

天然气自发电一体化调压箱工艺开发及展望

□ 北京市燃气集团有限责任公司 (100035) 刘瑶 谭松玲 邢琳琳 陈涛涛

摘 要: 对于天然气减压过程中压力能的利用, 小型调压发电装置有独特的优势。本文介绍了一种调压和发电智能一体化的工艺, 旨在降低小型装置的建设成本, 达到对小型装置的智能操控。该调压发电装置可以长期稳定的为装置内部以及其他的用电设备供应电量, 提高能源利用效率。

关 键 词: 压力能发电 一体化 智能化

1 引言

天然气从输送过程的高压管网到用户的中低压管网, 需要经过多级调压, 如果将这些逐级降压过程产生的压力能最大化利用, 将有效提高能源利用率, 避免了不必要的浪费, 又对工业建设和国家基础设施建设有很大帮助, 对建设资源节约型、环境友好型社会有重要的意义。

2 天然气压力能发电技术的应用

管道天然气运输过程需要采用高压运输, 而用户使用天然气压力范围则以低压为主。从管网降压至用户使用的过程中, 会产生大量压力能。

压力能发电技术的实施, 不同区域的建设情况各不相同, 具体的分为大型的调压发电站和小型的调压发电装置。关于大型的调压发电站一般是采用调压器进行降压, 有效地回收利用降压过程中压力能来发电, 发电量几百千瓦至上千千瓦。而小型调压发电装置, 它的优势在于, 在一些偏远地区或牵拉市电较困难的区域, 调压系统无法进行智能监控, 此时就可以利用调压过程中的压力能进行微型发电供自身监控及

远传。天然气压力能小型发电装置发出的电可以作为场站内各个自控阀门、仪表、数据显示、无线传输等模块的供电单元, 实现调度中心与场站进行无缝衔接, 为天然气的安全运营提供保障。

3 自发电一体化调压箱工艺流程

3.1 工艺流程简述

调压前高压燃气 (0.8MPa) 进入发电系统驱动马达运转做功, 马达与发电机同轴连接, 发电机输出电力通过充电控制器供蓄电池充电。膨胀后天然气经调压器稳定压力为0.1MPa后汇入原调压系统下游管网。

3.2 工艺系统组成

(1) 原调压系统: 调压级制 (0.8MP~0.1MP);

(2) 发电系统: 天然气调压前 (0.8MPa) 进去气动马达内部膨胀做功并驱动马达转动, 机械功通过联轴器传输至发电机, 发电机输出电力至电力系统。

(3) 电力系统: 发电机输出电力通过充电控制器监测并供蓄电池组充电, 由蓄电池供下游用电设备。

(4) 自动控制系统: 充电控制器可监测蓄电池充电状态, 蓄电池达到充满、放空的状态时, 传输信号至系统进气端电磁阀, 以此来控制发电系统的启

闭。PLC还将与系统内可燃气体探测器、原调压工艺的压力变送器连锁,对发电装置运行状态、突发故障进行及时预警、控制。

3.3 工艺参数说明

(1) 天然气工况参数:进口压力0.8MPa,出口压力由调压器控制在0.1MPa,系统流量为80Nm³/h~120Nm³/h,温度降<10℃;

(2) 发电装置装于箱体中,箱体与原调压管线进出口驳接管径为DN25,发电装置各设备间采用法兰连接,装置箱体长宽高尺寸控制在800mm*500mm*700mm范围内;

(3) 额定功率200W(自身功耗约15W),供给蓄电池组充电电压≥24V,充电电流7.5A,可使蓄电池充电至饱和;

(4) 蓄电池单块容量100Ah,蓄电池放电电压DC24V;

(5) 可燃气体探测器报警范围为0%~100%LEL。

3.4 工艺特点

(1) 发电装置与调压箱内调压器并联。具体如下:截取调压前部分流量用以驱动马达做功带动发电机运转发电,调压前天然气经气动马达膨胀做功后,可将马达出口压力稳定控制在下游管网需求压力范围内。截取用以膨胀发电的天然气流量可通过PLC编程计算,计量流量依据为:马达腔体流通面积 S 一定,马达

与发电机转速 N 可监测,因此经过发电装置的天然气流量 $Q=SN$,此计量运算过程可由PLC完成并显示。另外,发电装置可通过PLC智能控制内部的调压发电过程,使得两部分气体以相同的状态流入下一段管道。

(2) 发电装置可进行智能化操控,实时监控管路的气体流动状态,遇到紧急事故,能够自行切断回路。具体如下:

a) 控制系统由PLC、充电控制器、电磁阀构成;

b) 装置正常运行条件:进口压力在6bar~8bar范围内,并且进出口压比大于2.5时,可智能启动。

c) 当流量达到48Nm³/h时,装置稳定启动,超过60Nm³/h,装置关闭。马达转动一圈时额定耗气量为0.0384Nm³/h,即监控马达转速超过1700转时,系统启动自动保护措施;当流量减少至20Nm³/h时,即发电机转速降低至520rpm,系统停止运行。

d) 当进口压力超过8.5bar,或出口压力超过1.3bar,装置反馈信号至PLC,电磁阀接受指令进行关闭,系统停止运行。

e) 智能充放电:发电机输出电力经过充电控制器稳定控制后供蓄电池充电。供用电设备用电时,再次经过充电控制器进行智能分配。PLC监测蓄电池电量,当电量达到100%以上时,关闭发电系统,停止为蓄电池充电;当蓄电池电量低于10%,PLC控制启动电磁阀,系统发电供蓄电池充电。

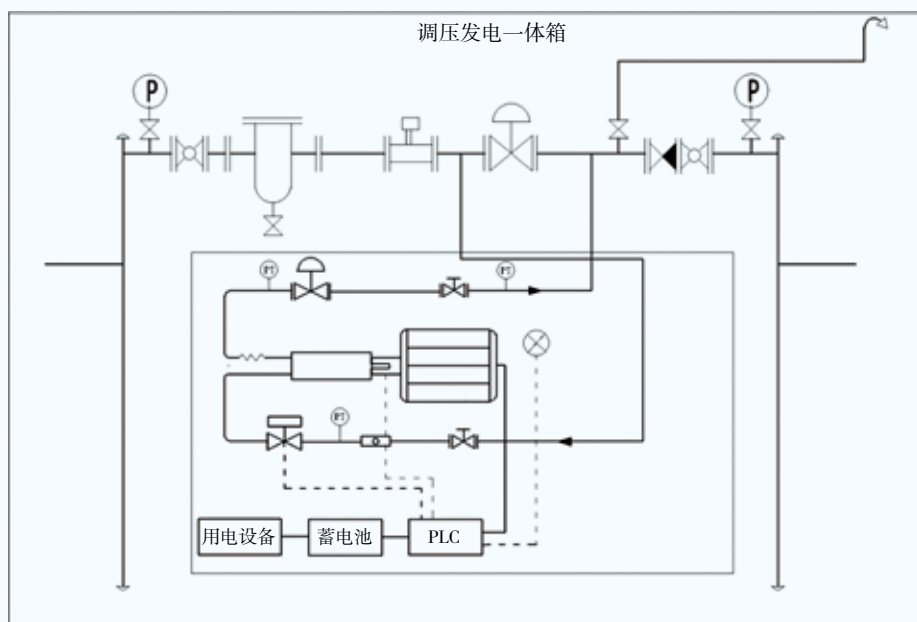


图1 装置附图

f) 当自发电调压箱内出现燃气泄露并且可燃气体达到25%LEL, 探测器报警并将信号反馈至PLC, 电磁阀关闭, 系统停止运行。

(3) 发电装置的预警、保护功能

a) 发电装置进气端阻尼器可提前感知气体工况突变, 当此情况发生时阻尼装置内气体形成阻塞流时腔体内压差满足公式:

$$\Delta P_r \approx (1 + \zeta) \rho \frac{V_{max}^2}{2}$$

式中: $\zeta = \lambda \frac{l}{d}$, 其中 λ 为材料阻力系数

l 、 d 为阻尼器设计参数

v 天然气流速, 取15m/s

ρ 为天然气密度

当压力变送器检测到阻尼器前后压差 $\Delta P \geq \Delta P_r$, 即前后压差达到0.007MPa时, 阻尼器进入工作状态, 以限制流通燃气压力保护其下游设备。

设定阻尼器进气压力达到1MPa时, 管道气体流速2s之内变化区间为5m/s~15m/s, 根据伯努利效应公式已知 $P + \frac{1}{2} \rho V^2 = \text{常量}$, 随着阻尼器内部流速(流量)变化其内部工作状态时压力变化如图3所示, 当阻尼器出口压力下降时, 即可视为管道燃气工况突变, 在压力升至设定值时, 此时间范围内可由阻尼器保护下游设备免受冲击, 阻尼器后压力变送器同时接收压力变化信号, 超过阻尼器压力滞后时间, 则由压力变送器做出反应判断, 切断电磁阀。

3.5 主要设备

序号	名称	工艺参数	数量	备注
1	气动马达	功率600W; 转速1 350rpm; 进口: 6bar ~8bar	1	防爆
2	发电机	功率400W; 转速1 350rpm; 电压DC36V	1	防爆
3	电磁阀	工作介质天然气; 工作电压 DC24V;	1	防爆
4	调压器	进口压力: <8bar, 出口: 1bar, 流量: 0Nm ³ /h ~150Nm ³ /h	1	费希尔
5	截止阀	DN25、PN16	2	超达
6	泄露探测器	报警范围0LEL%~100LEL%	1	
7	阻尼器	压力: 8bar	1	
8	蓄电池组	DC24V输出	1	
9	PLC控制器	可编程逻辑控制器	1	

3.6 结论

通过天然气压力能调压发电一体化工艺的设计计算发现, 将发电装置和调压箱相组合, 可以达到调压发电互不干扰, 共同进行的效果。通过将调压过程和发电过程结合在一起, 简化了常规流程, 将发电装置做成箱体, 减小了占地面积; 通过对阻尼器和压力传感器等元件的流量变送数据的采集, PLC智能调控电磁阀和截止阀的开关, 可进行智能充放电、智能预警

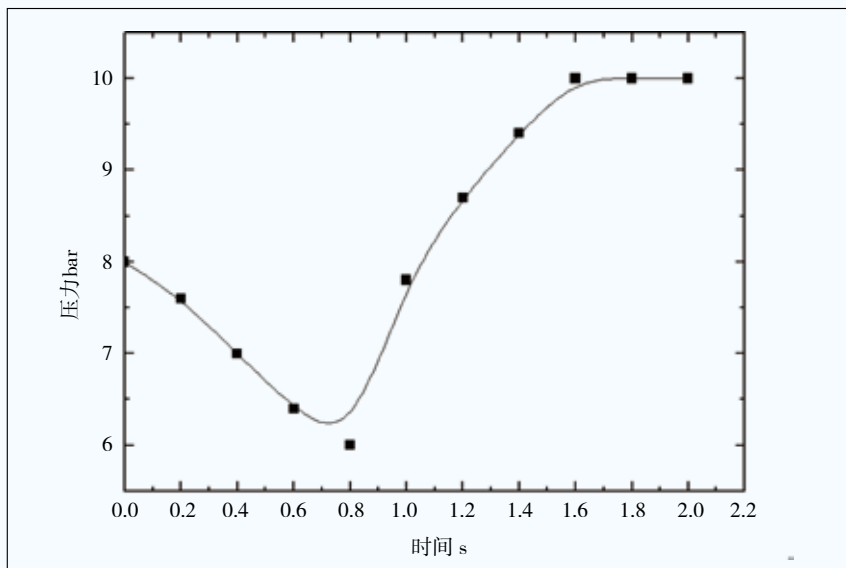


图2 恶劣环境下阻尼器腔内压力随时间变化图

切断保护等功能,保证了无人值守场站的情况下,设备装置的安全运行以及自控远传电力的供应。

4 展望

相比煤和石油的发电途径,天然气的发电途径,更加创新、环保。天然气的多级减压过程中,不会牺牲天然气固有价值,而采用特定的新工艺和装置进行压力能发电,回收巨大的压力能,是目前燃气行业节能新技术,具有消除设备安全隐患、经济等优点。另外,天然气压力能用于发电,相比风能和太阳能等其他新兴的发电途径,有它们所不具备的优势,稳定性和连续性强,受非正常影响条件约束少,可以长期的供给用电。

参考文献

1 张辉. 天然气管网压力能集成利用工艺研究[D]. 广州:

华南理工大学, 2014

2 邢琳琳, 张辉, 王一君. 天然气管网压力能小型发电系统的工艺开发与应用分析[J]. 城市燃气, 2015; 6 (484): 25-29

3 段蔚, 李夏喜, 邢琳琳等. 天然气管网余压发电技术在智能管网建设中的应用研究[J]. 城市燃气, 2015; 10 (488): 33-36

4 陈绍凯, 李自力, 雷思罗等. 高压天然气压力能的回收利用技术[J]. 煤气与热力, 2008; 28 (4): 1-5

5 刘宗斌, 徐文东, 边海军. 天然气管网压力能利用研究进展[J]. 城市燃气, 2012; 01 (443): 14-18

6 徐文东, 郑惠平, 郎雪梅等. 高压管网天然气压力能回收利用技术[J]. 化工进展, 2010; 29 (12): 2385-2389

7 李峥, 张文宽, 牛文波等. 天然气输配过程中余能回收的探讨[J]. 城市燃气, 2007; 10

8 袁丹, 徐文东, 阮宝荣等. 天然气管网及工业气体压力能利用技术开发[J]. 煤气与热力, 2015; 9

其它信息

学雷锋, 树新风, 争先锋 ——南昌燃气开展3.5学雷锋主题服务活动

2018年3月5日, 春雷骤响, 万物复苏, 在第55个学雷锋活动日到来之际, 为弘扬新时代学雷锋志愿服务精神, 贯彻落实好党的“十九大”精神, 弘扬互帮互助、向上向善的风尚, 南昌燃气集团深入至全市各大社区开展了以“学雷锋树新风 燃气安全进社区”为主题的燃气服务活动。来自南昌燃气集团党员干部、青年志愿者们以及一线服务人员组成的志愿服务队, 深入至省安北苑、新华社区、丰和新城、南昌齿轮厂等8个服务点, 进行燃气安全知识宣讲、燃气设施安全检查、维修、市场报装等综合服务, 以实际行动传承雷锋精神。

作为民生服务企业, 南昌燃气集团不忘初心,

永葆“为人民服务”本色, 通过有组织、有策划地开展一系列“燃气安全进社区、进企业、进校园”品牌服务活动, 聘请客户代表作为行风监督员实行第三方监督, 定期组织领导班子深入楼盘、工商业等用户开展客户大回访活动, 组织社区、物业经理召开客户服务座谈会、定期对客户投诉进行回访等举措, “尊意见、优环境、征需求、优服务”, 切实解决群众关心的用气问题, 以优质的服务质量、严明的工作纪律、高效的工作作风, 树立国企高效、廉洁、服务新形象, 为构建“安全为本, 服务为魂”平安用气环境, 打造“美丽南昌、幸福家园”做出贡献!
(南昌燃气党工部 廖佩)