

201001-883

目 录

第三篇 电 工 产 品

第一章 概述	1
第一节 电工产品的用途及分类.....	1
第二节 常用电工术语.....	2
第三节 电工产品的保管.....	7
第二章 电工材料	9
第一节 绝缘材料.....	9
第二节 电线电缆产品.....	18
第三章 电器产品	35
第一节 低压电器产品.....	35
第二节 高压电器产品.....	56
第四章 变压器	62
第一节 变压器的分类、用途及型号.....	62
第二节 电力变压器产品.....	64
第三节 特种变压器.....	66
第四节 互感器.....	69
第五节 其它变压器.....	71
第五章 电机产品	74
第一节 电机的用途和分类.....	74
第二节 电机的型号.....	75
第三节 异步电动机.....	80
第四节 其它电机产品.....	86
第六章 其它电工产品	92
第一节 电力电容器产品.....	92
第二节 电焊机.....	94
第三节 成套电器.....	97
第四节 蓄电池产品.....	102
第七章 电工仪表	104
第一节 电工仪表的分类、用途.....	104
第二节 电工仪表的型号.....	106
第三节 电工仪表的主要技术指标.....	110
第四节 电工仪表的选择.....	113

第四篇 机械产品

第一章 概述	114
第一节 机械产品的概念.....	114
第二节 机械产品的分类.....	115
第三节 机械产品的选择原则.....	116
第二章 金属切削机床	121
第一节 概述.....	121
第二节 机床的型号编制.....	123
第三节 车床.....	128
第四节 钻床与镗床.....	131
第五节 铣床.....	135
第六节 磨床.....	137
第三章 通用机械	140
第一节 泵.....	140
第二节 气体压缩机简介.....	157
第三节 制冷机械.....	160
第四章 内燃机简介	163
第一节 内燃机及其工作原理.....	163
第二节 内燃机的主要性能指标及特性.....	167
第三节 内燃机的分类与型号.....	169
第四节 内燃机的基本构造概述.....	170
第五章 汽车	172
第一节 概述.....	172
第二节 国产汽车的型号编制.....	173
第三节 汽车的基本构造概述.....	175
第六章 滚动轴承	177
第一节 概述.....	177
第二节 滚动轴承的分类及各类基型轴承的特征.....	178
第三节 滚动轴承的型号编制.....	182
第四节 滚动轴承的选择与代用原则及其库存技术条件.....	189
第七章 工具	192
第一节 电动工具.....	192
第二节 风动工具.....	199
第三节 刀具.....	203
第四节 磨具.....	208
第五节 量具.....	215

第三篇 电 工 产 品

第一章 概 述

本章主要研究电工产品的主要用途、分类、常用的电工术语及电工产品的保管保养知识。

第一节 电工产品的用途及分类

电工产品是指用于发电、输配电、用电和容电的设备或装置；用来制造上述设备所需的电工材料；以及根据电磁感应原理制造的设备等的总称。

一、电工产品的主要用途

现代工业、农业、交通运输、科学研究以及人民生活时时刻刻都是离不开电能的。这是由于电能与其它能量相比较具有易于转换、易于远距离输送、易于分配、易于测量和控制等特点。而电能的广泛应用是离不开电工产品的，所以电工产品在国民经济各行各业中得到广泛应用。它的主要用途表现在以下几方面：

（一）在电力工业中，电工产品是发电厂和变电所的主要设备。例如，在各种发电厂中利用各种类型的发电机将不同形式的机械能转换为电能；在各级变电所及配电站中，利用变压器来改变电压的大小，利用各种电线电缆和高低压电器来实现电能的输送、分配、控制和保护；发电厂中的各种辅助机械设备，又需要各种电动机来拖动等。

（二）在各类工业企业中，各种电工产品的应用是十分广泛的。例如，各类机械设备要安全运转需要各种不同类型的电动机和各种低压电器等。

（三）在化学工业中，不仅需要大量的电机、电器、控制台等电工产品，而且还需要很多的整流变压器。

（四）在交通运输业中，随着城市电气交通运输事业和电气铁路的发展，需要大量具有优良的启动和调速性能的牵引电动机和直流电工产品。轮船、汽车、拖拉机、飞机、起重机械和运输机械等，都需要大量的电工产品来实现它们的自动控制和拖动装置。

（五）在农业方面，随着农业机械化、电气化的不断进展，电工产品的应用越来越多，如农业用电需要电力变压器，需要各种小型发电设备；实现打稻、脱粒、碾米、榨油和运输、排灌等机械化、电气化需要各种电动机。

（六）在国防工业中，为了强大国防，飞向宇宙需要各种各样性能优良的微电机和电器产品。

除此之外，电工产品在文教事业中，医疗卫生事业中以及人民的日常生活中均起着越来越明显的作用，用途也越来越广泛。

二、电工产品的分类

电工产品种类繁多，分类方法也不完全相同，目前主要按电工产品的用途将其分为五类：

（一）发电设备

发电设备是指能将其其它形式的能量转换为电能的设备。它主要包括直流发电机，交流发电机以及发电机组等。

（二）输配电设备

输配电设备是指用来传输、分配和变换电能和设备。它主要包括变压器、电线电缆、高低压电器等。

（三）受（用）电设备

受电设备是指能将电能转换为其它形式能量的设备。主要有直流电动机、交流电动机、电炉等。

（四）控制、保护和调节设备

这种设备是指对电能的产生、输送、分配和使用起着切换、保护、调节和控制作用的设备和利用电能来控制、保护、调节非电过程与非电装置的设备。主要有低压和高压电器。

（五）电工材料

电工材料是指制造各类电工产品所需要的材料。有导电材料、绝缘材料、磁性材料等。

第二节 常用电工术语

电工产品经营管理工作中，常用的电工术语有：

一、电流

电流是导体中的电荷，在电场力的作用下，有规则的定向移动形成的。它的大小用电流强度来衡量，表示在电场力的作用下，单位时间内通过导体截面的电荷量。

电流强度简称电流，用大写字母 I 表示。单位是安培，用字母 A 表示。电路中的电流大小一般用串联在该电路中的电流表测得。

二、电压

电压表示电路中两点之间的电位差。它表示电场力将单位正电荷从一点推到另一点所做的功。电压用大写字母 U 表示。单位是伏特，用符号 V 表示。电路中两点之间的电压大小用并联伏特计测得。

三、电动势

电动势表示电源将单位正电荷从低电位点推到高电位点所做的功。电动势用大写字母 E 表示，单位是伏特。

四、电阻

电阻表示导体中的自由电子在定向移动时所遇到的阻碍大小。导体的电阻用大写字

母 R 表示, 单位是欧姆 (Ω)。导体的电阻大小主要决定导体的长度 (L)、导体的截面积 (S)、导体的电阻率 (ρ) 和周围环境的温度 (T) 等。它们之间的关系用下面二个公式表示:

$$R_{20} = \rho \frac{L}{S}$$

$$RT = R_{20} [1 + \alpha (T - 20)]$$

式中: R_{20} 表示环境温度为 20°C 时电阻值, 单位是欧姆 (Ω)。

T : 表示环境温度, 单位是 $^\circ\text{C}$ 。

α : 表示导体的温度系数, 单位是 $1/^\circ\text{C}$ 。

L : 表示导体的长度, 单位是米 (m)。

S : 表示导体的截面积, 单位是平方毫米 (mm^2)。

ρ : 表示环境温度为 20°C 时导体电阻率, 单位是欧姆·平方毫米/米 ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)。

RT : 表示环境温度为 T 度时的导体电阻值, 单位是欧姆 (Ω)。

各种不同导体的电阻率 (ρ) 和温度系数 (α) 是不同的。常见导体的电阻率和温度系数见表3—1—1。导体的电阻大小常用欧姆表、万用表和电桥测量。

表3—1—1 常见导体的电阻率和温度系数

导 体	$\rho (\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m})$	$\alpha (1/^\circ\text{C})$	导 体	$\rho (\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m})$	$\alpha (1/^\circ\text{C})$
银	0.0165	0.0038	锰 铜	0.20~0.48	0.000005
铜	0.0172	0.00426	康 铜	0.40~0.51	0.000005
铝	0.0283	0.00439	镍 铬 铁	1.0~2	0.00013
铀	0.0551	0.0045	铂 铬 铁	1.2	0.00008
铁	0.1	0.005	石 墨	8~13	-0.0005

五、功率

功率是表示单位时间内电源力或电场力所做的功。功率分为有功功率 (P)、无功功率 (Q) 和视在功率 (S) 三种, 其中有功功率的单位是瓦特 (W)、千瓦 (KW); 无功功率的单位是乏尔 (VAR)、千乏尔 (KVAR); 视在功率的单位是伏安 (VA)、千伏安 (KVA)。

六、电能

电能是表示一定时间内, 电场力或电源力所做的功, 用符号 W 表示。电能的单位是焦耳 (J)。由于焦耳单位太小, 所以工程上常用千瓦小时 (1度电) 做为电能单位。

1度电 = 1千瓦 $\times$ 1小时 = 1000瓦 $\times$ 3600秒 = 3600000焦耳。

举例: 某企业办公室内有四只60瓦的电灯, 如果每天使用3小时, 问一个月 (按30天) 办公室内电灯消耗多少度电能?

解: $W = \frac{60 \times 4}{1000} \times 3 \times 30 = 21.6 (\text{度})$

七、交流电

所谓交流电是指大小和方向都随着时间按正弦规律变化的电流、电压和电动势。
 $i = I_m \sin(\omega t + \psi_i)$

交流电中的常用基本概念:

(一) 瞬时值: 表示交流电在任一时刻的值, 用小写字母 i 、 u 、 e 表示。

(二) 最大值 (幅值): 表示交流电瞬时值中最大的值, 用大写字母 I_m 、 U_m 、 E_m 表示。

(三) 周期: 交流电的瞬时值每完成一次由零→正的幅值→零→负的幅值→零的变化所需要的时间称为交流电的周期 (T), 单位是秒 (S)。

(四) 频率: 交流电在一秒钟内变化的次数称为交流电的频率 (f), 单位是赫芝 (HZ)。

根据周期和频率的定义, 可得出: $T = \frac{1}{f}$

(五) 有效值: 是由电流热效应原理出发推导出来的, 用 I 、 U 、 E 表示。一般电工产品里所说的电压、电流大小就是指它的有效值, 它可以直接用交流仪表测出。

交流电的有效值与幅值之间有下列关系:

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}, \quad U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}, \quad E = \frac{E_m}{\sqrt{2}}。$$

(六) 相位: 表达式 $i = I_m \sin(\omega t + \psi_i)$ 中 $\omega t + \psi_i$ 称为相位, 单位是度或弧度。

(七) 相位差: 表示两个同频率的交流电的相位之差, 用 φ 表示, $\varphi = \psi_u - \psi_i$ 。
 φ 的大小可以有以下几种情况:

1. $\varphi = 0$ ($\psi_u = \psi_i$), 说明 u 与 i 是同相。
2. $\varphi > 0$ ($\psi_u > \psi_i$), 说明 u 超前 i 一个 φ 角。
3. $\varphi < 0$ ($\psi_u < \psi_i$), 说明 u 落后 i 一个 φ 角。

八、三相对称电动势

三相对称电动势是由三相发电机产生的。

三相对称电动势具有幅值相等、频率相同、相位互差 120° 的特点。

三相对称电动势分别用 e_A 、 e_B 、 e_C 表示。它们的三角函数表达式为

$$\begin{cases} e_A = E_m \sin \omega t \\ e_B = E_m \sin (\omega t - 120^\circ) \\ e_C = E_m \sin (\omega t - 240^\circ) = E_m \sin (\omega t + 120^\circ) \end{cases}$$

九、交流电路

交流电路的负载有电阻、电感和电容三种元件。其中电阻用 R 表示, 单位是欧姆 (Ω), 它是耗能元件; 电感用 L 表示, 单位是亨利 (H), 它是个贮能元件; 电容用 C 表示, 单位是法拉 (F), 它是个贮能元件。

交流电路按其负载性质不同, 分为纯电阻交流电路、纯电感交流电路、纯电容交流电路、RLC 串联交流电路和感性负载与电容并联交流电路等。

十、三相交流电路

由三相对称电动势做电源装置所组成的电路称为三相交流电路。

(一) 三相电源的联接

常见的三相电源有三相交流发电机和三相电力变压器。无论是发电机，还是变压器都是由三相绕组构成的。三相绕组分别用AX、BY、CZ表示，其中A、B、C为绕组首端，X、Y、Z为绕组尾端。三相绕组的联接有两种方法：星形联接（Y）和三角形联接（Δ）。

1. 星形联接（Y）

将三相电源的三个绕组的尾端X、Y、Z联在一起，分别从首端A、B、C输出的联接方式为星形联接。用符号Y表示。从首端A、B、C引出的线称火线（端线）；从尾端引出的导线称地线（中线）；任意两根火线之间的电压称线电压，有效值用 U_L 表示；火线到地线之间的电压称相电压，有效值用 U_ϕ 表示；火线中流过的电流为线电流，有效值用 I_L 表示；绕组中流过的电流为相电流，有效值用 I_ϕ 表示；中线中流过的电流为中线电流，有效值用 I_0 表示。

星形联接具有如下特点：

$I_L = I_\phi$ ； $U_L = \sqrt{3} U_\phi$ ； I_0 大小决定负载的特性，若三相负载对称，则 $I_0 = 0$ ；若负载不对称则 $I_0 \neq 0$ 。

2. 三角形联接（Δ）

依次将A与Z，B与X，C与Y联接起来，从A、B、C输出的联接方式称角形联接。用符号Δ表示。

角形联接具有 $U_L = U_\phi$ 的特点。

(二) 三相负载的联接

三相负载分别用 Z_A 、 Z_B 、 Z_C 表示。若 $Z_A = Z_B = Z_C$ 时，称为三相对称负载，如三相电动机；若三相负载中任一部分不相同，则称为不对称三相负载，如照明系统的负载。三相负载无论对称与否都有两种联接方式，即星形联接和角形联接。

1. 星形联接（Y）具有下列特点：

(1) 三相负载对称时， $I_L = I_\phi$ ， $U_L = \sqrt{3} U_\phi$ ， $I_0 = 0$ 。

(2) 三相负载不对称时（必须带中线）， $I_L = I_\phi$ ， $U_L = \sqrt{3} U_\phi$ ， $I_0 \neq 0$ 。

2. 角形联接（Δ）具有下列特点：

(1) 三相负载对称时， $U_L = U_\phi$ ， $I_L = \sqrt{3} I_\phi$ 。

(2) 三相负载不对称时， $U_L = U_\phi$ ， $I_L \neq \sqrt{3} I_\phi$ ， I_L 、 I_ϕ 要分别加以计算。

(三) 三相负载的功率

1. 三相负载对称时，

$$\begin{cases} P = 3P_A = 3U_\phi I_\phi \cos \varphi = \sqrt{3} U_L I_L \cos \varphi \\ Q = 3Q_A = 3U_\phi I_\phi \sin \varphi = \sqrt{3} U_L I_L \sin \varphi \\ S = 3S_A = 3U_\phi I_\phi = \sqrt{3} U_L I_L \end{cases}$$

2. 三相负载不对称时

$$\begin{cases} P = P_A + P_B + P_C \\ Q = Q_A + Q_B + Q_C \\ S = S_A + S_B + S_C \end{cases}$$

十一、磁性材料的特点

磁性材料具有以下特点:

(一) 高导磁性: 实验证明真空的磁导率 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ 亨/米, 而磁性材料的磁导率一般比 μ_0 大几百倍以上, 最高可达数万倍。在外磁场作用下, 磁性材料可以获得很强的磁场, 所以广泛地应用在电工产品中。

(二) 磁饱和性: 是指磁性材料在外磁场的作用下, 本身的磁化磁场不断增加, 当外磁场增大到一定值时, 再增加外磁场强度, 磁化磁场不再增加的性质。

(三) 磁滞性: 是指磁性材料在反复磁化的过程中, 磁化磁场总是落后于外磁场变化的性质。各种磁性材料的磁化曲线是不同的。在反复磁化过程中所形成的曲线称为磁滞回线, 材料不同, 回线的形状也不同。按照磁滞回线形状不同, 将磁性材料分为两类, 即软磁材料和硬磁材料。其中常见的软磁材料有铸铁、硅钢、坡莫合金及铁氧体等, 它们主要用来制造电机变压器、自动电器的铁芯等; 常见的硬磁性材料有碳钢、锰钢、铝合金等, 主要用来制造永久磁铁等。

十二、磁路的特点

磁路根据励磁电流性质不同分为直流磁路和交流磁路两类。它们各具有如下特点:

(一) 直流磁路

直流磁路中, 励磁电流 $I = \frac{E}{R}$, 由于 R 和 E 是定值, 则 I 是个定值。

$$\text{根据磁路欧姆定律 } \oint = \frac{IN}{R_m} \approx \frac{IN}{R_{m0}} = \frac{IN}{\frac{\delta}{\mu_0 S}}$$

当气隙 $\delta \uparrow \rightarrow \frac{\delta}{\mu_0 S} \uparrow \rightarrow \oint \downarrow$; 当气隙 $\delta \downarrow \rightarrow \frac{\delta}{\mu_0 S} \downarrow \rightarrow \oint \uparrow$ 。可见, 气隙变化对励磁电流 I 无影响, 而对磁通有影响。这一特点在电工产品得到广泛应用。

(二) 交流磁路

交流磁路中, 外加电源的有效值 U 是个定值 ($U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$)。磁通的最大值 $\phi_m =$

$4.44fN\Phi_m$, 因为 f 、 N 、 U 都是定值, 所以 ϕ_m 就是定值, 而 $\oint = \frac{\phi_m}{\sqrt{2}}$ 则磁通的有效值 ϕ 就是一个定值。

$$\text{根据磁路欧姆定律 } \oint = \frac{IN}{R_{m0}} = \frac{IN}{\frac{\delta}{\mu_0 S}}, \text{ 当 } \delta \uparrow \rightarrow \frac{\delta}{\mu_0 S} \uparrow \rightarrow IN \uparrow \rightarrow I \uparrow (I \text{ 是励磁})$$

电流的有效值)；若 $\delta \downarrow \rightarrow \frac{\delta}{\mu_0 S} \downarrow \rightarrow IN \downarrow \rightarrow I \downarrow$ 。由此可见，气隙变化对交流磁路中的磁通无影响，而对励磁电流有影响。这一特点在电工产品也得到广泛应用。

第三节 电工产品的保管

电工产品类别多，技术性强，并具有怕受潮、怕震动、怕尘埃、怕腐蚀、怕高温和怕冷冻的特点，所以做好电工产品的保管工作显得极为重要。

电工产品的保管工作主要包括以下几方面内容：

一、验收工作

为了保证电工产品的质量，必须做好验收工作，电工产品的验收主要包括二方面内容：

(一) 直观验收

直观验收是保管人员通过直观，检查产品的数量和外观质量的方法。

首先，清点数量。

其次，按照要求，检查产品外观是否光洁美观，所有金属制成的零、部件除转动或摩擦部件外有防腐镀层（镀锌、电镀和涂防锈漆）；转动部分是否运转自如；观察或用手转动所有紧固螺钉，以及引出线等有无松动；观看转动部分有无润滑油；所有接触部分是否接触良好；外表有无损伤、脱漆、裂缝、受潮和锈蚀现象等。

(二) 仪器验收

仪器验收是指保管人员根据各种电工产品的技术性能要求，用专用仪器进行检查的方法。

目前，主要采用万能表和兆欧表来进行检验。其中，用万能表主要测量电工产品的导通问题，如用万能表 $R \times 1000$ 档测交流接触器吸引线圈是否导通等。用兆欧表主要测量与检查各种电工产品的绝缘性能，如用兆欧表测电机的定子绕组与地之间的绝缘电阻是否符合要求等。

经直观验收和仪器验收后，发现问题及时解决，只有经检验后，合格的产品才能入库保管。

二、电工产品储存条件

电工产品原则上都要入库储存。为了保证电工产品的质量，要求储存电工产品的库房应符合下列条件：

(一) 库房应干燥通风，库内温度保持在 $5^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于80%。

(二) 库内不得有有害气体、蒸气及烟雾尘土等。库内不得放置酸、碱等化学品和水泥等粉末飞扬的物品。

(三) 要远离有震动的场所和危害品库房。

(四) 库内要无虫、无鼠。

(五) 库内向阳玻璃要涂上白漆，防止日光直射。

三、保养方法

根据电工产品的特点，库内保养要采取以下方法：

（一）防锈。

1. 对电工产品中的金属部件表面均涂上中性工业凡士林油。
2. 发现产品表面有锈蚀现象时，要及时处理。如果因脱漆后锈蚀，可先用刷或沙纸除去锈蚀部分，然后涂上同色的油漆；若是其它部分发生锈蚀可先去掉铁锈，洗净后涂上工业凡士林油。

（二）防灰。

1. 定期用清洁布、软纸片清除电工产品表面上的灰尘。
2. 发现产品中的主要部件，如电机的线圈等的表面积有灰尘，应及时处理。如表面所积是干燥灰尘，可用洁净的布、软纸片擦掉或用压缩空气吹掉，且不可使用脏布、湿布或油布去擦。若表面积的是带油的灰尘，可用四氯化碳浓剂擦去，切忌用汽油、煤油等易挥发的油类去擦。

（三）防潮湿

1. 库内不得喷水清扫。
2. 将电工产品中怕潮的部件用防潮纸包扎好。
3. 一旦发现受潮部件，要及时处理。若部件是轻度受潮发霉，擦净凉干后，涂上无色绝缘清漆；若中度受潮发霉，应测其绝缘电阻是否低于规定值，已低于者，应将部件折下，用汽油或苯洗去霉迹后，放入烘箱干燥后，再涂一层绝缘清漆，待自然干燥后，重新装好。

（四）防漏油

电工产品中象电力变压器和多油断路器等产品保养时要在特别注意防止漏油。其方法是：

1. 电工产品中所有充油的部件应按规定放置，不可任意放置和乱放。
2. 与油有关的部件，如各种阀门不要任意乱动。
3. 经常观察贮油的部件，当发现油面已降到最低油位时，应马上注入同一规格牌号的变压器油，切不可注入不同规格牌号的变压器油。

（五）坚持经常检查，发现问题，要及时解决。对于长期贮存的电工产品，至少每季度要检查一次，每半年测量一次绝缘电阻。发现绝缘电阻显著降低时，必须由专业技术人员进行干燥处理

第二章 电 工 材 料

本章主要讲授物资部门经营的电工材料的型号编制、分类、主要用途、技术指标等内容。

电工材料是指制造电工产品所需的材料。主要包括绝缘材料、导电材料、磁性材料、半导体材料和特种电工材料等。物资部门主要经营绝缘材料和电线电缆等产品。

第一节 绝 缘 材 料

绝缘材料又称电介质，是一种具有高电阻率，即导电能力极低的材料。其对电流的阻碍作用极大，可以认为是一种几乎不导电的材料。绝缘材料在电工产品中主要起着下面三个作用：

第一是起着隔离作用，使带电或不同电位的导体中的电流按照规定方向流动；

第二是起着极化作用，能将电能转化为电场能贮存起来，用来制造电容器；

第三是起着固定、支撑、散热、冷却、防潮、防霉和保护作用等。

一、绝缘材料的分类

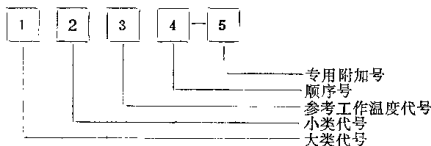
绝缘材料的种类很多，性能各异，因而有多种分类方法：按其物理状态可分为气体、液体和固体绝缘材料；按其材料来源可分为：合成绝缘材料和天然绝缘材料；按其化学组成可分为：有机绝缘材料和无机绝缘材料；按其应用或工艺特征分为六类。

绝缘材料的分类一般先按一种特征分大类，再按第二种特征分小类。例如：先按材料的物理状态分为大类，再按其化学组成为小类。

物资部门对绝缘材料是按应用或工艺特征分类的。即先按材料的应用或工艺特征分成大类，再按使用范围及形态分成小类，在小类中又按其主要组成成分或基本工艺分为品种及规格。如此分为六大类，如表3—2—1所列。

二、绝缘材料的型号编制

绝缘材料的型号以四位数字（必要时增加第五位数字）为基础编制。根据产品的特殊需要在第四或第五位数字后可增加附加数字或字母，但应尽量少采用附加方式。绝缘材料产品的型号如下：



大类代号见表3—2—1, 小类代号见表3—2—2, 参考工作温度代号见表3—2—3。
在云母制品类型号中不附加数字的为白云母制品; 附加数字的意义是: 1—粉云母制品; 2—金云母制品; 3—鳞片云母制品。如含有杀菌剂或防霉剂的产品, 在型号最后附加字母“T”。

表3—2—1

绝缘材料型号中的大类代号

大类代号	产 品 大 类 名 称	大类代号	产 品 大 类 名 称
1	漆、树脂和胶类	4	塑料类
2	浸渍纤维制品类	5	云母制品类
3	层压制品类	6	薄膜、粘带和复合制品类

表3—2—2

绝缘材料型号中的小类代号

小类代号	各 大 类 中 的 小 类 绝 缘 材 料 名 称					
0	漆、树脂和胶类	浸渍纤维制品类	层压制品类	塑料类	云母制品类	薄膜、粘带和复合制品类
1	有溶剂浸渍漆类	棉纤维漆类	有机底材层压板类	木粉填料类	云母带类	薄膜类
2	无溶剂浸渍漆类	合成纤维漆类	无机底材层压板类	其它有机物填料类	柔软云母板类	薄膜类
3	覆盖漆类	漆布类	防电晕及导电层压板类	石棉填料类	塑型云母板类	薄膜类
4	嵌缝漆、树脂类	玻璃纤维漆布类	敷铜材层压板类	玻璃纤布类		橡胶及织物粘带类
5	粉末类	漆布类	有机底材层压板类	云母类	云母带类	
6	毡类	玻璃纤维漆布类	无机底材层压管类	其它矿物填料类	热向器云母板类	薄膜绝缘纸及薄膜玻璃漆布复合箔类
7	漆包线类	防电晕漆布类	无机底材层压管类	无机填料类		薄膜合成或纤维纸复合箔类
8	胶类	漆管类	有机底材层压板类		衬垫云母板类	多种材料复合箔类
9		绑扎带类	无机底材层压板类		云母箔类	
					云母管类	

表3—2—3

绝缘材料型号中的参考工作温度代号

参考工作温度代号	参考工作温度℃	相应的耐热等级	参考工作温度代号	参考工作温度℃	相应的耐热等级
1	105	A	4	155	F
2	120	E	5	180	H
3	130	B	6	180以上	C

例, 57371—1表示参考工作温度为130℃中第七种环氧衬垫粉末板类产品。

三、绝缘材料的性能

(一) 绝缘电阻

虽然绝缘材料的电阻值很大, 但毕竟是有限度的, 一般在高电压作用下都会有很小的电流通过, 我们将此电流称为泄漏电流。绝缘材料对电的绝缘能力的大小是用绝缘电阻来表示的。绝缘电阻的大小等于外加直流电压与泄漏电流之比。其数值愈大, 说明绝缘性能愈好。不同的绝缘材料具有不同的绝缘电阻值; 它的大小还随着环境温度和湿度的增加而下降; 还与材料中所含杂质的增加而下降。

(二) 介质损耗

绝缘材料在电场作用下, 会产生热量, 从而产生能量损失。绝缘材料在电场作用下单位时间内消耗的能量称为介质损耗功率, 简称介质损耗。其大小用介质损耗角 δ 的正切表示, 即 $\tan\delta$ 表示。介质损耗与下列因素有关:

1. 与绝缘材料的结构有关, 不同的绝缘材料的介质损耗是不同的。
2. 与使用的频率有关, 一般情况下, 在低频时, 随着频率 f 的增加, $\tan\delta$ 反而减少; 而在高频区域内, 开始随着频率 f 的增加而增加, 当 $\tan\delta$ 增加到某一幅值后, 就开始下降。
3. 与使用环境的温度有关, 一般情况下是随着环境温度的增加, $\tan\delta$ 也是增加的趋势。

(三) 绝缘强度 (击穿强度、介电强度、抗电强度)

绝缘材料不可能承受无限高的电压, 当外加电压增加到一定程度时, 绝缘材料就会丧失其绝缘性能, 这种现象称为击穿现象。我们将绝缘材料被击穿的瞬间所加的最高电压, 称为绝缘材料的击穿电压, 其单位为千伏。

绝缘强度就是用单位厚度的绝缘材料的击穿电压来表示绝缘材料抗击穿的能力。其单位是千伏/厘米或千伏/毫米。

绝缘材料的绝缘强度不是常数, 而是随着很多因素的影响而变化。其中如温度、水分等都对绝缘强度有影响, 温度升高绝缘强度降低, 水的存在会降低击穿电压。

(四) 绝缘材料的热性能

绝缘材料的热性能主要指它的耐寒性和耐热性。

1. 耐寒性或最低允许工作温度。绝缘材料在低温下工作时, 其电性能往往较好。但另一方面, 寒冷会使材料变脆、发硬、开裂, 甚至不能使用。耐寒性或最低允许工作温度是表示绝缘材料在特定温度下, 不致显著的降低强度和弹性, 不发生开裂、起层和剥落等状况。最低允许工作温度越低说明绝缘材料的耐寒性越好。

2. 耐热性或最高允许工作温度

耐热性表示了绝缘材料能承受短期或长期高温作用下, 不改变介电、机械、理化等特性的能力。

所谓最高允许工作温度就是绝缘材料可以长期(15~20年)使用, 并能保证绝缘性能可靠, 运行中不出故障的最高温度。

部颁标准对绝缘材料规定了七个耐热等级：Y、A、E、B、F、H、C，相应的最高允许工作温度分别为：90℃、105℃、120℃、130℃、155℃、180℃、180℃以上。常用绝缘材料的耐热等级见表3—2—4

表3—2—4

常用绝缘材料耐热等级

耐热等级	最高温度	耐热等级的意义	此等级的绝缘材料
Y	90℃	在90℃极限温度下，能长期的绝缘材料或其组合物的绝缘结构	未浸渍过的棉纱、丝及纸等材料或其组合物所组成的绝缘结构
A	105℃	同上，但在105℃极限温度下能长期使用	浸渍过或浸在液体绝缘材料中的棉纱、丝及纸等材料或它们所组成的绝缘结构，如漆布、漆绸、漆管等。
E	120℃	同上，但在120℃极限温度下能长期使用	聚酯薄膜、及其纤维漆线的绝缘漆、以布为底料的层压制品
B	130℃	同上，在130℃极限温度下能长期使用	以云母片和粉云母纸为基础的材料以及纸和布作衬垫的云母制品、玻璃漆布和玻璃漆管、以玻璃布为底料的层压制品。
F	155	同上，但在155℃极限温度下能长期使用	玻璃漆布、漆管、以玻璃漆布和石棉纤维为基础的层压制品，以无机绝缘材料做衬垫的粉云母制品
H	180℃	同上，但在180℃极限温度下能长期使用	玻璃漆布、漆管、以玻璃漆布和石棉纤维为基础的层压制品，无机材料为衬垫的云母制品
C	>180℃	同上，但在超过180℃以上极限温度下能长期使用	云母、电瓷、石英玻璃和玻璃纤维材料、玻璃云母模压制品

(五) 绝缘材料的机械性能

用绝缘材料制成的各种电器零件，往往要承受各种机械负荷，如拉伸、压缩、弯曲等。因此要求绝缘材料应具有一定的机械性能，如抗拉、抗压、抗弯、耐冲击强度等。

四、各类绝缘材料产品的主要用途

(一) 漆、树脂和胶类产品

1. 绝缘漆按其用途分为浸渍漆、涂复漆和胶粘漆三类。浸渍漆主要用来浸渍电机、电器的线圈和绝缘零部件；涂复漆主要用来涂刷或喷复在固体表面上，形成连续而厚度均匀的漆膜，做绝缘保护层；胶粘漆用来胶粘各种绝缘材料。

2. 绝缘胶主要用来浸渍电机定子绕组、变压器绕组和互感器等电气设备。

(二) 浸渍纤维制品类

常见的浸渍纤维制品有棉、绸、合成纤维、玻璃纤维的漆布、粘性带及漆管等产品。

1. 绝缘棉漆布分为黄漆布和黑漆布两类，主要做各种高压电机的绝缘。

2. 漆绸一般为黄色，又称黄漆绸。主要用于绝缘厚度要求小，而击穿电压要求的高压精密设备中。

3. 绝缘玻璃漆布可分为黄、黑、醇酸黄和有机硅玻璃漆布四类。黄玻璃漆布主要用于电机和电器的绝缘和衬垫；黑玻璃漆布主要用于工作温度为120℃的电机、电器的绝缘；醇酸黄玻璃漆布主要用于耐温较高并在油中工作的电机、电器的绝缘；有机硅玻璃漆布主要用于工作温度为180℃的电机、电器的衬垫和线圈绝缘。

4. 绝缘漆管又称绝缘套管。主要用于低压电机、电器、仪表、开关板、配电盘的引出线、连接线的外套绝缘。

(三) 层压制品类

层压制品主要有层压板、管、棒等。

1. 层压板包括层压纸板、布板、玻璃布板以及敷铜箔层压板等。酚醛层压纸板适于做电工设备中的各种绝缘结构及零部件。层压玻璃布板主要用H级电机、电器设备中的槽楔、垫块和绝缘零部件。敷铜箔板主要用于制造家用电器、电子仪器、设备、仪器仪表以及其它电气设备中的印刷电路板。

2. 层压管（筒）、棒主要用于电机、电器及其它电器设备中，作绝缘结构零部件。

(四) 塑料类

塑料类绝缘材料主要有酚醛、氨基和有机硅塑料等三类。

1. 酚醛塑料主要用于低压电器、电工仪表的绝缘结构和零件。

2. 氨基塑料主要用于制作低压电器的灭弧装置（灭弧罩、零件）。

3. 有机硅塑料主要用于制造高温和防爆电机、电器的绝缘零部件。

(五) 云母及其制品

云母制品主要有云母板、云母带、云母箔和云母玻璃等产品。云母板有换向器云母板、衬垫云母板、塑型云母板和柔软云母板，主要用作电机的换向器，电机、电器的衬垫绝缘，电机的各种绝缘等。云母带种类较多，主要用作各种电机线圈的绝缘。云母箔主要用作电机、电器中的绝缘管、套管和成型绝缘零件。云母玻璃主要用作高压电器的耐弧、耐高温绝缘材料。

(六) 薄膜、粘带及复合制品

1. 薄膜主要有聚脂、聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚四氟乙烯、聚酰亚胺、芳香族聚酰胺和聚丙烯薄膜等，主要用作电机、电器线圈、电线电缆绝缘和电容器的介质等。

2. 复合制品主要有聚脂薄膜绝缘纸复合箔、聚脂薄膜玻璃漆布复合箔、聚酰亚胺薄膜芳香族聚酰胺纤维纸复合箔等。它们的主要用途是作中、小电机槽绝缘、相间绝缘和端部绝缘。

3. 粘带包括薄膜粘带、织物粘带和无底材粘带等。主要用作电机、电器线圈绝缘、包扎、固定和电线接头的包扎绝缘等。

常见的绝缘材料产品的品种、型号、特征、用途和参考工作温度见表3—2—5表3—2—9。

表3—2—5

漆、树脂及胶类品种型号、组成、特性及用途

型号	产品名称	基 本 组 成	特 性 及 用 途	加 工 流 度
1010	沥青浸渍漆	由沥青、干性植物油及脂肪酸盐经熬制后溶于有机溶剂中而成。溶剂为200号汽油及二甲苯。	具有良好的耐潮性，耐温度变化，有很好的介电性能，漆膜平滑而光亮，适于浸渍电机转子及定子线圈，不要求耐油的电器零部件。	105
1012	油性浸渍清漆	由甘油、松香脂及干性植物油经熬制后溶于有机溶剂中而成。溶剂为200号汽油。	系烘干漆，干燥迅速，具有耐油性、耐潮湿性，漆膜平滑有光泽，适于浸渍电机线圈。	105
1030	醇酸浸渍漆	由甘油、二甲酸酐、干性植物油及松香等经酯化后溶于有机溶剂（二甲苯或甲苯、200号溶剂）而成。	系烘干漆，干燥迅速，具有较好的耐油性及耐潮湿性，漆膜平滑光亮，适于浸渍电机、电器线圈以及作复盖用。	130
1152	硅有机浸渍漆	由甲基氯硅烷、苯基氯硅烷所合成的聚有机硅氧烷树脂溶剂为二甲苯。	其漆膜坚韧，供浸渍I级及、单玻璃丝电线、玻璃布、电容器，以及晶体管保护用。	180
1153	硅有机浸渍漆	由甲基氯硅烷、苯基氯硅烷所合成的聚有机硅氧烷树脂。溶剂为二甲苯。	此、漆膜热稳定性小，柔软性好，供浸渍包机用硅有机漆布、云母带、云母玻璃丝套管及制盘式云母板，也可供特种纸张母理及电容器防潮用。	180
1230	醇酸复盖漆	由亚麻油、甘油、苯二甲酸酐等经加热酯化聚合而成。复溶剂为二甲苯及200号溶剂。	其特性略低于1030，适用于制漆漆，可与其他漆及胶剂相配合，也可单独用于修饰表面，并可供浸渍玻璃丝包线。	130
1231	晾干醇酸复盖漆	由植物油脂经酸改性季戊四醇、苯二甲酸酐醇酸漆而制。溶剂为甲苯。	系一种凉干或低温干燥漆，干燥快，硬度大，漆膜有较好的介性，耐温、耐气候性较好，具有较高的绝缘性能，供复盖电器及绝缘零部件的表面。	130
1454	硅有机胶漆	由甲基三氯硅烷缩聚而成的聚有机硅氧烷树脂的二甲苯溶液。	具有良好的粘合性，供配制环氧绝缘压塑料用。	180
1550	硅氧树脂漆	由聚苯基硅氧烷与环烷酸铝所合成的硅氧树脂的二甲苯溶液。	具有良好的耐高温性、低作硅韧性，有机树脂、二甲苯树脂、二甲苯树脂及环氧树脂的固化剂，也可作为耐高温压塑料及层压制品的胶粘剂。	180
1551	硅氧树脂漆	由聚苯基硅氧烷与硫酸铝缩聚所合成的硅氧树脂在二甲苯与丁醇中的溶液。	具有良好的耐高温性，适于作硅有机树脂、二甲苯树脂及环氧树脂的固化剂，也可作为耐高温压塑料及层压制品的胶粘剂。	180
1611	油性精制片漆	由干性植物与松脂酸经熬制后溶于200号汽油中而成。	是一种高温（450—500℃）快干漆，漆膜坚硬、耐油、耐水，供恢复电机、电器中硅钢片用。	105
1730	高强度聚酯漆包线圈	由对苯二甲酸二甲酯与多元醇缩聚，制成树脂后溶于有机溶剂而成。	绝缘性能良好，耐晒、耐溶剂及抗蚀，供恢复漆包线圈用。	130

表3—2—6

浸渍纤维类品种、型号、规格、特性及用途

型号	产品名称	规格		基本组成	特性及用途	参考工作温度
		厚度、毫米	带宽、毫米			
2010	油性漆布 (带)	0.15; 0.17; 0.20; 0.24;	15; 20; 25;	由白底布浸以高聚合度油性(亚麻油、桐油)漆经烘干后而成。	具有一定的介电性能及机械强度。受热作用发生膨胀, 故只用于普通电机、电器的衬垫绝缘及端部绝缘。	105
2012	油性漆布			由电工专用棉布浸以绝缘油性清漆, 经烘干后而成。	也可用于接线及出线绝缘。具有一定的介电性能, 抗张强度及耐油性等, 供充油变压器及电器线圈的包扎绝缘及衬垫绝缘。	105
2430	沥青醇酸玻璃漆布(带)			系由电工用无碱玻璃布浸以沥青漆经烘烤干燥而成的黑玻璃漆布。	较棉、绸漆布有高的耐潮性、耐热性和机械性能, 然而拉伸时相对伸长率小, 耐油性差。可作电机电器B级的衬垫绝缘或线圈绝缘。	130
2432	醇酸玻璃漆布(带)	0.11; 0.13; 0.15; 0.17; 0.20; 0.24	15; 20; 25	由电工用无碱玻璃布均匀地浸以醇酸漆并经干燥而成。	比2010、2210有较高的耐潮、耐热及机械性能。虽然拉伸时相对伸长率小, 但耐油性好, 故可用于衬垫接充变压器油及汽油的线圈。	130
2715	聚氯乙烯玻璃漆管	1; 1.5; 2; 2.5; 3; 3.5; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 12; 14; 16.	0.40 0.70 0.80 0.90	由电工用无碱玻璃丝管涂以聚氯乙烯树脂并经加热处理而成。	具有优良的柔软性及弹性, 以及良好的介电性能及耐化学性。供一般电机、电器、仪表、无线电装置布线绝缘及机械保护。	105

表3—2—7

层压制品类的品种、型号、规格、组成、特性及用途

型号	产品名称	规格 (毫米)	基本组成	特性及用途
3020	酚醛层压纸板	0.2; 0.3; 0.4; 0.5; 0.6; 0.8; 1.0; 1.2; 1.5; 1.8; 2.0; 2.5; 3.0; 3.5; 4.0; 4.5; 5.0; 5.5; 6.0; 6.5; 7.0; 7.5; 8.0; 9.0; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 22; 23; 24; 25; 26; 27; 28; 29; 30; 31; 32; 33; 34; 35; 36; 37; 38; 39; 40; 42; 44; 46; 48; 50	系由绝缘浸渍纸浸以甲酚、二甲酚、甲醛树脂经热压而成。	具有高的介电性能, 适用于对介电性能要求较高的电机电器设备中作绝缘结构零部件, 并可在变压器油中使用。
3023	酚醛层压纸板	4.0; 0.5; 0.6; 0.8; 1.0; 1.2; 1.5; 1.8; 2.0; 2.5; 3.0; 3.5; 4.0;	系由绝缘浸渍纸浸以甲酚、二甲酚、甲醛树脂经热压而成。	具有低的介质损耗, 适用于无线电、电话、和高频电路、电器设备中作绝缘结构零部件。
3025	酚醛层压布板	0.5; 0.8; 1.0; 1.2; 1.5; 1.8; 2.0; 2.5; 3.0; 3.5; 4.0; 4.5; 5.0; 5.5; 6.0; 6.5; 7.0; 8.0; 9.0; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 22; 23; 24; 25; 26; 27; 28; 29; 30; 31; 32; 33; 34; 35; 36; 37; 38; 39; 40; 42; 44; 46; 48; 50	系由棉布浸以苯酚、甲醛树脂经热压而成。	具有高的机械性能, 适用于机械、电机、电器设备中作零部件, 并可在变压器油中使用。 注意: 这种布板专供电工用途, 其他用途可考虑代用, 以节约棉布。