

天然气管道输送的应急救援预案研究

李莹 陆美辰（山东港华燃气集团有限公司，山东 济南 250000）

摘要：本研究专注于天然气管道输送过程中应急救援计划的探讨。文中深入剖析了天然气管道事故的主要类型及其特性，特别强调了泄漏事件所具有的迅速扩散性以及对人类健康与自然环境可能造成的严重影响；同时，也讨论了导致火灾和爆炸事故的原因及其潜在的巨大破坏力。文章还介绍了应急响应的基本原则与策略，例如始终将人员安全置于首位的原则以及如何有效控制火源、阻止气体泄露等具体措施。通过对国内外相关预案的比较分析，不仅汲取了国外在该领域的成功经验，而且指出了当前国内预案存在的优势与不足，并提出了未来改进的方向。此外，通过一系列真实案例的研究，提炼出了宝贵的成功经验和应吸取的教训。最后，本文总结指出，加强和完善针对天然气管道事故的应急救援规划对于保护公众生命财产安全、维护社会稳定具有不可忽视的重要作用。

关键词：天然气管道；应急救援预案；事故特点

1 研究背景

作为一种关键的能源来源，天然气的安全输送显得尤为重要。因此，持续改进现有的应急响应计划十分必要。

伴随着经济的迅猛增长，天然气在能源供应体系中的重要性愈加显著。尽管通过管道输送天然气具备效率高、操作简便等诸多优势，但其同样伴随有不容忽视的安全隐患。2022年9月28日，在吉林省长春市高新区的一家餐馆内发生了一起严重的爆炸与火灾事故，导致17人不幸遇难，另有53人受伤。据初步调查，此次灾难是由于液化气泄漏后遇火源引发所致。此悲剧无疑再次提醒我们，必须高度重视天然气管道运输过程中的安全问题。

因此，深化对天然气管道输送应急响应计划的研究，并提升处理突发情况的能力，对于确保公众的生命与财产安全以及推动社会经济的稳定增长至关重要。

2 理论基础

2.1 天然气管道事故类型及特点

2.1.1 泄漏事故特点

天然气的泄漏特性使其易于在环境中迅速扩散。这种扩散能力主要受制于气体的密度及扩散系数，而不同类型的燃气具有不同的密度值。鉴于天然气比空气轻，它展现出较强的扩散性能。一旦出现泄漏情况，天然气能够快速地向四周扩展，导致火势蔓延的速度加快，并且燃烧区域也随之扩大。此外，泄露的天然气还可能对人体健康以及自然环境构成严重威胁。

2.1.2 火灾爆炸事故特点

导致火灾和爆炸事故的主要因素包括：首先是管

道及相关设施的老化与损坏，例如埋设于地下的管道因腐蚀或地质应力作用而破裂，或是地下管道的连接部件出现问题而引起燃气泄漏，并在遇到火源时引发火灾或爆炸；其次是安全防护措施失效，比如供气系统中的安全阀、防爆装置、泄压装置以及报警系统失灵，还有在危险区域内的防爆电气设备失去防爆性能、静电接地不良或者防雷设施故障等；最后是用户不当操作及监管不足，如使用燃气过程中对室内燃气设施缺乏必要的监控，在发现异常情况时未能及时联系供气单位进行维修处理，由此造成的燃气泄露可能由于误操作而导致事故发生。这类事故一旦发生往往会造成巨大的破坏力，当特定比例的燃气与空气混合后形成易燃混合物，遇明火即可能发生剧烈燃烧甚至爆炸。爆炸物质的极限范围越宽泛，其最低爆炸浓度越低，则该物质的潜在危险性越高。

2.2 应急救援原则与方法

在天然气管道输送过程中遇到紧急情况时，救援行动应当遵循以人为本、安全至上的原则。这意味着，在实际操作中，首要任务是确保人员的生命安全，即优先进行人员的救助与撤离工作。比如，在面对天然气泄漏事件时，应急响应团队需要迅速组织附近居民疏散，使他们远离危险区域，以防因气体泄露而引发爆炸或窒息等风险，从而保护人们免受伤害。另外，还强调了企业自救与外界援助相结合的重要性。一旦发生事故，相关企业需立即启动内部应急预案，利用自身资源先行应对危机，同时尽快联系外部专业救援队伍加入进来，通过整合社会力量来提升整体救援效率。

在应对天然气管道输送过程中发生的紧急情况时，有效地控制潜在火源被视为至关重要的措施之一。以某一实际发生的天然气泄漏事件为例，在该次事故中，应急响应小组迅速行动起来，首先对泄露区域设置了警戒线，严格限制了车辆及非相关人员进入现场，此举旨在彻底消除任何可能引发爆炸的火源隐患。与此同时，他们还持续监控着周围环境中的可燃气体浓度变化，以便于一旦检测到火情能够即刻采取相应灭火手段。除此之外，及时阻止气体进一步泄漏也是处理此类突发事件的关键步骤。在具体实践中，当巡检人员发现存在泄漏问题后，会立即向上级管理部门报告，并启动应急预案，包括但不限于设立安全隔离区、引导人群撤离等初步处置工作；对于轻微泄漏，通常可以通过加固连接件或更换损坏密封圈等简单操作来加以解决；而面对较为严重的泄漏状况，则需快速联系专业维修团队制定详细的修复计划并实施抢修作业。在整个抢修期间，必须严格按照既定的安全监督程序执行，以此确保整个过程的安全可控。上述策略的有效运用，不仅有助于最大限度地降低由意外事故造成的损失，而且还能有效保护公众的生命与财产安全。

3 国内外天然气管道应急救援预案对比

3.1 国外先进经验借鉴

在应对天然气管道突发事件方面，欧美国家积累了许多宝贵的经验，这些经验为我们提供了重要的参考。

美国的应急救援体系是由联邦、州及地方各级政府机构共同构建而成的一个综合网络。在国家级别上，关键的应急管理实体包括联邦应急管理署（FEMA）和国家紧急预备办公室等。作为联邦政府中负责处理各类灾难与紧急状况的主要部门，FEMA 不仅承担着协调响应的任务，在诸如天然气管道突发事件这样的特定场景下也扮演了至关重要的角色。它通过制定应急预案、调配必要资源以及灾后恢复重建等工作来提供必要的援助和支持，旨在保障民众的生命安全及其财产免受损失。

在美国的紧急响应架构内，各个救援组织遵循一套清晰界定的操作流程。一旦发生突发事件，各相关部门便会依据自身的职能范围与应急能力迅速响应，并相互提供必要的支援。国家层级的机构主要承担着跨区域协调和策略指导的角色；而州级及地方级别的救援队伍则专注于执行一线的具体救助任务。这种上下联动、分工明确的合作模式有效提升了整体救援效

率。

3.2 国内现状与不足

我国天然气管道应急救援预案在实际操作中展现出了多方面的优点。首先，就应急响应速度而言，相关部门与企业能够快速激活应急预案，并迅速集结救援力量前往事故现场。例如，在怀宁县举行的 2024 年度《天然气管道泄漏应急预案》演练中，一旦发生紧急情况，即刻启动了燃气突发事件应急处置程序。各工作小组依据预案指示，迅速抵达现场，定位泄漏点、扑灭火焰、进行抢修作业以及疏散被困人员。整个过程中，指挥团队有效地进行了抢险调度，确保了现场应急措施有条不紊地执行。此外，跨部门合作也是该体系的一大亮点。在义安区的天然气管道泄漏事故应急演练活动中，住建局、消防救援大队、应急管理局、城市管理局、公安局以及怀宁海特燃气公司等机构通过事先规划安排，遵循以人为本、行动敏捷、策略得当及紧密协作的原则完成了救援任务。这种演练不仅提高了各单位之间的协调能力，也为应对未来可能出现的真实事件奠定了坚实的基础。

然而，国内天然气管道应急救援计划仍面临若干挑战。首先，预警体系的精准度与响应速度有待提升。现有的一些案例表明，预警信息未能及时传达往往会导致事故后果加剧。其次，应急演练的效果需要加强。许多机构开展的应急演习侧重于展示而非实战训练，这种做法难以有效检验预案、锻炼队伍以及优化协调机制。

为了解决上述问题，主要可以从以下几个角度着手改进。首要任务是增强预警系统的效能，通过提升其准确度和响应速度来更好地发挥作用。在此过程中，可以参考国际上一些成功的案例，例如欧洲天然气输送网络的预警机制，该系统通过集成传感技术与大数据分析手段，构建了高效的警报体系。此外，还应注重提高应急演习的实际效果，根据具体需求设计多样化的、具有较强专业性的演练活动，旨在测试预案的有效性、锻炼应急队伍以及促进各部门之间的协调配合。最后，还需强化对相关人员的专业培训，特别是对于安全防护装备的操作技能进行重点培养。

4 典型案例分析

4.1 演练过程与成果

在苏州张家港市，一场关于天然气长输管道事故的综合应急演练以“场景位移+时间跨越”的形式展开，生动地演绎了一次覆盖全面、涉及多个科目的全要素全流程应急响应实战。此次演练的情景设定为江

苏省天然气有限公司运营下的无锡至张家港段天然气输送管线，在张家港市 C43 号桩位置因第三方施工意外受损，导致大量天然气泄漏并引发爆燃事故，造成一名人员受伤，并影响到了当地居民及企业的正常供气。整个演练过程精心设计了五个关键环节：从事件发生与信息上报开始，依次经历响应启动及调度处理、多方会商研判后升级响应级别、现场指挥协调以及跨部门联合处置，直至最终响应行动结束后的后续工作安排。

本次演练采用了场景变换、时间跨越以及专业指导等多种实战展示方法，结合了现场操作与视频记录的形式，各环节依次有序展开。整个过程紧密相连、逐步深入，充分体现了在面对突发能源安全事故时，应急体系及其监管机构所具备的迅速响应能力。此外，移动指挥车辆能够迅速抵达事故地点，确保前线与后方指挥部之间建立高效联系，从而实现对突发事件的即时掌握、快速决策与妥善处理。

4.2 经验总结与推广

通过张家港天然气管道泄漏事故应急救援演练，我们总结出了若干可推广的经验。首要任务是构建一个高效的指挥架构。明确现场总指挥的角色与职责，统一调度现场的应急处置行动，以确保各相关部门能够有序运作，防止出现混乱局面。其次，要实现应急资源的有效整合。将各类应急力量、通讯工具及各级指挥中心等要素紧密结合，促进信息共享与互联互通，从而提升应急响应的速度和效率。比如，机动指挥车辆的应用能够在前线与后方指挥部之间建立起高效联系，加快对突发状况的理解、决策以及处理过程。此外，跨部门间的密切协作也显得尤为重要。在此次演习中，张家港市发改委（国动办）、住房和城乡建设局、应急管理局以及港华燃气有限公司等多个单位积极参与其中，各自发挥专业特长，共同完成了模拟事故的妥善处置。最后，持续改进应急设备的技术水平也不容忽视。例如，采用遥控式智能防爆车执行抢修任务，不仅提高了操作的安全性，还增强了工作效率。上述经验为其他地区在制定或完善天然气输送管道紧急救援计划时提供了宝贵的借鉴。

5 结论与展望

本研究针对天然气管道输送过程中的应急响应计划进行了详尽探讨，并达成了若干关键发现。

首先，本文界定了天然气管道事故的主要类别及其特性。其中，泄漏事件因其易于扩散的特点，能够对人体健康及生态环境造成显著影响；而火灾与爆炸

事故，则多由管道及相关设施的老化损坏、安全防护系统的失灵以及不当操作等因素引发，这类事故往往伴随着巨大的破坏力。

此外，还明确了应急响应的基本准则及实施策略。强调了以人的安全为最高优先级，并采取统一调度与分层管理相结合的方式，同时鼓励企业和社区力量的协同作用。在实际操作过程中，迅速控制火源以及有效遏制泄漏是至关重要的步骤。

此外，通过比较国内外的做法，汲取了海外的先进经验。在美国，一个全面的紧急救援系统已经建立起来，其中各级政府机构和执法部门之间职责分明、合作紧密；而在欧洲，各国则更侧重于应急管理流程的编写与标准的设定，例如英国针对燃气行业制定了覆盖全链条的安全与健康管理规定，意大利设立了专门负责突发事件应对的政府部门。同时，还对国内现有的应急预案进行了深入分析，指出了其优势及存在的不足，并提出了若干改进建议，包括但不限于增强预警系统的建设、提升应急演练的实际效果以及增加对应急设备的投资等措施。

最终，通过对典型案例的深入研究，我们归纳了成功案例的关键因素，比如构建高效的指挥架构、统一调配应急物资、促进跨部门协作以及提高紧急救援设备的标准等；同时，也对失败案例进行了反思，提出了增强应急人员决策能力培训、加强爆炸三要素管控以及清晰标识天然气管道布局与阀门定位等建议措施。

综上所述，针对天然气管道运输过程中突发事件的应急响应计划研究，对于确保民众生命安全与财产完整、推动经济和社会的和谐稳定发展具有至关重要的作用。展望未来，持续优化应急预案，增强对紧急情况的处置能力，是保障天然气输送系统安全运行的关键所在。

参考文献：

- [1] 李明.天然气管道输送应急救援预案的构建与完善[J].能源安全,2024,(03):45-48.
- [2] 张华.天然气管道事故应急处理策略研究[J].燃气技术,2023,(11):78-81.
- [3] 王强.天然气管道应急救援体系的优化[J].安全与环境工程,2024,(02):62-65.
- [4] 赵琳.天然气管道输送风险与应急措施探讨[J].化工安全与环保,2024,(01):56-59.
- [5] 孙悦.天然气管道应急救援预案的实践与思考[J].城市燃气,2023,(12):34-37.