

非接触式驼峰停车器行程的检测设计与应用

邓放明¹ 徐华鑫² 杨灿¹

1. 中国铁路广州局集团有限公司长沙电务段, 中国·湖南 长沙 410001

2. 中国铁路广州局集团有限公司, 中国·广东 广州 510088

摘要: 针对传统驼峰停车器采用机械式限位开关所存在的可靠性低、维护成本高、易磨损等固有缺陷, 本文提出了一种新型的、基于非接触式接近开关与磁铁座配合的行程检测方案。该方案通过第一连杆板与第二连杆板分别固定于油缸压盖和活塞杆连接盘, 实现了接近开关与磁铁座的相对运动, 从而精确检测停车器的制动与缓解位置。详细阐述了该系统的机械结构、工作原理及安装方式。应用实践表明, 该系统有效避免了机械磨损, 显著提高了行程检测的稳定性和耐用性, 降低了设备维修率, 提升了驼峰编组场的解编作业效率和运输效益, 满足了铁路现场对设备高性能与低成本的双重需求。

关键词: 驼峰停车器; 行程开关; 非接触式检测; 接近开关; 可靠性; 铁路编组站

Design and Application of Non-Contact Hump Parking Device Stroke Detection

Deng Fangming¹, Xu Huaxin², Yang Can¹

1. China Railway Guangzhou Group Co., Ltd. Changsha Electric Section, China Hunan Changsha 410001

2. China Railway Guangzhou Group Co., Ltd., China Guangdong Guangzhou 510088

Abstract: Addressing the inherent limitations of traditional hump parking systems that rely on mechanical limit switches—such as low reliability, high maintenance costs, and susceptibility to wear—the present paper proposes a novel stroke detection solution combining contactless proximity switches with magnet holders. By mounting the first and second linkage plates respectively on the cylinder cover and piston rod connection disc, this design enables relative motion between the proximity switches and magnet holders, allowing precise detection of the parking system's braking and release positions. The paper details the system's mechanical structure, operating principle, and installation method. Practical applications demonstrate that this system effectively mitigates mechanical wear, significantly enhances stroke detection stability and durability, reduces equipment maintenance frequency, improves disassembly efficiency and transportation productivity in hump marshalling yards, and meets railway field requirements for both high performance and cost-effectiveness.

Keywords: Hump parking device; Travel switch; Non-contact detection; Proximity switch; Reliability; Railway marshalling station

0 引言

驼峰调车场作为铁路编组站的核心, 承担列车解体与重新编组任务。驼峰停车器是调车系统的核心执行设备, 其状态可靠性直接关系作业安全与效率。行程检测是监控停车器制动/缓解状态的关键环节。传统接触式检测存在机械磨损大、易受侵蚀、故障率高等问题。为此, 设计基于非接触式传感的行程检测系统, 采用电磁感应或激光测距实时感知位移行程, 判断制动或缓解位置, 信号上传至控制室。该系统减少机械摩擦, 具备响应快、精度高、免维护等优点。应用表明, 其有效提升故障诊断能力与自控水平, 降低巡检频次, 为编组站智能化升级提供技术支撑。长期以来, 传统的驼峰停车器行程检测普遍采用机械式限

位开关。然而, 这种检测方式存在明显的不足: 首先, 机械触点在频繁的撞击和摩擦下极易磨损, 导致接触不良或失效, 可靠性不高; 其次, 机械结构的损坏率较高, 导致维护工作量大、成本高; 最后, 其响应速度和检测精度也难以满足现代化、高效率编组场的要求。因此, 研发一种新型、高效、可靠的非接触式行程检测装置, 对于提升驼峰停车器的整体性能具有重要的现实意义。本文旨在设计并阐述一种基于非接触式传感技术的驼峰停车器行程开关, 以解决上述技术难题。

1 系统总体设计

本设计聚焦驼峰停车器行程检测需求, 力求打造一款结构新颖且工作可靠的行程开关。其核心创新在于, 巧妙

利用非接触式的接近开关与磁铁座间的磁场耦合效应,替代传统易磨损的机械触点,达成行程信号精准、稳定且无磨损的检测,提升设备性能与寿命。

1.1 系统组成

该行程开关系统结构精巧,设计巧妙且各部件布局合理,主要由以下关键部件构成(如附图1-5所示):第一连动板(1)在系统中扮演着举足轻重的角色,它是磁铁座的安装基座,被以高精度且稳固的方式固定在驼峰停车器油缸的压盖侧壁上,在系统运行的全过程中,其位置始终保持相对静止,为整个系统提供了稳定的结构支撑;磁铁座(2)则牢牢地安装在第一连动板上,它能够产生稳定可靠的磁场源,是整个系统实现非接触式检测的关键源头。第二连动板(3)作为接近开关的安装基座,固定于驼峰停车器油缸的活塞杆连接盘侧壁上,会随着活塞杆的伸缩而一同做直线运动,从而带动接近开关改变位置;接近开关(4)安装在第二连动板上,与磁铁座相对设置,它就像一个敏锐的“磁场感应器”,能迅速且精准地感应磁场变化,并及时输出相应的开关信号。辅助部件中,用于安装的螺孔(5)确保各部件连接稳固,避免松动;保护电缆的电线保护管(6)则保障了信号传输的安全与稳定。各部件紧密协同,第一、二连动板相对位移引发磁场变化,接近开关借此精准检测停车器制动或缓解状态。

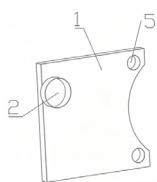


图1

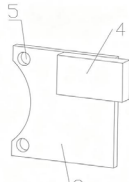


图2

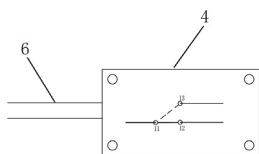


图3

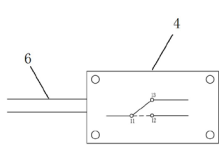


图4

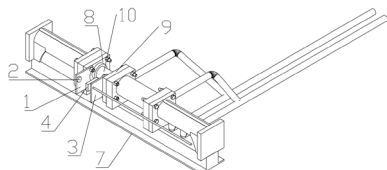


图5

1.2 机械结构与安装

系统的机械结构设计对安装便捷性与工作可靠性进行了全方位、深层次的考量。在安装环节,第一连动板与第二连动板均经过精心设计,预留了合理的螺孔。借助螺栓,

操作人员能轻松将第一连动板紧固于驼峰停车器的油缸压盖侧壁(8)外侧,把第二连动板稳稳固定在油缸活塞杆连接盘侧壁(9)的外侧。这种分体式且采用螺栓连接的创新设计,如同为安装工作搭建了一条便捷通道,极大简化了安装步骤,即便后期部件出现磨损或故障需要更换,操作也十分简便,无需复杂工具和大量时间。在功能实现方面,磁铁座(2)和接近开关(4)分别巧妙布局在各自连动板的外侧边缘。如此设计,使得二者在停车器动作过程中,能精准地进行相对运动,从而达到最佳的磁场感应距离,为系统稳定运行提供了坚实保障。同时,考虑到铁路现场电磁环境复杂、物理损害风险高,接近开关的信号线外接了电线保护管(6),如同为信号传输穿上了一层坚固铠甲,有效提升了信号传输稳定性与系统整体安全性。

2 工作原理

该系统有着精妙的工作原理,其核心依托于活塞杆的伸缩运动。当活塞杆做往复伸缩时,会带动与之相连的接近开关与固定位置的磁铁座产生相对位移。这一位移使得接近开关所处磁场环境改变,进而触发其内部机制,精准且可靠地改变接近开关的输出状态,实现相应功能。

2.1 制动过程

当控制系统发出制动指令,一场精密且有条不紊的机械动作瞬间开启。工作油缸(或气缸)内压力仿若被瞬间注入强大动力,骤然猛增,恰似一双无形却蕴含磅礴力量的巨手,以迅雷不及掩耳之势推动着活塞杆(10)飞速向外伸出。活塞杆并非独自冲锋,它紧密带动着固定其上的第二连动板(3),以及安装在第二连动板上的接近开关(4),朝着远离固定在油缸压盖上稳如泰山的第一连动板(1)及磁铁座(2)的方向平稳且匀速地移动。随着活塞杆持续伸展,精准抵达预定的制动位置时,接近开关(4)恰好移出磁铁座(2)的有效磁场范围。这一细微至极的变化,被接近开关以极高的灵敏度迅速捕捉,其内部接点在磁力消失后瞬间复位,常闭触点11-12闭合,常开触点11-13断开,精准输出“制动”状态信号,完美完成一次可靠的制动指令响应。

2.2 缓解过程

当控制系统发出缓解指令,一场有序且精准的机械响应便如精密编排的乐章般开启。油缸(或气缸)内的压力瞬间反向改变,仿佛被一只无形却掌控全局的手精准操控,以极快的速度驱动活塞杆(10)迅速向内收缩。活塞杆并非独自完成这一动作,它紧密地带动着第二连动板(3)以及安装在上面的接近开关(4),如同一个协同作战的团

队,一同朝着磁铁座(2)的方向稳步靠近。随着活塞杆不断收缩,当精准无误地到达预定的缓解位置时,接近开关(4)恰好进入磁铁座(2)的有效磁场范围。在强大磁场的巧妙作用下,接近开关内部接点迅速动作,常开触点11-13闭合,常闭触点11-12断开,从而精准输出“缓解”状态信号,宣告缓解动作顺利圆满完成。

在这一精妙设计下,当控制系统发出相应指令,油缸(或气缸)驱动活塞杆运动,带动连动板与接近开关移动。接近开关依据与磁铁座的相对位置变化,在磁场有无的作用下,内部接点巧妙动作。无需物理接触,仅凭借磁场感应,系统就能精准捕捉驼峰停车器到达“制动”与“缓解”这两个关键位置的瞬间,及时输出对应信号,确保停车器稳定可靠运行。

3 优势分析与应用效果

与传统的机械式限位开关相比,本文所提出的非接触式行程开关具有以下几个显著优点:

(1) 高可靠性与长寿命:传统检测依赖机械接触,长期运行下,部件间频繁摩擦致机械磨损严重,电弧产生时的烧蚀也难以避免。而采用非接触式检测,如同给设备穿上“防护衣”,从根源规避了这些问题。设备使用寿命得以大幅延长,工作稳定性显著提升,故障发生率骤降,维修成本也随之大幅降低。

(2) 安装维护便捷:模块化的连动板设计独具匠心,将复杂结构拆分为独立模块,配合便捷的螺栓连接方式,如同搭积木般轻松。在设备安装时,能快速定位组装;调试阶段可灵活调整;更换部件更是迅速。这一设计极大缩短了操作时间,最大程度减少了对正常运输作业的干扰,保障运输高效有序。

(3) 环境适应性强:在复杂的工业场景中,电缆常面临诸多威胁。而配备的电线保护管宛如忠诚卫士,将电缆紧紧守护。它能有效阻挡油污的侵蚀、水汽的侵袭、灰尘的附着,还能抵御机械碰撞带来的损伤。有了这层坚实防护,电缆在恶劣工业环境下仍能稳定工作,确保信号稳定传输,保障生产有序进行。

(4) 提升作业效率:系统凭借其卓越的高可靠性以及极为出色的快速响应特性,不仅显著提升了驼峰停车器在操作过程中的动作精准度,还确保了反馈的及时性,这一系列改进有效增强了整个编组场解编作业的流畅度与效率,

进而大幅提升了运输效益。

(5) 满足双重需求:该设计方案独具匠心,在显著提升产品性能、赋予其强劲运行能力的同时,巧妙地对结构进行简化处理,大幅削减维护成本。这种双管齐下的策略,精准契合客户诉求,完美平衡了高性能与低成本间的关系,有力满足了客户对于两者的双重期待。

4 结语

在铁路驼峰调车作业的关键环节中,驼峰停车器的精准控制至关重要。本文聚焦于此,成功设计并全面阐述了一种应用于驼峰停车器的新型非接触式行程开关。此系统在设计上独具匠心,通过精心规划的机械结构布局,巧妙利用接近开关与磁铁座的紧密配合,达成对停车器行程的精准且可靠检测。当停车器移动时,磁铁座随之改变位置,接近开关敏锐感知磁场变化,从而精确判断行程状态。理论分析与实际应用反馈均有力表明,该方案成功突破传统机械式开关的局限,有效克服其固有缺陷。它结构简单,减少了复杂部件带来的故障风险;可靠性高,能稳定运行于各种工况;维护方便,降低运维成本与时间;寿命长,保障长期稳定使用。该成果的推广应用意义重大,对提升我国铁路驼峰调车作业的自动化水平、保障作业安全、提高作业效率具有不可忽视的工程应用价值。展望未来,可进一步深入研究不同材质、不同磁场强度的磁铁座对检测距离和精度的影响,以此优化系统参数,让该新型行程开关能更好地适应更多样化的工况需求。

参考文献:

- [1] 中国铁路总公司. TB/T 2465.3-2010 铁路调车作业第3部分:驼峰作业[S]. 北京:中国铁道出版社,2010.
- [2] 张伟,李明. 驼峰停车器液压系统常见故障分析与维护对策[J]. 铁道机车车辆,2019,39(04):88-91.
- [3] 王强. 基于磁感应技术的铁路信号设备状态监测系统的设计[D]. 北京:北京交通大学,2021.
- [4] 刘建国. 一种新型非接触式限位开关在工业自动化中的应用[J]. 仪表技术与传感器,2018(06):55-58.
- [5] 陈华. 铁路编组站自动化调速系统的发展现状与展望[J]. 铁道运输与经济,2022,44(02):112-117.

作者简介:邓放明(1974.02-),男,汉族,湖南双峰人,大专学历,特级技师,研究方向:从事铁路交通信号与控制方面的工作和研究。