中国一汽

数字化模具维修及智能模具在冲压领域的探索及应用

项目单位：冲压中心+成都冲压
汇 报 人：冯银成
2020年12月30日

目录

一 项目简介

二 项目主要技术内容和创新点

三 主要技术指标的先进性

四 项目技术成熟度及应用推广情况

五 申报专利和发表论文情况

六 经济效益分析

一 项目简介
二 项目主要技术内容和创新点
三 主要技术指标的先进性
四 项目技术成熟度及应用推广情况
五 申报专利和发表论文情况
六 经济效益分析

一、项目简介

1.1 背景介绍

冲压行业痛点急需解决

冲压件生产过程监控难

- 缺少监控手段识别质量波动和质量渐变
- 缺少冲压件成形性裕度安全分析技术

车身锐棱渐变磨损

开裂缩颈外流

冲压件质量整改优化慢

- 单凭人员经验，部分疑难问题无法有效分析和优化
- 人员经验的误差性，需要多轮尝试性优化，效率低

冲压件回弹问题

模具维修管理效率低

- 信息传递成本高，偏差大
- 过程控制效率低

传统的检修计划

传统的手工记录方式

智能模具发展落后

- 模具缺乏与智能技术结合

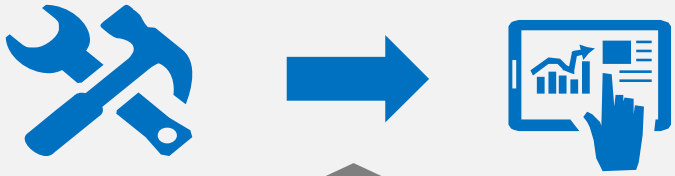
VS

一、项目简介

1.2 项目周期及成果

1 数字化模具维修（2016-2020）

- 实现传统模修向数字化模修转变



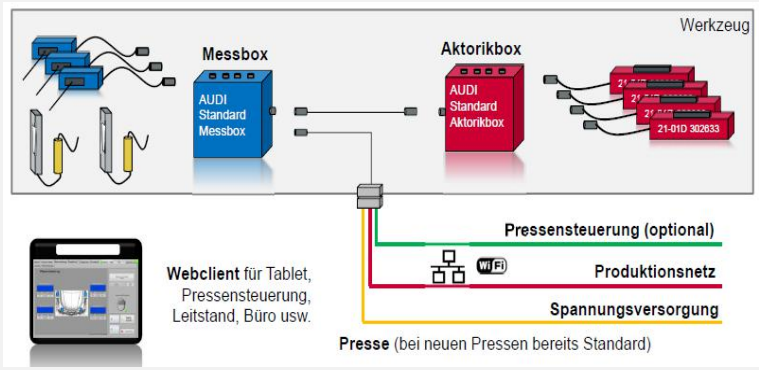
技术支撑的数字化模修

形面分析设备技术	成形分析设备技术	工艺分析软件技术	材料分析设备技术	模修IT管理技术

经验依赖的传统模修

2 探索模具智能化应用（2018-2020）

- 赋予模具“眼睛”和“大脑”



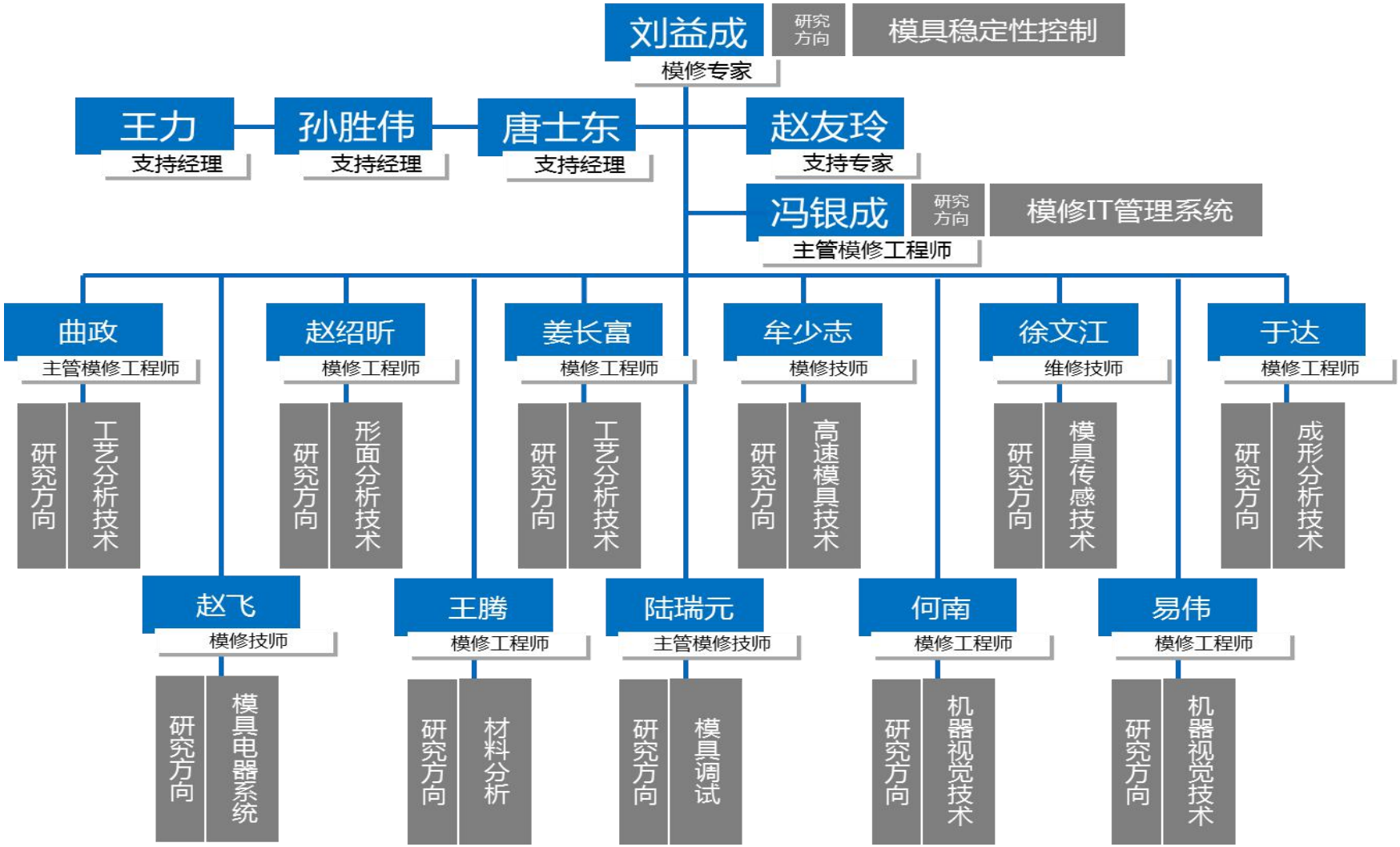
智能模具

分析类应用	监控类应用	主动调整类应用
压变胶测力应用	堵废料监控应用	氮气缸无线技术应用
压电测力应用	可控气缸温度监控应用	模具视觉识别技术应用
	叠料监控技术应用	

一、项目简介

1.3 项目团队

经理3人，专家2人，工程师9人，技师3人



一 项目简介

二 项目主要技术内容和创新点

三 主要技术指标的先进性

四 项目技术成熟度及应用推广情况

五 申报专利和发表论文情况

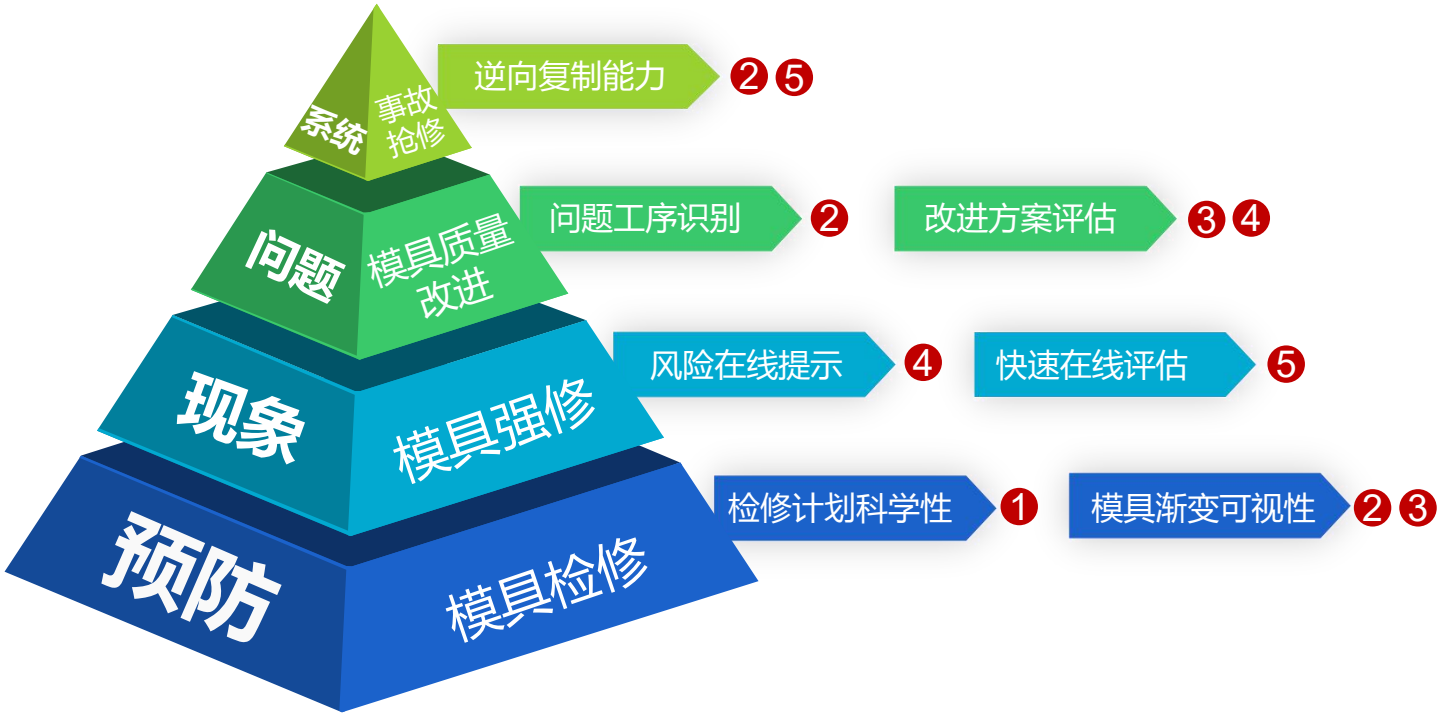
六 经济效益分析

二、项目主要技术内容和创新点

2.1 建立数字化模修体系

基于传统模具维修架构，识别人工维修过程中的痛点，完全自主创新采用技术组合方式构造数字化模修体系，实现模具维修数字化转型

数字化模修体系



数字技术应用

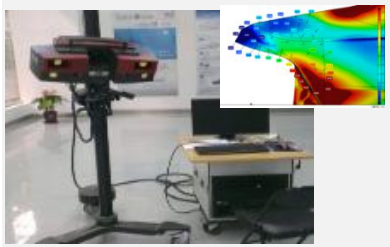
1. 模具IT数字化管理技术
2. ATOS三维光学扫描技术
3. Comsmart应变分析技术
4. Autoform工艺分析技术
5. CATIA形面分析技术

二、项目主要技术内容和创新点

2.1.1 预防性***模具检修（维修）***工作模块的数字化（100%集成创新）

技术简介

创新点1-ATOS扫描技术用于形面渐变监控



主要功能

- 三维形面分析
- 形面误差比对
- 模具虚拟合模
- 冲压件尺寸分析
- 曲面点云后处理

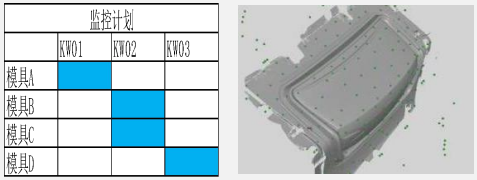
创新点2-Comsmart网格应变技术用于安全裕度监控

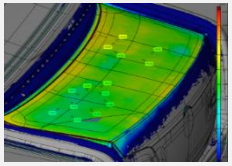
主要功能

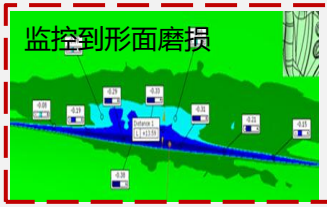
- 应变测量分析
- 减薄率测量分析
- 有限元仿真结果与真实形变对比分析

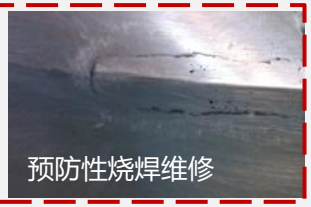
创新应用

制定监控计划 → 定期扫描数据 → 预警维修

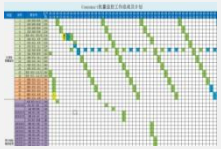


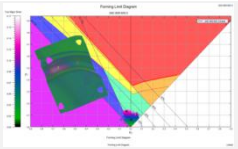


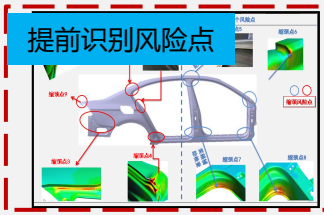


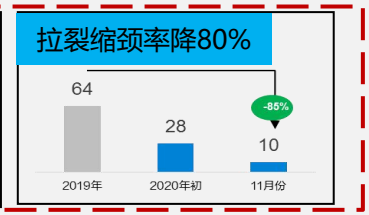


制定监控计划 → 定期监控数据 → 预警维修









取得成果

- ATOS监控年均预防性修复模具4-6套，避免外委加工费用40万元
- Comsart年均成形裕度监控80次，预警并提前调整模具31次，拉裂缩颈率降低80%，减少废品损失16000件
- 年均节约复检工时300*12=3600人时

二、项目主要技术内容和创新点

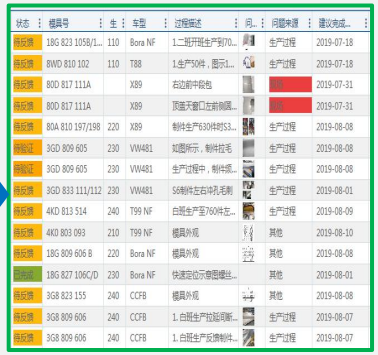
2.1.1 预防性***模具检修（维修）***工作模块的数字化（100%自主创新）

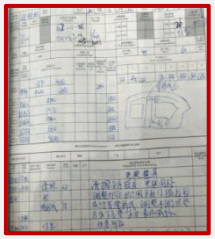
创新应用及成果

创新点3-自主开发IT系统，基于大数据指导预防性检修，提高检修计划及备件订购的科学合理性

✓ 工作量和工时精确统计，模具检修安排更加规范

✓ 模具问题管理统一，信息流传递效率提升30%以上





✓ 取消纸版记录，数据管理效率和规范性大幅提高

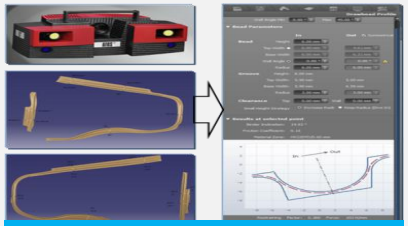
✓ 备件更换记录功能，大数据指导检修

二、项目主要技术内容和创新点

2.1.2 生产过程***模具强修***工作模块的数字化（50%集成创新）

技术简介

创新点1-Autoform与ATOS结合识别风险

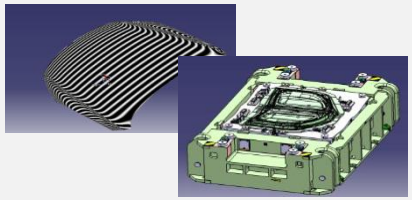


Autoform+ATOS

主要功能

- 批量模具成形分析
- 工艺过程模拟
- 预防风险点提示

创新点2-Catia指导模具在线评估



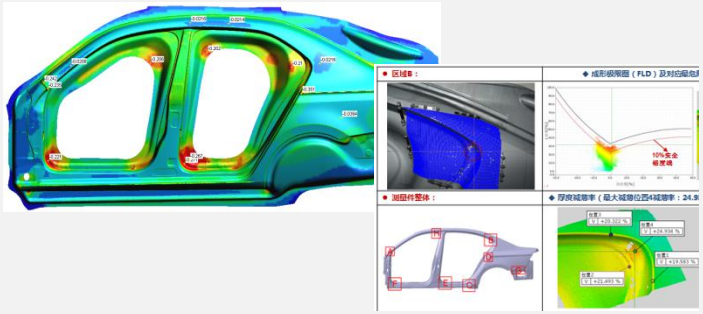
Catia

主要功能

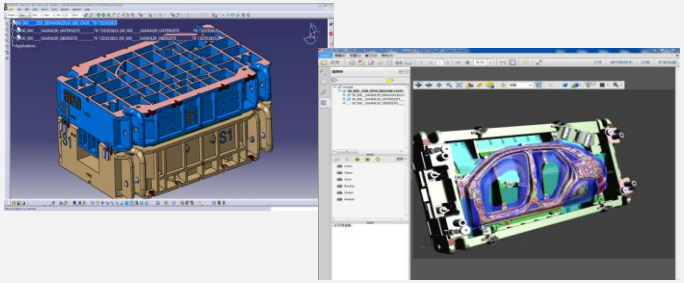
- 光影分析
- 曲面设计
- 结构分析

创新应用

批量生产模具 → 工艺分析 → 风险提示卡



建立模具三维PDF图纸档案，提升模具在线评估效率



取得成果

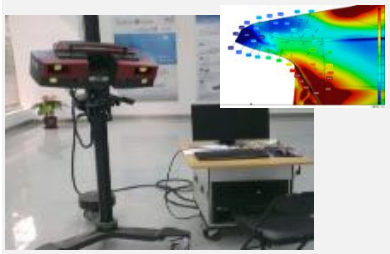
- 年均形成风险提示卡20套，降低漏检率3%
- 劳率提升，年均累计节省3700人时
- 年均减少在线停台1000分钟

二、项目主要技术内容和创新点

2.1.3 线下***模具质量改进***工作模块的数字化（100%集成创新）

技术简介

创新点1-ATOS形面对比分析技术，精准识别问题



主要功能

- 三维形面分析
- 形面误差比对
- 模具虚拟合模
- 冲压件尺寸分析
- 曲面点云后处理

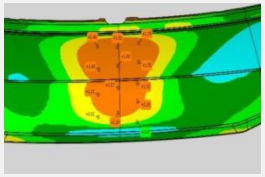
创新点2-Comsmart网格分析技术，指导成形优化

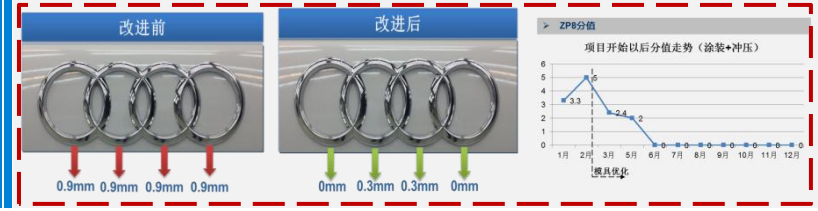
主要功能

- 应变测量分析
- 减薄率测量分析
- 有限元仿真结果与真实形变对比分析

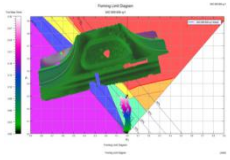
创新应用

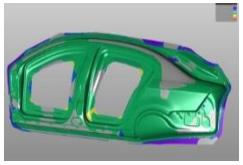
ATOS形面扫描，提取数据 → 分析锁定工序，制定优化方案 → 依据方案，对模具进行优化

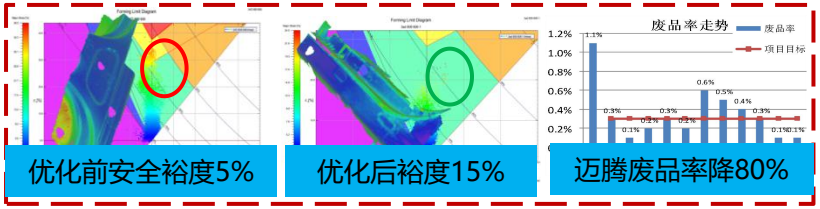




测量问题区域应变和走料 → 结合Aotoform模拟制定方案 → 依据方案，对模具进行优化







取得成果

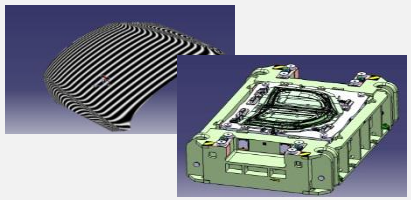
- 已解决近百项重难点问题，年均CP8直接降分200分以上，减少焊装返修调整工时9000人时
- 尺寸类问题优化效率提升10%，年均节约35个调试班次
- 年均Autoform+Comsmart联合分析20余次，回弹类问题一次优化成功率提升20%，节省调试班次15个
- 年均网格应变分析10余次成形走料问题，避免产生废品2000件以上

二、项目主要技术内容和创新点

2.1.4 线下***模具抢修*** 工作模块的数字化（100%自主创新）

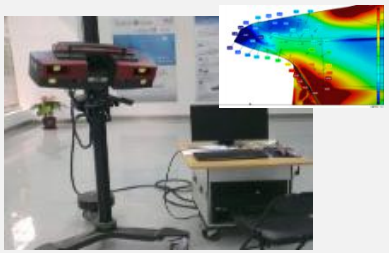
技术简介

创新点1-Catia+Atos联合技术应用，打破奥迪模具数模垄断



主要功能

- 光影分析
- 曲面设计
- 结构分析

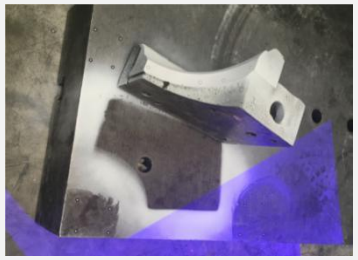


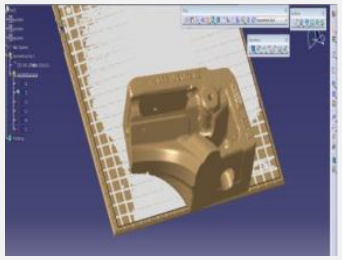
主要功能

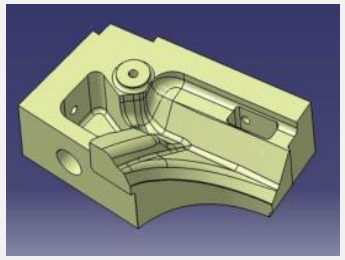
- 三维形面分析
- 形面误差比对
- 模具虚拟合模
- 冲压件尺寸分析
- 曲面点云后处理

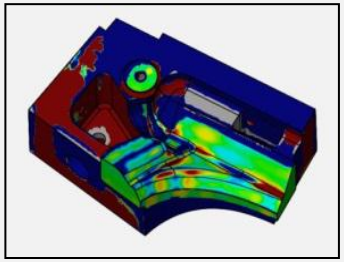
创新应用

ATOS点云扫描 → 数据规范化处理 → Catia逆向曲面处理 → 复制结果校验









取得成果

- 打破奥迪模具数模垄断
- 年均节省外委费用60万元以上
- 外委机加一次性成功率提高80%（不需二次返厂加工）

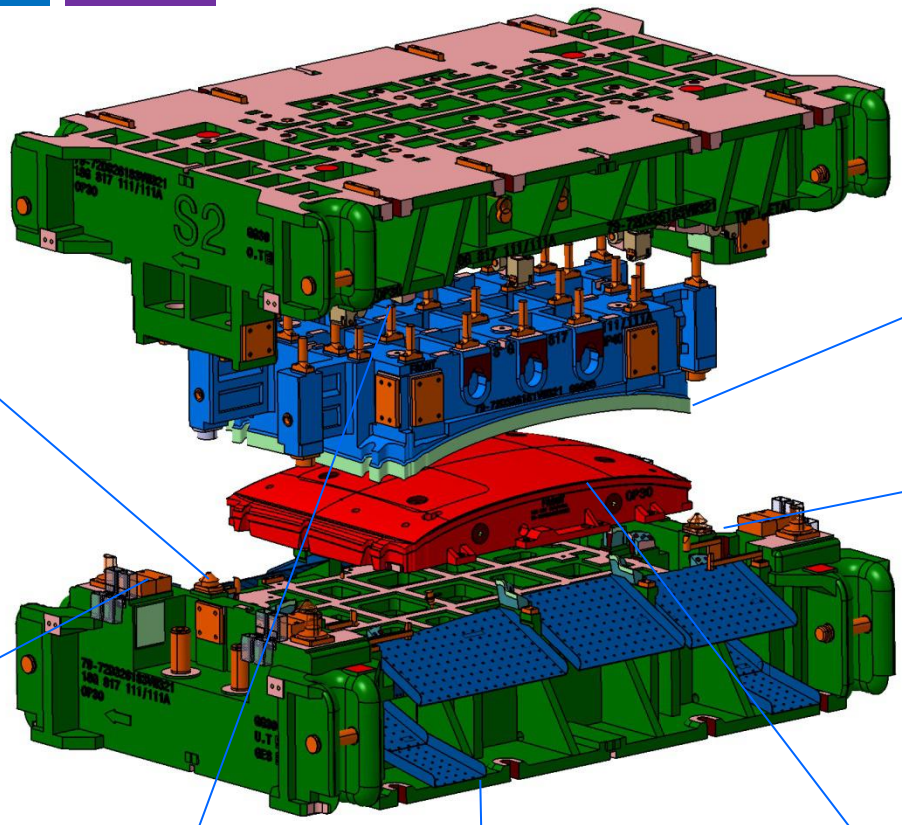
编号	项目	评估	扫描	catia逆向数模	编程	机加工	调试	评价
1	A6L左后门内板镶块	OK						OK
2	A4L左侧围整形镶块	OK						OK

二、项目主要技术内容和创新点

2.2 模具智能化创新应用（100%自主创新）

从被动识别-状态监控-主动反馈 三个逻辑层面开展工作，完全自主开发模具智能化应用技术7项

被动识别　状态监控　主动反馈



压变胶测力应用
模具平衡块

压电测力应用
模具限位器

视觉识别技术应用
模具稳定性

氮气缸无线技术应用
模具氮气缸

可控气缸温度监控应用
模具可控氮气缸

堵废料监测应用
模具废料滑道

叠料监控应用
模具凸凹模

二、项目主要技术内容和创新点

2.2 模具智能化创新应用（100%自主创新）

项目背景

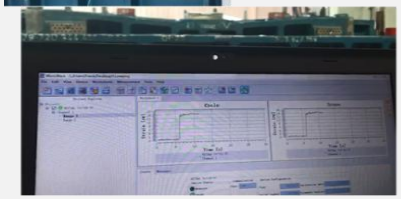
创新点1-智能模具压电测力分析技术（动态）创新应用，提升模具诊断力

- 模具生产过程中受力渐变无法定量测量，对冲压件有隐性影响
- 模具受力异常导致的冲压件缺陷难以人眼提前识别
- 需要一种方式持续测量模具受力的渐变过程

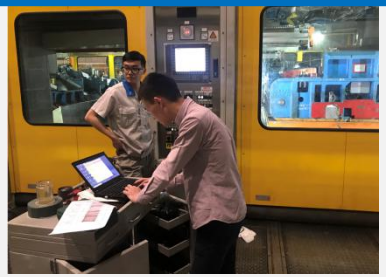
某侧围生产经常需要偏差放行

实施过程

模具受力监控概念提出



VW481左侧围生产稳定性监控应用实例



分析识别出迈腾侧围开班生产不稳定，频繁滑移线变化的真因，从而可有效进行预调整

取得成果

- 在迈腾车型、宝来车型模具已经试用
- 针对不稳定模具，通过班前预调整，降低模具受力波动导致的停台1000分钟以上
- 联合压机输入功能可以实现模具下气垫自动调整（论证中）

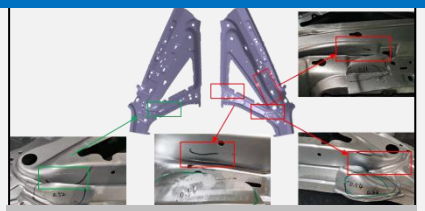
二、项目主要技术内容和创新点

2.2 模具智能化创新应用（100%自主创新）

项目背景

创新点2-智能模具压变胶测力分析技术（静态）创新应用，提升模具诊断力

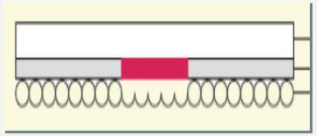
- 模具的受力状态及微变形状态难以定量测量
- 生产节拍、压机差异、工作台差异对冲压件质量有影响，但无法定量分析
- 探索模具受力的测量方法，通过定量分析指导模具调试，提升质量和效率



相同模具不同工作台缺陷不同

实施过程

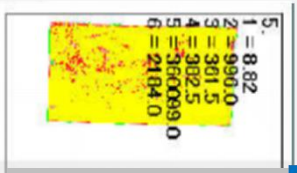
探索压变胶及相关读取设备

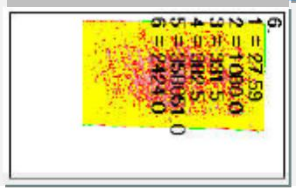


压变胶受力后色素囊破裂使显像卡着色，读取着色卡得到力值

CCFB车型门内板应用实例

相邻平衡块着色无差异





压变胶检测显示差异

调垫片使受力接近缺陷减轻

取得成果

- 在迈腾车型、奥迪A4L、奥迪Q3车型模具已经推广应用
- 通过在线快速识别，年均降低模具在线停台800分钟以上
- 解决常规着色检查定性而不定量的偏差问题

二、项目主要技术内容和创新点

2.2 模具智能化创新应用（100%自主创新）

项目背景

创新点3-智能模具堵废料监控技术创新应用，减少模具损伤

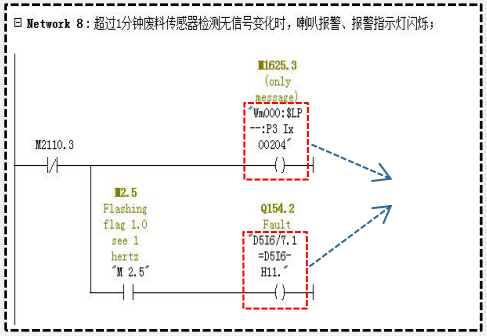
- 部分模具易发生堵废料情况，严重者会将模具涨坏
- 目前通过人工巡线，但时不时仍发生堵废料情况
- 通过传感器计数方式进行堵废料监控

堵废料

模具损坏

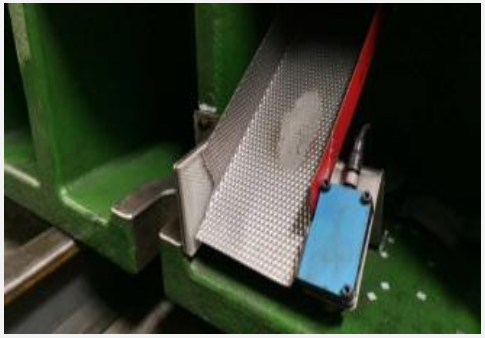
实施过程

堵废料监控概念提出

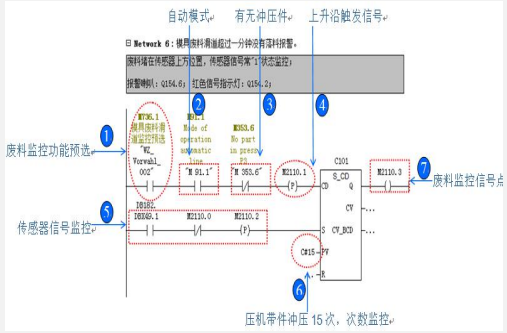


对废料计数并与冲程对比，异常即报警

智能废料滑道监控系统的应用实例



增加光电传感器



智能废料滑道PLC监控程序

取得成果

- 已累计报警15次，未造成模具损坏事故，相较于去年节约模具维修费用6万元
- 降低堵废料停台700分钟
- 可推广至公司内五地六厂冲压

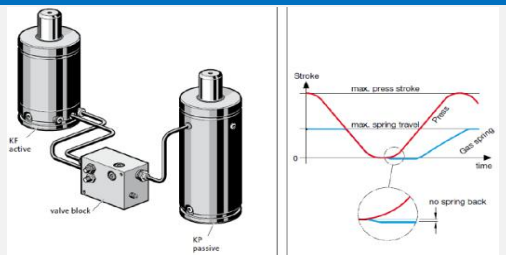
二、项目主要技术内容和创新点

2.2 模具智能化创新应用（100%自主创新）

项目背景

创新点4-智能模具可控气缸温度监控技术创新应用，降低模具损伤

- 可控氮气缸行程大，吨位大，高节拍长时间的闭锁热量散发不及时，易导致密封圈损坏
- 年均损坏2个以上，单价10万元左右（最贵重备件）



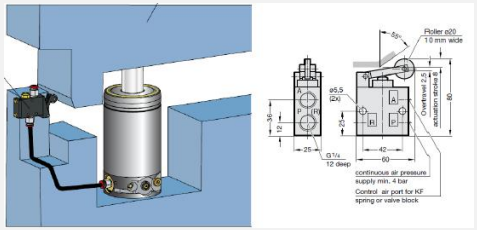
实施过程

可控氮气缸温度监控概念的提出

1-底部安排热继电器并设置合适报警温度

2-热继电器通过哈丁插座给设备输入报警信号

3-设备对异常信息进行处理：闪灯报警或停线



可控气缸温度监控的应用实例

应用-在3套使用可控氮气缸的模具中都使用了过热保护

1、BC316后盖外上OP20

2、BC316后盖外上OP40

3、BC311后盖外上OP50

其中BC316后盖外上OP40高温报警1次，是冷却小车没有开启导致，及时处理后可控氮气缸未损坏

取得成果

- 使用温度传感器后，已报警1次，节约备件费用10万元
- 预计推广至公司内五地六厂后每年可节约可控氮气缸的损坏成本约30万元。

二、项目主要技术内容和创新点

2.2 模具智能化创新应用（100%自主创新）

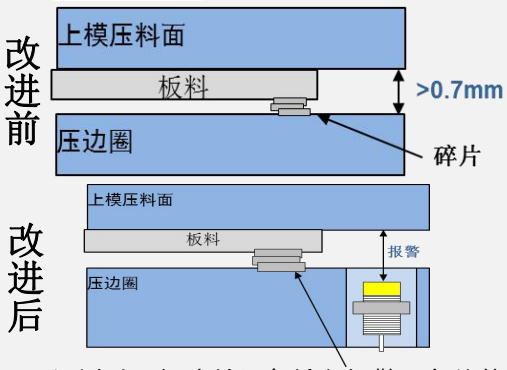
项目背景

创新点5-智能模具叠料监控技术创新应用，降低模具损伤

- 生产节拍快，叠料过程无法提前发现，造成模具损坏，零件报废
- 报废制件>10件/次，模具维修工时6h/次，设备停台60min/次，2019年此类模具事故累计发生26次

实施过程

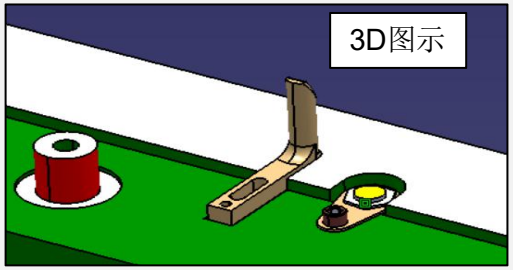
叠料监控技术概念提出

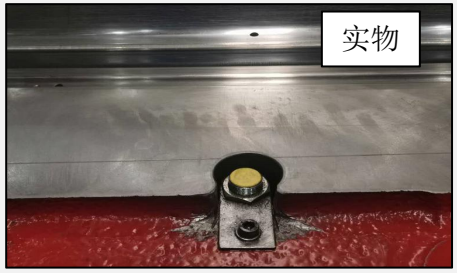


通过哈丁插座给设备输入报警及急停信号

叠料监控技术的应用实例

- 曾出现叠料模具共7组，其中4组具备安装空间且已安装，涉及发罩、侧围。





取得成果

- 仅成都冲压为例，原有7组制件拉延全年累计叠料损坏19次，其中4组模具安装后0次，未具备安装空间的3组仍出现5次报警。
- 年均报警8次，避免了重大模具事故，减少模具停台700分钟，避免产生废品400件

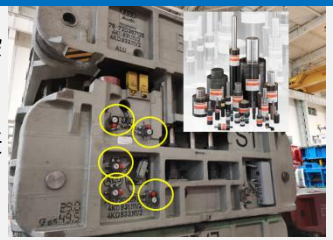
二、项目主要技术内容和创新点

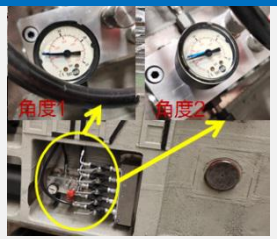
2.2 模具智能化创新应用（100%自主创新）

项目背景

创新点6-智能模具无线氮气缸压力监控技术创新应用，节省维修工时降低模具损伤

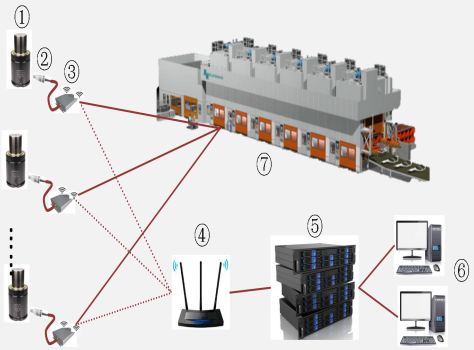
- 模具氮气缸数量多，型号杂
- 点检困难、且有安全隐患
- 点检数值不准确，目视偏差
- 内部无法点检

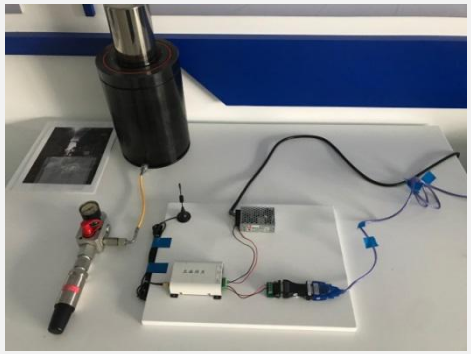




实施过程

氮气缸压力无线传感概念提出 → 无线传感原型机试验 → 无线监测整线装备验证良好





氮气缸压力无线监控系统

取得成果

- 劳率提升，单线节省检修工时1000人时
- 年均报警6次，避免了重大模具事故，减少模具停台400分钟，避免产生废品600件
- 氮气缸得到及时维修，减少直接损失65万元

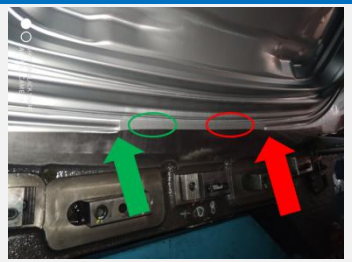
二、项目主要技术内容和创新点

2.2 模具智能化创新应用（100%自主创新）

项目背景

创新点7-智能模具视觉识别技术创新应用，提升模具稳定性

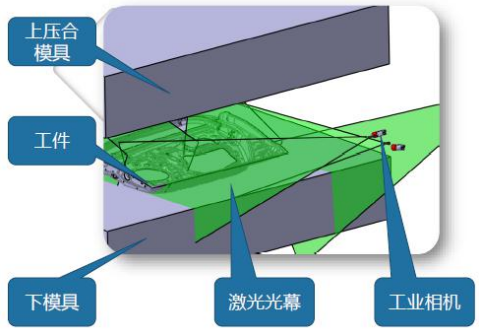
- 通过识别收料线的变化对模具进行预调整，以保障冲压件质量稳定性
- 通过识别生产线自动化机械手的位置重复性进行预调整，以保障生产稳定性
- 通过特定空间识别，预防模具内掉落异物垫伤



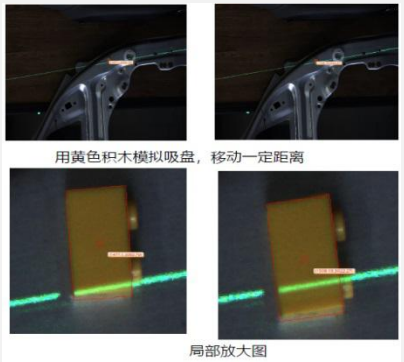
收料线过程波动导致制件出皱和尺寸变化

实施过程

模具视觉识别概念的提出



实验室条件下完成原型机试验



取得成果

- 能够在实验室条件下识别料线变化
- 能够识别模具内异物
- 正在持续进行中

一 项目简介

二 项目主要技术内容和创新点

三 主要技术指标的先进性

四 项目技术成熟度及应用推广情况

五 申报专利和发表论文情况

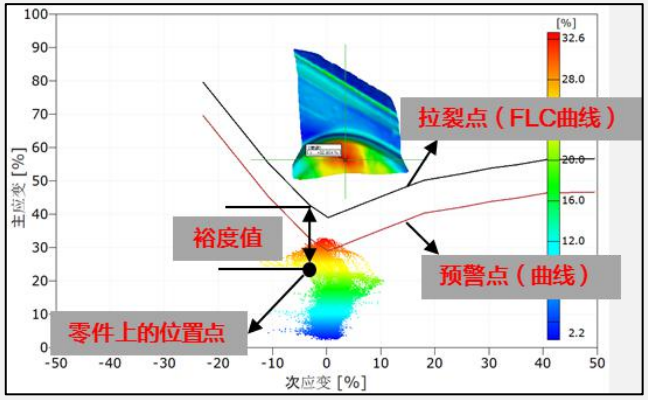
六 经济效益分析

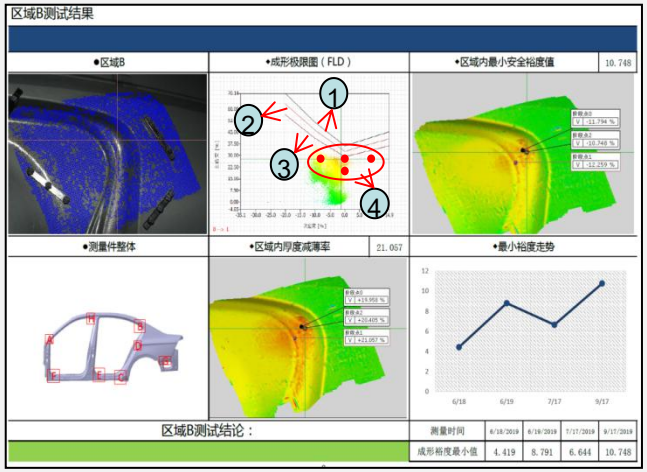
三、主要技术指标的先进性

3.1 提出“模具成形安全裕度”技术概念，引领行业标准

行业首提“模具成形安全裕度”技术概念，已成为验收标准，指导国内外模具验收

概念的提出





概念的定义

●模具成形安全裕度：

体现的是监控区域的最差成形裕度，0%-5%为红区，裕度极差，是危险区；5%-10%为黄区，属于裕度较差，但可接受，需要监控；10%以上为绿区，是安全区；

●最大减薄率：

体现的是监控区域最大减薄率，在裕度足够的情况下，减薄率25%以下为绿区；25%-30%为黄区；大于30%为红区。

●主次应变：

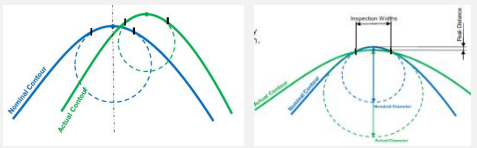
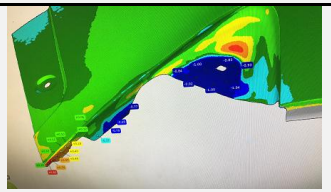
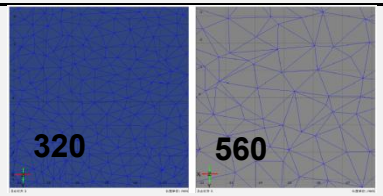
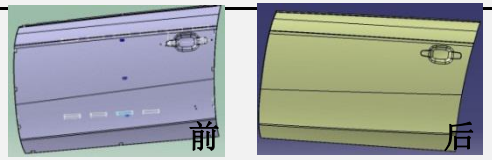
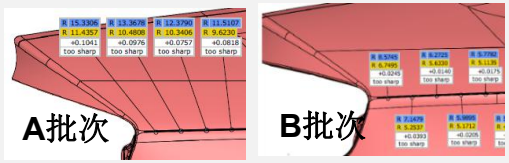
测量的是两个相互垂直方向的变形量。

●总体评价：

结合成形极限裕度及最大减薄率进行综合评价

三、主要技术指标的先进性

3.2 实现冲压件大曲率圆角和尖锐造型的尺寸评价，填补三坐标测量技术空白

项目	原状态	现状态	
评价方式	三坐标打点测量无法评价圆弧R角和棱线	R值：棱线的圆角半径 BD值：实际棱线与理论棱线弦高 DLM：圆弧夹角当量值	
评价精度	人工测量＞0.1mm	0.02mm	
检测设备	无	ATOS Tripscan主机 监控配合MV560镜头 分析配合MV320镜头	
软件分析	无	7.5V R1或7.5V R2	
理论模型数据库	不规范，破碎元素多	建立规范、标准的理论数模库； 测量对比模面进行规范化处理；	
报告标准化	无报告，主观判定	建立固化的报告输出框架，保证报告的可比性和统一性	

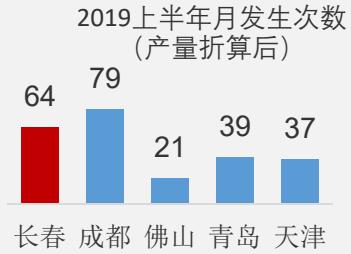
三、主要技术指标的先进性

3.3 数字化技术指导冲压件拉裂缩颈控制，实现行业标杆引领

面临挑战

冲压专业发生多起缩颈开裂制件批零流入后序事故，难点在于：

- **发生端：**缩颈开裂发生次数多
- **控制端：**缺陷件控制不住，批量流出上整车
- **行业难题：**缩颈开裂是冲压行业老大难问题



发生端-发生次数

控制端-流入整车

应对措施

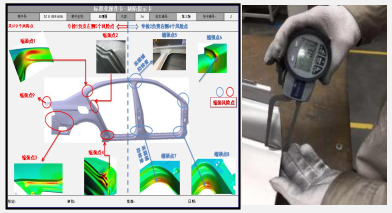
发生端-内部预防：

- **风险点识别：**Comsart数字化设备+Autoform模拟
- **过程参数波动控制：**参数波动管控

控制端-预防流出：

- **减薄率监控：**预防性联合监控
- **重点识别：**风险提示卡优化+提高识别效率

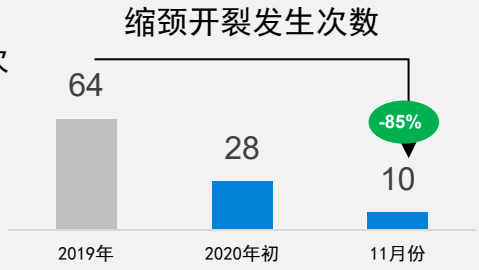
Comsmart识别



控制端优化

工作成果

- 缩颈拉裂发生次数由2019年的单月64次降低为目前的单月10次
- 批量流出（10件以上）次数由2019年的5次降低为目前的0次
- 人员投入复检工时由2019年的单月300人时降低为目前的0

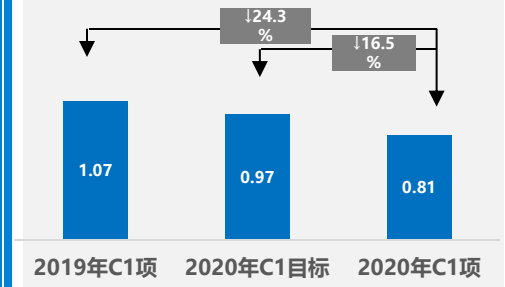


三、主要技术指标的先进性

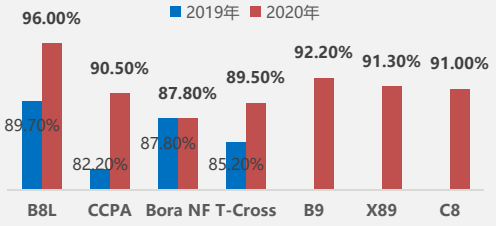
3.4 质量效率指标-数字化模修支撑产品质量大幅提升，停台大幅下降

质量提升

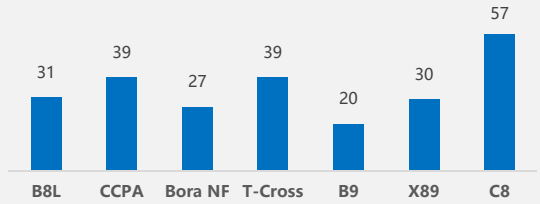
整车C1项：同比下降24.3%，五大基地冲压专业最优



尺寸稳定性：B8L车型Cs值五大基地最优

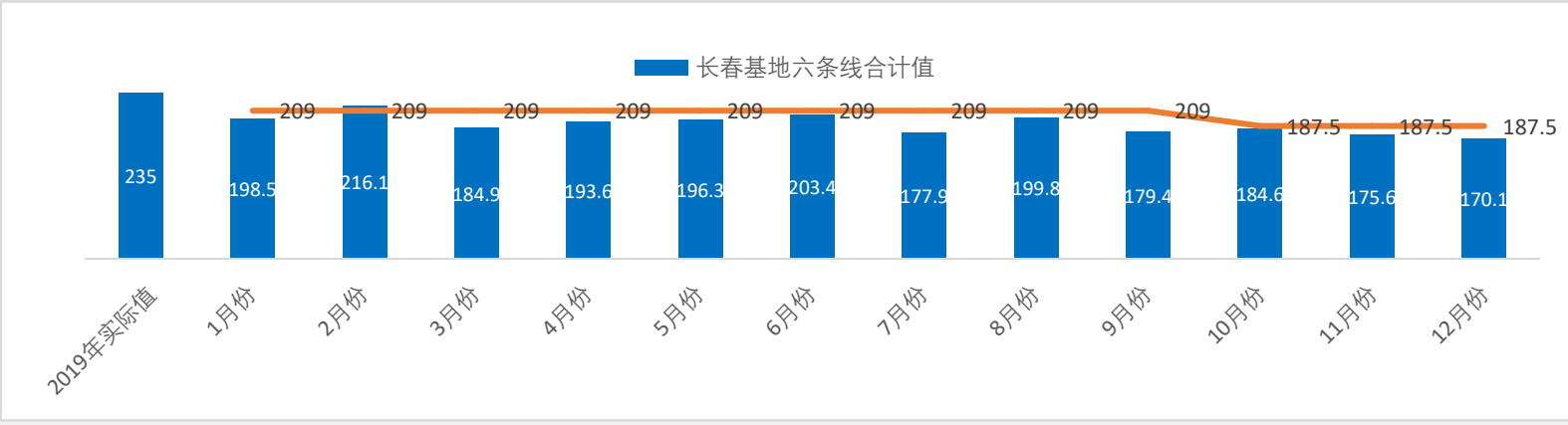


质改项目数量：全年243项，同比提升14%



大线停台降低

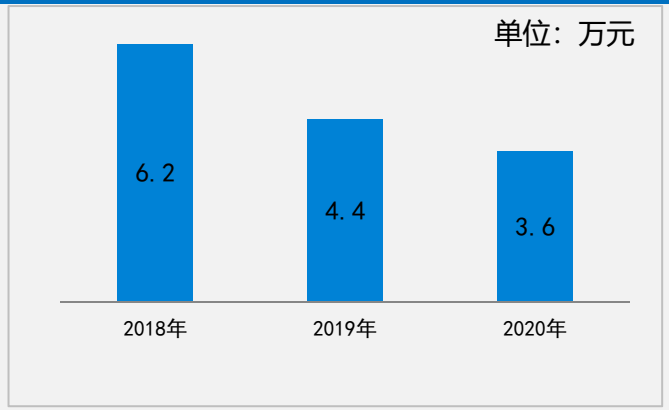
长春基地六条大线单班次停台较2019年降低17%，伺服线哈勃指数No.1



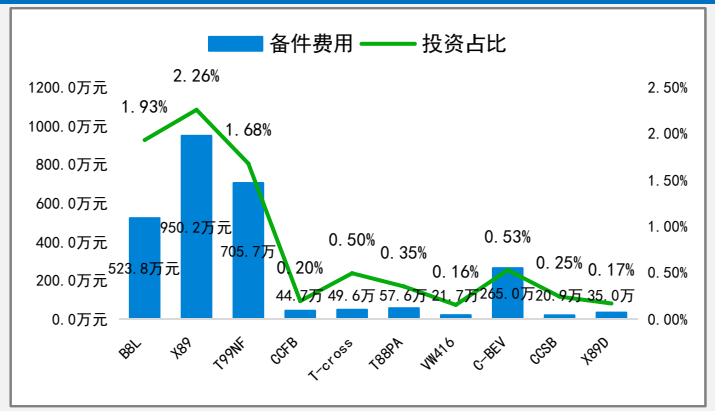
三、主要技术指标的先进性

3.5 经济指标-数字化模修支撑实现相关费用连续降低

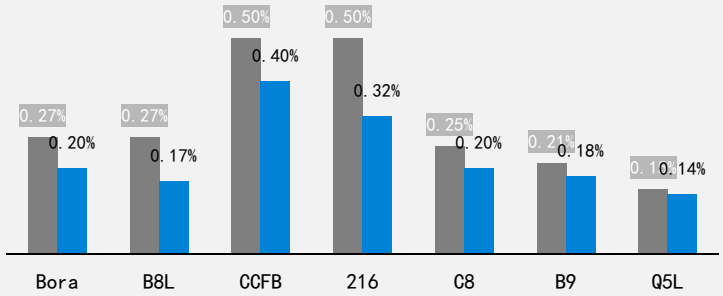
2020年单套模具维修费下降 18%



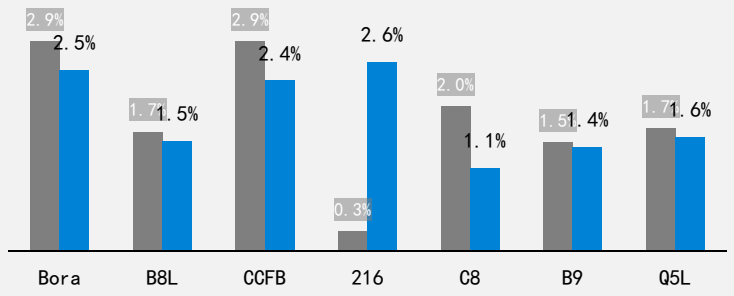
新项目备件费用占比由2%左右降低到0.5%以内



2020年车型平均废品率下降24.2%



2020年车型平均返修率下降18.2%



一 项目简介

二 项目主要技术内容和创新点

三 主要技术指标的先进性

四 项目技术成熟度及应用推广情况

五 申报专利和发表论文情况

六 经济效益分析

四、项目技术成熟度及应用推广情况

4.1 技术应用推广情况

多项技术方法已经在一汽-大众公司内部各生产基地进行推广，详见下表

由于投资限制，成形分析设备当前由长春冲压中心定期携带设备到异地工厂支持

		长春基地	成都基地	天津基地	佛山基地	青岛基地
数字化技术	形面分析设备及方法	√	√	√		√
	成形分析设备及方法	√				√
	软硬件联合应用方法	√				
	IT数字化系统	√	√	√	√	
模具智能化技术	堵废料智能识别	√	√			
	可控氮缸温度智能识别	√	√			
	无线氮气缸压力检测	√	√	√	√	√
	叠料智能识别	√	√			
	压变胶测力应用	√				
	压电测力应用	√				
	模具视觉识别技术应用	√		√		√

一 项目简介

二 项目主要技术内容和创新点

三 主要技术指标的先进性

四 项目技术成熟度及应用推广情况

五 申报专利和发表论文情况

六 经济效益分析

五、申报专利和发表论文情况

5.1 主要成果

专利（已授权4项，申报中2项）

国家实用新型专利“修边模具”
国家外观设计专利“带废料滑道实时监控界面的显示器”
国家实用新型“一种可调节的汽车铝件模具研磨器”
国家实用新型“一种具有保护功能的汽车制造用冲孔模具拆卸装置”
国家发明专利“一种模具线缆检测装置及方法”（公示期）
国家实用新型专利“一种用于氮气弹簧的压力测量装置及具有其的冲压模具系统”（公示期）

论文（已发表8篇）

冲压件网格试验相关技术及原理-锻造与冲压
一汽-大众汽车冲压车身锐棱技术发展浅谈-汽车工艺与材料
智能废料滑道监控系统的应用 模具工业
激光焊接技术在电镀模具中的应用-锻造与冲压
大型汽车覆盖件缩颈拉裂问题研究-锻造与冲压
铝冲压件生产稳定性研究-汽车工艺与材料
冲压线模具气源角度及传感器角度的设置方法-模具制造
冲翻孔一体结构出现的问题及解决方法-汽车工艺与材料

一 项目简介

二 项目主要技术内容和创新点

三 主要技术指标的先进性

四 项目技术成熟度及应用推广情况

五 申报专利和发表论文情况

六 经济效益分析

六、经济效益分析

6.1 经济指标先进性

1、各项技术经济性分析单独核算，按照停台成本、废品成本、人时成本、维修成本四个维度计算；其中，单位成本按照大线停台190元/分钟；废品平均150元/件；人时成本按照50元/人时核算年均节省成本1046万元。（后续深入推广以后的经济性暂未计算）

2、技术提升支撑新项目备件降低，年均节约成本1500万以上

单位：万元

		停台成本	废品成本	人时成本	维修成本	合计
数字化技术	形面分析设备及方法	320		45	40	405
	成形分析设备及方法		240	18		258
	软硬件联合应用方法	136		18	60	214
	IT数字化系统					
模具智能化技术	堵废料智能识别	13			6	19
	可控氮缸温度智能识别				10	10
	无线氮气缸压力检测	8	9	5	65	87
	叠料智能识别	13	6			19
	压变胶测力应用	15				15
	压电测力应用	19				19
	模具视觉识别技术应用					
技术提升支撑新项目备件降低						1500

合计：2546

汇报完毕，谢谢！