

讨论与建议

木质纤维喷播材料的应用现状及发展前景

邓昊¹, 郭焰明², 孟京明¹

(1. 中国林科院木材工业研究所, 北京 100091; 2. 中国林科院林业新技术研究所, 北京 100091)

摘要: 对木质纤维喷播材料的生产、应用及其优势等方面进行论述, 指出目前木质纤维喷播材料研发中存在的问题, 并提出改进建议, 为木质纤维喷播材料的发展提供参考。

关键词: 木质纤维; 喷播材料; 生态恢复

中图分类号: TS6; U417 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654(2011)03-0038-03

Current Status and Development of Hydraulically Applied Wood Fiber Mulches

DENG Hao¹, GUO Yan-ming², MENG Jing-ming¹

(1. Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China;

2. Research Institute of New Technology, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

Abstract: The authors reviewed the current status, production process, and application of hydraulically applied wood fiber mulches used for protecting soil erosion. They analyzed the technical challenges and the trends of the hydraulically applied wood fiber mulches. They also provided references for future research and development of hydraulically applied wood fiber mulches.

Key words: wood fiber; hydraulically applied mulches; ecological restoration

随着我国经济高速发展, 高速公路、铁路建设和各种矿产资源开采项目及设施工程, 在取得经济、社会效益的同时, 也给生态环境造成了一定破坏, 使得原有的自然植被不复存在, 大面积的地面裸露。尤其是高陡的裸岩坡面, 依靠自然恢复植被十分困难。

为了经济建设与生态恢复同步发展, 发达国家对植被恢复工程技术进行了大量研究。根据裸露坡面的坡度和固定植物的类型, 开发出钢筋水泥框格、植生铺卷、客土植生带、植被生态恢复喷播等技术^[1]。其中植被生态恢复喷播技术, 是目前恢复裸岩坡面植被颇具成效的施工方法, 除了用于普通园林、公路护坡及垃圾场绿化外, 亦可用于山体滑坡及泥石流形成的裸岩坡面等, 并可进行远距离施工作业。从20世纪90年代引入我国以来, 植被生态恢复喷播技术在

国内得到了广泛地应用。

喷播纤维广泛采用的木质纤维, 是利用木材加工剩余物, 经高温高压软化、热磨分解得到一种形态均匀的纤维, 再经染色、干燥制备而成。随着人们环保意识不断提高, 国内工程应用对木质纤维喷播材料的需求逐步增长。笔者对木质纤维喷播材料的国内外应用现状、问题进行分析 and 探讨, 以期为我国木质纤维喷播材料产品质量的提升及工业化生产, 提供借鉴和参考。

1 喷播纤维的类型、用途与特征

1.1 喷播纤维的类型

1) 原生纤维 直接取自植物本体, 主要有草本植物纤维和木本植物纤维两种。草本植物纤维较短, 交织性能差, 有机质含量低, 保水性能也较低, 虽然具有制作成本低的优势, 但包装储存较困难, 运输成本高, 不利于工业化生产, 因此仅适用于气候条件较好, 地貌较平坦, 土质条件较好的作业区。在欧洲和日本

收稿日期: 2010-06-29; 修改日期: 2011-04-11

基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金(CAFTNT2008K02); 科研院所技术开发研究专项资金(2008EG135287)。

作者简介: 邓昊(1974—), 男, 中国林科院木材工业研究所工程师。

应用较广泛。

木本植物纤维长,交织性能好,覆盖能力强,有机质含量高,保水性能好。虽制作成本较高,但易实现工业化生产,便于运输和储存,多为大型专业生态恢复工程公司的首选。

2) 再生纤维 主要是利用工业或城市废弃物,如毛纺织厂的废纤维、回收废纸等,经无公害处理后,作为植物生长的培养基。但若不进行无公害处理,不仅会对环境造成危害,也会影响植物种子的生长,出现出苗不全、生长不旺等缺陷,使植被的正向演替过程缓慢甚至终止。

3) 混合纤维 混合纤维是原生纤维、再生纤维与有机肥的混合物,或是原生、再生纤维与土壤的混合物。

前者大多是工厂生产,集成定量包装。后者基本是就地取材,现场配制,零散堆放,随用随取。混合纤维主要用于各种生态恢复工程中的基底材料。

1.2 喷播纤维的作用

在植被生态恢复喷播技术中,喷播纤维的主要作用有:

1) 覆盖地表浮土,在表层土的表面形成具有一定厚度、均匀质密的纤维毯,防止风、雨对表层土壤的侵蚀。

2) 改良土壤结构,喷播纤维表面可以吸附大量的微尘粒,使粉状土的颗粒增大,减少尘土飞扬。

3) 喷播纤维含有丰富的有机物,有利于微生物的生长,能够促进土壤熟化。

4) 涵养水分,为植物生产提供充足的水分。

1.3 几种喷播纤维对比

不同类型的喷播纤维的特征,如表 1 所示。

2 木质喷播材料的研究与应用现状

2.1 国外发展历程与现状

20 世纪 50 年代初,喷播技术在美国诞生。50 年代后期,为提高喷播种植的出苗率和植被生长率,美国喷播工程商,利用纸业公司生产中的剩余纸浆,制成喷播覆盖物,与种子和肥料等混合后,通过水力喷播设备,可进行大面积、高效率绿化施工。

60 年代初, Weyerhaeuser 公司和 Canfor Corporation 公司开始为喷播工程承包商定制专用喷播木纤维,实现了木纤维的生产商业化。

在 70 和 80 年代,美国和加拿大的设备制造商针对民用、商用和高档草坪市场,开发了小型喷播设备,

表 1 不同喷播纤维的特点^[2]

Tab. 1 Characteristics of different hydraulically applied wood fiber mulches

纤维类型	养分供给能力	保水性能
木材纤维	有机物含量高达 95%~99%,还含有氮、磷、钾等植物生长所需的矿物质,非常有利于微生物的生长,在纤维降解的同时能够促进土壤熟化,增加土壤肥力	木材纤维特有的交织结构使其具有很大的空隙率,使得木材纤维吸水、持水量大,释水缓慢均匀,保水性能优良。当木材纤维与其他功能性营养物质混合喷播后,与种子、肥料能较好地融合,形成植物种子生长必需的初级生态条件,且降解后生成无害的有机养分
草类纤维	营养成分含量低,腐烂降解速度缓慢,营养供给不足,无法及时为新生植物提供养分	麦秸等草类纤维表面的蜡质具有疏水性,不能形成均匀稳定的喷播浆体,纤维短、交织性能差,保水性能较低,无法防止水土的再次流失,施工效果和植被生长质量差
纸浆纤维	营养成分含量低,在制造过程中添加的改性剂对植物具有一定危害,且不易降解	具有优异的溶水性和对种子的包裹性,但因纤维短,交织能力不足,防止风雨侵蚀及抵御干旱的能力明显不如木材纤维
可降解化学纤维	仅具有一定的交织能力,无法提供养分,且降解过程中会对土壤和环境造成污染	具有的交织能力使此类纤维起到骨架的作用,但基本上不具有保持水分的能力,无法为植物生长提供充足的水分

使工程施工变得十分便利。随着液体纤维覆盖物及各种喷播设备迅速普及,供应商猛增,施工设备和材料也逐步升级换代^[2]。

在美国和加拿大等发达国家,经过多年的生产实践,木质纤维喷播产品与技术已非常成熟,并已针对不同使用领域,开发专业的产品。

北美的 Canfor Corporation、Profile Products LLC. 和 FINN Corporation 等,将木纤维和可降解化学纤维混合加工,目的是为了改善产品的抗侵蚀性能。此外,为了提高施工效率,Profile Products LLC. 研制出添加增黏剂及吸水剂的产品,达到一步式施工作业,缩短施工周期和降低成本。

2003 年,美国每年用于控制水土流失的纤维覆盖物达 25 万 t,费用达 7 500 万美元。其中用于减少林地土壤流失的纤维覆盖物就超过 1.25 万 t^[3]。

为了促进喷播行业的健康持续发展,美国正在制定喷播纤维产品的分类、性能的标准。目前已制定了 ANSI/ASTM D 4250-1999《含吸水纤维产品持水量

的测试方法》及 ASTM D 7367-2007《液压栽培用纤维覆盖料持水能力的测定用标准试验方法》2 项标准。

近年来,相关研究主要围绕水土流失控制及植被恢复等领域开展。如德国学者研究了木质纤维对土壤温度、水分的影响及其在植物种植上的应用^[4],美国学者主要针对木质纤维控制水土流失和森林火灾后植被恢复进行了研究^[3,5-6]。

1960 年,日本从美国引进液压喷播技术,并应用于高速公路边坡的绿化,1965 年实现了喷射纤维的国产化。随着高速公路的大规模建设,边坡绿化技术得到了长足的发展。1987 年,从法国引进连续纤维加筋土工法,与已有的坡面绿化土工法相结合,开发出连续纤维加筋土工法。该方法于 1988—1992 年就施工 300 万 m^2 ,之后获得发明专利,并推广到中国^[7]。

至今,日本已有 6 000 km 以上的高速公路,对公路边坡的治理和绿化,促进了植被恢复喷播技术的发展,已开发 20 多种施工方法^[8]。2005 年,喷播纤维的总产量为 5.3 万 t,按 4 t/ hm^2 喷播施工量计,喷播面积约 13 250 hm^2 。

2.2 我国发展历程与现状

我国于 20 世纪 80 年代开始对喷播技术进行研究,90 年代后期从欧美和日本引入植被生态恢复喷播技术,与发达国家相比,起步较晚,技术水平亦存在着很大的差距。

在引进初期,使用的均为进口纤维。一直到 2000 年,黑龙江省林产工业研究所才开展适于我国的植被恢复工程材料研究,并对喷播木质纤维材料进行试制。但由于存在产品质量及包装问题,没有形成工业化生产^[9]。

2002 年以来,有学者对秸秆纤维基植物栽培毯的性能,高速公路路基边坡客土喷播基材性能,黄土高原道路边坡喷播技术基材的筛选,岩石边坡生态种植基材的选择和添加物等,进行了研究^[10-13]。

2001 年,笔者所在中国林科院木材工业研究所与北京三丰环保绿化公司合作,根据国内生态恢复工程的现状,针对不同生态恢复地域,试制出不同类型的喷播用木质纤维产品。并通过在喷播用木质纤维中加入增黏剂、复合肥等,提高产品的综合性能,纤维成本降低了 50%,包装体积压缩率达到 30%以上,减少了运输及施工上的成本。目前国产纤维已完全取代了进口纤维,年产量达到 1 000 t 左右、年销售额为 300 万元。应用工程遍及全国各省市的高速公路边

坡、矿山生态恢复、垃圾场生态恢复,及高尔夫球场绿化等工程项目,每年喷播的面积约 100~150 hm^2 ,并将产品出口到伊朗等国家。目前,正进行喷播纤维材料大规模产业化加工工艺的研究。

2.3 问题与措施

2.3.1 存在的问题

1) 仅靠原木纤维的持水性、溶水性及其所含营养,不能完全满足植物生态恢复工程的实际需求,且现有热磨机加工的纤维仍然达不到喷播用木质纤维在形态及筛分分布上的要求。

2) 植被生态恢复喷播工程应用需求与其实际生产能力之间,存在严重的供需不平衡。

3) 目前仅从生态恢复及植物种植的角度进行木质喷播纤维产品研发,仍停留在结构简单、功能单一的阶段。

4) 缺少喷播纤维产品的标准,标准化工作才列入计划。

2.3.2 措施与建议

1) 研制改性剂和营养剂,改善原木纤维性能,满足实际施工的需求。同时现有热磨设备的基础上,研制专用磨机、磨盘,以满足生产工艺对设备的要求。

2) 继续改进木质纤维喷播材料的生产工艺,研发喷播用木质纤维的大规模生产线,提高木质纤维喷播材料生产能力。

3) 深入研究木质纤维性质及其与应用性能的关系,实现喷播用木质纤维功能多样化,为实际工程应用提供更多选择。

4) 建立完善的纤维喷播技术国家标准体系,提高我国在喷播用木质纤维领域的地位,开发拥有自主知识产权的国产化喷播用木质纤维材料,打破国外技术壁垒,降低喷播技术在我国推广应用的技术和经济门槛。

3 结语

我国引进喷播技术已十余年,初步形成了工业化生产,产品技术指标达到了国际同类产品水准,且市场价格降低 30%~50%,为喷播技术的推广应用奠定了良好的基础。

今后,还需加强对喷播纤维的研究,保障植被恢复工程施工质量和效果,缓解基础设施快速建设与植被恢复技术落后的矛盾,推动适合我国国情的植被恢复技术与市场的发展。

(下转第 43 页)

分析原因:1) 热压后杨木重组装饰地板坯被压缩,密度增加,故试材的 MOR 和 MOE 提高。2) PF 浸渍处理也可以使地板强度提高,但地板的树脂浸渍量是一定的,达到饱和后,即使延长处理时间,浸入地板的 PF 树脂的量亦不再增加,故对 MOR 和 MOE 不再具有改善作用。

2.2 添加耐磨增强材料的 PF 树脂浸渍处理

为进一步提高地板材的表面强度,在较优普通浸渍工艺基础上,本试验采用在低分子 PF 树脂中添加硬度增强材料,经耐磨增强 PF 树脂浸渍后,板坯的性能检测结果如表 2 所示。

表 2 耐磨增强的 PF 树脂浸渍处理
杨木重组装饰地板材的表面性能

Tab. 2 Surface performances of reconstituted decorative poplar flooring impregnated with PF resin mixed with MgO or SiO₂

增强材料 类别	质量 分数/%	磨耗值/ g	落球凹槽 直径/mm	硬度/ MPa
MgO	0.5	0.032	2.2	47
	1	0.027	1.8	46
SiO ₂	1	0.023	1.9	44
	2	0.021	1.6	48

从表 2 可见,用分别添加 MgO 和 SiO₂ 的 PF 树脂浸渍地板后,板材磨耗值明显降低,且随着添加量的增加,耐磨性逐渐提高。与普通 PF 树脂浸渍处理的试材相比,随添加量增加,落球凹槽直径减小 20%~42%;说明板材的抗冲击性改善,地板硬度有 5%~10%的增幅。

本试验范围内,含有 2% 的 SiO₂ 的 PF 树脂处理效果最好。主要原因是 SiO₂ 密度大于 MgO,硬度亦较 MgO 高,所以添加 SiO₂ 的 PF 树脂处理材的耐磨性和抗冲击性均优于添加 MgO。

3 结论

1) 用普通低分子 PF 树脂浸渍处理杨木重组装饰地板坯,其表面的耐磨性能、抗冲击性能和硬度及 MOR 和 MOE 有显著提高,回弹率极低。在本试验范围内,浸渍处理时间以 6 h 为宜。

2) 添加 MgO 和 SiO₂ 的耐磨增强 PF 树脂,可明显改善浸渍杨木重组装饰地板坯表面的耐磨性能、抗冲击性能和硬度,以添加 2% 的 SiO₂ 为宜。

3) 浸渍加工后的杨木重组装饰地板材无需进行表面油漆,且 PF 树脂具有耐水性,可用于室外。

4) 建议选择与浸渍液密度相近的耐磨材料,易与浸渍液充分混合,减少搅拌时间,提高效率。

参考文献:

[1] 周宇,王金林. 杨木单板染色工艺与染料染着量的关系[J]. 木材工业, 2006,20(4):9-13.
[2] 赵桂玲,朱毅. 科技木在家具与室内装饰中的应用[J]. 家具, 2008(3):50-52.
[3] 王铁球,黄永南. 重组装饰材在家具行业的应用[J]. 林产工业, 2007,34(5):3-5.
[4] 2010 年 5 月第三届中国杨树节暨杨树产业博览会[EB/OL]. [2011-03-31]. <http://www.cnena.com/article/2317.html>.

(责任编辑 张一萍、姜征)

(上接第 40 页)

参考文献:

[1] 路健,张伟. 植物诱导恢复生态技术的初步研究[J]. 林业机械与木工设备,2004,32(9):7-9.
[2] 赵平. 植被生态恢复喷播技术应用问题探讨//2008 年全国工程绿化技术交流研讨会论文集[C]. 2008.
[3] Foltz R B, Copeland N S. Evaluating the efficacy of wood shreds for mitigating erosion [J]. Journal of Environmental Management, 2009(2): 779-785.
[4] Gruda Nazim. The effect of wood fiber mulch on water retention, soil temperature and growth of vegetable plants[J]. Journal of Sustainable Agriculture, 2008,32(4):629-643.
[5] Buchanan J R, Yoder D C, Smoot J L. Controlling soil erosion on construction sites with steep slopes with wood chips// ASAE Annual International Meeting[C], 2000.
[6] Robichaud Peter R, Pierson Frederick B, Brown Robert E, et al. Measuring effectiveness of three postfire hillslope erosion

barrier treatments, western Montana, USA[J]. Hydrological Processes, 2008,22:159-170.
[7] 廖礼坤. 植被护坡工程技术研究[D]. 成都:西南交通大学, 2001.
[8] 顾卫,崔维佳,许映军,等. 工程创面生态恢复产业化问题初探[J]. 水利水电科技进展, 2008, 28 (6): 66-70.
[9] 刘振国,翟冰云,石英坤,等. 绿化纤维生产工艺技术的研究[J]. 林业科技, 2000, 25(3):40-43.
[10] 刘洪凤,俞镇愷. 秸秆纤维基植物栽培毯的性能研究[J]. 东华大学学报(自然科学版), 2002, 28 (3):60-63.
[11] 张俊云,周德培,李绍才,等. 岩石边坡生态种植基试验研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2001, 20 (2):239-242.
[12] 刘春霞,韩烈保. 高速公路边坡植被恢复研究进展[J]. 生态学报, 2007, 27(5):2090-2098.
[13] 郭陆,李君剑,张锁峰,等. 黄土高原道路边坡绿化土壤基质筛选[J]. 生态环境学报, 2009, 18(1):357-360.

(责任编辑 张一萍、姜征)