



国家电网
STATE GRID

国家电网公司

生产技能人员职业能力培训专用教材

配电线路检修

国家电网公司人力资源部 组编

GUOJIADIANWANGGONGSI
SHENGCHANJINENG RENYUAN
ZHIYENENGLI PEIXUN
ZHUANYONG JIAOCAI



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



国家电网
STATE GRID

国家电网公司

生产技能人员职业能力培训专用教材

配电线路检修

国家电网公司人力资源部 组编

熊卿府 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

《国家电网公司生产技能人员职业能力培训教材》是按照国家电网公司生产技能人员模块化培训课程体系的要求,依据《国家电网公司生产技能人员职业能力培训规范》(简称《培训规范》),结合生产实际编写而成。

本套教材作为《培训规范》的配套教材,共 72 册。本册为专用教材部分的《配电线路检修》,全书共 11 个部分 39 章 136 个模块,主要包括配电线路、设备及系统,功率因数、线损、电能质量及可靠性,配电线路验收,配网自动化,基本技能,架空配电线路运行维护,电力电缆基础,配电架空线路检修与事故抢修,配电架空线路施工,配电设备施工,电缆及附件安装。

本书可作为供电企业配电线路检修工作人员的培训教学用书,也可作为电力职业院校教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

配电线路检修/国家电网公司人力资源部组编. —北京:中国电力出版社, 2010.12

国家电网公司生产技能人员职业能力培训专用教材

ISBN 978-7-5123-0796-4

I. ①配… II. ①国… III. ①配电线路-检修-技术培训-教材
IV. ①TM726

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 163477 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>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2010 年 12 月第一版 2012 年 2 月北京第四次印刷

880 毫米×1230 毫米 16 开本 33.5 印张 1040 千字

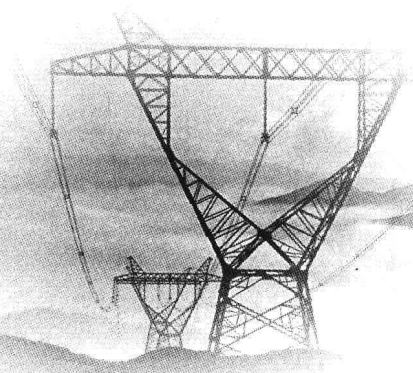
印数 23001—28000 册 定价 54.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

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



目 录

前言

第一部分 配电线路、设备及系统

第一章 配电线路的组成	3
模块 1 配电网的结构 (GYPD00101001)	3
模块 2 导线、绝缘子和横担 (GYPD00101002)	6
模块 3 配电线路杆塔 (GYPD00101003)	17
模块 4 配电线路常用金具 (GYPD00101004)	24
模块 5 配电线路设计基本知识及设计方案的制定 (GYPD00101005)	33
模块 6 架空线路弧垂、应力及线长计算和断线张力的分析及计算 (GYPD00101006)	42
模块 7 导线截面的选择 (GYPD00101007)	49
第二章 配电设备	53
模块 1 跌落式熔断器的作用及结构 (GYPD00102001)	53
模块 2 电缆分支箱的作用及结构 (GYPD00102002)	55
模块 3 箱式变电站的作用及结构 (GYPD00102003)	57
模块 4 开关站(开闭所)的作用及结构 (GYPD00102004)	61
模块 5 非晶合金变压器的原理、结构 (GYPD00102005)	65
模块 6 干式变压器的原理、结构 (GYPD00102006)	68
模块 7 常用低压电器 (GYPD00102007)	70
第三章 配电网结构	86
模块 1 配电网的基本要求 (GYPD00103001)	86
模块 2 负荷的分类 (GYPD00103002)	87
模块 3 配电网的供电形式 (GYPD00103003)	89
第四章 配电线路电气、施工、安装图的识读	93
模块 1 配电线路接线图识读 (TYBZ00504001)	93
模块 2 配电网络图识读 (TYBZ00504002)	94

第二部分 功率因数、线损、电能质量及可靠性

第五章 电容器	99
模块 1 电容器的结构及原理 (GYPD00201001)	99
模块 2 无功补偿的方式及接线 (GYPD00201002)	101
第六章 功率因数	106
模块 1 功率因数的概念 (GYPD00202001)	106
模块 2 功率因数的提高 (GYPD00202002)	107
第七章 电压调整	112
模块 1 电压损耗的概念 (GYPD00203001)	112
模块 2 电压调整的措施 (GYPD00203002)	114

第八章 线损	116
模块 1 线损的概念 (GYPD00204001)	116
模块 2 降低线损的措施 (GYPD00204002)	121
第九章 过电压	124
模块 1 内部过电压的概念、分类 (GYPD00205001)	124
模块 2 接地电阻的要求 (GYPD00205002)	125
模块 3 防雷装置的检查与维护 (GYPD00205003)	127
模块 4 配电线路的防雷保护 (GYPD00205004)	129
模块 5 配电设备和配电所的防雷保护 (GYPD00205005)	130
模块 6 架空绝缘导线的防雷 (GYPD00205006)	133
模块 7 典型雷击事故分析 (GYPD00205007)	136
模块 8 污闪放电的机理 (GYPD00205008)	137
模块 9 防止污闪的主要方法 (GYPD00205009)	139
第十章 电能质量	142
模块 1 电能质量指标 (GYPD00206001)	142
模块 2 电压偏差的调整 (GYPD00206002)	144
模块 3 谐波的防治 (GYPD00206003)	146
第十一章 可靠性	150
模块 1 配网可靠性的基本知识 (GYPD00207001)	150
模块 2 提高供电可靠性的措施 (GYPD00207002)	154

第三部分 配电线路验收

第十二章 配电线路验收标准	159
模块 1 电气装置安装工程电气设备交接试验标准有关内容 (GYPD00301001)	159
模块 2 架空配电线路及设备运行规程有关内容 (GYPD00301002)	162
模块 3 电力电缆运行规程有关内容 (GYPD00301003)	165
模块 4 35kV 及以下架空电力线路施工及验收规范有关内容 (GYPD00301004)	167
模块 5 架空绝缘配电线路施工及验收规程有关内容 (GYPD00301005)	174
模块 6 电缆线路施工及验收规范有关内容 (GYPD00301006)	182
模块 7 接地装置施工及验收规范有关内容 (GYPD00301007)	188

第四部分 配网自动化

第十三章 配网自动化基本知识	197
模块 1 配网自动化的概念 (GYPD00401001)	197
模块 2 馈线自动化 (GYPD00401002)	199
第十四章 终端设备运行要求	204
模块 1 FTU 的作用及组成 (GYPD00402001)	204
第十五章 终端设备安装技术要求	208
模块 1 配网自动化终端设备安装技术要求 (GYPD00403001)	208

第五部分 基本技能

第十六章 常用仪器、仪表使用、维护	213
模块 1 单臂电桥的使用 (GYPD00501001)	213

模块 2	双臂电桥的使用 (GYPD00501002)	215
第十七章	配电线路杆上作业	218
模块 1	横担及金具安装 (GYPD00502001)	218
模块 2	拉线安装 (GYPD00502002)	223
模块 3	安装直线杆绝缘子 (GYPD00502003)	228
模块 4	安装耐张杆绝缘子 (GYPD00502004)	231
模块 5	更换拉线 (GYPD00502005)	234
第十八章	起重基本技能	238
模块 1	配电设施的搬运 (GYPD00503002)	238
第十九章	配电设备试验	245
模块 1	安全用具电气试验的项目和周期 (GYPD00504001)	245
模块 2	安全用具机械试验的项目和周期 (GYPD00504002)	250
模块 3	安全用具的试验 (GYPD00504003)	252
模块 4	开关设备的试验项目和周期 (GYPD00504004)	254
模块 5	开关设备的试验 (GYPD00504005)	256
模块 6	避雷器的试验项目和周期 (GYPD00504006)	258
模块 7	避雷器的试验 (GYPD00504007)	259
模块 8	配电变压器的试验项目和周期 (GYPD00504008)	261
模块 9	配电变压器的预防性试验 (GYPD00504009)	261
第二十章	安全用具使用及紧急救护	264
模块 1	电气火灾的扑救方法 (GYPD00505001)	264
模块 2	创伤急救 (GYPD00505002)	266

第六部分 架空配电线路运行维护

第二十一章	架空配电线路的缺陷处理	273
模块 1	架空配电线路的常见缺陷 (GYPD00601001)	273
模块 2	架空配电线路常见缺陷的处理 (GYPD00601002)	276
第二十二章	配电开关设备运行维护	280
模块 1	柱上断路器及负荷开关的常见缺陷 (GYPD00602001)	280
模块 2	柱上隔离开关的常见缺陷 (GYPD00602002)	281
模块 3	柱上断路器及负荷开关常见缺陷的处理 (GYPD00602003)	282
模块 4	柱上隔离开关常见缺陷的处理 (GYPD00602004)	285
第二十三章	配电变压器及附件运行维护	288
模块 1	配电变压器及附件的常见缺陷 (GYPD00603001)	288
模块 2	配电变压器及附件的常见故障 (GYPD00603002)	290
模块 3	跌落式熔断器熔丝熔断的处理 (GYPD00603003)	292
模块 4	配电变压器的调压 (GYPD00603004)	294

第七部分 电力电缆基础

第二十四章	电力电缆基本知识	301
模块 1	电力电缆的种类及命名 (GYDL00101001)	301
模块 2	电缆的结构和性能 (GYDL00101002)	305

第二十五章	电缆敷设方式及要求	308
模块 1	电缆的直埋敷设 (GYDL00204001)	308
模块 2	电缆的排管敷设 (GYDL00204002)	313
模块 3	电缆的沟道敷设 (GYDL00204003)	317
第二十六章	敷设工器具和设备的使用	324
模块 1	电缆敷设常用机具的使用及维护 (GYDL00205001)	324

第八部分 配电架空线路检修与事故抢修

第二十七章	配电线路检修	331
模块 1	更换绝缘子 (ZY0400101001)	331
模块 2	导线断股的修复工作 (裸导线) (ZY0400101002)	334
模块 3	直线杆正杆 (ZY0400101003)	339
模块 4	转角杆正杆 (ZY0400101004)	341
模块 5	绝缘线的损伤处理 (ZY0400101005)	344
模块 6	杆塔更换 (ZY0400101006)	349
第二十八章	配电设备检修	354
模块 1	跌落式熔断器更换 (ZY0400102001)	354
模块 2	隔离开关更换 (ZY0400102002)	356
模块 3	断路器的更换 (ZY0400102003)	359
模块 4	避雷器更换 (ZY0400102004)	362
模块 5	配电变压器更换 (ZY0400102005)	364
模块 6	环网柜更换 (ZY0400102006)	367
第二十九章	配电抢修	371
模块 1	抢修工作流程 (ZY0400103001)	371
模块 2	制定停电抢修的施工方案 (ZY0400103002)	372

第九部分 配电架空线路施工

第三十章	配电线路的定位、复测	377
模块 1	杆塔桩位的复测 (ZY0400201001)	377
模块 2	直线四脚铁塔基础的分坑测量 (ZY0400201002)	378
模块 3	平断面测量 (ZY0400201003)	383
模块 4	经纬仪的基本操作 (ZY0400201004)	388
模块 5	经纬仪水平角测量 (ZY0400201005)	392
模块 6	经纬仪垂直角测量 (ZY0400201006)	394
第三十一章	杆塔基础施工和杆塔组立	397
模块 1	电杆三盘基础施工 (ZY0400202001)	397
模块 2	叉杆立杆 (ZY0400202002)	401
模块 3	电杆基础施工 (ZY0400202003)	403
模块 4	独脚、固定式抱杆立杆 (ZY0400202004)	409
模块 5	吊车立杆 (ZY0400202005)	412
模块 6	倒落式人字抱杆立杆 (ZY0400202006)	414
模块 7	钢管杆的施工 (ZY0400202007)	416

第三十二章 导线架设	419
模块 1 裸导线放、紧线施工 (ZY0400203001)	419
模块 2 裸导线连接 (ZY0400203002)	422
模块 3 导线弛度观测 (ZY0400203003)	426
模块 4 绝缘导线放、紧线施工 (ZY0400203004)	429
模块 5 绝缘导线连接 (ZY0400203005)	431
模块 6 进户线固定与连接 (ZY0400203006)	436
模块 7 导线交叉跨越距离的测量 (ZY0400203007)	439

第十部分 配电设备施工

第三十三章 配电开关设备安装、调试	445
模块 1 柱上开关的安装调试 (ZY0400301001)	445
模块 2 避雷器的安装调试 (ZY0400301002)	448
第三十四章 配电变压器及附件安装	452
模块 1 变压器台安装 (ZY0400302001)	452
模块 2 配电变压器投运前的检查 (ZY0400302002)	460
第三十五章 配电施工竣工验收	463
模块 1 配电线路的验收项目 (ZY0400303001)	463
模块 2 配电线路的验收过程 (ZY0400303002)	470
模块 3 隐蔽工程验收、中间验收和竣工验收 (ZY0400303003)	472

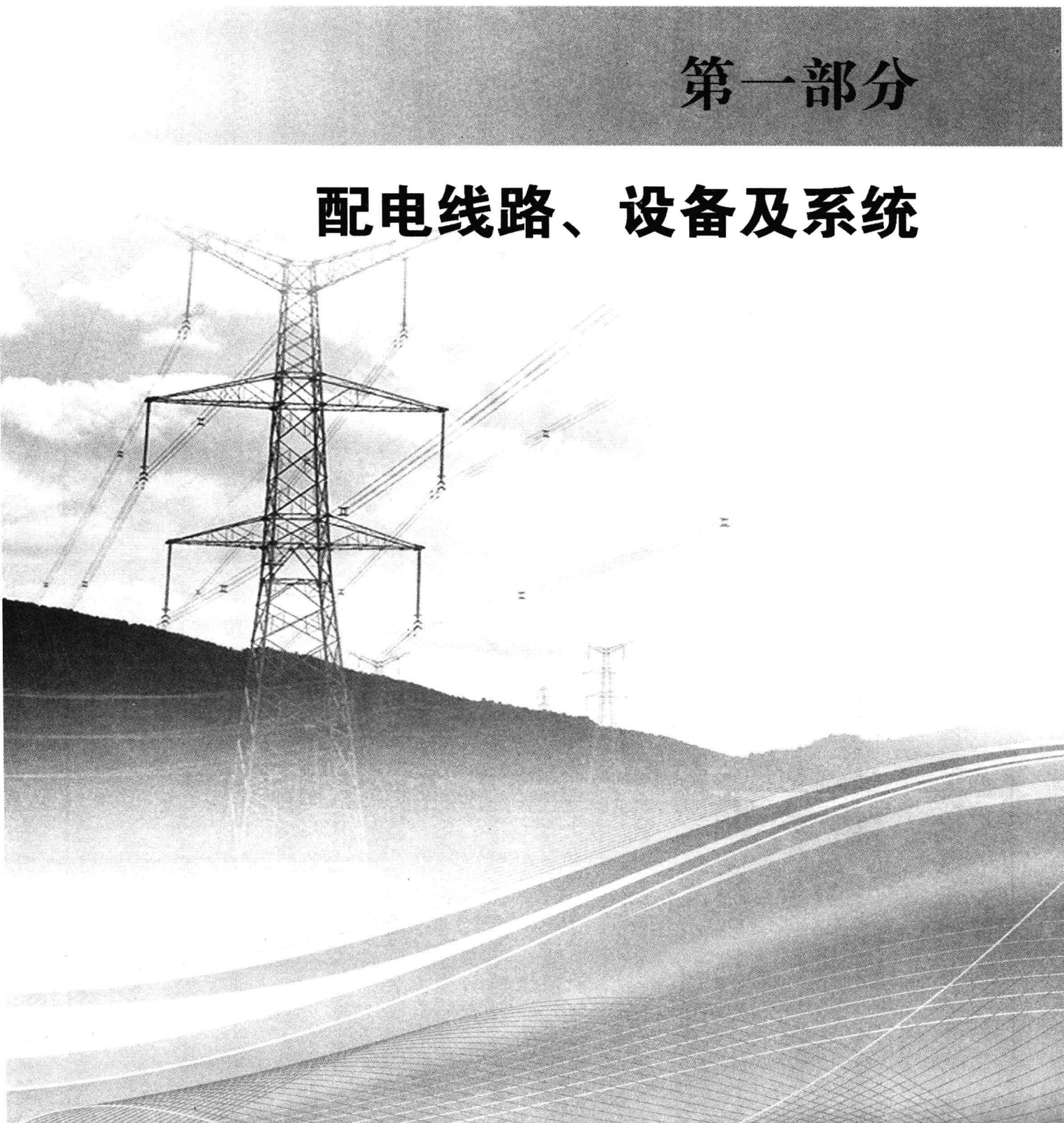
第十一部分 电缆及附件安装

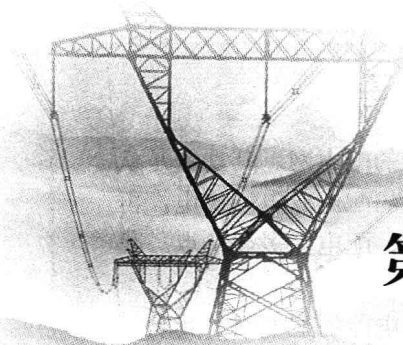
第三十六章 1kV 及以下电力电缆终端制作	479
模块 1 1kV 及以下各类电力电缆终端制作程序及工艺要求 (ZY0600102001)	479
模块 2 1kV 电力电缆终端安装 (ZY0600102002)	480
第三十七章 10kV 电力电缆各种类型终端制作	483
模块 1 10kV 电力电缆各种类型终端头制作程序及工艺要求 (ZY0600103001)	483
模块 2 10kV 电力电缆终端头安装 (ZY0600103002)	489
第三十八章 1kV 及以下电力电缆中间接头制作	498
模块 1 1kV 及以下各类电力电缆中间接头制作程序及工艺要求 (ZY0600105001)	498
模块 2 1kV 电力电缆中间接头安装 (ZY0600105002)	499
第三十九章 10kV 电力电缆各种类型中间接头制作	503
模块 1 10kV 电力电缆各种类型中间接头制作程序及工艺要求 (ZY0600106001)	503
模块 2 10kV 电力电缆中间接头安装 (ZY0600106002)	508

附录 A 《配电线路检修》培训模块教材各等级引用关系表	514
------------------------------------	-----

第一部分

配电线路、设备及系统





国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

国家电网公司

生产技能人员职业能力培训专用教材

第一章 配电线路的组成

模块 1 配电网的结构 (GYPD00101001)

【模块描述】本模块介绍配电网的定义、分类结构及发展趋势。通过概念描述和分类介绍,掌握电力系统、配电网的分类特点、配电网的结构等知识。

【正文】

一、配电网的定义

电能是一种应用广泛的能源,其生产(发电厂)、输送(输配电线路)、分配(变配电站)和消费(电力用户)的各个环节有机地构成了一个系统,如图 GYPD00101001-1 所示。它包括:

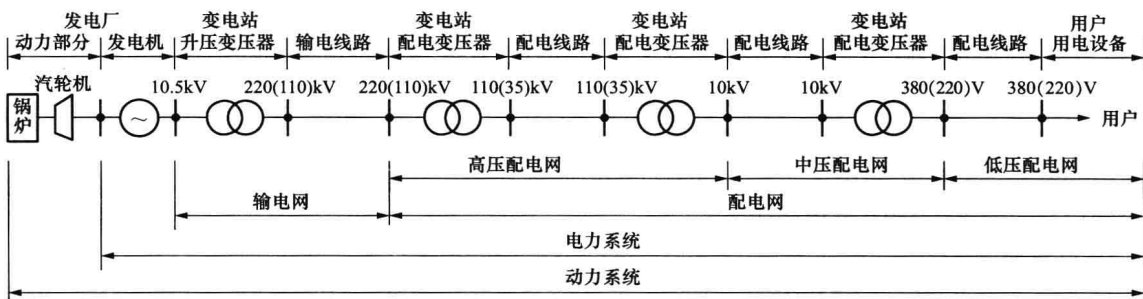


图 GYPD00101001-1 动力系统、电力系统、电力网组成示意图

1. 动力系统

由发电厂的动力部分(如火力发电的锅炉、汽轮机,水力发电的水轮机和水库,核力发电的核反应堆和汽轮机等)以及发电、输电、变电、配电、用电组成的整体。

2. 电力系统

由发电、输电、变电、配电和用电组成的整体,它是动力系统的一部分。

3. 电力网

电力系统中输送、变换和分配电能的部分,它包括升、降压变压器和各种电压等级的输配电线路,它是电力系统的一部分。电力网按其电力系统的作用不同分为输电网和配电网。

(1) 输电网。以高电压(220kV)、超高电压(330、500、750、1000kV)输电线路将发电厂、变电站连接起来的输电网络,是电力网中的主干网络。

(2) 配电网。从输电网接受电能分配到配电变电站后,再向用户供电的网络。配电网包括多个电压等级,这些不同电压等级的配电网之间通过变压器连接成一个整体配电系统。对配电网的基本要求主要是供电的连续性、可靠性、合格的电能质量和运行的经济性等。

二、配电网的分类和特点

1. 配电网的分类

配电网按电压等级的不同,可又分为高压配电网(110、35kV)、中压配电网(20、10、6、3kV)和低压配电网(220/380V);按供电地域特点不同或服务对象不同,可分为城市配电网和农村配电网;按配电线路的不同,可分为架空配电网、电缆配电网以及架空电缆混合配电网。

(1) 高压配电网。指由高压配电线路和相应等级的配电变电站组成的向用户提供电能的配电网。其功能是从上一级电源接受电能后,直接向高压用户供电,或通过变压器为下一级中压配电网提供电源。高压配电网分为 110/63/35kV 三个电压等级,城市配电网一般采用 110kV 作为高压配电电压。高



压配电网具有容量大、负荷重、负荷节点少、供电可靠性要求高等特点。

(2) 中压配电网。指由中压配电线路和配电变电站组成的向用户提供电能的配电网。其功能是从输电网或高压配电网接受电能，向中压用户供电，或向用户用电小区负荷中心的配电变电站供电，再经过降压后向下一级低压配电网提供电源。中压配电网具有供电面广、容量大、配电点多等特点。我国中压配电网一般采用 10kV 为标准额定电压。

(3) 低压配电网。指由低压配电线路及其附属电气设备组成的向用户提供电能的配电网。其功能是以中压配电网的配电变压器为电源，将电能通过低压配电线路直接送给用户。低压配电网的供电距离较近，低压电源点较多，一台配电变压器就可作为一个低压配电网的电源，两个电源点之间的距离通常不超过几百米。低压配电线路供电容量不大，但分布面广，除一些集中用电的用户外，大量是供给城乡居民生活用电及分散的街道照明用电等。低压配电网主要采用的三相四线制、单相和三相三线制组成的混合系统。我国规定采用单相 220V、三相 380V 的低压额定电压。

2. 配电网的特点

- (1) 供电线路长，分布面积广。
- (2) 发展速度快，用户对供电质量要求高。
- (3) 对经济发展较好地区配电网设计标准较高，供电的可靠性要求较高。
- (4) 农网负荷季节性强。
- (5) 配电网接线较复杂，必须保证调度上的灵活性、运行上的供电连续性和经济性。
- (6) 随着配电网自动化水平的提高，对供电管理水平的要求越来越高。

三、配电网结构

配电网结构是指配电网中各主要电气元件的电气连接形式，基本上分为放射式和环网式两大类。环网式结构又可分为多回路式和环式等。

1. 放射式配电网

放射式配电网是指一路配电线路自配电变电站引出，按照负荷的分布情况，呈放射式延伸出去，线路没有其他可连接的电源，所有用电点的电能只能通过单一的路径供给，如图 GYPD00101001-2 所示。放射式配电网的优点是设施简单，运行维护方便，设备费用低，适用于低负荷密度地区和一般的照明、动力负荷供电。缺点是供电可靠性低，为了弥补配电设施有故障就会造成大量用户停电这一缺点，部分用户可以视其对供电可靠性要求的不同，从邻近配电网取得适当容量的备用电源。在中压和低压的放射式配电网中，通常还装设分段断路器将线路分成适当的区段，而且在适当的分段处与相邻线路之间装设联络断路器，使得放射式配电线路发生故障时的停电区段缩小，或将部分非故障区段切换到相邻线路，以保证继续供电。这种放射式结构在城市的低压配电网中使用较多。

2. 多回路式配电网

多回路式配电网是指自配电所引出多回配电线路（一般是平行敷设的）接到受电端，正常时各条配电线路并列运行，平均分担全部负荷，当一条配电线路有故障时，可自动将其切断隔离，其余的配电线路有足够容量承担全部负荷，如图 GYPD00101001-3 所示。多回路式配电网至少有两回配电线路，但一般为 3~4 路或更多回路。多回路式配电网比放射式配电网可靠性高，一回配电线路故障时，不会造成用户停电，有需要时还可达到在第二回配电线路故障时不造成用户停电的要求。电缆配电网故障测寻和故障修复时间较长，故常采用这种多回线的结构。多回线式配电网的主要缺点是继电保护配置比放射式配电网的要复杂。

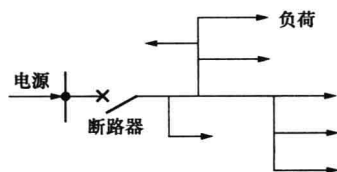


图 GYPD00101001-2 放射式配电网

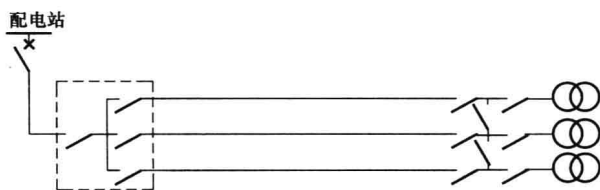


图 GYPD00101001-3 多回路式配电网

3. 环式配电网

环式配电网是指配电变电站引出的配电线路连接成环形,每个用电点自环上不同部位接出,如图 GYPD00101001-4 所示。简单的环式配电网是两回配电线路自同一(或不同)配电变电站的母线引出,利用联络断路器(或分段断路器)连接成环,每个用电点自环上 T 形或 n 形支接。当环路上某区段发生故障时,利用分段断路器切换隔离后,其他区段上的负荷可继续供电,这是环式配电网的特点。将联络断路器经常断开,只有当某区段发生故障或停电作业时才倒换为闭合的运行方式,称为常开环路方式;而将联络断路器经常闭合的运行方式称为常闭环路方式。环网正常运行时一般采用开环运行,其优点是可提高供电可靠性,减少短路电流、降低线损。

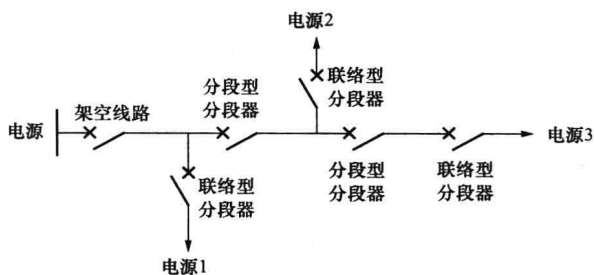


图 GYPD00101001-4 环网式配电网

四、配电网的发展趋势

配电网的发展趋势主要表现在以下几个方面。

1. 简化电压等级

尽量减少降压层次,有利于配电网的管理和经济运行。我们国家降压层次常用的有 220/110/35/10kV、220/110/10kV、220/63/10kV 三种,显然第三种比第一种经济,而第二种比第三种经济,随着负荷的发展,10kV 的容量逐渐饱和,供电半径越来越小,220/110/20kV 将是更好的电压层次。

2. 减小线路走廊和占地

随着城市的建设,配电网的占地矛盾日益突出,采用窄基铁塔、钢管塔、多回路线路可有效减小线路走廊,将配电装置向半地下和地下及小型成套发展。电缆隧道和公用事业管道共用将进一步推广。

3. 配电线路绝缘化

采用架空绝缘线路可有效解决树线矛盾,减少事故率、触电伤亡和短路事故,同时架设空间可大大缩小,减少线路损耗。但架空绝缘导线也有许多缺点,比如雷击易断线,强度较低,检修挂接地线困难等,这在以后的发展中将逐渐得到改善。



图 GYPD00101001-5 楔型铝合金耐张线夹

4. 节能型金具

在线路通过电流的情况下,不产生或只有非常少的电能损耗(相对于老的金具而言)的金具称为节能型金具。节能型金具并不只是在材料上以铝合金代替铸铁,而是从结构上完全改变,结构上轻巧,通用性强,表面不易氧化,使电的连接可靠度大大提高。例如:新型楔型铝合金耐张线夹,如图 GYPD00101001-5 所示,不但材料采用铝合金,而且结构上采用楔块紧固,楔块与导线的接触使导线的紧固更妥贴,表面不易氧化,在各种自然环境下不会锈蚀。

5. 配电网自动化

所谓配电网自动化是指利用现代电子、计算机、通信及网络技术,将配电网在线数据和离线数据和用户数据、电网结构和地理图形进行信息集成,构成完整的自动化系统,实现配电网及其设备正常运行及事故状态下的监测、保护、控制、用电和配电管理的现代化。配电自动化可减少停电时间,提高供电可靠性,改善供电服务质量,降低电能损耗,提高设备的利用率。

【思考与练习】

1. 简述配电网的分类。
2. 配电网有哪些特点?
3. 配电网的结构有哪些主要形式?
4. 配电网的发展趋势主要表现在哪几个方面?



模块 2 导线、绝缘子和横担 (GYPD00101002)

【模块描述】本模块介绍配电线路常用导线、绝缘子和横担。通过图表展示和技术参数介绍,熟悉导线、绝缘子、横担的种类和应用技术要求。

【正文】

一、配电线路的导线

配电线路的导线包括常用裸导线和绝缘导线。

1. 常用裸导线

导线用以传导电流、输送电能,它通过绝缘子串长期悬挂在杆塔上。导线常年在大气中运行,长期受风、冰、雪和温度变化等气象条件的影响,承受着变化拉力的作用,同时还受到空气中污物的侵蚀。因此,除应具有良好的导电性能外,还必须有足够的机械强度和防腐性能,并要质轻价廉。表 GYPD00101002-1 为常用导线材料铜、铝、钢的主要电气及机械性能。

表 GYPD00101002-1 铜、铝、钢的主要电气及机械性能

性 能	铜	铝	钢
密度 (g/cm ³)	OP8.9	2.703	7.80
抗拉强度 (N/mm ²)	382	157	1244
熔点 (°C)	1033	658	1530
电阻系数 (20°C时 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)	0.017 9	0.028 3	0.18
电阻温度系数 (1/°C)	0.003 85	0.004 03	0.006

常用裸导线包括裸铝导线、裸铜导线、钢芯铝绞线、镀锌钢绞线、铝合金绞线 5 种。

(1) 裸铝导线。铝的导电性仅次于银、铜,但由于铝的机械强度较低,铝线的耐腐蚀能力差,所以,裸铝线不宜架设在化工区和沿海地区,一般用在中、低压配电线路中,而且档距一般不超过 100m。常用裸铝线的主要技术参数见表 GYPD00101002-2。

表 GYPD00101002-2 常用铝绞线 (LJ) 主要技术参数

标称截面 (mm ²)	导体结构 (根数/直径) (mm)	计算外径 (mm)	计算 拉断力 (N)	计算面积 (mm ²)	计算重量 (kg/km)	交货长度 (m)	20°C直流电阻 (不大于) (Ω/km)	连续载流量 (A)
10	7/1.35	4.05	1950	10.02	27.1	4000	2.863 3	70
16	7/1.70	5.10	4380	16	43.8	4000	1.802	111
25	7/2.15	6.45	4500	25.41	68.4	3000	1.127	147
35	7/2.50	7.50	6010	34.36	94.0	2000	0.833 2	180
50	7/3.00	9.00	8410	49.48	135.3	1500	0.578 6	227
70	7/3.60	10.80	114 000	71.25	194.9	1250	0.401 8	284
95	7/4.16	12.48	15 220	95.14	260.2	1000	0.300 9	338
120	19/2.85	14.25	20 610	121.21	333.2	1500	0.237 3	390
150	19/3.15	15.75	24 430	148.07	407.0	1250	0.194 3	454
185	19/3.50	17.50	30 160	182.80	503.0	1000	0.157 4	518
210	19/3.75	18.75	33 580	209.85	576.8	1000	0.137 1	575
240	19/4.00	20.00	38 200	238.76	656.3	1000	0.120 5	610

注 1. 本表摘自 GB/T 1179—2008《圆线同心绞架空导线》;表中直流电阻值用四舍五入法。

2. 拉断力指绞线在拉力增加的情况下,首次出现任一单(股)线断裂时的拉力。

(2) 裸铜绞线。铜导线有很高的导电性能和足够的机械强度,但铜的资源少、价格贵。常用裸铜绞线主要技术参数见表 GYPD00101002-3。

表 GYPD00101002-3 常用裸铜绞线（TJ）的主要技术参数

导线型号	计算截面 (mm ²)	股数/股径 (mm)	导线外径 (mm)	直流电阻 (20℃, 不大于, Ω/km)	计算拉断力 (N)	计算质量 (kg/km)	长期允许电流 (A)
TJ-16	15.89	7/1.70	5.10	1.140	5747	143	130
TJ-25	24.71	7/2.12	6.36	0.733	8728	222	180
TJ-35	34.36	7/2.50	7.50	0.527	12 131	309	220
TJ-50	49.48	7/3.00	9.00	0.366	17 466	445	270
TJ-70	67.07	19/2.12	10.60	0.273	23 683	609	340

注 T—铜线；J—多股绞线或加强型；长期允许载流量是指当环境温度为 25℃时的裸导线的载流量。

（3）钢芯铝绞线。钢芯铝绞线是充分利用钢绞线的机械强度高和铝的导电性能好的特点，把这两种金属导线结合起来而形成。其结构特点是外部几层铝绞线包裹着内芯的 1 股或 7 股的钢丝或钢绞线，使得钢芯不受大气中有害气体的侵蚀。钢芯铝绞线有钢芯承担主要的机械应力，而由铝线承担输送电能的任务，而且因铝绞线分布在导线的外层可减小交流电流产生的集肤效应（趋肤效应），提高铝绞线的利用率。钢芯铝线广泛应用在高压输电线路或大跨越档距配电线路中。常用裸钢芯铝绞线的主要技术参数见表 GYPD00101002-4；轻型钢芯铝绞线的主要技术参数见表 GYPD00101002-5。

表 GYPD00101002-4 常用裸钢芯铝绞线（LGJ 型）主要技术参数

标称截面 铝/钢 (mm ²)	导体结构（根数/直径） (mm)		计算外径 (mm)	计算 拉断力 (N)	计算面积 (mm ²)		计算重量 (kg/km)	交货长度 (m)	20℃直流 电阻（不大于）(Ω/km)	连续 载流量 (A)
	铝 Al	钢 St			铝 Al	钢 St				
16/3	6/1.85	1/1.85	5.55	6130	16.13	2.69	65.1	3000	1.779	111
25/4	6/2.32	1/2.32	6.96	9130	25.36	4.23	100.9	3000	1.131	147
35/6	6/2.72	1/2.72	8.16	12 550	34.86	5.81	140.8	3000	0.823 0	180
50/8	6/3.20	1/3.20	9.60	16 810	48.25	8.04	194.8	2000	0.594 6	227
70/10	6/3.80	1/3.80	11.40	23 360	68.05	11.34	274.8	2000	0.421 7	287
95/15	26/2.15	7/1.67	13.61	34 930	94.39	15.33	380.2	2000	0.305 8	338
120/20	26/2.38	7/1.85	15.07	42 260	115.67	18.82	466.1	2000	0.249 6	390
150/35	30/2.50	7/2.50	17.50	64 940	147.26	34.36	675.0	2000	0.196 2	454
185/25	24/3.15	7/2.10	18.90	59 230	187.04	24.25	704.9	2000	0.154 2	518
240/30	24/3.60	7/2.40	21.60	75 190	244.29	31.67	920.7	2000	0.118 1	610

注 LGJ—钢芯铝绞线，本表数值部分摘自 GB/T 1179—2008《圆线同心绞架空导线》，如对标称截面为铝 120mm²、钢 20mm²的钢型铝绞线，表示为 LGJ-120/20。

表 GYPD00101002-5 轻型钢芯铝绞线的主要技术参数

导线型号	计算截面 (mm ²)		计算外径 (mm)		最大直流电阻 (Ω/km)	计算质量 (kg/km)
	铝股	钢芯	电线	钢芯		
LGJQ-150	148	17.80	16.60	5.4	0.210	559
LGJQ-185	181	22.00	18.40	6.00	0.170	687
LGJQ-240	243	31.70	21.60	7.20	0.130	937
LGJQ-300	291	37.20	23.50	7.80	0.108	1098
LGJQ-400	392	49.50	27.20	9.00	0.080	1501

注 Q—轻型。

（4）镀锌钢绞线。镀锌钢绞线机械强度高，但是导电性能及抗腐蚀性能差，不宜用作电力线路导线。目前，镀锌钢绞线用来作避雷线、拉线以及集束低压绝缘导线和架空电缆的承力索用。常用镀锌钢绞线的主要技术参数见表 GYPD00101002-6。



表 GYPD00101002-6

常用镀锌钢绞线（GJ）主要技术参数

导线型号	计算截面 (mm ²)	股数/股径 (mm)	计算外径 (mm)	计算质量 (kg/km)	公称抗拉强度 (MPa)			
					1270	1370	1470	1570
					钢绞线最小破断拉力 (kN)			
GJ-16	15.89	7/1.70	5.1	132.3	18.5	20.00	21.40	22.90
GJ-25	26.61	7/2.20	6.6	221.5	31.00	33.50	35.90	38.40
GJ-35	37.16	7/2.60	7.8	309.3	43.40	46.80	50.20	53.60
GJ-50	48.35	19/1.80	9.0	402.5	55.20	59.60	63.90	68.30
GJ-70	72.22	19/2.20	11.0	601.2	82.5	89.00	95.50	102.00
GJ-95	94.15	37/1.80	12.6	783.8	101.00	109.00	117.00	125.00
GJ-120	116.24	37/2.00	14.0	967.6	125.00	135.00	145.00	155.00
GJ-140	140.65	37/2.20	15.5	1170.8	151.00	163.00	175.00	187.00
GJ-170	167.38	37/2.40	16.8	1393.4	180.00	194.00	209.00	223.00

注 本表数值部分摘自 YB/T 5004—2001《镀锌钢绞线》；镀锌钢绞线钢丝镀层级别分为特 A、A 和 B 三级。

(5) 铝合金绞线。铝合金含有 98% 的铝和少量的镁、硅、铁、锌等元素，它的密度与铝基本相同，导电率与铝接近，与相同截面的铝绞线相比机械强度高，也是一种比较理想的导线材料。但铝合金线的耐振性能较差，不宜在大档距的架空线路上使用。铝合金线有热处理铝镁硅合金线（LHAJ）和热处理铝镁硅稀土合金线（LHBJ）两种。

2. 绝缘导线

架空绝缘配电线路适用于城市人口密集地区，线路走廊狭窄，架设裸导线线路与建筑物的间距不能满足安全要求的地区，以及风景绿化区、林带区和污秽严重的地区等。随着城市的发展，实施架空配电线路绝缘化是配电网发展的必然趋势。

(1) 绝缘导线分类。

架空配电线路绝缘导线按电压等级可分为中压绝缘导线、低压绝缘导线；按架设方式可分为分相架设、集束架设。绝缘导线的类型有中、低压单芯绝缘导线、低压集束型绝缘导线、中压集束型半导体屏蔽绝缘导线、中压集束型金属屏蔽绝缘导线等。

(2) 绝缘材料。

目前户外绝缘导线所采用的绝缘材料，一般为黑色耐气候型的交联聚乙烯、聚乙烯、高密度聚乙烯、聚氯乙烯等。这些绝缘材料一般具有较好的电气性能、抗老化及耐磨性能等，暴露在户外的材料填加有 1% 左右的碳黑，以防日光老化。

(3) 绝缘导线结构和技术性能。

1) 单芯中、低压绝缘导线。中、低压架空绝缘线路一般采用单芯绝缘导线、分相架设方式，其架设方法与裸导线的架设方法基本相同。中压线路相对低压线路遭受雷击的几率较高，中压绝缘导线还需考虑采取防止雷击断线的措施。低压绝缘导线的结构如图 GYPD00101002-1 所示，为直接在线芯上挤包绝缘层；中压绝缘导线的结构如图 GYPD00101002-2 所示，是在线芯上挤包一层半导体屏蔽层，在半导体屏蔽层外挤包绝缘层，生产工艺为两层共挤，同时完成。绝缘导线的线芯一般采用经紧压的圆形硬铝（LY8 或 LY9 型）、硬铜（TY 型）或铝合金导线（LHA 或 LHB 型）。

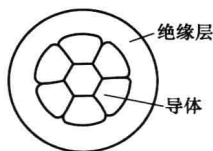


图 GYPD00101002-1 低压绝缘导线结构图

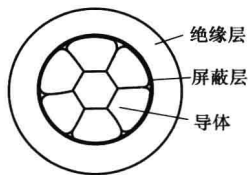


图 GYPD00101002-2 中压绝缘导线结构图

常用 10kV 绝缘导线主要技术参数见表 GYPD00101002-7。

表 GYPD00101002-7 常用 10kV 绝缘导线主要技术参数

导体标称截面 (mm ²)	导体参考直径 (mm)	导体屏蔽层最小厚度 (mm)	绝缘层标称厚度 (mm)		20℃ 导体电阻 (不大于, Ω/km)				导线拉断力 (不小于, N)		
			薄绝缘	普通	硬铜芯	软铜芯	铝芯	铝合金芯	硬钢芯	铝芯	铝合金芯
35	7.0	0.5	2.5	3.4	0.540	0.524	0.868	1.007	11 731	5177	8800
50	8.3	0.5	2.5	3.4	0.399	0.387	0.641	0.744	16 502	7011	12 569
70	10.0	0.5	2.5	3.4	0.276	0.268	0.443	0.514	23 461	10 354	17 596
95	11.6	0.6	2.5	3.4	0.199	0.193	0.320	0.371	31 759	13 727	23 880
120	13.0	0.6	2.5	3.4	0.158	0.153	0.253	0.294	39 911	17 339	30 164
150	14.6	0.6	2.5	3.4	0.128	—	0.206	0.239	49 505	21 003	37 706

2) 低压集束型绝缘导线。可分为承力束承载、中性线承载和整体自承载三种方式，如图 GYPD00101002-3 所示。整体自承载的低压集束型绝缘导线的线芯，应采用经紧压的硬铝、硬铜或铝合金导线做线芯。采用承力束或裸中性线承载的低压集束型绝缘导线，相线可以采用未经紧压的软铜芯做线芯。

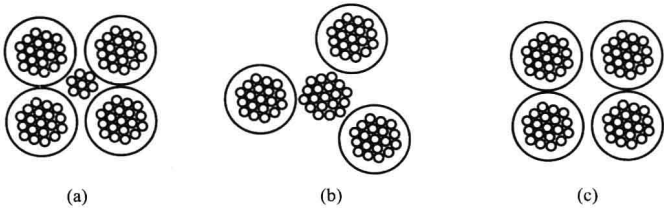


图 GYPD00101002-3 低压集束型绝缘导线结构图
(a) 承力束承载；(b) 中性线承载；(c) 整体自承载

低压并行绝缘接户线如图 GYPD00101002-4 所示。压板夹住导线后，挂钩勾在横担上，引接简便，适用于较小的用电负荷，可减少占用空间走廊，有利于布线整洁。

3) 中压集束型绝缘导线。中压集束型绝缘导线（HV-ABC 型）可分为金属屏蔽绝缘导线、集束型半导体屏蔽两种类型。中压集束型金属屏蔽绝缘导线，一般带承力束，如图 GYPD00101002-5 所示；中压集束型半导体屏蔽绝缘导线可分为承力束承载和自承载两种类型，如图 GYPD00101002-6 所示。

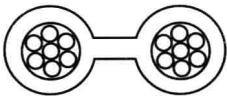


图 GYPD00101002-4 低压并行绝缘接户线结构图

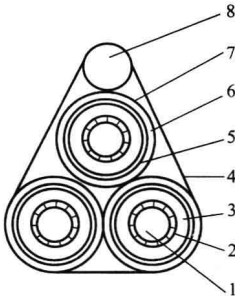


图 GYPD00101002-5 中压集束型金属屏蔽绝缘导线
1—导体；2—半导体绝缘内屏蔽；3—绝缘体；4—绕扎线；
5—半导体绝缘外屏蔽；6—集束屏蔽；7—外护套；8—承力束

3. 导线的构造

如图 GYPD00101002-7(a)所示，单股导线是仅由铜或铝所制成的一股导线；如图 GYPD00101002-7(b)所示，是由一种金属（如铜、铝或钢）制成的合股导线（绞线），如铝绞线、铜绞线等；如图