

建筑安装工程施工工艺标准系列丛书

---

# 建筑电气工程 施工工艺

---

山西建设投资集团有限公司 组织编写

张太清 梁 波 主 编

中国建筑工业出版社

建筑安装工程施工工艺标准系列丛书

# 建筑电气工程施工工艺

山西建设投资集团有限公司 组织编写

张太清 梁 波 主编

中国建筑工业出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

建筑电气工程施工工艺/山西建设投资集团有限公司  
组织编写. —北京: 中国建筑工业出版社, 2018. 12  
(建筑安装工程施工工艺标准系列丛书)  
ISBN 978-7-112-22868-3

I. ①建… II. ①山… III. ①房屋建筑设备-电气  
设备-建筑安装-工程施工 IV. ①TU85

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 242802 号

本书经广泛调查研究, 认真总结工程实践经验, 参考有关国家、行业及地方标准规范修订而成。

该书主要参考了《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300—2013、《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303—2015 等标准规范。每项标准按引用文件、术语、施工准备、操作工艺、质量标准、成品保护、注意事项、质量记录八个方面进行编写。

本书可作为建筑电气工程施工生产操作的技术依据, 也可作为编制施工方案和技术交底的蓝本。在实施工艺标准过程中, 若国家标准或行业标准有更新版本时, 应按国家或行业现行标准执行。

责任编辑: 张 磊

责任校对: 党 蕾

建筑安装工程施工工艺标准系列丛书

建筑电气工程施工工艺

山西建设投资集团有限公司 组织编写

张太清 梁 波 主编

\*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京海淀三里河路9号)

各地新华书店、建筑书店经销

北京科地亚盟排版公司制版

北京市密东印刷有限公司印刷

\*

开本: 787×960 毫米 1/16 印张: 18½ 字数: 355 千字

2019 年 3 月第一版 2019 年 3 月第一次印刷

定价: 60.00 元

ISBN 978-7-112-22868-3

(32865)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

## 发布令

为进一步提高山西建设投资集团有限公司的施工技术水平，保证工程质量和安全，规范施工工艺，由集团公司统一策划组织，系统内所有骨干企业共同参与编制，形成了新版《建筑安装工程施工工艺标准》（简称“施工工艺标准”）。

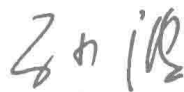
本施工工艺标准是集团公司各企业施工过程中操作工艺的高度凝练，也是多年来施工技术经验的总结和升华，更是集团实现“强基固本，精益求精”管理理念的重要举措。

本施工工艺标准经集团科技专家委员会专家审查通过，现予以发布，自2019年1月1日起执行，集团公司所有工程施工工艺均应严格执行本“施工工艺标准”。

山西建设投资集团有限公司

党委书记：

董事长：



2018年8月1日

## 丛书编委会

顾 问：孙 波 李卫平 寇振林 贺代将 郝登朝 吴辰先  
温 刚 乔建峰 李宇敏 耿鹏鹏 高本礼 贾慕晟  
杨雷平 哈成德

主 任 委 员：张太清

副 主 任 委 员：霍瑞琴 张循当

委 员：（按姓氏笔画排列）

|     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 王宇清 | 王宏业 | 平玲玲 | 白少华 | 白艳琴 | 邢根保 |
| 朱永清 | 朱忠厚 | 刘 晖 | 闫永茂 | 李卫俊 | 李玉屏 |
| 杨印旺 | 吴晓兵 | 张文杰 | 张 志 | 庞俊霞 | 赵宝玉 |
| 要明明 | 贾景琦 | 郭 铃 | 梁 波 | 董红霞 |     |
| 董跃文 | 王凤英 | 梁福中 | 宋 军 | 张泽平 | 哈成德 |
| 冯高磊 | 周英才 | 张吉人 | 贾定祎 | 张兰香 | 李逢春 |
| 郭育宏 | 谢亚斌 | 赵海生 | 崔 峻 | 王永利 |     |

## 本书编委会

主 编：张太清 梁 波

副 主 编：杨娟香 吴晓兵

主要编写人员：王 宏 王 涛 张海燕 张丽君 吴建明 杨娟香  
李新龙 贾立军 殷双喜 张 渊

## 序

企业技术标准是企业发展的源泉，也是企业生产、经营、管理的技术依据。随着国家标准体系改革步伐日益加快，企业技术标准在市场竞争中会发挥越来越重要的作用，并将成为其进入市场参与竞争的通行证。

山西建设投资集团有限公司前身为山西建筑工程（集团）总公司，2017年经改制后更名为山西建设投资集团有限公司。集团公司自成立以来，十分重视企业标准化工作。20世纪70年代就曾编制了《建筑安装工程施工工艺标准》；2001年国家质量验收规范修订后，集团公司遵循“验评分离，强化验收，完善手段，过程控制”的十六字方针，于2004年编制出版了《建筑安装工程施工工艺标准》（土建、安装分册）；2007年组织修订出版了《地基与基础工程施工工艺标准》、《主体结构工程施工工艺标准》、《建筑装饰装修施工工艺标准》、《建筑屋面工程施工工艺标准》、《建筑电气工程施工工艺标准》、《通风与空调工程施工工艺标准》、《电梯与智能建筑工程施工工艺标准》、《建筑给水排水及采暖工程施工工艺标准》共8本标准。

为加强推动企业标准管理体系的实施和持续改进，充分发挥标准化工作在促进企业长远发展中的重要作用，集团公司于2004年版及2007年版的基础上，组织编制了新版的施工工艺标准，修订后的标准增加到18个分册，不仅增加了许多新的施工工艺，而且内容涵盖范围也更加广泛，不仅从多方面对企业施工活动做出了规范性指导，同时也是企业施工活动的重要依据和实施标准。

新版施工工艺标准是集团公司多年来实践经验的总结，凝结了若干代山西建设投入的心血，是集团公司技术系统全体员工精心编制、认真总结的成果。在此，我代表集团公司对在本次编制过程中辛勤付出的编著者致以诚挚的谢意。本标准的出版，必将为集团工程标准化体系的建设起到重要推动作用。今后，我们要抓住契机，坚持不懈地开展技术标准体系研究。这既是企业提升管理水平和技术优势的重要载体，也是保证工程质量和安全的工具，更是提高企业经济效益和社会效益的手段。

在本标准编制过程中，得到了住建厅有关领导的大力支持，许多专家也对该标准进行了精心的审定，在此，对以上领导、专家以及编辑、出版人员所付出的辛勤劳动，表示衷心的感谢。

在实施本标准过程中，若有低于国家标准和行业标准之处，应按国家和行业现行标准规范执行。由于编者水平有限，本标准如有不妥之处，恳请大家提出宝贵意见，以便今后修订。

山西建设投资集团有限公司

总经理： 

2018 年 8 月 1 日

# 前 言

本篇为山西建设投资集团有限公司《建筑安装工程施工工艺标准系列丛书》之一，标准经广泛调查研究，认真总结工程实践经验，参考有关国家、行业及地方标准规范，经广泛征求意见的修订而成。

该标准编制主要参考了《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300—2013、《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303—2015 等标准规范。每项标准按引用文件、术语、施工准备、施工工艺、质量标准、成品保护、注意事项、质量记录八个方面进行编写。

1 本标准适用于新建、扩建、改建中的建筑电气工程施工和质量控制；

2 本标准详细阐述了目前建筑电气工程常用一般的设备和材料的安装主要施工工艺及注意事项；

3 在本标准中分别对不间断电源安装；裸母线、封闭母线、插接式母线安装；耐高温矿物绝缘电缆终端头制作；绝缘穿刺线夹安装中各分项工程都有翔实的工艺介绍。

本书可作为建筑电气工程施工生产操作的技术依据，也可作为编制施工方案和技术交底的蓝本。在实施工艺标准过程中，若国家标准或行业标准有更新版本时，应按国家或行业现行标准执行。

本书在编制过程中，限于编者水平，有不妥之处，恳请提出宝贵意见，以便今后修订完善。随时可将意见反馈至山西建设投资集团总公司技术中心（太原市新建路9号，邮政编码030002）。

# 目 录

|        |                              |     |
|--------|------------------------------|-----|
| 第 1 章  | 电力变压器安装 .....                | 1   |
| 第 2 章  | 成套配电柜、控制柜（屏、台）安装 .....       | 13  |
| 第 3 章  | 配电箱（盘）安装 .....               | 25  |
| 第 4 章  | 低压电动机、电加热器及电动执行机构检查接线 .....  | 32  |
| 第 5 章  | 柴油发电机组安装 .....               | 39  |
| 第 6 章  | 不间断电源安装 .....                | 48  |
| 第 7 章  | 低压电气动力设备试验和试运行 .....         | 58  |
| 第 8 章  | 裸母线、封闭母线、插接式母线安装 .....       | 69  |
| 第 9 章  | 电缆支架安装 .....                 | 83  |
| 第 10 章 | 电缆桥架安装 .....                 | 89  |
| 第 11 章 | 金属线槽安装 .....                 | 95  |
| 第 12 章 | 塑料线槽安装 .....                 | 101 |
| 第 13 章 | 钢导管敷设 .....                  | 106 |
| 第 14 章 | KBG 套接扣压式薄壁钢管安装 .....        | 122 |
| 第 15 章 | 套接紧定式钢导管（JDG）敷设 .....        | 130 |
| 第 16 章 | 硬质、半硬质阻燃塑料管明敷设 .....         | 137 |
| 第 17 章 | 可挠金属电气导管敷设 .....             | 145 |
| 第 18 章 | 电缆敷设 .....                   | 154 |
| 第 19 章 | 电线、电缆穿管和线槽敷线 .....           | 183 |
| 第 20 章 | 交联聚乙烯绝缘电缆热缩终端头制作 .....       | 192 |
| 第 21 章 | 户内交联聚乙烯绝缘电缆硅橡胶预制式终端头制作 ..... | 198 |
| 第 22 章 | 低压热缩电缆终端头制作 .....            | 204 |
| 第 23 章 | 耐高温矿物绝缘电缆终端头制作 .....         | 209 |
| 第 24 章 | 电缆中间接头制作 .....               | 218 |
| 第 25 章 | 灯具安装 .....                   | 223 |

---

|        |                 |     |
|--------|-----------------|-----|
| 第 26 章 | 室外照明灯具安装 .....  | 236 |
| 第 27 章 | 开关、插座安装 .....   | 244 |
| 第 28 章 | 防雷及接地安装 .....   | 250 |
| 第 29 章 | 等电位联结安装 .....   | 264 |
| 第 30 章 | 绝缘穿刺线夹施工 .....  | 271 |
| 第 31 章 | 太阳能光伏系统施工 ..... | 274 |

# 第1章 电力变压器安装

本工艺标准适用于 10kV 及以下, 频率为 50Hz 的电力变压器安装工程的施工。

## 1 引用标准

《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303—2015

《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》GB 50150—2016

《电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范》GB 50169—2016

《电气装置安装工程 盘、柜及二次回路接线施工及验收规范》GB 50171—2012

《电气装置安装工程 电力变压器、油浸电抗器、互感器施工及验收规范》GB 50148—2010

## 2 术语 (略)

## 3 施工准备

### 3.1 施工材料及机具

**3.1.1 施工材料:** 型钢、变压器油 (应与变压器油箱内的油标号一致)、钢板垫板、电气复合酯、2500mm×200mm×160mm 枕木、镀锌扁钢—40×4 (镀锌层无剥落)、镀锌精制带帽螺栓 M18×100 以内、制动装置、乙炔气、氧气、棉纱、0#~2# 铁砂布、塑料布聚乙烯 0.05、结 422φ3.2 电焊条、汽油、8#~12# 镀锌铁丝、白布、300mm×300mm 滤油纸、橡胶垫、调和漆、L=300 锯条、各种颜色酚醛磁漆、20mm×20mm 白纱带、 $\delta=0.8$  橡胶垫、木材、扒钉。

**3.1.2 机具:** 汽车起重机 (根据变压器毛重选择)、载重汽车 (根据变压器毛重选择)、交流电焊机、电动卷扬机 (根据变压器毛重选择)、滚杠 (单筒慢速)、滤油机、液压千斤顶 (根据变压器重量选择)、三脚架、倒链、钢丝绳、台钻、砂轮切割机、角向磨光机、干燥机、绝缘摇表、万用表、水平仪、电调试验设备仪器仪表。

### 3.2 作业条件

**3.2.1** 变压器室内地面工程及渗油坑已施工完毕, 门窗、保护网门及栏杆

也已安装完毕，有损安装的装饰工程、高空作业项目已全部结束。

3.2.2 模板及施工设施已全部清除，现场及蓄油坑已清理干净，运输通道畅通无阻，周边无影响施工的障碍物。

3.2.3 变压器基础及构架已达到了允许安装的条件，并已办理中间交接手续。

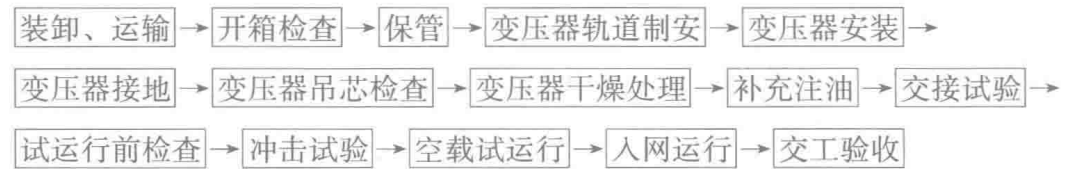
3.2.4 变压器基础轨道已检验完毕，并已办理中间交接手续（由安装单位自行施工除外）。

3.2.5 安装干式变压器室内还应无粉尘，相对湿度保持在 70% 以下。

3.2.6 施工用的主、辅料已备足，并有厂家或供应商提供的产品质量合格证书、产品合格证、材质检验合格证书（三证有一证即可），能满足连续施工的需要。

## 4 操作工艺

### 4.1 工艺流程



4.2 装卸、运输

4.2.1 装卸地点的土质必须坚实平坦，运输通道必须畅通。

4.2.2 变压器装卸、运输不应有冲击和严重震动，在装卸、运输过程中其倾斜角度均不得超过 15°，以防止内部结构变形。易损件应有防护措施。

4.2.3 运输时必须用钢丝绳固定牢靠。

4.2.4 远距离应使用载重汽车运输，近距离可用卷扬机、铲车运输。

4.2.5 无论是吊装还是牵引，所用钢丝绳、索具必须经检验合格，规格应相匹配。

4.2.6 干式变压器在运输过程中应有防雨措施。

### 4.3 开箱检查

4.3.1 变压器运到施工现场后，应会同建设单位或供货单位共同开箱检查，按装箱清单逐件清点数量并如实做好记录。

4.3.2 根据装箱技术文件核对变压器铭牌，其型号、规格、各项标注等均应相符，并满足设计要求。

4.3.3 外观检查

1 变压器及其附件应无机械损伤、渗油、漆层剥落现象。

- 2 变压器油位应指示正常。
- 3 易损件应无破损裂纹。
- 4 调压切换开关应转动灵活。
- 5 底座两组滚轮的轮距应基本相等且转动灵活。

#### 4.4 保管

4.4.1 暂时不安装的变压器应妥善保管,无论存放在室内还是室外,都应该采取好防碰撞、防倾倒、防高空落物等措施,为防意外,有条件最好恢复原包装。

4.4.2 各种附件按体积大小,是否易损,是否怕潮等分别存放,并有针对性地采取好保护措施。

4.4.3 进入施工现场的变压器,如果三个月之内还不能安装,应按规定要求采取好保护性措施。

#### 4.5 变压器轨道制安

4.5.1 变压器轨道制安一般应由土建单位在施工变压器基础时一并进行。

4.5.2 变压器轨道在安装时应严格按规范施工,其材质、型号、规格、间距、高度均应符合设计要求。

4.5.3 变压器轨道找平至少要检测六个点,用水平仪测量,直至确认其水平度合格。

##### 4.5.4 变压器基础中间交接

1 土建单位将变压器基础(含轨道)施工完毕后,经安装单位检验合格,双方可办中间交接手续。

2 办理中间交接时,土建单位必须提供相关的工程档案资料。

3 变压器基础因工程质量不合格或相关的工程档案资料不健全,安装单位有权拒绝接收,所造成的后果应有土建单位负责。

#### 4.6 变压器安装

4.6.1 变压器安装时,应注意方位和距离与设计相符,允许误差为 $\pm 25\text{mm}$ 。

4.6.2 变压器横向距建筑物的距离不得小于 $800\text{mm}$ ,距门不得小于 $1000\text{mm}$ 。

4.6.3 变压器的轨道应水平,轨距与轮距应相匹配。

4.6.4 装有瓦斯继电器的变压器应使其顶盖沿气流方向有 $1\%\sim 1.5\%$ 的升高坡度(制造厂规定不需要安装坡度者除外)。

4.6.5 变压器在室内安装时:宽面推进,低压应向外;窄面推进,油枕侧应向外;装有开关的情况下,操作方向应留有 $1200\text{mm}$ 的宽度。以上规定设计另

有要求者除外。

**4.6.6** 装有滚轮的变压器，就位后应使用制动装置将滚轮固定，以防变压器受震动移位，固定时应使用紧固螺丝，而不应使用电、气焊固定。

**4.6.7** 与封闭母线连接的变压器，套管的中心线与封闭母线的中心线应一致，连接后的封闭母线不应产生较大的应力。

#### **4.7 箱式变电所就位**

**4.7.1** 箱式变电所可采用滚杠和撬杠将柜体平移并调整就位。

**4.7.2** 在调整过程中，垂直度、水平度、柜间缝隙等安装允许偏差应符合现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 的规定。调整找正时，可采用 0.5mm 钢垫片找平，每处垫片最多不超过三片。

**4.7.3** 根据柜体固定螺栓位置及孔径尺寸，在基础槽钢上画好固定位置并开孔，采用镀锌螺栓将箱体与基础槽钢固定。

**4.7.4** 组合的箱体找平、找正后，应将箱与箱用镀锌螺栓连接牢固。

**4.7.5** 成套箱式变电所的接地，应每箱独立与基础槽钢连接，严禁串联。接地干线与箱式变电所的 N 母线和 PE 母线直接连接，变电所箱体、支架或外壳的接地应用带有防松装置的螺栓连接，连接应坚固可靠。

#### **4.8 变压器接地**

**4.8.1** 变压器的接地应使用镀锌扁钢，通过接地端子及接地母线连接成电气通路，连接应牢靠，接触应良好，不允许将镀锌扁钢直接焊接在变压器油箱上。

**4.8.2** 接地用的扁钢在材质、规格及施工质量上均应符合规范和设计要求。

**4.8.3** 在中性点直接接地的供电系统中可以同时采用 TN 系统和 TT 系统，具体应根据设计确定。

**4.8.4** 变压器的工作零线与中性点接地线应分别敷设，工作零线宜用绝缘导线。

**4.8.5** 变压器中性点接地回路中靠近变压器处宜做一个可拆卸的连接点。变压器本体应两点接地，中性点接地引出后，应有两根接地引线与主接地网的不同干线连接。

**4.8.6** 靠近变压器的金属围栏及网门应接地。

**4.8.7** 实测的接地电阻值应符合设计或规范要求。

#### **4.9 变压器吊芯检查**

**4.9.1** 并不是每台安装的变压器都要做吊芯检查，按规范要求和产品技术文件规定，需要做吊芯检查的方可进行吊芯检查。符合下列条件的可不做吊芯检查：

1 制造厂规定不做吊芯检查者。

2 容量为  $1000\text{kV} \cdot \text{A}$  以下，运输过程中无异常情况者。

3 本地产品仅作短途运输，且参加了制造厂的器身总装，质量符合要求，在运输过程中进行了有效监督，无紧急制动，无剧烈震动、冲撞或严重颠簸等异常情况者。

**4.9.2** 需进行吊芯检查的，可在安装前进行，也可在安装后进行，视现场情况和对吊装设备的要求而定。

**4.9.3** 吊芯检查应完成下列准备工作：

1 装设临时接地装置。

2 室外的变压器应搭设防雨雪和风沙的帐篷。

3 准备足够的可以作为补充注油的变压器油以备吊芯检查后冲洗油箱和器身，以及补充注油。

4 吊芯检查用的工具、材料：三脚架、倒链、钢丝绳、卡扣、枕木、油箱、油桶、油壶、永久磁铁、手电筒、卡扣、套扳手、活扳手、绸布、白布、棉纱、塑料布。

5 吊芯检查用的试验设备、仪器、仪表。

**4.9.4** 吊芯检查的项目

1 检查全部的连接螺栓是否已紧固，有无防松动措施，绝缘螺栓的绝缘层有无损坏，需绑扎处是否绑扎完好。

2 检查铁芯有无变形，铁轭与夹件间绝缘是否完好。

3 铁芯外引接地的变压器，拆开接地线后检查铁芯对地的绝缘是否良好。

4 打开夹件与铁轭接地片后，检查铁轭螺杆与铁芯、铁轭与夹件、螺杆与夹件间的绝缘是否良好。

5 铁轭采用钢带绑扎时，检查铁轭与钢带间的绝缘是否良好。

6 打开铁芯屏蔽接地引线，检查屏蔽绝缘是否良好。

7 打开夹件与线圈压板连接，检查压钉的绝缘是否良好。

8 检查铁芯拉板及铁轭拉带是否紧固，绝缘是否良好。

9 检查绕组绝缘层是否完整无损，绕组有无变位现象。

10 检查绕组的引出线焊接是否良好，引出线的绝缘包扎是否牢固，裸露部分有无毛刺、尖角，接线是否正确，连接螺栓是否紧固。

11 检查调压切换装置，各分接点与绕组的连接是否正确、紧固，转动接点与各分接点接触时，指示器所指的位置是否对应一致，切换装置有无变形，所有部件是否完好无损，转盘动作是否灵活、与转动接点是否对应一致。

12 检查油箱是否密封良好，放油阀有无堵塞漏油现象。

- 13 检查防爆隔板（隔膜）是否完好无损且固定牢靠、密实。
- 14 检查油箱底部、器身有无杂物、焊渣，外观是否清洁。
- 15 变压器端盖与油箱的连接螺栓是否齐全，规格是否与螺孔相匹配。

4.9.5 吊芯检查应遵守下列规定：

- 1 周围空气温度不宜低于 0℃，器身温度不应低于周围空气温度，当器身温度低于周围空气应将器身加热，使其高于周围空气温度，加热方法可采用热风干燥法。
- 2 当空气相对湿度大于 75％时，器身暴露在空气中的时间不得超过 16h。
- 3 调压切换装置吊出检查、调整时，暴露在空气中的时间应符合表 1-1 的规定。

调压切换装置的露空时间 表 1-1

| 环境温度（℃）    | >0    | >0    | >0    | <0  |
|------------|-------|-------|-------|-----|
| 空气相对湿度（％）  | 65 以下 | 65～75 | 75～85 | 不控制 |
| 持续时间不大于（h） | 24    | 16    | 10    | 8   |

时间计算：带油运输的变压器由开始放油算起，不带油运输的变压器由揭开顶盖或打开任一堵塞算起，至抽真空或注油开始为止。

- 4 空气相对湿度或露空时间超过规定时，必须采取相应的可靠措施，例如对周围环境采取加热升温，送入热空气等措施。
- 5 吊芯检查时，除保证周边环境清洁外，还应有防尘、防雨雪的措施。
- 6 雾天不应在室外进行吊芯检查。
- 7 参加吊芯检查的工作人员应戴安全帽，身穿干净的工作服，袖口扎紧，纽扣锁牢，与工作无关随身佩戴易掉落物品应临时取下来妥善保管，如钢笔、钥匙、装饰品等。

4.9.6 吊芯方法：吊芯时可用三脚架、倒链、钢丝绳组合成吊芯工具，将变压器油箱端盖上的紧固螺栓全部拧下来妥善保管，再将钢丝绳与挂在变压器上端的吊装环用锁具锁牢，确认平衡后，可缓慢起吊。当芯部离开主体油箱后，用干燥无灰尘杂物污染的枕木或型钢均匀地平垫在主体油箱上口，再将器身落下平稳地放在枕木或型钢上面。

4.10 变压器干燥处理

4.10.1 并不是每台安装的变压器都需要进行干燥处理，符合下列条件的可不进行干燥处理：

- 1 绝缘油电气强度及微量水试验合格。
- 2 绝缘电阻及吸收比（或极化指数）符合规定。

3 介质损失角正切值  $\tan\delta(\%)$  符合规定。

4.10.2 需要干燥的变压器应事先编写干燥处理方案。

4.10.3 干燥时必须对变压器各部分温度进行监控。不带油干燥利用油箱加热时,箱壁温度不宜超过  $110^{\circ}\text{C}$ ,箱底温度不宜超过  $100^{\circ}\text{C}$ ,绕组温度不得超过  $95^{\circ}\text{C}$ ,带油干燥时,上层油温不得超过  $85^{\circ}\text{C}$ ;热风干燥时,进风温度不得超过  $100^{\circ}\text{C}$ 。

干式变压器干燥时,其绕组温度应根据绝缘等级而定。

4.10.4 干燥完毕应进行器身检查,如果不能及时检查时,应先注入合格的变压器油,油温可预热到  $50\sim 60^{\circ}\text{C}$ ,绕组温度应高于油温。

4.10.5 干燥方法

1 热油干燥法:可采用自带加热器的真空滤油机对变压器油进行循环加热,达到干燥的目的。加热时上层油温不得超过  $85^{\circ}\text{C}$ 。

2 铁损干燥法:将变压器油箱内的绝缘油全部放掉,并用干净棉布将油箱内外壁擦干净,油箱外壁用耐火保温材料包裹起来,再用石棉绳绑扎牢靠。在保温层外面四周立放  $10\sim 20\text{mm}$  厚的木板条,相互间距  $300\sim 500\text{mm}$ ,将绝缘导线紧紧缠绕在木板条外侧,从下往上缠绕,油箱下半部缠绕全部线圈匝数的  $2/3$ ,上半部缠绕剩余的  $1/3$ 。将检验合格的电阻温度计安放在油箱两侧线圈的上、中、下部。

线圈的励磁电源可采用单相交流  $220\text{V}$ 、 $125\text{V}$  或  $65\text{V}$ ,该电源容量不宜小于干燥所需电力的  $130\%$ ,通电后观察箱壁温度不应超过  $120\sim 125^{\circ}\text{C}$ ,变压器线圈温度不应超过  $95^{\circ}\text{C}$ 。干燥过程中每隔  $1\text{h}$  测量一次变压器线圈绝缘电阻、各部温度、励磁线圈电流,认真做好记录,并绘制变压器干燥曲线图。

为了达到调节电流的目的,缠绕励磁线圈时,可以采取抽头的办法,一般以始端作为公用接线端子。在  $70\%$  的位置上抽第一个头,在  $85\%$  的位置上抽第二个头,导线的末端作为第三个抽头。

3 热风干燥法:对变压器送热风达到干燥的目的,干燥用的热风不得超过  $100^{\circ}\text{C}$ 。

4 真空干燥法:用铁损干燥法或热风干燥法先对变压器进行预热,然后对变压器采取抽真空的办法进行干燥。抽真空的速度控制在每小时均匀增高  $0.7\times 10^4\text{Pa}$  为宜, $110\text{kV}$  及以下的变压器不超过  $4\times 10^4\text{Pa}$ ,抽真空后变压器变形度不得超过箱壁的两倍。

4.11 补充注油

4.11.1 当变压器油位不足时,应进行补充注油,注油前应对油箱的油和需补充的油进行检验。首先油的型号、规格必须相同,混油试验必须合格,耐压试