

# 机车电机轴承热套工艺的研究与改进

杨怡乐<sup>1</sup> 杨川<sup>1</sup> 张曼<sup>1</sup> 杨忠朝<sup>2</sup>

(1. 电机分公司电机车间,山西 永济 044502

2. 工艺部,山西 永济 044502)

**摘要** 本文阐述了轴承加热的分类与特点,根据感应加热的工作原理研究并改进了轴承热套工艺,使电机生产在原有的基础上更加标准化、节能化,既提高了生产效率,又降低了能耗,节约了生产成本。

**关键词** 轴承热套 改进 节能 效率

## 0 引言

近年来,国际电机市场的竞争日趋激烈,价格已达到几近临界的地步。中国则是在劳动力成本方面具有较大优势。另一方面,中国市场也已成为全球企业竞争的焦点。从全球电机市场的发展趋势来看,电机正在向高效化、专业化、集成化的方向发展。因此我们也要顺应全球电机市场的发展趋势,将原有工艺不断进行更新与改进,使之能够满足市场要求。

原有的轴承装配工艺是在烘箱内加热端盖,加热至一定温度并保温一小时后将端盖取出,放入轴承。这种工艺方法需要的加热和保温时间较长,使得生产电机的时间成本较多;而且烘箱的占地面积较大,对于厂房内的空间浪费也比较严重,不能充分满足电机生产高效化、集成化的要求,所以我们根据此情况对电机轴承热套工艺进行了一定的研究与改进。

## 1 分析问题

安装轴承所需的安装力会随着轴承尺寸的增加而迅速增大,由于安装力的要求,较大的轴承不容易推到轴上或推入轴承座内。因此,轴承或轴承座在安装前需要加热,从而避免轴承在安装过程中损坏。机车电机装配中,轴承的直径通常在100mm左右或者大于100mm,所以我们的轴承装配工艺普遍使用加热轴承座的方法。以YJ90系列机车电机为例,装配轴承的原有工艺为将工装在烘箱加热到140~160℃并保温1h后,迅速取出套入传动端端盖,保温17~20分钟,后卸下工装。然后将装有轴承的轴承套垂直套入端盖内。

这套工艺方法首先需要在烘箱里加热工装,然后还需用天车将工装吊起套在端盖止口处进行二次加热。这期间的加热都会对生产时间造成延长,碰

到天车繁忙时也需要进行等待。这种装配方式是低效的且有极大的人力、物力浪费,现代化企业发展时提出的精益生产理念就是要避免出现这种情况,充分利用现有资源,从而创造更大的价值。所以在装配时若能直接将端盖轴承室加热,就可以简洁、迅速地完成了轴承装配工作了。这样既不用天车运输节省人力,又能缩短工作时间提高效率。

## 2 提出方案

轴承热套是通过加热轴承或轴承座,利用热膨胀将紧配合转变为松配合的安装方式,是一种常用和省力的安装方法。轴承的加热方法一般有以下几种:

### 2.1 电热板加热法

将轴承放置在温度为100℃的电热板上加热几分钟即可,此法最为简便,如翻转几次即可使轴承受热均匀,而且效率也高,大小轴承都可使用此法。

### 2.2 电炉加热法

将轴承置于封闭的自动控温电炉内加热,加热均匀,控温准确,加热快,适用于一批加热很多轴承的场合。

### 2.3 油浴加热法

加热前把轴承或可分离型轴承的套圈放入油箱中均匀加热80~100℃(一般将轴承加热到比所需温度高20~30℃,以便于操作过程中内圈不至于过早冷却即可,不将轴承加热超过120℃),然后从油中取出尽快装到轴上,为防止冷却后内圈端面和轴肩贴合不紧,轴承冷却后要进行轴向紧固,以防内圈与轴肩之间产生间隙。轴承外圈与轻金属制的轴承座紧配合时,采用加热轴承座的加热方法,可以避免配合面受到擦伤。

### 2.4 感应加热法

除了用油热方法进行热装以外,还可以利用电

磁感应加热装置进行加热。此方法运用电磁感应原理,通电后,在电磁感应作用下,电流传到被加热体,由工件自身的抗阻产生热。感应加热器的优点有以下几个方面:一是在加热过程中能自动退磁;二是工件加热均匀,绝对清洁,有利于提高装配质量,节电、节油并且节约厂房占地面积;三是使用感应加热可以使工作效率提高4倍以上,操作人员大大减少;四是感应加热器内置过热保护系统,安全可靠杜绝火警危险,无油烟污染空气,有利于环境改善与工作人员的身心健康。

### 2.5 电灯泡加热法

利用50W的电灯泡加热轴承,可保证加热温度在100℃左右,较小轴承可直接放在灯泡上,较大轴承可置于灯泡的锥形罩内,锥形罩可防止灯泡热量散失,并使加热均匀。锥形罩上下可以调位,在一定的范围内能适应加热不同大小的轴承。如果采用远红外灯泡,注意灯泡方向应向下,以免红外射线不利于人的眼睛。这种灯泡可以节能。灯泡加热法适用于数量少而不经常需要对轴承加热的场合,平时灯泡还可作照明工具使用,此外不需要任何其他设备。

综上所述,在考虑经济、安全、节能、环境污染、占地面积、操作简便快捷等综合因素后,我们可以发现使用感应加热是目前为止最适合在轴承装配时使用的操作方法。

## 3 工作原理

感应加热器的工作原理是利用电磁感应的方法,使被加热工件本身内部产生电流磁场从而使工件产生涡流来加热,依靠这些涡流的能量来达到加热的目的。感应加热系统的基本组成包括:感应线圈、交流电源、工件及控制部分,利用电磁感应原理将电能转换为热能,设备通过带感应线圈的加热主机,转换成交变磁场,当磁力线通过导磁性工件时,在工件体内产生涡流使工件表面自行高速均匀发热,主机温度不变。这种设备能使工件升温速度变快,生产效率提高,直接节电80%左右。感应加热设备电器部分通用性强,维护更方便,频率在50~60Hz,无磁辐射,对人体健康也无危害。

感应加热来源于法拉第发现的电磁感应现象,也就是交变的电流会在导体中产生感应电流从而导致导体发热。能提供高的功率密度,在加热表面及深度上有高度灵活的选择性。设备的损耗也极低,不产生任何物理污染,符合环保和可持续发展方针,是绿色环保型加热工艺之一。

## 4 验证内容

鉴于感应加热的优势,以YJ90系列电机传动端盖作为试验工件,我们决定使用感应加热圈加热端盖轴承室,加热至一定温度后,立即将轴承套放入端盖轴承室内。在此次试验中主要需要验证以下几个方面:1. 考察工艺方法热套的可行性;2. 试验感应加热温度的均匀性;3. 观察试验工件感应加热后尺寸的变化情况;4. 测试感应加热完成后对金属材料磁性能的影响。验证中还需注意,加热后端盖温度较高,为防止烫伤需佩戴专用的隔热手套。具体试验内容如下:

(1) 加热前:如图1所示加热前对加热工件的加热部位内孔进行测量(测量数据详情如表1所示)。

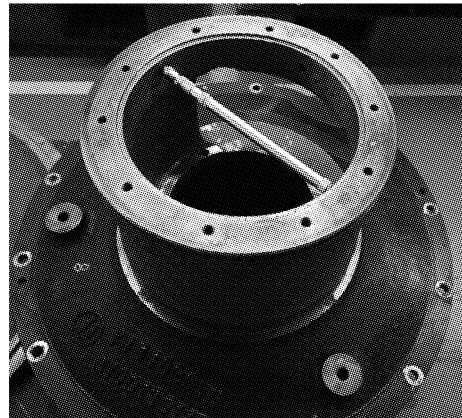


图1 加热部位内孔测量

(2) 加热:加热工件初始温度为25℃,端面感应加热到120℃停机。

(3) 加热温度均匀性检测:

端盖在整个加热过程中采用接触式热电阻对加热过程实时进行温度监测(如图2所示),检测点为端盖的端面圆周方向对称位置,整个加热过程四个检测点温度差值不大于5℃。



图2 实时温度监测

(4) 轴承套装配试验

将装有传动端轴承的轴承套放入加热后的端盖内,轴承套可轻松放置(如图3所示)。

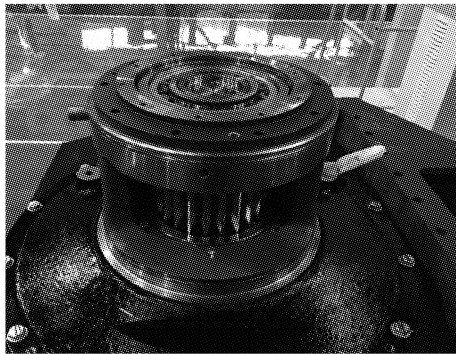


图3 轴承套装配

(5) 冷却后对端盖尺寸进行测量

冷却后端盖止口尺寸和变形量(圆度)符合图纸要求(止口尺寸:290~290.052mm,测量数据如表2、表3所示)。

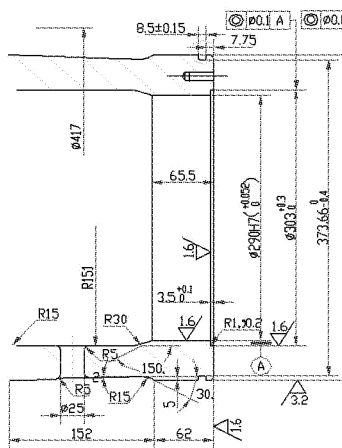


图4 传动端端盖止口尺寸

(6) 传动端端盖加热前、加热到120℃、冷却后尺寸对比见下表。

表1 端盖加热前后及冷却后尺寸检测结果

序号	名称	编号	测量尺寸(内径)						测量位置
			加热前		端面加热120°		冷却后		
			1点	2点	1点	2点	1点	2点	
1	传动端端盖	第一台	290.06	290.04	290.43	290.43	290.035	290.045	1点 2点 轴承套紧处
2	传动端端盖	第二台	290.03	290.04	290.34	290.38	290.035	290.03	
3	传动端端盖	第三台	290.035	290.04	290.35	290.37	290.04	290.03	

表2 端盖加热前后及冷却后尺寸检测结果

名称	加热前和		加热120°和		加热前和	
	加热120°差值		冷却后差值		冷却后差值	
	1点	2点	1点	2点	1点	2点
传动端盖(第一台)	-0.37	-0.39	0.395	0.385	-0.025	-0.005
传动端盖(第二台)	-0.31	-0.34	0.305	0.35	0.005	-0.01
传动端盖(第二台)	-0.315	-0.33	0.31	0.34	0.005	-0.01

表3 端盖加热冷却后圆度检测结果(米字形检测)

名称	加热冷却后端盖十字测量(mm)				
	图纸尺寸	1	2	3	4
传动端盖(第一台)		290.035	290.045	290.030	290.045
传动端盖(第二台)	2900 <sup>+0.052</sup>	290.035	290.030	290.035	290.030
传动端盖(第二台)		290.035	290.04	290.04	290.03

表1数据表明,加热前后的尺寸均在图纸要求 $d290_0^{+0.052}$ 的公差范围内。由表2数据可以看出,加热后的尺寸符合GB/T 5371公差与配合过盈配合的计算与选用标准要求。表3的数据则说明端盖加热冷却后止口未变形,可以正常装配。

(7) 冷却后残磁检测

①使用高斯计对端盖进行残磁检测

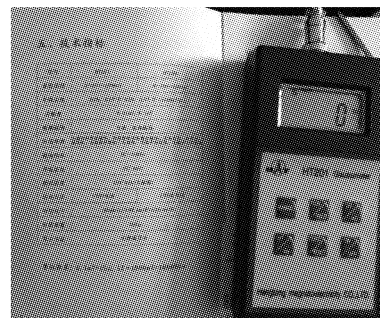


图5 高斯计(HT201)



图6 端盖残磁检测

②检测结果符合机械行业标准《滚动轴承、残磁及评定方法》JB/T 6641 - 93, 轴承外径大于120mm 小于等于 250mm 时残磁最大值不超过 0.8 (实际轴承外径为 240mm)。如图 7 所示。

中华人民共和国机械行业标准  
JB/T 6641-93  
滚动轴承、残磁及其评定方法

1 主题内容与适用范围  
本标准适用于滚动轴承(以下简称轴承)的残磁限值、测量方法和检验规则。  
本标准适用于制造厂和用户对外径小于 430mm 的各种类型一般用途轴承残磁的检验和验收。

2 引用标准  
GB 3102.5 电学符号、字母和单位  
ZB J4 020 滚动轴承及转筒零件检验规则

3 定义和基准单位  
3.1 残磁是指轴承磁化、磁痕磁场的剩磁值。  
3.2 残磁水磁感应强度表示其单位为高斯(G) 1 高斯 = 10 高斯

4 残磁值不超过下表规定:

轴承外径	范围	20	50	120	250
mm	到	30	60	120	430
残磁最大值(G)		0.4	0.6	0.8	1.0

5 测量方法  
5.1 残磁测量采用霍尔效应原理,测量仪必须具有 1mT 的分辨率和 0.3% 的精度。仪器配套的霍尔元件规格为 4x2x0.2mm,霍尔元件平面与被测表面距离为 1±0.05mm(见图 1)。  
5.2 残磁测量时以测得的最大值为该轴承的残磁值。  
5.3 不在规定磁化工作台上和未平磁磁化装置的磁轭中测量。  
5.4 球轴承、滚针轴承、滚针轴承,其测量部位为内、外圈或轴、滚道(滚道和轴角处)可分离轴承、离心滚子轴承、离心球轴承测量滚动体,可分离轴承应分离后测量,离心滚子轴承、离心球轴承的内、外圈或轴 90° 度测量,滚针轴承滚动体测量部位应处于与保持架交架处,可测滚动体残磁值应进行商榷。  
5.5 测量轴承剩磁残磁时,探头垂直于轴承测量位置,测量轴承剩磁角处及滚动体残磁时,探头可倾斜,但倾斜角不大于 45°。  
5.6 当轴承套圈或滚动体上的剩磁值低于规定值时,应将轴承套圈处于平放位置,再将该位置于规定方位上,对磁轭的磁轭进行测量(见第 5.3)。  
5.7 残磁在轴承上的分布有规律性的,测量时,探头在轴承上的测量位置不可以预先设定,探头的运动方式应使探针对轴承上任何被测量部位,固定探头的测量方式不适用于本标准。

机械电子工业部 1993 05-12 批准  
1994-01-01 实施

图 7 机械行业标准

## 5 验证结果

通过一系列的验证,机车电机的轴承装配中将烘箱加热端盖改为感应圈加热应用效果良好,将加热时间由原来的 30 分钟缩短至 5 分钟,效率提高了 83% 左右,在保证装配质量的前提下极大的降低了电机生产中的时间成本,提高了生产效率,使工人的操作更加简单方便。

## 6 结束语

随着经济全球化的趋势加快,各国对节能、环保两大问题更加重视,国际间技术交流与合作加强,所以我们要跟上国际技术创新的步伐,将电机向高效率、节能化与绿色化进行发展,使电机在生产过程中更加标准化与专业化。

### 参考文献

[1]王霞君,严夏利.滚动轴承、残磁及评定方法.机械科学研究院出版,1993  
[2]闻邦椿.机械设计手册.机械工业出版社出版.2010