全面检证在新车型开发中的应用

文 | 叶梦彬，庞高磊，董红尚 · 广州汽车集团乘用车有限公司

引言

汽车新车型开发是一个复杂的过程。流程长，涉及的领域多，需要各领域、多部门联合合作推进，才能完成一个新车型项目从同步工程到量产的过程。由于流程长及涉及领域多，开发过程的管理往往容易有一些漏洞，导致直接合格率离目标总有一些差距，问题显在化存在滞后，影响新车型的量产、交付，导致后期需要花更大代价解决。

全面检证管理是一套全领域、全流程的检证管理方法。通过对涉及新车型开发的所有领域，按照新车型开发的流程逐步推进和完成所有必须的检证项目，从而实现全面、完善、有效的检证，将问题提前、全面的暴露出来，消除管理漏洞，防止问题遗留，防止滞后爆发，提升新车型开发的管理质量，提升产品的直接合格率。

通过全面检证的实施，我们在新车型开发上以车型变化点系统为单位，成立专项小组（产品、工艺、制造、PQ、VQ 等）针对新车型变化点开展了全面检证工作，强化对新车变化点充分检证，争取在 PT 阶段实现问题的全部发现，取得了不错效果。实践证明，这是一套科学、有效的管理方法，我们将在后续工作中进行全面的推广应用。

开展全面检证的目的及思路

在新车型开发过程中，我们发现如果对某一次新车型开发过程中对新车型变化点检证不够充分，前期问题未能充分暴露，没有在该解决的阶段关闭，将导致问题解决周期延长，影响新车型量产计划，同时解决成本大幅提升。而出现这种状况的原因，则是因为部分复合课题推进力度不足，未成立专项小组负责推进，导致问题存在被各部门相互推诿的现象发生，从而引发下列问题。

开展全面检证的目的

（1）希望通过全面检证的开展将新车型问题点暴露提前并加以解决。

新车型的问题不是一开始就会全部暴露出来的，他需要一个过程，这也是新车型开发的一个过程，是产品逐步成熟的一个过程。所以，这才有 PT0、PT1、PT2 的阶段划分和各种阀门的设置。但是问题的逐步暴露，会给新车型开发工作造成不利的影响，有些车型甚至到了 PT2 阶段，才突然暴露出一批问题，影响量产计划。甚至有些问题一直到量产初期才暴露出来，严重影响产品量产初期的一次合格率。所以，我们需要做到尽可能早的发现和解决问题，尽可能减少新车型开发后期出现的问题，尤其是影响大的问题。

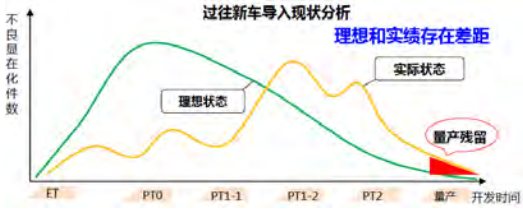

图 1 新车型问题暴露的理想状态和现实对比

（2）希望能提升一次合格率。

过往的新车型开发没有推行全面检证，各部门按照过往的管理模式推进新车型相关工作，导致 3 个车型的量产首月一次合格率偏低，未达到目标一次合格率。图 2 中 A、B、C 三车型为过往新车型，三个新车型量产首月一次合格率都未能达标，严重影响了量产出车和生产成本。D 车型是开展全面检证的首款车型，量产首月一次合格率即超过 90%，达成一次合格率目标。事实证明，通过开展全面检证，是可以有效提升量产初期整车一次合格率。

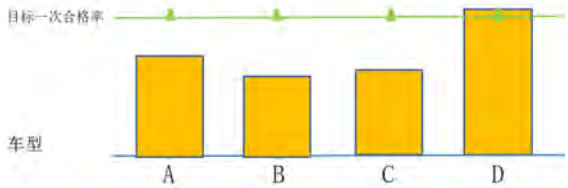

图 2 全面检证开展前后新车型量产首月的一次合格率对比图

全面检证的思路

为了解决过去新车型开发问题暴露的滞后，尽可能早的发现和解决问题，甚至将问题消灭在萌芽状态，我们需要找出一套管理方法，将新车型的设计阶段（新车型的设计目标功能、结构变化）、新车型的工艺实现方案阶段（产品实现和落地的可行性）、各装配零件的来件素性保证阶段（精度、状态等）、制造装配过程阶段（制造和装配的质量及一致性）、整车的质量检证阶段（整车的质量、耐久性）的所有技术工作，进行全面检证，从新车的产品、工艺、零件、制造、整车品质检查各个环节全面贯通，全流程、全领域问题点显在化检证，来实现“未然防止”和“流出防止”，保证产品、项目开发成功。这就是全面检证的思路来源。

通过对新车型同步工程——SOP 阶段质量体系的全面检证，可以实现在试制阶段提前发现问题或者发现潜在风险，并加以解决，从而确保有足够的时间周期去解决问题，达到提升量产初期的一次合格率的目的。

全面检证的开展方法

全面检证，包括对产品领域、工艺领域、整车制造、SQP 及整车质量方面进行全面的检证。

新车型开发的全面检证分为两个阶段：同步工程、数模检证阶段和 PT 阶段实物检证阶段。同步工程、数模检证的目的是在数模状态下进行风险评估，确认新产品落地的可行性，重点确认工艺约束及过往 SA 关闭情况，并对新产品数据进行评审，依靠人对数模和图纸进行检证，依据各检证表，仿真分析来发现问题，预先发现可能存在的问题，将问题防止于未然。PT 实物检证是在 PT 阶段对新车型各零部件进行品质、功能、装配性和整车品质等各方面的评估分析，确保尽早发现问题和解决问题，防止问题带入量产或在量产期爆发。

八大问题（表 1）是根据汽车行业行业特点、新车型开发的流程及多年经验总结出来的确保工作质量的八个根本性问题，是开展全面检证的基础。各领域、各部门在八大问题的基础上，结合各领域的工作特点，引申出本领域各阶段需检证的各种问题。再结合本领域各阶段工作实际，编制出一整套行之有效的全面的标准化检证文件。依据检证文件逐阶

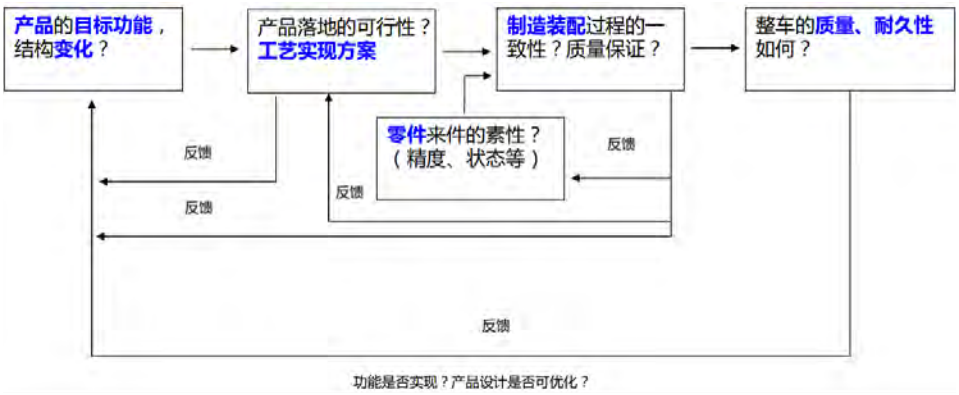

图 3 全面检证的思路

表 1 全面检证的八大问题

领域	回答问题点
产品领域	1 有什么变化点
	2 目标实现功能
工艺领域	3 产线可行性
	4 工艺可行性
整车制造	5 作业可行性
SQP	6 零件素性
整车质量	7 静态质量
	8 整车零件耐久性

表 2 冲压全面检证的十三个问题

维度	检证阶段	回答问题点	主导	协助
产品结构	ET 前及 ET	有什么变化点	PE	研究院
		工艺约束 SA 是否满足	PE	研究院
		零件刚性如何	PE（单品）	研究院
			WP（白车身）	PE
		可否采用四新工艺	PE	研究院
工艺结构	ET	工艺可行性如何	PE	研究院/PR
		模具结构可行性如何	PE	PR
		精度控制如何	PE	研究院
		设计生产效率如何	PE	PR
模具质量	ET 及 PT	铸件质量如何	PE	
		模具良品条件如何	PE	PR
品质培育目标	PT 及 SOP	零件素性达成如何	PE	PR
		生产效率达成如何	PE	PR
		成本节约达成率	PE	

段、逐项对整车、对各零部件相关问题进行一项一项的逐项分析检证，确保检证的全面，确保发现问题及潜在风险的及时，确保解决问题的及时、有效。这是全面检证的基本方法。

全面检证必须打通领域障碍，对产品进行全领域、全方位检证，确保符合要求。在正式接收到新车型数模和图纸后，将整车系统单元化，按照不同机能、性能对零件进行分类，以重点零件为单元，成立专项检证小组，明确小组长和成员，明确责任，对重点零件开展检证。对照技术文件要求进行检证，分析并确认结果，回答八大问题。

冲压领域的全面检证

冲压领域开展全面检证的思路如图 4。

冲压全面检证需回答十三个问题。

全面检证使贯穿在整个新车型开发过程中的，因而全面检证的开展须随着新车型开发计划的推进而推进（图 5）。全面检证结合新车型项目开发大日程，从产品结构、工艺结构、模具质量和品质培育这四个维度对侧围零件进行检证，全面回答开发过程中的十三大问题。

冲压领域数模阶段的全面检证：检证内容包括产品结构检证和工艺结构检证两个部分。产品结构检证主要做产品结构变化点分析、工艺约束条件及 SA 分析、零件刚性分析、四新工艺分析等。产品结构变化点分析主要检证零件的造型特征有什么新特点，有什么难点，预估工序数，零件尺寸分析等。工艺约束条件检证主要分析检证其是否满足生产工艺的各种条件，如生产线自动化，压机等，以及消除以前出过的问题现在再发的风险。零件刚性分析主要分析检证零件刚性。四新工艺分析分析其新变化、新工艺、创新技术、使用新材料等。

工艺结构检证主要分析工艺可行性、模具结构设计、精度控制、生产效率等 4 个方面的检证，分析工艺可行性、模具结构可行性，精度和效率能不能达成目标等。

冲压领域 PT 阶段的全面检证：冲压领域设计的主要是单品，相对简单一些，PT 阶段的检证，主要检证工装质量、产品质量、装配质量、效率和成本。工装质量检证以模具为主，包括零件台车、自动化装置等，要确保工装质量满足量

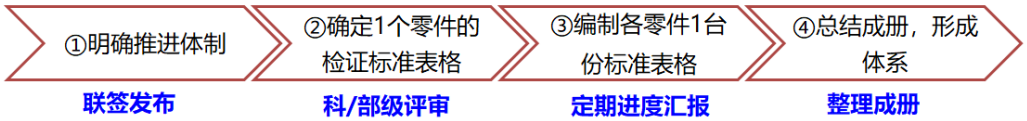

图 4 冲压领域开展全面检证的思路

图 5 全面检证的开展

产要求；产品质量检证包括冲压件的精度、面品、变薄率等；装配质量检证整车装配品质，这个项目跟其他部门关联，要配合好其他部门，联合开展品质确认，解决整车装配中出现的各种问题；效率和成本检证生产效率和投资成本。

焊装领域的全面检证

焊装工艺全面检证项目分为工艺约束、SA 要件、虚拟验证、方案数据、文件标准、实物、问题点、规格检证 8 大类 54 项检证项目；其中包括 12 项涉及其他领域检证项目，如翻边高度角度检证项目（冲压）、焊接拉扯工程变量检证（尺寸）、钣组钣材检证（材料领域）等。

焊装的每一个总成部件都是有分总成组成的，分总成又是由单件、配套件构成，焊装全面检证采用分层级检证的方式开展。以侧围总成为例，如图 6。

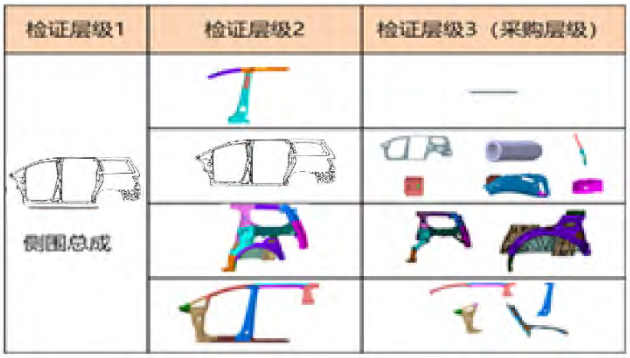

图 6 侧围总成的分层检证

按照总成、分总成、零部件，分别根据全面检证的 8 大问题，制定检证项目清单，并一一加以检证、落实，防止问题出现。

焊装领域全面检证的开展思路如图 7。

焊装全面检证包括：(1) 产品变化点检证：结合可研前提，相同产线前提的同平台 / 同级别产品数据对比，判断产品是否存在新结构、新工艺。(2) 工艺约束及 SA 检证：打开工艺约束检证清单及 SA 检证清单，通过新车型数模与检证清单检证要点进行比对。(3) 虚拟检证，包括生产线通过性检证、装配数及内外作分析、可达性检证、涂胶检证、节拍校核、包边检证、外观焊点检证、工装共用可行性检证等：通过电脑数据分析检证。(4) 数据及方案检证，包括工艺方案检证、工装方案检证、电气方案检证、工装设备验收检证。(5) 文件标准检证。(6) 实物及试制问题检证。(7) 规格一致性检证。(8) 设备检证。(9) 强度检证。

涂装领域的全面检证

涂装领域主要负责外观面（A/B 级面）烘烤变形检出，这也是全面检证开展之前涂装的主要检证项目。这种工作方法对涂装的其他品质及其相关工作项目重视不够，无法满足当前的全面检证的要求。要建立起涂装以重点零件 / 总成为单位的全面检证体系，开展工艺约束 /SA 检证、前处理电泳

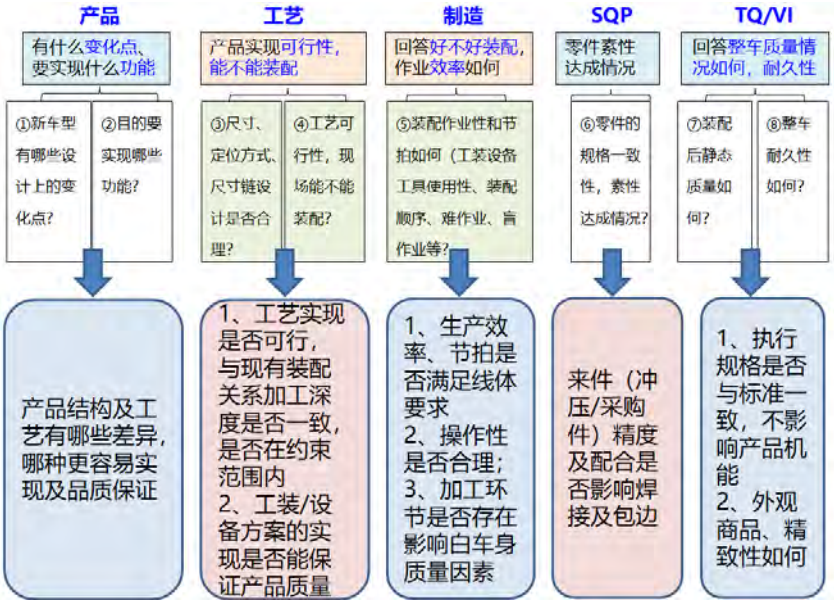

图 7 焊装领域全面检证开展思路

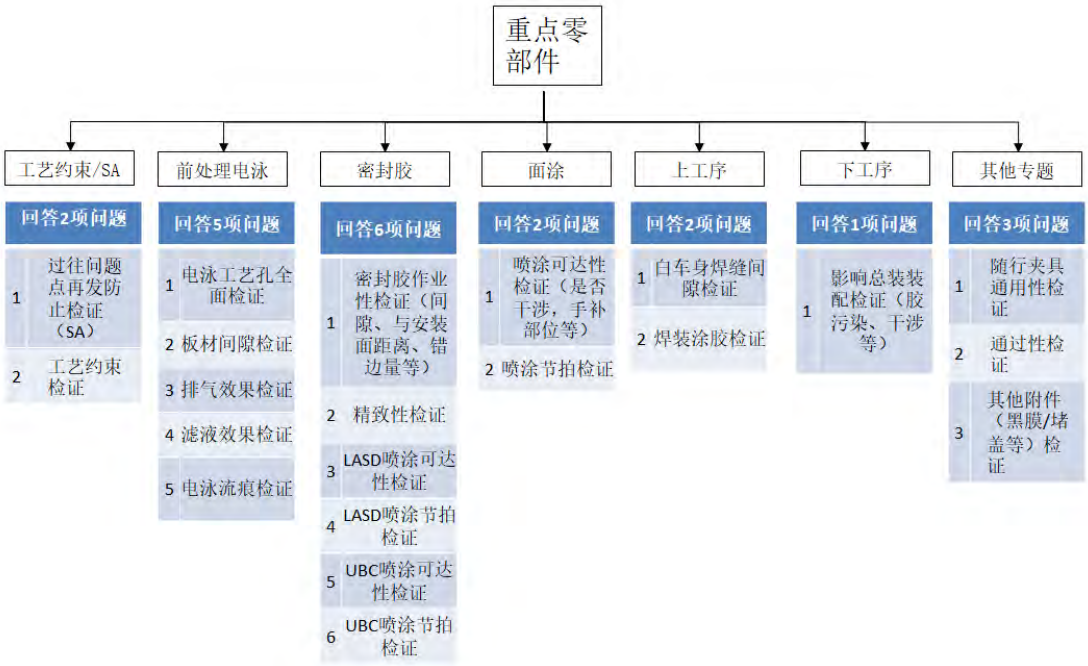

图 8 涂装的全面检证

图 9 总装领域全面检证开展思路

全面检证、密封胶作业性检证、精致性检证、LASD/UBC喷涂可达性及节拍检证、面涂喷涂可达性及节拍检证、焊装白车身焊缝间隙检证、焊装涂胶检证、随行夹具通用性检证、车身通过性检证、影响总装装配检证、其他附件检证等十二项检证，确保全方位、全面的完成涂装领域的检证工作。

涂装领域的全面检证开展思路如图 8。

涂装领域的同步工程检证是在同步工程阶段检证工艺约束（如工艺孔）、SA 的检证、通过性，可达性、作业性等项目，分析判断新车型是否满足涂装车间的工艺约束条件，检查、判断过往问题有没有再发的可能并落实防止措施，防止再发。

PT 阶段检证是通过新车型的试验性生产，检验包括工艺约束、SA、前处理电泳、密封胶、面涂、上工序、下工序和其他专题等所有检证项目。通过对这些项目的对标、对表一一检证，全面的发现问题并落实、解决掉这些问题，确保涂装的品质和节拍。

总装领域的全面检证

总装领域的全面检证包括同步工程检证和PT阶段检证。主要检证产品的变化点、实现的功能、可行性、装配性等。检证的思路如图 9。

总装领域，数模阶段主要检证产品有什么变化点，要实

现什么功能，产品实现功能的可行性（尺寸、定位方式、尺寸链设计是否合理）、能不能装配等。包括工艺约束检证、SA 及过往多发问题检证、数模及图纸针对零件装配尺寸链分析、数模状态连接方式分析、干涉分析、盲作业、难作业、防错作业等前期检证。

以前舱线束为例，开展的检证内容包括：①SA 问题检证：通过与其他过往车型线束出现过的问题对比检证防止问题再发，主要检证其工艺性和功能性。②装配尺寸检证：分析零件尺寸、定位尺寸、变化点。③连接方式检证：检证紧固件、卡箍卡扣快插的强度、力度、选型、质量、放松等。通过装配尺寸及连接方式分析检证其功能，分析其装配性及设计合理性。④干涉检证：通过干涉分析检证有没有干涉及其他设计问题存在。⑤工艺可行性检证：分析其重量，作业角度、作业空间、工具适用性和零件可识别性，分析其工艺的可行性。

通过 SA 检证，防止以前出现过的问题再发。通过装配尺寸、连接方式和干涉分析、工艺可行性分析防止出现新的问题及隐患。

总装领域的 PT 检证要开展对零件的专项检证，检证内容包括：① SA 问题点：有无 SA 问题；②装配尺寸分析：分析尺寸链是否合格，存在哪些问题；③装配定位分析：定位孔设计是否合理，有无过定位；④装配扭力检证，检证装配扭力是否符合标准；⑤周边配合检证：与关联连接件配合顺利，无其他零件干涉；⑥工装设备兼容性检证：检查工装设备的兼容性，确定设备参数设定合理，是否需要定位工装或辅助工装，是否满足节拍和品质保证要求；⑦作业性检证：是否符合作业七大要素检证标准；⑧其他检证项目：有无作业风险、VAVE 和效能节约问题。

在开展零件专项检证的同时，还必须开展以下专项检证（图 10）。

全面检证的管理和评价机制

管理及会议机制

同步工程阶段，每周以周报形式汇报周工作内容及下周工作计划，同时针对重点零件同步检证的方法、流程、结果进行评审。PT 阶段，PT 每个试制阶段开展一轮零件检证，

图 10 六大专项检证重点项目

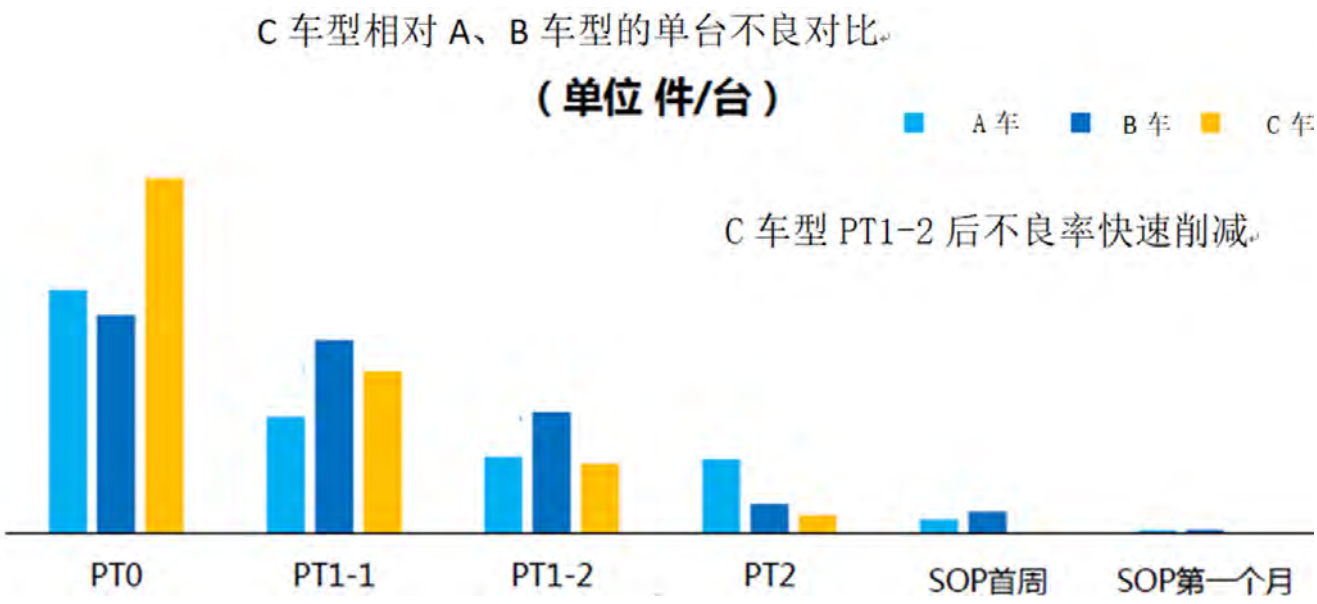

图 11 开展全面检证前后的效果对比

PT1 及之后仅针对变化点进行检证，回答八大问题，每周选取两个重点总成检证情况进行现场实物汇报。

评价机制

①过程检证评价：根据每阶段实物检证回答问题的情况（发现问题数量、问题解决速率），并结合实车评审状态来评价小组长和各位组员的工作是否做到位。

②结果指标评价：在车型量产后遗留的问题数对比过往车型，来判断工作开展的最终效果。

全面检证的开展效果

前面我们介绍过，全面检证开展之前，由于前期检证工作做的不够充分，以及部分问题责任不清，导致部门推诿，问题得不到及时、有效的解决，造成部分问题在量产初期暴露出来，严重影响了新车型量产初期的一次合格率。建立起全面检证制度之后，这些问题基本不再出现，各部门工作的质量和员工的工作作风都得到较大提高。C 车型是开展全面检证管理方法后量产的一款车型，量产首月单台不良件数相对全面检证开展之前的 A、B 车型，在 PT1 之前尤其是 PT0 大幅提升，在 PT1 之后单台不良件数显著减少，说明开展全面检证，可以明显的将问题发现提前，达到了预期的效果（图 11）。全面检证使不良问题能提前发现及积极有效解决，极大的减少了带入量产阶段的问题数量及量产初期出现问题的数量，有效提高了量产初期的一次合格率。

结束语

全面检证是一套质量保证体系。各领域针对不同的主要部件，通过对八大问题在本领域、本部件的针对性应用和细化，建立起成体系的检证文件并严格加以执行，通过对不同主要部件建立跨部门、责权明确的专项小组，确保工作开展的质量。全面检证的建立需要一个过程。建立起来之后，新车型开发工作按照这套体系运行，可以提高新车量产一次合格率，将新车型不良项目提前发现和加以及时有效解决，消除职责不清和互相推诿，减少将问题带入量产，降低了生产成本，极大的改善了我们的工作质量，具有重要的价值。MFC