

汽车零部件高标准检具的设计制造

王海岩 (上海通用汽车有限公司)

【摘要】 本文论述了零部件检具在早期样件设计、生产件批准程序(PPAP)、以及生产过程中的作用,对零部件检具的设计、制造及检定进行了探讨,并阐述了 SGM 检具认证的步骤及要求。

【主题词】 量具 检测 零部件 汽车

1 前言

上海通用汽车有限公司(SGM)的生产批准程序(PPAP)规定,如果零件具有几何尺寸和公差图样(CD&T),特别是具有尺寸配合要求的,都必须按照 SGM 检具标准设计、制造及检定检具,检验零件的尺寸,保证零件的质量。从早期样件设计的有效性、模具的试用、验收、功能评估及匹配检查、过程监控的验证到问题的发生或根本原因的分析等过程,都应该依靠检验系统进行测量及评价,再提供测量报告。在正式生产中,一旦整车装配发生零件尺寸不匹配,也要求把零件放在检具上,重新进行测量,找出产生问题的根源。总之,SGM 要求零件具备检具的目的是:保证产品的质量,持续改进产品及过程。本文针对汽车零部件中的金属冲压件及塑料件的检具进行讨论。

2 设计概念

在检具设计之前应充分考虑以下因素:

2.1 GD&T 以及定位基准的方案

由于产品规范、零件定位基准、关键特性点(KPC)以及公差特性都会在 GD&T 上反映,所以,首先应理解 GD&T 然后再考虑零件在检具上的最佳放置以及容易检测的位置。总之,被测零件在检具上应容易安装和检测,与检具基座位置关系最好与装车位置一致。

2.2 过程能力控制的统计(SPC)

在检具上采集的有效的定量数据,可以用来分析制造的过程。对于 GD&T 上的 KPC,要特别

注意,在具备测量过程能力参数的同时,在检具上一定要保证 SPC 的数据采集的可行性、正确性及稳定性,完善和维护过程的控制。检具的重复性和再现性(GAGE R&R)是非常重要的。

3 设计

3.1 设计原则

应具有足够的测量精度;应具有足够的测量效率;结构应尽量简单;应具有经济性。

3.2 检具的组成

定位装置;夹紧装置;测量装置;辅助装置(包括导向装置、传动装置和测量零件的紧固装置)。

3.3 定位装置设计

零件定位一般通过三个平面,即第一基准(A)、第二基准(B)和第三基准(C)。第一基准需要3个或更多的接触点;第二基准需要2个;第三基准需要一个,即3-2-1原则。但在实际生产中很少用“点”来定位,大多数用定位元件的“面”来代替“点”。检具的定位方式及定位元件的构成与零件的形状、尺寸、精度有关。应尽量选择重心平面作为第一平面,以便于零件在重力的作用下与基准面接触。

以3-2-1定位原则作为规范,我们也同样使用3个平面基准(第一基准),1个孔和1个槽口(第二基准),以及1个孔(第三基准)。当零件的表面不稳定或重复性不好,或当基准面的角度大于90°时,必须考虑使用这种方法。

(1) 定位面

通常在 GD&T 上,我们可以发现基准定位面的表示有以下几种类型,见图1。而在设计检具

收稿日期:2001-06-05

时,应参照零件的基准面,同时结合零件的数学数据(Mathdata)进行设计。

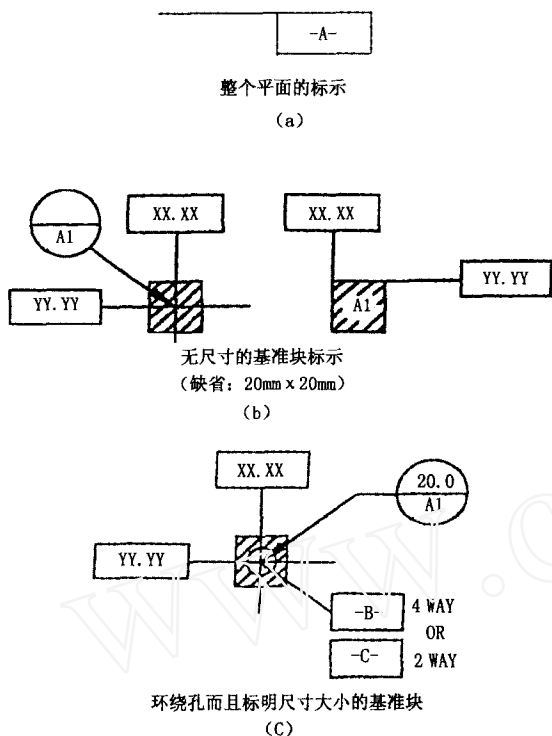


图 1

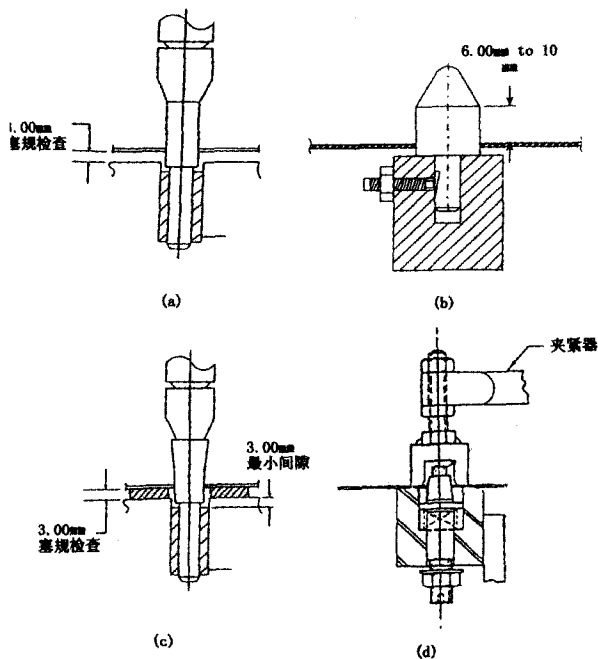


图 2

(2) 定位销

在图 1 的 C 中,除了基准定位面要求外,还有销定位要求,主定位孔[-B- (4 - WAY)]表示约束了 4 个方向的移动,而次定位孔[-C- (2 - WAY)]表示约束了 2 个方向的移动。根据不同零件要求,它们有时位于基准定位面上,而有时位于零件的其它地方。

根据零件公差、材质、形状和位置的不同要求,零件定位销可以设计为直销(固定式和活动式)、锥型销(固定式和活动式),见图 2。

由于大部分金属冲压件的主定位孔[-B-]的孔径公差为(-0.08, +0.03)或(0.00, +0.10),在设计检具时,一般采用直销定位。但有一些冲压件的主定位孔[-B-]的孔径公差大于 0.10mm,或者由于零件的重要性,在 GD&T 上,孔的位置度是运用独立原则(S),而不是运用最大实体原则(M),则必须运用锥形销定位。注意:如果零件的厚度小于 1.5mm,同时在定位孔的下方也没有支承面,以及考虑零件重量及放置位置等,通常采用直销单位。

而对于塑料件,如果运用孔作为定位基准,由于其孔径公差较大,通常采用锥型销定位,当然也有一些特殊零件不能采用锥型销定位,可以参照零件的实际尺寸,运用直销定位。

另外,对于次定位孔[-C-]定位销的设计,应与主定位孔[-B-]的定位销一致,差别是如果是活动式的,必须注意防转,保证零件定位方向的正确性。

当然除了以上几种定位方式外,还有孔定位、槽定位、圆柱面定位、球面定位等,我们在设计检具的时候,应结合不同零件的特点,运用最适合的定位方式。

3.4 夹紧装置设计

考虑到零件在车身上的装配关系,当零件放置在检具的基准面上时,可以用夹紧装置,将零件与基准面贴合。另外夹紧装置应具有足够的刚性,并使零件变形最小,所以夹紧装置的夹头应该与基准面垂直,这一点在材料较薄的冲压件及塑料件中,特别重要。有时还使用夹紧装置来同时保证零件与二个基准面的贴合(见图 3)。

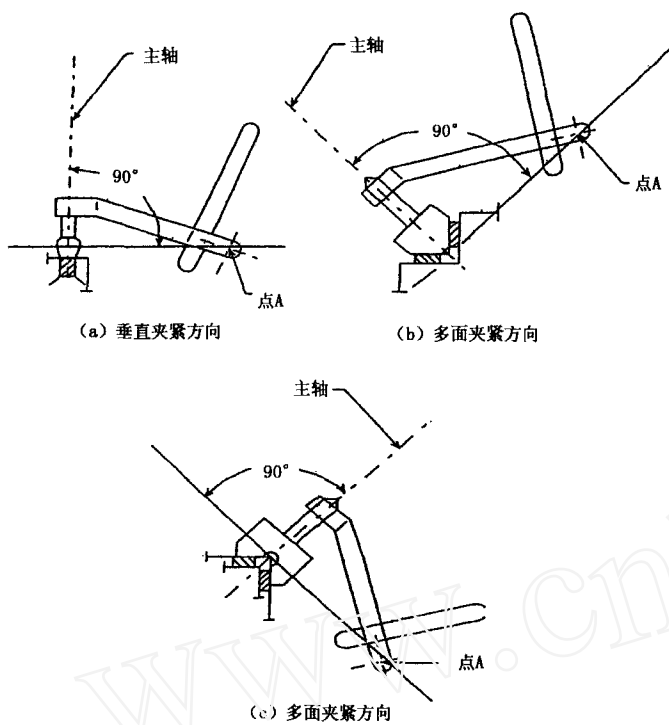


图 3

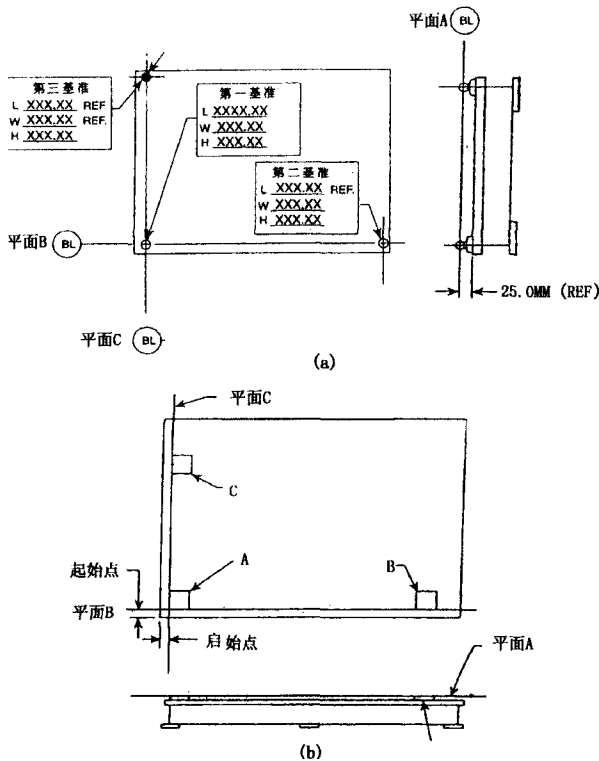


图 4

另外,根据夹头压紧区域的不规则性,如在基准面上,正好有定位销或检验销,夹头可以设计成马蹄型、碗型。对于一些塑料件,由于基准面不存在互换性,有时则必须采用倒夹型等。而对于较小的金属件,也可以运用磁铁作为夹紧器。

3.5 测量装置设计

测量装置是用以指示被测参数实际数值或误差大小的装置,可以分为定性型和定量型。定性型检具只能判别零件的尺寸是否合格,它可以使用止通规、检验销、塞片、刻划线、标有公差带的销子等,依据检具的检验块、检验模板、支架等,进行测量。而定量型检具,具有数值的反映,如百分表、千分表、电子数据采集装置(EDC)等,所以测量精度较高,能够为产品的过程能力的评价提供依据。如果在GD&T上,有KPC的要求,检具必须设计成定量型的。

在检具设计过程中,根据检测的不同要求,可使用3mm间隙检测、6mm间隙检测、0mm齐平检测、3mm模板检测、插入销检测、目测、电子数据采集等方法。

通过对设计方案的分析、比较、改进、确认,使检具的设计既能减小测量误差,又能满足制造工艺的要求,所以在检具图样上,要标明具体尺寸及公差,最后就可以完成检具图纸的设计。最终的检具设计图纸需得到SGM的认可。

4 制造

检具的制造应严格按照SGM的检具标准,首先对检具的基座进行加工,应确定其选用的材料(通常运用铸铝材料)和加工的精度,应经过退火时效处理,消除材料内应力,同时确定检具的测量“起始点”。此“起始点”的最佳选择是在基座上安装3个高精度的球,以此为基础,确定车身坐标系。另外也可以选择高精度的小块作为检具的测量“起始点”(见图4)。然后在检具的基座上,刻划车身坐标线。

对检具本体的材料,参照产品的特性,要求运用符合 SGM 检具标准的铝材料或树脂材料,便于加工及修改,同时又减轻了检具本身的重量。定位基准块、检测支架则采用钢材料,考虑到耐磨性、稳定性。而定位孔、检验孔等处则应安装与销子相配的衬套。关于检具上的非定位、非检测元件,如果是采用钢材料加工的,可以涂油漆,以防生锈。

制造部门必须严格按照检具设计图样制造,工艺设计和加工必须符合检具部件的技术要求,充分实现设计人员的构想,这是一个基本原则。在制造过程中,要考虑检验元件的操作、功能的要求,销与衬套间的配合,检验模板的稳定性,检测区域的预留间隙,同时在检具加工完毕后,要完成检具操作指导书的编写,检具操作指导书要图文并茂,便于今后检验人员的使用。

5 检定

检具制造完毕后,应严格按照 SGM 检具的公差标准,以及检具设计图样的技术要求,首先要对检具的基准面、基准孔、基准销进行三坐标(CMM)检测,并列实测数据表和主模型相应部位的三维坐标数据表,进行矢量计算,保证产品在检具上放置的正确性。然后再对检具的检验孔、型面、轮廓面、检验模板、量块、电子数据采集装置(EDC)等进行 CMM 检测,同时对基准销、检验销的尺寸等也要有检测报告。

依据检具图样,检查检具的完整性。各传动部分应平稳、灵活、无阻滞或卡住现象,定位销、检验销、标准件等应能方便地置入检具,并能正确定位和测量。

另外,按照 SGM 检具标准,检具的验收还需要进行测量系统的分析,即检具的重复性和再现性分析,验证检具的功能是否符合设计意图。进行重复性和再现性分析,可以判别:这种测量系统

是否有足够的分辨力;在一定的时间内是否在统计上保持一致;这些统计性能在预期范围内是否一致,并且用于过程分析或控制是否可以接收。因为检具最终是要用于零件的制造过程,同时分析零件的制造过程,保证零件的质量。如果一个具有大量变差的测量系统,用来分析一个制造过程,可能是不恰当的,这是由于这一测量系统的变差,可能会掩盖制造过程中的变差,对过程能力的分析不能提供真实的数据。

根据 PPAP 的要求,通常采用均值和极差法进行 GAGE R&R 分析,也可采用方差分析法(ANOVA)。在进行 GAGE R&R 研究时,应选择数量足以评价 3 个定位基准面的每一个面的点,在被测零件上选取的点应是尽可能远离定位基准的点,选取测量点的多少,取决于被测零件的大小和被测零件的刚度。

GAGE R&R 的判别标准如下:

误差 < 10%	测量系统可接受
误差 $\geq 10\%$, $\leq 30\%$	可能可接受,取决于实际应用的这重要性、检具成本和修复费用等因素。
误差 > 30%	必须改进检具系统

最后,检具在使用过程中,由于磨损、变形、松动等原因,也会导致测量误差增大。所以,必须根据检具本身的结构和使用特点,定出合理的检定周期,并按检定周期对使用过程中的检具进行周期检定。

Abstract

The role of car parts gauges and instruments during the prototype design, PPAP, production process is stated in the paper. The design, manufacture and the verification for parts gauges and instruments is discussed, certification for the SGM gauges and instruments is also included.