

## CBJ-3 5 草种喷播机的研制与试验

刘 晔<sup>1</sup>, 王晓东<sup>2</sup>, 王小春<sup>3</sup>, 王德丰<sup>3</sup>

(1. 哈尔滨商业大学轻工学院, 哈尔滨 150076; 2. 哈尔滨市太阳岛风景区, 哈尔滨 150010; 3. 东北林业大学, 哈尔滨 150040)

**摘 要:** 针对农、牧业草场的种植与改造, 高尔夫球场、水利工程堤坝、高速公路边坡等面积较大、地势复杂、不易采用传统方法建植草皮的地况, 研制了适合我国国情的草种喷播机。该机以内燃机为动力, 机械式搅拌器、以水为载体的动力泵、车载式喷射(洒)播种植物种子。重点解决了液、固相混合物的搅拌、水力喷射及控制等关键技术。并对其无载空运转试验、静水压试验、负载试验及排空等试验的结果进行了分析。该设备的研制填补了我国草种喷播领域的空白。

**关键词:** 草种喷播机; 草坪建植; 水力喷敷; 研制

中图分类号: S283

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2004)01-0121-03

### 0 引 言

采用先进的草种喷播设备进行植被生物防护, 是一项新型草坪喷播技术。在欧美、日本等一些发达国家, 被广泛应用在农业、畜牧业草场种植、牧区草场改造、水利工程堤坝防护、高尔夫球场、机场、城市广场等大面积绿地建植中。

利用水力进行播种、施肥、浇灌和养生的喷敷播种技术具有质量好、施工效率高且适合巨大面积地况及高危地带作业。作为喷播技术核心的喷播机, 其性能直接关系到喷播质量和喷播效率, 进而决定着喷播种植的经济效益。国外进口的喷播机价格昂贵, 不易为一般用户所接受。为此, 吸收国外的经验, 结合我国国情研制了 CBJ-3 5 型草种喷播机。

### 1 主要技术参数

发动机额定功率/kW:	63.0
整机外形尺寸/mm:	3500 × 1900 × 1900
扬程/m:	50
整机质量/kg:	2250
搅拌箱容积/m <sup>3</sup> :	3.5
每台班喷播绿化面积/m <sup>2</sup> :	10000

### 2 工作原理及基本结构

#### 2.1 喷播机主要功能

CBJ-3 5 型草种喷播机主要功能为: 对液、固相混合物进行快速搅拌并能以足够高的压力将黏稠的糊状混合物喷至施工面。

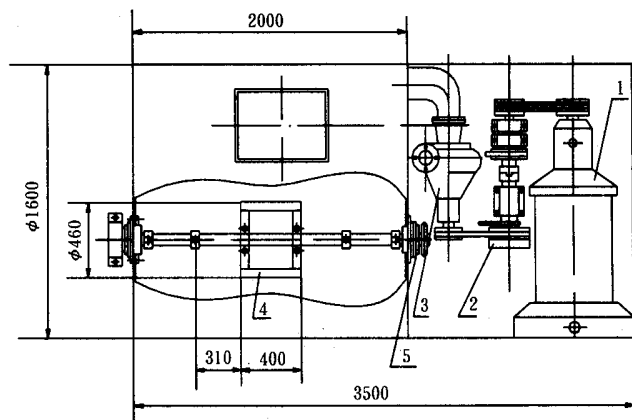
#### 2.2 喷播机工作原理

喷播施工时, 根据施工面的种类、土壤条件、地域气候和工作面的坡度大小按一定的程序, 将水、草种、肥料、天然木纤维、保水剂、粘合剂、染色剂等有关材料定量的加入喷播机的搅拌箱中, 待物料搅拌均匀后, 通过

机械的喷射系统, 将具有一定黏度的均质混合物用喷射泵通过管路和喷枪以高压喷射在绿化施工的土壤表面上, 形成松软而稳定的覆盖草种养生的覆盖层(喷播层), 在合适的条件下, 草种即可很快萌芽和生长。

#### 2.3 喷播机基本结构

CBJ-3 5 型草种喷播机以内燃机为动力, 采用机械式搅拌器及动力泵, 以水为载体车载式喷射(洒)播种植物种子。主要由搅拌箱及搅拌机构、喷射系统、控制系统、传动系统等组成。其基本结构见图 1。



1. 发动机 2. 泵离合器 3. 喷射泵 4. 搅拌器

图 1 CBJ-3 5 型草种喷播机的结构示意图

Fig. 1 Structure of CBJ-3 5 model hydro spraying grass seeder

外形尺寸设计时, 考虑了喷播机适合装载于各类相当载量的货车。另外为方便存放大量喷播材料, 喷播机顶部设计成大面积的作业平台, 并保护施工人员的安全作业。该机还设有能随意改变长度的软管手持喷枪, 可跨越边沟或几十米以外的坡面进行喷播。考虑到该机的多用性, 设计为可更换直流喷雾水枪, 替代水车进行浇水作业。

### 3 结构方案的确定

#### 3.1 喷射系统

喷射系统设计的关键是喷射泵的选择。由于喷播材料中含有保水剂, 它不仅吸水倍率大, 而且与喷播材料中的木纤维、粘合剂等物料搅拌混合后, 形成非常均匀的光滑稠化物, 会使草种等物料均匀的悬浮其中, 既保证了喷播的均匀性, 又可避免草种在搅拌过程及喷送过

收稿日期: 2003-03-28 修订日期: 2003-09-10

基金项目: 国家实用新型专利(专利号: ZL 96245427. 3)

作者简介: 刘 晔(1964- ), 女, 硕士生, 副教授, 在读硕士, 主要研究方向: 机械设计与理论。哈尔滨市 哈尔滨商业大学轻工学院, 150076

程中破损。同时, 喷播这种极光滑黏稠的混合物, 还可以减少喷播时物料在管道和喷枪内的流动阻力, 防止喷射泵和喷枪的堵塞。

为保证在足够扬程和流量的情况下, 顺畅地输送带有纤维和其他固相悬浮物的混合物, 避免产生阻塞现象, 选用大通道、高耐磨的喷射泵。选泵时, 针对物料为液、固相混合物, 且具有一定的黏度, 选用二相流体泵, 型号为 2½PW。无级调速, 由发动机转速控制的额定工况下泵的转速为  $n = 2940 \text{ r/min}$ 。

在额定转速下喷射泵的轴功率是发动机选型的依据之一, 由 (1) 式<sup>[3]</sup>确定

$$P = \frac{\gamma Q H}{102 \eta}$$

(1)

式中  $P$  —— 喷射泵在额定转速下的轴功率;  $Q$  —— 泵流量;  $H$  —— 泵扬程;  $\gamma$  —— 输送的混合物重度;  $\eta$  —— 泵的效率。

设计中相关参数值为:  $\gamma = 0.8 \sim 0.9 \text{ kg/m}^3$ ;  $Q = 43 \sim 65 \text{ m}^3/\text{h}$ ;  $H = 40 \sim 50 \text{ m}$ ;  $\eta = 0.7 \sim 0.8$ ; 由式 (1) 计算得喷射泵轴功率约为 25 kW。

喷枪的喷嘴口形状可根据不同的用途选用圆柱形、截头圆锥形及扇形等, 喷枪的压力取决于泵的压力, 正常情况下约为  $5.0 \times 10^4 \text{ kg/m}^2$  左右。由于软管的长短不同, 压力降有所不同, 软管越长, 压力降越大。

3.2 搅拌机构

针对喷播物料具有一定黏度并含有大量纤维等固相物的特点, 选用框式搅拌器。偏置于搅拌箱中的搅拌轴上安装三组相互垂直的框式叶片, 叶片的间距为 310 mm, 叶片顶端距底部的间隙为 60 mm, 这样使搅拌物流合理运动, 并增强液层间的涡流。

在搅拌叶片旋转时, 可使箱内液相混合物产生环向流动和径向流动, 使其得以充分搅拌, 并使草种等固相物处于悬浮状态, 以便机器可随时将混合物喷出。另外还设有液流内循环辅助搅拌系统, 喷射泵从箱底部将混合物吸出, 经控制阀和循环管路再喷入搅拌箱的上部, 形成连续的内循环流动搅拌。内循环搅拌仅在喷播作业前进行, 机械式主搅拌器在喷播作业时仍进行旋转, 以防固态物料产生沉积。

确定搅拌器的功率是发动机选型的主要依据之一。由于搅拌功率与转速、搅拌箱的形状、尺寸及物料的状态等因素有关, 某些参数变化范围较大且很难准确取值, 因此多用经验类比法确定, 亦可由下述经验公式<sup>[4]</sup>估算。

$$\frac{P}{d^5 n^3 \rho} = C \left( \frac{d^2 n \rho}{\mu} \right)^a \left( \frac{d^2 n}{g} \right)^b$$

(2)

式中  $P$  —— 搅拌功率;  $d$  —— 搅拌器直径;  $n$  —— 转速;  $\rho$  —— 物料密度;  $\mu$  —— 物料黏度;  $C$ 、 $a$ 、 $b$  —— 常数。

设计时, 首先求得雷诺数  $Re_n \left( \frac{d^2 n \rho}{\mu} \right)$ , 再按雷诺数与欧拉准数的关系曲线查得欧拉准数值, 求得搅拌功率计算值, 并按公式计算校正系数, 确定搅拌功率  $P$ 。

式中,  $d = 0.46 \text{ m}$ ;  $n = 96 \text{ r/min}$ ;  $\rho = 0.8 \sim 0.9 \text{ kg/m}^3$ ;  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ ;  $C$ 、 $a$ 、 $b$  为试验常数, 根据条件查表和曲线取得, 最后由公式 (2) 计算得搅拌功率  $P = 2.8 \sim 3 \text{ kW}$ 。

3.3 动力及传动系统

以国产优质车用发动机为单一动力, 驱动搅拌器和喷射泵, 驱动搅拌器的动力经离合器、变速器和 V 形带传至中间轴, 再经减速机 and 链传递。驱动喷射泵的动力是经中间轴、泵离合器和 V 形带进行传递。利用离合器控制喷射泵在先期加水、加料及喷播作业这两种不同工作状态。

在满足整机功率要求的情况下, 以经济转速和喷射泵、搅拌器的最佳工作转速为依据, 设计、分配 V 形带和链传动的传动比。同时, 选用国产优质机型, 以保证喷播机的可靠性和使用维修的方便性。

4 测试结果分析

CBJ-3.5 型草种喷播机研制过程中在东北林业大学试验基地进行了多次试验, 并在施工现场进行了实地测试。试验主要包括四项内容: 无载空运转、静水压试验、负载试验及排空试验, 此外, 还进行了现场的台班生产率测试。

各项性能测试结果见表 1。

表 1 各项性能测试数据

Table 1 Data of every performance testing

项 目	无载空运转试验	静水压试验	负载试验*			台班生产率 /m <sup>2</sup>
			搅拌时间/m in	喷射距离/m	排空时间/m in	
CBJ-3.5	运转平稳、灵活、 无异常声响、无振动	各密封接头处 无渗漏现象	约 15	55~ 60	6	约 10000

\* 以常温清水为介质的试验数据。

其他性能试验

1) 喷播均匀性及草苗出芽期

在正常配比下的液料, 由具有一定经验的工人操作即可很容易地保证草苗喷播的均匀。试验表明: 在气候、湿度等正常的情况下, 草坪 3~ 7 天即可发芽出苗, 且草

苗均匀整齐。

2) 喷播生产率

试验表明: 每立方米混合液的喷播覆盖面积大约为 300 m<sup>2</sup> 左右, 本机每装一罐喷播面积可达 1 000 m<sup>2</sup> 左右, 喷播时间约为 20 min, 另外, 加料、加水、搅拌需 30

m in 左右。其播种的生产率较人工提高了 10~ 15 倍, 降低了人工劳动强度。

### 3) 草种的要求

按地区、气候、降雨量等因素不同, 可供选择的草种很多, 这些草种虽然颗粒不尽相同, 大的暖季型草“野牛草”150 粒/g 左右, 小的冷季型草“早熟禾”4800 粒/g, 但都可以使用该喷播机进行喷播。

### 4) 喷播材料的配比

一般是按每 1 000 kg (1 m<sup>3</sup>) 水中加入 50~ 80 kg 天然木纤维 0.4~ 0.6 kg 保水剂 1.0~ 2.0 kg 粘合剂 3.0~ 5.0 kg 草种 5.0~ 8.0 kg 肥料的配比进行混合。

通过试验和现场生产性测试数据表明 CBJ-3 5 型草种喷播机的性能良好, 完全满足设计要求。

## 5 结 语

CBJ-3 5 型草种喷播机已生产多台, 该机本身结构简单, 标准化、通用化程度较高, 用材及工艺装备无特殊要求, 一般机械厂均有能力生产。易损配件易于购买更换, 普通农机使用人员均可胜任维修工作。该机的制造成本仅为进口同类设备的 1/5, 适合我国国情。填补了我国草坪绿化机器喷播的空白。特别适用于农业、畜牧业草场种植、牧区草场改造; 坡陡而高, 坡长可延绵数十公里的高速公路边坡的绿化; 地形复杂、面积较大的高尔夫球场的绿化; 水利工程堤坝的生态防护以及市区

街道、大型广场、机场等大面积草坪建植中。

已有的试验及绿化施工实践证明: CBJ-3 5 草种喷播机具有很好的经济效益和社会效益, 具有广泛的市场前景。

### [参 考 文 献]

- [1] 王晓东, 刘 晔, 王小春, 等. 喷敷式绿化播种机[P]. 中国专利: ZL 96245427. 3, 1996-10-30
- [2] 王晓东, 刘 晔. 边坡绿化喷播技术应用[J]. 公路, 2000, 4(4): 46- 49
- [3] 关醒凡. 泵的理论与设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 1987, 3- 7.
- [4] 无锡轻工学院. 食品工程原理[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1996, 444- 447.
- [5] 汝元功. 机械设计手册[M]. 北京: 高等教育出版社, 1995, 585- 661.
- [6] 丁成伟. 离心泵与轴流泵[M]. 北京: 机械工业出版社, 1981, 14- 16
- [7] 东北电力学院. 离心水泵[M]. 北京: 水利电力出版社, 1982, 58- 60
- [8] Helmut Schulz. 泵原理、计算与结构[M]. 吴达仁译. 北京: 机械工业出版社, 1991, 122- 124
- [9] 徐国钢, 赖庆旺. 中国西南道路边坡生态治理的实践[J]. 草业科学, 2002, 19(1): 66- 69
- [10] 赖世桂, 漳 龙. 高速公路九砂溪石质边坡的生态治理技术[J]. 草业科学, 2002, 19(7): 58- 60

## Development and experiment of CBJ-3 5 model hydro-spraying grass seeder

Liu Ye<sup>1</sup>, Wang Xiaodong<sup>2</sup>, Wang Xiaochun<sup>3</sup>, Wang Defeng<sup>3</sup>

(1. Light Industry College, Harbin University of Commerce, Harbin 150076, China; 2. Harbin Taiyangdao  
Scenic Spot, Harbin 150010, China; 3. Northeast Forestry University, Harbin 150040, China)

**Abstract:** Owing to difficult topographic features of agricultural farms and livestock farms, golf courses, embankments of dams and many other large-scale projects, their development, re-configuration and maintenance of the ground covering grasses and lawns become impractical or impossible when the traditional conventional methods of seeding processes are applied. Therefore, the hydro spraying grass seeder has been developed in response to this demand on the one hand, and it is suitable for China current conditions on the other hand. This hydro spraying grass seeder consists of an internal-combustion engine, a mechanical mixer, a motored pump using water as its medium. It is attached to a motor vehicle (instead of being a self-driven one) and uses a sprayer to plant the seeds. The development of this hydro spraying grass seeder has solved challenging technical problems in mixing liquid materials with solid materials, hydraulic spraying and its control, etc. The testing and data analysis of this machine in many aspects, such as idle running without load, static hydraulic pressure, and performance when loaded and during discharging were made. Its development breaks a new ground in the grass seeding and spraying-planting engineering.

**Key words:** hydro spraying grass; grass plantation; hydraulic spraying; development