

煤矿原煤配仓控制系统智能化改造设计

李 山

国家能源集团神东煤炭集团设计公司 陕西 神木 719315

摘 要：随着我国智能矿山的建设，对煤矿原煤上仓和配仓生产系统的控制提出了更高的要求。通过原煤配仓系统智能化改造，优化工艺流程，可以提高了工作效率，减少人员配置，降低运营成本。本文以矿井群的原煤上仓和配仓生产系统智能化改造为实例，深入分析煤矿控制系统的设备组成，利用煤仓上储煤运煤引用PLC控制系统和上位机两级控制，对系统进行过程监控及应用，并充分考虑了系统的扩展性，解决了配仓不平衡的问题，提高了系统的抗干扰能力，实现了对原煤储运集中控制。

关键词：原煤上仓；配仓生产系统；控制系统；自动化

引言

近年来，智能化控制技术得到了飞速发展，这种控制系统技术广泛应用于电力、石化、市政、冶炼等领域，已经成为了工业领域中的重要手段，智能化技术带来的应用成果获得全世界人民的瞩目和青睐。煤矿的原煤仓可以调节和缓冲选煤厂与矿井之间生产的不均衡性。煤矿生产的原煤，通过主井胶带机、上仓胶带机和仓上配仓系统，通过配煤来实现矿井原煤的均质化入选。提升原煤运输系统的可靠性和效率称为亟待解决的问题。同时鉴于采掘工作面是事故高发区，为尽量降低煤矿开采运输的事故率，确保运输工作进行顺利，智能化技术逐渐应用到综采工作面中。原煤运输系统经过多年运行，随着矿井产能的不断提升和带式输送机的不断延伸，整个系统压力越来越大，普遍存在超负荷运行情况。原煤配仓自动化系统，能提高煤矿运输系统各环节设备的运行效率，降低维护费用，减轻煤矿工人的劳动强度。矿井智能化改造，来提高各种信息的传输和分析能力。因此，选用技术先进、安全可靠的PLC控制系统，可以保证该原煤运输和配仓系统的长期稳定运行。

对煤矿原煤仓上储煤运煤生产系统而言，采用控制系统技术，可以实现系统自动程控运行，自动化技术的一个显著特点是具有许多预警功能，包括检测、预警和保护等。并且提高工作效率，减少人员配置，降低运营成本，同时工作人员还可以结合实际情况去对自动化设备的运行模式进行调整，以便于让工作的模式更加符合当前的工作需求。

矿井自动化对于提高矿井生产效率、改善劳动条件、提高矿井生产安全有重要的作用。本文结合原煤仓上原煤储运系统的工艺特点及系统运行模式，以煤矿原煤仓上原煤储运系统为实例，介绍PLC控制系统，在原煤

仓上储煤运煤的过程监控及应用。

某矿原煤仓主要由4个原煤仓体组成，该原煤仓的生产组成比较复杂，它涉及到4座煤矿。其中一号煤矿来煤直接进1仓，二号矿来煤可进1、2仓，三号煤矿来煤由110a刮板机可进1、2仓，四号煤矿来煤由103、104刮板机可进2、3、4仓。

该原煤储运系统的控制对象主要包括：1) 3套配仓刮板机，其中103、104刮板机驱动电机功率均为2台400kW，110a刮板机驱动电机功率为1台250kW，该5台驱动电机均为变频器控制；2) 1套109胶带机，驱动电机功率为2台400kW电机；3) 4个仓的料位计；4) 12台电液闸板（含4个液压站）；5) 23个瓦斯传感器；6) 11台配仓风机（由瓦斯传感器联动启动或手动启动）。

1 PLC 控制

1.1 控制方式要求

矿井原煤储运的智能化管控平台，设置了集中控制系统，有“集控”、“就地”两种控制工作方式，其主要特点如下：

(1) 系统工作在“集控”模式下，启动原煤和配仓系统前，各设备的就地现场控制操作箱，其控制方式选择转换开关，全部设置到“自动”位置，当PLC通过巡检，检测所有信号都没有问题后，PLC发出可以进行启动的预告信号。控制系统通过对所有环节的信号进行处理，当没有接到任何禁起、急停信号时，系统通过设计的工艺流程和前后闭锁关系，完成主机和辅机的自动启停工作，同时对生产设备的保护运行状态进行检测，记录生产系统运行在集控工作模式下，全部生产设备的工作情况。^[1]

(2) 在“就地”的这种工作模式下，矿井运行人员，可以通过现场或远程调度来，手动操作按钮，启动

和停止带式输送机或刮板机的运行。原煤和配仓系统还设置了各类保护设备，目的是保障系统的正常运行。

(3) 系统工作方式的改变进行了规定，只有在刮板机设备停机时进行；生产系统相关设备运行时，不能随意改变其工作控制方式。

1.2 控制工艺要求

启动PLC控制程序后，运输系统开始人工自动配仓。

PLC控制柜依据煤仓高、低煤位传感器信号，按照设定好的程序，依次给煤。给煤方式包括步进顺序循环给煤和低煤位优先给煤两种。

步进顺序循环给煤方式，是从首个煤仓开始，以相同时间，间隔依次配仓，直到所有煤仓发出高煤位信号为止。在预定时间发出高煤位信号，则停止该煤仓的配煤，按照设定顺序依次进入下一个煤仓流程设计。

在配仓工艺流程中，一般设定为低煤位的煤仓优先配仓。如果某煤仓中的传感器采集到低煤位信号，PLC通过判断条件，确认需要给该煤仓配煤，则根据优先级，停止进行中的配仓工作，并记忆。^[2]

优先给最先发出低煤位信号的煤仓进行配煤，消除该低煤位状态后，然后依次给出出现低煤位的煤仓配煤，消除煤仓的所有低煤位信号。

当4个煤仓的低煤位信号处理完毕后，则按照设定的连锁控制程序，各煤仓按照正常设定顺序进行配煤。煤仓配满后，自带转到下一仓配煤。直至4个煤仓均发出高煤位信号。

当出现满煤位信号后，控制程序设置自动停机。顺序过程中，如果再次发生低煤位仓报警，则停止原煤仓顺序配煤。

根据对生产工艺系统的控制要求，该运煤配仓自动化系统采用PLC和上位机两级控制，智能控制系统对整个配仓系统进行数据采集和控制，通过上位机的人机接口对系统设备发出控制命令，实现人机对话。

PLC控制系统中，所有设备的运行状态信息都能动态、实时的在上位机显示器上显示。上位机与PLC之间，则预留数据通信接口。

2 控制系统选型

煤矿原煤上仓和配仓生产采用ControlLogix平台控制系统。

2.1 平台选型

在PLC控制系统设计中，必须确定统计信号输入点和信号输出控制点的数量。通过对各类PLC性能指标、适用性、认知程度等进行比较，ControlLogix系列可编程控制器，是一种叠装结构型PLC控制系统的指令丰富，功能强

大，可靠性高，适应性好，结构紧凑，便于扩展。

同时ControlLogix还具有如下优势：

(1) 集成多种控制规约（过程控制，顺序控制，批次控制，传动控制，运动控制，安全系统）；

(2) 生产者/消费者（Producer/Consumer）通讯机制；

(3) 可设计完全无扰动切换的冗余系统；

(4) 模块化框架设计，模块所在的槽位和一个框架上同一功能/类型模块的数量没有限制；

(5) 模块在其应用场合，支持带电热插拔（RIUP）；

(6) 单一处理器的寻址能力，可实现处理250个同步连接。

(7) 系统支持32个不同任务实时控制系，可以保证15个重要任务优先的到处理。针对2000ms以内的的周期性任务，可以保证系统具有足够的运算稳定性；

(8) 可以通过更换和增加内存容量，来满足控制站扩容方面的需求。

2.2 软件选型

该项目设计选择RSLogix5000软件编程，主要具有以下几个方面的优点：

(1) 模拟量输入、输出模块负责完成信号的转换，并进行自诊断，通过分布式运算后，模块可提供浮点数。相比于普通的PLC控制系统的模拟量输入、输出模块，只能发放和录入整型数，需要在控制器内编程才能实现浮点数和整型数的转换计算，该软件更具备优势。

(2) 模拟量信号输入模块自身完成定标和报警比较后，直接为PLC控制器提供足够的可组态的报警点，该模拟量模块的输入信号转换精度高达16位，输出信号转换精度可达到15位，满足该项目使用要求。

(3) 针对不对应输入输出点，系统也可编译调试，方便多个程序的同步进行。

(4) 对一些重复的代码，可以通过重新映射输入、输出点的方式，来定制标签和别名。

(5) 软件具备完整的控制指令集。可以有多种编程语言进行选择，针对离散和过程控制，以及数据的处理，其运算同样可靠。^[3]

(6) 软件支持32个不同的连续任务、周期任务、事件任务、伺服任务进行实时控制，可以设定其中15个优先级，通过优先级来保证最重要的任务，软件优先进行处理。

3 系统硬件选型

确定了I/O模块数量就可以进行CPU及网络连接模块的选型。在选型方面，电源采用1756-PB72、CPU采用1756-L61、机架采用1756-A13块，各机架之间采用1756-

CNB模块/同轴电缆进行连接, PLC与上位监控系统的通讯采用1756-ENBT模块, 通过交换机实现多矿、多客户端参与监控。

项目使用了紧凑型远程控制模块Flex/IO, 用于在现有PLC柜内有限的空间再增加闸板监控、仓位监测等功能。

4 原煤仓仓上控制系统软件设计

4.1 控制系统流程图

通过上以上设计, 本节将控制系统流程图进行整理, 具体如图1所示。

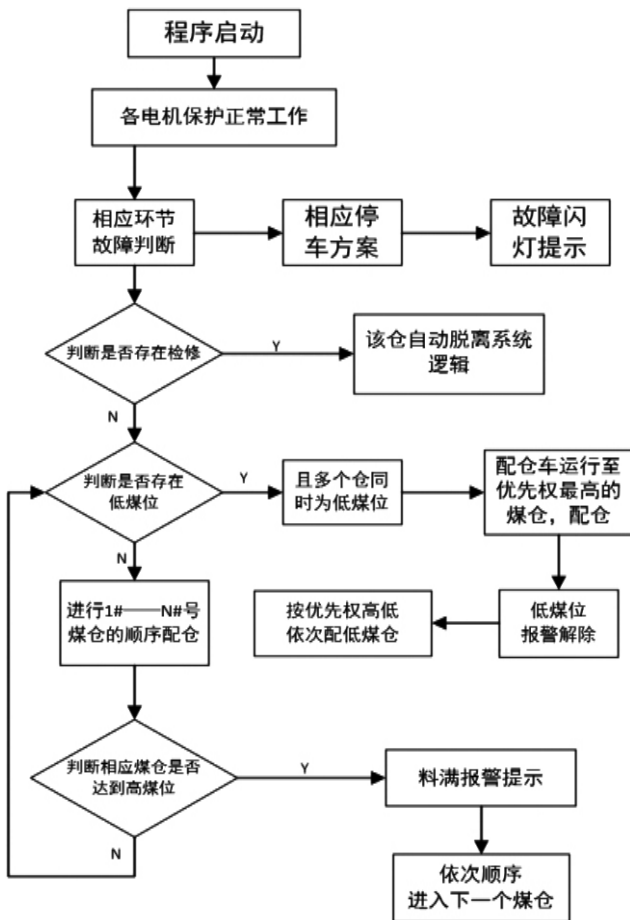


图2 系统设计流程图

4.2 软件设计

软件通过统计输入、输出点的数量, 配置组态模块, 来进入下一步的编程工作。

梯形图是PLC编程语言中的一种常用语言形式, 本项目通过设计梯形图来实现控制多个设备的启动、停止。通过组态软件来动态显示切换输煤系统配煤的流程, 自动完成给煤和配仓的过程, 并随时解决问题, 遇到故障时自动停机。

(1) 单机设备启动控制: 按照电气原理图, 利用PLC梯形图编程指令, 编写基本的启停、运行保持程序。

(2) 状态切换功能: 在启动命令下达前加入。

(3) 故障捕捉: 很多现场的故障都属于瞬时脉冲式信号, 如配电柜速断信号, 必须进行锁存捕捉, 否则来不及在用户操作界面中做出相应, 用户无法知晓故障原因。

(4) 设备连锁: PLC控制柜通过上位机发出指令, 直接生成控制信号, 完成控制流程。对于没有连锁关系的设备, 通过获取设备控制信号的生效状态来确定是否复位。对相互之间有闭锁关系的设备, 例如配仓刮板机冷却系统与主机之间。PLC控制柜的软件采用串接方式, 按照设计好的流程, 将具备条的启动信号, 传递至被相互之间进行闭锁设备。^[4]

(5) PLC控制系统, 按照“可脱离上位机”的原则, 启停和动态切换流程, 并遵循时序和连锁关系。为满足此功能, 在PLC上电瞬间, 将所有设备切换至就地控制方式。

(6) 本项目智能控制系统, 通过传感器判定煤仓内部仓位的高低信号, 对配仓完成启停控制。其中关键是判断仓位, 首先仓位在短时间内变化输入震荡变化值, 需要对信号进行过滤处理, 否则会因仓位在临界点附近时, 造成设备频繁启停, 影响设备使用寿命。其次要对仓位到达高/低阀值后, 进行记忆处理。程序逻辑使用输入保持型计时器来过滤仓位的干扰信号, 只有仓位一直处于设定值并保持一段时间后, 再判断其已到阀值, 并进行锁存, 满足记忆的要求。

5 结论

PLC是智能矿山的执行机构, 在煤矿智能化系统建设中占有重要的地位。煤矿原煤和配仓系统采用智能化的控制, 将涉及到建立大量的人工智能模型, 并进行算法优化和模型迭代, 来保障系统的安全可靠运行, 完成机械化换人, 自动化减人的目标。本文通过介绍矿井原煤上仓和配仓系统的PLC自动化改造实例, 通过成熟、可靠的软硬件作为支持, 并具备足够的扩展性, 体现了煤矿建立人工智能大模型的通用性和实用性。

参考文献

- [1]李卉.智能化技术在自动化控制中的应用[J].电子技术,2022,51(02):196-197.
- [2]孟莹,赵小江.井下原煤运输系统升级改造方案研究[J].煤矿机械,2021,42(08):135-137.
- [3]刘小明,李学有,刘治刚.梅花井煤矿原煤运输系统消缺优化与应用[J].能源科技,2020,18(S1):7-9.
- [4]韩健.煤矿综掘智能化开采技术研究[J].技术与市场,2021,28(02):124-125.