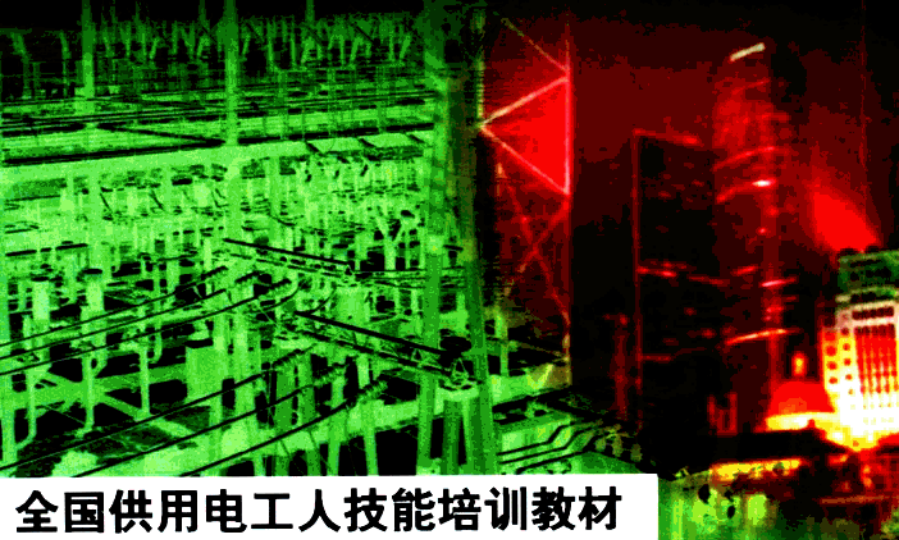




全国供用电工人技能培训教材

电气试验与油化验

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訓教材

电气试验与油化验

中级工

主编：汪学勤 许书燕

主审：李长益 李德伟

参编：（按编写章序排列）

杨德华 江和顺 张开明

董其国 赖汝荣 安丰顺

郭景阳

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《电气试验与油化验》中级工分册,全书包括电气试验和油化验两篇,循序渐进、由浅入深地讲述了电气设备试验与油化验的方法和各种性能、特性、参数的测量以及设备诊断技术。全书内容通俗易懂,系统性、实用性强。

本书作为供电类变电专业《电气试验与油化验》的中级工培训教材,也可供从事电气试验与油化验的初、高级工和有关工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

电气试验与油化验/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 7-80125-771-5

I. 电… II. 中… III. ①电气设备-试验-技术培训-教材
②电器-液体绝缘材料-化学实验:检验-技术培训-教材 IV.
TM506

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 30366 号

电气试验与油化验(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)

北京市梨园彩印厂印刷 各地新华书店经售

*

1999 年 5 月第一版 2002 年 1 月北京第三次印刷

787 毫米×1092 毫米 32 开本 11 印张 238 千字

印数 8001-11000 全三册定价 56.00 元(本册 20.00 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 蒋贻吉 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
作	人	员	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

为了认真贯彻“科技兴电”战略，全面提高供电职工队伍的素质，以培养电力生产职业型、技能型人才为目的，中国电力企业家协会供电分会同中国电力出版社组织了《全国供用电工人技能培训教材》的编写任务。《电气试验与油化验》由合肥供电局主编，郑州电业局、常州供电局、南通供电局、大同供电局参编。

本套书设初级工、中级工、高级工三个分册，每分册第一篇讲授“电气试验”，第二篇讲授“油化验”。本书从应用角度全面系统地介绍了供电企业所属电气设备的试验与油化验。全书重点突出、实用性强。初、中级工侧重介绍知识理解与试验方法的熟练掌握，高级工介绍侧重应用与综合分析判断能力。

本套书共三十五章，其中初级工分册六章，中级工分册十四章，高级工分册十五章。每章后均附有复习题。各分册的主要内容包括：

初级工分册：介绍电气设备试验的基本知识和基本方法、35（60）kV及以下电气设备常规试验、绝缘油、气相色谱法的一般知识、六氟化硫气体。

中级工分册：介绍电介质的基本知识、常用高压电气设备绝缘及结构特点、常用的仪器、电气设备的绝缘试验方法和特性试验、过电压和绝缘配合的一般知识、试验工作实例、绝缘油的性质及常规试验、新油验收与管理、运行油的防劣措施、绝缘油的净化和再生、油的色谱分析、六氟化硫气体。

高级工分册：介绍电介质的老化与击穿、电气设备的特殊试验、电气设备常见故障及其原因分析、线路工频参数及接地装置工频参数的测量、消弧线圈伏安特性和系统电容电流的测量、电网谐波测量、主变压器保护简介、电力设备绝缘带电测量和在线监测、绝缘油的炼制与氧化安定性、绝缘油监督、变压器油的吸附处理、充油设备故障诊断、六氟化硫气体。

参加本套书编写的有汪学勤、杨德华（“电气试验”初级工第一～三章）、江和顺（“电气试验”中级工第一～七章）、张开明（“电气试验”高级工第一～八章）、董其国、江和顺（“电气试验”高级工第九章）、赖汝荣（初、中、高级工中关于“断路器”部分章节）、安丰顺（初、中、高级工中关于“电气设备试验工作实例”部分章节）、许书燕、郭景阳（“油化验”初级工第四～六章，中级工第八～十四章、高级工第十～十五章）。

本书为全国供用电工人技能培训教材之一，可作为供电类变电专业电气试验与油化验的初级工、中级工、高级工培训教材，也可作为相关工种的工人及有关工程技术人员学习参考。

全书《电气试验》篇由合肥供电局汪学勤主编，江苏省电力试验研究所李长益主审；“油化验”篇由合肥供电局许书燕主编，江苏省电力试验研究所李德伟主审。主审人提出了许多宝贵意见，在此特致衷心感谢，由于编者水平所限，书中错漏在所难免，欢迎广大读者批评指正。

编 者

1998年5月



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

第一篇 电 气 试 验

第一章	电介质的基本知识	1
第一节	电介质的极化.....	1
第二节	电介质的电导.....	5
第三节	电介质的损耗及其等值电路	12
复习题		16
第二章	常用高压电气设备绝缘	
	及结构简介	18
第一节	变压器的绝缘简介	18
第二节	断路器的绝缘简介	25
第三节	高压电容式套管的绝缘	29
第四节	常用其他高压电气设备结构简介	32
复习题		43
第三章	常用的仪器及其保管	45
第一节	常用仪器的工作原理	45
第二节	仪器的保管	55
复习题		55
第四章	电气设备的绝缘试验方法	57

第一节	介质损耗因数 $\tan\delta$ 的测量	59
第二节	局部放电试验	76
第三节	电容式电压互感器 (CTV) 介质损耗 因数 $\tan\delta$ 的测量	93
第四节	用末端屏蔽法测量串激式电压互感器的 绕组及支架介质损耗因数 $\tan\delta$ 方法	97
第五节	35kV 环氧树脂浇注式电流互感器局部 放电测量方法	103
复习题		107
第五章	电气设备的特性试验	109
第一节	变压器的特性试验	109
第二节	互感器的特性试验	133
第三节	高压断路器的特性试验	139
第四节	阀型避雷器的非线性系数测量	153
复习题		155
第六章	过电压和绝缘配合的一般 知识	157
第一节	概述	157
第二节	电力系统绝缘配合知识	172
复习题		174
第七章	电气设备试验工作实例	177
第一节	220kV 电磁式电压互感器的交接试验	177
第二节	110~220kV 少油断路器大修后试验	182
第三节	单相空载试验查找大型变压器铁心故障	185
第四节	110kV 以上互感器局部放电试验	189
复习题		191

第二篇 油 化 验

第八章 绝缘油的性质及常规试验	194
第一节 凝点和倾点.....	194
第二节 界面张力.....	198
第三节 水分.....	202
第四节 氧化安定性.....	208
第五节 绝缘油的介质损耗因数.....	214
第六节 绝缘油的体积电阻率.....	221
第七节 油的相容性 (混油)	225
复习题.....	227
第九章 新油验收和管理	229
第一节 新油的验收.....	229
第二节 库存油的管理.....	233
复习题.....	234
第十章 运行油的防劣措施	235
第一节 概述.....	235
第二节 安装热虹吸器.....	235
第三节 安装隔膜密封装置.....	238
第四节 变压器的防潮.....	243
第五节 添加抗氧化剂.....	244
复习题.....	251
第十一章 绝缘油的净化和再生	253
第一节 真空过滤法.....	253
第二节 硫酸—白土法.....	256
复习题.....	261

第十二章 气相色谱法的有关

知识介绍.....	263
-----------	-----

第一节 色谱柱.....	263
--------------	-----

第二节 鉴定器（检测器）.....	269
-------------------	-----

第三节 色谱流出曲线概念及色谱理论.....	278
------------------------	-----

第四节 定性和定量分析方法.....	284
--------------------	-----

复习题.....	288
----------	-----

第十三章 油的色谱分析

第一节 概述.....	290
-------------	-----

第二节 从电器设备中取样.....	292
-------------------	-----

第三节 从油中脱出溶解气体.....	295
--------------------	-----

第四节 气体分析方法.....	300
-----------------	-----

第五节 油中气体分析结果表示方法及其计算.....	303
---------------------------	-----

第六节 试验结果的判断.....	308
------------------	-----

复习题.....	314
----------	-----

第十四章 六氟化硫气体

第一节 SF_6 气体的基本性质	315
---------------------------------	-----

第二节 SF_6 气体的电气绝缘特性	317
-----------------------------------	-----

第三节 SF_6 气体的灭弧特性	321
---------------------------------	-----

第四节 SF_6 气体的毒性	324
-------------------------------	-----

第五节 SF_6 气体中湿度监督	325
---------------------------------	-----

第六节 SF_6 气体的监督管理	328
---------------------------------	-----

复习题.....	330
----------	-----