典型大直径薄壁零件的磨削加工

洛阳一拖建筑机械有限公司研究所 （河南 471009） 聂福全

在拖式混凝土泵车中，有一种典型的大直径薄壁零件——中间套（图1），其内孔直径为202mm，外径为212mm，壁厚仅为5mm，且该零件各尺寸之间的形位精度要求较高，外圆表面粗糙度要求为$R_a0.4\mu m$，外圆圆度误差小于0.010mm。由于该零件壁厚较薄。，在磨削外圆时，如果不采取措施，常常会因为夹紧力、磨削力、磨削热、内应力等原因，使工件产生较大的变形，导致零件的加工质量难以保证。为减小零件的变形，我们根据零件的结构特点，制订了合理的加工工艺流程，设计了专用磨削夹具并采取了特殊的装夹方法，可以有效地保证该类零件的加工质量。

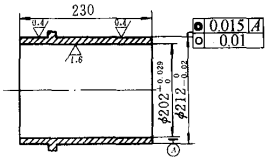

图 1

1. 零件在磨削外圆时主要变形分析

根据零件的实际特点，采用心轴装夹时，工件在夹紧力的作用下，由于锥体的作用而产生的径向分力会使工件变形。此外，由于在磨削时，工件的内壁磨削热不易散失，磨削热也是引起薄壁零件变形的重要原因，由于工件变形，磨削后工件会形成凹面（图2），难以保证工件圆度及同轴度的误差要求，必须通过设计专用夹具和采用合理的工艺方案才能确保零件的加工质量。

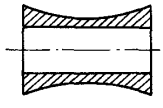
图 2

2. 夹具结构和使用原理

如图3所示，该夹具采用心轴、弹簧套可调式结构。由心轴1、固定销2、左定位板3、拉杆4、支撑板5、右定位板6、弹簧套7、压板8、带肩螺母9、顶丝螺栓10组成。使用时，先用固定销2将左定位板3固定在心轴1上，然后在心轴的另一端安装上支撑板5，以零件事先加工好的内孔为定位基准装入夹具，再将右定位板6装在心轴上并与零件内孔配合，在夹具上插入两根拉杆并用螺母锁紧，这样就将夹具紧固在工件上了。然后再将弹簧套7插入心轴与右定位板6之间的锥面间隙中，安装压板，拧紧心轴上的带肩螺母9，将弹簧套7压入，在心轴锥面上，弹簧套受到轴向压力后就产生径向膨胀变形，能够将定位板牢牢地固定在心轴上，从而起到自动定心作用，以确保心轴的轴线与工件内孔轴线的同轴度要求。这样，夹具就安装完成了。零件加工好后，先松开带肩螺母9，拧动三个顶丝螺栓10，右定位板就可带动弹簧套7沿相反方向退出工件，夹具就可以方便地拆卸了。

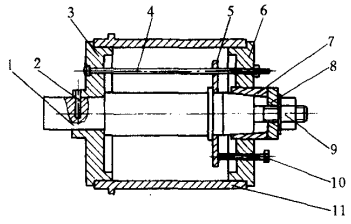

图 3

1. 心轴 2. 固定销 3. 左定位板 4. 拉杆 5. 支撑板 6. 右定位板 7. 弹簧套 8. 压板 9. 带肩螺母 10. 顶丝螺栓 11. 工件

3. 砂轮选型

选择砂轮时，砂轮特性如磨料、粒度、硬度、结合剂、石墨填料和砂轮组织松紧度，对磨削质量都有影响，如果选择不当，就难以使工件达到预期的表面粗糙度。此外还应尽可能提高砂轮的切削性能，控制好砂轮工作表面磨粒的微刃及其等高，并使其保持锋利状态。鉴于该零件的材料为45钢，热处理后硬度为52～56HRC，为保证零件表面粗糙度要求，所选用的砂轮磨料的粒度要适中，但硬度可以稍小一些。这是因为太硬的砂轮当其已完全钝化后，磨粒仍不能脱落，继续磨削反而使粗糙度变大。实际应用中，砂轮的选用以微晶刚玉或单晶刚玉、硬度为中软（K）、粒度为46号至60号为宜。此外，砂轮在使用前必须要经过修整，使砂轮表面有良好的磨粒切刃和微刃的脱粒性及等高性，从而确保工件磨削的表面粗糙度要求。

4. 加工设备

为提高零件加工的形位精度，设备的选择非常重要。要求机床主轴要有高的回转精度、径向圆跳动不大于0.001mm、主轴刚度好、机床各部分不应有振动现象，因此，最好选择较新的、精度好一

些的机床。结合我公司的实际情况，设备选用MB1332B外圆磨床。

5. 磨削液及冷却方式

为降低切削热，磨削液应选用无油、无亚硝酸钠的LPG—1高效磨削液。该磨削液是以高效极压润滑剂为添加剂作为配方基础，并从防锈、渗透、抗硬水性、清洗、消泡和杀菌等方面综合考虑的，具有环保、清洗性好、去油率高、冷却性好等优点，能节约大量能源和降低砂轮消耗。由于其冷却性非常好，磨削加工时，还可以适当提高磨削用量，从而提高生产效率。

使用磨削液时，应采用从磨削区下部供给磨削液的方法，这样，即可以使磨削液很容易达到砂轮与工件接触的磨削区，同时能使砂轮在磨削工件之后得到及时的冷却和清洗，从而延长砂轮的使用寿命、保持砂轮的几何形状，特别是在磨削连续表面时，可以使工件保持较低的温度，改善工件加工的形状位置精度。

6. 磨削用量

磨削分为粗、精磨多道工序，这样可以使粗磨时产生的变形能在精磨时得以消除。磨削用量选择应合适。粗磨时，采用往复磨削法，砂轮的线速度为15～20m/s，工件转速为35～70r/min，纵向进给量为0.3～0.5mm，工作台移动速度为0.03～0.05m/min；精磨时，采用定向磨削法，砂轮的线速度为20～30m/s，工件转速为50～80r/min，纵向进给量可以为精磨时的加工余量，工作台移动速度为0.02～0.03m/min。

7. 工件的装夹

由于我们选用的设备MB1332B为外圆磨床，其机床自身的工艺系统精度一般，而在采用两顶尖装夹工件时，两顶尖、两中心孔同轴度误差将直接影响着工件的加工精度，零件的加工质量就很难保证。因此，为消除因工件两中心孔制造误差及两顶尖安装误差对工件圆度的影响，在装夹工件时，可以采取以下方法如图4所示，选用两个特殊顶尖套2，顶尖套材料选用GCr15钢车出外圆后磨削，中心孔使用80°特殊中心钻钻出，淬硬至60HRC，并用特殊内圆砂轮磨出中心孔，然后以中心孔定位磨出外圆，再研磨中心孔至表面粗糙度 $R_a0.4\mu m$，压入莫氏锥柄。然后将两个特殊顶尖装入外圆磨床头尾架，选用直径为1/2inch的0级钢球，并装上工件（图5）。用高精度钢球代替锥顶尖，可以把原来的面接触改为线接触，从而消除了中心孔精度对工件加工精度的影响，可以显著提高工件的圆度。

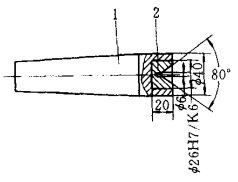

图 4

1. 莫氏锥柄 2. 顶尖套

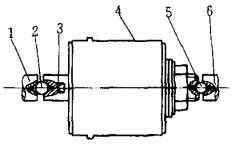

图 5

1、6. 顶尖 2、5. 钢球
3. 心轴 4. 工件

8. 磨削时的注意事项

（1）在精磨时，为减小夹紧力引起的工件变形，夹具的夹紧应比粗磨时小一些。

（2）磨削后，为了防止工件生锈，工件应做除水、除杂质防锈处理。

（3）砂轮使用前一定要校正好砂轮的平衡，否则，砂轮不平衡将引起振动，会对零件的形位精度造成影响。因此，在磨削工件前，必须校正好砂轮的动、静平衡，并对砂轮进行精细的修整。

（4）磨削工件前先让机床工作台和砂轮空运转20～30min，使机床工作性能稳定。在空运转的同时，要注意把机床液压筒中的空气排净。

（5）安装工件前，必须将两顶尖和工件上的中心孔擦干净。安装工件时，还应检查两顶尖、钢球与工件中心孔的配合情况，确保其配合良好。

9. 应用效果

该工艺方案简单、实用，夹具设计合理，应用方便，制造成本低，零件拆卸容易，通用性强，使用效果好，既可以有效确保零件加工质量，且能够提高工效，适于此类零件的批量化生产。

（收稿日期：20030808）

约 稿

由于栏目方面的变动，现将夹具栏目改为“机床部件与工装夹具”。因此，凡是与此栏目相关的内容，均可投稿。注意稿件质量，即要求有一定的技术含量，有推广性、先进性。欢迎大家踊跃投稿。