

建筑工程实用材料手册丛书

建筑电气工程 实用材料手册

鲁力 主编

JIANZHU DIANQI GONGCHENG
SHIYONG CAILIAO SHOUCHE

山西出版集团
山西科学技术出版社

中国标准出版社

建筑电气工程 实用材料手册

（第二版）

JIANZHU DIANJI GONGCHENG
SHIYONG CAILIAO SHOUCE

中国标准出版社

· 建筑工程实用材料手册丛书 ·

建筑电气工程 实用材料手册

主编 鲁 力

参编 周江涛 王美蓉 凌胜菊 杨洪涛

张 君 曾 鸣 张 恒 张艺明

山西出版集团

山西科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑电气工程实用材料手册/鲁力主编. —太原:山西科学技术出版社,2007.10

(建筑工程实用材料手册丛书)

ISBN 978 - 7 - 5377 - 3073 - 0

I. 建… II. 鲁… III. 房屋建筑设备:电气设备—电工材料—技术手册
IV. TU85 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 160404 号

建筑工程实用材料手册丛书

建筑电气工程实用材料手册

主 编 鲁 力

出 版 山西出版集团·山西科学技术出版社
(太原市建设南路 15 号 邮编:030012)

发 行 山西出版集团·山西科学技术出版社(电话:0351 - 4922121)

经 销 新华书店

印 刷 太原兴庆印刷有限公司

邮 箱 sxkjs_gys@126.com

电 话 0351 - 4922063(编辑室)

开 本 787 毫米×960 毫米 1/16

印 张 22.5

字 数 347 千字

版 次 2007 年 10 月第 1 版

印 次 2007 年 10 月太原第 1 次印刷

印 数 1 - 3000 册

书 号 ISBN 978 - 7 - 5377 - 3073 - 0

定 价 45.00 元

如发现印、装质量问题,影响阅读,请与发行部联系调换。

前 言

随着建筑业的蓬勃发展及科技进步,出现新的建筑规范、法规及标准,为了满足广大工程技术人员的实际工作需要,我们组织业内工程技术人员及专业教师编写了这套《建筑工程实用材料手册丛书》。该丛书包括《土建工程实用材料手册》、《钢结构工程实用材料手册》、《保温防腐工程实用材料手册》、《建筑防水工程实用材料手册》、《建筑装饰装修工程实用材料手册》、《建筑电气工程实用材料手册》和《水暖燃气工程实用材料手册》共七本。

该丛书在编排上力争做到:一是内容上全、新、精、准;二是叙述上简明扼要、通俗易懂;三是取材上强调基本、常用、实用、关键;四是在形式上以图表为主、图文对照;五是编排上按用途归类,尽量做到便于查找。因此,该丛书具有内容全而精,资料新而准,取材先进而实用,便于快速查阅等特点。适宜建筑设计、施工、材料营销与采购、材料质检与验收人员等阅读和参考。

《建筑电气工程实用材料手册》主要编写了常用导电材料、绝缘材料、建筑照明装置、常用低压电器、建筑电气安装器材、常用电工测量仪表、手持式电动工具等内容。

本手册在编写过程中,得到众多标准管理机构、建筑材料生产厂商和科研单位的大力支持,承蒙提供最新技术标准和技术资料,在此表示衷心的感谢。

目 录

第一章 常用导电材料	1
第一节 导电金属	1
第二节 裸导线和母线	5
第三节 绝缘电线	16
第四节 电缆	43
第二章 绝缘材料	61
第一节 概述	61
第二节 绝缘介质	62
第三节 绝缘纤维制品	64
第四节 绝缘漆、胶和熔敷粉末	70
第五节 浸渍织品	76
第六节 云母制品类绝缘材料	81
第七节 电工用膜带	87
第八节 电工用塑料	90
第九节 橡胶制品类绝缘材料	95
第十节 层压制品类绝缘材料	97
第三章 建筑照明装置	101
第一节 照明装置的基本知识	101
第二节 热辐射光源照明灯	115
第三节 气体放电光源照明灯	134
第四节 固体发光光源	172
第五节 照明光源的选择与应用	177
第六节 照明灯具	182
第四章 常用低压电器	189
第一节 类别、型号和技术指标	189
第二节 低压开关	192
第三节 熔断器	201
第四节 低压断路器	209



第一章 常用导电材料

第一节 导电金属

一、导电材料的基本要求

国家和行业的相关标准,对导电金属材料各项指标都有详细具体的规定。在建筑工程中,一般主要有以下三方面要求:

1. 导电性能好,电阻系数小。
2. 密度小,熔点高,有足够的机械强度。
3. 防氧化、防腐蚀性能好。

二、主要技术参数

建筑工程中常用导电金属材料的主要技术参数有:

1. 密度:指导体单位体积的质量,单位为 g/cm^3 。
2. 平均电阻温度系数 α :金属在 $1 \sim 100^\circ\text{C}$ 内,温度每升高 1°C 时增加的电阻值百分数,单位为 $1/^\circ\text{C}$ 。

温度系数为正值导体,其电阻值随着温度的升高而增大;温度系数为负值的导体,电阻值随着温度的升高而减小。建筑电气工程中应用的大多数金属材料的电阻温度系数为正值。

3. 电阻率 ρ :指长度为 1m 、截面积为 1m^2 的导电材料,在温度为 20°C 时的电阻值,单位为 $\Omega \cdot \text{m}$ 。

4. 抗拉强度:指金属材料单位截面积所能承受的最大拉力,单位为 MPa 或 N/mm^2 。

5. 熔点:指金属导体熔化成液体时的温度,单位为 $^\circ\text{C}$ 。

常用导电材料的主要性能见表 1-1。

表 1-1 常用导电材料的主要性能

名称	符号	20℃时电阻率 ($\times 10^{-3} \Omega \cdot \text{m}$)	密度 (g/cm^3)	抗拉强度 (N/mm^2)	熔点 ($^\circ\text{C}$)	电阻温度系数 ($\times 10^{-3}/^\circ\text{C}$)
铝	Al	2.65	2.7	68.6 ~ 78.4	660	4.23
铜	Cu	1.69	8.9	196 ~ 215	1084	3.93
铁	Fe	9.78	7.86	245 ~ 323	1541	5.0
锡	Sn	11.4	7.3	14.7 ~ 26.5	231	4.20
铅	Pb	21.9	11.37	9.8 ~ 29.4	327.5	3.90
银	Ag	1.59	10.5	156.8 ~ 176.4	960	3.80

三、铜和铝导体

导电金属主要为铜和铝,广泛应用于电力、电子、电器生产的各环节。工程应用中,基本都采用铜和铝作导电材料。

纯铜外观呈紫红色,一般称紫铜,密度为 $8.90\text{g}/\text{cm}^3$ 。它具有良好的导电性能,仅次于银,且铜质愈纯,导电性能愈好;有良好的导热性,仅次于银和金;铜的电阻率约为铝的65%,导电用铜通常选用含铜量为99.90%的普通纯铜,在特殊要求下,可用无氧铜和无磁性高纯铜。导电用铜的品种及其主要用途见表1-2。铜的导电性能要优于铝,机械性能也比铝好,但价格比铝高。

表1-2 导电用铜的品种及其主要用途

类别	品种	代号	含铜量(%)不小于	主要用途
普通纯铜	一号铜	T1	99.95	各种电线、电缆用导体
	二号铜	T2	99.90	仪器、仪表开关和一般导电零件
无氧铜	一号无氧铜	Tu1	99.97	电真空器件、电子管和电子仪器用零件,耐高温导体微细丝等,真空开关触头
	二号无氧铜	Tu2	99.95	
无磁性高纯铜		TWC	99.95	做无磁性漆包线的导体,制造高精密仪器、仪表的动圈

铝是银白色的轻金属,密度为 $2.70\text{g}/\text{cm}^3$,具有良好的导电性能。与铜比较,当截面相同时,单位长度铝的电导率为铜的64%,铝的电阻率比铜大些,但质量轻;铝资源丰富,价格低,因而被广泛应用。采用铝合金,可在尽量降低铝的电导率的情况下,提高其强度和耐热性,并改善耐腐蚀性能。铝合金常用于架空导线及要求质量轻、强度高的导电线芯,导电铝合金的品种、性能、特征及用途见表1-3。

四、复合金属导体

两种导电金属复合在一起使用,可发挥各自的优点。复合金属导体的种类繁多、形式多样,有线、棒、带、板、片和管材等。被覆金属有的包在基体金属的周围,如铜包钢线;有的包在基体金属的一侧,如钢铝电车线;有的被覆在基体金属的一面或两面,如铝覆铁、铝黄铜覆铜等。复合金属导体的分类、产品名称、特性和用途见表1-4。



第二节 裸导线和母线

一、种类和用途

导体表面不包裹绝缘层的导线称为裸导线,常用裸导线的种类及用途见表 1-5。

表 1-5 常用裸导线的种类及用途

类别	名称	型号	性能	主要用途	
圆线	硬圆铜线	TY	抗拉强度大	架空导线	
	硬圆铝线	LY			
	软圆铜线	TR	延伸性好	电线、电缆、电磁线和其他电器的制造	
	软圆铝线	LR			
	半硬圆铝线	LYB	介于软硬线之间		
绞线	铝绞线	LJ	导电性好、机械性能好	高低压架空线路主要采用的导线,以铝线最多	
	铜绞线	TJ			
	钢芯铝绞线	LGJ	比铝绞线拉断力大 1 倍		
	热处理铝镁硅合金绞线	LH _A J	合金导线具有高导电、高强度性能,热稳定性性能好,热处理的合金导线强度更高		
	热处理铝镁硅稀土合金绞线	LH _B J			
	钢芯热处理铝镁硅合金绞线	LH _A CJ			
	钢芯热处理铝镁硅稀土合金绞线	LH _B CJ			
	轻防腐钢芯热处理铝镁硅合金绞线	LH _A GJF ₁			
	轻防腐钢芯热处理铝镁硅稀土合金绞线	LH _B GJF ₁			
中防腐钢芯热处理铝镁硅合金绞线	LH _A GJF ₂				
中防腐钢芯热处理铝镁硅稀土合金绞线	LH _B GJF ₂				
型线	硬扁铜线	TBY	形状为矩形线,性能与圆线相同	电机、电器线圈制造	
	软扁铜线	TBR			
	硬扁铝线	LBY			
	半硬扁铝线	LBBY			
		软扁铝线	LBR	形状为矩形线,性能与圆线相同	高低压配电装置汇流排
		硬铝母线	LMY		
		软铝母线	LMR		
	硬铜母线	TMY			
软接线	铜电刷线	TS	柔软性好,易弯曲,耐震动	电刷的连接线	
		TSX			
		TSR			
		TSXR			
		铜软绞线	TJR	柔软性好	用于电器和元件的引线、接地线
	软铜编织线	QC	柔软性好	汽车蓄电池连接线	

裸导线的分类:

1. 按结构分有圆单线、型线、裸绞线、软连接线等。

- 按用途分有架空导线用线、电机变压器和电器线圈用线、软连接引线等。
- 按材料分有裸铜导线、裸铝导线、裸铁导线、钢芯铝绞线、铝镁硅合金绞线等。

4. 按导线表面处理方式分有普通型、防腐型等。

建筑电气工程中应用最多的是裸绞线和硬母线,也使用一些镀锌铁线。圆单线、型线和软导线在制造行业应用较多。

二、圆单线

1. 圆铜单线:可作为架空绞线及绝缘电线、电缆的导电线芯材料,并可供电器产品作组成材料,部分大规格的可单独用作电力及通信架空线路的输电线。

圆铜单线的规格范围、机械性能及电气性能见表 1-6 至表 1-8。

表 1-6 圆铜单线的规格范围(mm)

单线直径	允许偏差	单线直径	允许偏差
0.020~0.025	±0.002	1.01~2.50	±0.02
0.030~0.100	±0.003	2.51~3.50	±0.03
0.110~0.250	±0.005	3.51~4.50	±0.04
0.260~0.700	±0.010	4.51~6.00	±0.05
0.710~1.000	±0.015		

表 1-7 圆铜单线的机械性能

单线直径(mm)	TY		TR	
	抗拉强度不小于(N/mm ²)	伸长率不小于(%)	抗拉强度不小于(N/mm ²)	伸长率不小于(%)
0.020~0.050	412	0.5	—	12
0.060~0.100	412	0.5	—	15
0.110~0.200	412	0.5	200	18
0.210~0.700	412	0.5	200	20
0.710~1.000	412	0.6	200	25
1.01~2.00	402	0.8	200	25
2.01~3.00	400	1.0	206	30
3.01~4.00	382	1.2	206	30
4.01~5.00	373	1.5	206	30
5.01~6.00	363	1.5	206	30

表 1-8 圆铜单线的电气性能

单线直径(mm)	电阻温度系数(1/°C)		电阻系数,20°C时不大于(Ω·mm ² /m)	
	TY	TR	TY	TR
1.00及以下	0.00385	0.00395	0.0181	0.00395
1.01~6.00			0.0179	



2. 圆铝单线:在一定程度上取代了圆铜单线而作为各类电工产品的导电材料。按各类电工产品对铝导体柔软性能的不同要求,圆铝单线按不同的初炼工艺分为硬圆铝线(LY)、半硬圆铝线(LBY)及软圆铝线(LR)三种。圆铝单线的规格范围、机械性能及电气性能分别见表1-9至表1-11。

表 1-9 圆铝单线的规格范围(mm)

单线直径	允许偏差	单线直径	允许偏差
0.06~0.100	±0.003	1.01~2.50	±0.02
0.110~0.250	±0.005	2.51~3.50	±0.03
0.260~0.700	±0.010	3.51~4.50	±0.04
0.710~1.000	±0.015	4.51~6.00	±0.05

表 1-10 圆铝单线的机械性能

单线直径(mm)	LY		LYB		LR	
	抗拉强度 不小于 (N/mm ²)	伸长率 不小于 (%)	抗拉强度 不小于 (N/mm ²)	伸长率 不小于 (%)	抗拉强度 不小于 (N/mm ²)	伸长率 不小于 (%)
0.060~0.200	178	—	95~140	1.0	70~95	—
0.210~0.500	178	0.5	95~140	1.0	70~95	8
0.520~1.000	178	1.0	95~140	1.5	70~95	10
1.01~1.50	178	1.2	95~140	1.5	70~95	12
1.51~2.00	167	1.2	95~140	2.0	70~95	15
2.01~2.50	167	1.5	95~140	2.0	70~95	15
2.51~3.50	157	1.5	95~140	2.5	70~95	18
3.51~6.00	147	2.0	95~140	3.0	70~95	20

表 1-11 圆铝单线的电气性能

型 号	电阻温度系数(1/°C)	电阻系数,20°C时不大于(Ω·mm ² /m)
LR、LYB	0.00410	0.0283
LY	0.00403	0.0290

3. 常用圆铜单线及圆铝单线的规格、每千米净重及直流电阻见表1-12。

表 1-12 常用圆铜单线及圆铝单线的规格、每千米净重及直流电阻

直径 (mm)	截面积 (mm ²)	圆 铜 线			圆 铝 线		
		每千米的 净重 (kg)	20°C时每千米 直流电阻 (Ω)	75°C时每千米 直流电阻 (Ω)	每千米的 净重 (kg)	20°C时每千米 直流电阻 (Ω)	75°C时每千米 直流电阻 (Ω)
0.05	0.00196	0.0175	8970	11060			
0.06	0.00283	0.0252	6210	7660			
0.07	0.00385	0.0342	4570	5640			
0.08	0.00503	0.0447	3500	4320			
0.09	0.00636	0.0565	2760	3410			

续表

直径 (mm)	截面积 (mm ²)	圆铜线			圆铝线		
		每千米的 净重 (kg)	20℃时每千米 直流电阻 (Ω)	75℃时每千米 直流电阻 (Ω)	每千米的 净重 (kg)	20℃时每千米 直流电阻 (Ω)	75℃时每千米 直流电阻 (Ω)
0.10	0.00785	0.0698	2240	2770			
0.11	0.00950	0.0845	1854	2290			
0.12	0.01131	0.1005	1556	1918			
0.13	0.0133	0.1179	1322	1630			
0.14	0.0154	0.1368	1142	1410			
0.15	0.01767	0.157	995	1227			
0.16	0.0201	0.179	875	1080			
0.17	0.0227	0.202	775	956			
0.18	0.0255	0.226	690	852			
0.19	0.0284	0.262	620	765			
0.20	0.0314	0.279	560	692	0.085	901	1100
0.21	0.0346	0.308	506	628	0.097	820	1000
0.23	0.0415	0.369	424	524	0.112	682	835
0.25	0.0491	0.436	359	443	0.133	577	705
0.27	0.0573	0.509	307	379	0.155	494	604
0.29	0.0661	0.587	266	329	0.178	428	524
0.31	0.0755	0.671	233	285	0.204	375	458
0.33	0.0855	0.760	206	254	0.231	331	405
0.35	0.0962	0.855	183	226	0.260	294	360
0.38	0.1134	1.008	156.0	191.3	0.306	250	305
0.41	0.1320	1.170	133.0	164	0.357	214	262
0.44	0.1521	1.352	116.0	142.5	0.411	186	227
0.47	0.1735	1.54	101.0	125.0	0.469	163	199.5
0.49	0.1886	1.68	93.3	115.0	0.509	150	183.5
0.51	0.204	1.81	86.0	106.2	0.550	138.6	169.5
0.53	0.221	1.98	79.4	98.2	0.600	128.0	156.5
0.55	0.238	2.12	73.7	91.2	0.643	119.0	145.5
0.57	0.255	2.27	68.8	85.2	0.689	111.0	135.5
0.59	0.273	2.42	64.2	79.5	0.734	103.6	127
0.62	0.302	2.68	58.0	72.0	0.813	93.8	114.7
0.64	0.322	2.86	54.5	67.4	0.868	88.0	107.5
0.67	0.353	3.13	49.6	61.5	0.950	80.2	98.0
0.69	0.374	3.32	47.0	58.0	1.01	75.7	92.5
0.72	0.407	3.62	43.0	53.3	1.10	69.5	85.0
0.74	0.430	3.82	40.6	50.5	1.16	65.8	80.5
0.77	0.466	4.14	37.6	46.5	1.26	60.7	74.4
0.80	0.503	4.47	34.9	43.1	1.36	56.3	68.9
0.83	0.541	4.81	32.4	40.1	1.46	52.4	64.0

表 1-12 中,每千米直流电阻和每千米净重的计算公式如下:

$$R_l = \frac{\text{电阻系数} \times 1000}{\text{截面积}(\text{mm}^2)} (\Omega/\text{km})$$

$$G = 1000(\text{m}) \times \text{截面积}(\text{mm}^2) \times \text{密度} \times 10^{-3}(\text{kg})$$

其中,当温度 $t = 20^\circ\text{C}$ 时,铜的电阻系数为 $0.0175\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$,铝的电阻系数为 $0.0283\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$;当温度 $t = 75^\circ\text{C}$ 时,铜的电阻系数为 $0.0217\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$,铝的电阻系数为 $0.0346\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ 。铜、铝的密度分别为 $8.9\text{g}/\text{cm}^3$ 和 $2.7\text{g}/\text{cm}^3$ 。

三、裸绞线

1. 裸绞线的结构:裸绞线有铝绞线、钢芯铝绞线、硬铜绞线和铝合金绞线,其结构如图 1-1 所示。

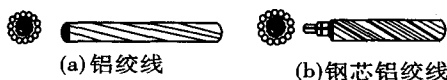


图 1-1 裸绞线的结构

2. 裸绞线的型号意义:L—铝线,G—钢芯,J—绞线,H—合金,F—防腐,T—铜线。

3. 铝绞线因其抗拉强度较低,一般用于建筑施工现场临时的低压电力线路上,且距离较短。铝绞线(LJ)的规格、结构与技术性能见表 1-13。

表 1-13 铝绞线(LJ)的规格、结构与技术性能

标称截面 (mm^2)	结构尺寸 根数/直径 (mm)	计算直径 (mm)	直流电阻 (20°C) (Ω/km)	拉断力 (N)	计算质量 (kg/km)	实际截面 (mm^2)	载流量 (A)
10	3/2.07	4.46	2.896	1600	27.6	10.10	75
16	7/1.70	5.10	1.847	2520	43.5	15.89	105
25	7/2.12	6.36	1.188	4000	67.6	24.71	135
35	7/2.50	7.50	0.854	5500	94.0	34.36	170
50	7/3.00	9.00	0.593	7400	135	49.48	215
70	7/3.55	10.65	0.424	9800	190	69.29	265
95	19/2.50	12.50	0.317	15000	257	93.27	325
120	19/2.80	14.00	0.253	17500	323	116.99	375
150	19/3.15	15.75	0.200	22060	409	148.07	440
185	19/3.50	17.50	0.162	27300	504	182.80	500
240	19/3.98	19.90	0.125	33100	652	236.38	610
300	37/3.20	22.40	0.0996	45000	822	297.57	680
400	37/3.70	25.90	0.0745	56000	1099	397.83	830
500	37/4.14	28.98	0.0595	70000	1376	498.07	980