

化工工人技术理论培训教材

电工材料及工具

化学工业部人事教育司 组织编写
化学工业部教育培训中心

化学工业出版社

化工工人技术理论培训教材

电工材料及工具

化学工业部人事教育司 组织编写
化学工业部教育培训中心

化学工业出版社

·北 京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

电工材料及工具/化学工业部人事教育司,化学工业部
教育培训中心组织编写. —北京:化学工业出版社, 1997
化工工人技术理论培训教材
ISBN 7-5025-1897-5

I. 电… I. ①化…②化… II. ①电工材料-技术培训-
教材②电工工具-技术培训-教材 N. TM2-43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 06934 号

化工工人技术理论培训教材
电 工 材 料 及 工 具
化学工业部人事教育司 组织编写
化学工业部教育培训中心
责任编辑:张建茹
责任校对:蒋 宇
封面设计:李 兵

化学工业出版社出版发行
(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码 100029)
新华书店北京发行所经销
北京市云浩印制厂印刷
三河市前程装订厂装订

*

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 7½ 字数 211 千字
1997 年 7 月第 1 版 1997 年 7 月北京第 1 次印刷
印 数:1—8000
ISBN 7-5025-1897-5/G · 503
定 价:13.00 元

版权所有·违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换

前 言

为了适应化工系统工人技术等级培训的需要,提高工人的技术理论水平和实际操作技能,我们依据《中华人民共和国工人技术等级标准》和《化工系统工人技术理论培训教学计划 and 教学大纲》的要求,组织有关人员编写了这套培训教材。

在教材编审过程中,遵循了“坚持标准,结合实际,立足现状,着眼发展,体现特点,突出技能,结构合理,内容精炼,深浅适度”的指导思想,以“等级标准”为依据,以“计划和大纲”为蓝图,从有利于教师教学和方便工人自学出发,力求教材内容能适应化工生产技术和现代化生产工人培训的要求。

按照“中华人民共和国工人技术等级标准”规定的化工行业 168 个生产工种的有关内容,在编制教学计划和划定大纲时,在充分理解等级标准的基础上,吸取了国外职业教育的成功经验,对不同工种、不同等级工人围绕技能所要求掌握的技术理论知识进行分析和分解,作为理论教学的基本单位,称之为“单元”。在计划和大纲中,168 个工种按五个专业大类(及公共课)将不同等级的全部理论教学内容分解为 301 个教学单元。为了方便各单位开展培训教学活动,把教学计划中一些联系较为密切的“单元”合在一起,分成 112 册出版。合订后的全套教材包括以下六部分。

无机化工类单元教材共 25 册:《流体力学基础》、《管路的布置与计算》、《物料输送》、《气相非均一系分离》、《液相非均一系分离》、《物料混合》、《固体流态化与应用》、《加热与冷却》、《蒸发》、《结晶》、《浸取与干燥》、《制冷》、《焙烧与工业炉》、《粉碎与筛分》、《电渗析》、《吸附分离》、《离子交换》、《常见的无机化学反应》、《电解及其设备》、《物料衡算与热量衡算》、《合成氨造气》、《合成氨变换》、《合成氨净化》、《合成氨压缩》和《氨的合成》。

有机化工类单元教材共7册:《吸收》、《蒸馏》、《萃取》、《有机化学反应(一)》、《有机化学反应(二)》、《有机化学反应(三)》和《化学反应器》。

化工检修类单元教材共43册:《电镀》、《腐蚀与防护》、《机械传动及零件》、《液压传动与气动》、《金属材料热处理知识》、《机械制造工艺基础》、《化工检修常用机具》、《工程力学基础》、《测量与误差》、《公差与配合》、《化工机器与设备安装》、《化工压力容器》、《展开与放样》、《化工管路安装与维修》、《钳工操作技术》、《装配和修理》、《钢材矫正与成型》、《电工材料及工具》、《焊工操作技术》、《焊接工艺》、《阀门》、《化工用泵》、《风机》、《压缩机》、《化工分析仪表(一)》、《化工分析仪表(二)》、《化工测量仪表》、《电动单元组合仪表》、《化工自动化》、《集散系统》、《仪表维修工识图与制图》、《仪表常见故障分析与处理》、《过程分析仪表》、《化工检修钳工工艺学》、《化工检修铆工工艺学》、《化工检修管工工艺学》、《化工检修焊工工艺学》、《化工防腐橡胶衬里》、《化工防腐金属喷涂》、《化工防腐金属铅焊》、《化工防腐砖板衬里》、《化工防腐塑料》以及《化工防腐玻璃钢》。

化工分析类单元教材6册:《化学分析的一般知识及基本操作》、《化学分析》、《电化学分析》、《仪器分析》、《化验室基本知识》和《有机定量分析》。

橡胶加工类单元教材共11册:《橡胶、配合剂与胶料配方知识》、《再生胶制作机理、工艺及质量检验》、《橡胶加工基本工艺》、《轮胎制造工艺方法》、《力车胎制造工艺方法》、《胶管制造工艺方法》、《胶带制造工艺方法》、《橡胶工业制品制造工艺方法》、《胶鞋制造工艺方法》、《胶乳制品制造工艺方法》和《炭黑制造工艺方法》。

另外还有公共课及管理课类单元教材共20册:《电工常识》、《电工基础》、《电子学一般常识》、《电子技术基础》、《机械识图》、《机械制图》、《化工管路识图》、《工艺流程与装备布置图》、《工厂照明与动力线路》、《电气识图与控制》、《电机基础及维修》、《工厂电气设备》、《工厂电气技术》、《安全与防护》、《三废处理与环境保护》、《化工计量常识》、《计算机应用基础知识》、《化工应用文书写作》、《标准化基础知识》和《化工生产管

理知识》。

按照“单元”体系组织编写工人培训教材,尚是一种尝试,由于我们经验不足和教材编审时间的限制,部分教材在体系的合理性、内容的先进性、知识的连贯性和深广度的准确性等方面还不尽如人意,为此建议:

一、各单位在组织教学过程中,应按不同等级的培训对象,根据相应的教学计划和教学大纲的具体要求,以“单元”为单位安排教学。

二、工人技术理论的教学应与操作技能的培训结合起来。技术理论的教学活动除应联系本单位生产实际外,还应联系培训对象的文化基础、工作经历等实际情况,制订相应的教学方案,确定相应的教学内容,以提高教学的针对性和教学效率。

三、在教学过程中发现教材中存在的问题,可及时与我们联系,也可与教材的编者或出版单位联系,使教材中的问题得到及时更正,以利教学。

本套教材的组织编写,得到全国化工职工教育战线各方面同志的积极支持和帮助,在此谨向他们表示感谢。

化学工业部人事教育司

化学工业部教育培训中心

1996年3月

目 录

电工材料(初级)(检 036)	1
第一章 绝缘材料	2
第一节 绝缘材料分类及基本特性	2
第二节 常用绝缘材料	13
习题	53
第二章 导电材料	55
第一节 导电材料分类及基本特性	55
第二节 常用导电材料	67
习题	77
第三章 电碳制品	78
第一节 电机用电刷	80
第二节 其他电碳制品	104
习题	114
第四章 磁性材料	115
第一节 磁性材料分类及基本性能	115
第二节 常用磁性材料	116
习题	126
第五章 电热和电阻合金材料	127
第一节 电热材料	127
第二节 电阻合金材料	130
习题	133
电工工具(初级)(检 070)	135
第一章 常用手工工具	136
第一节 通用工具	136
第二节 安装及登高工具	140
第二章 常用电动工具	144
第一节 电钻	144

第二节 电锤、手砂轮	146
第三章 常用电工仪表	148
第一节 万用表	148
第二节 兆欧表、钳形电流表	152
第三节 电桥及电位差计	156
电工工具(中级)(检 070)	161
第一章 常用手工工具	162
第一节 弯管器、切管器及喷灯	162
第二节 喷枪	163
第二章 常用电动工具	165
第一节 电钻	165
第二节 电锤与手砂轮	170
第三节 无齿锯与电动锯管机	173
第三章 常用电工仪表	179
第一节 单、双臂电桥	179
第二节 兆欧表、接地电阻测试仪	182
第三节 万用表、钳形电流表	186
第四节 电缆故障测试仪	188
电工工具(高级)(检 070)	192
第一章 通用示波器	193
第一节 示波器的基本原理及构造	193
第二节 通用示波器的使用方法及注意事项	199
第二章 晶体管特性图示仪	209
第一节 晶体管特性图示仪的基本原理	209
第二节 QT14 型晶体管特性图示仪	212
第三节 使用及注意事项	217

电 工 材 料
(初级)
(检 036)

吉化公司研究院 关龙一 编
吉化公司职工大学 陆振基 审

第一章 绝缘材料

在自然界中有许多由电阻率大于 $10^7 \Omega \cdot \text{cm}$ 的物质,在直流电压作用下几乎不会导电,而仅有极微弱的电流流过。这类物质所构成的材料在电工工程中叫做绝缘材料。它的作用是在电气设备中把电位不同的带电部分隔离开来。因此绝缘材料应具有良好的介电性能,即具有较高的绝缘电阻和耐压强度,并能避免发生漏电、爬电或击穿等事故;其次耐热性能要好,尤其以不因长期受热作用(热老化)而产生性能变化最为重要;此外还应有良好的导热性、耐潮防雷击和有较高的机械强度以及工艺加工方便等特点。

第一节 绝缘材料分类及基本特性

一、绝缘材料的分类

电工常用绝缘材料按其化学性质不同,可分为无机绝缘材料、有机绝缘材料和混合绝缘材料。

(1)无机绝缘材料 有云母、石棉、大理石、磁器、玻璃、硫磺等。主要用作电机、电器的绕组绝缘,开关的底板和绝缘子等。

(2)有机绝缘材料 有虫胶、树脂、橡胶、棉纱、纸、麻、蚕丝、人造丝等。大多用以制造绝缘漆、绕组导线的被覆绝缘物等。

(3)混合绝缘材料 由以上两种材料经加工后制成的各种成型绝缘材料。用作电器的底座、外壳等。

绝缘材料的品种很多,按物态一般可分为:

(1)气体绝缘材料 常用的有空气、氮气、氢气和六氟化硫等。

(2)液体绝缘材料 常用的有变压器油、开关油、电容器油和电缆油等。

(3)固体绝缘材料 常用的有绝缘漆、绝缘浸渍纤维制品、层压制品、塑料制品、薄膜粘带、云母材料和陶瓷材料等。

二、绝缘材料的性能

电工产品的性能、体积、价格、质量和使用寿命,主要取决于绝缘材料的电、热、机械和理化性能。因此,必须熟悉了解绝缘材料的主要性能和使用方法,在今后的实际应用中才能够正确地选用绝缘材料。

常用绝缘材料的性能指标如:绝缘材料的电阻率和绝缘电阻、绝缘材料的极化与介电系数、绝缘材料的介质损耗、电介质的绝缘强度与电击穿、绝缘材料的热性能和老化。

1. 绝缘材料的电阻率和绝缘电阻

由于绝缘材料在直流电压作用下仍会有极微弱的电流流过,所以在电介质中这部分电流由下面三部分组成。

(1)瞬时充电电流 i_c 。此时电介质相当于一个电容器,在加上外电压的一瞬间,电容器相当于短路,电流值较大,并且随时间增加而逐渐衰减为零。

(2)吸收电流 i_a 。由于电介质极化而产生该电流。它也随时间增加而逐渐衰减为零。

(3)泄漏电流 I_L 。这是一个恒定不变地流过电介质的电流。这个电流由沿着电介质表面流过的电流和从电介质内部流过的电流两部分组成。表面电阻率和体积电阻率主要与这两部分泄漏电流有关。

表面电阻率可以反映电介质表面的导电能力,它的数值较小,容易受环境的影响。

体积电阻率可以反映电介质内部的导电能力,它的数值较大。

工程上所使用的绝缘电阻是体积电阻。它是加在电介质上的电压同在一定时间内流过电介质的稳定电流之比。

影响材料的绝缘电阻的主要因素是:

(1)温度 在温度升高时,电阻率下降,从而使绝缘电阻减小。这是因为当温度升高时,可使绝缘材料的分子平均动能增大,使之加速电离,促使材料内部的带电粒子迁移,从而使泄漏电流增大。

(2)湿度 由于有水分侵入,可以促进杂质同材料分子的水解过程,使电介质内部的导电离子增加,所以湿度增大,可以使电阻率降低,从而减小绝缘电阻。

(3)杂质 在对绝缘材料的原材料进行加工的过程中都能混进杂质。杂质在电介质内部会直接增加导电离子,使电阻率下降,从而减小绝缘电阻。

(4)电场强度 在较大的场强作用下,固体、液体电介质中离子迁移能力响应增强,使电阻率下降,而减小绝缘电阻。在电场强度足够大时,电介质的绝缘电阻趋近零,使泄漏电流急剧增大。这种现象称为绝缘电阻的击穿。

2. 绝缘材料的极化与介电系数

表征介质极化程度的物理量是介电系数(又称电容率)。在工程上所采用的相对介电系数越大,则表明电介质在同一交流电场作用下的极化程度越高。

在工程方面,介电系数对于选择绝缘材料具有极重要的意义。

影响绝缘材料介电系数的因素是:

(1)频率 由于介质极化的形成需要时间,当频率增高时,周期缩短,不能马上形成极化,所以电场频率越高,材料相对介电系数就会减小。

(2)温度 温度对于一些极化过程的影响很大。这是因为当温度升高时会加快电介质分子的热运动。一方面可以增加束缚电荷,加强极化,另一方面分子热运动的加剧而难于进行整齐排列,从而削弱极化强度。

(3)湿度 绝缘材料吸收水分后,介电系数和电导增大,介质损耗增高,这样就会使介质的温度升高,所以在受潮的情况下电气设备都需要进行干燥处理。

3. 绝缘材料的介质损耗

在交变电场作用下,电介质极易产生能量损耗,简称介质损耗(或介损)。其中一部分是由于泄漏电流引起的电阻损耗。另一部分是极化过程中,由于介质分子在交变电场作用下,交变定向排列过程中相互碰撞摩擦引起的极化损耗。介质损耗的存在,可使介质发热,过热还会削弱介质的绝缘性能,缩短使用寿命,甚至导致热击穿。

下面来分析一下引起介质损耗的主要因素。

假设承受交流电压的电介质用一个漏阻 R_L 和一个电容 C 的并联等值电路来表示。这时瞬时充电电流只引起电容电流 I_c 超前电压 90° ，不产生有功损耗。漏阻电流 I_L 则与电压同相位，能够产生介质损耗。由极化引起的吸收电流 I_s 的有功分量 I_a 也与之同相位，能够引起介质损耗。 I_x 为 I_s 的无功分量。

参看向量图 1-1，图中 ϕ 为电路电流与电压的相位差角， δ 为它的余角。并且有

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{I_a + I_L}{I_c + I_x} = \frac{I_{\text{有功}}}{I_{\text{无功}}}$$

可以得到这个等值电路的有功损耗表达式为：

$$\begin{aligned} P &= U(I_a + I_L) \\ &= U(I_c + I_x) \operatorname{tg} \delta \\ &= UU\omega C \operatorname{tg} \delta \\ &= U^2 \omega C \operatorname{tg} \delta \end{aligned}$$

式中 U ——加于电介质上的电压；

ω ——交流电压的角频率；

C ——电介质的电容。

由此可见，介质损耗同 δ 或 $\operatorname{tg} \delta$ 成正比，其中 δ 称为介质损耗角（简称介损角）， $\operatorname{tg} \delta$ 称为介质损耗因数（简称介损因数）。对于一些电气设备的 $\operatorname{tg} \delta$ 值是必要的测试项目之一。介质的 $\operatorname{tg} \delta$ 越小，介质损耗就越小，而介质的 $\operatorname{tg} \delta$ 过大，则极易引起绝缘材料老化，甚至造成热击穿。

影响介质损耗的主要因素有：

(1) 频率 当温度不变时，在低频范围内频率增大，使介质容抗减小，瞬时充电电流和极化电流的无功分量增大， $\operatorname{tg} \delta$ 减小，但由于每秒极化周期数增加，使得总损耗几乎同频率无关，在高频区，虽然 $\operatorname{tg} \delta$ 迅速减小，使得每一个极化周期的损耗小，但是每秒的周期数很大，使得介质损耗值仍然很大，所以在高频条件下务必要采用 $\operatorname{tg} \delta$ 很小的介质。

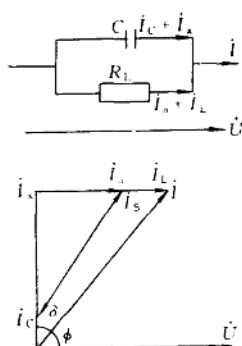


图 1-1 交流电场作用下的电介质等值电路与向量图

(2) 温度 温度对于介质损耗的影响很大。关于它的机理请参看图 1-2。图中所示的 $\operatorname{tg}\delta$ 与温度 t 的关系曲线表明,低温区 $\operatorname{tg}\delta$ 随温度升高而增大,而在 t_m 处达到峰值,若温度再升高, $\operatorname{tg}\delta$ 反而减小,如果温度继续升高,将导致介质击穿。所以在高频或高压电气设备中采用极性绝缘材料时,要慎重地依据工作频率和温度的 $\operatorname{tg}\delta$ 峰值来选择材料。

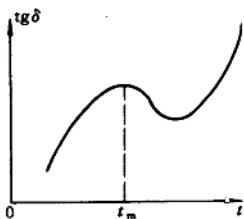


图 1-2 介质 $\operatorname{tg}\delta$ 同温度 t 的关系

(3) 湿度 当电介质吸湿以后,泄漏电阻减小,有功漏导电流增大,介质损耗会明显增大。

(4) 电场强度 场强作用增大,一般来说, $\operatorname{tg}\delta$ 基本不变。但是由于介质内部有气泡或气隙,所以当外加在电介质上的电压升高到一定值时在气泡或气隙处能够产生游离放电。如图 1-3

所示,图中 u_0 称为起始游离电压,工程上经常用来检查绝缘材料内部是否存在气泡或气隙,以便保证绝缘质量。

4. 电介质的绝缘强度和电击穿

绝缘物质在电场中,当电场强度增大到某一极限值时就会击穿。这个绝缘击穿的电场强度称为绝缘强度(又称介电强度或绝缘耐压强度),通常以 1mm 厚的绝缘材料所能耐受的电压 kV 值表示。它反映绝缘材料在外施电压达到某一极限值时保持绝缘性能的能力。

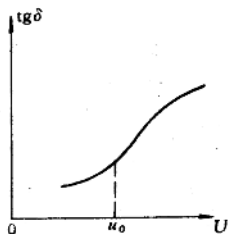


图 1-3 介质 $\operatorname{tg}\delta$ 同电压 U 的关系

对于不同物质形态(气、液、固态)的电介质产生电击穿的机理和影响电击穿的因素各有不同。我们将分别叙述如下。

(1) 气体电介质的击穿 气体电击穿通常是由于在强电场作用下,气体中的带电质点(主要是电子)获得了巨大的能量而向阳极运动,并撞击气体分子使之游离为正离子和电子。这些电子又从电场获得能量,这些具有巨大能量的电子在向阳极运动的过程中又撞击其他气体分子

使之电离。这样的连锁反应的结果便形成了一条电子向阳极运动的高电导通道,导致气体被击穿。

实验证明,在温度一定的情况下,当明显加大气体的压力时,可以提高其击穿电压。工程上常采用高真空或高气压两种方法来提高气体的击穿电压。如真空断路器、SF₆ 气体断路器和充电电缆等。场强不均匀时,在场强较大的介质的局部表面上容易发生击穿,称为沿面放电。这种沿面放电现象同电场形状、电介质表面状况(是否洁净)、电源品质等方面有关。所以改进电极形状和采用高真空以及耐电强度等是提高气体击穿电压的主要方法。

(2)液体电介质的击穿 纯净的液体电击穿的机理与气体类似。但是由于液体分子密度较大不太容易进行碰撞游离,因此击穿电压比气体高。含有杂质的液体绝缘材料,在强电场作用下,这些杂质在发生极化后,由于在定向排列的同时运动到场强最强处而联成小桥,使之两电极间的电导剧增,使液体电介质局部温度升高、汽化、最后导致击穿。可见液体电介质的净化是非常必要的。

总之,影响液体电介质击穿特性的因素有:

- ①纯净度 纯净度越高,越不容易击穿。
- ②电源频率 对于同一个电介质来说,电源频率越高越难击穿。
- ③电压作用时间 电压作用时间越长,击穿电压越低。
- ④电场均匀度 电场越是不均匀,介质越容易被击穿。

(3)固体电介质的击穿 固体电介质的击穿可以分为强电击穿、放电击穿、热击穿三种。

①强电击穿 在强电场作用下,由于电介质内部带电质点剧烈地定向运动而产生碰撞游离使之形成导电通道导致的击穿。这种击穿只同场强有关而同电压作用时间和环境因素无关。

②放电击穿 在电场作用下,由于电介质内部所含的气泡首先碰撞游离而放电、发热。然后介质中的杂质也因为发热而汽化,产生新的气泡,反过来又加剧游离碰撞,使之放电,从而导致击穿。这种击穿不仅同场强有关,也同介质内部所含的气泡和杂质含量有关。

③热击穿 在运行中的绝缘材料内部将同时存在着发热和散热的

过程。如果发热量大于散热量的话,即可使介质温度升高,使漏阻减小,漏导电流增加,损耗加大,又使介质温度升高,如此循环,最后导致热击穿。

总之,影响固体介质击穿的因素有:

①温度 环境温度增加可使热击穿电压降低。

②时间 一般情况下电压作用时间增长可使击穿电压降低。

③材质 绝缘材料内所含的气泡和杂质均能使击穿电压降低。

④频率 电源频率过高能够加大介质损耗,从而导致介质发热,使热击穿电压降低。

⑤场强 场强分布不均匀可以导致击穿电压降低。工程上常用液体电介质浸渍固体电介质既可以改善电场分布又可以改善散热条件。

⑥介质厚度 介质越厚热击穿场强越低。

⑦湿度 当介质受潮后可以使热击穿电压降低。

在工程上通常采用下述方法提高固体介质的击穿电压。

①通过精选材料、改善工艺、真空干燥、强化浸渍等方法,清除固体介质中的杂质、气泡、水分,使介质尽可能均匀致密。

②改进绝缘设计,并采用合理的绝缘结构,使介质内部场强同耐电强度配合适当;改善电极形状和表面光洁度,尽可能使电场分布均匀。

③改善运行条件。如要求做到防潮、防污、实施散热冷却措施等。

5. 绝缘材料的热性能

绝缘材料的耐热性是指绝缘材料及其制品承受高温而不致损坏的能力。如前所述,绝缘材料过热时,温度升高使介质电导增加,绝缘强度降低,使介质损耗增大。因此,绝缘材料的耐热性对机电产品的正常运行影响很大。

电工绝缘材料按其在正常运行条件下允许的最高工作温度分级,称为耐热等级。现在国内通行的标准见表 1-1。

如果温度超过额定值,就会大大缩短绝缘材料使用寿命。例如对于 A 级材料,若每超过额定值 8°C 时,其使用寿命就会缩短一半。对于 B 级材料,若每超过额定值 12°C 时,其使用寿命就会缩短一半。另外,材料的耐热等级越高,价格越贵。所以在工程上要进行经济和技术性能的

表 1-1 绝缘材料的耐热等级

级别	绝 缘 材 料	极限工作温度 C
Y	木材、棉花、纸、纤维等天然的纺织品，以醋酸纤维和聚酰胺为基础的纺织品，以及易于热分解和溶化点较低的塑料(脲醛树脂)	90
A	工作于矿物油中的和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	聚脂薄膜和 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	聚脂薄膜、经合适树脂粘合式浸渍涂复的云母、玻璃纤维、石棉等，聚脂漆、聚脂漆包线	130
F	以有机纤维材料补强和石棉补强的云母片制品、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，以无机材料作补强和石棉补强的云母粉制品，化学热稳定性较好的聚脂和醇酸类材料，复合硅有机聚脂漆	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	不采用任何有机粘合剂及浸渍剂的无机物如石英、石棉、云母、玻璃和陶瓷材料等	180 以上

综合分析比较，以便合理选用绝缘材料。

6. 绝缘材料的老化

绝缘材料在运行过程中，通常因为在各种因素的作用下产生一系列不可恢复的物理、化学变化，而导致绝缘材料的电气性能和机械性能方面的劣化，通称为绝缘材料的老化。热、电、光照、氧化、机械磨损、辐照、微生物等方面的作用，都能够导致绝缘材料老化。主要的老化形式有环境老化、热老化和电老化三种。

环境老化又称大气老化。它是由于紫外光、臭氧、盐雾、酸碱等因素引起污染性化学老化。其中，阳光中的紫外光是主要因素，而臭氧是由电气设备的电晕或局部放电产生的。