

戴 振 国

建筑粘接密封技术

JIAN ZHU ZHAN JIE
MI FENG JI SHU

中国建筑工业出版社

建筑粘接密封技术

戴 振 国

中国建筑工业出版社

本书介绍建筑工程中应用的各种胶粘剂、密封膏和密封条的配方、性能和使用方法，重点叙述混凝土材料的各种粘接方法和用合成胶粘剂灌浆粘补裂缝的方法，同时还介绍国内外装配式大板建筑接缝密封处理方面的一些先进经验。

本书供土建施工有关人员阅读，亦可供从事胶粘剂、密封材料生产、科研人员参考。

21163/E

建筑粘接密封技术

戴振国

*

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：10^{1/2}字数：235千字

1981年10月第一版 1981年10月第一次印刷

印数：1—9,400册 定价：0.84元

统一书号：15040·3918

目 录

第一章 概论	1
第一节 粘接的概念	2
第二节 粘接基本原理简介	4
第三节 粘接工艺特性	9
一、粘接力和粘接强度	9
二、影响粘接强度的因素	10
第四节 密封的概念	17
第二章 各类胶粘剂	19
第一节 胶粘剂的组成	19
第二节 天然和无机胶粘剂	21
一、淀粉质胶粘剂	21
二、海藻酸钠胶粘剂	24
三、松脂类胶粘剂	24
四、植物蛋白质胶粘剂	24
五、酪素胶粘剂	25
六、骨皮胶粘剂	25
七、无机胶粘剂	26
第三节 热固性合成树脂胶粘剂	28
一、脲醛树脂胶粘剂	28
二、酚醛树脂胶粘剂	29
三、呋喃树脂胶粘剂	32
四、不饱和聚酯树脂胶粘剂	32
五、环氧树脂胶粘剂	34
六、聚氨基甲酸酯树脂胶粘剂	37

第四节	热塑性合成树脂胶粘剂	39
一、	聚醋酸乙烯胶粘剂	41
二、	聚氯乙烯和过氯乙烯胶粘剂	41
三、	丙烯酸树脂胶粘剂	42
四、	聚乙烯醇和聚乙烯醇缩醛胶粘剂	42
五、	聚酰胺树脂胶粘剂	43
第五节	厌氧胶粘剂和 α -氰基丙烯酸酯胶粘剂	44
一、	厌氧性胶粘剂	44
二、	α -氰基丙烯酸酯胶粘剂	44
第六节	合成橡胶胶粘剂	45
一、	丁苯橡胶胶粘剂	46
二、	丁腈橡胶胶粘剂	46
三、	氯丁橡胶胶粘剂	46
四、	聚硫橡胶胶粘剂	48
五、	硅橡胶胶粘剂	48
六、	聚氨酯橡胶胶粘剂	50
第七节	胶粘剂的鉴别方法	52
一、	一般鉴别法	52
二、	聚合物化学分析鉴别法	55
第三章	粘接技术基本要点	62
第一节	胶粘剂的选择	62
一、	粘接的对象	62
二、	使用状态	62
三、	粘接作业方式	68
四、	贮藏安定性	68
第二节	粘接前的准备	69
一、	被粘物的表面处理	69
二、	被粘物的定位和裁切	78
三、	胶粘剂的配制和调整	79

四、胶接接头的设计	83
第三节 粘接操作要点	86
一、涂胶工具	87
二、涂胶量	90
三、粘接方法	90
四、养护	93
五、加压	94
六、清理	95
第四章 金属木材塑料等的粘接	97
第一节 金属的粘接	97
一、金属胶粘剂	97
二、表面处理活性期	97
三、实例	98
第二节 木材的粘接	100
一、表面处理	101
二、木材胶粘剂和涂胶量	102
三、实例	103
第三节 塑料的粘接	104
一、塑料胶粘剂	105
二、实例	107
第四节 玻璃的粘接	109
一、表面处理	109
二、胶粘剂及粘接工艺	110
三、实例	111
第五节 异种材料的粘接	113
一、橡胶与钢板的粘接	113
二、在木龙骨上粘贴石棉板、塑料贴面纤维板等板材的方 法	114
三、石膏板上裱糊塑料壁纸	114

第五章 混凝土的粘接	116
第一节 混凝土性质与粘接的关系	117
一、混凝土中的碱分和水分与胶粘的关系	117
二、混凝土机械性能与胶粘的关系	119
第二节 混凝土粘接前的处理	121
一、粘接面的干燥	121
二、粘接面的表面处理	122
第三节 混凝土构配件的粘接	124
一、胶粘剂及其质量要求	125
二、实例	126
三、胶接结构的承载能力	130
第四节 新旧混凝土的粘接	143
一、胶粘剂	144
二、粘接工艺和性能	144
三、实例	146
第五节 混凝土与其他材料的粘接	149
一、混凝土与木材的粘接	149
二、混凝土与橡胶、塑料的粘接	150
三、混凝土与石料、陶瓷的粘接	152
四、混凝土与金属的粘接	153
第六章 混凝土裂缝灌浆技术	155
第一节 灌浆技术概况	155
第二节 灌浆材料及其性能	162
一、环氧浆液	162
二、甲凝浆液	170
三、聚氨酯浆液	176
四、丙凝浆液	178
第三节 灌浆工艺	180
一、灌浆工艺流程	180

二、灌浆机具	181
三、灌浆操作方法	183
四、灌浆操作中的若干问题	187
五、几个灌浆实例	189
第四节 浆液固化后的质量检验	193
一、模拟试件法	195
二、钻芯取样法	196
三、非破损检验法	197
第七章 建筑中的密封	204
第一节 密封材料发展现状	205
第二节 接缝设计要点	208
一、设计的基本条件	208
二、接缝的设计	213
三、密封膏的选择	218
第三节 密封膏及其性能	224
一、改性沥青基密封膏	224
二、油性密封膏	231
三、聚硫橡胶密封膏	233
四、聚氨酯橡胶密封膏	244
五、有机硅橡胶密封膏	257
六、水溶性丙烯酸密封膏	265
七、底涂料	269
第四节 密封条及其性能	272
一、闭锁密封条	272
二、镶嵌密封条	277
三、浸渍泡沫塑料密封条	277
第五节 密封材料的施工	280
一、接缝形状、尺寸和垫衬材料的一般要求	280
二、密封膏的施工方法	282

三、密封条的施工方法	289
第八章 试验方法	294
第一节 胶粘剂物理性能测定	294
一、外观	294
二、比重	294
三、粘度	296
四、浓度	300
五、使用期	301
六、固化速度	301
第二节 非金属材料胶接性能测定	301
一、拉伸剪切强度	302
二、压缩剪切强度	303
三、轴向拉伸强度	304
四、剥离强度	306
第三节 弹性密封膏性能测定	307
一、使用期	307
二、触干时间	308
三、垂度	309
四、污染性	309
五、硬度	310
六、拉伸粘接强度	311
七、剥离粘接强度	313
八、拉伸恢复性	315
第四节 油性密封膏性能测定	315
一、收缩率	315
二、保油性	316
三、粘接性	317
第九章 安全技术	318
第一节 各种化学药品的刺激性	318

一、工业刺激性化学药品	318
二、引起刺激性的情况	319
三、化工有害物质的刺激性及其允许浓度	321
第二节 防护措施	323
一、采用低刺激性原料	323
二、加强通风	325
三、建立健全各项安全生产制度	325
主要参考书目	326

第一章 概 论

在土木建筑工程中，建筑物和构筑物通常是由各种各样的构配件装配而成的。如果把工程施工技术说成是装配组合技术也未尝不可。自古以来人类在利用石料、木材、砖瓦和灰土等材料垒筑房屋时，必然要使用粘接材料把这些散状材料结合成一体。1824年，英国约瑟夫·阿斯普丁首先取得了水泥生产的专利权，使人工合成石材的理想成了现实。水泥是一种无机的胶接材，可用它胶合砂石骨料而成为坚固一体的混凝土，还可作为接合构配件的胶接材料。直到今天，水泥仍然是极重要的土木建筑材料。

随着科学技术的发展，对建筑功能的要求也就越来越高，显然，水泥作为胶接和密封材料是不能满足多功能使用要求的。第二次世界大战前后兴起的高分子化学工业为建筑工业提供了各种建筑用塑料，其中包括有机胶粘剂和密封材料，促使建筑工业开始朝着现代化的进程变革。

尽管合成胶粘剂和密封材料在土建工程中的应用要比其他领域晚得多，然而日臻完善的粘接与密封技术对于提高生产效率以及满足多功能使用要求都有着积极的意义。有机高分子物胶粘及密封材料在建筑上的应用不仅解决建筑构配件的粘接和密封问题，更重要的是可以充分利用它们改变传统生产方式，实现建筑生产预制化和轻质化等理想目标。而传统材料也由于同它们并用而改善了性能，扩大了原来的应用面。可以预料粘接和密封技术必将在土木建筑工程中发挥越

来越大的作用，成为不可缺少的一门分支技术。

第一节 粘接的概念

所谓粘接，是指两个固体物质通过物质间的分子力结合在一起，并具有一定材料特性的现象。粘接可分为自粘和胶粘。自粘是指某些物质（如天然橡胶）本身合拢时勿需通过胶粘物质，而仅靠被粘物质分子的引力使两个分离的个体合成一个整体的现象；胶粘是指通过具有粘附能力的物质（胶粘剂）而使两个同类或异类固体物质连接成一个整体的现象。本书中粘接一词系泛指胶粘。

具有粘附能力的物质叫做胶粘剂（又称粘合剂）。早期的胶粘剂主要来源于动植物和其他天然材料。随着高分子化学工业的发展，从四十年代起，形形色色的合成胶粘剂陆续问世。现在各类合成胶粘剂已经大量应用于生产、生活和国民经济各个领域，并逐渐占据重要位置。就胶粘剂发展的动向来看，目前使用的胶粘剂主要是以合成材料为主体。

即使最光滑的固体表面，其微观组织也是非常凹凸不平的。当两个固体叠合一起时，其表面接触并不是点-线接触，而是点-点接触，即使对接触部分施以很强的接合力，但对整个面而言其影响是微不足道的。在这种情况下，胶粘剂便能在两个物体之间发挥填平补齐作用，使两者达到全面接触。因此，胶粘剂首先应当是容易流动的物质，即粘接时应呈液态。如果使用固态的胶粘剂，那么必须在粘接的瞬间将它加热熔融或在水浴中溶解，而使其获得短暂流动性。其次，胶粘剂应当有较强的渗透性和浸润性，能通过毛细作用而渗进固体表面的微细裂隙内并和固体表面浸润。如果没有毛细作用和浸润作用，胶液就不可能同固体表面有充分的接

触。第三，液态胶粘剂在涂敷后一般要经过溶剂蒸发、冷却、聚合或缩合等才能固化。胶粘剂在固化后应有足够的强度。

胶粘剂按其流动性和固化方式可分成四类：

1. 单体型或预聚物型胶粘剂，是靠聚合或缩合反应而固化；

2. 溶剂型或乳液型胶粘剂，因溶剂的蒸发而固化；

3. 热熔型胶粘剂，因冷却而固化；

4. 感压型胶粘剂，在一定压力下粘合。

第一类胶包括脲醛胶、三聚氰胺甲醛胶、环氧胶，此外尚包括氰基丙烯酸酯瞬时胶和二丙烯酸酯嫌气性胶等。第二类胶包括合成橡胶、聚酯酸乙烯溶剂胶和乳胶等。第三类胶是以乙烯-醋酸乙烯共聚物为主体的热熔胶。

粘接从涂胶直至破坏可以分解成若干个过程：

第一是液化过程，液化的目的是为了获得流动性，可按上面的分类对原料、状态、液化手段加以选择。

第二是流动过程，流动的胶粘剂能够填充被粘物表面的微细裂隙，这个问题涉及到胶体流变学。流动过程具体化就是胶粘剂的粘度和涂敷时间，以及支配它们的温度、组成成分、分子量等因素相互之间的关系问题，而在裂隙内表面的化学因素则忽略不计。

第三是表面浸润过程，这是一个纯粹的表面化学问题，即热力学平衡问题。

第四是与流动、浸润平行的物理化学反应进行的过程，如吸附等。

第五过程是胶粘剂的固化过程，即在一定的条件下胶粘剂发生蒸发、冷却和聚合或缩合等现象。

最后的过程是使用-受载-破坏这一整个受力过程，即材

料力学和流变学问题。

综上所述，粘接这一概念包括液化、流动、扩散、浸润、粘合、固化、变形和破坏这一些基本的过程。每一个过程都有自己的特点，它们对于所测定的性能存在着不可分割的关系。

第二节 粘接基本原理简介

粘接究竟建立在哪种机理上？这是粘接理论所要讨论的问题。许久以来很多学者用基础物理化学原理进行了长期的探索，期望找出一种能解释一切粘接现象的理论，可惜到现在还没有获得真正成功。观察一下通行的各种粘接理论，都不外乎建立在机械力、物理力和化学力的试验基础上。

机械粘接力学说是一种很早以来就得到普遍崇信的 理论，其要点是胶液涂敷于被粘物表面后，渗入众多的孔隙内而固化，犹如钉子钉在两个被粘物之间或打上楔子一样。在所谓“锚固力”作用下，两者牢固地接合一起。

物理粘接力学说是用原子引力和分子引力进行解释的一种理论，从许多实验研究中已经得到证明，它是比较可以接受的一种粘接理论。

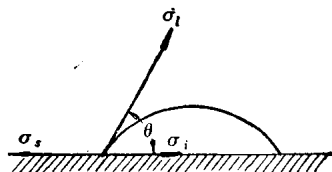
化学粘接力学说是一种用化学反应产生化学键观点解释粘接现象的理论，主要适用于异氰酸酯类胶粘剂。

当机械力、物理力和化学力同时作用的场合，可以获得极强的粘接力。无论那种情况，胶粘剂都必须很好地浸润被粘物的表面，这是很重要的一点。

巴蒂尔和比克曼根据变化的界面能种类及其相互的关系，把浸润分成三种情形：扩散浸润、渗透浸润和粘附浸润。并分别求出各该浸润功。

通常液体置于固体表面上，液体与固体如图1-1所示那样相接触。若以 σ_s 为固体的表面张力， σ_i 为固-液界面张力。如果对固体的单位面积加以浸润，则

$$\sigma_s - \sigma_i = A$$



意味着表面的自由能在减少。图 1-1 胶粘剂溶液的接触角这个 A 我们称为浸润张力，此值越大，浸润性就越强。图1-1中的 θ 是液体在固体面上的接触角， σ_l 是液体的表面张力。杨-杜库列斯给出了以下关系式：

$$\sigma_s = \sigma_i + \sigma_l \cos \theta$$

故
$$A = \sigma_l \cos \theta$$

测出 σ_l 和 θ 值即可算出 A 值，且界面上粘附功

$$W_a = \sigma_s + \sigma_l - \sigma_i = \sigma_l + A$$

从这个公式中可以看出， W_a 随 A 的增加而增加，即浸润性强，粘接性就好。

在扩散浸润中，液体在固体表面扩展成薄膜，其单位面积上的功

$$W_s = A - \sigma_l$$

在渗透浸润中，液体浸透纤维的空隙、毛细管和致密物体的粗糙表面，这时浸润所作的功

$$W_i = \sigma_l \cos \theta - A$$

在粘附浸润中，其功

$$W_a = A + \sigma_l$$

显然， $\theta = 0^\circ$ 时是扩散浸润， $\theta \leq 90^\circ$ 时是渗透浸润， $\theta \leq 180^\circ$ 时是粘附浸润。同样都是浸润，三种类型的浸润能量各异。表面张力小，扩散浸润性好；但对粘附浸润来说，情形

正好相反。从前面的论述中不难得出以下规律：

$$W_s < W_i < W_o$$

增加被粘面浸润性的方法一般有三种：净化表面、清除表膜和调整糙度。

净化表面即造成一个利于粘合的理想清洁表面，最好能在被粘物表面搞出一个新表面，通过真空镀膜、银镜反应等手段可实现这一点。

清除表膜是普通的方法，金属表面氧化膜一般可用酸除去，玻璃和陶瓷器具则可用肥皂洗涤。在金属同玻璃粘接工艺中，有时也有利用金属表面氧化膜来增加粘接效果的例外情形。

使被粘物的表面粗糙，不仅有增大浸润性，而且还有增加粘接面和提高粘接力的功用。根据温泽尔的意见，胶粘液在光滑面和粗糙面上的浸润性是有区别的。此时杨氏公式不能成立，应换用下式表达之：

$$\gamma(\sigma_s - \sigma_i) = \sigma_i \cos \theta'$$

式中 θ' 是粗面表观接触角， γ 是糙度系数，此值总是大于1。

这个公式表示，当真接触角小于 90° ，增加表面的粗糙度，表观接触角减小；当真接触角大于 90° ，增加表面的粗糙度，表观接触角加大。但是也有一些论说同上述观点截然相反。尽管众说纷纭，但是被粘物表面的粗糙程度对于粘接性能是有着不容忽视的影响的。

采取喷砂或砂纸打磨，可使表面积增大约2.5倍。但是在表面糙化中，表面如搞得过于凹凸不平，一方面，凹部容易带进空气及污物，另一方面，胶粘剂不能完全进入凹部而形成局部缺胶，反而降低粘接力。

下面再对物理粘接力学说作一简单的介绍：

物质受凝集而结合，这种结合又分一次结合和二次结合。一次结合又叫化学键合，其中分成共价键合、配位键合、离子键合和金属键合。二次结合也叫做范德华力，是一种残余结合力，分成色散效应、偶级定向效应和诱导效应。二次结合同粘接力密切相关，它是胶粘剂类别、被粘物类别和粘接状态三种效应的综合效应，对粘接力有综合的影响。

此外，由于同氧、氮、氯等原子键合的氢的存在，增大了正电荷，表现出极强的吸引其它基团的特性，因而当氢键与二次结合同时存在时，将能获得极其牢固的粘接力（表 1-1）。

物质结合种类及其能量

表 1-1

结 合 种 类	能量（千卡）	原子间距（埃）
一次结合	50~200	1~3
二次结合	0.5~5	3~5
氢 键	5~10	2~3

综上所述，分子间的引力可以认为是分子内各个原子团引力之和，独个原子团的引力是很小的，但因高分子聚合物为大分子，其总合引力很大，足可与一次结合相匹敌。

理论上的次价键是依据两个分子间的电位能计算的，电位能与 $\frac{1}{r^6}$ 成比例（ r ——分子间的距离）。按照克齐扎克的计算，塑性分子在金属面上的理论粘接强度能达到表 1-2 列出的数值。

克劳斯从固体表面上的分子电位曲线中估算考虑排斥力