

超高压电缆真空干燥及充油设备的研究

刘兴家 洪涛 邹望钜

(沈阳维科真空技术开发公司, 沈阳 110015)

(收稿日期 1997-02-25)

ANALYSIS OF VACUUM DRYING AND FILLING OIL EQUIPMENT FOR EXTRA HIGH TENSION CABLES

Liu Xingjia Hong Tao Zou Wangju

(Shenyang Weike Vacuum Technology Development Co., Shenyang 110015)

Abstract: First vacuum drying equipment ($\Phi 8$ m) for ultra high tension cables, which is designed and produced by our country is presented.

Keywords: Vacuum, Drying, Impregnation.

摘要: 介绍了我国自行设计制造的第一台直径为 8 m 的超高压电缆真空干燥及充油设备。

关键词: 真空、干燥、浸渍。

分类号: TQ028.673、TB79、TK173。

随着国家建设事业的蓬勃发展,三峡工程的兴建都急需水上电缆;我国有绵延曲折而又辽阔的海岸线,另外还有不可胜数的大小岛屿,都需要海底电缆。目下,全国的发电厂、核电厂的发电均靠优质的电缆来输送电能。去年,湖北红旗电缆集团装载着 483 m 我国第一根 $1\ 000\ \text{mm}^2$ 、六分裂导体、220 kV 超高压充油电缆的平板车,徐徐地驶向码头,由货轮载运而去。

为了获得更长的超高压电缆,已为红旗电缆厂研制成功超高压充油电缆真空干燥设备,它适用于 500 kV 及以上的高压电缆、真空干燥及浸渍。罐体工作有效直径为 8 m,托盘容器的载重量在 30 t 以上(见图 1)。该设备是目前国内电缆行业最大、性能最好的干燥浸油设备,是制造超高压电缆的必备设备。其优点是:1) 干燥时间短,温度均匀;2) 电缆含水量低;3) 电缆油渍透性能强;4) 由于采用浸油后压铅铠甲,防止了电缆再次吸潮。尽管热塑性绝缘材料取得了突破性的进展,但介于 1~60 kV 甚至于上百千伏的电缆,大都采用纸来绝缘。尔后用绝缘介质来进行浸渍处理。根据工艺特性的要求,电缆芯绝缘应予干燥。原因是:从绝缘纸本身来说,它就含有水分,约 6%~8%(质量比),甚至高达 20%。因此,急切需把水分除尽(平均含水率为 0.5%~0.1%)。若不除尽则直接影响绝缘性能。一台绝缘质量为 10 t 的变压器,它在干燥过程中将要排除掉 550 kg 的水,从中足见干燥的重要。再则电缆油也含有水及气体成分,因而也得脱气处理。

干燥过程即水蒸气分子由绝缘材料奔向周围空间进行扩散、迁移的过程,也是对绝缘材料提高温度的过程。其方法是靠加热来取得的。若要降低工件周围压力则是采取抽真空的方法来实现的。

由于载热介质和换热方法的不同,形成具有不同特点的加热方式和附属设备。通常绝缘电缆的加热干燥系采用真空状态下($10\sim 1\ \text{Pa}$)用直流电来给电缆直接通电加热,工作温度在

120℃。控制不确定度为 $\pm 3^\circ\text{C}$ ，这样使之每根电缆在整个长度上加热均匀，干燥的质量好。

电缆先通过真空干燥，并在干燥浸渍罐中当压力达 $10\sim 1\text{ Pa}$ 、温度为120℃，保持相当一段时间。经过干燥并脱气的绝缘介质输送到工件上，并给浸渍罐液面上加 0.3 MPa 的压力。若装料和浸渍时间为 2.5 h ，电缆的冷却约需 24 h 。这就说明大约 48 h 才能将一条 20 kV 的电缆进行干燥、浸渍和冷却。



图1 超高压电缆真空干燥及充油设备

1 主要技术参数

罐体工作有效直径为 8 m ，直边高 2.5 m 。托盘容器(内径 \times 外径 \times 高度)为 $6\text{ m}\times 7.8\text{ m}\times 1\text{ m}$ 。托盘载重 30 t 。电缆导电接头的电参数(直流)为电压 90 V ，电流 $2\ 000\text{ A}$ 。导热油加热区温度为 $140\sim 145^\circ\text{C}$ 。罐体平衡温度为 $(120\pm 5)^\circ\text{C}$ 。空罐极限真空度为 0.67 Pa ，泄漏率为 $0.2\text{ Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$ 。出线速度为无级调速，罐盖质量不大于 30 t 。无有害气体排泄，壳体表面温度低于 50°C 。电缆中最大含水量为 200 kg ，干燥前的含水量为 5% ，干燥后为 0.1% 。制冷后气体温度为 5°C 。

2 工作原理

真空干燥浸油是对被处理工件(电缆)先真空加热干燥，达到技术要求后，在罐内再注入净化好的电缆油，并超过工件 100 mm 以上。在油浸的条件下进行压铅，并对电缆封头铠甲处理。

3 主要结构

3.1 干燥浸油罐

干燥浸油罐是真空干燥浸油设备的核心，进行过各有限元应力分析和强度计算，并通过外压稳定性校核设计，其结构布局合理、使用安全可靠。采用了快速锁紧法兰结构、唇形胶圈密封，能承受 0.1 MPa 外压，能承载不少于 30 t 不锈钢内衬电缆托盘的重力。配有 $1\sim 10\text{ m/min}$ 无级调速系统，使托盘在罐内可作无级变速运动，以保证压铅的均匀性。罐壳上设有加热带，合理布局流向，使整体大罐温度均匀，防止局部过热现象发生。

3.2 真空系统

真空系统是由两套真空机组组合而成，可单独使用也可同时使用。并备有膜盒真空继电器，用它控制真空泵的开启压力，起到保护真空泵的作用。

3.3 加热装置

用蒸气作为热源，要求压力控制在 0.6 MPa ，然后再送入热交换器。

3.4 液压调速系统

用于松紧罐盖及托盘转动。由轴向柱塞泵、电机、溢流阀、压力表、节流阀、液压锁、电磁换向阀、调速阀、液压马达、减速机等组合而成。具有噪音低、高压、操作安全、使用方便的优点。

3.5 制冷系统

根据浸渍油的不同要求,有时需冷藏贮存,有时需要冷凝挥发的水蒸气,因而必须有制冷系统。制冷系统主要包括压机、冷凝器、干式蒸发器、压力控制器、低压表、高压表、直角截止阀、干燥过滤器、电磁阀等组成。此外,设备中还有气动系统、油净化装置和电气控制柜。

4 小 结

各项技术指标经测试、验收均达到要求。用上海大华仪表厂生产的电子电位差计分别测试不同点的温度($120\text{ }^{\circ}\text{C}$),所得的曲线几乎都重合。这说明罐内的温度分布是均匀的。用麦氏计测出的真空度为 0.5 Pa 。漏气率不大于 $0.2\text{ Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$ 。其它指标均达到设计要求。

作者简介:刘兴家,35岁,辽宁人。1985年毕业于东北大学真空专业。同年到沈阳真空技术研究所工作,高级工程师。长期从事真空压力浸渍、真空干燥设备的设计、研究工作。现任沈阳市维科真空技术开发公司董事长兼总经理。