

运行值班电工

实训课堂

胡家富 朱雨舟 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

运行值班电工

实训课堂

胡家富 朱雨舟 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书按照国家职业技能标准(变配电室值班电工)初、中级技能要求和低压运行电工的上岗技能要求进行编写,主要内容包括技能基础实训、技能专项实训和技能指导实训三个篇章。技能基础实训包括值班电工基础知识、电工基本操作、变电站监控作业基础、一次设备和配电装置巡回检查作业、变压器的运行与维护、倒闸基础作业、异常运行与一般事故处理等。技能专项实训包括三相异步电动机的运行与保护、变压器的异常运行处理与检测试验、倒闸典型作业、互感器的检查和维护、直流系统的检查和维护、继电保护和二次回路检查与维护、低压电器的维护与检修等。技能指导实训包括常见异常运行故障处理、电力电容器异常运行处理、熔断器和断路器故障处理、电流电压互感器故障处理、电力电缆运行检查与故障处理、电动机的检测检修与事故处理、照明电路的检测与故障处理、柴油发电机组的运行和监管等。

本书既适用于初学电工的求职人员和变配电运行值班电工上岗人员自学实训,也适用于低压运行电工岗位技能培训和职业技能鉴定。

图书在版编目(CIP)数据

运行值班电工实训课堂 / 胡家富, 朱雨舟编著. —北京: 中国电力出版社, 2014. 1

ISBN 978 - 7 - 5123 - 4854 - 7

I. ①运… II. ①胡… ②朱… III. ①电力系统运行 IV. ①TM732

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 200111 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 http: //www. cepp. sgcc. com. cn)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2014 年 1 月第一版 2014 年 1 月北京第一次印刷

710 毫米×980 毫米 16 开本 25.75 印张 535 千字

印数 0001—3000 册 定价 58.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签, 刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前言

运行值班电工实训 课堂



本书按国家职业技能标准（变配电室值班电工）初、中级的相关知识和技能要求进行编写，内容翔实，符合值班电工初学者的实际情况，为初学者提供一个模拟性的“课堂”，只要读者按本书的编写顺序认真学习、思考，便能接受到实训课堂类似的教学辅导，以弥补初学者没有机会进行专题、基础、专项、指导培训的缺陷。本书的实训课堂，是上岗培训和学习过程中注重实践操作的一种实用培训方式，对初学者而言，运行值班电工需要经过三个实训阶段。第一阶段是技能基础实训，主要目标是手把手教会运行值班电工应掌握的基本技能，通过实训领会相关的基础知识；第二阶段是技能专项实训，是通过一系列的专项实训，引导读者将基础知识和基本操作技能应用于典型的故障分析和维修工作中；第三阶段是技能指导实训，是采用现代远程指导性质的实训，目标是指导读者拓展思路，提高独立分析故障原因、综合应用基础知识和基本技能排除故障的能力，在内容编排上更贴近运行监控实际。本书采用篇、章，训练1、训练2……的方法进行编写，每章有内容导读，每个实训专题前有实训目标，每个训练安排了相关知识的传授和回顾、训练实例和实训内容，读者按三个训练阶段和73项训练科目顺序，坚持实践、循序渐进、触类旁通，便能便捷、牢固地掌握初、中级运行值班电工岗位的相关知识和必备技能。同时，在岗位实际工作中，本书的实例和实训，为解决运行值班电工监控的难题提供了有效的途径。本书的部分训练项目可借助仿真系统进行。

本书由胡家富主编，朱雨舟副主编，储伯兴、李国梁、纪长坤、李立均等参加编写，限于编者的水平，书中难免有疏漏之处，恳请广大读者批评指正。

目录

运行值班电工实训 课堂



前言

第一篇 技能基础实训

第一章

值班电工基础知识

专题 1	运行值班电工的职业要求	2
专题 2	电工电子技术常识	6
专题 3	电力生产和变配电常识	25
专题 4	变配电站和电气设备常识	32
专题 5	电气、电子线路图释读方法	39
专题 6	计算机基础和仿真训练方法	43
专题 7	运行值班电工安全常识	49
专题 8	变电站运行规范与相关法规常识	60

第二章

电工基本操作

训练 1	电工常用工具与仪表的使用	66
训练 2	导线截面积估算和绝缘层的去除与绝缘恢复	84

训练 3	导线的连接与架空线路的维护	97
训练 4	导线与接线桩和绝缘子的连接	102
训练 5	输电线路中性点接地方式和架空线路的防雷措施	108
训练 6	杆塔与登杆和登高作业	112

第三章

变电站监控作业基础

训练 7	变电站控制室设备的布置	119
训练 8	变电站控制屏和保护屏的布置	122
训练 9	变电站控制盘一次接线图的释读	129
训练 10	变电站二次接线图的释读	135

第四章

一次设备和配电装置巡回检查作业

训练 11	巡视检查常识及仪表与数据抄录	142
训练 12	一次系统运行监视与运行日志填写及执行	147
训练 13	断路器的检查巡视	154
训练 14	隔离开关的检查巡视	156
训练 15	绝缘监察装置的检查	157

第五章

变压器的运行与维护

训练 16	变压器的运行操作	161
训练 17	变压器的运行巡检	166
训练 18	变压器的维护保养	169

第六章

倒闸基础作业

训练 19	倒闸操作的作业要点	176
训练 20	线路停送电倒闸操作	180

第七章

异常运行与一般事故处理

训练 21	真空断路器异常运行判断	188
训练 22	隔离开关异常运行判断	192
训练 23	继电保护装置事故处理	196
训练 24	断路器控制电路事故处理	200

第二篇 技能专项实训

第八章

三相异步电动机的运行与保护

训练 25	三相异步电动机的起动与运行检查	208
训练 26	三相异步电动机的控制电路安装与调试	210
训练 27	三相异步电动机的接线与接地保护	213

第九章

变压器的异常运行处理与检测试验

训练 28	变压器的异常运行监视与故障处理	216
训练 29	变压器异常运行的故障处理	221
训练 30	变压器的检修检测与试验	224

第十章

倒闸典型作业

训练 31	变压器的停送电倒闸操作	230
训练 32	母线的停送电和切换倒闸操作	236
训练 33	断路器的倒闸操作	241

第十一章

互感器的检查和维护

训练 34	互感器的维护与保养	245
-------	-----------------	-----

训练 35	电压互感器的操作与检查	249
训练 36	电流互感器的安装和检查	253

第十二章

直流系统的检查和维护

训练 37	直流系统的检查与检测	257
训练 38	二极管整流电路工作原理与电路安装	261
训练 39	硅整流直流系统及其接线	265
训练 40	蓄电池组直流系统的检查与维护	269

第十三章

继电保护和二次回路检查与维护

训练 41	继电保护的配置和线路保护接线	272
训练 42	继电保护装置的校验与检查	274
训练 43	电气二次回路的巡检与维护	279

第十四章

低压电器的维护与检修

训练 44	低压电器的维护检修基本方法	283
训练 45	接触器和继电器的维护与检修	287
训练 46	低压断路器和负载开关的维护与检修	293
训练 47	热继电器和熔断器的维护与检修	298
训练 48	交流接触器的检修训练	303

第三篇 技能指导实训

第十五章

常见异常运行故障处理

训练 49	电压降低故障处理	310
训练 50	单相接地故障处理	314
训练 51	输电线路故障处理	316

训练 52	变压器故障处理	319
-------	---------------	-----

第十六章

电力电容器异常运行处理

训练 53	功率检测与电力电容器运行操作	325
训练 54	电容器异常运行巡查和检测	330

第十七章

熔断器和断路器故障处理

训练 55	低压熔断器的常见故障处理	333
训练 56	低压断路器的常见故障处理	335
训练 57	SF ₆ 型断路器的常见故障处理	338

第十八章

电流电压互感器故障处理

训练 58	电压互感器的故障处理	343
训练 59	电流互感器的故障处理	348

第十九章

电力电缆运行检查与故障处理

训练 60	电力电缆故障点的查找	354
训练 61	电力电缆的故障分析与检测	356
训练 62	电力电缆的事故处理	363

第二十章

电动机的检测检修与事故处理

训练 63	电动机的异常运行与事故处理	366
训练 64	电动机的拆卸与检修	368
训练 65	电动机的检测与试验	372

第二十一章

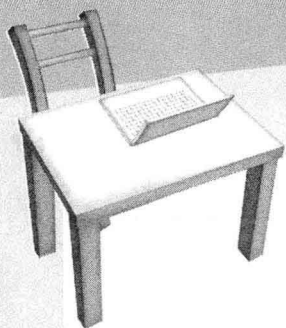
照明电路的检测与故障处理

训练 66	照明电路供电网络和配线方法	375
训练 67	照明电路施工图释读和检查方法	382
训练 68	照明电路的检修和常见故障处理	388

第二十二章

柴油发电机组的运行和监管

训练 69	柴油发电机组的结构组成及其各部分作用	391
训练 70	柴油发电机组的启动和停车	394
训练 71	柴油发电机组的运行与检查	396
训练 72	柴油发电机组的维护保养	398
训练 73	发电机组稳态参数及运行监察要点	399



第一篇

技能基础实训

导 言

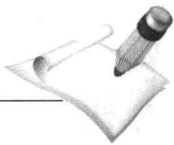
当你步入电力行业的变配电站,踏上运行值班电工的理想之岗时,你可能还没有意识到这是一个电力行业的智能型岗位,是一个知识密集、技能精湛的岗位和蓝领人才的殿堂。电能的生产、分配和输送与国民经济和人民生活密切相关。一名称职的运行值班电工,不仅需要具备高尚的职业道德,还需要具备扎实的知识和技能基础。当你面对变电站的各种变配电设备和计量仪表仪器及其运行状态显示和数据,当你面临变配电的各种运行状态,如果没有良好的基础技术素质和职业能力进行监控,就会直接影响供电的质量和安

全,甚至产生不可估量的损失。在变电站上岗的基础实训中,需要以高度的职业责任感和安全意识,严格要求自己,牢固掌握基础知识的专题传授,结合变电站值班电工岗位的各种基本作业内容,反复练习基础操作技能。对需要监护操作的内容,必须在监护人员的监护下进行练习。有条件的可以应用仿真演练的方法进行操作训练和事故处理预演。

一棵树苗长成参天大树,需要扎根土壤和恒久的辛勤培育,离不开阳光、雨露和空气;一名智能型人才的成长,需要通过刻苦的学习和操练奠定基础。当你学会了一个又一个专题的基础知识,掌握了一个又一个基本操作技能时,电力行业蓝领人才的殿堂就已经为你敞开了大门。

第一章

值班电工基础知识



内容导读

运行值班电工是电力行业智能型的岗位,上岗的电工必须了解岗位的职业要求、掌握运行值班电工岗位的相关知识和操作技能要求。运行值班电工需要熟悉和掌握电工电子技术基础、电气线路图和电子线路图的释读基础、变电站的设备和布置方式、电力系统生产和变配电及其输送方法、电工安全作业规程、变电站及其运行值班的有关法规等基础知识。



专题1 运行值班电工的职业要求



培训目标 了解运行值班电工岗位的职业技能标准以及运行值班电工的重要性,值班电工的主要任务和工作内容;熟悉运行值班电工完成岗位主要任务应具备的基本技能和相关知识。



一、变配电室值班电工职业定义

从事用于生活、生产的35kV及以下等级变配电设备监视、操作、维护和检修的人员。

二、初、中级值班电工的职业功能与基本工作内容

- (1) 监盘与抄表。包括监视变配电控制盘、抄表、填写运行日志等。
- (2) 巡回检查。包括检查一次电气设备、检查变压器、检查断路器、检查隔离开关等。
- (3) 倒闸操作。包括填写操作票、进行线路停送电操作。
- (4) 运行监控。包括变压器、开关设备、线路与电缆等的异常运行监控。
- (5) 事故处理。包括检查继电保护装置、断路器的控制回路、日常事故的处理等。
- (6) 低压电器及维护。包括接触器、低压断路器、熔断器、照明电路及电动机等。

的维护。

三、运行电工岗位职责

- (1) 严格遵守公司员工守则和各项规章制度。
- (2) 努力学习技术,熟练地掌握所辖区域内的供电方式状态、线路走向及所管辖设备的原理、技术性能及实际操作。
- (3) 努力做好设备的维修保养工作,做好防范小动物扰乱设备正常运行工作,确保安全运行。
- (4) 坚守岗位,定期巡视电气设备及水泵房,密切监视各仪表的工作情况。正确抄录各项数据并填好报表。
- (5) 对来人来电报修及时登记。
- (6) 值班长负责安排电工日常维修工作。
- (7) 负责与供电局的业务联系,并做好登记。
- (8) 发生事故时,值班人员应保持冷静头脑,按照操作规程及时排除故障。
- (9) 事故未排除不进行交接班,应上下两班协同工作,一般性设备故障应交代清楚并做好记录。
- (10) 请假、补休需在一天前报告主管工程师,并由主管安排合适的替班人。
- (11) 按规定的时间做好值班室内外清洁工作。

四、运行值班电工应掌握的基础知识

- (1) 电工学及电子技术基础知识。包括电与磁、直流电路、交流电路、电子元器件及电路、数字电路的基本知识。
- (2) 电力生产知识。包括电力工业的发展概况;发电厂的生产过程;电力系统及变电站的基本知识;电力系统中性点接地方式。
- (3) 电气设备知识。包括变压器的结构、原理及连接组别;互感器的结构及原理;电弧的基本理论;高压断路器及其操动机构的结构和原理;隔离开关及其操动机构的结构及原理;绝缘子、母线及电缆的知识;电力电容器;避雷器知识。
- (4) 识绘图知识。包括机械制图、零件图及设备原理图;电气一次接线图;电气二次回路图。
- (5) 计算机基础知识。包括计算机的组成及基本原理;计算机的功能及使用。
- (6) 其他必备知识。包括常用法定计量单位;安全用电知识;触电急救常识;常用材料、零件、油的知识;消防器材的使用常识;卫生、环保知识。
- (7) 法规知识。包括《电力法》中的有关内容;《安全法》中的有关内容;《劳动法》中的有关内容。

五、运行值班电工初、中级技能鉴定要求示例

运行值班电工初级职业技能标准包括职业功能、工作内容、技能要求和相关知识4个栏目。其中职业功能包括监盘与抄表、巡回检查、倒闸操作、运行监控、异常运行、事故处理,具体工作内容、技能要求和相关知识可参见有关标准,下面进行示例介绍。

【示例一】 初级职业功能“监盘与抄表”的工作内容“监视变配电控制盘”包括以下技能要求和相关知识。

(1) 技能要求。

- 1) 能看懂变电室的设备配置图。
- 2) 能看懂控制屏的屏面布置图。
- 3) 能看懂继电保护的屏面布置图。
- 4) 能看懂其他屏的屏面布置图。
- 5) 能完成本所一次设备、所用电、直流电等系统电气设备的监视。

(2) 相关知识。

- 1) 变电站控制室的布置。
- 2) 变配电控制盘二次回路图。
- 3) 变配电控制盘一次接线图。

【示例二】 初级职业功能“巡回检查”的工作内容“检查断路器”包括以下技能要求和相关知识。

(1) 技能要求。

- 1) 能进行断路器送电前的检查。
- 2) 能对运行中的油断路器进行检查。
- 3) 能对运行中的真空断路器进行检查。
- 4) 能对运行中的 SF₆ 断路器进行检查。

(2) 相关知识。

- 1) 断路器的灭弧原理。
- 2) 断路器的种类和各种断路器的总体结构。
- 3) 断路器的参数。
- 4) 断路器操动机构的分类和特点。
- 5) 断路器送电前的检查项目。
- 6) 断路器运行中的检查项目。
- 7) SF₆ 断路器的检查项目。

【示例三】 初级职业功能“倒闸操作”的工作内容“填写操作票”包括以下技能要求和相关知识。

(1) 技能要求。

- 1) 能准确地理解并按调度命令填写操作票。
- 2) 能默写变电站的运行方式。
- 3) 能在监护人监护下进行一般的倒闸操作。

(2) 相关知识。

- 1) 明确操作票填写规定和填写内容。
- 2) 倒闸操作的原则。
- 3) 倒闸操作的技术要领。
- 4) 倒闸操作的程序。
- 5) 运行方式的定义。



【示例四】 中级职业功能“巡回检查”的工作内容“检查直流系统”包括以下技能要求和相关知识。

(1) 技能要求。

- 1) 能对运行中的铅酸蓄电池组直流系统进行检查。
- 2) 能对运行中的镉镍蓄电池直流系统进行检查。
- 3) 能对运行中的硅整流直流系统进行检查。

(2) 相关知识。

- 1) 直流系统的类型。
- 2) 铅酸蓄电池的工作原理。
- 3) 镉镍蓄电池的工作原理。
- 4) 二极管整流工作原理。
- 5) 蓄电池组直流系统的工作原理。
- 6) 硅整流直流系统的工作原理。
- 7) 直流系统的检查内容。



【示例五】 中级职业功能“异常运行”的工作内容“寻找单相接地故障”包括以下技能要求和相关知识。

(1) 技能要求。能查找单相接地的故障。

(2) 相关知识。

- 1) 中性点的接地方式。
- 2) 交流绝缘监察装置的接线方式。
- 3) 单相接地故障的原因。
- 4) 单相接地与单相熔断器熔断的区别。



【示例六】 中级职业功能“事故处理”的工作内容“处理变压器故障”包括以下技能要求和相关知识。

(1) 技能要求。

- 1) 能根据差动保护和气体(瓦斯)保护动作情况查找变压器故障。
- 2) 能进行变压器的故障处理。

(2) 相关知识。

- 1) 差动保护和气体保护的原理、保护范围及动作后查找故障。
- 2) 变压器故障的试验项目和方法。
- 3) 变压器故障的分析方法。



【示例七】 中级职业功能“低压电器及维护”的工作内容“维护照明电路及电动机”包括以下技能要求和相关知识。

(1) 技能要求。

- 1) 能进行照明电路的接线布置。
- 2) 能进行双联开关及日光灯的接线。
- 3) 能对运行中的异步电动机进行检查。

(2) 相关知识。

- 1) 照明电路的接线方式。
- 2) 双联开关及日光灯的接线方式。
- 3) 电磁感应的基本原理。
- 4) 异步电动机工作的基本原理。
- 5) 异步电动机的结构。
- 6) 低压电器的保护方式。

专题2 电工电子技术常识



培训目标 了解晶体管和晶闸管的特性、数字逻辑电路的基本常识,掌握电工常用计量和计算知识;熟练掌握电工材料和交直流电、电功率、功率因数等的计量及计算方法。

一、电工常用计量计算知识

1. 电压

电压是电位差,是形成电流的原因。在电路中,电压常用 U 表示,电压的单位是伏(V)、毫伏(mV)、微伏(μV), $1\text{V} = 1000\text{mV}$, $1\text{mV} = 1000\mu\text{V}$ 。

2. 电流

电流是电荷的定向移动。在电路中,电流常用 I 表示。电流的大小和方向不随时

间变化的称为直流电；电流的大小和方向随时间变化的称为交流电。电流的单位是安（A）、毫安（mA）、微安（ μA ）， $1\text{A} = 1000\text{mA}$ ， $1\text{mA} = 1000\mu\text{A}$ 。

3. 电动势

电动势是反映电把其他形式的能量转换成电能的本领的物理量，电动势使电源两端产生电压。在电路中，电动势常用 E 表示。电动势的单位是伏（V）。

4. 电阻

电阻是电路中对电流产生阻碍作用并且造成能量消耗的器件。电阻常用 R 表示。电阻的单位是欧姆（ Ω ）。当电路两端的电压为 1V ，通过的电流为 1A 时，则该电路中的电阻为 1Ω 。计量高电阻时，可用千欧（ $\text{k}\Omega$ ）或兆欧（ $\text{M}\Omega$ ）为单位。 $1\text{k}\Omega = 1000\Omega$ ， $1\text{M}\Omega = 1000\text{k}\Omega$ 。

5. 电阻率

电阻率是电工计算中一个重要的物理量，不同材料的电阻率各不相同。电阻率的数值相当于这种材料制成长 1m 、截面积为 1mm^2 的导线，在温度 $+20^\circ\text{C}$ 时的电阻值。材料的电阻温度系数越大，材料的导电能力越差。常用导电材料的电阻率和电阻温度系数见表 1-1。

表 1-1 常用导电材料的电阻率和电阻温度系数 20 $^\circ\text{C}$

材 料	电阻率 ρ ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)	电阻温度系数 α ($1/^\circ\text{C}$)
碳	10.0	-0.000 5
铜	0.017 5	0.04
钨	0.055 1	0.04
铁	0.097 8	—
钢	0.13	0.006
银	—	0.003 6
铸铁	0.5	0.01
锰铜	0.065	0.000 005
铝	0.028 3	0.04
康铜	0.44	0.000 005

6. 电容

电容是衡量导体储存电荷能力的物理量。电容器储存电荷量的大小与电容器两端的电压成正比，若电压用 U 表示，电量用 Q 表示，电容用 C 表示，则电容 $C = Q/U$ 。电容的单位是法（F）、微法（ μF ）、皮法（ pF ）。 $1\text{F} = 10^6\mu\text{F}$ ， $1\mu\text{F} = 10^6\text{pF}$ 。

7. 电感

电感是衡量线圈产生电磁感应能力的物理量。给一个线圈通入电流，线圈周围就会产生磁场，线圈就有磁通量通过。通过线圈的电流越大，磁场就越强，通过线圈的磁通