

加工风力发电机定子支架锁紧孔自制珩磨设备设计

■ 国水投资集团西安风电设备股份有限公司（陕西 710038） 雒正良 姚步峰

摘要：根据风力发电机组定子支架锁紧孔的特点，借用珩磨机工作原理，巧妙设计了锁紧孔珩磨设备，达到了用常规数控设备无法达到的尺寸加工精度，解决了效率低、周期长及质量难以控制等问题，满足了设计及使用要求，降低了制造成本。

某设计单位研发的2.0MW风力发电机组为目前国内风电行业热销的发电机组，定子支架作为发电机的关键零部件，直径约4.5m，重量约5.5t，对于此种大型结构件来说，其锁定装置处锁紧孔的位置度公差要求为 $\phi 0.3\text{mm}$ ，孔内径公差为 $\phi 240^{+0.04}_0\text{mm}$ ，孔深400mm，表面粗糙度值要求为 $R_a=3.2\mu\text{m}$ ，垂直度0.03mm，加工难度大，经常出现超差现象。加工定子支架的锁紧孔时，采用数控龙门镗铣床分别安装粗、精镗刀依次加工时，由于工件结构限制，刀杆伸出较长，经常发生锁紧孔孔壁粗糙、孔内尺寸精度差等问题，整体会出现锥度、喇叭口或腰鼓状等情形，结合机床性能、刀具特征与工件及孔的特征，通过控制加工参数、更换精镗刀具等方式以期改善孔的加工质量，却始终得不到有效提高。通过改变工艺方法，将精镗后的尺寸公差进行调整，利用自制的专用珩磨设备进行精整加工，达到图样的尺寸精

度和表面粗糙度要求，满足了生产需要，大大提高了生产效率。

1. 设计思路

为了降低锁紧孔的表面粗糙度值、保证孔的尺寸精度，用精镗刀具等方式来改善孔的加工质量，始终得不到有效提高。转变思路探索在龙门铣主轴上安装珩磨头对内孔进行磨削加工，然而，自制珩磨头在龙门铣床上使用需与刀柄联接，刀头较沉重，工人难以操作，且同时占用了龙门铣设备的工位。为了高效率、低成本、保质地完成加工，自制小型的珩磨设备，安装在工件上进行加工。

珩磨机是利用珩磨头珩磨工件加工表面的磨床，主要在汽车、拖拉机、液压件、轴承及航空等制造业中用于珩磨工件的孔。珩磨机有立式和卧式两种，常规的珩磨机都是将工件固定在机床上进行加工，由于我公司产品需要加工一个大型零件某一个部位的孔，常规的珩磨机无法满足要求，设计人员借鉴珩磨的原

理，巧妙地设计出一个带有动力装置的珩磨头安装在工件上进行加工。

2. 设计原理

根据工件特点，需要制作一个立式珩磨头进行上下往复运动，完成定子支架（见图1）锁紧孔的磨削加工，如图2所示。新型珩磨机多采用液压胀缩的珩磨头，镶嵌有油石的珩磨头由竖直安置的主轴带动旋转，同时在液压装置的驱动下作垂直往复进给运动。在加工过程中，珩磨头的油石在胀缩机构的作用下作径向进给，把工件孔逐步加工到所需的尺寸公差和表面粗糙度。设计思路是将珩磨头整体安装在带有导轨的基座上，基座放置在工件上，珩磨头与工件锁紧孔对中位置可能会存在几毫米的误差，在珩磨头上端使用两个万向节过渡联接，这样珩磨头在自重及油压的压力下，使万向节发生自动调节，让珩磨头仍沿着原锁紧孔向下运动，完成磨削加工，就可以解决珩磨头与锁紧孔对中的问题。

3. 设计制作调试

按照以上思路及理论原理，结合工件大小，对珩磨设备（见图3）的所有零部件进行尺寸及参数设计，其中对主要零部件作如下介绍。

(1) 珩磨头。珩磨头是该珩磨设备的重要组件，承担着孔的加工，其工作性能对孔加工的尺寸公差及表面粗糙度值起着重要影响。采用常规的结构形式，即由磨头体、油石、油石座、导向条、弹簧和锥体胀芯组成。当胀芯锥体移动时，油石便可胀开或收缩。转速设计为40r/min，以珩磨内孔直径240mm计算，切削速度可达30m/min，符合金属切削手册参考数值。油石选用6根，长

度160mm，根据油石长度粗略计算出珩磨头工作行程，可作为后续液压装置驱动参数的设置。珩磨头制作完成后需要进行一次归圆，保证尺寸公差及圆度要求。

(2) 万向传动装置。万向传动装置由万向节和传动轴组成，万向节是实现变角度动力传递的机件，用于需要改变传动轴线方向的位置，传动轴由液压马达带动实现旋转运动。

(3) 联接滑动装置。用于联接万向传动装置与珩磨头整体的部件，通过液压油缸作用可以在主箱体上下往复运动。

(4) 液压驱动装置。在液压油作用下驱动以上三部分做上下往复运动，根据珩磨头工作行程

计算液压驱动参数。

(5) 主箱体。主箱体是一个焊接箱体，在箱体外表面竖直方向上联接燕尾型滑轨，承载着运动机构的负荷，在液压装置的驱动下带动滑动装置及主轴作上、下往复磨削运动，在箱体下方安装磁力吸盘装置，整个珩磨设备起吊至工件上放平后，手扳动磁力吸盘手柄转动，使箱体牢牢固定在工件表面。

按照设计图样制作完成组装，通过不断地调试设备，调整转速、进给等参数达到使用要求，确保加工后内孔达到图样要求。通过试加工，该自制设备完全满足加工需求，目前已进入正常生产阶段，达到了预期的效果。

4. 结语

在大型结构件上加工局部深孔，通过设计自制立式小珩磨设备，满足了产品设计及使用需求，降低了制造成本，提高了生产效率，具有一定的推广价值。

参考文献：

- [1] 诸兴华. 磨削原理[M]. 北京：机械工业出版社，1998.
- [2] 机械工程手册编辑委员会. 机械工程手册[M]. 2版. 北京：机械工业出版社，1993.

MW (收稿日期：20160120)

专家点评

本文采用了蚂蚁啃骨头的方法，解决了大件上孔的加工难题，对如何解决加工中的问题具有很好的借鉴意义。

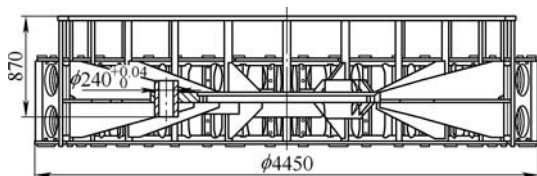


图1 定子支架

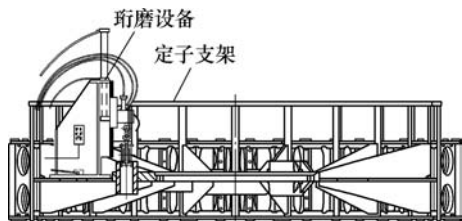
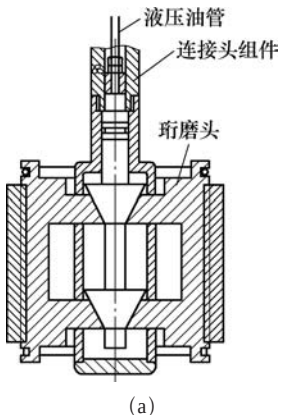


图2 珩磨加工示意图



(a)



(b)

图3 珩磨设备示意图