



· 燃气输配与储运 ·

# 智能调压调流在天然气厂站工艺设计的应用

龚明<sup>1</sup>, 赵梦<sup>1</sup>, 杨炯<sup>1</sup>, 田胜<sup>2</sup>

(1. 北京市煤气热力工程设计院有限公司, 北京 100032; 2. 北京市燃气集团有限责任公司工程建设管理分公司, 北京 100028)

**摘要:** 探讨智能调压调流设备在天然气厂站工艺设计中的应用及设计思路, 依据 GB 50251—2015《输气管道工程设计规范》, 根据上下游压差, 给出现阶段以电动调节阀为主的调压调流工艺流程(安全切断阀+监控调压器+电动调节阀, 监控调压器+电动调节阀)。结合北京市某高压 A 调压站的智能设备方案实例, 给出该调压站智能化设计思路。提出远程调控功能的实现阶段。

**关键词:** 智能燃气; 天然气厂站; 智能调压调流; 电动调节阀

**中图分类号:** TU996.6 **文献标志码:** B **文章编号:** 1000-4416(2018)09-A039-04



**作者简介:** 龚明, 男, 高级工程师, 硕士, 主要从事城镇燃气设计工作。

## 1 概述

智慧燃气的建设, 不仅是一个综合的信息化软件体系提升过程, 也是一个基础的硬件设施提升过程, 智能燃气设备的应用是智慧燃气建设过程中非常重要的一环, 也是智慧燃气建设的基础。

智能燃气管网主要包括更透彻感知各项运行参数、更高效畅通的通信、管网的完整性管理、更精准的调控、对生产各个环节的逻辑分析以及智慧的决

策等。

城市天然气厂站作为城市燃气输配的重要节点, 承担着承接上游气源, 调节和分输给下游管网、用户的重要功能, 其智能化建设必然是城市智慧燃气的重要一环。

通过对某高压 A 调压站的智能化设计思路的解析, 剖析城市天然气厂站工艺设计中对智能设备的设计和应用思路, 以研究现阶段厂站设计智能化需求及可实现的功能, 为城市燃气基础设施的智能化设计和燃气输配系统的智能化发展提供参考。

## 2 现阶段智能设备的应用

自 2013 年, 北京某燃气企业根据实际情况启动了各压力级制调压站的远程调控改造。经过设备调试和运行, 获得大量的运行数据, 调度部门通过对这些数据的分析总结, 认为智能化远程调控设备主要实现了以下 4 方面。

① 在调压模式下对供气压力可较准确控制, 满足对供气压力要求严格的用户需求;

② 在调流模式下实现负荷集中区域的调压站按设定流量运行, 解决超流问题, 避免造成调压、计量设备损坏, 在多气源和多气质条件下, 实现调压站

及时、合理的流量调配;

③ 通过单路调压器、调节阀独立调控方式,探索多路调压器流量均衡控制的可行性;

④ 通过低流模式的实际运行,初步实现夏季贸易计量站在低峰时段的流量准确计量。

目前的远程调压调流只是实现了一定程度的单体、局部的有限智能控制,要实现全网的智能调节还有很长的路要走,智能管网集中了调度人员长期以来经过优化的调控和应急处置工作经验,据此需要建立一个大型分析计算软件,从而根据不同的工况乃至突发事件选择最优调度方案,并迅捷实施。

参考国内某大型能源企业对于智能调压的建设方案,可知其调压装置在初期仅考虑了调压功能。但随着下游用户的增加,对流量控制的需求逐渐明显,调压调流模式应运而生。

目前,大多数长输管道分输站或末站实现压力流量控制的方案有两种,分别为安全切断阀+监控调压器+电动调节阀、双切断(2个安全切断阀串联)+电动调节阀。这两种方案都是利用电动调节阀及相应的控制环节,通过调节阀门的开度来控制流量的变化进而控制流体的压力和流速等参数。

### 3 调压站智能调压、调流设备的工艺设计

根据现有设备水平和应用经验,设置电动调节阀是现阶段实现智能调压、调流的主要手段。调压系统的安全设备的设置可参考 GB 50251—2015《输气管道工程设计规范》第8.4.3条第2款:当上游最大操作压力大于下游最大操作压力 1.6 MPa 以上,以及上游最大操作压力大于下游管道和设备强度试验压力时,单个的(第一级)压力安全设备还应同时加上第二个安全设备。

根据以上条款,现阶段以电动调节阀为主的调压、调流工艺流程根据上下游压差可分为以下两种<sup>[1]</sup>。

#### ① 安全切断阀+监控调压器+电动调节阀

此工艺适用于上下游压差  $> 1.6$  MPa 的工况。该压力流量控制系统包括:安全切断阀、监控调压器、电动调节阀、专用压力流量控制器、压力变送器、压力表及相关设备、异径管、管路附件等。安全切断阀、监控调压器、电动调节阀为相互独立的设备,按照从上游至下游的顺序,串联在一起组成安全监控式控制系统。该系统采用以 PLC(带 PID 调节模块)为基础组成独立的压力流量控制器,对厂站出

站压力、流量进行控制。其中,安全切断阀和监控调压器的压力检测点均独立设在电动调节阀的下游且与电动调节阀的压力检测点邻近布置。

#### a. 供气流量低于流量上限设定值

当供气流量低于流量上限设定值时,安全切断阀和监控调压器处于全开位置。专用压力流量控制器和电动调节阀处于压力调节状态。此时,专用压力流量控制器和电动调节阀的作用是控制下游的供气压力在规定的范围内。

#### b. 供气流量接近或超过流量上限值

当供气流量接近或超过流量上限值时,安全切断阀和监控调压器处于全开位置,专用压力流量控制器和电动调节阀处于流量控制状态。专用压力流量控制器输出控制信号,减小调节阀开度,控制供气流量不超过流量上限值。

#### c. 电动调节阀出现故障

电动调节阀出现故障导致下游供气压力超过压力上限值达到一定范围时,监控调压器(第一级安全设备)自动投入工作,以维持下游供气压力在一个安全、合理范围。此时,系统处于自力式压力调节状态,不能控制供气流量。故障时电动调节阀的阀位状态可根据需要选择,全开或维持故障前阀位。

#### d. 电动调节阀、监控调压器均出现故障

电动调节阀出现故障后,监控调压器也出现故障,不能控制下游压力时,安全切断阀(第二级安全设备)自动切断该回路气源,并由站控系统开启备用回路,关闭故障回路,以确保连续供气及下游管道、设备的安全。

#### ② 监控调压器+电动调节阀

此工艺适用于上下游压差  $\leq 1.6$  MPa 的工况。当调压系统进出口压力变化不大时,可采用监控调压器(或安全切断阀)+电动调节阀的一级安全设备的模式。

对于以上两种方式,均要求电动调节阀的压力流量控制系统应能向站控系统传递本系统的各种运行状态参数,如压力、阀门开度等状态信息。其控制器应具有就地显示功能,能够显示压力流量控制系统实时的工作状态、故障信息(如:调节阀开度、压力信号错误、设备故障等),并能显示设定值。控制器能够预先设定压力上限值、一定时间内流量上限值(即限制流量曲线),并根据预设流量上限值对流量进行控制,保持实际供气流量不超过流量上限值。

控制器有良好的调节特性输出,能够控制出口压力,限制最大流量。压力和流量控制的切换过程要求十分平稳,不能使被调节对象出现大的扰动。

电动调节阀的智能控制精度,对其所在支路的流量信号反馈十分敏感,为了更好地发挥电动调节阀自我调节的智能化功能,应将流量计的流量信号直接反馈至电动调节阀,以供电动调节阀实时精确地调节燃气的流量、压力<sup>[2]</sup>。

因此在设计调压流程中,应将流量计串联在有电动调节阀的调压支路中,以达到流量信号与电动调节阀一一对应的效果。这样设置,不但实现了调压站对于上、下游管网负荷的实时反应和主动调整,同时也可解决传统工作调压器多支路流量不均导致的“偏流”问题。这一效果已得到运行试验的初步证明。

在流量计与电动调节阀串联设置的设计中,还应该注意燃气流态对流量计的影响。由于电动调节阀的调节需要流量数据反馈信息,进而使燃气流量在极大的范围内调节。所以流量计的计量精度与范围,对于实现精确的实时调压调流具有重要意义。现阶段计量精度较高、计量范围较大的流量计多为超声波形式。超声波流量计是通过检测流体流动时对超声束(或超声脉冲)的作用来测量流量的,其测量精度对流体的流态较敏感。另一方面,流量计所在支路串联的电动调节阀在工作时对于流量信号会

实时作出反馈动作,这必然会对支路内的燃气流态产生干扰,在实际应用中应对这一现象采取措施,稳定流态以提高超声波流量计的计量精度。

#### 4 某高压A调压站的智能化设计思路

以北京某燃气企业的高压A调压站为例,其进口设计压力4.0 MPa,经站内过滤、计量、调压,分别输出次高压A和中压A燃气,设计压力分别为1.0 MPa和0.4 MPa。站内设2级调压,4.0 MPa燃气先统一调至1.0 MPa后,一路出站输向次高压A管网,另一路由1.0 MPa继续调至0.4 MPa,输送至中压A管网。

其中高压A调至次高压A的工艺流程设置3路调压工艺装置2用1备,每路调压工艺装置配置安全切断阀+监控调压器+电动调节阀,并串联一台超声波流量计。这种设置不但在多路调压并行的情况下避免了偏流问题,同时可以在不同的管网负荷下,根据调度要求切换运行模式,以实现更加经济、安全的管网工况。

对于电动调节阀与超声波流量计串联设置对后者的干扰问题,结合国内外先进经验和作者团队的深入研究,本站采用 $\pi$ 形弯的方式进行降噪,即利用4个三通拼接成一个 $\pi$ 形<sup>[3]</sup>。在不同的方案中,可根据现场条件、场地大小形状及检修通道的布置来考虑 $\pi$ 形弯是以平行还是垂直于地面的方式布置。 $\pi$ 形弯布置<sup>[3]</sup>见图1。

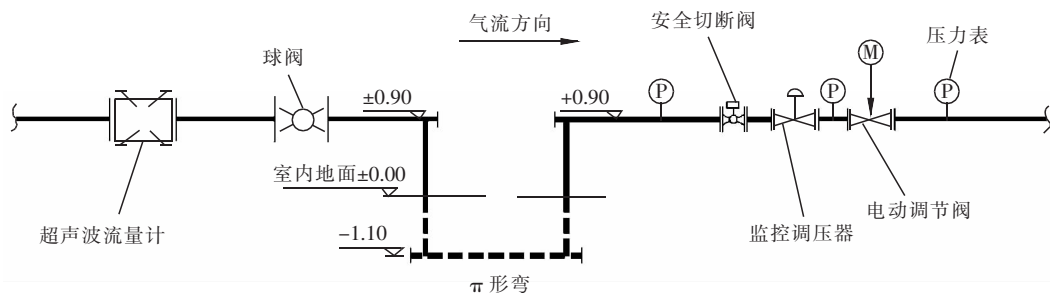


图1  $\pi$ 形弯布置

#### 5 远程调控功能的实现

现阶段北京某燃气企业的智能化建设正在由“只监不控”向“可监可控”过渡,根据调压厂站的运行需求和调度定位,其远程调控功能的实现可大致分为以下3个阶段。

##### ① 调压站远程切断

根据现阶段智能燃气建设的进度及可行性,以

及调压站室外进出口管道上电动阀门地下设置操作不便,存在安全隐患,将其进出口管道上的电动阀门移至地上设置,操作权限按相关生产运营管理规定。调压站进出口管道上电动阀门距调压站的距离应符合GB 50028—2006《城镇燃气设计规范》的规定。

##### ② 调压站无人值守、远程控制

若做到调压厂站完全无人值守自动化运行,还

需将局部手动阀门更换为电动阀门并配以相应的自控系统。工艺专业的自动化设计,是要求将主要工艺流程上的手动球阀及其导压管上的球阀替换为可远程开闭的电动阀门。同时为了降低成本、提高运行安全,保留计量仪表前管段阀门为手动型,同时在运行中保持其常开状态。所有电动阀门均应具有远程控制、开关就地显示及状态远传、记录功能。

北京某燃气企业将投入运行首个无人值守自动化高压A调压站,以上设计思路也将得到实践的检验。具体运行效果及可达到的智能化调度程度,考验着工艺专业设计者对于智能设备应用的理解及设计思路,同时对于城市燃气运行调度系统的智能化建设也提出了更高的要求。

### ③ 更透彻的感知

现阶段的智能设备技术和解决方案还无法满足天然气调压厂站更加智能、安全地运行,如工艺放散系统的远程监控和放散量分析、监控系统的设备小型化和采集精确化、供电系统的发电方式和利用效率升级、远传系统的无线带宽扩展以及调压站管理系统的人工智能提升等。这些领域都是现阶段厂站智能设计中面临的现实问题,也是相关单位在设备智能化研究的努力方向。

### 参考文献:

- [1] 桑薇薇. 天然气站场的计量调压设计分析[J]. 科技创新与应用,2013(31):296.
- [2] 王锋. 电动调节阀自适应控制在天然气调压中的应用

[J]. 中国化工贸易,2013(3):87.

- [3] International Organization for Standardization. Measurement of fluid flow in closed conduits — Ultrasonic meters for gas — Part 2: Meters for industrial applications (ISO 17089—2:2012) [EB/OL]. [2011-06-29]. <http://www.doc88.com/p-9532132180716.html>.

## Application of Intelligent Pressure and Flow Regulation in Process Design of Natural Gas Plant Station

GONG Ming, ZHAO Meng,

YANG Jiong, TIAN Sheng

**Abstract:** The application and design idea of intelligent pressure and flow regulation equipment in process design of natural gas plant station are discussed. According to the *Code for Design of Gas Transmission Pipeline Engineering* (GB 50251 - 2015) and the pressure difference between upstream and downstream, the process flow for pressure and flow regulation based on electric control valve at the present stage (safety shut-off valve + monitoring pressure regulator + electric control valve or monitoring pressure regulator + electric control valve) is given. Combined with an example of intelligent equipment scheme of a high pressure A regulator station in Beijing, the intelligent design idea of the regulator station is given. The realization stage of remote control function is put forward.

**Key words:** intelligent gas; natural gas plant station; intelligent pressure and flow regulation; electric control valve

第十五届中国土木工程詹天佑奖获奖工程:重庆国际博览中心

