归因中快速地分清责任；在事故预防时对“第三方人员”和“企业员工”分别探讨、实施不同的安全管理措施；

（4）在“物”的因素分类中，按照燃气系统的生命周期和燃气供应企业的职责范围，分为“运行前隐患”和“运行中因素”。对“运行前隐患”，需要通过对规划、设计、施工及验收阶段的管控，防止隐患留到运行中；而燃气供应企业则应将“运行中因素”作为关注的重点问题，按照国家和行业相关要求，比如《城镇燃气设施运行、维护和抢修安全技术规程》（CJJ51-2016）的规定，加强安全管理，防止事故的发生；

（5）对“环境”因素，按照对燃气管网造成危害的形式分为“长期因素”和“瞬时影响”两类。“长期因素”，比如土壤腐蚀性、“不良环境”中的杂散电流或管道占压等，会对埋地燃气管道造成缓慢、持久的影响，虽然不会立即引发事故，但这些影响仍然是不可忽视的；“瞬时影响”，包括地震、其它事故灾害等，则可能在没有预兆的情况下突然造成燃气管网破坏，需要燃气供应企业重点防范，随时做好应急、抢修的准备；

（6）故障树第三层中的每一个底层因素，在燃气企业的实际操作中都是可以考量、界定和区分的；方便基层单位和操作人员对事件原因进行归类与分析；

（7）故障树的每一个分支都可以讨论事故拦截措施：从故障树第三层中的每一个底层因素到“燃气泄漏”顶事件之间至少对应两级防范措施，易于实现分层安全管理、分级管控，以切断事故致因因素到事故之间的链条，提高安全管理的有效性；

（8）根据需要，故障树可以继续扩展：燃气企业在做具体、典型事件的剖析时，可以将故障树中第三层各因素进一步细化，以寻找事故的深层原因。比如“内部人员”表现出来的行为是“操作不当”，深层的原因可能包括“教育培训不够导致的错误操作”、心理或身体原因造成的“操作失误”等。

5 结语

运用FTA做事件原因分析，构建的故障树具有清晰、简明的优势。我们依据事故致因因素理论，针对城镇燃气管网构建的“人-物-环”三因素故障树，可以使燃气供应企业科学、方便、快捷地进行管网事故原因的确定；根据故障树探讨分级、分类的企业安全管理措施；在不良事件发生之前做好防范，在事故发生以后科学应对。

参考文献

1 城镇燃气设施运行、维护和抢修安全技术规程 CJJ51-2016

2 Ericson, Clifton. Fault Tree Analysis – A History. Proceedings of the 17th International Systems Safety Conference, 1999

3 Center for Chemical Process Safety. Guidelines for Hazard Evaluation Procedures (3rd ed.), 2008

4 Anjuman Shahriar, Rehan Sadiq, Solomon Tesfamariam. Risk analysis for oil & gas pipelines: A sustainability assessment approach using fuzzy based bow-tie analysis. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2012；25：505

5 罗云等. 现代安全管理. 化学工业出版社，2013：8

工程信息

中缅天然气管道楚雄-攀枝花段开工建设

2017年6月13日获悉，经国家发展改革委批准，中缅天然气管道工程楚雄-攀枝花段于近日在四川攀枝花市正式开工建设。

中缅天然气管道是保障我国能源安全的重大战略通道，楚雄—攀枝花段是四川省融入“一带一路”的又一重大项目，管道起于云南省楚雄州分输站，止于四川攀枝花市末站，长度190.1km、管径610mm、设计压力6.3MPa、设计输气能力20亿m^3/a，项目总投资10.41亿元，计划于2018年底建成投产。

（本刊通讯员供稿）