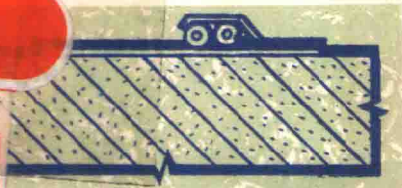


粘接剂在电气安装 施工中的应用

[苏]B·C·拉季科夫斯基

宋浩谦 译



中国建筑工业出版社

651

粘接剂在电气安装 施工中的应用

[苏]B·C·拉季科夫斯基

宋浩谦 译

中国建筑工业出版社

本书介绍在电气安装施工中所使用的合成粘接剂的配方、制备、分装、保存和使用方法。书中对粘接过程的实质，粘接接头的性能，以及粘接的优点和缺点作了说明。

书中重点说明了合成粘接剂在安装导线、轻型电缆和电气安装制品时的使用，以及粘接剂在安装电气设备、电缆封端等时的应用。

本书对从事电气设备安装和维护的电工将有所帮助。

ПРИМЕНЕНИЕ КЛЕЕВ ПРИ
ПРОИЗВОДСТВЕ ЭЛЕКТРО-
МОНТАЖНЫХ РАБОТ
В.С.РАТЬКОВСКИЙ
БИБЛИОТЕКА ЭЛЕКТРОМОНТЕРА
МОСКВА «ЭНЕРГИЯ» 1978

* * *

粘接剂在电气安装施工中的应用

宋浩谦 译

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

*

开本：787×1092毫米 1/32 印张：2 1/4 字数：50 千字

1980年12月第一版 1980年12月第一次印刷

印数：1—12,210册 定价：0.20元

统一书号：15040·3827

原 序

用合成粘接剂来粘接不同的材料，已经广泛地应用于工业、运输业和建筑业的很多部门。由于粘接具有很多其他连接形式所没有的优点，所以使它在电气安装工作中也获得了广泛的应用。这些优点包括：工时和体力的消耗很少；费用低；在进行粘接时不会损坏建筑的结构和表面。

在连接不同种类的材料时，以及在用其他的方法很难或不可能连接或固定的情况下（例如：把橡胶垫固定在金属和陶瓷上；把导线固定在由玻璃板或玻璃型材制成的隔墙上；把导线固定在瓷砖上；连接塑料；粘接陶瓷等），采用粘接是特别方便和有利的，有时甚至是不能用其他方法代替的。

目前，工业部门已生产有上百种牌号的合成粘接剂，它们的性能、用途和使用范围是多种多样的。

虽然很多种合成粘接剂具有良好的性能，但是电气安装工作的工艺特点却限制了它们的使用。为了在电气安装工作中正确地选择和使用粘接剂，必须了解它们的性能，使用方法和使用的范围。但是由于缺少这方面的书籍，所以给电气安装部门介绍使用粘接剂方面的经验比较困难。

写这本小册子的目的是：向电气安装工作者介绍一些合成粘接剂的性能、用途、以及它们在各种电气安装工作中使用的可能性和使用的方法。

作 者

目 录

一、粘接	1
二、粘接剂	7
三、电气安装施工中的粘接工艺	23
四、粘接剂的制备	42
五、粘接剂的制备和分装的机械化	49
六、在电气安装施工中采用粘接剂的经济合理性	57
七、用粘接剂施工时的安全措施	59
附录 1 配制电气安装施工用粘接剂的材料特性	62
附录 2 适于采用合成粘接剂的施工作业	64
附录 3 BMK-5K粘接剂的配制和分装工艺	65
附录 4 配制、分装和涂胶用的机械、夹具和工具	67

一、粘 接

粘接是借助于涂在两个表面之间的胶层，利用它在固化时所形成的与被连接的材料牢固地粘接在一起的胶膜，把两个表面连接起来。粘接是最有效的连接方法之一。粘接可以把用其他方法很难连接的不同种类的材料连接起来。在粘接时，被连接的零件的截面可不必开孔而受到削弱，而这种孔在螺栓连接和铆接时则是不可避免地要存在的。材料在粘接时的强度，不象焊接或钎焊时那样，会由于加热而减弱。粘接接头具有气密性；由于粘接剂所具有的绝缘性质，使粘接接头不会产生电化腐蚀和离子电流。

粘接是基于胶层对被粘接的材料表面的粘附现象。两种不同的材料在接触时所产生的粘附作用或附着作用称为粘附现象。除此之外，胶层本身内的分子之间还存在有结合力，称为内聚力。因此，粘接接头的强度就取决于粘接剂与被粘接的材料之间的粘接强度和胶层本身的强度。

粘接接头在工作中或试验中由于超载可能有四种不同的破坏方式：胶层破坏；被粘接的材料破坏；沿胶层与材料的交界面破坏（粘接破坏）和混合性的破坏（破坏一部分发生在材料层；一部分发生在胶层或胶层与材料的交界面）。在粘接多孔性材料时常可以观察到混合性的破坏。超载时被粘接的材料发生破坏的接头是最好的粘接接头。

试验表明：粘接接头的强度随着胶层厚度的增加而降低。这可以用胶层薄时内应力较低，内部缺陷较少来解释。

例如，用环氧树脂胶粘接硬铝时，粘接强度与胶层厚度的关系的试验结果如下：

胶层厚度(毫米)	0.06	0.20	0.40
剪切强度极限(公斤力/厘米 ²)	367	344	262

图 1 是钢的粘接强度与酚醛丙烯酸酯胶层厚度的关系。

胶层的厚度取决于粘接剂和被粘接材料的性质、环境温度、以及粘接时被连接表面上的压力。粘接强度在很大程度上取决于被粘合表面修合的是否仔细：被粘合的表面应当平整和彼此紧密地贴合，使胶层能均匀地覆盖在整个被粘接的面积上。粘接强度还与被粘接材料的表面的光洁度和粗糙度有关。脏污的表面不能粘接。在粘接表面粗糙的情况下，粘接的强度较高，因为表面粗糙能使涂胶的表面积增大，因而增加了胶的质点与被连接的材料附着面积。

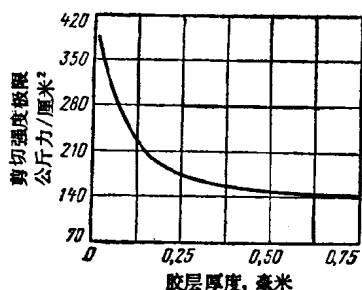


图 1 胶层厚度对粘接强度的影响

粘接强度还与被粘接材料的性质有关。例如：钢比铝粘接的要好，而铝又比铜粘接的好。金属的镀锡表面不好粘接。

除聚乙烯、聚异丁烯和氟塑料以外，其他的塑料都很好粘接。当粘接塑料时，由于粘接剂的作用，在塑料的表面上

将产生物质的相互扩散作用。这是塑料的粘接过程与那些仅依靠被粘接表面和固化胶层的粘附作用的其他材料的粘接过程的重要区别。

为了使粘接剂能很好地涂覆在被粘接的表面上和使它能渗透进被粘接材料的气孔内，粘接剂应当有足够的流动性，也就是要有一定的粘度。这可以用向粘接剂内加入溶剂，或者在粘接时用加热粘接剂的办法来达到。

在粘接剂固化的期间，加在被连接材料的粘接面积上的压力使它们互相靠近，使胶层的厚度减小，把空气从粘接接头中挤出来，把胶压进被粘接材料的气孔和毛细管内，使胶和材料表面的接触面积增大，使粘接强度增加。根据粘接剂的物理-化学性质，粘接时所加的压力在 0.2 公斤力/厘米²到 20 公斤力/厘米²的范围内变动。

粘接的缺点限制了它的应用范围，这些缺点是：不均匀扯离强度（剥离强度）、冲击韧性和抗振强度较低，粘接剂会产生老化现象。例如，用BK-32-ЭM环氧树脂胶粘接硬铝时的均匀扯离强度极限在 -60°C 到 $+60^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内为 450 公斤力/厘米²，而不均匀扯离强度却只有 $15\sim 20$ 公斤力/厘米²。很多粘接剂还不耐热，不耐湿，在低温时会变脆。另外，粘接的质量也难于检验，因为不破坏接头就无法由外观来确定它的质量。最后，粘接强度的计算方法也极为复杂。

在选择粘接剂时，必须考虑粘接接头的工作条件和粘接剂的性能：如强度、耐久性、耐湿性、热稳定性和在生产工艺方面应用的可能性。

图2是通常使用的平面粘接接头的形式；图3是管子和圆柱表面粘接接头的形式。

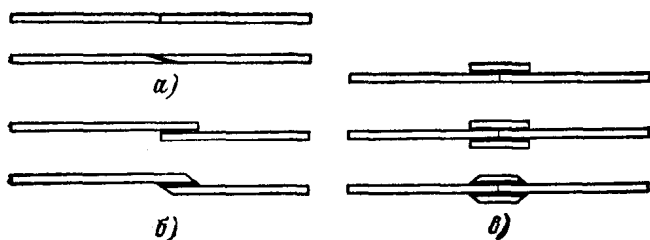


图 2 平面粘接接头

a) 对接; b) 搭接; c) 带搭接板的对接

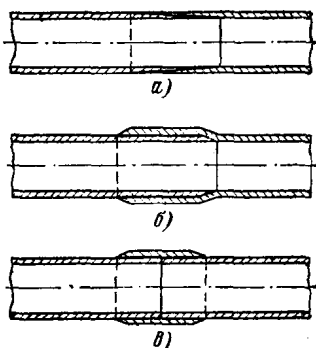


图 3 管子的粘接接头

a) 圆锥面接头; b) 嵌入式接头;
c) 带套管的接头

由于粘接接头能较好地承受剪切和拉伸（均匀扯离）方向的力，但不能在剥离（不均匀扯离）的作用下很好地工作，所以正确地选择粘接接头的结构就有很大的意义。实际上，在对接接头上很少有只承受均匀扯离力作用的情况，一般都还同时存在有剪切力和不均匀扯离力的作用。所以，在对接表

面较小的接头上，一般都带有一块或两块搭接板（图 2）。

图 4 是根据工作时作用力的方向正确地使用粘接接头和不适当地使用粘接接头的例子。使用最广泛的粘接接头是搭接接头。这种搭接粘接接头的强度取决于它的搭接面积，即取决于它的搭接宽度和搭接长度。搭接宽度等于被粘接的材料宽度并且可以超过搭接长度。粘接接头的强度与搭接宽

度成正比。当搭接长度过长时，粘接接头的强度将大大超过被粘接材料的强度，而这显然是不合理的。

当加大搭接长度时，粘接接头强度的增加并不和搭接长度的增加成正比。例如，用环氧树脂胶粘合的钢试件的接头强度与其厚度和搭接长度的关系如下：

试件厚度(毫米)	1	1	3	3
搭接长度(毫米)	8	15	8	15
抗剪强度极限(公斤力/厘米 ²)	290	200	374	265

所以，搭接长度应当根据被粘接材料的厚度来选择。

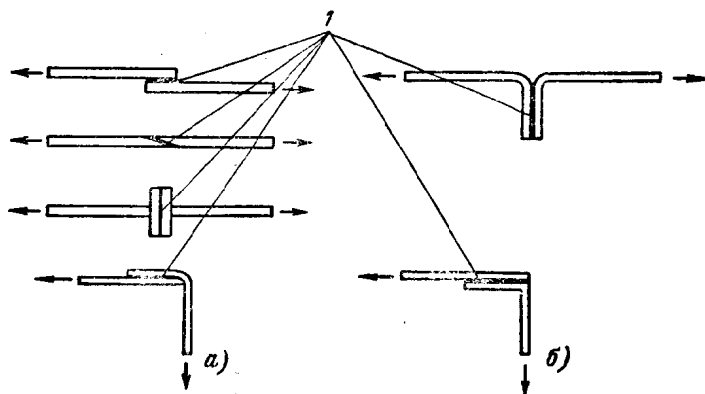


图 4 粘接接头的形式

a) 正确的接头；b) 不正确的接头；1—粘接剂

粘接接头的强度有时会显著地超过焊接接头和铆接接头

的强度。例如，对由厚度为2毫米的钢板组成的，搭接长度为25.4毫米的三种搭接接头进行试验时所得的结果如下：铆接接头的剪切强度为687公斤力/厘米²；电点焊接头的剪切强度为729公斤力/厘米²；用“利达克斯”（“Ридакс”）胶粘接的接头的剪切强度为1315公斤力/厘米²。

但是，由于存在种种影响制造粘接接头及其工作的因素，所以在实际上要想获得强度一致和稳定的粘接接头常常是很困难的。这些影响因素包括：不同程度地违反粘接工艺规程和规范；由于环境温度、湿度在胶层中和被粘接材料中所引起的变化等。

二、粘 接 剂

粘接剂是一种物质的溶液，它能在固化时形成一种与被粘接的材料牢固地粘附在一起的薄膜。粘接剂分成天然粘接剂与合成粘接剂两种。天然粘接剂是用动物和植物体内的物质：动物的骨、角、蹄和植物的淀粉制成的。这就是一般人们所熟悉的木工胶、裱糊胶和办公用的胶水。这些天然胶都不具备大气稳定性，并且都容易发霉。用天然胶所制成的接头强度不够，并且在潮湿的影响下会很快地破坏。天然胶不宜于粘接金属、塑料和其他许多种材料。

合成粘接剂是合成树脂的溶液。用合成粘接剂可以粘接很多种材料。用合成粘接剂所形成的接头很牢固，比较耐久，并且能在各种大气和温度条件下工作。

在电气安装工作中只使用合成粘接剂。合成粘接剂的基料—合成树脂—是复杂的固态或液态的有机化合物。根据树脂在加热以后保持本身结构的能力，可以把树脂分为热塑性的和热固性的两种。热塑性树脂的特点是：在加热时会软化或熔化；可以溶解在溶剂中；当冷却时或溶剂蒸发以后，它们会重新固化。在经过多次加热和冷却之后，热塑性树脂的结构及其熔化能力和溶解于溶剂中的能力仍可完全保存下来。

热固性树脂在经过第一次充分加热和冷却之后，在第二次加热时就不会再重新软化，也不能再溶解于溶剂之中。在高温的作用下，热固性树脂的结构会发生不可逆的变化。某些热固性树脂，例如环氧树脂和聚酯树脂，在加入一种专用的

物质一固化剂以后，就会固化。

根据粘接剂是以哪种树脂为基料的，也可以把它们分为热塑性的和热固性的两种。热塑性粘接剂不能承受高温和溶剂的作用，但是有弹性。用这种粘接剂所制成的接头的强度较低，老化和在持续荷载下产生永久变形的倾向较大，但是比较耐振。

热固性粘接剂耐热、耐腐蚀性介质，但是较脆。用这种粘接剂所形成的接头比较牢固，不易老化，但是不耐冲击和振动。

为了获得具有一定性能的粘接剂，常常用两种或数种树脂作为粘接剂的基料；或者在基料树脂中加入某种物质与其混合，当这种物质与基料树脂发生化学作用时，就赋予粘接剂以所需要的性能。这种为了使粘接剂具有一定的性能而将必需的附加剂与基料混合的步骤，称为粘接剂的改性。用改性的方法所获得的粘接剂具有较好的强度、耐久性、弹性、耐热性和其他许多有价值的品质。

热塑性粘接剂由液态变为固态是由于溶剂挥发的结果。而热固性粘接剂则是由于在温度、压力、固化剂或催化剂的作用下所发生的复杂的聚合作用或凝聚作用，以及由于溶剂的挥发而成为固态的。粘接剂变成固体的过程的时间称为它的固化时间。根据合成粘接剂内所含的物质的性质，合成粘接剂有的在正常温度下固化；有的在高温之下固化，与此相应地可以把它们分为冷固化合成粘接剂和热固化合成粘接剂两种。

在一般情况下，热固化合成粘接剂所形成的接头强度较高而且稳定。在经过热处理以后，冷固化粘接剂所形成的接头的性能也会提高。粘接剂的成分保持其适于使用的液体状

态的时间称为它的活性期。当温度升高时，粘接剂的活性期缩短；当温度降低时，粘接剂的活性期增长。

在粘接剂的固化期间，应当在被粘接的表面上施加一定的压力，根据粘接剂的物理-化学性质的不同，此压力在0.2公斤力/厘米²到20公斤力/厘米²的范围内变动。在0.5公斤力/厘米²以下的压力下进行粘接的粘接剂称为接触胶。

粘接剂的性质、用途和使用范围随合成粘接剂中所包含的各种物质的物理和化学性质，以及它们之间的数量比例而变化。

除了本身的基本成分——合成树脂之外，合成粘接剂中还含有溶剂、固化剂、稀释剂、填充剂、增塑剂、促进剂和稳定剂（见附录1）。溶剂和稀释剂是能溶解热塑性树脂的液体，将其加入胶内以后能使其变成液体状态，以便于把粘接剂涂敷在被粘接的表面上。溶剂的主要性能是它的溶解能力。树脂溶解的愈快，溶解进行时的温度愈低；在这种情况下，所获得的树脂溶液的粘度愈低；则溶剂的溶解能力或活性愈强。溶剂的另一个重要的性能是使粘接剂具有能迅速而良好地涂在被粘接的表面上，填平所有的不平处和渗入材料的气孔与毛细管内的能力。

溶剂会使粘接剂的固化过程缓慢，由于胶层中的溶剂在挥发时会形成气孔，所以溶剂还会使粘接接头的强度和气密性降低。所以在粘接剂中最好尽可能地少加溶剂。在涂胶之后，为了从粘接剂中除去一部分溶剂，可以在连接之前使涂胶的表面保持自由或敞开。采取这种步骤之后，就可以事先根据需要的粘接剂的浓度来决定所加的溶剂的数量，然后再除去一部分溶剂以加速粘接剂的固化和减少胶层中气孔的形成。

在粘接密实和平滑的表面时，粘接剂中溶剂的数量应当尽量少。

在某些热固性粘接剂中加入固化剂是为了使其固化。在电气安装工作中所使用的环氧树脂基的粘接剂就属于这种粘接剂。粘接剂的固化速度有很重要的意义，它取决于周围环境的温度，填充剂和增塑剂的数量和性质，以及固化剂的数量和活性。在某些情况下，为了增加固化剂的活性，和固化剂一起加入粘接剂的还有促进剂。促进剂一般是铅、钴等金属的盐类。

在粘接剂中加入增塑剂是为了使胶膜具有弹性。增塑剂能降低粘接剂的粘度，加长它的活性期，还能使填充剂的加入和在被粘接的表面上涂胶容易进行。增塑剂不与粘接剂中其他的组分发生反应并能在粘接剂中长久地保持，使脆性和收缩应力降低，使冲击韧性和抗振强度提高，但同时也使热稳定性、耐湿性和抗老化能力降低。

增塑剂应当具有与基料及其溶剂的相容性，还应当具有大气稳定性和高的闪点。为了保证所需要的粘接剂的性能，有时要使用由几种增塑剂组成的混合物。

往粘接剂中加填充剂可以达到几个目的。这些目的是：减小被粘接的材料与胶层的线膨胀系数的差别；减小粘接剂固化时的收缩；这样就可以降低粘接接头中的内应力，提高它的强度。某些填充剂还可以增加胶层的弹性，从而提高粘接接头的抗振稳定性。粘接剂中加填充剂还为了便于涂胶，特别是在垂直表面涂胶的情况下；填充剂能填充粘接接头中的不平处和间隙，改善导热性，调整粘接剂的粘度，减少树脂的消耗，降低粘接剂的成本。

填充剂分成中性填充剂和活性填充剂两种。中性填充剂

能增加粘接剂的粘度但又不影响它的活性期，而活性填充剂则会使粘接剂的活性期缩短。属于中性填充剂的有：石英砂、陶瓷粉末、金属粉末等；属于活性填充剂的有：水泥、石膏、白垩等。白垩和石膏能引起腐蚀，所以建议在粘接金属时不要用它们作为填充剂。

从表 1 中可以看出：在胶中加入一定数量的不同的填充剂，都能在不同程度上增加粘接接头的强度。

填充剂对冷固化环氧树脂胶粘接接头强度的影响 表 1

填 充 剂	填充剂数量 (%重量)	剪切强度极限 (公斤力/厘米 ²)	强度的增加 (%)	填充剂的最佳量 (%重量)
无	0	150	0	0
石 英 砂	40	220	46	50
陶 瓷 粉 末	40	250	66	50
铁 粉	40	290	90	70
细 铝 粉	10	230	50	20
石 墨	10	300	100	20

填充剂虽然能提高粘接接头的强度，但是加入胶中的数量不应超过最佳值，因为加的过多反而会使粘接接头的强度降低（图 5）。

每种填充剂对每种胶的最佳加入量要用对接接头试件进行试验的方法，根据经验来确定。

除玻璃钢之外，在粘接塑料时粘接剂中不加填充剂，因

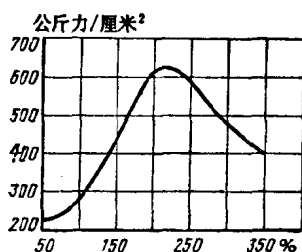


图 5 环氧树脂胶粘接的铝板对接接头的强度与填充剂数量的关系

为填充剂在这种情况下会降低接头的强度。

填充剂要根据胶的性质和对粘接接头的要求来选择：水泥能使接头具有气密性；瓷粉和石英砂能增加接头的耐热性；高岭土和滑石粉能改善胶的填缝能力；石棉、玻璃纤维和其他纤维性的填充剂能增加弹性和抗剪强度；金属粉末能提高接头的强度、耐湿性和导热性。除此之外，加入金属粉末还能使胶能导电，而有时就要求粘接接头具有这种性能。

填充剂应当很好地磨细，使其中没有团块和外来的杂质。为此，在需要时应将填充剂用0.063号或0.05号的筛子筛过。填充剂的粒度愈小，粘接接头就愈牢固和耐久。

填充剂应当是干燥的。为此，可将填充剂加以煅烧或烘干。

在往胶中加填充剂时，要仔细搅拌，并且要间隔一定的时间以便排出在搅拌时带入胶和填充剂中的空气。

粘接剂有单组分的、双组分的和多组分的。单组分粘接剂是由一种主要的胶液和粘接剂所有其他的组成部分所组成的。这类单组分的粘接剂可以长期保存和以配制好的形式生产。双组分的和多组分的粘接剂不能以配制好的形式保存和生产。这两类粘接剂的各个组分只有在使用之前才能直接混合。

液体合成粘接剂的粘度应当与其性能、使用条件和被粘接的材料性质相适应，即不应过稠或过稀。当粘接剂的粘度过大时，就很难将其涂成薄层，而当粘度不够时，可能会形成未粘接的部位，特别是在粘接多孔性材料时，更容易出现这种情况。

在工业、运输业和建筑业中使用最广的，以热固性树脂为基料制成的合成粘接剂有酚醛树脂胶、环氧树脂胶、聚酯