

电线电缆专业系列教材

裸电线制造工艺学

张改芬 主编
孙泽强 主审



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

非外借

电线电缆专业系列教材

裸电线制造工艺学

主编 张改芬

参编 王新盛 王军棋 侯世全 李 明

主审 孙泽强

机械工业出版社

本书由经验丰富的裸电线产品工程师、技术专家和专业课讲师联合编写。本书内容与企业生产实践紧密结合,主要介绍了裸电线的发展史、分类、用途、型号、执行标准、所用金属材料,铜、铝杆制造工艺,拉线、线模、线材热处理、金属导体连续挤制、绞线等工艺过程的原理、所用设备、参数以及常见质量问题和解决方法,并对裸电线发展的前景进行了展望。

本书可作为技工院校、职业院校电线电缆专业教材,也可作为电线电缆制造行业工程技术人员、管理人员和技术工人,以及电力、轨道交通、能源等行业专业技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

裸电线制造工艺学/张改芬主编. —北京:机械工业出版社, 2018. 8
电线电缆专业系列教材
ISBN 978-7-111-60964-3

I. ①裸… II. ①张… III. ①裸电线—制造—教材 IV. ①TM244

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第218396号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:王晓洁 责任编辑:王晓洁

责任校对:肖琳 封面设计:陈沛

责任印制:张博

河北鑫兆源印刷有限公司印刷

2019年1月第1版第1次印刷

184mm×260mm·15印张·363千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-60964-3

定价:49.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线:010-88379833

读者购书热线:010-88379649

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

金书网:www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

前 言

裸电线也称为导线，是电线电缆产品中最基本的一大类产品。裸电线自19世纪70年代开始发展到现在，在电力、轨道交通、航空航天等行业得到了广泛的应用。架空裸导线在输配电网中具有“动脉血管”的作用，同时也是电网的“骨架”。目前，从发电厂到用户的远距离输电主要还是由裸导线来完成的，并且其不断向更高电压、更大容量方向发展。

本书即是结合电缆行业的发展状况和本书编者多年的教学经验编写的。本书在内容安排上，以裸电线制造工艺为主，详细说明其所用材料、设备构成及原理、工艺技术原理、结构尺寸计算、生产及工艺记录、质量问题产生的原因及防止方法、产品应用及发展方向等，力求做到理论与实际相结合，工艺和材料及设备相结合，尽量反映最新科学技术内容，不仅满足教学需要，同时也兼顾广大工程技术人员的需要。

全书共分10章，第1章主要介绍了裸电线的发展史及产品分类、用途、标准及型号；第2章主要介绍了生产裸电线常用的金属材料；第3章详细介绍了用连铸连轧工艺生产电工圆铝杆的方法；第4章介绍了用连铸连轧工艺和上引-冷轧工艺制造电工圆铜杆的方法；第5章详细介绍了拉线设备及所用工艺；第6章主要介绍了线模的种类、使用寿命、检查及维护保养方法；第7章主要介绍了铜铝线材的热处理工艺；第8章详细介绍了金属导体的连续挤制工艺；第9章详细介绍了绞线工艺；第10章对裸电线的发展前景进行了展望。

本书由张改芬主编，参加本书编写的有中录科技有限公司技术总监王新盛，河南通达电缆股份有限公司总工程师王军棋，重庆泰山电缆有限公司铝线分厂技术总监侯世全，宝胜科技创新股份有限公司技术中心副主任、工艺研发部部长李明。全国裸电线标准化技术委员会委员、教授级高级工程师孙泽强同志审阅了全稿，并提出许多宝贵意见，在此致以衷心的感谢！

在本书编写过程中参考和借鉴了不少专家的相关著述，特别是原机械工业部郑州电缆厂教育培训中心的《裸电线制造工艺》培训教材，在此向他们表示真诚的感谢！书末对参考的文献做了列举，但难免有遗漏之处，敬请谅解。

由于本书涉及内容广泛，加之作者专业水平有限，书中难免有许多不妥或错误之处，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

前 言

第 1 章 裸电线概述	1
第 1 节 裸电线基础知识及发展概况	1
第 2 节 裸电线的分类及用途	2
第 3 节 裸电线的标准和型号	2
思考题	10
第 2 章 裸电线用金属材料	11
第 1 节 金属材料的一般特性	11
第 2 节 铜及铜合金	12
第 3 节 铝及铝合金	19
第 4 节 其他金属	26
第 5 节 双金属线	28
思考题	33
第 3 章 铝杆制造——连铸连轧工艺	34
第 1 节 铝和铝合金的熔炼	34
第 2 节 连续浇铸	43
第 3 节 连续轧制	46
第 4 节 铝连铸连轧典型生产流程	61
思考题	63
第 4 章 铜杆制造工艺	64
第 1 节 铜杆连铸连轧工艺	65
第 2 节 上引—冷轧工艺	71
思考题	89
第 5 章 拉线	90
第 1 节 拉线过程及基本原理	90
第 2 节 拉线设备	100



第3节	拉线配模	104
第4节	拉线润滑	112
第5节	拉线工艺	114
第6节	线材焊接	119
第7节	拉线常见质量问题及解决方法	121
	思考题	124
第6章	线模	125
第1节	线模种类和应用	125
第2节	模孔形状及其对拉线的影响	127
第3节	线模的使用寿命	130
第4节	模具的检查	131
第5节	模具的选择及维修保养	132
	思考题	133
第7章	线材热处理	134
第1节	热处理的作用和原理	134
第2节	铜铝线的热处理工艺和设备	136
	思考题	143
第8章	金属导体连续挤制工艺	144
第1节	概述	144
第2节	金属导体挤制设备	147
第3节	金属导体挤制工艺	155
第4节	几种常见金属挤制质量问题的分析	168
	思考题	179
第9章	绞线	180
第1节	概述	180
第2节	绞线结构和参数	183
第3节	绞线设备	208
第4节	绞线工艺	212
第5节	常见质量问题及原因分析	217
	思考题	219
第10章	裸电线发展及前景展望	220
	参考文献	231

裸电线概述

◆◆◆ 第1节 裸电线基础知识及发展概况

裸电线也称为导线,是电线电缆产品中最基本的一大类产品。裸电线有多种用途,它的一部分产品,如圆线、扁线、铜绞线、铝绞线等,是提供给各种电线电缆作为导电线芯用的;而另一部分产品,如铜母线、铝母线、梯排、异形排和软接线等,在电动机、电器、变压器等装备中作为构件使用。此外,裸电线也可直接作为产成品使用,如铜绞线、铝绞线、合金绞线、扁线、电车线、双金属复合绞线、光纤复合绞线等,用于电力、通信、交通运输等方面传输电能或信息,近一百多年来逐步得到广泛应用。裸电线后来逐渐发展到以铜、铝及其合金为主要材料的多个品种,裸电线的第一大品种——架空导线的发展史基本上代表了裸电线的发展史。

裸电线主要应具有良好的导电性能和物理力学性能。高导电性能为有效地传输能量和节省材料所必需。对于各种用途的裸电线,分别有不同的物理力学性能要求,如架空输电线和汇流排,要求具有较高的抗拉强度、耐振能力和较小的蠕变性能,这样可以加大支撑物之间的距离,使投资减少,运行可靠;又如接触用裸电线除机械强度外,更主要的是要具有足够的硬度和耐磨性能;再如在要求柔软连接的场合使用的软接线,则主要要求具有良好的柔软性和良好的多次弯曲性能。此外,各种裸电线均要求不易受外界有害媒质的侵蚀,连接方便可靠。以上这些,就是对裸电线的基本性能要求。

在裸电线产品中,大力发展铝线产品,尽量节约用铜,是一项重要的技术政策。虽然铝的导电性能和机械强度低于铜,但由于铝的资源丰富,价格低、重量轻、加工方便,因此用铝作为导电材料有着明显的技术和经济上的优越性。多年来,在电线电缆行业和使用单位的共同努力下,这方面取得了可喜的成绩,如钢芯铝绞线和铝母线已在很大范围内取代了铜绞线和铜母线。同时我国已经研究和生产了多种铝合金导线和双金属复合导线,为扩大用铝的范围提供了有力的支撑。

裸电线中的架空裸铝导线在电网线路中应用最为普遍,是构成电网的重要单元。

我国电网主要是在新中国成立后发展起来的。1952年自主建设了110kV输电线路,逐渐形成京津唐110kV输电网。1954年,建成丰满至李石寨220kV输电线,逐渐形成东北电网220kV骨干网架。1972年,建成330kV刘家峡—关中输电线路,全长534km,逐渐形成西北电网330kV骨干网架。20世纪70年代末开始研制铝合金导线。我国自主研发生产的高强度铝合金导线、耐热铝合金导线及大截面铝导线在20世纪80年代就开始广泛用于500kV输电线路、大跨越、防冰雪和高压变电站。1981年建成500kV姚孟—武昌输电线路,全长595km,逐步形成华中电网500kV骨干网架。1989年建成±500kV葛洲坝—上海高压直流输电线路,实现了华中—华东两大地区的直流联网。2005年在西北电网建成官亭—兰州东第一



回 750kV 输电线路。2009 年，第一条 1000kV 晋东南—南阳—荆门输电线路建成。

◆◆◆ 第 2 节 裸电线的分类及用途

裸电线的分类方法很多，如按产品结构分类，按产品材料分类，按产品用途分类等，但各有优点和缺点。由于裸电线用途广泛，新材料不断发展，为便于记忆和使用，一般按产品结构分类，可以分为圆线、型线、绞线等。

一、圆线

圆线是指断面形状为圆形的单根导线，包括硬和软的圆铝线；硬、软和镀锡的圆铜线；耐热铝合金圆线；高强度铝合金圆线以及铜包钢和铝包钢圆线等产品。圆线主要作为构成各种电线电缆和绞线的半成品，同时也可直接作为产品用于架空的通信明线、广播线和小容量的输配电电力线路中。

二、型线

型线是指非圆形断面形状的单线，包括母线、扁线、异形排及电车线等产品。母线又称汇流排，是集中分配传输大容量电能的，大量用于电站和工矿企业。扁线用于电动机和变压器中的线圈。异形排主要作为电动机电器中的构件的半成品。电车线用于城市电车、电气化铁路和工矿企业中电力牵引车辆的馈电网络中的接触电线。此外还有扇形线、空心线和各种矩形线、Z 形线、弓形线、双沟线等产品。

三、绞线

用绞制、束绞或编织方法制造的多根单线的组合体都列入此类，包括圆线同心绞架空导线、型线同心绞架空导线，以及各种空心绞线、铜绞线、铝合金绞线、铜编织线等。圆线同心绞架空导线、型线同心绞架空导线、硬铜绞线、扩径钢芯铝绞线、空心扩径导线等，主要用于架空电力线路。各种软铜绞线、编织线等用于要求柔软连接的场合，使用面较广。此外，还有用于各种电线电缆导电线芯的绞线。

◆◆◆ 第 3 节 裸电线的标准和型号

常见国际标准和国外先进标准有：BS——英国标准；IEC——国际电工委员会标准；DIN——德国标准；JIS——日本工业标准；ASTM——美国材料实验协会标准。

我国的电线电缆工业是新中国成立后才得到大力发展的。中华人民共和国成立初期，我国的电线电缆产品都采用仿苏的标准和型号。到 1962 年，我国才有了自己的标准和型号，经过多年多次修订和完善，已基本形成了完整的体系。现在，我国采用汉语拼音字母来表达标准的级别，如：GB——国家标准；TB——铁道行业标准；YB——黑色冶金行业标准；JB——机械行业标准；NB/T——能源行业推荐标准；Q/GDW——国家电网公司企业标准；Q/xx——企业标准。

一般在汉语拼音字母后面有两组阿拉伯数字，第一组是标准的编号，第二组是标准发布



或开始执行的年份，斜杠后的 T 表示推荐标准。如：GB/T 1179—2017 表示 2017 年发布的第 1179 号国家推荐标准。

裸电线产品型号也是用汉语拼音字母表示的，各个字母有不同的含义，见表 1-1。

表 1-1 裸电线型号中字母的含义

字母	意 义	字母	意 义
A	A (型)、(级)、(软)、凹	O	Overhead (架空)
B	B (型)、(级)、扁 (线)、包	P	排、Optical (光)
C	Copper (铜)、Clad (包)、(接)触 (线)	Q	七 (边型)
D	带	R	软、热
G	钢、Ground (地)	S	(电)刷 (线)、Steel (钢)
H	Hard (硬或高强度)、合 (金)	T	铜、梯 (形)
J	绞 (线)	W	Wire (线)、外
L	铝	X	型、锡
M	母 (线)、镁	Y	硬、哑 (铃)、圆 (形)
N	内, 耐	Z	(编)织、直

产品规格 (如截面积、线径等) 用阿拉伯数字表示, 写在型号后面。

一个产品完整的表示方法是按如下顺序写出的, 首先写出产品型号和规格, 然后写出标准号。如:


JL/G1B—630/45—45/7 GB/T 1179—2017

TY—0.20 GB/T 3953—2009

CY85 TB/T 2809—2005

LBR—2.24×5.6 GB/T 5584—2009

将一般裸电线产品的名称、型号、规格范围、采用标准及产品主要用途, 按第 2 节制定的分类方法进行综合整理, 分门别类列出, 见表 1-2~表 1-4。

表 1-2 圆线 (断面形状 )

名称	状态或型号	直径/mm	执行标准	主要用途
电工圆铝杆	O	9.5~14	GB/T 3954—2014	拉制铝单线
	H12			
	H13			
	H14			
	H15			
	H16			
	H17			
硬圆铝线	T4	1.25~5.00	GB/T 17048—2017	架空输电线路
	LY4			
硬圆铝线	LY6	0.30~6.00	GB/T 3955—2009	电线电缆导体 电机电器的圆铝线原材料
	LY8	0.30~10.00		
	LY9	0.30~5.00		
软圆铝线	LR	0.3~10.0		



(续)

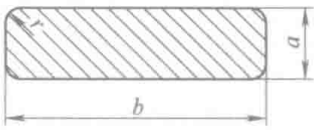
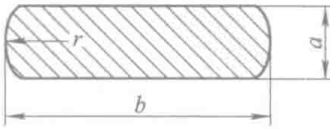
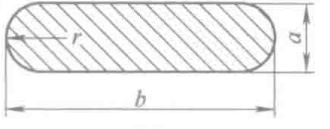
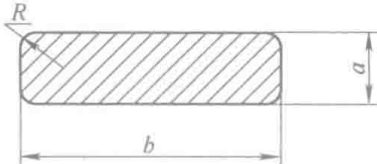
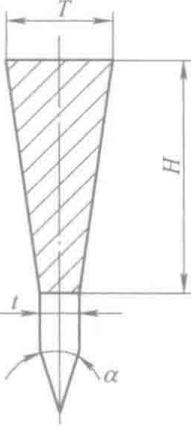
名称	状态或型号	直径/mm	执行标准	主要用途
硬圆铜线	TY	0.02~14.00	GB/T 3953—2009	电线电缆导体
特硬圆铜线	TYT	1.50~5.00		电机电器的圆铜线 电力及通信架空线路
软圆铜线	TR	0.02~14.00		电线电缆导体
镀锡软圆铜线	TXR	0.05~4.00	GB/T 4910—2009	电线电缆导体 电机电器的圆铜线
铝-镁-硅系合金圆线	LHA1 LHA2	1.50~4.80	GB/T 23308—2009	电力及通信架空线路
耐热铝合金线	NRLH1 NRLH2 NRLH3 NRLH4	2.60~4.50	GB/T 30551—2014	架空输电线路
铝包钢线	LB14	2.25~5.50	GB/T 17937—2009	大跨越及易腐蚀地区架空 绞线用 载波避雷线及通信架空线
	LB20A	1.24~4.75		
	LB20B	1.24~5.50		
	LB23、LB30、 LB27、LB35、 LB40	2.50~5.00		
镀锌钢线	钢线强度等线：1~5 镀锌层等级：A、B	$1.24 < D \leq 5.50$	GB/T 3428—2012	大跨越架空绞线用 载波避雷线及通信架空线
铜包钢线	CCS-21A、CCS-21H、 CCS-30A、CCS-30H、 CCS-30TH、CCS-40A、 CCS-40H、CCS-40TH	0.630~5.60	SJ/T 11411—2010	电力通信架空线

表 1-3 型线

名称	断面形状	型号	规格	执行标准	主要用途
硬铜扁线		TBY1	$a = 0.80 \sim 5.60\text{mm}$ $b = 2.00 \sim 16.00\text{mm}$	GB/T 5584— 2009	供电机、 电器设备线 圈、安装及 其他电工方 面使用
软铜扁线		TBY2			
		TBR			
硬铜带		TDY1	$a = 0.80 \sim 3.55\text{mm}$ $b = 9.00 \sim 100.00\text{mm}$		
软铜带		TDY2			
		TDR			
硬铝扁线		LBY2	$a = 0.80 \sim 5.60\text{mm}$ $b = 2.00 \sim 16.00\text{mm}$		
		LBY4			
		LBY8			
软铝扁线		LBR			



(续)

名称	断面形状	型号	规格	执行标准	主要用途
铜母线	 <p>圆角</p>	TM		GB/T 5585—2005	供电机、 电器设备线 圈、安装及 其他电工方 面使用
银铜合金母线	 <p>圆边</p>	TH11M			
	 <p>全圆边</p>	TH12M			
硬铝母线		LMY	$a = 2.24 \sim 31.50\text{mm}$ $b = 16.00 \sim 200.0\text{mm}$		
软铝母线		LMR			
硬铝合金母线		LHMY			
软铝合金母线		LHMR			
梯形铜排		TPT	$t \leq 24\text{mm}$ $H \leq 150\text{mm}$ $H/t \leq 50\text{mm}$	JB/T 9612—2013	供电动机 换向器整流 片使用
梯形银铜合金排		TH11PT			
		TH12PT			

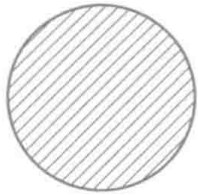
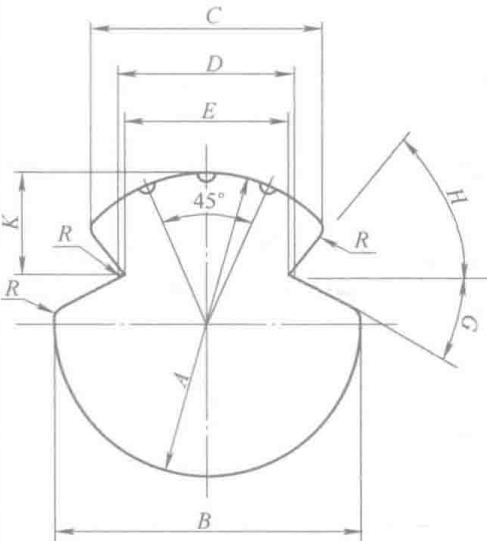
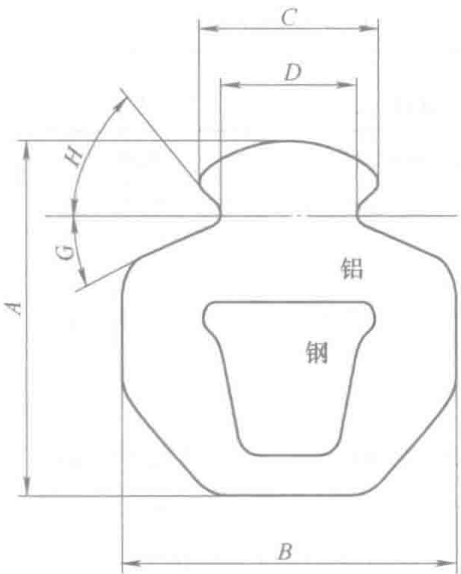


(续)

名称	断面形状	型号	规格	执行标准	主要用途
七边形铜排		TPQ	规格用 H_1 、 H_2 、 L 、 a 、 b 、 c 表示。截面范围： $320\sim 875\text{mm}^2$	JB/T 9612—	供大型水轮发电机线圈用
凹形铜排		TPA	规格用 $A \times B/a \times b$ 表示。截面： 150mm^2 、 200mm^2	2013	
凹形银铜合金排		TH12PA			
哑铃形铜排		TPY	$A/B=9\text{mm}/18\text{mm}$ $12\text{mm}/23\text{mm}$ $16\text{mm}/30\text{mm}$ $24\text{mm}/36\text{mm}$		供电器开关触头用



(续)

名称	断面形状	型号	规格	执行标准	主要用途
圆形铜接触线		CTY	截面范围: 50~110mm ²		
双沟型铜接触线		CT	截面范围: 65~150mm ²	GB/T 12971— 2008	
钢铝复合接触线		CGLN	截面: 250mm ² 、 195mm ²		供电气运 输系统接触 线用



(续)

名称	断面形状	型号	规格	执行标准	主要用途
钢铝复合接触线		CGLW	截面: 215mm ² 、173mm ²	GB/T 12971— 2008	供电气运 输系统接触 线用

表 1-4 绞线

名称	型号举例	常用标称截面积/mm ²	执行标准	主要用途
中强度铝合金绞线	JLHA3、JLHA4	25~800	GB/T 1179—2017	高低压架空 输电线路用
铝合金芯铝绞线	JL/LHA1、JL1/LHA1、 JL2/LHA1、JL3/LHA1、 JL/LHA2、JL1/LHA2、 JL2/LHA2、JL3/LHA2	25/20~1145/300	GB/T 1179—2017	
复合材料芯导线	JLRX1/F JLRX2/F JNRLH1/F JNRLH1X1/F	150/20~800/95	GB/T 32502—2016	
防腐型钢芯铝绞线	JL/G1AF、JL/G2AF、 JL/G3AF、JL1/G1AF、 JL1/G2AF、JL1/G3AF、 JL2/G1AF、JL2/G2AF、 JL2/G3AF、JL3/G1AF、 JL3/G2AF、JL3/G3AF		GB/T 1179—2017	



(续)

名称	型号举例	常用标称截面积/mm ²	执行标准	主要用途
光纤复合架空地线	OPGW		DL/T 832—2016	高低压架空 输配电线路用
钢绞线	JG1A、JG2A、JG3A、 JG4A、JG5A	10~465	GB/T 1179—2017	
铝包钢芯铝合金绞线	JLHA1/LB14、JLHA2/LB14、 JLHA1/LB20A、JLHA2/LB20A	15/3~1405/115	GB/T 1179—2017	
钢芯软铝绞线	JLR/G3A、JLR/G4A、 JLR/G5A、JLRX1/G3A、 JLRX2/G3A、JLRX1/G4A、 JLRX2/G4A、JLRX1/G5A、 JLRX2/G5A	150/25~800/100	NB/T 42061—2015	
钢芯型铝绞线	JLX/G1A、JLX/G1B、 JLX/G2A、JLX/G2B、 JLX/G3A		GB/T 20141—2006	
铝绞线	JL	10~1500		
钢芯铝绞线	JL/G1A、JL/G2A、JL/G3A、 JL1/G1A、JL1/G2A、JL1/G3A、 JL2/G1A、JL2/G2A、JL2/G3A、 JL3/G1A、JL3/G2A、JL3/G3A	10/2~1440/120	GB/T 1179—2017	高低压架空 输配电线路用
高强度铝合金绞线	JLHA1、JLHA2	16~1450		
钢芯铝合金绞线	JLHA1/G1A、JLHA1/G2A、 JLHA1/G3A、JLHA2/G1A、 JLHA2/G2A、JLHA2/G3A、 JLHA3/G1A、JLHA3/G2A、 JLHA3/G3A	10/2~1440/120		高低压架空 输配电线路用
铝包钢绞线	JLB14、JLB20A、JLB27、 JLB35、JLB40	30~800	GB/T 1179—2017	
铝包钢芯铝绞线	JL/LB14、JL1/LB14、 JL2/LB14、JL3/LB14、 JL/LB20A、JL1/LB20A、 JL2/LB20A、JL3/LB20A	15/3~1225/100		
钢芯耐热铝合金绞线	LNRLH1/G1A、LNRLH1/G2A、 LNRLH1/G3A	150/20~1440/120	NB/T 42060—2015	
软铜绞线	TJR1	0.10~1000	GB/T 12970—2009	电气装备及 电子电器或器 件接线用
	TJR2	2.5~63		
	TJR3	0.025~500		
镀锡软铜绞线	TJRX1	0.1~2.5		
	TJRX2	2.5~63		
	TJRX3	0.025~500		



(续)

名称	型号举例	常用标称截面积/mm ²	执行标准	主要用途	
软铜天线	TTR	1.0~25	GB/T 12970—2009	通信架空天线用	
铜电刷线	TS	0.25~16			电机电器及仪表线路
	TSX				
	TSR	0.063~6.3			
硬铜绞线	JT	70~150	TB/T 3111—2005	电气化铁道接触网、城市轨道交通架空接触网	
铜镁合金绞线	JTM	10~150			
高强度铜镁合金绞线	JTMH				
斜纹铜编织线	TZ-20	16~800	JB/T 6313—2011	输配电用电气装置及电子电器设备或器件用	
	TZ-15	4~120			
	TZ-10	4~35			
斜纹镀锡铜编织线	TZX-20	16~800			
	TZX-15	4~120			
	TZX-10	4~35			
直纹铜编织线	TZZ-15	6~50			
	TZZ-10	4~35			
	TZZ-07	4~16			

思考题

1. 什么是裸电线？架空裸电线的敷设方式与其他电缆有何不同？
2. 裸电线的性能要求主要有哪些？
3. 裸电线一般按产品结构分类，可以分为_____、_____、_____等。
4. 请解释裸电线型号中如下字母的含义：T、X、L、Y、J。
5. 我国机械行业标准的代号是什么？
6. 请解释 GB/T 1179—2008 各部分的含义。
7. 请解释如下产品型号的具体含义：JL、JL/G1B、TR、LY9、LHA1、NRLH60、LB20A。

裸电线用金属材料

裸电线用原材料为导电金属材料，一般要求具有导电性能好、力学强度高、易加工等特点，目前用得最广泛的导电金属是铜和铝。随着科学技术的发展，越来越多的金属材料、合金材料以及复合材料在裸电线生产中得到越来越广泛的应用。

◆◆◆ 第1节 金属材料的一般特性

金属材料与非金属材料相比，有许多特性。目前，金属材料分为两大类：

(1) 钢铁材料 指铁、锰、铬。

(2) 非铁金属材料 除钢铁材料外的所有金属都是非铁金属材料，非铁金属材料又可分为轻金属、重金属、贵金属和稀有金属。

1) 轻金属。密度小于 4.5g/cm^3 的金属，如铝、镁、钠、钙、钾等称为轻金属。

2) 重金属。密度大于 4.5g/cm^3 的金属，如铜、镍、钴、铅、锡、锌、汞等称为重金属。

3) 贵金属。包括金、银及铂族元素。

4) 稀有金属。包括稀有轻金属（如钛、锂、铍等）、稀有难熔金属（如钨、钼、铌、钽等）、稀有分散金属（如镓、铟、锗等）、稀土金属（如钪、钇和镧系元素等）和放射性元素（如镭及锕系元素等）。

金属材料除了由于它本身结构不同而具有个别的特性以外，还具有许多共同的特性。

一、金属的形态

除汞以外，在常温下，所有的金属都是固体，具有特殊的金属光泽，除铜、金等少数金属以外，大多数金属都呈深浅不同的白色或灰色，金属材料都不能透过可见光。

二、金属的导电及导热性能

绝大多数金属都是电和热的良导体，有些金属的导电能力介于导体与绝缘体之间，称为半导体。在各种金属里，银的导电能力最强，其次为铜、金和铝。金属的导电性和导热性是一致的，导电性好的，导热性能也好。金属的导电性能随着温度的升高而降低。

三、金属的化学性能

一般活泼的金属都能与酸作用，置换出酸中的氢。按金属活动性顺序表，前面的金属能把后面的金属从它的盐溶液中置换出来。一般金属氧化物都能和酸起反应，电线电缆厂中酸洗工序就是利用了这个性能。

四、金属的力学性能

多数金属具有可塑性，用锻造、冲压、轧制、拉深等方法进行加工，可制成各种金属制