

■江淮汽车股份有限公司/袁会利 魏庆丰 杜 坤

防错技术在汽车车身设计中的应用

为了降低生产成本,缩短新产品开发周期,加快市场反应能力,越来越多的汽车生产厂家引入了柔性化生产线。而柔性化生产线的多款车型混线生产,各种外形相似而型号不同的零部件交织混杂,使得员工在加工装配中难以区分,导致共线生产中存在错装、漏装、漏加工、加工错误等潜在风险。而后的零件返工、返修乃至车身报废等,不仅降低了生产效率,且增加了生产成本。

另一方面,汽车车身基本是左右对称结构,即便是同一车型,也存在较多的对称件和相似件。这些相似件和对称件,员工不易区分,易在物流配送、员工装件、焊接时出现错装、漏装等,进而影响生产效率、生产质量及成本。

因此为了预防及解决这些问题,各类防错技术被引入到车身设计及生产过程中。

防错技术

在ISO/TS16949中,防错的定义是为防止不合格产品的制造而进行的产品和制造过程的设计和开发。在QS-9000中,防错的定义是使用过程或设计特征来防止制造不合格品。

APQP、FMEA参考手册中都明确提出要采用防错技术,防错技术是实现产品质量前期策划和潜在失效模式及后果分析中必不可少的技术。

1.防错等级

根据防错的有效性,可将防错分为三个等级:

(1) 不制造缺陷 通过产品设计或工艺设计确保零件在生产、装配时无法错装或漏装,使可能发生的缺陷得以预防。

(2) 不传递缺陷 缺陷在某个工序产生并被当场发现。

(3) 不接受缺陷 在某道工序发现前道工序造成的缺陷。

其中不制造缺陷的有效性级别最高,成本也最低。不传递缺陷是第二有效等级,通过采用各种技术方式防止缺陷流入下道工序。不接受缺陷是有效性级别最低的防错,它包括功能测试和在线监测等。

2.防错阶段

根据产品开发过程,可将防错技术分为三个阶段:

(1) 设计前期预防性防错阶段 是指在产品研发过程中就要充分考虑相似零件、对称零件等的防错问题,避免将防错问题流向生产过程预防性防错阶段。

(2) 生产过程预防性防错阶段 是指在生产设备、生产过程采用的防错技术,使错误根本不可能发生,有效避免产生错漏装等生产缺陷。

(3) 后序过程检测性防错阶段 是在该工序生产完成或生产过程中,对是否产生错误进行检测、测试等。

3.车身设计及制造过程中的防错技术

(1) 设计前期预防性防错阶段 在车身设计过程中充分考虑相似零件、对称零件等的防错问题,对可

能出现差错的零件进行防错设计。

(2) 生产过程预防性防错阶段 主要由于前期SE(同步工程)分析遗漏、设计无法有效防错的问题上。车身焊装常用的有夹具气路防错(包括干扰销、干扰块、极限开关)等。

(3) 后序过程检测性防错阶段 如焊点计数器、电气防错(包括传感器)等。以尽早发现缺陷,员工可以迅速修改错误,避免缺陷流入后道工序返工更为困难或不被发现影响车身质量。

其中设计前期预防性防错是从根本上、源头上避免错装、漏装,其有效性最高,成本也最低。采用工装防错和检测防错不仅增加制造成本,且达不到100%的防错率。因此必须在设计源头充分考虑零件的防错问题。

以下就就车身设计中的防错设计原则、防错设计方法及防错设计实例进行说明。

车身设计中的防错设计原则

(1) 功能/性能优先 在车身零件防错设计时,要优先保证车身的装配、结构及性能等。

(2) 局部优化 车身零件的防错设计,尽量采用局部结构设计优化,不更改大的结构。

(3) 成本最优 尽量采用成本最低的防错设计,尽量不增加车身零件。

(4) 冲压易成形 在进行车身零件的防错设计时,要考虑到冲压的可实现性。

(5) 简单易实现 如果某种零件可能出现的差错有多种设计方案,那么应该选择加工起来最为简单、更改量最小、成本最低的设计。

防错设计方法

1. 零件通用化

对可能出现错漏装的零件,设计优化时首先考虑能否采用通用零件。使差异零件变为通用零件,既降低模具开发成本,又避免了错漏装、错漏加工等缺陷。

2. 放大零件的差异性

由于车身结构、造型等实际设计过程中外形相似而略有差异的零部件不能做到通用性,那么就放大两者的差异性,使员工能通过观察或在加工制造过程中

通过设备等能够有效区分。如RPS特征点、孔径、孔距、型面明显差异。

3. 惟一性

在焊装车间生产中很多错漏装是由于零件以不同状态放置时差异较小,或员工在放件时不注意而装错部位或安装不到位造成的。为避免此种错漏装,可在设计时将容易装错的部件设计成只有一种安装方式,其他放置状态明显不可行。需说明的是,不能因为零件具有对称性,便设计成正反都可以装配的完全对称结构,因为在实际的生产中,零件不可能具备理论状态的对称性,这样设计的结果就是装配总是出现或正或负的两极误差。

4. 设计防错标识

在车身的典型结构中,平板类凸焊螺母、不可视处焊点位置、差错状态与设计状态差别较小等情况下,可设计L/R左右标识、凸点、到位线、凸台及圆形等防错标识。

5. 预留设备防错结构

某些单件通用但分总成、总成不通用的零件、多种车型共线的零件,还需预留夹具、设备等防错的结构,如专门的定位孔、定位面等。

防错技术应用实例

车身设计中需要防错的主要范围有:左/右对称件、相似件;自对称件;凸焊件(位置、数量等);装配关系;装配/焊接位置、数量。

1. 左/右件、相似件的防错设计

如图1所示,此类零件左右对称,两件零件相似度较高,员工在物流配送、装配、焊接时易混淆。

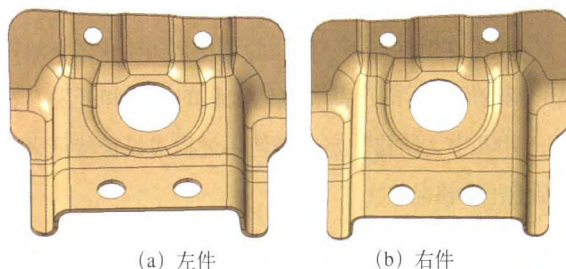


图1 左件与右件相似

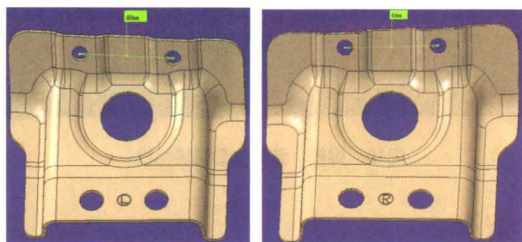
此类左/右件相似零件采取的防错设计方案有:

1) 在零件上分别设计L/R左右标识,增加员工在物流配送、装配时对零件的辨识度。

2) 将左右相似件的RPS点差异化, 如更改左右件的定位孔孔距差别大于3mm, 如图2所示。

3) 结构上接近的多个零件增加连续件标识1、2、3……或A、B、C……

4) 将相似件优化结构设计, 更改为通用件。



(a) 左件 (b) 右件
图2 防错设计的左件与右件相似件

2. 自对称件的防错设计

部分梁类件、加强板等为自对称结构, 其特点为接近于前后对称和左右对称, 但局部位置有区别。在结构上无明显差异, 自旋转、正反旋转后与设计状态相似度高, 员工装配错误的风险较大(图3和图4)。

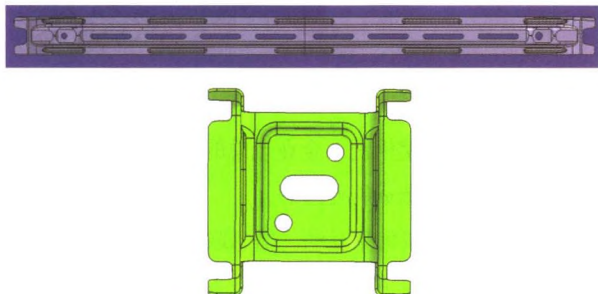


图3 自对称件

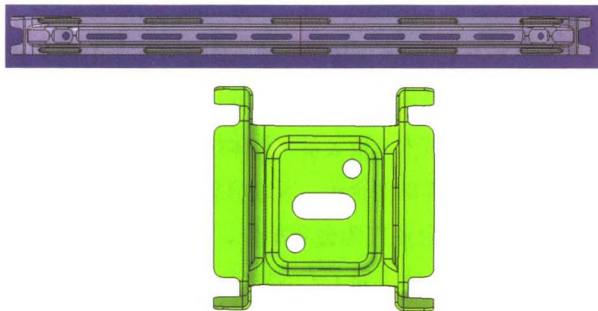


图4 自对称件旋转后状态

此类零件为防止装反(旋转180°)可采取的防错设计方案有:

1) 将零件RPS定位点非对称化, 如将Y向坐标为 $Y_1 = -400\text{mm}$, $Y_2 = 400\text{mm}$ 的原定位孔更改其坐标绝对值差别为3mm以上, 例如 $Y_1 = -400\text{mm}$, $Y_2 = 405\text{mm}$ 。

2) 将零件自身的RPS定位点差异化, 如更改零件的两定位孔孔径差别2mm以上。

3) 定位孔中心偏离零件、槽体的中心。

4) 在零件及与其配合的零件上增加提示符号。以最大程度减少员工范错的可能。

3. 凸焊件的防错设计

零件的凸焊易出现的错漏装情况有位置错误、方向错误、多凸及少凸等, 如图5所示。

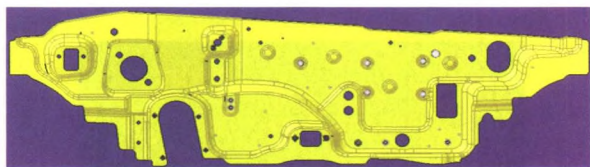


图5 凸焊零件示意

凸焊零件可采取的防错设计方案有:

1) 凸焊孔与非凸焊孔采取孔径差异化, 其直径差异2mm以上。

2) 设计凸点、凸台、到位圆圈等, 以指示凸焊位置、凸焊方向。其中防错凸点应设计在凸焊上、下电极所形成的空心环之间, 如图6所示。

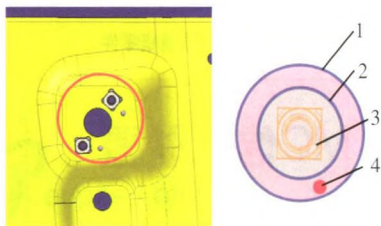


图6 防错凸点的设计位置

1. 下电极外径 2. 上电极外径 3. 凸焊螺母 4. 防错凸点

4. 装配关系的防错设计

如图7所示, 平面搭接存在装配作业过程中易导致装配顺序错误。目前一般采用工装防错, 即在夹具上利用定位机构及控制气路进行防错。工装防错不仅增加制造成本, 且达不到100%的防错率。

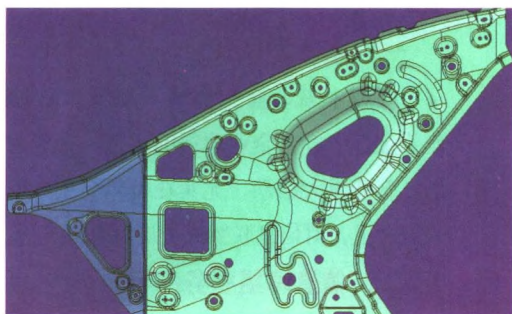


图7 两零件平面搭接

类似平面搭接结构可采取的装配关系防错设计方案有：在平面搭接处设计防错的翻边、凸台、加强筋，其方向朝向两零件搭接处相反的方向。

5.焊接/装配位置的防错设计

如图8所示，人工焊接时图示焊点不可视，员工焊接时位置易偏差。图9所示零件因采用一个定位销定位，员工易将零件位置装配错误（旋转180°后仍能装配无阻碍），且工装难以有效防错。

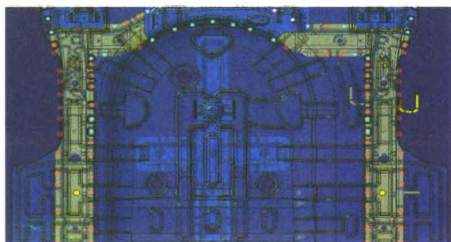


图8 焊点不可视

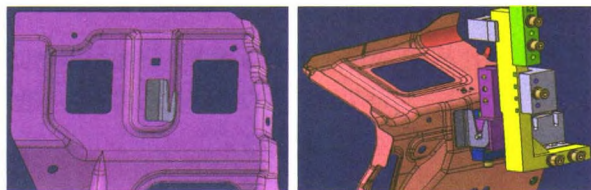


图9 装配位置易错零件

类似焊接、装配位置防错主要采用凸台、标示圆圈、凸点等，起提示焊点位置的作用（见图10）。

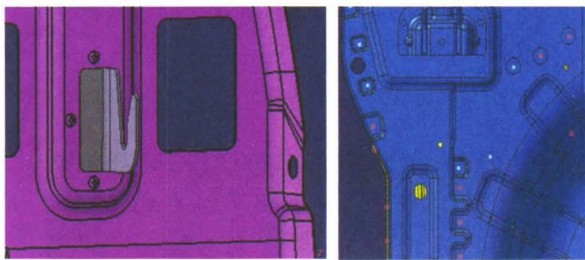


图10 焊接、装配位置防错标识

结语

防错技术是全面质量管理体系中的重要组成内容。在汽车车身设计、制造过程中防错技术的应用也越来越趋于多样化。但只有在产品设计的源头充分融入防错技术的设计思想，才能在产品制造过程中更有效的防止错误、控制成本及提高产品质量。

关键词：

汽车 防错技术 车身设计

(收稿日期20131015)

MC信息联盟

MC Info League



《现代零部件》杂志（月刊）是由中国机械工业联合会主管、机械工业信息研究院主办，面向全国整车及汽车零部件企业和装备制造业的高端传媒。

为了更好地沟通与汽车零部件企业的联系，及时把汽车零部件企业及装备制造企业的重要信息通过《现代零部件》杂志发布出去，杂志成立了汽车零部件及装备制造业信息联盟。

一、信息联盟宗旨

联盟本着全面、热情、周到、及时地服务企业为宗旨，宣传企业取得的成就、企业未来发展规划、企业重大活动，尤其在每年与汽车零部件相关的展会上，对信息联盟成员进行重点宣传。

二、信息联盟服务内容

1.为企业发布信息提供平台。信息联盟不向会员收取任何费用，而且每年会为每家会员单位免费发布2~3条企业重要信息。如展会前的企业产品信息、企业新产品开发情况、企业产品出口情况、企

业产品获奖情况、企业老总的创新理念、企业发展规划、企业成就业绩等。

2.开展信息互动。信息联盟成员单位还将参加杂志与网站的互动。凡企业发布的信息我们还会有选择地在现代零部件网站www.mc1950.com和中国金属加工在线www.mw1950.com上同期发布。

3.搭建产需桥梁。装备制造业作为为汽车零部件企业提供精良装备的企业，他们更是非常想把自己的新技术、新装备、整体技术解决方案等信息告知汽车零部件企业，所以信息联盟还将吸纳部分装备制造企业作为会员单位，为他们提供展示新产品、新技术、新工艺的舞台。

三、信息联盟成员提供信息的方式

1.企业一般信息400字以内，包括产品信息、企业动态等，E-mail发送。

2.重要信息请及时与本杂志社沟通，邀请本刊记者采访企业高层领导。

联系人：李 朋 张 倩

联系电话：010-88379796转807、612

电子邮箱：mcinfo8@126.com

mcpress@126.com