



# 半直驱永磁风力发电机 定子铁心与机座热套工艺研究

苟东旭 陈荐英 李 艳

(工艺部,山西 永济 044502)

**摘 要** 公司生产的7.6MW半直驱永磁风力发电机为首次试制,机座内径3156mm,电机定子冷却采用水冷却的结构,在机座与铁心之间增加冷却水套;由于电机直径较大,套装难度增加,机座装配的难度也相应增加,本文在还原当时套装工艺的同时,提出改进措施,并在类似电机中应用。

**关键词** 半直驱 永磁风力发电机 水套 热套

## 1 半直驱的概念

半直驱概念是在直驱与双馈风力发电机组在大型化发展过程中遇到的问题而产生的,兼顾二者的特点。从结构上说半直驱可与双馈式类似,具有布局形式多样的特点,同时目前研究中的无主轴结构还具有与直驱相似的外形。区别在于一是与双馈机型比,半直驱的齿轮箱的传动比低;二是与直驱机型比,半直驱的发电机转速高。这个特点决定了半直驱一方面能够提高齿轮箱的可靠性与使用寿命,同时相对直驱发电机而言,能够兼顾对应的发电机设计,改善大功率直驱发电机设计与制造条件。

## 2 半直驱电机定子装配的工艺过程

由于该半直驱电机结构的特殊性,工艺过程较直驱电机定子工艺过程,增加了水套铁芯热套、水压检测、机座热套。定子结构如图1所示。

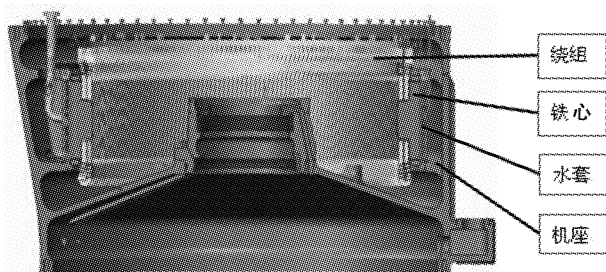


图1 半直驱电机定子结构示意图

定子装配工艺过程:水套铁心热套—水压检测—定子嵌线—一次耐压检测—打槽楔—并头连接及绝缘—二次耐压检测—导电环安装—三次耐压检

测—浸漆—机座热套—水压检测—电缆连接。

## 3 铁心、水套、机座热套温度计算

(1)的温度是根据热套内径、最大配合过盈量、材料的线膨胀系数、环境温度、摩擦最小间隙等五个因素而确定。

(2)热套加热温度计算公式如下:

$$T = \frac{\delta_{T_{max}}}{\alpha d} + t_0$$

式中:T——热套加热时的温度,℃;

$\delta_{T_{max}}$ ——选出配合种类后的最大配合过盈量,mm;

$\delta_0$ ——热装时轴和孔表面摩擦所需的最小间隙,一般取基本直径配合的最小间隙,mm;

$\alpha$ ——零件加热或冷却时的线膨胀系数,一般取钢(0.000011)、铁(0.0000122)、铜(0.0000171)、铝(0.000024),1/℃;

d——轴的基本直径,mm;

$t_0$ ——热套时的环境温度,℃。

(3)经过理论计算,并考虑水套与机座分别在出炉过程中冷却、以及水套表面防腐材料的绝缘性能等因素,确定水套与铁心热套温度120℃,保温时间2小时;嵌线后铁心水套与机座热套温度130℃,保温时间3小时。

## 4 热套工艺难点及解决措施

### 4.1 工艺难点

(1)普通吊带无法调节水平,机座与水套配合

是依靠上下两个止口进行配合,这就要求水套铁心在热套吊运过程中必须保持水平;吊运工具采用通用四角吊具与吊带、吊环;在操作过程中发现,由于水套铁心线圈装配后的不对称性以及水套的不规则性,直接使用吊带无法保证水平,同时也无法对吊带进行调节。

(2)四角吊具对径大于水套吊装孔节圆直径,由于机座端面与水套吊装孔端面存在高度差,水套铁心在套入机座内腔还未到位时,吊带与机座端面发生干涉,无法完成套装。

#### 4.2 解决措施

(1)设计制作专用吊具,保证吊钩对径与水套吊装孔节圆直径相同;

(2)设计制作专用吊杆,利用加长吊杆让开水套与机座端面高度差;

(3)配置花兰螺丝,利用花兰螺丝的双向可调节性调整水套铁心的水平。

## 5 结语

该半直驱电机定子机座的热套为大功率电机首次套装,在不断尝试、不断完善套装方案的同时,提升了我公司在半直驱电机制造领域的工艺能力,也为后续半直驱电机定子装配夯实了工艺基础。

#### 参考文献

[1]袁世鹏.兆瓦级永磁半直驱风力发电机及电磁与传热的数值计算.2011,03.

[2]GB/T 5371-2004,极限与配合过盈配合的计算和选用.

[3]明阳风电.双馈,直驱,半直驱对比报告.