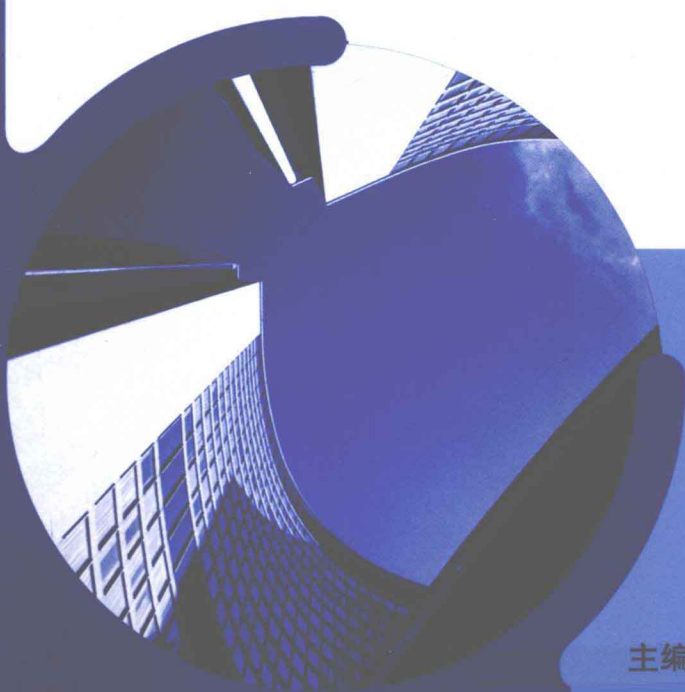


建筑工程施工技巧与常见问题分析处理系列手册

# 电气安装工程施工技巧 与常见问题分析处理



主编 徐晓珍

湖南大学出版社

建筑工程施工技巧与常见问题分析处理系列手册

# 电气安装工程施工技巧与常见问题分析处理

主 编 徐晓珍

副主编 秦大为 崔奉卫



湖南大学出版社

## 内 容 简 介

本书根据建筑电气工程施工安装实际,结合最新电气工程设计与施工质量验收规范,对建筑电气工程的施工安装方法和技巧进行了详细阐述,对建筑电气工程常见施工安装质量问题进行了细致的分析并提出了适当的解决方法。本书主要内容包括配电设备安装工程、应急电源安装工程、架空线路工程、室内配线工程、电动机安装工程、照明系统安装工程、防雷与电气防护工程、智能建筑工程等。

本书内容丰富,体例新颖,可供建筑电气工程施工安装现场技术及管理人员使用,也可供高等院校相关专业师生学习时参考。

---

### 图书在版编目(CIP)数据

电气安装工程施工技巧与常见问题分析处理/徐晓珍主编.

—长沙:湖南大学出版社,2013.5

(建筑工程施工技巧与常见问题分析处理系列手册)

ISBN 978-7-5667-0327-9

I. ①电… II. ①徐… III. ①房屋建筑设备—电气设备

—建筑工程—工程施工—技术手册 IV. ①TU85-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 089371 号

---

### 电气安装工程施工技巧与常见问题分析处理

DIANQI ANZHUANG GONGCHENG SHIGONG JIQIAO YU CHANGJIAN WENTI FENXI CHULI

作 者:徐晓珍 主编

责任编辑:黄 旺

责任印制:陈 燕

印 装:北京紫瑞利印刷有限公司

开本:787×1092 16 开 印张:18.5 字数:439 千

版次:2013 年 5 月第 1 版 印次:2013 年 5 月第 1 次印刷

书号:ISBN 978-7-5667-0327-9

定价:40.00 元

---

出 版 人:雷 鸣

出版发行:湖南大学出版社

社 址:湖南·长沙·岳麓山

邮 编:410082

电 话:0731-88821691(发行部),88820008(编辑室),88821006(出版部)

传 真:0731-88649312(发行部),88822264(总编室)

网 址:<http://www.hnupress.com>

电子邮箱:274398748@qq.com

---

版权所有,盗版必究  
湖南大学版图书凡有印装差错,请与发行部联系

# 电气安装工程施工技巧与常见问题分析处理

(编 委 会)

主 编：徐晓珍

副 主 编：秦大为 崔奉卫

编 委：范 迪 徐梅芳 卻建荣

张广钱 王 亮 刘海珍

## 前言

当前,我国经济社会进入一个新的重要发展时期,作为国民经济的支柱产业,建筑业的重要地位和作用正在日益显现。随着我国建设事业的不断发展,建筑行业的各项技术也有了很大的进步,各种新材料、新设备、新技术不断涌现,这给建筑工程相关从业人员带来了极大的机遇与挑战,也对他们提出了更高的专业要求。

工程质量直接关系到人民生命财产的安全和社会经济的运行发展。我国工程质量近些年来总体水平虽有提高,可质量问题仍然不少,各种事故时有发生。作为建筑工程现场工作人员,更应该深入了解施工过程中存在的质量问题,才能有效地预防质量问题的发生,对出现的质量问题进行有效治理,确保工程安全、顺利进行,保证工程的使用质量。

在建筑施工现场,相关技术人员、建筑工人在面对各种施工方法问题、施工质量问题时,常常苦于无法方便快捷地找到解决实际问题的相关知识、资料。为此,我们组织相关专家、学者,在进行了实地调研之后,编写了这套《建筑工程施工技巧与常见问题分析处理系列手册》。本套丛书在编写上,力求直接解决相关人员在实际工作中所遇到的重点、难点问题,使相关从业人员在确保建筑工程质量的前提下,更好、更快、更准确地获取所需的相关知识。

与市面上同类书籍相比,本套丛书具有以下一些特点:

1. 针对不同的工程,分别编写了《地基基础工程施工技巧与常见问题分析处理》、《钢结构工程施工技巧与常见问题分析处理》、《主体结构工程施工技巧与常见问题分析处理》、《装饰装修工程施工技巧与常见问题分析处理》、《水暖工程施工技巧与常见问题分析处理》、《电气安装工程施工技巧与常见问题分析处理》、《通风空调工程施工技巧与常见问题分析处理》等分册,以适应不同专业施工、管理人员的需求,并使各专业知识更加全面、具体,具有可操作性。

2. 参考了国家最新相关施工技术、质量验收等方面的标准、规范、规程,并注意吸收新技术、新材料、新设备等方面的应用知识,确保书籍编写的正确性、新颖性。

3. 在编写体例上,注意丛书的实用性和方便性,针对各专业工程的具体施工,从目录上即体现出各具体施工问题的详细分类,方便读者查找;在内容上,从施工工艺、施工技巧、存在问题分析及处理三大方面入手;在细节上,针对各个细小的施工,对建筑工程施工的方法、问题进行详细剖析,使读者切实掌握施工技术的应用,并能解决实际相关问题。

4. 本套丛书注意语言通俗、易懂、简洁，图文并茂，以方便读者快速阅读、快速掌握，从而提升读者分析问题和解决问题的能力，特别适合建筑工程施工现场技术及管理人员使用。

本套丛书在编写过程中得到了有关专家学者的大力支持与帮助，参考和引用了有关部门、单位和个人的资料，在此深表谢意。限于编者的水平及阅历的局限，加之编写时间仓促，书中错误及疏漏之处在所难免，恳请广大读者和有关专家批评指正。

编 者

# 目录

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| <b>第 1 章 配电设备安装工程</b> .....         | 1  |
| 1.1 变压器安装 .....                     | 1  |
| 1.1.1 变压器安装施工工艺 .....               | 1  |
| 1.1.2 变压器安装施工技巧 .....               | 4  |
| 1.1.3 变压器安装常见问题分析处理 .....           | 8  |
| 1.2 配电柜、控制柜和照明配电箱安装 .....           | 17 |
| 1.2.1 配电柜、控制柜和照明配电箱安装施工工艺 .....     | 17 |
| 1.2.2 配电柜、控制柜和照明配电箱安装施工技巧 .....     | 20 |
| 1.2.3 配电柜、控制柜和照明配电箱安装常见问题分析处理 ..... | 21 |
| <b>第 2 章 应急电源安装工程</b> .....         | 32 |
| 2.1 柴油发电机安装 .....                   | 32 |
| 2.1.1 柴油发电机安装施工工艺 .....             | 32 |
| 2.1.2 柴油发电机安装施工技巧 .....             | 34 |
| 2.1.3 柴油发电机安装常见问题分析处理 .....         | 34 |
| 2.2 不间断电源安装 .....                   | 41 |
| 2.2.1 不间断电源安装施工工艺 .....             | 41 |
| 2.2.2 不间断电源安装施工技巧 .....             | 43 |
| 2.2.3 不间断电源安装常见问题分析处理 .....         | 44 |
| <b>第 3 章 架空线路工程</b> .....           | 55 |
| 3.1 电杆埋设施工 .....                    | 55 |
| 3.1.1 电杆埋设施工工艺 .....                | 55 |
| 3.1.2 电杆埋设施工技巧 .....                | 59 |
| 3.1.3 电杆埋设常见问题分析处理 .....            | 62 |
| 3.2 电杆上拉线安装 .....                   | 66 |
| 3.2.1 拉线安装施工工艺 .....                | 66 |
| 3.2.2 拉线安装施工技巧 .....                | 69 |
| 3.2.3 拉线用料不符合要求分析处理 .....           | 70 |
| 3.2.4 拉线安装位置不合适分析处理 .....           | 73 |
| 3.2.5 横担不合要求分析处理 .....              | 74 |
| 3.3 导线架设 .....                      | 76 |

|                                    |            |
|------------------------------------|------------|
| 3.3.1 导线架设施工工艺 .....               | 76         |
| 3.3.2 导线架设施工技巧 .....               | 79         |
| 3.3.3 架空线路常见问题分析处理 .....           | 83         |
| <b>第4章 室内配线工程</b> .....            | <b>89</b>  |
| 4.1 母线安装 .....                     | 89         |
| 4.1.1 母线安装施工工艺 .....               | 89         |
| 4.1.2 母线安装施工技巧 .....               | 93         |
| 4.1.3 母线安装常见问题分析处理 .....           | 94         |
| 4.2 电线导管、电缆导管和线槽敷设 .....           | 105        |
| 4.2.1 电线导管、电缆导管和线槽敷设施工工艺 .....     | 105        |
| 4.2.2 电线导管、电缆导管和线槽敷设施工技巧 .....     | 112        |
| 4.2.3 电线导管、电缆导管和线槽敷设常见问题分析处理 ..... | 118        |
| 4.3 电缆桥架安装 .....                   | 128        |
| 4.3.1 电缆桥架安装施工 .....               | 128        |
| 4.3.2 电缆桥架安装施工技巧 .....             | 129        |
| 4.3.3 电缆桥架安装常见问题分析处理 .....         | 130        |
| 4.4 桥架内电缆敷设 .....                  | 134        |
| 4.4.1 电缆敷设施工工艺 .....               | 134        |
| 4.4.2 电缆敷设施工技巧 .....               | 135        |
| 4.4.3 电缆敷设常见问题分析处理 .....           | 135        |
| <b>第5章 电动机安装工程</b> .....           | <b>147</b> |
| 5.1 低压电动机安装 .....                  | 147        |
| 5.1.1 低压电动机安装施工工艺 .....            | 147        |
| 5.1.2 低压电动机安装施工技巧 .....            | 149        |
| 5.1.3 低压电动机安装常见问题分析处理 .....        | 152        |
| 5.2 电动机控制电器安装 .....                | 158        |
| 5.2.1 电动机控制电器安装施工工艺 .....          | 158        |
| 5.2.2 电动机控制电器安装施工技巧 .....          | 160        |
| 5.2.3 三相异步电动机安装不合理分析处理 .....       | 162        |
| 5.2.4 直流电动机安装不当分析处理 .....          | 166        |
| 5.2.5 电气设备安装不当分析处理 .....           | 167        |
| <b>第6章 照明系统安装工程</b> .....          | <b>177</b> |
| 6.1 普通灯具安装 .....                   | 177        |
| 6.1.1 普通灯具安装施工工艺 .....             | 177        |
| 6.1.2 普通灯具安装施工技巧 .....             | 178        |
| 6.1.3 普通灯具安装常见问题分析处理 .....         | 182        |



|                                         |            |
|-----------------------------------------|------------|
| 6.2 专用灯具安装 .....                        | 189        |
| 6.2.1 专用灯具安装施工工艺 .....                  | 189        |
| 6.2.2 专用灯具安装施工技巧 .....                  | 190        |
| 6.2.3 专用灯具安装常见问题分析处理 .....              | 192        |
| 6.3 景观照明灯、航空障碍标志灯和庭院灯安装 .....           | 194        |
| 6.3.1 景观照明灯、航空障碍标志灯和庭院灯安装施工工艺 .....     | 194        |
| 6.3.2 景观照明灯、航空障碍标志灯和庭院灯安装施工技巧 .....     | 196        |
| 6.3.3 景观照明灯、航空障碍标志灯和庭院灯安装常见问题分析处理 ..... | 197        |
| 6.4 开关、插座及风扇安装 .....                    | 205        |
| 6.4.1 开关、插座、风扇安装施工工艺 .....              | 205        |
| 6.4.2 开关、插座、风扇安装施工技巧 .....              | 206        |
| 6.4.3 开关、插座、风扇安装常见问题分析处理 .....          | 209        |
| <b>第7章 防雷与电气防护工程 .....</b>              | <b>218</b> |
| 7.1 防雷装置安装 .....                        | 218        |
| 7.1.1 防雷装置安装施工工艺 .....                  | 218        |
| 7.1.2 防雷装置安装施工技巧 .....                  | 219        |
| 7.1.3 防雷装置安装常见问题分析处理 .....              | 221        |
| 7.2 防雷装置接地体安装 .....                     | 230        |
| 7.2.1 防雷装置接地体安装施工工艺 .....               | 230        |
| 7.2.2 防雷装置接地体安装施工技巧 .....               | 231        |
| 7.2.3 防雷装置接地体安装常见问题分析处理 .....           | 233        |
| 7.3 建筑物等电位联结 .....                      | 243        |
| 7.3.1 建筑物等电位联结施工工艺 .....                | 243        |
| 7.3.2 建筑物等电位联结施工技巧 .....                | 243        |
| 7.3.3 建筑物等电位联结常见问题分析处理 .....            | 246        |
| <b>第8章 智能建筑工程 .....</b>                 | <b>249</b> |
| 8.1 通信系统安装 .....                        | 249        |
| 8.1.1 通信系统安装施工工艺 .....                  | 249        |
| 8.1.2 通信系统安装施工技巧 .....                  | 250        |
| 8.1.3 通信系统安装常见问题分析处理 .....              | 254        |
| 8.2 火灾自动报警及消防联动系统安装 .....               | 257        |
| 8.2.1 火灾自动报警及消防联动系统施工工艺 .....           | 257        |
| 8.2.2 火灾自动报警及消防联动系统施工技巧 .....           | 261        |
| 8.2.3 火灾自动报警及消防联动系统安装常见问题分析处理 .....     | 264        |
| 8.3 安全防范系统安装 .....                      | 265        |
| 8.3.1 安全防范系统施工工艺 .....                  | 265        |
| 8.3.2 安全防范系统施工技巧 .....                  | 268        |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 8.3.3 安全防范系统常见问题分析处理 .....   | 271 |
| 8.4 综合布线系统安装 .....           | 274 |
| 8.4.1 综合布线系统施工工艺 .....       | 274 |
| 8.4.2 综合布线系统施工技巧 .....       | 276 |
| 8.4.3 综合布线系统安装常见问题分析处理 ..... | 277 |
| 8.5 电源与接地安装 .....            | 279 |
| 8.5.1 电源与防雷接地施工工艺 .....      | 279 |
| 8.5.2 电源与接地施工技巧 .....        | 282 |
| 8.5.3 电源与接地安装常见问题分析处理 .....  | 283 |
| 参考文献 .....                   | 285 |

# 第1章 配电设备安装工程

## 1.1 变压器安装

### 1.1.1 变压器安装施工工艺

#### 1. 变压器安装施工工艺流程

变压器安装施工工艺流程为：器身检查→基础验收→设备开箱检查→设备二次搬运→变压器就位→附件安装及结线→交接试验→试运前检查→试运行→交工验收。

#### 2. 变压器安装施工要点

(1)器身检查。变压器到达现场后，应按产品技术文件要求进行器身检查。

(2)基础验收。变压器就位前，要先对基础进行验收。基础的中心与标高应符合设计要求，轨距与轮距应互相吻合，具体要求如下：

1)轨道水平误差不应超过 5mm。

2)实际轨距不应小于设计轨距，误差不应超过+5mm。

3)轨面对设计标高的误差不应超过±5mm。

(3)变压器开箱检查。

1)变压器开箱检查人员应由业主(建设单位)、监理单位、施工安装单位、供货单位代表组成，共同对设备开箱检查，并做好记录。

2)开箱检查的依据是施工图、设备技术资料文件、设备及附件清单。检查变压器及附件的规格型号、数量是否符合设计要求，部件是否齐全，有无损坏丢失。

3)设备出厂合格证明及产品技术文件应齐全。

4)设备应有铭牌，型号规格应和设计相符，附件、备件核对装箱单应齐全。

5)变压器、电抗器外表无机械损伤，无锈蚀。

6)油箱密封应良好，带油运输的变压器，油枕油位应正常，油液应无渗漏。

7)变压器轮距应与设计相符。

8)油箱盖或钟罩法兰连接螺栓齐全。

9)充氮运输的变压器及电抗器，器身内应保持正压，压力值不低于 0.01MPa。

(4)设备二次搬运。

1)变压器二次搬运应由起重工作业，电工配合。搬运时最好采用汽车吊和汽车，距离较短且道路较平坦时可采用倒链吊装、卷扬机拖运、滚杠运输等。

2)变压器吊装时，索具必须检查合格，钢丝绳必须挂在油箱的吊钩上，变压器顶盖上盘的吊环仅作为吊芯检查用，严禁用此吊环吊装整台变压器。

3)变压器搬运时，用木箱或纸箱将高低压绝缘瓷瓶罩住进行保护，使其不受损伤。

4)变压器搬运过程中，不应有严重冲击或振动情况，利用机械牵引时，牵引的着力点

应在变压器重心以下，以防倾斜，运输倾斜角度不得超过  $15^\circ$ ，防止内部结构变形。

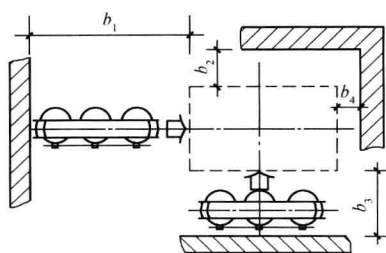
5) 用千斤顶顶升大型变压器时，应将千斤顶放置在油箱千斤顶支架部位，升降操作应协调，各点受力均匀，并及时垫好垫块。

6) 大型变压器在搬运或装卸前，应核对高低压侧方向，以免安装时调换方向而发生困难。

#### (5) 变压器就位。

1) 变压器就位可用汽车吊直接进行就位，由起重工操作，电工配合。可用道木搭设临时轨道，用倒链拉入设计位置。

2) 就位时，应注意其方位和距墙尺寸与设计要求的相符，允许误差为  $\pm 25\text{mm}$ ，图纸无标注时，纵向按轨道定位，横向距离不得小于  $800\text{mm}$ ，距门不得小于  $1000\text{mm}$ ，并使屋内预留吊环的垂线位于变压器中心，以便于进行吊芯检查，干式变压器图纸无注明时，安装维修最小环境距离应符合图 1-1 的要求。



| 部位    | 周围条件 | 最小距离/mm |
|-------|------|---------|
| $b_1$ | 有导轨  | 2600    |
|       | 无导轨  | 2000    |
| $b_2$ | 有导轨  | 2200    |
|       | 无导轨  | 1200    |
| $b_3$ | 距墙   | 1100    |
| $b_4$ | 距墙   | 800     |

图 1-1 干式变压器安装维修最小距离

3) 变压器基础的轨道应水平，轨距与轮距应配合，装有气体继电器的变压器顶盖，沿气体继电器的气流方向有  $1.0\% \sim 1.5\%$  的升高坡度。

4) 变压器与封闭母线连接时，其套管中心线应与封闭母线中心线相符。

5) 变压器宽面推进时，低压侧应向外；窄面推进时，油枕侧应向外。装有开关的一侧操作方向上应留有  $1200\text{mm}$  以上的距离。

6) 装有滚轮的变压器，滚轮应转动灵活，在变压器就位后，应将滚轮用能拆卸的制动装置加以固定。

7) 油浸变压器的安装，应考虑能在带电的情况下，方便检查油枕和套管中的油位、上层油温、气体继电器等。

#### (6) 附件安装。

##### 1) 变压器本体及附件安装。

① 变压器、电抗器基础的轨道应水平，轮距与轨距应配合；装有气体继电器的变压器、电抗器，应使其顶盖沿气体继电器气流方向有  $1\% \sim 1.5\%$  的升高坡度（制造厂规定不须安装坡度者除外）。当须与封闭母线连接时，其套管中心线应与封闭母线安装中心线相符。

② 装有滚轮的变压器、电抗器，其滚轮应转动灵活。在设备就位后，应将滚轮用能拆卸的制动装置加以固定。

##### 2) 密封处理。

①设备的所有法兰连接处,应用耐油密封垫(圈)密封;密封垫(圈)必须无扭曲、变形、裂纹和毛刺;密封垫(圈)应与法兰面的尺寸相配合。

②法兰连接面应平整、清洁;密封垫应擦拭干净,安装位置应准确;其搭接处的厚度应与其原厚度相同,橡胶密封垫的压缩量不宜超过其厚度的  $1/3$ 。

#### (7)试运行前检查。

1)变压器的交接试验应由当地供电部门有资质许可证件的试验室进行。试验标准应符合现行国家施工验收规范的规定,以及生产厂家产品技术文件的有关规定。

2)变压器交接试验内容:测量线圈连同套管一起的直流电阻;检查所有分接头的变压比、三相变压器的联结组标号;测量线圈同套管一起的绝缘电阻,线圈连同套管一起做交流耐压试验,试验全部合格后方可使用。

3)本体、冷却装置及所有附件应无缺陷,且不渗油。轮子的制动装置应牢固。油漆应完整,相色标志正确。变压器顶盖上应无杂物。

4)事故排油设施应完好,消防设施齐全。

5)变压器应清理、擦拭干净。顶盖上无杂物,本体及附件无缺损。通风设施安装完毕后工作正常。消防设施齐备。

6)变压器的分接头位置处于正常电压挡位。保护装置整定值符合规定要求,操作及联运试验正常。

7)分接头的位置应符合运行要求;有载调压切换装置的远方操作应动作可靠,指示位置正确。

8)变压器的相位及绕组的接线组别应符合并列运行要求。

9)测温装置指示应正确,整定值符合要求。

10)冷却装置试运行应正常,联动正确;水冷装置的油压应大于水压;强迫油循环的变压器应启动全部冷却装置,进行循环 4h 以上,放完残留空气。

11)经上述检验合格后,由质量监督部门进行检查合格后,方可进行变压器试运行。

#### (8)试运行。

1)变压器第一次投入时,可全压冲击合闸,冲击合闸宜由高压侧投入。

2)变压器应进行 3~5 次全压冲击合闸,无异常情况;第一次受电后,持续时间应不少于 10min;励磁涌流不应引起保护装置的误动作。

3)油浸变压器带电后,检查油系统所有焊缝和连接面不应有渗油现象。

4)变压器并列运行前,应核对好相位。

5)变压器试运行要注意冲击电流、空载电流,以及第一和第二次电压、温度,并做好试运行记录。

6)变压器空载运行 24h,无异常情况,方可投入负荷运行。

(9)交工验收。变压器开始带电起,24h 后无异常情况,应办理验收手续。在验收时,应移交下列资料 and 文件:

1)设计变更书。

2)厂方提供的产品说明书、试验记录、合格证及安装图纸等技术文件。

3)安装技术记录、器身检查记录等。

4)变压器试验报告。

### 1.1.2 变压器安装施工技巧

#### 1. 变压器油箱安装

(1) 油箱安装之前应先安装底座。底座推放到变压器基础轨道上以后,应检查滚轮与轨距是否符合。底座顶面应保持水平,允许偏差 5mm;如果误差太大,可以调整滚轮轴的高低位置。

(2) 调整油箱的位置,使其方向正确并与基础轨道的中心线一致,然后落放到底座上,插入螺栓和压板组装起来。

#### 2. 有载调压切换开关安装

有载调压切换开关的主要部件在制造厂已与变压器装配在一起,安装时只需进行检查和动作试验。如需进行安装应按制造厂说明书进行,并应符合下列要求:

(1) 传动机构(包括操动机构、电动机、传动齿轮和杠杆)应固定牢靠,连接位置正确,且操作灵活、无卡阻现象;传动机构的摩擦部分应涂以适合当地气候条件的润滑脂。

(2) 切换开关的触头及铜编织线应完整无损,且接触良好;其限流电阻应完整,无断裂现象。

(3) 切换装置的工作顺序应符合产品出厂要求;切换装置在极限位置时,其机械连锁与极限开关的电气连锁动作应正确。

(4) 位置指示器应动作正常,指示正确。

(5) 切换开关油箱内应清洁,油箱应做密封试验且密封良好;注入油箱中的绝缘油,其绝缘强度应符合产品的技术要求。

#### 3. 气体继电器安装

(1) 气体继电器应做密封试验,轻瓦斯动作容积试验,重瓦斯动作流速试验,各项指标合格后,有合格检验证书的方可使用。

(2) 气体继电器应水平安装,观察窗应装在便于检查一侧,箭头方向应指向储油箱(油枕),其与连通管连接应密封良好,其内壁应“清拭”干净,截油阀应位于储油箱和气体继电器之间。

(3) 打开放气嘴,放出空气,直到有油溢出时,将放气嘴关上,以免有空气进入使继电器误动作。

(4) 当操作电源为直流时,必须将电源正极接到水银侧的接点上,接线应正确,接触良好,以免断开时产生电弧。

#### 4. 冷却装置安装

(1) 冷却装置在安装前应按制造厂规定的压力值用气压或油压进行密封试验,并应符合下列要求:

1) 散热器可用 0.05MPa 表压力的压缩空气检查,应无漏气;或用 0.07MPa 表压力的变压器油进行检查,持续 30min,应无渗漏现象。

2) 强迫油循环风冷却器可用 0.25MPa 表压力的气压或油压,持续 30min 进行检查,应无渗漏现象。

3) 强迫油循环水冷却器用 0.25MPa 表压力的气压或油压进行检查,持续 1h 应无渗漏;水、油系统应分别检查渗漏。

(2)冷却装置安装前应应用合格的绝缘油经净油机循环冲洗干净,并将残油排尽。

(3)冷却装置安装完毕后应立即注满油,以免由于阀门渗漏造成本体油位降低,使绝缘部分露出油面。

(4)风扇电动机及叶片应安装牢固,并应转动灵活,无卡阻现象;试转时应无震动、过热;叶片应无扭曲变形或与风筒擦碰等情况,转向应正确;电动机的电源配线应采用具有耐油性能的绝缘导线;靠近箱壁的绝缘导线应用金属软管保护;导线排列应整齐;接线盒密封良好。

(5)管路中的阀门应操作灵活,开闭位置应正确;阀门及法兰连接处应密封良好。

(6)外接油管在安装前,应进行彻底除锈并清洗干净;管道安装后,油管应涂黄漆,水管涂黑漆,并应有流向标志。

(7)潜油泵转向应正确,转动时应无异常噪声、震动和过热现象;其密封应良好,无渗油或进气现象。

(8)差压继电器、流速继电器应经校验合格,且密封良好,动作可靠。

(9)水冷却装置停用时,应将存水放尽,以防天寒冻裂。

### 5. 升高座安装

(1)升高座安装前,应先完成电流互感器的试验;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,端子板应密封良好,无渗油现象。

(2)安装升高座时,应使电流互感器铭牌位置面向油箱外侧,放气塞位置应在升高座最高处。

(3)电流互感器和升高座的中心应一致。

(4)绝缘筒应安装牢固,其安装位置不应使变压器引出线与之相碰。

### 6. 储油柜(油枕)安装

(1)储油柜安装前应清洗干净,除去污物,并用合格的变压器油冲洗。隔膜式(或胶囊式)储油柜中的胶囊或隔膜式储油柜中的隔膜应完整无破损,并应和储油柜的长轴保持平行、不扭偏。胶囊在缓慢充气胀开后应无漏气现象。胶囊口的密封应良好,呼吸应畅通。

(2)储油柜安装前应先安装油位表;安装油位表时应注意保证放气和导油孔的畅通;玻璃管要完好。油位表动作应灵活,油位表或油标管的指示必须与储油柜的真实油位相符,不得出现假油位。油位表的信号接点位置正确,绝缘良好。

(3)储油柜利用支架安装在油箱顶盖上。油枕和支架、支架和油箱均用螺栓紧固。

### 7. 套管安装

(1)套管在安装前要按下列要求进行检查:

1)瓷套管表面应无裂缝、伤痕。

2)套管、法兰颈部及均压球内壁应清洗干净。

3)套管应经试验合格。

4)充油套管的油位指示正常,无渗油现象。

(2)当充油管介质损失角正切值  $\tan\delta(\%)$  超过标准,且确认其内部绝缘受潮时,应予干燥处理。

(3)高压套管穿缆的应力锥进入套管的均压罩内,其引出端头与套管顶部接线柱连接处应擦拭干净,接触紧密;高压套管与引出线接口的密封波纹盘结构(魏德迈结构)的安装应

严格按制造厂的规定进行。

(4)套管顶部结构的密封垫应安装正确,密封应良好,连接引线时,不应使顶部结构松扣。

### 8. 温度计安装

(1)套管温度计应直接安装在变压器上盖的预留孔内,并在孔内适当加些变压器油,刻度方向应便于观察。

(2)电接点温度计安装前应进行计量检定,合格后方可使用。油浸变压器一次元件应安装在变压器顶盖上的温度计套筒内,并加适当变压器油;二次仪表挂在变压器一侧的预留板上。干式变压器一次元件应按厂家说明书位置安装,二次仪表装在便于观测的变压器护网栏上。软管不得有压扁或死弯,富余部分应盘圈并固定在温度计附近。

(3)干式变压器的电阻温度计,一次元件应预埋在变压器内,二次仪表应安装在值班室或操作台上,温度补偿导线应符合仪表要求,并加以适当的附加温度补偿,电阻校验调试后方可使用。

### 9. 干燥器安装

(1)检查硅胶是否失效(浅蓝色硅胶变为浅红色即已失效;对白色硅胶一律烘烤)。如已失效,应在 115~120℃ 温度下烘烤 8h,使其复原或换新。

(2)安装时,必须将干燥器盖子处的橡皮垫取掉,使其畅通,并在盖子中装适量的变压器油,起滤尘作用。

(3)干燥器与储气柜间管路的连接应密封良好,管道应通畅。

(4)干燥器油封油位应在油面线上;但隔膜式储油柜变压器应按产品要求处理。

### 10. 电压切换装置安装

(1)变压器电压切换装置各分接点与线圈的连线压接正确、牢固可靠,其接触面接触紧密良好。切换电压时,转动触点停留位置正确,并与指示位置一致。

(2)电压切换装置的拉杆、分接头的凸轮、小轴销子等应完整无损,转动盘应动作灵活,密封良好。

(3)电压切换装置的传动机构(包括有载调压装置)的固定应牢靠,传动机构的摩擦部分应有足够的润滑油。

(4)有载调压切换装置的调换开关触头及铜辫子软线应完整无损,触头间应有足够的压力(一般为 8~10kg)。

(5)有载调压切换装置转动到极限位置时,应装有机机械联锁与带有限开关的电气联锁。

(6)有载调压切换装置的控制箱,一般应安装在值班室或操作台上,连线应正确无误,并应调整好,手动、自动工作正常,挡位指示正确。

### 11. 净油器安装

(1)安装前先用合格的变压器油冲洗净油器,然后同安装散热器一样,将净油器与安装孔的法兰联结起来。其滤网安装方向应正确并在出口侧。

(2)净油器容器内装满干燥的硅胶粒后充油。油流方向应正确。

### 12. 压力释放装置安装

(1)密封式结构的变压器、电抗器,其压力释放装置的安装方向应正确,使喷油口不要朝向邻近的设备,阀盖和升高座内部应清洁,密封良好。

(2)电接点应动作准确,绝缘应良好。



### 13. 注油

(1) 绝缘油必须按规定试验合格后方可注入变压器、电抗器中。不同牌号的绝缘油或同牌号的新油与旧油不宜混合使用,如必须混合时,应进行混油试验。

(2) 绝缘油取样。取样应在晴天、无风沙时进行,温度应在  $0^{\circ}\text{C}$  以上。取油样用的大口玻璃瓶应洗刷干净,取样前用烘箱烘干。

混油试验取样应标明实际比例。油样应取自箱底或桶底。取样时,先开启放油阀,冲去阀口脏物,再将取样瓶冲洗两次,然后取样封好瓶口(如运往外地检验,瓶口宜蜡封)。

(3) 绝缘油检验后,如绝缘强度(耐压)不合格,应进行过滤。

(4) 为防止注油时在变压器、电抗器的芯部凝结水分,要求注入绝缘油的温度在  $10^{\circ}\text{C}$  左右,芯部的温度与油温之差不宜超过  $5^{\circ}\text{C}$ ,并应尽量使芯部温度高于油温。

(5) 注油应从油箱下部油阀注油,加补充油时应通过油枕注入。对导向强油循环的变压器,注油应按制造厂的规定执行。

(6) 胶囊式储油柜注油应按制造厂规定进行,一般采取油从变压器油箱逐渐注入,慢慢将胶囊内空气排净,然后放油使储油柜内油面下降至规定油位。如果油位计也是带小胶囊结构,应先向油表内注油,然后进行储油柜的排气和注油。

(7) 冷却装置安装完毕后应立即注油,以免由于阀门渗漏造成变压器绝缘部分露出油面。

(8) 油注到规定油位,应从油箱、套管、散热器、防爆筒、气体继电器等处多次排气,直到排尽为止。

(9) 注油完毕,在施加电压前,变压器、电抗器应进行静置,静置电压大小与静置时间规定为:110kV 及以下 24h。

静置完毕后,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装置等有关部位进行多次放气。

### 14. 安全气道安装

(1) 安全气道安装前内壁应“清拭”干净,防爆隔膜应完整,其材质和规格应符合产品规定。

(2) 安全气道斜装在油箱盖上,安装倾斜方向应按制造厂规定,厂方无明确规定时,宜斜向储油柜侧。

(3) 安全气道应按产品要求与储油柜连通,但当采用隔膜式储油器和密封式安全气道时,二者不应连接。

(4) 防爆隔膜信号接线应正确,接触良好。

### 15. 变压器连线

(1) 变压器的一、二次连线、地线、控制管线均应符合现行国家施工验收规范的规定。

(2) 变压器一、二次引线施工,不应使变压器的套管直接承受应力。

(3) 变压器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) 变压器中性点的接地回路中,靠近变压器处,宜做一个可拆卸的连接点。

(5) 油浸变压器附件的控制线,应采用具有耐油性能的绝缘导线。靠近箱壁的导线,应用金属软管保护。

### 16. 整体密封检查

(1) 变压器、电抗器安装完毕后,应在储油柜上用气压或油压进行整体密封试验,所加压力为油箱盖上能承受  $0.03\text{MPa}$  的压力,试验持续时间为 24h,应无渗漏。油箱内变压器