

新型数控反刮刀具在风力发电机制造上的应用

■ 东方电气集团东方电机股份有限公司（四川德阳 618000） 秦昱新

摘要：目前，各种大型风力发电机等结构件加工时，有大量的沉孔需要加工。其中，反面沉孔的加工更趋困难。传统的反面沉孔加工方法不能满足大量生产的需要，特别是数控机床的大量运用，传统的沉孔加工方法更不能满足数控加工的要求。本文主要介绍反面沉孔加工的新方法，实现了自动反面沉孔加工，并在风力发电机制造上得到了很好的应用。

我公司是一家生产水电、核电、火电及风力发电设备的大型国有企业。自主设计制造了2MW、3.2MW、5MW和5.85MW等多种高速永磁发电机，最近几年又开发制造了1.5MW和3.2MW直驱永磁大型风力发电机及2.0MW电励磁风力发电机。特别是仅2.0MW电励磁直驱风力发电机的要求年产量200多台。

1. 产品结构分析

如图1所示转子支架，该工件是2.0MW电励磁直驱风力发电机的关键零部件之一。

其最大外径 $\phi 4\ 932\text{mm}$ ，高1 218mm，质量约12.5t，材料为

Q345E。在外圆柱面 $\phi 4\ 600\text{mm}$ 上有80组孔，每组5个 $\phi 22\text{mm}$ 通孔且需反面铰平 $\phi 40\text{mm}$ 深3mm，每件共有400个孔，保证沉孔后的板厚为47mm，且要求厚度均匀。孔与孔位置度误差为0.5mm，表面粗糙度值 $R_a=6.3\ \mu\text{m}$ 。另要求每个光孔的轴线向心，即孔的延长线过 $\phi 4\ 600\text{mm}$ 圆心，且孔的端面 $\phi 40\text{mm}$ 铰孔垂直于 $\phi 22\text{mm}$ 光孔。

2. 工艺分析与刀具设计

经过对图样的详细分析，决定采用150数控镗铣中心进行

加工。以保证80组孔的分度精度，采用高速钻头，先钻 5×80 个 $\phi 22\text{mm}$ 光孔。工件安装如图2所示，采用定心胎具，减少工件安装和找正辅助时间。

以前加工该沉孔采用图3所示的方式加工，其加工效率低，且频繁更换刀具，劳动强度高，仅加工沉孔就需要4天/台。为了提高加工效率，减轻劳动强度，且满足在数控机床上自动进行反刮孔加工。查阅了很多资料，发现目前的绝大多数反刮刀采用偏心反刮、传统的更换刀体和触发伸缩刀体反刮的三种方式。这些方式的反刮刀均不能满足在数控机

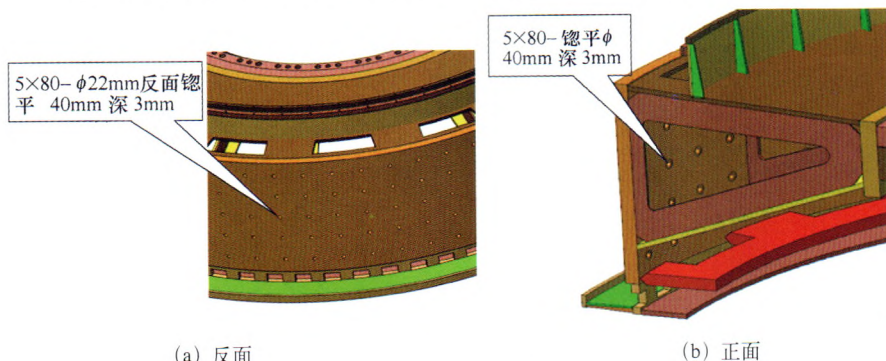


图1 转子机座孔加工示意图

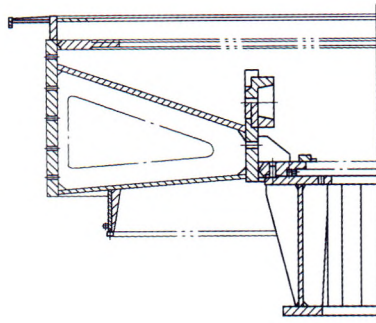


图2 工件装夹

床上自动高效地进行反面沉孔加工。

经过多方面考虑,我们设计了旋转自动伸缩的刀具结构。其原理是使刀体自动伸缩的加工沉孔,结构如图4所示,即刀具顺时针旋转时,刀体收缩在刀杆内,当刀体逆时针旋转时,刀体伸出刀柄(见图5)。

因为,被加工材料为Q34E,是易切钢材材料,且150镗床机床自带内冷系统。于是,我们根据被加工材料及切削环境,设计了刀片单边压紧的结构,刀片材料选择为TG3,刀片切削角采用负前角设计。刀柄和刀体材料选择了塑性好的35钢经热处理而成,刀体直径尽可能大,以保证提高刀杆的抗弯强度。

3. 效果验证

首次试验时,该方案基本能满足加工的要求,加工一个沉孔约需要1min30s,10h即可加工1台,基本实现了全数控控制。但我们发现,在加工沉孔的时候刀柄振动较

大,加工20~30个沉孔后,刀体出现裂纹,刀具的寿命较低,如图6所示;刀片磨损较为厉害,偶尔出现刀片不能压紧的情况;每把刀具最多加工20~30个孔的时候,刀体出就出现裂纹;沉孔表面粗糙度质量较差,不能完全实现无人看守的加工状态。

于是,对刀体材料、热处理工艺和结构进行了改进。主要有以下几个方面:①将刀片几何角度改为正前角。②刀片材料采用YG6。③刀片压紧方式改为中心压紧的可换式刀片,便于更换。④刀柄和刀体材料采用35CrMo,重新设计出了第二代反刮刀,如图7所示。

改进后的反刮刀,经试验,刀体再未出现裂纹,振动几乎很小,切削速度也有较大提高,加工1个沉孔仅需42s,每台加工时间仅需要约5h;每颗刀片能加工450~600个沉孔,才出现刀片磨损的情况。为保证产品质量,要求每加工1台转子机座就需要检查

刀片磨损情况,如有磨损,就及时更换,以保证沉孔质量稳定。从而实现了沉孔数控加工无人看管的最佳效果,如图8所示。使用该型反刮刀大大提高了反面沉孔加工的效率。



图6 刀体裂纹

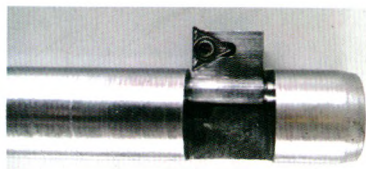


图7 第二代反刮刀

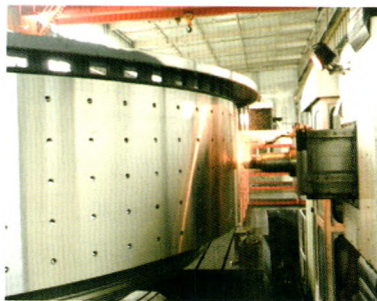


图8 镗床加工

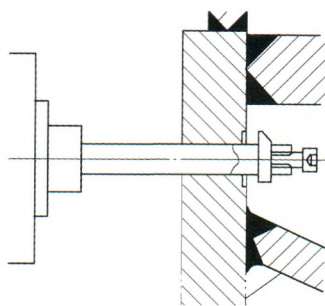


图3 传统反刮方式

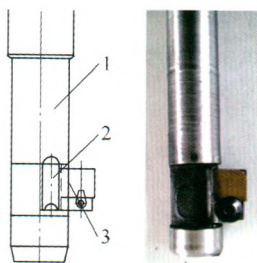


图4 第一代反刮刀

1. 刀柄 2. 刀体 3. 方刀片

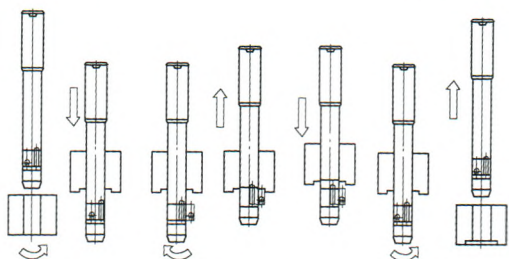


图5 反刮刀原理图

4. 结语

我公司其他发电机的结构件加工也有类似的沉孔,根据不同的沉孔直径,设计了相应的反刮刀,使该型数控反刮刀系列化和模块化。为了实现反面加工斜角或圆弧倒角,我们正在进一步设计新的类似刀具。

参考文献:

- [1] 袁哲俊,刘华明. 刀具设计手册[M]. 北京:机械工业出版社,1999.

MW (收稿日期:20170112)