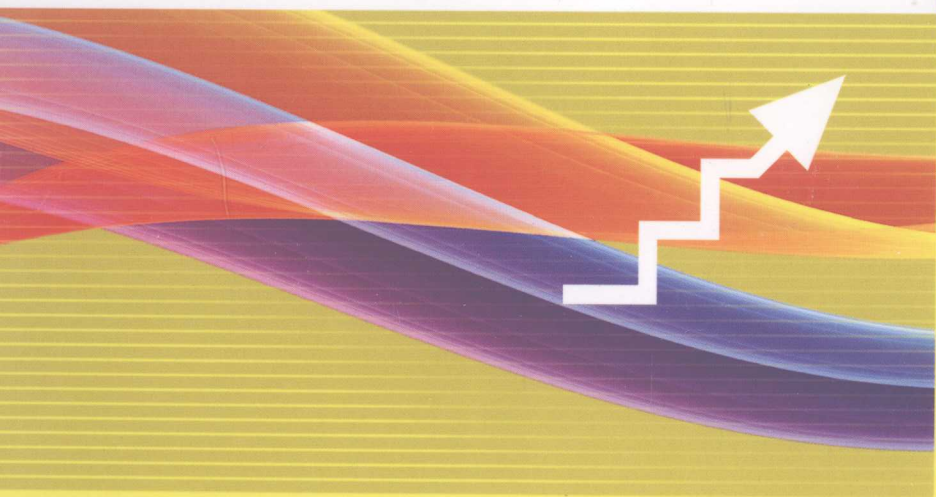


◎ 冯 静 主编 郑凤翼 副主编

简明电工手册



简明电工手册

冯 静 主 编

郑凤翼 副主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本手册为实用电工技能类图书,主要讲述常用电工材料、常用电工仪表及测量、常用低压电器与异步电动机及其控制电路、电力网、室内外配线、电气照明、节电降损、安全用电等内容。

本手册可供从事电气设计、相关工程技术人员及爱好者阅读。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

简明电工手册/冯静主编. —北京:电子工业出版社,2009.5
ISBN 978-7-121-08249-8

I. 简… II. 冯… III. 电工-技术手册 IV. TM-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 016287 号

策划编辑:富 军

责任编辑:毕军志

印 刷:涿州市京南印刷厂

装 订:涿州市桃园装订有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:880×1230 1/32 印张:12.375 字数:466.5 千字

印 次:2009 年 5 月第 1 次印刷

印 数:4000 册 定价:35.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前 言

本手册共分 8 章, 内容包括常用电工材料、常用电工仪表及测量、常用低压电器与异步电动机及其控制电路、电力网(电力系统和电力网的基础知识, 高压电器、电力变压器、变电所、低压配电装置、导线截面积的选择)、室内外配线、电气照明、节电降损及安全用电等。

本手册的特点是内容简洁、精练, 重点突出, 把握整体, 阐明概念, 实用性强。

本手册是工矿企业、乡镇企业及机关企事业单位的电工及电气技术人员的必备工具书, 亦可作为广大市民的家用必备图书。

全书由冯静任主编, 郑凤翼任副主编, 同时参加编写工作的还有张东暖、张思友、张志新、杨洪海、敖秋伦、刘纯、陆军、范荣、关永辉同志。

由于编者水平有限, 不足之处在所难免, 敬请读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 常用电工材料	1
1.1 绝缘材料	1
1.1.1 绝缘材料的分类及性能	1
1.1.2 绝缘材料的耐热等级	5
1.2 电线	6
1.2.1 常用导电材料	6
1.2.2 常用电线	8
1.2.3 电磁线	10
1.3 电缆	18
1.3.1 电缆的种类	19
1.3.2 电缆的型号	21
1.3.3 电缆的指标	22
1.3.4 电缆外护层	23
1.3.5 电缆类型的选择	25
1.3.6 电缆的长度	27
1.4 母线	27
1.4.1 母线介绍	27
1.4.2 母线的施工	29
1.4.3 特殊母线安装	33
第 2 章 常用电工仪表及测量	35
2.1 电工仪表的分类及工作原理	35
2.1.1 电工仪表的分类	35
2.1.2 指示式仪表的误差与准确度	36
2.1.3 电工仪表的工作原理	39

2.2	电工仪表的表面标志及选择	43
2.2.1	电工仪表的表面标志	43
2.2.2	常用电工仪表的选择	45
2.3	电流表及电流的测量	47
2.3.1	直流电流的测量	48
2.3.2	交流电流的测量	48
2.3.3	电流表的内阻	49
2.3.4	钳形电流表	50
2.4	电压表及电压的测量	51
2.4.1	电压表	51
2.4.2	电压的测量	51
2.4.3	电压表的内阻	53
2.5	电能表及电能的测量	53
2.5.1	电能表	53
2.5.2	电能的测量	54
2.5.3	电能表使用注意事项	58
2.6	兆欧表及绝缘电阻的测量	59
2.6.1	兆欧表结构和工作原理	59
2.6.2	兆欧表的选择	60
2.6.3	兆欧表的正确使用	60
2.7	万用表及其使用	63
2.7.1	万用表的结构和工作原理	63
2.7.2	磁电式万用表	64
2.7.3	万用表使用的注意事项	67
2.7.4	数字式万用表及其使用	68
第3章	常用低压电器与异步电动机及其控制电路	71
3.1	常用低压电器	71
3.1.1	低压刀开关、刀熔开关和负荷开关	71
3.1.2	低压熔断器	72
3.1.3	交流接触器	79
3.1.4	低压断路器	85
3.1.5	继电器	94
3.1.6	主令电器	109

3.2	三相异步电动机	114
3.2.1	三相异步电动机的构造	114
3.2.2	三相异步电动机的工作原理	116
3.2.3	异步电动机的铭牌	119
3.2.4	三相异步电动机的使用——启动、反转、调速、制动	122
3.2.5	三相异步电动机的选择、使用与维护	126
3.2.6	三相异步电动机改为单相使用时的接线	129
3.3	单相异步电动机	131
3.3.1	单相异步电动机的结构和工作特点	131
3.3.2	电容分相单相异步电动机	132
3.3.3	罩极式单相异步电动机	133
3.3.4	单相异步电动机的调速、反转和使用	134
3.4	继电—接触器控制电路基本环节	136
3.4.1	电气图	136
3.4.2	三相笼型感应电动机直接启动控制电路	140
3.4.3	三相笼型感应电动机星形—三角形($Y-\Delta$)减压启动 控制电路	146

第4章 电力网 149

4.1	电力系统和电力网的基础知识	149
4.1.1	电力的生产、输送过程和电力生产的特点	149
4.1.2	电力系统和电力网	151
4.1.3	电力线路和电力网的分类	151
4.2	电力系统的中性点运行方式	153
4.2.1	概述	153
4.2.2	低压配电系统的保护接地形式	154
4.2.3	中性点不接地的电力系统	155
4.2.4	中性点经消弧线圈接地的电力系统	157
4.2.5	中性点直接接地的电力系统	157
4.3	高压电器	158
4.3.1	高压熔断器	158
4.3.2	高压隔离开关	160
4.3.3	高压负荷开关	161
4.3.4	高压断路器	161
4.3.5	互感器	163

4.3.6	高压开关柜	167
4.4	电力变压器	169
4.4.1	电力变压器的分类	169
4.4.2	电力变压器的构造	170
4.4.3	变压器的型号	171
4.4.4	变压器的功能与容量	174
4.4.5	电力变压器的过负荷能力	174
4.4.6	变压器的连接组别	175
4.5	变电所的主结线方案	176
4.5.1	概述	176
4.5.2	主结线方案的设计原则	176
4.5.3	总降压变电所常用的主结线方案	177
4.5.4	无总变配电所的降压变电所常见的主结线方案	183
4.5.5	变电所典型主结线举例	186
4.6	变(配)电所的结构与布置	190
4.6.1	变(配)电所的总体布置	190
4.6.2	变(配)电所的结构	193
4.7	电力线路的结线方式	196
4.7.1	高压线路的结线方式	197
4.7.2	低压线路的结线方式	199
4.8	低压配电装置	201
4.8.1	低压配电装置的分类	201
4.8.2	常用成套低压配电装置	202
4.8.3	低压电力网的配电方式	206
4.9	供电系统的继电保护	208
4.9.1	继电保护装置的任务和要求	208
4.9.2	高压线路的继电保护	209
4.9.3	电力变压器的继电保护	217
4.9.4	断路器的控制回路和信号系统	225
4.9.5	绝缘监察装置和测量仪表	229
4.9.6	供电系统二次回路结线图	232
4.10	导线截面积的选择	235
4.10.1	按机械强度选择的方法	235
4.10.2	按导线安全载流量选择截面积	236
4.10.3	按允许电压降选择导线截面积	242

4. 10. 4	电缆的截面选择要点	243
第 5 章	室内外配线	247
5. 1	架空配电线路	247
5. 1. 1	架空配电线路的组成	247
5. 1. 2	架空线路的一般要求	252
5. 2	电缆的敷设	253
5. 2. 1	敷设方式的选择	253
5. 2. 2	电缆的沟内及隧道内敷设	256
5. 2. 3	水下电缆的敷设	257
5. 2. 4	桥梁上电缆的敷设	258
5. 2. 5	架空电缆及其敷设	259
5. 2. 6	保护管敷设	260
5. 2. 7	电气竖井设备安装	261
5. 2. 8	电缆安装工程一般要求	263
5. 2. 9	电缆的屏蔽	267
5. 2. 10	电缆故障与检测	270
5. 3	室内配电线路	273
5. 3. 1	一般规定	273
5. 3. 2	室内管线设计要点	273
5. 3. 3	保护电器的装设位置	275
5. 4	室内布线施工	276
5. 4. 1	室内布线敷设方式	276
5. 4. 2	线夹和绝缘子布线	277
5. 4. 3	直敷布线	278
5. 4. 4	导线穿金属管敷设	279
5. 4. 5	硬质塑料管布线	280
5. 4. 6	管道配线	282
5. 4. 7	钢索布线	282
5. 4. 8	裸导体布线	283
第 6 章	电气照明	285
6. 1	常用的电光源和灯具	285
6. 1. 1	常用的电光源	285
6. 1. 2	照明光源的选择	293

6.1.3	照明灯具与照明装置	297
6.2	照明供电系统	301
6.2.1	照明线路概况	301
6.2.2	电压和供电方式的选择	302
6.2.3	照明配电网络	308
6.2.4	照明线路导线截面积的选择	311
6.2.5	照明线路的保护	311
6.2.6	开关插座线路	312
第7章	节电降损	315
7.1	节电降损简述	315
7.2	供配电损耗及降损措施	318
7.2.1	供配电损耗的分类	318
7.2.2	降低线路和变压器损耗的技术措施	319
7.3	典型用电设备的损耗及降损措施	321
7.3.1	电动机节电降损	321
7.3.2	泵与风机的节电降损	325
7.3.3	电气照明的节电降损	328
7.3.4	应用电力电子技术节电	329
7.3.5	蓄冷节电技术	330
7.3.6	余能回收发电技术	331
7.4	无功功率的人工补偿	332
7.4.1	并联电容器的结线	332
7.4.2	并联电容器的装设位置	333
7.4.3	并联电容器的控制	335
7.4.4	并联电容器的保护	340
7.4.5	并联电容器的运行维护	341
第8章	安全用电	342
8.1	电流对人体的影响	342
8.2	人身触电的形式	344
8.2.1	直接接触触电	344
8.2.2	间接接触触电	346
8.2.3	感应电压触电	348
8.2.4	剩余电荷触电	348

8.2.5	静电触电	348
8.3	触电防护技术	349
8.3.1	人身触电事故的基本因素	349
8.3.2	直接接触触电的防护	349
8.3.3	间接接触触电的防护	351
8.4	接地、接零与接地装置	352
8.4.1	几个基本概念	352
8.4.2	接地与接零	354
8.4.3	接地装置的安装	360
8.5	触电急救	365
8.5.1	人体触电时的临床表现	365
8.5.2	触电时的现场急救	365
8.6	防雷保护、静电保护和电气火灾防护	369
8.6.1	防雷保护	369
8.6.2	静电防护	372
8.6.3	电气火灾的防护及急救常识	374
8.7	漏电保护技术	374
8.7.1	安装漏电开关的目的要求	374
8.7.2	漏电开关的种类及工作原理	375
8.7.3	民用电气线路中应装设漏电保护器的位置	378
8.7.4	TN、TT 系统中漏电保护器的应用原则	378
8.8	电工安全操作规程	379

第1章

常用电工材料



1.1 绝缘材料

1.1.1 绝缘材料的分类及性能

绝缘材料也称电介质,它们的品种繁多,按物态可分为气体、液体和固体绝缘材料。固体绝缘材料的品种更多,常用的有绝缘漆、纸、纸板及纤维制品、漆布、漆管和绑扎带等绝缘纤维浸渍制品、云母制品、塑料、橡胶、玻璃和电工陶瓷等。

1. 气体电介质

空气、氢、氮、二氧化碳、六氟化硫,以及甲烷等都是良好的气体绝缘材料。

气体电介质由于密度小,具有一系列不同于液体和固体绝缘材料的特性,例如,介电常数很低,电阻率很高,介质损耗极小,击穿后能够自动恢复和不存在老化变质等。因此,在电气设备中,气体经常用做绝缘材料,它除了起绝缘作用外,在某些场合还具有灭弧、冷却和保护等作用。

2. 液体电介质

变压器油、开关油、电容器油、电缆油等矿物油,十二烷基苯、聚异丁烯、硅油和三氯联苯等合成油以及蓖麻油等,都是优良的液体绝缘材料。

在电气设备中能起到绝缘、浸渍、传热和灭弧作用,并且在常温下为液态的电介质叫做液体电介质,简称液体介质,一般称为绝缘油或绝缘液体。

液体电介质主要用在变压器、油开关、电容器和电缆等电气设备中。通过液体介质的浸渍和填充,消除了空气和气隙,从而提高了绝缘介质的绝缘强度,改善了设备的散热条件,还能起到灭弧作用。

3. 绝缘纸

绝缘纸是由植物纤维、矿物纤维、合成纤维或这些纤维的混合物,通过水、空气或其他流体将纤维沉积后,经造纸机形成薄页状材质,标重小于 225 g/m^2 的称为纸,标重大于 225 g/m^2 的称为纸板。

绝缘纸与其他绝缘材料相比,主要特点是价格低廉,物理性能、化学性能、电气性能、耐老化等综合性能良好。绝缘纸可分为植物纤维纸和合成纤维纸两大类。电话纸、电缆纸和电容器纸都属于植物纤维纸。合成纤维纸按其类别可分为聚酯纤维纸、芳香族聚酰胺纤维纸、芳香聚砜酰胺纤维纸和聚恶二唑纤维纸等。

4. 绝缘漆、胶及熔敷粉末

绝缘漆(又称电工绝缘漆)是一种涂料,是涂于电动机、电器、仪表等组件上,经固化后可提供介电、机械和保护等性能的一种液体树脂体系。它是由合成树脂或天然树脂等漆基(即成膜物质)及某些辅助材料组成的。其中,辅助材料有溶剂、稀释剂、填料和颜料等。

漆基在常温下是黏度很大的液体或固体。溶剂和稀释剂用来溶解漆基,调节漆的黏度和固体含量的比例,但在漆的成膜和固化过程中将逐渐挥发。某些带有活性基因的活性稀释剂,则参加成膜的化学反应,成为漆基的组成部分。

常用绝缘漆按用途可分为浸渍漆、电磁线漆、覆盖漆、硅钢片漆以及灌注胶和熔敷粉末等。

5. 浸渍纤维制品

以绝缘纤维制品作为底材,浸以绝缘漆制成的纤维制品,如漆布(绸)、漆管和绑扎带等,称为浸渍纤维制品,主要用于电动机、电器、仪器仪表等电工产品的线圈层间绝缘或作为衬垫与引出线或连接线间的绝缘。

浸渍纤维制品的底材一般使用棉布、薄绸、玻璃纤维、玻璃布及玻璃纤维与合成纤维交织物等。天然纤维制品,如布、绸等虽有一定的机械强度,柔软性也较好,但易吸潮,耐热性差,因此除某些特殊场合外,一般都被玻璃纤维和合成纤维所取代。玻璃纤维具有抗张力强、耐热性好、吸潮性小等优点,但柔软性较差,常以合成纤维交织以改善其柔软性。

6. 电工用薄膜及复合制品

电工用薄膜在电动机、电器、仪表工业中用做线圈、电线、电缆绕包绝缘和电容器的介质。复合制品则常用于中、小型电动机的槽绝缘,电器、仪表线圈端部绝缘和相间绝缘。

7. 层压制品

层压制品是以纤维制品作为底材,浸渍或涂覆以不同的胶黏剂,经热压(或卷制)而制成的层状结构的绝缘材料。其主要制品有层压板、管(筒)、棒和其他特殊型材。按使用要求,可制成具有优良的电气性能、机械性能和耐热、耐油、耐霉、耐电弧、防电晕等不同特性的制品。其性能主要取决于底材和胶黏剂的性质及其成型工艺。

层压制品常用的底材有天然有机纤维制品(如木质纤维纸、棉纤维纸、棉布)和无机纤维制品(如无碱玻璃布)等。不同的底材具有不同的特点,如木质纤维纸浸渍性好,可用于压制层压纸板、棒和卷制的层压纸管和电容套管芯等,机械性能较好;棉纤维纸用于压制冷冲剪纸板;无碱玻璃布耐高温,电气性能、机械性能和化学稳定性均好,但浸渍性差,与胶黏剂的黏结力差。棉布层压制品的黏结强度高、耐磨且易于机械加工,但耐热、电气性能和机械性能不如玻璃布层压制品,电气性能和高频性能也不如纸层压制品。

8. 云母

在电动机、电子设备和家用电器中,需要用云母及其制品作为高温绝缘材料,如电动机的整流子、电容器、电烙铁、电熨斗及电子管等的绝缘。

云母分为天然云母、合成云母和粉云母几种。一般称天然云母为云母,是一种天然无机矿物。能用做电工绝缘材料的,仅有白云母和金云母两种,具有优良的电气、机械性能,且耐高温、耐化学、耐电弧和耐电晕性好。合成云母耐热性优于天然云母,其他性能与白云母相似。

9. 电工用塑料

电工用塑料是由合成树脂、填料和各种添加剂等配制而成的粉状、粒状或纤维状材料,在一定的温度和压力下,可以加工成各种规格和形状的绝缘、结构、传动和装饰等零部件,也可作为绝缘电线保护层材料。

合成树脂是塑料的主要成分,它决定了塑料制品的基本特性。按树脂类型及热行为的特性,塑料又分为热固性和热塑性两大类。

(1) 热固性塑料

热固性塑料是由酚醛树脂或改性酚醛树脂为基材与木粉、固化剂、颜料等组成的,以酚醛塑料应用较多,可塑制电动机、电器、仪器、仪表及开关等绝缘结构件。

氨基塑料是由三聚氰胺树脂或尿素树脂与纤维材料或其他填料加工制成的塑料,塑料固化后有好的耐弧性能,可塑制电动机、电器、开关、仪表等绝缘结构件。

耐热塑料是由聚酯树脂与玻璃纤维或石棉制成料团状塑料。塑料固化后尺寸稳定性好,可塑制电动机、电器、开关等绝缘结构件。

聚酰亚胺塑料是由聚酰亚胺树脂与玻璃纤维制成的塑料,塑料固化后具有耐高温、耐辐射特性,可塑制耐高温绝缘结构件。

(2) 热塑性塑料

热塑性塑料有纯树脂的,也有由树脂、填料以及添加剂组成的,其特点是随温度升高而变软,随温度降低而变硬。通过加热注塑、挤塑或压塑后冷却定型,可制成各种形状和规格的零部件和绝缘结构。人们将具有工程价值的热塑性塑料习惯地称为工程塑料。

常用的热塑性塑料主要有以下几种:聚苯乙烯(PS)、ABS(苯乙烯-丁二烯-丙烯腈共聚物)、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)(俗称有机玻璃)、聚酰胺(1010)(又称尼龙)、聚碳酸酯(PC)、聚砜(PSF)。

(3) 电缆用塑料

电缆用塑料主要包括聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯、氟塑料等。

10. 电工用橡胶

橡胶是一种有机高分子聚合物,它具有独特的性能——高弹性。对它稍加外力,就可以使之变形(如伸长、压缩、弯曲、扭转等),外力刚一去掉又马上恢复原状。此外,它有一定的机械强度,有缓和冲击、吸收震动的能力,还具有耐磨、不透水、不透气和良好的绝缘性能。而某些特殊合成橡胶还具有耐油、耐化学药品腐蚀、耐热、耐寒、耐燃、耐老化、耐辐射等性能。

橡胶可分为天然橡胶和合成橡胶。

天然生橡胶经过硫化后,才具有橡胶的各种性质。天然橡胶是一种通用性橡胶,主要成分为聚异戊二烯。橡胶硫化后,具有良好的电气、机械性能,回弹性好,但不耐油和溶剂,易燃、易老化;耐磨性和气密性方面不如合成橡胶。天然橡胶主要用做电线、电缆绝缘和护层材料及其他橡胶制品等。

合成橡胶在一系列的性质上,均优于天然橡胶。根据其合成方法、制造原料和特性的不同,可分为丁苯橡胶、乙丙橡胶、丁基橡胶、氯丁橡胶、丁腈橡胶、氯磺化聚乙烯、硅橡胶和氟橡胶等。

11. 沥青及蜡类电介质

沥青是很复杂的碳氢化合物的混合物,按其来源可分为人造沥青和地沥青。人造沥青是石油蒸馏出来的副产品,在工业上大量应用;地沥青是从沥青矿中开采出来的,含有较多杂质,电气工程中很少使用。

沥青主要用来填充电缆终端头及电缆中间接头,并可用做电缆、电器的防腐、防霉及绝缘层,还可用做云母带的胶黏漆及电器或仪表的漆封。

电工用蜡电介质是具有结晶结构的固体碳氢化合物,主要有石蜡、地蜡和卤蜡,这三种蜡都是人造蜡(即合成蜡);另外还有天然蜡、蜂蜡和植物蜡等。工业上常用合成蜡。

石蜡用来浸渍低压纸介电容器(温升较低的)、浸渍纤维材料、灌注高频变压器的线圈,也是绝缘层材料的组成部分,用以增加绝缘的抗潮性。石蜡不宜用做绝缘漆,因为它不能形成连续的漆膜。

地蜡用来浸渍不密封的电容器,在电子工业中用做浇注胶,在电缆生产中作为橡皮绝缘用的橡皮柔软剂,纯地蜡还能提高橡皮的日光稳定性。

卤蜡可用来浸渍电容器,但它有毒,性能也不大好,一般应用较少。

12. 无机绝缘材料

(1) 石棉

石棉属于硅酸盐单斜晶系纤维状天然矿物,分为蛇纹石石棉和角闪石石棉两大类,用做电绝缘或热绝缘材料。

(2) 电工玻璃

电工玻璃是由二氧化硅、氧化钙、氧化钠、三氧化二硼等原料,经熔融或烧结成的无晶玻璃体。电工玻璃分为绝缘玻璃、真空玻璃和微晶玻璃三大类,是玻璃结构的绝缘制品,广泛用于电工、电子、机械、航空等工业。

玻璃纤维不燃、耐热性好、机械强度高,适于纺纱织布或作为塑料增强材料。

玻璃布是由玻璃纱用平纹、斜纹或缎纹织法织成的,可用做玻璃漆布底材、层压制品底材、云母制品补强材料。玻璃布带可用做电动机、电器线圈绑扎材料。

(3) 陶瓷

陶瓷是以黏土和石英、长石等天然矿物为原料,经粉碎、真空炼泥、加工成型、烧结等工序制成的多晶无机绝缘材料。

高低压电瓷耐辐射性好,电气、机械性能优良,主要用做高低压输变电设备绝缘子和线路绝缘。高频瓷在高频下电气性能稳定,耐热性好,用做高频设备绝缘件、电真空器件和装置中的瓷绝缘件和晶闸管外壳等。电热高温瓷耐高温性好、膨胀系数小、耐弧性好,可用做电炉盘、电热设备绝缘和开关灭弧罩等绝缘器件。

1.1.2 绝缘材料的耐热等级

电气设备中的绝缘材料在工程运行中受多方面因素的影响,例如,温度、湿

度、大气中的氧气、电场作用、机械振动和电动力等。绝缘材料在上述各种因素的作用下,不可能无限期使用而不受损坏,所谓能长期使用是指在某一使用温度下能获得的最经济的使用寿命。

促使绝缘材料老化的因素尽管很多,但主要还是热老化,因此,为保证绝缘材料的使用寿命,对绝缘材料按其正常运行条件下允许的最高工作温度分级,称为耐热等级。绝缘材料的耐热等级如表 1.1.1 所示。

表 1.1.1 绝缘材料的耐热等级

级 别	绝缘材料类别	极限工作温度(℃)
Y	木材、棉花、纸、纤维等天然纺织品;以醋酸纤维和聚酰胺为基础的纺织品;易于热分解和熔点较低的塑料(脲醛树脂)	90
A	工作于矿物油中的 Y 级材料;用油或树脂复合胶浸过的 Y 级材料;漆包线、漆布、漆丝的绝缘及油性漆、沥青漆等	105
E	聚酯薄膜和 A 级材料复合、玻璃布、油性树脂漆;聚乙烯醇缩醛高强度漆包线、乙酸乙烯耐热漆包线	120
B	聚酯薄膜、经合适树脂黏合式浸涂复的云母、玻璃纤维、石棉等制品;聚酯漆、聚酯漆包线	130
F	以有机纤维材料补强和石棉带补强的云母片制品、玻璃丝和石棉、玻璃漆布,以玻璃丝布和石棉纤维为基础的层压制品;以无机材料为补强和石棉带补强的云母粉制品,化学热稳定性较好的聚酯和醇酸类材料、复合硅有机聚酯漆	155
H	无补强或以无机材料为补强的云母制品、加厚的 F 级材料、复合云母、有机硅云母制品、硅有机漆、硅有机橡胶聚酰亚胺复合玻璃布、复合薄膜、聚酰亚胺漆等	180
C	不采用任何有机黏合剂及浸渍剂的无机物,如石英、石棉、云母、玻璃和电瓷材料等	180 以上



1.2 电线

1.2.1 常用导电材料

1. 导电用铜

纯铜外观应呈紫红色,一般称为紫铜。它的密度为 8.89,具有良好的导电性能,电导率仅次于银,铜质愈纯,导电性愈好;有良好的导热性,仅次于银和金;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