



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

配电线路运行

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
www.cepp.com.cn



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

配电线路运行

国家电网公司人力资源部 组编

马志广 主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

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《配电线路运行》,全书共 10 个部分 35 章 127 个模块,主要内容包括配电线路、设备及系统,电力电缆基础,功率因数、线损、电能质量及可靠性,配网自动化,配电线路验收,基本技能,架空配电线路运行维护,电缆的运行维护,配电所运行维护及事故处理,配电生产信息管理。

本书可作为供电企业配电线路运行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

配电线路运行/国家电网公司人力资源部组编. —北京:中国电力出版社, 2010.9

国家电网公司生产技能人员职业能力培训专用教材

ISBN 978-7-5123-0753-7

I. ①配… II. ①国… III. ①配电线路-电力系统运行-技术培训-教材 IV. ①TM726

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 158388 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2010 年 9 月第一版 2010 年 9 月北京第一次印刷

880 毫米×1230 毫米 16 开本 28.75 印张 895 千字

印数 0001—3000 册 定价 46.00 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

《国家电网公司生产技能人员职业能力培训专用教材》

编 委 会

主 任 刘振亚

副 主 任 郑宝森 陈月明 舒印彪 曹志安 栾 军
李汝革 潘晓军

成 员 许世辉 王风雷 张启平 王相勤 孙吉昌
王益民 张智刚 王颖杰

编写组组长 许世辉

副 组 长 方国元 张辉明 潘敬东

成 员 马志广 王东军 肖苏力 祝小会 胡林宝
梁 泉 鞠宇平 倪 春 江振宇 李群雄
曹爱民 王向阳 程学启 郭海云



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

前 言

为大力实施“人才强企”战略，加快培养高素质技能人才队伍，国家电网公司按照“集团化运作、集约化发展、精益化管理、标准化建设”的工作要求，充分发挥集团化优势，组织公司系统一大批优秀管理、技术、技能和培训教学专家，历时两年多，按照统一标准，开发了覆盖电网企业输电、变电、配电、营销、调度等 34 个职业种类的生产技能人员系列培训教材，形成了国内首套面向供电企业一线生产人员的模块化培训教材体系。

本套培训教材以《国家电网公司生产技能人员职业能力培训规范》(Q/GDW 232—2008)为依据，在编写原则上，突出以岗位能力为核心；在内容定位上，遵循“知识够用、为技能服务”的原则，突出针对性和实用性，并涵盖了电力行业最新的政策、标准、规程、规定及新设备、新技术、新知识、新工艺；在写作方式上，做到深入浅出，避免烦琐的理论推导和验证；在编写模式上，采用模块化结构，便于灵活施教。

本套培训教材涵盖 34 个职业的通用教材和专用教材，共 72 个分册、5018 个模块，每个培训模块均配有详细的模块描述，对该模块的培训目标、内容、方式及考核要求进行了说明。其中：通用教材涵盖了供电企业多个职业种类共同使用的基础、专业基础、基本技能及职业素养等知识，包括《电工基础》、《电力安全生产及防护》等 38 个分册、1705 个模块，主要作为供电企业员工全面系统学习基础理论和基本技能的自学教材；专用教材涵盖了单一职业种类专用的所有专业知识和专业技能，按照供电企业生产模式分职业单独成册，每个职业分为 I、II、III 等 3 个级别，包括《变电检修》、《继电保护》等 34 个分册、3313 个模块，可以分别作为供电企业生产一线辅助作业人员、熟练作业人员和高级作业人员的岗位技能培训教材，也可作为电力职业院校的教学参考书。

本套培训教材的出版是贯彻落实国家人才队伍建设总体战略，充分发挥企业培养高技能人才主体作用的重要举措，是加快推进国家电网公司发展方式和电网发展方式转变的迫切要求，也是有效开展电网企业教育培训和人才培养工作的重要基础，必将对改进生产技能人员培训模式，推进培训工作由理论灌输向能力培养转型，提高培训的针对性和有效性，全面提升员工队伍素质，保证电网安全稳定运行、支撑和促进国家电网公司可持续发展起到积极的推动作用。

本套教材共 72 个分册，本册为专用教材部分的《配电线路运行》。

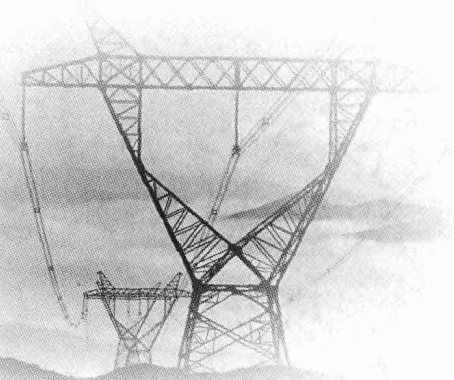
本书中第一部分配电线路、设备及系统，由河南省电力公司孟昊、熊卿府、上海市电力公司陈伟明编写；第二部分电力电缆基础，由陕西省电力公司陈旭编写；第三部分功率因数、线损、电能质量及可靠性，由山东电力集团公司马志广、江苏省电力公司胡林宝编写；第四部分配网自动化，由河南省电力公司孟昊、熊卿府编写；第五部分配电线路验收，由山东电力集团公司马志广、河南省电力公司孟昊、熊卿府编写；第六部分基本技能，由浙江省电力公司祝小会、黑龙江省电力有限公司何苍贵编写；第七部分架空配电线路运行维护，由陕西省电力公司肖苏力、安徽省电力公司梁泉编写；第八部分电缆的运行维护，由上海市电力公司蒋洪权、天津市电力公司陈其三、江西省电力公司李强编写；第九部分配电所运行维护及事故处理，由山东电力集团公司王东军编写；第十部分配电生产信息管理，由江苏省电力公司胡林宝编写。全书由山东电力集团公司马志广担任主编。浙江省电力公司方向晖担任主审，国家电网公司生产运行部李伟、林文钦、浙江省电力公司金伟君、陈洪涛参审。

由于编写时间仓促，本套教材难免存在疏漏之处，恳请各位专家和读者提出宝贵意见，使之不断完善。



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



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
第二章 配电设备	34
模块 1 跌落式熔断器的作用及结构 (GYPD00102001)	34
模块 2 电缆分支箱的作用及结构 (GYPD00102002)	36
模块 3 箱式变电站的作用及结构 (GYPD00102003)	38
模块 4 开关站(开闭所)的作用及结构 (GYPD00102004)	42
模块 5 非晶合金变压器的原理、结构 (GYPD00102005)	46
模块 6 干式变压器的原理、结构 (GYPD00102006)	49
模块 7 常用低压电器 (GYPD00102007)	51
第三章 配电网结构	67
模块 1 配电网的基本要求 (GYPD00103001)	67
模块 2 负荷的分类 (GYPD00103002)	68
模块 3 配电网的供电形式 (GYPD00103003)	70
第四章 配电线路电气、施工、安装图的识读	74
模块 1 配电线路接线图识读 (TYBZ00504001)	74
模块 2 配电网络图识读 (TYBZ00504002)	81

第二部分 电力电缆基础

第五章 电力电缆基本知识	87
模块 1 电力电缆的种类及命名 (GYDL00101001)	87
模块 2 电缆的结构和性能 (GYDL00101002)	91
模块 3 高压电缆绝缘击穿原理和高压电缆绝缘厚度确定 (GYDL00101003)	93
模块 4 电力电缆的载流量计算 (GYDL00101004)	96
模块 5 交联聚乙烯电力电缆绝缘老化机理 (GYDL00101006)	101
模块 6 改善电场分布的方法 (GYDL00101008)	103

第三部分 功率因数、线损、电能质量及可靠性

第六章 电容器	109
模块 1 电容器的结构及原理 (GYPD00201001)	109

模块 2 无功补偿的方式及接线 (GYPD00201002)	111
第七章 功率因数	116
模块 1 功率因数的概念 (GYPD00202001)	116
模块 2 功率因数的提高 (GYPD00202002)	117
第八章 电压调整	122
模块 1 电压损耗的概念 (GYPD00203001)	122
模块 2 电压调整的措施 (GYPD00203002)	124
第九章 线损	126
模块 1 线损的概念 (GYPD00204001)	126
模块 2 降低线损的措施 (GYPD00204002)	131
模块 3 配电网的功率损耗与电压计算 (GYPD00204003)	134
第十章 过电压	138
模块 1 内部过电压的概念、分类 (GYPD00205001)	138
模块 2 接地电阻的要求 (GYPD00205002)	139
模块 3 防雷装置的检查与维护 (GYPD00205003)	141
模块 4 配电线路的防雷保护 (GYPD00205004)	143
模块 5 配电设备和配电所的防雷保护 (GYPD00205005)	144
模块 6 架空绝缘导线的防雷 (GYPD00205006)	147
模块 7 典型雷击事故分析 (GYPD00205007)	150
模块 8 污闪放电的机理 (GYPD00205008)	151
模块 9 防止污闪的主要方法 (GYPD00205009)	153
第十一章 电能质量	156
模块 1 电能质量指标 (GYPD00206001)	156
模块 2 电压偏差的调整 (GYPD00206002)	158
模块 3 谐波的防治 (GYPD00206003)	160
第十二章 可靠性	164
模块 1 配网可靠性的基本知识 (GYPD00207001)	164
模块 2 提高供电可靠性的措施 (GYPD00207002)	168

第四部分 配网自动化

第十三章 配网自动化基本知识	173
模块 1 配网自动化的概念 (GYPD00401001)	173
模块 2 馈线自动化 (GYPD00401002)	175
第十四章 终端设备运行要求	180
模块 1 FTU 的作用及组成 (GYPD00402001)	180
第十五章 终端设备安装技术要求	184
模块 1 配网自动化终端设备安装技术要求 (GYPD00403001)	184

第五部分 配电线路验收

第十六章 配电线路验收标准	189
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)	189
模块 2 架空配电线路及设备运行规程有关内容 (GYPD00301002)	192
模块 3 电力电缆运行规程有关内容 (GYPD00301003)	195

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)	197
模块 5	架空绝缘配电线路施工及验收规程有关内容 (GYPD00301005)	204
模块 6	电缆线路施工及验收规范有关内容 (GYPD00301006)	212
模块 7	接地装置施工及验收规范的有关内容 (GYPD00301007)	218

第六部分 基本技能

第十七章	常用仪器、仪表使用、维护	227
模块 1	单臂电桥的使用 (GYPD00501001)	227
模块 2	双臂电桥的使用 (GYPD00501002)	229
模块 3	经纬仪的基本操作 (GYPD00501004)	231
模块 4	经纬仪水平角测量 (GYPD00501005)	235
模块 5	经纬仪垂直角测量 (GYPD00501006)	237
第十八章	配电线路杆上作业	240
模块 1	横担及金具安装 (GYPD00502001)	240
模块 2	拉线安装 (GYPD00502002)	245
模块 3	安装直线杆绝缘子 (GYPD00502003)	250
模块 4	安装耐张杆绝缘子 (GYPD00502004)	253
模块 5	更换拉线 (GYPD00502005)	256
第十九章	配电设备试验	260
模块 1	安全用具电气试验的项目和周期 (GYPD00504001)	260
模块 2	安全用具机械试验的项目和周期 (GYPD00504002)	265
模块 3	安全用具的试验 (GYPD00504003)	267
模块 4	开关设备的试验项目和周期 (GYPD00504004)	269
模块 5	开关设备的试验 (GYPD00504005)	271
模块 6	避雷器的试验项目和周期 (GYPD00504006)	273
模块 7	避雷器的试验 (GYPD00504007)	274
模块 8	配电变压器的试验项目和周期 (GYPD00504008)	276
模块 9	配电变压器的预防性试验 (GYPD00504009)	276
第二十章	安全用具使用及紧急救护	279
模块 1	电气火灾的扑救方法 (GYPD00505001)	279
模块 2	创伤急救 (GYPD00505002)	281
第二十一章	配电专用术语	285
模块 1	配电网常用调度术语 (GYPD00506001)	285

第七部分 架空配电线路运行维护

第二十二章	配电线路巡视、操作	291
模块 1	架空配电线路巡视种类、周期、内容 (ZY0300101001)	291
模块 2	架空配电线路巡视 (ZY0300101002)	293
模块 3	配电线路倒闸操作的内容 (ZY0300101003)	296
模块 4	配电线路倒闸操作的原则 (ZY0300101004)	297
模块 5	操作柱上断路器、隔离开关的要求 (ZY0300101005)	298
模块 6	操作跌落式熔断器的要求 (ZY0300101006)	299
模块 7	柱上断路器的操作 (ZY0300101007)	302
模块 8	架空配电线路分支停电操作票 (ZY0300101008)	303

模块 9	架空配电线路手拉电网停电操作票 (ZY0300101009)	306
第二十三章	架空配电线路的缺陷处理	310
模块 1	架空配电线路的常见缺陷 (GYPD00601001)	310
模块 2	架空配电线路常见缺陷的处理 (GYPD00601002)	313
第二十四章	配电开关设备运行维护	317
模块 1	柱上断路器及负荷开关的常见缺陷 (GYPD00602001)	317
模块 2	柱上隔离开关的常见缺陷 (GYPD00602002)	318
模块 3	柱上断路器及负荷开关常见缺陷的处理 (GYPD00602003)	319
模块 4	柱上隔离开关常见缺陷的处理 (GYPD00602004)	322
模块 5	电容器的操作 (ZY0300102001)	324
第二十五章	配电变压器及附件运行维护	328
模块 1	配电变压器及附件的常见缺陷 (GYPD00603001)	328
模块 2	配电变压器及附件的常见故障 (GYPD00603002)	330
模块 3	跌落式熔断器熔丝熔断的处理 (GYPD00603003)	332
模块 4	配电变压器的调压 (GYPD00603004)	334
模块 5	变压器并联操作 (ZY0300103001)	337

第八部分 电缆的运行维护

第二十六章	电缆设备巡视	343
模块 1	温度热像仪的使用和应用 (GYDL00301003)	343
第二十七章	设备运行分析及缺陷管理	347
模块 1	电缆缺陷管理 (GYDL00302001)	347
模块 2	电缆缺陷处理 (GYDL00302002)	352
第二十八章	电缆故障测寻及处理	356
模块 1	电缆线路常见故障诊断与分类 (GYDL00303001)	356
模块 2	电缆线路的识别 (GYDL00303002)	357
模块 3	常用电缆故障测寻方法 (GYDL00303003)	359
第二十九章	电缆交接、预防性试验	367
模块 1	电缆交接试验的要求和内容 (GYDL00304001)	367
模块 2	电缆预防性试验的要求和内容 (GYDL00304002)	370
第三十章	工程竣工验收及资料管理	374
模块 1	电缆线路工程验收 (GYDL00206001)	374
模块 2	电缆构筑物工程验收 (GYDL00206002)	378
模块 3	电缆线路工程竣工技术资料 (GYDL00206003)	381

第九部分 配电所运行维护及事故处理

第三十一章	配电所操作	385
模块 1	配电所的典型操作 (ZY0300201001)	385
模块 2	箱式变电站的操作 (ZY0300201002)	389
模块 3	开闭所的操作 (ZY0300201003)	390
模块 4	审核配电所操作票 (ZY0300201004)	392
模块 5	审核开闭所的操作票 (ZY0300201005)	393
第三十二章	配电所运行维护	396
模块 1	配电所缺陷的分类 (ZY0300202001)	396

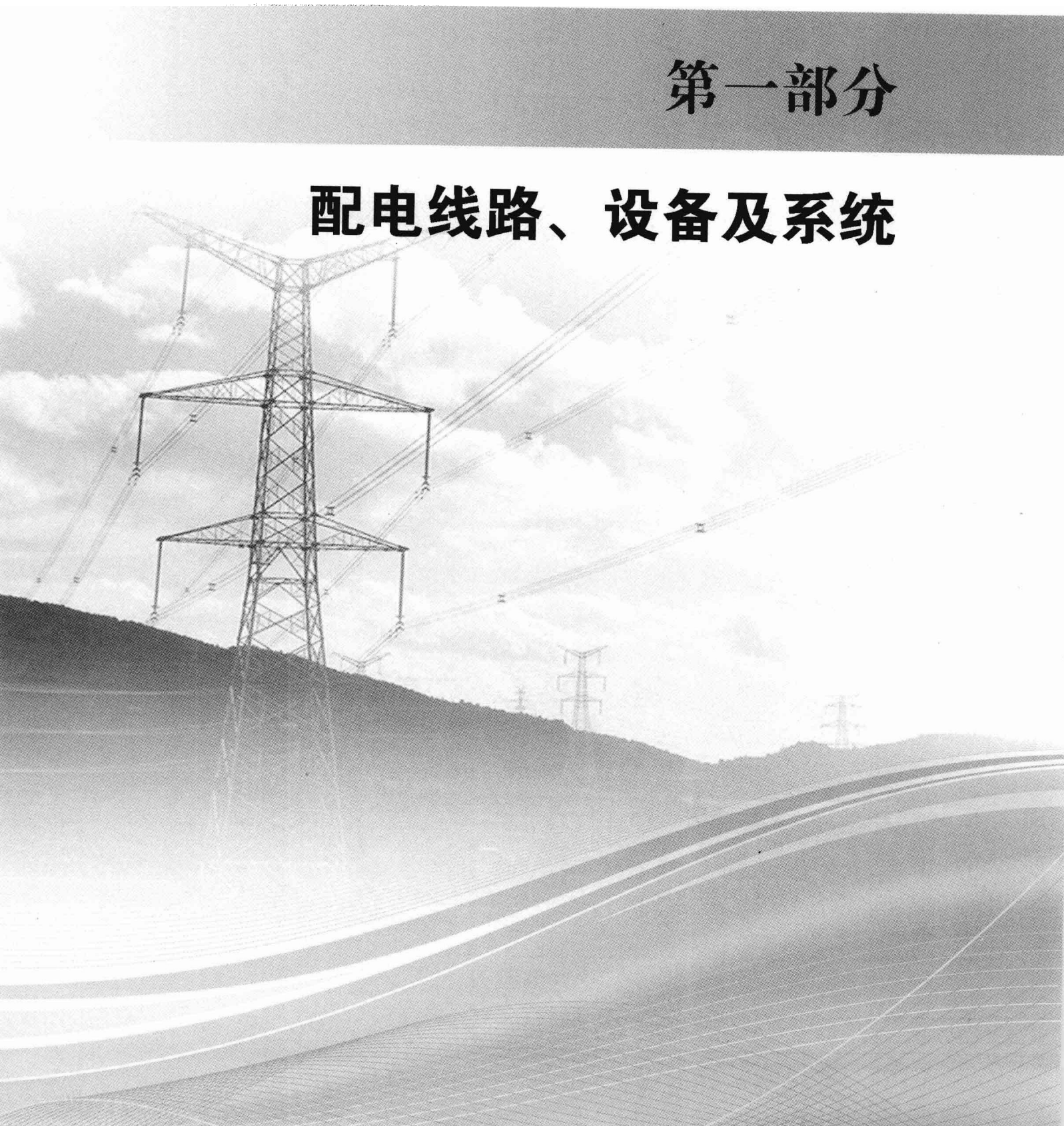
模块 2	箱式变电站缺陷的分类 (ZY0300202002)	398
模块 3	开闭所缺陷的分类 (ZY0300202003)	400
第三十三章	配电所、箱式变电站和开闭所事故处理	403
模块 1	配电所事故处理 (ZY0300203001)	403
模块 2	箱式变电站事故处理 (ZY0300203002)	407
模块 3	开闭所事故处理 (ZY0300203003)	408
第三十四章	配电所、箱式变电站和开闭所的验收	411
模块 1	配电所的验收 (ZY0300204001)	411
模块 2	箱式变电站的验收 (ZY0300204002)	414
模块 3	开闭所的验收 (ZY0300204003)	416

第十部分 配电生产信息管理

第三十五章	配电生产信息管理系统	421
模块 1	配电生产信息系统概述 (ZY0300301001)	421
模块 2	系统通用操作说明 (ZY0300301002)	423
模块 3	单线图编辑通用操作说明 (ZY0300301003)	427
附录 A	《配电线路运行》培训模块教材各等级引用关系表	443
	参考文献	450

第一部分

配电线路、设备及系统



從系以市世 融發中國



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:

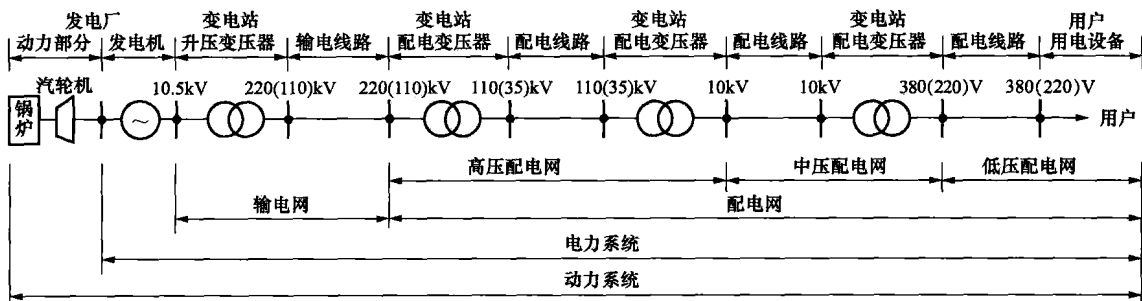


图 GYPD00101001-1 电力系统、电力网和配电网组成示意图

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(330kV、500kV、750kV、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(110kV、35kV)、中压配电网(20kV、10kV、6kV、3kV)和低压配电网(220V/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。

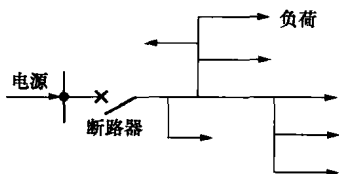


图 GYPD00101001-2 放射式配电网

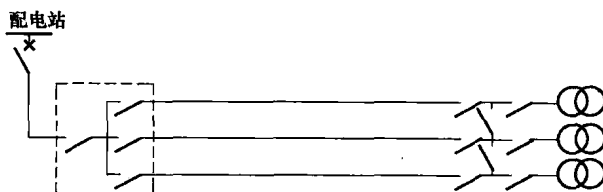


图 GYPD00101001-3 多回路式配电网

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。

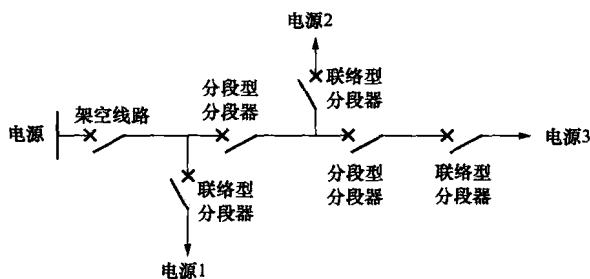


图 GYPD00101001-4 环网式配电网

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。

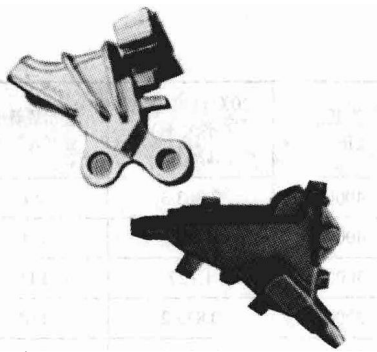


图 GYPD00101001-5 楔型铝合金耐张线夹

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 ($^{\circ}\text{C}$)	1033	658	1530
电阻系数 (20 $^{\circ}\text{C}$ 时 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)	0.017 9	0.028 3	0.18
电阻温度系数 ($1/^{\circ}\text{C}$)	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 $^{\circ}\text{C}$ 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《圆线同心绞架空导线》(GB/T 1179—2008);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《圆线同心绞架空导线》(GB/T 1179—2008), 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。