

城镇燃气输配系统无燃烧放散装置设计探讨

□ 深圳市燃气集团股份有限公司 (518172) 王 坤

摘 要: 在城镇燃气输配系统日常作业时通常会将管段内余气做放散燃烧, 这一过程一方面排放大量 CO_2 , 另一方面, 为满足放散点与周围建筑物、绿化等消防安全间距要求, 通常较难选择放散点。本文以天然气压缩机为基础, 在如何提高放散作业安全性和经济性方面提出无燃烧放散装置的设计思路并做方案初步设计和经济性分析。

关键词: 输配系统 余气 天然气压缩机 无燃烧放散 初步设计

1 问题提出

在城镇燃气输配系统日常运行过程中经常遇到管道日常接驳(动火作业)、检修、抢修等作业。在作业之前, 为保证作业安全, 通常会将作业管段内的余气做放散燃烧。这一过程通常会造成大量天然气浪费并增加温室气体排放量。据统计, 1970年-2004年, 34年期间大气中温室气体排放增加了70%。2007年大气中 CO_2 、 CH_4 浓度分别达到 383×10^{-6} 、 1789×10^{-9} , 比人类工业革命前分别上升37%和156%。因此, 如何研究并采取有效措施减少以二氧化碳、甲烷为代表的温室气体的排放量, 其重要性日益明显。^[1]

另外, 随着各地城镇化程度的不断提高, 城市人口、车辆、各种建筑物、道路绿化等密度不断增加, 而地下燃气管道大都沿人行道或绿化带铺设。为保证消防安全, 在实施放散燃烧作业过程中经常面临无法选择放散点的困难局面。在这种情况下, 极需要开发设计一种不需要通过燃烧就能对管道内余气进行放散的装置。

2 设计思路

人们在对城镇地下燃气管网做布局设计时, 为了

提高供气的稳定性和可靠性, 一般会考虑将管网成环布置, 而且为便于日后燃气管道接驳、检修等作业, 阀门两侧通常会预留 $\Phi 12.5$ 、 $\Phi 25$ 、 $\Phi 50$ 大小不等的放散阀。

当管网内局部管段需要停气检修时, 将待作业管段两端(上下游)的阀门关闭, 然后使用天然气压缩机将待作业管段内(已成局部封闭状态)的余气从放散阀内抽出、加压至一定压力后通过已关闭阀门另一侧的放散阀输送至尚在运行中的管道内继续使用。同时, 通过已经设置好的压力监控单元监控正在运行中的燃气管道末端用户侧的使用压力, 以不超过运行压力0.20MPa为宜。

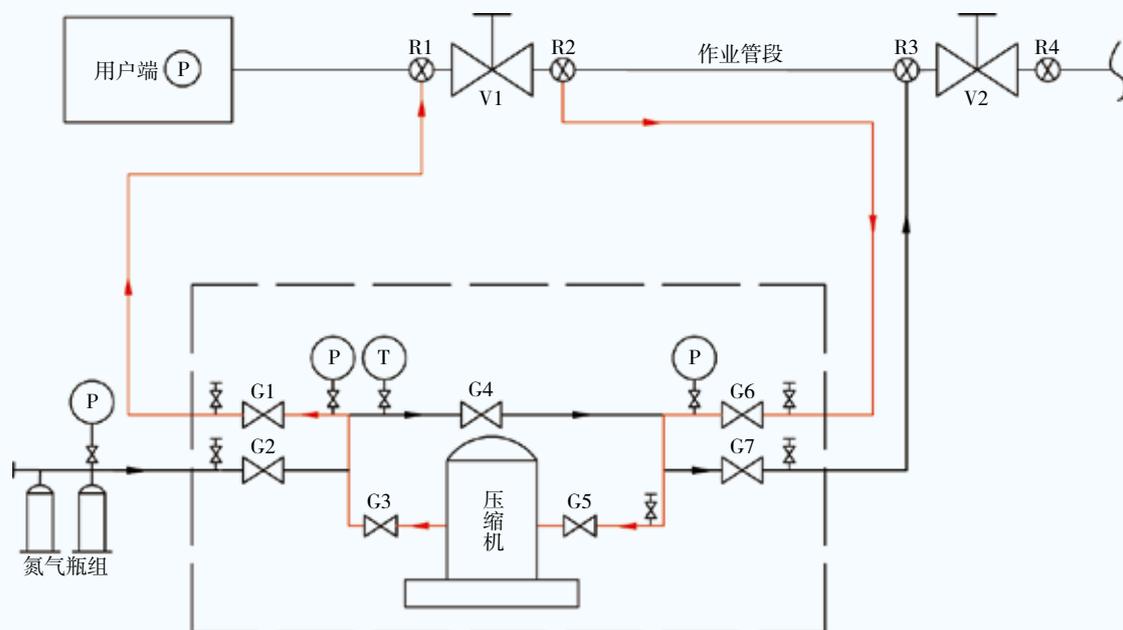
3 无燃烧放散装置方案初步设计

3.1 放散装置工艺流程图

在设计思路考虑在该装置上设置两个系统, 分别实现两种功能:

(1) 余气回收: 对地下燃气管道内残余天然气进行回收;

(2) 氮气置换、试压作业: 在不使用压缩机的情况下通过氮气瓶组向管段内充入氮气, 实施氮气置换作业或管道系统压力试验作业。



V1、V2：地下管网控制阀 R1-R4：地下管网放散阀 G1-G7：余气回收系统控制阀 (P)压力表 (T)温度表

图1 无燃烧放散工艺流程

3.2 工作过程模拟

3.2.1 作业管段内余气回收工作过程

(1) 如图1中红色线段所示，当需要对作业管段停气检修时，首先关闭该管段上下游控制阀门V1、V2，然后使用高压软管分别将作业管段放散阀R2与回收系统吸气端控制阀G6连接、将作业管段放散阀R1与回收系统吸气端控制阀G3连接；

(2) 开启作业管段放散阀R2，开启系统控制阀G1、G3、G5、G6，关闭系统控制阀G2、G4、G7；保持R3、R4处于关闭状态。

(3) 开启压缩机，当压缩机出口压力上升至0.3MPa后缓慢开启与作业管段相邻的用户端所在的燃气管段的放散阀R1，通过R1将作业管段内的余气缓慢注入用户端管网内；在此过程中，需要随时监控压缩机出口气体压力、温度及管网末端用户处使用压力，保证压缩机出口燃气温度不超过50℃，管网末端用户处使用压力不超过0.2MPa。

3.2.2 实施氮气置换作业工作过程

(1) 按照相关作业规范要求对作业管段实施氮气置换时，通过高压软管将氮气瓶组与系统控制阀G2相连接，使用软管将作业管段放散阀R3与回收系统控制阀G7连接；

(2) 开启作业管段放散阀R3，关闭系统控制阀G1、G3、G5、G6，保持R1、R2、R4处于关闭状态；

(3) 缓慢开启氮气瓶组各钢瓶角阀，然后按顺序缓慢开启系统控制阀G2、G4、G7，向作业管段内注入氮气，同时通过G6处的压力表观察管段内压力上升情况，直至达到置换要求的压力为止。

3.3 压缩机选型要求^[2]

3.3.1 压缩机选型遵循原则

(1) 管内余气与压缩机的排气量要合理匹配回收系统的输气能力，应符合实际需要。输气能力的过分富裕或严重不足，在经济上都不合算。应结合生产实际情况合理地确定所配置压缩机的排气量。

(2) 所选压缩机要能适应一定范围的吸气压力区间

所选压缩机应能适应一定范围内不同的管网压力，当压缩机启动后能自如地应对管网压力的下降；最低吸气压力最好能控制在0.02MPa，这样可最大程度的将管内余气抽出。

(3) 压缩机的运行可靠性与转速、行程的择取首位要素当推运行可靠性。压缩机的可靠性与结构参数，特别是其中的转速，有很紧密的关系。故而转速、行程的择取应很慎重。

(4) 冷却及气缸润滑方式

压缩机气缸采取风冷或自然冷却, 这种冷却方式能适应广泛的环境条件, 优越性突出。

无油润滑压缩机对气体的油污染是最小的, 合理的选择应该是采用无油润滑压缩机; 但限于国内润滑材料的制约, 要实现可靠性较高的无油润滑尚不成熟, 建议企业以可靠性为主选择有油或少油润滑压缩机。

(5) 安全要求

天然气压缩机压缩介质是烃类气体的混合物, 因此, 安全问题比较突出。天然气所处空间压力、温度越高, 则爆炸范围越大, 特别是压力影响很显著。随着压力的增高, 爆炸下限能基本保持不变, 而上限却大大增加。在满足上述工艺要求的前提下, 所选压缩机应能满足防爆要求。

(6) 排气温度的限制

天然气组成主要是烷烃, 为了减少油气碳化和着火的风险, 排气温度宜控制在140℃以下。

3.3.2 压缩机选型

根据以上原则结合本公司实际生产情况选择国内某厂家W系列天然气压缩机, 该压缩机基本参数如下:

- ①进气压力范围0-0.1MPa, 出气压力范围0.1MPa-0.5MPa;
- ②最大处理气量: 1 000Nm³/h;
- ③控制方式: 全自动;
- ④气源: 天然气;
- ⑤冷却方式: 风冷;
- ⑥润滑方式: 注油润滑;
- ⑦尺寸: 3m × 2.5m × 1.5m (长、宽、高);
- ⑧动力方式: 55kW柴油机。

4 经济性分析

由于各地天然气价格水平相差较大, 在此以深圳市天然气价格为例对该装置的经济性进行分析。目前深圳市居民用天然气价格为3.5元/m³。

在成本核算中关于能量消耗方面, 主要考虑使用该装置工作时压缩机消耗的能量, 不考虑对该系统移动时动用的拖曳车辆消耗的能量。

(1) 年折旧费=【固定资产投资额 × (1-残值

表1 无燃烧放散装置成本构成及静态投资回收期表

设备名称	投资额/元	油料消耗(元/年)	折旧费用(元/年)	维修费(元/年)	静态回收期/年
压缩机	150 000	2 400	14 400	2 000	3

率) ÷ 使用年限, 其中, 残值率取4%, 使用年限取10年。计算得年折旧费为14 400元。

(2) 柴油机热效率取40%, 深圳地区柴油价格为每升7.51元;

(3) 2010年, 深圳市龙岗片区地下燃气管道相关接驳维修作业统计数字表明: 全年作业量近200次、按平均每次作业燃烧放散余气100m³估算, 全年可回收余气20 000m³;

(4) 设备维修费取经验值, 平均每年按2 000元计。

5 结论

(1) 将该装置应用于城镇燃气管网输配过程中的日常作业, 不仅可以缩短作业管段内余气放散时间、提高工作效率, 而且有相应的经济效益和社会效益;

(2) 天然气压缩机选型成功与否直接决定着该系统在实际生产中是否有较大的应用范围(尽管每次作业涉及的作业管段的压力相差不大, 但每次作业产生的余气量差别较大), 因此, 在设备选型上应结合公司实际生产状况与压缩机厂家做充分沟通, 必要时可提出相应技术参数交厂家定制。

(3) 本文所有的计算分析均以中压输配管网为例, 涉及次高压级以上管网系统时需根据实际条件做相应核算。

参考文献

- 1 蔡博峰, 刘春兰, 陈操操等.城市温室气体清单研究[M].北京: 化学工业出版社, 2009: 8
- 2 马路.天然气增压压缩机选型概述[J].2007; 5
- 3 王勇等.投资项目可行性分析[M].北京: 电子工业出版社, 2008: 7