

防错技术在壳体类零部件工艺设计中的应用

■ 西安航空动力控制公司（陕西 710077） 周华勇 宋 文 张红梅

摘要：对壳体加工中容易出现的失误环节以及怎样进行防错进行了归纳总结，结合典型实例论述了防错设计在工艺编制中的具体应用。

壳体类零部件生产过程中，人为错误导致的质量问题屡见不鲜。为了防止这些质量问题再次发生，所制定的改进措施大部分是“惩罚和培训”，对操作者进行大量培训，管理人员与操作者谈话，告诫其工作时更加认真和仔细。这些措施固然可以避免一部分由于对作业过程不熟悉、缺乏工作经验、缺乏适当的作业指导所导致的错误，但是对于那些由于人为疏忽、忘记等低级失误造成的错误却无能为力。针对这些问题，如果能够采取防错技术设计，使某些错误的发生变为不可能或很容易被发现，将大大减少低级错误发生的频次，有效提高零部件加工质量和效率。

1. 防错技术的定义

防错法又称愚巧法、防呆法。它是利用防错装置防止人、材料和机器产生产品（或零件）缺陷，实现零缺陷的一种质量工程技术。在产品的研制和生产中，防错技术可集成自动化、自动检测等先进技术，能有效地

防止人为差错，减少加工过程中产生的缺陷，以简单的方法和手段，大幅度提高产品质量，将提高产品质量建立在流程中，而不是单纯依靠检验保证质量。工艺防错技术强调对加工过程进行控制，使得差错不会发生，或者发生后能及时地检查并纠正，使加工流程从源头上就能防止差错，建立一个零缺陷的加工环境，从而避免在生产过程中发生由于疏忽、遗忘造成的人为差错。

2. 防错技术的实施原则

（1）排除原则：排除会造成错误的原因。从源头防止失误和缺陷，通过零件制造过程的重新设计，加入防错技术。

（2）替代原则：利用更确实的方法来代替原方法，使过程不过多依赖于操作人员，比如运用机器人技术或自动化技术等替代原有的手工操作过程，降低由于人为因素造成的失误。

（3）简化/容易原则：合并生产加工步骤，改善工作流程，使作业变得更容易、更合适，降

低出现操作失误的概率。简化并不能完全防止人为缺陷的产生。

（4）异常检查原则：虽然已经有不良或错误现象，但在下一过程中，能将之检查出来，以减少或剔除其危害性。例如使用计算机软件、防错装置等，在操作失误时予以报警。

（5）缓和影响原则：降低作业失误所产生的影响，使其影响的范围在可控制范围内。

3. 防错在工艺设计中的应用

结合一些典型质量问题案例，针对公司壳体零部件的结构特点，将加工过程中容易出错的一些情况进行总结和梳理，整理出一些防错的具体方法和思路，如附表所示。

4. 夹具上防错装置的应用

如图1a所示的典型盖板零件，其主要尺寸如图1b所示。依据工艺规程的安排，该零件先将4个 $\phi 13\text{mm}$ 孔、2个 $\phi 6.3\text{mm}$ 孔、2个 $\phi 6.5\text{mm}$ 孔及上下端面加工完成（其中A处的窝为毛坯铸造型面），再用靠模铣削完成R20mm

工艺防错方法

序号	零件图形特点	易出错的形式	防错的具体方法	防错实施的环节
1	工序卡片上图形线密集，不易区分	加工编程时看错尺寸	单独采用放大视图标示，或将图形线的间隔局部放大进行标示	工艺文件编制
2	尺寸相近的多个孔呈圆形均布或矩形阵列，其中个别孔相对于均布或阵列的位置点有较小偏离	加工编程时误认为所有孔都是均布或阵列的	将规则分布和非规则分布的孔分开在不同的图形上标示，或分开安排在不同的工序加工	工艺文件编制
3	零件外形近似中心对称，左右不易区分	加工时将零件旋转180° 错误装夹	选择直径不一样的两个孔做定位基准	工艺文件编制
4	零件外形近似中心对称，两个定位孔直径相同	加工时将零件旋转180° 错误装夹	利用零件的非对称要素，在夹具上设置防错装置	工装图样设计
5	零件上直径相同的多个孔均布在一个圆上，定位孔是其中的一个或两个	装夹时定位销进入非定位孔内，错误装夹	利用零件的其他非对称要素，在夹具上设置防错装置	工装图样设计
6	零件毛坯外形完全对称，少部分加工要素为细微差别的非对称结构	加工时按完全对称的结构进行编程加工	先加工对称结构的要素，后单独以较为集中的工序安排加工非对称要素	工艺文件编制

圆弧面加工。靠模加工时，以第2组定位孔为基准将零件安装在夹具上，A处朝上，再通过第1组定位孔将靠模板（见图2）盖在零件上。加工时操作者完全依照靠模板上圆弧缺口的位置对零件进行加工。

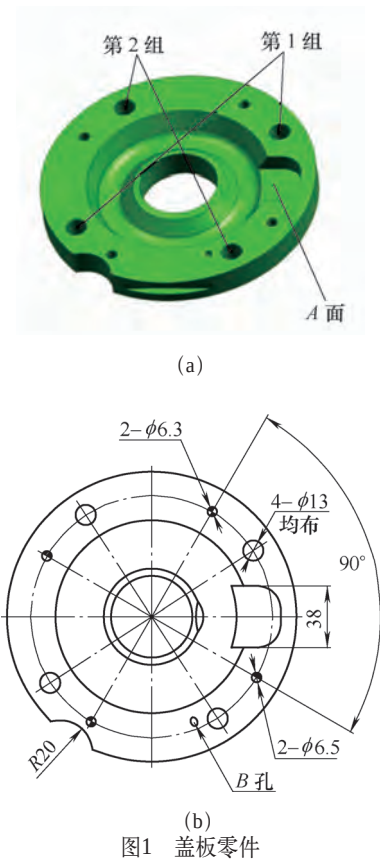


图1 盖板零件



图2 靠模板

在原工艺中，靠模板上设计有一个观察孔，要求加工前先查看B孔（见图1b）应处于观察孔内，以此确保靠模板在零件上安装正确。显然，这种警示性的防错要求并不能从根本上防止错误的发生。有一批零件在加工这个部位时，操作者就疏忽了观察B孔的要求，靠模板装错了方向，将圆弧位置加工错。

设想在所用的靠模板上对应于A处窝的部位添加一个φ20mm的防错销，如图3所示，这样正确装夹时，该防错销刚好落入零件上的A处窝内，换个方位安装时防错销就会与零件干涉，靠模板装在零件上的位置方向成了唯一，就不可能装错靠模板，起到

了很好的防错效果。而且这样的设计还简化了操作者的作业流程，一方面，防错销可以清楚地显示出靠模板的安装方向，能够一次安装正确；另一方面，靠模板在零件上正常安装后即可直接进行加工，不必再确认安装的正确性。

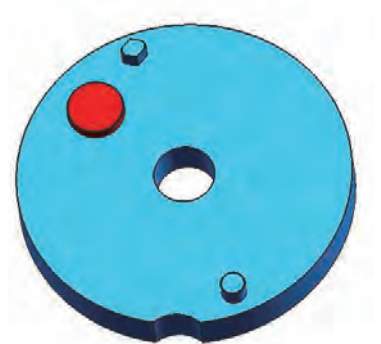
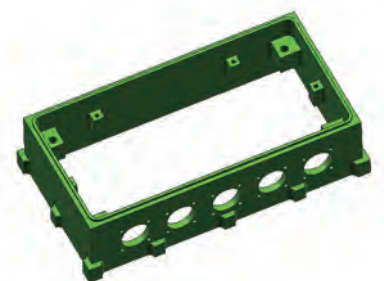


图3 增加防错销后的靠模板

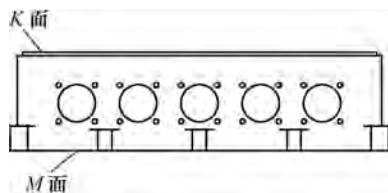
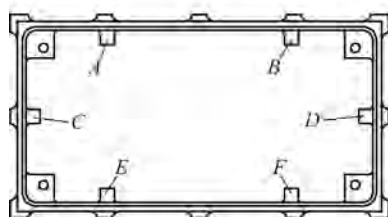
5. 加工顺序安排中的防错

如图4所示的零件，内侧的A、B、C、D、E、F共6处凸耳，其上端面处于同一平面，距离壳体K面为同一高度，但是E、F两处的凸耳厚度比其余4处薄，即E、F两处凸耳的下端面距离壳体M面的长度要比其余的长，E、F凸耳与5处大孔和20处小孔处于零

件同一侧。按照原工艺安排,先完成内侧凸耳的加工,然后以M面定位加工侧面的5处大孔和20处小孔时,由于凸耳在零件内部观察不方便,稍有疏忽就可能会把零件旋转180°安装错误。



(a)



(b)

图4 方框零件

关于此问题,从工艺加工顺序上考虑,如果在加工侧面孔之前先将6处凸耳加工成相同厚度,此时的半成品零件结构是中心对称的,不存在旋转180°装反的问题。待侧面的要素加工完成之后,再将E、F两处凸耳加工到尺寸。依照这个方法,最终加工E、F凸耳时,依然需要通过观察侧边的已加工孔来确定零件的安装方向,但是这种情况下显然比原来的工艺安排提高了发现错误的可能性。

另一方面,如果以零件K面做定位面,将6处凸耳的下端面和

侧面的孔合在一道工序中完成加工,那么在加工时就没有区分零件左右方向的必要了,既简化了操作者的工作步骤,也消除了错误发生的可能。

当然,也可以按照原来的工艺加工顺序不变,加工侧面孔时,在夹具上设置防错销来防止错误的发生,在E、F两处凸耳下面设计一个防错销,同样可以达到防止错误发生的目的。

6. 加工工序安排中的防错

图5a、b所示分别为一个零件的两道加工工序的工序卡片图,正下方位置处要求加工如图5c所示的2个AG6×1和4个AG8×1.25螺纹的工艺底孔。不难看出,两张工序图所示的全部加工要素处于零件的同一投影平面上,一般都习惯于将这两道工序内容合在一道工序中,或至少将2个AG6×1和4个AG8×1.25螺纹的工艺底孔安排在一道工序中完成加工,毕竟它们处于同一个极坐标系中。然而当初编制工艺规程时,从预防出错方面考虑,编制人员并没有这样做。

由图5c可以看出,2个AG6×1与4个AG8×1.25共6处螺纹,在圆周方向上刚好是隔60°均布,但是它们所分布的圆的直径是不同的。试想如果将这两种规格的6个螺纹的底孔安排在一道数控工序中完成加工,通常会在一个视图上全部标示出来,那么由于图形线繁多、相互交叉影响,操作者看图编程时,稍有疏忽就很可能将两个分布圆φ55mm和φ58mm的直径按相同尺寸对待。所以为了预防该问



-凯姆勒-
来自德国的高精度刀柄



全方位的机械加工工具
制造商和供应商



中国区办事处

电话: +86-512-68130878

邮箱: Vikings-KEMMLER@vikingtools.com

网页: www.vikingtools.com

北方联络处

电话: +86-010-65008538

传真: +86-010-65005216

邮箱: Vikings-North@vikingtools.com

南方联络处

电话: +86-512-87811663

传真: +86-512-67686803

邮箱: Vikings-South@vikingtools.com

Visit us:
hall 5 – stand E34



◆广告 查询编号: 3090

info@vikingtools.com

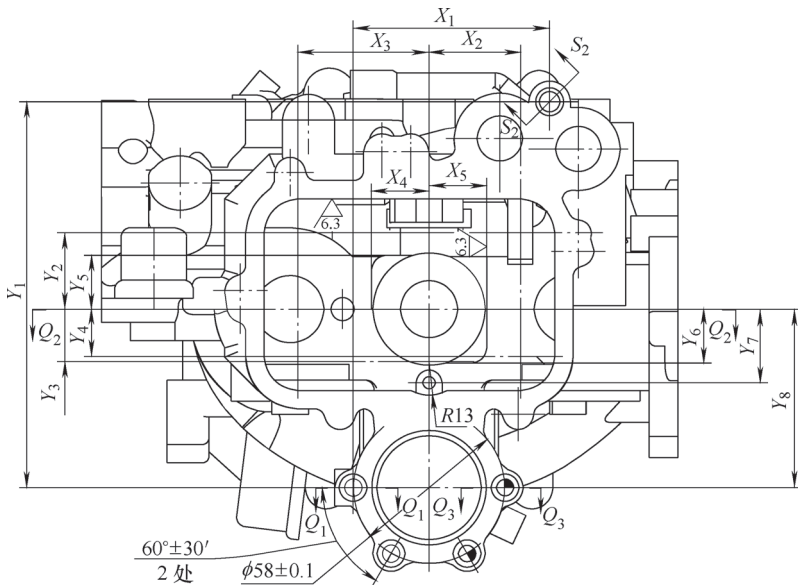
题的发生，编制工艺规程时，将这两个规格的螺纹底孔分开在不同的工序加工。后来的事实也证明了这种设计安排的必要性。曾经有一批零件在加工时临时将这两道工序合并，结果就发生了错误。

7. 结语

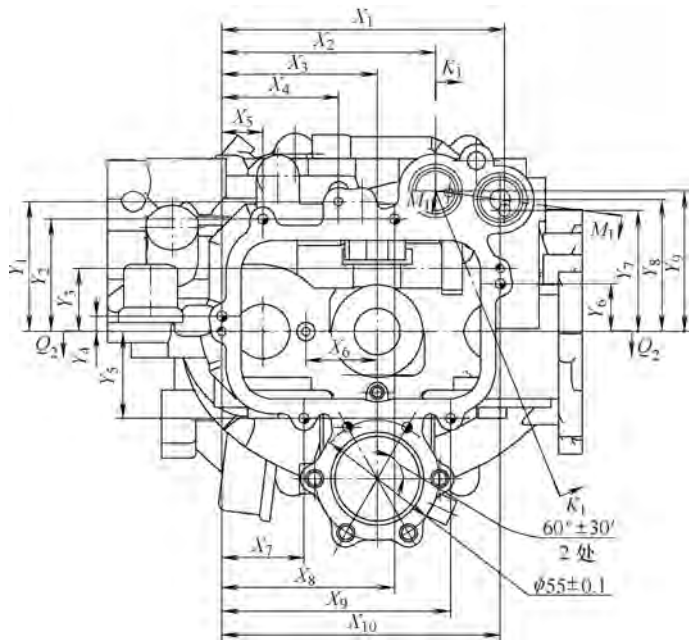
壳体零件工艺设计防错是一项需要我们持续研究、不断提高和探索的课题。它要求工艺技术人员在工作中有防错的思想概念，长存发现风险点的意识，能够制定出合适的防错措施，巧妙合理地对一些风险点提前进行防错设计，减少生产中人为差错发生的机会，避免差错形成缺陷，减少对操作者技能的依赖，降低操作者的劳动强度，将操作人员的时间和精力解放出来，以从事更具创造性和附加价值的活动，从而使员工通过更多的参与获得成就感与满足感。防错设计可切实提高企业质量管理与质量改进工作的主动性，显著提升企业的质量竞争力，为企业带来广泛的经济效益，降低成本，增加利润。

参考文献：

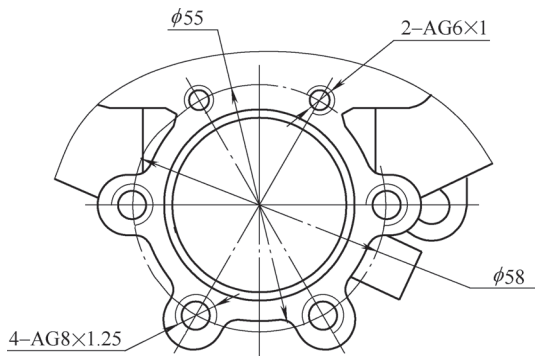
- [1] 陈思涛，何萍，朱志坤. 防错技术在工艺和质量管理的探讨与应用 [J]. 制造技术与机床，2013 (3) : 101-105.
- [2] 吴春其. 典型防错技术在生产制造中的应用 [J]. 科技视界，2012 (35) : 137.
- [3] 赵子龙，康俊枝. 防错设计的应用 [J]. 山西科技，2014，29 (1) : 156-158.



(a) 工序一



(b) 工序二



(c) 零件局部

图 5

MW (收稿日期: 20170328)