电力行业职业能力培训教材

《配电自动化运维人员培训考核规范》（T/CEC 316—2020）辅导教材

中国电力企业联合会技能鉴定与教育培训中心
中电联人才测评中心有限公司 组编

刘日亮 李宏伟 主编

中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

电力行业职业能力培训教材

《配电自动化运维人员培训考核规范》（T/CEC 316—2020）辅导教材

中国电力企业联合会技能鉴定与教育培训中心
中电联人才测评中心有限公司 组编

刘日亮 李宏伟 主编

中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn
·北京·

内 容 提 要

本书为《配电自动化运维人员培训考核规范》（T/CEC 316—2020）的配套教材，详细阐述了配电自动化运维人员的能力培训模块及能力项内容，旨在为配电自动化运维人员培训提供标准化培训教材，规范配电自动化运维人员专业能力培训和评价内容，完善配电自动化运维技能培训体系，全面提升配电自动化运维人员实际应用技能水平。

本书为配电自动化运维人员能力等级考试必备教材，可作为配电自动化运维人员岗位培训、取证的辅导用书，也可作为配电自动化运维技能竞赛学习参考用书以及配电自动化运维专业管理人员和院校相关专业师生阅读参考书。

图书在版编目（CIP）数据

《配电自动化运维人员培训考核规范》(T/CEC 316-2020)辅导教材 / 刘日亮，李宏伟主编 ；中国电力企业联合会技能鉴定与教育培训中心，中电联人才测评中心有限公司组编. -- 北京 ：中国水利水电出版社，2020.12

ISBN 978-7-5170-9194-3

Ⅰ. ①配… Ⅱ. ①刘… ②李… ③中… ④中… Ⅲ. ①配电自动化－电力系统运行－技术培训－教材 Ⅳ. ①TM76

中国版本图书馆CIP数据核字(2020)第224214号

书　　名	**《配电自动化运维人员培训考核规范》（T/CEC 316—2020）辅导教材** 《PEIDIAN ZIDONGHUA YUNWEI RENYUAN PEIXUN KAOHE GUIFAN》(T/CEC 316—2020) FUDAO JIAOCAI
作　　者	中国电力企业联合会技能鉴定与教育培训中心 中电联人才测评中心有限公司　组编　刘日亮　李宏伟　主编
出版发行	中国水利水电出版社 （北京市海淀区玉渊潭南路1号D座　100038） 网址：www.waterpub.com.cn E-mail：sales@waterpub.com.cn 电话：（010）68367658（营销中心）
经　　售	北京科水图书销售中心（零售） 电话：（010）88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排　　版	中国水利水电出版社微机排版中心
印　　刷	清淞永业（天津）印刷有限公司
规　　格	184mm×260mm　16开本　20印张　486千字
版　　次	2020年12月第1版　2020年12月第1次印刷
印　　数	0001—3000册
定　　价	**88.00**元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

《电力行业职业能力培训教材》审查委员会

主　　任：张志锋

副 主 编：张慧翔

委　　员：董双武　苏　萍　王成海　徐纯毅　曹爱民

周　岩　李　林　孙振权　苏庆民　邵瑰玮

马长洁　敬　勇　何新洲　庄哲寅　江晓林

郭　燕　马永光　孟大博　蔡义清　刘晓玲

本 书 编 写 组

组编单位： 中国电力企业联合会技能鉴定与教育培训中心
中电联人才测评中心有限公司

主编单位： 北京四方继保自动化股份有限公司
中能国研（北京）电力科学研究院

成员单位： 国家电网有限公司设备管理部
国家电网有限公司技术学院分公司
国网上海能源互联网研究院有限公司
南水北调中线信息科技有限公司
国网浙江省电力有限公司培训中心
国网临沂供电公司
国网冀北电力有限公司承德供电公司
内蒙古电力（集团）有限责任公司
国网湖北省电力有限公司电力科学研究院
南方电网科学研究院有限责任公司
国网湖南省电力有限公司电力科学研究院
国网江苏省电力有限公司常州供电分公司
国网山东省电力公司
中国电力科学研究院有限公司
国网陕西省电力公司电力科学研究院
广东电网有限责任公司广州供电局
沈阳局集团公司白城供电段电力技术科
中国铁路沈阳局集团有限公司供电部
深圳供电局有限公司
云南电网有限责任公司

本书编写人员名单

主　　编： 刘日亮　李宏伟

副 主 编： 潘志远　张　波　承文新　朱志伟

编写人员： 李　晋　闵　洁　王　婧　刘　静　岳宝强

乔　峰　胡仰鹏　高　健　刘　玲　闫志海

杨志淳　雷　杨　史训涛　张　帝　杨文伟

邵志敏　王明剑　周　勐　常方圆　陈宜凯

陈泽涛　陈喜宏　邸跃龙　任　佳　李文云

序

为进一步推动电力行业职业技能等级评价体系建设，促进电力从业人员职业能力的提升，中国电力企业联合会技能鉴定与教育培训中心、中电联人才测评中心有限公司在发布专业技术技能人员职业等级评价规范的基础上，组织行业专家编写《电力行业职业能力培训教材》（简称《教材》），满足电力教育培训的实际需求。

《教材》的出版是一项系统工程，涵盖电力行业多个专业，对开展技术技能培训和评价工作起着重要的指导作用。《教材》以各专业职业技能等级评价规范规定的内容为依据，以实际操作技能为主线，按照能力等级要求，汇集了运维管理人员实际工作中具有代表性和典型性的理论知识与实操技能，构成了各专业的培训与评价的知识点，《教材》的深度、广度力求涵盖技能等级评价所要求的内容。

本套培训教材是规范电力行业职业培训、完善技能等级评价方面的探索和尝试，凝聚了全行业专家的经验和智慧，具有实用性、针对性、可操作性等特点，旨在开启技能等级评价规范配套教材的新篇章，实现全行业教育培训资源的共建共享。

当前社会，科学技术飞速发展，本套培训教材虽然经过认真编写、校订和审核，仍然难免有疏漏和不足之处，需要不断地补充、修订和完善。欢迎使用本套培训教材的读者提出宝贵意见和建议。

中国电力企业联合会技能鉴定与教育培训中心

2020 年 6 月

前　言

配电自动化作为智能配电网的重要组成部分已广泛应用于我国大部分省市，对于提高配电网的供电可靠性发挥了非常重要的作用。同时，也为进一步增强配电网感知能力，实现泛在物联，奠定了良好的基础。

配电自动化技术的迅速发展带来了配电自动化系统的不断更新，对于从业人员的技术技能要求也不断提高，但是一直以来，并未对配电自动化运维人员需要掌握的理论知识及专业技能进行系统总结并形成该岗位的技术技能要求，也没有打通技能等级序列评价的通道，导致从事配电自动化运维的人员没有归属感。长此以往，必将影响配电自动化运维人员的工作积极性，进而影响配电自动化技术的发展及落地推广实施。

为了加强配电自动化运维人才队伍建设，全面提升技术技能水平，中国电力企业联合会牵头组织专家编写了《配电自动化运维人员培训考核规范（T/CEC 316—2020）》，旨在明确配电自动化运维岗位人员需达到的技术技能要求，为下一步进行分级考核评价提供依据。

本书是《配电自动化运维人员培训考核规范（T/CEC 316—2020）》的配套教材，针对标准中列写的配电自动化主站及终端两个方向的人员所需具备的知识和技能进行分析说明，紧密结合培训考核要点，采用理论讲解与实操训练相结合的方式，夯实理论基础和操作技能；结合典型案例分析，提升解决复杂问题的能力，系统提升运维人员的专业水平。

本书共五部分，第一部分基础能力介绍配电自动化基础知识和基本工作知识；第二部分配电主站系统，全面介绍配电主站系统运行操作以及配电主站系统维护及异常处理；第三部分配电自动化终端，包括配电自动化终端调试与操作、配电自动化终端巡视与缺陷处理；第四部分配电网故障分析及处理，介绍配电网故障分析及继电保护和馈线自动化；第五部分全面介绍信息

系统安全防护。

本书的编写得到了国家电网有限公司、中国南方电网有限责任公司、内蒙古电力（集团）有限责任公司及相关企业领导和专家的大力支持。同时，也参考了一些业内专家的著述和相关厂家的实图与数据，在此一并致谢！

书中不妥之处，敬请各位读者批评指正。

编者

2020 年 12 月

目　录

序
前言

第一部分　基础能力 …… 1

第一章　配电自动化基础知识 …… 3
模块 1　典型配电网架及一次设备 …… 3
模块 2　配电自动化基础知识 …… 12
第二章　配电自动化基本工作知识 …… 22
模块 1　常用仪器、仪表使用 …… 22
模块 2　常用工器具使用 …… 34
模块 3　工作票的填写与使用 …… 40
模块 4　电气识图 …… 57

第二部分　配电主站系统 …… 81

第三章　配电主站系统运行操作 …… 83
模块 1　主站系统组成 …… 83
模块 2　公共平台服务应用及操作 …… 104
模块 3　主站系统操作 …… 121
第四章　配电主站系统维护及异常处理 …… 129
模块 1　主站硬件设备维护 …… 129
模块 2　图模及数据维护 …… 135
模块 3　主站与终端设备联调 …… 142
模块 4　主站设备故障及缺陷处理 …… 146

第三部分　配电自动化终端 …… 153

第五章　配电自动化终端调试与操作 …… 155

模块 1　配电自动化终端结构及功能 …… 155
模块 2　配电终端参数配置 …… 165
模块 3　配电终端设备操作 …… 176
模块 4　配电终端功能测试 …… 183
模块 5　配电终端与主站联调 …… 197

第六章　配电自动化终端巡视与缺陷处理 …… 208

模块 1　配电终端巡视 …… 208
模块 2　配电终端缺陷处理 …… 213

第四部分　配电网故障分析及处理 …… 221

第七章　配电网故障分析及继电保护 …… 223

模块 1　配电网常见故障分析 …… 223
模块 2　配电网保护功能及配置 …… 231
模块 3　配电网保护动作行为分析 …… 242

第八章　馈线自动化 …… 251

模块 1　馈线自动化分类及原理 …… 251
模块 2　馈线自动化仿真 …… 255
模块 3　馈线自动化动作行为分析 …… 266

第五部分　信息系统安全防护 …… 285

第九章　信息系统安全防护 …… 287

模块 1　信息安全防护基本原则 …… 287
模块 2　信息安全防护架构体系 …… 288
模块 3　配电自动化系统信息安全防护加固措施 …… 290

附录　配电自动化基本概念 …… 304

参考文献 …… 306

第一部分

基础能力

第一章

配电自动化基础知识

模块 1　典型配电网架及一次设备

【学习目标】

（1）掌握配电网典型的网架结构。

（2）掌握配电一次设备分类。

（3）掌握为实现配电自动化对网架和一次设备的改造要求。

【知识点】

一、典型配电网网架结构

配电网应根据供电区域类型、负荷密度及负荷性质、供电可靠性要求等，结合上级电网网架结构、本地区电网现状及廊道规划，合理选择目标电网结构。配电网的典型网架结构应结构规范、运行灵活，具有适当的负荷转供能力和对上级电网的支撑能力，主要类型有辐射状架空网、多分段单联络网、多分段多联络网、双射电缆网、对射电缆网、多供一备电缆网、单环电缆网、双环电缆网等。

网架和一次设备是配电自动化建设的基础，应统筹规划，分步实施，主要满足以下原则：

（1）配电自动化应与配电网建设和改造同步规划、同步设计、同步建设、同步投运，遵循“标准化设计，差异化实施”原则，充分利用现有设备资源，因地制宜地做好通信、信息等配电自动化配套建设。

（2）配电自动化建设应结合配电网接线方式、设备现状、负荷水平和不同供电区域的供电可靠性要求进行规划设计，力求功能实用、技术先进、运行可靠。

（3）规划实施配电自动化的地区，应满足配电自动化建设要求一次建成，避免重复改造，所涉及配电设备应预留自动化接口。

（一）架空线路典型接线

中压架空网的典型接线方式可分为多分段多联络、多分段单联络、辐射式三种类型。

1. 多分段多联络接线方式

在周边电源点数量充足，10kV 架空线路宜环网布置开环运行，采用柱上负荷开关

将线路多分段、适度联络的接线方式。图 1－1 为典型的 10kV 架空线路三分段、三联络接线方式。采用此结构具有较高的线路负载水平，当达到 75％时还具有接纳转移负荷的能力。

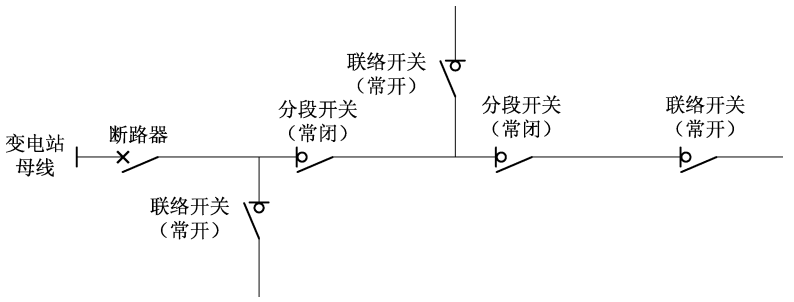


图 1－1 10kV 架空线路三分段、三联络接线方式

2. 多分段单联络接线方式

在周边电源点数量有限，不具备多联络条件时，可采用线路末端联络的接线方式。图 1－2 为 10kV 架空线路三分段、单联络接线方式。采用此结构，应在线路负载率低于 50％的情况下运行。

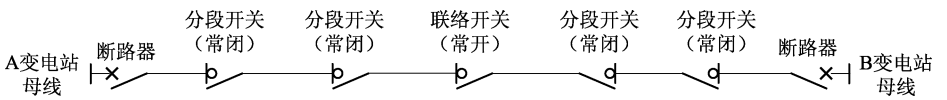


图 1－2 10kV 架空线路三分段、单联络接线方式

3. 辐射式接线方式

在周边没有其他电源点，且供电可靠性要求较低的地区，暂不具备与其他线路联络时，可采取多分段单辐射接线方式。图 1－3 为 10kV 架空线路三分段、单辐射接线方式。

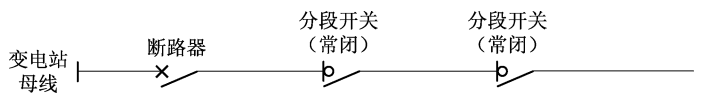


图 1－3 10kV 架空线路三分段、单辐射接线方式

（二）电缆线路典型接线

中压电缆网的典型接线方式分为单环网、双射、双环网、对射、多供一备等五种类型。

1. 单环网接线方式

自同一供电区域两座变电站的中压母线（或一座变电站的不同中压母线）或两座中压开关站的中压母线（或一座中压开关站的不同中压母线）馈出单回线路构成单环网，开环运行，如图 1－4 所示，此接线方式适用于单电源用户较为集中的区域。

2. 双射接线方式

自一座变电站（或中压开关站）的不同中压母线引出双回线路，形成双射接线方式；或自同一供电区域的不同变电站引出双回线路，形成双射接线方式，如图 1－5 所示。有条件、必要时，可过渡到双环网接线方式，如图 1－6 所示。双射接线方式适用于双电源

用户较为集中的区域，接入双射线的环网室和配电室的两段母线之间可配置联络开关，母联开关应手动操作。

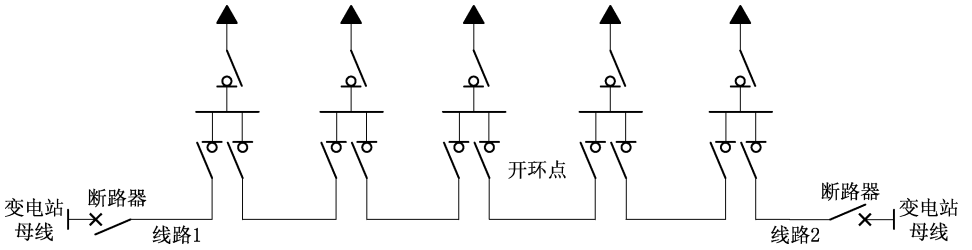


图 1－4　10kV 电缆线路单环网接线方式

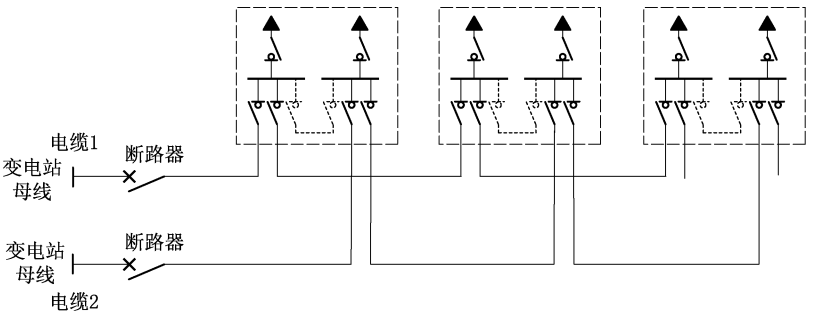


图 1－5　10kV 电缆线路双射接线方式

3．双环网接线方式

自同一供电区域的两座变电站（或两座中压开关站）的不同中压母线各引出二对（4回）线路，构成双环网的接线方式，如图 1－6 所示。双环网接线方式适用于双电源用户较为集中且供电可靠性要求较高的区域，接入双环网的环网室和配电室的两段母线之间可配置联络开关，母联开关应手动操作。

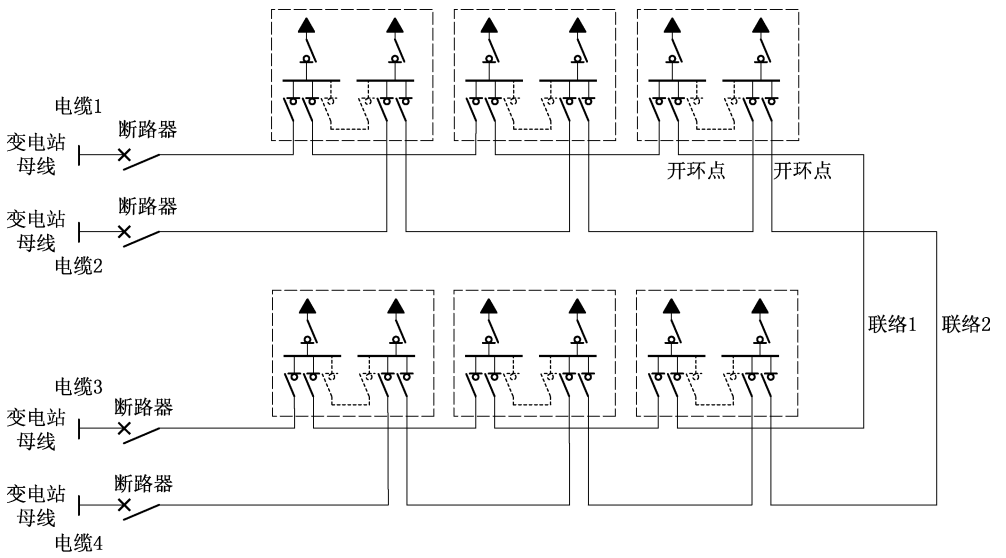


图 1－6　10kV 电缆线路双环网接线方式

4. 对射接线方式

自不同方向电源的两座变电站（或中压开关站）的中压母线馈出单回线路组成对射线接线方式，一般由双射线改造形成，如图 1－7 所示。对射接线方式适用于双电源用户较为集中的区域，接入对射的环网室和配电室的两段母线之间可配置联络开关，母联开关应手动操作。

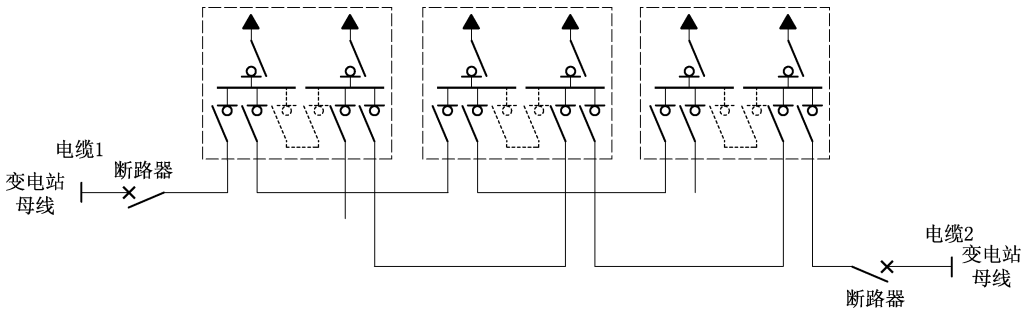


图 1－7 10kV 电缆线路对射接线方式

5. 多供一备方式

为了提高配电设备的利用率，电缆配电网中还经常采用多供一备接线模式。多供一备接线模式的结构特征为多条线路正常工作，与其均相联的另外一条线路平常处于停运状态作为总备用。每条供电电缆均可满载运行，因此最大利用率可达[(N－1)/N]%。图 1－8 所示为一个三供一备电缆配电网，电缆 1、电缆 2 和电缆 3 为供电电缆，电缆 4 为备用电缆，其最大利用率可达 75%，其中空心代表分闸状态。

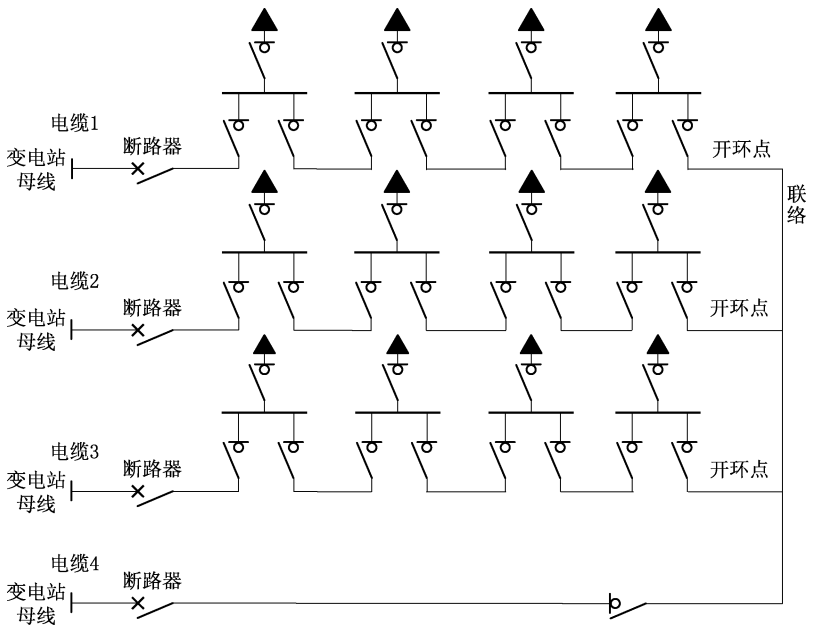


图 1－8 三供一备电缆网