

新型融雪剂输送机的研发与应用

赵建军 李小辉 杜嘉水 李 智

陕西交通控股集团有限公司西略分公司 陕西汉中 723000

摘 要: 冬季除雪作业效率是衡量除雪工作质量的重要指标, 除雪作业中通常在除雪车内加装融雪剂, 但是融雪剂装入除雪车需耗费人力及时间, 且搬运过程中会造成一定程度的浪费。为了满足快速处置突发事件要求, 缩短应急救援抢险车辆出警时间, 本研究设计了新型融雪剂输送机, 该设备在装卸过程中无需较多人力, 相比于传统融雪剂输送机养护几率较低, 装卸效率显著提升, 符合除雪作业效率及质量要求。

关键词: 融雪剂; 输送机; 除雪车; 研发

Research and application of new snow melting agent conveyor

Jianjun Zhao , Xiaohui Li , Jiashui Du Zhi Li

Xilue Branch of Shaanxi Communications Holding Group Co., LTD. Hanzhong, Shaanxi 723000

Abstract: The efficiency of snow removal in winter is an important index to measure the quality of snow removal work. Snow removal is usually done in the snow removal car with snow melting agent, but the snow melting agent into the snow removal car needs manpower and time, and the handling process will cause a certain degree of waste. In order to meet the requirements of quick handling of emergencies and shorten the time of emergency rescue vehicles, this study designed a new snowmelt conveyor, which requires no more manpower in the loading and unloading process. Compared with the traditional snowmelt conveyor, the maintenance probability is lower, and the loading and unloading efficiency is significantly improved, which meets the requirements of snow removal efficiency and quality.

Keywords: Snowmelt agent; Conveyor; A snow plow; Research and development

冬季除雪作业中, 融雪剂的输送效率对除雪质量有着巨大影响, 若融雪剂装载时间过长, 不仅消耗人力与物力, 还会造成路面污染。融雪剂输送在除雪作业中占据大量时间, 为了保证除雪作业的正常开展, 需对其创新设计。本项目主要研发一款新型融雪剂输送机, 满足快速处置突发事件要求, 最大限度缩短应急救援抢险出警时间, 确保道路交通通畅。

一、融雪剂输送机现状分析

略阳管理所负责全长 59.59 公里山区高速公路的运营管理, 在日常运营工作中, 每年度 11 月 15 日至次年 3 月 15 日除雪防滑工作为全年重点工作之一, 在应对冬季除雪防滑保畅工作中, 需快速对除雪车内加装融雪剂, 然而融雪剂从库房到装入除雪车内需要消耗大量的人力、时间, 在搬运过程中会造成一定程度的浪费, 污染路面。此项工作为占据除雪工作大量时间。根据《突发事件综合应急预案》, 对快速处置突发事件要求, 应急救援抢险车辆出警时间不超过 40 分钟。为了第一时间掌握有效数据, 对 2018-2020 年的 7 次除雪作业进行数据统计。结论表明: 每次装卸融雪剂时间平均用时为 1.5 小时, 严重影响除雪工作的效率。急需在装卸效率和时间上进行加快和提速。

二、新型融雪剂输送机设计思路

1. 现存缺陷

考虑到除雪防滑的突发性、及时性, 受环境、人员、机械设备等因素影响, 我们根据车辆的额定载重 6 吨, 以每次装载一车融雪剂的时间为单元划分, 现将 2018-2020 年的除雪保畅过程中, 每次装卸融雪剂时间进行统计。主要数据见表 1。

表 1 除雪车装融雪剂时间统计表

序号	日期	消耗时间(分钟)	装量(吨)	使用人工(人)	备注
1	2018.12.10	95	4.2	7	
2	2018.12.28	106	4.7	8	
3	2019.1.19	85	3.7	7	
4	2019.12.9	100	4.7	8	
5	2019.12.22	93	3.9	8	
6	2020.1.18	97	4.2	8	
7	2020.12.27	100	4.3	8	

现阶段存在的问题主要包括两点: 一是装卸需要人力

较多，加大养护成本；二是装卸时间长，效率低，对交通畅通造成负面影响。融雪剂装载速度慢、效率低已严重影响道路除雪防滑应急反应，而现有的施工工艺又无法满足公司的需求，因此，急需对融雪剂的快速装载寻找方法。对此，新型融雪剂输送机的设计主要目的是降低除雪车装融雪剂装运时间，据此对设备进行优化设计。

2. 设计思路

结合融雪剂输送机设计需求，借鉴“吸粮机”、“爬坡机”、“螺旋传输机”三种设备设计思路。首先借鉴吸粮机的设计原理：利用吸风机构和储粮筒相结合的结构，能够将粮食吸入储粮筒内，自动化程度高，灵活性强，具有多自由度；整个输送过程完全密闭，受气候环境条件影响小，改善了工作条件，被运送的物料不致吸湿、污损或混入其它杂质，保证被运送物料的质量；解决传统农业生产中，散装谷物粮食等，解放劳动力，方便适用。其次借鉴爬坡机设计原理：解决工业生产中，袋装、箱式标准件输送装车；皮带绕经两端滚筒后，用皮带卡子或硫化方法，将两头接在一起，使之成为闭环结构；靠支架自动调节高度，方便定位。最后借鉴输送机设计原理：采用无中心轴干扰，所以输送带状、易缠绕物料有一定的优越性，可以有效地防止阻塞避免事故的发生；用螺旋叶片的旋转推动散粒物料沿料槽运动的输送设备。它可以做水平、倾斜和短距离的垂直输送。适宜输送粉料、颗粒料和小块物料；操作起来较为简便，而且经济耐用，维护起来较为简单费用低。综上，集成三种设备的优势，综合考虑融雪剂输送机工作需求，将融雪剂装运时间确定为40min。

3. 方案可行性分析

为了解方案目标值设定的可行性，借鉴物流中心装货的思路，进行，测试活动目标值设定的可行性，小组成员对吸粮机、爬坡机、螺旋式输送机产品进行调查分析。数据表明：单次装运一车融雪剂（每车6吨）时间，加之人工搬运、拆解的时间，可以压缩至30min和35min，将目标设定为输送融雪剂时间≤40min是可行的。同时，研发小组具备充足能力完成此次研发，人力、物力资源均满足设备研发要求。

三、新型融雪剂输送机的研发

1. 整体规划及方案优选

根据市场常用设备配套参数调查结果及本项目需求，制定了两种“融雪剂输送机”的设计方案，详见图1。

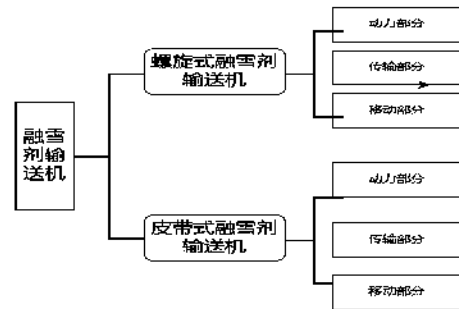


图1 设计方案

为了选定最优方案，从实现方法、成本分析、技术参数、技术难度度等方面进行详细分析和比较，对方案设置了操作性、经济性、安全性3个评价维度共计6个指标的评价，通过综合分析最终确定最佳方案，详见表2。

表2 方案对比

总方案		方案一：螺旋式融雪剂输送机研	方案二：皮带式融雪剂输送机研
操作性分析	操作时间	26min（前述模拟时间）	28min（前述模拟计算时间）
	设备组装	5min（满足）	8min（满足）
	设备质量	40kg（一般）	80kg（较重）
经济性分析	设计制作和使用保养成本	1、购买相关设备加工费用在5000元左右，支出不大； 2、结构简单，易于维修； 3、占地空间小。	1、购买相关设备加工费用在8000元左右，支出不大； 2、结构相对复杂，需要材料较多，加工时间长； 3、占用空间大。
	作业人数	4人	6人
安全性分析	操作安全性	使用该设备作业时不需登高，人身安全有保障	使用该设备作业时需登上除雪车车顶，有一定危险性。

总方案	方案一: 螺旋式融雪剂输送机研	方案二: 皮带式融雪剂输送机研
综合评价	该方案即能满足快速装运的目的,而且使用材料相对单一,加工精度容易把控、设计制作成本低;室外使用方便搬运,另外,制作成本低、质量轻、维修保养简单。	该方案虽然能满足快速装运的目的,但是可使用材料相对相对复杂,各材料之间还需要实验验证,不易加工;另外,制作成本高、质量重、维修保养复杂。
结论	采用	不采用

2. 设计流程

(1) 设备及材料选取

螺旋式融雪剂输送机的研制整体分为三个部分:第一部分为动力部分,可选包含柴油机、汽油机、电动机(电源选择 220V 照明电源及 380V 动力电源;单项 YL100L2;三项 Y100L2-4),根据发动机功能及效率等因素,本项目选择电动机作为动力源,电动机型号为 380V 三项电机;第二部分为传送部分,包含动力连接和螺旋输送轴,动力连接部分从成本、维护便捷性、维护频次等考虑,选择皮带传动作为动力装置连接构件,螺旋输送轴选择为 304 不锈钢,其具备耐腐蚀、年限长、硬度大的使用要求;第三部分为支架部分,包含材质选择、料斗及移动装置三个部分,结合设计要求,料斗容量、耐腐蚀性需满足要求,选择最佳动力传动类型,根据成本、维护频次及便捷性、移动效率、容量等参数,选择角钢作为支架材料、万向轮作为移动装置。根据上述分析,确定最终设计方案,详见图 2。



图 2 旋转式融雪剂输送机最佳设计方案

(2) 三项 Y100L2-4 电机的选择

根据设定目标值,对电子市场的减速直流电机进行调查,选择了 Y100L2-4 电机,该型号电机基本参数为:工作电压 4Kw;额定转速 1000rpm;额定转矩 1.2kg·cm;

(3) 皮带轮传动输出选择

从市场上挑选了常用型号的皮带轮,在实验室进行耐久性试验、不同间距与转速的区别计算,在经济合理程度、耐久性、转速动力输出上确定最优选择,选定动力轴尺寸为 22mm、厚度为 13.5mm、直径范围为 200-250mm,满足目标值。

(4) 不锈钢 304 动力输出轴选择

设计正交试验确定动力输出轴参数,找出最佳动力轴参数,确保螺母块移动时间最短,从直径、螺距、线数三个参数作为正交试验因素,选择 3 个位级进行对比分析(位级 1,螺杆直径 8mm,螺距 1mm,线数为 2;位级 2,螺杆直径 9mm,螺距 1.5mm,线数为 3;位级 3,螺杆直径 10mm,螺距 2mm,线数为 4)。根据各个因素对结果的影响程度,按照极差进行 C-A-B 的顺序分析,最终确定最优组合 A1B1C1,即螺杆直径 8mm,螺距 2mm,线数 2 条,满足对策目标值。

(5) 螺旋轴长度及叶片选择

对市场上常见的满叶式、桨叶式 2 种形式分别进行制作实验,得出以下结论。

满叶式:构造简单,输送能力强,适宜输送散落性较好的、干燥颗粒状或粉状物料。满足对策目标值。

桨叶式螺旋叶片:在完成输送作业的同时,有较强的混合和搅拌作用。输送能力较差,易打碎现有物件。不满足对策目标值。

(6) 螺旋轴直径选择

根据目标需求,对市场上的钢管进行调查,选取了 $\phi 220$ 不锈钢外管,具有材料轻、方便加工、价格适中特点。经过与制作完成的螺旋杆件配套合成,尺寸满足要求,机械运转正常。符合对策目标值。

(7) 料斗制作及万向轮采购

根据计算承重能力,选择 316 的不锈钢作为主材,制备料斗。根据设定目标值,对市场的万向轮进行调查,选择了易得力牌万向轮作为主体构件材质。该万向轮尺寸满足现有机械设备的承重。

四、新型融雪剂输送机的应用

1. 应用效果

在略阳管理所物资库房进行现场调试。设备运至试验地点,人员推动输送机开始融雪剂装载作业。通过现场试验输送机装载 4.5 吨融雪剂耗时 23 分钟,省时、省力,效率高。经过实战试用,证实输送机的各项性能指标均能够满足要求除雪防滑应急抢险工作要求,将设备正式交付使用。

2. 效益分析

经济效益:本螺旋式融雪剂输送机,有效的提高了工

作效率,降低了养护费用科研支出经费 8400 元,投入使用后年均可节约人工费用 6000 余元,具有一定的经济效益。

社会效益:该设备投入使用以来,有效的降低了对冬季恶劣天气对交通畅通造成的负面影响和安全风险。同时从方案设计到现场试验,都有员工的积极参与,培养了一批人才,为今后的全面治理管理工作创造于良好条件。

3. 研发建议

(1) 技术方面

融雪剂输送机的研发需在需求分析、设定目标入手,提出方案并确定最佳方案,对策的制定和实施对设备的性能有着直接影响,同时要求设计人员具备一定组装方面的技能。在研发过程中,需积极动手、主动参与、乐于参与,确保设备研发的稳步推进。

(2) 管理方面

融雪剂输送机研发中,要求小组成员具备充足的凝聚力,需达成共识,提高小组成员运用质量管理理论的方法和水平。在活动过程中需抱着严谨、科学的态度按照 PDCA 的程序进行改进研究,严格遵循客观逻辑性。在各个阶段的决策必须以事实为依据,具有科学性。整体设计中需树立质量意识、问题意识及改进意识。

五、结束语

开发新型融雪剂输送机,提高作业效率。通过本次设计,

现场试验输送机装载 4.5 吨融雪剂耗时 23 分钟,省时、省力,效率高。经过实战试用,证实输送机的各项性能指标均能够满足要求除雪防滑应急抢险工作要求,符合各项性能指标,值得推广及应用。

参考文献:

[1] 杨育波. 带式输送机防飘带技术应用研究 [J]. 江西煤炭科技, 2023,(01):208-210.

[2] 李玉霞. 基于 ANSYS 的矿用刮板输送机驱动链轮优化仿真 [J]. 江西煤炭科技, 2023,(01):205-207.

[3] 朱健. 基于运输负载监测的带式输送机运行控制系统研究 [J]. 机械管理开发, 2023,38(01):199-200+203.

[4] 许峰. 刮板输送机链轮传动系统分析及故障试验 [J]. 机械管理开发, 2023,38(01):238-239.

[5] 杨忠. 带式输送机自移机尾的应用分析 [J]. 机械管理开发, 2022,37(11):157-159.

[6] 秦懿, 徐小溪, 何燕楼, 于佰宁. 基于数据挖掘的带式输送机节能控制系统研究 [J]. 港口装卸, 2022,(03):37-43.

[7] 马建新, 陈兵. 带式输送机偏移与扭转改进方案 [J]. 港口装卸, 2022,(03):35-36+72.

[8] 李小虎. 带式输送机运行能耗优化控制系统研究 [J]. 煤, 2022,31(06):40-42.