

电力电缆线路手册

(设计、施工安装、运行维护)

DIANLI DIANLAN Sheji
XIANLU SHOUCE Shigong Anzhuang
Yunxing WeiHu

胡其秀 主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

TM24-62

366

3023700/1

电力电缆线路手册

(设计、施工安装、运行维护)

胡其秀 主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本手册全面总结了我国电力电缆线路工程设计、施工安装和运行维护的实践经验,具有覆盖面广、经济合理、设计优良、施工方便、运行可靠的特点,内容包括:总论、电力电缆的种类和型号、电力电缆送电线路工程设计、电力电缆线路敷设计、电力电缆线路终端与中间接头制作施工、电力电缆线路竣工试验、电力电缆线路的运行维护和故障检测。

本手册是供从事电力电缆线路工程设计、施工安装和运行维护的工程技术人员查阅、使用的权威工具书,并且可供大中专院校相关专业在校师生阅读、学习,还可供有关专业管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电力电缆线路手册:设计、施工安装、运行维护/胡其秀主编. —北京:中国水利水电出版社, 2004
ISBN 7-5084-2366-6

I. 电... II. 胡... III. 电力电缆—电缆敷设—技术手册 IV. TM757-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 093113 号

书 名	电力电缆线路手册(设计、施工安装、运行维护)
作 者	胡其秀 主编
出版 发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路6号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京安锐思技贸有限公司
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16开本 30印张 993千字
版 次	2005年1月第1版 2005年1月第1次印刷
印 数	0001—4000册
定 价	58.00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

本书编委会名单

主 任 成 卫

副主任 安建强 刘万东 李广泽

委 员 彭树梅 赵道揆 胡其秀 郑晓广 王进弘

刘培法 高建波 胡国新

主 编 胡其秀

副主编 郑晓广 王进弘

参 编 肖文涛 杜风宽 赵道揆 刘 羌 姚崇学

郭太华 杨明新 胡安辉 张敏蔚 阎善林

李旭阳 赵元明 胡西武 马 璞 马久亮

胡国新 胡元凤 张发刚 周 焱 刘 燕

叶 智 刘培法 王 庚 赵 宏 秦世贤

李英明 晋 毅

前 言

从 2004 年夏季供电形势来看, 全国有越来越多的地区出现了拉闸限电的现象, 电力工业仍需要长足发展。几十年来, 随着我国电力工业的高速发展和科技进步, 电力电缆送电线路得到了更加广泛的应用, 目前已经制造 750kV 的电力电缆, 电缆导体截面正在向大截面、“超导体”方面发展。为了适应电力电缆送电线路快速发展的需要, 全面总结几十年来我国电力电缆线路工程设计、施工、制造、安全运行的经验, 为全国电力电缆工作者提供一本具有覆盖面广、经济合理、设计优良、施工方便、运行可靠的《电力电缆线路手册》工具书是非常有价值的。

电力电缆线路是一门涉及专业门类很广的综合性学科。掌握电力电缆线路工程设计、施工、运行和现代科学的基础理论, 熟悉国家有关的方针、政策和规程规范, 并且能运用基本知识, 根据千变万化的具体工程条件, 解决实际问题, 是对电力电缆线路工程技术人员的客观要求。而他们也迫切需要这方面的全方位的知识和技术支持。因此, 出版一本有关电力电缆线路设计、施工安装、运行维护方面的工具书, 方便从业人员查询, 是很有必要的。

本手册由西北电力设计院、河南送变电建设公司、山东送变电工程公司和首钢设计院等单位的, 长期从事电力电缆线路工程设计、施工和运行维护工作的专家及工程技术人员联合编写而成。在编写过程中, 编者进行了广泛的资料收集, 得到了全国各设计、施工、运行兄弟单位的大力支持。他们不仅贡献出本单位在施工过程中创造的许多新的施工工艺、施工方法和总结的宝贵经验, 而且提供了许多经过实践检验的典型实例, 极大地丰富了本手册的内容, 提高了权威性, 保证了本手册编写工作的顺利进行。在此, 对提供资料者, 表示衷心感谢。

根据收集到的各方面的意见和信息反馈, 又经过半年多的重新编排和加工整理, 终于在 2004 年 9 月完成了本手册的定稿。

本手册篇幅较大, 涉及专业众多。手册共分为 7 章, 内容包括: 总论、电力电缆种类和型号、电力电缆送电线路工程设计(本章本应包括电缆线路敷设设计部分,

为避免重复,把电缆敷设计内容归并到第4章内)、电力电缆线路敷设计施工、电力电缆线路终端与中直接头制作施工、电力电缆线路竣工试验、电力电缆线路的运行维护和故障检测。

由于编者经验和水平有限,本手册内容和取材上难免有疏漏或不足之处,敬请各位同行和读者多加指正。

编 者

2004年9月

目 录

前言

第1章 总论

1.1 电力电缆概念和作用	1
1.2 电力电缆线路的优缺点	1
1.3 电力电缆的额定电压	1
1.4 电力电缆发展状况	1

第2章 电力电缆的种类和型号

2.1 电力电缆的种类	3
2.2 电力电缆产品和型号	4
2.2.1 35kV及以下电力电缆产品和型号	4
2.2.2 35kV以上电力电缆产品及型号	102
2.2.3 电力电缆生产厂家及代号	111

第3章 电力电缆送电线路工程设计

3.1 电力电缆线路分类和作用	112
3.2 电力电缆线路工程设计	112
3.2.1 设计阶段	112
3.2.2 路径选择	112
3.3 电力电缆型号及传输容量	112
3.3.1 电力电缆的型号状况	112
3.3.2 电力电缆线路载流量的确定	113
3.3.3 电力电缆截面的确定	123
3.3.4 电力电缆型号的选择	125
3.4 110kV及以上高压电缆的选择	125
3.4.1 拟定使用条件,选择电缆型号	127
3.4.2 高压电缆的载流量	127
3.4.3 护层的接地方式及感应过电压	130
3.4.4 充油电缆供油系统	133
3.4.5 高压电缆及其附件的布置与安装	134
3.5 设计内容和文件	137
3.5.1 初步设计(或设计纲要)	137
3.5.2 施工图设计	138
3.5.3 电力工程中电缆清册举例	139

第4章 电力电缆线路敷设施工

4.1 电缆敷设的基本要求与准备工作	155
--------------------	-----

4.1.1 基本要求	155
4.1.2 电缆敷设的准备工作	156
4.2 直埋电缆的敷设	158
4.2.1 直埋敷设标准	158
4.2.2 敷设准备	161
4.2.3 敷设施工	162
4.3 城市街道、院厂室内电缆的敷设	163
4.3.1 敷设方式	163
4.3.2 敷设方法	173
4.4 桥梁上的隧道电缆敷设	174
4.4.1 桥梁电缆的敷设	174
4.4.2 隧道电缆的敷设	174
4.5 水下电力电缆的敷设	175
4.5.1 水下电力电缆的结构和特点	175
4.5.2 水下电力电缆路径选择	181
4.5.3 水下电力电缆工程施工前准备工作	182
4.5.4 水下电缆的敷设	189
4.5.5 水下电力电缆的埋设	194
4.6 电缆防火及阻燃	199
4.6.1 火灾起因	199
4.6.2 防火对策	199
4.6.3 防火材料及设施	200
4.7 电缆支架及桥架	203
4.7.1 对电缆支架及桥架的要求	203
4.7.2 电缆支架及夹头	203
4.7.3 电缆桥架及附件	204
4.8 电缆终端盒及接头盒	213
4.8.1 电缆终端盒	213
4.8.2 电缆接头盒	215
4.9 110kV及以上电力电缆敷设	216
4.9.1 充油电缆的敷设特点及对构筑物的要求	216
4.9.2 充油电缆敷设的种类	221
4.9.3 电缆敷设牵引力和侧压力的计算	222
4.9.4 充油电缆敷设的准备	227
4.9.5 充油电缆敷设方法	234
4.9.6 高落差电缆的敷设	237

4.9.7 110kV 及以上交联聚乙烯绝缘电缆的敷设	245
4.9.8 电缆的固定	246

第5章 电力电缆线路终端与中间接头制作施工

5.1 电力电缆的运输与保管	251
5.1.1 电力电缆运输的一般要求	251
5.1.2 充油电缆运输的要求	251
5.1.3 电缆及其附件的检查与保管	252
5.2 35kV 及以下电缆终端和中间接头制作施工	252
5.2.1 电缆终端和中间接头的结构及安装	252
5.2.2 挤包绝缘电缆绕包型终端与中间接头的制作	265
5.2.3 挤包绝缘电缆热收缩型终端与中间接头制作	271
5.2.4 挤包绝缘电缆冷收缩型终端与中间接头的制作	279
5.2.5 挤包绝缘电缆预制型终端与中间接头的制作	285
5.2.6 油浸纸绝缘电缆终端与中间接头的制作	299
5.3 110kV 及以上电力电缆终端与中间接头的制作施工	315
5.3.1 110kV 及以上交联聚乙烯绝缘电缆终端与中间接头的制作	315
5.3.2 充油电缆终端与中间接头的制作	341
5.3.3 充油电缆供油系统的安装	366
5.4 高压单芯电缆金属护套的连接与接地	376
5.4.1 电缆金属护套的连接与接地的作用和方式	376
5.4.2 电缆护层保护器的安装和金属护套接地的注意事项	380

第6章 电力电缆线路竣工试验

6.1 绝缘电阻试验	383
6.2 直流耐压试验和泄漏电流测量	384
6.2.1 直流耐压试验标准	384
6.2.2 直流耐压试验并测量泄漏电流的方法和接线	384
6.2.3 直流耐压试验和泄漏电流测量所需设备	385
6.2.4 直流耐压试验的步骤	385
6.2.5 高压电缆直流耐压试验的接线	

方式	385
6.2.6 直流耐压试验的注意事项	386
6.3 电缆线路相位检查	387
6.4 电缆油的试验	387
6.4.1 电缆油试验的要求	387
6.4.2 电缆油的介质损耗因数(tgδ)测量方法	387
6.4.3 电缆油工频击穿电压试验方法	389
6.5 充油电缆的竣工试验	390
6.5.1 外护层试验	390
6.5.2 电缆导体直流电阻的测量	390
6.5.3 充油电缆的直流耐压试验	391
6.5.4 接地装置的试验	391
6.5.5 油流试验	391
6.5.6 浸渍系数试验	392
6.6 高压交联聚乙烯绝缘电缆的竣工试验	392
6.6.1 交联聚乙烯绝缘电缆安装后验收原则	392
6.6.2 交联聚乙烯绝缘电缆竣工试验	393
6.6.3 试验标准及试验项目的确定	393
6.6.4 竣工试验设备	394
6.7 电力电缆线路的试运行和交接验收	395
6.7.1 投入运行前的检查	395
6.7.2 试运行中的检查与测试	395
6.7.3 交接验收应提供的技术资料	398

第7章 电力电缆线路的运行维护和故障检测

7.1 电缆线路的运行维护	400
7.1.1 电缆线路运行的监视	400
7.1.2 电缆线路运行的巡查	400
7.1.3 挖掘电缆线路时的地点守护	401
7.1.4 电缆线路常见故障及处理方法	401
7.2 电力电缆线路运行故障的判断	401
7.2.1 电力电缆线路的故障	401
7.2.2 脉冲反射诊断技术基础知识	406
7.2.3 故障性质判断	413
7.2.4 故障地点距离粗测	415
7.2.5 电缆线路路径探测	431
7.2.6 电缆线路故障点的精测定点法	436
7.2.7 实测案例与分析	443
7.3 高压电缆线路运行中发生问题的处理	455
7.3.1 充油电缆失压进气的处理	455
7.3.2 充油电缆漏油的处理	457

7.3.3 充油电缆本体及终端内油的介质 损耗因数 (tgδ) 增大的处理	458	7.4.3 故障段电缆的修复	465
7.3.4 防止电缆护层绝缘降低的措施	459	7.4.4 修复后电缆的沉放和埋深	465
7.3.5 交联聚乙烯绝缘电缆进潮的处理	462	7.5 直埋电缆防白蚁	466
7.4 水下电缆线路的故障探测和修复	463	7.5.1 白蚁的危害	466
7.4.1 水下电缆故障分析和探测	463	7.5.2 防治白蚁的方法	467
7.4.2 故障段电缆的打捞	463	参考文献	469

第1章 总 论

1.1 电力电缆概念和作用

电力电缆是在电力系统中用于传输和分配电能的电缆。

电力电缆送电线路，是除了架空送电线路之外，另一种传输电能的途径。架空送电线路是用裸导线传输电能，电力电缆线路则是用电缆芯导线传输电能。电力电缆线路也有架空敷设的，但一般都是埋入地下（水下）土壤或敷设于管道、沟道、隧道中。随着我国电力工业高速发展，架空送电线路猛增，已成为我国主要的送电方式。电力电缆送电线路是我国电力网络中不可缺少的输电设备，已经得到了更加广泛的应用。

1.2 电力电缆线路的优缺点

电力电缆线路与架空线路相比较，具有如下优点：

(1) 不易受周围环境和污染的影响，送电可靠性高。

(2) 线间绝缘距离小，占地少，无干扰电波。

(3) 地下敷设时，不占地面与空间，既安全可靠，又不易暴露目标。

因此，在城镇市区人口稠密的地方，大型工厂、发电厂、交通拥挤区、电网交叉区等要求占地面积小，安全可靠，减少电网对交通运输、城市建设的影响，一般多采用电缆供电；在严重污染区，为了提高输送电能的可靠性，多采用电缆；对于跨度大，不宜架设架空线的过江、过河线路，或为了避免架空线路对船舶通航或无线电干扰，也多采用电缆；有的国防与军事工程，为了避免暴露目标而采用电缆，也有的因建筑与美观的需要而采用电缆。

电力电缆线路具有上述优点，但也存在着不足之处：

(1) 电力电缆线路比架空线路成本高，一次性投资费用高出架空线路几倍或几十倍。一般能用架空线

路而不用电缆线路。

(2) 电缆线路建成后不容易改变，分支也很困难。

(3) 电缆故障测寻与维修较难，需要具有较高专业技术水平的人员来操作。

1.3 电力电缆的额定电压

电力电缆的电压等级依照输、配电电压等级划分，即按我国输、配电电压等级，划分为：220V/380V、10、35、110、220、330、500kV等，并划分为输电电压与配电电压两类。

按照原能源部和建设部联合颁布的《联合电网规划导则》规定，将配电电压划分为：

高压配电电压	35~110kV；
中压配电电压	10kV；
低压配电电压	380/220V。

按照输电技术特点，输电电压等级划分为三级：

特高压输电电压	1000kV以上；
超高压输电电压	330kV及以上；
高压输电电压	220kV。

在电力电缆技术中，通常把35kV及以下电压等级的电缆称为中低压电缆，而把110kV及以上等级的电缆称为高压电缆。

我国交流发电机及变压器的额定电压为3.15、6.3、10.5、15.7、18、20kV等，变压器尚有35kV及以上电压。因此为适应这类设备引出线的需要生产了6、15、20kV电压等级的电力电缆。

1.4 电力电缆发展状况

1890年世界上首次出现电力电缆，英国开始使用10kV单相电力电缆，距今已有一百多年的历史。我国电力电缆的生产是从20世纪30年代开始的。到1949年，电力电缆生产的规模还很小，能力比较薄弱，曾生产过6.6kV橡胶绝缘铅护套电力电缆。1951年研制成功了6.6kV铅护套低绝缘电力电缆，在此基础上，生产了35kV及以下黏性油浸纸绝缘电

力电缆的系列产品。1966 年生产了第一条充油电力电缆。1968 年和 1971 年间先后研制、生产了 220kV 和 330kV 充油电力电缆，并先后在刘家峡、新安江、渔子溪、乌江渡等水电站投入运行。1983 年研制成功 500kV 充油电力电缆，并在辽宁省投入运行。近

几年来，在上海、广州等大城市，已建成电力电缆网络。2004 年 4 月 9 日福建省投运南日岛输变电工程，35kV，全长 10km，直径 135.3mm 的加强型铠装海底电缆，这是目前已投运的国产长度最长、直径最大的海底电缆。

第2章 电力电缆的种类和型号

2.1 电力电缆的种类

电力电缆用于电能的传输与分配网络。因此，它必须满足输电、配电网络对电力电缆的各项要求：

- (1) 必须能承受电网电压，包括工作电压、故障电压、大气过电压和操作过电压。
- (2) 必须满足传输功率。
- (3) 必须满足正常和故障下的电流。

电力电缆在满足电力网络要求情况下，还必须满足安装、敷设、使用所需的机械强度和可曲度，并耐用可靠。电力电缆制造材料来源丰富，结构简单，经济合理，工艺简易，成本较低。

根据上述要求，目前电缆的产品和型号有数千种，本文不详述，只是将主要的、典型的、常用的按照电压、传输容量、发热性能、敷设环境条件（包括地下、隧道沟管、竖井斜坡及水下等）、结构等情况进行介绍。电力电缆的分类，见表 2-1-0-1。

油浸纸绝缘电力电缆是使用历史最久、用量最大的一种电缆。它具有使用寿命长、价格便宜、热稳定性高等优点。缺点是工艺比较复杂。粘性浸渍型电缆的浸渍剂容易滴流，因而不可避免地要在绝缘内形成气隙，降低了其绝缘水平。通常采取消极的补救措施，即把敷设位差限定得很小。不滴流浸渍纸绝缘电缆在浸渍和配料方面要复杂些，浸渍周期也较长，但基本解决了浸渍剂的滴流问题，在技术经济上则更为合理。

橡皮绝缘电力电缆主要用于发电厂、变电站和工

厂企业内部的连接线。这种电缆突出的优点是柔软，可挠性好，特别适宜于移动性的用电与供电装置。目前应用最多的还是 0.6/1kV 级的产品，6~35kV 级供移动或半移动以及特殊场合使用的合成橡胶绝缘的电力电缆产品（如乙丙橡胶、丁基橡胶绝缘电力电缆）正在发展中。

塑料绝缘电力电缆由于制造工艺简单，没有敷设落差的限制，工作温度可以提高，电缆的敷设、维护、接续比较简便，又有较好的抗化学药品的性能等优点，已成为电力电缆中正在迅速发展的一类重要品种。随着石油化学工业的蓬勃发展，这类产品将有非常广阔的发展前途。

35kV 以上的高压电力电缆目前主要生产自容式充油电缆。这种电缆绝缘的性能优良，能承受很高的工作电场强度，具有很低的介质损耗，良好的散热性，可靠的护层防护和接头附件等。产品的电压级为 110、220、330、400、500kV。

电力电缆主要由导体、绝缘层、护套和外护层四部分组成。

导体——采用铜或铝作电缆导体。

绝缘体——包在导体外面起绝缘作用。可分为纸绝缘、橡皮绝缘和塑料绝缘三种。

护套——起保护绝缘层的作用。可分为铅包、铝包、铜包、不锈钢包和综合护套等。

外护层——一般起承受机械外力或拉力的作用，以免电缆受损。主要有钢带和钢丝两种。电力电缆型号各部分的代号及其含义见表 2-1-0-2。

表 2-1-0-1

电力电缆的分类

电 力 电 缆	35kV 及以下	油浸纸绝缘电力电缆	粘性浸渍纸绝缘电力电缆 不滴流浸渍剂纸绝缘电力电缆
		橡皮绝缘电力电缆	
		塑料绝缘电力电缆	聚氯乙烯绝缘电力电缆 交联聚乙烯绝缘电力电缆
	35kV 以上	交联聚乙烯绝缘电力电缆 充油电缆	

表 2-1-0-2

电力电缆型号中字母与数字的意义

特 性	绝缘种类	导 体	内护层	特 征	外 护 层	
					十 位	个 位
ZR—阻燃	Z—纸	L—铝	V—聚氯乙烯内	D—不滴流	0—无铠	0—无外被套
TZR — 特种	X—橡皮	铜芯不标注	护套	F—分相护套	2—双层钢带	1—纤维外
阻燃	V—聚氯乙烯		Y—聚 乙 烯 内	P—屏蔽	铠装	被套
NH—耐火	Y—聚乙烯		护套	Z—直流	3—细钢丝铠装	2—聚 氯 乙 烯
DL—低卤	YJ — 交 联 聚		H—普通橡套	CY—充油	4—粗钢丝铠装	外护套
WL—无卤	乙烯		F—氟丁橡套			3—聚 乙 烯 外
			L—铝包			护套
			Q—铅包			

2.2 电力电缆产品和型号

2.2.1 35kV 及以下电力电缆产品和型号

2.2.1.1 聚氯乙烯绝缘电力电缆

2.2.1.1.1 聚氯乙烯绝缘电力电缆概述

(1) 产品名称、型号、敷设场合。

1) 产品标准。GB12706—91《额定电压 35kV 及以下铜芯、铝芯、塑料绝缘电力电缆》。

2) 用途。适用于交流额定电压 (U_0/U) 0.6/1、3.6/6.0kV 的线路中, 供输配电能使用。

3) 型号、名称及使用条件。

①型号、名称、敷设场合见表 2-2-1-1。

②使用条件: 导电线芯长期工作温度不能超过 70℃, 短路温度不能超过 160℃ (最长持续时间 5s)。电缆敷设时, 温度不能低于 0℃, 弯曲半径应不小于电缆外径的 10 倍, 电缆敷设不受落差限制。

4) 规格范围。聚氯乙烯绝缘电力电缆规格范围见表 2-2-1-2。

(2) 结构、材料及主要结构数据。

1kV VV22、VLV22 单芯、二芯、三芯、四芯电缆结构如图 2-2-1-1~图 2-2-1-4 所示。

1) 导体。

表 2-2-1-1

聚氯乙烯绝缘电力电缆型号、名称、敷设场合

型 号		名 称	敷 设 场 合
铜 芯	铝 芯		
VV	VLV	聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套电力电缆	可敷设在室内、隧道、电缆沟、管道、易燃及严重腐蚀地方, 不能承受机械外力作用
VY	VLY	聚氯乙烯绝缘聚乙烯护套电力电缆	可敷设在室内、管道、电缆沟及严重腐蚀地方, 不能承受机械外力作用
VV22	VLV22	聚氯乙烯绝缘钢带铠装聚氯乙烯护套电力电缆	可敷设在室内、隧道、电缆沟、地下、易燃及严重腐蚀地方, 不能承受拉力作用
VV23	VLV23	聚氯乙烯绝缘钢带铠装聚乙烯护套电力电缆	可敷设在室内、电缆沟、地下及严重腐蚀地方, 不能承受拉力作用
VV32	VLV32	聚氯乙烯绝缘细钢丝铠装聚氯乙烯护套电力电缆	可敷设在地下、竖井、水中及易燃及严重腐蚀地方, 不能承受大拉力作用
VV33	VLV33	聚氯乙烯绝缘细钢丝铠装聚乙烯护套电力电缆	可敷设在地下、竖井、水中及严重腐蚀地方, 不能承受大拉力作用
VV42	VLV42	聚氯乙烯绝缘粗钢丝铠装聚氯乙烯护套电力电缆	可敷设在竖井、易燃及严重腐蚀地方, 能承受大拉力作用
VV43	VLV43	聚氯乙烯绝缘粗钢丝铠装聚乙烯护套电力电缆	可敷设在竖井及严重腐蚀地方, 能承受大拉力作用

表 2-2-1-2 聚氯乙烯绝缘电力电缆规格范围

型 号		芯 数	标称截面(mm ²)		型 号		芯 数	标称截面(mm ²)	
铜 芯	铝 芯		0.6/1(kV)	3.6/6(kV)	铜 芯	铝 芯		0.6/1(kV)	3.6/6(kV)
VV	—	1	1.5~800	10~1000	VV	—	3	1.5~300	10~300
VY	—		1.5~800	10~1000	VY	—		1.5~300	10~300
—	VLV VLY		2.5~1000	10~1000	—	VLY VLY		2.5~300	10~300
VV22	VLV22	2	10~1000	10~1000	VV22	VLV22	3	4~300	10~300
VV23	VLV23		10~1000	10~1000	VV23	VLV23		4~300	10~300
VV	—		1.5~185	—	VV32	VVL32		4~300	16~300
VY	—	2	2.5~185	—	VV33	VLV23		4~300	16~300
—	VLV VLY		2.5~185	—	VV42	VLY42	3+2	4~300	16~300
VV22	VLV22		4~185	—	VV43	VLY43		4~300	16~300
VY23	VLV23	3+1	4~185	—	VV	VLV		4~185	—
VV	VLV		4~300	—	VV22	VLV22	4+1	4~185	—
VY	VLY		4~300	—	VV	VLV		4~185	—
VV22	VLV22		4~300	—	VV22	VLV22	5	4~185	—
VV23	VLV23	4	4~185	—	VV	VLV		4~185	—
VV32	VLY32		4~185	—	VV	VLV	5	4~185	—
VV33	VLY33		4~185	—	VV	VLV		4~185	—
VV42	VLY42		4~185	—	VV	VLV	5	4~185	—
VV	VLV	4	4~185	—	VV	VLV		4~185	—
VY	VLV		4~185	—	VV	VLV	5	4~185	—
VV22	VLV22		4~185	—	VV	VLV		4~185	—
VV32	VLY23		4~185	—	VV	VLV	5	4~185	—
VV33	VLY32	4	4~185	—	VV	VLV		4~185	—
VV42	VLY42		4~185	—	VV	VLV	5	4~185	—
VV	VLV	4	4~185	—	VV	VLV		4~185	—
VY	VLV		4~185	—	VV	VLV	5	4~185	—
VV22	VLV22	4	4~185	—	VV	VLV		4~185	—
VV32	VLY23		4~185	—	VV	VLV	5	4~185	—
VV33	VLY32	4	4~185	—	VV	VLV		4~185	—
VV42	VLY42		4~185	—	VV	VLV		4~185	—

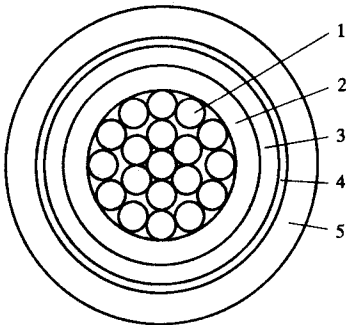


图 2-2-1-1 1kV VV22、VLV22

单芯电缆

- 1—铜或铝导线芯(圆形)；2—聚氯乙烯绝缘；3—聚氯乙烯挤包或绕包衬垫；4—钢带铠装；5—聚氯乙烯外护套

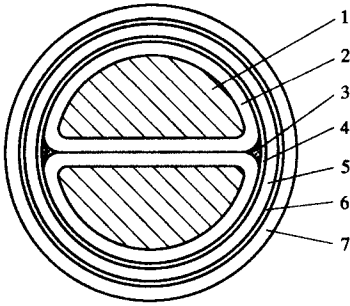


图 2-2-1-2 1kV VV22、VLV22 二芯电缆

- 1—铜或铝导线芯(半圆形)；2—聚氯乙烯绝缘；3—非吸湿性材料填充物；4—聚氯乙烯包带；5—聚氯乙烯挤包或绕包衬垫；6—钢带铠装；7—聚氯乙烯外护套

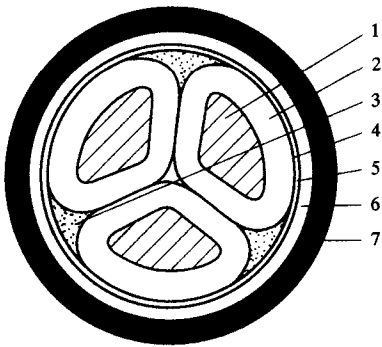


图 2-2-1-3 1kV VV22、VLV22 三芯电缆

1—铜或铝导线芯（扇形）；2—聚
氯乙烯绝缘；3—非吸湿性材料填
充物；4—聚氯乙烯包带；5—聚
氯乙烯挤包或绕包衬垫；6—钢
带铠装；7—聚氯乙烯外护套

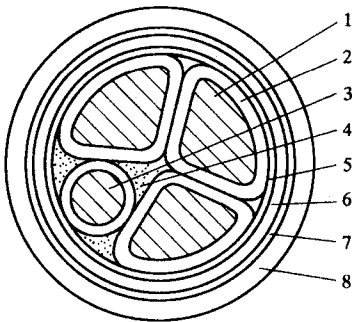


图 2-2-1-4 1kV VV22、VLV22 四芯电缆

1—铜或铝导线芯（扇形）；2—聚
氯乙烯绝缘；3—中性线芯（圆形）；
4—非吸湿性材料填充物；5—聚
氯乙烯包带；6—聚氯乙烯挤包
或绕包衬垫；7—钢带铠装；
8—聚氯乙烯外护套

- ①导体应符合 GB3957 的规定。
- ②导体表面应光洁，无油污，无损伤屏蔽绝缘的毛刺，锐边，以及凸起或断裂的单线。
- ③四芯电缆的截面有等截面和不等截面(3+1 芯)两种。
- 2) 绝缘。
 - ①绝缘材料和绝缘厚度应符合 GB12706 的规定。
 - ②导体和绝缘外面的任何隔离层或半导电屏蔽层的厚度应不包括在绝缘厚度内。
 - ③绝缘的标称厚度应符合表 2-2-1-3。
- 3) 铠装。
 - ①铠装钢带或铠装铝带的层数、厚度和宽度应符合表 2-2-1-4。
 - ②铠装钢丝的直径应符合表 2-2-1-5。
- 4) 外护层。塑料外套的标称厚度应符合表 2-2-1-6 中的要求。

- (3) 产品性能要求（主要技术指标）。
 - 1) 成品电缆导体直流电阻应符合表 2-2-1-7 中的要求。
 - 2) 成品电缆绝缘电阻常数在室温时不低于 36.7 (0.6/1.0)，367 (3.6/6.0)。
 - 3) 成品电缆在室温下，能承受交流 50Hz 电压试验，试验电压见表 2-2-1-8，单芯无铠装电缆浸入水中 1h 后按表 2-2-1-8 规定进行电压试验。
 - 当用直流电压时，所加的电压为工频试验电压的 2.4 倍。
 - 4) 当电缆敷设安装后经受直流耐压试验，建议试验电压为 2.5U₀。（U₀ 为导电对地电压），时间为 5min。
- (4) 电力电缆的允许载流量。1~35kV 塑料、橡皮绝缘电力电缆载流量见表 2-2-1-9~表 2-2-1-14。

表 2-2-1-3 绝缘的标称厚度

导体标称截面 (mm²)	额 定 电 压 (kV)				导体标称截面 (mm²)	额 定 电 压 (kV)			
	0.6/1	1.8/3	3.6/6	6/6 6/10		0.6/1	1.8/3	3.6/6	6/6 6/10
	绝缘标称厚度 (mm)					绝缘标称厚度 (mm)			
1.5、2.5	0.8	—	—	—	150	1.8	2.2	3.4	4.0
4、6	1.0	—	—	—	185	2.0	2.2	3.4	4.0
10	1.0	2.2	3.4	4.0	240	2.2	2.2	3.4	4.0
16	1.0	2.2	3.4	4.0	300	2.4	2.4	3.4	4.0
25	1.2	2.2	3.4	4.0	400	2.6	2.6	3.4	4.0
35	1.2	2.2	3.4	4.0	500~800	2.8	2.8	3.4	4.0
50、70	1.4	2.2	3.4	4.0	1000	3.0	3.0	3.4	4.0
95、120	1.6	2.2	3.4	4.0					

表 2-2-1-4 铠装钢带或铠装铝带的层数、厚度和宽度 单位: mm

铠装前假定直径	细钢丝直径	粗钢丝直径	铠装前假定直径	细钢丝直径	粗钢丝直径
≤15.0	0.8~1.6		35.1~60.0	2.5~3.15	
15.1~25.0	1.6~2.0	4.0~6.0	>60.0	3.15	4.0~6.0
25.1~35.0	2.0~2.5				

注 钢丝直径不包括钢丝上的非金属防蚀层,如用户要求或同意,允许用比规定直径更大的钢丝。

表 2-2-1-5 铠装钢丝的直径 单位: mm

铠装前假定直径	层数×厚度 (≥)		宽 度 (≤)	铠装前假定直径	层数×厚度 (≥)		宽 度 (≤)
	钢 带	铝带或铝合金带			钢 带	铝带或铝合金带	
≤15.0	2×0.2	2×0.5	20	35.1~50.0	2×0.5	2×0.5	35
15.1~25.0	2×0.2	2×0.5	25	50.1~70.0	2×0.5	2×0.5	45
25.1~35.5	2×0.5	2×0.5	30	>70.0	2×0.8	2×0.8	60

注 铠装前假定直径在 10.0mm 以下时,宜用直径为 0.8~1.6mm 的细钢丝铠装,也可采用厚度 0.1~0.2mm 的镀锡钢带重叠绕包一层作为铠装,其重叠率应不小于 25%。

表 2-2-1-6 塑料外套的标称厚度 单位: mm

护套前假定直径	塑料外套标称厚度	护套前假定直径	塑料外套标称厚度	护套前假定直径	塑料外套标称厚度
≤12.8	1.8	41.5~44.2	2.5	72.9~75.7	3.6
12.9~15.7	1.8	44.3~47.1	2.6	75.8~78.5	3.7
15.8~18.5	1.8	47.2~49.9	2.7	78.6~81.4	3.8
18.6~21.4	1.8	50.0~52.8	2.8	81.5~84.2	3.9
21.5~24.2	1.8	52.9~55.7	2.9	84.3~87.1	4.0
24.3~27.1	1.9	55.8~58.5	3.0	87.2~89.9	4.1
27.2~29.9	2.0	58.6~61.4	3.1	90.0~92.8	4.2
30.0~32.8	2.1	61.5~64.2	3.2	92.9~95.7	4.3
32.9~35.7	2.2	64.3~67.1	3.3	95.8~98.5	4.4
35.8~38.5	2.3	67.2~69.9	3.4	98.6~101.4	4.5
38.6~41.4	2.4	70.0~72.8	3.5		

表 2-2-1-7 成品电缆导体直流电阻

标称截面 (mm ²)	电流电阻+20℃ (Ω/km) ≤		标称截面 (mm ²)	电流电阻+20℃ (Ω/km) ≤	
	铜	铝		铜	铝
1.5	12.1	—	95	0.193	0.320
2.5	7.41	—	120	0.153	0.253
4	4.61	7.41	150	0.124	0.206
6	3.08	4.61	185	0.0991	0.164
10	1.83	3.08	240	0.0754	0.125
16	1.15	1.91	300	0.0601	0.100
25	0.727	1.20	400	0.047	0.0778
35	0.524	0.868	500	0.0366	0.0605
50	0.387	0.641	632	0.0283	0.0469
70	0.268	0.443	800	0.0221	0.0367

表 2-2-1-8

试 验 电 压

额定电压 (kV)	试验电压 (kV)	时间 (min)
0.6/1.0	3.5	5
3.6/6.0	11	5

表 2-2-1-9

1kV 聚氯乙烯绝缘及护套电缆 (1~3 芯) 长期允许载流量

导线工作温度: 65℃ 环境温度: 25℃

导线 截面 (mm ²)	空气敷设长期允许载流量 (A)						直埋敷设长期允许载流量 (A)											
							土壤热阻系数 80℃ · cm/W						土壤热阻系数 120℃ · cm/W					
	铜 芯			铝 芯			铜 芯			铝 芯			铜 芯			铝 芯		
	一芯	二芯	三芯	一芯	二芯	三芯	一芯	二芯	三芯	一芯	二芯	三芯	一芯	二芯	三芯	一芯	二芯	三芯
1	18	15	12				27	20	18				25	10	10			
1.5	23	19	16				34	26	22				31	24	20			
2.5	32	26	22	24	20	16	45	35	30	35	27	23	42	32	27	32	24	20
4	41	35	29	31	26	22	61	45	39	47	35	30	56	41	35	43	32	27
6	54	44	38	41	34	29	77	57	49	59	43	38	70	52	44	54	40	34
10	72	60	52	55	46	40	103	76	66	80	59	51	94	60	59	72	53	46
16	97	79	69	74	61	53	138	101	86	106	77	67	124	91	77	95	70	59
25	132	107	93	102	83	72	183	131	115	140	101	87	163	118	101	125	91	78
35	162	124	118	124	95	87	221	156	141	170	120	108	196	139	124	151	107	95
50	204	155	140	157	120	108	272	192	171	210	148	132	241	171	150	185	132	116
70	253	196	175	195	151	135	333	235	210	256	180	162	292	208	184	225	160	141
95	272	238	214	214	182	165	392	280	249	302	216	192	348	257	218	267	191	168
120	356	273	247	276	211	191	451	320	283	348	247	218	392	282	247	305	218	190
150	410	315	293	316	242	225	516	365	326	392	280	250	447	322	283	343	248	218
185	465		332	358		257	572		367	436		288	500		318	385		247
240	552		396	425		306	667		424	516		327	582		368	447		284
300	686			400			751			577			660			500		
400	757			580			876			678			773			593		
500	880			680			1012			766			876			670		
630	1025			787			1154			878			1000			767		
800	1338			934			1320			1012			1153			885		

表 2-2-1-10

1kV 聚氯乙烯绝缘及护套电缆 (四芯) 长期允许载流量

导线工作温度: 65℃ 环境温度: 25℃

芯数、导线截面 (mm ²)	空气敷设长期允许载流量 (A)		直埋敷设长期允许载流量 (A)			
			土壤热阻系数 80℃ · cm/W		土壤热阻系数 120℃ · cm/W	
	铜 芯	铝 芯	铜 芯	铝 芯	铜 芯	铝 芯
3×4+1×2.5	29	22	38	29	35	27
3×6+1×4	38	29	48	37	44	34
3×10+1×6	51	40	65	50	58	45
3×16+1×6	68	53	84	65	76	58
3×25+1×10	92	71	111	86	100	77
3×35+1×10	115	89	139	107	123	95
3×50+1×16	144	111	173	133	152	117
3×70+1×25	178	136	208	160	183	140
3×95+1×35	218	168	249	191	218	167
3×120+1×35	252	195	285	220	248	192
3×150+1×50	297	228	329	253	286	220
3×185+1×50	341	263	350	286	321	248