

村镇常用建筑材料与施工便携手册

村镇电气安装工程

CUNZHEN DIANQI ANZHUANG GONGCHENG

栾海明 主编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

村镇常用建筑材料与施工便携手册

村镇电气安装工程

栾海明 主编

中国铁道出版社

2012年·北京

内 容 提 要

本书主要包括:常用材料及设备、架空线路及杆上配件设备安装、电缆线路敷设及母线加工、变(配)电装置安装、室内布线和接地装置、电气照明装置安装等。

本书简明扼要、查阅方便,具有很强的实用性,可作为村镇施工现场技术人员的指导用书。

图书在版编目(CIP)数据

村镇电气安装工程/栾海明主编. —北京:中国铁道出版社,2012. 12

(村镇常用建筑材料与施工便携手册)

ISBN 978-7-113-15607-7

I. ①村… II. ①栾… III. ①乡镇—电气设备—设备安装—技术手册 IV. ①TM05-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 258675 号

书 名: 村镇常用建筑材料与施工便携手册
村镇电气安装工程
作 者: 栾海明

策划编辑:江新锡 曹艳芳
责任编辑:曹艳芳 张荣君 电话:010-51873193
封面设计:郑春鹏
责任校对:胡明锋
责任印制:郭向伟

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街 8 号)

网 址:<http://www.tdpress.com>

印 刷:北京铭成印刷有限公司

版 次:2012 年 12 月第 1 版 2012 年 12 月第 1 次印刷

开 本:787mm×1092mm 1/16 印张:18.25 字数:459 千

书 号:ISBN 978-7-113-15607-7

定 价:44.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部联系调换。

电 话:市电(010)51873170,路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504,路电(021)73187

前 言

国家“十二五”规划提出改善农村生活条件之后,党和政府相继出台了一系列相关政策,强调“加强对农村建设工作的指导”,并要求发展资源型、生态型、城镇型新农村,这为我国村镇的发展指明了方向。同时,这也对村镇建设工作者及其管理工作提出了更高的要求。为了推进社会主义新农村建设,提高村镇建设的质量和效益,我们组织编写了《村镇常用建筑材料与施工便携手册》丛书。

本丛书依据“十二五”规划和《国务院关于推进社会主义新农村建设的若干意见》对建设社会主义新农村的部署与具体要求,结合我国村镇建设的现状,介绍了村镇建设的特点、基础知识,重点介绍了村镇住宅、村镇道路以及园林等方面的内容。编写本书的目的是为了向村镇建设的设计工作者、管理工作等提供一些专业方面的技术指导,扩展他们的有关知识,提高其专业技能,以适应我国村镇建设的不断发展,更好地推进村镇建设。

《村镇常用建筑材料与施工便携手册》丛书包括七分册,分别为:

《村镇建筑工程》;

《村镇电气安装工程》;

《村镇装饰装修工程》;

《村镇给水排水与采暖工程》;

《村镇道路工程》;

《村镇建筑节能工程》;

《村镇园林工程》。

本系列丛书主要针对村镇建设的园林规划,道路、给水排水和房屋施工与监督管理环节,系统地介绍和讲解了相关理论知识、科学方法及实践,尤其注重基础设施建设、新能源、新材料、新技术的推广与使用,生态环境的保护,村镇改造与规划建设的管理。

参加本丛书的编写人员有魏文彪、王林海、孙培祥、栾海明、孙占红、宋迎迎、张正南、武旭日、白宏海、孙欢欢、王双敏、王文慧、彭美丽、张婧芳、李仲杰、李芳芳、乔芳芳、张凌、蔡丹丹、许兴云、张亚等。在此一并表示感谢!

由于我们编写水平有限,书中的缺点在所难免,希望专家和读者给予指正。

编 者
2012 年 11 月

目 录

第一章 常用材料及设备	1
第一节 导电材料	1
第二节 绝缘材料	10
第三节 变压器	23
第四节 水泵	29
第五节 低压电器	34
第二章 架空线路及杆上配件设备安装	42
第一节 架空电杆安装	42
第二节 拉线安装	53
第三节 导线架设与连接	60
第四节 杆上配件设备的安装	75
第三章 电缆线路敷设及母线加工	80
第一节 电缆线路敷设的规定	80
第二节 电缆敷设施工	84
第三节 电缆保护管敷设	98
第四节 电缆排管敷设	101
第五节 电缆头制作	104
第六节 电线、电缆连接与接线	118
第七节 线路绝缘测试	123
第八节 母线加工	127
第九节 母线安装	131
第四章 变(配)电装置安装	146
第一节 电力变压器安装	146
第二节 配电装置安装	158
第三节 低压电气设备安装	169
第四节 电动机安装	179
第五章 室内布线和接地装置	199
第一节 室内布线基本要求	199

第二节	管线敷设·····	204
第三节	线槽布设·····	225
第四节	护套线的布线·····	231
第五节	槽板布线·····	234
第六节	钢索布线·····	239
第七节	普利卡金属套管布线·····	245
第八节	接地体及接地线安装·····	248
第九节	接地装置安装·····	256
第六章	电气照明装置安装·····	267
第一节	普通灯具安装·····	267
第二节	专用灯具安装·····	278
第三节	照明开关及插座安装·····	280
参考文献 ·····		286

第一章 常用材料及设备

第一节 导电材料

一、概 述

导电材料是用以导通和输送电流的介质,其内有大量的自由电子(或电子、离子)作为电流的载体,完成输送电流的使命,常用导体材料是金属材料,在一些特殊场合还使用电磁制品等作为导体材料。

导电材料分为一般导电材料(电线电缆)和特种导电材料。电线电缆专门用于传导电流,其品种很多。按照性能、结构、制造工艺及使用特点不同,一般分为裸导线和裸导体制品、电磁线、电气装备用电线电缆、电力电缆和通信电缆。注意产品型号中以“T”代表铜,以“L”代表铝,以“R”代表软,以“Y”代表硬。

二、导电材料的性能

导电材料包括固体、液体,在某些情况下也有气体。在常温时,金属材料(除汞外都是固体)是主要的导电材料。导电材料分为一般用途导电材料和特殊用途导电材料,其分类及用途见表 1-1。

表 1-1 导电金属主要特性和用途

名称	密度 (10^3 kg/m^3)	熔点 ($^{\circ}\text{C}$)	抗拉强度 (MPa)	电阻率 ($10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$)	电温系数 ($10^{-3}/^{\circ}\text{C}$)	主要特性	主要用途
银 Ag	10.49	961.0	160~180	1.59	4.1	有最好的导电性和导热性,抗氧化,易加工,易焊	航空导线、耐高温导线、射频电缆等导体和镀层
铜 Cu	8.96	1 084.9	200~220	1.72	3.93	有良好的导电性和导热性,耐腐蚀,易加工,易焊	各种电线电缆导体、母线和载流零件等
金 Au	19.30	1 064.4	130~140	2.40	3.40	有良好的导电性和导热性,抗氧化,易加工,易焊	电子材料等特殊用途
铝 Al	2.70	660.4	70~80	2.90	4.23	有良好的导电性和导热性,抗氧化,易加工,轻质	各种电线电缆导体、母线和载流零件等

续上表

名称	密度 (10^3 kg/m^3)	熔点 ($^{\circ}\text{C}$)	抗拉强度 (MPa)	电阻率 ($10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$)	电温系数 ($10^{-3}/^{\circ}\text{C}$)	主要特性	主要用途
钠 Na	0.97	92.8	—	4.6	5.40	比重特小,熔点低,活泼,易与水作用	应用在电光源上
钼 Mo	10.20	2 620 $\pm$ 10	70~1 000	5.7	3.30	强度硬度高,耐磨,熔点高,脆性大,高温易氧化,需要特殊加工	超高温导体、电焊机电极
钨 W	19.30	2 410 $\pm$ 10	1 000~1 200	5.3	4.50	强度硬度高,耐磨,熔点高,脆性大,高温易氧化,需要特殊加工	电光源灯丝,电焊机电极,电子管灯丝、电极等
锌 Zn	7.14	419.6	110~150	6.10	3.79	抗氧化,耐腐蚀	导体保护层和干电池阴极等
镍 Ni	8.90	1 453	400~500	6.84	6.0	抗氧化,高温强度高,耐辐射	高温导体保护层等特殊导体、电子管电极等
铁 Fe	7.86	1 538	250~330	9.78	5.0	机械强度高,压力加工电阻率较高,交流损耗大,易腐蚀	功率不大的广播线、电话线、爆破导线等
铂 Pt	21.45	1 770	140~160	9.85	3.9	抗氧化,抗化学耐腐蚀性好,易加工	精密电表和电子仪器的零件等
锡 Sn	7.30	232.0	15~27	12.6	4.2	塑性好,耐腐蚀,强度低	导体保护层、焊料熔丝
铅 Pb	11.34	327.5	10~30	21.9	3.90	塑性好,耐腐蚀,强度低,比重大,熔点低	熔丝、蓄电池极板、电缆保护层等
汞 Hg	13.55	-38.8	—	95.8	0.89	液体,沸点为 357°C ,加热易氧化,蒸汽对人有害	水银整流器、水银灯和水银开关等

三、电线与电缆

电线与电缆品种很多,按照性能、结构、制造工艺及使用特点,可分为电气装备用电线电缆、电磁线、裸导线和裸导体制品、电力电缆和通信电线电缆。

制造电线与电缆的主要导电材料是铜和铝。铜的导电性能、机械强度均优于铝;但铝的密度小、重量轻、价格便宜。所以在架空、照明线等领域,铝成为铜的最好代用品。由于铝焊接困难,质硬塑性差,因而在维修电工中广泛应用的仍是铜导线。

1. 一般用途铜铝导体性能

一般用途铜铝导体性能比较如下:

- (1)电导率,铝约为铜的 61%。
- (2)密度,铝约为铜的 30%。
- (3)机械强度,铝约为铜的 50%。
- (4)比强度(抗拉强度/密度),铝约为铜的 130%。
- (5)在单位长度电阻相同情况下,其重量铝约为铜的 50%。
- (6)电阻随温度的变化,铝的电阻温度系数略大于铜,约为铜的 107%。
- (7)可焊接性,铝比铜差。
- (8)价格,铝资源丰富,其价格比铜低。

2. 不同温度下铜、铝导体的电阻率和电导率

不同温度下铜、铝导体的电阻率和电导率见表 1-2。

表 1-2 铜铝导体在不同温度下的电阻率和电导率

温度(°C)	电阻率($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)		电导率(S/m)	
	铜	铝	铜	铝
0	0.015 8	0.026 1	109	66
10	0.016 5	0.027 2	104	63
20	0.017 2	0.028 2	100	61
30	0.017 8	0.029 4	97	59
35	0.018 5	0.030 0	93	57
40	0.018 8	0.030 5	91	56
50	0.019 2	0.031 6	90	54
60	0.020 0	0.032 7	86	53
70	0.020 6	0.033 8	83	51
75	0.021 2	0.034 3	81	56
80	0.021 6	0.034 9	80	49
90	0.021 9	0.036 0	79	48
100	0.022 6	0.037 1	76	46

四、电磁线

电磁线的概念、用途及分类见表 1-3。

表 1-3 电磁线的概念、用途及分类

项 目	内 容
概念	电磁线又称为绕组线,它是以绕组形式在磁场中切割磁力线而产生感应电动势或者通以电流产生磁场,是专门用于实现电能和磁能相互转换场合并有绝缘层的导线
用途	电磁线常用于制造电机、变压器、各种电器的线圈
分类	电磁线按照绝缘层特点和用途可分为漆包线、绕包线、无机绝缘线和特种电磁线。其中漆包线由导电线芯和绝缘层组成,漆包线的绝缘层是将绝缘漆均匀涂覆在导电线芯上,经过烘干而形成的漆膜。常用漆包线的类别、型号、主要用途及优缺点,见表 1-4。绕包线是指导电线芯或漆包线上利用天然丝、玻璃丝、绝缘纸或合成树脂等进行紧密绕包,形成绝缘层,部分绕包线在绕包好后再经过浸渍(或胶)的处理,构成组合绝缘的电磁线。绕包线的主要品种、特点和主要用途见表 1-5

表 1-4 常用漆包线的类别、型号、主要用途及优缺点

类别	型号	耐温等级(℃)	优点	缺点	主要用途
油性漆包线	Q	A(105)	漆膜均匀;介质损耗角小	耐刮性差;耐溶剂性差	中、高频线圈及仪表电器的线圈
缩醛漆包线	QQ-1 QQ-2 QQ-3 QQL-1 QQL-2 QQS-1 QQS-2 QQB-1 QQLB	E(120)	耐冲击性好;耐刮性好;水解性能良好	卷绕时漆膜易产生裂纹	普通中小电机、微电机绕组和油浸变压器的线圈、电器仪表用线圈
聚氨酯漆包线	QA-1 QA-2 QA-3	E(120)	在高频条件下介质损耗角小;可以直接焊接;着色性好,可制不同颜色线	过载性能差;热冲击及耐刮性能较差	要求 Q 值稳定的高频线圈,电视线圈和仪表的微细线圈
聚酯漆包线	QZ-1 QZ(G)-1 QZ-2 QZ(G)-2 QZL-1 QZL-2 QZB QZLB	B(130) 其中 QZ(G)、 QZB 型 为 F(155)	在干燥和潮湿条件下,耐电压击穿性能好;软化击穿性能好;热冲击性较好	耐水解性差;与聚氯乙烯氯丁橡胶等含氯高分子化合物不相溶	通用中小电机的绕组、干式变压器和电器仪表的线圈

续上表

类别	型号	耐温等级(℃)	优点	缺点	主要用途
聚酰亚胺漆包线	QY-1 QY-2 QYB-1 QYB-2	220	漆膜耐热性最好;软化击穿和热击穿性好,能承受短期过载负荷;耐低温耐辐射,耐溶剂及化学药品腐蚀性好	耐刮性差,耐碱性差;在含水密封系统中容易水解;漆膜受卷绕时,应力容易产生裂纹	耐高温电机、干式变压器、密封式继电器及电子元件

表 1-5 常用绕包线的主要品种、特点和主要用途

类别	产品名称	型号	特点			主要用途
			耐热等级(℃)	优点	局限性	
玻璃丝包线及玻璃丝包漆包线	双玻璃丝包圆铜线 双玻璃丝包圆铝线 双玻璃包扁铜线 双玻璃包扁铝线 单玻璃丝包聚酯漆包扁铜(铝)线 单玻璃丝包聚酯漆包圆铜线 双玻璃丝包聚酯漆包扁铜(铝)线	SBEC SBELC SBECB SBELCB QZSBCB QZSBLCB QZSBC QZSBECB QZSBELCB	B(130)	过负载性优;耐电晕性优;玻璃丝包漆包线的耐潮性好	弯曲性较差;耐潮性较差	作发电机,大、中型电动机,牵引电机,干式变压器中的绕组
	单玻璃丝包缩醛漆包圆铜线	QQSBC	E(120)	过负载性优;耐电晕耐潮	弯曲性较差	
	双玻璃丝包聚酯亚胺漆包扁铜线 单玻璃丝包聚酯亚胺漆包扁铜线	QZYSBEFB QZYSBFB	F(155)	过负载性优;耐电晕性优;耐潮性优	弯曲性较差	
	硅有机漆双玻璃丝包圆铜线 硅有机漆双玻璃丝包扁铜线	SBEG SBEGB	H(180)	过负载性优;耐电晕性优;硅有机漆浸渍改进了耐水耐潮性能	弯曲性较差;硅有机漆浸渍黏合能力较差;绝缘层的机械强度较差	
	双玻璃丝包聚酯亚胺漆包扁铜线 单玻璃丝包聚酯亚胺漆包扁铜线	QYSBEGB QYSBGB	H(180)	过负载性优;耐电晕性优;耐潮性优	弯曲性较差	

续上表

类别	产品名称	型号	特点			主要用途
			耐热等级(℃)	优点	局限性	
纸包线	纸包圆铜(铝)线 纸包扁铜(铝)线	Z(ZL) ZB(ZLB)	A(105)指在油中或浸渍处理后	耐电压击穿性优;价格便宜	绝缘容易破坏	作油浸电力变压器中的线圈
丝包线及丝包漆包线圆铜线	双丝包 单丝包油性漆包 单丝包聚酯漆包 双丝包油性漆包 双丝包聚酯漆包	SE SQ SQZ SEQ SEQZ	A(105)指在油中或浸渍处理后	绝缘层的机械强度较好;油性漆包线的介质损耗角正切值小;丝包漆包线的电性能优	如果不浸渍,丝包线的耐潮性差	用于仪表、电信设备的线圈和探矿电缆线芯

五、熔体材料

1. 纯金属熔体材料

最常用的纯金属熔体材料为银、铜、铝、锡、铅和锌等,在特殊场合也可采用其他金属作熔体。

银具有优良的导热、导电性能,其导电性能在接近氧化的高温下亦不显著降低;耐腐蚀性好,与填料的相容性好;富于延性,能制成各种精确尺寸和复杂外形的熔体;焊接性好;在受热过程中,能与其他金属形成共晶而不致损害其稳定性等。

铜有良好的导电、导热性能,机械强度高;但在温度较高时易氧化,故其熔断特性不够稳定;铜质熔体熔化时间短,金属蒸气少,有利于灭弧。铜宜作精度要求较低的熔体。

2. 低熔点合金熔体材料

低熔点合金熔体材料通常由不同成分的铋、镉、锡、铅、锑、钢等组成,熔点一般为 20℃~200℃,具体内容见表 1-6。它们具有对温度反应敏感的特性,故可用来制成温度熔断器的熔体,广泛用于保护电炉、电热器等电热设备的过热。

表 1-6 低熔点合金的成分(质量分数)和熔点

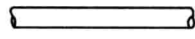
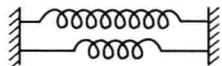
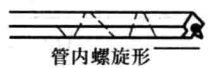
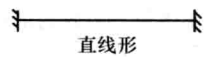
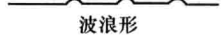
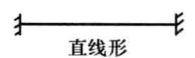
化学成分(%)					熔点(℃)
Bi	Pb	Sn	Cd	其他	
20	20	—	—	Hg 60	20
45	23	8	5	In 19	47
49	18	12	—	In 21	57
50	27	13	10	—	70
52	40	—	8	—	92
53	32	15	—	—	96
54	26	—	20	—	103

续上表

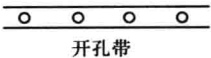
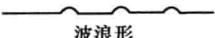
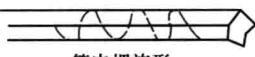
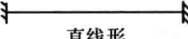
化学成分(%)					熔点(℃)
Bi	Pb	Sn	Cd	其他	
55.5	44.5	—	—	—	124
56	—	40	—	Zn 4	130
29	43	28	—	—	132
57	—	43	—	—	138
—	32	50	18	—	145
50	50	—	—	—	160
15	41	44	—	—	164
33	—	67	—	—	166
—	—	67	33	—	177
—	38	62	—	—	183
20	—	80	—	—	200

熔体的熔断特性除与选用材料直接有关外,还与熔体的外形、尺寸、安装方式及其他影响其散热的因素有密切关系。表 1-7 为熔体元件的各种外形、结构和使用寿命的关系。

表 1-7 熔体元件的形状、结构和寿命的关系

熔体元件的形状		熔体元件结构	寿命	说明
线带	 梯形线  均匀直线	 卷线形	长	元件无缺口,无应力集中,是最理想的形状。卷线结构,只需要细小的变形,就可吸收很大的伸长。 直线形结构,需要很大的变形,才能吸收伸长
		 管内螺旋形	中	
		 直线形	短	
	 缺口经	 波浪形	短	元件带缺口,产生应力集中
	 带缺口和开孔的带	 管内螺旋形	中	元件带缺口,有应力集中,但元件自身产生的变形,即可少量吸收伸长
		 直线形	短	

续上表

熔体元件的形状		熔体元件结构	寿命	说明
线带	 开孔带	 波浪形	中	元件带缺口,有应力集中。伸长的吸收集集中于缺口部分。根据元件的结构,缺口部的变形有大有小。元件形状以直线形寿命最差
		 锯齿形	中	
		 管内螺旋形	短	
		 直线形	极短	

六、热双金属元件

热双金属元件是由两种热膨胀系数相差悬殊的金属复合而成的。这两种金属分别称之为主动层和被动层。主动层的线膨胀系数为 $(17\sim 27)\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$,被动层金属的线膨胀系数为 $(2.6\sim 9.7)\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 。当电流流过热双金属元件或将热双金属元件放置在电器的某一部位,温度升高后,双金属元件因膨胀系数不同而弯曲变形,从而产生一个推力,使与之相连的触头改变通断状态。热双金属元件结构简单,动作可靠,广泛应用于电气控制和电动机的过载保护。

1. 分类及用途

热双金属元件的分类及用途见表 1-8。

表 1-8 常用热双金属的种类及用途

类 型	特点及用途
通用型	适用于多种用途和中等使用温度范围的品种,有较高的灵敏度和强度
高温型	适用于 300°C 以上的温度下工作。有较高的强度和良好的抗氧化性能,其灵敏度较低
低温型	适用于 0°C 以下温度工作。性能要求与通用型相近
高灵敏型	具有高灵敏度、高电阻等特性,但其耐腐蚀性较差
电阻型	在其他性能基本不变的情况下,有高低不同的电阻率可供选用。适用于各种小型化、标准化的电器保护装置
耐腐蚀型	有良好的耐腐蚀性。适合于腐蚀性介质中使用。性能要求与通用型相近
特殊型	具体各种特殊性能

2. 技术数据

(1)通用型热双金属元件主要技术数据见表 1-9。

表 1-9 通用型热双金属元件主要技术数据

型号	旧型号	电阻率 ($\mu\Omega \cdot \text{cm}$) ($20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$)	比弯曲 ($10^{-6}/^\circ\text{C}$) (室温 $\sim +150^\circ\text{C}$)	线性温 度范围 ($^\circ\text{C}$)	允许使用 温度范围 ($^\circ\text{C}$)
5J1306A 5J1306B	R _s	6% $\pm$ 10% 6% $\pm$ 10%	13.8% $\pm$ 5% 13.5% $\pm$ 5%	-20 $\sim$ 150 -20 $\sim$ 150	-70 $\sim$ 200 -70 $\sim$ 200
5J1411A 5J1411B	R ₈ , R ₉ R ₁₀ , R ₁₂	11% $\pm$ 10% 11% $\pm$ 10%	14.9% $\pm$ 5% 14.2% $\pm$ 5%	-20 $\sim$ 150 -20 $\sim$ 150	-70 $\sim$ 200 -70 $\sim$ 200
5J1417A 5J1417B	—	17% $\pm$ 10% 17% $\pm$ 10%	14.9% $\pm$ 5% 14.2% $\pm$ 5%	-20 $\sim$ 150 -20 $\sim$ 150	-70 $\sim$ 200 -70 $\sim$ 200
5J1220A 5J1220B	R ₂₀	20% $\pm$ 8% 20% $\pm$ 8%	12.3% $\pm$ 5% 12.0% $\pm$ 5%	-20 $\sim$ 150 -20 $\sim$ 150	-70 $\sim$ 200 -70 $\sim$ 200
5J1325A 5J1325B	R ₂₅	25% $\pm$ 8% 25% $\pm$ 8%	13.9% $\pm$ 5% 13.5% $\pm$ 5%	-20 $\sim$ 150 -20 $\sim$ 150	-70 $\sim$ 200 -70 $\sim$ 200
5J1430A 5J1430B 5J1435A 5J1435B 5J1440A 5J1440B	R ₃₃	30% $\pm$ 7% 30% $\pm$ 7% 35% $\pm$ 7% 35% $\pm$ 7% 40% $\pm$ 7% 40% $\pm$ 7%	14.8% $\pm$ 5% 14.0% $\pm$ 5% 14.8% $\pm$ 5% 14.0% $\pm$ 5% 14.8% $\pm$ 5% 14.0% $\pm$ 5%	-20 $\sim$ 150 -20 $\sim$ 150 -20 $\sim$ 150 -20 $\sim$ 150 -20 $\sim$ 150 -20 $\sim$ 150	-70 $\sim$ 200 -70 $\sim$ 200 -70 $\sim$ 200 -70 $\sim$ 200 -70 $\sim$ 200 -70 $\sim$ 200
5J1455A 5J1455B	R ₅₂	55% $\pm$ 7% 55% $\pm$ 7%	14.9% $\pm$ 5% 14.1% $\pm$ 5%	-20 $\sim$ 150 -20 $\sim$ 150	-70 $\sim$ 200 -70 $\sim$ 200
5J14140	R ₁₄₁	140% $\pm$ 7%	14.5% $\pm$ 5%	-20 $\sim$ 150	-70 $\sim$ 200

(2)高灵敏型热双金属元件主要技术数据见表 1-10。

表 1-10 高灵敏型热双金属元件主要技术数据

型号	旧型号	电阻率 ($\mu\Omega \cdot \text{cm}$) ($20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$)	比弯曲 ($10^{-6}/^\circ\text{C}$) (室温 $\sim +150^\circ\text{C}$)	线性温 度范围 ($^\circ\text{C}$)	允许使用 温度范围 ($^\circ\text{C}$)
5J20110	5J11	110% $\pm$ 5%	20.5% $\pm$ 5%	-20 $\sim$ 150	-70 $\sim$ 200
5J1378	5J18	78% $\pm$ 5%	13.8% $\pm$ 5%	-20 $\sim$ 180	-70 $\sim$ 350
5J1480	5J18	80% $\pm$ 5%	14.0% $\pm$ 5%	-20 $\sim$ 180	-70 $\sim$ 350
5J1070	5J23	70% $\pm$ 5%	10.6% $\pm$ 10%	20 $\sim$ 350	-70 $\sim$ 500
5J0756	5J25	56% $\pm$ 5%	7.5% $\pm$ 10%	0 $\sim$ 400	-70 $\sim$ 500

第二节 绝缘材料

一、绝缘材料的分类及特点

绝缘材料的种类很多,有气体绝缘材料、液体绝缘材料和固体绝缘材料。常用绝缘材料的分类及特点见表 1-11。

表 1-11 绝缘材料的分类及特点

序 号	类 别	主要品种	特点及用途
1	气体绝缘材料	空气、氮、氢、二氧化碳、六氟化硫、氟利昂	常温、常压下的干燥空气,环绕导体周围,具有良好的绝缘性和散热性。 用于高压电器中的特种气体具有高的电离场强和击穿场强,击穿后能迅速恢复绝缘性能,不燃、不爆、不老化、无腐蚀性,导热性好
2	液体绝缘材料	矿物油、合成油、精制蓖麻油	电气性能好,闪点高,凝固点低,性能稳定,无腐蚀性。主要用作变压器、油开关、电容器、电缆的绝缘、冷却、浸渍和填充
3	绝缘纤维制品	绝缘纸、纸板、纸管、纤维织物	经浸渍处理后,吸湿性小,耐热、耐腐蚀,柔性强,抗拉强度高。主要用作电缆、电机绕组等的绝缘
4	绝缘漆、胶、熔敷粉末	绝缘漆、环氧树脂、沥青胶、熔敷粉末	以高分子聚合物为基础,能在一定条件下固化成绝缘膜或绝缘整体,起绝缘与保护作用
5	浸渍纤维制品	漆布、漆绸、漆管和绑扎带	以绝缘纤维制品为底料,浸以绝缘漆,具有一定的机械强度、良好的电气性能,耐潮性、柔软性好。主要用作电机、电器的绝缘衬垫,或线圈、导线的绝缘与固定
6	绝缘云母制品	天然云母、合成云母、粉云母	电气性能、耐热性、防潮性、耐腐蚀性良好。主要用于电机、电器主绝缘和电热电器绝缘
7	绝缘薄膜、粘带	塑料薄膜、复合制品、绝缘胶带	厚度薄(0.006~0.5 mm),柔软,电气性能好,用于绕组电线绝缘和包扎固定
8	绝缘层压制品	层压板、层压管	由纸或布作底料,浸或涂以不同的胶黏剂,经热压或卷制成层状结构,由气性能良好,耐热,耐油,便于加工成特殊形状,广泛用作电气绝缘构件
9	电工用塑料	酚醛塑料、聚乙烯塑料	由合成树脂、填料和各种添加剂配合后,在一定温度、压力下,加工成各种形状,具有良好的电气性能和耐腐蚀性,可用作绝缘构件和电缆护层

序 号	类 别	主要品种	特点及用途
10	电工用橡胶	天然橡胶、合成橡胶	电气绝缘性好,柔软,强度较高。主要用作电线、电缆绝缘和绝缘构件

二、绝缘材料的性能

1. 绝缘材料的基本电气性能

绝缘材料的基本电气性能就是其绝缘性。反映绝缘性的主要特性参数是泄漏电流、电阻率、绝缘电阻、介质损耗角、击穿强度等。具体内容见表 1-12。

表 1-12 绝缘材料的基本电气性能

项 目	内 容
泄漏电流	在绝缘材料两端加一直流电压后,会有一定的电流流过绝缘体。这一电流主要由瞬时充电电流、吸收电流和漏电电流组成。 漏电电流又称泄漏电流,其大小反映了材料的绝缘性,数值越小,绝缘性越好,一般为微安级
表面电阻率和体积电阻率	在绝缘材料两端所加直流电场强度与泄漏电流之间应符合欧姆定律所揭示的关系,即 $\rho = E/j$ 式中 E——直流电场强度(V/mm); j——泄漏电流密度(A/mm²); ρ——电阻率。 在固体绝缘材料中,漏电电流分为表面电流和体积电流两部分,其电阻率也相应分为两部分: 表征材料表面的绝缘特性,称为表面电阻率,符号为 ρ_s,单位为 $\Omega \cdot \text{cm}$; 表征材料内部的绝缘特性,称为体积电阻率,符号为 ρ_v,单位为 $\Omega \cdot \text{cm}$。绝缘材料的体积电阻率一般大于 $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$
绝缘电阻和吸收比	绝缘材料两端所加直流电压 U 和泄漏电流 I 之比,称为绝缘电阻(R),单位为兆欧(MΩ)。 $R = U/I$ 为了消除充电电流和吸收电流的影响,应读取加入直流电压一定时间以后的数值。绝缘电阻通常采用兆欧表测量。 由于充电电流和吸收电流的影响,其绝缘电阻是变化的(导体的直流电阻是不变的)。良好的绝缘,其绝缘电阻应越来越高。绝缘性能用吸收比来表示。 $K_a = R_{60}/R_{15}$ 式中 K_a——吸收比,其值越大,绝缘越好,一般应大于 1.3; R_{60}——加上直流电压后 60 s 的电阻值(Ω); R_{15}——加上直流电压后 15 s 的电阻值(Ω)。 在通常情况下,绝缘电阻随温度升高而减小,吸收比亦有一定变化
介质损耗角正切值 $\tan$	当在绝缘材料两端加一交流电压 U 后,充电电流和吸收电流的一部分为无功电容电流,而泄漏电流主要为有功电流(电阻电流),两者的比值为: $\tan\delta = I_R/I_C$