

天然气长输管道场站自动分输系统设计

雷震 (江苏省天然气有限公司, 江苏 南京 210004)

摘要: 本文基于公司天然气分输站现状, 提出场站自动分输改造的方案, 对长输天然气场站自动分输的控制流程要点进行分析与探讨, 以期能为其他管输公司场站自动化改造提供借鉴与参考。

关键词: 天然气; 长输管道; 自动化分输; 系统设计

1 天然气分输站改造前情况

我公司天然气管道运行由场站及调控中心两级控制实现, 场站均已建设 SCADA 控制系统。站场全年均安排操作人员值守, 负责站场工艺操作和日常运行管理。原场站工艺管道仅在进站、出站管道上安装有电动球阀, 在进行分输操作时, 值班员需要顺序打开过滤器支路, 流量计支路, 调流阀支路手阀, 在输气过程中根据调度指令或管网压力流量调整调流阀开度或调压器开度。场站工艺示意图如下所示:

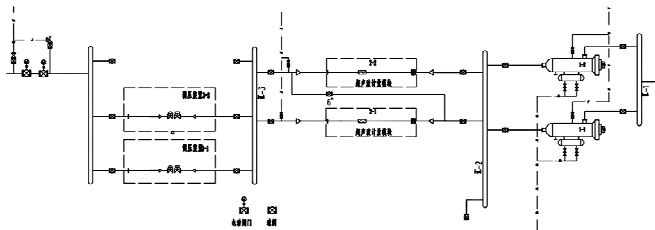


图1 改造前工艺示意图

输气工作中, 由于要根据实时情况和调度指令调节相关调压器, 调流阀参数, 操作人员工作时长, 操作频繁, 动作重复率高。场站 24h 值班需要安排 4 班 3 倒, 场站人工成本较高。

2 自动化改造方案

为提高场站运行安全性、运行平稳性、减少操作员工作强度, 针对各分输场站进行相关自动分输改造工作, 自动分输涉及场站自动化改造、工艺以及 SCADA 系统等多方面的改造。

2.1 提高场站设备自动化水平

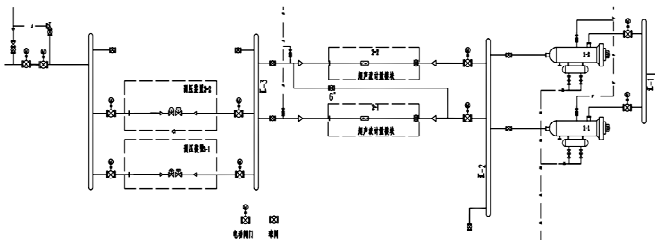


图2 改造后工艺示意图

为实现自动化操作, 将过滤器支路前、流量计支

路前、调流阀前后、调压器前后手阀全部改装为电动球阀, 计量支路正常运行时保持串联比对应状态, 减少人员手动操作工作。将原操作员完成的工作流程预设到 SCADA 系统中, 通过 SCADA 控制系统实现自动调流的目标, 减少人为操作, 保证管道安全、平稳、高效运行^[1]。图 2 为改造后的分输站工艺示意图。

2.2 重构 SCADA 系统程序

根据不同场站总结对应控制流程, 将由人工完成的分输流程改为自动控制, 将原来的手动微调改为自动调整, 构建了天然气分输站场自动化输气流程, 减少了人工操作, 提高了分输效率。将自动化分输流程分为一键启停功能模块和输气模块: 一键启停模块预置分输操作流程, 配合电动球阀、调流阀等自动化设备, 可大大减化操作员的工作量, 保证操作流程的正确性, 避免误操作损坏流量计、调压器超压切断^[2-3]。输气模块: 操作员可根据调度指令、下游用户输气特点、输气总量、输气时间选择合适的输气模式, 由 SCADA 系统完成供气任务, 操作员仅做核对和监督工作。相关设计如下:

2.2.1 一键启停设计

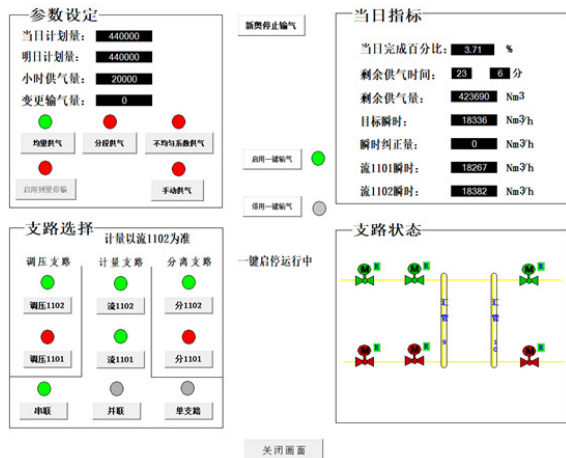


图3 操作界面示意图

根据实际控制流程在站控系统中新增一键启停输的功能和画面, 操作员在分输前选择场站过滤支路、

点击启动按钮后应弹出供气量、供气方式、开始供气时间、支路选择的再确认按钮，确认后开启对应供气支路电动阀，关闭备用支路电动阀，若开关对应阀门失败，则弹出对应阀门报警，暂停供气。启动按钮、停止按钮分别设置状态指示灯。以启动按钮为例，点击启动按钮前启动指示灯显示灰色，停止指示灯显示绿色；点击启动按钮后至完成启动流程前启动指示灯显示黄色，停止指示灯显示灰色；完成启动流程后启动指示灯显示绿色。启动流程如图 4 所示。

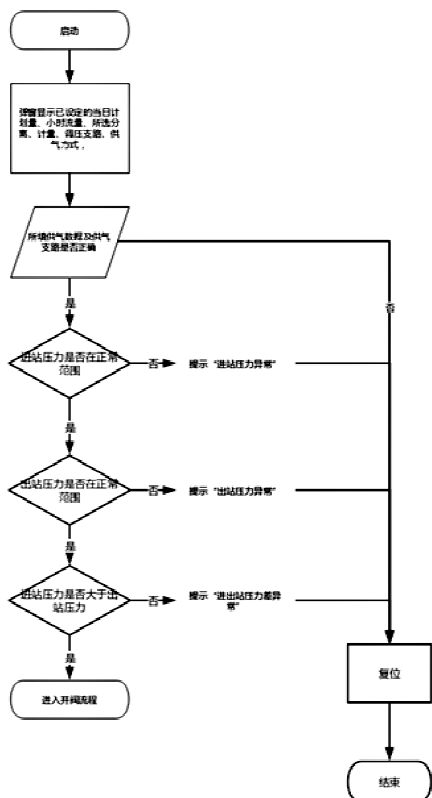


图 4 启动流程图

支路开关切换过程中若出现过滤分离、调压相关故障报警，可一键切换备用支路。在供气时可人工干预改变当日计划供气量、小时定量供气值、供气方式

以及供气支路,修改后弹出确认提示画面。点击一键启停控制界面停止按钮可关闭调压撬及其前后阀门暂停供气^[5]。

在系统参数设置完成后，SCADA 系统根据预定控制逻辑先进行设备自检，检查设备正常无误后，按照正常开阀流程先后开启相关支路电动阀，做好输气准备。

2.2.2 输气模块设计

根据场站下游输气需求总结出以下 4 种常用输气方式：均量供气，分段供气，不均匀系数供气，手动供气，并将流程预置到 SCADA 系统中：

①均量供气运行方式：以平均流量 24h 连续供气，每 20min 计算一次剩余供气量，根据结果判断是否调整瞬时流量。主要针对下游用户用量平稳的场站，在下游所需流量偏差不大的情况下通过 PID 控制保持流量稳定不变；

②分段供气运行方式：每日按照固定时间段供气，最多分 2 个时间段进行。当日指定量发生变时重新计算调整流量。主要满足下游用户高峰时段进行供气的需求；

③不均匀系数供气运行方式：24h 连续供气，不同时间段根据不均匀系数控制供气流量。设定全天供气量为 24，以小时为单位，分配系数，在供气高峰时设置较高系数，比如 1.9；在供气低谷时设定较低系数，比如：0.4。系数根据以往经验获得，主要针对全天时间段内供气流量上下变化较大的下游用户或每天在不同时间段需求量有明显变化的用户。如果当日总供气量发生变时，在填写变更输气量后，SCADA 系统可重新计算剩余供气量以便调整瞬时流量，保证在余下时间内完成供气任务；

④按特定计划供气运行方式: 用户用气不规律(限电厂用户)或因特殊作业、设备故障等特殊情况无法按以上方式运行时, 提前向调度提出申请, 调度制定临时运行计划进行供气。一般按照定流量或定压力完成相关供气任务, 将压力或流量控制在一定的偏差范围之内, 保证下游用户对压力或流量的需要。自动调压调流灵活准确, 调流阀控制偏差满足运行需要, 流量偏差控制在 0.5% 以内, 压力偏差控制在 2% 以内。

2.2.3 供气方案中连锁设计

①供气过程中可以通过站控权限切换供气方式（均量供气，分段供气，不均匀系数供气，手动供气间切换），切换时系统可做到无扰动切换，相关参数

不改变，无异常报警产生；

②供气过程中，SCADA 系统根据当日剩余供气量、剩余时间等数据每 10min 计算调整小时流量一次。系统在当日供气结束前一个小时判断是否进行 24h 连续供气，如果答案为“是”则不执行关闭流程，导入次日计划量继续供气；

③当日最后结束时间点与次日开始供气时间点同为早 8 点时，不论何种供气方式，在关阀前 1h 左右，根据实时供气流速，关阀时间等数据，预估关阀期间的供气量，在当日剩余供气量接近所算出的关阀期间供气量时关阀，供气误差控制可参考各站人工关阀时的平均误差，比人工控制精度高，实现“到量停输”；

④主备支路一键切换对于有主、备支路的设备，SCADA 系统实时监控各设备状态，主备支路一键切换功能实现站场过滤分离、调压支路的顺序自动切换，切换失败时弹出提示界面，支路处于串联或维护状态时不执行切换任务。

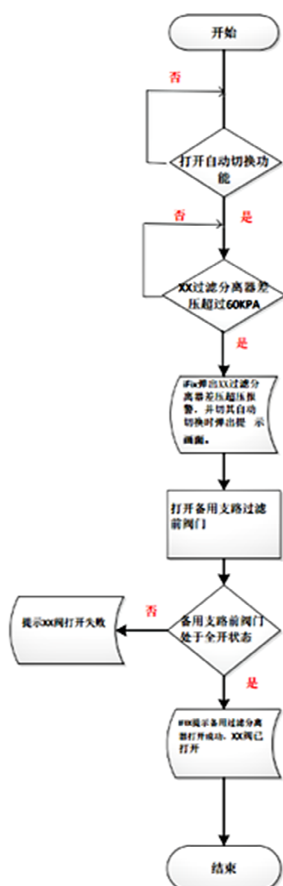


图 5 故障自动切换逻辑图

3 自动分输运行效果

在自动分输系统运行后，每天操作员工作调节量大幅下降。SCADA 系统根据实际需要可以快速调节到

位：以图 6 为例，现场流量计运行方式为串联比对模式，上方曲线为根据供气量和剩余时间计算得出的目标值，瞬时流量为单台流量计瞬时流量的 2 倍。下方曲线为单台流量计真实瞬时流量曲线。当改变当日供气量目标时，瞬时流量目标值发生变化后，SCADA 系统根据目标值自动调整调节阀开度，在 5min 内完成瞬时流量的调整，在长时间段保持平稳供气，没有大范围波动，也无需人员到达现场进行多次调整。

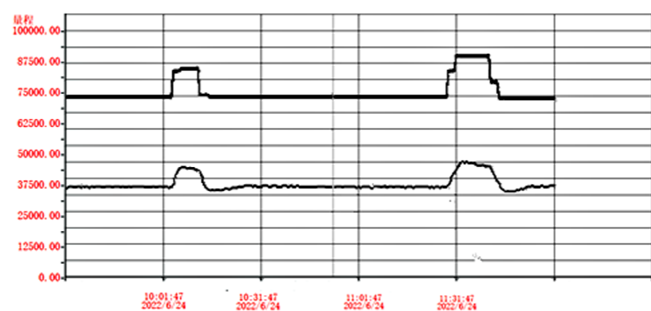


图 6 目标瞬时流量与真实瞬时流量对比图

4 结语

通过场站智能化改造，提高场站运行安全性；利用 SCADA 系统的逻辑功能，实现自动化分输，降低了人员工作强度，日供气量偏差可控制在目标总量的 0.02% 左右，很好的实现了供气目标。在 2021 年，公司已改造 7 个场站，改造后降低了人员工作强度，减少了场站值班人数，可以将更多的人员投入到巡检、维护等方面，更好地提高站场的安全水平。在 2022 年将继续完成余下场站的改造工作，提升整体长输管线的智能化运行水平。

参考文献：

- [1] 罗霄, 史大源, 陈钰婷. 站电气设备安全运行探究 [J]. 科技资讯, 2022,20(11):50-52.
- [2] 滕玉龙. 浅谈天然气场站电气自动化设备安全运行的对策分析 [J]. 中国设备工程, 2021(08):65-66.
- [3] 李虎. 天然气场站电气自动化设备安全运行对策 [J]. 化工设计通讯, 2020(11):109-110.
- [4] 郭婷婷. 关于电气自动化技术在油田生产中的应用探讨 [J]. 中国设备工程, 2021(13):227-228.
- [5] 刘帅, 马保合, 赵海宁, 等. 气场站电气管理现状分析及管理措施 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2019 (18):53-54.

作者简介：

雷震 (1984-)，男，注册安全工程师，从事天然气管道运行及安全管理工作。