

输气管道分输站场压力控制系统设定值的优化研究

Optimization of set value of pressure control system in off load station of gas transmission pipeline

丁鲁振 (中国石油天然气管道工程有限公司上海分公司, 上海 200000)

Ding Luzhen(PetroChina Pipeline Engineering Co., Ltd. Shanghai Branch, Shanghai 200000)

摘 要: 输气管道分输站场压力控制系统大多采用安全截断阀 + 监控调节阀 + 工作调节阀三阀组控制模式, 分输支路出站管线 ESD 阀门上游位置设置安全泄放阀, 压力控制系统三阀组与安全泄放阀压力设定值之间相互关联, 阀门动作压力设定值需统筹考虑。本文结合站场运行情况, 深入分析了输气管道工程设计规范及国家管网集团设计与工程建设准则的相关要求, 对输气站场压力控制系统各节点压力设定值进行探讨并提出建议值, 为站场运行管理提供数据支撑。

关键词: 输气站场; 压力调节; 阀门动作

Abstract: the pressure control system of gas transmission pipeline off load station mostly adopts the three valve group control mode of safety block valve + monitoring regulating valve + working regulating valve. The safety relief valve is set at the upstream of ESD valve of outgoing pipeline of off load branch. The three valve group of pressure control system and the pressure setting value of safety relief valve are interrelated, and the valve action pressure setting value needs to be considered as a whole. Combined with the operation of the station, this paper deeply analyzes the relevant requirements of the design specifications of gas transmission pipeline engineering and the design and engineering construction guidelines of the national pipe network group, discusses the pressure setting values of each node of the pressure control system of the gas transmission station, and puts forward the recommended values, so as to provide data support for the operation and management of the station.

Key words: gas transmission station; Pressure regulation; Valve action

1 概述

西气东输一线、西气东输二线等长距离输气管道进站压力较高, 天然气在沿线分输站场下载时, 输气管道分输站场需将进站高压天然气经过滤、计量、调压后向下游城市燃气或管网等用户进行分输, 输气站场与下游用户交付压力一般不高于 6.3MPa 或者 4.0MPa, 站场压力控制系统阀门动作的设定值将直接影响站场分输能力, 且压力控制系统故障工况时, 也将影响到分输站场的安全平稳供气。

输气管道站场分输支路压力控制系统一般采用设置调压橇、1 用 1 备或者多用 1 备的方案, 单座调压橇按照自上往下的顺序依次设置安全切断阀 (SSV)、监控调节阀 (PCV)、工作调节阀 (PV),

阀门动作的设置压力同样是自上往下依次递减; 另外, 在调压橇下游出站管线多增设安全泄放阀, 当调压橇设备故障时, 对下游管输天然气进行超压泄放, 进而保障管道系统的安全。

2 设置原则

输气站场整体压力控制保护系统可分为调压橇及出站安全泄放阀的设置, 调压橇三级阀门与安全泄放阀动作压力设置值相互关联, 特别是调压橇安全切断阀、安全泄放阀两个阀门的动作压力, 若阀门动作压力值设置不当, 可能导致站场安全泄放阀动作, 造成天然气放空损耗。

现依据输气管道工程设计规范及国家管网集团设计与工程建设准则, 对输气站场压力系统定义、调压橇阀门及安全泄放阀动作压力的设置标准进

行论述。

2.1 站场压力系统定义

输气管道站场压力可分为设计压力、操作压力、最大允许操作压力等不同工况。

设计压力是指在设计温度工况下站场管道设备选型的压力值；

操作压力是指在稳定运行工况下系统内介质的压力；

最大操作压力是指站场正常运行工况下的最大实际操作压力；

最大允许操作压力是指站场系统可连续运行的最大压力，小于等于设计压力。

根据站场压力系统定义情况，站场操作压力、最大操作压力、最大允许操作压力值可逐步增大，且最大允许操作压力值最高界限即为设计压力。

2.2 站场压力控制模式

根据规范要求，输气站场压力控制系统的设置原则为确保站场分输系统安全平稳运行，分输压力不超过管道系统允许的压力，当压力控制系统出现故障会危及下游供气设施安全时，应设置可靠的压力安全装置。

西气东输一线、西气东输二线等长输天然气管道站场进站压力一般为 6~9MPa，分输用户压力多为不高于 4MPa，输气管道站场进站压力大于下游最大操作压力 1.6MPa 以上，因此对于分输站场调压系统一般采用安全截断阀 + 监控调节阀 + 工作调节阀的控制模式，各级调压设备阀门开始动作的起始压力设定值如下。

安全切断阀压力设定值为 1.1 倍最大操作压力；

监控调节阀压力设定值为 1.05 倍最大操作压力；

工作调节阀压力设定值为 1.0 倍最大操作压力。

另外，当站场与下游用户的站场相邻或紧密布置、两站间连接管道管容较小时，安全切断阀、监控调节阀和工作调节阀的最高设定压力不应超过下游站场的设计压力。

2.3 站场安全泄放压力的设定

输气站场一般在调压系统下游出站管线设置安全泄放阀，而输气站场下游城市燃气用户所建管道系统的设计压力多为 4.0MPa。根据规范要求，站场安全泄放阀的压力设定值应以输气站场工艺管道最大允许操作压力为基准进行确定，当最大允许

操作压力大于 1.08MPa 且小于等于 7.5MPa 时，安全泄放阀压力设定值取 1.1 倍最大允许操作压力。

因此，输气站场出站位置安全泄放阀压力设定值为 1.1 倍最大允许操作压力，应高于站场调压橇中安全切断阀的压力设定值。

3 压力控制系统的设定

3.1 压力控制系统的设置

根据规范要求并结合站场实际运行情况，输气站场压力控制系统安全截断阀 + 监控调节阀 + 工作调节阀三阀组选择为自力式安全截断阀 + 自力式调压阀 + 电动调节阀。工作调节阀采用电动执行机构可通过站控系统远程操作调节调压阀的设定值，同时也能远程操作压力 / 流量调节系统相关参数，进而确保安全平稳分输。

工作调节阀压力设定值可理解为最大操作压力值，该压力工况下站场分输系统可正常运行。

监控调节阀是压力安全系统中的第一级安全设备，安装在工作调节阀上游，在工作调压阀事故工况时，该阀门可确保站场分输压力不超过下游允许压力值。站场正常分输运行时监控调节阀处于全开位，不参与阀门动作，仅在工作调节阀故障时自动转入调压工况。

安全截断阀安装在监控调节阀上游，正常工况下安全截断阀处于全开位，在管路压力监测值达到安全截断阀设定值时则切断管路，停止分输。该阀门设定值高于监控调节阀、工作调节阀。

3.2 安全泄放阀的设置

西气东输站场调压橇上游站场最大操作压力即最大进站压力一般高于下游用户分输压力 1.6MPa 以上，从规范角度未强制要求出站管道再次设置安全泄放阀，但为提高站场分输安全稳定性能，西气东输在役站场出站管线一般已设置安全泄放阀。

3.3 压力设定值的确定

表 1 压力控制系统阀门压力设定值 单位：MPa

名称	工作调节阀	监控调节阀	安全截断阀	安全泄放阀
方案一	4.0	4.2	4.4	4.4
方案二	3.8	4.0	4.2	4.4
方案三	3.6	3.8	4.0	4.4

根据《输气管道工程站场工艺及自控技术规定》（DEC-NGP-PR-001-2020-1）规定，采用安全截断阀 + 监控调节阀 + 工作调节阀时，各级阀门压力设定分别为 1.1/1.05/1.0 最大操作压力。从这个角

度,工作调节阀压力设定值可认为管道系统的最大操作压力。现以西气东输站场与下游用户交接压力为 4.0MPa 为例,工作调节阀设定值分别取 4.0MPa、3.8MPa、3.6MPa 三种压力值方案进行探讨,见表 1。

压力控制系统阀门压力设定值三种方案分析见表 2。

表 2 压力设定值三种方案对比分析表

名称	优点	缺点
方案一	工作调节阀压力设定值较高,可充分利用天然气压力能量。	①工作调节阀失效,监控调节阀设定值已超过下游用户交接压力; ②安全切断阀与安全泄放阀压力设定值一致,压力波动会导致安全泄放阀动作,高压天然气持续泄放; ③不能起到阶梯压力保护作用
方案二	①工作调节阀失效,监控调节阀工作分输压力不高于下游管线设计压力; ②安全截断阀与安全泄放阀设定值存在压差,可实现阶梯压力保护	工作调节阀压力设定值低于方案一,正常分输工况较方案一存在压力能量损失。
方案三	①工作调节阀失效,监控调节阀工作分输压力低于下游用户交付压力; ②安全截断阀与安全泄放阀存在压力梯度,可实现阶梯压力保护	工作调节阀压力设定值低于方案一、方案二,正常分输工况压力能量损失较大。

另外,《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)“8.4.3 条文说明”中描述,工作调节阀故障失效后,监控调节阀自动投入调压,保证系统下游不超压,又维持下游的正常供气。因此,从压力控制的角度,监控调节阀压力设定值可理解为管道系统最大允许操作压力,该值不超过与西气东输站场与下游用户的交接压力即可。目前西气东输站场实际运行中,若要求与下游用户交付压力不超过 4.0MPa,工作调节阀设定值多为 3.5~3.9MPa。

根据上述三种方案的对比分析,推荐方案二(工作调节阀 3.8MPa、监控调节阀 4.0MPa、安全截断阀 4.2MPa、安全泄放阀 4.4MPa),该方案监控调节阀设定值为与下游用户的交接压力值,压力控制系统阀门压力设定值的结构可确保在工作调节阀故障失效后,站场分输支路仍可按照交付压力值进行分输,确保安全平稳向下游供气,又可充分利用天然气压能,避免过多能量损失。

4 结论与建议

4.1 结论

结合输气管道工程设计规范及国家管网集团设计与工程建设准则的相关要求,针对站场压力控制系统可得出如下结论。

①输气管道分输站场压力控制系统是向下游安全供气的重要保障,各级压力设定值相互关联,实现压力阶梯保护的作用;

②输气管道分输站场调压系统下游工艺管道最大允许操作压力可依据下游管线设计压力确定;

③根据标准规范要求并结合实际运行工况,输气管道分输站场调压橇中工作调节阀的压力设定值即为最大操作压力、监控调节阀的压力设定值即为最大允许操作压力、安全泄放阀的设定压力为 1.1 倍最大允许操作压力即可取 1.1 倍的下游管线设计压力。

4.2 建议

目前,西气东输站场与下游用户交付压力存在 2.5MPa、4.0MPa、6.3MPa 三种压力值,为便于统一管理,输气站场压力控制系统若按照安全截断阀+监控调节阀+工作调节阀模式设置时,建议监控调节阀压力设定值设定以西气东输与下游用户所签订的交接压力值为原则进行设定即为最大允许操作压力。压力控制系统阀门压力设定值见表 3。

表 3 压力控制系统阀门压力设定值 单位: MPa

名称	工作调节阀	监控调节阀	安全截断阀	安全泄放阀
类别一	2.3	2.5	2.6	2.75
类别二	3.8	4.0	4.2	4.4
类别三	6.0	6.3	6.6	6.93

参考文献:

- [1] GB50251-2015. 输气管道工程设计规范[S]. 中华人民共和国住房和城乡建设部, 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 2015.
- [2] DEC-NGP-PR-001-2020-1. 输气管道工程站场工艺及自控技术规定[S]. 中国石油天然气股份有限公司天然气与管道分公司, 2020.

作者简介:

丁鲁振(1988-), 男, 山东菏泽人, 工程师, 2014 年硕士研究生毕业于西安石油大学石油与天然气工程专业, 现从事于输气管道工程设计工作。