



“十二五”国家重点图书出版规划项目
材料科学研究与工程技术系列

电线电缆加工工艺学

Wire and Cable Processing Technology

● 武卫莉 主编

哈尔滨工业大学出版社

“十二五”国家重点图书出版规划项目
材料科学研究与工程技术系列

电线电缆加工工艺学

武卫莉 主编

哈尔滨工业大学出版社

内容提要

本书由 8 章正文和 6 个附录组成。主要包括电线电缆的定义,电线电缆的分类,电线电缆的基本结构,电线电缆的铠装及技术指标;电线电缆的制造工艺、工艺流程;电缆材料和半成品;电线电缆的生产设备及辅助设备;电线电缆的质量检测;电线电缆的安全生产与保护;产品选择技巧和电线电缆的国家标准等。

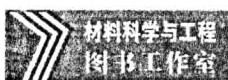
本书是高分子、汽车、电器、电工和材料等专业的辅助教材,也是该领域技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电线电缆加工工艺学/武卫莉主编. —哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2014.10
ISBN 978-7-5603-4588-8

I. ①电… II. ①武… III. ①电线-生产工艺-高等学校-教材
②电缆-生产工艺-高等学校-教材 IV. ①TM246

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 222861 号



责任编辑 张秀华

封面设计 卞秉利

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006

传 真 0451-86414749

网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>

印 刷 哈尔滨工业大学印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 12.5 字数 300 千字

版 次 2014 年 10 月第 1 版 2014 年 10 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5603-4588-8

定 价 28.00 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

前 言

电线电缆行业是中国仅次于汽车行业的第二大行业,产品品种满足率和国内市场占有率均超过90%。在世界范围内,中国电线电缆总产值已超过美国,成为世界上第一大电线电缆生产国。伴随着中国电线电缆行业的高速发展,新增企业数量不断上升,行业整体技术水平得到大幅度提高。

电线电缆行业虽然只是一个配套行业,却占据着中国电工行业1/4的产值。电线电缆的产品种类众多,应用范围十分广泛,涉及到电力、建筑、通信、制造等行业,与国民经济的各个部门密切相关。电线电缆还被称为国民经济的“动脉”与“神经”,是输送电能、传递信息和制造各种电机、仪器、仪表,实现电磁能量转换必不可少的基础性器材,是实现电气化、信息化必要的基础产品。

随着电线电缆行业的不断发展和壮大,电线电缆行业的新工艺、新技术、新材料、新标准、新产品不断涌现,原有对电线电缆知识的介绍只局限于手册,这些手册已不能满足从事电线电缆生产、施工等技术人员的要求。同时,随着科学技术的发展,随着学科领域的扩展,需要了解有关电线电缆及电器材料知识的学生越来越多。现有的电线电缆手册中只有电线电缆产品的安装、敷设、运行、维护等方面的内容,而没有电线电缆的生产工艺、生产设备的介绍。为了使广大读者能够获得较为完整的电线电缆方面的知识,本书在这些方面做了补充和完善。本书是一本可以满足教学、科研、设计、生产需要的综合性图书。

作者在编写本书的过程中,突出了以下几方面内容:

(1)遵循严谨的科学态度,选材适用性强;能激发读者的好奇心,加强读者对电线电缆知识的认识,夯实电线电缆加工的基础,以培养高素质电线电缆方面的人才。

(2)内容上较系统全面地介绍了电线电缆的分类、加工工艺及设备。

(3)编写中力求做到内容丰富、详略得当、简明扼要,把电线电缆生产加工方面的知识和技能作为重点进行介绍。

本书是高分子、汽车、电器、电工和材料等专业的辅助教材,也是相关专业工程技术人员的参考书。

由于电线电缆工程的复杂性,由于作者在该领域的实践经验和基础理论还有很多不足,书中难免有介绍不够透彻甚至疏漏之处,敬请广大读者批评指正。

编 者
2014年9月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 电线电缆的定义	1
1.2 电线电缆的分类	1
1.2.1 裸电线	1
1.2.2 电力电缆	2
1.2.3 电气装备用电线电缆	5
1.2.4 阻燃橡套电缆	6
1.2.5 核级电缆	7
1.2.6 柔性防火电缆	7
1.2.7 通信电缆和光缆	8
1.2.8 绕组线(电磁线)	8
1.2.9 新产品	9
1.3 电线电缆的基本结构	9
1.3.1 电线电缆的导体	9
1.3.2 电线电缆的绝缘	11
1.3.3 电线电缆的屏蔽	14
1.3.4 电线电缆的护层	15
1.4 电线电缆的基本特性	16
1.5 电线电缆的选用及敷设	17
1.6 电线电缆的加工与应用	18
1.6.1 电线电缆的铠装	18
1.6.2 电线电缆主要加工工艺	19
1.6.3 电线电缆主要应用领域	19
1.6.4 电线电缆主要考核指标	19
第2章 电线电缆制造工艺	20
2.1 电线电缆制造的工艺特性	21
2.1.1 大长度连续叠加组合生产方式	21
2.1.2 生产工艺门类多物料流量大	21
2.1.3 专用设备多	22
2.2 电线电缆制造的主要工艺	22
2.2.1 塑料电线电缆制造的基本工艺流程	22
2.2.2 电线电缆制造的关键工序和特殊工艺	23
2.3 典型电线电缆的制造工艺流程	24
2.3.1 塑料绝缘电力电缆	24
2.3.2 橡套电缆	24

2.3.3	市内交通电缆	24
2.3.4	室外光缆	26
2.4	电线电缆的挤出制造工艺	27
2.4.1	塑料的挤出	27
2.4.2	塑料的挤出工艺	28
2.4.3	模具	30
2.5	电线电缆的铠装加工	34
2.5.1	铠装的定义和作用	34
2.5.2	钢丝铠装	35
2.5.3	绕包	35
2.5.4	挤包	35
2.5.5	电缆外护层性能要求及试验方法	36
2.5.6	铠装工艺	36
2.5.7	铠装生产	40
2.5.8	特殊电缆的铠装	42
2.5.9	废品的原因和修理	43
第3章	电缆的材料和半制品	45
3.1	金属材料	45
3.1.1	金属材料及工艺性能	45
3.1.2	铝、铝合金及其制品	47
3.1.3	铜、铜合金及其制品	52
3.1.4	铅和铅合金	58
3.1.5	钢丝和钢带	60
3.1.6	导体	65
3.2	纸纤维带材及光纤	66
3.2.1	电线电缆用纸及纸制品	66
3.2.2	纤维材料	70
3.2.3	带材	70
3.2.4	光缆用光纤和材料	72
3.3	电磁线漆、油料和涂料	74
3.3.1	电磁线漆	74
3.3.2	电缆油和浸渍剂	76
3.3.3	涂料	78
3.4	塑料	82
3.4.1	电线电缆用塑料的种类、性能及用途	82
3.4.2	塑料配合剂	85
3.4.3	聚氯乙烯塑料	93
3.4.4	聚乙烯	102

3.4.5	交联聚乙烯	103
3.4.6	氟塑料	105
3.5	橡胶和橡皮	108
3.5.1	橡胶和橡皮的种类、用途和特性	108
3.5.2	橡皮配合剂	120
3.6	铠装的原材料及半制品	141
3.6.1	铠装的原材料	141
3.6.2	铠装的半制品	142
第4章	设备和辅助设备	143
4.1	塑料挤出流水线	143
4.2	塑料挤出机	144
4.2.1	挤压系统	144
4.2.2	传统系统	144
4.2.3	加热冷却装置	145
4.3	辅助设备	145
4.3.1	放线装置	145
4.3.2	校直装置	145
4.3.3	预热装置	145
4.3.4	冷却水槽	145
4.3.5	火花试验机	146
4.3.6	牵引装置	146
4.3.7	收排线架	146
4.3.8	其他辅助装置	146
4.4	控制系统	146
4.4.1	挤塑机主机的温度控制	146
4.4.2	挤塑机的压力控制	146
4.4.3	螺杆转速的控制	146
4.4.4	外径的控制	147
4.4.5	收卷张力的控制	147
4.4.6	整机的电气自动化控制	147
4.5	塑料挤出机的螺杆	147
4.5.1	螺杆的类型	147
4.5.2	螺杆的主要参数	148
4.5.3	螺杆的分段和说明	148
4.5.4	螺杆的冷却	149
4.5.5	螺杆的维护和保养	149
4.6	加温系统	149
4.6.1	温度控制系统	149

4.6.2	加温控制仪表	150
4.6.3	温度对产品质量的影响	150
4.7	装铠设备	151
4.7.1	装铠机的用途	151
4.7.2	装铠机的分类和组成	151
4.7.3	部件及结构特点	151
4.7.4	装铠机绕包头和钢丝绞笼的工艺调整	152
4.7.5	常见设备故障及原因	152
4.7.6	KLY-400/18+18+36 钢丝铠装成缆机	153
4.7.7	90 钢带铠装机	154
4.7.8	KJY400/36+36 钢丝钢带联合铠装机	155
4.8	电缆生产设备检测	156
4.8.1	架空绞线产品必备的生产设备与检测设备	156
4.8.2	漆包圆绕组线产品必备的生产设备与检测设备	156
4.8.3	塑料绝缘控制电缆产品必备的生产设备与检测设备	157
4.8.4	额定电压 1kV 至 35kV 挤包绝缘电力电缆产品必备的生产设备与 检测设备	157
4.8.5	架空绝缘电缆(1kV、10kV、35kV)产品必备的生产设备与检测设备	158
4.8.6	电线电缆产品的产品单元、抽样单元及型号	158
第 5 章	质量检测	160
5.1	质量检验	160
5.1.1	常用检查量具	160
5.1.2	外观检查	161
5.1.3	尺寸检查	161
5.2	电气性能测试	162
5.2.1	直流电阻的测量	162
5.2.2	绝缘电阻的测量	162
5.2.3	电缆工作电容的测量	162
5.3	质量缺陷的产生及预防	162
5.3.1	焦烧	162
5.3.2	塑化不良	163
5.3.3	表面质量	163
5.3.4	塑料层尺寸超差	163
5.3.5	粗细不匀和竹节形	163
5.3.6	气孔和气泡	164
5.3.7	其他缺陷	164
5.4	不良品修复方法	165

5.4.1	基本要领	165
5.4.2	大接头的修补	165
第6章	安全与保护	166
6.1	安全要求	166
6.2	保护措施	166
6.3	存放方法	167
6.4	质量辨别	167
6.5	老化原因	167
6.6	常见故障	168
第7章	选择技巧	170
7.1	一般原则	170
7.2	截面校验	170
7.3	电阻计算	171
7.4	电容计算	171
7.5	例证	172
7.6	成本估算	172
7.6.1	铜线成本计算	172
7.6.2	电缆成本计算	173
第8章	电线电缆国家标准	175
8.1	辐照交联电力电缆	175
8.2	中压交联聚乙烯绝缘电力电缆	176
8.3	高压交联聚乙烯绝缘电力电缆	176
8.4	控制电缆	177
8.5	计算机电缆	178
8.6	架空绝缘电缆	178
8.7	铝绞线及钢芯铝绞线	179
8.8	耐火电缆	179
8.9	低烟无卤电缆	180
8.10	布电线	180
附录		182
附录1	电缆用硅烷交联乙丙橡胶加工工艺	182
附录2	生产电缆用哪种型号的PVC树脂	182
附录3	电缆与电线的区别	182
附录4	电缆与光缆的区别	183
附录5	电缆与光纤的区别	183
附录6	2012年中国电线电缆十大品牌企业排名	184
参考文献		186

第1章 绪 论

1.1 电线电缆的定义

电线电缆是用以传输电力、传递信息和实现电磁能量转换的一大类电工线材产品。广义的电线电缆亦简称为电缆,狭义的电缆指绝缘电缆。它可定义为:由一根或多根绝缘线芯,以及它们各自具有的包覆层、总保护层及外护层组成的集合体。

电线和电缆并没有严格的界限,通常将芯数少、产品直径小、结构简单的产品称为电线,没有绝缘的称为裸电线,其他的称为电缆;导体截面积较大的(大于 6 mm^2)称为大电线,较小的(小于或等于 6 mm^2)称为小电线,绝缘电线又称为布电线。

如图 1.1 所示,电缆(Electric cable; Power cable)通常是由几根或几组导线每组至少两根绞合而成的类似绳索的电线,每组导线之间相互绝缘,并常围绕着一根中心扭成,整个外面包有高度绝缘的覆盖层。



图 1.1 电缆示意图

1.2 电线电缆的分类

随着社会的飞速发展,科学技术的不断进步,电线电缆的品种越来越多,目前粗略统计有一千多种,两万多个规格。根据制造工艺、结构特点、功能要求、产品的用途可以分为九大类。

1.2.1 裸电线

裸电线指仅有导体而无绝缘层的产品,其中包括铜、铝等各种金属和复合金属圆单

线,各种结构的架空输电线用的绞线、软接线、型线和型材,如图 1.2 所示。

裸电线又分为裸单线、裸绞线、型线及型材四个系列。

裸单线是一种表面裸露、没有绝缘层的导线,主要用于电力、交通、电信工程与电机、变压器的制造。

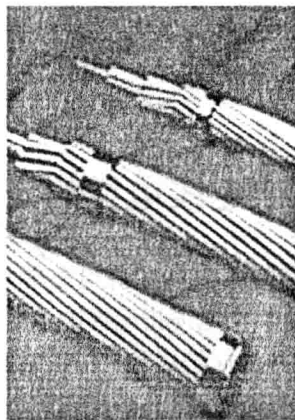


图 1.2 裸电线图

裸绞线按其结构形式分为简单绞线、组合绞线、特种绞线、复绞线、编织套等。

型线和型材为特殊外形或大截面的导体线材,即产品横截面形状各异,不是圆形的称为型线;而不是以较大长度使用的产品称为型材。按其用途可分为三种:

①作大电流母线。这种导线又称汇流排,用的材料是铜、铝排材,其形状多数为扁平状的,也有制成空心矩形和半弓子形的。用于电厂、变电站传输大容量电流,以及用于开关柜中。近年来又有带绝缘层的绝缘母线出现。

②接触网用导线。此类导线用于电气化铁道、城市电车、隧道内电机车(如地铁、矿山地下坑道车)等的架空导线。由于城市轨道交通线路和电气化铁道的大规模发展,使用接触网导线(俗称电车线,现简称为接触线)的用量成倍增加。

对接触线的技术要求除了电性能良好和有足够的抗拉强度及良好的耐气候腐蚀性外,其优良的耐磨性也是很重要的,优良的耐磨性直接影响着使用寿命。

③异形排材。异形排材主要用于各类电机的换向器元件,以及各种开关、闸刀的刀头电极。其截面形状有梯形、单峰形、双峰形,材质为铜或铜合金。

1.2.2 电力电缆

在电力系统的主干线路中,电力电缆是用来传输和分配大功率电能的线材产品,其中包括 1~330 kV 及以上各种电压等级、各种绝缘的电力电缆,如图 1.3 所示。电力电缆能够完成架空线路不易或无法完成的任务。

1. 电力电缆的基本结构

电力电缆的基本结构由线芯(导体)、绝缘层、屏蔽层和保护层四部分组成。

(1) 线芯

线芯是电力电缆的导电部分,用来输送电能,是电力电缆的主要部分。

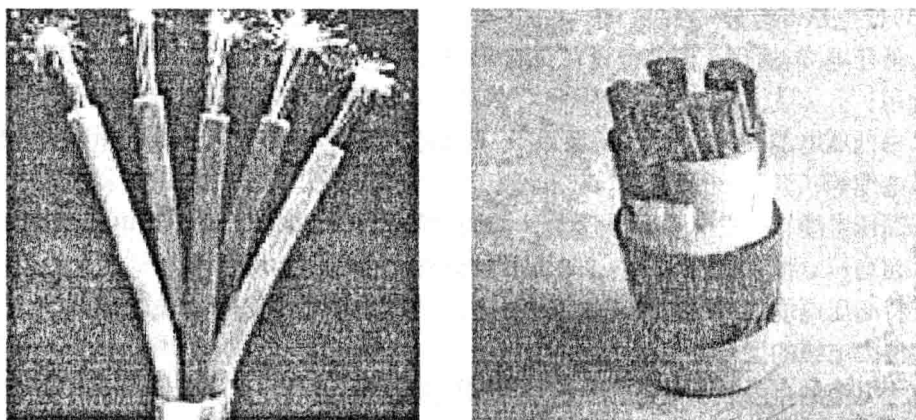


图 1.3 电力电缆图

(2) 绝缘层

绝缘层是将线芯与大地以及不同相的线芯间在电气上彼此隔离,保证电能输送,是电力电缆结构中不可缺少的组成部分。

(3) 屏蔽层

15 kV 及以上的电力电缆一般都有导体屏蔽层和绝缘屏蔽层。

(4) 保护层

保护层的作用是保护电力电缆免受外界杂质和水分的侵入,以及防止外力直接损坏电力电缆。

2. 电力电缆的分类

电力电缆的分类如下:

(1) 按电压等级分

按电压等级可分为中、低压电缆(35 kV 及以下)、高压电缆(110 kV 以上)、超高压电缆(275 ~ 800 kV)以及特高压电缆(1000 kV 及以上)。此外,还可按电流变化分为交流电缆和直流电缆。

(2) 按绝缘材料分

①油浸纸绝缘电力电缆。以油浸纸作绝缘的电力电缆,其应用历史最长。它安全可靠,使用寿命长,价格低廉。主要缺点是敷设受落差限制。自从开发出滴流浸纸绝缘后,解决了落差限制问题,使油浸纸绝缘电缆得以继续广泛应用。

②塑料绝缘电力电缆。绝缘层为挤压塑料的电力电缆,常用的塑料有聚氯乙烯、聚乙烯、交联聚乙烯。塑料电缆结构简单,制造加工容易,质量轻,敷设安装方便,不受敷设落差限制。因此广泛应用作中低压电缆,并有取代粘性浸渍油纸电缆的趋势。其最大缺点是存在树枝化击穿现象,为此限制了它在更高电压的使用。

③橡皮绝缘电力电缆。绝缘层为橡胶加上各种配合剂,经过充分混炼后挤包在导电芯上,经过加温硫化而成。它柔软,富有弹性,适合于移动频繁、敷设弯曲半径小的场合。

常用作绝缘的胶料有天然胶-丁苯胶混合物、乙丙胶、丁基胶等。

(3)按电压等级分

①低压电缆:适用于固定敷设在交流 50 Hz,额定电压 3 kV 及以下的输配电路上作输电能用;

②中低压电缆:一般指 35 kV 及以下,聚氯乙烯绝缘电缆、聚乙烯绝缘电缆、交联聚乙烯绝缘电缆等;

③高压电缆:一般指 110 kV 及以上,聚乙烯电缆和交联聚乙烯绝缘电缆等;

④超高压电缆:一般指 275 ~ 800 kV,如交联聚乙烯枢纽电站电缆;

⑤特高压电缆:一般指 1 000 kV 及以上,用于输送大容量高压交流输电电路。

3. 电力电缆的型号

电力电缆的型号表示如下:

(1)汉语拼音表示法

用汉语拼音第一个字母的大写表示绝缘种类、导体材料、内护层材料和结构特点。如用 Z 代表纸(zhi);L 代表铝(lv);Q 代表铅(qian);F 代表分相(fen);ZR 代表阻燃(zuran);NH 代表耐火(naihuo)。

(2)数字表示法

用数字表示外护层构成,有二位数字。无数字代表无铠装层,无外被层。第一位数字表示铠装,第二位数字表示外被层,如粗钢丝铠装纤维外被表示为 41。

(3)电缆型号表示法

电缆型号按电缆结构的排列一般次序为:绝缘材料;导体材料;内护层;外护层。

(4)电缆产品说明法

电缆产品用型号、额定电压和规格表示,其方法是在型号后再加上说明额定电压、芯数和标称截面积。

型号详细说明如下:

①类别

H——市内通信电缆

HP——配线电缆

HJ——局用电缆

②绝缘

Y——实心聚烯烃绝缘

YF——泡沫聚烯烃绝缘

YP——泡沫/实心皮聚烯烃绝缘

③内护层

A——涂塑铝带粘接屏蔽聚乙烯护套

S——铝、钢双层金属带屏蔽聚乙烯护套

V——聚氯乙烯护套

④特征

T——石膏填充

G——高频隔离

C——自承式

⑤外护层

23——双层防腐钢带绕包铠装聚乙烯外被层

33——单层细钢丝铠装聚乙烯外被层

43——单层粗钢丝铠装聚乙烯外被层

53——单层钢带皱纹纵包铠装聚乙烯外被层

553——双层钢带皱纹纵包铠装聚乙烯外被层

BV——铜芯聚氯乙烯绝缘电线

BLV——铝芯聚氯乙烯绝缘电线

BVV——铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套电线

BLVV——铝芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套电线

BVR——铜芯聚氯乙烯绝缘软线

RV——铜芯聚氯乙烯绝缘安装软线

RVB——铜芯聚氯乙烯绝缘平型软线

BVS——铜芯聚氯乙烯绝缘绞型软线

RVV——铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套软线

BYR——聚乙烯绝缘软电线

BYVR——聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套软线

RY——聚乙烯绝缘软线

RYV——聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套软线

WD——低烟无卤型

ZR——阻燃型

NH——耐火型

1.2.3 电气装备用电线电缆

从电力系统的配电点把电能直接传送到用电设备、器具的各种电源连接线路用电线电缆,工农业用的各种电气安装线和控制信号用电线电缆,即从电源的配电点把电能直接传送到各种用电设备、装备等连接线路用电线电缆。这类产品使用面广,品种多,而且要结合所用设备的特性和使用环境、条件来确定电缆的结构和性能。因此,除了那些大量通用产品外,还有许多专用的特种电缆,按产品用途分为八类:

(1) 低压配电电线电缆(BV、RVV)

主要指固定敷设和移动的供电电线电缆,如通用橡皮、塑料绝缘电线,橡皮、塑料绝缘软线,屏蔽绝缘电线,橡套软电缆等。

(2) 信号和控制电缆(ARDV、KYVR、KVV)

主要指控制中心与系统间传递信号或控制操作作用的电线电缆,如各种绝缘材料和护套组成的控制电缆,地质安全电路用控制电缆,低烟无卤阻燃型电子计算机用控制电缆等。

(3) 交通运输工具电线电缆

主要指汽车、机车、舰船、飞机等配套用电线电缆(机车车辆线、船用电缆、FVN 系列),如公路车辆用绝缘电线、航空电线、舰船用电缆、机车车辆用电缆、电梯电缆等。

(4) 地质资料勘探和开采电线电缆

主要指煤、矿石、油田探测开采用的电线电缆,如石油平台电缆、地质勘探用电缆、煤矿用阻燃电缆、矿用电线电缆等。

(5) 直流高压电缆

主要指 X 射线机、静电设备配套用的电线电缆,如摄影光源电缆、直流高压软电缆、高压电炉用电缆、电子显微镜用高压电缆等。

(6) 加热电缆(电热线)

主要指生活取暖、植物栽培、管道保温等用电线电缆,如自控温加热电缆、矿物绝缘加热电缆等。

(7) 仪器仪表连接线

主要指仪器、设备内部安装线和外部引接线(ASTVR、AVPV、SBVPV),如核电站用 IE 级 K3 类仪表安装接线电缆、水利工程观测用信号和动力设备用软电缆、阻燃型仪表用电线电缆,氟料绝缘计算机电缆等。

(8) 特种电线电缆

主要指耐高温、防火、核电站等用的电线电缆(DWFTV-121 点火电缆、高温线、综合电缆),如核电站用电缆、氟塑料或硅橡胶绝缘和护套高温电缆、矿物绝缘电缆、热电偶用电线电缆、高温传感器用控制电缆等。

1.2.4 阻燃橡套电缆

阻燃橡套电缆为矿用橡套软电缆系列产品,如图 1.4 所示。适用于额定电压 U_0/U 为 1.9/3.3 kV 及以下采煤机,以及类似设备装置作电源连接,多在煤矿使用。

阻燃橡套电缆的线芯长期允许工作温度为 $65\text{ }^{\circ}\text{C}$,电线的最小弯曲半径为电缆直径的 6 倍。黄色护套电缆不得在日光下长期暴露。

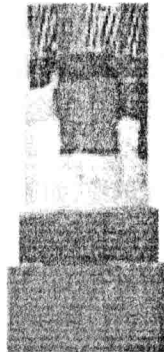


图 1.4 阻燃橡套电缆图

1.2.5 核级电缆

核级电缆适用于核电站额定电压 U_0/U 为 0.6/1 kV 的控制系统网络中使用的控制和信号连接用电缆。

核级电缆的性能指标如下:

电缆导体允许长期工作温度为 90 ℃,短路时电缆导体的最高温度不超过 250 ℃,持续时间不超过 5 s。

敷设电缆时的环境温度应不低于 0 ℃。

电缆敷设时允许弯曲半径为:

- ①无铠装的电缆,应不小于电缆直径的 6 倍;
- ②有铠装或铜带屏蔽结构的电缆,应不小于电缆直径的 12 倍;
- ③有屏蔽结构的软电缆,应不小于电缆直径的 6 倍。

在导体长期允许工作温度不大于 90 ℃时,电缆的鉴定寿命不少于 40 年。

成品电缆应符合 GB/T 18380.3 标准中规定的 A 类成束燃烧试验要求。

成品电缆的烟密度指标为,透光率不小于 70%。

成品电缆的耐辐射性能指标为 $25 \times 10^4 \text{Gy}$ 。

无卤性指标为非金属材料在燃烧时,逸出气体的酸度(以 pH 值表示)应大于 4.3;电导率不大于 $10 \mu\text{S}/\text{mm}$ 。

1.2.6 柔性防火电缆

柔性防火电缆具有以下特点:

(1) 防火性能优异

耐火等级不仅满足国标 GB 12666.6A 类 950 ℃ 90 min 要求;还要满足英国 BS 6387—1994 中规定 A 级 650 ℃ 3 h, B 级 750 ℃ 3 h, C 级 950 ℃ 3 h 的要求,同时在燃烧中还能耐受水喷与机械撞击。

(2) 连续长度长

不管是单芯还是多芯电缆其长度能满足供电长度需要,极限长度可达 2 000 m。

(3) 截面积大

单芯电缆截面积可达 $1\,000 \text{mm}^2$,多芯电缆截面积可达 240mm^2 。

(4) 具有柔性

电缆可以盘在电缆盘上,其弯曲半径 $\geq 20D$, D 为电缆外径。

(5) 燃烧时无烟无毒

绝缘采用无机材料“不燃烧体”,燃烧时不会产生任何有害气体,更不会发生二次污染,称得上是环保绿色产品。

(6) 过载能力强

电缆不仅截面流量大而且具有较大的过载能力,根据布线要求通常电缆表面温度 $\leq 70 \text{℃}$,若布线不可触摸,也不与可燃建筑材料相接触时,电缆护套温度可达 105℃ ;过载时防火电缆允许的工作温度可达 250℃ 。

(7)耐腐蚀

有机绝缘耐火电缆有时需穿塑料管或铁管,塑料很容易老化变脆,铁管易锈蚀;防火电缆是铜护套不须穿管,铜护套耐腐蚀性好。

(8)无电磁干扰

防火电缆与信号、控制等电线电缆在同一竖井中敷设时,防火电缆在铜护套的屏蔽下不会对信号对及控制电线电缆传输的信息产生干扰。

(9)安全性好

防火电缆除了在火焰中能正常供电,起动灭火设备,减少火灾损失。同时对人身安全也特别可靠。其铜护套是良导体,是最好的接地线,且连续到电缆全长,大大提高了接地保护灵敏度与可靠性。

(10)使用寿命长

无机绝缘材料耐高温,且不易老化,使用寿命比有机绝缘电缆提高许多倍,在正常工作状态下,其寿命可以与建筑物等同。

(11)运输安装容易

柔性防火电缆的运输和安装简单容易。

1.2.7 通信电缆和光缆

通信电缆是指传输电话、电视、广播、传真、数据和其他电信信息的电缆。通信光缆是替代通信电缆的产品,具有传输容量大、频带宽、距离远、不受干扰等特点,提高了信息传输质量。通信电缆分类方法很多,按结构可分为对称电缆和同轴电缆。通信电缆的主要品种有:

(1)对称电缆

- ①被复线电缆(TGE-706系列、HMY系列);
- ②野战音频载波电缆(TGE-722、TGE-712系列);
- ③对称射频电缆(SBEYV系列、SEYV系列);
- ④局用电话电缆、程控交换机电缆(HPYV、JVPV)。

(2)同轴电缆

- ①聚乙烯射频电缆(SYV、SDY、SWYV);
- ②纵孔聚乙烯同轴电缆(SYKV);
- ③泄漏同轴电缆(SLYWV、MSLYFVZ系列)。

1.2.8 绕组线(电磁线)

绕组线是一种具有绝缘层的导电金属电线,用以绕制电工产品的线圈或绕组。其作用是通过电流产生磁场,或切割磁力线产生感应电流,实现电能和磁能的相互转换,故又称为电磁线。

分类

按导体材料可分为:铜、铝、合金