

真空压力浸渍设备的新探索

邹望钜 刘兴家 徐 凤 任 伟

(沈阳真空技术研究所, 沈阳 110042)

(1995年3月10日收到)

NEW EXPLORATION OF THE VACUUM PRESSURIZED IMPREGNATION EQUIPMENT

Zou Wangju Liu Xingjia Xu Feng Ren Wei

(Shenyang Institute of Vacuum Technology, Shenyang 110042)

Abstract: Vacuum pressurized impregnation technology and equipment are the advanced technique and equipment, they are widely adopted in the manufacture of the high voltage electric machine, draw electric machine, electric cable, transformer and electric appliance in the developed countries. It is the equipment that can either dry quickly or impregnate completely. The processing time can be obviously shortened, insulation grade can be increased.

Keywords: Vacuum, Pressure impregnation, Process and equipment.

摘 要: 真空压力浸渍工艺及设备是国外发达国家在生产高压电机、牵引电机、电缆、变压器及电器中普遍采用的先进技术。它是既干燥迅速又浸渍彻底的设备。它明显地缩短了工艺时间,提高了绝缘等级。

关键词: 真空、压力浸渍、工艺及设备。

真空压力浸渍设备简称 VPI, 其用途极其广泛。在电机、电缆、变压器、互感器、电力电容器等器件增加介电性能方面尤为突出。经十余年来的实践, 火车上的牵引电机、发电机在经过 VPI 工艺处理后, 已在全国得到普遍的应用, 其效果是非常良好的。本文以电机的真空压力浸渍设备为例进行说明。

1 电机真空压力浸渍的工艺流程

浸漆的主要工序分前处理及浸渍处理两大部分。在浸渍处理之前先将工件抽除所含的水分及空气的过程称之前处理。真空干燥罐用于前处理过程。尔后再将工件放在密闭的容器(即浸渍罐)中抽真空后注入浸渍剂的工艺过程称为浸渍处理。即把工件泡在漆中, 当漆淹没了工件之后再通过入压缩空气(或氮气)。对于电机充入的压力一般为 0.5 MPa。并根据工艺的不同要求可适当调整浸漆的真空度、压力、温度及所需要施加的时间, 因而在压力的作用下连线包的细缝里都浸入进浸渍剂, 其效果是处于最佳状态中。详细的工艺流程见表1。

2 真空压力浸渍设备

现以洛阳机车车辆厂新上的 VPI 设备为例, 作具体分析(见图1)。

2.1 浸漆罐

现代浸罐罐盖的开合松紧就像家庭用的高压锅那样。不同的是浸漆罐是由液压站油缸操纵的,油缸受电磁阀控制,电磁阀是受电控柜上的开关控制的,并都加有联锁装置。譬如说浸罐内若有压力不能松盖。所以要求电接点压力表回到零点才能松盖。加压的时候不能抽真空,反之亦然。盖紧到位方可加压,因为浸漆罐是压力容器,既有正压又有负压因而技术要求很严格。若违章则易出重大人身事故。密封系采用唇形圈;壳体系由碳钢精密加工制造而成。对浸罐的要求有:1)空罐真空30 min 达13.3 Pa;2)空罐漏气速率 $0.13\text{ Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$;3)工作压力0.6 MPa;4)工作真空:267~400 Pa;5)以立式内径1800 mm,直边2700 mm的浸漆罐为例:被浸漆件约5 t。此外,还备有许多附加装置。例如,翻板物位计、防爆安全视孔灯、压力及真空度的测量装置等。浸罐的尺寸是根据具体需要而设计的。譬如直径为1.2 m、1.6 m、2.0 m、2.4 m、3.4 m 各类不等。浸罐内又设有衬罐,衬罐又称作漆槽,是根据浸渍的需要而设置的。

表 1

工 序		匝间绝缘后浸漆 (或包对地绝缘后浸漆)	备 注
工件预热		工作温度110 ~130 ℃ 2~5 h	—
出罐冷却		工件温度60~70 ℃	—
入 浸 罐 浸 漆	抽真空	60~70 Pa,30 min	高压电机2.5~3 h
	输 漆	漆面高于工件 约100~200 mm	高压电机漆液 要加温到60 ℃
	加气压 (氮气)	0.5 MPa,30~40 min	高压电机加压 到0.6 MPa
	回 漆 过 滤	回漆压力 约0.15 MPa	回漆后30 min 再 加余漆解除压力
滴 干		30~60 min	—
开 盖		工件取出	—
入炉烘焙及出炉清理		150~160 ℃	旋转烘焙2~3 h 静止烘焙8~10 h

2.2 贮漆罐

贮漆罐的作用是贮存漆。贮存无溶剂漆的温度为-5~-10 ℃。输给浸漆罐时的工作温度有时要求加热到40 ℃甚至60 ℃。通过抽真空可使罐中的漆脱水和出气。贮漆罐之壁上设有蛇形管和水夸。其附加装置有搅拌机、电容式物位计、防爆视孔灯、测温热电偶及测真空或测压力的表等。

对贮罐的要求:1)空罐真空30 min 达133 Pa;2)空罐漏气速率 $0.13\text{ Pa}\cdot\text{m}^2/\text{s}$;3)搅拌速度30~60 r/min;4)内外设加热、冷却、外部保温铠甲。

2.3 真空系统

真空系统可对浸漆、贮漆罐、真空干燥罐抽真空。对浸漆罐抽真空30 min 达13.3 Pa;对贮

漆罐抽真空30 min 达133 Pa;对真空干燥罐抽真空30 min 达13.3 Pa。

2.4 输回漆系统

系采用罐底输回漆。输漆采用真空吸入。回漆由压力排出。并在回路中装上过滤装置。

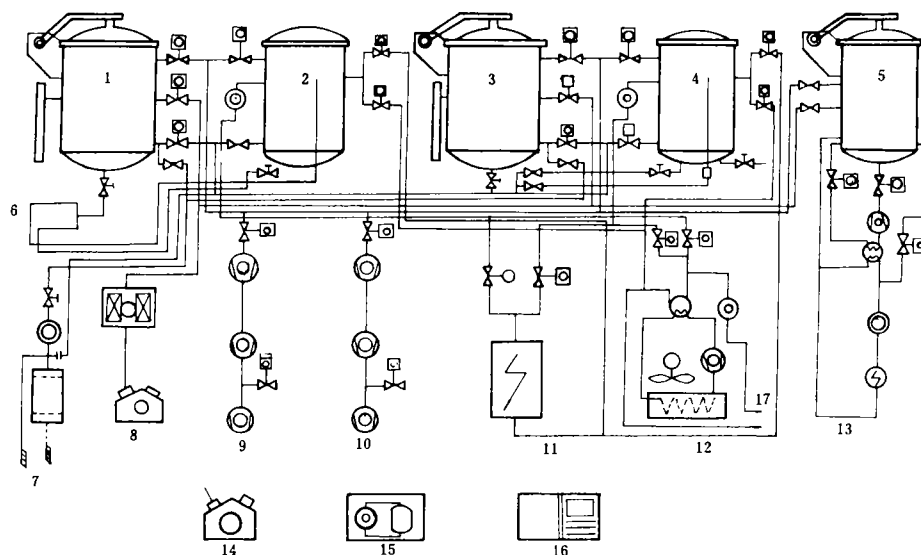


图1 真空压力浸渍设备示意图

1—1[#] 浸漆罐;2—1[#] 贮漆罐;3—2[#] 浸漆罐;4—2[#] 贮漆罐;5—真空干燥罐;6—输回漆系统;7—通风系统;8—加压系统;9—1[#] 真空机组;10—2[#] 真空机组;11—48 kW 加热系统;12—制冷系统;13—72 kW 加热器;14—小空压机;15—液压站;16—电控柜

2.5 其 它

设备中有液压站一座,要求对浸漆罐开启自如。加压系统中,空压机为6 m³/min;净化器为6 m³/min;贮气罐为0.3 m³;浸漆罐加压压力为0.6 MPa。低温制冷系统可对两个贮漆罐制冷并供机组冷却水。加热系统可对两个贮漆罐进行加热。通风系统可对浸漆罐通风。气动系统中的小型压缩机可提供0.4~0.7 MPa 的压力供各阀门使用。整个设备可进行手动或自动(从抽空到排空)操作,有相应的联锁保护装置。其工作状态有模拟屏显示。干燥罐直径为2.4 m。30 min 时,真空度可达13.3 Pa,漏气速率为0.13 Pa·m³/s。

3 电 脑

采用工业控制用的电脑实现 VPI 工艺流程的自动化。过去都采用德国西门子公司生产的 S5-101U 可编程控制器来实现整个工艺过程的自动控制。这次在洛阳机车车辆厂的这套设备上采用日本生产的 Omron 可编程控制器,效果与德国的电脑相同,使用起来更方便一些。

4 浸漆剂

常用的浸渍漆有 H9116、B1032、9015F 等。一般推荐用无溶剂漆。ZQQR-410 牵引电机定子主极、换向极线圈选用 T1150 浸渍漆。它的性能如表2所示。

表2 T1150二苯醚无溶剂浸渍漆(H级)的性能^①

指标名称	指 标	指标名称	指 标
外 观	浅棕色透明液体， 无机械杂质	固化挥发成分/%	小于10
粘度(4号杯， 20±1℃)/s	29~34	体积电阻率 $\Omega\cdot\text{cm}$ 浸水24 h	10^{15} 10^{13}
酸值/(mgKOH/g)	小于10	击穿强度(浸水24 h) /(kV/mm)	20
胶化时间(试管 法，130℃)/h	小于30	粘结力(浸水24 h)/N	大于25
厚层干燥(10 g 漆) /(130℃、2 h;150℃、 2 h;180℃、2 h)	光滑平整、无 气泡、无裂缝、 坚硬	线收缩力/%	小于4
热失重/(96 h，%)	200℃时，小于3.5； 220℃时，小于4； 240℃时，小于6	贮存期(室温)/月	大于3

①溶剂为苯乙烯

5 小 结

经过处理后的电机，其质量状况有极大提高。提高了电机的抗电耐压强度，击穿电压可达75 kV。提高了绝缘性能，冷态绝缘电阻很容易超过20 MΩ。未经处理的电机在运行中槽楔、绑扎绳、垫片都很容易松动，处理后三松变为三牢固，因而彻底地解决了这一严重的质量关键问题。在防水防潮上大有提高，即使在非常恶劣的环境下，也仍能保持正常的运转，因此，使用寿命大大提高。因为在真空条件下进行浸渍，对环境的污染大为减少。简化了线圈的制造工艺、节省了工时，同时又是在白坯状态下下线，线圈柔软操作方便。散热性能大有提高，降低了温升，可提高出力10%~15%。同样出力，则电机体积可降低一个机座号。目下，在国际市场上未经VPI方法处理的电机(包括高压、牵引、防爆及特殊的电机)是销售不出去的。因此，此一先进的VPI工艺方法最先是法国及瑞士引入中国的。价格昂贵，元器件供应非常不方便。尔后在北京曾召开过VPI设备国产化的会议。因而，近十年来争相采用VPI，VPI设备成为抢手货。铁道部相当重视质量问题，三令五申质检部门，凡未经VPI处理的牵引电机，近期是不准再生产的。

作者简介： 邹望钜，男，59岁，高级工程师。浙江余姚人。1963年7月毕业于东北大学无线电技术。1963年7月到沈阳真空技术研究所工作至今。从事真空测量、真空应用的工作已有30余年的历史。