

轿车零件匹配问题分析及解决方案

□ 同济大学/高云凯

□ 一汽-大众汽车有限公司/张超

在轿车生产制造的过程中，常常会产生一系列外观匹配方面的问题。匹配问题，从广义上讲，异响、漏雨、拧紧等功能问题以及一些坑包等表面问题，多是由于其内在的零件之间的不当匹配所产生的。据了解，目前国内关于匹配方面还没有形成系统的技术总结。但在实际生产过程中，如果以达到严格的质量标准为目的，那么这类问题是很常见的，也是质量工作的重点。本文主要探讨生产制造过程中的零件匹配问题及解决方案。

匹配技术概述

匹配问题通常可分为两类，一类是汽车制造完成后形成整车所产生的零件之间的匹配问题，即整车匹配问题；另一类是单纯的白车身匹配问题，也就是车身焊接完成后产生的钣金件之间的匹配问题以及车身尺寸问题。当然，第一类问题的原因往往与第二类中的白车身题有关，但之所以把白车身问题单独归为一类，是因为一台白车身由千余个零件焊接在一起，其制造过程非常复杂，所以遇到的问题多数也很复杂，有其独特的专业性。

我们把解决匹配问题的技术称之为匹配技术。匹配技术涉及的范围非常广泛，从汽车设计研发到冲压、焊装、喷漆、总装等四大工

艺，以及零件成形工艺和三坐标测量技术等都有密切的联系。要想搞好匹配技术，尤其要对车身焊接工艺、总装装配工艺了如执掌。必要时，还要追溯到汽车设计以及单个零件的制造工艺及测量技术中。因此，匹配技术具有涉及知识面广的特点。

匹配问题分析思路

笔者通过这几年的工作实践，不断解决各种匹配类问题，总结了一些分析思路供参考，如图1所示。

图1展示了匹配问题的分析及解决思路。其实，逻辑上使用的方法主要是排除法，也就是对缺陷涉及到的每个总成及零件逐一进行

分析，最终找出缺陷点。接到一个匹配问题之后，首先要看这个缺陷与哪些总成及零件有关，然后可根据实际经验从认为最可能出现问题的零件入手，或者如果对所有相关零件的制造工艺都非常了解，那也可以从工艺过程相对不稳定零件入手，也可节省一些解决问题的时间，提高效率。

当然，如果不具备丰富的经验，也可以利用三坐标测量这种科学的方式，对总成进行测量。例如在分析整车匹配问题时，如果初步判断导致问题产生的因素可能有很多，但又无从下手，这时可以首先利用三坐标测量仪对整车进行测量，通过测量问题点所涉及的漆后车身及车身覆盖件的相关位置，可

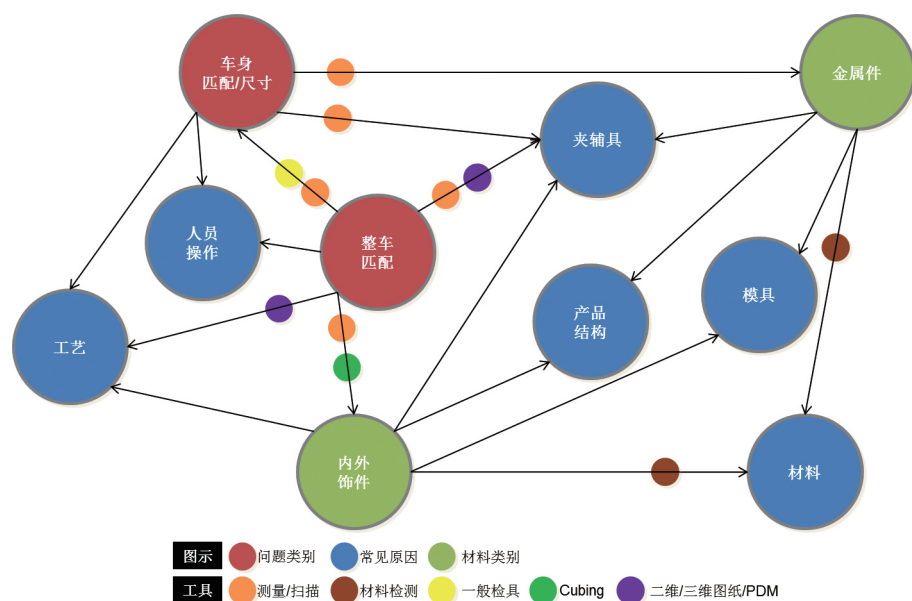


图1 匹配问题的分析思路

以看出哪些相关点存在问题，这样就可以从存在问题的表面点出发去查找产生这些问题点的原因。对于测量没有问题的点就直接排除了，通过这种方式有时可以大大节约分析时间，尤其对于复杂的问题更为显著。

(1) 如果缺陷涉及内外饰零件，那么可以将零件按规定的方法（一般依据RPS点定位原则）装配到标准车身（很多企业将其称之为Cubing，即内外饰检具，尺寸偏差接近于0，国内很多企业都或多或少地制作一些此类检具），验证其是否有缺陷。如果有缺陷，可用量具粗略测量或者用三坐标精确测量其偏差，进而分析偏差产生的原因，即此零件工艺过程存在哪些问题（可依据缺陷出现频次缩小调查范围）。Cubing的优势在于零件状态确认速度快，是确认零件状态的先决手段，大多数车身覆盖件都可以在此完成。在Cubing确认零件状

态后，如果存在问题，一般还需要进一步查找缺陷点，这时也需要用到三坐标测量方式，精确锁定缺陷点，进而查找零件生产过程相关因素，找到真因，制定措施。当然对于一些橡胶类零件，由于较软，无法用三坐标测量，这类零件的测量方法通常是做切割，形成剖面形状的10倍放大图，与标准图样对照进行检测。

(2) 如果缺陷涉及车身，那么要研究车身的总成及分总成尺寸测量报告以及主要的冲压单件尺寸测量报告。汽车企业一般都对车身总成及分总成做定期三坐标测量监控，但由于离线测量监控的频次一般较低，因此往往借助车身在线测量系统进行辅助分析。通常情况下，冲压件在前期尺寸调试完毕，批量生产阶段的稳定性是相对较好的。如果有轻微缺陷（单点偏差小于0.5mm），一般通过短期修模可以解决；如果缺陷太大，尤其是涉

及形面的偏差，将会很难解决，如投入的成本高、风险大等。相比之下，由数个零件焊接起来的车身则更容易产生缺陷，稳定性较差（如果汽车企业的自动化率偏低将会更加严重），因此，缺陷往往发生在车身总成上。如果根据测量结果发现车身总成上某一点尺寸超差，往往会牵扯出其他很多部位的分总成问题，并非只靠简单的调整缺陷部位对应的夹具就能彻底解决，而是要做整体的分析，将缺陷点与其他看似不相关的超差点联系起来，再查找是否为夹具定位，工艺过程等问题。这同样是一个复杂的过程，也是之所以把车身钣金件的匹配单独归为一类的原因。

在实际的匹配问题分析过程中，一个缺陷往往不只是某个零件单独产生的，常与若干个零件有关，也有可能每个零件都不超差，但匹配到一起就会产生缺陷，这也就是偏差累积，此时，利用尺寸链

分析方法分析各组成环特点，可以找到改进的方向。当各组成环制造公差与最终匹配要求发生冲突时，可根据零件实际生产稳定性适当调整零件尺寸或缩小公差带，以适应整体匹配需求。当然，在实际生产过程中也会发现有些设计并不合理，可以适当更改设计结构。但如果更改投入较大，只能通过工艺改进来尽量弥补设计缺陷。

匹配技术与测量技术密切相关。测量技术可以很好地为解决匹配问题服务。如果能了解与匹配缺陷相关的所有零件的尺寸，那得出分析结论将会容易得多。但实际并非如此，由于测量设备的局限性，无法对所有零件进行精确测量，只能量力而为。匹配技术人员不必精通测量技术，但要掌握基本的测量方法，定位理论，因为这与零件的设计定位、焊接夹具定位及装配定位是分不开的，要认识到它们的区别和联系，才能摆脱测量结果带来的误区。对于无法精确测量的零件，我们可以根据Cubing或其他特定的检具来验证其尺寸。如果都没有，也可以选择一些逻辑方法进行分析：如交叉互换，与数字模型对比测量，借助一些变形工具测量等等，也会对分析有很大帮助。

以上是本人对汽车制造过程中的车身匹配技术的一些工作经验的简单总结。概括来说，调整夹具、修改模具、优化工艺及更改设计等都是解决车身匹配问题的方法，具体需要根据问题的不同而选择不同的途径。解决问题需要付出成本，问题解决后同样会节省成本，如降低返修工时，提高生产节拍，减少

材料成本等。

匹配问题分析与解决案例

1.案例一

生产线抱怨某车型B柱线束插头（见图2右）装配至车身钣金孔（见图2左）的过程中非常困难，要用很大的力量才能安装成功，操作十分不便。

分析过程如下：首先测量B柱钣金孔尺寸，其设计尺寸相同：长 $(85+0.3)$ mm，宽 $(25+0.2)$ mm，上部两圆角半径为6mm，下部两圆角半径为3mm。根据单件测量报告只有左侧靠近后门处Z向超差 -0.3 mm，但因左右同样有安装困难现象，因此排除此项可能原因。同理排查内外板档距都符合标准。因为此车型与同一工厂内的另一种车型的插头本身完全相同，为通用件，所以考虑由此入手，寻找两车型差异，并确认差异点是否为缺陷产生原因。通过观察很容易发现，此车型插头的外部还包有一层很厚的胶皮护套（属于线束来件总成），而另一车型插头则没有。于是将不带胶皮护套的插头装在此车型上，很容易就装配成功，将带胶皮的插头装在另一车型上也很困难。

在安装过程中，需要用手推胶皮护套的后部，而胶皮后部并没有和插头后部相接触，两者有约5mm间隙，而且胶皮后部很厚，而胶皮的前部又与内板接触，因此，安装所施加的力大部分因直接作用在胶皮后部，最终间接作用在内板上而损耗。这就是插头装配困难的主要原因。参考另一车型，考虑将此胶皮护套取消，既能解决问题，又可以节省成本。于是向设计部门提出此建议，经过产品密封性试验可以确认，连接此插头的车门线束插头的胶皮套已经能够起到足够的密封作用，是完全可以取消此胶皮套的。最终方案得到实施，操作者不再有装配困难的抱怨。

此案例通过相似车型类比的方法，快速找到问题分析的方向，大大节省了问题的解决时间。

2.案例二

某车型自投产以来两侧尾灯与侧围间隙经常处于0.5mm以下甚至干涉（理论间隙： $1.0\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$ ），缺陷较严重，如图3左侧所示。

经过测量分析及实验验证，问题的直接原因为侧围棱线位置面点低，尾灯装配时为保证尾灯与侧围的平度，需要将尾灯向内装配，因而间隙变小，同时间接受到后盖下

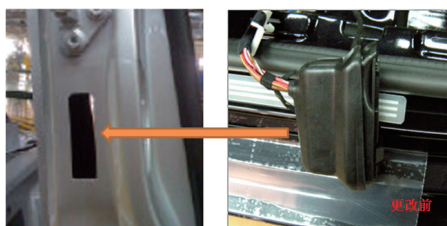


图2 某车型B柱线束插头更改



图3 某车型尾灯与侧围间隙问题

部X向的影响，间隙无法稳定。

究其根本原因，从图4可以看出，尾灯棱线处在结构设计上没有定位点，而此处又极易受其他偏差的影响，所以很难保持稳定间隙，这是问题的症结所在。根据RPS理论，向设计部门提出增加此处凸台及胶垫作为辅助RPS定位点的建议。后经可行性评估及模具更改，最终得到实践。经批量验证，干涉缺陷消除，间隙能够达到匹配标准，减少大量返修成本。

此案例利用RPS理论分析零件的定位方式，对零件的结构设计提出指导性意见，使问题从根本得到解决。

3.案例三

某车型仪表蒙皮与门护板两侧间隙不对称，差值大于3mm，视为不合格状态，如图5所示。

经过对相关因素的测量分析，发现门护板零件，车门内间隙均超出了尺寸公差，于是针对这两个因素制定优化措施，使其稳定在公差范围内。但是，缺陷并没有消除，在整车上仍然有间隙差值大于3mm的缺陷存在。由于此问题涉及的影响因素共有8项，见表1，于是考虑借助尺寸链理论，识别出各



图5 某车型仪表蒙皮与门护板两侧间隙不对称问题

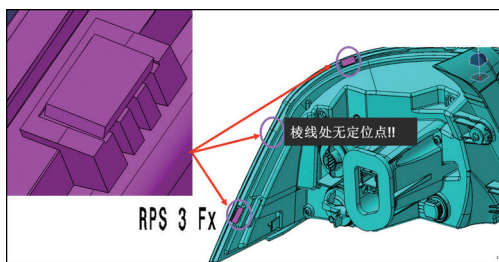


图4 尾灯定位方式

组成环的给定公差，利用统计分析法计算各组成环累计所能达到的理论公差范围。经计算得出，仪表蒙皮与门护板单侧可达到的公差为 $\pm 2.4\text{mm}$ ，也就意味着差两侧的间隙差值可以达到4.8mm，显然超出了要求的范围。于是，考虑通过挖掘各组成环的潜力，力争缩小其公差范围，使最终结果满足要求。经过对工艺的优化，可以将车门钣金总成、车门装配内间隙以及仪表定位螺柱这3个组成环的公差范围缩小至 $\pm 0.5\text{mm}$ ，从而使最终的仪表蒙皮与门护板单侧公差达到 $\pm 1.4\text{mm}$ （见表2），两侧间隙对称度达到2.8mm以内，满足给定的匹配标准，问题得以解决。

表1 工艺优化前公差

序号	影响因素	公差/mm
1	车门钣金总成	± 0.8
2	门护板	± 0.5
3	门护板装配	± 0.5
4	车门装配	± 1.5
5	仪表定位螺柱	± 1.2
6	仪表骨架	± 0.5
7	仪表蒙皮	± 0.5
8	仪表蒙皮装配	± 0.5
统计分析法计算结果		± 2.4

表2 工艺优化后公差

序号	影响因素	公差/mm
1	车门钣金总成	± 0.5
2	门护板	± 0.5
3	门护板装配	± 0.5
4	车门装配	± 0.5
5	仪表定位螺柱	± 0.5
6	仪表骨架	± 0.5
7	仪表蒙皮	± 0.5
8	仪表蒙皮装配	± 0.5
统计分析法计算结果		± 1.4

此案例属于复杂问题，利用尺寸链理论，能够理清各影响因素（组成环）累计对缺陷的影响程度，从而找到突破点，降低相关组成环的贡献，最终使匹配精度得到提升。

4.案例4

淋雨检测线抱怨某车型前仓漏雨现象，经过跟踪排查发现漏雨点位置是前盖拉丝胶堵处，如图6所示。此胶堵在油漆车间装配，起到密封作用，在总装车间需要把胶堵端头拔掉以使拉丝通过。

首先排查此钣金孔直径，经游标卡尺测量结果在标准范围之内。接下来对拉丝胶堵零件进行分析。



图6 某车型前仓漏雨问题

通过观察图样,发现胶堵端头与胶堵的连接处截面厚度为0.2mm,而实际测量胶堵的厚度为0.5mm。越厚则越难拔断,且拔断后极易将胶堵带出,进而与钣金产生间隙导致漏雨。

为了进一步验证这一结论,将此胶堵与同种结构的进口胶堵对比作断裂力的试验,经对比发现,缺陷件明显高于进口件,显然是非常不利的。与此同时,考虑到胶堵经过油漆车间受到高温,所以还需通过耐热性试验验证高温是否对其材料产生不利影响。试验结果显示,经过高温后,缺陷零件大幅变硬,且明显收缩,轻微翘曲,均对缺陷是不利的。综上所述,通过对零件的尺寸和材料的检验,确定了问题的真因,最终通过零件针对性的改进使问题最终消除。

此案例首先找到漏雨的来源,也是由于匹配不合格导致的,进而通过零件对比,分析材料性能,最终找到问题的真因。

5.案例5

售后抱怨在将某车型左前门开启至最大角度时,用外力再往复摆动车门,此时听到咯咯异响。经确定异响来自车门下铰链区域,如图

7所示。

运用Catia软件导入此区域三维数模,通过剖切进行截面分析,可以看出此区域由侧围外板, A柱内板, 铰链加强板等若干零件组成。在最大角度摆动过程中, 内外钣金均受到扭曲力, 因而产生相对运动, 这时如果钣金之间直接发生摩擦或碰撞等接触, 则势必会产生此异响。

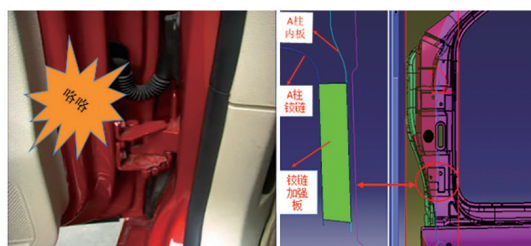


图7 某车型车门开启最大角度异响



图8 A柱内板破检实验

此案例虽为异响问题,其实质也是由于零件匹配不合格及制造过程不合格导致的。作为一名匹配分析人员,分析生产制造过程中的漏雨及异响问题也是应掌握的技能之一。

结语

以上的论述和实例展示是作者在工作中通过实践、分析和解决众多生产制造过程中的匹配问题而进行的系统性的总结和提炼,它们代

据此分析,将A柱内板总成进行实物破检,发现下铰链位置的确没有任何介质(见图8),而工艺要求此处要有绿色加固胶,同时发现加强板间存在2mm间隙,与图样不符,这也是产生异响的原因之一。因此得出结论,铰链加强板总成尺寸与工艺均不合格。后经厂家整改,最终使抱怨消除。

表了大多数匹配问题的处理方法,为匹配类问题的原因分析及制定对策提供指导,为整车生产质量工作提供技术支持。今天,中国的汽车用户高度关注质量,各大汽车厂商们更加追求更高要求的匹配质量及尺寸制造工艺精度,这是行业目前的主要任务之一。因此,本文供各位读者参考和交流,也为今后业内人士对匹配技术的深入研究提供参考和借鉴。 **AUTO1950**