



# 供气系统的环境、健康与安全指南

## 前言

《环境、健康与安全指南》（简称《EHS指南》）是技术参考文件，其中包括优质国际工业实践（GIIP）所采用的一般及具体行业的范例。<sup>1</sup>。如果世界银行集团的一个或多个成员参与项目，则应根据这些成员各自政策和标准的要求执行本《EHS指南》。本《EHS指南》是针对具体行业，应与《通用EHS指南》共同使用，后者提供的指南针对所有行业都可能存在的EHS问题。如果遇到复杂的项目，可能需要使用针对多个行业的指南。在以下网站可以找到针对各行业的指南：<http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines>。

《EHS指南》所规定的指标和措施是通常认为在新设施中采用成本合理的现有技术就能实现的指标和措施。在对现有设施应用《EHS指南》时，可能需要制定具体针对该场所的指标，并需规定适当的达标时间表。

在应用《EHS指南》时，应根据每个项目确定的危险和风险灵活处理，其依据应当是环境评估的结果，并应考虑到该场所的具体变量（例如东道国具体情况、环境的吸收能力）以及项目的其他因素。具体技术建议是否适用应根据有资格和经验的人员提出的专业意见来决定。

如果东道国的规则不同于《EHS指南》所规定的指标和措施，我们要求项目要达到两者中要求较高的指标和措施。如果根据项目的具体情况认为适于采用与本《EHS指南》所含规定相比要求较低的指标和措施，则在针对该场所进行的环境评估中需要对提出的替代方案作出详尽的论证。该论证应表明修改后的指标能够保护人类健康和环境。

## 适用性

《供气系统 EHS 指南》包括有关将低压天然气从市区门站输往居民区、商业用户和工业用户的信息。附录 A 给出了该行业活动的通用描述。

本文由以下几个部分组成：

- 1 具体行业的影响与管理
- 2 指标与监测

---

<sup>1</sup> 定义是：熟练而有经验的专业人员在全球相似情况下进行同类活动时，按常理可预期其采用的专业技能、努力程度、谨慎程度及预见性。熟练而有经验的专业人员在评估项目可采用的污染防控技术时可能遇到的情况包括（但不限于）：不同程度的环境退化、不同程度的环境吸收能力、不同程度的财务和技术可行性。



### 3 参考文献和其他资料来源

#### 附录 A 行业活动的通用描述

## 1 具体行业的影响与管理

本章概述供气系统在操作和运行阶段发生的 EHS 问题，并提出如何对其进行管理的建议。关于如何管理大多数大型工业活动在报废阶段各种常见 EHS 问题的建议参阅《通用 EHS 指南》。

### 1.1 环境

输气管线的施工影响在很大程度上取决于拟建管道设施的位置。在已开发的地区，输气管道施工的环境影响与郊区或城乡混合区明显不同。常见的环境影响可能包括推土机和挖掘设备以及材料的运输和交付所造成的噪声和振动；现场挖掘、土方移动、施工机械与裸土接触、裸土和土堆的露天存放等所产生的粉尘排放；推土机柴油发动机的废气排放；危险物料和废物的处理，包括重型装备运行和加油作业引起的漏油等。在新开发地区，环境影响可能还包括植被重建前挖掘区域的土壤侵蚀。在城市地区，环境影响可能包括噪声、交通中断、污染土壤处置以及对当地考古文物的影响。

《通用 EHS 指南》中提出了与建设相关影响的防控建议。

供气项目的相关环境问题包括：

- 生境改变
- 空气污染物排放

#### 生境改变

在新开发的农村或边缘地区建设输气管道系统时，生境改变只作为一种相关的潜在影响考虑。这些影响可能与挖掘、挖沟、铺管、回填以及建立调峰站等基础设施有关。根据提议中所述，基于管道沿线区域的现有植被和地形特点，上述活动可能造成暂时或永久的陆地生境改变。潜在影响取决于现有的发展水平，在都市化地区或现有的公用设施的双向走廊沿线可能问题会相对比较小。

基于提议中涉及的项目建设地域的现有城市化水平，上述活动引起生境改变的例子可能包括地貌破坏、产卵地等野生动物栖息地的丧失以及出现非本地的侵入性植物物种。此外，建设穿过水生生境的输气管道可能会破坏河道和湿地并需要移除河岸植被。施工活动和雨水径流引起的沉积和土壤侵蚀可能会增加水道表面的浊度。

为了防控输气管道建设对陆地生境的影响，只要有可能，管道双向行径和调峰监测站的选址就应通过利用现有的公用设施和运输走廊避开重要生境。而为了防控对水生生境的影响，输气管道路径的选址应尽可能避开重要的水生生境，如河道、湿地、沿岸地区、鱼类产卵栖息地及重要的鱼类越冬栖息地等。如可行，应考虑使用引导/定向钻井进行输气管道的安装，以降低其对陆地和水生生境的影响。



## 大气污染物排放

供气系统在正常运行、设备维修通风以及老化时可能产生燃气泄漏。<sup>1</sup> 泄漏的燃气主要由甲烷（CH<sub>4</sub>）构成，甲烷是一种温室气体，燃气泄漏可能是由管道及相关部件随着时间的推移而出现的腐蚀<sup>2</sup>和退化以及管道和调节监测站的散逸性排放引起的。

防控由于燃气泄漏造成的空气污染的推荐措施包括：

- 燃气管道及其部件，以及焊接等一般的安装和管道连接技术都应符合有关结构完整性和运行性能的国际标准；<sup>3</sup>
- 使用涂层或阴极保护技术<sup>4</sup>对埋入地下的黑色金属管道进行防腐蚀保护。对于地下管道，应考虑使用不受腐蚀的聚乙烯管<sup>5</sup>替代黑色金属管道材料；
- 在管道开始运行前对管道及其部件的压力规范和泄漏情况进行测试。在压力高于正常运行的最大气压条件的下进行测试时，该系统应具有良好的气密性；
- 执行泄漏和腐蚀检测程序，包括使用适当的泄漏检测评估技术和设备。<sup>6</sup>应根据监测结果的指示，执行维修和更换基础设施的维修程序。通常城市测试设施包括公共设施的受限空间（如下水道和供水系统的沙井）以及公路、街道和人行道上的开口。对受重载交通或物理性土地更换影响的燃气基础设施也应定期监测泄漏和破裂情况；
- 定期检验购买气量和输送气量的差异和去向不明的气量，因为这可能是指示系统泄漏过量的指标；
- 调峰站和地下室，无论是在地上还是地下，都可能配备有有散逸性排放可能的设备（如安全阀、过滤器）。故应定期保养供气系统的管道、阀门、其他基础设施组件、通风系统以及安装在调峰站建筑物或地下室內的瓦斯检测/报警设备。

### 1.2 职业健康与安全

供气系统建设阶段的职业健康与安全问题包括与粉尘和噪声的接触、身体劳损以及与壕沟挖掘相关的危害。《通用 EHS 指南》中详细论述了关于对建设阶段所发生危害进行管理的建议。与供气系统的建设和操作相关的职业健康与安全问题亦可能包括：

<sup>1</sup> 输气管道的甲烷排放占美国天然气行业甲烷排放总量的 26%。美国环保署（USEPA）（1999）。

<sup>2</sup> 钢铁及其他用于燃气管道的黑色金属材料都可能出现腐蚀，即管道内外表面与其地上或地下周围环境的反应。腐蚀会削弱管道的完整性，并可能会导致泄漏。管道的物理环境特点，包括土壤阻力、水分以及污染物的存在情况可能会加剧腐蚀。美国交通部，管道安全办公室（2002）。

<sup>3</sup> 例如，美国 49 CFR 第 192 部分——《天然气及其他气体的管道运输：最低联邦安全标准》的 A-H 部分，以及欧洲标准 EN 12007-1: 2000；《燃气供应系统：最大运行压力低于等于 16×10<sup>6</sup> kPa 的管道的一般性功能建议》。

<sup>4</sup> 阴极保护法是一种地下金属管道防腐技术。现有两种基本的阴极保护法：使用通电阳极和外加电流。通电阳极法通过锌等牺牲金属来保护管道；而外加电流系统则将通过整流器给管道通上直流电流，只要管道上有足够的电流就可以降低管道的腐蚀。必须定期检测阴极保护法的电流情况。美国交通部，管道安全办公室（2002）。

<sup>5</sup> 聚乙烯管道的性能规范的例子包括《ASTM D 2513 热塑性燃气加压管道、管线和配件的标准规范》或《EN 1555 标准：塑料管道系统》。

<sup>6</sup> 气体异味和啜音的存在可指示管道泄漏。其他指示可能包括植被变化、昆虫活动以及管道和部件周围的真菌生长等。管道监测设备的例子包括专业皂液、可燃气体指示仪（CGI）、火焰离子监测器（FI）以及用声波定位泄漏点的声波探测器等。美国交通部，管道安全办公室（2002）。



- 与燃气泄漏及爆炸的职业性接触
- 受限空间
- 触电

《通用 EHS 指南》中还给出了更多适用于运行阶段的供气活动的职业健康与安全问题方面的建议。

### 与燃气泄漏及爆炸的职业性接触

供气系统的挖掘、建设和维修可能会导致意外的管道破裂或渗漏，并使个人接触存在有害气体和爆炸性气体环境。此外，非气体公用设施专业人员进行挖掘作业可能会造成意外破裂并使未经训练的工人接触爆炸危险。推荐采用下述技术以防控由事故性输气管线破裂和/或泄漏导致工人接触气体和爆炸环境的危险：

- 为雇员和承包商人员提供安全程序培训并提供适当的工具和设备；
- 在进行输气管道安装维修的挖掘工作前，对现有的燃气及其他地下基础设施进行识别和定位。在安装过程中，安装输气管道的可视标志，并根据需要进行持续更新；
- 在维护和修理作业进行通风前消除点火源。在焊接或切割作业前吹洗出管道及其部件中的燃气；
- 安装燃气管道及其组件时，应确保有足够的分隔距离和适当的管道保护层，以尽量减少燃气管道与其他地下基础设施的潜在相互干扰；将塑料管材与热源隔离；
- 使气体具有一定异味，以便检测气体泄漏；<sup>1</sup>
- 为燃气设施的操作工人提供关于应急准备、有相应公共部门参与的应急反应、紧急停机和管道系统降压等方面的培训。有关应急准备和应急响应的更多建议参见《通用 EHS 指南》。

### 受限空间

天然气积累于受限空间内是一种潜在的致命危险。工人进入受限空间以及发生相关事故的可能性因供气项目阶段和设施而异。限制进入的特定受限空间区域包括地上和地下的施工区域，以及调节站和地下室的沟壕挖掘区域等，因为这些区域可能包含可产生散逸性气体排放、制造缺氧或爆炸环境的设备（如安全阀和过滤器），所以供气公司应根据《通用 EHS 指南》中的规定制定并实施受限空间进入程序，包括下列各项：

- 进入所有受限空间均需要工作证；
- 安装适当的装置控制未经授权的人员进入受限空间，包括提醒工人受限空间危险的标志等；
- 在进入前使用通风设备及氧/爆炸水平检测和报警装置

<sup>1</sup> 输气管线中的可燃气体必须含有某种天然的异味或外加异味，从而使可燃气体在空气中的浓度为爆炸下限的 1/5 时，即可随时被嗅觉正常的人感知。见 US 49 CFR 第 192 部分。



## 触电

供气系统的挖掘、建设和维修可能会导致工人接触现有的地上或地下设施，包括空中或埋入地下的电力传输线路等。在进行任何施工和挖掘作业前，都应识别和定位所有相关的现有地下设施。

### 1.3 社区健康与安全

与供气系统的建设与运行阶段相关的社区健康与安全危害包括公众与燃气泄漏及爆炸的接触。针对普遍存在于大多数工业部门的社区健康与安全问题的其他建议在《通用 EHS 指南》中有所论述。

#### 公众与燃气泄漏及爆炸的接触

人口密集地区的供气系统可能会使公众接触气体泄漏和爆炸危险。气体泄漏可能由安装和维修过程中的管道意外破裂，或挖掘期间与燃气系统无关的接触造成。燃气设施的运营商应当将燃气设施的潜在风险告知受影响的社区、学校、企业/商业设施及居民，并对其提出建议，必须制定应急准备和响应计划并就该计划与市民进行沟通。

作为该计划的一部分，燃气系统的运营商应实施电话通知制度，以对泄漏报告以及受影响的社区和其他相关各方的一般性安全问题作出回应。运营商也应为外部承包商和一般公众提供管道定位服务，以便他们在燃气管道附近进行施工前确定燃气设施的位置。

以天然气为燃料的用具和设备，如操作不当，就可能会使用户和公众接触气体泄漏和爆炸危险。供气系统的运营商应给客户有关燃气器具和设备安全运行的资料（例如，通过传单和网络信息）。这方面的资料应涵盖适当和安全使用燃气用具的问题，其中有关居民使用的内容可能包括：

- 天然气供暖等电器和设备的适当选位、安装和维修。例如，将其安装在通风良好的地区以确保分散残余的一氧化碳。天然气燃烧设施和设备的不完全燃烧可能会使用户和公众接触一氧化碳，特别是在受限空间内；
- 认识潜在危险或运营问题。例如，认识空气流通不佳或发现须燃气运营商采取措施的气涌危险（天然气燃烧器具的火焰颜色是橙色或黄色而非蓝色时即可发现），知道监测到异味时如何按照适当的应对程序的指示对可能的燃气蒸气累积予以应对。应对程序可能包括避开点火源（如电气开关、打火机）、对燃气积聚的区域进行通风，以及拨打位于安全地区的燃气运营商紧急联络电话等。



## 2 指标与监测

### 2.1 环境

#### 废气排放和废水排放指南

尽管供气业没有显著的点排放源排放废气和废水，但是供气系统的无组织排放（产生自市区门站及调压站、地下管线及第三方损坏）在天然气输配行业的全部环境排放中仍然占较大比重。供气商应执行送气量协调程序以指示泄露，这些项目会对所输燃气量及用户<sup>1</sup>购买量进行比较。运营商亦应执行检测及维修程序以对基础设施进行维护和升级，以最大限度减少无组织废气排放。

#### 环境监测

无论是在正常操作还是在异常条件下，该行业环境监测项目的执行都应当面向可能对环境产生重大潜在影响的所有生产活动。环境监测活动应当以适用于特定项目的废气、废水和资源利用的直接或间接指标为基础。

环境监测的频率应当足以为监测参数提供具有代表性的数据。环境监测应由受过系统训练的人员使用经正确校准的、维护良好的设备按照检测和记录程序进行。监测得出的数据应进行定期分析和检查，并与操作标准进行对比，以便采取合适的矫正行动。《环境、健康与安全通用指南》中介绍了对废气废水监测的抽样和分析方法。

### 2.2 职业健康与安全

#### 职业健康与安全指南

职业健康与安全性能应按国际公认的《接触风险指南》进行评估，包括美国政府工业卫生学家会议（ACGIH）<sup>2</sup>发布的阈值（TLV®）职业性接触指南和生物接触限值（BEI®）、美国职业安全健康研究所（NIOSH）<sup>3</sup>发布的《危险化学品的袖珍指南》、美国职业安全健康局（OSHA）<sup>4</sup>发布的允许接触极限（PEL）、欧盟成员国<sup>1</sup>发布的指示性职业接触限值以及其他类似资源。

#### 事故率和死亡率

各种项目均应尽全力保证参与项目的工人（不管是直接雇佣或是间接雇佣的工人）的生产

<sup>1</sup> 管理控制及数据获得（SCADA）系统可能是监控系统送气量的又一有效手段，特别是在新建系统装置的情况下。

<sup>2</sup> 可登录 <http://www.acgih.org/TLV/>和 <http://www.acgih.org/store/>查询相关信息。

<sup>3</sup> 可登录 <http://www.cdc.gov/niosh/npg/>查询相关信息。

<sup>4</sup> 可登录 [http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show\\_document?p\\_table=STANDARDS&p\\_id=9992](http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9992) 查询相关信息。



事故为零，如那些会导致误工、不同等级残疾或甚至死亡的事故。设备生产率可以参考相关机构（如美国劳工部劳动统计局和英国健康与安全执行局）<sup>2</sup>发布的信息，按照发达国家的设备性能设定基准。

### 职业健康与安全监测

应当对工作环境进行监测，以发现特定项目的职业危险物。作为职业健康与安全监测项目的一部分，监测操作应当委派专业人员<sup>3</sup>制定并执行。厂方还应维护一份职业事故、疾病和危险事件及事故的记录。《通用EHS指南》中介绍了职业健康与安全监测项目的其他指南信息。

## 3 参考文献和其他资料来源

- [1] 22<sup>nd</sup> World Gas Conference, Working committee 8 report: Environment, safety and health. Chairman Wayne Soper, Canada. Tokyo: Japan. June 2003. [www.igu.org/WGC2003/WGC\\_pdffiles/WOC\\_R\\_8.pdf](http://www.igu.org/WGC2003/WGC_pdffiles/WOC_R_8.pdf).
- [2] American Society for Testing and Materials (ASTM). D 2513-06a. Standard Specification for Thermoplastic Gas Pressure Pipe, Tubing, and Fittings. West Conshohocken, PA: ASTM, 2006.
- [3] European Commission. Directive 2003/87/EC of the European Parliament and of the Council establishing a scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Community and amending Council Directive 96/61/EC, October 13 2003. <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32003L0087:EN:HTML>.
- [4] European Environment Agency (EEA). The Corinair 94 Database. Data for Air Emissions from Different Sources in Europe. European Topic Center Air Emissions. 1994. <http://www.aeat.co.uk/netcen/corinair/94/>.
- [5] European Union (EU). European Standard (EN). 12007-1: 2000 Gas supply system-Pipelines for maximum operating pressure up to and including 16 bar-Part 1: General functional recommendations, 2000.
- [6] EU. EN 12569: 1999. Industrial valves. Valves for chemical and petrochemical process industry. Requirements and tests, 1999.
- [7] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Reference Manual. Volume 3 United Nations Environment Programme (UNEP), Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), International Energy Agency (IEA), and IPCC. 1996. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs6.htm>.
- [8] Harison M R, et al. Radian International LLC. Methane Emissions from the Natural Gas Industry. Volume 1, Executive Summary. Prepared for the Gas Research Institute (GRI) and US Environmental Protection Agency (US EPA). Report GRI-94/0257 and EPA-600/R-96-080a GRI/EPA. 1996.

<sup>1</sup> 可登录 [http://europe.osha.eu.int/good\\_practice/risks/ds/oel/](http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oel/) 查询相关信息。

<sup>2</sup> 可登录 <http://www.bls.gov/iif/> 和 <http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm> 查询相关信息。

<sup>3</sup> 有适当资质的专业人员包括有执照的工业卫生学家、注册执业卫生学家或有执照的安全专家及相关人员。



- [9] Paul Scherrer Institut (PSI). Comparative Assessment of Natural Gas Accident Risks. Burgherr, P., and Hirschberg, S. 2005. <http://www.psi.ch>.
- [10] Swedish Gas Centre (SGC). Small Methane leakage from the Swedish Natural Gas System, information letter SGC 026. Additional information. 2000. <http://www.sgc.se/uk/index.asp>.
- [11] United States (US) Department of Transportation. Office of Pipeline Safety: Guidance Manual for Operators of Small Natural Gas Systems. 2002. [http://ops.dot.gov/regs/small\\_ng/SmallNaturalGas.htm](http://ops.dot.gov/regs/small_ng/SmallNaturalGas.htm).
- [12] US Environment Protection Agency (US EPA). US Code of Federal Regulations (CFR). 49 CFR Part 192—Transportation of Natural Gas and Other Gas by Pipeline: Minimum Federal Safety Standards. Subparts A to H. Washington, DC: US EPA, 2006. <http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html>.
- [13] US EPA. Inventory of US Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-2001. Washington, DC: US EPA, 2003. <http://yosemite.epa.gov/OAR/globalwarming.nsf/>.
- [14] US EPA. 430-R-99-013. US Methane Emissions 1990-2020. Inventories, Projections and Opportunities for Reductions. Washington, DC: US EPA, 1999.

## 附录 A：工业生产活动的通用概述

供气系统向居民区、商业用户和工业用户输送用于电器、供暖以及行业工艺设备的天然气。输配系统通常首先是在“门站”将来自高压输送管道（通常在  $50 \times 10^6 \sim 70 \times 10^6$  Pa）的天然气减压、计量并加入异味（以方便检漏）。门站是安全的地面设施，其面积通常小于 1 公顷，内有属于输气和配气公司的各种设备。将计量并加入异味后的燃气送入低压燃气的配气主管道和服务管线，通过地下小直径的钢管或塑料管系统送至最终用户。将燃气压力逐步，通常是分阶段降低，以便输送给客户。

供入输配系统的燃气通常被称为“管道优质天然气”，这种气体已经过处理去除了水汽及其他污染物，并具有可预见的燃烧特性和热含量。处理过的天然气通常包含 75%~90% 的甲烷，3%~4% 的氮和 2% 的二氧化碳，但这些比例分数在不同的国家可能有所不同。在特殊情况下，如供应的燃气不是“管道优质燃气”，而是本地由堆填区、生物质或肥料所生产的燃气，则供气系统可能需包括额外的处理手段。

供气系统往往是新设施和旧的基础设施的混合体，可能带有遗留问题，如旧煤气表含汞、过时的燃气处理设施以及用于生产合成气的装置等。新旧基础设施相结合或气源改变时应特别注意对泄漏的管理。

天然气输配管道系统的建设和安装涉及对线路的规划和设计，包括尽可能利用现有的公用设施走廊（如与污水处理、供水、电信和电力系统共同选址）。建立线路走廊可能涉及植被清理和地表分级等。使用挖掘机进行挖掘作业，在适当情况下，利用定向钻井以便尽量减少对土地的破坏，随后再铺设管道。从地下穿过道路、水道或湿地栖息地时引导钻井可能是非常有用的办法。然后回填壕沟，并用现有的植被恢复线路走廊。输配管道通常是钢或塑料材料。可采用各种涂层和阴极保护技术是保护钢管在地上或地下出现腐蚀性反应。

供气系统通常用调压站来调节通过输配网络的燃气的压力。这些装置通常位于地面上，占地约 20 平方米。调压站一般位于门站后，可能被成系列地安装以便在向最终用户输气的过



程中调节燃气的压力。最终调压一般在单独的居民用户（至约 10 kPa）或在商用或工业用的计量表处（ $1 \times 10^5 \sim 1.5 \times 10^5$  Pa）进行。

供气系统操作和维修过程中的作业包括整体系统的运行和通过流量计数据分析及现场检查对阀门、调压站和管道等基础设施组件进行监管。经营者应定期进行针对燃气泄漏、腐蚀和整体系统完整性的检查。正在进行的输配市场区内新用户的连接工作属于经常性业务活动，通常在输配管道在加压状态时进行以防中断对其他客户的服务。维修工作涉及输配管道的所有部分，常见的工作包括修理及更换管道和阀门，尤其是在因挖掘附近的管道基础设施造成管道意外损坏后。

供气系统的运营商通常也负责培训员工，并确保承包商经培训能了解对于由运营商本身、第三方或自然灾害造成的泄漏、破裂和其他事故应采取哪些必要的程序和行动以便进行有效的应急响应。有效的应急响应要求供气系统的运营商联合地方政府和市政当局以及居民区、商业及工业部门的合作伙伴，以确保在紧急事件各方采取协调一致的行动。

输配管线的废弃通常涉及关闭并确保阀门阻碍燃气向客户的流动、在吹洗残留气体后断开和密封输气主管和服务管线等。地面以上的结构，例如调压站等可能会被拆除。地面以下的管道、地下室以及其他的零组件可能会视现场的具体情况考虑被拆除或留在原地。