

TEGAOYA JIAOLIU BIANDIANZHAN SHEBEI
ANZHUANG TIAOSHI ZHILIANG GONGYI JIANDU SHOUCE

特高压交流变电站设备 安装调试质量工艺监督手册

国网江苏省电力公司
国网江苏省电力公司检修分公司

组编



TEGAOYA JIAOLIU BIANDIANZHAN SHEBEI
ANZHUANG TIAOSHI ZHILIANG GONGYI JIANDU SHOUC

特高压交流变电站设备 安装调试质量工艺监督手册

国网江苏省电力公司
国网江苏省电力公司检修分公司

组编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

为进一步规范新(扩、改)建特高压交流变电站设备质量工艺监督工作,提升新(扩、改)建变电站生产准备管理水平,国网江苏省电力公司组织编制了《特高压交流变电站设备安装调试质量工艺监督手册》,本书共分为4章和1个附录,主要内容包括一次设备监督作业指导书、二次设备监督作业指导书、交直流系统监督作业指导书、辅助设备监督作业指导书等,涵盖35类设备。每类设备监督分为到场监督、安装监督和调试监督三个环节,详细说明了监督项目、监督内容以及监督要求。本书可用于指导新(扩、改)建特高压交流变电站生产准备人员进行现场设备质量工艺监督工作。

图书在版编目(CIP)数据

特高压交流变电站设备安装调试质量工艺监督手册 / 国网江苏省电力公司, 国网江苏省电力公司检修分公司组编. —北京: 中国电力出版社, 2016.5

ISBN 978-7-5123-8971-7

I. ①特… II. ①国… ②国… III. ①特高压输电—变电所—电气设备—设备安装—质量管理—手册 IV. ①TM63-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 040189 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

三河市万龙印装有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2016 年 5 月第一版 2016 年 5 月北京第一次印刷

710 毫米×980 毫米 16 开本 14.5 印张 300 千字

印数 0001—3000 册 定价 80.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

编 委 会

主 编 姜 宁

副主编 黄 清 戴 锋 魏 旭 汤晓峥

编 写 邓洁清 吉亚民 邵 劭 卞 超

杨学忠 董正杰 关为民 王国良

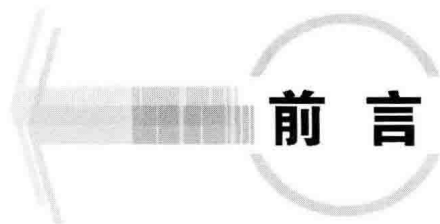
宋 宇 刘 静 王 骏 陈 静

田 涛 李修金 谢学武 商少波

刘 华 陈志军 黄厚明 何 瑜

刘一丹 庞文晨 王 聪 张 帆

贾晓明 曹 健 马文亮 陈 伟



前言

为进一步规范新（扩、改）建特高压交流变电站设备质量工艺监督工作，提高生产准备工作的针对性和有效性，提升新（扩、改）建变电站生产准备管理水平，减少新（扩、改）建特高压交流变电站生产准备重复劳动，国网江苏省电力公司充分发挥集约化管理及人才优势，依据国家、电力行业、国家电网公司和省公司颁布的有关法规、规程和制度，并结合国家电网公司系统的生产实际要求，组织编写了本书，指导新（扩、改）建特高压交流变电站生产准备人员进行现场设备质量工艺监督工作，为设备安全、可靠运行和精益化管理奠定良好的基础。

本书共分为4章和1个附录，主要内容包括一次设备监督作业指导书、二次设备监督作业指导书、交直流系统监督作业指导书、辅助设备监督作业指导书等，涵盖35类设备。每类设备监督分为到场监督、安装监督和调试监督（或试验监督）三个环节，详细说明了监督项目、监督内容以及监督要求。

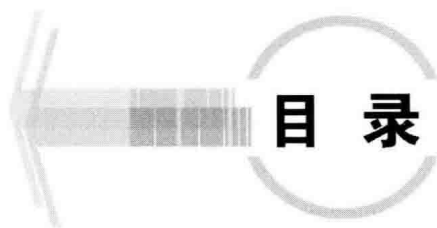
在编写本书过程中，得到了西安西电变压器有限责任公司、河南平高

电气股份有限公司、南瑞继保电气有限公司的大力支持，书中还引用了国家电网公司和个人的文献及技术资料，在此谨向他们表示衷心的感谢，并致以崇高的敬意！

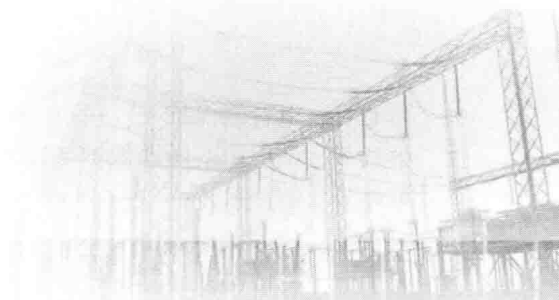
限于编者的水平，书中难免存有疏漏之处，敬请广大读者批评指正！

编 者

2015 年 8 月



目 录



前言

绪论	1
第一章 一次设备监督作业指导书	4
第一节 变压器（含调压补偿变压器）、油浸式电抗器	4
第二节 GIS（气体绝缘全封闭组合电器）、HGIS 设备	18
第三节 断路器	26
第四节 隔离开关	30
第五节 电流互感器	33
第六节 电压互感器	35
第七节 避雷器	39
第八节 干式电抗器	41
第九节 干式站用变压器	43
第十节 电容器组（35kV 及以下）	46
第十一节 开关柜	48
第十二节 悬式绝缘子及软导线	52
第十三节 硬母线	54
第十四节 支柱绝缘子	56
第十五节 穿墙套管	57
第十六节 电气设备接地	57
第十七节 电缆敷设	62
第二章 二次设备监督作业指导书	70
第一节 变压器保护	70
第二节 母线保护	75
第三节 线路保护	80
第四节 断路器保护	86
第五节 高压电抗器保护	90
第六节 电抗器保护	95

第七节 电容器保护	100
第八节 站用电变压器保护 (110kV)	105
第九节 监控系统	110
第十节 故障测距装置	115
第十一节 故障录波器	120
第十二节 稳控装置	124
第三章 交直流系统监督作业指导书	130
第一节 交直流电源 (不含站用变压器)	130
第二节 不间断电源系统	136
第四章 辅助设备监督作业指导书	139
第一节 消防及火灾报警系统	139
第二节 图像监控及报警系统	146
第三节 照明系统	151
第四节 水路管网	152
第五节 附表	155
附录 设备监督作业指导卡	158

绪 论

为满足我国未来电力需求快速增长的需要,迫切需要通过自主创新提高电力系统的供电能力。国家电网公司在认真分析我国电力工业和电网发展的现状及未来发展趋势的基础上,提出了加快建设以特高压为骨干网架,各级电网协调发展的坚强智能电网的战略目标。

特高压输电具备超远距离、超大容量、低损耗送电的特点,建设特高压电网,可促进大煤电、大水电、大核电、大规模可再生能源建设,推进资源的集约开发和高效利用,缓解环境压力,节约土地资源,实现能源资源在全国乃至更大范围的优化配置,具有显著的经济效益和社会效益。

1. 特高压交流工程发展概况

2004年12月27日,国家电网公司党组会议提出发展特高压输电技术,建设以特高压电网为核心的坚强国家电网的战略构想。

2005年2月16日,国家发展和改革委员会下发《关于开展百万伏级交流、 ± 80 万伏级直流输电技术前期研究工作的通知》,这标志着特高压工程前期研究进入实质性阶段。

2006年5月29~30日,交流特高压试验示范工程晋东南—南阳—荆门1000kV输电线路工程初步设计路径评审会在北京召开,这标志着1000kV试验示范工程建设已拉开序幕。

2009年1月6日,晋东南—南阳—荆门1000kV特高压交流试验示范工程投运。

2012年12月16日,晋东南—南阳—荆门1000kV特高压交流试验示范工程扩建工程正式投运。它实现了双向、全电压、大容量输电,最大输送功率达到572万kW,创造了世界交流输电的新纪录,具有重要的里程碑意义。

2013年9月25日,皖电东送淮南—上海特高压交流输电工程正式投运,这标志着世界首个商业化运行的同塔双回路特高压交流输电工程正式投入运行。

2014年12月26日,浙北—福州1000kV特高压交流输电工程正式投运,这标志着国家电网公司投资建设的第三个特高压交流输电工程正式投入运行。

2. 江苏特高压工程情况介绍

江苏特高压工程为特高压交流北环工程的江苏部分。特高压交流北环工程起于安徽淮南1000kV变电站,经南京、泰州、苏州1000kV变电站,止于上海1000kV变电

站。江苏境内工程包括 1000kV 南京、泰州、苏州变电站，以及双回 1000kV 交流线路，约 530km。

南京变电站远期建设规模：300 万 kVA 主变压器 2 组、1000kV 线路 6 回、500kV 线路 6 回。本期规模：300 万 kVA 主变压器 1 组、1000kV 线路 4 回、500kV 线路 2 回、淮南 1 回及泰州 1 回线各装设 1 组 720Mvar 高抗。一期工程预计于 2016 年 3 月投运。

泰州变电站远期建设规模：300 万 kVA 主变压器 4 组、1000kV 线路 10 回、500kV 线路 8 回。本期规模：300 万 kVA 主变压器 1 组、1000kV 线路 4 回、500kV 线路 2 回、苏州 2 回及南京 1 回线各装设 720Mvar 高抗。一期工程预计于 2016 年 3 月投运。

苏州变电站远期建设规模：300 万 kVA 主变压器 6 组、1000kV 线路 4 回、500kV 线路 8 回。本期规模：300 万 kVA 主变压器 2 组、1000kV 线路 4 回、500kV 线路 4 回、泰州 2 回线各装设 1 组 720Mvar 高抗。一期工程预计于 2016 年 6 月投运。

3. 设备质量工艺监督的意义

随着我国科学技术水平的不断进步，我国的电力设备安装调试质量在总体水平上有了明显的提高。质量监督工作是电力设备安装调试质量管理方面的一个重要的组成部分，需要进一步发展和完善，从而探索出适合的电力设备安装工程质量监督模式。

电力设备安装调试质量直接影响到电力设备的长期安全稳定运行。同时，质量的好坏还关系到工程项目的投资效益、环境效益和社会效益。

对建筑工程的质量进行监督可以减少和预防在设备运行过程中产生的质量安全隐患，从而减少工程消耗的成本，增加工程资产的稳定性和持久性，提高工程的使用效率，维修率和重建率大大减少，固定资产的使用维修费也相应地减少，为设备的长期安全稳定运行提供坚实的基础。

电力设备安装调试质量监督涉及设备到场、安装和试验等方面。电力设备安装调试质量监督主要监督建设单位、施工单位等是否按照国家、行业的法律法规、技术规范 and 标准以及其他的管理规定进行作业。在进行质量监督的过程中，从开始到结束都把全过程监督管理的思想贯穿其中，保证设备安装调试的质量。

国网江苏省电力公司根据国家电网公司的统一部署，以“深度参与工程建设，全过程落实技术监督”为抓手，以“人员培训到位、标准体系到位、质量管控到位”为重点，统筹谋划、创新发展，做好特高压生产准备工作，确保“工程按期顺利启动、设备零缺陷投运、长周期稳定运行”。为做好“三个到位”，以变电站为单位，组织开展了设备安装调试质量工艺监督工作，实际应用过程中，与工程建设业主项目部、监理单位、施工单位以及设计单位进行交流，保证设备安装调试的质量工艺符合各项技术规范的要求，满足现场运维检修的实际需求。

4. 使用说明

(1) 本书适用于 1000kV 交流变电站电气设备安装（试验）工程全过程质量工艺检查及监督工作。

(2) 本书包括监督作业指导书和监督作业指导卡两部分，监督作业指导书包括：一次设备监督作业指导书、二次设备监督作业指导书、交直流系统监督作业指导书、辅助设备监督作业指导书，涵盖 35 类设备；监督作业指导卡依据监督作业指导书的内容，对电气设备安装（试验）工程项目关键环节进行记录和确认，以监督施工安装要求和方便质量追溯。

(3) 监督作业指导书根据电气设备安装（试验）工程设备到场监督、安装过程控制监督、设备调试监督的施工流程进行编制，每个流程均筛选出一般项目和重要项目便于识别和关注，并对关键环节加★重点督查。

(4) 监督指导卡中设备厂家、型号应据实填写，“监督情况”栏，依据监督指导书相关内容检查核实，符合打“√”，不符合要求的，加以说明。每项具体监督工作后的签字栏，由具体监督检查人签字。

一次设备监督作业指导书

第一节 变压器（含调压补偿变压器）、油浸式电抗器

1. 到场监督

序号	项目	内容	等级	要 求
1	本体监督	气压表读数检查	重要	★记录气压表压力，氮气（N ₂ ）或干燥空气压力应为 0.01～0.03MPa（相对压力），否则应立即汇报，并监督后续处理情况
		冲撞记录仪读数检查	重要	★读取所有三维冲撞记录仪中的数据，均不应超过规定值（以技术协议为准，一般小于 3g），否则立即汇报，并监督后续处理情况
		判断是否受潮	重要	1. 判断产品是否受潮，标准为气体压力不小于 0.01MPa，残油耐压不低于 50kV/2.5mm，含水量不超过 15mg/L； 2. 若有不符合要求的，需立即上报，并继续监督后续处理
		外观检查	一般	检查外观有无损伤、脱漆、锈蚀现象，油箱箱盖或钟罩法兰及封板的连接螺栓是否齐全，做好记录与汇报
2	附件监督	铭牌、技术资料查验	重要	1. 铭牌核对与技术协议要求是否一致； ★2. 合格证书、安装使用说明书、出厂试验报告、运输记录等资料应齐全
		套管、套管式电流互感器检查	一般	1. 套管包装应完好，无渗油，瓷体无损伤； 2. 套管装卸和存放应符合产品技术文件要求； 3. 充油或充干燥气体的套管式流变及出线装置存放时应采取防护措施，防止内部绝缘受潮，不得倾斜或倒置存放
		出线装置	重要	1. 出线装置宜与变压器本体同车运输； ★2. 运输过程应加装冲撞记录仪，并记录冲撞记录仪读数，均不应超过规定值（以技术协议为准，一般小于 3g）； ★3. 记录气压表压力，氮气（N ₂ ）或干燥空气压力应为 0.01～0.03MPa（相对压力），否则应立即汇报，并监督后续处理情况
		其他附件检查	一般	1. 表计、风扇、潜油泵、气体继电器、气道隔板、测温装置以及绝缘材料等，应放置于干燥的室内； 2. 散热器、冷却器、连通管、安全气道等应密封； 3. 设备生产厂家应提供抽真空时替代气体继电器的工装

续表

序号	项目	内容	等级	要 求
3	绝缘油监督	绝缘油的验收与保管	重要	1. 每批到达现场的绝缘油都应有全分析试验报告（厂家提供），并现场取样进行全分析试验； 2. 放油时目测检查，各小桶绝缘油标识、气味应一致
		绝缘油的现场过滤	一般	1. 绝缘油应使用真空滤油机进行处理，真空滤油机应具有两级真空功能，运行油温应在 $20\sim 80^{\circ}\text{C}$ ，应在滤油机出口油样阀取样并进行油样试验，且满足电气试验要求； 2. 现场油务系统所采用的储油罐及管道均应事先清理干净
4	现场保管监督	充干燥空气存放	一般	1. 若产品未受潮，可以充干燥气体进行短期存放，存放时间一般不超过 3 个月； 2. 油箱内气体压力应保持在 $0.01\sim 0.03\text{MPa}$ 范围内，并每天记录压力监视值，当压力低于规定值时，应及时补气
		注油存放	一般	1. 三个月不能施工的，应在一个月内进行注油存放； 2. 应选择晴朗的天气注油排气，注油前应将油箱内的残油排尽，油管应采用钢管、尼龙管或其他耐油、耐热管，油管内部应冲洗干净； 3. 绝缘油应满足以下要求，击穿电压不小于 $70\text{kV}/2.5\text{mm}$ ，含水量不超过 8mg/L ，介质损耗因数不超过 0.5% (90°C)，颗粒度要求为不多于 1000 个/ 100mL ($5\sim 100\mu\text{m}$ 颗粒，无大于 $100\mu\text{m}$ 以上颗粒)； 4. 注油保管器件应将变压器或电抗器的外壳专用接地点与地网可靠连接

2. 安装监督

序号	项目	内容	等级	要 求
1	本体就位	基础检查	重要	1. 变压器、电抗器有关建筑工程应符合有关规定和设计图纸要求； 2. 预埋件中心位移 $\leq 5\text{mm}$ ，预埋件与混凝土面的平整度 $\leq 2\text{mm}$
		本体就位检查	重要	1. 本体安装轴线位移 $\leq 5\text{mm}$ ； 2. 就位后应检查三维冲击记录仪读数，并办理交接签证。 3. 三维冲击记录仪允许冲击加速度均不应大于 3g ，当合同技术条件有特殊要求时，应符合特殊要求
2	安装前器身检查	器身检查条件确认	重要	1. 雨、雪、风（4 级以上）和相对湿度 75% 以上的天气，不得进行器身内检； 2. 本体内部的氧气含量应在 18% 以上； 3. 打开的人孔应采取临时的防尘措施，人孔旁应设专人进行信息传递； 4. 进箱人员应穿戴专用服装，防止异物遗留

序号	项目	内容	等级	要 求
2	安装前 器身检查	器身检查 结果核对	重要	★1. 设备厂家应提供点检表, 确定重点检查项目; 2. 铁心对地、夹件对地及铁心夹件之间的绝缘应符合产品技术文件要求; 3. 器身的定位件及绝缘件应无损坏、变形、松动; 4. 铁心拉杆及接地线绝缘应无损伤, 紧固件无松动, 拉带与夹件之间的绝缘套无破损; 5. 所有引线支撑件、导线夹件应无位移、损坏, 紧固用的绝缘螺母、螺杆应无松动, 引线外包绝缘应无损伤; 6. 线圈及围屏应无明显位移, 围屏外边绑带应无松动; 7. 器身上部的压紧垫块应无位移、松动; 8. 所有屏蔽接地应良好, 所有紧固件应无松动; 9. 运输用的临时防护装置、临时支撑应已拆除, 并做好记录; 10. 油箱内部应擦拭干净, 所有结构表面应无尘污
3	本体及 附件监 督安装	附件安装的 露空控制	重要	1. 环境相对湿度应小于 80%, 在安装过程中必须向箱体持续补充露点低于-40°C的干燥空气, 补充干燥空气速率符合产品技术文件要求。 ★2. 每次宜只打开一处, 并用塑料薄膜覆盖, 器身连续露空时间不宜超过 8h, 每天工作结束应抽真空后补充干燥空气, 直到压力达到 $0.01\sim 0.03\text{MPa}$, 持续真空时间应符合产品技术文件要求。累计露空时间不宜超过 24h。 3. 散热器、储油柜等不需要在露空状态下安装的附件应先行安装完成, 且在安装散热器、油管的过程中不得搬动或打开本体油箱的任一阀门或密封板
		密封面处理	一般	1. 所有法兰连接处应用耐油密封垫(圈)密封, 其必须无扭曲、变形、裂纹和毛刺, 法兰连接面应平整、洁净; 2. 现场安装部位的密封垫(圈)应更换新的; 密封垫(圈)应擦拭干净, 其应与法兰面的尺寸相配合, 安装位置应准确, 其搭接处的厚度应与原厚度相同, 橡胶密封垫(圈)的压缩量应符合产品要求
		冷却装置安装	重要	1. 安装前检查密封良好。 2. 外接油管路在安装前, 应进行除锈、过油清洗工作。 3. 管路中的阀门应操作灵活, 开闭位置正确; 阀门及法兰连接处密封良好。 4. 风扇电动机及叶片安装牢固, 转动灵活, 无卡涩, 转向应正确。 5. 油泵应密封良好, 无渗油或进气现象, 转向应正确, 无异常噪声、振动或过热现象。潜油泵的轴承应采取 E 级或 D 级, 禁止使用无铭牌、无级别的轴承。 6. 潜油泵转速应在 1500r/min 以下

续表

序号	项目	内容	等级	要 求
3	本体及附件监督安装	出线装置安装	重要	★1. 安装前检查绝缘螺杆在运输时是否有意外的损伤; 2. 严格按照技术要求执行, 避免角环损坏; 3. 引线连接完毕后按照要求包扎绝缘
		升高座安装	重要	★1. 升高座安装前, 应先完成电流互感器的交接试验, 检查二次线圈排列顺序正确; 2. 电流互感器出线端子板应绝缘良好, 其接线螺栓和固定件的垫块应紧固, 端子板密封良好, 无渗油现象; 3. 升高座法兰面必须与本体法兰面平行就位
		套管安装	重要	★1. 安装前应进行交接试验, 并确认试验合格; 2. 上、下瓷套表面无裂纹、伤痕, 无渗油现象; 3. 充油套管的油位指示应面向外侧, 末屏连接符合要求; 4. 均压环表面光滑无划痕, 均压环易积水部位最低点应钻排水孔; 5. 套管顶部结构的密封垫安装应正确, 密封应良好, 当连接引线时, 不应使顶部结构松扣, 不应使用铜铝对接过渡线夹; 6. 套管内部引线连接处应连接可靠并包扎良好; 7. 套管的起吊要严格按照安装作业指导书进行 (高压套管的吊装尤为重要); 8. 垂直立起后油压表的压力应在正常范围内 (保证套管内油压正常)
		储油柜安装	重要	1. 检查胶囊密封紧密, 注气、保压符合技术文件要求; 2. 储油柜安装方向应正确; 3. 油位计连杆无变形; 4. 油位表安装完成后指针应灵活, 指示应与储油柜的真实油位相符; 5. 油位表的信号节点位置应正确, 动作可靠, 绝缘应良好
		压力释放装置安装	重要	1. 压力释放装置安装前应送具备相应资质的单位检验, 并经检验合格, 动作整定值符合定值要求; 2. 压力释放装置的安装方向正确, 阀盖和升高座内部洁净, 密封良好; 3. 电接点动作应准确, 绝缘应良好, 动作压力值符合产品技术文件要求; 4. 压力释放装置应具备防潮和防进水的功能, 并加装防雨罩。本体及二次电缆进线 50mm 应被遮蔽, 45° 向下雨水不能直淋
		气体继电器安装	重要	1. 气体继电器安装前应送具备相应资质的单位检验, 并经检验合格, 动作整定值符合定值要求; 2. 集气盒内应充满绝缘油, 且密封良好; 3. 气体继电器应水平安装, 顶盖上箭头标志指向储油柜, 且连接密封良好;

续表

序号	项目	内容	等级	要 求
3	本体及附件监督安装	气体继电器安装	重要	4. 气体继电器应具备防潮和防进水的功能, 并加装防雨罩, 本体及二次电缆进线 50mm 应被遮蔽, 45° 向下雨水不能直淋; 5. 电缆引线在接入气体继电器处应有滴水弯, 进线孔封堵严密; 6. 观察窗的挡板应处于打开位置; ★7. 气体继电器不允许承受真空, 应在本体真空注油完成后安装
		温度计安装	重要	1. 温度计安装前应送具备相应资质的单位检验, 并经检验合格, 信号节点动作应正确, 导通应良好, 就地与远传显示(温度范围涵盖低温、常温和高温)应符合产品技术文件要求; 2. 温度计应根据要求下达的定值进行整定; 3. 顶盖上的温度计温包座内应注入绝缘油, 密封应良好, 无渗漏油, 闲置的温度计温包座应密封; 4. 膨胀式信号温度计的细金属软管不得压扁和急剧扭曲, 其弯曲半径不得小于 50mm; 5. 温度计表盘及温包应加装防雨罩, 本体及二次电缆进线 50mm 应被遮蔽, 45° 向下雨水不能直淋
		吸湿器安装	一般	吸湿器与储油柜间的连接管密封应良好, 吸湿剂应干燥, 油封油位应在油面线上。根据国家电网公司精益化要求, 应使用变色硅胶, 灌装至顶部 1/6~1/5 处, 受潮硅胶不超过 2/3, 并标识 2/3 位置
		风冷控制柜安装	重要	★1. 冷却系统控制箱必须有两路交流电源, 且自动互投传动正确、可靠; 变电站监控后台应监视主变压器冷却装置运行情况, 冷却器全停后能够正确上传信号; 2. 控制回路接线应排列整齐、清晰、美观, 绝缘良好无损伤, 接线应采用铜质或有电镀金属防锈层的螺栓紧固, 且应有防松装置; 3. 内部断路器、接触器动作应灵活、无卡涩, 触头接触应紧密可靠, 无异常响声; 4. 保护电动机的热继电器整定值应为电动机额定电流的 0.95~1.05 倍; 5. 冷却器接触器容量应按电动机额定电流的 1.5 倍进行配置; 6. 三侧断路器跳闸后, 应自动切除油泵; 7. 控制箱接地应牢固、可靠; 8. 控制箱密封良好, 内外清洁无锈蚀, 端子排清洁无异物; 9. 接地铜排截面应不小于 100mm²

续表

序号	项目	内容	等级	要 求
3	本体及附件监督安装	本体间电缆安装	一般	1. 电缆应用软性电缆保护管套装, 布置排列应整齐, 接头密封应良好; 2. 二次电缆浪管不应有积水弯和高挂低用现象, 如有应临时做好封堵并开排水孔
4	真空注油监督	本体抽真空	重要	1. 注油前本体必须进行真空干燥处理。 2. 真空连接管道直径不应小于 50mm, 连接长度不应超过 20m, 连接管道过长时, 应增加管道直径。 3. 真空残压和持续抽真空时间应符合产品技术文件要求; 当无要求时, 真空残压$\leq 13\text{Pa}$ 的持续抽真空时间不得少于 48h 或真空残压$\geq 13\text{Pa}$ 累计抽真空时间不得少于 60h; 计算累计时间时, 抽真空间断次数不应超过 2 次, 间断时间不应超过 1h。 4. 抽真空时, 应进行真空泄漏密封检查, 真空度泄漏率应符合产品技术文件要求。 5. 抽真空时, 应监视并记录油箱的变形, 最大值不得超过油箱壁厚的两倍
		真空注油	重要	1. 真空注油前, 应对绝缘油进行脱气和过滤处理。 2. 真空注油前, 设备各接地点及油管道必须可靠接地。 3. 注油时, 宜从下部油阀进油; 注油全过程应持续抽真空, 真空残压必须$\leq 20\text{Pa}$; 注入油的油温宜高于器身温度, 滤油机出口油温 $55\sim 65^{\circ}\text{C}$; 注油速度不宜大于 $100\text{L}/\text{min}$; 真空注油全过程真空滤油机进、出油管不得在露空状态切换
		热油循环	重要	1. 热油循环时, 油温、油速以及热油循环的时间, 应严格按照产品技术文件要求进行。当无明确要求时, 热油循环时间不少于 48h 且热油循环油量不少于 3 倍变压器(电抗器)总油量。 2. 热油循环过程中滤油机加热脱水缸中的温度应控制在 $(65\pm 5)^{\circ}\text{C}$。 3. 热油循环结束后, 应关闭注油阀门, 静置 48h 后开启变压器(电抗器)所有组件、附件及管路的放气阀多次排气, 当有油溢出时, 立即关闭放气阀
5	整体密封	整体密封检查	重要	应按照产品技术文件要求进行整体密封试验, 在最高油面上施加 0.03MPa 压力, 持续 24h, 无渗漏
6	静置	静置时间	重要	1. 热油循环结束静置 48h 后, 取本体油样送检; 2. 注油完毕后在主变压器加压试验前, 其静置时间不应少于 96h 且应符合制造厂相关规定, 绝缘油油样送检应合格; 3. 静置期间, 应从变压器、电抗器的套管、升高座、冷却装置、气体继电器及压力释放阀等有关部位进行多次放气, 并启动潜油泵直至残余气体排尽