

10kV 及以下电力电缆敷设运行 实用技术

10kV Ji Yixia Dianli Dianlan Fushe Yunxing Shiyong Jishu

周裕厚 编著



10kV 及以下 电力电缆敷设运行实用技术

周裕厚 编著



机械工业出版社

本书从生产实际出发,介绍了10kV及以下电力电缆敷设、运行实用技术。全书共分12章,内容包括电力电缆种类、特征、选择、试验、敷设规定;户内电缆终端操作工艺;热缩及冷缩型电缆终端和接头制作工艺;电缆对接头安装程序;户外电力电缆终端制作工艺;油浸纸绝缘电缆终端和交联聚乙烯绝缘电缆终端和接头制作工艺规范;电缆线路的运行检查、故障处理及电气试验。

本书可供电力电缆敷设、安装工人的培训及电缆安装、维护人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

10kV及以下电力电缆敷设运行实用技术/周裕厚编著. —北京:
机械工业出版社, 2005.5
ISBN 7-111-16486-5

I. 1. 1... II. 周... III. ① 电力电缆—输配电线路运行 ② 电力电缆—电缆敷设 IV. TM726.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第038773号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:林春泉 罗莉 版式设计:张世琴

责任校对:樊钟英 封面设计:张静

责任印制:洪汉军

北京瑞德印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2005年7月第1版第1次印刷

787mm×1092mm 1/16·16.25印张·398千字

0001—4000册

定价:26.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68326294

封面无防伪标均为盗版

前 言

改革开放以来，国民经济高速增长，建筑业迅速发展，对电力的需求与日俱增，供、用电设备之间电缆连接成为电力工程中不可缺少的重要环节，电力电缆的安全可靠运行，直接影响电力系统供电的可靠性。

近年来，电缆的新产品发展很快，用于电缆终端和接头制作的材料也不断更新换代，加之目前国内有关电力电缆终端和接头制作工艺技术方面的参考材料较少，已影响到施工的质量要求，运行中的电缆线路在管理维护上的不完善也时有发生。

为此编写《10kV及以下电力电缆敷设运行实用技术》一书。

本书从企业生产和变配电所运行人员的实际出发，既考虑到工人的实际技术状况，又适于今后生产发展和电缆线路运行管理的需要，使其不仅能满足电缆安装工培训掌握操作技能的需求，又为培训人员进一步掌握新知识、新技术奠定一定的基础。

本书适于作技术培训教材，又可作为工作中操作参考，具有实用、实效的特点。在内容上努力做到理论与实际结合，掌握工作中的技能技巧；理论知识方面力求突出与实用性，与实际施工、运行管理紧密结合。文字叙述尽量做到深入浅出、通俗易懂。

本书在编写过程中得到了北京市劳动局、北京市设备安装公司、北京市第五建筑公司等单位的大力支持，在此一并表示感谢。

本书由张隆兴、范士恒指导编写、审核。

由于编写时间仓促，本人水平有限，书中难免有错误和不妥之处，恳请广大读者不吝赐教，以便在适当的时间进行修订，使之更加完善。

周裕厚
2004年11月

目 录

前言

第一章 概述	1	第七章 电力电缆的明敷设	40
第一节 电力电缆的用途及特点	1	第六章 室内电缆终端和接头的操作工艺	43
第二节 电力电缆的种类	1	第一节 施工质量要求及注意事项	43
第三节 电力电缆的型号	2	第二节 户内电力电缆终端制作程序	43
第四节 电力电缆的结构	3	第三节 环氧树脂混合物的配置	45
第二章 电力电缆的种类、特征	5	第四节 电缆终端和接头的安装材料	47
第一节 油浸纸绝缘电力电缆	5	第五节 常用工器具	51
第二节 聚氯乙烯绝缘电力电缆	7	第六节 专用工具	56
第三节 交联聚乙烯绝缘电力电缆	8	第七节 干包式终端制作	59
第四节 橡皮绝缘电力电缆	8	第八节 油浸纸绝缘电力电缆户内终端操作工艺 (一)	65
第五节 不滴流油浸纸绝缘金属护套电力 电缆	9	第九节 油浸纸绝缘电力电缆户内终端操作工艺 (二)	70
第三章 电力电缆的选择	11	第十节 NR 型交联聚乙烯绝缘电缆终端操作 工艺	73
第一节 按发热条件选择电力电缆截面	11	第十一节 户内冷浇油浸纸绝缘电缆终端安 装程序	76
第二节 按经济电流密度选择导线和电 缆截面	12	第十二节 热缩型油杯式油浸纸绝缘电缆终 端安装程序	77
第三节 按允许电压损失选择导线和电 缆截面	14	第十三节 弹性冷浇注式油浸纸绝缘电缆接 头安装工艺	78
第四节 按其他条件选择电缆	14	第十四节 弹性冷浇注式交联聚乙烯绝缘电 缆接头安装工艺	78
第四章 电力电缆的试验	17	第十五节 预制式户内交联聚乙烯绝缘电 缆终端安装工艺	79
第一节 电力电缆绝缘电阻测试	17	第十六节 热缩改进型油浸纸绝缘电缆接 头安装工艺	80
第二节 电力电缆直流耐压试验与泄漏电 流测量	19	第十七节 环氧树脂冷浇注式油浸纸绝缘电 缆接头安装工艺	81
第三节 交流耐压试验	21	第十八节 GJ—231 型交联聚乙烯绝缘电 缆与油浸纸绝缘电缆过渡 接头制作工艺	82
第五章 电力电缆的敷设	24	第十九节 热缩型交联聚乙烯绝缘电缆与油浸 纸绝缘电缆过渡接头制作工艺	83
第一节 电力电缆的敷设规定	24	第七章 热缩及冷缩型电缆终端和接头制 作	
第二节 电缆的运输及展放	27		
第三节 直埋电缆敷设	29		
第四节 直埋电力电缆敷设程序	34		
第五节 电力电缆在排管内敷设	35		
第六节 电力电缆在沟内敷设	38		

工艺	88	第一节 概述	148
第一节 概述	88	第二节 WDH 型油浸纸绝缘电缆终端制作	
第二节 10kV 户内、外油浸热缩型电缆终端制作		工艺	149
工艺	91	第三节 户外 WD 改进型及 WDZ 型电缆终端制作	
第三节 10kV 户内、外交联聚乙烯绝缘热缩型电		工艺	151
缆终端制作工艺	94	第四节 预制式户外交联聚乙烯绝缘电缆终端制	
第四节 热缩管加热固定技术要领	96	作工艺	155
第五节 热缩型交联聚乙烯绝缘电缆终端安装			
程序	97	第十章 油浸纸绝缘电缆、交联聚乙烯	
第六节 热缩型塑料绝缘电缆终端安装		绝缘电缆终端和接头制作工艺	
程序	99	规范	165
第七节 15kV 单芯户内冷缩终端 (5620K)		第一节 10 (6) kV 油浸纸绝缘电缆户外终端	
制作	101	制作	165
第八节 15kV 单芯户外冷缩终端 (5630K)		第二节 10 (6) kV 油浸纸绝缘电缆户内终端	
制作	103	制作	169
第九节 35kV 单芯户外冷缩终端 (5640K)		第三节 10 (6) kV 油浸纸绝缘电缆接头	
制作	106	制作	173
第十节 15kV、20kV 单芯冷缩接头 (QS2000K)		第四节 10 (6) kV 交联聚乙烯绝缘电缆户内、	
制作	108	外热缩终端制作	176
第十一节 35kV 单芯接头 (94A—53)		第五节 10 (6) kV 交联聚乙烯绝缘电缆热缩接	
制作	112	头制作	179
第十二节 15kV 三芯户内冷缩终端			
(5620PST—G) 制作	114	第十一章 电缆线路的运行检查及故障	
第十三节 15kV 三芯户外冷缩终端		处理	183
(5630PST—G) 制作	117	第一节 电力电缆投入运行前的检查与试验	
第十四节 15kV、20kV 三芯冷缩接头		项目	183
(QS2000) 制作	120	第二节 电力电缆线路的巡视与检查	186
第十五节 电气胶带及其他材料	124	第三节 电力电缆线路停电检查与试验	187
第八章 电缆接头安装程序	132	第四节 电缆线路的技术管理与缺陷处	
第一节 油浸纸绝缘铅管式接头制作工艺	132	理	188
第二节 塑料盒式塑料绝缘电缆接头操作		第五节 电缆线路的常见故障及处理	189
工艺	136	第六节 电力电缆故障简易测量方法	191
第三节 热缩型交联聚乙烯绝缘电缆接头安装		第七节 电缆故障的检测实例	191
工艺	141	第八节 户内电缆施工综合技术在北京西客站工	
第四节 热缩型塑料绝缘电缆接头安装		程中的应用实例	193
工艺	143	第十二章 电气试验	202
第五节 塑料盒式交联聚乙烯绝缘电缆接头安装		第一节 概述	202
工艺	145	第二节 绝缘电阻和吸收比的测量	203
第六节 热缩型油浸纸绝缘电缆接头安装		第三节 泄漏电流试验	206
工艺	146	第四节 介质损耗角正切值试验	208
第九章 户外电力电缆终端制作工艺	148	第五节 交流耐压试验	213

第六节	直流耐压试验	217	附录 A	铝包电缆焊面处理	248
第七节	变配电所设备试验项目与试验标准	219	附录 B	焊锡的配制	248
第八节	高压电工操作技能	236	附录 C	环氧冷涂料和环氧冷浇注料的配制	249
附录		248	附录 D	环氧—聚酰胺腻子配制	249
			附录 E	沥青绝缘胶物理性能及使用范围 ...	250

第一章 概 述

第一节 电力电缆的用途及特点

随着国家经济建设的发展，发电厂的数量逐渐增多，电力系统的规模也越来越大，用电容量日益增加，对电力电缆的需求量也越来越大，电力系统、电力网之间通过联络线（电缆，架空线路）实行并网运行就形成了联合电力系统。

电力电缆在电力系统中作为输送和分配电能及作为各种电气设备间的连接线之用。城市的地下电网，发电厂的引出线、联络线，工矿企业内部的供电以及水下输电线等都采用电力电缆供电。

采用电力电缆供电的特点是：电力电缆敷设在地下、室内、沟道、隧道井内不需用杆塔架设，整齐美观，占地少，不会造成对市容、厂容的影响，电缆供电受自然环境（如雷电、风、水、鸟等自然灾害）的影响小。电缆供电传输性能稳定、可靠性高、人不易接触，即使发生事故也不易造成对人身伤害，供电安全性高。电力电缆的电容量大，可提高供电系统的功率因数。

电力电缆能长期在电网工作电压下工作，运行中能承受内部过电压和大气过电压，可靠地输送电能。电缆具有较好的机械强度、弯曲性能，防腐性能及较长的使用寿命等优点。然而电缆线路敷设为一次性投资，费用较高。并且电缆线路敷设后不易变动，分支困难，敷设在地下电缆线路为隐蔽工程，查找寻测故障难度较大，检修费用较高。随着国家经济建设的发展和规划需要，电缆线路必然成为发展供电的主要方法之一。

第二节 电力电缆的种类

电力电缆的种类很多，使用广泛，电力电缆可以直接敷设在地下、水中、矿井内、隧道中及不宜敷设架空线路的地方，也可以敷设有火灾危险，爆炸危险和有化学腐蚀性的场所。电力电缆的分类方法很多，可按电力电缆的电压等级、电能传输方式、绝缘结构特点、用途以及安装敷设环境等进行分类。

电力电缆的分类：

一、按绝缘材料及保护层分

1. 油浸纸绝缘铅（铝）包电力电缆。
2. 油浸纸干绝缘电力电缆。
3. 聚氯乙烯绝缘，聚氯乙烯护套电力电缆（简称全塑电缆）。
4. 交联聚乙烯绝缘，聚氯乙烯护套电力电缆（简称交联电缆）。
5. 不滴流电力电缆。
6. 橡皮绝缘：天然橡皮绝缘型、乙丙橡皮绝缘型电力电缆。

二、按电压等级分

按照现行的标准电压规定，按额定工作电压等级分为 1、3、6、10、20、35、60、110、220、330kV 等电力电缆。

三、按电缆线芯数及线芯截面积分

按其导体芯数分有单芯、双芯、三芯、四芯和五芯电力电缆。

按导电线芯截面积分有 2.5、4、6、10、16、25、35、50、70、95、120、150、185、240、300、400、500、625、800mm² 等几种电力电缆。

四、按电能输送方式分

1. 单芯电缆输送直流电。
2. 双芯电缆输送直流或单相交流电。
3. 三芯电缆输送三相交流电。
4. 四芯电缆输送三相带中性点接地系统，中线作为零线（N）或保护地线。
5. 五芯电缆输送三相带中性点接地系统，三条主线芯为相线，两条为中性线，一条接工作零（N），另一条接保护零（PE），中性线截面积为主线芯截面积的 40% ~ 60%，称为三相五线 TN—S 系统。

五、按电缆敷设环境分

有地下直埋、地下管、空气中、水中、矿井、隧道内、腐蚀性、火灾易发区及湿热、高海拔等场所，环境条件因素是选择电缆型号的主要技术指标。对选择电缆时除防电压，导线截面积合适，还要考虑其机械强度及防腐性能等。

第三节 电力电缆的型号

电力电缆的型号由拼音字母及阿拉伯数字组成。拼音字母表示电缆的用途，绝缘材料，线芯材料；数字表示铠装和外防护层材料。

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ - ⑧

第一位字母表示类别、用途；电力电缆不标注；K—控制电缆；P—信号电缆。

第二位字母表示绝缘材料；Z—纸绝缘；V—聚氯乙烯绝缘；X—橡胶绝缘；Y—聚乙烯绝缘；YJ—交联聚乙烯绝缘。

第三位字母表示缆芯材料；铜芯不标注；L—铝芯。

第四位字母表示内护层；Q—铅包；L—铝包；V—聚氯乙烯；Y—聚乙烯。

第五位字母表示特征；无特征不标注；D—不滴流；F—分相，L—滤尘用；CY—充油；P—屏蔽。

表 1-1 外护层标记及含义

标 记	铠 装 层	外 护 层
0	无	无
1		纤维绕包（麻绞）（暂时保留使用）
2	双钢带	聚氯乙烯护套 ^①
3	细圆钢丝	
4	粗圆钢丝 ^②	

① 聚氯乙烯旧型号标记为 9；

② 粗圆钢丝旧型号为 5。

第六位数字表示铠装层；从 0~4 标记共五种如表 1-1 所示。

第七位数字表示外护层；从 0~4 标记共五种如表 1-1 所示。

第八位数字表示电压等级，单位为 kV。

第四节 电力电缆的结构

电力电缆由缆芯、绝缘层、防护层等构成。

一、缆芯

缆芯是电力电缆的载流导体。导体材料采用高导电性能、有一定的抗拉强度和伸长率，由防腐蚀，易于焊接的铜、铝材料制成。

二、绝缘层

绝缘层是将缆芯导体与缆芯导体之间和防护层相隔离绝缘。绝缘层的材料有橡皮、油浸纸、塑料、纤维、交联聚乙烯等。

（一）油浸纸绝缘

浸渍剂分为两类，一类是低粘度浸渍剂，用于高压充油电缆；另一类是高粘度浸渍剂，电缆在工作温度范围内浸渍剂不流动或基本不流动。低压电缆浸渍剂又可分为粘性浸渍剂和不滴流浸渍剂两种。

（二）油浸纸

油浸纸形成油纸绝缘，是由电缆纸浸渍浸渍剂复合而成，电缆纸分为普通纸和高压电缆纸两种。

（三）塑料绝缘

电缆的塑料绝缘有：聚氯乙烯、聚乙烯、交联聚乙烯等。

（四）橡皮绝缘

电缆的橡皮绝缘有：甲、乙、丙种绝缘橡皮，丁基绝缘橡皮，硅橡皮，氯磺化聚乙烯绝缘橡皮等户外绝缘橡皮，以及乙种耐热绝缘橡皮等材料。

三、保护层

电缆保护层简称护层，由内保护层和外保护层构成，它起到保护电缆线芯，绝缘浸渍物在运输安装敷设运行中，避免机械损伤、受潮、渗漏外流、腐蚀等作用。

电缆一般采用重型防护层，重型防护层有金属防护层、塑料或橡胶防护层和组合防护层三大类，有特殊需要时，采用特种防护层。

（一）金属防护层

金属防护层由金属护层和外护套两部分组成。它的特点是密封性能好，完全不受水分影响，防止电缆受潮，在油浸纸绝缘电力电缆中广泛应用。

（二）金属护套

金属护套采用铅护套、铝护套和钢管护套，其作用是增强电缆的机械强度、防止绝缘油渗漏流失、防止水分和有害物质进入电缆绝缘层对电缆造成损坏。

（三）橡皮、塑料护层

橡皮绝缘电缆采用橡皮护套，其特点是弹性、强度、柔韧性较高，价格低。

塑料绝缘电缆采用塑料护套，其特点是透水性、防腐性、耐药性强、价格低。

(四) 外护层

外护层是由内衬层、铠装层、外护层三部分构成，其作用是对电缆的防腐蚀和对电缆的机械外力起保护作用。内衬层材料采用塑料带或塑料套将电缆芯缠绕覆盖保护；铠装层采用钢带或钢丝将电缆缠绕保护。内衬层在金属护网和铠装层中间，铠装层在内衬层和外护层中间，外护层在铠装的外面，外护层（也称防腐层）对铠装层起到防腐蚀作用。

常用油浸纸绝缘电力电缆，交联聚乙烯绝缘电力电缆结构如图 1-1、图 1-2 所示。

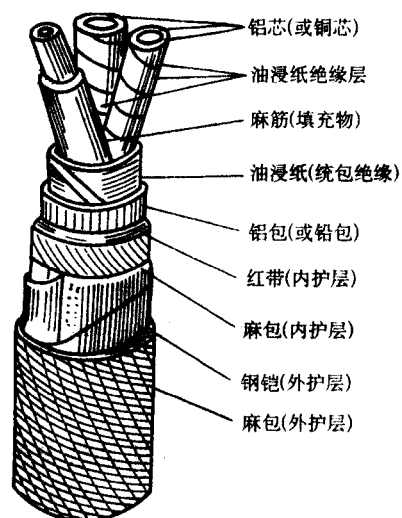


图 1-1 油浸纸绝缘电力电缆

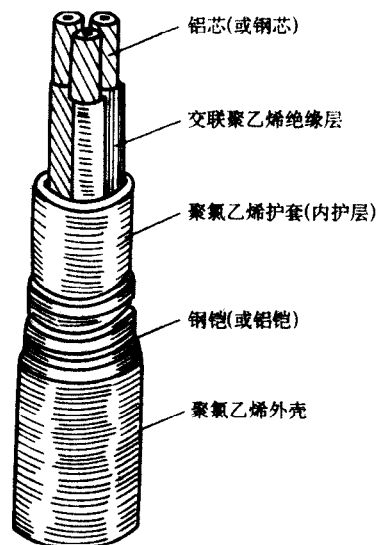


图 1-2 交联聚乙烯绝缘电力电缆

第二章 电力电缆的种类、特征

第一节 油浸纸绝缘电力电缆

油浸纸绝缘电缆有铅包、铝包、铠装和无铠装等，没有铠装的电缆机械强度低、不能承受拉力，易受机械外力损伤。铠装电缆能承受机械外力损伤，但不能承受拉力；细钢丝铠装电缆能承受机械外力损伤和相应拉力；粗钢丝铠装电缆能承受机械外力损伤和较大拉力。

油浸纸绝缘铝包电力电缆具有重量轻、节省有色金属等优点，将逐步取代铅包电力电缆。

油浸纸绝缘电缆不宜敷设在较大高差场所，如有特殊装置（如塞子式接头盒），其水平差（位差）应不大于下列数值：1~3kV 无铠装电缆为 20m；1~3kV 铠装电缆为 25m；6~10V 铠装或无铠装电缆为 15m。

油浸纸绝缘电力电缆还有不滴流油浸纸绝缘电力电缆、不滴流油浸纸绝缘电力电缆，其绝缘是电缆纸缠包和不滴流浸渍剂组合而成的绝缘介质，具有提高电缆规定的工作温度、电缆载流量增大、电缆的敷设水平高差不受限制等优点，适用于 20/35kV 及以下可以在垂直敷设的输配电电缆中采用。

油浸纸绝缘电缆按电压等级可分为：

0.5、1、3、6、10、20、35kV。

按电缆结构芯数可分为：

单芯、双芯、三芯、四芯。电力电缆一般采用三芯，20~35kV 有单芯，1kV 以下各种芯数电缆都有。

油浸纸绝缘电力电缆型号编制字母含义如表 2-1 所示。

表 2-1 油浸纸绝缘电力电缆编制字母含义

类别用途	导体 ^②	绝缘	内护套	特征	外护套 ^①
Z—纸绝缘 电缆	T—铜 L—铝	Z—纸	Q—铅包 L—铝包	CY—充油 F—分相 D—不滴流 L—滤尘用	02、03、20、21、22、 23、30、31、32、33、 40、41、42、43、441、 241 等

① 数字含义见表 2-2；

② 铜芯代表字母 T 一般省略不写。

电缆外护层的型号按铠装层和外护层的结构顺序用阿拉伯数字表示，每一数字所代表的主要材料和含义如表 2-2 所示。

表 2-2 电缆外护层的型号数字含义

标 记	铠 装 层	标 记	外 被 层
0	无	0	无
1	—	1	纤维层
2	双钢带 (24—钢带, 粗钢丝)	2	聚氯乙烯套
3	细圆钢丝	3	聚乙烯套
4	粗圆钢丝 (44—双粗圆钢丝)	4	

ZLQ (ZQ) 系列的电力电缆, 根据外护层结构不同, 其主要用途也不同, 选用时可参照表 2-3、表 2-4 所示。

表 2-3 ZLQ (ZQ) 系列油浸纸绝缘铅包电力电缆主要用途

型 号	名 称	用 途
ZLQ ₄ (ZQ ₄)	铝 (铜) 芯纸绝缘铅包粗钢丝铠装	敷设在水中。电缆能承受较大拉力
ZLQ (ZQ)	铝 (铜) 芯纸绝缘铅包电力电缆	敷设在室内、沟道中及管子内, 无腐蚀处。电缆不能承受机械外力作用
ZLQ ₁ (ZQ ₁)	铝 (铜) 芯纸绝缘铅包麻被电力电缆	敷设在室内、沟道中及管子内, 无腐蚀处。不能承受机械外力作用
ZLQ ₂ (ZQ ₂)	铝 (铜) 芯纸绝缘铅包钢带铠装电力电缆	敷设在土壤中。电缆能承受机械外力作用, 但不能承受大的拉力
ZLQ ₂₀ (ZQ ₂₀)	铝 (铜) 芯纸绝缘铅包裸钢带铠装电力电缆	敷设在室内、沟道中、管子内。电缆能承受机械外力作用, 但不能承受大的拉力
ZLQ ₃ (ZQ ₃)	铝 (铜) 芯纸绝缘铅包细钢丝铠装电力电缆	敷设在土壤中。电缆能承受机械外力作用, 并能承受相当的拉力。用于垂直或高差较大处
ZLQ ₃₀ (ZQ ₃₀)	铝 (铜) 芯纸绝缘铅包裸细钢丝铠装电力电缆	敷设在室内、矿井中。电缆能承受机械外力作用, 并能承受相当拉力。用于垂直或高差较大处

表 2-4 ZLL (ZL) 系列油浸纸绝缘铝包电力电缆主要用途

型 号	名 称	主要用途
ZLL (ZL)	铝 (铜) 芯纸绝缘铝包电力电缆	架空敷设在干燥的户内沟管中。对铝层无腐蚀的场所电缆不能承受机械外力作用
ZLL ₁₁ (ZL ₁₁)	铝 (铜) 芯纸绝缘铝包一级防腐电力电缆	敷设在对铝护套有腐蚀的室内、沟道中。不能承受机械外力作用
ZLL ₁₂ (ZL ₁₂)	铝 (铜) 芯纸绝缘铝包钢带铠装一级防腐电力电缆	同上。但能承受机械外力作用, 不能承受拉力
ZLL ₁₂₀ (ZL ₁₂₀)	铝 (铜) 芯纸绝缘铝包裸钢带铠装一级防腐电力电缆	敷设在对铝护套有腐蚀的室内、沟道中。电缆能承受机械外力作用, 但不能承受相当拉力
ZLL ₁₃ (ZL ₁₃)	铝 (铜) 芯纸绝缘铝包细钢丝铠装一级防腐电力电缆	敷设在铝护套的有腐蚀性的土壤内和水中。电缆能承受机械外力作用, 亦能承受相当的拉力
ZLL ₁₃₀ (ZL ₁₃₀)	铝 (铜) 芯纸绝缘铝包裸细钢丝铠装一级防腐电力电缆	敷设在对铝护套有腐蚀的室内、沟道中和矿井内。电缆能承受机械外力作用, 也能承受相当拉力
ZLL ₁₄ (ZL ₁₄)	铝 (铜) 芯纸绝缘铝包粗钢丝铠装一级防腐电力电缆	敷设在对铝护套有腐蚀性的水中。电缆能承受较大的拉力
ZLL ₂₃ (ZL ₂₃)	铝 (铜) 芯纸绝缘铝包细钢丝铠装二级防腐电力电缆	敷设在对铝护套钢丝均有严重腐蚀的环境中。能承受机械外力作用, 并能承受相当拉力
ZLL ₂₂ (ZL ₂₂)	铝 (铜) 芯纸绝缘铝包钢带铠装二级防腐电力电缆	敷设在对铝护套和钢带均有严重腐蚀的环境中。能承受机械外力作用, 但不能承受拉力
ZLL ₂₄ (ZL ₂₄)	铝 (铜) 芯纸绝缘铝包粗钢丝铠装二级防腐电力电缆	敷设在对铝护套和钢丝均有严重腐蚀的环境中。能承受机械外力作用, 并能承受较大拉力

当前电缆工业为贯彻节约铜、铅、棉、麻天然橡胶等重要物资方针，正在进行产品的更新改造，电缆品种正处于新旧交替阶段，其主要发展方向是以铝芯代替铜芯、以铝包代替铅包、以塑料绝缘代替油浸纸绝缘和橡皮绝缘、以塑料护套代替铅装外护层。

第二节 聚氯乙烯绝缘电力电缆

聚氯乙烯绝缘电力电缆绝缘介质来源充足，加工工艺简单，电缆有较好的化学稳定性和非磁性等特点，安装敷设工艺简单，不受敷设高差限制，目前我国生产的 VV 型或 VLV 型电力电缆的额定电压有 1、6、10kV 等，适用于交流 50Hz、20kV 及以下的输配电线路中。

聚氯乙烯绝缘电力电缆等电线芯有铝芯和铜芯两种，线芯数量有单芯、双芯、三芯、四芯等，单线芯为圆形，多线芯截面积在 35mm^2 及以下者为圆形、半圆形和扇形。线芯截面积在 50mm^2 及以上者为半圆形和扇形，聚氯乙烯电力电缆线芯最大截面积为 800mm^2 ，电缆采用聚乙烯护套，如电缆机械强度需要加强时，则采用内铠装护层。内铠装护层主要有钢带铠装和裸钢丝铠装等护层，6kV 级电缆有绝缘屏蔽层，绝缘屏蔽层由半导体材料及金属或金属网组成。保持零电位的作用是短路时承受短路电流，以防止短路电流通过引起电缆温升过高而损坏电缆绝缘层。

聚氯乙烯绝缘电力电缆长期工作温度不超过 $+65^\circ\text{C}$ ，敷设的环境温度不低于 0°C 。

聚氯乙烯绝缘电力电缆型号含义如表 2-5 所示。

表 2-5 聚氯乙烯绝缘电力电缆型号含义

类别用途	导 体	护 套	外 护 层
V—聚氯乙烯绝缘电缆	T—铜 L—铝	V—聚氯乙烯 Q—铅套	22、23、32、33 42、43

聚氯乙烯绝缘电力电缆根据外护层结构不同，其主要用途也不同，选用时可参照表 2-5、表 2-6 所示。

表 2-6 聚氯乙烯绝缘电力电缆主要用途

型 号	名 称	主要用途
VV ₂₀ (VLV ₂₀)	聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套裸钢带铠装电力电缆	敷设在室内、隧道内、管道中，电缆不能承受大的拉力
VV (VLV)	聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套电力电缆	敷设在室内、隧道内及管道中
VV ₂₂ (VLV ₂₂)	聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套钢带内铠装电力电缆	敷设在地下，电缆不能承受大的拉力
VV ₃ (VLV ₃)	聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套细钢丝铠装电力电缆	敷设在地下，电缆能承受机械外力作用，并能承受相当的拉力
VV ₃₂ (VLV ₃₂)	聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套细钢丝内铠装电力电缆	敷设在室内及矿井内，电缆能承受机械外力作用，并能承受相当的拉力
VV ₄₀ (VLV ₄₀)	聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套裸粗钢丝铠装电力电缆	敷设在室内，矿井内能承受机械外力作用，并能承受较大的拉力
VV ₄₂ (VLV ₄₂)	聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套粗钢丝内铠装电力电缆	敷设在水中，电缆能承受较大的拉力

第三节 交联聚乙烯绝缘电力电缆

交联聚乙烯绝缘电力电缆是一种新型塑料绝缘电力电缆。在电缆绝缘介质聚乙烯中加入一定比例的交联剂，用化学方法或物理方法交联。将聚乙烯分子由线型分子结构转变为立体网状结构，使热塑性的聚乙烯转变为热固性的交联聚乙烯。交联聚乙烯绝缘电力电缆具有良好的电气性能、耐热性能、力学性能，其传输容量大、柔软性好、重量轻、不含油、安装敷设方便、不受高差限制、可以垂直安装、维修方便等优点。由于以上优点，近年来发展迅速，广受欢迎并且代替了常规纸绝缘电力电缆，在电力系统中广泛应用。

一、交联聚乙烯绝缘电力电缆型号及含义

交联聚乙烯绝缘电力电缆的型号字母含义如表 2-7 所示。

表 2-7 交联聚乙烯绝缘电力电缆型号

类别用途	导 体	护 套	外 护 层
YJ—交联聚乙烯绝缘电缆	T—铜 L—铝	LW—皱纹铝套 V—聚氯乙烯 Y—聚乙烯 Q—铅套	22、23、29 32、33、39 42、43

注：1. 铜导体代号字母“T”一般省略；

2. S 表示加铜丝屏蔽时；

3. 型号字母代号含义：22—铜带铠装；32—细钢丝铠装；42—粗钢丝铠装。

交联聚乙烯绝缘电力电缆根据外护层结构不同，其主要用途也不同，选用时可参照表 2-7、表 2-8 所示。

二、交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套电力电缆的主要用途

表 2-8 交联聚乙烯绝缘电缆主要用途

型 号	名 称	主要用途
YJ (YJLJ)	交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套电力电缆	敷设在室内、隧道内及管道中，电缆不能承受机械外力
YJ ₂₂ (YJLJ ₂₂)	交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套内铠装电力电缆	敷设在地下，电缆不能承受大的拉力
YJ ₃₂ (YJLJ ₃₂)	交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套细钢丝内铠装电力电缆	敷设在室内及矿井中或地下，能承受机械外力作用，并能承受相当的拉力
YJY—FR (YJLV—FR)	交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套阻燃电力电缆	敷设有阻燃要求的场合，电缆不能承受机械外力作用
YJ ₂₂ —FR (YJLJ ₂₂ —FR)	交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套内铠装阻燃电力电缆	敷设有阻燃要求的场合，电缆不能承受大的拉力
YJV ₄₀ (YJLV ₄₀)	交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套裸粗钢丝铠装电力电缆	敷设在室内、隧道内及矿井中，电缆能承受机械外力作用，并能承受较大的拉力
YJV ₄₂ (YJLV ₄₂)	交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套裸粗钢丝内铠装电力电缆	敷设在水中，电缆能承受较大的拉力

第四节 橡皮绝缘电力电缆

一、绝缘层及特点

常用的橡皮绝缘电力电缆绝缘层有天然丁苯橡皮和丁基橡皮及乙丙橡皮等三种。

天然丁苯橡胶中天然橡胶和丁苯橡胶成分的比例各为 1/2，这两种橡胶的组合能起到相互弥补性能不足、提高橡胶性能的作用。丁苯橡胶的特点是：电气性能、耐臭氧性能、耐气候性能均较好，但它的耐水性、透气性较低，弹性小，机械强度低。天然橡胶与丁苯橡胶合成后，天然橡胶提高了丁苯橡胶的抗拉力性能，改善了丁苯橡胶加工工艺性能，而丁苯橡胶能提高天然橡胶的热老化性能。

乙丙橡胶的特点是：电气性能，抗大气压老化性能，耐臭氧、耐电晕、耐热老化等性能均优于丁基橡胶。

二、结构

目前我国生产的橡皮绝缘电力电缆其绝缘层主要采用天然丁苯橡胶，导电线芯有铜芯和铝芯两种材质。线芯数量有单芯、双芯、三芯和四芯，制成的圆形线芯，最大截面积为 630mm^2 ，额定电压为 0.5 ~ 6kV，导电线芯长期工作温度不超过 65°C ，使用环境温度不低于 -40°C 。它适用于安装敷设高位差大，弯曲半径小的场合，移动性的用电设和供电装置中。在发电厂、变电站和工矿企业中广泛使用。

三、橡皮绝缘电力电缆型号含义

橡皮绝缘电力电缆型号含义如表 2-9 所示，敷设温度和允许半径如表 2-10 所示。

表 2-9 橡皮绝缘电缆型号含义

类别用途	导 体	护 套	外 护 层
X—橡皮绝缘电缆	T—铜 L—铝	F—氯丁胶 V—聚氯乙烯 Q—铅套	2、20、29

例如：

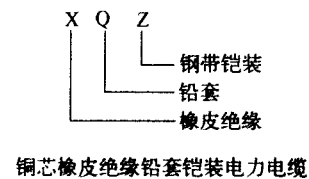
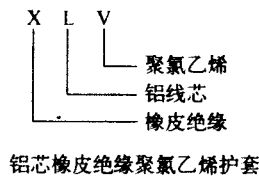


表 2-10 橡皮绝缘电力电缆敷设温度和允许弯曲半径规定

	敷设温度/ $^{\circ}\text{C}$ (不低于)	弯曲半径不小于
XLV、XV、XLF、XF、XLV ₂₉ 、XL ₂₉	-15	100D
XLQ、XQ	-20	15D
XLQ ₂ 、XQ ₂ 、XLQ ₂₀ 、XQ ₂₀	-7	20D

注：D 为电缆外径 (mm)。

第五节 不滴流油浸纸绝缘金属护套电力电缆

一、绝缘特点

不滴流油浸纸绝缘电力电缆是采用纸绝缘和不滴流油浸剂组合的绝缘，不滴流浸渍剂是由电缆油，塑料材料（聚乙烯材料，聚异丁烯胶料等）及合成地蜡混合而成，不滴流浸渍剂具有在浸渍温度下粘度相当低，并能充分浸渍，在工作温度下，不易流淌，电缆在敷设时不受高差的限制，最高温度规定较高，可以提高载流量等优点。

二、结构和用途

不滴流油浸纸绝缘电力电缆的导线芯有铜芯和铝芯两种材质。线芯芯数有单芯、双芯、三芯和四芯等。1~10kV 电压等级线芯截面积在 16mm^2 及以下均采用单根圆形线芯，线芯截面积在 25mm^2 及以上采用多股圆形线芯绞制而成，其线芯形状双芯为半圆形，三芯、四芯为扁形，额定电压在 20~35kV 的不滴流纸绝缘电力电缆中均采用由多股圆线绞制而成的圆形线芯，四芯电缆中中性线为三相线芯截面积的 20%~60%。

不滴流油浸纸绝缘电力电缆适用于三相交流、50Hz、额定电压为 20/35kV 及以下的输电线路中，可以不受敷设高位差限制，可垂直敷设，最小弯曲半径不小于电缆弯曲半径的规定数值，环境温度低于 0°C 时，敷设前电缆必须先加温。

三、不滴流油浸纸绝缘电力电缆型号及含义

不滴流油浸纸绝缘电力电缆型号及名称如表 2-11 所示。

表 2-11 不滴流油浸纸绝缘电力电缆型号及名称

型 号		名 称
铝 芯	铜 芯	
ZLLD	ZLD	不滴流油浸纸绝缘裸铝套电力电缆
ZLQD	ZQD	不滴流油浸纸绝缘裸铅套电力电缆
ZLLD ₀₂	ZLD ₀₂	不滴流油浸纸绝缘铝套聚氯乙烯电力电缆
ZLQD ₀₂	ZQD ₀₂	不滴流油浸纸绝缘铅套聚氯乙烯电力电缆
ZLLD ₀₈	ZLD ₀₈	不滴流油浸纸绝缘铝套聚乙烯电力电缆
ZLQD ₀₈	ZQD ₀₈	不滴流油浸纸绝缘铅套聚乙烯电力电缆
ZLQD ₂₀	ZQD ₂₀	不滴流油浸纸绝缘铅套裸钢带铠装电力电缆
ZLLD ₂₂	ZLD ₂₂	不滴流油浸纸绝缘铝套钢带铠装聚氯乙烯套电力电缆
ZLQD ₂₃	ZQD ₂₃	不滴流油浸纸绝缘铅套钢带铠装聚氯乙烯套电力电缆
ZLQD ₂₃	ZQD ₂₃	不滴流油浸纸绝缘铅套钢带铠装聚乙烯套电力电缆
ZLLD ₈₀	ZLD ₈₀	不滴流油浸纸绝缘铝套裸细钢丝铠装电力电缆
ZLQD ₈₀	ZQD ₈₀	不滴流油浸纸绝缘铅套裸细钢丝铠装电力电缆
ZLLD ₈₂	ZLD ₈₂	不滴流油浸纸绝缘铝套细钢丝铠装聚氯乙烯套电力电缆
ZLQD ₈₂	ZQD ₈₂	不滴流油浸纸绝缘铅套细钢丝铠装聚氯乙烯套电力电缆
ZLLD ₈₈	ZLD ₈₈	不滴流油浸纸绝缘铝套细钢丝铠装聚乙烯套电力电缆
ZLQD ₈₈	ZQD ₈₈	不滴流油浸纸绝缘铅套细钢丝铠装聚乙烯套电力电缆
ZLQD ₄₁	ZQD ₄₁	不滴流油浸纸绝缘铅套粗钢丝铠装纤维外被电力电缆
ZLQFD ₂₀	ZQFD ₂₀	不滴流油浸纸绝缘分相铅套钢带铠装电力电缆
ZLQFD ₂₁	ZQFD ₂₁	不滴流油浸纸绝缘分相铅套钢带铠装纤维外被电力电缆
ZLQFD ₂₂	ZQFD ₂₂	不滴流油浸纸绝缘分相铅套钢带铠装聚氯乙烯套电力电缆
ZLQFD ₂₃	ZQFD ₂₃	不滴流油浸纸绝缘分相铅套钢带铠装聚乙烯套电力电缆
ZLQFD ₄₁	ZQFD ₄₁	不滴流油浸纸绝缘分相铅套粗钢丝铠装纤维外被电力电缆