

文章编号:1671-251X(2013)02-0012-04

李守军,马小平,于红,等. 矿车立体调度及定位电控系统设计[J]. 工矿自动化,2013,39(2):12-15.

矿车立体调度及定位电控系统设计

李守军¹, 马小平², 于红³, 邱义臻¹

(1. 宿迁学院 机电工程系, 江苏 宿迁 223800; 2. 中国矿业大学 信电学院, 江苏 徐州 221116;
3. 徐州理工计算机工程技术研究所, 江苏 徐州 221008)

摘要:大型煤矿矿车数量、类型较多,存在矿车出入库空间如何充分利用的问题。文章提出了一种矿车立体调度及定位电控系统的设计方案,给出了基于丝杠传动方式的矿车出入库立体调度及定位规划设计;结合该系统架构,介绍了运动控制器 SIMATIC CU320 的电控配置、PLC 单元与现场检测单元的配置及系统的网络组态。调试结果表明,该系统实现了稳定、准确的矿车调度及定位,提高了车位利用率。

关键词:矿车调度; 立体调度; 矿车定位; 丝杠传动; Profibus; 运动控制器; CU320

中图分类号:TD634 文献标志码:A 网络出版时间:

网络出版地址:

Design of electric control system of stereo dispatching and location of mine car

LI Shou-jun¹, MA Xiao-ping², YU Hong³, QIU Yi-zhen¹

(1. Department of Mechanical and Electrical Engineering, Suqian College, Suqian 223800, China;
2. School of Information and Electrical Engineering, China University of Mining and Technology,
Xuzhou 221116, China;
3. Xuzhou Science Computer Engineering Research Institute, Xuzhou 221008, China)

Abstract: There are numerous mine cars in types in large-scale coal mines and exists problem how to full use space of input/output warehouse of mine car. The paper proposed a design scheme of electric control system of stereo dispatching and location of mine car, gave planning of stereo dispatching and location of input/output warehouse of mine car based on lead screw drive mode, and introduced electric control configuration of motion controller SIMATIC CU320, configuration of PLC unit and local detection unit and configuration of network combining with framework of the system. The debugging result showed that the system realizes stable and accurate dispatching and location of mine car and improves utilization of parking stall.

Key words: dispatching of mine car; stereo dispatching; location of mine car; lead screw drive; Profibus; motion controller; CU320

0 引言

现代矿井对矿车的使用管理均有严格规章制度,以避免矿车使用效率太低而造成资源浪费^[1-4]。特别是大型矿井有各种类型的矿车,如固定式矿车、翻斗式矿车、单侧曲轨侧卸式矿车、底(侧)卸式矿车

和梭式矿车。这些矿车大小不一,使用一段时间后就要进行保养。若数量较多,就会产生一个出入库空间利用率的问题。因此,如何提高车位利用率,如何判定车位空闲与否,并将指定矿车入位或出位是本文的研究核心,在此基础上,设计了一种基于丝杠传动方式的矿车立体调度及定位电控系统。

收稿日期:2012-11-15。

基金项目:江苏省教育改革基金资助项目(2011JSJG056);宿迁市工业支撑资助项目(Z201111);江苏省宿迁学院基金资助项目(2012KY48)。

作者简介:李守军(1978—),男,讲师,硕士,主要研究方向为水电自动化与智能控制,E-mail:lishoujunbox@126.com。

1 矿车出入库立体调度及定位规划

矿车按轨型分类,有 600 mm、700 mm 两种常用轨型,一般不会多于 5 种。本文给出 2 种轨型,已能满足国内绝大多数矿井的需要,当然,要留足车位以备将来满足新矿车轨型的需要。如图 1 所示,每种轨型均布置入轨与出轨。入库时,矿车被推至入库位,为防止过冲,在端部固定限位桩子。为检测入库位是否停有矿车,安装接近开关。接近开关动作时,说明有矿车准备入库。同理,在出库位也安装有接近开关,以检测出库位是否有矿车停留。为保证定位精度,采用丝杠传动方式。 X 轴丝杠与 Y 轴丝杠均为水平,且两者互相垂直。图 1 仅给出 X 轴丝杠, Y 轴丝杠结构与其相同。在丝杠上装有液压驱动升降机械手,可以夹取矿车并移位到指定车位。液压驱动升降机械手随 X 轴及 Y 轴丝杠的转动而移动,从而实现在矿车车位规划区域平面内的任意车位的定位。精密丝杠由西门子三相同步电动机经精密减速箱驱动。丝杠装有导向杆,两端穿过固定于支撑架的轴承中。丝杠机械手两端面装有可动吊环,随机手的移动而移动,以减小丝杠横向载荷。图中省略了这部分结构,主要是为了突出矿车定位装置。

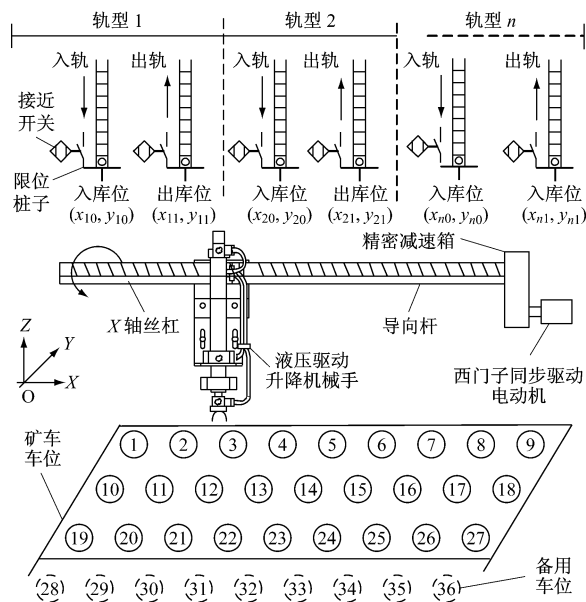


图 1 矿车出入库立体调度及定位方案

2 矿车立体调度与定位电控系统设计

矿车立体调度与定位电控系统由位于集控室内控制柜与位于车位规划区域侧的现场控制箱组成,其架构如图 2 所示。SIMATIC CU320(以下称

CU320)、电源模块、双轴电动机模块与 PLC 单元均位于集控室控制柜内。电动机、编码器及各种传感器执行器均位于现场控制箱中。现场控制箱实现手动/自动权限选择功能,既可以完成对电控系统的手动控制,又可以将权限移交集控中心,通过控制柜完成对电控系统的自动控制。

2.1 CU320 电控配置

CU320 是西门子运动控制器 S120 的控制单元,而且是一个多轴控制单元,可以控制 4 个矢量轴或者 6 个伺服轴,有 4 个 DRIVE-CLIQ 插槽,可实现与其他 DRIVE-CLIQ 设备的通信,例如电动机模块、电源模块、传感器模块、终端模块;1 个符合 Profibus 行规的 PROFIdrive V4 接口。使用 CU320 的注意事项:

(1) 设置 CU320 的 Profibus 地址。在 CU320 的地址设置拨码开关上设置 DP 地址为 3。因为 PLC 的 DP 地址已经设置为 2,所以,此处只能设成除 2 以外的 3~255 范围内的可用地址。

(2) CU320 与电源模块及双轴电动机模块配合使用。电源模块为整流模块,双轴电动机模块为直流变频模块。CU320 输出信号控制双轴电动机模块,完成对同步电动机的驱动,然后,通过与该同步电动机相连的绝对值编码器 EnDat,完成对同步电动机的位置、速度、加速度检测,并通过 EnDat 的 DRIVE-CLIQ 接口将检测信息反馈回 CU320。

(3) 绝对值编码器 EnDat 的 DRIVE-CLIQ 接口连接到双轴电动机模块的 X200、X201 端子,进一步,将 X203 端子连接到 CU320 的 X100 端子上,这样即可将编码器的位置信息由双轴电动机模块反馈至 CU320。

2.2 PLC 单元与现场检测单元的配置

(1) PLC 采用高性能的西门子 CPU315T-2DP,有 4 个开关量输入点,方便接常闭限位开关。可通过 Technology 软件配置成左右硬限位。同时,CPU315T-2DP 有专用的 DP(DRIVE)接口,用于驱动 CU320。另有 1 个 MPI/DP 接口,可通过 Step7 软件配置成 DP 接口,与工控机 CP5611 卡完成 Profibus 主从通信。图 2 中的工程师调度站即为此种模式。

(2) 工业以太网模块 CP343-1 Advanced 位于 CPU 后,通过背板连接块相连。CP343-1 Advanced 带有 10/100 Mbit/s 自适应网口和 1 个 1 000 Mbit/s 网口。将 10/100 Mbit/s 自适应网口与工业交换机(赫斯曼交换机)连成以太网网络。

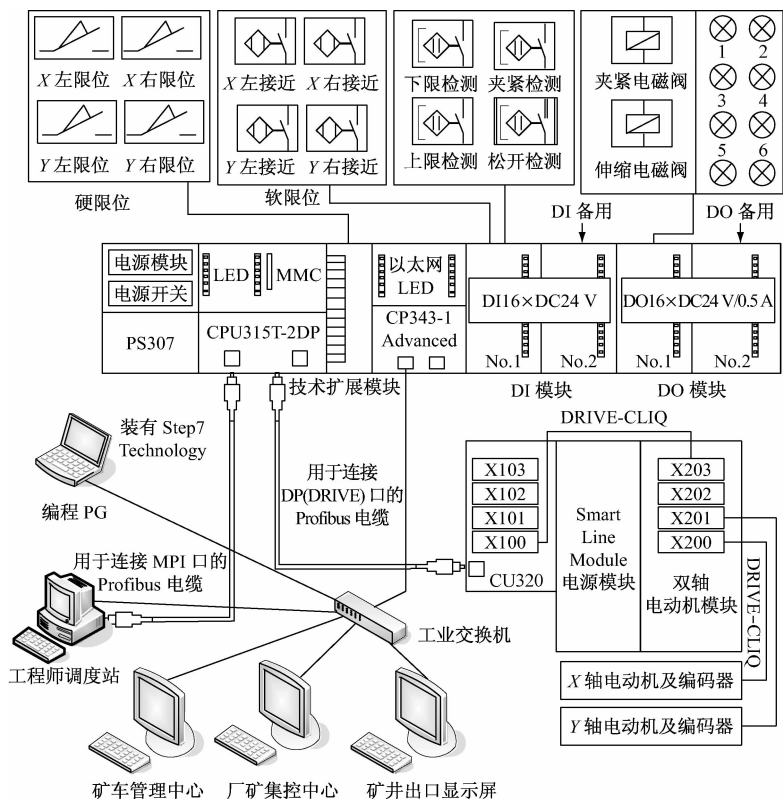


图 2 矿车立体调度与定位电控系统架构

(3) 数字量输入模块为 $DI16 \times DC24\ V$ ，一用一备，完成现场开关量信号的输入。数字量输出模块为 $DO16 \times DC24\ V/0.5\ A$ ，一用一备，完成对电磁阀与指示灯的控制。

(4) 传感器均为开关型，包括限位开关与接近开关。一个开关出现故障，另一个开关自动投入工作。液压缸升降下限、上限传感器为磁性开关；机械手夹紧、松开传感器亦为磁性开关，用于检测阀门位置，到位则闭合。

(5) 1~6 号指示灯含义分别为 X 左限位、 X 右限位、 Y 左限位、 Y 右限位、机械手升到位、机械手降到位。

2.3 系统网络组态

矿车立体调度与定位电控系统共有 3 条网络，分别为 $DP(DRIVE)(1)$ 、 $MPI(DP)(1)$ 、Ethernet (1)，其网络架构如图 3 所示。从图 2 及图 3 可看出， $DP(DRIVE)(1)$ 上挂接有通过 Profibus 电缆连接的 CU320 及 CPU315T-2DP； $MPI(DP)(1)$ 上挂接有插入 CP5611 卡的工程师调度站及 CPU315T-2DP；而工程师调度站同时与 PG 编程设备、CP343-1 Advanced 通过工业交换机连接到 Ethernet(1) 网络上。结合图 2，还可将更多的网络设备挂接到 Ethernet(1) 上。

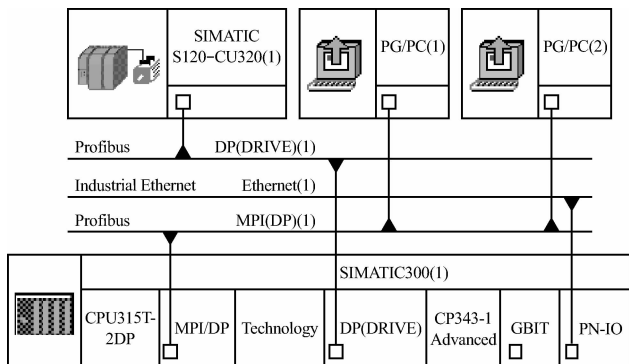


图 3 矿车立体调度与定位电控系统网络架构

3 系统调试

3.1 通过 DP 总线实现 S7-300 与 CU320 的通信
通信设定是矿车立体调度与定位电控系统调试的一个重要步骤^[5-7]。DP 总线通信步骤：

(1) DP 地址的设定。首先，将 CU320 的 DP 地址拨定为 3，然后在 Step7 硬件与网络组态时，将其组态成 3，即硬件与软件保持一致，否则 PLC 总线报错。

(2) DP 报文设定^[8-10]。由于驱动装置用做伺服位置控制，报文结构只能选择 SIEMENS Telegram 105 PZD10/10 或 SIEMENS Telegram 106 PZD10/10。

3.2 调试

打开 Step7 技术库,由对应双轴电动机的技术轴(Technology Axle)库函数,直接调用电动机位置、速度、正反转的调试^[11]。主要完成以下调试:(1)点动(Jog);(2)回零(Homing);(3)限位(Limit);(4)程序步(Taversing Blocks)等,确保在每种情况下,执行动作准确无误。如果借助 Starter V4.3 或者 S7 Tech 调试,则更直观。启动 Starter V4.3,通过其 Tracer 功能在线监视 CU320 驱动同步电动机的运行状态,运行时序如图 4 所示,图中横坐标为时间轴,单位为 ms;纵坐标与电动机实际位置有对应关系,为逻辑单位,不具有物理意义。CU320 向双轴电动机模块发出启动电动机指令,在曲线 1 方波信号的上升沿启动电动机,使电动机按照设定的加速度转动。曲线 2 反应了电动机位置的变化情况,通过观察状态监视曲线并与矿车立体调度与定位电控系统实际运行状态进行对比,可以知道电控系统当前的运行状态,包括当前位置、速度、加速度等数值。调试完成后,交由 PLC 实现电控系统的自动控制,并观察矿车入库、出库调度与定位等运行状态,以判断电控系统实现调度定位的稳定性和准确性。

4 结语

矿车立体调度及定位电控系统以高性能的 SIMATIC CU320 运动控制器为控制单元,并通过工业以太网实现了信息的实时发布。目前,该系统已通过实验平台测试,调试结果表明,该系统具有调度可靠、高效合理的特点。

参考文献:

- [1] 李力,邹砚湖.海底采矿车路径跟踪的变论域模糊控制[J].中南大学学报:自然科学版,2012,43(2):489-496.
- [2] 张敏.基于模糊神经网络的海底采矿车路径跟踪行走控制研究[D].长沙:中南大学,2010.
- [3] 马绍丰,王成军.主动式矿车安全制动装置的设计[J].黑龙江科技信息,2011(33):61,263.
- [4] 公衍军.矿用电机车气动制动系统的制动特性与改进对策研究[D].长沙:中南大学,2008.
- [5] 史久根,陶杰,刘国田,等.矿井轨道运输嵌入式监控终端的设计和实现[J].合肥工业大学学报:自然科学版,2009,32(6):778-781.
- [6] 魏巍.矿井斜巷运输综合监控系统[D].淮南:安徽理工大学,2006.
- [7] 钱建生,蔡利梅.煤矿井下斜巷轨道运输综合监控系统[J].煤矿安全,2009(增刊1):138-140.
- [8] 吴延明,郝晓弘.平硐矿车智能装车系统的研究与实现[J].工矿自动化,2008,34(4):106-108.
- [9] 郝树华,齐宝军,周玉贵.矿车自动调度及管理系统简介[J].金属矿山,2004(11):52-55,58.
- [10] 郑钢,张立成,黄金英.矿车自动调度及管理系统[C].//全国冶金自动化信息网建网 30 周年大会暨 2007 年会,杭州,2007.
- [11] 李克峰,蒲连兄. CU320 控制模块在机床上的应用[J].机床电器,2010,37(4):20-20,23.

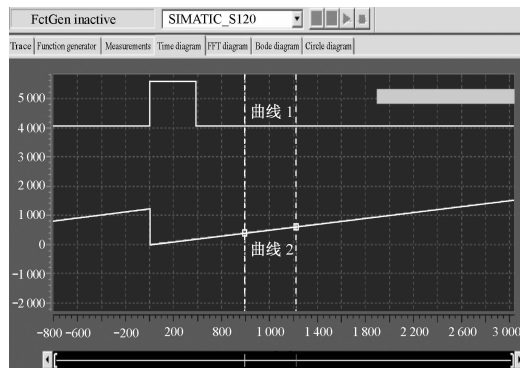


图 4 矿车立体调度与定位电控系统试运行时序