

天然气储运安全风险管控与科学调度体系构建

易淑军（中国石油天然气股份有限公司天然气销售新疆分公司，新疆 乌鲁木齐 830000）

摘要：在能源转型的数字化时代，建立天然气储运安全风险管控与科学调度体系具有重要意义。本文针对天然气储运设施存在的安全风险、调度管理不够科学以及应急响应能力不足等问题，提出了天然气储运体系应对能源安全、生态环境保护及经济发展的重要性。通过强化设施安全管理，健全调度机制，强化风险监控预警，提升应急响应能力，加强技术创新和人才培养，以提高天然气储运体系安全可靠运行水平。

关键词：天然气储运；安全风险管控；科学调度体系构建

0 引言

随着天然气在能源结构中所占比例的不断提高，天然气储运安全与调度效率成为一个重要课题。目前，我国天然气储运设施普遍存在腐蚀、自然灾害及人为破坏等风险，导致天然气泄漏事故频繁发生。在调度管理方面存在着指令传递不畅、标准不统一、预测能力不强等问题，不利于资源的合理配置。在应对突发事件的过程中，由于预案不完备，资源不足，训练不足，导致事故处理速度缓慢。这些问题不仅威胁到能源供给的稳定性，而且可能引发环境与安全事故，亟需系统化的解决。

1 天然气储运安全风险管控与科学调度体系构建的意义

1.1 保障能源安全

天然气是一种重要的能源，其稳定可靠的供给关系到国家能源安全。建立天然气储运安全风险管控和科学调度体系，是保障我国能源安全的重要手段。从供给稳定性角度看，通过科学的调度，可以根据不同区域、不同时段的天然气需求，对天然气资源进行合理配置，避免局部供需不平衡引起的供给波动。比如，北方冬季供暖季天然气需求量大幅增加，科学调度可保证充足的天然气供应，满足居民、企业供热生产需要。同时，建立健全的安全风险管控机制，能够及时发现和解决管道腐蚀、储罐密封性等安全隐患，减少设备故障所带来的能源供应中断风险，为保障国家能源安全奠定坚实的基础，保障社会生产和生活的正常运转。

1.2 保护生态环境

天然气是一种较为清洁的能源，它能减少污染物的排放，但是如果在储存和运输过程中发生泄漏，会给生态环境带来很大的危害。建立相应的体系，可以有效地防止天然气泄漏对环境造成的污染。一方面，

通过严格的安全风险管控措施，可以加强对储存、运输设备的监控与维护，及时发现和修补可能出现的漏点，减少泄漏风险，如在管道、储罐上安装先进的检漏设备，可以对泄漏点进行实时监控，一旦发现泄漏，就可以及时采取维修措施。另一方面，普及天然气，本身也是一种促进清洁能源的方式，可以减少煤炭等传统高污染能源的使用，减少温室气体的排放量。这对于缓解全球气候变化，提高空气质量，促进生态环境的可持续发展具有积极的意义。

1.3 促进经济发展

稳定的天然气供应关系到工业生产、居民生活的正常运行，对于国民经济的发展具有重大的促进作用。从行业角度来看，很多行业都是以天然气为能源或者原料的，稳定的天然气供应可以保证公司的持续生产，防止由于能源短缺而导致的停工停产，从而促进整个工业经济的平稳增长。从居民生活角度看，稳定的天然气供应可以方便人们的日常生活，提高人们的高品质，有利于加强社会稳定，为经济发展创造一个有利的社会环境。同时，建立科学的调度机制与安全风险管控机制，有助于规范天然气市场秩序，促进天然气市场的健康发展，吸引更多资金进入这一行业，进一步推动天然气产业的发展，带动相关产业链的协同发展，为经济增长注入新的动能。

2 天然气储运面临的问题

2.1 储运设施安全风险

天然气储运设施，如储罐、管道等，其结构强度及可靠性直接关系到天然气储运的安全。随着使用时间的延长和使用次数的增加，可能出现腐蚀、焊缝开裂等缺陷，同时由于地质沉降、内、外部腐蚀等因素的影响，可能导致设备结构强度下降，泄漏风险增大。另外，由于自然灾害及人为因素的影响，储运设施的安全运行受到较大的影响，地震、洪涝、泥石流等自

然灾害会对储罐及管道造成直接的破坏，造成天然气泄漏，甚至引发爆炸等重大事故。另外，在人为因素方面，如施工过程中出现的错误挖掘、恶意破坏和违规作业等，也会对储运设施的安全构成威胁。比如，在城市建设过程中，建设单位在没有调查清楚地下管道布局的情况下，盲目施工，容易造成天然气管道断裂，天然气泄漏，给周围居民带来巨大的经济损失和生命安全。

2.2 调度管理不够科学

目前，在天然气储运调度管理中，存在着命令权威性不强、严肃性不强等问题。由于部分调度人员业务素质不高、工作态度不够严谨，导致调度指令在传达、执行上存在偏差，不能有效地引导天然气输送和配送。同时，调度体系缺乏统一、可预测性。不同区域、部门间的调度标准与流程不统一，信息交流不畅，难以有效应对复杂多变的用气需求。同时，调度部门也很难对未来的用气高峰、低谷进行准确的预测，从而导致调度方案的制定缺乏前瞻性。例如，在冬季供暖季到来之前，对居民及企业用气需求的预测能力不足，造成天然气供应紧张，影响正常生产生活秩序，制约着天然气工业的有序发展。

2.3 应急响应能力不足

应急响应能力不足是保障天然气储运应急能力的重要组成部分。一方面，应急预案设计不够完善，没有充分考虑各种潜在风险与复杂情形，也没有针对不同情况制定详尽的应对策略，导致事故发生后工作人员无所适从。另一方面，应急训练与演练工作做得不够。工作人员对应急预案的熟悉程度不高，不能很好地按照预案进行演练，缺乏应急处理的实际经验。这直接导致应急响应速度慢，一旦发生如天然气泄漏等意外事故，无法及时控制事态的发展，导致事故的损失不断增加，严重威胁着人民的生命财产安全与生态环境。

3 天然气储运安全风险管控与科学调度体系构建策略

3.1 加强储运设施安全管理

确保储运设施（包括储气罐、货车、地下储气库等）的安全性能良好，设定定期检查和维护计划，是保证天然气供应稳定可靠的基础，也是建立天然气储运安全风险管控和科学调度体系的基础。为了保证天然气的安全储存和运输，储存设备的结构强度及可靠性至关重要。选用高强耐腐蚀材料，如高性能钢及复合材料等，可有效地提高储罐及管道的抗压强度及耐久性能，如采用先进的防腐蚀涂料技术，可有效防止管道因腐蚀而发生渗漏，延长设备寿命。同时，定期对原料进行质量检验，保证产品性能达到安全标准，从而保证储运设备的安全生产。

建立健全设备检修制度，及时发现并解决安全隐患，具有重要意义。定期对重要设施如罐、管、阀等的巡视与维护，可及时发现泄漏、腐蚀及损伤等小问题，避免事态扩大。例如，利用超声波检测仪、泄漏检测仪等先进检测设备，可对储运设施内部结构及运行状况进行准确检测，保证设施安全运行。同时，建立设备维修档案，对每一次检查、维修的情况进行记录，为设备安全管理提供数据支持。

建立健全的监测预警体系，对可能影响储运设施的自然灾害，如地震、洪水、台风等进行预警，及时采取预防措施，如在地震监测体系中安装地震监测装置、水位监测装置等，就能对自然灾害的发展情况进行实时监控，并作出相应的应急预案，保证储运设施的安全运行。

3.2 完善科学调度体系

构建天然气储运安全风险管控和科学调度体系，完善科学调度机制是保证天然气供应稳定可靠的关键。建立国家、地区和地方三级调度组织，实现了天然气储运体系的分级管理与协调。其中，国家调度部门负责宏观调控与战略规划；区域调度部门负责本地区供需平衡与应急调配；地方调度部门负责日常调度与现场管理。比如，国家调度机构可根据全国天然气供需状况，制定总的调度方案，由各地区调度机构负责细化与执行，并由地方调度机构负责实施与反馈。采用分层管理方式，提高了体系调度的灵活性和响应速度，保证了体系的稳定可靠。统一的调度规则与流程，是科学调度的前提。制定一套完善的调度规则及作业流程，使调度员的行为规范化，保证了调度指令的准确、一致，如制定调度指令的下发、实施、反馈与调整等流程，明确各个环节的职责与要求，保证调度指令的权威与严肃性。

同时，建立了调度指令的监督与评估机制，增强了调度人员的责任感与执行力，保证了调度指令的高效执行。在信息化背景下，将先进的调度体系引入到天然气储运体系中，可以实现天然气储运过程的智能化管理与控制。比如，利用大数据分析技术对天然气供需状况进行实时监控，对市场变化进行预测，从而

提前做出调度调整。运用物联网技术，实现了储运设备的远程监测与自动控制，提高了调度效率与精度，保证了天然气供应的稳定可靠。

3.3 强化安全风险监测与预警

强化安全风险监测与预警是建立天然气储运安全风险管控和科学调度体系的重要手段。通过在储运设备上安装压力、温度、流量等先进的传感器及监测设备，实现了对储运设备关键参数的实时监测，如采用光纤传感技术监测管道应力变化，采用超声检测技术监测储罐壁厚及腐蚀状况，实现了对储运设施进行全天候、全方位的监控，及时发现安全隐患。天然气在储存和运输过程中，泄漏是一种普遍存在的安全隐患。建立泄漏监控体系，能够迅速发现泄漏，及时采取措施控制泄漏。比如，采用气体探测器、红外成像等技术，对天然气泄漏进行实时监控，一旦发现泄漏，体系会立即报警，启动相关阀门、通风体系等应急处理措施，避免事故扩大。

另外，应急预案是应对突发事件的重要保证。通过制定详尽的应急预案，对应急工作的流程、职责划分以及资源配置等进行详细的分析，才能保证突发事件的快速、有效的处置，如石油泄漏事故的应急处理措施，火灾事故的应急救援预案，自然灾害的应急预案等。同时，通过定期的应急演练与训练，提高了相关人员的应急处理与协调能力。例如，通过组织泄漏事故应急演练，使有关人员熟悉应急处理程序，掌握应急处理技巧，保证在发生事故时能快速、准确地采取行动，将事故损失降到最低。

3.4 提高应急响应能力

建立天然气储运安全风险管控和科学调度体系，提高应急响应能力，是保证事故发生后快速、有效地采取行动，降低事故损失的关键。应急物资的充足性直接影响应急响应的及时性与有效性。建立应急物资储备库，储备充足的消防设备、防毒面具、应急照明设备、抢险工具等应急物资。比如，对紧急设备进行定期的检查和保养，以保证它们在任何时候都能使用。同时，建立应急物资动态管理机制，及时对物资进行更新、补充，保证应急物资的充足性和适用性。

应急响应机制是保证突发事件发生后能快速、有序地采取应对措施的重要保证，制定详细的应急处理程序，对各个环节的职责、任务进行了详细的划分，以保证突发事件发生后，有关人员能快速到位，各司其职。比如，成立应急指挥中心，对突发事件进行统

一指挥、协调；成立紧急援救小组，负责现场的紧急救援工作；成立后勤保障组，做好应急物资的调配与供应工作。同时，通过定期的应急演练，对应急机制进行检验与优化，提高应急响应的效率与效果。

另外，加强与有关部门的沟通，保证突发事件的及时、有效。天然气的储运过程涉及到消防、公共安全、环境保护、医疗卫生等多个部门。建立良好的沟通与协调机制，能够保证各部门在突发事件发生时能够快速反应、协同工作。比如，建立应急通信平台，实现部门间信息共享、实时交流，定期组织联合应急演练，以提高各部门间的合作水平。同时，要加强与周围社区、企业的联系，建立应急联动机制，保证一旦发生突发事件，周围社区、企业都能得到支持与配合，共同应对突发事件。

3.5 推动技术创新与人才培养

推动技术创新与人才培养，是构建天然气储运安全风险管控和科学调度体系的重要途径。提高天然气储运安全水平的核心驱动力是技术创新。新材料，新工艺，新技术的研究与应用，将极大地提高储运设备的性能与安全性，如研制高性能防腐蚀材料，延长管道、贮罐寿命，利用光纤传感、卫星定位等先进监测技术，对储运设备进行实时监控与精确定位。

同时，推进自动控制体系、大数据分析等智能技术在天然气储运过程中的应用，提升调度的科学性与准确性，保障天然气储运体系的稳定可靠运行。加强对调度人员的培训与引进，提高其业务素质与应急处理能力。在天然气储运过程中，专业人才是保证天然气储运安全的重要保证。建立健全人才培养机制，加强与高等院校、科研院所的合作，大力培养、引进高素质人才，如开设天然气储运专业课程，加强学生理论与实践能力的培养，组织业务培训、技能竞赛等，提高员工业务素质及应急处理能力。

另外，要建立健全人才激励机制，吸引、留住优秀人才，为天然气储运安全管理工作提供可靠的人才保证。构建产学研合作机制，促进科技创新与成果转化。产、学、研结合是推动科技创新与应用的一种有效方式。通过搭建高校、科研院所、企业三方合作平台，实现资源共享、优势互补，如大学、科研院所对企业的技术支撑、人才保障、企业对大学、科研院所的实习基地、经费等方面的支持等。

在此基础上，开展联合项目、科研项目等，促进天然气储运领域技术创新与成果转化，加快天然气储

运新工艺的推广应用，提升产业整体技术水平与竞争能力。

4 结束语

总之，能源转型和数字时代下的天然气储运安全风险管控及科学调度体系的建立，对于保障我国能源安全、生态环境保护和经济发展具有重要意义。因此，应加强设施安全管理，健全调度机制，加强风险监控预警，提升应急响应能力，加强技术创新和人才培养。未来，天然气储运将向安全、高效、智能化方向发展，在持续优化与创新的基础上，实现天然气资源稳定供给，保障社会可持续发展，降低环境污染，提高产业竞争力。

参考文献：

[1] 史伟. 天然气储运管道建设中存在的问题及对策[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2024, 44(16): 16-18.

[2] 刘大伟, 陈雷佳, 郭莉辉, 张月庆, 黄钰娇. 天然气管道储运的安全管理探究[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2024, 44(01): 58-60.

[3] 刘华. 石油天然气管道储运的安全管理探讨[J]. 石化技术, 2023, 30(08): 135-137.

[4] 李雷. 天然气管道储运安全管理分析与探索[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2022, 42(18): 88-90.

[5] 陈廷皓. 天然气的液化工艺和储运安全性研究[J]. 当代化工研究, 2022(14): 136-138.

[6] 杨浩. 石油天然气生产储运中安全管理策略分析[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023(16): 122-124.

[7] 刘凯. 石油天然气管道储运的安全管理分析[J]. 化工中间体, 2021(14): 20-22.

[8] 刘奕彤, 王子健. 对石油天然气生产储运中安全管理措施分析[J]. 商品与质量, 2022(16): 170-172.

