

全国供用电工人技能培训教材

变

电

检

修

高级工

中国电力出版社

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

高级工

中国电力出版社

63

10-3

全国供用电工人技能培训教材

变电检修

高级工

主编：王兴昌

主审：王冬利

参编：（按编写章序排列）

张一华 熊家安 严春余

顾仁华

中国电力出版社

内 容 提 要

本书是《全国供用电工人培训技能教材》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。

本书重点讲述当今新型变电设备的检修工艺技能,全书共分五章。主要内容包括变压器各种类型有载分接开关的检修、调试技能, SF₆ 互感器及 GIS 设备检修技能和变压器、互感器、SF₆ 断路器等设备的故障处理及反事故措施,对当今国内外采用的新技术、新工艺等也作了一定介绍。

本书系统性、实用性强,能使变电检修高级工掌握检修高级技能,并具有较深入地分析和解决问题的能力。

本书作为变电检修高级工技能培训教材,也可供从事变电检修的技术人员参考。

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
N. TM63

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 21157 号

变电检修(高级工)

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>)

北京鑫正大印刷有限公司印刷 各地新华书店经售

1999 年 5 月第 2 版 2003 年 9 月北京第五次印刷

787 毫米×1092 毫米 32 开本 5.125 印张 110 千字

印数 17001~20000 册 全三册定价 33.00 元(本册 9.00 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	陆延昌	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	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

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

本书是在变电检修初级工、中级工培训教材基础上，对变压器的有载分接开关，SF₆互感器，GIS等新设备、新检修技能进行了具体介绍，同时对防雷、防污闪及有关反事故措施等进行了详细阐述。

通过对本书的学习，即可全面地掌握当今变电检修方面的高级技能，并具有较深入地分析和解决问题的能力，指导和组织变电检修工作的开展。

本书第一章由南通供电局张一华同志编写，第二章由上海电力局高压输变电公司熊家安同志编写，第三、五章由南通供电局严春余同志编写，第四章由上海电力局高压输变电公司顾仁华同志编写。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，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 有载分接开关	1
第二节 变压器的大小修	35
第三节 变压器的反事故措施	55
复习题	61
第二章 互感器	63
第一节 电流互感器	63
第二节 电压互感器	67
第三节 互感器故障处理及反事故措施	71
第四节 SF ₆ 气体绝缘互感器	73
复习题	77
第三章 消弧线圈、电抗器及其他	79
第一节 消弧线圈的交接、预防性试验 项目及标准	79
第二节 电抗器的交接、预防性 试验项目及标准	81
第三节 并联电容器	86
复习题	87
第四章 高压断路器	89

第一节	SF ₆ 气体断路器	89
第二节	SF ₆ 气体管理	95
第三节	SF ₆ 断路器解体检修	116
第四节	GIS 组合电器	124
复习题		130
第五章	过电压保护与防污闪	133
第一节	变电所的过电压保护装置	133
第二节	变电所的防污闪	137
第三节	避雷器的交接及预防性试验	144
复习题		149

第一章 变 压 器

第一节 有 载 分 接 开 关

一、有载分接开关的结构与分类

有载分接开关就其结构形式可以简单地分为复合式有载分接开关和组合式有载分接开关。

组合式有载分接开关由下述主要部件构成：

组合式有载分接开关	切 换 开 关	快速机构（弹簧储能释放）——切换开关动力源
		切换机构——转换负荷电流
		过渡电阻器——桥接过渡电路中的支路
		油室——防止油室内油污与变压器本体油相混
	分 接 选 择 器	级进传动机构（槽轮机构）——选择器的动力源
		触头系统——选择分接头
		转换选择器——扩大调压级数
	电 动 机 构	齿轮传动机构——分接开关传动的动力源
		分接位置控制的指示机构——控制和指示分接位置
		伞齿轮箱和传动轴——与分接开关的联结装置

复合式有载分接开关把组合式有载分接开关的切换开关和分接选择器的性能合二为一，因此，结构上是把切换开关的切换机构与分接选择器触头系统合并，形成选择开关的切换机构，其他部件与组合式有载分接开关几乎保持不变。

（一）复合式有载分接开关的结构

复合式有载分接开关由选择开关本体 1 和油室 2 组成。选择开关本体由储能机构、操作轴、切换组件（触头系统）、

过渡电阻组成。油室由分接开关头、绝缘筒、筒底组成。FY型有载分接开关为复合式有载分接开关，其外形结构如图 1-1 所示。

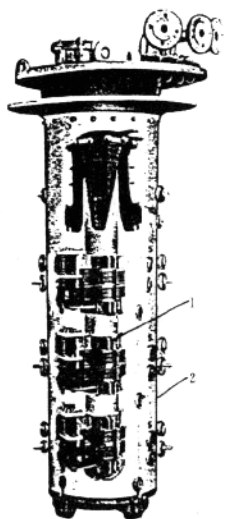


图 1-1 复合式有载分接开关外形结构

1—选择开关本体；2—油室

1. 储能机构

选择开关的动作由储能机构来实现，储能机构由储能拉簧、释放曲柄、180°空闲联轴器、带位置指示盘的棘轮、选择开关转换选择器凸轮、槽轮、槽轮拨槽件、转换选择器操作曲柄、圆形基板等组成。

2. 操作轴

选择开关操作轴由绝缘管制成（Y 接开关下段为钢管），它的上端装有一个三爪联轴器，与储能机构的槽轮相连接，下端装一轴承座，安放在油室底部轴承中心上。管内装有均压罩，中心装有抽油管，使操作轴固定在轴承中心上。

转换选择器和切换开关切换组件分别装在操作轴上，操作轴既是转动轴，带动转换选择器和选择开关切换组件动作，又是开关主绝缘，承受开关对地的绝缘。

3. 切换组件（触头系统）

切换组件由转换选择器动触头系统和选择开关动触头系统组成。

转换选择器动触头系统由三只绝缘弧形板和双开口夹片式动触头组成，均匀地定位在操作轴上部，它只在需要极性

变换时动作。

选择开关动触头系统每一相由 1 个输出触头、1 个主触头、1 个主通断触头，2 个过渡触头组成。过渡触头为铜钨合金制成，以提高触头寿命。触头均为滚转式，在切换过程中，触头绕着操作轴中心公转的同时，触头自转，为双电阻过渡滚柱式切换方式。

输出触头与导流环长期接触，输出触头和主触头是选择开关长期通电的载流导体，主通断触头和过渡触头只在切换开关选择过程中起作用。

4. 过渡电阻

过渡电阻利用电阻管和绝缘骨架固定在操作轴上，起切换过程中的限流和桥接作用。

5. 分接开关头

分接开关头由头部法兰、头盖、头部圆锥齿轮传动装置，分接位置观察窗、溢油螺钉、爆破盖等组成。

分接开关头部法兰上有四个连接法兰，其中两个带有弯管。一个弯管通过气体继电器与储油柜相连，另一个弯管与开关内抽油管相连，抽油管一直伸入油室底部，用来吸油。其余两个法兰用来接滤油管道，使滤过的油送回开关油室，以及作为变压器溢油排气用。

分接开关头盖上装有爆破盖及圆锥齿轮传动装置、分接变换指示观察窗、溢油排气螺钉。头盖采用 O 形密封圈来密封。

6. 绝缘筒

绝缘筒为环氧玻璃纤维筒，其上端与头部法兰相连，下端与筒底相连，绝缘筒与头部法兰用铆钉连成一体，绝缘筒与筒底用 4 个螺栓连接，上下均采用 O 形密封圈密封。绝缘筒上装有转换选择器静触头和选择开关静触头、导流环及接