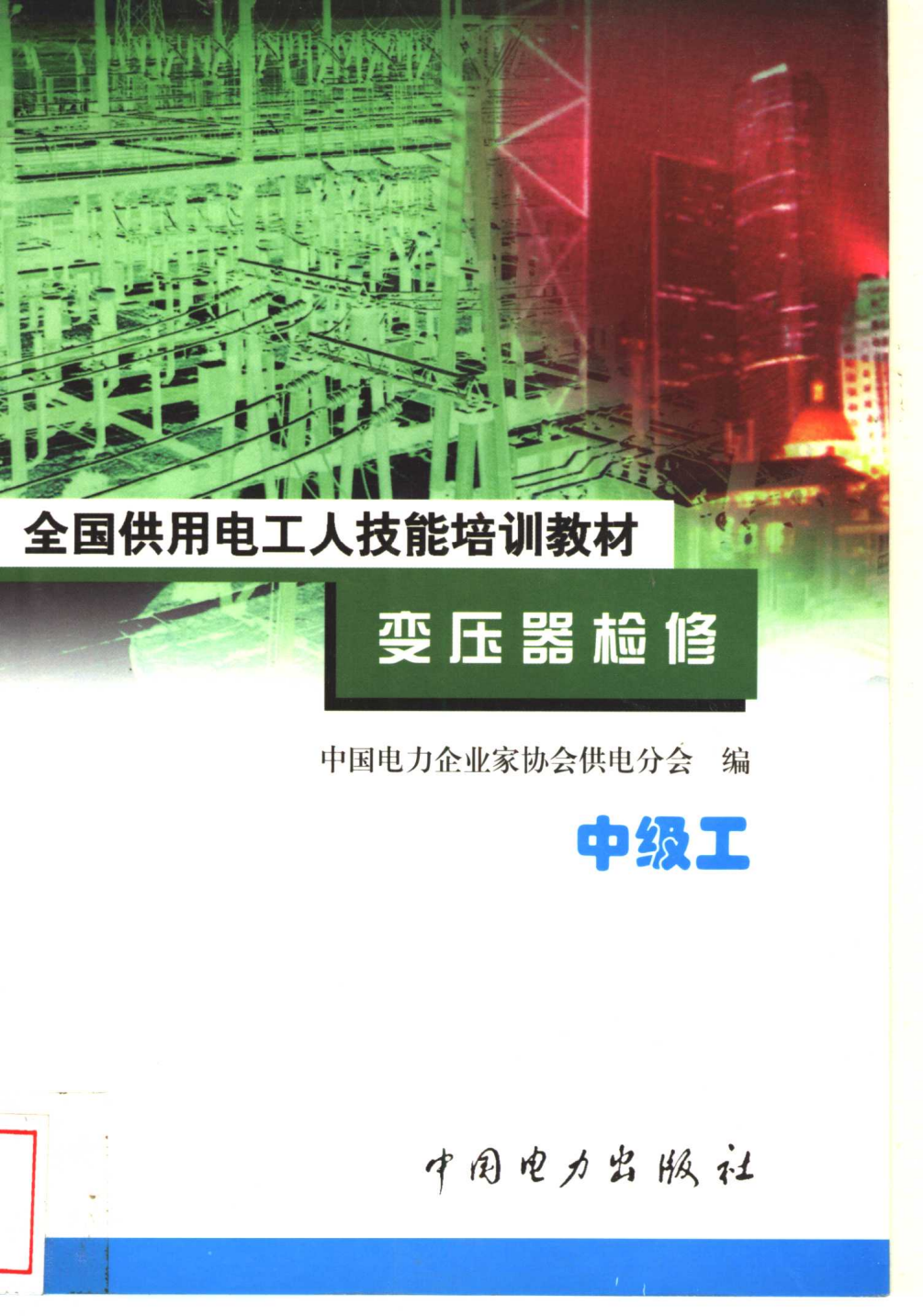




全国供用电工人技能培训教材

变压器检修

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培训教材

变压器检修

中级工

主编：龙惊生

主审：万 达

参编：唐 群 刘富元

郭宏山 孟昭平

中国电力出版社

内 容 提 要

本书是《全国供用电工人技能培训教材·变压器检修》之一，提供了与变压器检修相关的基础知识及必须掌握的实际技能。全书共10章，主要内容包括变压器的一般知识，变压器的运行，绝缘油，变压器的干燥，变压器绕组的检修，变压器绝缘和引线的检修，有载分接开关的检修，变压器油箱的检修，变压器的套管、冷却装置和组件的检修，变压器的管理。每章后均附有复习题。

本书可作为变压器检修中级工的培训教材，也可供有关工程技术人员和大、中专院校师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

变压器检修/中国电力企业家协会供电分会编. 北京:
中国电力出版社. 1999
全国供用电工人技能培训教材
ISBN 7 80125-766-9

I 变… II. 中… III 变压器-检修-技术培训 教材
IV. TM407

中国版本图书馆CIP数据核字 (1999) 第17679号

变压器检修 (中级工)

中国电力出版社出版、发行

(北京二里河路6号 100044 [http //www cepp com cn](http://www.cepp.com.cn))

北京密云红光印刷厂印刷 各地新华书店经售

*

1999年6月第一版 2001年8月北京第二次印刷

787毫米×1092毫米 32开本 14印张 307千字

印数 7001—1100册 全三册 定价 54.00元 (本册 22.00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 蒋貽吉 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	姜殿强	朱永芄
	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	陈祥斌	胡维保	吕忠福
			朱 品	谢 红	胡莉莉

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,能充分体现出电力生产工艺特性。

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 and 操作技能。

本套丛书属于供电生产专业性技能培训教材,为达到机构设置合理化,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

变压器专业在电力系统中是一项重要的专业，也是电力系统运行中的一个关键设备，随着电力负荷的大幅度增加，电力网的扩大，变压器数量大大增加，电压等级逐步升高，因此对变压器运行稳定性要求越来越高，对变压器检修质量要求也越来越严。为了提高变压器检修工人的理论水平和实际技能，编写了变压器检修有针对性有系统的教材，所有的变压器检修工作人员都必须有深入的了解。

本教材分成初、中、高三等级，是依据《电力工人技术等级标准》，根据变压器结构的复杂程度、电压等级的高低、变压器检修等级的需要而编制的。为便于培训与考核，各章之后均附有复习题。

关于电工原理、应用钳工基础、电力生产知识、电力安全知识等内容，可参考全国电力工人公用类培训教材。

本书由龙惊生主编，唐群、刘富元、郭宏山、孟昭平参编，全书由万达主审。

由于时间仓促，作者水平有限，书中错误和不当之处，恳切希望读者批评指正。

编 者

1999 年 3 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 变压器的一般知识..... 1

第一节 变压器装配的一般常识 1

第二节 常用材料 6

第三节 检修用电气和机械设备故障的排除 26

复习题 29

第二章 变压器的运行 32

第一节 变压器的空载运行 32

第二节 变压器的负载运行 41

第三节 变压器的运行性能 51

第四节 变压器的连接组标号 55

第五节 变压器的并联运行 72

第六节 互感器等设备的运行及有关技术标准 76

复习题 115

第三章 绝缘油 119

第一节 绝缘油的监督质量指标和检测周期 119

第二节 绝缘油的管理 124

第三节 常用油的处理方法 133

复习题 139

第四章 变压器的干燥 143

第一节 热风真空干燥 143

第二节 热油喷雾真空干燥 149

第三节	其他干燥方法	152
复习题		157
第五章	变压器绕组的检修	158
第一节	连续式螺旋式绕组的结构	158
第二节	绕组的技术要求	174
第三节	绕组的有关计算	182
第四节	绕组常见故障及检修办法	191
复习题		193
第六章	变压器绝缘和引线的检修	196
第一节	绝缘和引线的结构	196
第二节	绝缘的等级分类及老化鉴别方法	215
第三节	绝缘和引线的技术要求	221
第四节	变压器器身绝缘的装配	239
第五节	常见缺陷、故障及检修方法	247
复习题		249
第七章	有载分接开关的检修	252
第一节	有载分接开关概述	253
第二节	有载分接开关的技术要求	295
第三节	有载分接开关的维修和故障处理	299
复习题		305
第八章	变压器油箱的检修	308
第一节	油箱的结构	308
第二节	油箱的技术要求	338
第三节	油箱常见故障及检修方法	347
复习题		350
第九章	变压器的套管、冷却装置和组件 的检修	352
第一节	套管的检修	352
第二节	冷却装置的检修	369

第三节	组部件的检修	396
复习题		412
第十章	变压器的管理	414
第一节	变压器的检修	414
第二节	试验项目和标准	422
复习题		429

第一章 变压器的一般知识

第一节 变压器装配的一般常识

一、变压器装配的基本要求

变压器装配主要包括：①了解变压器装配体的名称、用途、性能、工作原理及结构特点；②搞清各零件之间的相互位置和装配关系及连接方式；③搞清各零件结构形状和作用。

图 1-1 为 6300~40000kV·A、110kV 级及以下变压器外部典型结构。在看此图时，要了解其外部结构，各零部件的名称、用途、性能、工作原理及结构特点；搞清各带电零件之间的位置，带电零件与不带电零件之间的位置和装配关系及连接方式及带电零件的形状和作用。

二、变压器装配图的识读方法

1. 视图分析识图法

运用视图分析识图法识读装配图时，应注意以下各点：

(1) 分析装配图的表达方法，弄清表达意图。

(2) 视图分解分析的单位是零件的视图。对照明细栏、零件序号，然后从指引线所指的视图确定该零件的一个视图的图形，再用投影关系规律找到其相关投影，从而分解出零件的一组视图。

(3) 装配图是各零件组装在一起的图形。分析与区别相邻零件的视图是正确分解出零件视图的关键。如是剖视图，可利用同一零件的剖面线方向和间隔一致的情况来区别零件的视图范围。

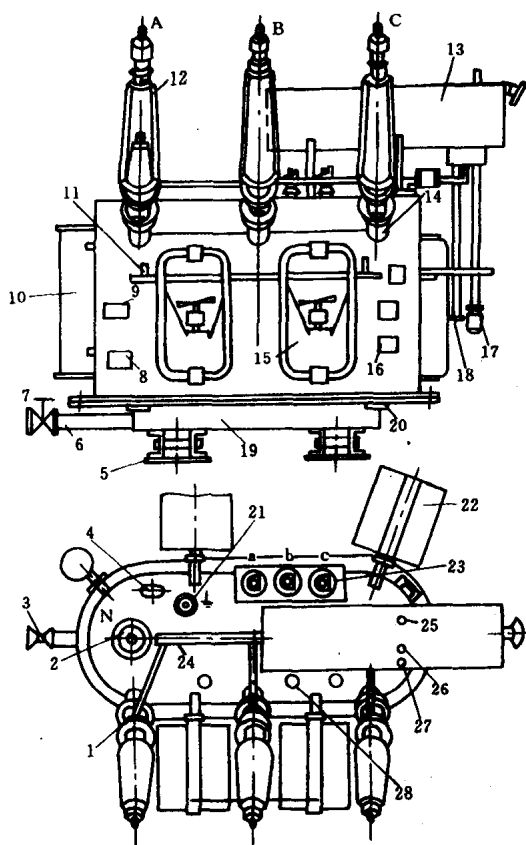


图 1-1 6300~40000kV·A、110kV 级及以下变压器外部典型结构
 1—互感器升高座；2—中性点套管；3—放油活门；4—压力释放阀；5—总重吊拌；6—油样活门；7—阀门；8—端子箱；9—铭牌；10—净油器；11—上节油箱吊拌；12—高压套管；13—储油柜；14—气体继电器；15—上节油箱；16—进线盒；17—吸湿器；18—放气注油管；19—下节油箱；20—千斤顶底板；21—接地套管；22—风冷散热器；23—低压套管；24—导气管；25—水银温度计；26—电阻温度计；27—信号温度计；28—分接开关操作机构

图 1-2 为槽形下节油箱结构图。它过去常用于 110kV 级，现 220kV 级也可采用。