

# 新絕緣材料 在电工上的应用

陈 德 方 著

水利电力出版社

# 目 录

## 緒論

### 第一章 以硅有机化合物为基础的絕緣材料..... 6

- 1-1 概述(6) 1-2 硅有机化合物(7) 1-3 硅有机絕緣材料在电工产品上的应用(7) 1-4 硅有机化合物作为絕緣材料的形态(13) 1-5 苏联硅有机产品的型号、規格及在电工方面的用途介紹(22) 1-6 英美硅有机产品的型号、規格及在电工方面的用途介紹(26)

### 第二章 以环氧树脂为基础的絕緣材料.....27

- 2-1 概述(27) 2-2 环氧树脂在电工产品上的应用(28) 2-3 环氧树脂作为絕緣材料的形态(30)

### 第三章 新絕緣膠.....33

- 3-1 概述(33) 3-2 以不飽和聚酯树脂为基础的热彈性胶(33) 3-3 甲基丙烯酸浸漬和灌注胶(防水繞組用)(36) 3-4 以聚胺脂树脂为基础的灌注胶(38) 3-5 以聚酰胺树脂为基础的灌注胶(38) 3-6 环氧树脂灌注胶(39) 3-7 环氧树脂与聚酯树脂的复合胶(40) 3-8 爱史卡邦絕緣胶(40) 3-9 高压电机的浸漬胶(40)

### 第四章 新絕緣漆.....41

- 4-1 云南虫胶漆(41) 4-2 水乳浸漬漆(42) 4-3 B級(130°C)浸漬漆(甲酚、醇酸树脂漆)(43) 4-4 新型耐油浸漬漆(用于变压器繞組及其他)(44)



## 第五章 絕緣纖維薄片和膠帶.....45

- 5-1 概述(46) 5-2 聚酰胺薄膜(又名特立綸薄膜)(46) 5-3 三醋酸薄膜(46) 5-4 醋酸纖維薄膜(49) 5-5 其他纖維薄膜(49) 5-6 聚酰胺薄膜(卡普隆薄膜)和絲(49) 5-7 氟素薄膜(50) 5-8 聚丙烯薄膜(51) 5-9 聚苯乙烯薄膜(51) 5-10 定向聚丙烯薄膜(52) 5-11 聚氯乙烯薄膜(52) 5-12 醋酸纖維化紙(52) 5-13 耐油漆紙(53) 5-14 單層合成膜板(53) 5-15 合成膜箔和合成膜帶(53) 5-16 感應电机轉子銅條專用絕緣箔(53) 5-17 石棉橡膠薄板(54)

## 第六章 新絕緣漆布和漆帶.....54

- 6-1 A級絕緣漆布(54) 6-2 E級絕緣漆布(拉夫桑漆布)(57) 6-3 B級玻璃絕緣漆布(57) 6-4 F級與H級絕緣漆布和漆帶(58)

## 第七章 絕緣膠粘帶.....61

## 第八章 粉云母紙(人造云母紙)及其制品.....62

- 8-1 概述(62) 8-2 粉云母紙(人造云母紙)(63) 8-3 粉云母紙的用途及优缺点(64) 8-4 以粉云母紙為基礎的云母制品(66)

## 第九章 以云母剝片為基礎的新云母制品.....71

- 9-1 概述(71) 9-2 硅有機玻璃云母帶(71) 9-3 特种硅有機玻璃云母帶(72) 9-4 耐熱玻璃云母帶(72) 9-5 耐熱塑型云母板(73) 9-6 硅有機柔軟云母板(73) 9-7 硅有機玻璃柔軟云母板(73) 9-8 硅有機襯墊云母板(74) 9-9 汽輪发电机專用襯墊云母板(74) 9-10 硅有機玻璃云母箔(74) 9-11 云母



## 緒 論

我国偉大的社会主义建設，需要大量的电气設備，而每一电气裝備都少不了絕緣材料。因此，絕緣材料今天在我国的发展，有着空前的有利条件。

絕緣材料——就是用来使发电机、电器的导电部分同其他部分互相絕緣，以及把不同电位的导电部分隔开的材料。如在各种发电机、电动机及电器内所用的云母膠、漆布、絕緣漆和膠；集电环套筒、換向器云母环和云母板；高压油开关的电容式或油充式套管、灭弧罩；高、低压开关的各种压制件；变压器內的絕緣筒、襯墊及包扎；電纜、电磁綫及电容器內的油、紙、薄膜；无綫电、电灯、电熨斗的隔电物等等。

在电工产品的結構中，絕緣材料具有极其重要的决定作用。由于电气設備的电压和容量不断增大，使用范围（热带，寒带，高原，海洋，高空，地下）的扩大，以及高频、超高频、火箭及原子技术的出現，对电气絕緣材料提出了多品种多性能的要求。过去狹窄的原料基础，如棉紗、天然絲綢、布、植物油、天然树脂等已不能滿足需要了。

我国电气制造工业正在史无前例地大跃进：要制造大型和一般电机、高压和低压电器、自动控制和远距离操縱裝置、高频和超高频裝置，并要不断地改进輸电系統。这些在应用絕緣材料上出現了許多新問題：要求絕緣材料具有更高的电气和机械强度、耐热、耐潮及抗化学物和微生物侵蝕的性能。

近20年来，在国际上出現了許多新的、用作 $130^{\circ}\text{C}$ 、 $155^{\circ}\text{C}$ 、 $180^{\circ}\text{C}$ 及 $180^{\circ}\text{C}$ 以上的各种綜合性絕緣材料。其中已被大量采

用并在发展着的首推硅有机化合物、环氧和聚脂树脂，各种类型的薄膜和灌注膠，粉云母紙及其制品，各类型高强度漆包綫漆，氟有机树脂及其加工制品，聚乙烯，聚异丁烯、聚氯乙稀，以及高质量的塑料，合成气体和液体等等。

采用新型的絕緣材料，可以延長电机、电器和电訊装备的使用寿命，减少事故和修理次数，在繁重条件下使运轉更安全可靠和耐久，在外形尺寸不变条件下增大出力或縮小尺寸或減輕重量而保持原功率。

特别是在当前，我国社会主义建設要大量制造各种成套电站設備。在此情况下，采用新型絕緣材料来节约硅鋼片、銅导綫和其他金属材料，更具有政治、經濟及技术革新的重大意义。

現在，我国已能以国产原料来制造各种新型絕緣材料了：如各种硅有机树脂，漆，硅油和硅脂，聚脂和环氧树脂，人造云母紙，各种耐热、耐潮的云母和塑料制品等。所有这些国产新絕緣材料，也都开始在电气制造工业、电力和电訊系统中应用并显示了良好的效果。在第二个五年計划中，新絕緣材料在我国將有进一步的巨大发展是可以預期的。

# 第一章 以硅有机化合物为基础的

## 絕緣材料

### 1-1 概 述

硅有机化合物与云母、玻璃布、石棉等組合成片狀和板狀的絕緣材料，与环氧、醇酸、聚酯树脂等組合成各种漆、膠、膠粘剂及塑料等絕緣材料。

以硅有机化合物为基础的絕緣材料，一般可長期在  $160\sim 180^{\circ}\text{C}$  的溫度下工作，也可短期在  $260\sim 500^{\circ}\text{C}$ （如玻璃板及高溫硅有机漆）下工作。它的耐潮性特高，也耐寒，耐化学腐蝕，不怕曝曬和臭氧的作用。硅有机化合物的电介質性能也异常优良，能耐电弧及高压所引起的电量，而且在溫度升高时电气性能也很少有变化。

一般电机采用硅有机絕緣后，在  $130^{\circ}\text{C}$  下运行的使用寿命，与 A 級絕緣电机在  $105^{\circ}\text{C}$  下或 B 級絕緣电机在  $130^{\circ}\text{C}$  下运行的使用寿命相同。

在我国現应用硅有机絕緣材料更具有特別重大的意义：可提高电机、电器的可靠性，延長使用期限；在許多情况下并可改进其結構，縮小电气制品的体积达 40%，从而大量節約銅导体、硅鋼片和其他金属材料。

硅有机絕緣材料的价格虽比一般絕緣材料貴些，但就电机、电器的整个造价来看，这一部分損失可由節約其他金属材料得到补偿而有余；特別是一台硅有机絕緣的电机或电器可当作 2~5 台普通电机、电器来使用，就为国家帶來了更重大的經濟效果。

## 1-2 硅有机化合物

硅有机化合物是主鏈上結合着硅和氧原子的聚合物。熟知的硅氧化合物有下列几种：乙基聚硅氧，甲基聚硅氧，乙基，甲基聚硅氧，苯基聚硅氧及其他。这些化合物是將有机氯化甲硅烷水解并繼之以縮合而得的。目前工农化生产的硅有机化合物有两大类：一类为苯基甲基硅氧烷树脂和漆，如北京电器科学研究院和化工研究院所生产的各种牌号的硅有机树脂和漆（相当于苏联 K 型的硅有机树脂和漆）；一类为苯基乙基硅氧烷树脂和漆，国内目前不准备生产，因前一类可代替后一类。

聚有机硅氧烷树脂容易溶解于一般的有机溶剂中，并且能与之互相混合而得到对它們所希望的性能。

純硅有机树脂对某些溶剂缺乏抵抗力，粘着性也不强，但以聚酯树脂或环氧树脂改良后可得到提高。以聚酯改良的硅有机树脂能在  $200^{\circ}\text{C}$  的温度下工作。涂刷硅鋼片、浸漬玻璃絲包綫、压制抗热层压板等用的几种硅有机漆，多半是以聚酯或其他树脂改良的。

現时硅有机化合物的品种，在国外已有数千种之多，而且还在不断增長着。但用在电工方面的品种大約数十种，其中最主要的品种，北京电器科学研究院、化工研究院和上海永固漆厂等單位皆已能够制造。在1959年中，化工部將扩大硅有机树脂和漆的供应数量，以滿足全国电气工业及其他工业大量的需要。

## 1-3 硅有机絕緣材料在电工产品上的应用

在一般电机方面 近20年来，对一般电机中所用的有效材料——硅鋼片、銅导体等的减少，引起了很大的重視，而采用

硅有机絕緣材料，就可在很大的程度上实现这一目的，

用硅有机絕緣材料制成的三相短路轉子电机与一般电机相比，在硅鋼片重量不变条件下，容量可提高31~47%。A級的电机电容量为17.6瓩，用銅量为20公斤；H級的电机电容量为23瓩，用銅量为9.3公斤。采用硅有机絕緣的小容量系列的电动机，具有技术和經濟上的一系列优点。

全封闭式風扇冷却的7.5馬力的电动机，如用硅有机絕緣，可制成相当于2馬力的电动机的外形尺寸。

在机床和自动化裝置方面所用的电动机，工作时接通次数较多（自动車絲扣的車床，其电动机每分鐘接通次数达120次），而工作時間又長，特別是經常要改变轉动方向的电动机，其轉子的飞輪重量要小（即轉子直徑的尺寸要小）。把轉子直徑做得小而長是不利的，所以只有采用硅有机絕緣，才能做成直徑小而長度短的轉子。

帶动机床用的电机，在尖端出力及起動刹車时，轉子的負荷很大。如采用硅有机絕緣，轉子尺寸可大大縮小。至于定子繞組，在許多情況下可不必用硅有机絕緣材料。

**在中型电机方面** 根据国外技术报道，同为1,500公斤和3,000轉的电机，当絕緣等級不同时，其功率也各不相同：A級絕緣的容量为110瓩，而硅有机絕緣的为180瓩。前者每公斤/瓩为14.1，而后者則为8.6。由此看来，每一台硅有机絕緣的电机可节约40%以上的硅鋼片。

美国自1956年起，大部分电动机均已采用了硅有机絕緣，其出售价格与B級絕緣电动机相当。在100馬力以上、电压为6~9千伏的大型电动机中已采用了硅有机彈性絕緣。由于尚沒有良好的半导体漆来消灭电暈，所以，采用硅有机絕緣的电机，进一步提高电压受到了限制。

由于硅有机絕緣电机运行可靠，所需儲备件(如單个綫卷)和备用电机可大大减少，長期运行的电机也不必經常檢修，所以电站部使用电机的單位都很欢迎。

上海中小型电机研究室，已计划在 J 型、JO 型（相当于苏联 A 型和 AO 型）系列交流电机和 MII 型、MBK 型、PII 型系列直流电机等方面，采用硅有机絕緣材料。

**在矿山、冶金和牽引电机方面** 石油、冶金、化学以及电气化运输等部門用的电机，經常都在超过其耐温等級的状态下工作，同时还可能受到活潑性的化学物質，灰尘、烟灰的作用，致有机物絕緣材料受到强烈的破坏，絕緣的寿命急剧减短，因而使电气設备提早损坏。

采煤用电动机在运行过程中，有矿井水、潤滑油及煤屑等的浸入，并且經常要启动、反轉和大大过载，这将引起采煤用电机繞組的温升兩三倍地增大，使絕緣中的有机物材料受热损坏。即使在电动机中采用 B 級絕緣材料，它們的使用寿命也不長。

牽引电动机在运行过程中，要承担特別大的机械应力和过电压。在使用 B 級絕緣材料时，在  $145 \sim 165^{\circ}\text{C}$  或更高的温度下，絕緣物中的有机物將受热老化，这使絕緣的机械和电气性能及防潮性能都要变坏，因而可能使电动机过早损坏而必需經常檢修。

所以作为石油、采煤、冶金和牽引用的电动机，要有較高的耐热、防潮、机械强度和介电性能，因而以用硅有机絕緣材料为宜。

采用硅有机絕緣的密封防爆电机，其尺寸不变，出力可提高达 40%。

电压为 3,000 伏的干綫机車的牽引电动机，采用硅有机絕

緣后，如整流正常，其功率可提高33%。

在苏联、美国，全部牵引电气设备的各个部分都用硅有机絕緣。以硅有机絕緣的小电动机也用在其它工业部門。

国内制造的軋鋼軋用的 A3P 型电机、H60 铁道干綫機車头用的电动机和 KO 型及 МАД191 型防爆电机等，已經采用硅有机絕緣。上海系列产品設計室也正在着手將电机改型，采用硅有机絕緣。佳木斯电机厂已采用硅有机絕緣制造各型小容量感应电动机。

在高原、热帶、航空用电机方面 高于海洋水平面 1,000 公尺的地区，空气稀薄，电机冷却不良，即使是一般电机也以采用硅有机絕緣为宜。

海洋和热帶地区气候条件特殊：温差高、湿度大，特别是热帶更受微生物和昆虫等的侵害，使电气设备寿命縮短。因此制造热帶电气设备时，应尽可能采用具有高度耐潮性及防腐能力的硅有机絕緣材料，而不用棉紗、綢、紙、木質或瓷路路填料、膠木板、棉紗等。

噴气飞机引擎要求电机的工作温度达  $200 \sim 250^{\circ}\text{C}$ ，超 声速飞机引擎要求电机工作温度更高。在此高温下，电机絕緣是离不开硅有机和其他特殊材料的。采用硅有机絕緣，能使电机、电器尺寸和重量的减小，在航空及运输上的实际价值更大。

在发电机方面 汽輪发电机轉子的絕緣，在制造过程中和运行时都要受到高热和非常大的机械应力。在此情况下，紙、纖維材料和 B 級絕緣漆都易受到破坏。使用硅有机或硅有机树脂与其他树脂复合物作浸漬膠，作云母、玻璃、石棉制品等的膠粘剂，可以大大提高汽輪发电机定子和轉子絕緣的可靠性。

苏联和其他国家所生产的汽輪发电机，从小容量的到

100,000及250,000瓩的都部分或全部采用了以硅有机化合物为基础的絕緣材料。

硅有机热彈性的絕緣材料在大电机上应用，現已得到了很大的发展。它能够承受經常性的机械撞击，而这种撞击足以造成絕緣的机械损伤，而非一般絕緣材料所能承受。

哈尔滨电机厂制成的3,000轉/分、容量为25,000瓩大型汽輪发电机，采用了国产的硅有机絕緣材料。轉子繞組可以長期在溫度 $130^{\circ}\text{C}$ 下承受700公斤的抗压强度（远远超过了轉子運轉所产生的450公斤离心力）；而普通絕緣材料長期在此工作溫度下將迅速老化，失去机械强度，导致繞組匝間的短路和整个絕緣系統的破坏。

**在高压交流电机及其他电机方面** 由于瀝青化合膠、瀝青油質膠粘漆和紙、綢底云母帶的耐溫能力低，所以采用这类复合絕緣材料的电机的溫升受到限制，而且在高电压下容易产生电暈，以致造成絕緣的破压事故。若采用硅有机絕緣材料，則有下列优点：

对于工作电压在6千伏以上的电机，其絕緣的损失角正切和耐电暈的情况可得到改善。

对于某些特殊电机（如每分鐘接通次数有时須达60次的电机，及具有两种轉速的电机等）可縮小外形尺寸約兩倍，減輕重量約4倍。

安裝在暖气裝置及其他場所的电机，由于裝有风叶，有时会发出磁噪音，在水管道共鳴的作用下引起极难听的叫声。采用硅有机絕緣就可不裝风叶。

反制动的电机，在制动时发热損失有时增大到三倍之多，电机溫升急剧的变化，唯有硅有机絕緣才能承担。

**在变压器方面** 在发电站、密閉变电所、电力綫路、化工

厂和矿井地区，采用硅有机絕緣的变压器有許多优点：可节省油量的消耗和一些附件(如貯油枕等)；变压器重量可減輕，运输方便而维护費用低，对变压器维护較易；用戶不須备有油处理設備；不必进行經常性的檢查。此外，因重量減輕，可以把变压器做成移动式的，在公路和鉄路上，在矿井和其他特殊場所流动配电，从而縮短高、低压輸电綫路。

在其它条件相同时，硅有机絕緣要比B級絕緣的开启式变压器貴20%，比油浸变压器貴40%，但出力可提高1~2倍。在硅有机絕緣的变压器中，是用玻璃絲包导綫，硅有机瓷漆，硅有机橡胶垫片，及硅有机膠粘的云母制品。上海及沈阳变压器厂，正在以硅有机为基础的絕緣材料作H級干式变压器的絕緣。

**在电器方面** 电气开关的制造繼續向前发展，在許多情況下不再采用一般的絕緣材料，而采用硅有机漆及树脂作基础的材料，来获得絕緣部件耐高溫及抵抗不良气候的性能。

如电气开关中的灭弧室，是一个很重要的部件，应使用何种材料来压制和作浸漆处理一直是被大家所注意的。現法国已采用硅有机漆来浸漆3,000伏的直流空气自动开关的灭弧室，試驗証明：在剧烈的潮气作用下，制品的电气性能良好，吸水性很小，有高的耐輝光及耐弧性。

此外，变阻器的絕緣复盖层、过負荷繼电器、断路器、电流表以及无綫电、雷达、电子、电訊、电视等裝置中的許多部件，也都采用了硅有机絕緣材料。

**在电磁綫与电纜方面** 以醇酸树脂改良的硅有机漆所制成的电磁綫，耐热(工作温度可达 $150\sim 180^{\circ}\text{C}$ )及介电性能很好，又能耐潮湿和具有化学稳定性。以聚酯改良的硅有机漆所制成的电磁綫，其电阻高，損失角正切小，耐潮湿，能抗电暈和爬电。

苏联工业化生产的硅有机絕緣导綫有下列几种牌号:

双玻璃絲包硅有机絕緣导綫, 牌号为 ПСДК, 有圓的和扁的两种:

單玻璃絲包硅有机絕緣导綫, 牌号为 ПДТКО;

硅橡胶絕緣导綫, 牌号为 ПРГКМ。

在国外, 硅油已应用在110千伏及220千伏的電綫絕緣上。因为硅有机絕緣的電綫, 在发生意外局部燃燒时不生成导电灰, 从而保证安全。

上海電綫厂已能生产單紗玻璃絲包硅有机絕緣電磁綫(相当于苏联牌号 ПДТКО), 上海电机厂已用来制造容量为17瓩的F級絕緣电机。

#### 1-4 硅有机化合物作为絕緣材料的形态

硅有机化合物可制成电工用的各种浸漬漆、复蓋漆、膠粘剂、灌注膠、硅油、憎水剂而直接使用, 或作为制造耐热云母制品、耐热层压板、玻璃漆布等的膠粘剂和浸漬剂。

**硅有机樹脂浸漬漆** 这类漆是聚硅氧樹脂在某种溶剂中的溶液。所用溶剂有: 甲苯、汽油、松节油的混合物, 甲、乙醚和氯苯的混合物。这种浸漬漆所形成的薄膜具有高的耐热性, 且不論在常温或在  $200^{\circ}\text{C}$  的温度时都具有高的介电性能。这种漆可用以浸漬具有耐热絕緣的电机和电器的繞組。当采用高温干燥硅有机漆时, 浸漬过的繞組須在  $150 \sim 180^{\circ}\text{C}$  下干燥和烘干。当采用低温干燥硅有机漆时, 可在  $120^{\circ}\text{C}$  的温度下进行干燥, 特别是以E級絕緣的导綫(如維尼弗烈克斯漆包綫)作繞組时, 当浸了或涂了硅有机漆以后, 以低温干燥比较好。

一般硅有机浸漬漆具有下列性能指标: 在  $200^{\circ}\text{C}$  时用普通方法确定的漆膜耐热性为5至800小时。在原始的状况下(温度

为 $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 时)的电击穿强度不小于 50 千伏/公厘; 在 $200^{\circ}\text{C}$ 时不小于 25 千伏/公厘; 在 $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 时在  $95 \pm 2\%$  相对湿度环境中經24小时后不小于 25 千伏/公厘。

在原始状态下, 在温度  $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$  时, 体积电阻系数大于  $10^{12}$  欧姆·公分, 在 $200^{\circ}\text{C}$ 时不小于  $10^{11}$  欧姆·公分, 在95%的相对湿度环境中經20小时后不低于  $10^{11}$  欧姆·公分。

北京化工研究院沈阳分院制造的电工用硅有机漆有下列几种型号: 电跃205, 240, 281, 282, 283, 284 等。这些漆已用在哈尔滨电机厂制造的、容量为25千瓦的汽轮发电机中。各种硅有机树脂漆的性能指标见表 1。

表 1 各种硅有机树脂漆的性能指标

| 編号 | 产 品 牌 号    |                  | 电跃281            | 电跃282            | 电跃283            | 电跃284            |
|----|------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|    | 性 能        |                  |                  |                  |                  |                  |
| 1  | 外 观 (液体)   |                  | 淡黄色透明            | 棕黄色透明            | 淡黄色透明            | 棕黄色透明            |
| 2  | 粘 度 (B3-4) |                  | 大于10秒            | 大于10秒            | 大于10秒            | 大于10秒            |
| 3  | 不挥发物含量 (%) |                  | 30               | 30               | 30               | 30               |
| 4  | 干燥时间       | 在150°C时 (分)      | 8                | 15               | 4                | 10               |
|    |            | 在100°C时 (分)      | 60               | 110              | 30               | 70               |
|    |            | 在50~60°C时(分)     | 180              | 390              | 120              | 300              |
| 5  | 絕緣电阻       | 在常温下(欧姆·公分)      | 10 <sup>15</sup> | 10 <sup>15</sup> | 10 <sup>15</sup> | 10 <sup>15</sup> |
|    |            | 受潮以后             | 10 <sup>14</sup> | 10 <sup>14</sup> | 10 <sup>14</sup> | 10 <sup>14</sup> |
| 6  | 热弹性        | 在120°C受热后弯曲 (小时) | —                | 10               | —                | 4                |

电跃282号和284号两种硅有机漆对金属的附着力较好, 热弹性高。



电跃281号 283号所需干燥时间最短，故适用于不能在高温( $120^{\circ}\text{C}$ 以上)干燥的绝缘制品。283号可供上胶玻璃布和压制玻璃布板用。

北京电器科学院制出的硅有机浸渍漆有K-43、K-49、K-57、K-59等数种，其用途说明见1-5节。牌号为K-57的性能指标见表2。

表2 K-57 硅有机浸渍漆的性能指标

| 性 能                                       | 指 标            |
|-------------------------------------------|----------------|
| 1. 外观                                     | 淡黄, 透明, 允许轻微混浊 |
| 2. 固体含量(%)                                | 50~55          |
| 3. 干燥时间, 在 $200^{\circ}\text{C}$ 时        | 30分            |
| 4. 酸 值(毫克 KOH)                            | 不大于 0.5        |
| 5. 相对粘度(10% 浓度, 在 $20^{\circ}\text{C}$ 时) | 2~3            |
| 6. 漆膜耐热性, 在 $200^{\circ}\text{C}$ 时, 小时   | 不少于 150        |
| 7. 漆膜击穿强度(千伏/公厘)                          |                |
| 在原状态下                                     | 不少于 50         |
| 在 $200^{\circ}\text{C}$ 时                 | 不少于 25         |
| 在 98% 湿度中经 24 小时后                         | 不少于 25         |
| 8. 漆膜体积电阻(欧·公分)                           |                |
| 在原状态下                                     | 不少于 $10^{13}$  |
| 在 $200^{\circ}\text{C}$ 时                 | 不少于 $10^{13}$  |
| 在 98% 湿度下经 24 小时后                         | 不少于 $10^{11}$  |

**硅有机树脂复盖漆(瓷漆)** 这种漆是用硅有机漆加颜料等而制成的。北京电器科学院已制出 K-47、K-48 和 HKB-14、HKB-19 等牌号的复盖用漆和瓷漆，其用途说明见1-5节，性能指标见表3-6。

**硅有机胶粘剂(漆)** 利用纯粹的硅有机漆与有机漆混合成的硅有机漆，可以制成容许工作温度达  $180^{\circ}\text{C}$  的各种耐热云母板、层压玻璃板、石棉板、漆布及卷绕制品。

表3

K-47 硅有机复盖漆的性能指标

| 性 能                       | 指 标                  |
|---------------------------|----------------------|
| 1. 外 观                    | 不得有污垢杂质              |
| 2. 固体含量(%)                | 不少于 60               |
| 3. 粘 度(B3-4) 在 20°C 时(秒)  | 40~70                |
| 4. 干燥时间, 在 200°C 时(秒)     | 45                   |
| 5. 在铜片上漆膜耐热性(小时)          | 不少于 50               |
| 6. 漆膜硬度(M-3)              | 不少于 0.5              |
| 7. 漆膜耐油性在透平油中经 24 小时后(公斤) | 不少于 5                |
| 8. 漆膜击穿电压(千伏/公厘)          |                      |
| 在 20°C 时                  | 不少于 60               |
| 在 200°C 时                 | 不少于 30               |
| 在 95~98% 相对湿度时处理 24 小时后   | 不少于 35               |
| 9. 漆膜体积电阻率(欧·公分)          |                      |
| 在 20°C 时                  | 不少于 10 <sup>13</sup> |
| 在 200°C 时                 | 不少于 10 <sup>11</sup> |
| 在 95~98% 相对湿度时处理 24 小时后   | 不少于 10 <sup>11</sup> |

表4

K-48 硅有机复盖漆的性能指标

| 性 能                     | 指 标                 |
|-------------------------|---------------------|
| 1. 机械杂质                 | 不应有颗粒和杂质            |
| 2. 固体含量(%)              | 大于 70               |
| 3. 粘度(B3-4) 在 20°C 时(秒) | 100~180             |
| 4. 干燥时间(小时)             | 少于 1.5              |
| 5. 耐热性, 在 200°C 时(小时)   | 大于 180              |
| 6. 耐油性(B9H 仪)(公斤)       | 大于 5                |
| 7. 击穿电压(千伏/公厘)          |                     |
| 在原状态下                   | 大于 50               |
| 在 200°C 下               | 大于 25               |
| 在 95% 湿度时处理 24 小时后      | 大于 25               |
| 8. 体积电阻率(欧·公分)          |                     |
| 在原状态下                   | 大于 10 <sup>13</sup> |
| 在 200°C 时               | 大于 10 <sup>11</sup> |
| 在 95% 湿度时处理 24 小时后      | 大于 10 <sup>12</sup> |