

煤层气集输管网输差问题分析

邓 镛（宁夏煤层气技术开发有限责任公司，宁夏 石嘴山 753000）

摘要：本文围绕煤层气集输管网输差问题，分析了输差产生的原因，主要包括管道质量因素、计量仪器因素、压力损失原因、压力波动因素、煤粉与水合物形成影响和监测管理不到位等，基于上述问题，明确了集输管网输差问题的处理原则，并从优化集输管网设计与规划、加强计量表管理、选择高性能材料、注重维护管理、控制煤粉及水合物影响以及实现智能监测管控等方面入手提出了解决措施与建议，以期为消除或者减小煤层气集输管网输差提供参考。

关键词：煤层气；集输管网；输差问题；监测管控

煤层气是以吸附状态储存于煤层及其周围岩石中的气体，属于一种非常规天然气，也是一种清洁能源，井口出气后主要通过集输管网完成收集。但是煤层气集输管网在投入使用过程中会受到诸多因素的影响，导致在输送煤层气时发生气损现象，从而产生集输系统输差，影响准确计量，还无法保障集输系统的运行效率，需要了解引起煤层气集输管网输差问题的原因，并采取有效措施进行控制管理，尽量减小输差，这对提高集输管网整体运行效率、有着重要意义。

1 煤层气集输管网输差问题的原因分析

1.1 管道质量因素

煤层气集输管网运行期间，管道容易受到压力、环境、温度、介质成分等因素的影响而出现不同程度的腐蚀现象，管道腐蚀问题的发生会影响集输系统中管道壁厚，若管壁厚度降低，在压力较大的条件下容易造成管道破裂，出现泄漏问题，从而导致集输管网输差问题。因为煤层气中存在腐蚀性气体，对管道质量影响较大，长期使用过程中腐蚀现象较为突出，若没有做好防腐工作或者在管道腐蚀后未能及时更换，则会引起气体泄漏，引发漏失误差。

1.2 计量仪器原因

煤层气集输管网中选择的计量表型号不合理，有些计量表的计量值偏小，且还会受到环境温度和压力值的影响，在煤层气温度比较低时，部分没有温度补偿的计量表会出现计量数值变小的现象，产生计量误差，从而造成集输管网输差问题出现。有些计量表没有压力补偿，在气体压缩后计量表的计量数值也会减小，若通过表具的压力超高，则会增加计量仪器的误差。另外煤层气井口气内含有杂质，若计量仪器内部进入杂质，或者外部受损，也会出现计量不准确的问题，从而引起集输系统输差问题。

1.3 压力损失因素

集输管网系统运行过程中，管道摩擦、弯头结构和阀门部件等会对煤层气输送产生一定阻力，从而造成压力损耗。集输系统的压力损失较大，则会影响煤层气的输送效率，还无法保障集输管网运行的稳定性。而导致这一问题的原因与集输管网设计不合理、不规范有关，没有充分考虑到管径、管网布局以及煤层气流速等因素，所选的管道材料、附件和控制设备不合理，从而产生较大压损，引起集输管网输差问题。

1.4 压力波动影响

集输管网运行阶段会受到压力波动的影响，比如煤层气生产过程中出现异常情况引起产能波动，则会影响集输管网的正常运行。若产生的压力波动较大，不但无法保障整个系统的运行稳定性，还会对管道、设备等造成损害。生产运行过程中的压力波动主要与管网内气体压力和流速的波动变化有关，如果上下游的波动不同步，就会出现输差问题，通常需要根据煤层气集输管网运行特点调节压力设备，以此控制压力波动。

1.5 煤粉、水合物形成影响

煤层气集输过程中，煤粉和水合物形成会对集输管网的正常运行产生影响，若煤粉和水合物在管道中形成堆积，会造成管道堵塞，增加流动阻力，影响煤层气的输送效率。同时，水合物的形成还会影响煤粉的密度，降低煤层气的输送温度，导致上下游计量时气体组分变化，从而影响计量准确性，引发输差现象。另外，煤粉以及水合物也会对集输系统中的泵、阀门等设备造成不同程度损害，不利于煤层气的顺畅输送，需要在煤层气集输管网运行阶段加强防控。

1.6 监测管理因素

煤层气集输管网运行中的安全隐患较多，容易受

到诸多因素的影响而出现泄漏、爆炸等问题，若没有做好集输管网的监测管理，未能及时发现异常现象，则会增加安全事故问题的发生率，会威胁到人们的生命安全，还会造成较大损失。有些企业在运用集输管网集输煤层气时，没有安装专门的漏电检测设备，也缺乏完善的应急通报机制，操作人员和管理人员的应急处理能力不足，无法妥善处理突发事件，导致集输管网运输过程中的气损较大，从而引起输差问题。

2 煤层气集输管网输差问题的处理原则

2.1 合理规划设计

规划设计是否合理会直接影响煤层气集输管网的功能性能，为有效控制输差问题，首先要遵循合理规划设计原则。集输管网设计阶段应安排专业人员使用专门的工具设备完成煤层气开采区域地质调研工作，同时也要考虑到管网的建设规模、传输距离、容量要求等，利用信息化技术进行模拟分析并进行优化设计，保证集输管网敷设路线、所用材料规格型号以及管道管径合理，使集输管网运行期间状态良好，将压力损失控制在一定范围内，还能降低管道内部腐蚀问题的发生率，保障整个集输系统的可靠性与安全性。另外，在合理规划设计时要为后续维护管理留有足够的空间。

2.2 材料技术更新

煤层气集输管网输差问题的产生与管道材料和技术密切相关，若管道材料质量不达标，那么在投入使用过程中就会出现较为严重的腐蚀问题，而且整体的抗压能力得不到保障，在压力作用下易出现破裂或者泄漏问题。因此，要充分考虑到煤层气中腐蚀性物质对管材的影响，选择耐腐蚀、高性能、抗压能力强的管道材料，也可使用防腐剂处理管道表面，并使用防水合剂预防管道内部水合物形成，控制异常问题发生。另外，要及时更新检测技术，快速掌握管道的健康状况，为后续针对性维修管理提供可靠依据。

2.3 注重运维管理

运维管理也是煤层气集输管网输差问题处理中的关键原则，要从保障整个管网系统安全稳定持续运行的角度出发定期开展巡查检验和维护保养等工作，应根据集输管网运行特点和输差问题产生的原因，建立科学完善的运维管理体系，确定管理标准和制度内容，为相关人员运维管理提供科学指导。同时，也要建立紧密协作机制，确保各部门、各单位都能加强联系，协同处理集输管网中的各类难题，消除各种风险，提升运维管理水平，最大程度地保障集输管网安全运行。

3 解决煤层气集输管网输差问题的相关建议

3.1 优化集输管网设计与规划

针对煤层气集输管网输差问题，应优化整个管网的设计与规划，在全面、充分了解煤层气资源所处区域地质条件和分布情况的基础上，对管道、井口的布局以及煤层气的输送路径等进行合理设计。还要充分考虑到煤层气的产能分布以及地质特征，为避免出现压力损失现象，应选择合适的管道材料，并保证管径合理，减少摩擦阻力的产生。另外，还要考虑到输送距离和用户需求，科学设计输送系统，使煤层稳定、持续输送，有效控制输差问题。

通常会利用先进的仿真技术通过数学建模的方式获取最优的煤层气集输管网集布线路径，在现代科学技术手段的支持下，还能分析不同运行条件下集输管网的运行状态、可能受到的影响以及可能出现的问题，提前预测并制定有效预防措施，以此提高煤层气集输管网设计的可行性，保证规划设计效果。另外，规划布局阶段，为有效控制输差问题，还需科学配置管道材料和多种辅助设备，从减小管道内部摩擦阻力和降低压损的角度出发确定管径大小，还要选择性能良好的阀门设备和压缩机，并实现科学配置，为集输管网高效、安全、稳定运行提供良好条件，从而减小输差问题，提高煤层气的输送效率。

3.2 加强计量表管理

计量器具精度导致的计量误差主要与其自身误差有关，要想减小计量输差，应根据煤层气集输管网运行要求，定期检查和及时更换不符合使用要求标准的计量器具，结合现实需要合理选型，通常要充分考虑到计量表的计量精度，从而降低计量误差带来的输差影响。与此同时，也可以在计量表使用期间加强监测，积极引进先进技术实时监测计量表具的使用情况，确保能够及时发现计量输差并及时调整，以免计量器具误差较大引起煤层气集输管网输差问题。

3.3 选择高性能管道材料

管道材料作为煤层气集输管网中的基础要素，其质量是引起输差问题的主要因素之一，立足实际，选择高性能管材，保证管道质量，提高其承载抗压能力，能够降低压力波动对管道造成的影响，避免出现泄漏问题。通常会选择强度高、抗拉能力和抗腐蚀性较高的复合材料或者合金材料作为管道的原材料，可降低煤层气中有害物质对管道造成的腐蚀，减缓管道老化速度，还能减小由管道腐蚀引起的输差问题。在选择

高性能管材的同时，也可以在管道内部涂刷防腐剂，形成保护涂层，有效提高集输管网整体的抗腐蚀能力。防腐涂层避免了腐蚀性气体与集输管道的直接接触，减缓了壁厚降低的速度。另外，内部防腐涂层的均匀涂抹也可使内部管壁更加光滑，减小摩擦阻力，从而提升煤层气输送效率。

3.4 加强整个系统的维护管理

由于煤层气集输过程中易受到诸多影响而产生压力波动从而造成集输管网输差，需提前研判，保证平稳生产，并加强对整个系统的维护管理，及时消除多方面影响因素，从而保障整个集输管网稳定运行。要求管理人员定期开展巡查检验、维护管理等工作，建立规范的检测体系，对集输管网容易出现问题的部位进行重点检验，确保能够及时发现隐患问题并提前防范与处理。集输管网检测阶段，通常运用无损检测方法，在不破坏管网结构的情况下获得准确检测结果，及时发现管道裂纹或者腐蚀等问题，常用检测技术有红外线测温、超声波检测等，精准定位异常部位并进行妥善处理，以防问题扩展，降低对整个管网的影响，从而控制输差问题。经常性开展维护管理工作可以优化调整煤层气集输管网的状态，延长整个系统的使用寿命，通过定期更换老化设备和清理内部堆积物，为煤层气高效输送提供良好条件，切实提高了集输管网运行的安全性与稳定性，也降低了输差问题的发生率。

3.5 有效控制煤粉及水合物

要想降低煤粉与水合物对煤层气集输管网输气量准确性造成的影响，需要采取有效措施进行控制管理。控制煤粉的影响时，应在集输管网运行期间，定期清理管理，防止煤粉积聚。还要在设计集输系统阶段充分考虑到煤粉对集输管网正常运行的影响，选择适宜的材料和设备。另外，要加强对集输管网的运行监控，确保能够及时发现和有效处理煤粉引起的输差问题；控制水合物的影响时，一方面，可以向管道内部注入抑制水合物形成的物质，通过化学反应阻碍水合物结晶，控制水合物形成，以免阻塞管道引起输差问题。另一方面，也可控制管道温度，减缓水合物的生成速度，降低该物质的生成几率，一般会在集输管网中设置加热系统，使管道内部温度在适宜范围内，从而有效控制水合物的形成，减小计量输差。

3.6 实现智能监测管控

煤层气集输管网输差问题的妥善处理也需要先进技术手段提供支持，根据现实需要积极引入智能化设

备，实现智能监测和及时响应，确保在出现异常问题时能够及时发现并自动处理。智能监控系统在集输管网中的应用优势较为明显，可跟踪监测集输管道的具体情况，全面获取集输管网温度、流速和压力等参数信息，并与预警值进行对比，如果超出安全范围就会及时发出警报，向管理部门提供反馈资料信息，管理人员可针对具体问题和意外情况进行有效防范与处理，以免出现跑冒滴漏现象。

还要建立完善的应急响应体系，对于煤层气集输管网可能出现的问题提前做好技术交底和管理防范工作，提高工作人员的应急处理能力，定期开展应急演练工作，组织操作管理培训活动，确保在出现异常情况和突发问题时能够有效应对与处理，规范集输管网的建设和运行过程。而要想保障相关工作人员能够迅速反应和正确处理，整个过程要做到合理规划与明确分工，提前准备好齐全的装备，实现快速有序响应，将各种影响降到最低，从而控制集输管网输差问题。

4 结语

要想有效应对和妥善处理煤层气集输管网输差问题，则应深入分析引起这一现象的原因，了解多种因素造成的影响，总结归纳后找到消除或者减小输差问题的措施与路径，从而提升煤层气集输管网输送效率与安全性。由于输差问题较为复杂，通常需要联系实际情况进行科学管理，还要做好管网设计、管材控制和维护管理等工作，并积极引入智能技术手段进行跟踪监测和智能管理，减小压力损失，保障集输管网稳定，以促进煤层气的稳定输送，使这类资源得到合理开发与利用。

参考文献：

- [1] 张浩亮,顾根堂,薛志亮,等.煤层气集输管网积液在线监测及处理技术[J].中国煤层气,2023,20(06):22-25.
- [2] 陈大伟.基于多传感器的煤层气集输管路压力监控系统[J].机电工程技术,2022,51(06):235-238.
- [3] 程超,陶占盛,郝建,等.沁水盆地煤层气地面集输系统现状及其优化展望[J].能源与节能,2021(11):126-127+149.
- [4] 王亮亮.煤层气集输管网输差问题分析[J].中国化工贸易,2022(09):124-126.

作者简介：

邓锴（1987-），男，汉族，宁夏平罗人，本科，研究方向：天然气储运、天然气化工及利用。