

重机进气管深孔加工技术

新兴重工湖北三六一一机械有限公司 (襄阳 441002) 曹俊 郭峻秀 李存靖 王钧盛 刘军

1. 重机进气管深孔加工的现状

深孔加工是指孔深与孔径之比 $L/D \geq 5$ 的孔的加工，是机械加工中的一道难题，尤其细长孔的加工。其难点在于刀具细长，刚度差，强度低，易引起刀具偏斜，且排屑困难，散热不易，经常会产生直径变大、位置尺寸超差，出现锥形孔等现象。

我公司承接的重机进气管形状尺寸大体相似，由于精度要求不高，孔数较多，使用加工中心加工这么多深孔也很不经济；同时由于形状独特，也不适合车床、台钻等设备。通常采用摇臂钻直接钻削加工深孔，导致尺寸经常超差，进而造成大量的返工返修等内外部故障损失。

在重机进气管 M 系列产品的开发中，就遇到了深孔加工这一难题。此类产品 6 个管口共有 18 个 $\phi 11^{+0.27}_0$ mm 通孔，位置度 0.4 mm，其中 6 个孔深 78 mm，6 个孔深 136 mm，6 个孔深 152 mm，如图 1 所示。

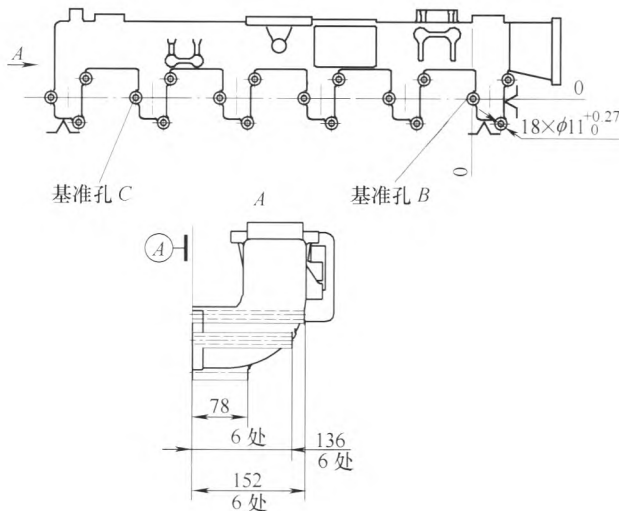


图 1

2. 重机进气管的深孔加工

(1) 重机进气管深孔加工的工艺分析。根据我公司现有设备状况及此产品的图样要求，结合类似产品的加工经验，评审后建议采取摇臂钻直接钻削加工。对长径比超过 10 的两组共 12 个过孔采用夹具保证位置尺寸，两端分开钻孔对接加工，然后用铰刀校正对接错位台阶，钻孔时加乳化液冷却。具体工序路线如下：正面钻 12 个 $\phi 11$ mm，深 80 mm→从另一端钻 12 个 $\phi 11$ mm，钻通→铰刀校形，消除对接台阶。使用摇臂钻加工深孔，在同类产品相似孔的加工时均会出现锥形孔、喇叭口及偏斜孔等现象。因此，必须设计合适的夹具及合理的工艺，才能保证图样所要求的加工精度。

(2) 夹具设计。首先是 18 孔翻转钻具的设计：此设计需要限制 6 个自由度，保证产品的定位可靠。选取设计基准面 A 作为工件定位面，保证基准重合，减少定位误差。侧面长方向选择左右两端管外侧面各一毛坏点 a、b 作为定位点；另一侧面宽度方向定位点选择在第三管侧面的毛坏点 c 点。压紧机构选择中间一排孔的 6 个搭子上，同时因为考虑到此产品总长近 1 m，铸件存在变形，在 a、b 定位点的对应一端增加顶紧机构，以此尽量减少因变形造成的管壁厚累积偏差导致部分孔壁单边；同时因为深孔钻削时排屑困难，须在定位板跟钻套之间开排屑槽，便于排屑、散热。此设计为正面钻孔的翻转式夹具，如图 2 所示。

其次是 12 深孔钻具的设计：以设计基准面 A 及刚加工的两设计基准孔 B、C 作为定位的“一面两销”固定式夹具，用钻套保证位置尺寸，如图 3 所示。此产品的形状决定了此道工序的最好压紧点在

管口中间的法兰上，别的位置会导致产品偏移而影响加工质量；而此处又恰恰是需要钻孔的位置，存在干涉。在设计时将压板中间铣开，并在压板跟钻模板之间增加一销子以便定位压板，使铣开部位能够让开钻套、钻头；采用3个气缸气动压紧，提高装卸工件的效率的同时，也降低工人的劳动强度。

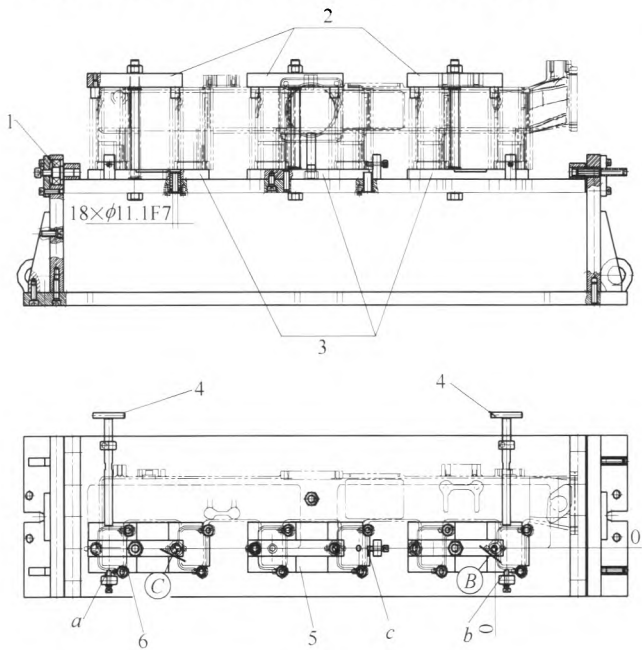


图 2

1. 旋转机构 2. 压紧机构 3. 定位支撑板

4. 顶紧机构 5、6. 排屑槽

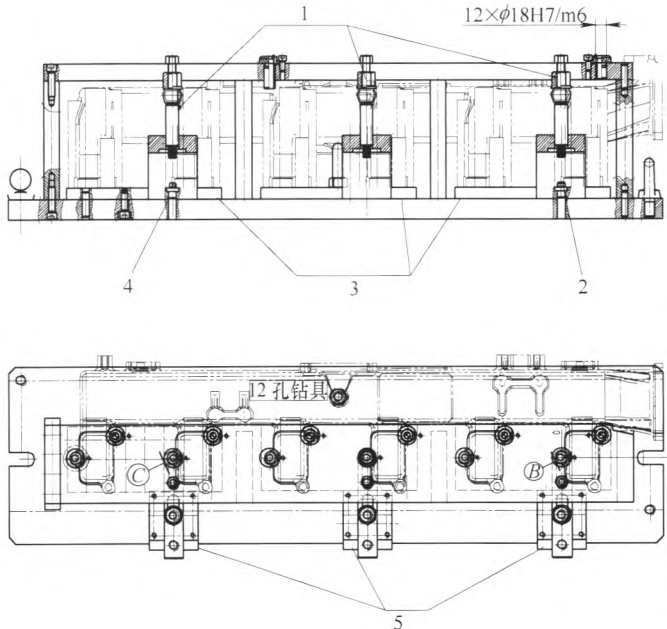


图 3

1. 压紧机构 2. 固定定位销 3. 定位支撑板

4. 菱形定位销 5. 气缸

(3) 工艺设计。工艺设计：对此产品 12 个深孔的加工设计 3 道工序。第一道工序为翻转夹具正面钻孔，第一工步为钻第一基准孔 B，5 次进给，钻深 (80 ± 1) mm；因钻孔较深，切削力大，提出钻头后插入插销（插销跟钻套之间、所钻孔之间采用小间隙配合），以避免工件在钻孔过程中发生串动。第二工步钻第二基准孔 C，5 次进给，钻深 (80 ± 1) mm，同样在提出钻头后插入插销。插上两个插销的作用是相当于一面两孔定位。毕竟翻转式钻具使用毛坯定位存在不稳定、不平衡的可能。第三工步再钻其他 10 个深孔，均分 4~5 次进给，钻深 (80 ± 1) mm。

第二道工序以一面两孔定位，压紧后从反面钻 12 孔，分 4~5 次进给，深度为对接通。

第三道工序为铰孔，以消除因对接产生的台阶痕迹，便于安装。

(4) 其他注意事项。由于此孔较深，须选择刃长较长的钻头，直径取中上差 11.15 mm；钻削时必须加冷却作用的乳化液。同时要多次进给，多次提刀，便于排屑和冷却钻头，保护钻头。

3. 结语

此产品经过几轮生产的调试及测量验证，使用普通加工中心加工 18 个 $\phi 11$ mm 深孔，所用时间为 13 min；采用普通设备摇臂钻直接钻通方式加工所用时间为 11 min，且经常尺寸超差；本方案使用摇臂钻按工艺设计要求对接加工，所用时间为 8 min，连续生产 50 件，能满足图样要求。由此可见，此方案实施不仅仅是提高了质量，增加了班产量的同时降低了制造成本。

专家点评：文章写得很好，摇臂钻床 + 钻模板的传统工艺模式效率很高，也不容易出错，在工厂中一直广泛应用。反面对接深孔有一定难度，作者通过工装夹具解决了这一点。最后以铰孔消除因对接产生的台阶痕迹，做得很完美，不留瑕疵。文中有几个细节描述得很好，作者的实践经验和工装设计都很出色。比如钻完基准孔后，提出钻头后插入插销；考虑到此产品总长近 1 m，铸件存在变形，在 a、b 定位点的对应一端增加顶紧机构；深孔钻削时排屑困难，须在定位板跟钻套之间开排屑槽，便于排屑、散热。第二道工序以一面两孔定位，压紧后从反面钻 12 孔。MW (收稿日期：20140316)