

浅谈化工在线分析仪表气体回收系统自控技术

张姝颖
(北京石油化工工程有限公司西安分公司 陕西 西安 710075)

摘要: 化工领域会经常使用在线分析仪表,很多仪表在工作时需要提前制备气相,制备过程中会造成大量的能源浪费。基于该问题设计研究的一种气体回收系统及其自动化控制系统,可以对化工在线分析过程中产生的气相进行收集再利用。本文详细介绍了气体回收系统的整体结构及其自动化控制系统。该系统在很多在线分析仪表中得以实践应用,具有一定的推广应用价值。

关键词: 化工行业;在线分析;仪表设备;气体回收;自控技术

0 引言

化工领域在开展研究或者生产实践中,都需要进行很多检测和分析工作,这些都会使用大量的分析仪表。为了提升检验分析的效率,出现了很多在线分析仪表,比如常见的有基于色谱技术和红外技术的在线分析仪表。在检测过程中会产生一定的气相,对于传统的在线分析仪表,这些气相通常都直接向外排放,不仅造成了资源的浪费,也对环境造成了一定程度的污染,不利于化工行业的可持续发展。针对该问题,本文设计研究了一种气体回收系统及其自动控制系统,该系统可以对化工领域在线分析检测仪表在工作时产生的气体进行回收。目前该系统已经在很多在线检测设备中得以实践应用,取得了很好的应用效果,值得进一步推广应用。

1 气体回收系统及其自控技术的原理

1.1 气体回收系统构成

气体回收系统的作用主要是对化工领域使用的在线检测仪表工作时产生的气体进行回收利用,避免资源浪费的同时保护环境。如图所示为结合实际情况设计研究的气体回收系统整体原理框图。由图可知,整个气体回收系统由6大部分构成,分别为控制系统、检测系统、稳压系统、增压系统、增压罐、缓冲罐等。对于在线分析仪表,相应气体通常需要进行前处理和预处理后才会进入到分析仪表中。但是前期准备的大量气体只有很少一部分会真正进入在线分析仪表。在气体回收系统的作用下,没有进入在线分析仪表中的气体直接进入增压罐中,经过在线分析仪表处理后的气体则进入到缓冲罐中。当增压罐内的气体压力达到一定程度时,内部气体可以通过管道重新返回到前处理设备中,再次进入在线分析仪表进行处理。通过这种方式可以节约待检测气相的制备工作,达到节省资源、降低环境污染的目的。

系统的工作过程可以划分成为三个阶段,分别为输入值设定、系统调节和联锁响应,以下对气体回收系统设计的主要环节或者核心设备进行详细介绍。

①输入值设定。控制系统的输入值主要是缓冲罐和增压罐的压力值,需要通过压力传感器分别对以上两个装置的压力值进行实时检测。传感器检测获得的是模拟量信号,需

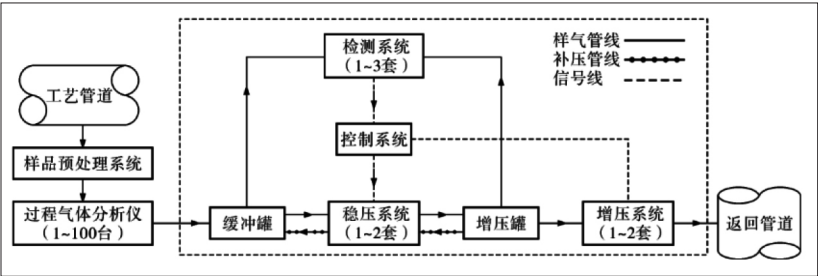


图 气体回收系统的原理框图

要将其转变成 4~20mA 的数字量信号。合理的选择压力传感器量程非常重要,会直接影响最终的检测结果精度。具体而言,对于增压罐中使用的压力传感器,需要充分根据系统使用的低压返回管线内部的压力大小,科学合理选择压力传感器的量程。对于缓冲罐,选用的压力传感器量程范围越小意味着设备的精度越高,对于控制系统运行稳定性越有利。结合实际情况,缓冲罐中使用的压力传感器量程在 -300~300Pa 范围内。

②系统调节。利用传感器检测得到的增压罐和缓冲罐压力信号值,通过网络通道传输到 PLC 控制器中进行分析和处理。控制器通过 PID 控制程序进行运算,基于运算结果下达控制指令,通过变频器调节输出电压,进而控制增压罐和缓冲罐调节阀的开启程度以及相关泵的旋转速度。其中,增压罐和缓冲罐分别采用的是开环设计和闭环设计,当压力传感器检测得到的压力值越大,那么增压罐对应的调节阀开启程度越大,缓冲罐对应的调节阀开启程度越小。

③联锁响应。当缓冲罐出现断电或者其他故障问题时,缓冲罐内的压力可能会越来越大。当罐内压力增加到 50Pa 以上时,控制系统会将缓冲罐对应的电磁放空阀开启,以释放缓冲罐内气体的压力,防止过大的气体压力对在线分析仪表造成不可挽回的损伤。与此同时,缓冲罐对应的故障报警灯常亮并发出声音警报,并向外部节点发出报警信号,提示缓冲罐存在故障问题。如果增压罐出现故障问题导致罐内的压力超过了系统设定值的 30% 以上时,增压罐对应的安全阀门开启,释放增压罐内的压力,保护在线分析仪表,同时对应的报警指示灯常亮并发出声音警报,以提示工作人员增压罐存在故障问题,需要及时处理。

1.2 PLC 压力控制系统

PLC 控制器采用的是 S7-1200 型号, 该型号控制器在工业领域获得了非常广泛的应用, 运行过程稳定、价格便宜。利用 S7-1200 型号 PLC 控制器, 基于 PID 控制程序对化工在线分析仪表气体回收系统进行自动化控制。相关的控制流程主要包含以下 4 个方面:

第一, 当传感器检测得到的缓冲罐内部压力超过 0Pa 时, 则控制对应的调节阀处于关闭状态; 第二, 当传感器检测得到的缓冲罐内部压力小于 0Pa 时, 则控制对应的调节阀开启, 并且内部压力值越小, 调节阀开启程度越大, 以便气体更快地进入缓冲罐内, 增加内部压力; 第三, 随着缓冲罐内部压力逐渐增大并趋近于 0Pa 时, 控制系统逐渐调小对应调节阀的开启程度, 指导关闭为止; 第四, 气体回收系统不得干扰化工在线分析仪表的正常工作, 因此必须保障在线分析仪表出口压力达到相关的要求, 通常情况下要求为 0Pa。

PLC 控制器在对增压罐内气体压力进行控制时, 通常以低压返回管线内部压力作为标准进行控制。采用的仍然为 PID 控制模式, 主要是因为 PID 控制模式与其他控制模式相比较而言更加稳定。控制过程中, 要求增压罐内的气体压力要比低压返回管线内部压力大, 只有这样才能确保气体回收系统的正常和稳定运行。

1.3 变频器压力控制调节

如果缓冲罐内部的气体压力超过 0Pa, 此时控制系统会启动气体隔膜泵对缓冲罐内部的气体进行抽走处理, 降低缓冲罐内部的压力。气体隔膜泵前端设置有变频器, 以调节气体隔膜泵运行的转速, 变频器接收 PLC 控制器的控制, 同样采用的是 PID 控制模式。气体隔膜泵的启停及其运行速度都需要接受系统的控制。变频器和气体隔膜泵运行过程中的状态数据信息都需要通过传感器进行检测, 并传输到 PLC 控制器中进行分析和处理。如果缓冲罐内部的气体压力越大, 则气体隔膜泵的运行速度越高, 以便快速将缓冲罐内部的压力降低。如果缓冲罐内部的压力不是很大, 则气体隔膜泵的运行速度将会降低, 直到缓冲罐的压力降到 0Pa 为止。

2 气体回收系统的保护措施

缓冲罐内的压力理想值为 0Pa, 但实际操作中允许缓冲罐内的压力在 -15~15Pa 范围内进行波动。当在线分析仪表以及气体回收系统工作时, 如果发现意外情况, 出现故障问题时, 自控系统可以发出声光警报, 以提示工作人员及时进行处理。同时通过 PLC 控制系统将电磁阀打开, 把气体回收系统中的气体向外释放, 避免系统内部压力过大, 对气体回收系统或者在线分析仪表造成不可挽回的损失。当工作人员处理完故障, 确保安全的情况下可以将电池阀完全关闭,

重新启动在线分析仪表和气体回收系统。气体回收系统具有很高的防爆等级和防护等级。

3 气体回收系统具体操作流程

需要重点说明的是, 在正式启用气体回收系统之前必须确保化工在线分析仪表处于停止工作状态。因为在分析仪表正处于工作状态的情况下, 突然开启气体回收系统会对气体回收系统造成一定程度的损坏, 主要是会导致缓冲罐内出现较高的压力, 严重时导致在线分析仪表无法正常工作。

气体回收系统的主要操作流程如下: 第一, 对系统进行通电处理; 第二, 启动回收系统的自动控制系统, PLC 控制器等硬件和软件进行自检并归零; 第三, 开启调节阀助力气, 一般情况下就是仪表空气; 第四, 将各种泵的开关开启, 确保泵能够正常工作; 第五, 在气体回收系统通电 10 分钟以上后, 再开启化工在线分析仪表。

气体回收系统一旦开启工作后, 在自动控制系统的控制作用下, 完全能够自动化地完成所有的操作流程, 整个过程中无需人为干预。在自动控制系统的作用下可以确保缓冲罐内的压力时刻保持在 -15~15Pa 范围以内。当缓冲罐内部气体压力过低时, PLC 控制器会下达指令开启调节阀, 而当缓冲罐内部气体压力过高时, PLC 控制器会下达指令开启气体隔膜泵。为了对在线分析仪表进行保护, 在缓冲罐下方设置了手动操作放空阀。紧急情况下可以通过人工方式打开此阀门, 对缓冲罐内部的气体进行释放, 避免缓冲罐内部压力过大对在线分析仪表造成损坏。

4 结语

针对化工行业在线分析仪表工作时产生的大量气相浪费的问题, 设计研究了一种回收系统及其自动化控制技术, 可以对在线分析仪表工作时产生的气相进行回收再利用。目前该系统已经在很多化工在线分析表中得到了成功的应用, 并取得了很好的实践应用效果, 可以对相关的气相进行有效回收, 有效降低了气相制备的工作量, 达到了预期效果。应用该系统可以节省一定的资源并降低检测过程对环境造成的不良影响, 具有很好的推广应用价值。

参考文献:

- [1] 顾明. 试析在线分析仪表在化工生产中的应用 [J]. 化工设计通讯. 2016, 42(12): 94.
- [2] 刘玉成. 在线分析仪表样品预处理系统的特点及重要性探析 [J]. 建筑工程技术与设计. 2018(25): 4532.
- [3] 戴毓, 陈媛. 浅谈在线分析仪表在石油化工生产中的应用 [J]. 科技创新导报. 2019, 16(7): 100-101.

作者简介: 张姝颖 (1988-), 女, 汉族, 河南漯河人, 本科, 工程师, 研究方向: 化工仪表设计。