

3

# 电线电缆手册

手册

《电线电缆手册》编委会 组编

印永福 主编



机械工业出版社  
China Machine Press

TN246  
G-648  
3

# 电线电缆手册

## 第 3 册

《电线电缆手册》编委会 组编  
印永福 主编



机械工业出版社

《电线电缆手册》共分三册，汇集了电线电缆产品设计、生产和使用中所需的有关技术资料。

本书为电线电缆的附件、安装和维护部分，内容包括：电力用裸线、电力电缆、通信电缆与光缆、电气装备用电线电缆等五大类产品的附件安装敷设与运行维护，并对各类产品安装及运行的技术指标、性能要求和设计计算、试验方法；以及防腐与保护措施也作了详细的介绍。

本书可供电线电缆生产、科研、设计和使用部门的工程技术人员使用，也可供大专院校相关专业师生参考。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

电线电缆手册·第3册/《电线电缆手册》编委会组编. —北京: 机械工业出版社, 2001.7

ISBN 7-111-08984-7

I. 电... II. 电... III. 电线: 电缆-技术手册 IV. TM246-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 042505 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: 张沪光 版式设计: 霍永明 责任校对: 李秋荣

封面设计: 姚毅 责任印制: 路琳

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2001 年 9 月第 1 版·第 1 次印刷

1000mm×1400mmB5·16.5 印张·3 插页·986 千字

0 001—3 000 册

定价: 48.00 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) 68993821、68326677-2527

## 《电线电缆手册》编委会

主任委员：高庆国

副主任委员：王家樑

### 第 1 册

主 编：王春江

编写人员：(排名不分先后)

王春江	刘士璋	黄豪士	余为豹	凌春华	桑纪明	楼玉英
孟庆林	王临堂	朱中柱	张轶材	吴曾权	张迪华	陈礼德
刘凤林	刘钧璧	刁湘鹏	顾 瑜	徐应麟	闫永庭	钱汝立

### 第 2 册

主 编：徐应麟

编写人员：(排名不分先后)

徐应麟	沈建华	袁和生	苍庆国	林静文	吴梅生	高祥萍
凌春华	王振国	钱跃新	张尔梅	徐瑞浩	严永昌	张贤灵
陈申福	刘伯洲	曾纪刚				

### 第 3 册

主 编：印永福

编写人员：(排名不分先后)

印永福	李福芝	张永隆	蔡 钧	汪松滋	吴良治	贾明汉
查力仁	葛光明	魏 东	慕成斌	邱国征	粟穗强	刘钧璧
陆德纘	李蓓荪	张承威	王瑞陞	李克昌	于静荣	杨 峻
黄绳甫						

# 前 言

第1版《电线电缆手册》原分3册第1册、第2册相继于1978年5月和1980年9月问世，第3册因故停。手册的出版正好喜迎“改革开放”新时期的到来。电线电缆行业随着国民经济的迅速发展而飞速壮大，至今已拥有近5000家企业、近40万名职工的庞大的队伍。毋庸讳言，《手册》在培养行业技术人才、促进技术进步、服务经济建设等方面，起到了它应有的重要作用。

随着时间的推移，电线电缆行业新工艺、新材料、新产品、新标准的不断涌现，原手册的内容已不能满足读者的需要，电线电缆产品安装敷设、运行、维护等方面的内容已日益引起重视。为了向广大读者提供一套较完整的，可满足科研、设计、生产及使用需要的综合性读物，受机械工业出版社委托，由上海电缆研究所负责组织了《手册》第1册、第2册的修订、补充、更新（第2版）以及第3册（第1版）的编写工作。

本手册共分三册出版，具体内容包括：

第1册：电线电缆产品的品种、规格、性能与技术指标、设计计算、性能试验与测试设备、产品的结构与材料计算。

第2册：电线电缆和光缆所用材料的品种、组成、性能、用途、技术要求以及有关性能的试验方法。材料包括：金属、纸、纤维、带材、光纤、电磁线漆、油料、涂料、塑料、橡胶和橡皮等。

第3册：架空线、电力电缆、通信电缆及光缆、电气装备用电线电缆的附件、安装敷设及运行维护。

第1册、第2册修订本是以原有版本为基础，并尽量做到由原编写人员继续执笔，对于参加第1版编写并作出卓越贡献，当时以“编写组”集体署名，本次又因种种原因没有参与的原编写人员，在这里补叙如下，并向他们致以崇高的敬意和深切的感谢（排名不分先后，除另有说明者，其余均为上海电缆研究所科技人员）：李杜、梅中原（西安交通大学）、戴荣生（上海电缆厂）、区维熙（北京邮电学院）、刘谦、王寿泰（上海交通大学）、汪景璞（哈尔滨理工大学）、周嘉佑、黄崇祺、邓木祥、梁民杰、杨锦球（上海电缆厂）、许建华、韦华达、潘海堂、许曼立、李养珠、俞成富。

总之，在本《手册》的编写、修订、补充、更新的全过程中，除了编写人员付出艰辛的劳动外，还取得了行业有关单位技术人员的大力支持，特别要指出的是上海电缆研究所的各级领导和科技人员的大力支持，因此可以说，《手册》是行业共同努力的产物，行业的发展将不会忘记众多参与者为《手册》作出的贡献。

今天，《电线电缆手册》将以新的面貌出现在读者的面前，相信新的《手册》定将会在行业新一轮的发展中再次发挥其重要作用。

限于编者的见识和水平，《手册》中难免有不合时宜的内容和谬误之处，诚恳期待读者的批评和指正。

# 目 录

## 第 13 篇 电力用裸线附件、安装敷设与运行维护

### 第 1 章 输电线路用裸线附件结构

#### 与试验 ..... 1

#### 1.1 总则 ..... 1

#### 1.2 架空线金具 ..... 3

##### 1.2.1 接续金具 ..... 3

##### 1.2.2 悬垂线夹 ..... 11

##### 1.2.3 耐张线夹 ..... 15

##### 1.2.4 防护金具 ..... 19

#### 1.3 发电厂、变电所金具 ..... 23

##### 1.3.1 T形线夹 ..... 23

##### 1.3.2 设备线夹 ..... 24

##### 1.3.3 铜铝过渡板 ..... 29

##### 1.3.4 大电流母线金具 ..... 29

#### 1.4 架空线、发电厂、变电所用金具 的试验 ..... 40

##### 1.4.1 试验项目 ..... 41

##### 1.4.2 试验方法 ..... 41

### 第 2 章 架空线的安装敷设 ..... 45

#### 2.1 放线工艺 ..... 45

##### 2.1.1 放线前准备 ..... 45

##### 2.1.2 放线施工 ..... 48

#### 2.2 架空线的弧垂计算及观测 ..... 51

##### 2.2.1 弧垂、线长及应力计算 ..... 51

##### 2.2.2 初伸长 ..... 53

##### 2.2.3 观测档弧垂计算 ..... 54

##### 2.2.4 弧垂观测与张力测定 ..... 54

##### 2.2.5 弧垂误差及调整量计算 ..... 56

#### 2.3 架空线的紧线工艺 ..... 57

##### 2.3.1 紧线前的准备工作 ..... 57

##### 2.3.2 紧线方法 ..... 58

##### 2.3.3 过牵引力计算 ..... 62

#### 2.4 附件安装与接头连接工艺 ..... 62

##### 2.4.1 跳线安装 ..... 62

##### 2.4.2 护线条安装 ..... 64

##### 2.4.3 悬垂线夹安装 ..... 64

##### 2.4.4 防振锤安装 ..... 64

##### 2.4.5 阻尼线安装 ..... 65

##### 2.4.6 间隔棒与均压环安装 ..... 65

##### 2.4.7 接头连接工艺 ..... 66

#### 2.5 施工质量要求及验收 ..... 68

##### 2.5.1 放线质量要求 ..... 68

##### 2.5.2 紧线质量要求 ..... 69

##### 2.5.3 附件安装质量要求 ..... 69

##### 2.5.4 架线验收项目 ..... 70

##### 2.5.5 竣工试验 ..... 70

#### 2.6 交叉跨越的测量与计算 ..... 70

##### 2.6.1 交叉跨越距离要求 ..... 70

##### 2.6.2 测量方法 ..... 73

##### 2.6.3 跨距计算 ..... 73

#### 2.7 光纤复合架空地线的安装与架 设 ..... 74

##### 2.7.1 安装前准备工作 ..... 74

##### 2.7.2 放线架设工作 ..... 74

##### 2.7.3 紧线工作 ..... 74

##### 2.7.4 附件安装 ..... 75

##### 2.7.5 光纤复合架空地线的连接 ..... 75

##### 2.7.6 注意事项 ..... 75

### 第 3 章 架空线的运行与维护 ..... 75

#### 3.1 架空线运行维护工作主要内容 ..... 75

##### 3.1.1 巡视 ..... 76

##### 3.1.2 预防性检查和测试 ..... 76

##### 3.1.3 季节性事故的预防 ..... 76

#### 3.2 架空线运行规程 ..... 76

##### 3.2.1 巡视 ..... 76

##### 3.2.2 预防性检查和测试 ..... 76

##### 3.2.3 架空线运行规定 ..... 76

##### 3.2.4 架空线的维护与检修 ..... 77

##### 3.2.5 特殊区段架空线的运行维护 ..... 79

#### 3.3 引起架空线路缺陷、损伤的主要原因 及预防方法 ..... 79

3.3.1	架空线的防雷 .....	79
3.3.2	架空线的振动和防止振动的措施 .....	81
3.3.3	架空线的覆冰(雪)及预防措施 .....	84
3.3.4	架空线的防腐蚀 .....	85
3.3.5	架空线的电气过负载 .....	85
<b>第4章 电力牵引用接触线接头、安装敷设及运行维护 .....</b>		
4.1	接触线的连接 .....	86
4.1.1	接触线接头 .....	86

4.1.2	与绝缘器连接 .....	87
4.1.3	终端下锚连接 .....	87
4.1.4	电气连接 .....	89
4.2	接触线的安装与敷设 .....	91
4.2.1	悬挂方式 .....	91
4.2.2	下锚方式 .....	92
4.2.3	放线与架设 .....	93
4.3	接触线的运行和维护 .....	96
4.3.1	磨耗 .....	96
4.3.2	高度调整 .....	104
4.3.3	拉出值调整 .....	105

## 第14篇 电力电缆附件、安装敷设及运行维护

<b>第1章 电力电缆导体连接器材与安装工艺 .....</b>		
1.1	概述 .....	113
1.1.1	机械压力连接 .....	113
1.1.2	加热连接 .....	113
1.2	压缩连接用导体连接金具及压接工艺 .....	114
1.2.1	压缩连接用连接金具种类 .....	114
1.2.2	压缩连接用连接金具的规格、型号和结构尺寸 .....	114
1.2.3	压缩连接用工具和模具 .....	118
1.2.4	压接工艺要点 .....	121
1.3	钎焊连接用导体连接金具及焊接工艺 .....	122
1.3.1	焊料 .....	122
1.3.2	助熔剂 .....	123
1.3.3	钎焊用连接金具 .....	124
1.3.4	钎焊工艺 .....	124
1.4	螺栓和螺旋夹紧固连接用导体连接金具及连接工艺 .....	126
1.5	电缆导体压缩和机械连接接头试验方法 .....	127
1.5.1	热循环试验 .....	127
1.5.2	直流电阻试验 .....	128
1.5.3	短路试验 .....	128
1.5.4	抗拉强度试验 .....	128
1.5.5	振动疲劳试验 .....	128
1.5.6	腐蚀试验 .....	129
<b>第2章 中低压电力电缆附件 .....</b>		
		129

2.1	概述 .....	129
2.2	油纸绝缘电缆附件 .....	133
2.2.1	油纸绝缘电缆附件品种 .....	133
2.2.2	10kV及以下电缆附件 .....	135
2.2.3	35kV电缆附件 .....	141
2.3	挤包绝缘电缆附件 .....	145
2.3.1	挤包绝缘电缆附件品种 .....	145
2.3.2	安装工艺的一般程序和要求 .....	146
2.3.3	绕包式电缆附件 .....	150
2.3.4	热收缩式电缆附件 .....	154
2.3.5	预制件装配式电缆附件 .....	157
2.3.6	冷收缩式电缆附件 .....	160
2.3.7	模塑式电缆附件 .....	163
2.3.8	浇铸式电缆附件 .....	164
2.4	其他电缆附件 .....	165
2.4.1	过渡接头 .....	165
2.4.2	架空绝缘电缆附件和金具 .....	166
2.5	电缆附件用材料的性能要求 .....	169
2.6	电缆附件试验要求 .....	185
2.6.1	性能要求 .....	186
2.6.2	试验方法 .....	199
<b>第3章 高压电缆终端与接头 .....</b>		
3.1	概论 .....	207
3.2	终端的结构型式 .....	208
3.2.1	敞开式终端 .....	208
3.2.2	全封闭变电站用电缆终端 .....	211
3.2.3	象鼻式终端 .....	211
3.3	接头与塞止接头结构型式 .....	213
3.3.1	自容式充油电缆接头 .....	213
3.3.2	钢管充油电缆接头 .....	215

3.3.3 塑料电缆接头 .....	215	4.3.4 重要事项 .....	247
3.4 终端与接头的设计 .....	218	4.4 水底电缆的敷设 .....	248
3.4.1 导体连接的方法及其设计 .....	218	4.4.1 电缆盘置放陆地牵引 .....	248
3.4.2 绝缘设计 .....	219	4.4.2 船上敷设 .....	248
3.4.3 机械设计 .....	227	4.4.3 防护措施 .....	251
3.4.4 热性能问题 .....	228	4.5 其他安装敷设方法 .....	252
3.4.5 热力学性能问题 .....	228	4.5.1 隧道敷设 .....	252
3.5 终端与接头的安装工艺 .....	229	4.5.2 架空敷设 .....	253
3.5.1 充油电缆及钢管电缆终端与接头 安装工艺要点 .....	229	4.5.3 桥架敷设 .....	253
3.5.2 高压交联电缆终端及接头安装 工艺要点 .....	230	4.5.4 桥梁敷设 .....	253
3.6 终端与接头的试验 .....	232	4.5.5 垂直敷设 .....	253
3.6.1 充油电缆及钢管电缆终端及接头 各类试验 .....	233	4.6 竣工试验 .....	254
3.6.2 高压交联电缆终端与接头各 类试验 .....	233	4.6.1 核相试验 .....	255
<b>第4章 电力电缆敷设</b> .....	234	4.6.2 直流耐压试验 .....	255
4.1 电缆的牵引计算 .....	234	4.6.3 护层耐压试验 .....	255
4.1.1 牵引力计算式 .....	234	4.6.4 油阻试验 .....	256
4.1.2 摩擦系数及阻塞率 .....	235	4.6.5 油样试验 .....	256
4.1.3 电缆盘轴孔摩擦力和牵引钢丝 绳重量 .....	235	4.6.6 参数试验 .....	256
4.1.4 侧压力计算公式 .....	236	<b>第5章 电力电缆线路的运行维 护</b> .....	257
4.1.5 电缆受力允许值 .....	236	5.1 技术管理 .....	257
4.1.6 电缆的允许最小弯曲半径 .....	237	5.1.1 电缆线路装置记录 .....	257
4.1.7 电缆线路牵引计算 .....	237	5.1.2 电缆线路图 .....	258
4.1.8 水底电缆张力计算 .....	237	5.1.3 电缆线路总布置图 .....	259
4.2 直埋电缆的敷设 .....	240	5.1.4 电缆和附件结构图 .....	260
4.2.1 专用工具 .....	240	5.1.5 电缆附件安装工艺 .....	260
4.2.2 施工前准备 .....	243	5.1.6 电缆线路专档 .....	261
4.2.3 敷设电缆 .....	244	5.1.7 维护记录 .....	261
4.2.4 重要事项 .....	244	5.1.8 年度事故分析统计 .....	262
4.3 排管电缆的敷设 .....	246	5.2 线路巡视 .....	264
4.3.1 专用工具 .....	246	5.3 绝缘预防性试验 .....	265
4.3.2 检查排管 .....	246	5.4 故障点测定 .....	267
4.3.3 敷设电缆 .....	247	5.4.1 电桥法 .....	267
		5.4.2 脉冲回波法 .....	268
		5.4.3 定点试验 .....	269
		5.4.4 漏油测量 .....	269
		5.5 故障分析 .....	270
<b>第15篇 通信电线电缆与光缆附件、安装敷设及运行维护</b>			
<b>第1章 通信电缆接续与附件</b> .....	273	1.1.2 铜管扭接法 .....	273
1.1 架空明线的接续 .....	273	1.1.3 绑焊接法 .....	274
1.1.1 铜管压接法 .....	273	1.1.4 铝套管压接法 .....	274



1.1.5 钢绞线的接续 .....	275	间距 .....	329
1.1.6 不同材质、线径的导线接 续 .....	275	2.2 架空电缆及户内暗管电缆的安装 敷设 .....	329
1.1.7 自缠焊接法 .....	275	2.2.1 架设吊线 .....	329
1.2 市话电缆缆芯接续 .....	276	2.2.2 安装挂钩 .....	336
1.2.1 纸绝缘电缆缆芯的连接 .....	276	2.2.3 架设架空电缆 .....	337
1.2.2 全塑市话电缆缆芯的连接 .....	279	2.2.4 沿墙壁及在屋内敷设电缆 .....	338
1.3 高频对称电缆的缆芯连接 .....	291	2.2.5 架空电缆的地线保护及防碰 保护安装 .....	340
1.3.1 接续的准备工作 .....	291	2.3 直埋式电缆的敷设 .....	340
1.3.2 缆芯接续操作 .....	291	2.3.1 电缆沟及电缆埋深 .....	340
1.3.3 平衡元件的安装 .....	293	2.3.2 挖沟 .....	340
1.3.4 信号器的安装 .....	293	2.3.3 单盘电缆检验 .....	341
1.3.5 气闭套管和分叉连接 .....	294	2.3.4 电缆配盘 .....	342
1.4 同轴电缆缆芯连接 .....	295	2.3.5 敷设电缆 .....	344
1.4.1 小同轴电缆缆芯连接 .....	295	2.3.6 电缆保护、填沟及埋设标 石 .....	344
1.4.2 微同轴电缆缆芯连接 .....	300	2.3.7 直埋电缆与其他建筑物的间 距 .....	344
1.4.3 中同轴电缆缆芯连接 .....	301	2.4 管道电缆的敷设 .....	345
1.5 护套的连接密封 .....	305	2.4.1 电缆管道及管孔选用 .....	345
1.5.1 铅护套接续封焊 .....	305	2.4.2 敷设电缆前的准备工作 .....	345
1.5.2 铝护套接续钎焊法 .....	307	2.4.3 敷设电缆 .....	346
1.5.3 环氧树脂粘结法密封 .....	310	2.4.4 人孔内的电缆排列 .....	346
1.5.4 橡胶圈密封法 .....	311	2.4.5 电缆引上 .....	347
1.5.5 全塑话缆综合护层连接 .....	312	2.5 水底电缆的敷设 .....	348
1.6 电缆接头的保护 .....	316	2.5.1 水底电缆铠装型式的选用 .....	348
1.6.1 保护电缆接头的常用材料 .....	316	2.5.2 埋设深度 .....	348
1.6.2 接头保护层的制作 .....	318	2.5.3 水底电缆长度的确定 .....	348
1.6.3 监测线的安装 .....	319	2.5.4 水底电缆的敷设 .....	349
1.7 终端设备 .....	320	2.5.5 水底电缆的保护及末端加 固 .....	350
1.7.1 分线盒、交接箱、无端子交 接箱 .....	320	2.5.6 标志牌的设置 .....	351
1.7.2 电缆配线架 .....	321	2.6 电缆的加感与平衡 .....	351
1.7.3 高频分线盒 .....	322	2.6.1 电缆加感 .....	351
1.7.4 同轴电缆气闭头 .....	322	2.6.2 电缆平衡 .....	352
1.7.5 水底同轴电缆倒换装置 .....	322	<b>第 3 章 通信电缆的防雷、防蚀和防 强电干扰 .....</b>	<b>357</b>
<b>第 2 章 通信电线电缆的安装敷 设 .....</b>	<b>323</b>	3.1 架空明线与电缆的防雷 .....	357
2.1 架空明线的安装 .....	323	3.1.1 概述 .....	357
2.1.1 主要器材检验 .....	323	3.1.2 雷电对架空明线的危害及保护 措施 .....	357
2.1.2 放线 .....	325	3.1.3 雷电对地下电缆的危害及	
2.1.3 紧线及调整弧垂 .....	325		
2.1.4 做交叉 .....	328		
2.1.5 导线在绝缘子上的绑扎 .....	328		
2.1.6 架空明线线路与其他建筑物的			

防护	360	4.3.2 长途电缆线路的维修	392
3.1.4 防雷接地装置	361	4.3.3 市话电缆线路的维修	392
3.2 电缆防蚀	361	4.4 电缆障碍的查修及测试	393
3.2.1 概述	361	4.4.1 电缆障碍的种类及产生的原因	393
3.2.2 电缆线路环境腐蚀性的判定及其指标	364	4.4.2 电缆障碍查修要求	393
3.2.3 电缆防蚀测试	365	4.4.3 电缆障碍的修理	394
3.2.4 防蚀措施	368	4.4.4 电缆线路障碍测试	394
3.3 通信线路防强电干扰	376	<b>第5章 通信光缆接续附件、安装敷</b>	
3.3.1 强电线路对通信线的影响	376	<b>设及运行维护</b>	395
3.3.2 危险影响及干扰影响的容许标准	377	5.1 通信光纤光缆接续及附件	395
3.3.3 强电线路对通信线路影响的计算	378	5.1.1 光纤之间接续	395
3.3.4 保护措施	382	5.1.2 光缆接续	406
<b>第4章 通信线缆的运行维护</b>	385	5.1.3 光缆线路连接附件	407
4.1 电缆充气维护	385	5.1.4 光缆现场接续技术要求	409
4.1.1 充气维护系统	385	5.2 通信光缆的敷设	410
4.1.2 充气维护标准	389	5.2.1 光缆线路工程设计	410
4.2 电缆查漏	389	5.2.2 光缆敷设	415
4.2.1 直接体察法	389	5.2.3 光缆线路测试	427
4.2.2 分析算法	389	5.3 通信光缆的运行维护	429
4.2.3 仪表查漏法	390	5.3.1 通信光缆线路的维护管理	429
4.3 通信线缆的维修	390	5.3.2 通信光缆的防雷	429
4.3.1 长途明线线路的维修	390	5.3.3 通信光缆的防强电	431
		5.3.4 通信光缆的防蚀、防鼠害、防白蚁	434
		<b>第16篇 电气装备用电线电缆的附件、安装敷设与运行维护</b>	
<b>第1章 工业、公用设施及民用建筑用电线电缆安装敷设</b>	437	1.3.4 预制板孔中软管穿线	446
1.1 电线敷设的一般规定	437	1.4 母线槽敷设	446
1.2 电线明敷设	439	1.4.1 母线槽适用范围及结构要求	446
1.2.1 粘贴法敷设	439	1.4.2 安装方法	447
1.2.2 槽板敷设	439	1.5 竖井内电线电缆敷设	448
1.2.3 瓷夹板和绝缘子的敷设	439	1.6 电缆室内敷设	448
1.2.4 塑料护套线明敷设	440	1.6.1 电缆明敷设	448
1.2.5 钢索配线	441	1.6.2 电缆暗敷设	449
1.2.6 引入线敷设	442	1.7 走线槽敷设	450
1.3 电线在管内敷设	443	1.8 裸导体(母线)敷设	451
1.3.1 一般规定	443	1.8.1 一般规定	452
1.3.2 电线在明、暗电线管中的安装敷设	444	1.8.2 硬裸导体连接、敷设和焊接	454
1.3.3 电线在硬、半硬塑料管中的敷设	445	1.8.3 软裸导体(中低压架空线)安装敷设	461

1.9 氧化镁绝缘耐火电缆的安装	护 .....	480
敷设 .....		463
1.9.1 电缆的特性与用途 .....		463
1.9.2 电缆敷设及应用的有关参 数 .....		463
1.9.3 氧化镁绝缘电缆用配件、附件及 专用工具 .....		463
1.9.4 电缆安装及注意事项 .....		463
<b>第 2 章 煤矿电缆附件、安装敷设及     运行维护 .....</b>		<b>466</b>
2.1 煤矿电缆的接头与终端 .....		466
2.1.1 电缆连接头与终端头的主要 型式 .....		466
2.1.2 橡塑电缆的终端及接头 .....		467
2.2 煤矿电缆的安装敷设 .....		472
2.2.1 概述 .....		472
2.2.2 井下电缆的装卸及运输 .....		473
2.2.3 在平巷及 45°以下巷道中敷设 电缆 .....		473
2.2.4 在立井或在 45°以上倾斜巷中敷设 电缆 .....		474
2.2.5 钻孔中电缆的敷设 .....		477
2.2.6 峒室内电缆的敷设 .....		477
2.2.7 暗井中电缆的敷设 .....		478
2.2.8 采掘工作面电缆的敷设 .....		478
2.3 煤矿电缆的运行和维护 .....		479
2.3.1 电缆运行中温度标准和测量 方法 .....		479
2.3.2 电缆运行中的绝缘电阻要求和 测量方法 .....		479
2.3.3 耐压试验及测量泄漏电流 .....		480
2.3.4 电缆的定期巡视检查与维 护 .....		480
2.4 煤矿电缆故障及寻找方法 .....		481
2.4.1 电缆故障及其原因 .....		481
2.4.2 电缆故障点的寻找方法 .....		481
2.5 矿用电缆的修补 .....		482
2.5.1 矿用电缆的硫化热补工艺 .....		482
2.5.2 矿用电缆聚氨酯冷补工艺 .....		485
2.5.3 矿用电缆检修后试验 .....		488
<b>第 3 章 船用电缆的选择、安装敷设     与运行维护 .....</b>		<b>488</b>
3.1 船用电缆选择的基本原则 .....		488
3.1.1 选择原则 .....		488
3.1.2 电力电缆的选择 .....		488
3.2 船用电缆的安装敷设 .....		492
3.2.1 电缆敷设的准备工作 .....		492
3.2.2 电缆敷设的基本要求 .....		494
3.2.3 电缆的敷设与线路安装紧固 间距 .....		495
3.2.4 电缆的紧固 .....		495
3.2.5 电缆穿过舱壁、甲板 .....		498
3.2.6 电缆金属护套的接地 .....		502
3.2.7 电缆芯连接 .....		505
3.2.8 特殊场所电缆敷设要求 .....		508
3.3 船用电缆的维护 .....		510
3.3.1 电缆的外观检查 .....		510
3.3.2 电缆贯穿及固定装置的外观 检查 .....		511
3.3.3 电缆接地装置的检查 .....		511
3.3.4 电缆网络的绝缘检查 .....		511
<b>附录 部分电线电缆产品及材料供应商     名录 .....</b>		<b>512</b>
<b>参考文献 .....</b>		<b>514</b>

# 第 13 篇 电力用裸线附件、安装敷设与运行维护

## 第 1 章 输电线路用裸线附件结构与试验

### 1.1 总则

1. 品种分类 电力用裸线附件在电力行业中习惯称之为“电力金具”，其中包括架空线金具与发电厂、变电所金具两部分。

架空线路上用以连接导线、避雷线、绝缘子和杆塔等装置的金具统称为架空线金具，其用途有传递机械、电气负荷，防护导线、避雷线免受振动损伤，改善绝缘子串电压分布，减少或消除电晕，防止电弧烧伤绝缘子等。

架空线金具中与导线、避雷线直接有关的通常分为五类：

1) 悬垂线夹 用于悬挂或支承导线和避雷线，在正常运行条件下主要承受垂直负荷而不承受导线和避雷线张力的金具。

2) 耐张线夹 以一定的张力固定导线或避雷线的金具。通常有两种：一种为安装时无需断开导线或避雷线，主要承受顺线张力而不承载电流的螺栓式耐张线夹；另一种为安装时需断开导线或避雷线，用压缩方法锚固导线或避雷线以承受顺线张力的压缩式耐张线夹，用于导线的耐张线夹还需承载电流功能。

3) 连接金具 用于线夹与杆塔、线夹与绝缘子串、绝缘子串与杆塔、拉线与杆塔等相连接的金具。

4) 接续金具 用于导线或避雷线的线与线之间的相互连接的金具。如压接管、钳接管、并沟线夹、跳线线夹等。

5) 防护金具 用于导线和避雷线的防振，改善绝缘子串的电压分布，减少或消除电晕，防止电弧烧伤绝缘子等用途的机械保护和电气保护金具。

发电厂、变电所内用于连接导线、绝缘子、构架，以及组合各类母线、配电装置，以传递机械、

电气负荷，改善绝缘子串电压分布，减少或消除电晕现象等用途的金具，统称为发电厂、变电所金具。

发电厂、变电所金具过去习惯按电站金具(大电流母线金具)和变电金具两类划分。近年来，随着 500kV 超高压变电所的出现，变电所母线工作电流已出现 3000~6000A，电站金具与变电所金具已难以截然划分。因此，本手册将两者合并为一类编写。

发电厂、变电所金具按其用途共分四类：

1) T 形线夹 连接母线与分支线的 T 形金具。

2) 设备线夹 连接分支线与电气设备出线端子的金具。

3) 铜铝过渡板 用于铝母线与铜母线或铝端子与铜端子之间的过渡连接，防止电化学腐蚀的过渡接触板件。

4) 大电流母线金具 发电厂、变电所的组合母线、大截面软母线，矩形、槽形、管形等硬母线，工作电流一般在 1000A 以上，用于此类母线的金具统称为大电流母线金具。

2. 安全系数 线路金具的强度安全系数，根据《110~500kV 架空送电线路设计技术规程》DL/T 5092—1999 的规定不应小于下列数值：

最大使用负荷情况 2.5

断线、断连情况 1.5

发电厂、变电所金具安全系数在有关规程或标准中无专门规定，对于采用悬式绝缘子的各种金具一般参照《导体和电器选择设计技术规定》SDGJ 14—1986 中关于软导线的机械强度安全系数选用如下数值：

负荷长期作用时不应小于 4.0

负荷短期作用时不应小于 2.5

3. 技术要求

1) 电力金具的机械强度设计一般均按极限强度计算。为使金具之间的连接配合具有互换性, GB2315—1985“电力金具标称破坏荷重系列及零

件联结尺寸”国家标准规定出标称破坏负荷系列, 共分十个等级, 如表 13-1-1。电力金具的标称破坏负荷应不低于标称值。

表 13-1-1 电力金具标称破坏负荷系列

负荷标记	4	7	10	12	16	20	25	30	50	60
破坏负荷/kN	39	69	98	118	157	196	245	294	490	585

2) 承受电气负荷的电力金具, 如导线压缩型耐张线夹, 接续管、设备线夹、T 形线夹等, 其电气接触性能应达到:

腐处理。

6) 线夹的曲率半径规定如下: 悬垂线夹应不小于被安装导线直径的 8~10 倍; 螺栓型耐张线夹应不小于被安装导线直径的 8~12 倍。

a) 导线接续处两端点之间的电阻应不大于等长导线的电阻。

7) 悬垂线夹的悬垂角应不小于 25°。

b) 导线接续处的温升应不大于被接续导线的温升。

8) 各种线夹及接续管的出线口均应做成圆滑的喇叭口状。

c) 载流量应不小于被接续导线的载流量。

9) 金具接线端子板的电气接触面粗糙度  $R_a$  必须不高于 12.5 $\mu\text{m}$ , 平面度按 GB/T 1184—1996《形状和位置公差未注公差值》11 级执行, 以保证良好的电气接触性能。

3) 接续和接触金具与导线间的握力与导线计算拉断力之比的百分值, 应不小于表 13-1-2 的规定。

10) 与绝缘子联结的球头和球窝, 其连接尺寸应与国际标准 IEC—120《绝缘子串元件的球窝连接尺寸》相适应, 并符合 GB/T 4056—1994《高压线路悬式绝缘子连接结构和尺寸》的规定。

表 13-1-2 接续或接触金具对导线的握力与导线计算拉断力之比

使用范围	接续、接触金具分类	百分值 (%)
架空电力线路	压缩型耐张线夹、接续管	95
	螺栓型耐张线夹	90
变电所户外配电装置	螺栓型耐张线夹	65
	T 形线夹、设备线夹	10

4) 悬垂线夹对不同导线的握力与导线计算拉断力之比的百分值, 应不小于表 13-1-3 的规定。

11) 受剪螺栓的螺纹, 允许进入受力板件的深度不大于该板件厚度的 1/3。

12) 热镀锌的金具, 其基本尺寸均为镀锌后尺寸。

13) 金具未注尺寸偏差时, 其极限偏差应符合下列规定:

表 13-1-3 悬垂线夹握力与导线拉断力之比

导线类别	导线结构 (铝钢比)	百分值 (%)
钢芯铝绞线	>1.7	12
	4.0~4.5	18
	5.0~6.5	20
	7.0~8.0	22
	11.0~20.0	24
铜绞线	极限强度 1176~1274N/mm <sup>2</sup>	28
钢绞线		14
铝绞线		30

a) 基本尺寸小于或等于 50mm 时, 允许极限偏差为  $\pm 1.0\text{mm}$ ;

b) 基本尺寸大于 50mm 时, 允许极限偏差为基本尺寸的  $\pm 2\%$ 。

14) 连接导线的圆形管件金具, 以液压方法压接成正六角形时, 其对边尺寸应为管外径的 0.866 倍。

15) 用于额定电压为 330kV 及以上的金具应考虑防电晕。如果金具自身不能防电晕时应采用防电晕装置。

16) 铸件外观不允许有裂纹、缩松。对于受力的重要部位, 不允许有气孔、渣眼、砂眼及飞边等缺陷。

5) 电力金具的黑色金属制件除灰铸铁外, 其表面均应按 GB/T 470—1997 标准采用热镀锌防

17) 对铸件非重要部位, 允许有直径不大于 4mm、深度不大于 1.5mm 的气孔、砂眼; 每件不

应超过两处，两缺陷之间距离应不小于 25mm；两缺陷不能处于内外表面的同一对应位置，且不降低镀锌质量。

18) 线夹与导线接触的表面，不允许有毛刺、锌刺等缺陷。

19) 金具的钢制件，其剪切、压型和冲孔不允许有毛刺、开裂和叠层等缺陷。

20) 金具的气割件，其切割面均应整并倒棱去刺。

21) 金具的锻件和热弯件不允许有过烧、叠层、局部烧熔及氧化鳞皮等缺陷。

22) 金具的焊接件的焊缝应为细密平整的细鳞形，并应封边，咬边深度不大于 1mm，焊缝应无裂纹、气孔、夹渣等缺陷。

23) 金具的铜铝件表面应光滑、平整、清洁，不应有裂纹、起泡、起皮、夹渣、压折、气孔、砂眼、严重划伤及分层等缺陷。

24) 金属铜铝件的电气接触平面不允许有碰伤、划伤、斑点、凹坑、压印等缺陷。

25) 采用闪光焊接的铜铝过渡金具，其焊缝在 300℃ 时不应脱开。

26) 拉制和挤压铝管金具，其布氏硬度不大于 25HBS，抗拉强度不低于 80N/mm<sup>2</sup>。

27) 金具配套 U 形螺栓采用抗拉强度不低于 375N/mm<sup>2</sup> 的钢材制造。紧固件螺母按 GB/T 41—1986《1 型六角螺母 C 级》，垫圈按 GB/T 95—1985《平垫圈—C 级》，弹簧垫圈按 GB/T 93—1987《标准型弹簧垫圈》制造。

28) 金具用带销孔螺栓按电力部标准 SD25—1982《六角头带销孔螺栓》制造；闭口销按 SD26—1982《闭口销》制造。

## 1.2 架空线金具

### 1.2.1 接续金具

1. 钢绞线用接续管 在架空电线路路上，以液压或爆压方法使套在钢绞线上的钢管产生塑性变形，从而使两部分钢绞线连接成一整体，这种管型称之为钢绞线接续管。

钢绞线接续管分为对接液压或爆压 (JY 型) 和搭接爆压 (JBD 型) 两种。

接续管材料应选用抗拉强度不低于 372.5N/mm<sup>2</sup> 的钢或采用 10 号优质碳素结构无缝钢管，其布氏硬度不大于 133HBS。

采用对接法连接钢绞线的 JY 型接续管，其管内壁应无镀锌层，以保证压接后钢管对钢绞线的握力。

JY 型接续管孔中心偏移应不超过 ±0.25mm。

JY 型接续管结构与主要尺寸应符合图 13-1-1 和表 13-1-4 的规定。

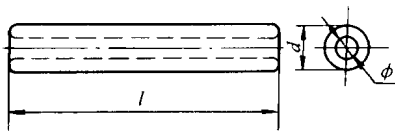


图 13-1-1 JY 型接续管

JBD 型接续管的结构与主要尺寸应符合图 13-1-2 和表 13-1-5 的规定。

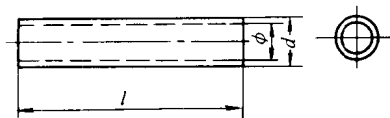


图 13-1-2 JBD 型接续管

表 13-1-4 JY 型接续管尺寸

(单位: mm)

型 号	适用钢绞线		d	φ	l	握力 <sup>①</sup> /kN≥
	截面积/mm <sup>2</sup>	外径				
JY-35G	35	7.8	16	8.4	220	45
JY-50G	50	9.0	18	9.6	240	60
JY-70G	70	11.0	22	11.7	290	80
JY-100G	100	13.0	26	13.7	320	123

注：其他表注见表 13-1-5。

① 接续管和钢绞线的握力，下表同。

表 13-1-5 JBD 型接续管尺寸

(单位: mm)

型 号	适用钢绞线		$d$	$\phi$	$l$	握力 /kN $\geq$
	截面积/mm <sup>2</sup>	外径				
JBD-35G	35	7.8	22	16	110	45
JBD-50G	50	9.0	25	17	130	60
JBD-70G	70	11.0	28	20	150	88
JBD-100G	100	13.0	32	23	170	123

注: 适用钢绞线为 YB/T 5004—1993 《镀锌钢绞线》, 单丝抗拉强度不低于 1225N/mm<sup>2</sup>。

表中型号中字母及数字意义:

J—接续管; Y—圆形; B—爆压; D—搭接; 数字—标称截面积 (mm<sup>2</sup>); G—钢绞线。

2. 铝绞线用接续管 (椭圆形和圆形) 在架空线路上以钳压、液压或爆压方法使套在铝绞线上的铝管产生塑性变形, 从而使两部分铝绞线连接成一整体, 铝管有椭圆形 (钳压) 和圆形 (液压或爆压) 两种。

圆形和椭圆形铝管以及椭圆形铝管所用的衬垫均采用牌号不低于 1050A (L3) 铝制造, 铝管抗拉强度不低于 80N/mm<sup>2</sup>。

用于铝绞线接续的椭圆形管为 JT 型, 采用钳压法施工。用于铝绞线接续的圆形管为 JY 型, 采用液压法或爆压法施工。

JT 型接续管的结构与主要尺寸应符合图 13-1-3 和表 13-1-6 的规定。

JY 型接续管的结构与主要尺寸应符合图 13-1-4 和表 13-1-7 的规定。

3. 钢芯铝绞线接续管 (椭圆形和圆形) 钢

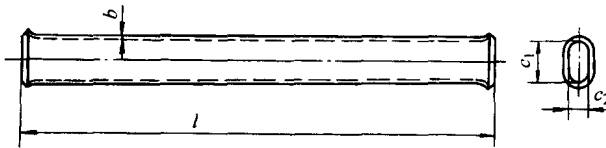


图 13-1-3 JT 型接续管

表 13-1-6 JT 型接续管尺寸

(单位: mm)

型 号	适用导线		$b$	$c_1$	$c_2$	$l$	钳压		握力 /kN $\geq$
	型 号	外 径					凹深	模数	
JT-16L	LJ-16	5.10	1.7	12.0	6.0	110	10.5	6	2.7
JT-25L	LJ-25	6.45	1.7	14.4	7.2	120	12.5	6	4.1
JT-35L	LJ-35	7.50	1.7	17.0	8.5	140	14.0	6	5.5
JT-50L	LJ-50	9.00	1.7	20.0	10.0	190	16.5	8	7.5
JT-70L	LJ-70	10.80	1.7	23.7	11.7	210	19.5	8	10.4
JT-95L	LJ-95	12.48	1.7	26.8	13.4	280	23.0	10	13.7
JT-120L	LJ-120	14.00	2.0	30.0	15.0	300	26.0	10	18.4
JT-150L	LJ-150	15.75	2.0	34.0	17.0	320	30.0	10	22.0
JT-185L	LJ-185	17.50	2.0	38.0	19.0	340	33.5	10	27.0

注: 表中型号字母及数字意义:

J—接续管; T—椭圆; 数字—标称截面积 (mm<sup>2</sup>); L—铝绞线。

表 13-1-7 JY 型接续管尺寸

(单位: mm)

型 号	适用导线		$d$	$F$	$\phi$	$l$	握力 /kN $\geq$
	型 号	外 径					
JY-150L	LJ-150	15.75	30	30	17.0	280	22
JY-185L	LJ-185	17.50	32	30	19.0	310	27
JY-210L	LJ-210	18.75	34	35	20.0	330	31
JY-240L	LJ-240	20.00	36	35	21.5	350	34
JY-300L	LJ-300	22.40	40	40	24.0	390	48
JY-400L	LJ-400	25.90	45	45	27.5	450	58
JY-500L	LJ-500	29.12	52	50	30.5	510	73
JY-630L	LJ-630	32.67	60	55	34.0	570	87
JY-800L	LJ-800	36.90	65	65	38.5	650	110

注: 表中型号字母及数字意义:

J—接续管; Y—圆形; 数字—适用标称截面积 (mm<sup>2</sup>); L—铝绞线。

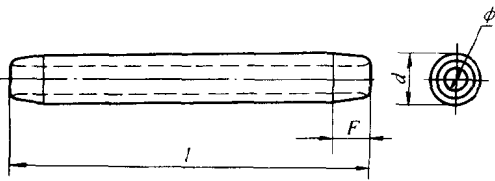


图 13-1-4 JY 型接续管

芯铝绞线接续管亦有椭圆形和圆形两种。

椭圆形接续管的结构型式与铝绞线所用的椭圆形管基本相同。但在压接方法上除有钳压 (JT 型) 外, 尚有爆压 (JTB 型)。爆压型管的管口根据爆压机理为使爆炸气流不受阻遏而作成平直状。

圆形接续管系通过液压或爆压方法接续钢芯

铝绞线, 其结构由铝管及钢管两部分组成。钢管与钢芯压接, 承受钢芯的张力。采用液压压接时为钢芯搭接 (JYD 型), 采用爆压时为钢芯对接 (JYB 型)。铝管则与两端铝线压接, 承受绞线铝股张力和负载电流。

接续管材料: 椭圆铝管采用牌号不低于 1050A (L3) 铝管制。圆管采用牌号不低于 L3 挤压铝管。管材抗拉强度不低于 80N/mm<sup>2</sup>。钢管采用抗拉强度不低于 375N/mm<sup>2</sup> 的钢制造, 或采用 10 号优质碳素结构钢无缝钢管, 其布氏硬度不大于 137HBS。钢管应先热镀锌再绞孔, 管内壁应无锌层。

JT 型椭圆形接续管的结构与主要尺寸应符合图 13-1-5 和表 13-1-8 的规定。

JTB 型椭圆形接续管的结构与主要尺寸应符合图 13-1-6 和表 13-1-9 的规定。

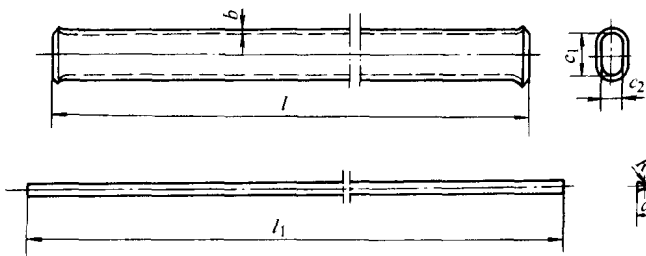


图 13-1-5 JT 型钢芯铝绞线用椭圆形接续管



表 13-1-8 JT 型钢芯铝绞线用椭圆形接续管尺寸

(单位: mm)

型 号	适用导线		$a$	$b$	$c_1$	$c_2$	$R$	$l$	$l_1$	钳压		握力 /kN $\geq$
	型 号	外径								凹深	模数	
JT-10/2	LGJ-10/2	4.50	4.0	1.7	11.0	5.0	—	170	180	11.0	10	3.9
JT-16/3	LGJ-16/3	5.55	5.0	1.7	14.0	6.0	—	210	220	12.5	12	5.8
JT-25/4	LGJ-25/4	6.96	6.5	1.7	16.6	7.8	—	270	280	14.5	14	8.8
JT-35/6	LGJ-35/6	8.16	8.0	2.1	18.6	8.8	12.0	340	350	17.5	14	12.0
JT-50/8	LGJ-50/8	9.60	9.5	2.3	22.0	10.5	13.0	420	430	20.5	16	16.0
JT-70/10	LGJ-70/10	11.40	11.5	2.6	26.0	12.5	14.0	500	510	25.0	16	22.2
JT-95/15	LGJ-95/15	13.61	14.0	2.6	31.0	15.0	15.0	690	700	29.0	20	33.3
JT-95/20	LGJ-95/20	13.87	14.0	2.6	31.5	15.2	15.0	690	700	29.0	20	35.3
JT-120/7	LGJ-120/7	14.50	15.0	3.1	33.0	16.0	15.0	910	920	30.5	20	26.2
JT-120/20	LGJ-120/20	15.07	15.5	3.1	35.0	17.0	15.0	910	920	33.0	24	39.0
JT-150/8	LGJ-150/8	16.00	16.0	3.1	36.0	17.5	17.5	940	950	33.0	24	31.2
JT-150/20	LGJ-150/20	16.67	17.0	3.1	37.0	18.0	17.5	940	950	33.6	24	44.3
JT-150/25	LGJ-150/25	17.10	17.5	3.1	39.0	19.0	17.5	940	950	36.0	24	51.4
JT-185/10	LGJ-185/10	18.00	18.0	3.4	40.0	19.5	18.0	1040	1060	36.5	24	38.8
JT-185/25	LGJ-185/25	18.90	19.5	3.4	43.0	21.0	18.0	1040	1060	39.0	26	56.4
JT-185/30	LGJ-185/30	18.88	19.5	3.4	43.0	21.0	18.0	1040	1060	39.0	26	61.1
JT-210/10	LGJ-210/10	19.00	20.0	3.6	43.0	21.0	19.5	1070	1090	39.0	26	42.9
JT-210/25	LGJ-210/25	19.98	20.0	3.6	44.0	21.5	19.5	1070	1090	40.0	26	62.7
JT-210/35	LGJ-210/35	20.38	20.5	3.6	45.0	22.0	19.5	1070	1090	41.0	26	70.5
JT-240/30	LGJ-240/30	21.60	22.0	3.9	48.0	23.5	20.0	540	550	43.0	11	71.8
JT-240/40	LGJ-240/40	21.66	22.0	3.9	48.0	23.5	20.0	540	550	43.0	14	79.2

注: 表中型号字母与数字同表 13-1-9 注。

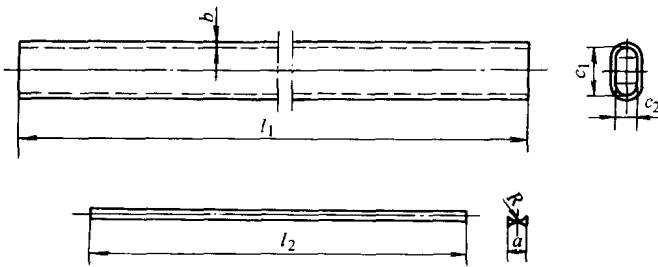


图 13-1-6 JT 型钢芯铝绞线用椭圆形接续管