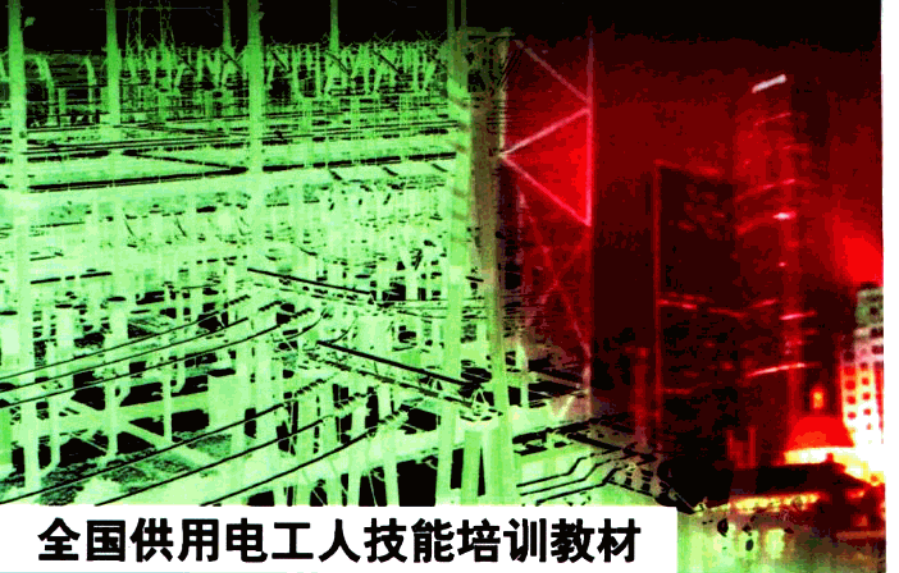




全国供用电工人技能培训教材

变 电 检 修

中国电力企业家协会供电分会 编

初级工

中国电力出版社

全国供用电工人技能培

变电检修

初级工

主编：王兴昌

主审：王冬利

参编：（按编写章序排列）

李 刚 张~~华~~ 严春余

冯迎春

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》之一,是根据部颁《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。

本书重点讲述变电检修的实际操作与工艺技能,全书共分七章。主要内容包括变压器、互感器、消弧线圈、高压断路器的原理、性能及其检修工艺与技能,防雷接地及各种方式下的起重搬运的原理知识及操作方法等。

本书系统性、实用性强,能使变电检修初级工掌握变电检修范围内各项基本技能,亦能了解有关检修方面的基本知识和要求。

本书作为电力系统变电检修初级工技能培训教材,亦可供从事变电检修工作的技术人员参考。

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 IV. TM63

中国版本图书馆CIP数据核字(98)第21157号

变电检修(初级工)

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>)

北京市京东印刷厂印刷 各地新华书店经营

*

1999年5月第1版 2002年3月北京第四次印刷

787毫米×1092毫米 32开本 4.25印张 89千字

印数13001—17000册(全三册)定价33.00元(本册8.00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
委员	韩英男			
	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	朱永芹
	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

《变电检修》是《全国供用电技能培训教材》之一，本书为变电检修初级工培训教材。

本书编写注重技能，可以使变电检修初级工在实际技能方面掌握和达到部颁《电力工人技术等级标准》中所规定的相应要求，能很好地为指导生产、变电检修服务。

本书由广州供电局李刚同志编写了第一、四、五章，南通供电局张一华同志编写了第二章，严春余同志编写了第三、六章，冯迎春同志编写了第七章。全书由南通供电局王兴昌同志主编，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，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 变压器的原理及参数	1
第二节 变压器的附件及作用	10
第三节 变压器的定期维修项目及要 求	20
复习题	23
第二章 互感器	25
第一节 电流互感器	25
第二节 电压互感器	31
复习题	36
第三章 消弧线圈、电抗器及并联电 容器	38
第一节 消弧线圈	38
第二节 电抗器	41
第三节 并联电容器	42
复习题	44
第四章 高压断路器	46
第一节 高压断路器的基本概念	46
第二节 10kV 油断路器的检修	53
第三节 操动机构的检修	70

复习题	81
第五章 隔离开关	83
第一节 隔离开关的用途、结构及原理	83
第二节 隔离开关的技术参数	85
第三节 隔离开关的检修项目和工艺	87
复习题	87
第六章 过电压保护	89
第一节 防雷保护装置	89
第二节 接地装置	102
第三节 避雷器的安装与维护	104
复习题	106
第七章 起重和搬运	108
第一节 常用工器具名称及作用	108
第二节 搬运及起重	117
复习题	119

第一章 变 压 器

第一节 变压器的原理及参数

一、概述

变压器是一种通过改变电压而传输交流电能的静止感应电器。它根据电磁感应的原理，把某一等级的交流电压变换成另一等级的交流电压，以满足不同负荷的需要。在电力系统中，变压器占有极其重要的地位。

发电厂一般建在靠近动力资源或能源运输方便的地方，同时，发电机的输出电压受其绝缘水平限制，通常为 6.3kV 或 10.5kV，最高电压才 20kV。用这样低的电压将电能输送到远离电厂的工业区和城市用电网络是很困难的。当输送一定功率的电能时，电压越低，则电流越大，电能有可能大部分消耗在输电线路的电阻上。所以，只能用升压变压器将发电机的端电压升高到几百千伏，以降低输送电流，减少输电线路上的能量损耗而又不增大导线截面，达到远距离输送的目的。

当电能输送到工业区和城市用电网络后，又要由数量众多的各种容量的降压变压器，将高电压降低到适合于用电设备使用的低电压，以满足各类电力负荷的需要。

在电力系统内，除输电线路等设备外，也要依靠变压器把各种电压不相等的线路连接起来，才能形成电力系统，如图 1-1 为输配电系统示意图。在整个电能生产、输送、分配和

使用过程中，变压器是不可缺少的电力设备之一。



图 1-1 输配电系统示意图

变压器一般分为电力变压器和特种变压器。电力变压器又分为油浸式和干式两种。在油浸式电力变压器中常用的有普通变压器和自耦变压器。

普通变压器的一、二次绕组可为双绕组或三绕组，双绕组为两个电压等级，三绕组为三个电压等级。一、二次绕组互相绝缘，单独分开，绕组之间是通过电磁场耦合送出电能的。

自耦变压器一侧是单绕组的。在一次绕组的中间抽出一线头作为二次绕组的始端，而一、二次绕组的尾端是公共的。这时绕组间除了有电磁联系外，还有电气的联系，其中二次绕组部分称为公共绕组。一次绕组端头与二次绕组线端头之间为串联绕组。自耦变压器有两个主要特点：一是自耦变压器通过的容量由两部分组成，即通过公共绕组电磁感应传递的电磁容量 S_N 及通过串联绕组电路直接传输的容量 $(U_{2N} \times I_{2N}) / K$ 。因此，自耦变压器的电磁容量 S_N 总小于通过容量 $S_{\Sigma N}$ 。变压器的尺寸、重量和铁芯截面是由电磁容量决定的，显然，采用自耦变压器来输出同样的电能时，具有损耗小、体积小、成本低、节省材料等优点。二是其输出容量的增加与电压变比 K 有关。当电压变比 K 愈接近于 1 时，自耦变压器的优点就愈显著。因此，自耦变压器适合用在一、二次侧电压相差不大的场合。

油浸式电力变压器由器身（铁芯、绕组等）、油箱、冷却

装置、保护装置、出线套管、绝缘油等组成。

干式变压器的铁芯和绕组都不浸在任何绝缘液体中，一般运行电压低，容量小，常用于安全防火要求较高的场合。干式变压器主要有以下几种类型。

1. 开启式

开启式变压器器身与大气相连通，适用于比较干燥而洁净的室内环境。由于空气承受冲击电压和散热，性能都比油差。所以，这种变压器只用在地下铁道、车间和公共建筑物内部等不会受大气过电压作用，且防火要求较高的场合。

2. 封闭式

封闭式变压器器身与外部大气不相连通，可用于更恶劣的环境。由于密封、散热条件差，目前主要用于矿井等防爆场所。它也可充以 $0.2 \sim 0.3\text{Pa}$ 的六氟化硫，并加以强迫循环，使变压器的绝缘和散热能力可与油浸式相比，适用于较高电压。

3. 浇注式

浇注式变压器用环氧树脂或其他树脂浇注作为主绝缘，结构简单，体积小，适用于较小容量产品。环氧树脂浇注干式变压器具有难燃、耐潮性好、机械强度高、损耗低、噪声小等优点。由于环氧干式变压器占地少，且有较好的防火性能，可以安装在建筑物内，电能损耗少，线缆设备投资节约、综合节能效果显著，所以这种变压器在供配电系统中具有较好的应用前景。

二、变压器的工作原理

(一) 单相变压器

变压器主要由铁芯和绕组组成，前者构成磁路，后者构成电路，它是根据电磁感应原理工作的。图 1-2 中，在闭合的