

DIANXIANDIANLAN
CHANGYONGSHUJU
SUCHASHOUCE

电线电缆 常用数据速查手册

李秀中 编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

电线电缆

常用数据速查手册

李秀中 编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本手册紧密结合现场实际,收集了常用电线、电缆的各类技术数据,便于读者在工作中速查。本手册数据规范齐全,资料来源可靠,具有较强的实用性。

本手册共分五章,主要包括:常用导电材料技术数据,电线、电缆的选择和计算技术数据,电线常用技术数据,电缆常用技术数据,母排(线)技术数据。

本手册可作为供电企业电力专业技术人员及用电客户电气专业人员的工具书,也可供电力职工技术院校电力类专业师生、供电企业营销管理人员及进网作业电工参考。

图书在版编目(CIP)数据

电线电缆常用数据速查手册/李秀中编. —北京:中国电力出版社,2009

ISBN 978-7-5083-9188-5

I. 电… II. 李… III. ①电线—数据—技术手册②电缆—数据—技术手册 IV. TM24-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 126636 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2010 年 1 月第一版 2010 年 1 月北京第一次印刷
850 毫米×1168 毫米 32 开本 14.5 印张 383 千字
印数 0001—3000 册 定价 30.00 元

敬 告 读 者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



前言

电线和电缆是电力网中传导电流的主要设备，它连接发电厂升压变压器、各级变电所的降压变压器以及众多的配电变压器和广大用户的用电设备，如电动机、电焊机等，通过超高压送电线路、输电线路、高压配电线路、低压配电线路等，组成一个电力网，把强大的电力输送到千家万户、四面八方，在电力系统中起着大动脉的作用，是电力供应与使用的重要环节。了解和掌握电线、电缆的各种数据，是对供电企业和用电客户供电及用电管理人员的要求。为此，编者将电线、电缆在使用中的常用数据以图表的形式编写成本书，奉献给电力企业和用电客户广大同仁。

本书力求突出以下特点：①严格技术、安全规程、规范的规定和要求，尽量采用最新信息资料数据；②力求实用，面向广大供电和用电的一线工作实际；③图表清晰，查阅便捷。

本书共分五章，涉及数百个图表。本书在编写过程中，受到同仁们的大力帮助和支持，在此向他们表示感谢。

由于编者学识水平有限以及条件限制，手册中难免有疏漏和不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编者

2009年8月



目 录

前言

第一章 常用导电材料技术数据	1
第一节 导电材料的特性	1
一、导电材料的电特性	1
二、导电材料的机械性能	3
第二节 常用导电材料	6
一、铜	6
二、铝	8
第二章 电线、电缆的选择和计算技术数据	12
第一节 电线的选择与计算	12
一、电压与功率、电流、功率因数之间的关系	12
二、导线的档距与弛度(弧垂)	17
三、导线的电阻和感抗计算	18
四、架空电力线路功率损失的计算	32
五、架空电力线路的经济及极限输送容量	37
六、架空输电线路的电容及充电无功功率	42
七、架空电力线路导线截面的基本选择原则	43
八、农用直埋铝芯塑料绝缘护套电线	49
第二节 电缆的选择与计算	51
一、电力电缆的选择	51
二、电缆截面选择及计算	53
三、控制电缆(线)的选择	98
四、阻燃电缆(线)的选择	109

第三章 电线常用技术数据	114
第一节 裸电线	114
一、圆单线	115
二、绞线	117
第二节 绝缘电线	122
一、固定敷设电线	123
二、绝缘软电线	131
第三节 电磁线	143
一、漆包线	145
二、绕包线	152
三、无机绝缘电磁线	153
四、特种电磁线	154
第四章 电缆常用技术数据	156
第一节 电力电缆	157
一、电力电缆的分类、名称、型号及特点	157
二、交联聚乙烯绝缘电力电缆	159
三、聚氯乙烯绝缘护套电力电缆	198
四、架空绝缘电力电缆	221
五、移动式通用橡套软电缆	227
六、额定电压 450/750V 及以下聚氯乙烯(PVC) 绝缘软电缆(线)	241
七、硅橡胶电力电缆	249
八、电焊机电缆	254
九、油矿电缆	255
十、油浸纸绝缘电力电缆	263
十一、平行集束架空绝缘电缆	280
第二节 控制电缆	284
一、技术数据	284
二、聚氯乙烯绝缘护套控制电缆	288

三、耐火控制电缆	302
四、交联聚乙烯绝缘船用控制电缆	304
五、硅橡胶特种控制电缆	305
第三节 通信电缆、船用电缆、变频电缆	317
一、长途通信电缆	317
二、煤矿用通信电缆	326
三、煤矿用信号电缆	329
四、船用电缆	332
五、变频电缆	333
六、分支电缆	336
七、实芯聚氯乙烯绝缘射频线电缆	351
八、电子计算机(包括 DCS 系统)用对绞 屏蔽控制电缆	354
九、特种耐高温计算机电缆	377
十、泡沫聚乙烯绝缘同轴电视引入电缆	383
十一、电力光缆	384
第四节 电缆附件	396
一、用途	396
二、主要技术参数	396
三、DF 系列低温热收缩套管	398
第五节 电缆敷设技术数据	399
一、电缆线路敷设的一般要求及规定	399
二、电缆线路有关距离方面的规定	404
三、电缆线路穿管管径选择	411
四、民用建筑电线电缆防火要求	415
五、电缆防火器材的选择	419
第五章 母排(线)	426
第一节 矩形、槽形、菱形、管形硬母线选择	426
一、按持续工作电流选择	426

二、按经济电流密度选择	427
三、按电晕电压校验	428
四、按短路电流热稳定校验	430
五、按短路动稳定校验	444
第二节 母线常用技术数据	444
参考文献	455



常用导电材料技术数据

第一节 导电材料的特性

导电材料具有高导电性（即电阻率小）和足够的机械强度，不易氧化和腐蚀，易加工和焊接，并来源丰富等特点。常用的金属导电材料有银、铜和铝，但由于银的价格比较昂贵，在特殊场合和电子电路中才使用。在特殊情况下，也可采用其他金属或合金作为导电材料，如架空线需具有较高的机械强度，常选用铝镁硅合金；熔丝需具有易熔的特点，所以选用铅锡合金；电热材料需具有较大的电阻率，常选用镍铬合金或铁铬铝合金；电光源的灯丝要求熔点高，需选用钨丝作导电材料等。

一、导电材料的电特性

（一）电阻率

导电材料具有良好的导电性，其电阻率在 $10^{-8} \sim 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$ 之间，电阻率是衡量导电材料电特性的主要参数。不同的金属具有不同的电阻率，电阻率大，则导电能力差，反之，则导电能力强。均匀截面的导电材料其电阻 R 的表达式为

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

式中 ρ ——导体的电阻率 $\Omega \cdot \text{m}$ ；

L ——导体的长度， m ；

S ——导体的截面， mm^2 。

电阻率的倒数称为电导率，用 r 表示， $r = \frac{1}{\rho}$ 。



常用导电用纯金属的性能见表 1-1。

表 1-1 常用导电用纯金属的性能

名称	符号	密度 (g/cm ³)	熔点 (℃)	抗拉强度 (MPa)	电阻率 20℃ ($\times 10^{-8} \Omega \cdot m$)	电阻温度系数 20℃ ($\times 10^{-3}/^{\circ}C$)
银	Ag	10.50	961.93	156.8~176.4	1.59	3.80
铜	Cu	8.90	1084.5	196~215.6	1.69	3.93
金	Au	19.30	1064.43	127.4~137.2	2.40	3.40
铝	Al	2.70	660.37	68.6~78.4	2.65	4.23
钠	Na	0.97	97.8	—	4.60	5.40
钼	Mo	10.20	2620	686~980	4.77	3.30
钨	W	19.30	3387	980~1176	5.48	4.50
锌	Zn	7.14	419.58	107.8~147	6.10	3.70
镍	Ni	8.90	1455	392~490	6.90	6.00
铁	Fe	7.86	1541	245~323.4	9.78	5.00
铂	Pt	21.45	1772	137.2~156.8	10.5	3.00
锡	Sn	7.30	231.96	14.7~26.5	11.4	4.20
铅	Pb	11.37	327.5	9.8~29.4	21.9	3.90
汞	Hg	13.55	-38.87	—	95.8	0.89

(二) 电阻温度系数

导电材料的电阻随温度变化而变化，其变化的比例常数称为电阻温度系数，用 α 表示。大多数金属的电阻值随温度的升高而增大，则 α 为正值，称为正温度系数；但有些材料（如碳）随温度升高电阻值降低，则 α 为负值，称为负温度系数。

设导电材料的温度为 t_0 时的电阻为 R ，则

$$R = R_0[1 + \alpha(t - t_0)]$$

因此，电阻温度系数 α 为



$$\alpha = \frac{R - R_0}{R_0(t - t_0)}$$

式中 R ——温度为 t 时的电阻, Ω ;

R_0 ——温度为 t_0 时的电阻, Ω 。

电阻温度系数 α 的单位为 $1/^\circ\text{C}$, 表示当温度升高 1°C 时的电阻增加量与 t 时的电阻值 R_0 的比值。

(三) 热阻系数

导电金属具有导热性能, 不同的金属材料热阻系数不同。热阻系数大, 则导热能力差; 反之, 则导热能力好。金属材料热阻的大小, 用热阻系数 ρ_t 表示, 则

$$R_t = \rho_t \frac{L}{S}$$

式中 R_t ——热阻, Ω ;

ρ_t ——热阻系数, $\Omega \cdot \text{m}$ 。

热阻的倒数为热导, 用 G_t 表示, 单位是 Ω^{-1} , 即 $G_t = \frac{1}{R_t}$

(四) 接触电位差

不同的金属中自由电子的密度是各不相同的, 原子核对电子的束缚力也不同, 电子要脱离原子核的束缚力所付出的能量也不同, 所以, 当两种不同的金属接触时, 电子就有从电子密度大和逸出功小的金属向另一金属运动的趋势, 将使另一金属得到电子而得负电, 而失去电子的金属则带正电, 致使两种金属接触处产生了电位差, 称为接触电位差。由于电子的逸出功和逸出的电位差均与温度有关, 因此, 对同一种金属和两种不同金属在不同的温度下都有不同的电位差。此电位差有阻止电子运动的作用, 当形成的电位差和两金属逸出电位差相等时, 这种电子迁移运动的现象就会停止, 从而达到相对平衡的状态, 此时所形成的电位差就达到了一个稳定值。

二、导电材料的机械性能

(一) 抗拉强度

金属材料单位截面积所能承受的外界最大拉力, 称为抗拉强



度, 用 ν_b 表示, 即

$$\nu_b = \frac{P_b}{S} (\text{Pa})$$

式中 P_b ——最大拉力, N;

S ——材料横截面积, mm^2 。

(二) 抗弯强度

金属材料在外力为弯曲力的作用下, 抵抗塑性变形和断裂的能力, 称为抗弯强度, 用 ν 表示, 即

$$\nu = \frac{M}{W} (\text{Pa})$$

式中 M ——所受外力矩, 即弯曲力矩, $\text{N} \cdot \text{m}$;

W ——材料截面系数, mm^3 。

(三) 抗压强度

金属材料在压力作用下, 抵抗塑性变形的能力, 称为抗压强度, 即材料单位面积上能承受的最大压力, 用 ν_y 表示

$$\nu_y = \frac{P_y}{S} (\text{Pa})$$

式中 P_y ——最大压力, N;

S ——材料横截面积, mm^2 。

(四) 延伸率

金属材料受外力作用被拉断以后, 总伸长长度同原长度相比的百分数, 称为延伸率或延长率, 用 δ 表示, 即

$$\delta = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100\%$$

式中 L_1 ——材料拉断后的长度, mm;

L_0 ——材料原来的长度, mm。

(五) 屈服强度

当金属材料受外力作为载荷时, 当载荷不再增加, 而金属材料本身的变形却继续增加, 这种现象称为屈服, 产生屈服时的应

力就称为屈服强度，用 σ_s 表示，即

$$\sigma_s = \frac{P_s}{S} (\text{Pa})$$

式中 P_s ——金属材料受外力的屈服载荷，N；

S ——金属材料的横截面积， mm^2 。

(六) 蠕变强度

金属材料在高温环境下，即使所受应力小于屈服强度，也会随着时间的推移而缓慢地产生永久变形，这种现象称为蠕变。在一定的温度下，经过一定的时间，金属材料的蠕变速度仍不超过规定的数值，这时金属材料所承受的最大应力就叫蠕变强度。

(七) 硬度

金属材料抵抗刚硬物体压陷表面的能力，称为硬度。硬度是代表弹性、塑性、塑性变形、硬度韧性等不同物理量组合的一种综合性指标。金属材料的硬度通常用布氏硬度 HB、洛氏硬度 HR、维氏硬度 HV 及肖氏硬度 HS 等表示。

金属材料除具有上述机械性能外，还应具有耐腐蚀、抗氧化、塑性好、易加工、易钎焊等性能。导电金属的主要特性和用途见表 1-2。

表 1-2 导电金属的主要特性和用途

名称	主 要 特 性	主 要 用 途
银	有最好的导电性和导热性，抗氧化性好，易压力加工，焊接性好	航空导线、耐高温导线、射频电缆等导体和镀层，瓷电容器极板等
铜	有好的导电性、导热性、耐蚀性和焊接性，易压力加工	各种电线、电缆用导体，母线和载流零件等
金	导电性仅次于银和铜，抗氧化性特别好，易压力加工	电子材料等特殊用途
铝	有良好的导电性、导热性、抗氧化性和耐蚀性，密度小，易压力加工	各种电线、电缆用导体，母线，载流零件和电缆护层等



第二节 常用导电材料

一、铜

纯铜外观呈紫红色，称为紫铜。紫铜的密度为 8.89g/cm^3 ，它具有良好的导电性能，电导率仅次于银，铜质越纯，其导电性能越好；有良好的导热性，仅次于银和金；还具有一定的机械强度，良好的耐腐蚀性，无低温脆性，易于焊接，塑性强，便于承受各种冷、热压力加工。

导电用铜通常选用含铜纯度为 99.9% 的工业铜，在特殊的条件下，可选用无氧铜或无磁性高纯度铜。

铜的主要性能如下：

(1) 导电性能好，导电率为银的 91.3%。

(2) 导热性能好，导热率为银的 73%。

(3) 可塑性能好，易于成型和加工。

(4) 耐蚀性强，盐酸和稀硫酸对铜的作用甚微。在干燥空气中有较强的耐蚀性能，在含有 CO_2 的潮湿空气中易生有毒的铜绿（碱式碳酸铜）。

(5) 可与其他有色金属材料制成各种不同特性的合金。

导电用铜的品种及其主要用途见表 1-3。

表 1-3 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	T ₁	99.95	各种电线、电缆用导体
	二号铜	T ₂	99.90	仪器、仪表开关和一般导电零件
无氧铜	一号无氧铜	Tu ₁	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	Tu ₂	99.95	
无磁性高纯铜	—	T _w C	99.95	无磁性漆包线的导体，制造高精密仪器、仪表的动圈

铜的主要物理特性和机械特性见表 1-4。

表 1-4 铜的主要物理特性和机械特性

主要项目		数 值	材料状态
原子量		63.54	
20℃时的密度 (g/cm^3)		8.04	
熔点 (℃)		1083	
293~393K 时的线胀系数 ($1/\text{K}$)		16.5×10^{-6}	
20℃时的电阻率 ($\Omega \cdot \text{m}$)		1.78×10^{-8}	
20℃时电阻温度系数 ($1/^\circ\text{C}$)		0.004 33	
标准电极电位 (V)		0.34	
弹性极限 ($9.8 \times 10^6 \text{ Pa}$, kgf/mm^2)		30	变形的
		2.5	退火的
抗拉强度极限 ($9.8 \times 10^6 \text{ Pa}$, kgf/mm^2)		40~50	变形的
		20~24	退火的
延伸率 (%)		4~6	变形的
		45~50	退火的
抗压强度极限 ($9.8 \times 10^6 \text{ Pa}$, kgf/mm^2)		157	铸造的
锻粗率 (%)		65	铸造的
屈服点 ($9.8 \times 10^6 \text{ Pa}$, kgf/mm^2)		38	变形的
		7	退火的
10^8 循环反复弯曲应力的疲劳极限 ($9.8 \times 10^6 \text{ Pa}$, kgf/mm^2)		11	变形的
		6.7	退火的
蠕 变 极 限 ($9.8 \times 10^6 \text{ Pa}$, kgf/mm^2)	20℃时	7	
	200℃时	5	
	400℃时	1.4	
断面收缩率 (%)		35~42	变形的
		65~75	退火的
抗剪强度 ($9.8 \times 10^6 \text{ Pa}$, kgf/mm^2)		19	退火的
布氏硬度 ($9.8 \times 10^6 \text{ Pa}$, kgf/mm^2)		110~130	变形的
		35~45	退火的
20℃时的冲击值 ($9.8 \times 10^4 \text{ Pa}$, kgf/cm^2)		16~18	铸造的



影响铜性能的主要因素有杂质、冷变形和温度。杂质对铜的导电性质有很大的影响,例如铜掺有银、镉、镍、锌、磷等,将不同程度降低铜的导电及导热性能,但是能提高铜的机械强度和硬度,同时会使铜的塑性有所降低,尤其是磷对导电性能影响最明显。温度对铜的性能影响较为明显,在铜的熔点以下时,铜的电阻随温度升高呈线性关系增加。当温度为 $500\sim 600^{\circ}\text{C}$ 时,铜的延伸率和断面收缩率陡然降低,所以在对铜进行热加工时,要避开这个温度段。另外,温度降低时,铜的抗拉强度、延伸率和冲击值等性能将提高,所以铜适于作低温导体材料。

二、铝

铝是一种银白色的轻金属,铝的密度为 $2.7\text{g}/\text{cm}^3$, 约为铜密度的 30%; 铝有良好的导电性能,当截面积和长度相同时,铝的导电率是铜的 64% (若铝和铜按相同的质量计算,铝的电导率是铜的 2 倍); 铝的热导率为铜热导率的 56%; 铝与铜相比铝还有以下特性: ①耐酸,但不耐碱和盐雾腐蚀; ②塑性好,易加工,可抽成细丝或压成薄片; ③资源丰富,价格低。

导电用铝通常选用含铝量在 99.5% 以上的工业纯铝,主要品种见表 1-5。

表 1-5

工业纯铝的品种

品 种	代 号	含铝量 (% , 不小于)
特一号铝	Al-00	99.7 杂质小于 0.30%
特二号铝	Al-0	99.6 杂质小于 0.46%
特三号铝	Al-1	99.5 杂质小于 0.50%

影响铝性能的主要因素有: ①含有杂质量越多,电导率越低,其中锰、钒、铬和钛的含量对铝的电导率影响最明显; ②冷加工变形将引起铝的冷作硬化,铝的强度和硬度将升高,但塑性降低,冷变形程度越大,硬化程度越严重,同时电导率也相应降低; ③温度对铝性能有影响,铝在熔点以下时其电阻和温度约呈线性关系。冷变形的铝材经退火后,电导率可恢复。铝在低温

时, 抗拉强度、疲劳强度、硬度和弹性模量提高, 延伸率和冲直值也提高, 但铝无低温脆性, 适合用作低温导体。铝的热稳定性能较差, 当 125°C 保温 1000h 时, 抗拉强度将下降 21%, 因此铝的长期使用工作温度不宜超过 90°C , 短时工作温度不宜超过 120°C 。

铝的主要性能: ①密度小, 只有铜的 $3/10$; ②延伸性好, 可用各种方法加工; ③导电性和导热性好, 仅次于银、金、铜, 其导电率是铜导电率的 60%; ④耐蚀性好, 易与空气中的氧反应, 很快生成一层致密的氧化膜保护层, 使其内部不再氧化; ⑤反光性好, 铝既能很好地反射可见光, 又能很好地反射紫外线; ⑥耐核辐射性仅次于锆和铍。

铝的主要物理特性和机械特性见表 1-6。

表 1-6 铝的主要物理特性和机械特性

主要项目	数 值	材料状态
原子量	26.97	
20°C 时的密度 (g/cm^3)	2.7	
熔点 ($^{\circ}\text{C}$)	658.7	
熔化时体膨胀 (%)	6.5	
线 膨 胀 系 数 ($1/\text{K}$)	293~393K 时	23.8×10^{-6}
	493~593K 时	27.5×10^{-6}
	793~893K 时	33.5×10^{-6}
20°C 时的电阻率 ($\Omega \cdot \text{m}$)	$2.7 \times 10^{-8} \sim 3.0 \times 10^{-8}$	
电阻温度系数 ($1/^{\circ}\text{C}$)	0.004 2	
标准电极电位 (V)	-1.67	
弹性极限 ($9.8 \times 10^6 \text{Pa}$, kgf/mm^2)	3~4	退火的
屈服点 ($9.8 \times 10^6 \text{Pa}$, kgf/mm^2)	5~8	退火的
	12	变形的
20°C 时承受反复弯曲应力的疲劳极限 ($9.8 \times 10^6 \text{Pa}$, kgf/mm^2)	7.4	