

# 电制冷电机绝缘干燥处理方法的选用

张贵恒

镇江市富来尔制冷工程技术有限公司 江苏 镇江 212000

**摘要:** 电制冷维护及维修中,电动机绝缘性能是十分重要的一项指标,对于电动机因受潮而导致的绝缘下降的情况,本文归纳总结了“加热法”“真空法”“吸湿法”及三相之下的细分干燥方法,并以实际工作为例,介绍了选择绝缘干燥的步骤,以供维修维护人员参考。

**关键词:** 电制冷电动机;绝缘干燥;方法选用;电动机维护

## 引言

离心机、螺杆机等一系列电制冷机组,在我们生产和生活当中扮演了很重要的角色,是我们对工艺温湿度和生活温湿度进行控制的重要手段,大型中央空调电制冷机组更是其中重要的角色。就目前全球电制冷技术上,为压缩机提供动力的绝大多数是电动机,制冷机若是长期搁置,会导致电动机因经过长期存放和环境等因素,不可避免地要出现电机的绝缘电阻下降,使电机的启动与运行困难,甚至造成电机的损坏,如何处理好电动机绕组的绝缘是十分重要的。我下面结合电制冷机组特点和实际应用,总结出下列经验,以供参考。

### 1 电制冷机组电动机特点

本文主要从电动机干燥的方面来分析电动机在电制冷这个场合上使用时与其他场合使用时的不同之处,以此在确定比较适合的电机绝缘干燥方式。

电制冷机组上的电动机,与普通水泵或风机等使用场合的电动机有所不同,电制冷上的电动机大部分很难拆解,更有一大部分电动机本身的定子外壳,和制冷机压缩机外壳铸造在一起,是一个整体,更加难以拆解。并且电制冷机组对机组密封性有较高的要求,同时由于内部介质是卤素类制冷剂,对密封垫也有较高的特殊要求。

因此,笔者总结拆解电动机有三大优缺点

#### 1.1 拆解电动机优点

1) 干燥作业过程直观,将电动机拆解开后,能直接看到定子内部绕组,可以直观地看到干燥进展情况,有利于过程监控。

2) 可选方法多,将电动机拆解开后,可选的干燥

方式更多,如使用电热灯或电热丝从线圈内部加热,用热风机沿定子内部轴向吹风,定子内部使用干燥机吸湿等,这些方式只有在电动机拆解开后才可以选择。

3) 除湿效果好,将电动机拆解开后,因定子两端敞开,因此定子内部通风效果是最佳的,更有利于内部水汽去除。

#### 1.2 拆解电动机缺点

1) 工作量十分的大,电制冷机组上的压缩机电动机,通常情况下其密封性好,单体质量大,装配要求高,因而,拆解和装配的工作量就十分的大,同时对操作工人的技术素质要求也有较高的要求。

2) 密封配件十分的贵,电制冷内部充有卤素制冷剂,普通黑橡胶、白硅胶、石棉等材质不耐制冷剂长期接触,只有特定的密封胶垫才可以满足使用要求,同时密封垫的规格型号也不是标准产品,往往是一个品牌多个不同的规格、形状,无法批量生产,由于以上两个原因,导致密封配件价格十分的高昂。

破坏原有保温层、涂料层,预拆解电制冷压缩机电动机,势必要破坏其上方的保温层,防腐层等保护层,作业过后还要再回复,这不仅仅增加了工作量和成本,还影响了外观,施工现场做保温,往往达不到原厂保温的美观程度,因此既增加了工作量和成本,还使得外观变差。

### 2 电动机干燥常用方法

笔者参考前人著作文献和多年的工作经验,个人总结出了以下分类,由于本人知识水平有限,不妥之处欢迎联系指正。

笔者将电机干燥方式分为了三大类,分别是“加热法”“真空法”“吸湿法”,三种方法各有优势,彼此独立,同时又可以相互补充组合使用,使用两种以上的干燥方法,可以使干燥工作的效率更高,但所需物资、工作量、人员也就越多,这要因实际特点而决定干燥方式。

**通讯作者:** 张贵恒; 1989-8; 汉; 男; 河北省邯郸市; 镇江市富来尔制冷工程技术有限公司; 生产部质量经理; 中级机电工程师, 中级质量控制工程师, 二级机电建造师; 大学专科; 212000; 研究方向: 电气自动化, 生产组织, 品质管控。

## 2.1 加热法

### 1) 外热法

顾名思义,笔者将通过外部措施对电动机进行加热的方法统称为“外热法”,外部加热中又有拆解后外部加热和整体加热两种方式。

#### 拆解加热:

使用碘钨灯等类型加热元件进行热辐射加热,可以伸入定子内部,也可以在定子两端,来进行辐射加热。

使用电热丝等类型加热元件进行热传导加热,可以缠绕在定子内部或内部和外部,来进行传导加热。

使用热风机等类型加热设备进行热对流加热,从定子的一端吹入干燥热风到定子内部,再从另一端出来,以此进行对流加热。

#### 整体加热:

小型电机整体加热,可以将小型电机整体放入烘干箱内,整体加热烘干或真空箱干燥。

大型电机整体加热,必须在定子外部无保温措施的情况下进行,可以使用热辐射、热传导、热对流的方式从定子外部进行加热,将定子外部加热后,热量传导到内部定子绕组上,使绕组上的水气化去除。

### 2) 自热法

笔者将由内部定子绕组发热或定子铁心发热,这种由电动机本身发热,从而达到烘干电动机目的的方法统称为“自热法”

绕组发热法,该方法是将电能接入到定子绕组中,发热量可以通过焦耳定律( $Q = I^2Rt$ )计算出来,发热量与通入的电流的平方(A)、导体电阻( $\Omega$ )、通电时间(秒)成正比。

若通入的是直流电,则因绕组阻抗极小,而产生大电流,此时将三相绕组串联在一起,通过调节流经绕组的电流,可以控制绕组的发热,该方法需要提供直流可调电流源,直流电焊机等设备可以提供,发热较慢,方便控制。

若通入的是交流电,则因绕组感抗较高,且电机堵转,会产生高电流和高阻抗,同样通过调节电压可以控制绕组发热,该方法需要提供三相可调交流电压源,自耦变压器等设备可以提供,加热快,方便控制。<sup>[3]</sup>

定子发热法,该方法是利用交流电的涡流效应,使定子发热。

在定子铁心上缠绕上线圈,在线圈中通入交流电,交变的磁场使铁心中产生涡流,从而使铁心发热。该方法需要将电动机拆解,但控制方便,可通过调节电压和绕线圈数控制铁心温度。

## 2.2 真空法

“真空法”是利用水的低压沸腾原理,实现真空干燥的,由于气压不同,水在一个标准大气压下是100℃沸腾,即剧烈汽化。但当环境绝对压力达到1KPa时,7℃即可剧烈汽化,而使环境温度达到7℃以上是很容易的,所以“真空法”其实是将“加热法”的反方向,加热法是在大气环境下,提升受潮部位的温度,加快汽化,使其干燥,而“真空法”是利用现有环境的温度,降低所处环境压力,从而加快受潮部位水分汽化,达到干燥的目的。

“真空法”需要现场有可以制造负压环境的设备,这是一个限制,但“真空法”更容易使复杂结构内部干燥。

“真空法”分为“整体放入真空箱”和“内部抽真空”,对于小型电动机,可以选择放入真空箱中,往往真空箱中还会附加有外部加热措施;而大型电动机,则往往只能选择抽定子内部真空,将定子两端密封,留有一个抽气孔,抽真空干燥,同时可以使用“加热法”加快干燥。

## 2.3 吸湿法

顾名思义,“吸湿法”就是利用“硅胶”“氯化钙”等吸湿剂除湿的方法。该方法需要将电动机拆解开来,将干燥剂铺在定子绕组内侧,同时将定子两端封闭,使受潮部位的水分被干燥剂吸收,从而达到干燥的目的。

该方法效率低,需要拆解电动机,一般情况下不作为主要除湿措施,但当电动机有较长时间不使用,需要长时间存放时,该方法是比较适合作为保障电动机不受潮的措施的。

## 3 电机干燥方法的选择

选择干燥方法的前提是了解清楚欲干燥的电动机的特征,通常情况下,优先选择“加热法”,辅助与其他方法,但当现场有可以抽真空的条件时,推荐“加热法”和“真空法”配合使用,效果更好,效率更高。具体操作人员要根据现场实际情况,结合这几种干燥方法,合理选择和搭配干燥方法,以达到需要的目的。

笔者就目前工作中涉及的电制冷电动机为例说明方法选择过程:

### 3.1 基本信息

我公司有一台开利离心机,型号是19XR6565467DHS,压缩机电机型号是DHS,功率是528KW,运行电压是380VAC,运行电流是856A,由于长时间未使用,导致电动机受潮,对地绝缘性能下降至0.1M $\Omega$ ,不满足0.5M $\Omega$ 以上的开机条件,现要对其进行加热,使绝缘恢复到合格标准。

### 3.2 分析特点

1) 该电动机外部有保温, 不可破坏, 因此不可外部加热;

2) 该电动机外壳与压缩机叶轮一体, 若拆开电动机从内部加热, 会导致内部钢板和铜管等其他零件长时间接触空气, 导致产生氧化物, 污染机组内腔运行环境, 并且工作量极大且对拆装工人的要求极高, 因此不可拆开内部加热干燥;

3) 该机组整体需要纪进行气密性试验, 以保障机组完全密封无泄漏, 因此机组在维保过程中会对机组进行整体抽真空, 此为真空干燥法的有利实施条件, 但机组内腔结构复杂, 抽真空孔选择在机组电动机定子冷却管上, 以达到最佳位置。

4) 电动机功率高, 电流大, 维保过程中没有大容量电源条件, 无法提供大容量可调压的交流电。

5) 维保现场有其它焊接作业, 焊接作业使用的是奥太WSM-400直流焊机。<sup>[1]、[2]</sup>

### 3.3 选定方法

根据上述电动机特征, 结合电动机干燥方法和现场条件, 最适合的干燥方式是: 采用“自热法”中的“绕组加热法”, 加上“真空法”中的“内部抽真空法”, 两种方法结合使用, 以达到高效高质的电动机干燥效果。

## 4 电动机烘干过程

### 4.1 准备工作

1) 首先将电动机三相绕组串联。

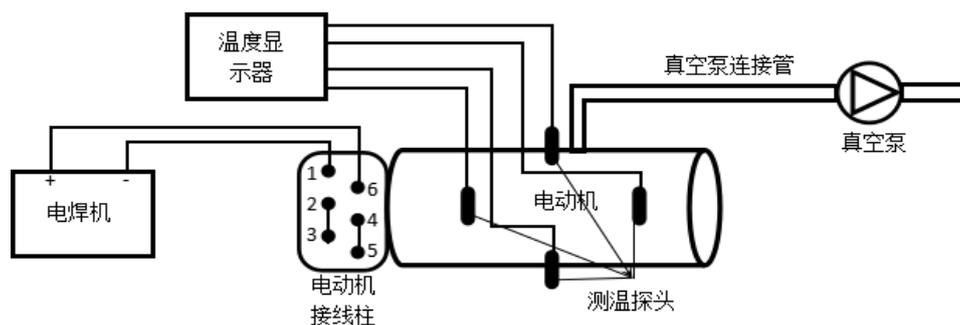
2) 选择外形尺寸较小的测温探头, 本次笔者选用的是直径5mm长度10mm的温度传感器, 4个, 分别插入到电动机的上下左右四个点, 监控升温情况。

3) 选择多温度输入的温度显示器, 不断监视温度数值。

4) 测量此时电动机对地绝缘电阻值为 $0.1M\Omega$ 。

5) 断开电动机顶部冷冻油管路, 将冷冻油管路连接到电动机的一端连接上真空泵, 另一端密闭好。

6) 抽真空管路通过阻油器连接到真空泵。(整体连接如图二所示)



图二

### 4.2 作业过程

1) 启动电焊机, 将电流调至最小处, 然后关闭电焊机。

2) 将电焊机焊把线和搭地线接和串联好的三相绕组的两端连接。<sup>[4]</sup>

3) 启动电焊机, 此时电焊机显示线圈中的电流值。

4) 使用万用表直流挡位, 监测电压。

5) 启动真空泵, 开始抽真空。

6) 记录数值, 适当升高电流, 加快电动机升温速度, 本次设定的最高温度为 $70^{\circ}\text{C}$ 。

7) 当温度达到 $50^{\circ}\text{C}$ 时, 降低电流, 减缓升温速度, 防止温度过高, 监测升温速度, 此时主要目标是调整到一个温度与电流平衡点。

8) 每隔20min记录一次温度、电压、电流数值。

9) 每隔1小时, 测量一次对地绝缘阻值。

10) 直至对地绝缘满足要求, 本次设定的要求是 $1M\Omega$

以上。

## 5 结论

通过本次电动机烘干作业, 学习总结了电动机的几种烘干方式, 通过对特定环境下的分析, 选择不同烘干方式的选择进行配合, 能达到更优解的解决方案。通过此次操作, 电动机绝缘阻值顺利升高, 满足使用要求, 运行正常。希望本次总结能够帮助到读者。

### 参考文献

[1]李德兴.用交流电焊机干燥低压电动机[J].排灌机械,2003,21(4):41-42.

[2]李玉华.浅议电动机电流干燥[J].输配水技术与设备,2007,(04):47-48.

[3]王欣.电动机受潮干燥处理方法的分析[J].企业技术开发,2013,32(8):104-105.

[4]裴纯福.绕组加电压法在高压电动机干燥中的应用[J].山东电力技术,2015,42(4):71-77.