

新技术普及丛书



胶接新技术

李明智 编著 上海科学技术出版社

新技术普及丛书
胶 接 新 技 术
李明智 编著
高歌南 绘图

上海科学技术出版社出版
(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 祝桥新华印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 6.75 字数 148,000

1978年2月第1版

1987年3月第2版 1987年3月第3次印刷

统一书号: 15119·1920 定价: 1.10元

修订再版说明

《胶接新技术》自1978年出版以来,受到各方面读者的欢迎,几经重印,并获上海市“新长征优秀科普作品奖”。

作者李明智同志因病于前些年去世,本书的修订工作在上海市科协粘接协会的支持下,由李宝库同志具体承担。上海市塑料工业公司技术科张林兴同志又作了补充。

修订后的《胶接新技术》保留了原来内容系统实用、文字通俗易懂等特点,着重充实了一些胶粘剂新品种及新的应用方法,如附表“常用胶粘剂简介”原书只列49种,修订后增至169种。

我国近年来胶粘剂的年产量比七十年代增加了十几倍,胶接技术的应用日益普及,不断地影响着科学技术和社会经济的发展。如胶接新技术在微型计算技术、航天技术、生物工程、化学工程和海洋开发等新技术的发展中虽然只是配角,但所提供的新的功能性胶粘剂以及新的工艺方法,却能保障更多的新结构、新设计和新产品的问世,其作用是非同小可的;同时,新技术又为胶接技术提供大量的先进原材料和高度自动化的施工设备和生产线,如微电子技术将为胶接新技术提供自动化的质量监测和控制装置。

可见胶接技术的进一步普及和发展有着较大的实践意义。愿本书在这一实践中继续发挥它应有的作用。

谨希广大读者对本书多加批评指正。

目 录

胶接——古老而又年轻的技术	(1)
从超音速飞机谈起	(1)
什么是胶粘剂	(3)
胶粘剂的家谱(4) 一个配方(6)	
多能的胶粘剂	(10)
为支农作贡献	(10)
胶修胶补好处多(10) 脲醛树脂胶粘剂(12) 不饱 和聚酯树脂胶(14)	
胶粘剂中的多面手——环氧胶	(16)
“环氧”的由来(17) 环氧树脂的名字(18) 种类繁多的固 化剂(19) 固化剂家族的新成员(24) 把“玻璃”变成 “牛皮糖”(24) 填料及其他(27) 新一代(31) 修旧利 废 整旧如新(35) 从弓箭的制造到大型液压机的装配(40)	
胶粘剂和轻工业	(43)
塑料的胶接(43) 缝衣不用针 制鞋不用钉(48)	
胶粘剂中的大力士	(53)
焊接、铆接、螺接和胶接(53) 蜂窝夹层结构(57) 结构 胶种种(61)	
建筑行业中的胶粘剂	(65)
木材的胶接(66) 胶粘剂和造房子(69) 嵌缝(74)	
应急修补 方便迅速	(77)

修车补鞋不求人(77)玩具、电器及时修(78) 庞然大物早 康复(78)	
医疗卫生的福音	(79)
急诊室的见闻(80) 医疗多面手(81) 除害灭病立功劳(83)	
形形色色 各显其能	(85)
高温胶和低温胶	(85)
胶接强度和温度(85) 用有机硅来改性(88) 耐热的芳 杂环(89) 不怕冷的超低温胶(91)	
瞬干胶	(93)
一个偶然的发现(93) 瞬干胶的合理使用(95)	
厌氧胶	(98)
螺钉紧固的新方法(98) 真空厌氧浸渍(102)	
一熔即粘的热熔胶	(103)
柏油和石蜡(103) 介绍几种热熔胶(105) 热熔胶的踪 迹(106)	
导电、导磁和导热胶	(109)
压敏胶带	(112)
什么是压敏胶带(112) 单面压敏胶带(113) 双面胶带和 可转移胶带(116)	
液态密封胶——新型的垫圈	119
性能和特点(119) 种类和应用(121)	
光敏、应变和硅橡胶	123
用紫外光来固化(123) 应变测量和应变胶(125) 用硅橡 胶粘硅橡胶(126)	
无机胶粘剂	129
有机胶和无机胶(129) 磷酸-氧化铜无机胶(130) 刀具 的胶接(132)	

谈谈胶接工艺	(136)
胶粘剂的选择	136
分清对象(136) 弄清条件(139) 其他考虑(142)	
接头的设计	143
从修理扁担谈起(143) 设计一个好接头(146) 搭接接头里的学问(150) 各种各样的复合连接(151)	
胶接表面处理对话	155
破坏形式和粘合力(155) 为啥要处理(158) 不同对象 区别对待(162)	
从涂胶到固化	164
涂胶和晾置(164) 装配和加压(166) 温度和时间(169)	
胶接结果怎样——谈谈性能测试和质量检验	173
性能测试	173
强度试验(174) 环境试验(177)	
质量检验	179
胶接以后(179) 无损检验(180)	
 附录一 环氧胶粘剂的几种配方	184
附录二 热塑性塑料胶接的溶剂和溶液配方	185
附录三 常用材料的胶粘剂选择	186
附录四 表面化学处理方法举例	187
附录五 常用胶粘剂简介(一)通用胶粘剂	188
常用胶粘剂简介(二)专用胶粘剂	195
常用胶粘剂简介(三)结构胶粘剂	208
上海市合成树脂研究所产品简介	84

胶接

——古老而又年轻的技术

从超音速飞机谈起

一架飞机凌空而过，瞬息间，消失得无影无踪。万里晴空，只留下一条长长的白气……飞得好快啊！

从第一架飞机问世至今，已经历了近百年的历史。翻开航空发展史看看，就可以知道，早期的飞机都是木质的，速度极慢。即使在第一次世界大战时，飞机的飞行速度也很低，交战双方的飞机在空中相遇，甚至可以用手枪互相射击。近几十年，航空技术的发展十分惊人。现在不但有几倍于音速的高速歼击机，还有能载运几百名乘客的大型超音速客机；不仅有可以直接命中数千公里外目标的洲际导弹，还有遨游太空的人造卫星、宇宙飞船……。提高飞机的飞行速度，与许多因素有关，特别是与航空材料有着密切的关系。需要有一种既轻巧、又结实的材料来制造飞机，才能为飞得快、飞得远创造条件。那么，怎样的材料既轻巧又结实呢？在相继研制出的一系列新型航空材料中，不能不提到蜂窝夹层结构。

蜜蜂生活和工作的场所——蜂房，那六边形的格子，排列得又整齐又结实。人们仿照蜂房，制造出了蜂窝夹层结构。这种新型的结构材料，就是借助于胶粘剂，把经特殊工艺制成的

六边形的蜂窝芯子和铝质的蒙皮紧密胶接成一个整体的。重量很轻,强度、刚度又好的蜂窝夹层结构的大量应用,给现代航空技术的飞跃发展创造了新的条件。

不难看出,胶接技术及其在蜂窝结构上的应用,对航空技术的发展有着多么重大的意义。

胶接,说起来并不是一种新的技术。对于它的起源和发展,可以追溯到数千年以前。特别是我国古代的劳动人民,很早就知道在生产劳动中应用胶接技术。我国是使用胶粘剂最早的国家之一。

在两千多年以前,我国的劳动人民就已经使用石灰和糯米浆做成胶粘剂,胶接长城的基石。又如,汉墓出土的古尸时隔两千多年,出土后仍有些弹性,说明当时棺木的胶接密封技术是相当高超了。墨,是我国所特有的。它就是用松烟和胶调制而成的。墨的制法到宋代传入日本。我国古代重要武器之一——弓箭,在制造过程中也大量使用了胶粘剂。

胶接的历史虽然悠久,但较长时期内一直停留在使用天然胶的水平上。新中国成立以来,由于国民经济建设的需要,我国化学工业特别是合成材料工业飞速发展,出现了一系列新型高分子合成材料,从而为胶粘剂的合成和制造提供了丰富的物质基础,为胶接技术的发展创造了广阔的前景,使胶接这一古老的技术,获得了新的生命力。

胶接技术的发展十分迅速,应用面也很广泛。当你写好一封信,在封口、贴邮票的时候,就要用到胶水;当你走进百货商店,就会看到“胶粘皮鞋”、“塑料雨衣胶粘修补”……诸如此类的介绍。粉刷墙壁的灰浆里如果掺有胶粘剂,良好效果是众所周知的。“医用胶粘剂”可以封住伤口,止住流血。一件精巧、玲珑的手工艺品在它的制作过程中也许非用胶粘剂不可。在

大轮船的船舱里，美观的塑料板壁也是靠胶粘剂粘贴上去的……。是啊！今天，胶接技术的应用已经渗入到国民经济和人民生活的各个领域，很难说，在哪个行业里没有用到胶粘剂！

借助胶粘剂可以把两种性质相同，或者截然不同的材料紧密地连接在一起，效果是其他连接方法——铆接、焊接等所不及的。例如金属和玻璃之间、水泥和橡皮之间、帆布和木材之间都能实现良好的连接。即使是一些极薄的、或者很脆弱的材料，也能用胶粘剂来连接。

胶接工艺比较简单，不用什么设备或者只用简单的设备，就可以把一些很复杂的零件组合连接在一起，生产效率高，成本也低。

胶接完全不同于一般的机械连接。胶接的制品不仅连接强度高，而且其表面光滑、美观。同时，胶粘剂还可以起密封、防腐、绝缘等作用。胶接可以使产品实现小型化、轻量化。

胶接的优点还远不止这些呢！通过这本小册子，你将看到，胶粘剂在不同场合的应用，都显示出突出的优点。

当然，胶接技术的发展尽管已经达到相当的水平，但它仍暴露出一些不足之处。例如有的胶粘剂耐热温度不够高；有的胶粘剂固化周期较长；胶接接头的长期使用问题还没有得到很好解决等等。这些问题人们还在进行研究，并且已经有了很大进展。

什么是胶粘剂

胶粘剂是一种能把各种材料紧密地粘合在一起的物质。“胶粘剂”又被称做“粘结剂”、“粘合剂”等，有的干脆就简称为

“胶水”。借助胶粘剂来进行连接的技术就是胶接技术。

数九寒天，当你清晨去井边打水时，一拿隔夜放在井边的水桶，呀！动不了啦！原来水桶被冻住在地上了。这里，水似乎成了胶粘剂。但水并不是胶粘剂。因为这种“胶粘剂”只能在零度以下才能使用，何况它的“胶接强度”也太低了。

这样说来，要成为“胶粘剂”还得具备一定的条件。

拿最普通的胶粘剂——贴邮票的胶水来说吧。这是一种很稀薄的粘性液体，很容易涂刷。在信封和邮票背面刚涂上胶水时，两者还能滑来滑去。但过一会，胶水干了以后，邮票就动不了啦。这封信经过万水千山，送到收信人手中时，谁要想完整地揭下这张邮票还不太容易呢！

从这个简单例子可以看到，典型的胶粘剂，它在形成连接接头前的某个阶段，一般应是液体，这样才能很容易地把它涂刷在被胶接零件表面上。在一定的条件下（温度、压力、时间等等），它能凝固成坚硬的固体，同时，将被胶接的材料紧密结合成一个整体。这个用胶连成的整体具有一定的强度，在一般的环境条件下，不会轻易地脱开。

能满足这些条件的物质并不少，大自然里就有。至于人工合成的品种那就更多了。现在，我们不妨来查一下胶粘剂的“家谱”，看看他们到底有多少品种，相互间又有些什么关系……

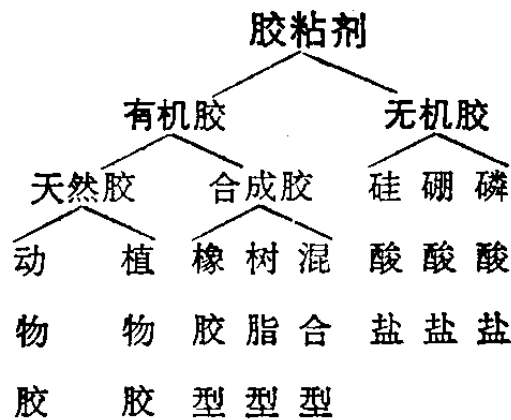
胶粘剂的家谱

胶粘剂这个家族近几年来特别兴旺发达，不断有新的族系问世。至于同一族系里的兄弟姐妹，更是层出不穷。但不管怎样，还是可以把它们分门别类的。

这个家族里，比较老的一辈都是在大自然里生长的，如松

香、树胶，还有用动物的骨、皮熬制成的牛皮胶、黄鱼胶等等。这些我们统称为天然高分子胶粘剂。由于这些材料来源较少，往往受天然资源的限制，性能又不完善，所以目前已逐渐淘汰，而让位给新兴的一代——合成高分子胶粘剂了。合成高分子胶粘剂的名堂很多，主要有合成树脂类型的和合成橡胶类型的，前者如环氧树脂、酚醛树脂、脲醛树脂等；后者如丁腈橡胶、氯丁橡胶等。有意思的是，这两大类家族之间还很喜欢攀亲结眷，因此又出现了树脂-橡胶混合型的胶粘剂。比如酚醛树脂和丁腈橡胶“结亲”，生成了一般所说的“酚醛-丁腈胶粘剂”。这样一来，这个家族怎么能不兴旺呢？

不论是天然的高分子胶粘剂，还是合成的高分子胶粘剂，往往统称为有机胶粘剂。因为它是在整个胶粘剂大家族里最主要和最常用的种类，所以平时就简称为“胶粘剂”了。



既然有“有机胶粘剂”，肯定还有“无机胶粘剂”。无机胶粘剂与有机胶截然不同，属另一个族系。它们都是由无机物组成的，什么磷酸盐，硅酸盐等等。由于分子组成及分子结构的不同，这类胶的性能与前者差异很大，它们特别能耐高温，比较硬、脆。

这种把胶粘剂按有机、无机两大类来区分的办法，是目前各种胶粘剂分类中最常见的一种，一般叫做按主要组成分类法。此外，也可以根据胶粘剂使用场合，使用对象或用途来分类。比如“结构胶粘剂”和“非结构胶粘剂”，就是根据其用途来划分的；“金属胶粘剂”和“非金属胶粘剂”又是根据被胶接对

象来分的。为了使大家对胶粘剂有一个较系统的了解，同时又能根据需要查找有关的品种，现按用途分类，将国内研制和生产的主要胶粘剂品种汇总了几个表，附在本书后面，供大家参考。

一个配方

每一种合成胶粘剂，除了橡胶、树脂这样一些主要组分以外，还有好多其他组分。因为单是依靠环氧树脂或丁腈橡胶，是不能把东西胶牢的。这些其他组分我们一般统称为“胶粘剂的辅助材料”。当你买来一瓶胶粘剂时，很少去考虑，这里面包含着多少组分，因为这种市售的已配制成的胶粘剂，特别是单包装的胶粘剂，可以拿来就用。但有一些胶粘剂是要在使用时进行调配的，例如大家经常使用的环氧树脂胶粘剂就是这样。在这时，你就必需接触到一些辅助材料了。

“辅助材料”，正象舞台上的配角。但切不可小看它们，没有配角，哪能演成一台戏呢！辅助材料对胶粘剂的性能影响太大了，同一种树脂，由于采用了不同种类，或同一种类而份数不同的辅助材料，竟可得到数以百计的，在性能上千差万别的各种胶粘剂。因此，了解一下各种辅助材料的种类和作用，还是很有必要的。

我们不妨举一个胶粘剂的配方，看看在配方里面，主要组分和辅助材料之间到底有些什么关系。

环氧树脂	100 份
间苯二甲胺	18 份
邻苯二甲酸二丁酯	15 份
氧化铝粉	25 份
丙酮	适量

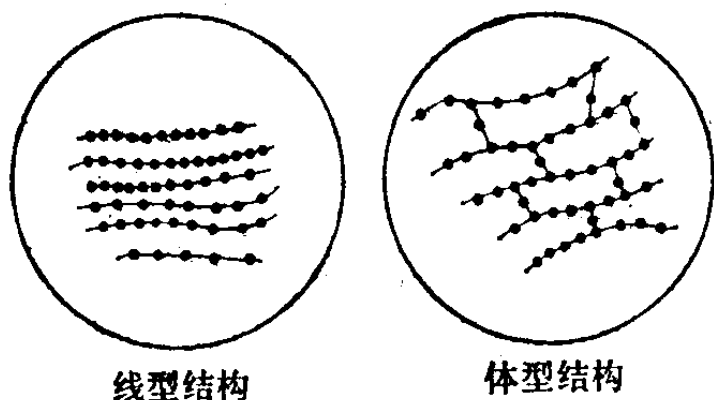
从这个配方来看,其中分量最多的是环氧树脂,它是这个配方的主要组成,一般叫做基料。因为这个配方是以环氧树脂作为基料的,我们就可以叫它为“树脂基的胶粘剂”,或者更直接一些,叫它为“环氧树脂基胶粘剂”。基料是构成胶粘剂最重要、而且也是最必需的组分。因为要依靠它才能使胶粘剂获得良好的粘附作用。它的性质和用量,对胶粘剂的性能和工艺都有决定性的影响,真是关系重大。在前面一节讨论胶粘剂家谱时,所提到的那些天然或合成高分子材料,如合成橡胶,合成树脂等等,一般都是作为基料使用的。

用这个配方调制好的胶粘剂,是粘稠的液体。当你把它涂到两个胶接面上,再紧密地贴合在一块,第二天再看它时,胶层已经坚硬了,两个物体也已牢牢地粘住了。是什么东西把液状的环氧树脂变成坚硬的固体了呢?这个功劳要归第二个组分——间苯二甲胺了。这一组分我们称它为固化剂、或硬化剂。

从分子结构来看,加入固化剂以前的环氧树脂,是由许多结构相同的重复单位一个一个以化学键连接起来而组成的无数根长长的分子链。这就是线型结构。它在通常情况下是蜷曲着的,每根长分子链之间没有联系。线型的高分子可以熔化,在适当的溶剂里也能溶解。在环氧树脂基料中加入固化剂以后,由于固化剂的作用,这些分子链和分子链之间架起了“桥”——互相交联在一起,成了具有三维空间^①的体型结构。这时它就变成既不熔化也不溶解的脆硬固体了。这个过程一般就叫固化。环氧树脂胶是这样,其他类型的胶粘剂也有这

^① 又称“三度空间”,是客观存在的空间。其有限部分称为“立体”,具有一定的体积。

个过程,只是各有特点,如有的不用固化剂,而是借助其他条件进行固化。



固化剂的种类很多。不同的树脂有不同的固化剂。单拿环氧树脂来说,其固化剂就不下几十种。它们的选择主要取决于树脂类型、对固化产

物的性能要求、以及对固化条件的要求等等。

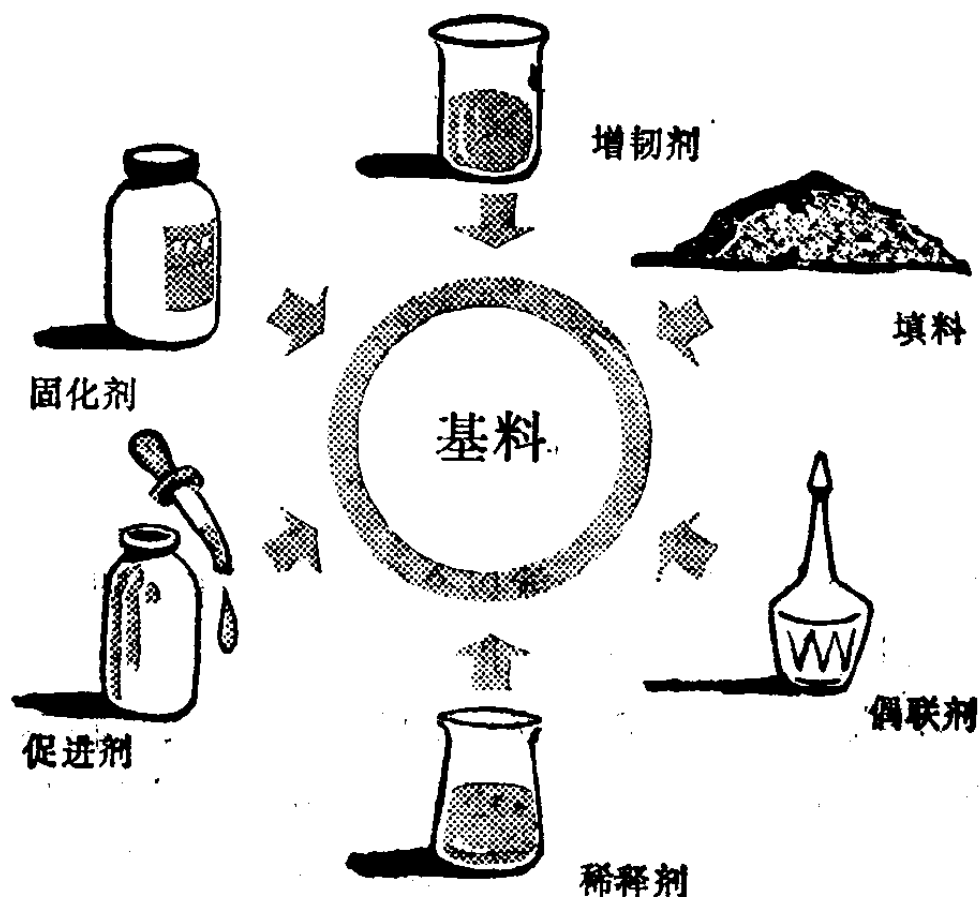
有的配方除了用固化剂以外,还要用助固化剂、促进剂、催化剂等等,这些都是为了帮助固化剂尽快地发挥作用,使固化反应进行得更快,更好。

现在再来看看配方中的第三个组分——邻苯二甲酸二丁酯。这是聚氯乙烯塑料里的增塑剂,把它加到胶粘剂中来可以使胶层变得比较柔韧。具有这种性能的组分,一般叫做增韧剂或叫增塑剂。

氧化铝粉在这个配方中扮演的角色叫填料。它在胶粘剂内不起化学作用,仅仅是为了改善某些性能而已。氧化铝粉的加入,可以提高胶层的强度。很多金属粉末,或它们的氧化物以及一些矿物质都可以作填料使用。

配方中的最后一个组分——丙酮,是作为稀释剂使用的。加了它可以降低粘度,便于施工。在有的配方里,丙酮又可以作为溶剂使用。这一点我们以后再谈。

从上面这个配方中可以看出,尽管配方中有五个组分,但各有各的用处。它们各自发挥自己的作用,共同完成胶接的任务。应用时,如能按照合理比例配方,它们可以“协作”得很



好。当然，各种胶粘剂的组成并不是固定不变的。可以根据不同需要，灵活掌握。有的胶粘剂很简单，两个组分就可以组成一个配方。而有的配方其组分可以多达十个以上。例如，为了满足某些综合性能，有的胶粘剂基料就有两、三种；为了提高耐老化性能，有的胶粘剂中还要加入防老剂或稳定剂；为了提高对被胶合表面的粘附能力，有的胶粘剂中还要加入偶联剂或增粘剂等等。

总之，胶粘剂的主要组成决定了它们各自的基本特性，每个配方中所采用的各种辅助材料，又给它们带来了千变万化的性能。这样一来，就使得胶粘剂的品种多得无可计数。

多能的胶粘剂

胶粘剂的应用范围很广,就以合成胶粘剂来说吧,最早是机械制造业、特别是航空工业用的较多。由于这一新技术的逐渐推广,再加上一系列新型胶粘剂的不断涌现,现在不论是天上飞的,陆上跑的,水里走的,还是身上穿的,家里用的,或是医疗卫生、建筑施工等等,真可谓到处都用上了胶粘剂。由于这一新技术的应用,给有关行业解决了不少问题,甚至引起了整个行业的技术改革。

为支农作贡献

胶接技术在我国农业战线上的应用只不过是近几年才有的事。时间虽短,但发展很快。如上海许多郊县建立了胶接应用推广小组,有了自己的胶修站。农民习惯地把这项胶粘剂的应用工作称为“胶修胶补”。

胶修胶补好处多

春耕大忙季节,正是拖拉机大显威力的时候。突然,一辆拖拉机的油箱破了,柴油漏了满地。拖拉机装“食粮”的“肚子”坏了,没法开动。胶修站的同志们知道了这件事,很快赶到

现场。问题解决得很快，油箱用胶水一补，又好，又牢。第二天，铁牛的“肚子”吃得饱饱的，又在田野上欢快地奔驰了。

现代化农业离不开农业机械。随着农业机械的大量采用，有关设备能不能及时维修就成了一个迫切需要解决的问题。采用胶修胶补，确实是个好办法。

胶修胶补不仅能解决设备及时维修的问题，而且还可以节约大量物资，降低农本。农村大量使用的扁担，锄头柄等竹木农具断了，裂了，在过去，只能劈了当柴烧。如今，胶起来照样好用。别小看这一支扁担、一根竹头，以为花不了多少钱，省不了多少料。聚沙成塔，积少成多，胶修得到普及推广，这方面省下的料就不少了。例如，上海有一个郊县，五年中就胶修了竹木农具十三万件，节约了农本十多万元。全上海近两年中，仅修复旧扁担一项，就为国家节约了数百立方米的木材。如果再从全国来看，把每年因损坏而需添补的一亿多万件中小农具都修补好，这个意义就更大了。

胶修竹木农具的好处很多，它可以把小料拼成大料，用短料接成长料，就拿扁担来说，不仅裂了可以补，断了可以接，而且可以用几段小料拼成一根。甚至可以将竹和木胶拼成上半面是竹片，下半面是木料的竹-木扁担，既结实，又富有弹性。

有人担心，胶接起来的扁担是否真的结实。事实证明，一根胶修的竹-木扁担，完全可以达到木扁担的负荷，如果是新胶制的竹-木扁担，负荷还能超过木扁担。

罨泥竿是南方农村中积肥用的工具。对做罨泥竿的毛篙竹，要求很高：长要一丈多，粗要二三寸，生长期4~5年以上。过去，罨泥竿损坏了毫无办法。如今，胶修站采取“移花接木”的办法，将几支坏的罨泥竿，截头去尾，重新胶接起来，照样好用。