

ZHIYE JINENG PEIXUN JIANDING JIAOCAI

■ 职业技能培训鉴定教材 ■

变配电室 值班电工

人力资源和社会保障部教材办公室组织编写 (中级)



中国劳动社会保障出版社

BIANPEIDIANSHI ZHIBAN DIANGONG

职业技能培训鉴定教材——变配电室值班电工系列

变配电室值班电工（初级）

■ 变配电室值班电工（中级）

变配电室值班电工（高级）

策划编辑：商晓晶

责任编辑：徐悦

责任校对：薛宝丽

封面设计：小邱

版式设计：朱姝

ISBN 978-7-5045-8221-8



9 787504 582218 >

定价：32.00元

ZHIYE JINENG PEIXUN JIANDING JIAOCAI

■ 职业 技能 培 训 鉴 定 教 材 ■

变配电室 值班电工 (中级)

编 者 陆颖铨 林 赞 林少山 美铃英
林 英
审 稿 邱潭生 岑 旭



中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

职业技能培训鉴定教材 / 中国劳动社会保障出版社. — 北京: 中国劳动社会保障出版社, 2010. — 1册. — (职业技能培训鉴定教材)

中国劳动社会保障出版社, 2010

职业技能培训鉴定教材

ISBN 978-7-5045-8221-8

I. 变… II. 人… III. 变电所-配电系统-电工-职业技能鉴定-教材 IV. TM63

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 064475 号

内 容 简 介

本教材由人力资源和社会保障部教材办公室组织编写。教材以《国家职业标准·变配电室值班电工》为依据，紧紧围绕“以企业需求为导向，以职业能力为核心”的编写理念，力求突出职业技能培训特色，满足职业技能培训与鉴定考核的需要。

本教材详细介绍了中级变配电室值班电工要求掌握的最新实用知识和技术。全书分为6个模块单元，主要包括：变配电室用电系统检查与维护，电气设备使用与维护，互感器运行检查，线路、变压器保护与配电系统自动化，母线与变压器倒闸操作，线路异常运行和事故处理。每一单元后安排了单元测试题及答案，书末提供了理论知识和操作技能考核试卷，供读者巩固、检验学习效果时参考使用。

本教材是中级变配电室值班电工职业技能培训与鉴定考核用书，也可供相关人员参加在职培训、岗位培训使用。

前 言

1994 年以来，劳动保障部职业技能鉴定中心、教材办公室和中国劳动社会保障出版社组织有关方面专家，依据《中华人民共和国职业技能鉴定规范》，编写出版了职业技能鉴定教材及其配套的职业技能鉴定指导 200 余种，作为考前培训的权威性教材，受到全国各级培训、鉴定机构的欢迎，有力地推动了职业技能鉴定工作的开展。

劳动保障部从 2000 年开始陆续制定并颁布了国家职业标准。同时，社会经济、技术不断发展，企业对劳动力素质提出了更高的要求。为了适应新形势，为各级培训、鉴定部门和广大受培训者提供优质服务，教材办公室组织有关专家、技术人员和职业培训教学管理人员、教师，依据国家职业标准和企业对各类技能人才的需求，研发了职业技能培训鉴定教材。

新编写的教材具有以下主要特点：

在编写原则上，突出以职业能力为核心。教材编写贯穿“以职业标准为依据，以企业需求为导向，以职业能力为核心”的理念，依据国家职业标准，结合企业实际，反映岗位需求，突出新知识、新技术、新工艺、新方法，注重职业能力培养。凡是职业岗位工作中要求掌握的知识和技能，均作详细介绍。

在使用功能上，注重服务于培训和鉴定。根据职业发展的实际情况和培训需求，教材力求体现职业培训的规律，反映职业技能鉴定考核的基本要求，满足培训对象参加各级各类鉴定考试的需要。

在编写模式上，采用分级模块化编写。纵向上，教材按照国家职业资格等级单独成册，各等级合理衔接、步步提升，为技能人才培养搭建科学的阶梯型培训架构。横向上，教材按照职业功能分模块展开，安排足量、适用的内容，贴近生产实际，贴近培训对象需要，贴近市场需求。

在内容安排上，增强教材的可读性。为便于培训、鉴定部门在有限的时间内把最重要的知识和技能传授给培训对象，同时也便于培训对象迅速抓住重点，提高学习效率，在教材中精心设置了“培训目标”等栏目，以提示应该达到的目标，需要掌握的重点、



难点和有关的扩展知识。另外，每个学习单元后安排了单元测试题，每个级别的教材都提供了理论知识和操作技能考核试卷，方便培训对象及时巩固、检验学习效果。

本书由宋美清主编，邱潭生、岑旭审稿，各单元编写分工为：第1单元、第4单元由陆颖铨编写，第2单元由林英编写，第3单元由关铃英编写。第5单元由林少山编写，第6单元由林赞编写。

本书在编写过程中得到福建省技工教育研究室的大力支持和热情帮助，在此致以诚挚的谢意。

编写教材有相当的难度，是一项探索性工作。由于时间仓促，不足之处在所难免，恳切希望各使用单位和个人对教材提出宝贵意见，以便修订时加以完善。

人力资源和社会保障部教材办公室



目 录

第 1 单元 变配电室用电系统检查与维护 /1—52

第一节 变配电室用电系统 /3

- 一、变配电室用电的重要性
- 二、变配电室用电系统的接线
- 三、变配电室用电系统的运行与巡视检查

第二节 变配电室直流系统 /7

- 一、直流系统的作用和结构
- 二、铅酸蓄电池组
- 三、镉镍蓄电池组
- 四、整流充电装置
- 五、交流不间断电源设备
- 六、直流系统的绝缘监察回路
- 七、直流系统故障分析与处理

第三节 变配电室照明电路维修 /26

- 一、变配电室照明
- 二、白炽灯照明的维护
- 三、荧光灯照明的维护
- 四、应急照明的维护

第四节 电动机的运行检查与维护 /36

- 一、笼型异步电动机的结构与铭牌
- 二、笼型电动机的运行检查与维护

单元测试题 /42

单元测试题答案 /50



第2单元 电气设备使用与维护/53—113

第一节 短路与电弧 /55

- 一、电力系统短路的基本概念
- 二、电弧的产生与熄灭

第二节 高压断路器的维护/57

- 一、常见高压断路器的结构与原理
- 二、高压断路器的操动机构
- 三、高压断路器的运行维护

第三节 高压隔离开关的维护/73

- 一、户内式高压隔离开关的结构和工作原理
- 二、户外式高压隔离开关的结构和工作原理
- 三、高压隔离开关的操动机构
- 四、高压隔离开关的使用与维护

第四节 高压负荷开关和高压熔断器的维护/78

- 一、高压负荷开关
- 二、高压熔断器

第五节 常用低压电气设备的维护/83

- 一、低压电气设备
- 二、低压开关
- 三、低压熔断器
- 四、交流接触器
- 五、热继电器
- 六、电磁启动器
- 七、低压断路器
- 八、低压成套配电装置

单元测试题 /104

单元测试题答案 /111

第3单元 互感器运行检查/115—135

第一节 电压互感器运行检查 /117

- 一、电压互感器的作用和分类
- 二、电压互感器的结构和工作原理



三、电压互感器的参数和接线方式	
四、电压互感器的运行检查	
第二节 电流互感器的运行检查/125	
一、电流互感器的分类和型号	
二、电流互感器的结构和工作原理	
三、电流互感器的参数和接线方式	
四、电流互感器的运行检查	
单元测试题 /131	
单元测试题答案 /135	

第4单元 线路、变压器保护与配电系统 自动化/137—201

第一节 线路继电保护 /139	
一、三段式电流保护	
二、低电压保护和方向电流保护	
第二节 变压器继电保护/150	
一、变压器过电流保护	
二、变压器电流速断保护	
三、变压器电流差动保护	
四、变压器气体保护	
五、继电保护动作与故障判断	
第三节 数字电路基础知识/158	
一、逻辑代数的基本运算	
二、门电路	
三、组合逻辑电路分析	
第四节 微机型继电保护/165	
一、微机型继电保护的基本结构	
二、微机保护工作原理	
三、变配电室微机保护	
第五节 配电系统自动化/175	
一、配电系统自动化与配电自动化系统	
二、变配电所自动化	



变配电室值班电工（中级）

三、配电网馈线自动化

四、用电管理自动化

五、配电网的通信系统

单元测试题 /192

单元测试题答案 /199

第5单元 母线与变压器倒闸操作/203—224

第一节 母线停送电操作 /205

一、母线操作原则及注意事项

二、母线停送电操作步骤

三、操作实例

第二节 变压器停送电操作/210

一、变压器操作原则及注意事项

二、变压器停送电操作步骤

三、操作实例

第三节 倒闸操作监护/215

一、倒闸操作监护人的职责

二、监护技术与监护的实施

单元测试题 /220

单元测试题答案 /223

第6单元 线路异常运行和事故处理/225—245

第一节 异常运行现象及事故处理的原则和方法 /227

一、异常运行现象及事故处理的基本要求

二、异常运行现象及事故处理的基本方法

第二节 中性点不接地系统单相接地故障处理/229

一、中性点不接地系统的运行特点

二、不接地系统的单相接地故障处理

三、故障实例

第三节 输电线路故障处理/233

一、线路跳闸故障的处理

二、电缆线路故障的处理



第四节 母线的故障处理/237

一、母线的作用及类型

二、母线故障的主要原因及危害

三、母线故障的处理方法

单元测试题 /241

单元测试题答案 /245

理论知识考核试卷（一）/246

理论知识考核试卷（二）/251

操作技能考核试卷（一）/256

操作技能考核试卷（二）/261

理论知识考核试卷（一）答案 /267

理论知识考核试卷（二）答案 /269

操作技能考核试卷（一）答案 /271

操作技能考核试卷（二）答案 /272

参考文献 /273

第



单元

变配电室用电系统 检查与维护

- 第一节 变配电室用电系统/3
- 第二节 变配电室直流系统/7
- 第三节 变配电室照明电路维修/26
- 第四节 电动机的运行检查与维护/36

变

配电室用电系统是向变配电所内各用电负荷供电的电源系统，通常由交流所用电（又名站用电）和直流系统组成。变配电室自用电负荷一般包括：主变压器冷却系统的负荷，深井泵和消防水泵负荷，照明及动力负荷，断路器和隔离开关操动机构的负荷等。

给变配电室用电系统供电的电源除工作电源外，一般均设有备用电源。按照变配电室电压等级和规模的不同，变配电室用电系统配备差异很大。本单元在介绍所用电系统和直流系统的运行检查后，对所用电负荷照明和电动机的检查维护进行了介绍。



第一节 变配电室用电系统



- 熟悉变配电室用电的接线
- 能够进行变配电室用电的运行与巡视检查

一、变配电室用电的重要性

1. 所用电系统负荷的重要地位

所用电系统在变配电室中的重要地位，是由它所供给的负荷决定的。这些站内负荷的电源如果失去，将对设备甚至人身安全产生直接影响。

(1) 主变压器冷却系统的工作电源。所用电系统不可靠，可能导致主变压器被迫停运。对油浸风冷变压器和强油循环风冷变压器，正常运行时必须根据负荷情况投入相应数量的冷却器。

(2) 断路器的合闸储能电源。断路器的合闸储能电源，有相当部分采用交流供电（也有部分采用直流供电），即取自所用电系统。在储能电源消失时，断路器一般只能保证一次合闸操作所需的能量，即最多只能完成一次“分—合—分”操作，如果需要再次合闸，只能采用手动储能。

(3) 继电保护室、蓄电池室空调系统的工作电源。《微机继电保护装置运行管理规定》3.6条明确规定：“微机继电保护装置室内月最大相对湿度应不超过75%，应防止灰尘和不良气体侵入。微机继电保护装置室内环境温度应在5~30℃范围内，若超过此范围应装设空调”。有研究表明：蓄电池在额定的环境温度下可获得较长的使用寿命。温度升高时，蓄电池的极板腐蚀将加剧，同时将消耗更多的水，从而使电池寿命缩短，长期运行温度若升高10℃，使用寿命约降低一半。此外，环境温度对蓄电池的容量也有影响。

(4) 通风设备和排水设备的工作电源。变配电所通风设备主要用于电抗器室、开关室、电容器室、地下室的换气和降温。夏季或负荷较高时，电抗器室、开关室、电容器室设备发热较大，而且很多中低压保护设备安装在开关柜上，设备运行时必须通风散热。排水设备主要用于地下室、电缆隧道积水的排出，特别是在发生雨水倒灌时。有些变电站的地下室内装有保护用载波设备，也有些是地下变电站，其排水系统的正常供电显得尤为重要。

(5) 各种端子箱的加热除湿装置电源。加热除湿装置可以及时除去端子箱内的湿气，避免因空气湿度大造成的端子箱内电气绝缘击穿事故。

(6) 电动隔离开关的操作电源。电动操作的隔离开关应用较为普遍，其操作电源的可靠供电，是电网操作正常进行的重要保证。

(7) 直流系统和一般UPS系统的工作电源。直流系统长时间失去电源，将导致蓄



电池过度放电而使系统瘫痪。

变配电室用电系统在变配电所的地位非常重要，所以人们一直在探讨更合理的所用电系统接线方式，寻求有效的运行管理办法，并在出现异常和事故处理过程中始终把所用电系统恢复作为重要步骤优先安排执行。

2. 重要负荷的供电要求

对于主变压器冷却系统电源、直流系统电源、隔离开关电源等重要负荷，断电后可能扩大事故范围或影响系统恢复的，应由两个电源供电。两个电源之间相互独立，其中一个发生故障时，另一个电源应不至于同时受到损坏。若两电源均中断供电，应能在完成各种必要操作后，迅速恢复其中一个电源的供电。对于其他单电源供电的所用电负荷，应尽量做到当发生故障时不致中断供电或中断后能迅速恢复。

二、变配电室用电系统的接线

1. 所用电系统接线原则

变配电室用电系统是变配电所最重要的负荷，一旦发生故障，就会危及整个变配电所的正常运行。因此，所用电系统接线原则是：在条件允许的情况下，要有两个独立的所用电电源，并采用备用电源自动投入装置，使两个电源互为备用。变配电所采用双母线接线方式或单母线接线方式时，将所用电工作电源接在与电网联系较强的一段母线上。

2. 所用电系统常用接线方式

(1) 两台站用变压器分别接在两个不同的电源点上，两台站用变压器各带一段 0.4 kV 母线，两段 0.4 kV 母线用一母线分段断路器 3 QF 连接，如图 1—1 所示。

如果本站 10 kV 或 35 kV 电压等级的母线至少有两段，且接在不同电源上（如两台主变），“两个不同的电源点”一般指本站的 10 kV（35 kV）两段不同母线。否则，“两个不同的电源点”一般指一台站用变压器接在 10 kV（35 kV）母线上，另一台站用变压器接在 10 kV（35 kV）外来输电线路。

这种接线是变配电室所用电系统最常见的方式。当上级电源发生故障时，母线分段断路器的备用电源自动投入装置动作进行补救。母线分段断路器 3 QF 合闸时，1 QF 与 2 QF 严禁同时合上，以防止所用电母线的非同期并列，造成人员伤害及设备损坏事故。

(2) 两个电压等级不同的电源点，一路为 0.4 kV 电源进线，经低压断路器（也称自动空气开关）2 QF 接入所用电母线；另一路经站用变及低压断路器 1 QF 接入母线，如图 1—2 所示。两个低压断路器装有备用电源自动投入装置。

这种接线方式接线简单，且节约投资，适用于附近有 380 V 电源的变配电所。正常运行时所用电母线由站用变压器供电，1 QF 运行时，另一个低压断路器（2 QF）必须在断开位置；当电源（电源一）故障时，备用电源自动投入装置动作切除该低压断路器（1 QF），投入 2 QF 由电源二继续供电。

随着配网调整以及变配电所的扩建，原本的外来电源可能改由本站供电，这时，外来电源可以考虑拆除。

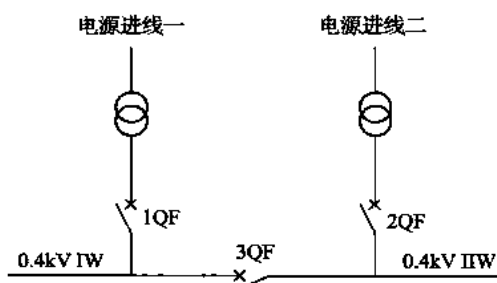


图 1—1 所用电系统接线方式一

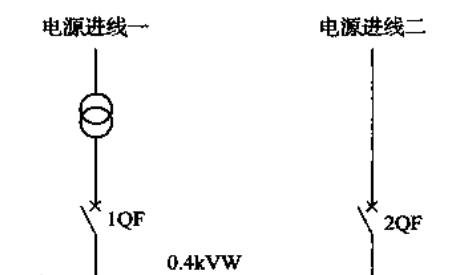


图 1—2 所用电系统接线方式二

三、变配电室用电系统的运行与巡视检查

1. 所用电系统的运行

(1) 制定完善的熔丝（或低压断路器）配置图。熔丝（或低压断路器）配置图能直观地反映整个所用电系统电气回路的“来龙去脉”，体现上下级供电网络的容量关系、保护配合关系，运行管理也可从中制定运行方式和监视控制措施。目前，很多变配电所已经把熔丝改成低压断路器，但原理是一样的。图 1—3 是一个变电站熔丝配置图的例子。

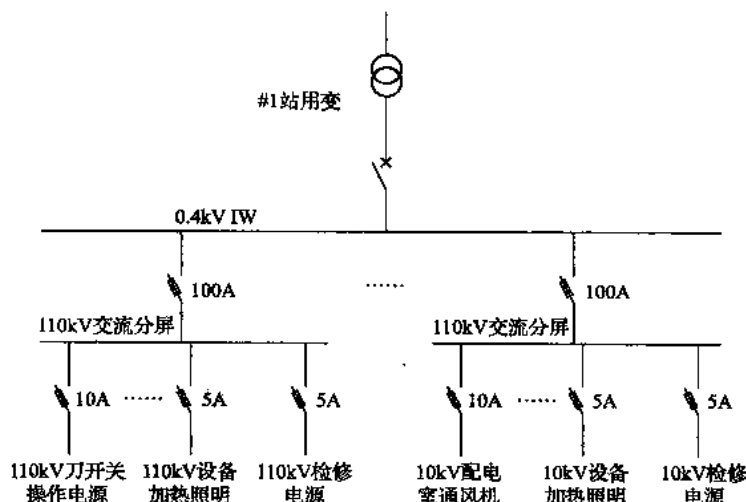


图 1—3 变电站交流系统熔丝配置样式图

变配电所熔丝（低压断路器）容量上下级失配造成停电范围扩大的事故时有发生，变配电室值班人员对所用电供电网络不熟悉，使得所用电系统停送电操作被无谓地延误。因此，变配电所应制定完善的所用电系统熔丝（低压断路器）配置图，并经上级管理部门批准、备案。

(2) 加强环路供电网络管理。加强环路供电网络管理，可以避免回路“暗并列”。重要变配电所的所用电交流系统部分采用环路供电方式供给所内设备区的负荷。

如图 1—4 所示，每个端子箱的负荷都有两个交流电源供选择，任意一段供电线路故障，均不影响端子箱正常供电。正常运行时，为避免“环流”甚至非同期并列，整个环路应当是开环的，故应选择任意一个端子箱，将一个联络开关断开即可。