

煤层气集气站 PLC 控制系统设计

赵瑞峰（山西蓝焰煤层气集团有限责任公司，山西 晋城 048000）

摘要：煤层气是与煤伴生、共生的一种在国际上新兴起的洁净、优质能源，这种优质能源以甲烷为主要成分，是存在于煤层当中的一种烃类气体，存在形式一般表现为吸附在煤基质颗粒表面。这种新型能源的开发利用在多方面体现了明显的优势作用。因此，设计煤层气集气站 PLC 控制系统十分重要，本文主要对集气站的特点及 PLC 控制系统的设计要点进行分析探讨，为后续系统设计提供参考。

关键词：煤层气；集气站；PLC 控制系统；设计

煤层气优势多，首先作为一种清洁能源，可以和天然气混输混用，而且使用效率极高，几乎不存在废气。其次，作为一种比较特殊的气体，基本不存在爆炸等安全风险，其安全系数高，而且可以在采煤之前提前进行煤层气的开采，对于提升整体煤炭资源开采安全性有重要作用。最后，煤层气具有较高的热值，可以实现能量转化，具有较大的经济价值。由于煤层气是一种非常规的天然气，现阶段大多数地区的产业群已经形成了小型生产规模，所以已经出现了大量的煤层气 CNG 站、LNG 站、集气站。在此基础上，如何开发利用煤层气作为意义重大的项目受到各单位重视，与此同时，集气站系统的设计工作作为主要环节显得尤为重要。

1 煤层气集输工艺流程

设计 PLC 控制系统首先要了解煤层气集输工艺流程。大概流程是向输气干线或者脱硫脱水厂运送已经经过加热、降压、（或者是加压降温）、分离、增压、脱水、计量的煤层气。在整个集输过程中有一重要原则，那就是煤层气必须从井口输送，而且要符合经济节约要求，处理过后所产出的资源也必须符合相关环保标准。除此之外，还要注意煤层气直接从单井当中采出是不符合相关外输要求的，此时不能进行集中输送，必须由集气站控制系统统一处理且净化残留水分和固体杂质，经过一系列特殊处理才能够进行输送。煤层气作为一种伴生共生的烃类气体资源与煤层岩石的基本结构特征有十分紧密的联系，所以具体的开采必须参照煤层气的产生特点和保存要求，如果盲目进行开采，必然会导致资源浪费，甚至会出现安全事故，根据过往开采情况，建议施工团队结合天然气开采技术，并同步利用地面钻井技术。将由单井开采出的气体资源要使用统一集中输送的方式进行相关处理，确保无误后才能进行集输。在此过程中，气液分离器起

到了至关重要的作用。煤层气资源从单井中开采出来，可能含有一定量的水分，处理不干净就会导致资源利用率下降，所以此时需要使用气液分离器将油管中产出的水或者套管中阐述的气体在井口处进行分离，之后才将气体和液体分别输送至相关的处理点矿场。另外需要注意的是集气管网包括采气管线、集气支线、集气干线等不同线路。

具体如下：采气管线是指气井到集气站所使用的多个井口以单管串联的方式到集气站的管线；集气支线是各个集气站与集气站的管线或者是各个集气站与集气干线之间的管线；集气干线是将各个集气站以及集气支线的气体输送到集中处理增压站的管线。开采和运输过程中要高度关注气田的压力状况，如果出现了明显的压力降低需要通过增压设备进行增压，此时才能确保井口的回压处于稳定状态，正常的气井开采和生产工作才能顺利完成，开采效率保持在稳定状态。综合来看，由集气干线输送过来的煤层气，在集中处理增压站进行过滤分离、干线计量、增压、脱水、外输计量多步处理，最终去往外输管道。

2 集气站工艺

煤层气集气站甚至在常温下对多口井采气的集中处理平台，主要通过集气管线和各个单井采集位置相连，为了确保每层期资源的顺利开采和利用，需要在单井安装一套同时具备调压、分离、计量和保温功能的设备。综合来看，集气站的采气流程如下：从单井内开采出来的煤层气资源要首先经过降压处理阶段，结束后进入加热炉，此阶段的主要作用是避免节流降压过程中由于温度过低出现水合物，加热完成后气体进入气液分离器，去除液体及固体杂质，此时煤层气资源可以通过管线进入集气站。简单概括为加热、节流、分离、脱水、计量、输出。工作过程并不复杂，但是涉及到了多个细节控制。

3 PLC 程序设计

3.1 STEP7 基本介绍

STEP7 是用于组态和编程的标准软件包，作为工业软件的重要组成部分，其中包括了大量常用的应用工具，在 PLC 程序设计工作中的重要性不言而喻。本次集气站 PLC 程序设计研究应用到 SMATIC 管理器、编程语言、硬件组态等，借助 STEP7 可以实现简单直观的观测，使用非常方便快捷。其本质作用是储存为控制方案生成的数据和程序，其中也包括硬件组态的数据和网络通信数据等等，符合此次 PLC 系统设计研究的内容。

为了顺利完成研究工作，将项目中所采集到的数据在 STEP7 中进行对应数据块的创建，软件具有自动分配系统地址的功能，通过此功能的应用，再加上地址对应，可以实现与上位机的连接。需要注意的 STEP7 平台编程语言包括梯形图、语句表等等，为了使用更加简单快捷，可以将程序分解成单独的、自成体系的部分，这样即使是大规模的程序也变得更容易处理和理解，同时也能简化流程，更具模块化和组织化的特点，后续进行数据修改更加简单。具体来讲，STEP7 包括多个组成，首先组织块（OB）是系统和用户程序的接口，应用时由系统进行调用，可以执行控制循环和中断驱动的任务。功能（FC）是用户可以自己编程的模块，这一部分也是用户自己将数据储存的模块，执行完成后，这些临时数据就不存在了。功能块（FB）也是用户自己编程的块，但是它和 FC 之间有一定区别，它具有储存功能，当模块执行完成后，数据仍然存在。系统功能块（SFB）和系统功能（SFC）是为用户提供已经编程好的程序的块，可以直接使用。

3.2 数据采集程序设计

数据由 AI 传输后首先进入 PLC 控制系统，然后技术人员需要通过在三中的编程将相应数据进行连接并上传，之后可以在 PC 机中显示各监控数据的参数状态。由于 AI 模块所传输的信号是 4-20mA 的标准电信号，而这种信号是不可能通过简单的直接对应显示，所以还需要进行一个简单的转换，这主要是在编程工作中完成的，具体流程需要重点考虑以下几个问题：

- ①进入的信号类型是 WORD 信号，但是最终可查看的是 REAL 型数据信号。数据信号的类型不能搞错；
- ②量程转换非常重要，由 AI 数据传输上来的信号均

表现为标准电信号，但是最终需要转换为 0-100 量程，在这个过程中要考虑是否可以通过调用已经编写完成的功能块减少工作量；③数据对接工作非常重要，必须完成清晰的数据分组和地址对应，避免出现上位机与下位机连接错误。

3.3 PID 控制

PID 编程控制是 PLC 控制系统设计的重要环节，通过 PID 控制可以实时显示并控制相关参数，同时可借助相关模块将控制信号传输到对应端口，从而快速进行数据调节。

3.3.1 FB41 调用实现变量控制

STEP7 中包含了大量的标准软件包，其中也包含了功能强大的 FB41 功能块。控制系统的设计需要注重编程逻辑是否符合设计标准，此次设计主要借助 FB41 实现变量控制的。其原理是此模块儿适用于连续控制的 PID，因此可完成控制连续变化模拟量，然后可通过在 OB100 中调用一次实现对 PID 的初始化设置。但是在初始化过程中最为关键的是如何将参数进行置位，一般情况下进行 PID 调用是在 OB35 中完成的，时间不超过 200MS。由于整个处理过程比较复杂，涉及到了多个背景数据块和需要进行程序单独编写的功能块，而且还需要进行多个变量的控制，不同变量所设置的控制程序参数也有区别，所以需要做好相关数据的对接。

3.3.2 模拟量输出程序编写

模拟量输出程序的编写可以参考数据采集过程中的数据转换，这一步骤所涉及的数据量转换与 AI 端口所输出的标准电信号转换为 REAL 型信号的过程是比较类似的。

3.3.3 PID 控制程序

PID 控制功能需要调用 FB41，过程并不复杂，但是精细程度高，要注意程序编写的正确性。对于没有进行赋值的引用，可以直接使用默认参数，然后将数据写入 FC2 功能块，输出为 PQW512 即完成整个控制程序编写。

3.4 RTU 通讯

RTU 通讯是此次 PLC 控制系统设计研究的重难点，主要通过 CP341 完成远程数据的传输和控制，通讯接口是 RS485，通讯协议为 Modbus RTU 协议。Master 端是整个数据远程传送过程中的数据发送主站，Slave 是数据接收从站，主站端可以直接进行从站端的修改，而这一过程中，PLC 程序设计尤为重要。

首先要进行串口通讯的初始化,然后进行测试,确定测试正确后由主站向从站发送命令,之后在进行数据校验,如果校验失败,则需要主站重新进行命令发送。

3.4.1 CP341 发送主站命令的程序设计

本次研究需要进行远程通信的包括六个集气站,每个集气站至少采集三个数据,所以从数据情况上来看,至少需要六台从站,且每台站至少有三个数据,有条件的情况下可以设置更多。此时可通过轮询的方式进行通讯,为了确保命令传输的正确性,标记为1-6,六条命令的功能代码均为02。

3.4.2 CP341 接收从站数据的程序设计

对于整个接收数据的过程来讲,CP341的主要作用是将有用的数据信息进行分析和整理,然后有用信息需保存到对应模块,无用信息可直接删除。

4 HMI 人机交互平台的方案设计

本次煤气厂集气站 PLC 控制系统研究除了编程及数据传输的研究重点外,还要重点关注软件方案设计。随着技术发展水平的不断上升,人机交互运行模式在各类实践操作中应用非常广泛,此次研究选用 HMI 人机交互平台实现依托组态软件 WinCC。整个操作过程需要设计具有监控功能的模块,而且平台应用界面要以简单友好为主要特点,易上手,并且易操作,便于各项实施监测的顺利进行,同时还要设计研究具有方便快捷报警功能的平台。

4.1 监控系统功能需求分析

设计内容必须符合项目的基本设计要求,以满足客户预期目标为设计准则。煤层气集气站 PLC 系统平台主要作用是通过实现数据监测和报警功能提升煤层气采集和运输效率,所以涉及人际交互平台要关注以下几个要点:

①工艺流程的监控界面必须具备实时显示现场采集参数的功能,而且对于需要进行 PID 控制的各个参数要有清晰的闭环控制体现,除此之外,还要对相应的增益积分时间进行设定;②参数标准的设定界面应汇总现场工艺参数,并明确显示上下线设定数据,以图或者报表的形式展现数据的上下浮动情况;③简单的报警功能同样是人机交互平台必须具备的功能之一。设计标准参数时,各个参数都有相应标准,一旦监测数据出现低于下限或者高于上限时,应给予警报;④提供查看往期数据及历史曲线的功能,帮助用户迅速且直观的查看参数。

4.2 数据采集与监控系统 HMI 人机交互平台结构设计

4.2.1 平台开发环境

煤层气集气站 PLC 控制系统监控平台界面开发采用了西门子的一款组态软件——WinCC,这一软件包括一系列具有自动化控制功能的模块,具体包括监控界面、变量管理、数据上下限参数控制、自动报警功能等等。这些功能的实现都必须根据不同模块的具体应用和调节算法实现。

综合来看,系统功能比较强大,在多项工程的模拟监控中均有所应用,而且具有数据有效归档功能,用户可以实时查阅相关数据及历史信息,对煤层气资源开采起到重要作用。

4.2.2 结构功能设计

煤层气集气站数据采集和监控平台的功能是符合系统功能需求的,系统设计时可通过两个部分表现,即采集数据和基本的监控及报警,主要借助下位机在 STEP7 中的程序编写完成相关的传输和实时监测。

4.2.3 平台数据变量信息管理

由于煤层气集气站 PLC 控制系统所采集的数据变量信息大多数为实时检测数据,所以其中还包括用户信息及平台搭建所涉及的各项参数,因此做好变量信息管理工作十分重要。既可以通过直接连接下位机的方式进行相关实测数据的管理,也可以进行系统数据控制。为了减少后期维护管理数据量,可以根据实际变量情况对参数进行分组。

5 结束语

综上所述,煤层气资源作为一种洁净能源,在后续发展中必将起到重要作用,其收集、输送工作受到各单位的高度重视,而煤层气集气站用于 PLC 控制研究并不是最新的课题,但仍具有重要性,主要亮点在于硬件的冗余配置和系统的实用性。目前仍在不断进行煤层气技术工艺相关控制系统的探索,本文主要分析 PLC 制系统中的各项要点,同时分析人机交互平台的系统设计,希望为后续系统研究提供参考。

参考文献:

- [1] 程鑫. 丘东集气站压缩机控制系统升级改造 [J]. 化工管理, 2017(16):149.
- [2] 陈光益, 周杨飞. 基于 PLC 的煤层气无人值守集气站控制系统 [J]. 自动化博览, 2016(12):86-87+91.
- [3] 李涛. 基于 PLC 的天然气集气站检测控制系统的研究与设计 [J]. 石油和化工设备, 2015, 18(12):53-56.