



技能型人才培养用书

国家职业资格培训教材

值班电工 (中级)

国家职业资格培训教材编审委员会 编

冯大刚 主编



依据 **劳动和社会保障部**

制定的《国家职业标准》要求编写



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



技能型人才培养用书
国家职业资格培训教材

值班电工(中级)

国家职业资格培训教材编审委员会 编
冯大刚 主编



机械工业出版社

本书是依据《国家职业标准》中级变配电室值班电工的知识要求和技能要求,按照岗位需要的原则编写的。本书的主要内容包括:监盘与抄表、巡回检查、倒闸操作、异常运行与事故处理、低压电器及其维护等。书末附有与之配套的试题库和答案,以便于企业培训、考核鉴定和读者自测自查。

本书主要用作企业培训部门、职业技能鉴定培训机构、再就业和农民工培训机构的教材,也可作为技校、中职、各种短训班的教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

值班电工(中级)/冯大刚主编. —北京:机械工业出版社, 2009. 9

国家职业资格培训教材

ISBN 978-7-111-27705-7

I. 值… II. 冯… III. 变电所—配电系统—电工—技术培训—教材 IV. TM63

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 118457 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:王振国 版式设计:霍永明

责任校对:刘怡丹 责任印制:李妍

北京铭成印刷有限公司印刷

2009 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

148mm×210mm·8.625 印张·245 千字

0001—4000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-27705-7

定价:21.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010)88379083

封面无防伪标均为盗版

国家职业资格培训教材

编审委员会

主 任	于 珍			
副 主 任	郝广发	李 奇	洪子英	
委 员	(按姓氏笔画排序)			
	王 蕾	王兆晶	王英杰	王昌庚
	田力飞	刘云龙	刘书芳	刘亚琴(常务)
	朱 华	沈卫平	汤化胜	李春明
	李家柱	李晓明	李超群(常务)	
	李培根	李援璵	吴茂林	何月秋(常务)
	张安宁	张吉国	张凯良	陈业彪
	周新模	郑 骏	杨仁江	杨君伟
	杨柳青	卓 炜	周立雪	周庆轩
	施 斌	荆宏智(常务)		柳吉荣
	徐 彤(常务)	黄志良	潘 茵	
	潘宝权	戴 勇		
顾 问	吴关昌			
策 划	李超群	荆宏智	何月秋	
本书主编	冯大刚			
本书参编	吕志香	唐明军	范丛山	杨润贤
本书主审	王 斌			

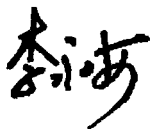
序 一

当前和今后一个时期，是我国全面建设小康社会、开创中国特色社会主义事业新局面的重要战略机遇期。建设小康社会需要科技创新，离不开技能人才。“全国人才工作会议”“全国职教工作会议”都强调要把“提高技术工人素质、培养高技能人才”作为重要任务来抓。当今世界，谁掌握了先进的科学技术并拥有大量技术娴熟、手艺高超的技能人才，谁就能生产出高质量的产品，创出自己的名牌；谁就能在激烈的市场竞争中立于不败之地。我国有近一亿技术工人，他们是社会物质财富的直接创造者。技术工人的劳动，是科技成果转化成为生产力的关键环节，是经济发展的重要基础。

科学技术是财富，操作技能也是财富，而且是重要的财富。中华全国总工会始终把提高劳动者素质，作为一项重要任务，在职工中开展的“当好主力军，建功‘十一五’，和谐奔小康”竞赛中，全国各级工会特别是各级工会职工技协组织注重加强职工技能开发，实施群众性经济技术创新工程，坚持从行业和企业实际出发，广泛开展岗位练兵、技术比赛、技术革新、技术协作等活动，不断提高职工的技术技能和操作水平，涌现出一大批掌握高超技能的能工巧匠。他们以自己的勤劳和智慧，在推动企业技术进步，促进产品更新换代和升级中发挥了积极的作用。

欣闻机械工业出版社配合新的《国家职业标准》，为技术工人编写了这套涵盖41个职业的172种“国家职业资格培训教材”。这套教材由全国各地技能培训和考评专家编写，具有权威性和代表性；将理论与技能有机结合，并紧紧围绕《国家职业标准》的知识点和技能鉴定点编写，实用性、针对性强；既有必备的理论和技能知识，又有考核鉴定的理论和技能题库及答案，编排科学、便于培训和检测。

这套教材的出版非常及时，为培养技能型人才做了一件大好事，我相信这套教材一定会为我们培养更多更好的高技能人才做出贡献！



（李永安 中国职工技术协会常务副会长）

序 二

为贯彻“全国职业教育工作会议”和“全国再就业会议”精神，落实国家人才发展战略目标，促进农村劳动力转移培训，全面推进技能振兴计划和高技能人才培养工程，加快培养一大批高素质的技能型人才，我们精心策划了这套与劳动和社会保障部最新颁布的《国家职业标准》配套的“国家职业资格培训教材”。

进入 21 世纪，我国制造业在世界上所占的比重越来越大，随着我国逐渐成为“世界制造业中心”进程的加快，制造业的主力军——技能人才，尤其是高级技能人才的严重缺乏已成为制约我国制造业快速发展的瓶颈，高级蓝领出现断层的消息屡屡见诸报端。据统计，我国技术工人中高级以上技工只占 3.5%，与发达国家 40% 的比例相去甚远。为此，国务院先后召开了“全国职业教育工作会议”和“全国再就业会议”，提出了“三年 50 万新技师的培养计划”，强调各地、各行业、各企业、各职业院校等要大力开展职业技术培训，以培训促就业，全面提高技术工人的素质。那么，开展职业培训的重要基础是什么呢？

众所周知，“教材是人们终身教育和职业生涯的重要学习工具”。顾名思义，作为职业培训的重要基础，职业培训教材当之无愧！编写出版优秀的职业培训教材，就等于为技能培训提供了一把开启就业之门的金钥匙，搭建了一座高技能人才培养的阶梯。

加快发展我国制造业，作为制造业龙头的机械行业责无旁贷。技术工人密集的机械行业历来高度重视技术工人的职业技能培训工
作，尤其是技术工人培训教材的基础建设工作，并在几十年的实践中积累了丰富的教材建设经验。作为机械行业的专业出版社，机械工业出版社在“七五”、“八五”、“九五”期间，先后组织编写出版了“机械工人技术理论培训教材”149 种，“机械工人操作技能培训教材”85 种，“机械工人职业技能培训教材”66 种，“机械工业技

师考评培训教材”22种,以及配套的习题集、试题库和各种辅导性教材约800种,基本满足了机械行业技术工人培训的需要。这些教材以其针对性、实用性强,覆盖面广,层次齐备,成龙配套等特点,受到全国各级培训、鉴定和考工部门和技术工人的欢迎。

2000年以来,我国相继颁布了《中华人民共和国职业分类大典》和新的《国家职业标准》,其中对我国职业技术工人的工种、等级、职业的活动范围、工作内容、技能要求和知识水平等根据实际需要进行了重新界定,将国家职业资格分为5个等级:初级(5级)、中级(4级)、高级(3级)、技师(2级)、高级技师(1级)。为与新的《国家职业标准》配套,更好地满足当前各级职业培训和技术工人考工取证的需要,我们精心策划编写了这套“国家职业资格培训教材”。

这套教材是依据劳动和社会保障部最新颁布的《国家职业标准》编写的,为满足各级培训考工部门和广大读者的需要,这次共编写了41个职业172种教材。在职业选择上,除机电行业通用职业外,还选择了建筑、汽车、家电等其他相近行业的热门职业。每个职业按《国家职业标准》规定的工作内容和技能要求编写初级、中级、高级、技师(含高级技师)四本教材,各等级合理衔接、步步提升,为高技能人才培养搭建了科学的阶梯型培训架构。为满足实际培训的需要,对多工种共同需求的基础知识我们还分别编写了《机械制图》、《机械基础》、《电工常识》、《电工基础》、《建筑装饰识图》等近20种公共基础教材。

在编写原则上,依据《国家职业标准》又不拘泥于《国家职业标准》是我们这套教材的创新。为满足沿海制造业发达地区对技能人才细分市场的需求,我们对模具、制冷、电梯等社会需求量大又已单独培训和考核的职业,从相应的职业标准中剥离出来单独编写了针对性较强的培训教材。

为满足培训、鉴定、考工和读者自学的需要,在编写时我们考虑了教材的配套性。教材的章首有培训要点、章末配复习思考题,书末有与之配套的试题库和答案,以及便于自检自测的理论和技能模拟试卷,同时还根据需求为20多种教材配制了VCD光盘。

增加教材的可读性、提升教材的品质是我们策划这套教材的又一亮点。为便于培训、鉴定、考工部门在有限的时间内把最需要的知识和技能传授给学员，同时也便于学员抓住重点，提高学习效率，对需要掌握的重点、难点、考点和知识鉴定点加有旁白提示并采用双色印刷。

为扩大教材的覆盖面和体现教材的权威性，我们组织了上海、江苏、广东、广西、北京、山东、吉林、河北、四川、内蒙古等地相关行业从事技能培训和考工的 200 多名专家、工程技术人员、教师、技师和高级技师参加编写。

这套教材在编写过程中力求突出“新”字，做到“知识新、工艺新、技术新、设备新、标准新”；增强实用性，重在教会读者掌握必需的专业知识和技能，是企业培训部门、各级职业技能鉴定培训机构、再就业和农民工培训机构的理想教材，也可作为技工学校、职业高中、各种短训班的专业课教材。

在这套教材的调研、策划、编写过程中，曾经得到广东省职业技能鉴定中心、上海市职业技能鉴定中心、江苏省机械工业联合会、中国第一汽车集团公司以及北京、上海、广东、广西、江苏、山东、河北、内蒙古等地许多企业和技工学校的有关领导、专家、工程技术人员、教师、技师和高级技师的大力支持和帮助，在此谨向为本套教材的策划、编写和出版付出艰辛劳动的全体人员表示衷心的感谢！

教材中难免存在不足之处，诚恳希望从事职业教育的专家和广大读者不吝赐教，提出批评指正。我们真诚希望与您携手，共同打造职业培训教材的精品。

国家职业资格培训教材编审委员会

前 言

为进一步提高变配电室值班电工的基本素质和专业技能，增强各级、各类职业学校在校生的就业能力，满足本工种职业技能培训、考核、鉴定等工作的迫切需要，我们组织了部分经验丰富的高级工程师和教授编写了《值班电工》培训教材。

《值班电工》培训教材共分四册，即初级工、中级工、高级工、技师和高级技师。教材以劳动和社会保障部制定的国家职业标准《变配电室值班电工》为编写依据，涵盖了值班电工应掌握的基本理论知识和操作技能，涉及了大量现行国家标准和行业规范。在编写过程中以满足实用和够用为原则，力求浓缩、精炼、科学和规范。本书采用双色套印，突出学习重点和考核要点，请读者在学习时注意把握。

本册教材由冯大刚主编，并编写了第一章、试题库以及模拟试卷样例，第二章由吕志香编写，第三章由唐明军编写，第四章由范丛山编写，第五章由杨润贤编写，由王斌主审。

另外，编者在编写过程中参阅了大量的标准和规范以及相关教材和技术资料，并选用了部分图表，在此向原作者表示衷心的感谢。如有不敬之处，恳请见谅。

由于教材知识面覆盖范围较广，涉及标准、规范较多，加之时间仓促、作者水平所限，书中难免存在缺点和不足，敬请各位同行、专家和广大读者批评指正，以期再版时臻于完善。

编 者

目 录

M U L U

序一

序二

前言

第一章 监盘与抄表	1
第一节 变配电所控制室	1
一、变配电所控制室设备的布置	1
二、变配电所控制屏的布置	3
三、继电保护屏的布置	3
四、二次回路的特点和分类	3
五、二次回路接线图及编号	4
第二节 测量仪表	8
一、测量仪表的作用	8
二、测量仪表的结构与原理	8
第三节 运行日志	23
一、运行日志的种类	23
二、各种运行日志的填写	24
复习思考题	28
第二章 巡回检查	29
第一节 互感器的检查	29
一、电流互感器的检查	30
二、电压互感器的检查	31
第二节 直流系统的检查	33
一、直流系统的类型	33

二、蓄电池的工作原理	33
三、二极管整流的工作原理	34
四、蓄电池组直流系统的工作原理	37
五、硅整流直流系统的工作原理	45
第三节 继电保护及电气二次回路的检查	48
一、继电保护的种类	48
二、线路及变压器继电保护的接线方式	49
三、电气二次回路的屏面布置图	50
四、电气二次回路的检查内容	54
第四节 巡回检查技能训练实例	54
训练1 10kV 仪用电流互感器的安装	54
训练2 电压互感器的操作	55
训练3 GVAZ 系列硅整流直流系统的开机与停机	56
训练4 继电保护装置的校验与检查	56
复习思考题	57
第三章 倒闸操作	58
第一节 倒闸操作前的准备	58
一、断路器的控制电路及其操作注意事项	58
二、主接线的运行方式	64
三、隔离开关的操作注意事项	69
四、倒闸操作票的填写及操作注意事项	71
第二节 变压器倒闸操作	74
一、变压器的正常运行方式	74
二、变压器的异常运行和常见故障分析	78
三、变压器倒闸操作注意事项	82
第三节 母线倒闸操作	83
一、母线的作用、材料及类型	83
二、母线的布置	85
三、母线倒闸操作注意事项	85
第四节 倒闸操作技能训练实例	86

训练 1 变压器的停、送电操作	86
训练 2 母线的停、送电操作	89
复习思考题	91
第四章 异常运行与事故处理	92
第一节 电压降低的处理	92
一、电压降低的原因	92
二、电压调整的方法	93
三、电压降低的处理方法	95
第二节 单相接地故障的检查及处理	97
一、中性点的接地方式	97
二、交流绝缘监察装置的接线方式	97
三、单相接地故障的原因及处理方法	98
四、单相接地与单相熔断器熔断的区别	101
第三节 变压器故障的检查及处理	101
一、气体保护和差动保护	101
二、变压器故障的检查	103
三、变压器故障的处理	106
第四节 线路故障的检查及处理	118
一、电力电缆的事故处理	118
二、输电线路的事故处理	124
第五节 异常运行监视及事故处理技能训练实例	127
训练 1 单相接地故障的查找	127
训练 2 变压器重度气体保护动作故障的处理	128
训练 3 电力电缆故障点的查找	128
训练 4 电力电缆绝缘电阻和吸收比的测量	129
复习思考题	129
第五章 低压电器及其维护	130
第一节 接触器及其维护	130
一、接触器控制电路及其检查	130

二、接触器的检查及故障处理	134
第二节 低压断路器及其维护	138
一、低压断路器的基本知识	138
二、低压断路器的检查及故障处理	141
第三节 熔断器及其维护	145
一、低压熔断器的基本知识	145
二、熔断器的选用原则	147
三、熔断器的检查及故障处理	149
第四节 照明电路及其维护	151
一、照明电路的接线方式	151
二、室内照明电路的接线	157
三、照明电路的保护方式	161
四、照明电路的检查	162
第五节 电动机及其维护	167
一、电磁感应的基本原理	167
二、三相异步电动机的基本原理	168
三、三相异步电动机的基本结构	171
四、三相异步电动机的检查	178
第六节 低压电器及其维护技能训练实例	180
训练1 交流接触器的拆卸、组装和检测	180
训练2 照明电路的安装	181
训练3 三相异步电动机的接线	184
复习思考题	186
试题库	188
知识要求试题	188
一、判断题 试题(188) 答案(230)	
二、选择题 试题(193) 答案(230)	
三、简答题 试题(202) 答案(231)	
四、作图题 试题(206) 答案(253)	
技能要求试题	208

一、SF ₆ 型断路器的巡视与检查	208
二、6kV 电压互感器的巡视与检查	209
三、二次回路的巡视与检查	210
四、值班记录的填写	211
五、ZC 系列绝缘电阻表的使用	212
六、高压验电器的使用	213
七、高压电机绝缘的测量	214
八、用万用表低压交流定相	215
九、填写“送 1#变压器，停低压母联”操作票	215
十、填写“送低压母联，停 1#变压器”操作票	217
十一、6kV 开关送电倒闸操作	218
十二、办理“1#变压器开关小修”工作票	219
十三、办理“1#线路开关小修”工作票	221
十四、所用变压器故障跳闸的处理	222
十五、断路器合闸失灵原因的查找	223
十六、6kV 电压互感器一次熔断器熔断的处理	224
模拟试卷样例	226
参考文献	261

第一章

监盘与抄表



培训学习目标 熟悉变配电所控制室设备的布置,熟悉变配电控制盘电气二次回路的接线图和安装图,掌握常用电工仪表的结构、作用与使用,理解指示仪表的结构和工作原理,理解指示仪表的布置和绝缘监测装置的作用,能正确填写各种运行日志。

第一节 变配电所控制室

一、变配电所控制室设备的布置

一般 35 ~ 110kV 的变配电所设有控制室和值班室。控制室是整个变配电所的控制中心,是运行值班人员工作的场所,又是全所电缆汇集的中心。

控制室一般毗邻于 10 ~ 35kV 配电室。根据规模和需要可以布置成平房、两层或三层建筑。控制屏和继电器屏可采用共用一室布置的形式,也可采用分隔为两室布置的形式。中小型变配电所一般采用前者。

控制室的设备一般包括操作台、保护屏、控制屏、继电器屏、信号屏、计量屏、直流屏、进出线屏、所内装置模拟屏、UPS 屏等,并配有电缆沟或电缆桥架。控制室内均为低压设备,它是通过电缆沟或电缆桥架将系统中的所有电气信号及参数引到控制室内相应的屏或柜内,以便进行控制、保护、报警或计量。



控制室内对屏的布置要求是：运行、调试方便；控制电缆路径短；整齐美观；避免眩光和西晒；既要满足近期的需要，又要考虑到发展的可能。控制室内，一般将能直接监视变电所运行状态的控制屏放在前排，便于值班人员监视，如进出线屏、直流屏、计量屏；而将继电器屏等二次柜放在后几排。

10 ~ 35kV 配电装置的继电保护和计量仪表，可安装在相应的开关柜上，能够实现就地操作，信号装置设在值班室内；当有必要时也可在控制室集中操作与控制室内设置集中的事故和预告等信号装置。

各种屏的排列方式视屏的数量多少而定，常采用 L 形或一字形布置。控制屏和信号屏布置在正面，直流屏及计量屏一般布置在侧面或正面边上。

控制室的布置如图 1-1 所示。控制屏上的模拟接线应清晰，并尽量与实际配置相对应。

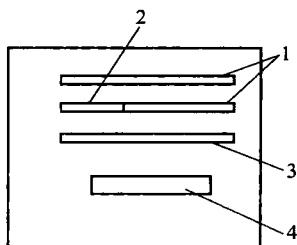


图 1-1 控制室的布置

控制室各屏间及通道距离可参考表 1-1 所列尺寸。在工程设计中应根据房间的大小，屏的排列长度可作适当的调整。

1—直流屏 2—继电器屏 3—控制屏 4—值班台

表 1-1 控制室各屏间及通道距离 (单位:mm)

简 图	符 号	名 称	一般值	最小值
	b_1	屏正面——屏背面	1300 ~ 1500	1200
	b_2	屏背面——墙	1000 ~ 1200	800
	b_3	屏边——墙	1000 ~ 1200	800
	b_4	主屏正面——墙	3000	—

变电所控制室的布置形式，因变电所的实际情况各不相同，其



屏的布置方案也有所不同。

二、变配电所控制屏的布置

变电所的控制柜是保证电力系统安全经济运行的重要设备，用于变电所值班人员监控设备的运行状况，由控制柜获得的计量数据也是统计负荷、积累技术资料 and 计算生产指标等所需的基础数据的来源。控制屏上主要装有交流电流表、交流电压表、有功功率表、无功功率表、直流电流表、直流电压表、主变压器的温度表、功率因数表、三相有功电能表、三相无功电能表等。在控制屏上还有进行控制操作的合闸按钮、隔离开关、断路器及工作状态指示的分合闸指示灯、光字牌等。

变电所控制屏的屏面布置方案，主要应满足运行监视、操作方便的要求，也要考虑到便于检修工作。

三、继电保护屏的布置

继电保护屏是保证变电所正常运行的必不可少的装置。继电保护屏上装有电压继电器、电流继电器、时间继电器、中间继电器、信号继电器等。为了工作方便，一般将调试工作量较小的简单继电器，如电压、电流、时间等继电器布置在屏的上部，将调试工作量较大的复杂继电器，如差动、重合闸等继电器布置在屏的中部，而将信号继电器、连接片等布置在屏的下部。继电器与继电器之间应保持适当的距离，以便于拆装和调试。

四、二次回路的特点和分类

在变(配)电所中，连接电气设备的回路分为一次回路和二次回路。

1. 一次回路

一次回路，又叫做主回路、主接线、一次接线和一次系统。它是由一次设备，包括变压器、断路器、隔离开关、负荷开关、电抗器、高压熔断器、母线、电力电缆、输配电架空线路、避雷器、电流互感器、电压互感器等组成的。它担负着变换电压、输送电能、