

综 述

木材胶粘剂的作用和特性

颜 镇 李亚兰 牛丽平

(中国林科院木材工业研究所 北京 100091)

本文中的木材,定义为英国标准BS 5442 (1979)第3部分所述,是指实体木材和人造板;木材胶粘剂的定义是指将木材与木材或其它物体的表面胶接成一体的材料。随着新型胶粘剂的出现,以及使用胶粘剂的方法不断改进,胶粘剂的定义也在不断发展^{〔1〕}。

胶粘剂用量的多少,是衡量木材工业技术水平的标志之一。据1980年发表的统计数字,美国70%以上的木材经过胶接加工^{〔2〕}。我国木材胶粘剂的产量据不完全统计,从1985年至1990年,增长近一倍,不少于10.2万吨。

1 木材胶粘剂对木材工业发展的影响

沿着天然木材(实木)—人造板—人造(结构)成材(Engineered Wood Products)各发展阶段纵观木材加工业,不难看出木材胶粘剂的作用越来越大。“木材胶合技术是人造板生产工艺的基础”^{〔3〕}。历史发展的事实是先有胶粘剂,后有人造板。如果说“人造板的诞生,标志着木材加工现代化时期的开始”^{〔3〕},人造板代替天然木板,那么人造(结构)成材的开发,则是人造木材(Engineered Wood)进入取代天然木材的新阶段,人们能够根据需要设计制造各种形式的成材。

人造(结构)成材,不论是胶合木(Glulam)、单板层积材(LVL),或是纵向定向成材PSL(Parallel Strand Lumber)和定向成材OSL(Oriented Strand Lumber)的制造都少不了胶粘剂,其性能在某种程度上取决于胶粘剂,从人造板开始,这些日益

发展的木材加工制品,就木材的组成来讲未变,只是形态有异,最终产品的尺寸、形状,尤其是性能在很大程度上随着胶粘剂改变而改变。

2 木材胶接的科学性、合理性和可行性

加工木材过程中,接合是一项重要的加工活动,其方法有榫接、钉接和胶接等。

榫接的历史很长,至迟在《史记》中已有记述^{〔4〕}。榫接确实也是木材加工中行之有效的一种接合方式,但其局限性是非常明显的。一是硬度低的木材不宜榫接;二是无法加工薄片材、小材和碎料如单板、刨花、木屑、纤维等;三是加工过程既要开榫眼(榫槽),又要制榫舌,工艺较为复杂;四是无法适应人造板表面加工中层压覆贴工艺的要求;五是无法解决木材与其它材料如木材与铝板的接合;六是加工条件较为苛刻,为使榫接件完好,常与胶粘剂共同使用。

钉接,从力学的观点看,不利于应力分散。钉接的结果,往往是增加了钉接处的强度,不能提高刚性^{〔1〕}。其强度随着距离钉接点的远近而变化,实际上未能使被钉接物均匀成一体,此外还存在着金属腐蚀等问题。

胶接的胶层较为均匀,多数情况下,胶接面大,因而有利于应力分散。在相同的负载量和刚度的条件下,胶接件的木材用量最少^{〔2〕},既节省了资源,又降低了成本。

木材是一种多孔物质材料,内有不少液体通道,其体积占木材总体积的25%~85%。液态胶粘剂由于毛细管张力的作用而进入通

收稿日期 1994-01-24

道后,可随着胶粘剂的固化而形成“胶钉”,将木材与木材或木材与其它材料接合起来。木材的三大主要构成成分是纤维素、木质素和半纤维素,它们和胶粘剂都是高分子化合物。高分子化合物之间存在着物理吸引力、范德华力和氢键力。虽然这些力的单位数值小,但分子数量大,其总和形成对胶接强度大的特性胶接。木材富含羟基,可以与异氰酸酯等胶粘剂进行化学反应,形成牢固的化学键。木材是毛细管多孔有限膨胀胶体,具有极高的孔隙率和巨大的内表面,因而木材的表面现象特别显著,具有强烈的吸着性。只要加工工艺合适,为避免过度干燥或自然老化时间长带来的表面钝化,木材和木纤维的表面具有良好的湿润性(少数树种除外),有利于在界面上进行的胶接。另一方面,虽然不利于胶接的因素如多数胶粘剂有体积收缩效应,木材的胀缩系数与胶粘剂不一致等,这些均可导致内应力的产生。但是,采取降低胶粘剂体系的活性官能团浓度,加入增韧剂和尽可能多的填料等方法,那些不利因素不会太多地影响胶接质量。

多年来,木材胶粘剂向提高质量、扩大产量、减少毒性、降低成本、增添品种发展,取得了进步。传统胶即指脲醛、酚醛、三聚氰胺甲醛树脂也有了新配方,引入了新的改性剂;增添的非传统胶如异氰酸酯、木素胶、单宁胶等正逐步走向工业化生产。木材胶粘剂发展快是因为既受木材工业的推动,又受化学科学和化学工业的促进。木材胶粘剂按其形态分:水溶型、乳液型、有机溶剂型、粉状胶、胶膜等;按其应用方法有:室温固化型、热固型、热熔型、压敏型、再湿型等;按其耐水性能有:高度耐水胶、耐水胶和非耐水胶等。施胶方式有辊涂、喷涂、铺膜等。胶粘剂的多品种、多形态和多种施胶方法,可以满足木材加工多种工艺的要求,这是钉接、榫接等无法相比的。尤其是通过胶粘剂,可使木材与塑料、金属等进行胶接。

3 木材胶粘剂的作用

3.1 充分利用木材、增加木材产量 缓解木材短缺的重要途径之一,是最大可能地提高林木的利用率。将采伐剩余物的一部分和加工剩余物,籍助于胶粘剂可生产出多种人造板材和人造(结构)成材。据介绍^[6],每生产1万m³原木,就有1914m³的采伐剩余物,其中的70%可收集利用。每1万m³原木,经过制材和再加工,其剩余物为3440m³,其中板皮、板条、刨花、碎单板占71%,锯末29%。这些剩余物,经过胶粘剂的作用,生产出刨花板等人造板来——实实在在地增加了木材产量。

3.2 提高木材质量 木材如单板等经酚醛树脂浸渍后,其尺寸稳定性大为提高,其它如防腐性、耐酸性和某些强度也有显著改进。用糠醇树脂处理的木材,耐碱性大大提高。

3.3 增加木材产值 原木经过胶接加工(当然包括整个工艺过程)成胶合板,产值增加了。采伐剩余物和加工剩余物制成的刨花板、中密度纤维板等,其差价更明显。即使相同的单板或刨花,因胶粘剂的不同其质量有差异,价格也不一致,如E1级刨花板与E2、E3级刨花板。

3.4 拓宽木材用途 籍助于木材胶粘剂,刨花和木纤维还可模压成型制成多种异型物品,如有弧形棱边的桌面、窗框、托盘、汽车内门等。还可使人造板表面再加工,其功能性和装饰性都大大提高。

上述种种是木材胶粘剂过去和现在所起的作用,将来势必更大,一方面随着生产的发展和人们生活水平的提高,对木材产品的需求量更多,对质量要求也更高。另一方面,有不少现在大量使用的材料如钢铁、塑料等,资源越来越少,同时,这些材料的生产过程能耗高、污染严重;相反,木材是可再生资源,在树木生长过程中会改善生态环境,而且木材的加工过程,能耗低、污染轻,人类社会将越来越多地依赖木材。木材

供应的状况是小径材和速生材比例增多, 材质有下降, 解决这些矛盾的一个重要手段就是使用胶粘剂。

4 特性

木材胶粘剂的特点可概括为历史久(可追溯到公元前4000年)、用量大、价格低廉、与人类关系密切。

木材胶粘剂的用量是所有胶粘剂中用量最大的。以1989年酚醛、脲醛和三聚氰胺甲醚三种树脂产量之和为例, 占日本胶粘剂总量的47%, 在联邦德国占46.6%。我国以北京市1983年的产量计, 所占比例为47.2%~50.6%^{〔7〕}。

被粘接对象——木材本身就含有木材胶粘剂的原料——单宁、木素等。这是很有意思的一个特点, 利用可再生资源的单宁、木素制造胶粘剂, 越来越受到重视。

5 问题、机遇、研究

木材胶粘剂面临的主要问题是提高质量和长期使用时的性能预测。现在我国人造板主要用于家具, 从长远看, 建筑业是使用大户。用于建筑就要回答有效期多长的问题。其它要解决的问题还有释出醛引起的公害、尺寸稳定性, 研制新的胶粘剂, 特别是以再生资源为原料的新胶粘剂。

将木材及其加工产品用于建筑是机遇, 同时也面临其它材料的挑战。现在的胶接, 不仅要胶接刨花、单板等制成人造板或单板层积材等人造(结构)成材, 还要将这些基本产品胶接成建筑用的结构件, 发展前景广阔。

木材胶粘剂及其胶接工艺要研究的内容很多, 主要的可能有以下几方面。

①现有胶粘剂的改性, 以求降低成本, 减少毒性、改进性能。如酚醛树脂中加尿素共聚, 脲醛树脂中加苯酚或三聚氰胺共聚^{〔8〕},

②寻找新的胶粘剂原料, 部分或全部取

代原来的原料。这部分内容丰富, 当前主要集中于以再生资源中某些成分如单宁和木素取代苯酚。有人建议裂解造纸废液获取有效的酚类化合物。利用木质纤维材料中的半纤维素, 使其转化为呋喃类化合物而用于胶接, 这些都是很有研究价值的课题;

③天然胶, 血胶和豆蛋白胶的改性;

④复合材及其用胶的研究;

⑤无机胶的研究, 如水泥、石膏、矿渣等;

⑥有关的机理研究和分析测试方法的研究, 尤其是胶粘剂人工老化试验的研究。

结合我国人造板的生产现状, 要优先考虑的是: 刨花板用脲醛胶的研制和推广, 解决部分产品甲醛释放量超标问题。E2级的配方较为成熟, 操作条件较为宽松。E1级板要有较为严格的生产管理, 可喜的是我国研制E1级胶的技术路线有多条^{〔9〕}。酚醛胶应向快速固化、能用于高含水率基材且成本低的目标努力。重视胶粘剂调制时填料的选择。

6 参考文献

- 1 吕时铎. 木材胶粘剂. 中国大百科全书农业卷. 中国大百科全书出版社, 1990, 687~688
- 2 Robert H. Gillespie. Adhesives for wood research, applications, and needs. Noyes Publications, 1984, 2~9
- 3 王凤翔. 人造板. 中国大百科全书农业卷. 中国大百科全书出版社, 1990, 903~905
- 4 司马迁. 史记, 卷七十四. 中华书局, 1982
- 5 Thomas E. McClain. Performance of nailed-bolted connections. Forest Products Journal, 1994, 42 (7/8); 70~72
- 6 侯知正等. 我国木材供需与进出口的研究. 林业问题, 1991年增刊
- 7 颜镇. 甲醛系木材胶粘剂. 中国胶粘剂, 1992, (6)
- 8 富田文一郎. ホルムアルデヒド系树脂接着剂の化学と进展. 木材学会志, 1991, 37 (8); 675~680
- 9 木材工业编辑部、木工分会人造板胶粘剂及表面加工学组. 木材胶粘剂及人造板表面加工学术讨论会论文集 1993