铸件骨架加工基准的设置

胡炜，李向阳，陈永峰，陈强星，李恒菊
航空工业航宇救生装备有限公司　湖北襄阳　441002

摘要：分析复杂铸件骨架加工基准误差产生的原因，根据零件外形特点及技术要求，选取最终毛坯最小尺寸处为定位面。通过实例验证了基准设置及调整对工件加工质量的影响。

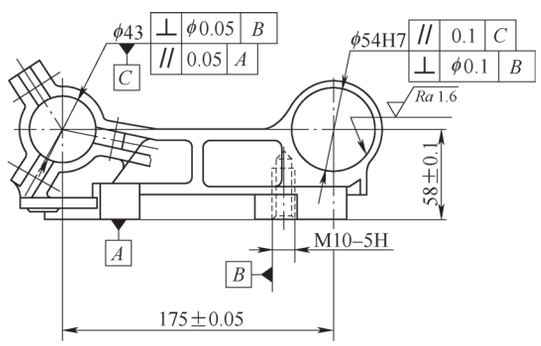
关键词：铸件；骨架；基准；浮动定位

1　序言

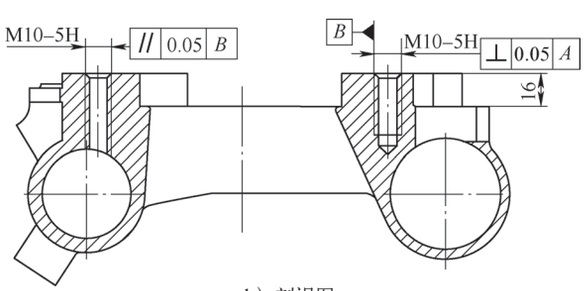
铸件在机械加工时，基准的选择非常重要。第一道工序多为划线，划线时一般以非加工面为装夹定位面，称为粗基准。后续加工需要选择已加工面作为定位精基准。粗基准只能用一次，若粗基准设置不正确或者有一些偏差，则会引起零件壁厚不均匀，造成零件报废，体现出了粗基准的重要性。

2　铸件骨架结构及加工时出现的问题

加工铸件时，首先由钳工划线确定毛坯余量，由划线确定机械加工余量是否均匀。图1所示骨架为精密铸件，是空中加油接口组件之一，材料为铸铝。加工时因受各种因素的影响，废品率居高不下。



a）零件尺寸及精度要求



b）剖视图

图1　铸件骨架

图1中，零件尺寸精度控制在0.05～0.1mm，同时要保证基准A到未加工表面尺寸16mm，而$\phi54^{+0.03}_{0}$mm毛坯材料厚度仅3～4mm，该尺寸已超差。

分析认为，对于铸造毛坯件的加工应考虑下列因素：铸件设计精度要求、机械加工要求、铸造方法、所要生产的铸件数量以及其他各种特殊要求，特别是基准目标系统、个别特殊公差、几何公差、圆角半径公差以及机械加工余量。

3　原因分析

零件铸造公差参照GB/T 6414—1999《铸件尺寸公差与机械加工余量》，可知其相对于保留材料3～4mm明显过大，基准选择不合理，毛坯余量积累，造成零件余量偏差。此外，加工工序集中，内容多，多个尺寸相互关联，容易发生毛坯余量分布不均问题，产生材料残留及局部缺残现象，槽两边不对称，孔上下毛坯余量不均匀，造成尺寸超差，使零件报废（见图2），体现出了加工前选择粗基准

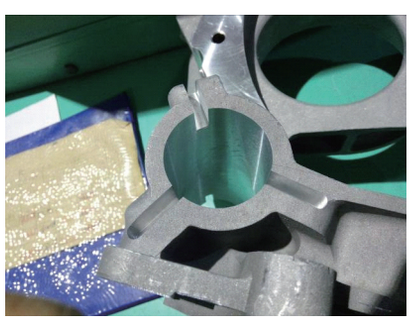


图2　报废的零件

的重要性。

此外，工序内容相互牵制、相互制约，圆柱面余量均匀与否无法直接由划线确定，只能依据加工基准*A*间接控制。而基准面*A*以16mm和划线作为参考进行加工，受铸造毛坯余量影响，间接造成产生误差后无法判断，对圆柱面余量没有控制，当出现问题时，后续也无法弥补。

4　加工方案的改进

为了提高铸件的机械加工合格率，应首先分析零件结构，由零件结构确定基准，其中尽量遵循基准重合原则，即铸件设计基准、铸造基准及划线基准重合。

按照GB/T 6414—1999《铸件尺寸公差与机械加工余量》，铸造毛坯公差选取精度适中等级的CT5～CT8级（标准规定，对于不超过16mm的尺寸，不采用CT13～CT16级的一般公差）。对于16mm尺寸，铸造公差为0.42～1.2mm。而ϕ54mm外圆柱壁厚3～4mm，＜10mm，公差为0.36～1mm，＜16mm的尺寸公差，故实际最终需要保证ϕ43mm、$\phi54^{+0.03}_{0}$mm处毛坯均匀分布。这就需要再分别从基准转换、定位基准的选择、工装夹具、加工设备和加工方法等方面入手进行分析，制定合理的解决方案。

4.1　遵循基准重合原则

基准的选择是划线工作中最为重要的环节，从设计角度来说，划线基准优先选择与设计基准重合，或与平台呈特定的关系；从加工角度来说，应尽量选择最终尺寸较小处作为定位基准，以保证加工余量均匀分布，保证被加工面与非加工面的壁厚均匀；从装配角度来说，应保证装配部件与非加工面的间隙，确保其相互之间不干涉；从使用方面来说，要保证使用时应有的强度。

针对骨架的划线，结合零件结构特点，首先选用铸件最大非加工面即最终控制尺寸面作为划线基准，如图1所示，相当于距离基准*A*面16mm的平面。对零件毛坯进行划线，通过“借料”调整局部或单一方向缺少材料的问题。划线还有一个重要目的是检查毛坯是否存在不可逆转的缺陷，如出现此问题，则原因归属于毛坯铸造模具设计不合理，应提出改进要求，从而避免类似问题的发生。

由定位基准*A*转换为ϕ57mm和ϕ62mm（两圆柱铸造毛坯尺寸）外圆柱为基准，直接选取铸造对称中心基准即找正毛坯厂提供的基准线，确保与铸造基准重合，避免了基准转换出现误差的现象，可以减掉钳工划基准线*A*这一工序内容。

4.2　基准的选择

从改变装夹方式入手，由原来采用专用拼装夹具划线，加工过程需要往返装夹4次，且质量无法控制，改为固定定位点和浮动定位，自制专用V形块辅助工装。用90°V形块选取ϕ57mm和ϕ62mm圆柱面定位，90°V形定位经过sin45°转换，误差小于平面定位的1/2，从而证明V形定位能有效地减少定位误差，减少因铸造误差对定位精度的影响，免去了重复装夹的基准转换误差，相当于提高了粗基准的定位精度。

4.3　计算毛坯误差范围及基准偏差

以ϕ57mm和ϕ62mm外圆柱为定位面，计算得出ϕ57mm在V形块中心点与ϕ62mm中心点相距定位面距离$\Delta h=29.85-28.08=1.77$（mm）（见图3），只要加工出高度差为1.77mm的V形块，在毛坯最理想状态下，放置于V形块中，则两圆心在同一水平面。为避免因铸造误差影响定位精度，设立浮动定位（即高度微调）V形块，参照GB/T 6414—1999《铸件尺寸公差与机械加工余量》，选取精密铸造毛坯的公差为CT6级，则公差为0.52mm。两V形块高度差最终为$1.77+0.52/2\approx2$（mm），即用于定位ϕ62mm圆柱的V形块相比定位ϕ57mm圆柱的V形块低2mm。设计微调范围为0～0.8mm，当出现ϕ57mm毛坯公差为绝对值较大的正负数值时，以ϕ62mm为旋转轴，调整图3中左边浮动定位V形块的高低，同时相应地调整设定的坐标值*Z*。毛坯外圆柱面作为粗

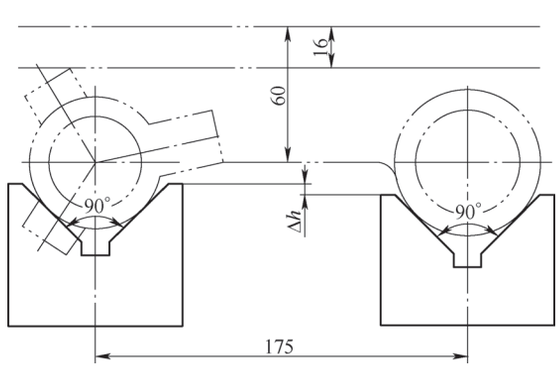


图3　Δh示意

基准，每件采用浮动定位找正水平，使装夹更加稳定。定位误差控制在基本尺寸为3～4mm的公差范围内。

4.4 基准的确定

选用骨架毛坯ϕ57mm和ϕ62mm外圆柱定位，推算出孔中心到工作台面尺寸一致。为保证定位准确性、稳定性，以及防止铸造毛坯误差过大等问题，制作专用V形块。将长V形块固定在工作台上，成为找正时的旋转轴定位基准。短V形块为活动件，在调整高低的同时，调整两圆柱间距175mm的铸造毛坯误差，两个V形块底面与拼装件连接或接触，三点确定一个平面，在保证放置稳定的同时，方便了水平找正。

找正ϕ57mm和ϕ62mm中心高度，将中心高度调整到公差允许的范围，间接控制最终ϕ54mm和ϕ43mm毛坯剩余材料尺寸，免去了钳工划线及重复找正的繁琐及误差。一次加工完成底面所有要素，保证底面要素相关联尺寸精度。同时加工出后工序定位面及定位孔基准，控制精基准与ϕ57mm和ϕ62mm毛坯尺寸一致性，确保最终零件厚度均匀。

5 加工效果验证

采用V形块定位两圆柱的方法加工后，后工序采用拼装夹具装夹零件，选用工艺基准*A*和*B*（见图1a）即2个M10底孔及已加工面为第二步定位基准，以基准*B*反推加工*C*基准，控制尺寸58mm，同时直接保证尺寸16mm，该尺寸有一未加工面保证，属于铸造毛坯公差，由前所述为CT6级，尺寸公差为0.54mm。加工ϕ54mm和ϕ43mm孔后，零件壁厚均匀，未出现明显毛坯偏差现象，且易于控制该尺寸，最终能有效地加工出合格的零件，成品如图4所示。

图4 成品

按照新基准选择方法确定骨架加工方案，由原来的9道机械加工工序缩短为2个工步完成全部加工，且最终ϕ54mm和ϕ43mm孔加工后，毛坯尺寸均匀，壁厚4mm以及7mm尺寸经测量，误差控制在0.3mm以内。后续加工的3个批次合格率达100%。经过多次加工验证，零件一次加工合格率达到100%，实践证明这种选择最终保证最小尺寸面为粗定位基准面的方法有效。

6 结束语

在铸件加工过程中，合理选择定位基准十分重要。最终选取保证最小尺寸面为粗定位基准面，同时运用合理的定位方法和加工思路，能够解决生产过程中存在的因基准转换不合理而引起的质量问题。骨架零件加工过程中尺寸、表面粗糙度、几何公差均达到工艺技术要求，对产品质量的稳定及加工效率的提高起到了积极作用，反映出该基准选择思路适用于铸造毛坯。从铸件骨架的定位原理分析，进行定位基准的扩展应用，可为铸件类零件的定位方法及基准的选择提供一定的参考。

参考文献：

[1] 全国铸造标准化技术委员会. 铸件尺寸公差与机械加工余量：GB/T 6414－1999[S]. 北京：中国标准出版社，1999.

[2] 卢演芝. 复杂铸件的划线方法：河北省机械工程学会铸造专业委员会、河北省铸造行业协会第十五届铸造年会论文集[C]. 石家庄：中国机械工程学会河北省机械工程学会，2009：23-25.

MW 20210923

专家点评

文章针对铸件骨架的结构特点，优化加工思路，通过定位基准的扩展应用，解决了生产过程中因基准转换而引起的质量问题，为铸造零件的毛坯设计和加工方案提供了参考。

文章选题正确，结构合理，通过加工实例验证了铸件基准的重要性。对基准的设置和调整有独到见解，工艺研究成果具有一定的实用性和指导意义。