

新型磁力吸铁车制备及清理效率主要因素的试验研究

丁岩 尹腾飞 邓长久 潘奇 魏石磊

(湖南科美达电气股份有限公司 湖南 岳阳 414000)

摘要: 机械设备在装卸运输过程中会有铁钉、废钢等散落在地面上, 从而造成环境的污染和运输车辆的损害。为解决此问题, 本文首先介绍了一种新型磁力吸铁车的总体结构设计, 运用 SolidWorks 软件对磁力吸铁车进行 3D 建模, 并分析影响磁力吸铁车清理效率的主要因素, 最后成功研制出样车。结果表明, 在保证其他影响因素一定的条件下, 皮带倾斜角控制在 30° 以内, 永磁辊筒表面磁场强度为 4500GS ($1\text{GS}=0.0001\text{T}$) 时, 清理效率最高。试验证明, 磁力吸铁车对散落在地面上的铁钉、铁屑以及导磁性的矿粉、渣等物质具有良好的清理效果。该磁力吸铁车具有结构紧凑、可靠性高、维修简单、使用方便等特点。

关键词: 新型磁力吸铁车; SolidWorks; 主要影响因素; 清理效率

0 引言

目前, 随着科技的飞速发展, 人们对除铁设备自动化程度的要求越来越高。基于此, 国内学者对除铁设备进行了研究。柳衡琪等^[1]提出了国外的多种除铁设备。鞠晨^[2]研究了煤矿井下自动电磁除铁技术。汪一佛^[3]研制出一种陶瓷原料加工时的除铁磁选机。为了提高除铁的清理效率, 新型磁力吸铁车研发和应用迫在眉睫。许京昊等^[4]研制出一种新型磁力清理车。尹云武等^[5]研究的高场强干式水磁辊式磁选机可以较好地降低霞石中铁的含量, 除铁率最高可达 92.1%。而在大型装卸场和交通道路上, 机械设备装卸运输过程中, 难免会有夹杂在物料中的如铁钉、铁粉、铁块、矿粉、屑、渣等散落在地面上。例如, 据丹东港集团有限公司统计, 其年吞吐量达 4000 多万吨, 其中铁矿粉、废钢、生铁等磁性货物约占 2/5。这些物质不仅破坏了装卸环境, 而且铁钉、铁屑还会对作业机械、运输车辆的轮胎造成一定的损伤, 甚至戳破轮胎造成意外事故。这种潜伏的隐患, 一定程度上会影响装卸作业和道路的交通安全。故要想在大型港区堆场、工厂装卸车间、道路、码头上吸取大量的磁性物料仅靠几块吸铁石是远远不够的, 所以, 首先需要找出影响吸铁车清理效率的因素。唐一龙^[6]找出了影响除铁效果的不稳定原因及应对方法。殷江平等^[7]分析了影响电磁除铁器除铁效果的因素。赵刘闯等^[8]完成了高岭土磁化焙烧除铁试验研究。综上所述, 必须设计一种流动性能好、结

构紧凑、可靠性高、使用方便、磁吸能力强能将磁性物料和非磁性物料有效分离并能快捷提取回收的设备。

而在世界能源短缺, 生活环境污染日益严重的今天, 充分开发绿色产品和废物循环再利用是世界各国政府积极实施的能源战略之一, 新型磁力吸铁车的应用就符合这一战略决策的发展趋势。本文设计了一种磁力吸铁车。

1 磁力吸铁车的总体结构设计

在参考栾启禄^[9,10]设计的一种磁力吸铁车的基础上, 对其加以改进。首先, 对磁力吸铁车的外形进行构思和设计, 经过初步研究应将磁力吸铁车总体结构设计得更紧凑, 以获得更高的清理效率。其次, 让作业员操作起来更加简单方便, 提高整车转向的灵活性和稳定性。磁力吸铁车的主体结构如图 1 所示。磁力吸铁车的主体结构是由牵引车架、粉屑料斗、从动辊筒、输送皮带、皮带防偏移装置、皮带倾斜角调节装置、永磁辊筒、差速器、差速轮和万向轮组成。

2 工作原理

在使用本磁力吸铁车时, 首先, 驾驶员根据实际路况作出基本判断, 首次调节皮带倾斜角调节装置, 根据经验选择适当的输送角度。将牵引车架的最前端挂住拖车, 并插入插销, 永磁辊筒为主动辊且固定安装在差速轮轴上, 永磁辊筒与从动辊筒的

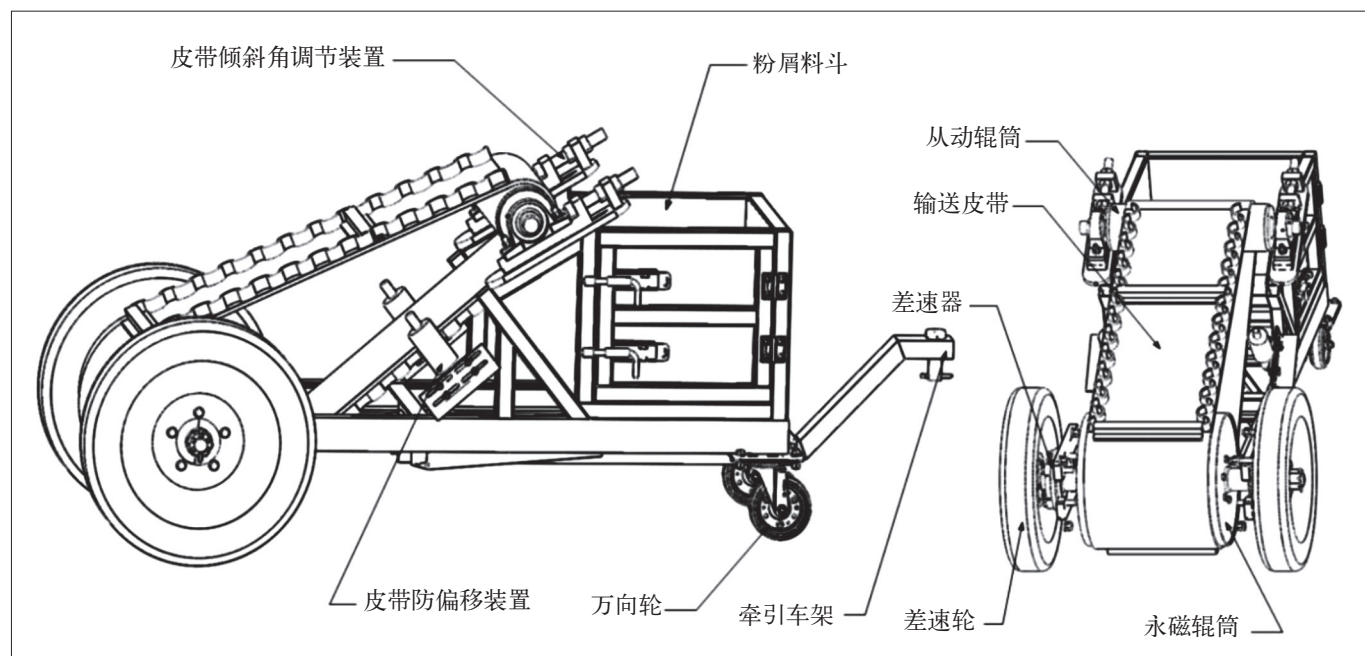


图1 磁力吸铁车主体结构图

传动方式是采用输送皮带传动，本磁力吸铁车工作时，车轮和永磁辊筒旋转，永磁辊筒不断地吸附地面上散落的铁钉、铁粉、铁块以及导磁性的矿粉、屑、渣等物质，并由输送皮带向上输送至粉屑料斗中集中。若在输送物料过程中因皮带张紧度或输送夹角过大而导致皮带上的铁钉、铁屑等物料向下滑落，可通过适当调节长螺栓长度来降低从动辊筒的高度，从而改变输送皮带与地面的倾斜角度。输送皮带的两侧均制有尖角向下的V形凸棱，输送皮带上都平均分布着护板，并设有皮带防偏移装置，可避免进入输送皮带内被吸附起来的粉屑因坡度原因而向下滑落。当粉屑料斗中的物料装满或停止作业后，可直接打开粉屑料斗的两插销锁，拉开开合板，将物料取出或一次倒出，提高清理效率。当车轮转弯或在凹凸不平的路面上行驶时，为避免牵引车架转弯时两后车轮转速不同而无法真正同步永磁辊筒、驱动输送皮带与从动辊筒的正常运转，一侧车轮为差速轮，配有差速器，可自由转动；另一侧车轮固定在永磁辊筒的辊轴上。这样可以使车轮以不同的转速转动，保证车体运转的灵活性，从而大大减少了车轮磨损，避免轮胎打滑，提高了转向稳定性和轮胎使用寿命。

3 磁力吸铁车清理效率的主要影响因素

影响磁力吸铁车清理效率的因素包括输送皮带

与地面的倾斜角度、输送皮带张紧度、永磁辊筒表面磁场强度、输送皮带的外形、路面凹凸情况等。本文主要分析输送皮带与地面的倾斜角度及永磁辊筒表面磁场强度对磁力吸铁车清理效率的影响。

3.1 输送皮带与地面的倾斜角度对清理效率的影响

本文的磁力吸铁车虽然设计了皮带倾斜角调节装置，但是由于皮带倾斜角调节装置中带有活动槽的连接板长度有限，皮带与地面的倾斜夹角的调节范围也有限。经过试验测量得出设计的皮带倾斜角度调节范围为 $26^{\circ} \sim 35^{\circ}$ ，在保证永磁辊筒表面磁场强度一定的条件下，随着皮带倾斜角度的增大，清理效率维持不变；若皮带倾斜角超过 30° 时，肉眼可见会出现有少量的粉屑从输送皮带内向下滑落的情况；若皮带倾斜角超过 35° 时，由于磁力吸铁车的工作震动而抖出大量的铁钉、铁屑等物质，清理效率会大大降低。清理效率随皮带倾斜角的变化如图2所示。

3.2 永磁辊筒表面磁场强度对清理效率的影响

本磁力吸铁车吸铁的工作原理是依靠安装在后车轮轴上的永磁辊筒旋转，不断地吸附地面上散落的铁钉、铁粉、铁块以及导磁性的矿粉、屑、渣等物质，并由输送皮带向上输送至粉屑料斗中集中，所以永磁辊筒表面磁场强度的高低直接影响磁力吸铁车的清理效率。该永磁体的磁场强度不能设计过大，因

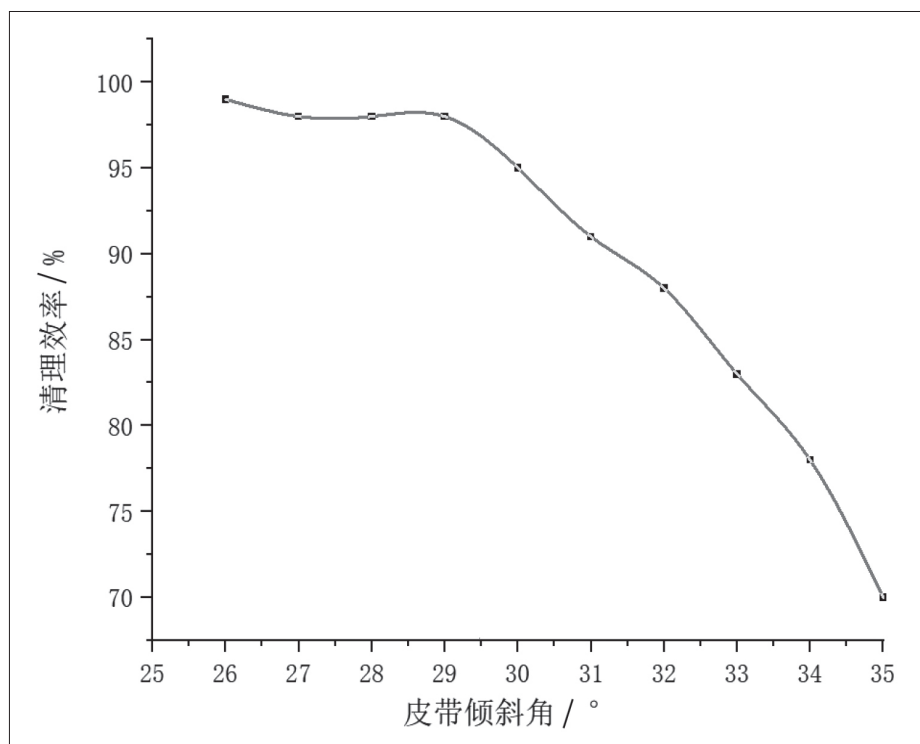


图2 清理效率随皮带倾斜角的变化

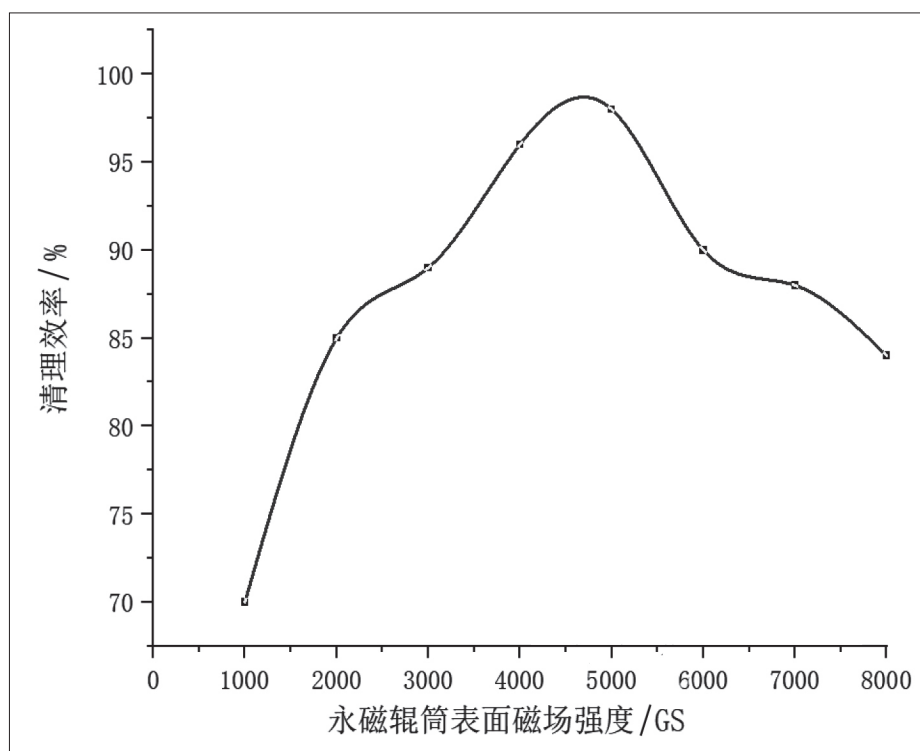


图3 清理效率随永磁辊筒表面磁场强度的变化

为若永磁辊筒的表面磁场强度过大会导致输送皮带内的长条废钢、铁等物质因永磁体的吸引力而不能随输送皮带向上输送进入粉屑漏斗中,降低吸铁车

的清理效率。故在保证输送皮带与地面的倾斜角度一定的条件下,设定磁辊筒表面磁场强度范围为1000 ~ 8000GS,通过观察地面上残留的废钢、铁钉、粉屑等物质来判定其对清理效率的影响。清理效率随永磁辊筒表面磁场强度的变化如图3所示。

由图3可见,清理效率随永磁辊筒表面磁场强度的变化,大致呈抛物线状态,当永磁辊筒表面磁场强度为1000 ~ 4500GS时,清理效率随之上升;当永磁辊筒表面磁场强度为4500GS时,磁力吸铁车的清理效率最高;当磁场强度为4500 ~ 8000GS时,清理效率又随之降低。

4 试验效果

本磁力吸铁车致力于非磁性 与磁性物料分离回收,无论是铁 矿粉、铁钉、铁屑,还是几十千 克的废钢都能轻松吸起,并由输 送皮带自动装入粉屑料斗集中。 本磁力吸铁车的应用不但净化了 装卸作业和交通道路的环境,避 免铁钉、铁屑等物质扎破机械设 备的轮胎,消除了安全隐患,避 免了经济损失,而且还为响应国 家提倡的绿色发展、废物循环再 利用做出了贡献。磁力吸铁车的 吸铁试验效果如图4所示。从图 4可见磁力吸铁车在大型装卸场 和交通道路上对解决散落在地面 上的铁钉、铁屑、废钢以及导磁 性的矿粉、渣等物质具有良好的 清理效果。该磁力吸铁车具有结 构紧凑、可靠性高、维修简单、 使用方便等特点。

5 结语

本文以设计一种新型磁力吸铁车和研究如何提高



图4 磁力吸铁车吸铁试验效果图

清理效率为目的,介绍了磁力吸铁车的总体结构设计及工作原理,并通过试验来验证磁力吸铁车随输送带皮带与地面的倾斜角度及永磁辊筒表面磁场强度的变化关系,得出以下结论:

(1) 随着皮带倾斜角度的增大,当皮带倾斜角度控制在 $25^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 范围内,清理效率较高且相对维持不变;当皮带倾斜角超过 30° 时,清理效率开始下降;当皮带倾斜角超过 35° 时,清理效率会大大降低。

(2) 随永磁辊筒表面磁场强度的变化,当磁场强度小于等于1000GS时,清理效率最低;当磁场强度在1000 ~ 4500GS范围内,清理效率增长最快;当磁场强

度为4500GS时,磁力吸铁车的清理效率最高;当磁场强度为4500 ~ 8000GS时,清理效率又随之降低。

参考文献:

- [1] 柳衡琪,周杰.国外磁力除铁设备[J].矿山机械,1990(09):40-42.
- [2] 鞠晨.煤矿井下自动电磁除铁技术研究[J].煤炭科学技术,2019,47(S2):147-151.
- [3] 汪一佛.陶瓷原料加工时的除铁磁选机[J].建材工业信息,1996(20):7.
- [4] 许京昊,丑佳明,李志勇.一种新型磁力清理车[J].南方农机,2018,49(12):108-109.
- [5] 尹云武,易同俊,迟光文,等.高场强干式永磁磁选机的除铁试验[J].建材工业信息,2003(12):38-39.
- [6] 唐一龙.影响除铁效果不稳定因素分析[J].无机盐工业,1992(04):33-34.
- [7] 殷江平,王俊成.影响电磁除铁器除铁效果的几个因素[J].港口装卸,2008(04):31.
- [8] 赵刘闯,刘全军,梁远琴,等.响应曲面优化某高岭土磁化焙烧除铁试验研究[J].硅酸盐通报,2018,37(08):2628-2632+2639.
- [9] 栾启禄.磁力吸铁车的研制与应用[J].港口装卸,2010(03):14-15.
- [10] 栾启禄.一种磁力吸铁车的制作与应用[J].港口科技,2010(05):39-40+45.