

某大型选矿厂智能矿仓布料控制系统的应用

梁 升 崔 啸

首钢滦南马城矿业有限责任公司 河北 唐山 063501

摘 要：选矿厂矿石布料是矿石处理过程的上一道工序，是影响选矿生产过程的关键环节，其主要任务是将采出的矿石及时准确地运送到相应的矿仓。安全性、及时性、稳定性、准确性是衡量选矿布料过程效率效果的重要因素。某大型铁矿针对选矿布料过程运行设备多，生产线长，人工手动操作难度和工作强度大，设备运转率低，现场环境恶劣的特点，结合选矿自动布料过程的控制目标和控制要求，研究实施了选矿布料过程自动控制系统，取得良好效果。

关键词：选矿厂；布料系统；自动布料

引言：某大型铁矿厂是集采矿和选矿为一体的大型矿山企业，公司物料输送系统共有125条皮带，40个缓冲料仓，9台布料小车，为实现其“国内领先、国际先进”的智能矿山建设目标，保证系统的稳定，提高整体生产效率，需要针对9台布料小车运行过程中专人现场操控的不足进行研究与优化，运用先进的自动化技术和设备进行精准高效的控制，使岗位单台操作向设备集群控制转变，实现各系统之间的智能匹配与均衡稳定，确保布料小车能够稳定顺畅的给料，提高整体生产效率，创建一套可靠实用的布料系统尤为重要。

1 系统控制模式选择

按照传统模式，最原始的做法是由一名操作工人现场对布料小车进行正反向控制，依赖人工观察矿仓料位和小车位置移动小车，严重影响了生产效率，同时，布料过程环境恶劣，粉尘和噪音等污染威胁操作人员的身体健康。公司生产现场处理量大、流程较长、连锁关系密切，前后工序间的顺稳衔接难度大。布料小车监控操作系统的常规做法是和其他皮带系统统一进行监控操作，每台布料小车各安排一名岗位在不同地点进行现场或远程操作，这样有两个弊端，一是与其他皮带统一操作不易及时发现和解决布料问题，二是不同人员不同地点操作协调难度较大，为了解决这些问题，公司采用布料小车单独集中控制的模式，将9台布料小车的控制集中到一个独立的操作室，由一名监控操作人员对9台布料小车进行操作和监控，并基于施耐德PLC设计开发自动布料系统，实现布料小车的自动控制，改善操作人员工作环境，提高布料生产效率^[1]。

2 缓冲仓料位的监测

缓冲矿仓料位的检测是整个系统实现自动布料的基本条件，无论是手动操作还是自动操作，料位不准，后续工作将无从谈起。常规选厂采用在布料小车上安装一

台料位计检测多个料仓料位的方式，进行料仓料位的检测，存在料位检测不及时，易发生过载或欠载现象。公司采用单槽料位检测模式，每个料仓一台料位计，实时反映料位情况。同时，通过比较超声波料位计、激光料位计和雷达料位计的优缺点，明确采用雷达料位计，避免粉尘影响，进行精准检测^[2]。

超声波料位计：优点：非接触式测量，适用于各种物料，可测量较长距离，测量精度较高。缺点：对于多孔、粉状物料测量精度较差，受温度、湿度等环境因素影响较大。

激光料位计：优点：非接触式测量，适用于各种物料，测量精度高，可测量较长距离。缺点：受粉尘和烟雾等干扰较大，成本较高。

雷达料位计：具有不受介质比重的影响、不受介电常数变化的影响、不需要现场校调等特点。具有测量精准、性能稳定、可靠性高、维护简便、适用范围广等优点。非接触式雷达料位计具有安装简单、维护量少、使用方式灵活、不受仓内粉尘、温度等因素影响等特点，近年来发展较快。



图1 现场雷达料位计

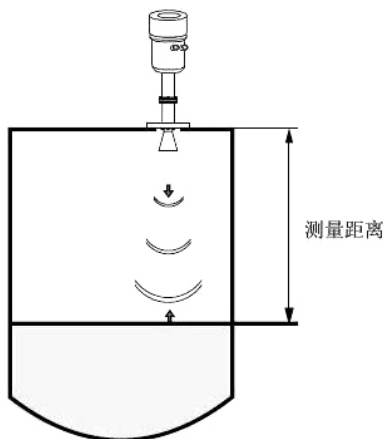


图2 雷达料位计检测示意

3 布料小车位置的检测

布料小车位置的精确定位也是实现自动布料的关键环节之一。公司布料系统配料点及布料小车走行位置均采用格雷姆线方式，通过安装在轨道旁的电子磁尺检测，精度可达5mm，使用格雷姆线定位，既防止布料小车碰撞，又保证布料小车在指定区域内进行卸料^[3]。

最原始的控制是操作人员随小车一起移动，就地使用手动控制布料小车来实现对料仓的布料，岗位操作人员通过人眼观测每个料仓的料位，根据需要将小车开到合理的料仓布料。再有就是采用限位开关对布料小车的位置进行限定，利用其提供的几个点的位置信号在操作室内进行远程控制。还有一种常用的定位方式就是采用激光定位，利用激光反射板返回的时间计算距离。以上方式中人工方式存在劳动强度大、环境差对人员健康有影响的弊端；限位开关方式存在故障率高，定位点单一固定的缺点；激光则存在受环境灰尘等影响较大的问题；为避免以上问题，公司布料小车定位采用是格雷姆线方式。

格雷母线定位，也称为编码电缆定位，主要基于法拉第电磁感应定律（磁力线传导原理）来工作。通常有两种工作方式：一是地上检测方式：电子编码发生器和电磁发射器在移动设备上，读码器在地面，解析的地址值由地面获得的一种检测方式；二是车上检测方式：读码器和电磁发射器在移动设备上，电子编码发生器在地面，解析的地址值由车上获得的一种检测方式。出于通讯施工的便利性，本系统采用地上检测方式。系统特点：

非接触工作方式：非接触工作方式，无滑脱和磨损等故障；

绝对位置检测：能够连续地、高精度地检测绝对地址，位置检测精度达5毫米，可以实现移动机车自动行走和全自动操作；

通信适用范围广：通过电磁耦合来进行通信，不受环境条件限制，接收灵敏度高。

采用先进的ARM处理器，处理精度和稳定性大大提高。

兼容性好：施工方便、安装维护简单，占空间小，不影响现场外观，不改变现场设备；

抗干扰能力强：使用交叉扭绞结构及相位检测技术，电磁发射器与格雷母线两者间隙从30毫米到300毫米均可正常工作，不受环境噪音和接收信号电平波动的影响，能够在诸如铁矿石场等恶劣环境条件中长期可靠的工作；

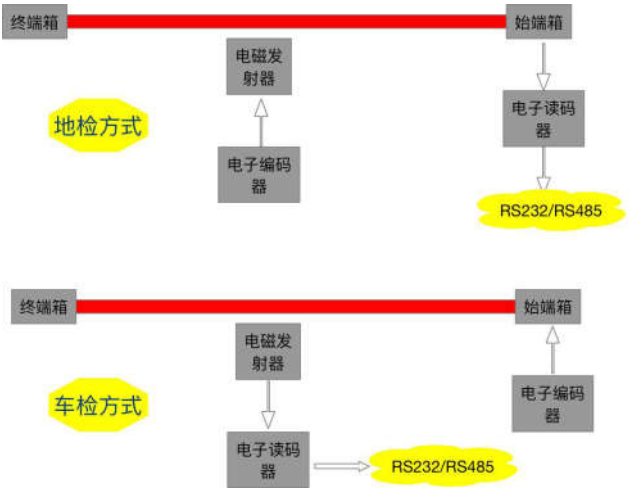


图3 格雷姆线检测方式示意



图4 格雷姆线定位安装现场1



图5 格雷姆线定位安装现场2

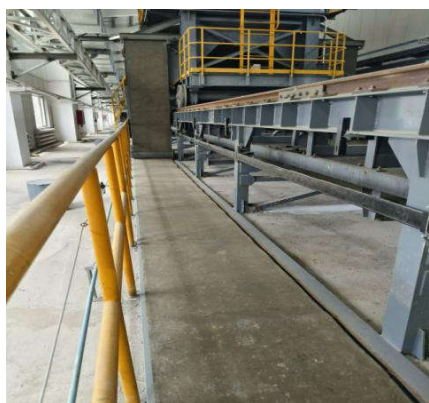


图6 格雷姆线定位安装现场3

4 布料系统的安全运行保障

为确保布料小车皮带系统的安全运行,在基本的远程控制基础上还设计了声光报警、跑偏开关、拉绳开关、限位开关、溢料开关、视频监控等必要的安全保护装置,同时与上下级设备间联锁控制,防止堵料或溢料事故。

跑偏开关:防止皮带跑偏造成事故,皮带长度35米以内的中部设置一对跑偏开关,超过35米的按照每间隔35米设置一对跑偏开关。

拉绳开关:遇紧急情况时,用于停止皮带运行系统,每隔40m一个。

限位开关:安装在布料小车轨道两侧,防止布料小车超出轨道。

溢料开关:安装在布料小车漏斗上沿位置,防止矿石料堵塞漏斗时物料喷出影响生产和人员安全。

视频监控:安装在布料小车平台两侧,用于监控布料小车整体运行情况。辅助监测异常情况。

5 控制系统的设计

采用基于施耐德PLC控制,布料小车运行控制分就地手动控制、远程手动控制、远程目标模式控制、远程自动模式控制四种,根据实际需要进行布料小车行走、布料小车定位等的准确智能控制。

就地手动模式:操作人员在现场操作箱对跑车的正反转运行及停止进行控制,可以控制跑车随意停在轨道任何位置。

远程手动模式:操作人员在集控室上位界面对布料

小车的正反转运行及停止进行控制,可以控制跑车随意停在轨道任何位置。

目标模式:操作员从控制室选择“目标”模式,输入目标仓号点击确认后,布料小车自动运行到选择的目標仓位。布料小车的正反转及停止由plc程序自动控制。

自动模式:选择自动模式时,每个料仓设置允许灌料料位、禁止灌料料位、仓下设备允许运行料位、仓下设备禁止运行料位。当下游料仓允许灌料且上游料仓允许设备运行条件同时具备后,自动启动该工序系统,当下游料仓禁止灌料或上游料仓禁止设备运行条件具备其一时,该工序自动停车,布料小车根据勾选的矿仓以及设置的料位上下限自动判断,自动启动或停止布料小车运行,进行自动布料。同时对于低于设置的低料位的矿仓进行语音提示。

结束语:通过实施智能化布料,降低了人工误操作的不利影响,提高了流程的生产效率,实现矿仓智能化稳定供料。

采用了单仓料位监测系统模式,实现各仓料位的实时、精准掌握,解决了以往只有布料车运行到料仓后才能获取料位状况的问题。

采用格雷姆线定位检测新方式和工序独立控制,实现了布料车精确定位、行走位置精准检测以及给料系统的集中独立控制。

研发了智能布料系统的程序化控制逻辑程序,统筹考虑各料仓料位和布料小车位置等因素,实现布料小车自动智能运行布料。

参考文献

- [1]冯志星.矿用带式输送机常见故障及故障诊断系统的设计研究[J].机械管理开发.2019,(11).DOI:10.16525/j.cnki.cn14-1134/th.2019.11.047.
- [2]刘晓宁.变频技术在皮带运输机调速系统中的应用标准[J].中国石油和化工标准与质量.2021,(5).DOI:10.3969/j.issn.1673-4076.2021.05.058.
- [3]王海军,王洪磊.带式输送机智能化关键技术现状与展望[J].煤炭科学技术.2022,50(12).DOI:10.13199/j.cnki.cst.2022-1243.