

基于DeltaLyze方法的大灯高度问题研究

苏海涛, 卢好蕊

北京奔驰汽车有限公司 北京 100176

摘要: 详细阐述了Deltalyze问题分析法——一种创新且高效的系统化方法,旨在通过一系列规范的步骤和工具快速识别问题的根本原因,提出解决方案并有效验证。该理论依托坚实的数理统计基础,结合博弈策略,为问题的诊断和解决精准分析方向,直击问题核心,有效避免了反复分析验证而带来的资源无效消耗。选取了生产线大灯高度批量问题作为案例,全面展示了Deltalyze1方法的应用流程、工具选择和实际效果。通过对这一具体问题的深入分析和有效解决,证明了Deltalyze1方法在提升产品质量和客户满意度方面的显著效果,是制造企业在生产质量管理中不可或缺的工具。该法因其系统化、科学性和标准化特性,为制造类企业在快速响应市场变化、增强竞争力方面提供了有力的支持,为制造类企业构建了一套可复制、可扩展的问题解决框架,助力企业快速响应市场波动,巩固并提升其在激烈竞争中的优势地位。

关键词: 大灯高度考核; Deltalyze; 敏捷问题分析

DOI:10.16173/j.cnki.ame.2024.11.007

Deltalyze是戴姆勒自研的一套规范、科学且敏捷的问题分析法。该方法本身利用逻辑策略和简单的统计方法来实现逐渐并快速地将根本原因剥离出来。实现分离主因,即逐步、快速地分离出对问题影响最大的根本原因。通过对比极端的好和不好的零件决定事实和数据基础,从而进行统计的排除方法,主要原因会被测试验证。

该方法主要遵从DFAPPIL的V模型,从问题开始、迈向最后实现解决得过程。如图1所示,左侧主要是问题→主因,右侧是主因→解决。

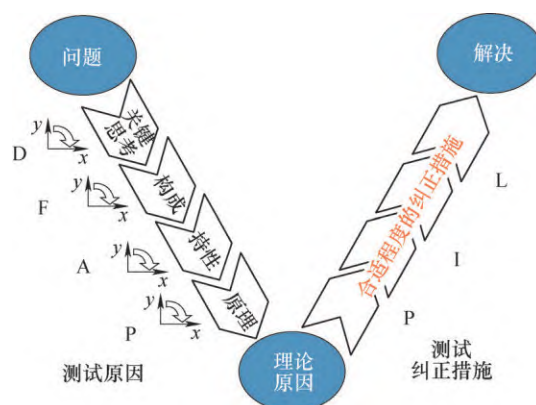


图1 方法V模型

具体过程主要分为六大步骤：问题定义、缺陷描述、问题分析、试验过程、优化改进和经验总结。每个步骤都有清晰的目的和一些工具方法辅助达成每个步骤的目的。

大灯高度问题解决

大灯来件出厂高度会预设某一固定高度，经过装配在车辆，大灯和机盖、翼子板、前杠的匹配会进行再调整，会出现每辆车的大灯高度都不一样，因此再在底盘线下线后需要对大灯高度测量并进行100%调整。

正常情况，不应该出现大灯高度不合格情况，但在Voca成车抽检考核时发现部分车辆在公差临界甚至超差的情况。

Deltalyze1 方法可以快速定位问题根源，通过问题定义→缺陷描述→原因分析→原因验证→改进→总结，彻底解决问题。

1.问题定义

该步骤主要明确并定义问题，对问题进行初步调研，清晰描述问题，并确定项目目标，本项目采用定义树工具实现，如图2所示。

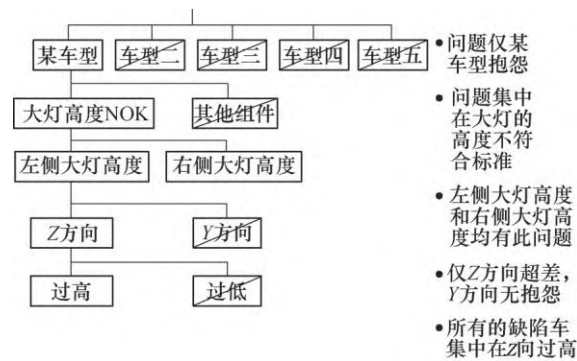


图2 问题定义树

问题树的第一层级为车型和产线，第二层级是问题组件，第三层级是问题范围，第四层级是具体方向，第五层级是具体问题。自上而下，层层递进，最终锁定问题的具体定义：分析并解决某车型左右两侧大灯Z向高度过高问题。

2.缺陷描述

缺陷描述同样用决策树来进行描述，如图3所示。缺陷树的第一层级为问题特性，不同的特性采用不同

的分析方法，大灯高度问题是特征问题。第二层级为具体的缺陷特征，高度过高。第三层级为Z向过高。第四层级为测量工具和方法，此问题为用10m墙进行测量。

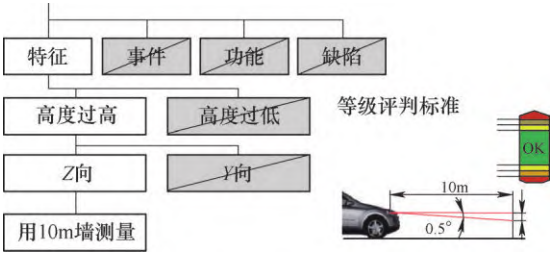


图3 缺陷描述树

Deltalyze1 方法和传统其他分析方法的最大的区别是通过对分析快速定位主因。故而更为高效和更适合生产线快速分析问题。主要的工具就是对照表。

对问题Y的各个对照组进行描述，并创建合理的补充图表用于说明各组对照的情况。具体操作步骤为从最小的对照组开始对各个分组进行描述。对各组的对比情况进行标注（未知、大的区别、小的区别、没有区别或者无法实施）等；以图表的形式呈现出对照的走势和参数（例如柏拉图，多变量图以及分布图等），确定最有意义的对照组。

本项目从车型、工厂、产线、相关零部件及工艺进行对照分析，具体见表1。

表1 题相关因素对照表

对照组	对比情况
考核标准对比	<div>☒ 大</div> <div>☐ 小</div> <div>☐ 未知</div> <div>☐ 不适用</div>
考核方法对比	<div>☒ 大</div> <div>☐ 小</div> <div>☐ 未知</div> <div>☐ 不适用</div>
产线对比	<div>☐ 大</div> <div>☒ 小</div> <div>☐ 未知</div> <div>☐ 不适用</div>
车辆稳定性对比	<div>☐ 大</div> <div>☒ 小</div> <div>☐ 未知</div> <div>☐ 不适用</div>

通过对问题的几个重要影响因素的信息收集，迅速锁定产线差异和测量系统的差异是问题的关键差异点。从而确定了下一步分析的主要方向。

3.测量系统验证

Youden 图是一个图形工具，通过产品或工艺的波动 ΔP 以及测量偏差 ΔM 的计算来评估测量过程。

样本需满足以下条件：

- 1) 样本数据必须包含30个随机测量点。
- 2) 30个测量点不等同于30个测量零件。
- 3) 每个测量点/零件两次测量（随机顺序，完整测量过程，如夹具的使用等）。

当 $\Delta P / \Delta M \geq 6$ ，测量系统通过测试。本项目选择天窗平顺度区域8个考核测量点，测量5辆车，每辆车重复测量两次，共80个测量点参与计算，如图4和图5

所示。

从分析结果可以看出，成车抽检考核测量系统结果 > 6 ，系统可靠。在线测量系统两侧的结果均 < 6 ，不可靠。因此，结合前面contrast表格的结果，可以得出结论：在线测量系统不可靠，需要优化。

GageR&R是测量系统分析的非常重要的工具，主要用于评估测量系统的准确性和可靠性。主要从两个维度——重复性（Repeatability）和再现性（Reproducibility）进行评估和分析，为改进测量系统提供依据。

在线测量系统是每条线配备一台设备，对车辆进行100%测量，3个加工人分别负责3条线。因此需要进一步对在线测量系统进行深度分析，确认是设备问题、操作员操作问题，还是车辆问题。使用GageR&R工具进行深度分析。随机选取30辆车，10辆车进入1线

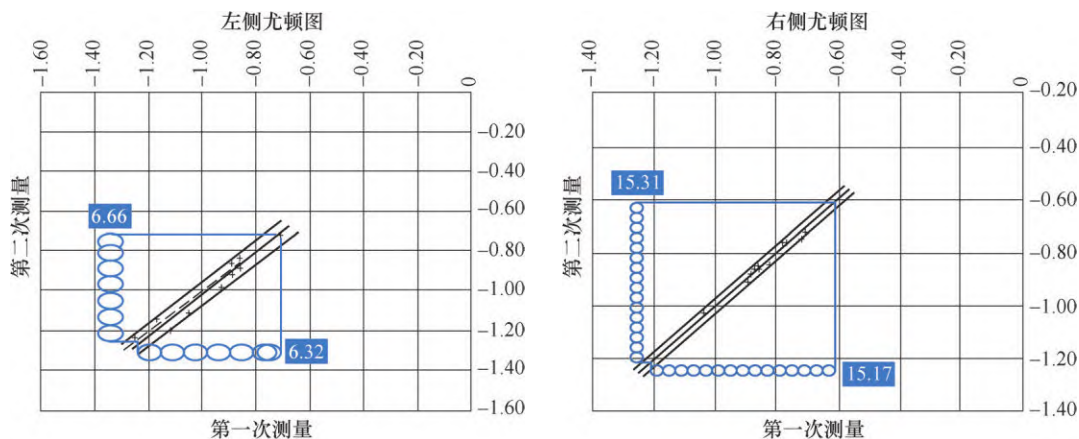


图4 成车抽检考核测量系统分析结果

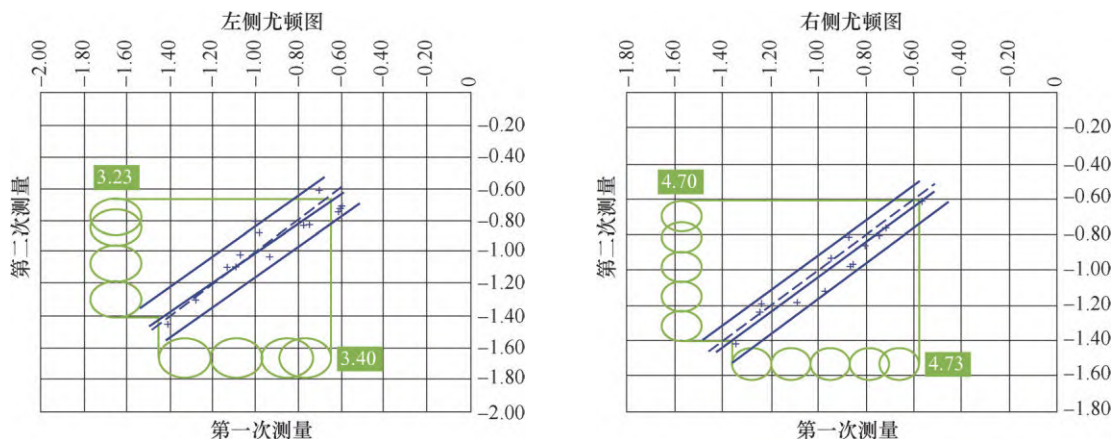


图5 在线测量系统分析结果

测量、调整，绕产线一圈再回来进入1线重复测量。2、3线类似。共得到左侧大灯60组数据，右侧大灯60组数据，使用GageR&R可以得到结果如图6所示。从结果可以看出左侧大灯在线测量系统的问题主要集中在再现性上，三条产线测量差异较大。

对右侧大灯数据分析得到结果如图7所示。从结果可以看出右侧大灯在线测量系统的问题也是集中在再现性上，三条产线测量差异较大。

前大灯在线调校设备是和四轮定位仪检测系统集成在一起的大型系统，经过与供应商沟通，最终确定通过设备补偿参数进行修正。

本项目经过分析，主因是测量系统，因此步骤分

析部件特性和步骤分析物理特性就不需要进一步分析了。直接进入下一步识别根本原因。

4.识别根本原因

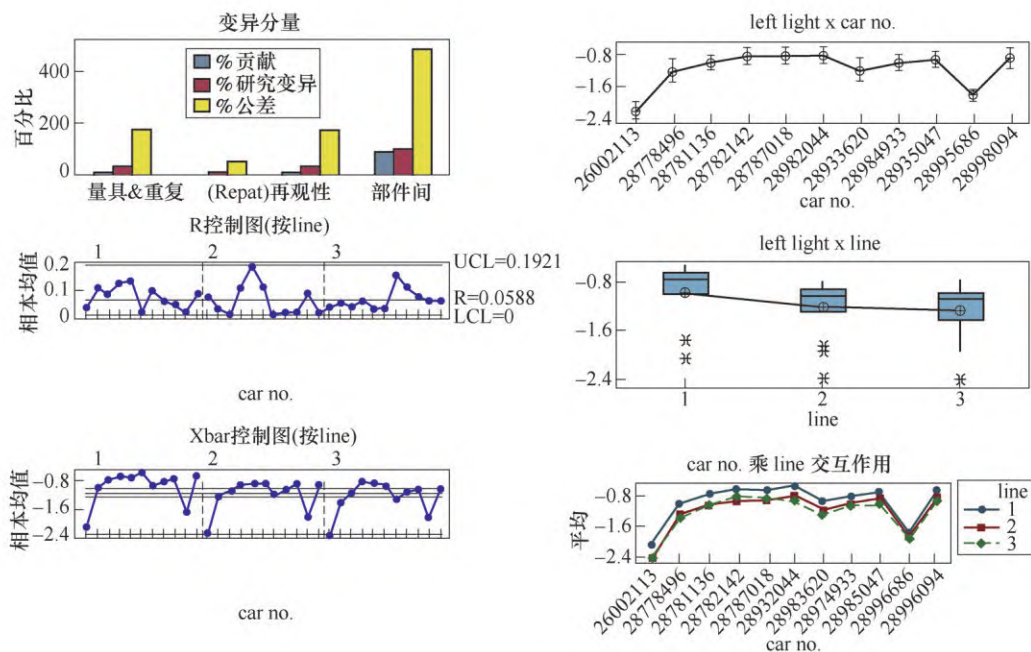
分析树是该步骤的一个重要工具，在一个文档中记录从主Y模式到主X的收敛，在整个项目中持续更新。第一个分支始终与测量系统及其过程能力相关（ Δ 产品/过程 VS Δ 测量过程），验证分支，结束确认主要原因（主X）。该项目收敛的主X是飞行滚边第四步X向折边工艺参数调整，如图8所示。

通过此分析树，可以清晰地看到3条在线测量设备的参数偏移引起了在线测量设备和成车抽检考核测量

Left light的计量R&R(方差分析)报告

量具名称:
研究日期:

报表人:
公差:
其他:



来源	标准差 (SD)	研究变异 (X SD)	%研究变异 (XSV)	%公差 (SV/Toler)
合计量具 R&R	0.177608	1.06565	34.33	177.61
重复性	0.052657	0.31594	10.18	52.66
再现性	0.169623	1.01774	32.78	169.62
line	0.162694	0.97616	31.45	162.69
line*car no.	0.047987	0.28792	9.27	47.99
部件间	0.485948	2.91569	93.92	485.95
合计变异	0.517388	3.10433	100.00	517.39

可区分的类别数 = 3

图6 左大灯GageR&R分析结果

right light的量具R&R(方差分析)报告

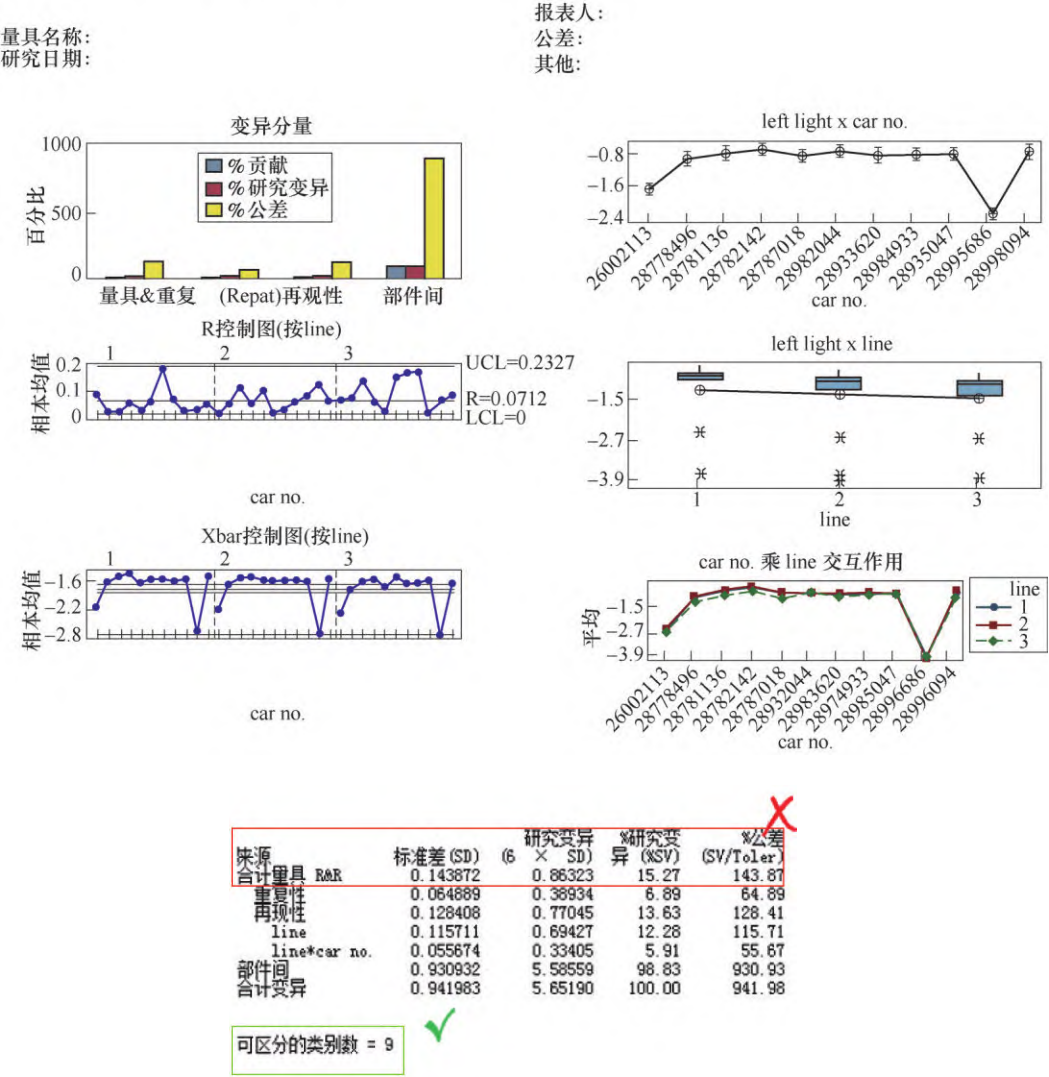


图7 右大灯GageR&R分析结果

系统的差异是此问题主因。

5.优化改进

优化改进步骤包含通过公差平行四边形确定合适的公差范围，如图9、图10所示。对于本案例无需此步骤。

根据成车考核测量的均值结果，对在线设备参数进行修正。验证得到结果如图11、图12所示。可以看到，修正后3条线的设备检测结果基本一致。调取成车大灯考核数据，可以看到在实施优化措施后，考核数据质量稳定，达到了项目目标。

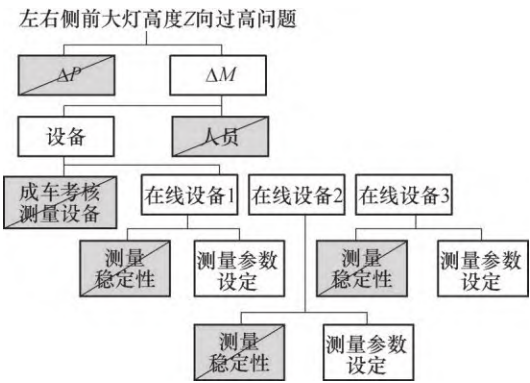


图8 分析树

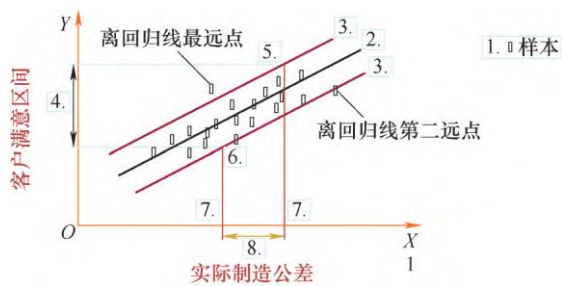


图9 线性模型公差计算

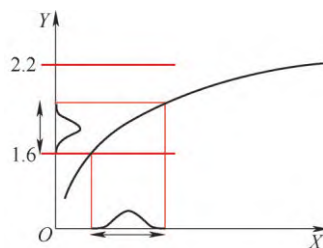


图10 非线性模型公差计算

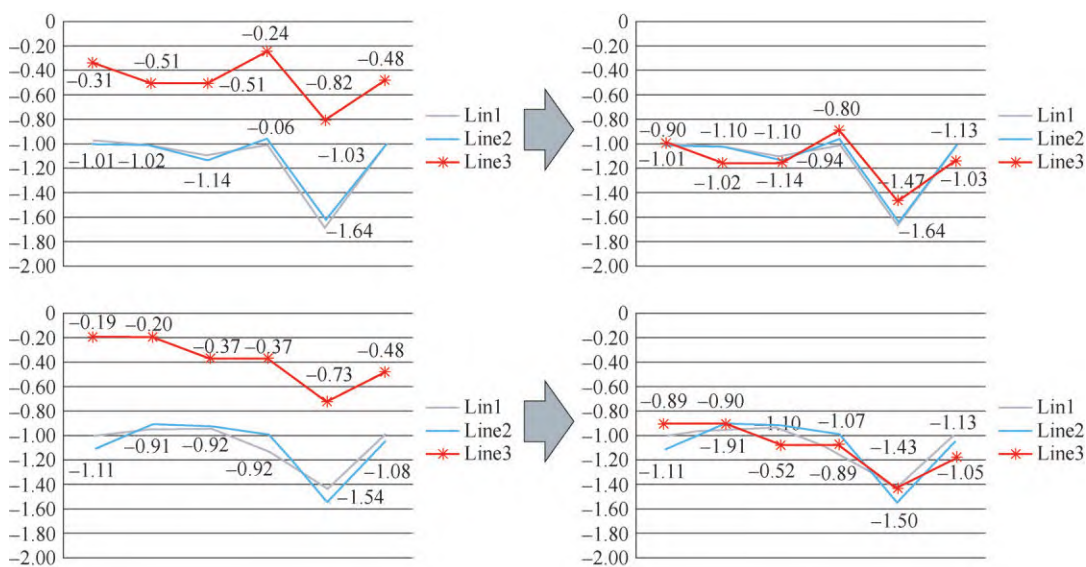


图11 静态大灯修正后测量结果

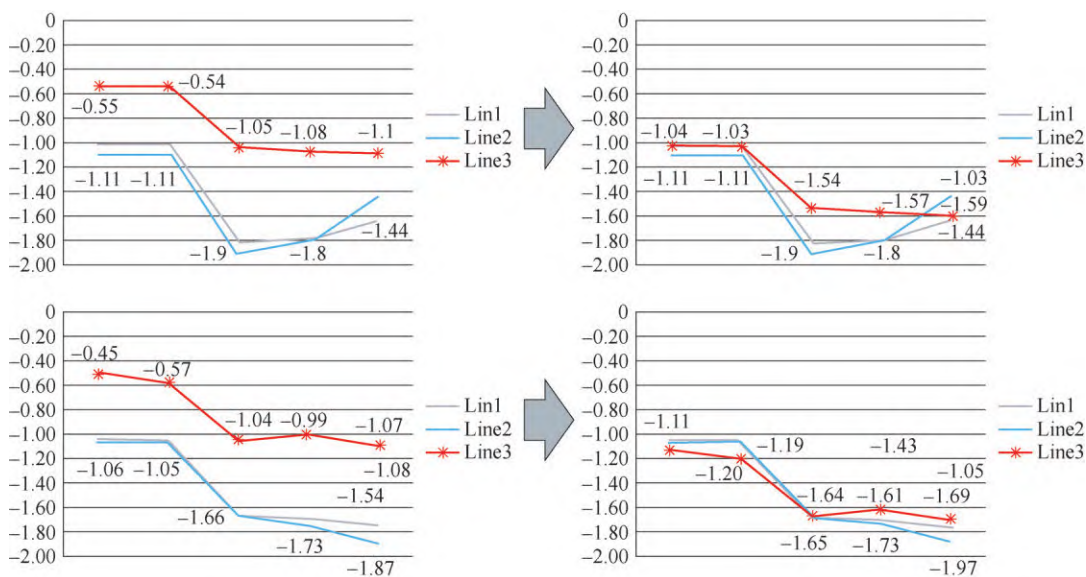


图12 动态大灯修正后测量结果

6. 经验总结

项目结束，需要对项目进行经验总结，并分享到其他产品和工艺中。该项目总结结论是需要对成车考核数据进行日常监控，根据过程工艺质量，当稳定性时，进行预警，对在线测量系统参数修正。该经验可以应用于在线所有车型。

结语

本文深入探讨了Deltalyze1方法在有效解决产线前大灯高度超差问题中的创新应用，系统而详尽地剖析了该方法从启动至实施的每一个关键环节，以及其中所运用的核心工具与技术手段的具体操作方式与成效展现。Deltalyze1方法以其敏捷的反应机制、科学的分

析逻辑和高效的问题解决能力脱颖而出，其有效性已在一系列广泛而深入的实践案例中得到了充分验证。

此方法不仅为制造类企业提供了一套行之有效的问题解决范式，更是在提升生产精度、优化工艺流程、增强质量控制能力等方面展现出了非凡的潜力与价值。它不仅是技术进步的体现，更是企业转型升级、迈向智能制造的重要助力，对推动整个制造行业的持续健康发展具有深远的指导意义。技术难点主要来自Cubing的技术要求、基准要求、安装方法和检测方法等，由于前期数模的设计和链接结构设计均在德国完成，在组装前就需要依据数模推演和分析，从而制定合理的组装方案。**AUTO1950**

（上接第38页）

面仍需要较大进步。

2) 多数激光熔覆研究采用的均是平板基体作为实验基板或模型，实际工业加工中出现的并非全是平面基板，对于非平面基体激光熔覆成形的实验研究与数值模拟需要进行进一步的研究。

3) 激光熔覆数值模拟大多针对温度场和应力场仿真，针对流体仿真的较少。

4) 激光熔覆过程涉及的因素众多，模型预测的结果与实际实验结果还有一定的偏差，并且对于激光熔覆结果的预测多为形貌尺寸，对于力学性能的预测较少。

参考文献：

- [1] 陈冠秀，安立周，王硕，等. 激光熔覆技术的研究概况及其发展趋势[J].2022, 35 (5) : 15-18, 41.
- [2] 赵宇擎，赵作福，潘忠旭，等. H13钢表面激光熔覆的研究现状[J].2023, 43 (1) : 11-14.
- [3] 顾建强. 激光熔覆残余应力场的数值模拟[D]. 浙江工业大学, 2010.

- [4] Parisa Farahmand, Radovan Kovacevic. Laser cladding assisted with an induction heater (LCAIH) of Ni-60%WC coating[J]. Journal of Materials Processing Technology, 2015, 222: 244-258.
- [5] 海渊. 激光熔覆Ni基WC涂层裂纹形成机理研究[D]. 哈尔滨工业大学, 2022.
- [6] 黄国顺，金康宁，陈平. 激光熔覆IN718合金温度场和应力场数值模拟[J]. 润滑与密封, 2022, 47 (11) : 75-81, 147.
- [7] 吴侯，马朋召，白文倩，等.不同扫描策略下316L/AISI304激光熔覆过程中温度场-应力场的数值模拟[J].中国激光, 2021, 48 (22) : 18-29.
- [8] Ansari M, Razavi R S, Barekat M. An empirical-statistical model for coaxial laser cladding of NiCrAlY powder on Inconel 738 superalloy[J]. Optics & Laser Technology, 2016, 86: 136-144.
- [9] 温海骏，孟小玲，许向川，等. 基于神经网络和遗传算法的激光熔覆工艺参数多目标优化[J].2019, 39 (5) : 734-740.**AUTO1950**