

电气工程安装调试运行维护实用技术技能丛书

# 变配电装置 及变配电所的 安装调试

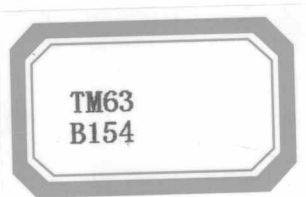
BIANPEIDIAN ZHUANGZHI  
JI BIANPEIDIANSUO DE  
ANZHUANG TIAOSHI

白玉岷 等编著



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS





TM63  
B154

电气工程 安装调试 实用技术技能丛书  
运行维护

# 变配电装置及变配电所的 安装调试

白玉岷 等编著

TM 63

B154



机械工业出版社

本书以工程实践经验为主,并辅以扎实的理论基础,详细讲述10kV、35kV、110kV变配电装置及其配套电气装置的安装调试、运行维护、故障排除等工艺方法、程序要求、质量监督及注意事项,是从事高压电气工程工作的必读之物。

本书主要内容有变配电装置及变配电所安装调试的总体要求及准备工作,变压器的运输及吊装就位,室外变电装置的安装,室内变配电装置的安装,控制、保护及二次回路的接线,系统调试、送电及试运行,室内35kV变电站的安装,110kV变电所的安装及变配电装置安装调试质量标准及检验方法等。

本书适合从事电气工程安装调试、运行维护的技术人员、电气技师阅读,也可作为青年电工培训教材以及工科院校、职业技术学院电气专业师生的教学用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

变配电装置及变配电所的安装调试/白玉岷等编著. —北京:机械工业出版社, 2010. 1

(电气工程安装调试运行维护实用技术技能丛书)

ISBN 978-7-111-29436-8

I. 变… II. 白… III. ①变电所-配电装置-安装②变电所-配电装置-调试 IV. TM63

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第241933号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:牛新国 责任编辑:徐明煜 责任校对:张媛

封面设计:马精明 责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷(兴文装订厂装订)

2010年1月第1版第1次印刷

184mm×260mm·27印张·1插页·631千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-29436-8

定价:60.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者服务部:(010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

电气工程 安装调试 运行维护 实用技术技能丛书

变配电装置及变配电所的安装调试

主 编 白玉岷

编 委 刘 洋 宋宏江 陈 斌 高 英

张艳梅 田 明 桂 垣 董蓓蓓

武占斌 王振山 赵洪山 张 璐

莫 杰 田 朋 谷文旗 李云鹏

刘晋虹 白永军 赵颖捷

主 审 悦 英 赵颖捷 桂 垣

土 建 工 程  
顾 问 李志强

编 写 人 员 陈 继 王保乐 叶鹏飞 王 琼

吴大喜 王小兵 武玉香 刘 侠

刘 干 志 田小霞 刘 涛 龚小强

王 霞 岳 美 桂 吉 赵北华

赵红军 谢小华 常 兴 陈 玲

陈世森 李 兵

# 前 言

当前，我们的国家正处于改革开放、经济腾飞的伟大转折时代。在这样的大好形势下，我们可以看到电工技术突飞猛进的发展，新技术、新材料、新设备、新工艺层出不穷、日新月异。电子技术、计算机技术以及通信、信息、自动化、控制工程、电力电子、传感器、机器人、机电一体化、遥测遥控等技术及装置已与电力、机械、化工、冶金、交通、航天、建筑、医疗、农业、金融、教育、科研、国防等行业技术及管理融为一体，并成为推动工业发展的核心动力。特别是电气系统，一旦出现故障将会造成不可估量的损失。2003年8月美国、加拿大大面积停电，几乎使整个北美瘫痪。我国2008年南方雪灾，引起大面积停电，造成1110亿人民币的经济损失，这些都是非常惨痛的教训。

电气系统的先进性、稳定性、可靠性、灵敏性、安全性是缺一不可的，因此电气工作人员必须稳步提高，具有精湛高超的技术技能，崇高的职业道德以及对专业工作认真负责、兢兢业业、精益求精的执业作风。

随着技术的进步、经济体制的改革、用人机制的变革及市场需求的不断变化，对电气工作人员的要求越来越高，技术全面、强（电）弱（电）精通、精通技术的管理型电气工作人员成为用人单位的第一需求，为此，我们组织编写了《电气工程安装调试运行维护实用技术技能丛书》。

编写本丛书的目的，首先是帮助读者在较短的时间里掌握电气工程的各项实际工作技术技能，使院校毕业的学生尽快地在工程中能够解决工程实际设计、安装、调试、运行、维护、检修以及工程质量管理、监督、安全生产、成本核算、施工组织等技术问题；其次是为工科院校电气工程及自动化专业提供一套实践读物，亦可供学生自学及今后就业参考；第三是技术公开，做好电气工程技术技能的传、帮、带的交接工作，每个作者都是将个人几十年从事电气技术工作的经验、技术、技能毫无保留，公之于众，造福社会；第四是为刚刚走上工作岗位的电气工程及自动化专业的大学生尽快适应岗位要求提供一个自学教程，以便尽快完成从大学生到工程师的过渡。

本丛书汇集了众多实践经验极为丰富、理论知识精通扎实、能够将科研成果转化为实践、能够解决工程实践难题的资深高工、教授、技师承担编写工作，他们分别来自设计单位、安装单位、工矿企业、高等院校、通信单位、供电公司、生产现场、监理单位、技术监督部门等。他们将电气工程及自动化工程中设计、安装、调试、运行、维护、检修、保养以及安全技术、读图技能、施工组织、预算编制、质量管理监督、计算机应用等实践技术技能由浅入深、由易至难、由简单到复杂、由强电到弱电以及实践经验、绝活窍门进行了详细的论述，供广大读者，特别是青年工人和电气工程及自动化专业的学生们学习、模仿、参考，以期在技术技能上取得更大的成绩和进步。

本丛书的特点是实用性强，可操作性强，通用性强。但需要说明，本丛书讲述的技术技能及方法不是唯一的，也可能不是最先进、最科学的，然而按照本丛书讲述的方法，一定能将各种工程，包括复杂且难度大的工程顺利圆满地完成。读者及青年朋友们在遇到技术难题

时, 只需翻阅相关分册的内容便可找到解决难题的办法。

从事电气工作是个特殊的职业, 从前述分析可以得知电气工程及自动化工程的特点, 主要是: 安全性强, 这是万万不容忽视的; 专业理论性强, 涉及自动控制、通信网络、自动检测及复杂的控制系统; 从业人员文化层次较高; 技术技能难度较大, 理论与实践联系紧密; 工程现场条件局限性大, 环境特殊, 如易燃、易爆等; 涉及相关专业广, 如机、钳、焊、铆、吊装、运输等; 节能指标要求严格; 系统性、严密性、可靠性、稳定性要求严密, 从始至终不得放松; 最后一条是法令性强, 规程、规范、标准多, 有 150 多种。电气工作人员除了技术技能的要求外, 最重要的一条则是职业道德和敬业精神。只有高超的技术技能与高尚的职业道德、崇高的敬业精神结合起来, 才能保证电力系统及自动化系统的安全运行及其先进性、稳定性、可靠性、灵敏性和安全性。

因此, 作为电气工程工作人员, 特别是刚刚进入这个行业的年轻人, 应该加强电工技术技能的学习和锻炼, 深入实践, 不怕吃苦、不怕受累; 同时应加强电工理论知识的学习, 并与实践紧密结合, 提高技术水平。在工程实践中加强职业道德的修养, 加强和规范作业执业行为, 才能成为电气行业的技术高手。

在国家经济高速发展的过程中, 作为一名电气工作者肩负着非常重要的责任。国家宏观调控的重要目标就是要全面贯彻落实科学发展观, 加快建设资源节约型、环境友好型社会, 把节能减排作为调整经济结构、转变增长方式的突破口。在电气工程、自动化工程及其系统的每个环节和细节里, 每个电气工作者只要能够尽心尽责, 兢兢业业, 确保安装调试的质量, 做好运行维护工作, 就能够减少工程费用, 减小事故频率, 降低运行成本, 削减维护开支; 就能确保电气系统的安全、稳定、可靠运行。电气工作人员便为节能减排、促进低碳经济发展, 保增长、保民生、促稳定做出巨大的贡献。

在这中华民族腾飞的时代里, 每个人都有发展和取得成功的机遇, 倘若这套《电气工程安装调试运行维护实用技术技能丛书》能为您提供有益的帮助和支持, 我们全体作者将会感到万分欣慰和满足。祝本丛书的所有读者, 在通往电工技术技能职业高峰的道路上, 乘风破浪、一帆风顺、马到成功。

白玉岷

2010 年元月



# 目 录

前言	10	十、小母线的安装	181
第一章 总体要求及准备工作	3	十一、UPS 的安装	183
一、总体要求	3	十二、计量屏的安装	183
二、准备工作	4	十三、室内接地系统的安装	183
第二章 变压器的运输及吊装就位	6	十四、电缆头的制作	183
一、变压器运输的特点及要求	6	十五、照明电路及检修间动力控制箱的 安装	183
二、变压器运输的准备工作	6	第五章 控制、保护及二次回路的 接线	184
三、变压器的装车和卸车	7	一、二次回路接线的要求	184
四、变压器的运输	18	二、变压器端子箱的接线	185
五、变压器的吊装就位	24	三、电压互感器端子箱的接线	185
第三章 室外变电装置的安装	26	四、电流互感器的二次接线	190
一、混凝土支架和杆的安装	27	五、油断路器操动机构控制箱的接线	193
二、变压器的安装	27	六、隔离开关辅助开关的接线	193
三、横担、绝缘子及金属构架的安装	54	七、站用变低压配电屏的接线	194
四、避雷器的安装	59	八、直流屏的接线	194
五、电流互感器的安装	61	九、保护屏的接线	194
六、电压互感器的安装	63	十、控制屏的接线	196
七、高压隔离开关的安装	65	十一、中央信号屏的接线	196
八、断路器的安装	73	十二、计量屏的接线	196
九、35kV 跌落式熔断器的安装	87	十三、小母线的连接	203
十、软母线的安装及一次设备的接线	88	第六章 系统调试、送电及试运行	206
十一、穿墙套管的安装	89	一、系统调试前的检查	206
十二、硬母线的制作安装	93	二、室外电气设备的分段测试	207
十三、电缆的敷设	94	三、室内电气设备的调整试验	209
十四、接线端子箱的安装	95	四、继电保护回路的试验调整	210
十五、阻波器的安装	96	五、零起升压倒送电试验	218
十六、防雷接地系统的安装	96	六、正式送电	221
第四章 室内变配电装置的安装	98	七、试运行	228
一、10kV 开关柜的安装及调整	98	第七章 室内 35kV 变电站的安装	239
二、电容器柜的安装及调整	138	一、电气设备布置方案及安装要点	239
三、直流屏的安装及试验	143	二、35kV 开关柜的安装及调试	241
四、控制屏的安装及调试	148	三、室内 35kV 变电站安装工艺流程	252
五、保护屏的安装及调试	154	四、注意事项	252
六、中央信号屏的安装及试验	169	第八章 110kV 变电所的安装	255
七、站用变配电屏的安装及试验	176	一、工程概况	255
八、低压配电屏的安装	177		
九、母线的安装	177		

---

二、安装工艺程序及要求 .....	255	六、系统调整试验 .....	365
三、110kV 室外电气设备的安装调试 .....	258	七、并网试验及并网试送电 .....	367
四、35kV 室内电气设备的安装调试 .....	290	第九章 变配电装置安装调试质量标准及	
五、中心监控室电气监控系统的安装调		检验方法 .....	368
试 .....	290	参考文献 .....	420



变配电装置、架空线路、低压动力及照明装置、测试试验及调试、电气计算及设备元件材料选择、电气工程基本技术技能构成了电气工程的中心环节，是保证电气系统安全性、稳定性、灵敏性、准确性、可靠性、系统性的最重要部分，也是每个电气工作人员应该掌握的技术技能，更是立足于电气工程谋求更大发展进而在电工事业上有所造诣的必经之路。

我们把变配电装置放在了重中之重，是因为大多数用电客户往往把变配电装置（特别是10kV、35kV变配电所）当成一种电源装置，是保证他们正常用电的基本保证。近十几年来，随着技术的进步和先进装备的应用、供电电网已经全部并网运行，并且在实践中一直保持着稳定、安全、同步运行的状态，除了2008年初南方雪灾引起的大面积停电外，我国的国家电网基本运行正常。造成局部停电的原因往往是10kV、35kV变配电所，并且直接关系到中小用户、特别是民用方面的供电质量，这是关系到国计民生的大事，也是为什么这里把变配电装置放在首位的一个原因。

作为变配电装置的变配电工程，无论容量大小、电压高低、技术难易、环境优劣、条件好坏、造价，我们都应该把工程做得优上加优，好上加好，确保其安全、稳定、可靠运行，把事故停电率降到1次/1年或者更小；使用户更为满意，从供电质量上让人们真正体会到“和谐、进步、繁荣、昌盛”，这是每个电气工作人员的责任，更是必须要做到的。

变配电工程要达到上述要求并非难事，关键是设计人员、安装调试人员、运行维护人员怎么去做。因此，对设计人员、安装调试技术人员、运行维护人员的要求不仅是技术技能及能力方面，更重要的是职业道德以及各种规章制度的约束。所以要想使一项变配电工程安全、稳定、可靠运行必须做到以下几点：

第一，设计人员拿出最优秀的设计，通过精心计算准确选择设备、元件、材料的规格、型号及整定参数，确保其稳定工作。

第二，安装调试人员作出最正确的施工组织设计，精心组织施工；对设计图样进行审核、核算，确定设备、元件、材料选择的正确性；对进场的设备、元件、材料进行测试试验，确保其质量、功能及可靠性，杜绝假冒伪劣产品进入安装工程；施工人员精心施工，实施质量监督，确保工程质量；精心进行系统调试，确保工程整体质量和送电试运行。

第三，运行维护人员尽心、尽责、准确、及时、认真执行运行维护的规章制度，做到“勤、严、管”三大准则。

(1) 勤就是对电气线路及电气设备的每一部分、每一参数勤检、勤测、勤校、勤查、勤扫、勤修。这里的勤是指按周期，只是各类设备周期不同而已。

除按周期进行清扫、检查、维护和修理外，还必须利用线路停电机会彻底清扫、检查、紧固及维护修理。

(2) 严就是在运行维护及各类作业中，严格执行操作规程、试验标准、作业标准，并有严格的管理制度，现有各种规程、标准、制度300多种。

(3) 管是指用电管理机构及组织措施，这个机构应该是有权威性的，一般由电气专家和行政负责人组成，能解决处理有关设计、安装调试、运行维护及安全方面的难题，同时从上到下直至每个用电者应有一个强大的安全协作网，构成全社会管电用电的安全系统，这是保证安全运行的社会基础。

做好上述三条，系统就能可靠、安全、稳定运行。

作为电气工作人员，无论职务大小、职称高低、工龄长短、技术技能好坏都应时时刻刻

做到上述三点，确保个人的工作质量，并用职业道德约束自己，勇敢地承担个人从事过的工程的质量责任，也只有所有的从事电气工作的人员都能做到这点，系统的安全性、稳定性及可靠性才能得到可靠的保证。因此，要求电气工作人员不仅要加强技术技能，而且要加强职业道德修养。

变配电装置是指变压器和控制变压器的开关、输出回路的控制以及继电保护、测量回路的总称。它和电压等级有密切联系，通常将室内 10kV/400V 的变配电装置称为变电室，设在室外的称为变压器台；将 35kV/10kV、35kV/6kV 或 35kV/400V 的各级变配电装置称为变电站（所），变电站（所）又分为室内和室外两种，各有不同；将高于 35kV 以上各级变配电装置称为变电中心或变电枢纽。变配电装置是电气安装工程中的难点，技术要求较高。本书以  $2 \times 4000\text{kVA}$ 、35kV/10kV 变电站和另一  $2 \times 50000\text{kVA}$ 、110/35kV 升压站为例，讲述变配电装置的安装工艺、方法及要求。高压电器的种类及型号多种多样，均可参照本书及其说明书进行安装。另外变压器的运输和吊装在安装工程中占有很重要的地位，本书对此也作了详细的讲述。

变配电装置的安装应符合电气装置安装工程施工及验收规范的要求，标准号：GBJ147—1990、GBJ148—1990、GBJ149—1990、GB50150—2006、GB50168—2006、GB50169—2006、GB50170—2006、GB50171—1992、GB50173—1992。

本书可作为从事变配电装置安装、调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的工程技术人员、管理人员、操作人员、检修人员、试验人员、验收人员、设计人员、施工人员、监理单位人员的培训教材，也可供从事变配电装置安装、调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的工程技术人员、管理人员、操作人员、检修人员、试验人员、验收人员、设计人员、施工人员、监理单位人员参考。

本书共分 10 章。第 1 章为绪论，主要介绍变配电装置的发展概况、分类、组成、作用、安装、调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。第 2 章为变配电装置的安装工艺、方法及要求。第 3 章为变配电装置的调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。第 4 章为变配电装置的调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。第 5 章为变配电装置的调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。第 6 章为变配电装置的调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。第 7 章为变配电装置的调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。第 8 章为变配电装置的调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。第 9 章为变配电装置的调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。第 10 章为变配电装置的调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。

本书可作为从事变配电装置安装、调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的工程技术人员、管理人员、操作人员、检修人员、试验人员、验收人员、设计人员、施工人员、监理单位人员的培训教材，也可供从事变配电装置安装、调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的工程技术人员、管理人员、操作人员、检修人员、试验人员、验收人员、设计人员、施工人员、监理单位人员参考。

本书共分 10 章。第 1 章为绪论，主要介绍变配电装置的发展概况、分类、组成、作用、安装、调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。第 2 章为变配电装置的安装工艺、方法及要求。第 3 章为变配电装置的调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。第 4 章为变配电装置的调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。第 5 章为变配电装置的调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。第 6 章为变配电装置的调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。第 7 章为变配电装置的调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。第 8 章为变配电装置的调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。第 9 章为变配电装置的调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。第 10 章为变配电装置的调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。

本书可作为从事变配电装置安装、调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的工程技术人员、管理人员、操作人员、检修人员、试验人员、验收人员、设计人员、施工人员、监理单位人员的培训教材，也可供从事变配电装置安装、调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的工程技术人员、管理人员、操作人员、检修人员、试验人员、验收人员、设计人员、施工人员、监理单位人员参考。

本书共分 10 章。第 1 章为绪论，主要介绍变配电装置的发展概况、分类、组成、作用、安装、调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。第 2 章为变配电装置的安装工艺、方法及要求。第 3 章为变配电装置的调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。第 4 章为变配电装置的调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。第 5 章为变配电装置的调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。第 6 章为变配电装置的调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。第 7 章为变配电装置的调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。第 8 章为变配电装置的调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。第 9 章为变配电装置的调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。第 10 章为变配电装置的调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。

本书可作为从事变配电装置安装、调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的工程技术人员、管理人员、操作人员、检修人员、试验人员、验收人员、设计人员、施工人员、监理单位人员的培训教材，也可供从事变配电装置安装、调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的工程技术人员、管理人员、操作人员、检修人员、试验人员、验收人员、设计人员、施工人员、监理单位人员参考。

本书共分 10 章。第 1 章为绪论，主要介绍变配电装置的发展概况、分类、组成、作用、安装、调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。第 2 章为变配电装置的安装工艺、方法及要求。第 3 章为变配电装置的调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。第 4 章为变配电装置的调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。第 5 章为变配电装置的调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。第 6 章为变配电装置的调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。第 7 章为变配电装置的调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。第 8 章为变配电装置的调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。第 9 章为变配电装置的调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。第 10 章为变配电装置的调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。

本书可作为从事变配电装置安装、调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的工程技术人员、管理人员、操作人员、检修人员、试验人员、验收人员、设计人员、施工人员、监理单位人员的培训教材，也可供从事变配电装置安装、调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的工程技术人员、管理人员、操作人员、检修人员、试验人员、验收人员、设计人员、施工人员、监理单位人员参考。

本书共分 10 章。第 1 章为绪论，主要介绍变配电装置的发展概况、分类、组成、作用、安装、调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。第 2 章为变配电装置的安装工艺、方法及要求。第 3 章为变配电装置的调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。第 4 章为变配电装置的调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。第 5 章为变配电装置的调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。第 6 章为变配电装置的调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。第 7 章为变配电装置的调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。第 8 章为变配电装置的调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。第 9 章为变配电装置的调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。第 10 章为变配电装置的调试、检修、运行、维护、试验、验收、设计、施工、监理、管理等工作的基本要求。

# 第一章 总体要求及准备工作

变配电装置的安装必须保证使用后供电的安全性和可靠性，所有电气设备、元件、材料必须进行检测、试验和调整，并有详细记录。设备、元件、材料必须具有合格证、安装使用说明书、型式试验报告和生产商生产制造许可证原件的复印件，进货渠道为一级进货，彻底拒绝假冒伪劣产品混入现场。

## 一、总体要求

- 1) 变配电装置安装工程的设计图样必须是具有相应资质电气或电力设计单位出具的图样。
- 2) 变配电装置安装工程的监理单位必须是具有相应资质的电气或电力监理单位。
- 3) 变配电装置安装工程的安装单位必须是具有相应资质的安装单位。
- 4) 变配电装置的安装应按已批准的设计进行施工。
- 5) 设备和器材的运输、保管，应符合规范要求，当产品有特殊要求时，应符合产品的要求。

6) 设备及器材在安装前的保管，其保管期限应为1年及以下。当需长期保管时，应符合设备及器材保管的专门规定。变压器、电抗器在运输过程中，当改变运输方式时，应及时检查设备受冲击等情况，并做好记录。

7) 采用的设备及器材均应符合国家现行技术标准的规定，并应有合格证件，包括型式试板报告，设备应有铭牌。

8) 设备及器材到达现场后，应及时进行下列验收检查：

- ① 包装及密封应良好。
- ② 开箱检查清点，规格应符合设计要求，附件、备件应齐全。
- ③ 产品的技术文件应齐全。
- ④ 按规范要求要求进行外观检查，应合格。

9) 施工中的安全技术措施，应符合规范和现行有关安全技术标准及产品的技术文件的规定。对重要工序，应事先制定安全技术措施。

10) 与变配电装置安装有关的建筑工程施工，应符合下列要求：

① 与变配电装置安装有关的建筑物、构筑物的建筑工程质量，应符合国家现行的建筑工程施工及验收规范中的有关规定。当设备及设计有特殊要求时，应符合其要求。

② 设备安装前，建筑工程应具备的条件：

屋顶、楼板施工完毕，不得渗漏；

室内地面基层施工完毕，并在墙上标出地面标高；在配电室内，设备底座及母线的构架安装后，做好抹光地面的工作；配电室的门窗安装完毕；

预埋件及预留孔符合设计要求，预埋件牢固；

进行装饰时有可能损坏已安装的设备或设备安装后不能再进行装饰的工作应全部结束；

混凝土基础及构支架达到允许安装的强度和刚度，设备支架焊接质量符合要求；

模板、施工设施及杂物清除干净，并有足够的安装用地，施工道路通畅；

高层构架的走道板、栏杆、平台及梯子等齐全牢固；

基坑已回填夯实。

③ 设备投入运行前，建筑工程应符合要求：

消除构架上的污垢，填补孔洞以及装饰等应结束；

完成二次灌浆和抹面；

保护性网门、栏杆及梯子等齐全；

室外配电装置的场地应平整；

变压器、电抗器的蓄油坑清理干净，排油水管通畅，卵石铺设完毕；

通风及消防装置安装完毕；

受电后无法进行或影响运行安全的工作施工完毕。

11) 设备安装用的紧固件，除地脚螺栓外应采用镀锌制品；户外用的紧固件应采用热镀锌制品；电器接线端子用的紧固件应符合现行国家标准《变压器、高压电器和套管的接线端子》的规定。

12) 高压电器的瓷件质量，应符合国家标准《高压绝缘子瓷件技术条件》和电瓷产品相关技术条件的规定。

## 二、准备工作

1. 土建工程应具备的条件

1) 室外和室内的电缆沟已砌筑且抹灰完工，盖板完整齐全；沟内电缆金属支架已预埋好，并已刷漆。

2) 室外地面已修整，排水沟、道路已完工。断路器及电杆的混凝土底座已浇注好，且尺寸、轴线应复核符合设计要求，同时混凝土基础及构架已达到允许安装的强度。设备支架焊接质量符合设计要求，并验收合格。

3) 室内装修已基本完工，门窗已装好，玻璃齐全；屋顶楼板施工完毕，不得有渗漏；室内地面抹灰或装修已完工；室内预留孔洞、预埋铁件齐全无缺，且位置标高准确无误。

4) 进行装饰工作时有可能损坏已安装设备、或者设备安装后有碍进行装饰工作的工作应全部完工。

5) 与电器安装有关的建筑物、构筑物的土建工程质量，应符合国家现行的建筑工程施工及验收规范中的有关规定。

6) 围墙和大门已完工，所有门都已装锁。

2. 设备的检查、验收和保管

1) 落实设备材料到货情况，主要设备和材料的到货情况应基本符合施工组织设计中工艺顺序的安排和物资供应计划。

2) 运到现场的设备、材料应进行验收和安装前的检查，保证所有设备、元件、材料是合格品，关键设备、贵重物品应是优质品，并妥善保管。

① 开箱检查每件进站设备，并按装箱清单比照设计提供的清册详细清点，并做记录。型号规格应符合设计要求，备品附件齐全，外壳无破损，无机械损伤，无漏油现象，端子套管无松动。

② 产品的技术文件齐全，如安装使用说明书、合格证、生产制造许可证复印件、检定

证书等。关键设备、贵重物品应为设计单位或建设单位指定厂家产品。

③ 检查合格的应按设备元件的性能置于室内或室外妥善保管，不合格的应通过供货渠道，通过厂家处理，不得混入库房。

### 3. 施工组织及施工方案的编制

变配电装置的安装调试在电气安装工程中是难点、重点，从施工机械、人力、施工方法上有较高的要求。因此，必须按照施工图及合同编制施工组织设计，具体方法参见本丛书《怎样编制电气及自动化工程施工组织设计》。

开工前应由项目经理、技术人员检查施工组织设计的到位及落实情况，否则不得开工。

编制施工组织设计时，应结合工程特点，编制专项施工方案，并经审批合格后方可实施。

施工组织设计应由项目经理部编制，并经项目经理部审批合格后方可实施。专项施工方案应由项目经理部编制，并经审批合格后方可实施。

施工组织设计应由项目经理部编制，并经项目经理部审批合格后方可实施。专项施工方案应由项目经理部编制，并经审批合格后方可实施。

施工组织设计应由项目经理部编制，并经项目经理部审批合格后方可实施。专项施工方案应由项目经理部编制，并经审批合格后方可实施。

施工组织设计应由项目经理部编制，并经项目经理部审批合格后方可实施。专项施工方案应由项目经理部编制，并经审批合格后方可实施。

施工组织设计应由项目经理部编制，并经项目经理部审批合格后方可实施。专项施工方案应由项目经理部编制，并经审批合格后方可实施。

施工组织设计应由项目经理部编制，并经项目经理部审批合格后方可实施。专项施工方案应由项目经理部编制，并经审批合格后方可实施。

施工组织设计应由项目经理部编制，并经项目经理部审批合格后方可实施。专项施工方案应由项目经理部编制，并经审批合格后方可实施。

施工组织设计应由项目经理部编制，并经项目经理部审批合格后方可实施。专项施工方案应由项目经理部编制，并经审批合格后方可实施。

施工组织设计应由项目经理部编制，并经项目经理部审批合格后方可实施。专项施工方案应由项目经理部编制，并经审批合格后方可实施。

施工组织设计应由项目经理部编制，并经项目经理部审批合格后方可实施。专项施工方案应由项目经理部编制，并经审批合格后方可实施。

施工组织设计应由项目经理部编制，并经项目经理部审批合格后方可实施。专项施工方案应由项目经理部编制，并经审批合格后方可实施。

施工组织设计应由项目经理部编制，并经项目经理部审批合格后方可实施。专项施工方案应由项目经理部编制，并经审批合格后方可实施。

施工组织设计应由项目经理部编制，并经项目经理部审批合格后方可实施。专项施工方案应由项目经理部编制，并经审批合格后方可实施。

## 第二章 变压器的运输及吊装就位

电力变压器的运输，特别是大型电力变压器的运输，通常是一项困难的工作，运输的费用有时要超过安装的费用，这是由变压器本身的结构、安装现场条件及道路好坏远近决定的。变压器的运输通常是在起重工、搬运工配合下进行的，但组织者和指挥者必须是电气技术人员，作为一名优秀的电气安装人员，应该掌握电力变压器的运输吊装技术。

### 一、变压器运输的特点及要求

1) 电力变压器重量重，体积又大，给运输吊装带来了一定的难度。

2) 安装现场条件的限制增加了运输的难度。如果现场有铁路专用线和大型吊装设备，干起来比较容易些，否则就要用一些土办法或者半机械化的方法来进行。这样，地理条件、气候条件、运输经验及装备等都给运输带来了一定的困难，特别是从火车上卸车以及汽车上的装卸都是比较困难的。

3) 技术上的复杂性。变压器运输不同于一般重物的搬运，不仅要有熟练的起重运输经验，还要有电气、机械以及土木工程方面的技术，否则是难以圆满完成任务的。变压器在运输中要绝对保证铁心、线圈以及其他部件不受到机械损伤，绝缘不受到潮湿；采用土办法时要用到斜面、牵引、滚杠、两木塔等机械方面的知识；在运输过程中要修理、加固道路、桥梁、修筑卸车的站台以及处理沿途建筑物的障碍等，又要用到土木工程和建筑方面的知识。另外还有很多的人员和运输机具多方的配合，这样既要求组织者和指挥者具备上述全面的技术和知识，又要求有一定的组织指挥能力，才能完成大型变压器的运输。

#### 4) 安全要求严格

① 严禁变压器翻倒，特别是在坡度大或弯曲狭窄的通路以及卸车时要高度注意。

② 防止变压器严重倾斜，特别是道路滑而不平以及路基下沉时，允许油箱倾斜的角度小于 $15^\circ$ ，不然心部可能发生位移，导致部件与箱体撞击并受到挤压而损坏或漏油，这是要禁止的。

③ 禁止附件损坏，如散热器油管压扁、储油柜凹陷、油标尺破碎、套管破裂等。

④ 工作人员的安全，要防止碰伤、砸伤及人身伤亡事故发生。

⑤ 运输中要严密监视油箱的密封情况，如发现漏油渗油要采取措施。要尽力缩短运输时间，保证绝缘良好，降低运输费用，合理组织人力和编制运输方案，保证运输的安全。

### 二、变压器运输的准备工作

#### 1. 工作内容和程序

1) 现场调查，包括装车地点、运输路径、卸车地点、运输有无障碍等；

2) 编制运输方案和技术措施；

3) 准备运输机械和工具；

4) 进行劳动组织工作，落实起重工、司机及指挥人员；

5) 运输方案和技术措施的交底、讨论和审核；

6) 施工现场的布置，处理障碍物；

- 7) 变压器的装卸;
- 8) 变压器的运输;
- 9) 附件的装卸和运输;
- 10) 安装变压器的底座和滚轮;
- 11) 附件的清点和保管。

## 2. 路径的确定

要求路面坚实,允许装载变压器的车辆作较长时间的停留而无沉陷现象。运输的道路要尽力使用正式的公路,要求运输距离短、跨越桥梁要少。必须经过非正式公路时,要选择平坦的路线,高差较大的坡道要少,尽量不经过河沟和凹地。在选择卸车地点和运输道路之间有矛盾时,应以道路为主考虑。有时为了选择较好的路径,可让装车地点和卸车地点远一些。对于地形和道路不熟悉的地方,要和当地农民取得联系、收集更多的资料。

## 3. 机具的准备

机具是随着运输方式和现场条件决定的。

运输机具主要有拖拉机、牵引汽车、卷扬机或绞车、汽车、拖车、道木、滚杠、木排、钢轨、千斤顶、钢丝绳、滑轮等。

起重机械主要有吊车、两木搭、吊梁或吊架、倒链(手拉葫芦)、卷扬机、钢丝绳、滑轮、绳套、卡具等。

## 4. 运输工程的施工组织

运输工程的施工组织主要是解决和处理各个工序和工种之间的分工和配合,以及施工人员和后勤人员的配合。

施工组织应确定下列专业人员和专业小组:

1) 运输总指挥和技术负责人。总指挥应由具有丰富运输吊装大件重件经验的并且对电气知识有一定了解的工人技师担任,具有在复杂、特殊环境下处理运输或吊装重大疑难问题的能力。技术负责人应由具有实践经验的电气工程师担任,协助总指挥处理问题,审核运输方案,并提供有关资料,计算各类数据,和总指挥一起确定运输方案、现场勘察和解决运输中的技术问题及处理临时出现的重大有碍运输的问题。

2) 运输组。完成变压器的运输,保证运输安全和运输质量,协助并默契配合总指挥的工作,对运输方案和各类技术问题提出修改建议。

3) 起重组。完成变压器的装卸及变压器的安装就位,保证质量和安全,密切配合运输组完成运输工作以及技术负责人的技术工作。

4) 障碍处理组。勘察运输现场,完成装卸过程和运输过程中障碍物的排除以及加固桥梁、路基以及其他前期工作。

5) 安全员。由经验丰富的有权威的老工人或工程师担任,审查运输方案并监督全过程,进行全员安全教育,检查并制定安全措施,对整个运输工程的过程提出建议,修定方案,保证安全,检查并监督总指挥和技术负责人的工作。

6) 后勤组。做好后勤服务工作,提供天气预报和地理状况,保证生活资料和工程物资的供应,保证工作人员的吃住,稳定工作人员的情绪。

## 三、变压器的装车和卸车

装车和卸车的程序相反,受的力相反,器身运动的方向相反。知道怎么装车,怎么卸车



也就知道了。无论装车和卸车,如果现场有起重机械设备,事情就比较容易了,只要设备的起重能力(最大载荷、提升高度、力臂的角度及活动范围等)和变压器自重、位置等相吻合,在起重工的配合下,合理选择吊点即可装卸。当然有关参数要核实,要有根据,不可想当然。有关起重机械设备吊装工艺方法,这里不作过多的讲述,现在主要介绍当现场没有起重机械设备或者地理环境恶劣不能使用起重机械时的情况下,进行装卸的主要方法。

### 1. 人字形抱杆的应用

人字形抱杆是一种常用的起重土办法工具,结构简单适用,可以是钢结构的,也可以是木结构的,通常用于 20t 以内的变压器吊装。

(1) 人字形抱杆的受力情况见图 2-1。

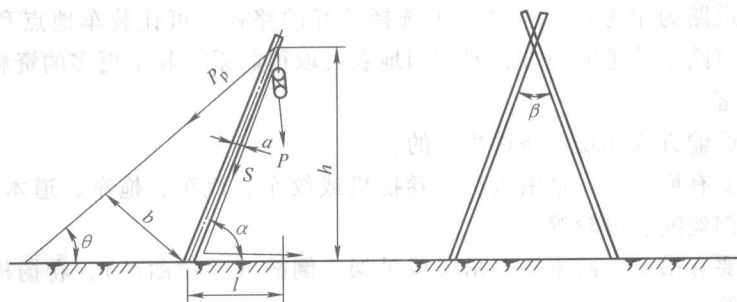


图 2-1 人字形抱杆的受力情况

#### ① 抱杆的计算荷重 $P$

$$P = (G + g)k \quad (2-1)$$

式中  $P$ ——计算荷重,单位为 N;

$G$ ——变压器起吊重量,单位为 N;

$g$ ——索具和滑轮组的重量,单位为 N;

$k$ ——起吊系数,一般取 1.3。

#### ② 拖绳的拉力 $P_p$

$$P_p = \frac{Pl + Q \frac{L}{2} + S \cos \frac{\beta}{2} a}{b} \quad (2-2)$$

式中  $l$ ——吊钩垂线和抱杆支点的距离,单位为 cm;

$a$ ——牵引绳与抱杆立柱中心的距离,单位为 cm;

$b$ ——拖绳与抱杆支点的垂直距离,单位为 cm;

$Q$ ——人字形抱杆两个立柱的总重量,单位为 N;

$S$ ——牵引绳的拉力,单位为 N;

牵引绳拉力可按式 (2-6) 计算;

$\beta$ ——抱杆两柱的夹角,一般为  $30^\circ \sim 45^\circ$ ;

$$\text{其中 } b = h \left( \frac{1}{\tan \theta} - \frac{1}{\tan \alpha} \right) \sin \theta \quad (2-3)$$

$$l = h \cdot \cot \alpha \quad (2-4)$$

式中  $h$ ——抱杆的垂直高度,单位为 cm;

$\theta$ ——拖绳与地面所成的夹角, 单位为 ( $^{\circ}$ );

$\alpha$ ——抱杆倾斜角度, 一般不小于  $75^{\circ}$ 。

$$h = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 \quad (2-5)$$

式中  $h_1$ ——运输变压器车辆的台面高度, 单位为 cm;

$h_2$ ——变压器运输时的高度, 单位为 cm;

$h_3$ ——绳套的垂直高度, 单位为 cm;

$h_4$ ——滑轮组拉紧时, 上下滑轮之间最小距离, 单位为 cm, 见图 2-2 和表 2-1;

$h_5$ ——绑绳扣的高度和预留高度, 单位为 cm。

③ 牵引绳的拉力  $S$

$$S = P/n\eta_0 \quad (2-6)$$

式中  $n$ ——滑轮组上钢丝绳的圈数, 见表 2-2;

$\eta_0$ ——滑轮组的效率, 见表 2-2。

④ 有转向滑轮的抱杆所受的轴向压力  $P_{m1}$

$$P_{m1} = \frac{P_p \cos\theta + \frac{S}{\frac{2\cos\beta}{2\cos\alpha}}}{\frac{2\cos\beta}{2\cos\alpha}} + \frac{G}{2} \sin\alpha \cos \frac{\beta}{2} \quad (2-7)$$

另一抱杆所受的轴向压力  $P_{m2}$

$$P_{m2} = P_{m1} - S \quad (2-8)$$

⑤ 抱杆所受的最大弯矩  $M$

$$M = \frac{1}{8} \cdot \frac{Q}{2} L_1 = \frac{QL_1}{16} \quad (2-9)$$

式中  $L_1$ ——立柱的长度, 单位为 cm,  $L_1 = \frac{h}{\sin\alpha}$ 。

表 2-1 滑轮组拉紧时, 上、下滑轮之间的最小距离

滑轮组的起重量/N	$1 \times 10^4$	$2 \times 10^4$	$3 \times 10^4$	$5 \times 10^4$	$10 \times 10^4$	$15 \times 10^4$	$20 \times 10^4$	$25 \times 10^4$
滑轮组拉紧时的最小距离 $h_4/\text{mm}$	1500	1600	1700	2300	2600	3200	3400	3700

表 2-2 滑轮组的性能

滑轮组的组合	1-1	1-2	2-2	2-3	3-3	3-4	4-4	4-5	5-5
钢丝绳的数量 $n$ (绳从定滑轮引出)	2	3	4	5	6	7	8	9	10
滑轮组的效率 $\eta_0$	0.94	0.92	0.90	0.88	0.87	0.86	0.85	0.82	0.82

⑥ 用钢结构抱杆时, 应满足

$$\sigma = \frac{P_{m1}}{\phi F} + \frac{M}{W} \leq [\sigma] \quad (2-10)$$

用木结构抱杆时, 应满足

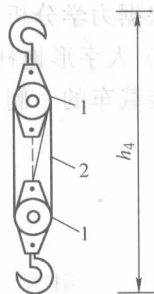


图 2-2 滑轮组上下滑轮之间的最小距离