

天然气输配系统阀门内漏原因分析及应对措施

岳虹（贵州燃气热力设计有限责任公司，贵州 贵阳 550001）

摘要：阀门作为天然气输配系统中重要组成部分，受到各种内外因素的影响，阀门在实践应用过程中会存在内漏的问题，这就给天然气安全使用带去一定的隐患，因此，加强输配系统阀门管理和维护工作，能够有效解决内漏问题，为保护人民生命财产安全奠定基础。本文主要对天然气输配系统阀门的种类与原理进行分析，阐述阀门内漏的原因和危害，从设计和维护角度提出相对应的解决策略，仅供相关人员参考借鉴。

关键词：天然气；输配系统；阀门内漏

0 引言

阀门作为一种装置，广泛应用在各个领域，通过调查实践结果显示，阀门在天然气行业应用占比在37.4%，其次是电力能源领域的应用占比在21.3%，第三是化工领域的应用占比在11.5%，由此数据可以看出，阀门在天然气中应用占比更大。随着国家天然气行业的发展，一线和二线项目逐渐投放使用中，一线全长4200km，二线全长4873km，其中需要阀门近百台，这就对阀门的安全性能提出了更高的要求。天然气输配系统阀门要做好封闭处理，以免出现内漏问题，严重危害管道的安全运行。

1 天然气输配系统阀门原理及种类

1.1 天然气输配系统阀门作用

阀门作为一种新型的管道安全配套装置，主要作用是拦截、接通、调节管道中的气体，本身具有良好的密封性能和控制性能，适用于城市燃气、汽化石油气、天然气等各个领域。天然气阀门广泛应用于城市供气管网系统天然气介质管路上，一般会采取手动、自动、电动、涡轮转动等方式控制阀门，可以实现近距离控制和远程自动化控制。天然气输配系统阀门应用与选型至关重要，一旦某个环节出现问题，便有可能引发内漏的问题，轻则影响生活与生产，重则出现严重爆炸情况，因此，要科学选择阀门，了解阀门内漏原因，采取针对性的解决措施。

1.2 天然气输配系统阀门种类

①球阀。球阀是常见的阀门类型之一，可以快速关闭和开启。球阀通常被用于天然气输配系统中，主要用于手动操作和紧急切断天然气爆炸等危险情况。球阀的主要特点是密封性好、操作轻便、维修方便等；

②闸阀。闸阀是一种普遍存在于天然气输配系统中的阀门类型。闸阀由闸板和阀座组成，其特点是施加在闸板上的力会使阀门关闭，从而能够实现管道中

天然气的快速切断。不同型号的闸阀有不同的阀体材料和尺寸，可以根据需要选择；

③蝶阀。蝶阀是另一种常见的阀门类型，在天然气输配系统中被广泛应用。与闸阀相比，蝶阀的结构更加紧凑，操作轻便，具有较小的压力损失。另外，蝶阀的可调节性也使其在流量控制和调节方面具有优势；

④截止阀。截止阀同样也是一种常见的阀门类型，可用于天然气输配系统中。截止阀主要用于控制管道中天然气的流量。该阀门由阀瓣和阀座组成，通常用于手动操作或自动控制系统中；

⑤调节阀。调节阀是一种用于控制天然气输配系统中流量和压力的阀门。调节阀的主要特点是对温度和压力变化的适应性强，可以根据需要实现精细的阀门调节；

⑥安全阀。安全阀是天然气管道系统中至关重要的安全设备。当管道内压力超过设定值时，安全阀会自动开启，将多余的气体排出，从而防止管道破裂和事故发生。安全阀的设置位置和排放能力应根据管道系统的具体情况进行合理设计。

2 天然气输配系统阀门内漏原因

2.1 制造阶段存在问题

天然气输配系统在制造阶段可能造成阀门的内漏，具体情况通过以下几个方面展示，第一，制造期间对质量把控不够严格，比如阀门密封、阀门选型、阀门构件方面存在不足和缺陷，或者严密性做的不到位，导致阀门边缘存在内漏的风险。第二，阀门装置并不是一次就能安装成功的，需要反复试压调节，在试压之后一旦干燥、防腐等工艺程序做的不到位，就会导致阀门后期的腐蚀和生锈，久而久之便会存在内漏的风险。第三，阀门安装技术手段不够完善，未能按照技术要求找到准确限位位置，导致位置处出现一定的偏差，从而容易产生渗漏，这种渗漏十分微小并

不容易被发现，但经过长期的使用，就会给密封位置带来积累性的损伤，容易出现严重的内漏现象。第四，阀门密封材质或者密封条件未能达到天然气阀门密封要求，进而造成阀门的内漏。

2.2 施工阶段存在问题

第一，阀门在安装过程中进入了固体杂质，或者由于设备的使用，造成阀门的损伤，从而出现内漏问题。第二，施工现场未能做到严格的防护，阀门两侧保护装置缺少，导致沙子等颗粒物进入阀门，造成内漏现象。第三，焊接工艺做的不到位，阀门现场安装过程中，由于焊接不充分，或者焊接温度把控不严格，导致密封圈出现损伤，这样便会造成内漏情况。第四，现场工作人员未能形成安全意识，无法及时处理和清除焊接飞溅物，导致飞溅物接触密封面造成阀门装置的损伤，进而出现内漏。第五，焊接出现的残渣和遗留物未能得到完全的清理，导致阀门在开关过程中会摩擦密封位置，给密封面造成一定的损伤，从而出现内漏的情况。第六，管道在清理内部残留物时，由于一时疏忽将残渣带入阀门内，严重影响阀门的密封性，进而造成内漏的风险。

3 天然气输配系统阀门内漏解决策略

3.1 把控阀门自身质量，按照图纸安装阀门

阀门由于自身质量缺陷因素造成的内漏情况，需从生产厂家和采购环节入手，采购部门需要寻找符合国家设计标准与要求的生产厂家，在阀门设计和制造方面，要追求高质量。生产厂家在阀门材质的选择上要符合国家相关标准，同时只有通过专业检验之后，方可出厂投放使用。天然气阀门在具体安装过程中，为了减少阀门自身缺陷问题的存在，在投放使用前应进行严格的检查，按照相关检测标准和流程，确保阀门质量符合使用标准，并且在试压之后再进行检测，一旦发现阀门存在质量问题，就要及时更换，尽量避免质量不达标阀门的使用。

另外，阀门在安装过程应参照具体的图纸开展工作，首先，设计人员根据天然气项目特点，设计出阀门安装图纸，为工作人员阀门安装提供参考依据。其次，工作人员应参照图纸内容，了解工艺管线的排布情况，反复确认阀门的作用和价值，掌握介质的流向。同时，工作人员要参照图纸反复确认阀门的安装方向和方式，以免出现安装错误反复安装的情况，给阀门造成一定的损伤。其中需要注意的问题是，阀门设备的装卸工作要格外小心，严禁出现野蛮装卸的情况，

从而损坏阀门，造成不必要的浪费，影响天然气输配系统的正常运行。

3.2 把握阀门操作原理，实现阀门技术存档

阀门安装结束后需要进入正常运行状态，在阀门运行过程中，工作人员要了解阀门的工作原理和性能，总结阀门的使用途径与方法，为了防止内漏问题的出现，要及时清理管道垃圾物质，按照相关工作规定开展工作内容，在管道清理中切勿出现违规操作、野蛮操作等行为，做好阀门日常保养和维护，让阀门在运行过程中，始终保持最佳的状态，降低内漏现象的出现几率。工作人员在了解阀门操作原理时，可以根据阀门的基本信息建立对应档案，档案内容包含阀门结构、密封材料、阀座材料等，同时要详细记录消耗材料的更换周期，并在阀门投放使用前制定保养周期计划，通过提前预防技术的投入使用，实现对阀门装置的全周期性保养，以保证天然气输配系统阀门的安全运行。

3.3 分析阀门内漏原因，及时处理内漏问题

按照阀门的不同分型特点，查找阀门内漏的位置和原因，阀门处理主要分为真漏和假漏两种情况，工作人员要对内漏属性进行确定，然后确定是真漏还是假漏，假漏情况出现时不需要进行密封处理，然而当真漏情况出现时便需要采取对应的处理措施。当阀门在正常运行中出现内漏的情况，工作人员就要进行在线处理方式消除内漏。工作人员运用清洗液清洗阀门之后，便可向阀门内注入密封脂，这样一来可以缓解和消除内漏点。当内漏情况比较严重时，可以注入特氟龙颗粒，通过特氟龙颗粒渗透性作用，确保密封口呈现最初状态。具体通过以下几个方面体现。

3.3.1 检查阀门

工作人员要检查阀门具体位置，然后进行适当的调整，通过寻找内漏位置确定内漏的程度。一般来说，阀门的设计工艺十分讲究，标准阀门密封接触面公差应控制在 $3\sim 5^\circ$ 之间，在这个范围内的密封面都可以直接使用，同时，在设计阀门密封面范畴时应做到充足的余量，这样容易调整机器的限位情况，有效减少和降低阀门内漏现象的出现。

3.3.2 注清洗液

清洗液不仅具有软化管道的作用，同时还能消除早已硬化的密封脂杂质。在清洗液使用过程中应该注意的问题是，当球面和密封面接触到清洗液时，清洗液不要马上清除，要留在里面一段时间保证充分的侵

染和吸收，并且每间隔一段时间扭动一下阀门，这样做的目的就是让清洗液彻底溶解与软化。另外，重复开关阀门，会让清洗液渗透出去，这样能够消除密封面表面的杂质，在准备工作完成之后，需要借助压力表检测阀门的压力大小，进而判断内漏的具体情况。

3.3.3 注润滑脂

润滑脂是一种化学物质，具有强化密封效果和降低阀门扭矩现象出现的功能，另外，将润滑脂注入阀门之后，原来阀门中含有的清洗液会被挤出来，这样在阀门内部金属位置会形成一层薄膜，起到良好的保护效果。

3.3.4 注密封脂

通过对内漏情况的分析来看，可以确定为真漏还是假漏，进而结合堵漏原理，采取必要的处理措施。在注入密封脂时，需要符合三个条件，分别是密封脂要具有流动性，这样能够更好地渗透到各个层面；密封脂要具有颗粒度，类似特氟龙颗粒等；密封脂三年内不能出现固化现象。注入密封脂时要将阀腔放空，让其符合压力公差条件，在放空过程中放空阀应保持在打开状态，注密封脂时不仅要考虑用量多少，还要关注内漏的声音变化情况，密封脂处于运动流畅状态时，阀门外漏量就会逐渐减少，最终达到不泄漏的目的。

3.4 实现阀门全周期管理，优化阀门工艺流程

3.4.1 增强输配系统阀门全寿命全周期管理

导致阀门出现内漏的原因有多种，每个环节在运行中一旦出现问题就会导致内漏问题的产生。因此，做好预防工作更为重要，防渗漏措施应覆盖每个步骤中，体现出全寿命、全周期、全过程特点。第一，阀门验收环节应关注球面和阀座的好坏程度，分析密封性能的强弱。在附属装置检验中，要确定内止回阀是否有损坏，充分发挥两种阀门之间的连接作用，保证密封脂畅通无阻。第二，安装前要做好清理和维护工作，阀门安装保护内部清洁十分重要，只有做到清洁到位才能让其保持良好的密封状态，以免阀门出现损坏的情况。第三，定期保养和维护，在天然气项目管道实施初期阶段就要做好必要的保养和维护工作，制定维护计划表，对阀门进行全周期性维护，为快速确定内漏情况奠定基础保障。

3.4.2 优化各种工艺手段降低球面损伤程度

参考阀门密封性特点，全面了解天然气工艺流程情况，借助工艺手段提升和优化方式，已达到介质中

物质减少的目的，从而保护阀门的正常运行与工作，延长阀门使用寿命。第一，减少介质杂质工艺手段，为了达到这一目标，可以在井口位置安装除砂装置，以免天然气中固体颗粒进入场站内，给阀门密封性能造成影响。第二，大通径阀门两侧压差较大时不应开阀，此时可以使用增加节流阀的方式，避免压力差较大时开阀门给密封面造成损伤。

3.5 校对阀门具体位置，测试调节阀行程

一般来说，可以通过中控电脑的方式观察外部操作现场情况，查看阀门位置是否保持一致，倘若位置一致则说明定位器完好无损，如果不一致，那就需要运用仪表对调节阀进行测试，然后再调节定位器，对于某些处于开常关的阀门，要定期开关测试。另外，需要仔细观察阀门自身情况，查看是否存在外部影响因素，一旦发现问题要联系技术人员进行维修，同时，还要运用仪表测试调节阀的行程，调节定位器位置，联合人工和自动方式操控阀门，时刻观察调节阀的流量情况，最后确认调节阀是否正常，能够正常工作与运行。

4 结论

本文主要对天然气输配系统阀门内漏的原因进行分析，阐述阀门的工作原理和用途，并根据阀门内漏形成原因，提出相对应的处理措施，增强阀门安装前的检查工作，记录阀门保养维修内容，优化安装工艺手段，探究阀门内漏位置和严重程度，联合多种办法实现阀门密封面保持良好的密封效果，极大地降低阀门内漏的几率。

参考文献：

- [1] 刘海松. 基于声发射的天然气管道阀门内漏检测技术 [J]. 煤气与热力, 2023, 43(2): 43-46.
- [2] 张小兵. 天然气长输管道阀门内漏判断及预防控制措施 [J]. 石油石化物资采购, 2023(10): 61-63.
- [3] 张丽珍. 阀门内漏原因分析及完整性保障方案研究 [J]. 化工管理, 2023(04): 130-132.
- [4] 王放, 李正峰, 姜波, 等. 天然气管道机械阀门内漏流场声学特性研究 [J]. 化工机械, 2024, 51(03): 348-353+469.
- [5] 马重, 赵众. 基于数据驱动方法的控制阀故障诊断 [J]. 化工自动化及仪表, 2023, 50(02): 181-187+230.
- [6] 张天一. 输油气管道阀门内漏问题原因分析及判断 [J]. 化学工程与装备, 2022(12): 90-91.