

文章编号: 0451-0712(2005)01-0200-06

中图分类号: X171.4

文献标识码: B

喷播技术设备的类型与性能比较

赵 平

(北京三丰环保绿化有限公司 北京市 100054)

摘 要: 公路边坡治理与生态恢复建设已成为公路环境保护的重要组成部分。由于引进技术与设备渠道的多样性,施工技术路线与工艺条件条件的差异,国内边坡生态恢复技术装备应用状况尚不尽人意,直接影响到公路建设机械化程度的均衡发展。本文通过对喷播技术与设备的比较,理清了适应中国现阶段经济基础和技术发展水平的技术设备的脉络,提出了以高效、可靠、经济的原则发展边坡生态恢复机械化的思路。

关键词: 公路边坡; 生态恢复; 喷播技术; 机械设备;

恢复坡面植被生态系统是一项农业技术、生物技术、工程技术集成的综合技术。农业技术指在生态恢复施工中所需要的一系列耕作、栽培、管理技术集成的综合体系,涉及到草地农业、生态农业、景观园林等领域;生物技术主要指微生物种群、转基因育种、细胞工程等,包括获取生态幅更宽、抗逆性更强的生物品种以及大量、快速获取繁殖体两方面;工程技术主要针对自然干扰及土壤恢复,以及高陡边坡及表层土壤稳固技术而言。

生态恢复的目标是再现被破坏的植被原貌或重建一个不雷同于过去的生态系统。生态恢复成本取决于恢复范围的大小、退化的程度、恢复的目标、原材料的可利用性以及地质地貌状况改善技术的难点。

喷播是目前世界上应用最为普遍,实施最为有效,成本相对较低的植被生态恢复技术手段之一。它将种子和植物生长所需的各种液体物、纤维物、粉质物、粒状物均匀混合,通过大功率喷射器播洒在因施工破坏了原生植被的复杂地貌裸土表面,形成一种均匀的毯状物。覆盖物依靠纤维的交织性和溶液的粘性相互联接并依附在地表,创造初级植物生长条件,外表层形成胶冻膜保持内部的湿润,既可以防止水土流失,还能够涵养水分、固定并保护种子,是良好的植物种子生长的培养基,能促进植被迅速恢复。喷播机械在混合搅拌和输送喷射两个环节上能大幅

度提高工作效率、降低劳动强度,这是决定喷播技术实施效果和效益的关键技术。各个国家基于经济基础和自然环境条件的不同,为着同样的目标,创造出不尽相同的技术形式。

1 喷播技术的发展状况

喷播技术于 20 世纪 80 年代末出现在深圳的开发建设工程中;20 世纪 90 年代中期以技术、设备、合作等方式从瑞士、美国、日本、澳大利亚等国引入到中国。各种形式的技术移植和设备国产化就此广泛开展。

瑞士公司以喷播设备、材料、施工技术捆绑方式向中国成功输出“绿化系统”概念的欧洲技术模式。瑞士多山,坡面植被恢复的理念影响了日本;施工方法吸收了美国的液力喷播技术,形成一套风格独特的技术,在相邻国家广泛采用。美国版的喷播机械已成为欧洲在用设备的主流和主要技术输出形式,瑞士的柱塞泵技术和德国的螺杆泵技术融入其中。

欧洲国家自然条件好。大部分地区是平原,属温带海洋性气候,降雨量均匀丰沛。因此,恢复生态环境技术采用植生带和植物纤维草毯的方式较多,喷播应用相对较少。在喷播技术的辅助材料方面,不用过多地考虑风吹、雨淋、干旱等影响因素,采用草本纤维和纸浆纤维作为覆盖物的较多。添加剂的使用品种与美国比相对较少。

另外, 欧洲国家国土面积相对较小, 大规模开发建设也已经是历史, 超强的环保意识使开发建设在设计时就尽可能避免对自然环境的逆向干扰, 减少生态恢复工程量, 大尺寸、大面积破坏面少见。因此, 使用中小型喷播机的较多, 大型喷播机较少。面对中国的薄弱经济基础和大部分地区的恶劣自然条件, 他们知难而退。

美国是喷播技术应用最广泛的国家之一。喷播机械产销量和保有量位于世界前列。有“芬尼 (FINN)”、“波威 (BOWIE)”、“安逸 (EASY LAWN)”、“特宝 (TURBO)”等多个世界知名的专业品牌先后进入中国市场。产品的浆料混合形式有射流搅拌和机械搅拌两种基本类型。浆料输送泵组以离心泵为主体, 功率从 4 kW 至 80 kW; 也有配备柱塞、螺杆等泵类的喷播机, 但一般作为增压泵或特种浆料输送使用。喷播机的罐容量从 220~1 500 L, 多达 10 余个量级, 分别适用于花园别墅的小型园林工程、一般公共绿地的常规绿化工程、大型基础建设后期的生态恢复工程以及山林绿地的自然力损毁工程等方面。大型喷播机的使用比欧、日等其他发达国家要多。

美国地域广阔, 以温带、亚热带气候为主, 自然地理和气候条件远不如欧洲。尤其是西部地区, 自然气候条件较差, 降雨量相对不均, 以其产业化规模、运输成本的条件, 集成包装的木质长纤维使用较普遍, 使用量很大, 主要配合机械搅拌喷播机械施工; 在自然条件相对较好的中部地区, 纸浆纤维、再生纤维的使用量也很大, 主要配合射流搅拌喷播机械的施工。由于应用环境条件和技术条件更相近, 美国喷播技术曾帮助中国公司成功在东北地区完成大面积喷播施工, 也使美国喷播机械成为这个领域最大的市场份额占有者。

美国的山地比重相对较少, 客土喷播技术不如日本发达, 但客土喷播机械制造水平并不在日本之下, 一般以中压大流量喷送工业化生产的营养土为主要工作内容, 适用于垂直高度 20 m 以内的坡面施工。

日本是一个山地岛国, 总体上是温带海洋季风气候, 降雨量丰沛。第二次世界大战以后, 日本用 5 年的时间重点恢复基本国力, 而后注重实施国土改良, 提出绿化工程的概念, 进入全面恢复期。20 世纪 50 年代中期至 60 年代初, 日本进入近 20 年的高速发展期, 政府在制定严厉的生态管理法规政策的同时,

加大生态环境恢复投资力度。国民生产总值中用于治理生态环境方面的资金相对于治理面积而言相对宽裕。20 世纪 80 年代日本学术界总结了在亚寒带北部地区、温带季风的中部地区、亚热带的南部地区坡面绿化恢复生态环境的经验, 形成从微观生态恢复学原理, 到干扰条件下植物生长习性的改变, 到人力与自然生物力相互关联作用, 以至于绿化工程设计、实施方案等方面的系统坡面绿化工程理论。日本的生态恢复技术理念更注重土壤的改良, 营养土生产已形成规模产业。因此, 日本的喷播技术以客土喷播为主流, 与岩体工程技术结合紧密, 高效率的卧式双筒压缩气送喷播机和蠕动泵送泥浆喷播机是极具代表性的专用机械产品。

20 世纪 90 年代初, 日本除了在本土有计划地推广生态环境恢复技术外, 也向中国输出喷播技术和设备、材料, 数量远不及美国。日本的地质、地貌和气候差异较大, 生态恢复施工技术方法千差万别, 专用机械设备制造也是小批量、多品种, 没有美国那样的规模专业制造商, 也没有能得到世界广泛认同的专业机械产品。

美国、日本和欧洲的喷播技术是在互相借鉴吸收、因地制宜改进的基础上发展起来的。

2 喷播设备的主要类型和技术特征

客土喷播技术的优势是在播撒植物种子的同时还能喷送植物生长所需的营养物质, 并通过这些营养物质及其相关组分改良土壤, 达到建立促进植物生长正向演替基础的目的。喷播机械的核心功能主要是在喷播植物种子、覆盖及添加物的组配混合搅拌和输送喷射方面。混合与喷送功能的强弱是划分喷播机械技术类型的重要依据。能够喷送什么样的物质, 怎样混合这些物质, 用什么方式向施工面输送, 能够喷射到多远的距离, 这些问题都是喷播机械要解决的问题。

喷送物的混合种类和数量是根据生长的立地条件以及植被恢复目标而确定的。喷播机械的功能是根据植被恢复地土壤是否需要改良, 以及改良土壤所需的代价确定的。成熟的土壤能让各类植物种子落地生根; 生土则需要补充矿物质营养或添加微生物和有机物质促进熟化, 才能适应植物生长需要; 裸岩和成土母质则需要重建表层土壤结构, 创造植物生存基础。不同的恢复目标和恢复条件需要不同的喷播机械 (见图 1、表 1)。

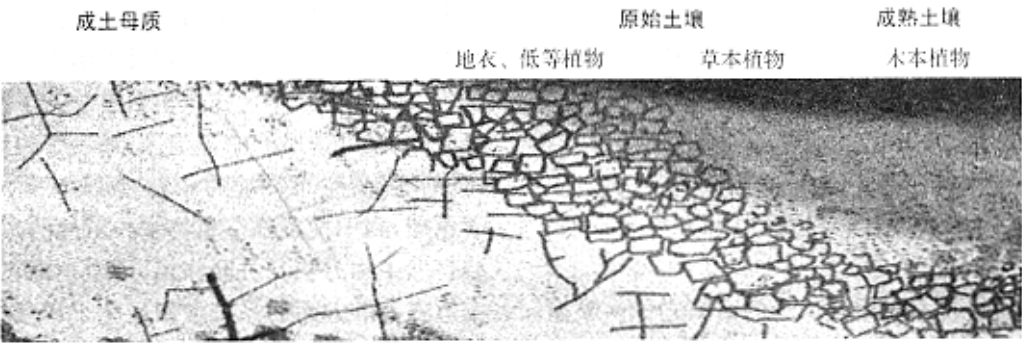


图 1 土壤性质与植物群落的关系

表 1 植被恢复条件与适用喷播机械类型

地质条件	裸岩或成土母质	原始土壤			成熟土壤
原生物种	无	地衣	低等植物	草本植物	草、木本混生植物
喷送物	种子、配制客土	种子、配制客土	种子、配制客土	种子、覆盖物、添加剂	种子、覆盖物
覆盖厚度/cm	5~15	3~5	1~3	3~8	1~3
机械类型	客土喷播机械	绿化工程喷播机械			园林喷播机械
机械结构功能类型	干式喷播机	机械搅拌式喷播机		风送喷播机	
		射流搅拌喷播机			
		泥浆喷播机			

目前的喷播机械有干法喷送和湿法喷送两种形式。干法喷送又有风送和压缩气输送之别。湿法喷送通常以离心泵送为主,也有使用蠕动泵、螺杆泵、柱塞泵等形式泵组的,一般用于增压或输送特种物质。

2.1 风送喷播机械

风力喷播是用一种以鼓风机为喷送动力的喷播机械喷送鲜草茎的无性繁殖种植技术。通常需要和园耙配合使用,把均匀喷播到地面具有一定长度的鲜草茎局部压入地表,达到扦插种植的目的。但风力喷播更多的是与其他喷播方法配合,用于喷送干草覆盖作业表面,减缓日晒、雨淋对作业面的侵蚀。

风力喷播的喷送物通常是单一物质,无需混合,依靠机械力和风力喷送。

风力喷播专用机械从美国引入我国,应用较少,没有定型的仿制产品。

2.2 压缩气送客土喷播机械

所谓客土是一种人工配置的植物生长营养土,需要根据所需种植的植物和生长地的环境条件确定基质材料及添加剂的组份配方来配制。由于气流输

送的客土含水率较低,这种方法也叫干法客土喷播。松散的营养土夹裹着植物种子在被压缩的脉冲气流的作用下被送到植被恢复生长面上,形成一个优化土层面,保证植物的初期和后期的生长条件,达到恢复植被的目的。

干法客土施工喷送物质是比重较小,颗粒度较小且较松散的生长基质;通常在装入喷播机前就已配制混合好,有些则需要在喷播机内进一步搅拌。

目前国内外的干法客土喷播机械大多是移植水泥喷混机械设备模式。它需要大功率空气压缩机、发电机、水泵等机械配套使用。组合配套的作业机群运输调配较麻烦,机动性差,生产效率较低,应用在生态恢复领域有很大的局限性。应当注意的是:水泥喷混机械的干湿之分与客土喷播机械的干湿之分无论是在含水率的界限上还是在施工原理上都存在着差别。水泥干法喷混技术概念是输送绝干混合物质,在喷射口与雾化水混合落到作业面上;水泥湿法喷混技术概念是输送含水混合物质,而对混合物质的含水率,以及输送介质和方式没有严格界定。客土喷播的湿法与干法,则是以输送载体是“气”还是“水”来划分的。

国内使用的干式喷播机基本上都是源于瑞士转子技术的小型水泥喷混机械,喷送量为 3~7 m³/h 混合物质,耗气量 4~12 m³/min,水平输送距离约 80 m,垂直输送距离约 40~60 m,单机价格约 2 万元。

日本的干式喷播机也是源于水泥喷混技术。具有日本特色的卧式双筒喷射机具有效率高、污染小的特点,但整机高大笨重,需要配备带式运输机装填物料。其工作原理是:间歇送料和脉冲气流在下筒底部汇合,顺管道送出;两筒分别设有卧轴搅拌器持续工作,连通立管之间有一转阀控制开合,物料从上筒进入,达到设定容积率时关闭入口,进气增压;上下

筒压力相同时转阀打开, 物料落入下筒, 转阀关闭; 上筒入料口打开, 再次装填料。单筒容量 150~520 L, 喷送量为 7~15 m³/h 混合物质, 耗气量为 10~19 m³/min, 水平输送距离约 300 m, 垂直输送距离约 180 m, 单机价格约 28 万元。与国内机型相比, 日本干式喷播机能够增加生产率 1 倍, 但需要增加设备投资 10 倍。目前只有极少数专业公司引进使用。

源于英国技术的立式双筒喷混机, 装料容量很大, 双筒交替工作, 由于体积庞大, 装料程序繁琐, 目前尚未见到用于喷播领域的案例。

美国已有可以单机作业的植物生长基质专用喷送机。采用源于瑞士技术的卧式转子喷射装置; 活动底载料仓装载量可达 12 m³, 工作效率达到 23 m³/h, 但喷送高度仅能达到 20 m 左右, 目前还不能完全满足国内高、陡边坡客土喷播施工的技术要求, 且价格昂贵。

2.3 水力喷播机械

水力喷播也叫液力喷播、湿法喷播, 是一种以水为载体的喷送种植方法。针对生长地土壤破坏不太严重或荒芜贫瘠的土质和所要种植的植物确定覆盖物和添加剂的组份配方, 缺什么补什么。覆盖物夹裹着植物种子在水流的作用下被送到作业面上, 形成一个改良土层面, 保证植物的初期生长条件。

水力喷播的喷送物是混合浆液。衡量混合浆液的主要物理指标有粘稠度和固体含量。这也是衡量喷播机械搅拌性能和泵的通过性能的主要指标。结构简单的花园喷播机械应能满足固体含量在 7%~15% 的混合浆液搅拌和喷射技术要求。美国的射流搅拌式喷播机械和国内自制的喷播机械因受到搅拌性能或泵的通过性能限制, 基本上属于这一类。大型绿化工程和植被生态恢复专用喷播机械应能满足固体含量 15% 以上混合浆液搅拌和远距离喷射技术要求。卧轴斜桨叶机械搅拌器能够实现轴向、径向和环轴向三向循环流, 搅拌效果明显优于射流搅拌。双向无级变速卧轴斜桨叶机械搅拌器则进一步扩大了喷播机对低浓度浆和高浓度浆的适应范围, 使喷播机功能同时满足喷水、喷中等浓度纤维浆、喷高浓度泥浆混合浆液搅拌效果的需要。高性能喷播机械能满足固体含量在 30% 以上的混合浆液搅拌和喷射技术要求。

2.4 泥浆喷播机械

泥浆喷播是水力喷播的一种, 由于混合浆液中固体物重量含量超过 50%, 也叫半干法客土喷播。它

是在水力喷播浆液的基础上加入一定量的客土, 覆盖物夹裹着植物种子在水流的作用下被送到作业面上, 形成一个改良的优化土层面, 保证植物的生长条件。

泥浆喷播的喷送物是高固体含量、高粘稠度混合浆液。混合浆液中的固体物有粉状颗粒、纤维状颗粒、卵状颗粒等多种形式。颗粒物的形态、质量、硬度存在着较大差异, 浆液的固体物密度、粘稠度因施工要求变化范围较大。不仅普通离心泵不能适应这种工况条件, 离心式污水泵、乳液泵、纤维浆泵、渣浆泵也都存在着一定的局限性。固、液两相流泵也只在粉状颗粒物、纤维状固体物含量较少, 粘稠度较低的工况条件下有较好的表现。配制的混合浆料在一定临界参数范围内, 仍可以依靠特制离心固液泵喷送。超出临界参数范围, 混合浆液的流动性将大幅度下降, 离心泵的工作效能也将明显下降。有几种形式的容积泵能适应高浓度非均质两相混合浆液的输送, 但输送生产效率远不及离心泵。在美国, 高浓度泥浆喷播应用机率很少, 超高、超远程输送的机会也不多, 一般是用源于瑞士技术的柱塞泵, 或用源于德国技术的螺杆泵作为增压泵来弥补离心泵的不足, 输送特殊成分的物料。在日本, 由于单元作业面积相对较小, 喷播材料生产工业化程度高, 成品材料中与植物生长无关的杂质较少, 蠕动泵配套的泥浆喷播机是生态恢复工程公司主要的技术装备之一。与干式喷播机应用同样广泛。蠕动泵是一种容积泵, 出口压力大, 能输送高浓度混合浆液, 不易堵塞。因工作原理是依靠交替挤压橡胶软管, 改变管腔容积和压力实现输送力的传递, 又称软管泵、挤压泵。

综上所述, 水力喷播机械适用面广, 实用性强, 产销量大, 结构类型多, 是国际上普遍应用和技术交流的主力机型, 也是国内引进开发的主流产品, 自然成为我们的研究讨论重点。

3 泥浆喷播机械技术性能价值比较

水力喷播机械通常由机架、料箱、动力系统、搅拌系统、泵送系统和喷射系统几部分组成。结构形式和性能差别如表 2。

水力喷播机由机架连接成为一个整体, 因此机动性强。料箱、动力系统、喷射系统对整机功能的发挥也会有很大影响。但决定喷播机械根本性能优劣的关键技术在于是否能混合出符合施工技术要求的多项物质混合浆液, 以及是否能把这些混合浆液迅

表 2

	结构形式	技术性	经济性	适用性	性能特点
机 架	搬移式	简单	造价低	临时性作业	机动灵活
	车载滑架式	简单	造价低	各个领域	占压车辆
	拖挂车式	复杂	造价高	优良路况	机动性强
料 箱	槽箱形	简单	造价低	各种机型	适应性强
	圆筒形	复杂	造价高	小型机械	局限性大
动力系统	单元动力	简单	造价低	各种机型	结构紧凑
	多元动力	复杂	造价高	多传动链机型	体积大、重量大
搅拌系统	回流搅拌	很简单	经济	辅助搅拌	有利于冲散干料
	射流搅拌	简单	造价低	低浓度浆液搅拌	机械结构简单
	定速机械搅拌	简单	造价高	中等浓度浆液搅拌	搅拌强度大
	档变速机械搅拌	较复杂	造价很高	中、高浓度浆液搅拌	搅拌强度可调整
	无级变速机械搅拌	复杂	价格昂贵	各种浓度浆液搅拌	搅拌强度可任意调整
泵送系统	通用污水离心泵组	简单	造价低	小型机械	维修方便
	通用渣浆离心泵组	简单	造价高	普通喷播机械	实惠耐用
	特制固液离心泵组	复杂	价格昂贵	专业喷播机械	浆液适应性强、效率高
	蠕动泵组	复杂	价格昂贵	泥浆喷播机械	不易堵塞,扬程高
	螺杆泵组	复杂	价格昂贵	泥浆喷播机械	流量不大,较高压力
喷射系统	万向架枪	复杂	造价高	简单地貌,粗放喷射	省力,高效,安全
	软管带枪	简单	造价低	复杂地貌,精细喷射	可延伸喷射作业点,省料

速合理地输送到施工作业面上。这两项功能体现在搅拌系统和泵送系统的技术水准上。

3.1 喷送功能

泥浆喷播是以水为载体,加入怕挤压的植物种子颗粒,比重较大的土壤颗粒,柔韧的植物纤维,能提高粘稠度的粘合剂、保水剂等物质组成的非均质高浓度两相流体。基本要求是输送干物质多,输送效率高,输送高程大,本体容积小,功率消耗低。国际上目前用于非均质混合浆液输送的有离心泵、蠕动泵、螺杆泵、柱塞泵等几种形式。比较这4类泵的基本技术特征,离心泵有较宽泛的综合适应性(表3)。

表 3

类型	动力式	容积式		
	离心泵	蠕动泵	螺杆泵	柱塞泵
流量与压力范围	流量、扬程范围大	中流量,中高压	流量不大,较高压力	中小流量,压力范围较大
流量与压力性能	稳定	脉动	脉动较小	脉动大
转速范围	转速范围大	中低速	转速较高	低速
输送效率	高	较高	较高	高

我们不妨按相似的输出口径,用三丰的特质泥浆泵与国际上知名的斯派沙克蠕动泵、耐驰螺杆泵、普茨迈斯特柱塞泵做对比,分析这几种类型高浓度浆泵的技术特点和在喷播领域的适用性(见表4)。

表 4 高浓度浆泵技术特性比较

	单位	离心泵	蠕动泵	螺杆泵	柱塞泵
型号		50CZ	SP/50	2L6	P13
排出口径	mm	50	50	50	90
出口压力	kg/cm ²	9	15	25	40
输送高程	m	50	80	80	100
输送流量	m ³ /h	38	7.8	2.4	4.5
限制颗粒	mm	15	15	6	10
过流浓度	m ³ /m ³	60%	75%	65%	75%
组配体积	m ³	0.12	0.28	1	3.1
本体重量	kg	150	300	190	690
功率消耗	kW	26	7	5.5	7.5
参考价格	元/台	18 000	90 000	80 000	150 000

可以看到,离心泵在流量、体积、重量方面具有优势;柱塞泵在出口压力、垂直输送高程、浆液浓度方面具有优势;蠕动泵和螺杆泵技术性能介于两者之间,而蠕动泵在流量、体积等方面比螺杆泵具有优

势;螺杆泵在功率消耗方面具有优势。喷播机械作业机动性强,要求配套的泵具有体积小、重量轻的特点。喷播施工季节性强,需要大流量、高效率的输送泵。这些都是离心泵技术长项指标能满足的。出口压力、过流浓度、功率消耗看上去是离心泵的 3 个短项指标,却并不是限制性的。离心泵的出口压力和过流浓度提高是有限的,不可能与 3 种容积泵比争,但喷播工程实践告诉我们:在满足植物生长需求的前提下,通过调整喷播施工工艺,调整浆料配方可以发挥设备的潜能。比如限制浆料容积重可以减少扬程损失,能满足边坡规范设计的施工要求;合理安排浆料配方和装填物料顺序,可以在有限的过流浓度范围内获得理想的喷送效果和满意的挂浆滞留效果。

比较 4 类泵的单位功率消耗和单位组配体积输送效率(表 5),可以看到,离心泵在单位功率消耗输送量和单位组配体积输送量方面都具有很大优势,蠕动泵次之。如果考虑输送浓度,亦即输送固体物量的因素,以及输送垂直高程的因素,蠕动泵应该是泥浆喷播机配套的最佳选择。这也应该是日本湿式喷播机多以蠕动泵为主力喷送泵的原因。在这两项指标上,螺杆泵和柱塞泵则与需求有较大差距。鉴于螺杆泵在输送过程中对纤维物质破坏作用小,柱塞泵垂直输送能力强的特点,往往将螺杆泵用于无性繁殖工艺含草茎纤维泥浆输送;将柱塞泵用作泥浆喷播机高陡边坡作业时的辅助增压泵。

表 5

	单位	离心泵	蠕动泵	螺杆泵	柱塞泵
		50CZ	SP/50	2L6	P13
功率流量比	m ³ /kW	1.46	1.11	0.44	0.6
体积流量比	m ³ /m ³	250	28	2.4	1.45

比较 4 类泵的价格,离心泵最具优势。即便是按照国产泵是进口泵 1/3 价格计算,离心泵也具有明显优势。在经济基础相对薄弱的中国,选用离心泵作为喷送主力泵应当是无可争议的。另外,中国还有相当广大的丘陵和平原地区,气候条件也与美国西部同样是降雨量偏低、中低浓度纤维浆喷播和萌芽、初期生长养护作业相当普遍。以离心泵作为主力泵的喷播机会有更广泛的客户群,更多的市场机会。特制泥浆泵在纤维浆泵的基础上揉合矿渣泵的技术设计,在保持流量和压力技术指标的情况下改善了泵的通过性能,允许通过最大颗粒物可达 20 mm 以上,允许通过混合浆液固体颗粒物重量浓度可达

50% 以上,体积浓度可达 25% 以上。使高浓度混合浆液作业时的堵泵概率大大降低。对于南方沿海经济发达,降雨量丰沛,多山地区,以及客土喷播作业量为主体的客户群,可以推荐蠕动泵、螺杆泵、柱塞泵作为辅助增压泵的配置,以满足高陡边坡的施工要求。

3.2 搅拌功能

表 2 中列出水力喷播机搅拌系统常见的 5 种形式。回流搅拌、射流搅拌、定速机械搅拌仅适用于特定浓度浆液的混合搅拌。尤其是回流搅拌、射流搅拌基本上依靠环向流搅动,仅适应固体物含量小于 10% 的混合浆液。高浓度浆流动性差,易堵塞射流管路,基本上是这两种搅拌形式的禁区。卧轴斜桨叶机械搅拌器能够形成搅拌轴轴向、环轴向、径向 3 向循环流,搅拌强度远高于射流搅拌。虽然档变速机械搅拌和液压无级变速机械搅拌都能适应不同浓度混合浆液的搅拌,但档变速机械搅拌传动连结构复杂,故障点和不安全因素较多,而液压无级变速搅拌系统通过提高技术含量简化了传动链,紧缩安装空间,搅拌力度、搅拌方向调控灵活,而且操纵简单,可以根据浆液的浓度、罐容量、混合程度随时调整搅拌的方向、速度和力度。

经过不同自然条件地区、不同作业领域客户、不同类型工程施工工艺多批次、多种类型的粘合剂、保水剂,复合高粘稠度浆液,高浓度木纤维浆液,高浓度泥土浆液,以及高浓度、高粘稠度混合浆液生产性实验检验,液压无级变速搅拌系统具有调整范围大,搅拌效率高的功能优势。

3.3 综合性能

根据目前国内喷播材料产业化程度低,杂质含量大,在泵组管路上增加截流阀和尾气反喷装置,能够大幅度提高故障检修效率,减少工时、材料损失机会。

采用德国定制的电磁离合器,使动力系统和泵的离合控制操作简单、可靠,实现了整机操作在万向架枪操作台上的集成控制。许多制造商采用消防车水炮作为喷射架枪,仅能满足低浓度混合浆液的喷送,混合浆液中固体物含量超过 10% 就会出现堵塞现象。按照泥浆喷播技术要求设计制造出全回转万向架枪,能保证各种浓度粉状颗粒物、纤维状颗粒物、粒状颗粒物混合浆液的高压喷射要求。从日本定制的橡胶软管性能稳定,指标符合国际质量标准,可以快速串接三根使用。软管架可以手动、电动双控

文章编号: 0451—0712(2005)01—0206—03

中图分类号: U418.9

文献标识码: B

内蒙古公路边坡植物网格防护技术

李 萍¹, 郑书彦¹, 刘永祥², 周 杰², 徐占云²

(1. 长安大学地测学院 西安市 710054; 2. 内蒙古自治区公路局 呼和浩特市 010000)

摘 要: 植物网格边坡防护是将灌木的杆茎按一定的规格植入公路边坡, 形成网格, 网格中的空区植草。植物网格可分散水的流向, 使降水不易形成集中径流, 起到防冲刷的作用。只要有适当的降水, 植入的杆茎即可成活, 草籽也发芽生长, 半年内可绿化边坡。内蒙古目前采用的网格防护植物大多是沙柳, 效果良好。与国内大量使用的圪工网格相比, 植物网格防护造价低, 养护成本小, 边坡防护和绿化效果显著。

关键词: 公路边坡防护; 植物网格

内蒙古自治区气候干旱, 土壤沙化、盐碱化严重, 植物生长期长, 成活率低。该地区公路边坡植物防护难度大, 传统的防护方法在很多试验路段都未成功。但植物防护无论是从改善环境, 还是经济效益上讲, 都是值得推崇的。为此, 在公路建设实践中探讨出了一种植物网格防护技术, 在植物种类的选择、播种方法、质量要求、养护方法等方面都积累了成熟的经验^[2]。

网格防护是目前大量推广使用的一种公路边坡防护方法, 大面积使用的有浆砌片石网格、干砌片石网格和混凝土预制块网格等, 形状多为菱形、正六边形等。植物网格防护开始被应用于防风固沙^[3], 是用植物杆茎即麦草、沙蒿等按网格状植入沙地, 以阻止流沙。这些植物不能再生, 若后期不进行置换, 将逐渐失效。杨正乐等^[4]将这一技术改进后在公路边坡防护中加以应用。即选用可成活的枝条呈网格状间断横卧埋入边坡土中, 入土部分生根, 暴露部分萌芽

成林, 以起到边坡防护效果。

在 109 国道大饭铺~东胜段边坡坡面采用沙柳插枝, 中间播种拧条、沙棘、紫花苜蓿、沙打旺等植物的方法进行防护, 作为网格的沙柳插枝成活率高, 长势好, 同圪工网格防护相比, 沙柳网格可分散水的流向, 使降水形不成径流, 达到初期防护效果。待植物成活生根, 即形成了永久防护体系。该技术养护成本低, 绿化了环境, 在该路段得到成功应用。随后在 210 国道包头~东胜段大量推广, 公路还没开始运营, 沙柳已长有近 1 m 高(见图 1、图 2)。

1 植物种类选择

植物网格防护是植物防护的一种, 植物种类的选择是防护成败的关键。选择的一般原则是: 以本地乡土植物为主, 草本藤本、植物、灌木相结合; 筛选、评价材料以抗旱、耐瘠性强、成活率高为主要指标,

基金项目: 交通部公路工程规范项目(98—5)
收稿日期: 2004—08—04

收管。

就喷播技术应用的角度而言, 中国有地域广阔, 气候带跨度大, 经济基础差, 建设发展速度过快的特点。经济基础较好的公司引进原装专业设备, 高起高打, 严格拷贝引进技术, 伴随中国高速公路高速发展进程完成了许多高速度、大规模的边坡植被恢复示范工程。但更多的公司是因陋就简, 自制设备, 简化工艺, 替换材料, 仓促上马, 应付承揽相关工程。干法喷播基本上照搬水泥喷混技术模式, 喷播效率低、质

量差; 湿法喷播是照猫画虎, 再现了美国喷播机械成长阶段的各类产品。形成专业市场鱼龙混杂、成败参半的局面, 简易设备、替代材料、土法工艺比比皆是, 使生态恢复技术应用效果大打折扣。

根据中国的自然条件和发展的现实国情, 应本着高效、可靠, 经济、适用的原则, 以美国技术为主吸收日本的技术特点, 实现国产喷播机械和喷播辅助材料的产业化, 才是降低喷播技术推广应用门槛, 加速我国生态恢复建设进程的有效途径。