

火”“电热毯正确使用”等；夏季重点围绕“电动车充电防火”“易燃易爆物品安全储存”等；春节、元宵节等重点围绕“燃放烟花爆竹安全”“家用用火用电安全”等，分层分级，动态调整，做到“宣传内容因群众所需、因场景而施”，提高知识针对性、实用性。

4.2 融合传统与新兴手段，增强宣传教育吸引力

一方面，创新线下互动模式。在基层阵地设立“消防宣传小站”，社区、村委会利用闲置空间设立“消防宣传小站”，摆放消防知识宣传单、消防宣传手册、灭火器等，供群众浏览学习；农村、城郊社区定期举办“消防大联欢”，设立消防知识竞赛问答、灭火器使用培训演练、逃生模拟演练等，邀请群众参与竞赛，赠送小礼品；对老人、行动不便人员开展“上门式”消防宣传，消防人员上门讲解家庭防火常识，排查火灾隐患，传授逃生技能。

另一方面，延伸线上宣传阵地。充分运用短视频、社交软件等新媒介新手段，打造群众喜闻乐见、短小精悍的碎片化宣传产品：在抖音平台、快手平台等开设“基层消防小课堂”账号，每天推送1-3分钟消防知识技能“情景剧”“动画”“真人秀”等短视频；依托社区微信群、农村“大喇叭”广播等开展“火场逃生线上演习”，群众根据语音提示模拟火场逃生，增强自救互救技能；开发“消防知识线上测试”小程序，设置不同人群的“消防题库”，群众通过答题闯关，答对即可获得消防文创小礼品^[5]。此外，注重推动宣传形式创新，纸质宣传单升级为“活页夹”，宣传单上嵌上二维码，群众扫码即可收看知识视频，还可进行在线答题；横幅式宣传墙升级为“滚动警示屏”，在社区、农村人口密集的路段设置LED屏，播放火灾事故教训、防火注意事项等内容，根据季节、节点滚动播放。通过多形式创新，使消防宣传工作真正让基层“被动灌输”转化为“主动汲取”，增强群众学习意愿和学习效果。

4.3 强化协同与保障，构建长效推进体系

一是健全多方协作机制。理顺政府、消防部门（单位）、基层组织、社会力量的职责定位，构建“政府主导、消防指导、基层组织、社会力量”的工作机制：政府拟定基层宣传教育培训计划，纳入基层社会治理工作范畴部署，统筹部门工作；消防部门（单位）负责指导培训基层宣传员开展工作，制定基层宣传内容标准，街道、社区、村委实施宣传，因地制宜开展相关活动；聘请消防志愿者、社会组织等协助开展宣传工作，通过购买服务、志愿服务等充实基层宣传力量。同时，建立定期沟通会制度，每月召开各主体参与的协调会议，汇报工作，发现问题及时交流，避免“各自为战”。

二是强化经费保障能力。强化消防基层宣传经费保障，

将宣传经费纳入地方财政预算，确保稳定、充足地用于购置宣传装备器材、制作宣传材料、开展人员培训等；强化基层宣传人员培训，消防部门每季度组织一次基层宣传人员学习，学习消防知识更新、消防宣传技巧、组织活动技巧等内容，提升基层宣传人员素质；将消防宣传资源下沉至基层，将VR消防体验馆、车载消防宣传车等消防宣传资源下放到基层，定期组织消防宣传队赴社区、农村开展宣传，让基层群众在家门口就能享受到沉浸式教育。

三是注重考核激励。将基层消防安全宣传教育工作列入各地政府绩效考核，纳入基层组织评先评优指标考核，如宣传活动开展次数、群众知晓率、隐患排查数量等，避免出现“宣传说起来重要、做起来不重要”；建立基层群众对宣传教育工作的评价体系，通过问卷、电话回访等方式对工作满意率进行调查，纳入考核指标；对基层开展消防安全宣传教育工作成效显著的单位和个人进行表彰激励，授予“消防宣传示范社区/村”等称号或发放奖金，激发各单位、个人工作积极性；通过机制完善为基层消防安全宣传教育工作提供有力的组织保障、资源保障和动力保障，使工作提升方式长效化、有力度。

5 结语

基层消防安全宣传教育是夯实社会公共安全底线的根基性工作，其成效直接关系人民群众生命财产安全与和谐社会稳定。当前，基层消防安全宣传教育成效凸显，但仍然存在针对性不足、形式吸引力不足、机制保障不到位等影响其发挥“预防为主”作用的问题。基层消防安全宣传教育要做到“内容有针对性、形式有丰富性、机制有保障性”，立足需求、立足场景、立足长效，让消防安全知识入脑入心、推动基层群众提升消防安全意识和应急处置能力、将火灾消灭在萌芽状态，为基层社会治理和公共安全提供坚实的消防安全宣传教育保障，为推动更高水平的平安中国、法治中国建设贡献力量。

参考文献

- [1] 倪旭萍.基层社区消防安全宣传教育方式调研分析——以温州市为例[J].消防界(电子版),2020,6(16):40-42.
- [2] 刘疏桐.加快基层消防安全综合治理体系建设的思路——以保山市隆阳区为例[J].今日消防,2024,9(06):141-144.
- [3] 许晋阳.基层消防安全治理工作调查分析[J].中国消防,2023,(S1):9-11.
- [4] 邵介.自媒体时代消防安全宣传新思路探究[J].今传媒,2023,31(02):15-18.
- [5] 张劲松.G市基层消防安全治理存在的问题及对策研究[D].吉林大学,2023.

Analysis and control optimization of the correlation between the verification and trial production quality of main inspection tools for automotive parts

Yangang Wang

Quality Management Department, Technology Center, Anhui Jianghuai Automobile Group Co., Ltd., Anhui, Hefei, 230031, China

Abstract

The dimensional accuracy and assembly consistency of automotive parts are directly related to the overall performance and safety reliability of the vehicle. As the core tool for quality control, the verification accuracy of the main inspection tool has a crucial impact on the quality performance during the trial production stage. Based on statistical analysis and systems engineering methods, this paper studies the coupling mechanism between the error transmission of the main inspection tool and the quality of the trial production. Through regression analysis of the trial production data of typical components such as the subframe and the instrument crossbeam, it reveals the correlation between the inspection tool error and defects such as dimensional mismatch and welding offset. The research proposes a closed-loop optimization model of “verification - monitoring - feedback”, and builds a quality collaboration system composed of tool design verification, measurement system analysis (MSA), process capability (CPK) control and digital traceability, providing an effective path for improving dimensional stability and manufacturing consistency in the trial production stage.

Keywords

Main inspection tool verification; Trial production quality; Dimensional deviation; Measurement system analysis; Quality control optimization

汽车零部件主检具验证与试制质量关联性分析管控优化

王沿钢

安徽江淮汽车集团股份有限公司技术中心质量管理部, 中国·安徽 合肥 230031

摘要

汽车零部件的尺寸精度与装配一致性直接关系到整车性能与安全可靠性。主检具作为质量控制的核心工具,其验证精度对试制阶段质量表现具有关键影响。本文基于统计分析与系统工程方法,研究主检具误差传递与试制质量的耦合机制,并通过对副车架、仪表横梁等典型零部件试制数据的回归分析,揭示检具误差与尺寸失配、焊装偏移等缺陷的关联。研究提出“验证—监控—反馈”闭环优化模型,构建由检具设计验证、测量系统分析(MSA)、过程能力(CPK)管控及数字化追溯组成的质量协同体系,为提升试制阶段的尺寸稳定性和制造一致性提供了有效路径。

关键词

主检具验证; 试制质量; 尺寸偏差; 测量系统分析; 质量管控优化

1 引言

在汽车制造领域,零部件尺寸精度、结构一致性与装配协调性是决定整车性能与用户体验的核心要素。作为关键检测设备的主检具,不仅承担零部件几何尺寸与装配关系验证的重要职能,更在新车型试制与批产切换阶段承担着“质量关口”的角色。随着汽车零部件轻量化、复杂化与模块化程度不断提高,传统检具验证方法在精度保持、数据追溯及误差分析方面暴露出局限,难以支撑数字化制造与智能检测

的质量要求。当前汽车制造企业普遍存在主检具验证过程标准化不足、测量数据不一致、误差溯源困难等问题,导致试制阶段零件偏差频发、验证周期延长及成本上升。研究检具验证精度与试制质量之间的关联规律,构建科学的质量控制模型,对于缩短产品验证周期、提升零部件一致性及优化制造体系具有重要意义。本文基于主检具验证数据与试制测量样本的关联分析,探讨检具误差传递机制、验证结果对试制精度的影响规律,并提出系统化的过程控制与闭环优化策略,为汽车零部件制造提供理论与实践支撑。

【作者简介】沿钢(1980-),男,中国安徽宿州人,高级工程师,从事试制验证质量管理研究。

2 主检具验证与试制质量的关联机理

2.1 主检具在零部件试制过程中的作用

主检具是汽车零部件几何精度验证与装配校准的核心工具，其设计结构、检测基准布置及制造精度直接决定了试制质量控制的科学性与可靠性。检具通过模拟整车装配状态，对定位孔、装配面及关键尺寸进行几何精度检测，确保零部件在装配过程中能够准确复现设计基准。尤其在新车型开发和样件验证阶段，主检具的检测数据往往成为评估零部件设计合理性和制造能力的主要依据。若检具存在基准偏移或制造误差，可能导致检测结果系统性偏差，使试制数据出现“假合格”或“假失效”现象，影响装配匹配度及整车性能。因此，主检具不仅是质量控制工具，更是设计验证与生产衔接的技术纽带。

2.2 检具验证误差的来源与传递路径

检具验证误差的来源可分为制造误差、装配误差与测量系统误差三类。制造误差主要包括加工精度不足、基准孔定位偏差及结构件变形；装配误差多出现在检具组件间隙、紧固力不均及装配基准不一致等方面；测量系统误差则受到仪器分辨率、温度波动及操作一致性等因素影响。通过误差传递分析可发现，主检具几何误差会在检测过程中形成系统偏差，导致零部件尺寸波动扩大。例如，当检具基准孔偏差超过 $\pm 0.03 \text{ mm}$ 时，零件平行度与垂直度指标易超出设计公差。误差在传递过程中呈叠加效应，对试制件的几何精度和装配一致性造成连锁影响，成为质量波动的潜在根源。

2.3 试制质量偏差的表现与特征分析

试制阶段的质量偏差主要表现为孔位偏移、焊接变形、装配干涉及表面轮廓误差等，这些问题在统计意义上与检具验证误差呈显著相关。通过多变量线性回归分析发现，主检具定位误差每增加 0.05 mm ，试制零件装配偏差平均增加 0.07 mm ；当测量系统重复性与再现性（R&R）超过 10% 时，试制件合格率下降约 8%。此外，工装温度漂移及检具刚性不足也会加剧尺寸波动。数据表明，检具精度水平与试制件的尺寸稳定性呈强相关关系（相关系数 $r > 0.9$ ），说明提升主检具验证精度可有效降低尺寸偏差、提高试制一致性。这一规律为优化检具设计及完善试制阶段质量控制提供了明确的技术依据。

3 检具验证与试制质量的关联性分析

3.1 数据采集与统计建模方法

为量化主检具验证误差与零部件试制质量之间的关联性，本文以某主机厂仪表横梁检具项目为研究对象，采集 10 套主检具的验证数据及 100 件试制件的尺寸检测结果。数据覆盖基准孔位置、定位销间距、装配面平面度等关键参数。通过统计分析软件 Minitab 建立相关性模型，采用皮尔逊相关系数法（Pearson r ）与偏最小二乘回归（PLSR）法对检具基准误差、孔距偏差与零件尺寸稳定性之间的线性与

非线性关系进行拟合。结果以过程能力指数（CPK）为评价指标，量化检具验证精度对试制件一致性的影响。

3.2 误差耦合模型与敏感性分析

为揭示不同误差源对试制质量的影响程度，本文构建“检具基准误差—零件尺寸偏差—装配偏差”的三层耦合模型，并采用方差分解法进行贡献率计算。结果显示，检具基准误差对试制偏差的贡献率高达 41.2%，测量系统误差占 27.6%，零部件自身加工波动占 22.3%。敏感性分析结果进一步表明，检具关键定位点偏差的影响系数达 0.82，对尺寸稳定性影响显著。由此可见，控制检具关键基准点精度是确保试制一致性的首要环节。

3.3 关联性验证与结果分析

基于多批次试制数据对模型进行验证，结果表明，当主检具误差控制在 $\pm 0.02 \text{ mm}$ 以内时，试制零件的 CPK 值可达 1.67 以上，满足批量生产标准；当误差超过 0.05 mm 时，CPK 下降至 1.15，试制稳定性显著降低。统计分析结果显示，主检具验证精度与试制质量一致性呈高度正相关关系（ $r = 0.91$ ）。该模型为企业提供了可量化的评估依据，使管理者能够在量产前识别高风险检具并提前优化，实现质量风险的前置控制与工艺决策的科学化。

4 检具验证过程的关键控制要素

4.1 检具设计与制造阶段的控制

检具设计与制造是确保后续验证精度与试制质量稳定的源头环节，其科学性和规范性决定了主检具全生命周期内的精度保持能力。设计阶段应严格遵循 GD&T（Geometric Dimensioning and Tolerancing，几何尺寸与公差）标准，通过合理的定位基准布置与测量点布局，实现检具与零部件装配基准的一致性。对于复杂曲面类零件，应采用有限元分析（FEA）进行结构优化，减少热变形与应力集中对检具刚性的影响。制造阶段需使用高精度数控设备与恒温加工环境，确保关键定位点的加工误差不超过 $\pm 0.01 \text{ mm}$ 。制造完成后，应使用三坐标测量机（CMM）对检具进行全尺寸检测，验证其与设计模型的一致性。同时引入统计过程控制（SPC）方法，对加工过程中的尺寸波动进行实时监控，通过控制图与过程能力指数（CPK）分析，确保制造精度处于受控状态。

4.2 验证与复核流程的标准化

建立系统化、标准化的检具验证流程，是保证检具可靠性的关键手段。完整的验证流程应包括预验收、现场校核、功能验证与最终确认四个阶段。预验收环节主要评估检具外观、结构及制造公差；现场校核阶段需在生产环境下验证检具与零件装配的契合度；功能验证阶段通过装夹测试确认检具的检测能力与重复定位精度；最终确认阶段形成验证报告并归档。为确保验证结果的科学性，应引入测量系统分析（MSA），通过重复性与再现性（R&R）评估确保量具系统误差低于 10%。对关键检具实行双重验证机制，即设计