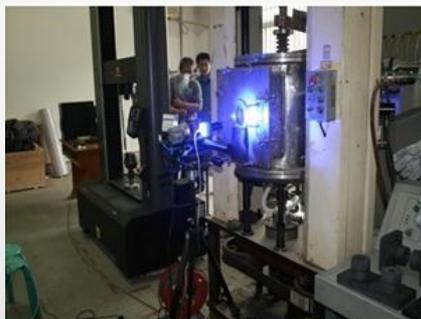


实验现场



测量结果

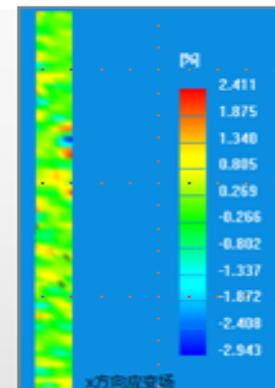
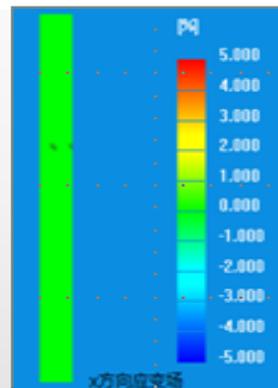
航空火箭材料高温实验：温度：2600摄氏度；散斑制备：等离子喷涂；图像采集：滤镜



实验现场

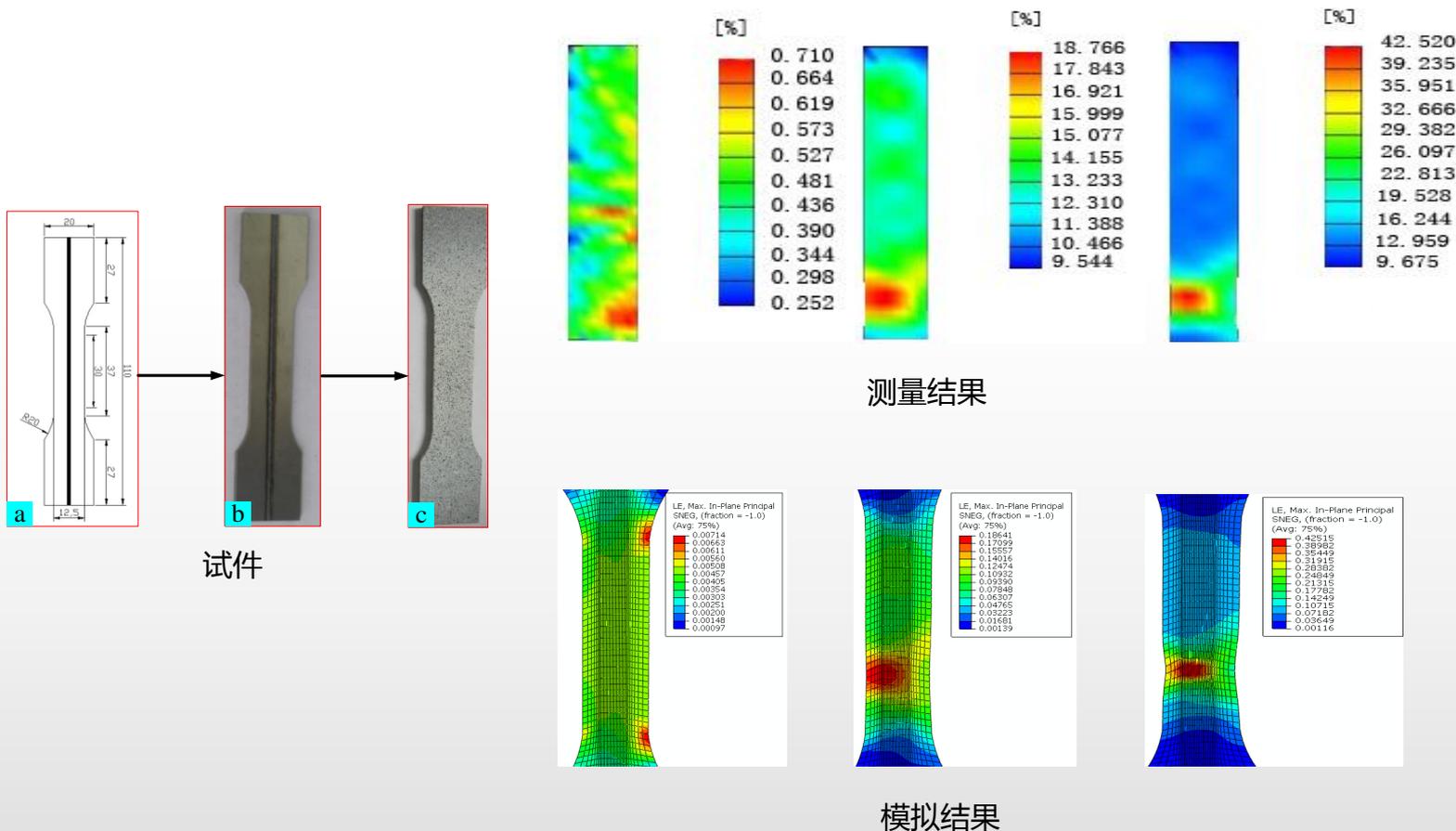


试件

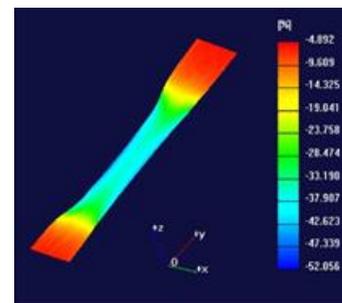
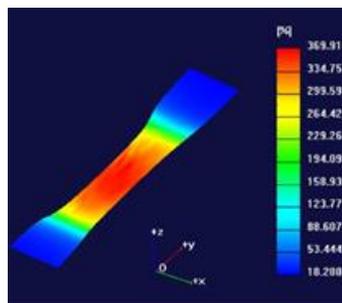
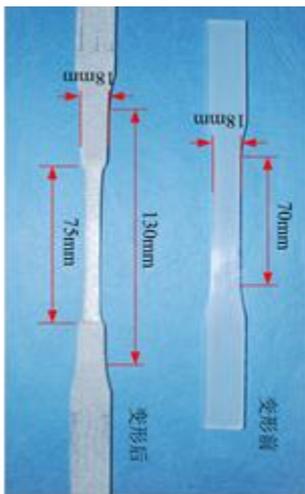


测量结果

焊接材料拉伸有限元模拟验证：测量结果用于验证有限元分析结果，进一步指导提高有限元模拟精度；

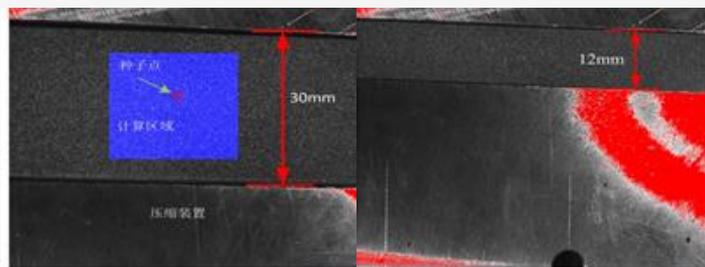


复合材料大变形拉伸实验：试件的中间区域发生了不小于400%的大变形

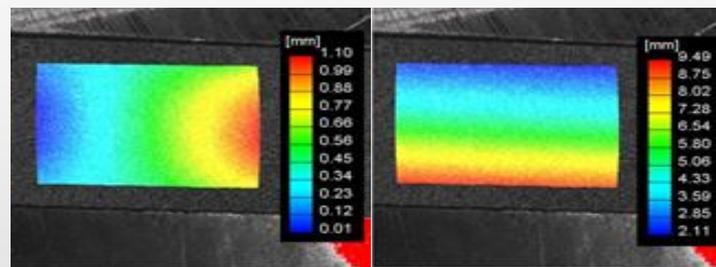


大变形拉伸最大主应变

泡沫材料大变形压缩实验：变形前后泡沫的厚度由30mm减至12mm，平均压缩量约为60%。



压缩前后

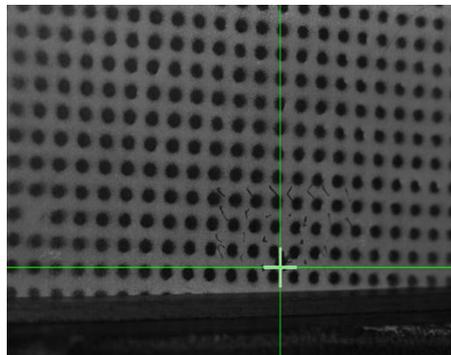


测量结果

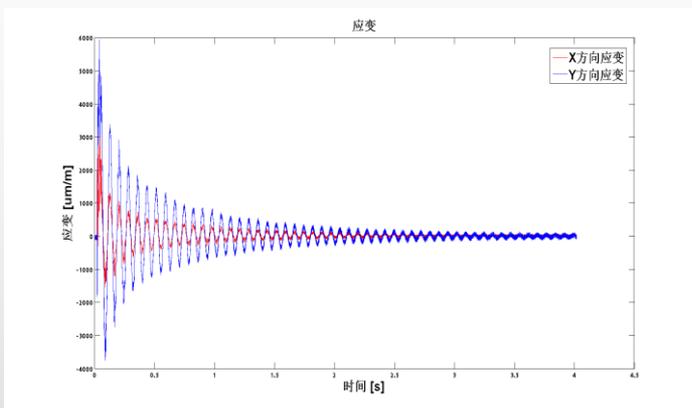
钢板敲击振动测量实验：使用两个Photron 高速相机进行图像采集，采样频率2000Hz；



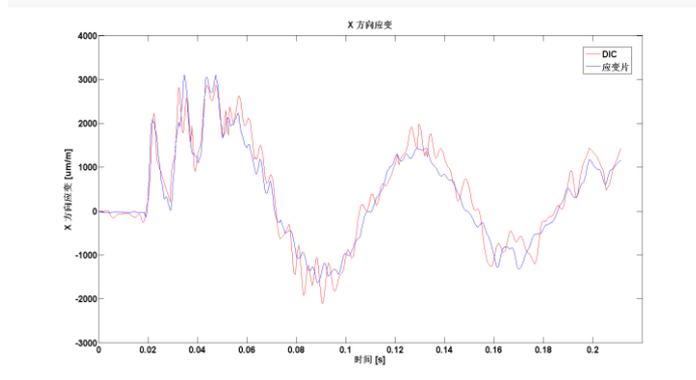
高速相机



测量对象：薄钢板

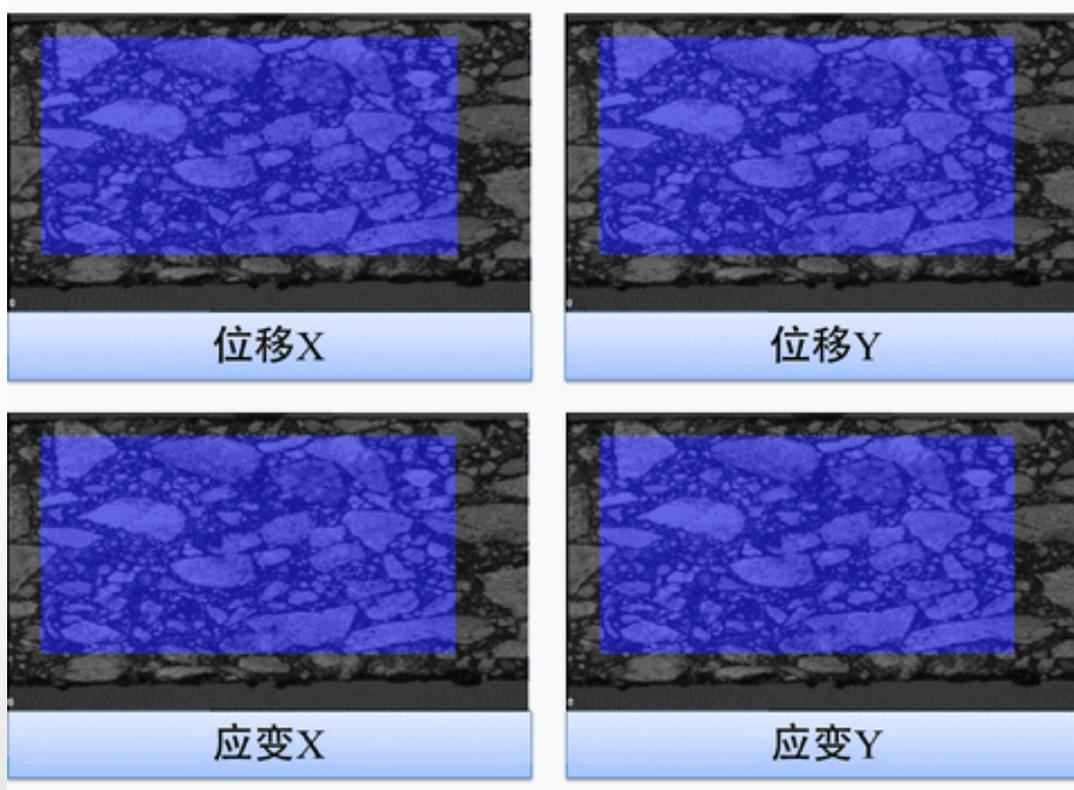


时间应变曲线



与应变片的结果对比

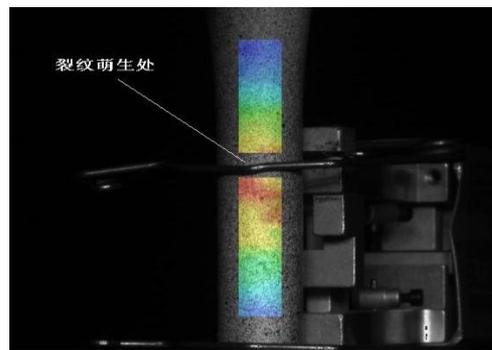
岩石受力破裂变形测量：岩石三点弯曲试验。



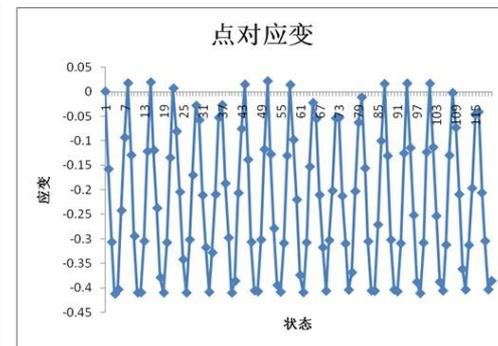
疲劳实验： 频率：0.2HZ； 相机采集速度：2HZ； 试件材料：钛合金，直径10mm



实验现场

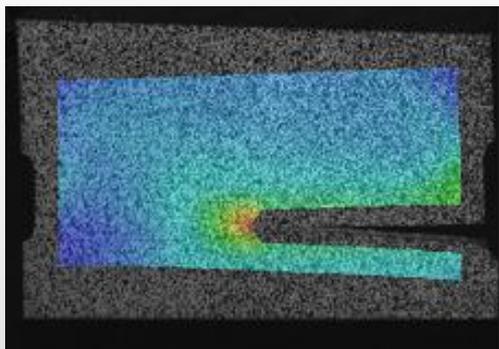


测量结果

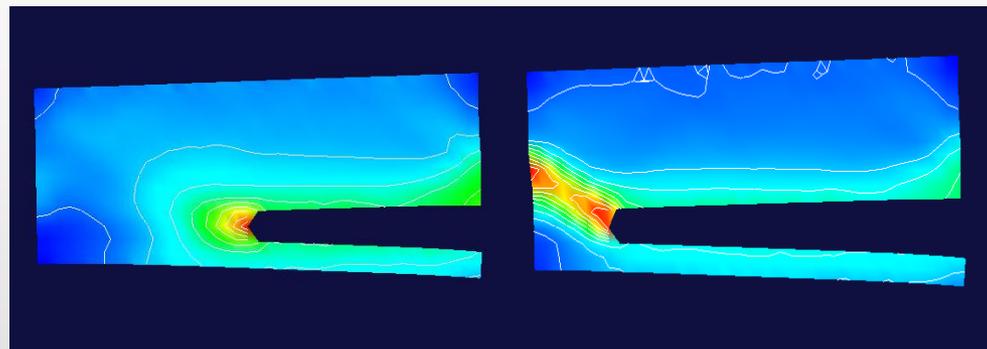


点对应变

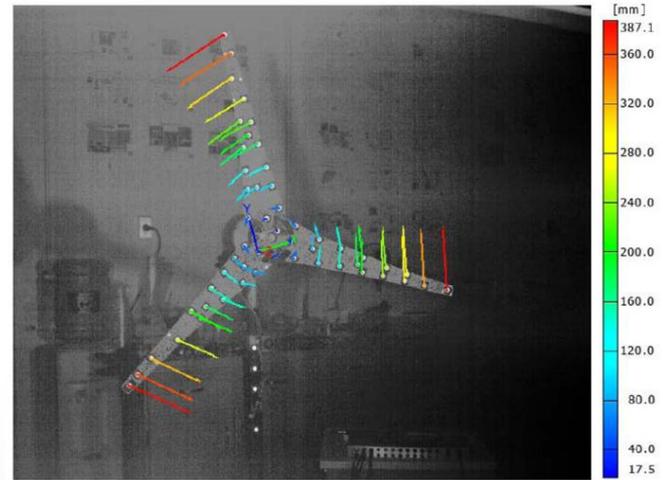
裂缝生长实验



测量结果

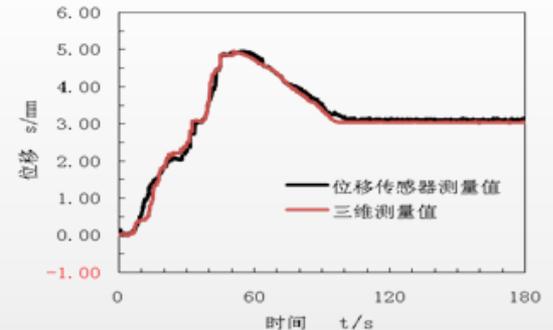
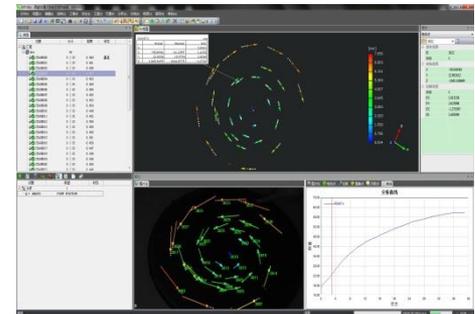


断裂过程中的应变分布



XTDA系统基于双目立体视觉技术，采用两个高速摄像机实时采集被测物体各个变形阶段的图像，利用准确识别的标志点（编码标志点与非编码标志点）实现立体匹配，重建出物体表面点的三维空间坐标，计算得到物体的变形量。该方法具有精度高、速度快、易于操作、非接触以及全场数据测量的特点。

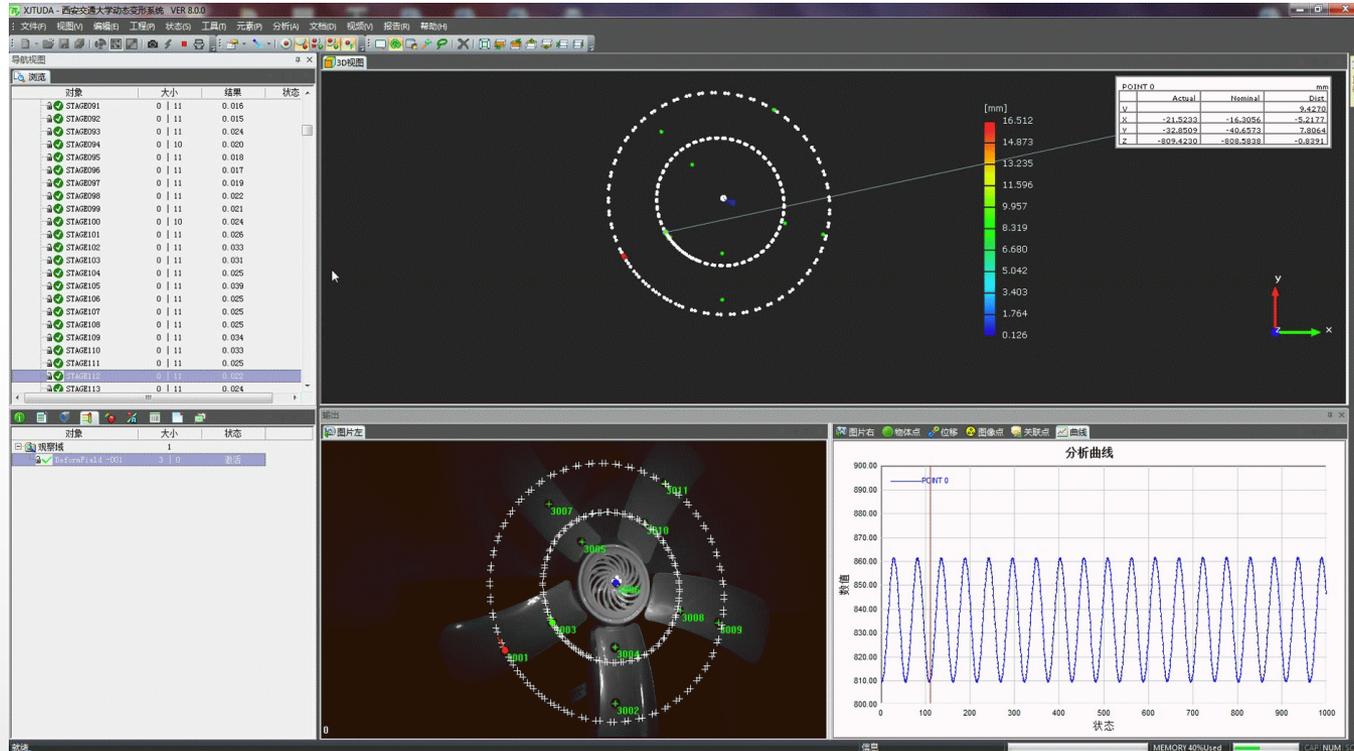
- ◆ 国内唯一自主研发的三维动态变形测量系统
- ◆ 非接触测量，图像处理自动化
- ◆ 准确测量参考点的三维坐标、位移、姿态轨迹
- ◆ 三维显示各个变形状态参考点的坐标和位置信息
- ◆ 测量幅面可调，大幅面高精度测量，幅面可定制
- ◆ 采用自主研发的工业近景三维摄影测量核心关键技术进行相机标定
- ◆ 能准确测量标志点在不同状态下的三维坐标，并计算其位移，测量数据可视化输出
- ◆ 采集频率：15Hz~5000Hz，可根据负载情况自行控制图像采集
- ◆ 操作简单方便，适用范围广，可在恶劣环境工作，包括震动和光线变化



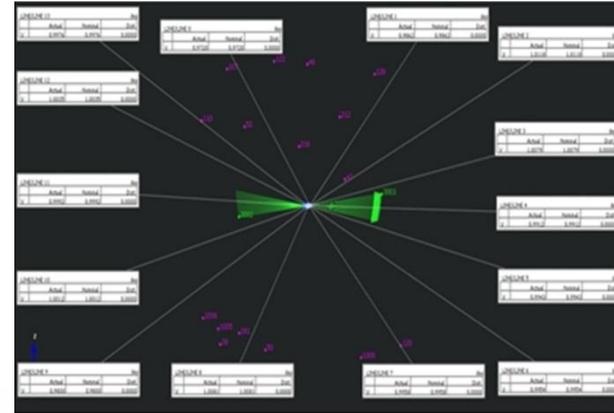
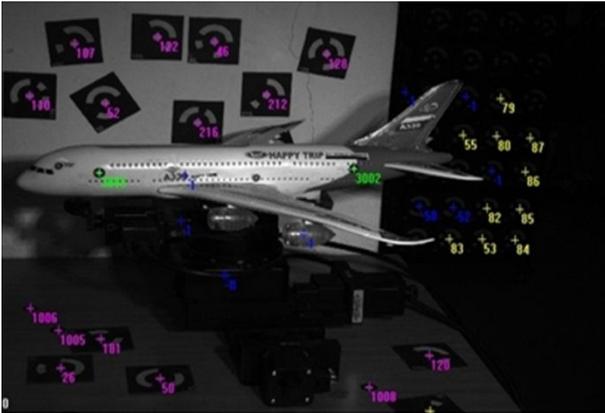
- ◆ 实时测量物体变形、运动和振动的三维信息
- ◆ 验证理论研究和数字仿真的结果
- ◆ 动力学测量，结构震动频率可达250Hz
- ◆ 载荷实验、蠕变实验和疲劳实验（复杂机构和弹性零件）
- ◆ 用于汽车噪声、震动和颠簸条件的测试
- ◆ 汽车引擎和车身振动、发电站大型涡轮的振动、冰箱和空调室外机的振动以及NC旋盘等机床的振动
- ◆ 汽车碰撞试验的动态视频测量
- ◆ 风力叶片振动测量
- ◆ 焊接变形测量
- ◆ 模态分析、风洞实验



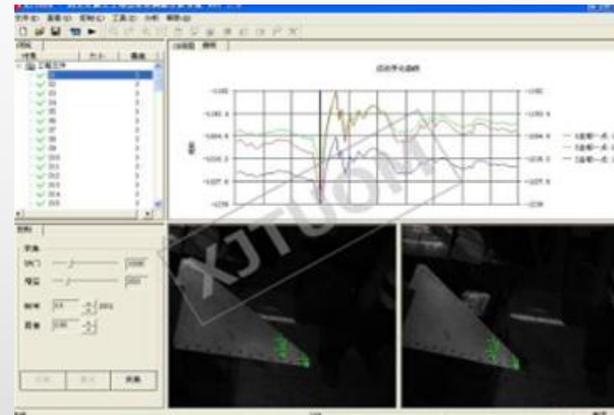
旋转叶片轨迹姿态测量



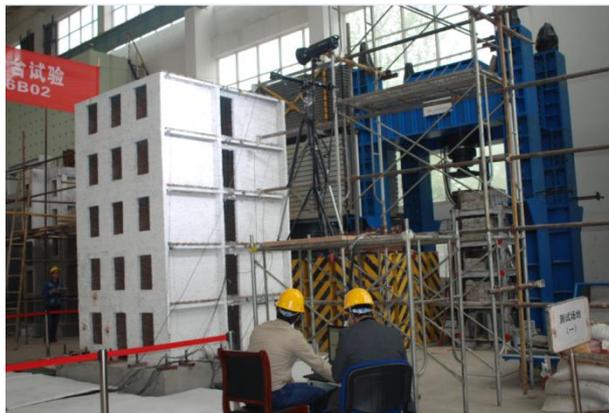
飞机风洞实验姿态测量



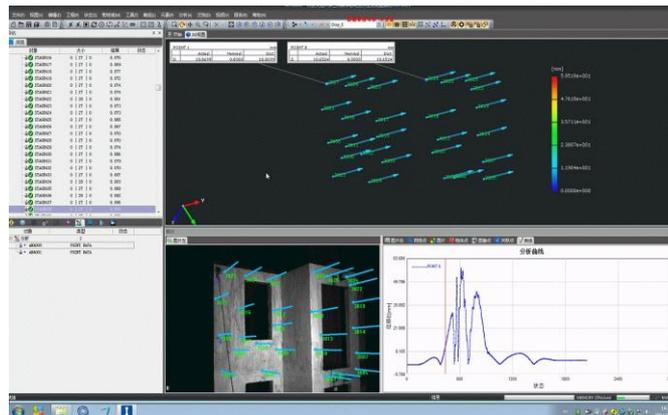
机翼动态变形试验



地震震动模拟实验

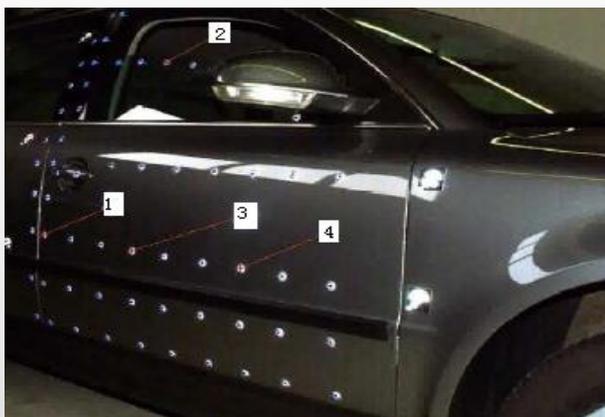


试验现场

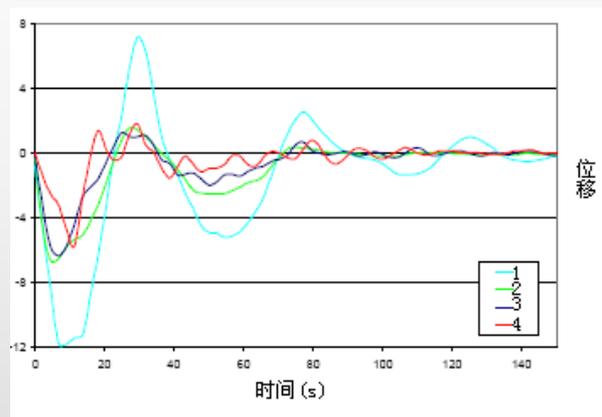


墙体位移数据

车门抨击变形试验：测量频率：450 Hz测量周期：用力关闭车门后的150ms内



在车门上布置标志点



车门标志点位移变化曲线

XJTUFLC 系统结合数字图像相关技术（DIC技术与双目立体视觉技术）通过追踪物体表面的散斑图像，实现板料成形过程中表面三维坐标、位移及应变的动态测量，经进一步拟合计算建立板料成形极限曲线，FLC系统具有便携，速度快，精度高，易操作等特点。

应用范围：

- ◆ 板料动态变形、应变测量
- ◆ 成形极限曲线FLC测定
- ◆ 板料塑性应变比分析
- ◆ 板料成形性能分析
- ◆ 板料零部件选材
- ◆ 冲压工艺优化
- ◆ 板料成形理论研究及验证



- ◆ 国内唯一自主研发的板料成形极限曲线检测系统。
- ◆ 快速准确的获得材料的成形极限曲线。
- ◆ 测量结果三维显示。
- ◆ 快速、简单、高精度的系统标定
- ◆ 测量幅面：4mm-10mm
- ◆ 应变测量范围：从最小0.02%到大于500%的范围。
- ◆ 灵活易用的触发功能。
- ◆ 采集频率自由调节。
- ◆ 多线程运算，计算速度更快。
- ◆ 支持32位、64位操作系统。

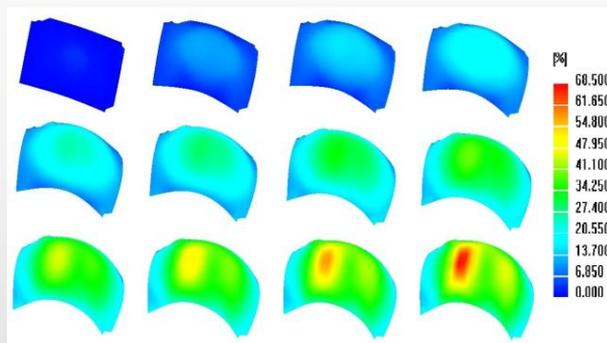
SPCC板材的成形极限测定实验



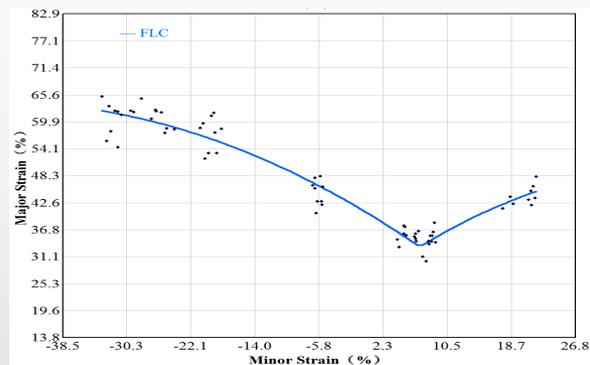
实验现场



冲压后试件



不同状态的应变分布



成形极限曲线 FLC



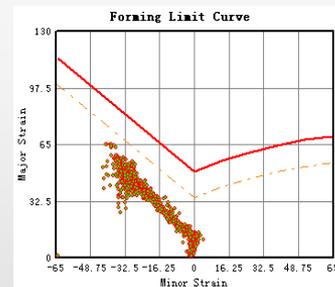
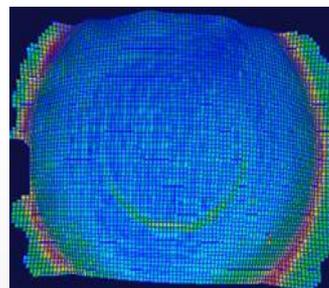
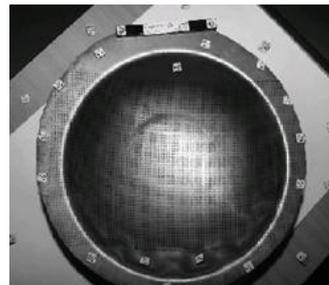
TOPSM三维板料成形变形测量分析系统，采用高分辨率单反数码相机或带有工业CCD相机的测量头拍摄冲压件图像，然后利用摄影测量的方法高精度计算多张照片中制备的小圆点空间坐标，可以获得零件的变形和应变分布，热点区域和板材的厚度变化(假定体积不变)，计算板料三维变形，生成成形极限图。该系统用于测量板料在冲压过程中的变形，测量结果以直观の色温图形式显示，可以方便地应用于对成形工艺的检验。不受测量面积限制，便携式测量，适应任何环境下进行测量，分辨率高，测量速度快，精度高。

性能指标

- ◆ 技术原理：基于工业近景摄影测量原理
- ◆ 相机标定：自标定技术
- ◆ 测量范围：几百mm到几m范围
- ◆ 测量点数：最大300000点
- ◆ 应变测量范围：0.5%–300%
- ◆ 应变测量精度：0.1%

应用范围

- ◆ 板料变形应变测量、成形极限计算
- ◆ 测量临界变形的部位，解决复杂的成形问题
- ◆ 优化冲压工艺，冲压模具检验
- ◆ 对仿真模拟计算的结果进行验证和优化
- ◆ 增强用户对产品开发阶段板件成形过程的了解
- ◆ 验证现有的成形仿真软件的计算结果，优化和监控生产过程

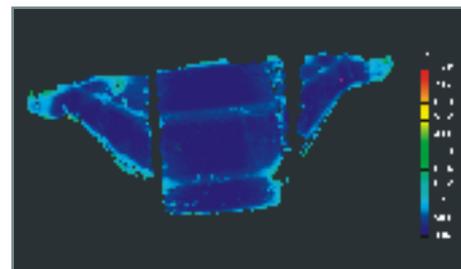




某汽车模具的板料冲压件



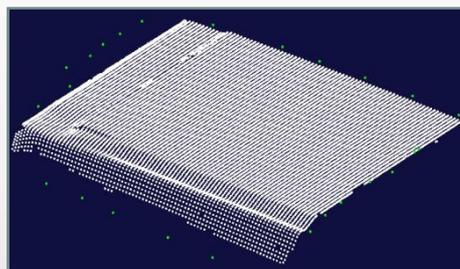
电化学方法腐蚀网格点



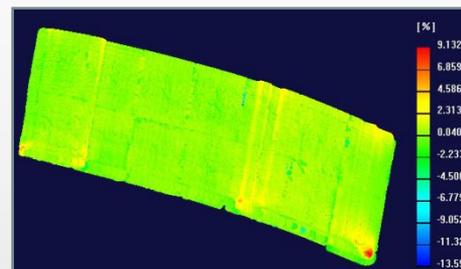
零件应变分布图



被测汽车钣金件



测得点阵网格节点三维坐标



最小主应变

国内大学：

清华大学
南京航空航天大学
北京科技大学
中国矿业大学
桂林电子科技大学
西南科技大学
重庆大学
青岛海洋大学
广西工学院
青岛理工大学
北方民族大学
天津理工大学
.....

重型机械、试验机行业：

三一重工股份有限公司
苏州海陆重工股份有限公司
东方电机有限公司
上海百若试验仪器有限公司
深圳市瑞格尔仪器有限公司
深圳智泰精密仪器有限公司
.....

汽车、模具行业：

天津汽车模具股份有限公司
奇瑞汽车芜湖瑞鹄铸造有限公司
北京比亚迪模具有限公司
上海华普汽车有限公司
陕汽集团陕西汉德车桥有限公司
长城汽车股份有限公司
十堰市龙岗铸造有限公司
鹤壁天淇汽车模具公司
上海信钦精密模具有限公司
金华市汽摩配产业科技创新服务中心有限公司
陕西恒通智能机器有限公司
宁波合创快速制造技术有限公司
常州晨凯快速制造技术有限公司
安徽信元智能科技股份有限公司
上海枫达汽车模具有限公司
陕西黄河工模具有限公司
天津志诚模具有限公司
.....

航空航天及军工：

中国飞行试验研究院
中国飞机强度所
成都飞机设计研究所
解放军63875部队（中国兵器试验中心）
哈尔滨哈飞模具制造有限公司
四川成飞集成科技股份有限公司
西安航天复合材料研究所（航天43所）
西安飞机工业（集团）有限责任公司
上海中船重工708所
中船重工725所
.....

国外大学和企业：

英国Newcastle大学
美国Purdue大学生物医学工程学院
英国Glasgow大学机械工程材料学院
俄罗斯PKF FOLIPLAST LTD公司
韩国TL TEK CO.LTD汽车模具公司
非洲肯尼亚等国的8所大专院校
.....

感谢您的关注！

苏州西博三维科技有限公司

西交大苏州研究院光学测试仪器研究所

地址：苏州市工业园区仁爱路99号B6幢3楼

电话：0512-6260953 传真：0512-6260953

邮箱：sales@3dthink.cn support@3dthink.cn

网址：www.3dthink.cn www.xjtudic.com

西安新拓三维光测科技有限公司

西安交通大学模具与先进成形技术研究所

地址：西安市雁翔路99号西安交大科技园

电话：029-82664583 传真：029-82664583

邮箱：cnxjtops@163.com

网址：www.xjtuom.com www.xjtudic.com