

doi:10.16576/j.ISSN.1007-4414.2024.01.022

低压转运平车电气控制系统优化设计改进*

王嘉伟, 王玉成

(甘肃酒钢集团 西部重工股份有限公司, 甘肃 嘉峪关 735100)

摘要: 基于电动转运平车的工作原理和工作环境的影响, 结合某公司在线使用的电动转运平车电气系统存在的主要问题, 通过对转运平车原有电气控制系统的重新设计, 研发了 50 t 转运平车低压 48 V 蓄电池供电控制系统。经过现场的实际使用和验证发现, 低压转运平车实现了无级调速、远程无线操控、自动定点停车, 解决了在线使用的转运平车的设计缺陷, 提高了转运平车的使用寿命, 降低了制造和维护成本。

关键词: 低压系统; 定点控制; 蓄电池供电; 无级调速; 远程自动化控制

中图分类号: TP273

文献标识码: A

文章编号: 1007-4414(2024)01-0089-03

Research and Application of Fixed Point Control Technology for Low Voltage Charging Transfer Flat Cars

WANG Jia-wei, WANG Yu-cheng

(JISCO Gansu Western Heavy Industry Co., Ltd, Jiayuguan 735100, Gansu, China)

Abstract: In this paper, based on the working principle and working environment of the electric transfer flat car, combined with the main practical problems of the electric transfer flat car electric system used online by a company, through redesign of the original electrical control system of the transfer flat car, the low-voltage 48V battery power supply control system of the 50t transfer flat car is developed in this article. Through the actual use and verification of the site, the low voltage transfer flat car realizes stepless speed regulation, remote wireless control and automatic fixed stop. The design defect of the on-line transfer flat car is solved, the service life of the transfer flat car is increased, and the manufacturing and maintenance costs are reduced.

Key words: low pressure system; fixed point control; supply battery powered; stepless speed regulation; remote automation control

0 引言

电动转运平车广泛应用于冶金制造、风电制造、石油化工和机械加工等行业中。转运平车一般采用 380 V 直接供电、36 V 低压轨道升压 380 V 供电、直流供电及现场补偿的驱动电源供电方式。目前各个企业普遍采用的是 380 V 电缆拖拽或者电缆卷筒直接供电方式。

通过调研发现, 当前在线使用的转运平车存在的主要问题有: 制造厂家不一、备件选型不一。并且绝大多数企业使用的转运平车都是以下三种模式: ① 380 V 电缆拖拽直接供电; ② 电缆卷筒供电; ③ 低压轨道 36 V 供电, 逆变 380 V 交流驱动电机供电。这三种供电方式投入成本较大, 故障率较高。随着工作节奏的日趋频繁, 在线使用的转运平车存在的问题也日益突显出来, 它已不能完全满足生产的需求。因此, 转运平车的电气升级改造迫在眉睫。

笔者对 50 t 转运平车低压 48 V 蓄电池供电控制系统进行设计改造, 并经过现场的实际使用和验证, 实现了低压转运平车的无级调速、远程无线操控、自动定点停车。此设计解决了以往使用的转运平车的

设计缺陷, 提高了转运平车的使用寿命, 在降低制造和维护成本上具有重要意义。

1 存在的问题及解决措施

以某公司在线使用的转运平车为例进行分析, 此转运平车存在的主要问题如下。

(1) 380 V 直接驱动供电的转运平车在作业时, 操作人员需要对电缆进行拖拽, 若操作不当则会拉断电缆, 存在很大的安全隐患, 需要维修人员经常包扎电缆或者更换新的电缆。

(2) 电缆卷筒供电, 平车运行时电缆与地面时常有摩擦, 卷筒容易损坏, 需要经常维修卷筒。

(3) 低压 36 V 轨道供电、逆变 380 V 驱动电机运行的平车需要安装补偿器给轨道补偿电压, 此控制系统复杂, 并且制造和维护成本都非常高, 对维修人员的技能水平要求较高。

(4) 生产厂家制作的转运平车控制系统各式各样, 备件规格和结构不同, 存在备件没有互换性, 备件种类多、库存量大的问题。

(5) 目前使用的转运平车不能实现定点定位控制和停车, 全部靠人工操作。这对操作者操作技能要

* 收稿日期: 2023-06-02

作者简介: 王嘉伟 (1984-), 男, 甘肃康乐人, 工程师, 主要从事电气设计和设备升级改造等方面的研究工作。

求较高,在某些冶炼、浇铸等区域需要精准定位停车时,很难实现。

2 直流 48 V 蓄电池低压充电式转运平车定点控制优点

蓄电池供电转运平车是由蓄电池提供电源。蓄电池安装在平车内部,电源经过电气控制系统给直流牵引电机提供动力,实现平车启动、停止、前进、后退、变速等功能。和其他结构的平车相比较,蓄电池转运平车驱动方式的最大优点是可以脱离线缆的束缚,能在弯道、道岔上行驶,运转间隔不受约束。并且蓄电池转运平车可以远程遥控操作,使用时更加方便,适用于较长时间运行的轨道运输控制系统。该控制系统有如下特点。

- (1) 选用无级调速电气控制,标配无线遥控装置和全自动智能充电系统。
- (2) 蓄电池选用高性能牵引用蓄电池,大电流放电工况下仍保持较长工作时间。
- (3) 与其他驱动方式的平车相比较,轨迹铺设要求精度不高、成本低廉。
- (4) 适用于任意载重量,能在弯道、道岔上行驶,运转间隔不受约束。
- (5) 定点定位远程控制系统适用于冶炼、浇铸等危险性较高、需要精准定位停车的场合。

(6) 直流有刷电机因存在集电环炭刷结构而在电机运行时易产生火花,特别是在高速时将产生严重的环火,进而产生无线电干扰。因此需要定期更换炭刷。由于更换炭刷的需要,电机只能采用开启式防护形式,电机冷却要进入电机内部,电机不宜适用于易燃易爆、有灰尘、泥泞、露天、潮湿场合。另外,有刷直流电机的运行效率低、使用电池容量大,电机体积大,防爆难度大,目前逐步淡出市场。

(7) 无刷直流电动平车电机启动转矩大(可达额定时的 2~3 倍)、启动电流小(转矩相同时启动电流只有异步机的 1/3)、无碳刷结构、体积小、动力大、效率高、无级调速、防护性能好、性价比高,可以延长电机的寿命,可显著提高蓄电池的蓄驶里程,降低整车重量、降低造价。在选型时可以按正常运行时的功率选择电机,不需要功率储备,较好地解决了“大马拉小车”的问题,可使电池容量减小,节省设备的投入费用,提高系统的运行效能。直流无刷电机是脉冲式用电,符合电池放电特性,不需要电池瞬间输出大电流,防止电池瞬间亏电。与有刷直流电机或交流变频电机相比,直流无刷电机一次充电可多跑 10%~15%的里程,可使铅酸电池使用寿命提高 20%。无刷电机采用插入式稀土磁钢,特别适合有颠簸、反复启动、高速、大力矩起动、正反转运行的需要。永磁无刷

直流电机转子具有强磁场,在滑行和制动状态时发电效果好,不需要吸收电池电量励磁(有刷直流电机或交流电机需要),能量回馈效果好,电制动效果好。电动平车电机采用进口含油高速轴承,免维护、可靠性高,可延长电机寿命^[1]。

通过以上对比,低压转运平车选用直流永磁无刷电机是合理的。

3 低压转运平车电气控制优化设计改进

以 50 t 380 V 直接驱动供电转运平车为例,对以上存在的问题进行设计优化改进,升级改造控制系统需要达到的目的和控制要求如下。

- (1) 通过自动控制实现现场定点定位停车及自动停车。
- (2) 远程安装操作台,通过触摸屏远程发射无线信号,实现转运平车的任意控制。
- (3) 电动转运平车前后加装雷达控制,遇到人员可以自动停车。
- (4) 电控柜上加装电池电量显示表,远程信号可以发射到触摸屏上并被接收,技术人员可以随时查看蓄电池电量情况。
- (5) 转运平车现场加装无线遥控控制,按键数量选用 16 键,5 点定位,需要 16 种运行情况,电压等级选用 DC24 V 的安全电压,可以实现本地遥控操作,极大地方便技术人员了解本地转运工件的情况。

最终设计的低压转运平车电气系统的主要备件参数如表 1 所列。

表 1 低压转运平车电气系统主要备件参数

序 号	备件名称	规格型号
1	直流永磁无刷制动三合一电机	LZZ112B5-48V3.0-1500
2	驱动器	YPD-LZMC-48V/3.0
3	蓄电池	NPG12-100Ah
4	触摸屏	TGA63S-ET
5	遥控器	LCC-24
6	PLC	FX3U
7	雷达	PERFECT
8	通讯模块	LoRa
9	接触器	CJX2e-3201
10	继电器	JZX-22F
11	断路器	NXB-63-40A
12	感应开关	NJK-MT3020
13	按钮	NP2-BA31
14	按钮	NP2-BA41
15	按钮	NP2-BS542

4 转运平车电气控制优化改进措施

(1) 将原有 50 t 380 V 直接双驱动的两台 5 kW 电机减速器全部拆除,选取型号为 LZZ112B5-48V3.0-1500 型直流永磁无刷制动三合一电机 2 台作为驱

动的主电机,驱动器选用 LZMC-48V/3.0 kW 型无刷电机控制器 2 台作为电机的驱动控制器,蓄电池选用 4 块 NPG12-100Ah 型组成 48 V 串联系统,将蓄电池安装到平车舱内。

(2) 平车侧面安装电器控制箱,箱内配套两台无刷电机控制器、PLC 控制器、无线通讯接收器、总电源断路器、接触器等元器件、无极调速控制旋钮等。

(3) 平车前后各安装一台雷达,当遇到人员或者障碍物时可自动停车,车体安装一个蓄电池电量显示器,用于显示电量和缺电告警。

(4) 平车安装一台声光报警器,它可跟随车运行,起到运行警示作用。

(5) 现场操作安装一台无线遥控器,用于操控平车的运行、停止等功能。

(6) 车体下方一侧安装一个光电感应开关,并且在轨道边安装用于定点停车的定位块,两套原件配套运行,对平车的定位定点控制起到关键作用。

(7) 远程安装无线控制操作台,可实现自动化远程控制。自动化控制系统采用远程触摸屏,它可无线操控发射信号,并将信号远程发射给接收系统,接收系统采用 PLC 无线器接收来实现主要模型的自动控制。触摸屏上可实现所有功能的集中控制以及所有参数的集中显示^[2],触摸屏显示内容如表 2 所列。

表 2 触摸屏显示功能

序 号	显示内容
1	操作权限选择
2	所有操作功能
3	操作流程
4	蓄电池电量显示
5	平车运行轨迹
6	平车定点停车位置

4.1 转运平车电气控制局部图纸及控制程序

图 1、2 分别为转运平车的局部电气原理图及直流无刷电机驱动器局部设计图。

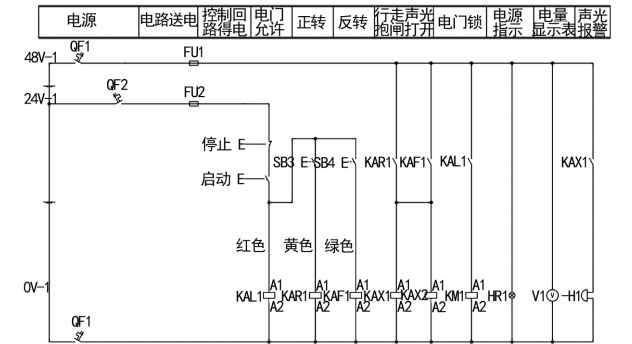


图 1 低压转运平车局部控制原理图

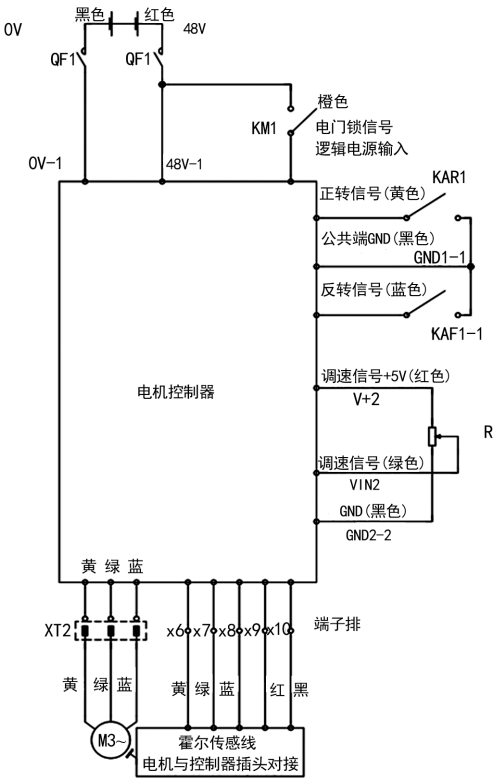


图 2 直流无刷电机驱动器局部设计图

4.2 PLC 程序控制的编程及电源系统、驱动器选型

此次低压转运平车的电气升级改造采用的是触摸屏与 PLC 无线远程通讯远程控制,采用 RS485 通讯协议,通过无线发射器和接收器实现远程无线控制,并且在 PLC 程序里增加了大量的保护功能,如雷达遇人停车,定点定位停车、运行中随操作工的生产要求任意运行,终端减速停车等功能,保证了转运平车在作业工程中按照生产要求正常工作^[3]。

在作业过程中,由于生产的需要,低压转运平车需要随时变换平车的运行速度。平车运行前进、后退的速度可通过旋钮进行调节,操作者只需旋转旋钮,就能达到加工工艺要求,操作非常简单高效。在远程操作上,触摸屏上设置了速度输入框,在触摸屏上输入平车运行的速度,就可以使平车在作业中按照速度要求工作,高效便捷。

供电电源蓄电池选用的是 100 Ah 的 12 V 电池 4 块,组成串联 48 V 供电,保证每天连续不间断工作 8 h 的作业能力。充电桩选用指纹式平车专用充电器,充电平稳效率高,充电 4 h 即可充满电量,并且充满电量后自动断电,保证了电池的使用寿命。

电机驱动器选择 YPD 系列的驱动器,相对于原来 YPC 系列的驱动器,YPD 系列体积非常小,重量轻,并且采用的是矢量控制技术,可以提供卓越的直

(下转第 94 页)

度最大已达到 60 m。新型密封头装置对 $\phi 16 \times 1.5$ mm 钢管进行清洗的实物图如图 5 所示。

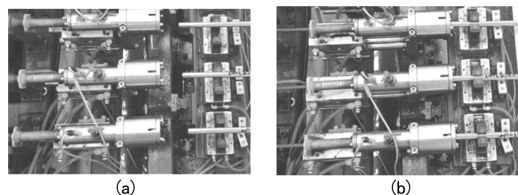


图 5 新型密封头装置工作图

通过连续的生产使用证明,该装置尾部清洗软管密封以及头部钢管密封在工作时无泄漏、性能稳定、寿命长,清洗毛刷头部能够顺利导入钢管内部无卡阻,钢管头部能够顺利导入密封头无卡阻。钢管被清洗前后的内壁面实物图如图 6 所示。由图 6 可见,钢管被清洗前内壁布满油污,清洗后钢管内壁光亮无油污,清洗液被彻底吹干且无残留,密封头装置达到设计预期效果。

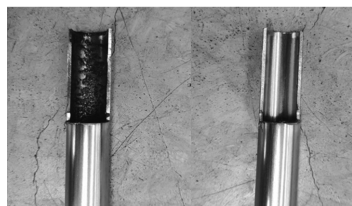


图 6 钢管清洗前后内壁面实物图

3 结 论

(1) 针对利用清洗软管伸入钢管内部进行清洗的新型清洗方式,巧妙地设计出可伸缩的密封头结构。该新型密封头装置可以实现钢管管头处静密封以及清洗软管与密封头接触处的动密封。尤其经过实践检验发现,清洗软管处的动密封不仅有很好的密

封效果,还能同时密封清洗液以及高压空气,且密封圈阻力小不影响清洗软管的向前输送,密封件稳定性好、寿命长。

(2) 针对钢管内清洗完毕后残存的清洗液的清除,目前主流的处理方法都是需要单独设置吹干工位或者人工手动进行处理,该新型密封头装置创新性地把压缩空气引入密封头,利用清洗软管拉回的时间间隙直接进行吹干作业,节省了额外的处理环节,不会造成清洗液的浪费,使用成本低。

(3) 新型密封头装置中过渡环内孔左侧设计成锥形孔,有利于清洗软管头部喷头更好地导入被清洗钢管内,不会造成清洗软管卡阻停机。密封头头部压盖内孔的右侧同样设计成锥形孔,这样可防止钢管管头偏心而不能成功套入密封头,从而造成清洗液的泄露。

参考文献:

- [1] 李平舟. 不锈钢无缝管的消费市场及其需求探析[J]. 特钢技术, 2015, 21(4): 8-12+16.
- [2] 马 星, 周好斌, 何兴利. 钢管防腐酸洗及水清洗工艺[J]. 石化技术, 2017, 24(4): 32-33.
- [3] 尤明庆, 郑友益, 崔慎慎, 等. 旋转水射流清洗钢管内外表面的方法[J]. 中国安全科学学报, 1999(S1): 45-48+1.
- [4] 刘 凯. 不锈钢管自动清洗生产线设计[D]. 镇江: 江苏科技大学, 2019.
- [5] 沈斌杰. 一种新型无缝管脱脂线的工艺及自动控制流程[J]. 重型机械, 2017(3): 17-22.
- [6] 唐建忠, 高 燕. 核一级钢管在线表面脱脂清洗成套装备关键技术研究[J]. 价值工程, 2020(29): 136-139.
- [7] 刘 松. SUGCOO-150/6000 承插式钢管内壁清洗机功能及结构设计研究[J]. 机械设计与制造工程, 2016, 45(5): 54-58.
- [8] J. Y. Lee, S. H. Hong, M. S. Jeong, et al. Development of pipe robot for the industry pipe facility[J]. Journal of Korea Robotics Society, 2017, 12(1): 65-77.

(上接第 91 页)

流永磁无刷电机驱动控制性能,大幅度提升产品的过流能力和可靠性^[4]。

5 应用效果及总结

按照上述电气系统优化改进措施,某公司已经自行制作了 2 台(套)低压充电式转运平车,并且升级改造了 3 台 380 V 拖拽电缆供电的转运平车,1 台卷筒供电的转运平车,现场使用非常高效便捷。此次低压充电式转运平车对远程控制和定点精准停车系统进行了电气控制设计制造,保障了生产系统的良好运行,并且实现了本质化安全。与原来在线使用的转运平车相比,所设计的平车具有操作简便、检修维护方

便、安全可靠、备件库存低等优点,同时此次制作和改造的成本比外部采购降低了 35% 左右。目前 6 台(套)低压充电式远程定点控制转运平车已全部投入使用,运行平稳顺利,效果良好。

参考文献:

- [1] 邓星钟, 周祖德. 机电传动控制[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2007.
- [2] 李金成, 付明忠. 三菱 FX 系列 PLC 定位控制应用技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2014.
- [3] 程 周. 电气控制与 PLC 原理及应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2003.
- [4] 冯辛安. 机械制造装备设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 2009.