



全国供用电工人技能培训教材

变 电 检 修

中国电力企业家协会供电分会 编

中级工

中国电力出版社

全国供用电工人技能竞赛

变电检修

中级工

主编：王兴昌

主审：王冬利

参编：（按编写章序排列）

张一华 严春余 熊家安

冯迎春

中国电力出版社

内 容 提 要

本书为《全国供用电工人技能培训教材》之一，是根据《电力工人技术等级标准》和有关岗位规范、规定的要求而编写的。本书重点讲述变电设备检修的实际操作技能与工艺，全书共分七章。主要内容包括变压器及其分接开关检修，高压断路器、互感器、消弧线圈、电抗器、高压隔离开关、防雷及起重设备中级工检修工艺与技能。

本书系统性、实用性强，能使变电检修中级工较全面地掌握各项基本技能，指导生产和检修工作的开展。

本书作为变电检修中级工技能培训教材，亦可供从事变电检修工作技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

变电检修/中国电力企业家协会供电分会编. -北京:
中国电力出版社, 1998

全国供用电工人技能培训教材

ISBN 7-80125-765-0

I. 变… II. 中… III. 变电所-检修-技术培训-教材
N. TM63

中国版本图书馆CIP数据核字(98)第21157号

变电检修(中级工)

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

冶林联合印刷厂印刷 各地新华书店经售

*

1999年5月第一版 2002年9月北京第五次印刷

787毫米×1092毫米 32开本 9.25印张 200千字

印数19001-22000册 全三册定价33.00元(本册16.00元)

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

审 定 委 员 会

主 任 王宏超

副主任 李宝祺 王文喜 郝邦振 刘治国

张一士 丁 雁

成 员 线路组：刘天明 成仲良 杨书全 许精潜

变电组：何雨宸 王典伟 万 达 沈镜明

调度组：冯新发 张 庆 朱佩萍 葛剑飞

用电组：刘云龙 蒋鼎吉 宋永伦 曾乃鸿

审定委员会办公室秘书 龙镇和 张兰慧

关于《全国供用电工人 技能培训教材》的审定意见

经中电联核准，由中国电力企业家协会、中电联教培部、电力行业职业技能鉴定指导中心共同组成的审定委员会于1998年9月下旬，对中国电力企业家协会供电分会组织编写的《全国供用电工人技能培训教材》进行了审定。其审定意见如下。

第一、本技能培训教材的指导思想正确、编写依据充实。这套教材以提高供用电工人职业技能为重点，以加强职业知识培训为指导思想，以原电力工业部、原劳动部颁发的《中华人民共和国工人技术等级标准·电力工业·供用电部分》和原电力工业部颁布的运行、检修、安全规程、四项监督、五项制度为依据，在大纲的拟定、内容取舍和深度控制等方面，均符合中电联教培部《关于电力生产人员职业资格培训教材编审工作原则的意见》的原则和规定。

第二、编写形式符合工人技能培训特点，这套教材的结构设置借鉴了国际上电力行业编辑职业技能培训教材的先进做法，其结构框架、内容描述等，均力求与国际同行业惯例接轨。即以职业技能为中心，以岗位设篇，知识以够用为度，并将必备的知识融入技能描述之中。每一工种教材又分为初、中、高三个分册，内容上依次递进，互不重复或不简单重复，更适合工人技能培训之用。

第三、本教材的先进性、实用性结合得当。这套教材注重实用性和先进性的有机结合，在编写过程中，编者做了大量的调研工作，认真了解供用电工人的实际需求和整体素质状况，使编写内容符合供电企业培训、考核、技能鉴定的需要，有较强的实用性。同时，注重吸收电力生产的新工艺、新方法、新技术，使教材内容具有先进性，符合电力工业科技发展方向。书中的名词术语、计量单位等，均符合国家标准和行业标准，能适应电力工业培养跨世纪劳动者的要求。

第四、编写、出版阵容较强。这套教材是由中国电力企业家协会供电分会与中国电力出版社共同推出的。通过联手合作方式，使本套教材既具有显著的供电行业的特色，又具有较强的权威性。本套教材主要是为供电企业工人职业技能培训服务，而中国电力企业家协会供电分会的成员遍布全国，作者既具有深厚的理论基础，又直接从事生产实际工作，较好地体现出实践经验的总结和概括。中国电力出版社是中宣部和新闻出版署在全国首批认定的 15 家优秀出版单位之一，是我国唯一专门为电力行业服务的大型专业出版社，其出书质量是一流的。因此，供电企业与出版社两者的合作可谓珠联璧和，是值得提倡的。这套丛书的成功面世也为今后电力图书的出版提供了一个可借鉴的模式。

综上所述，我们认为：本套教材在编写结构、体例格式、内容描述的先进性、实用性方面适当；在字数控制、知识的渐进性和启发性，以及复习题的安排方面较好；语言文字的运用得当，所述内容基本正确，同时还具有图文并茂，通俗易懂，循序渐进的特点。因此，它不仅适用于培训、考核技术工人的需要，而且对现场的工程技术人员，也有参考价值。

建议可将这套丛书作为全国供用电工人的技能培训教材。

中 国 电 力 企 业 家 协 会
中 电 联 教 培 部
电力行业职业技能鉴定指导中心

一九九八年九月二十八日

教材编辑委员会

名誉主编	陆廷昌	张绍贤	刘宏	王宏超
主编	赵双驹			
常务副主编	钱家越	陆孟君	张克让	
副主编	宗健	朱良镭	丁德政	周英树
	韩英男			
委员	张一士	赵双驹	周永兴	李承的
	吴周春	刘美观	郭志贵	杨新培
	张昌润	钱家越	陆孟君	徐健
	韩英男	周英树	陈祥斌	王春波
	孙少平	骆应龙	史传卿	朱德林
	白巨耀	蔡百川	李祥宪	严尔衡
	赵广祥	杨光慈	何童芳	杨忠
	张文奎	郭宏山	钱忠伟	顾志鹏
	周道和	刘绍钧	娄殿强	朱永范
	王之珮	万善良	刘云龙	何宗义
	赵彩明	何雨宸	阙炳良	

教材编辑办公室

主	任	陆孟君 (兼)					
副	主	任	丁德政	任军良	张 涛		
工	作	人	员	陈祥斌	胡维保	吕忠福	胡莉莉
				朱 品	谢 红		

前 言

为贯彻党的“十五大”精神，落实“科教兴国”战略，全国提高劳动者素质，中国电力企业家协会供电分会组织编写了《全国供用电工人技能培训教材》。本教材以电力工业发展的客观规律为依据，是服务于电力生产现代化，培养供电生产应用型人才的一部工种齐全配套、覆盖面广、实用性强、编写水平较高的系列通用技能培训教材。在中国电力企协、中电联教培部、电力行业职业技能鉴定指导中心的重视和关心下，由中国电力企业家协会供电分会精心组织全国 49 个单位 146 名工程技术人员、专家和教授参加了编撰工作，并在中国电力出版社对编撰原则、框架结构、体例格式全过程的培训下，调查研究供电工人的技能需求和整体素质现状，撰写技能培训大纲，自 1995 年 11 月至 1998 年 4 月底，经历两年半时间，完成了书稿的写作、修改及初审工作。

这套丛书是遵照“电力工人技术等级标准”关于知识和技能的要求，结合供电生产发展情况进行编写的，全书分线路、变电、用电、调度通信四门专业，27 个工种，每个工种又分为初级、中级、高级工三个分册，共计 77 分册，1000 余万字。本教材以“做什么，怎样做，在什么条件下做，达到什么标准”为中心内容，详实得当，图文并茂，文字简练，由浅入深，便于对知识和操作工艺的掌握，收到以“知”为“做”服务的效果。这套教材的编写还力求把概念、原理、公式与技能有机地结合起来，避免重理论、轻技能的弊端。

本教材坚持先进性和实用性结合，突出技能，符合电力

工业科技发展方向，体现电力生产的新技术、新方法、新工艺，并力求向模块式教材靠拢，以适应技能考核鉴定和培养跨世纪供电用工人的需要，以电力生产目前实行的两个技术措施计划、三种规程、四项监督、五项制度的具体要求为依托，使教材达到规程、规范、制度的规定，能充分体现电力生产工艺特性。

按供电工人培训目标要求，结合技能培训特点，以“干什么”、“学什么”、“考核什么”为原则，每章后均附有选择、是非、计算、画图、问答等复习思考题，便于巩固所学的理论知识和操作技能。

本套丛书属于供电生产专业性技能培训教材，为达到结构设置合理化，重在提高技能应用水平，避免基础理论知识的重复，凡属已出版的公用基础理论教材的内容，如职业道德、电力生产知识、绘图、电工、电子、热工、水工、机械、力学、钳工、计算机等基础理论均未重复编入本教材。

这套丛书业经中国电力企协、中国电力企业家协会、中电联教培部、电力行业职业技能鉴定指导中心组织专家审定，并建议作为全国供电工人技能培训教材。在编写过程中，得到很多单位的领导、专家和教育培训工作者的大力支持与热心帮助，在此表示衷心的感谢！

由于编者经验所限，在编写中难免有疏漏之处，诚恳地希望广大读者和教育培训部门的专家、教师提出修改意见，并在教学实践中进行调整和补充，使其更加完善，为提高供用电工人的素质和技能发挥积极作用。

《全国供用电工人技能培训教材》编辑委员会

一九九八年九月

编者的话

《变电检修》为《全国供用电工人技能培训教材》之一，本书为变电检修中级工培训教材。

本书是在变电检修初级工的基础上，根据《电力工人等级技术标准》要求深入介绍了变压器、互感器的性能、参数，高压隔离开关、消弧线圈、电抗器，以及高压断路器及防雷设备等检修工艺，对起重及绝缘材料等也作了具体阐述。通过本书的学习，变电检修工就可以较全面掌握变电检修方面的工艺与技能，指导生产和检修工作的开展。

本书第一章的第四、五节，第二章由南通供电局张一华同志编写；第一章的第一、二、三节，第三章的第一、二节及第六章由南通供电局严春余同志编写；第三章的第三节由上海市电力工业局高压输变电公司熊家安同志编写，第四、五、七章由南通供电局冯迎春同志编写。全书由南通供电局王兴昌同志主编，由镇江供电局王冬利同志主审。

由于编写时间仓促和编写水平所限，书中不妥之处在所难免，诚请广大读者批评指正，以便再版时修改。

编者

1998年12月

目 录

关于《全国供用电工人技能培训教材》的审定意见

前言

编者的话

第一章 变压器	1
第一节 变压器的性能及参数	1
第二节 变压器的主件及附件	11
第三节 变压器的定期检修及预防性试验	37
第四节 分接开关	53
第五节 绝缘油	66
复习题	73
第二章 互感器	75
第一节 电流互感器	75
第二节 电压互感器	88
第三节 电容式电压互感器	94
复习题	98
第三章 消弧线圈、电抗器及并 联电容器	100
第一节 消弧线圈	100
第二节 电抗器	104
第三节 并联电容器	110
复习题	112
第四章 高压断路器	114

第一节	基本概念	114
第二节	高压断路器的检修	129
第三节	高压断路器操动机构的检修	172
	复习题	204
第五章	高压隔离开关	209
第一节	隔离开关的结构	209
第二节	隔离开关的检修	212
第三节	故障处理	214
	复习题	215
第六章	过电压保护	217
第一节	电力系统的过电压	217
第二节	避雷器	226
第三节	接地装置	246
第四节	避雷器检修	254
	复习题	262
第七章	起重及其他	265
第一节	起重设备的选择	265
第二节	起重机械安全操作要求	268
第三节	常用绝缘材料	271
第四节	密封件	273
第五节	常用仪表	275
	复习题	278

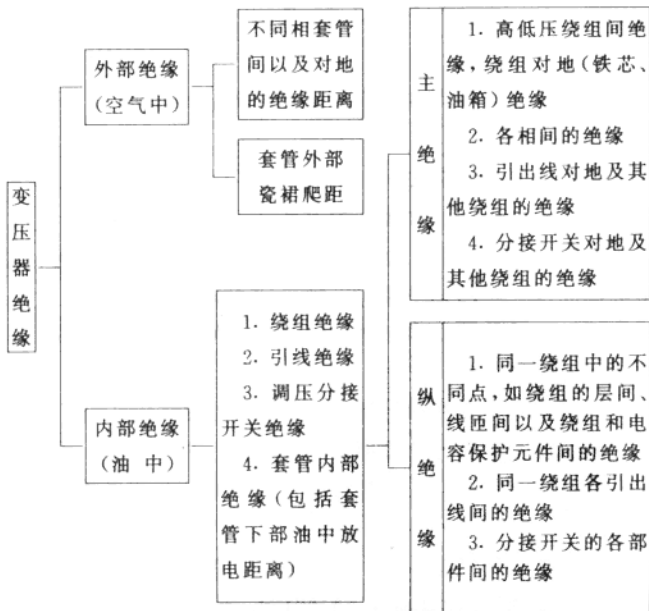
第一章 变 压 器

第一节 变压器的性能及参数

一、变压器的绝缘

变压器的绝缘有内绝缘和外绝缘，内绝缘是处于油箱内的各部分绝缘，外绝缘是套管上部对地和彼此之间的绝缘。

常用油浸式变压器的绝缘结构如下：



(一) 外部绝缘

外部绝缘是靠空气间隙绝缘和瓷套绝缘，空气中的绝缘距离见表 1-1，瓷套的爬电比距应符合防污闪要求。

表 1-1 空气中套管绝缘距离参考值

电压等级 (kV)	套管之间距离 (正常/最小, mm)	套管对地距离 (正常/最小, mm)	电压等级 (kV)	套管之间距离 (正常/最小, mm)	套管对地距离 (正常/最小, mm)
6	150/80	150/80	66	600/570	650/590
10	200/110	200/110	110	1000/840	1050/880
20	/150	/150	154	1380	1430
35	400/300	400/315	220	2000/1700	2100/1750

(二) 内部绝缘

内部绝缘可分为主绝缘和纵绝缘两部分。

1. 主绝缘

主绝缘是指绕组之间，绕组对铁芯、油箱等接地部分，引线对铁芯、油箱以及分接开关对铁芯、油箱的绝缘。

在油浸式电力变压器中，主绝缘常用油纸屏障结构，即由纯油间隙、屏障、绝缘层三种形式组合而成。

纯油间隙是两个裸导体之间不设任何固体绝缘，完全靠油的绝缘作用。

屏障就是设置在两导体之间的绝缘纸板。

绝缘层是指在导体表面的固体绝缘，如导（引）线外包绝缘纸等。它除了承受一部分电压外，还能提高油间隙击穿电压。

(1) 绕组间绝缘。110kV 及以上大型电力变压器普遍采用薄纸筒加油间隙（小油道）的结构作为绕组间的主绝缘。纸

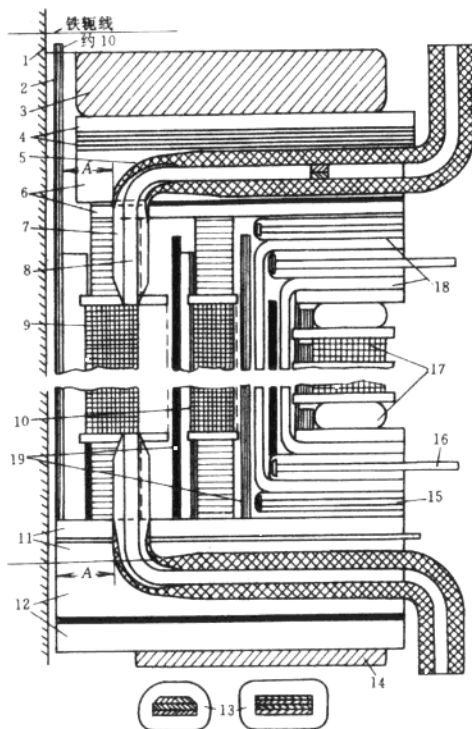


图 1-1 主绝缘结构

1—铁芯柱；2—绝缘纸筒；3—压圈；4—铆有垫块的纸板圈；
 5—装配线圈时包扎的绝缘；6、15—带垫块的纸圈；7—制造
 线圈时包扎的绝缘；8—中压线圈的出头；9—具有分接头的
 35kV 级的中压线圈，分接头沿线圈外表面引出；10—低压线圈；
 11—铁轭绝缘；12—平衡绝缘；13—低压引线的截面；14—铁
 轭夹件的肢板；16—隔板；17—高压线圈；18—角环；19—纸筒