

汽轮机高压喷嘴组加工

南京汽轮电机(集团)有限责任公司 (江苏 210037) 柳 政 喻志龙



集团公司技师协会副会长柳政

高压喷嘴主体结构由喷嘴环和高压喷嘴组成(见图1), 材料为1Cr12W1MoVA, 属于非常难

于切削加工的合金材料。

主要的技术难点是: 高压喷嘴的加工、喷嘴环的加工及各零部件装配焊接后的组合加工。

加工中需要解决的问题是:

(1) 喷嘴组部分在组焊前的定位基准加工和喷管孔的预加工。

(2) 进汽室部分组焊前的粗加工和焊接定位基准加工, 焊接定位工装的设计加工。

(3) 进汽管部分的粗加工和焊接定位加工。

(4) 组焊后的精加工和定位基准及定位工装的设计。

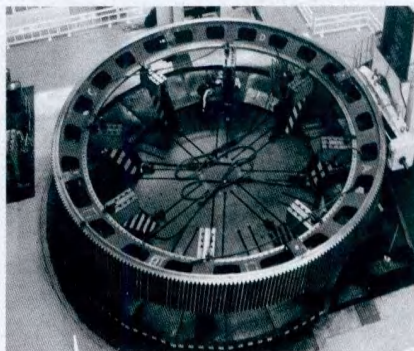
(5) 加工过程中的刀具、夹具等的设计。

齿圈采用斜齿, 具有承载力大、传动平稳、噪声小等特点。

在镗床上代替12m立车粗车, 代替14m滚齿机粗铣齿, 能减少12m立车、14m滚齿机的占用时间, 减少加工成本, 提高加工效率。

要想加工4瓣 $\phi 11\ 559.8\text{mm}$ 斜齿大齿圈就必须采取加工措施来完成。在镗床上粗铣齿关键是如何保证单分齿精度和保证螺旋角。用3台镗床同时对每瓣进行粗铣齿, 且保证单分齿精度都一样、保证所有齿螺旋角都相同难度就更大。

经过反复研究确定了加工工艺, 制定了对4瓣超大直径、大模数、长齿宽齿圈用3台镗床同时进行粗车、粗铣齿工艺方案, 确保了MZS8848半自磨机上的4瓣 $\phi 11\ 559.8\text{mm}$ 斜齿大齿圈加工进度, 齿圈粗铣齿后在14m滚齿机完成精铣齿(见附图)。通过精铣齿检验证明在镗床上对4瓣 $\phi 11\ 559.8\text{mm}$ 大齿圈进行粗铣齿技术是成功的。该齿轮已安装在云南大红山铁矿MZS8848半自磨机上, 运转很好。



14m滚齿机对 $\phi 11\ 559.8\text{mm}$ 齿圈精铣齿

四、结语

本文介绍了大模数大直径齿圈的几种加工工艺, 分析了各种工艺的优缺点, 并总结了大齿圈在制造中防变形措施, 以及降低大齿圈加工成本、提高加工效率方法, 企业在制订大齿圈加工工艺过程中可进行参考[本文为基金项目: 国家“高档数控机床与基础制造装备”科技重大专项(2010ZX04014-091)]。MW

(收稿日期: 20120510)

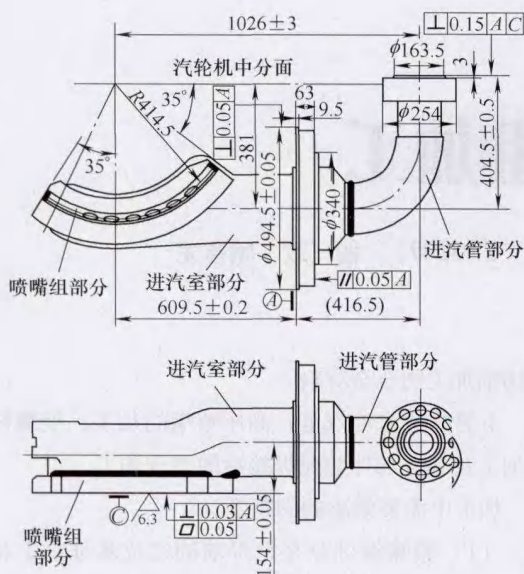


图1 高压喷嘴主体结构

一、喷嘴组部分加工

喷嘴组部分结构如图2所示，材料为1Cr12W1MoVA。加工难度为公差尺寸的控制和位置要求的控制。

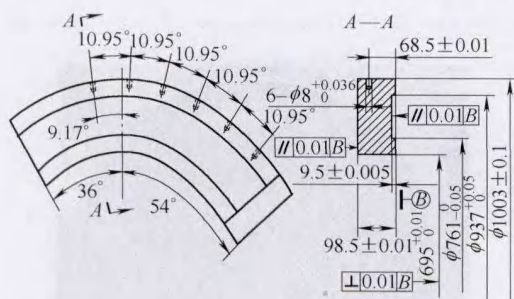


图2 喷嘴组部分

1. 车加工刀具的选择

由于此工件的材料属于极难加工的耐热合金材料，我们在加工外圆、内孔时经过多种刀具切削试验，最终采用山特维克公司制造的WNMG08.04.08MC型550刀片。

在加工工件的端面时，特别是图2所示的9.5mm深的端面时，山特维克的各种刀片均无法保证切削要求。为此，我们联系了伊斯卡和日本三菱等一些国际品牌刀具制造商，经过多方面切削比较试验，我们最终选定以色列伊斯卡公司制造的GIF.800E.080IC908型刀片，取得良好的切削结果。

2. 车夹具的设计

我们自行设计制造了一个夹具（见图3），用于车加工。

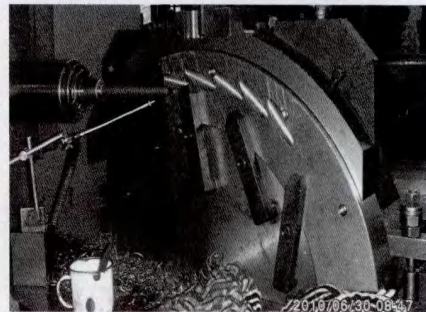
通过此项工装夹具的应用，保证了工件加工形位公差



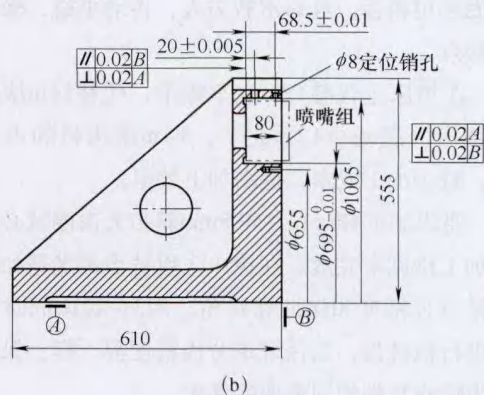
图3 喷嘴组车加工夹具实物

3. 镗削加工

(1) 喷嘴组镗削加工夹具设计 为了解决喷嘴组上的各喷嘴孔的加工，以确保各孔的位置精度和尺寸精度，我们设计制造了一个喷嘴组夹具体，如图4所示。



(a)



(b)

图4 喷嘴组夹具体

(2) 喷嘴孔的加工方法确定 ①首先进行预钻加工，先将需要铣削加工掉的部分加工掉，利用M24×2的螺纹底孔，制作一个定位铜套对预加工的钻头进行定位固定（见图5）。保证钻头沿着需要的方向和角度进行加工。②对喷嘴孔进行扩孔加工、粗铰加工和精铰加工。

(3) 刀具设计 专门设计了加工用的定心钻和加长键槽铣刀（见图6）。

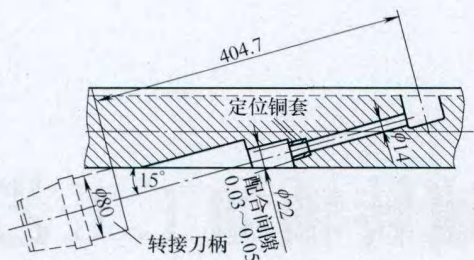


图5 喷嘴孔预加工简图



(a) 铣刀

(b) 专用定心钻



(c) 螺旋形锥度绞刀

图 6

二、进汽室部分的加工

(1) 加工难点 主要在于图7所示的 $\phi 761^{+0.05}_{-0.10}$ mm和 $\phi 937^{-0.05}_{-0.10}$ mm两道止口凸台圆的加工和6个 $\phi 50$ mm孔的定位加工。而这些加工难点的关键在于此工件的形状比较复杂，装夹定位和加工方式选择成为保证工件加工精度的关键。

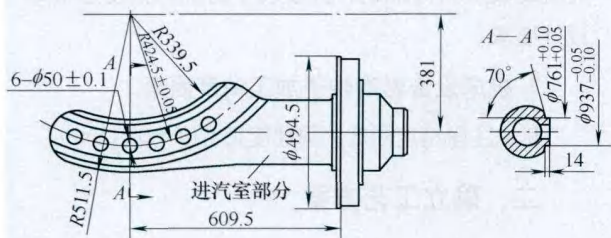


图 7

(2) 解决方案 我们专门设计制造了一个特殊的夹持工装（见图8）。从加工的实际效果来看，此种装夹定位方式简便灵活，且完全保证了加工的实际需要。

三、高压喷嘴的整体加工

(1) 加工的难点 如图1所示，中间（ $\phi 494.5 \pm 0.05$ ）mm法兰面的右侧端面的形位公差的保证。造成这些困难的主要原因是进气管的弯头法兰

造成立车加工的勾头特别长，极易造成加工过程中的振动，影响加工精度。

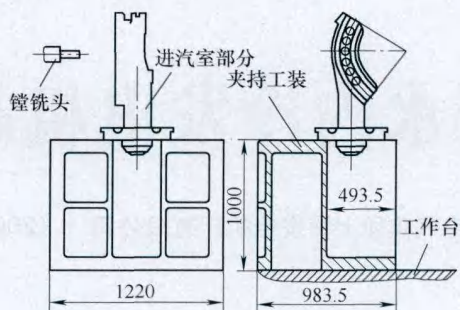


图 8

(2) 解决方案 设计制造了一个特殊的勾头刀排和特殊刀体（见图9）。此项勾头刀排自身拥有良好的刚性，是一个加强三角形结构。另外，为了确保加工中的稳定性，我们还在刀排后部增加了一个辅助顶紧装置。在后来的实践中，我们又对此刀排进行了改进，取消了辅助装置，加工效果更加完美（见图10）。



图 9

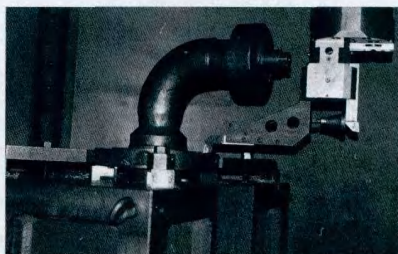


图 10

四、效果检验

通过一系列的攻关及操作人员的精心操作，我们完成了汽轮机高压喷嘴的加工。

在加工过程中和加工结束后，检验人员对此零件的21项尺寸精度和11项形位公差进行了检查，合格率达到99.5%。高压喷嘴在整机装配中完全达到了设计要求。至此，圆满地完成了汽轮机高压喷嘴的加工。MW

（收稿日期：20120510）