

# 城市燃气输配系统的压力调控技术研究

林 钢（中海石油气电集团有限责任公司江苏分公司，江苏 南京 210000）

**摘要：**近年来伴随着城乡建设的迅猛发展，城市输配管道系统在安全、经济、环保等方面又遭遇重重难题。文中论述了有关城市输配管道系统压力控制，如压力检测，调节设备以及自动控制系统。在论述压力控制时，提出了改善燃气管道输送安全与生产效率的方法。通过论述，总结了压力控制方法可以一定程度上减少意外事故的发生，提高了燃气输送的连续性和可靠性，有助于支撑城市燃气可持续发展。

**关键词：**城市燃气；输配系统；压力调控；安全性；自动化控制

中图分类号：TU996 文献标识码：A 文章编号：1674-5167(2025)029-0088-03

## Research on Pressure Regulation Technology in Urban Gas Distribution Systems

Lin Gang (CNOOC Gas and Power Group Jiangsu Branch, Nanjing Jiangsu 210000, China)

**Abstract:** With the rapid development of urbanization, urban gas pipeline network system has encountered various problems in safety, cost-effectiveness, and environmental protection. This paper discusses urban gas pipeline network system pressure control technology, which comprises pressure detection, regulation facilities, and intelligent control technology. By studying these pressure control technologies, suggestions for improving system safety and operational efficiency have been made. This study suggests that it is feasible to take full account of high-level pressure regulating technology to decrease the risk of accidents, enhance the safety, stability and reliability of gas supply, and promote the sustainable development of urban gas system.

**Keywords:** urban gas; distribution system; pressure regulation; safety; automated control

城市燃气输配系统是城市基础设施的组成之一，担负着为城市居民和工业用户供气的重要使命。随着城市的发展，用户的多元化用气需求，使得燃气系统必须对系统输配压力进行适当的控制，压力过高或过低都会直接导致供气安全问题的出现，严重的可能会导致事故的发生。因此，探索城市燃气输配系统的压力控制系统，提高城市燃气输配系统的可靠性与经济性都显得尤为迫切。

### 1 城市燃气输配系统概述

现代城市用气以天然气为介质，城市供气管网由燃气供气源头、输气管路、调压阀以及终端供气用户组成。城市供气管线一般由地下气源（天然气气田）或者液化气（或 LNG 站）通过高压输气管网供给不同地区，而调压装置则是把这些不同压力等级的高压气体进行降压供到居民或工业用户指定压力水平（一般低压安全范围是 1.5 ~ 60kPa），调压装置的类型又分为机械式调压与自动电子式调压阀，一般自动电子式调压阀精度比机械式调压阀精度高<sup>[1]</sup>。

压力控制是整个系统的保障，压力控制做得是否恰当，将直接影响到管网的爆裂、泄露等安全问题，也影响到终端的燃气公司稳定输送燃气，稳定供应燃气。

与此同时，压力控制更能使燃气输送中能动地提高效率和更好地利用资源，节约成本。对整个城市的能源链生产环节有着不可忽视的影响。在加快城市发

展的进程中，提高整个城市燃气输配管线系统的智能和自动化技术更是必不可少。

### 2 压力调控的重要性

城市燃气的输配过程中，对压力的控制与调节直接关系着城市的输配系统安全、经济、环境，首先，压力过高会增加输配管路及调压设备的载荷，引起管道爆裂、泄漏等严重安全威胁。这会引起燃气资源的浪费，甚至还会引发火灾、爆炸等安全事故，从而对人们的生活与工业生产造成严重威胁，尤其是在高密度人口区若发生这样的事故后果将十分严重，会给社会造成不可估量的经济损失及人身危害。还有就是管道中的过高压会加速设备的老化损坏，增加设备的检修成本，不利于系统的整体经济性。

另一方面，供气气压过低也会导致问题。当气压低于用户所需要的气压时，会使得燃气供应量不足，严重制约居民的生活以及工业的生产速度。以家庭用的热水器、炉灶等为例，若供气压力较低的话，会影响居民的家庭生活。工业用户如果供给气压不足的话，会妨碍工业生产活动的顺利开展，缩减工业生产的效率，甚至停产，产生经济的损失。

合理压力管理不仅能保障运行安全，还具有节能降耗，提高燃气利用效率的作用。燃气在输送中，需要借助合理的压力调节来降低燃气在输送过程中的浪费，将每立方米的燃气都发挥其使用价值，降低整体的燃气使用量。

### 3 城市燃气输配系统的压力调控技术

#### 3.1 压力监测技术

对于燃气输配系统而言，系统中的压力监测至关重要，在现在大型的燃气管网中已部署了传感器及数据收集系统等装置，能够对输配系统的管道进行实时监测，为用户营造一个安全稳定的环境。一般在输配管网中的关键点都部署了压力传感系统，管理人员能够实时了解管道的压力，及时地找到一些异常，进而进行合理的调节<sup>[2]</sup>。对于系统的压力管理来说，可以进行实时网络化的监测，所有传感装置的信息数据能够上传到中央控制系统进行管理，并通过网络化的管理呈现可视化，能够更加准确地对运行系统进行管理，对压力的异常状况进行快速的处理，使其恢复到一个平衡的水平，对于压力的异常状况要及时响应，在出现压力异常状况时能够及时地进行调整。

在以往压力监测基础上增加了物联网技术（IoT）的应用，将监测传感器检测到的压力通过无线传输技术反馈至云端或控制中心，为压力的远程控制及实时监控提供便利条件，而借助无线传输所带来的实时压力监测，将便于监督管理部门第一时间获取城市燃气输配系统运行状态，进而根据系统实时状态进行调节。借助物联网技术的智能化数据处理、分析，能够直接对异常情况进行判断，并发出警报，降低人工参与调节和控制的压力，从而使得管理部门更好地对整个压力监测、检测状态进行管理，实现压力监测的智能管控和监测。具体来说，压力监测不仅仅是数据采集与监督，更多地还是一个智慧决策辅助的过程，借助即时的数据检测结果，更好地对系统运行状态进行分析，及时掌握系统运行状态的基本规律和变化趋势等，从而为系统调节提供更好的判断依据和策略，进行输配系统的资源分配。

#### 3.2 调节设备的选择

调压设备是城市燃气输配系统运行过程中的关键设备，调压的主要目的是将高压气体转化成适合用户使用的低压气体。在城市输配系统运行过程中需要选择合适类型的调压设备才能保障输配系统的安全性和高效性，目前较为常用的有机械调压器以及电子调压器，两种设备在结构原理和使用功能方面均存在明显的差异。

机械调压器由于结构简单、成本较低而被广泛应用于中、小规模的用户，这种调压设备一般采用弹簧、膜片等机械组件通过机械方式调节气体流，实现减压效果，安装以及维护相对便捷，对于不需要复杂控制的场合而言，依旧占据着主流地位。不过机械调压器的调节精度和响应时间等方面存在一定缺陷，比如气

压波动较大或负荷变化较大频率较高的情况下，很难及时调整到最优工作状态，不能为终端用户带来很好的用气效果<sup>[3]</sup>。而电子调压器则能够具有更好的调节精度与自动化性能，能够应用于一些对压力要求比较高的场所，而这种调压设备一般具有精密的传感器和控制系统，能够实时监测管道压力，通过自动调节来达到所需要的设定压力。电子调压器不仅能够应对压力波动，可以实现稳定性更好一些，还能够在通过对运行数据的分析来提高运行效果，节约能源。所以说电子式调压器越来越被应用于大型工、商业用户以及对燃气品质要求较高的场所。

选择调节设备，除了选择设备品种外，还应根据使用场所条件的具体情况，兼顾设备的使用效果、设备的可靠性和运行维护费用等。如：向用气量大的、用气变化大的客户提供的调压设备为电子调压器更具有优势；向小口径调压器或民用户供应的则应用机械调压器，因为机械调压器运行成本低，维护容易。调节设备的选择直接影响到系统的整体效率和系统的安全系数。正确的选用调节设备既能提高调节精度，保持可靠的供气，又能延长调压器的使用寿命，降低设备故障，节省保养维修费用。

#### 3.3 自动化控制技术

随着当前技术的进步，自动化控制技术开始逐步推广使用在城市燃气输配系统方面，提高了该系统的运行管理效率。智能型控制系统的配置，让其能够实现对压力进行及时控制调节。在智能控制系统内，需要安装不同种类的传感器，将燃气管道内的压力和流量、温度等各方面信息进行全方位监测，让管理人员能够在集中控制平台上对整个系统的运行状况实时查看，对突发的问题能够及时做出反映。

首先，在自动化控制技术的作用下，将合理的压力值视为系统中需要设定的关键值，并将调节控制设备的动作开启或关闭时间基于安全阈值的数值进行定义，以消除超出额定压力值，对安全装置进行控制的同时，借助于控制系统能够有效监控各操作流程，进而促使系统的自动化操作循环持续发生。不仅如此，此种自动化压力调控，还能够在系统与用户控制人员之间的关联过程中，将人工控制系统操作的有效性降至最低程度，从而实现人员控制的有效性。在智能化压力调节的应用情况下，能够保证燃气供应系统的所有用户，基于其使用压力范围的调节状况，使其功能满足用户的基本需求，规避压力值产生超出使用范围值的情况，因此可避免影响用户在使用过程中提出的相应需求<sup>[4]</sup>。借助于人工算法的优势，能够发挥智能化系统的引导意义，如此将安全阀的功能体现予以人

工控制的基础上，在循环过程中，能够充分发挥人工智能技术在未来发展前景上的积极作用，例如，为系统的历史数据价值进行充分收集，进而对系统目前的用户情况予以充分理解，并对用户的用气情况进行有效判断，如所进行分析的结果与未来预期相符，应在系统初期设计值的基础上，结合各个阶段的用气高峰期控制作用，对其进行更为具体的调节措施制定。

### 3.4 系统安全性分析

影响燃气输配系统安全性的因素很多，但通过压力控制技术应用能够实现对输配系统安全保障提升，还可通过健全应急预案体系有效避免事故发生，应从高压漏气、设备失效、地质灾害等方面出发完善应急预案，针对每一个因素明确具体的流程、职责与资源等，在出现问题时快速响应。应急响应体系的能力主要体现为快速反应能力和协调能力，在事故突发时系统要能够有效辨识出异常因素，通过在线监测技术实现相应预警，管理单位要及时掌握各项管理，并整合应急体系快速联系现场团队进行相应处理，并且通过现场值班员等开展具体流程处理，在现场针对异常因素作出相关调整，如关闭阀门和停止供气等行为，有效控制异常因素的影响，对应急预案要定期进行验证工作，并组织应急演练，使参与人员熟悉具体流程，提升实际操作水平，确保在真正出现异常因素情况时能够快速、有效地应对。

除了应急响应之外，定期检查设备，维修设备是保证系统安全的另一种有力手段。燃气输配系统设备在投入使用一段时间后，会因为磨损、老化等因素导致其在系统中的正常运转出现问题，因此有必要定期对设备进行保养，检查调压设备、管道等，同时还要校准系统的传感器、监测系统等，使其维持其应有的功能。设备保养过程中，应针对设备内部损坏的部件及时更换，将积攒的污物清理干净，使设备维持在一个良好的状态上，这样可以有效防止故障的产生，保证系统的良好安全运行。除此之外，还要做好系统人员的安全培训。输配系统内的操作人员与维护人员都应进行定期的安全培训，强化其在安全方面的意识以及应对意外事故的能力，既包括技术培训，也要开展一些安全文化的建设工作，使每个员工都能重视到自身的安全问题，在工作中自觉严格遵守各项操作规定。

### 4 经济性与环境影响

压力控制是燃气输配的关键环节，对于它的科学性不仅关系到环境保护、经济等压力控制效果的影响，而且以经济影响来说，压力控制的优化可以为燃气的输配等生产模式的成本降低提供保障，借助于燃气输配实时的压力监测调节方法，可以使燃气输配过程中

气体的流量调节维持在较为理想的范围，避免能源的无益浪费，其中压力调节的科学性可以帮助燃气输配等设备或系统的工作状态处于较为优化的工作环境，并在此范围内输配状态确保系统工作的平稳性和安全性，如此对于燃气输配系统的运行效率以及燃气输配等系统中的生产环节成本的降低、实现持续性化等目标的落实，都有着非常积极的效果<sup>[5]</sup>。

对环境影响来说，随着群众环境保护意识的提高，燃气泄漏排放少越来越受到行业内重视，燃气泄漏不但会造成浪费，也会产生污染环境破坏空气的行为。而先进的压力调节系统通过细致的监控和迅速的反应也可以解决燃气泄漏问题。在系统中配置智能的传感器来对管道情况进行实时监测，如果出现了泄漏问题，系统也会马上做出反应，自动关闭相关的阀门，从而避免更大的燃气泄漏问题对环境和人们身体的损害。同时还有益于气体的优化输配，由于在燃气输配的过程中心采用先进压力调节，能够保证燃气输配时的充分燃烧，减少了燃气燃烧时产生的未完全燃烧气体的排放；通过充分有效地利用燃气，避免了由于燃气不完全燃烧而产生污染气体排放，推动绿色环保的可持续发展。

### 5 结语

压力控制调节技术在城市燃气输配系统中的应用是事关燃气输配系统安全、可靠、经济、绿色运行的重要课题。本文就压力的监调设备和自动控制系统阐述了改进城市燃气输配系统运行效率和安全方面的意见和建议，相信在不久的将来，随着压力控制新技术的研究、应用，城市燃气输配系统的运行将更加便捷智能，为城市的可持续发展保驾护航。

### 参考文献：

- [1] 陈涵, 黄建良, 瞿召利, 等. 一则燃气压力管道焊接缺陷的检验案例分析 [J]. 特种设备安全技术, 2023(06):25-27.
- [2] 张东升. 燃气压力管道合规化管理措施探讨 [J]. 中国设备工程, 2023(22):40-42.
- [3] 林行素, 黄瀚萍, 官媛媛, 等. 城镇燃气压力管道全面检验的研究与实践——以聚乙烯燃气管道为例 [J]. 装备制造技术, 2023(06):208-211.
- [4] 闫旭, 孙志鹏, 瞿永军, 等. 公用燃气压力管道定期检验与风险评估实例 [J]. 化工装备技术, 2023, 44(01):75-78.
- [5] 陈红. 论燃气压力管道合规化管理措施 [J]. 应用能源技术, 2022(10):6-8+18.

### 作者简介：

林钢（1975-），男，汉族，福建仙游人，中级职称，研究方向：燃气工程。