

国家电力  STATE POWER

农电大课堂



(下册)



國家電力公司電化教育中心出版

www.dldj.org



**半个世纪的执著不变，
为您提供完美的电力解决方案。**

许继集团有限公司

河南省许昌市许继大道 邮编:461000

电话:0374-3212954 3212630

传真:0374-3312213

网址:www.xjgc.com

Email:sales@xjgc.com

许继集团 · 合力奉献

国家检测中心将以“微笑”和“速度”为您提供您需求的检测及认证服务

检测服务 型式检验 仿真试验 现场检验 中试
认证服务

CE认证



FCC认证



KEMA认证



CQC认证



TUV认证



选择了国家检测中心,您还会得到一系列的增值服务

指导编写企业标准 检测报告英文证书 产品型号证书 媒体公告宣传

国家继电器质量监督检验中心

河南省许昌市许继大道 32 号

电话:0374-3212775 3212247

<http://www.powerkingdom.com>

Email://yapingl@ncqtr.com

前 言

“农电大课堂”——永远敞开的门，欢迎您走进《农电大课堂》”。这是《农电大课堂》编委会所确立的宗旨。《农电大课堂》的权威性、针对性、可操作性是我们努力的方向。因此我们特意邀请专家、教授以及省、县级农电局的总工、局长，为《农电大课堂》撰稿和审稿。

《农电大课堂》具备多方位于一体的培训形式，首先是在中国教育电视台播出，二是刻制成 VCD 光盘，三是印制与光盘相配套的文字教材，可以满足多种形式培训的需要。

为了发挥电视教学片和文字教材的各自优势，在内容的编排上各有侧重。希望广大农电职工朋友们，在学习过程中将 VCD 光盘和文字教材结合起来，可以收到较好的学习效果。

《农电大课堂》共分十一个部分，五十四讲。将分两个阶段（第一至第二十三讲为第一阶段，第二十四至第五十四讲为第二阶段）在电视台播出，每讲 30 分钟。VCD 光盘也将分为两个阶段制作，与之配套的文字教材将分上、下两册出版发行（第一讲至第二十三讲为上册，第二十四讲至第五十四讲为下册）。

《农电大课堂》在撰写和摄制过程中得到了国家电力公司有关部门，以及有关的省、县农电局的大力支持，还得到了生产农电设备的有关企业的积极支持，在这里一并表示感谢！

由于作者水平所限，书中的不妥、缺点、错误，敬请读者指正。

编者

鸣谢：国家电力公司农电工作部
国家电力公司办公厅新闻中心
华北电力集团公司农电局
华北电力集团公司科技环保部
华北电力集团公司职业技能培训中心
河北省电力公司农电局
天津市宝坻农电局
河北省张家口电力局
河北省石家庄市滦城电业局
河北省秦皇岛农电局
河北省廊坊市农电局
河北省廊坊市三河供电局
河北省廊坊市香河供电局
湖南省益阳电业局
湖南省湘潭电业局
广东省电白电业局
内蒙古包头市固阳电力有限责任公司
山东现代达驰电工电气股份有限公司
浙江三变集团有限公司
河南新亚集团股份有限公司
广东湛江高压电器总厂
浙江华仪电器集团有限公司
河北保定龙源电力设备有限公司
北京国晶电气制造有限公司
中国电力科学研究院华源电力有限公司
辽宁锦州电力电容器有限责任公司
湖南常德宏远开关设备有限公司
中国电力科学研究院北京恒瑞通用电器厂
河南南阳金冠王码信息产业股份有限公司
上海 MWB 互感器有限公司
国家电力公司电力自动化研究院

上海电器科学研究所

上海电器设备检测所低压电器检测站

江苏常熟开关厂

江苏无锡新宏泰电器有限责任公司

北京 ABB 低压电器有限公司

浙江杭州萧山漏电自动开关厂

序

我国农村电网建设发展很快，1990年以后，农网建设进入了完善化和标准化阶段，农网自动化建设得到了很大发展。1998年到2002年国家投资近3000亿元实施农村电网改造、农电体制改革、城乡用电同网同价，即“两改一同价”工作，对农网的发展起到了积极的促进作用。

“两改一同价”工作是党和国家全面推动我国经济飞速发展，实现农村电气化的重要战略决策。“两改一同价”的实施为农村经济持续、稳步的发展打下了坚实的基础，同时也为电力企业开拓农村电力市场创造了机遇和条件，是一项重大的德心工程。

“两改一同价”工作提高了农村电网的供电能力，改善了农业和农民的用电环境，农电职工队伍的业务素质、技能水平也有了很大的进步。

农村电网作为电力工业的重要组成部分，所面临的建设和发展任务十分艰巨，加快农电技术创新步伐，不断提高农村电气化水平，是今后农电工作的重要任务。在满足广大农民不断增长的用电需求，加大投入的同时，还必须通过技术创新和科技进步来提高电网的供电可靠性和电能质量。

创建一流的县级供电企业，更好的服务于农村客户，使农村电力市场能够可持续发展，我们农电系统应当具备三个条件：一是要有适合我国农村特点的坚实的网架结构和完备的电力设施；二是要有科学合理的农电管理体制；三是要有一支较高素质的农电职工队伍。随着“两改一同价”工作的完成，全面提高农电职工的素质，已由过去的必要性转变为当前的紧迫性。为此以农电职工培训为内容的《农电大课堂》孕育而生。

《农电大课堂》是以理论讲解、示范操作、设备结构分析、动画模拟演示、现场实景拍摄的形式进行编辑制作的。《农电大课堂》具有现实的特点，它以很高的权威性、极强的针对性和可操作性，面向县级供电局及供电所的农电职工，深入浅出、生动直观、多层次、全方位的进行培训，以期通过《农电大课堂》的培训，使广大农电职工都有所收益，这是《农电大课堂》最基本的出发点。

《农电大课堂》是通过电视台播出，刻制 VCD 光盘和出版与其配套的文字教材书，构成了全方位于一体的培训形式。

通过电视媒体开办农电职工培训栏目，这在农电系统还是初次尝试。以电视这一目前最具有优势的传播媒体开展培训工作，它具有形式活泼、内容丰富、受众面广等特点，为开展农电职工培训教育将发挥出积极的作用。

由于农电系统职工培训人员多、培训面广、专业性强，为达到全员培训的目的，为使培训时间安排上更加灵活：既能够在电视台播出时可以有组织地进行收看，同时也可以使每一位农电职工随时运用 VCD 光盘进行学习；在收看到生动直观实景画面的同时，还可以手捧文字教材书深酌细读。这种可以满足农电职工培训需求的多种形式，便是我们欢迎你走进《农电大课堂》而搭建的多面平台。正如《农电大课堂》所确立的宗旨：“农电大课堂永远敞开的门，欢迎您走进《农电大课堂》”。

国家电力公司农电工作部主任：李振生

全国农电职工培训教材

《农电大课堂》(下)编审委员会

编委会顾问：李振生

主任委员：张丽英

副主任委员：赵孟祥 温建忠 魏大壮

编委：翟向向 王继昌 戴春恒 周梦芹 冯瑞明

郭喜庆 向世隆 蔡子才 张文刚

编写人员：刘殿臣 郑继祥 仇全道 郭子梁 刘新民

孙成宝 陈家斌 李家义 郭子仪 李丽敏

张维勇 王秋旻 闫世琦 温明 管瑞良

王炯华 季慧玉 梁顺林 万力远 孙克安

龚柏虎 郭行干 谢华跃 王中丹 胡宏宇

审定人员：郭喜庆 刘殿臣 向世隆 蔡子才 薛小乐

方开秀 郑继祥 仇全道 郭子梁 刘新民

郭子仪 孙成宝 陈家斌 王万成 韩军

下 册 目 录

前言

序

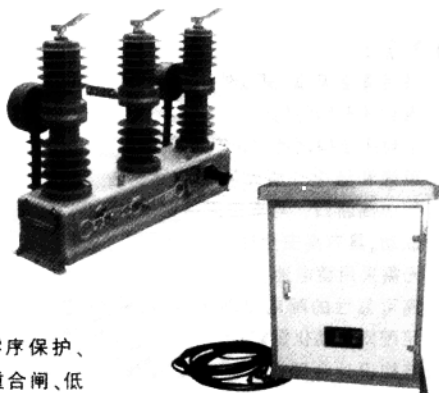
第五部分 低压配电线路	3
第二十四讲 低压架空裸导线配电线路.....	3
第二十五讲 低压架空绝缘线路	24
第二十六讲 低压架空线路的施工技术	43
第二十七讲 地埋电力线路	59
第二十八讲 接户线和进户线	92
第二十九讲 室内布线	99
第六部分 低压电器设备	137
第三十讲 低压电器元件的分类及功能.....	137
第三十一讲 低压电器的质量保证.....	153
第三十二讲 塑壳断路器的构造及主要技术性能.....	166
第三十三讲 塑壳断路器的选用、运行、 维护与电动操作机构.....	180
第三十四讲 万能式(框架式)断路器.....	201
第三十五讲 熔断器、刀开关、刀熔开关、负荷开关.....	212
第三十六讲 接触器.....	230
第三十七讲 剩余电流动作保护器.....	265
第三十八讲 终端组合电器.....	288
第三十九讲 继电器(中间继电器、时间继电器、热继电器).....	308
第四十讲 低压金属化电容器及无功补偿装置.....	336
第四十一讲 低压配电装置.....	349
第七部分 电动机	381

第四十二讲 电动机	381
第八部分 电测仪表	411
第四十三讲 电测仪表及应用(一)	411
第四十四讲 电测仪表及应用(二)	431
第四十五讲 电能表与电能计量	452
第九部分 农村用电管理	477
第四十六讲 业扩报装	477
第四十七讲 抄表、核算、收费	492
第四十八讲 线损管理	500
第四十九讲 规范化服务	510
第十部分 用电安全	524
第五十讲 低压电气工作安全措施	526
第五十一讲 触电防护与急救知识	545
第五十二讲 接地	555
第五十三讲 防雷知识	568
第十一部分 电力法规知识	574
第五十四讲 电力法律法规和电力行业标准简介	574



CHZ(CHL4)-12 系列户外高压自动重合器

本重合器适用于交流 50Hz、10kV 电压等级的三相电力系统，可用作变电所内配电线路的出线保护设备，或用在配电线路中部和重要分支线入口作为线路分段保护设备。作为开断、关合负荷电流、过载电流及短路电流之用，具有过流保护、零序保护、(反时限电流保护)、自动重合闸、低周减载等功能。



许继集团有限公司

河南省许昌市许继大道 邮编:461000

电话:0374-3212954 3212630

传真:0374-3312213

网址:www.xjgc.com Email:sales@xjgc.com

许继集团·合力奉献



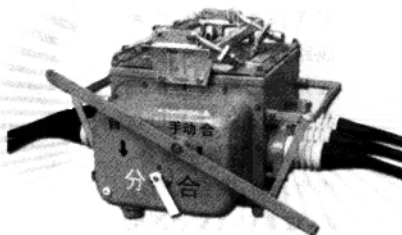
FZW28-12(VSP5)真空自动配电开关

应用范围:

户外交流高压真空自动配电开关,以其卓越的性能和免维护特性,广泛地应用于 10kV 架空配电线路上。已通过国家两部鉴定,是国家经贸委推荐产品。

特点:

- ☆ 采用真空灭弧, SF6 外绝缘, 具有卓越的开断性能;
- ☆ 全封闭结构设计, 15 年免维护;
- ☆ 灭弧和绝缘介质无油化设计, 内置隔离断口, 与真空灭弧室串联联动, 具有高安全性;
- ☆ 无需采用蓄电池;
- ☆ 高可靠性的配电自动化接口, 满足配网自动化需求;
- ☆ 结构设计合理、方便安装、手/自动操作灵活;
- ☆ 集日本东芝技术和许继集团多年的产品制造质量体系为一体, 使产品具有高品质、高可靠性。



FZW28-12(VSP5)柱上真空自动开关

许继集团有限公司

河南省许昌市许继大道 邮编: 461000

电话: 0374-3212954 3212630

传真: 0374-3312213

网址: www.xjgc.com Email: sales@xjgc.com

许继集团 · 合力奉献

第五部分 低压配电线路

第二十四讲 低压架空裸导线配电线路

一、概述

低压架空电力线路主要由导线、电杆、金具、绝缘子、拉线等组成，是低压电力网的组成部分之一。它是电力分配、传送的重要通道，其作用是为用户提供优质、可靠的电能。

1. 档距和弧垂

档距是指相邻两根电杆中心线之间的水平距离。

导线的弧垂(也叫垂度或弛度)，指导线上任一点与悬挂点间连线的垂直距离，如图 24.1 所示；在档距中央处导线弧垂最大不特别指明时，弧垂就是档距中央处的弧垂。弧垂是随气象条件变化而变化的。

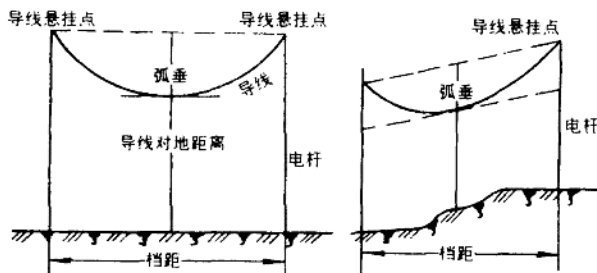


图 24.1 档距、弧垂、对地距离

档距和弧垂是进行低压配电线路设计的重要参数，与电杆的高度有关，档距越大，弧垂就越大，选择电杆就越高。低压线路常用的几种导线的弧垂、档距见表 24.1 ~ 表 24.8)。安全系数均取 $k = 2.5$ 。

2. 耐张段

为了线路的施工和维护运行方便，把线路分为若干段，称为耐张段，其两端的杆塔称为耐张杆，使相邻两根耐张段在机械受力上互不影响。耐张杆的机械强度和稳定度较高。

表 24.1 LJ-16 导线的弧垂表(最大风速 $v = 25\text{m/s}$, 覆冰厚度 $b = 5\text{mm}$)

线路档距(m)	在下列气温紧线时，导线的弧垂(观测弧垂)(m)					
	-10℃	0℃	10℃	20℃	30℃	40℃
40	0.12	0.16	0.23	0.34	0.46	0.56
50	0.25	0.35	0.48	0.62	0.75	0.87
60	0.44	0.58	0.74	0.89	1.03	1.17
70	0.77	0.94	1.10	1.26	1.40	1.53
80	1.19	1.37	1.53	1.69	1.83	1.97

表 24.2 LJ-25 导线的弧垂表(最大风速 $v = 25\text{m/s}$, 覆冰厚度 $b = 5\text{mm}$)

线路档距(m)	在下列气温紧线时，导线的弧垂(观测弧垂)(m)					
	-10℃	0℃	10℃	20℃	30℃	40℃
40	0.12	0.16	0.24	0.35	0.46	0.57
50	0.18	0.26	0.34	0.48	0.62	0.74
60	0.29	0.39	0.52	0.68	0.83	0.99
70	0.46	0.61	0.78	0.96	1.12	1.28
80	0.72	0.91	1.10	1.28	1.45	1.61

表 24.3 LJ-35 导线的弧垂表(最大风速 $v = 25\text{m/s}$, 覆冰厚度 $b = 5\text{mm}$)

线路档距(m)	在下列气温紧线时，导线的弧垂(观测弧垂)(m)					
	-10℃	0℃	10℃	20℃	30℃	40℃
40	0.12	0.16	0.24	0.35	0.46	0.57
50	0.18	0.26	0.34	0.48	0.62	0.74
60	0.26	0.34	0.47	0.62	0.78	0.93

续表

线路档距(m)	在下列气温紧线时, 导线的弧垂(观测弧垂)(m)					
	- 10℃	0℃	10℃	20℃	30℃	40℃
70	0.39	0.51	0.66	0.83	1.01	1.17
80	0.58	0.74	0.99	1.12	1.30	1.47

表 24.4 LJ-50 导线的弧垂表(最大风速 $v = 25\text{m/s}$, 覆冰厚度 $b = 5\text{mm}$)

线路档距(m)	在下列气温紧线时, 导线的安装弧垂(观测弧垂)(m)					
	- 10℃	0℃	10℃	20℃	30℃	40℃
40	0.12	0.16	0.24	0.35	0.46	0.57
50	0.18	0.26	0.34	0.48	0.62	0.74
60	0.26	0.34	0.47	0.62	0.78	0.93
70	0.35	0.46	0.60	0.77	0.95	1.11
80	0.48	0.61	0.78	0.97	1.17	1.35

表 24.5 LJ-70 导线的弧垂表(最大风速 $v = 25\text{m/s}$, 覆冰厚度 $b = 5\text{mm}$)

线路档距(m)	在下列气温紧线时, 导线的弧垂(观测弧垂)(m)					
	- 10℃	0℃	10℃	20℃	30℃	40℃
40	0.12	0.16	0.24	0.35	0.46	0.57
50	0.18	0.26	0.34	0.48	0.62	0.74
60	0.26	0.34	0.47	0.62	0.78	0.93
70	0.35	0.46	0.60	0.77	0.95	1.11
80	0.46	0.58	0.75	0.94	1.13	1.31

表 24.6 LGJ-35 导线的弧垂表(最大风速 $v = 25\text{m/s}$, 覆冰厚度 $b = 5\text{mm}$)

线路档距(m)	在下列气温时, 导线的弧垂(观测弧垂)(m)					
	- 10℃	0℃	10℃	20℃	30℃	40℃
40	0.06	0.07	0.08	0.10	0.13	0.16
50	0.09	0.11	0.13	0.15	0.20	0.25
60	0.13	0.16	0.19	0.22	0.28	0.34
80	0.24	0.27	0.32	0.37	0.47	0.57

表 24.7 LGJ-50 导线的弧垂表(最大风速 $v = 25\text{m/s}$, 覆冰厚度 $b = 5\text{mm}$)

线路档距(m)	在下列气温时, 导线的弧垂(观测弧垂)(m)					
	-10℃	0℃	10℃	20℃	30℃	40℃
40	0.06	0.07	0.08	0.10	0.13	0.16
50	0.09	0.11	0.13	0.15	0.22	0.25
60	0.13	0.16	0.19	0.22	0.28	0.34
80	0.24	0.27	0.32	0.37	0.47	0.57

表 24.8 LGJ-70 导线的弧垂表(最大风速 $v = 25\text{m/s}$, 覆冰厚度 $b = 5\text{mm}$)

线路档距(m)	在下列气温时, 导线的弧垂(观测弧垂)(m)					
	-10℃	0℃	10℃	20℃	30℃	40℃
40	0.07	0.08	0.10	0.13	0.19	0.26
50	0.11	0.13	0.15	0.20	0.30	0.40
60	0.16	0.19	0.24	0.30	0.38	0.49
80	0.28	0.33	0.40	0.49	0.62	0.77

二、导线

1. 材料结构

导线有裸导线和绝缘导线两种, 本讲介绍裸导线。

导线的材料有铝和铜两种。铝绞线是架空线路中应用较多的导线, 它的优点是重量轻, 价格比铜导线低; 缺点是导电率约为铜导线的 70%, 机械强度较低, 运行中表面易形成氧化铝薄膜, 使接头的接触电阻较大。为克服铝绞线机械强度低的缺点, 在负荷较大和机械强度要求较高的线路, 采用钢芯铝绞线。钢芯铝绞线是导线的外部用铝线, 内部用钢芯。这样既满足了良好的机械强度, 又满足了传导电流的需要。由于交流电流有集肤效应, 电流趋向于导体表面, 钢芯铝绞线的结构有利于充分利用导线的截面积。

铜绞线的优点是导电性能好, 机械强度比较高; 缺点是比重大, 价格高。

2. 型号及规格