

选煤厂典型设备控制原理分析

徐志勇

中国煤炭科工集团开采研究院有限公司, 北京 100123

[摘要]文中对选煤厂集中控制中典型设备的控制原理及其在实践中改进演化版本的论述,分析各种控制原理的优缺点,分析其在应用中对管理、技术方面的影响,比选出合理、简洁、可靠的控制原理,在选煤厂设计、运营中实践。

[关键词]选煤厂;集中控制;控制原理

DOI: 10.33142/aem.v5i8.9459

中图分类号: TD94

文献标识码: A

Control Principle Analysis of Typical Equipment in Coal Preparation Plant

XU Zhiyong

China Coal Technology & Engineering Group Mining Research Institute Co., Ltd., Beijing, 100123, China

Abstract: This paper discusses the control principle of typical equipment in centralized control of coal preparation plant and its improved evolution version in practice, analyzes the advantages and disadvantages of various control principles, analyzes their impact on management and technology in application, compares and selects reasonable, simple and reliable control principles, and practices them in design and operation of coal preparation plant.

Keywords: coal preparation plant; centralized control; control principle

引言

在选煤厂设计和运行中,集中控制是非常重要的一个组成部分。集中控制在整体项目中所占的投资比例虽然不高;其作用和影响却不小;关系着实际使用中操作的灵活性、运行的可靠性、产品的稳定性、管理的便捷性。选煤厂集中控制设计涵盖的内容很多,本文从理论和实践两方面,仅就最普通也最典型设备的控制原理进行分析阐述,从中筛选出较为合理、简洁的控制方式,以便在设计实践中比较选用。

1 选煤厂设备的大致情况

选煤厂设备数量大、种类多,运行方式复杂多样。从是否出于工艺流程划分,可分为工艺设备、辅助设备。而工艺设备中,从控制的提供者角度可以分为两类,一类设备采用现场电控箱(简称电控箱——集配电与控制两种功能于一体),一类设备采用现场控制箱(简称控制箱——仅作控制用)。

如空压机、压滤机、除铁器、加药设备等,厂商在供货设备时配套提供电控箱,其供电与控制关系见图1。像压滤机等单机自动化设备,其工作机理自成系统,在提交的订货技术文件中应明确规定电控箱需要配置的信号接口,如远程就地转换、设备启动停止、运行状态、故障等常规信号,本设备的特有信号,是否需要通信及通信接口类型等。同时,还需要做好与紧前、紧后设备的信号闭锁。此类设备低压柜提供配电回路,馈出电力电缆接入电控箱,再由电控箱引至设备。一次动力回路与二次控制回路均在箱体内。控制回路电源一般为交流 220V,如果设备电源为交流 380V,控制电源取其中一相;如果设备电源为交流 660V,需要经变压器取得交流 220V 电源。

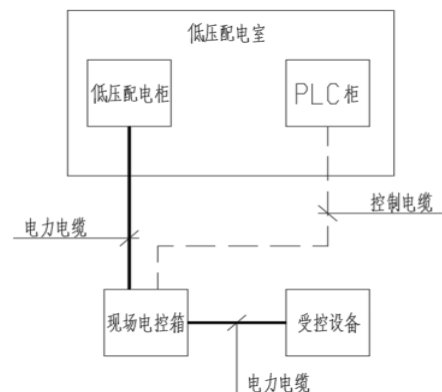


图1 厂家配套电控箱设备控制关系图

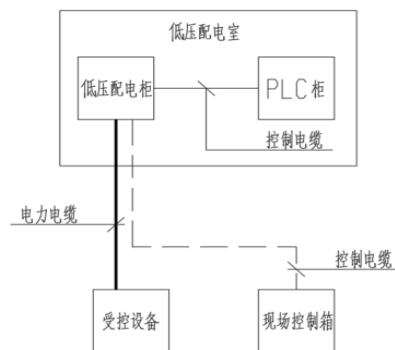


图2 设计后配控制箱设备控制关系图

大部分工艺设备由集控方提供控制箱,设备厂商仅提供设备。这种模式下动力电缆由低压柜直接引至设备,一次动力回路与控制回路均在低压柜内。控制箱有两个作用,

一方面作为控制回路的一部分,操作按钮设置在控制箱上;另一方面控制箱作为中转箱,设备的监测、保护信号分别引至控制箱,转成多芯线缆引至低压柜或 PLC 柜,其供电与控制关系见图 2。最初像破碎机、离心机等设备也是由厂家配套电控箱,实践中逐步都采用由集控统一配置控制箱的方式。一方面,这类设备的控制逻辑并不复杂,另一方面,这些设备的控制原理因生产厂商不同而差异很大,不利于控制逻辑的统一。再有,其所采用的电器元件良莠不齐,箱体加工工艺不过关,使用后造成安全隐患。故在实践中这类设备也逐渐由集控方按统一标准设计实施。

由集控方提供的控制箱,优点是箱体规格统一,箱体内存取的元器件品牌统一,采用的控制原理图内核一致,便于日常维护管理。由设备厂商配套提供的电控箱,优点是其控制原理沿用多年,能较好地发挥设备自身特点,也能将各种保护考虑周全。缺点是规格型号、箱体内内存取的元器件因设备厂商而异,给日常维护、备品备件造成困难。对于比较复杂、自动化程度高且自成体系必须由设备厂商配套电控箱的设备,有必要在拟定订货技术要求时明确电控箱的颜色、防护等级、箱内内存取的元器件、集中控制接口、是否通讯及通讯协议等相关内容。

2 典型设备的控制原理及演化

2.1 较早时期控制原理

普通的由小功率单方向电机驱动的设备,如磁选机、筛子等,其控制原理比较典型,其他的设备都可以在这类设备的控制原理上增添相应的功能得来。其控制逻辑本身并不复杂,图 3 是比较早期的一种型式。

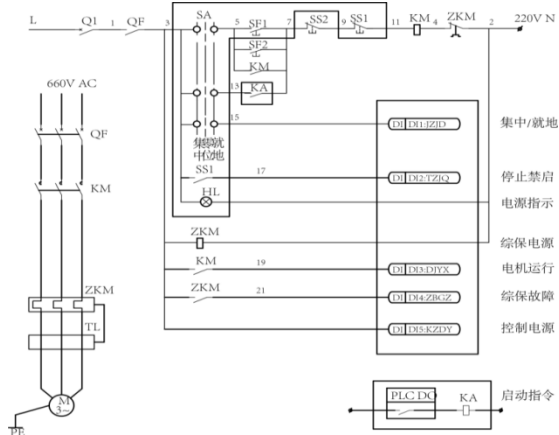


图 3 早期控制原理图

图中,虚线框表示元件在现场控制箱上(内),点画线框表示元件在 PLC 控制柜内,其他元件在低压柜内。断路器 Q 1 为控制回路电源开关, Q F 为主回路断路器辅助开关,主回路断路器合闸后,控制回路才能上电。H L 为控制箱上带电指示灯。主回路加了零序电流互感器,当采用电机综合保护器时,零序电流互感器信号可以接到电机综合保护器上,否则需要增加电流继电器。SA 为集控/就地转换开关, SF1、SF2 为启动按钮, SS1、SS2 为停止按钮。

其中 SF2、SS2 在低压配电柜上。一般情况下,设备都在集控状态下启停,仅在调试和维修时打在就地位置上。

笔者认为,控制原理图的设计不仅是技术问题,也涉及到管理问题,当一种控制原理或者控制方式确定后,日常操作和维护管理就必然与其相匹配和适应,控制原理或方式的微小差异或者改动就有可能带来运维管理上的较大变化。按图 3 的控制逻辑,不计及调试情形,当需要对设备进行维修时,需要有工作人员到设备控制箱将转换开关 SA 打在就地位置,维修结束,再将 SA 打在集控位。而设置于两处位置的 SF1、SF2、SS1、SS2,看似增加了便利性,可在实践中发现,这种模式反而有着很大的安全隐患,因为控制箱与低压配电柜不在同一处,如果在没有及时沟通的情况下,低压配电室的工作人员按下按钮,就有造成事故的可能。现场操作的时候,需要在低压配电室、现场做好施工标记,并进行及时沟通的情况下方能操作设备。

在实践中,我们在图 3 的基础上进行了简化,去掉低压配电柜上的 SF2、SS2 按钮。采用的器件少了,与此相关的安全隐患也少了,这可以说是一种进步。但 SA 转换开关的使用,仍然需要工作人员跑去现场确认、操作。特别是设备数量多、设备各自位置相距较远的情况下,不仅增加工作人员劳动强度,效率也比较低下。而因工作人员误操作的隐患仍然存在。

2.2 目前较多采用的控制原理

在生产实践中,特别是现场操作工人使用反馈、沟通交流,对上述原理图进一步改进,有了图 4 的控制原理图。与图 3 或其改进版相比,图 4 最大的变化是去掉了转换开关,并将现场启动信号送入 PLC。集控与就地转换通过编程逻辑实现,由集控人员操作。当集控人员将设备打在就地时,控制箱的启动信号也需要 PLC 程序实现设备启动。而在集控位时,即便现场操作人员按下启动按钮,设备也无反应。这种模式加大了集控室及集控操作人员的权限,简化了维修时操作的繁杂程度,操作人员与集控室语音沟通后即可配合完成各项操作。

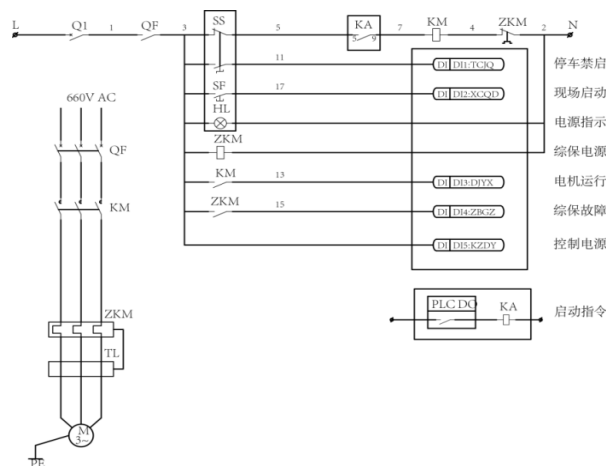


图 4 改进后设备控制原理图

图4中, DI1—DI5 是 PLC 的输入信号。DI1 为停止禁启, 在控制箱上为蘑菇头带自锁功能的常开按钮, 一般为现场紧急状况时工作人员触发, 不论是集控状态还是手动状态, 该按钮优先级最高。此信号被触发后, 按钮保持被拍下时状态, 信号持续接通, 此时该设备处于禁启状态, 只有人工旋转按钮复位, 该状态得以解除。

DI2 为现场启动信号, 控制箱上为一般常开按钮, 按下时接通, 松手断开。编程时该信号作为设备启动的触发信号, 可通过 PLC 输出触点作为自保持信号, 与硬线路中的接触器常开信号作为自保持信号功能相同。这样做法可以省去硬接线的自保持信号回路, 且省掉接触器的一个常开触点。一般是在调试和检修时执行这种操作模式。

DI3 是设备运行反馈信号, 采集接触器的常开触点信号, 用于反映设备是否处于运行状态。

DI4 是综保故障信号, PLC 接收到此信号表明设备出现故障, 提醒工作人员通过检查综保显示屏上故障代码了解具体故障情况。如果综保具备通讯接口并与 PLC 建立通讯, 则故障信息可直接由 PLC 读取并显示。

DI5 是控制电源指示。从控制原理图上可以看出, 首先需要打开控制开关 Q1, 若此时主回路接通, 则主回路中断路器 QF 的辅助触点也接通, 控制回路得电。若 Q1 或 QF 辅助触点任一开关未接通, 控制回路不得电。也就是说, 当 PLC 接收到 DI5 信号的时候, 表明主回路、控制回路均正常通电。在现场, 控制箱上也设置了指示灯用以指示该设备的电状态, 有利于工作人员直观判断设备电源状态是否正常。

图4所示控制原理是在现行选煤厂集中控制中采用较多的形式。笔者参与的多个选煤厂的设计或总承包采用了这种控制原理。现场反馈这种控制模式无论在操作便捷方面、简化管理流程方面、整体的安全性与可靠性都有改善。

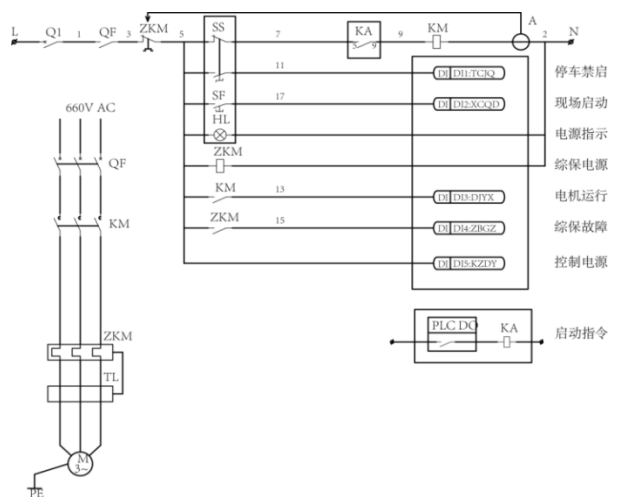


图5 综保信号位置调整后的控制原理图

同样是图4的控制原理, 笔者设计中曾将热继电器或者电机综合保护器的常闭信号从图中A位置, 挪到B位置, 见图5。从控制原理上这样做似乎与改动前没有区别, 但

这种改动实际上不妥。如果电机过载导致电机综合保护器动作, 或者电机综合保护器故障, 都会导致后面的电路失电, 控制电路失效, 但操作人员无法判断是哪种因素导致控制失效, 不利于操作人员快速定位故障原因。

2.3 低压柜至 PLC 柜信号传输

开关量信号从低压柜接至 PLC 柜时, 可以经中间继电器隔离得到纯净无源信号, 也可以直接送到 PLC 输入端。经过继电器隔离后, PLC 的 DI 输入模块可以采用 DC24V 型号。继电器的设置地点, 可以选择放在低压柜中, 这样因设备配电回路分散在不同低压柜中, 继电器设置也相对分散; 后一种方式将继电器集中设置于 PLC 柜中。采用继电器隔离的优点是给到 PLC 的信号是纯净的无源信号。缺点是需要大量中间继电器, PLC 柜体数量会相应增加。其次, 多了中间继电器, 也就增加了许多可能的故障点。实际应用中, 经常遇到从 PLC 模块来看, 输出信号已经发出, 但现场设备无动作; 或者输入信号已经进到控制柜, 但 PLC 相应的输入模块点位无信号的问题。这都是因为继电器出现故障导致的。现场检测发现, 很多时候继电器线圈已经通电, 但触点却吸合不到位, 导致信号无法接通。

另外一个解决方式是采用继电器型 PLC 模块, 即现场反馈来的无源信号直接以交流 220V 电压接入 PLC 模块, 这样可以减少 PLC 柜体的数量; 不使用继电器做信号中转, 省去了大量中间环节, 减少了大量的故障点, 系统的可靠性有很大提升。缺点是, 这样的 PLC 模块一般输入点位不多, 以 8 点和 16 点居多, 同样的点位总量, 所需要的 PLC DI 模块数量更多。

笔者认为, 综合比较起来, 两者的造价相差不大。信号不经中间继电器直接入 PLC 模式, PLC 柜数量少 (在较大规模控制系统中体现明显), 占地面积小, 故障点少, 在建设方无特殊要求时采用。

不论采用哪种方式, 送往 PLC 或送往隔离继电器的开关量信号, 均应为无源信号。

2.4 其他设备控制原理

其他类型设备控制原理基本是在图4基础上增改、调整得来。

(1) 55kW 及以上电动机增加电流监测, 且现场控制箱装设电流表。电流监测的解决方法, 电机综合保护器 4~20mA 信号送至 PLC, 由接在主回路中的电流互感器引出至控制箱电流表。随着选煤厂智能化要求越来越高, 对设备的监控不限于功率大小, 根据需求采集设备的状态信息, 采用具备通讯端口的电机综合保护器, 将电压、电流、频率等电量信号以通讯方式传输到 PLC 端。

(2) 正反转设备, 正、反转分别控制, 且增加了互锁设置。

(3) 带式输送机、刮板机等设备, 除了基本的控制及状态反馈信号, 还增加了拉绳、跑偏、堵煤、失速、撕

裂、烟雾、断链等保护信号,用于对设备的各种异常状态及时反应,针对异常状态等级自动给设备发出停机等指令。这些保护信号分别接入控制箱,从控制箱往低压柜或 PLC 柜采用多芯电缆集中传输。

3 设备控制原理的发展展望

随着智能化的加速发展,对选煤厂智能化要求越来越高,上述控制原理中仅采集设备的运行、故障、电流等反馈信息只能满足自动化需求,远远无法满足智能化要求。例如设备全生命周期管理体系的开发与应用,对设备的状态监测提出了更高要求,增加了振动监测、温度监测等手段,实时监控设备的状态,提前预判并提出设备维护、润

滑、修理、更换零部件等运维计划,提出备品备件、库存、采购等计划,让选煤厂的运行更加顺畅,减小非计划停产的可能。

[参考文献]

- [1]李诗雨,王新春.洗煤自动控制系统设计[J].智库时代,2017(13):56.
- [2]刘存喜.选煤厂监控系统的自动化改造[J].工矿自动化,2010(2):175.

作者简介:徐志勇(1975.11),毕业院校:北京建筑大学,所学专业:控制理论与控制工程,当前就职单位:中煤科工开采研究院有限公司,职称级别:工程师。