



普通高等教育“十二五”规划教材

PUTONG GAODENG JIAOYU “12·5” GUIHUA JIAOCAI

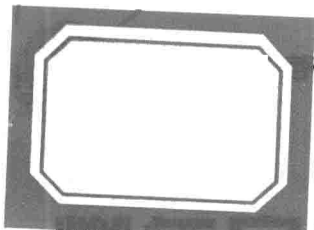
燃气安全技术与管理

主 编 谭洪艳 于 革 郭继平

副主编 李宝利 唐初阳 周卫红 等



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press



教育“十二五”规划教材

燃气安全技术与管理

主 编 谭洪艳 于 革 郭继平
副主编 李宝利 唐初阳 周卫红
王婷婷 吕宏杰 韩 爽

北 京
冶金工业出版社
2013

内 容 提 要

本书以燃气的基本性质为基础,以燃气安全措施为途径,以保障燃气安全输配为目的,全面系统地介绍了燃气安全技术和管理的相关知识。主要内容包括燃气泄漏及其预防,可燃混合气体的爆炸与防护措施,防雷、防静电措施,燃气场站消防,燃气安全管理,燃气安全检查、检修与抢修等。本书紧密结合专业技术的发展,吸收了燃气安全技术发展的最新成果,遵循了相关规范,在注重基础知识的同时,增强了实用性。

本书可作为燃气专业、安全专业的本科生教材使用,也可以作为燃气工程设计、科研、施工和运行管理人员的培训教材和参考书。

图书在版编目(CIP)数据

燃气安全技术与管理/谭洪艳,于革,郭继平主编. —北京:冶金工业出版社,2013.3

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5024-6207-9

I. ①燃… II. ①谭… ②于… ③郭… III. ①城市燃气—安全技术—高等学校—教材 ②城市燃气—安全管理—高等学校—教材
IV. ①TU996.9

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第038756号

出 版 人 谭学余

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷39号,邮编100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjcs@cnmip.com.cn

责任编辑 谢冠伦 美术编辑 李新 版式设计 孙跃红

责任校对 卿文春 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-6207-9

冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销;北京慧美印刷有限公司印刷

2013年3月第1版,2013年3月第1次印刷

169mm×239mm;15.75印张;305千字;241页

35.00元

冶金工业出版社投稿电话:(010)64027932 投稿信箱:tougao@cnmip.com.cn

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街46号(100010) 电话:(010)65289081(兼传真)

(本书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)



前 言

近年来，随着国家政策的扶持，西气东输工程的不断建设，天然气市场需求及进口能力的快速增长，我国进入了大规模利用天然气的时期。随着燃气基础设施的不断兴建，燃气用户的不断增多，工业和城镇居民对安全、稳定、合理地使用城镇燃气提出了更高的要求。严格制定和遵守燃气安全生产管理制度，采用合理的安全技术措施，不断提高从业人员的技术水平，是解决这一问题的关键。目前，适用于燃气安全技术类课程的教材较少，从本科教学和企业员工培训的实际需要出发，我们组织编写了《燃气安全技术与管理》一书。

本书具有以下特点：

(1) 内容系统全面，理论基础扎实。本书从保障燃气设施安全运营出发，系统全面地介绍了燃气安全技术和管理的知识。在编写过程中，我们参考了大量相关领域的专业书籍，对于有争议的问题，通过查阅文献资料、征询专家意见，进行一一解决。

(2) 学术实用并举，注重实际问题。本书根据本科教学和企业培训的特点，由浅入深，从燃气安全的基本知识、燃气安全措施的合理实施到相关规章制度的建设等方面进行了针对性阐述，对燃气现场常见、多发的问题给出了规范、合理的解决办法，为燃气安全生产提供了规范性的指导方案。

(3) 紧跟技术前沿，反映科技动态。在编写过程中，整理和掌握相关领域的前沿信息和最新动态，在经过甄别和讨论后，我们将适于推广的新技术、新成果引入本书。

本书第1章由于革、郭继平编写；第2章由李宝利、唐初阳编写；第3章由王婷婷编写；第4章由周卫红、吕宏杰编写；第5章由谭洪艳编写；第6章由谭洪艳、韩爽编写。全书由谭洪艳、于革和郭继平统

稿，由建设部沈阳煤气热力研究设计院王运阁教授级高工和港华燃气集团刘延智教授级高工主审。沈阳燃气集团有限公司王宏伟教授级高工、鞍山市燃气总公司赵宇飞教授级高工为本书编写提出了许多宝贵意见，在此一并表示衷心的感谢！

由于编者水平所限，书中不妥之处，恳请专家及广大读者批评指正。

编 者

2012年12月

目 录

1 燃气泄漏及其预防	1
1.1 燃气的泄漏	1
1.1.1 泄漏的定义	1
1.1.2 燃气泄漏的分类	2
1.1.3 泄漏量的计算	2
1.2 燃气泄漏的原因与危害	4
1.2.1 燃气泄漏产生的原因	4
1.2.2 燃气泄漏的危害	5
1.3 预防泄漏的措施	6
1.3.1 加强管理、提高防范意识	6
1.3.2 设计可靠、工艺先进	6
1.3.3 安全防护设施齐全	8
1.3.4 规范操作	8
1.3.5 加强检查和维护	9
1.4 泄漏检测方法	9
1.4.1 视觉检漏法	9
1.4.2 声音检漏法	10
1.4.3 嗅觉检漏法	11
1.4.4 示踪剂检漏法	11
1.5 堵漏技术	11
1.5.1 不带压堵漏	12
1.5.2 带压堵漏	13
1.6 燃气中毒与防护	19
1.6.1 燃气中毒的危害及其预防	19
1.6.2 燃气泄漏应急处理	25
1.6.3 燃气中毒应急处理	25
思考题	28
参考文献	29

2 可燃混合气体的爆炸与防护措施	30
2.1 可燃混合气体燃烧与爆炸的基础知识.....	30
2.1.1 可燃混合气体燃烧的基础知识.....	30
2.1.2 可燃混合气体爆炸的基础知识.....	36
2.2 可燃混合气体的爆炸效应及破坏作用	44
2.2.1 可燃混合气体的爆炸特征.....	44
2.2.2 可燃混合气体的爆炸效应.....	46
2.2.3 可燃混合气体爆炸的破坏作用.....	51
2.3 燃气防火防爆措施.....	53
2.3.1 火灾爆炸的成因及预防.....	53
2.3.2 防火、防爆安全设施.....	59
2.3.3 火灾爆炸事故的处置要点.....	60
2.3.4 爆炸泄压技术.....	61
2.3.5 火焰隔离技术.....	65
思考题	72
参考文献	72
3 防雷、防静电措施	73
3.1 雷电的基础知识.....	73
3.1.1 雷电现象.....	73
3.1.2 雷电的分类.....	74
3.1.3 雷击易发生的部位.....	74
3.1.4 雷电的危害.....	75
3.2 静电的基础知识.....	76
3.2.1 静电的特点.....	76
3.2.2 静电的放电现象.....	76
3.2.3 静电起电方式.....	76
3.2.4 静电的产生.....	76
3.2.5 静电的危害.....	77
3.3 燃气场站防雷防静电.....	78
3.3.1 防雷要求.....	78
3.3.2 防雷措施.....	80
3.3.3 防雷装置.....	83
3.3.4 静电的控制方法.....	85

3.3.5 静电接地	89
3.3.6 安装静电中和器	95
3.3.7 其他方法	97
思考题	97
参考文献	98
4 燃气场站消防	99
4.1 火灾危险性分类及场站等级划分	99
4.1.1 火灾危险性分类	99
4.1.2 场站等级划分	101
4.2 燃气场站防火安全布置	103
4.2.1 场站的区域布置	103
4.2.2 场站总平面布置	107
4.2.3 场站内部防火间距	108
4.2.4 场站内部道路	113
4.2.5 场站内部绿化	115
4.3 消防设施	115
4.3.1 消防站	116
4.3.2 消防给水	117
4.3.3 装置区、建筑物及装卸站台消防设施	123
4.3.4 液化石油气储罐区消防设施	124
4.4 消防构筑物	127
4.4.1 防火堤、防护墙	127
4.4.2 隔堤、隔墙	129
4.5 液化天然气场站消防	129
4.5.1 场站的区域布置	130
4.5.2 场站内部防火间距	130
4.5.3 防火设施	133
4.5.4 消防设施	133
4.6 汽车加气站场站消防	136
4.6.1 液化石油气加气站、加油和液化石油气合建站消防	136
4.6.2 液化天然气加气站消防	137
思考题	139
参考文献	139

5 燃气安全管理	141
5.1 燃气场站安全管理	141
5.1.1 储配站投运	141
5.1.2 站区运行安全管理	147
5.1.3 辅助生产区安全管理	151
5.2 燃气设备安全管理	152
5.2.1 压力容器安全管理	152
5.2.2 机泵设备安全管理	166
5.2.3 调压、计量设备安全管理	171
5.2.4 气瓶供应与安全管理	172
5.2.5 管道供应与安全管理	180
思考题	203
参考文献	203
6 燃气安全检查、检修与抢修	205
6.1 安全检查	205
6.1.1 安全生产检查的目的与作用	205
6.1.2 安全生产检查的基本内容	206
6.1.3 安全生产检查的基本形式	207
6.1.4 安全生产检查方法	207
6.1.5 安全生产检查的程序	208
6.1.6 安全检查表	209
6.2 安全检修	213
6.2.1 检修的安全管理	213
6.2.2 检修作业	215
6.2.3 装置的安全停、开车	221
6.2.4 管道技术改造	225
6.3 燃气抢修	225
6.3.1 抢修的一般要求	225
6.3.2 突发性事故处理小组	226
6.3.3 抢修应急救援预案	228
6.3.4 抢修作业	234
思考题	240
参考文献	240

1 燃气泄漏及其预防

【本章摘要】

本章介绍了泄漏的定义、燃气泄漏的分类和不同相态的燃气泄漏量的计算方法；分析了燃气泄漏产生的原因及其危害性；提出了预防燃气泄漏的措施；介绍了燃气泄漏的检测方法和堵漏技术，并给出了带气焊接堵漏的案例；对于在使用过程中发生的燃气泄漏和中毒等突发事件，提出了相应的应急处理措施。

【关键词】

燃气泄漏，泄漏量，危害，预防措施，泄漏检测，堵漏技术，带压堵漏，燃气中毒，防护，应急处理。

【章节重点】

本章应重点掌握燃气泄漏的分类和不同相态的燃气泄漏量的计算，掌握燃气泄漏和燃气中毒的应急处理措施，理解燃气中有关成分的毒理及危害、燃气泄漏检测方法和发生泄漏后的堵漏方法。

在燃气的生产、储存、运输和使用过程中常常伴随着泄漏危险，这给燃气企业的生产和人们的日常生活带来了隐患和危害。泄漏的后果使人们开始进行认真思考，总结以往的经验教训，更好地运用科学手段和先进技术趋利避害，推动泄漏预防、预测和堵漏技术的发展。

1.1 燃气的泄漏

1.1.1 泄漏的定义

在生产工艺系统中，密闭的设备和管道等内外两侧存在压力差，内部的介质在限制流动的部位通过孔、毛细管、裂纹等缺陷渗出、漏出或允许流动部位超过允许量的一种现象，称为泄漏。

燃气泄漏是燃气供应系统中最典型的事故，燃气火灾和爆炸绝大部分情况下都是由燃气泄漏引起的。即使不造成大量人员伤亡事故，燃气泄漏也会导致资源的浪费和环境的污染。

1.1.2 燃气泄漏的分类

燃气泄漏的形式和发生的部位多种多样,原因比较复杂。就燃气泄漏现象来说,按其性质有不同的分类。

1.1.2.1 按泄漏的流体分类

在燃气的生产、储存、运输和使用过程中,经常有液态和气态的相互转化,因此,泄漏可以分为气体泄漏、液体泄漏和气液两相泄漏。

1.1.2.2 按泄漏部位分类

燃气泄漏按泄漏部位可分为本体泄漏和密封泄漏。本体泄漏是设备本身产生泄漏,如管道、阀体、罐壳体等;密封泄漏则是指密封件的泄漏,如法兰、螺栓等静密封处以及泵、压缩机等设备动密封处的泄漏。

1.1.2.3 按泄漏的模式分类

燃气泄漏按照泄漏的模式可以分为穿孔泄漏、开裂泄漏和渗透泄漏。

(1) 穿孔泄漏。穿孔泄漏是指管道及设备由于腐蚀等原因形成小孔,燃气从小孔泄漏出来,一般为长时间的持续泄漏。常见的穿孔直径为10mm以下。

(2) 开裂泄漏。开裂泄漏属于大面积泄漏,开裂泄漏的泄漏口面积通常为管道截面积的20%~100%。开裂泄漏的原因通常是由于外力干扰或超压破裂,开裂泄漏通常会导致管道或设备中的压力明显降低。

(3) 渗透泄漏。渗透泄漏的泄漏量一般比较小,但是发生的范围大,而且是持续泄漏。燃气管道与设备以及设备之间的非焊接形式的连接处、燃气设备中的密封元件等经常都会发生少量或微量的渗透泄漏。燃气管道的腐蚀穿孔(但防腐层未破裂)、燃气透过防腐层的少量泄漏也可看作渗透泄漏。

1.1.2.4 按泄漏介质流向分类

泄漏按泄漏介质流向分为向外泄漏和内部泄漏两种情形。管道锈蚀穿孔导致的泄漏,称为向外泄漏;阀门关闭后阀座处仍有的泄漏,称为内部泄漏。

1.1.2.5 按泄漏发生频率分类

泄漏按发生频率有突发性、经常性和渐进性之分,其中突发性泄漏危险性最大。

1.1.2.6 按泄漏量分类

根据泄漏量的大小,泄漏可分为渗漏和喷漏两种。

1.1.3 泄漏量的计算

1.1.3.1 液体泄漏

液体泄漏的质量流量 q_{ml} 可用流体力学的伯努利方程计算:

$$q_{ml} = C_{dl} A p \sqrt{\frac{2(p-p_0)}{\rho} + 2gh} \quad (1-1)$$

式中 q_{ml} ——液体泄漏的质量流量, kg/s;

A ——泄漏面积, m^2 ;

C_{dl} ——液体泄漏系数, 与流体的雷诺数有关, 对于完全紊流液体, 该系数为 0.60 ~ 0.64, 推荐使用 0.61, 对于不明流体状况时取 1;

g ——重力加速度, $9.8m/s^2$;

h ——泄漏口之上液位高度, m;

p ——容器内介质压力, Pa;

p_0 ——环境压力, Pa;

ρ ——液体的密度, kg/m^3 。

1.1.3.2 气体泄漏

气态燃气的泄漏量也可以从伯努利方程推导得到, 燃气泄漏的质量流量与其流动状态有关。

当 $\frac{p_0}{p} \leq \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k}{k-1}}$ 时, 气体流动属于音速流动, 燃气泄漏的质量流量 q_{mg} 为:

$$q_{mg} = C_{dg} A p \sqrt{\frac{kM}{RT} \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k+1}{k-1}}} \quad (1-2)$$

式中 C_{dg} ——气体泄漏系数, 与泄漏口的形状有关, 泄漏口为圆形时取 1.00, 三角形时取 0.95, 长方形时取 0.90, 由内腐蚀形成的渐缩小孔取 0.90 ~ 1.00, 由外腐蚀或外力冲击所形成的渐扩孔, 取 0.60 ~ 0.90;

k ——气体绝热指数 (也称比热比), 双原子气体取 1.4, 多原子气体取 1.29, 单原子气体取 1.66;

M ——燃气的摩尔质量, kg/mol;

R ——气体常数, $8.3145J/(mol \cdot K)$;

T ——气体的温度, K。

当 $\frac{p_0}{p} > \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k}{k-1}}$ 时, 气体流动属于亚音速流动, 燃气泄漏的质量流量为:

$$q_{mg} = C_{dg} A p \sqrt{\frac{kM}{RT} \left(\frac{k}{k-1}\right) \left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{2}{k}} \left[1 - \left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{k-1}{k}}\right]} \quad (1-3)$$

1.1.3.3 两相流泄漏

均匀两相流泄漏的质量流量可按式 (1-4) ~ 式 (1-6) 计算:

$$q_m = C_d A \sqrt{2\rho_m (p_m - p_c)} \quad (1-4)$$

$$\rho_m = \frac{1}{\frac{F_V}{\rho_g} + \frac{1-F_V}{\rho_l}} \quad (1-5)$$

$$F_V = \min \left[1, \frac{c_p (T - T_b)}{\Delta H_V} \right] \quad (1-6)$$

式中 C_d ——两相流泄漏系数；

A ——泄漏口面积， m^2 ；

p_m ——两相混合物在容器内的压力，Pa；

p_c ——临界压力，一般假设为 $0.55p_m$ ，Pa；

ρ_m ——两相混合物的平均密度， kg/m^3 ；

ρ_g ——液体蒸气的密度， kg/m^3 ；

ρ_l ——液体的密度， kg/m^3 ；

F_V ——闪蒸率，即蒸发的液体占液体总量的比例；

c_p ——两相混合物的比定压热容， $J/(kg \cdot K)$ ；

T ——液体的储存温度，K；

T_b ——液体在常压下的沸点，K；

ΔH_V ——液体的蒸发热（即液体的质量焓）， J/kg 。

当 $F_V \ll 1$ 时，可认为泄漏的液体不会发生闪蒸，此时泄漏量按式 (1-1) 计算；泄漏出来的液体会在地面上蔓延，遇到防液堤而聚集形成液池。

当 $F_V < 1$ 时，泄漏量按两相流模型式 (1-4) 计算。

当 $F_V = 1$ 时，泄漏出来的液体发生完全闪蒸，此时应按照气体泄漏式 (1-3) 处理。

值得注意的是，以上计算公式都是计算介质从管道或设备直接泄漏到大气中的，对于埋地管道或埋地设备，燃气从管道或设备泄漏后经过土壤渗透并泄漏到大气中时，应按照渗透泄漏来处理，由于土壤渗透性的差异很大，计算比较复杂。即便如此，上述公式仍可以用于燃气泄漏量的估算，但计算结果偏大。

1.2 燃气泄漏的原因与危害

1.2.1 燃气泄漏产生的原因

燃气泄漏产生的原因很多，情况复杂，其主要原因归纳起来主要有几个

方面。

1.2.1.1 人为因素

首先, 泄漏事故与管理不善直接相关, 互为因果。由于市场经济的激烈竞争, 为了降低成本, 追求高额利润, 人们往往急功近利, 存在侥幸心理, 从而忽视安全生产, 如制度不全, 管理人员未履行管理职责, 员工未经专门技术培训而盲目上岗作业, 设备更新不及时, 安全保护设施不齐全, 设备未及时维修保养, 不按规定进行巡检、定检, 发现问题不及时处理等。其次, 不遵守安全操作规程、违章作业、技术不熟练和操作失误也是造成泄漏的原因之一。员工安全教育不及时, 工作不认真、想当然, 思想上麻痹大意, 劳动纪律松懈等人为疏忽造成泄漏也不少见。另外, 燃气设施若遭人为破坏, 往往会导致灾难性的后果, 所以, 燃气企业必须切实加强安全保卫工作, 防止人为破坏。

1.2.1.2 设备、材料失效

设备、材料的失效是产生泄漏的直接原因。在燃气工程中, 这类泄漏的例子屡见不鲜。究其原因主要有以下几方面: (1) 材料本身质量问题 (如压力容器、钢管焊缝中的气孔、夹渣、未焊透、裂纹等焊接缺陷); (2) 制造工艺问题 (如设备制造过程中的焊接、铸造、机械加工或装配工艺不合理等造成的质量问题); (3) 设备、材料的破坏 (如设备、材料在使用过程中的腐蚀穿孔、疲劳老化、应力集中等破坏现象); (4) 压力、温度造成装置的破坏 (如装置中的内压、温度过高导致的破坏或温度过低发生冻裂现象); (5) 外力破坏 (野蛮施工的大型机动设备的碾压、撞击等人为破坏及发生地震、洪水等自然灾害造成的管道断裂) 等。

1.2.1.3 密封失效

密封是预防泄漏的元件, 也是最容易出现泄漏的薄弱环节。密封失效的主要原因是设计不合理, 材料质量差, 安装不正确, 密封结构和形式不能满足工况条件要求, 密封件老化、腐蚀、变质、磨损等。

1.2.2 燃气泄漏的危害

毋庸置疑, 泄漏会造成危害。特别是燃气的泄漏, 可能导致的危害性更是巨大的。在燃气行业中, 每年因燃气泄漏引发的安全事故不胜枚举, 造成人员伤亡和财产损失的教训极为深刻。燃气泄漏的危害性, 可以归纳为三个方面:

(1) 物料和能量损失。泄漏首先是流失了有用的物料和能量, 增加了能源的浪费和消耗。其次, 还会降低生产装置和机器设备的产出率和运转效率, 严重的泄漏还会导致生产装置和管网设施无法正常运行, 被迫停产、停气、抢修, 造

成严重的经济损失，发生安全事故的可能性也随之增大。

(2) 环境污染。燃气泄漏也是导致生产、生活环境恶化，造成环境污染的重要因素。因为燃气一旦泄漏到环境中是无法回收的，污染的空气、水或土壤对人体健康造成危害，甚至会危及人的生命安全。

(3) 引发事故和灾害。泄漏是导致燃气生产、储存、运输和使用过程发生火灾、爆炸事故的根本原因。一是因为燃气是易燃易爆的危险物质；二是因为空气（助燃物）无处不在；三是因为燃气生产、储存、运输和使用各个环节经常接触到火源。因此，一旦燃气泄漏与空气混合浓度达到爆炸极限值，一遇火种即会发生爆燃事故。

1.3 预防泄漏的措施

分析泄漏产生的原因，制定切实可行的预防措施，是保证燃气安全管理的有效途径。在治理燃气泄漏这一课题上，要坚持“预防为主，综合治理”的方针，要引进风险管理技术等现代化安全管理手段进行预测、预防，定量检测结构中的缺陷，依靠安全评价理论和方法，分析并作出评定，然后确定缺陷是否危害结构安全，对缺陷的形成、扩展和结构的失效过程以及失效后果等作出定量判断，并采取切实可行的防治措施。目前，预防燃气泄漏的措施也是多方面的。

1.3.1 加强管理、提高防范意识

事实上，燃气泄漏往往能从管理上找到原因。因此，在燃气的生产、储存、运输和使用过程中，要从管理上下工夫，制订并运用科学的安全技术措施，对预防泄漏十分有效。

工业发达国家特别重视泄漏的预测和预防工作，其提出并采用适用性评价技术和风险管理技术，不仅提高了结构材料失效预测预报水平，而且避免了不必要的经济损失。为了有效地减少或防止泄漏事故的发生，需要制定合理的生产工艺流程、安全操作规程、设备维修保养制度、巡回检查制度等管理制度；强化劳动纪律和岗位责任的落实；加强员工安全技术培训教育，提高技术素质和安全防范意识，掌握泄漏产生的原因、条件及治理方法。

1.3.2 设计可靠、工艺先进

燃气在我国已得到广泛的利用，燃气输配技术有了很大的发展，新技术、新工艺、新材料的不断涌现为防止或减少燃气泄漏提供了可靠的技术基础。在燃气工程设计时要从各个方面充分考虑。

1.3.2.1 工艺过程合理

可靠性理论证明,工艺过程环节越多,其可靠性越差。反之,工艺过程环节越少,可靠性则越好。在燃气工程中,采用先进技术压缩工艺过程,尽量减少工艺设备,或选用危害性小的原材料和工艺步骤,简化工艺装置,是提高生产装置可靠性、安全性的一项关键措施。

1.3.2.2 正确选择生产设备和材料

正确选择生产设备和材料是决定设计成败的关键。燃气工程所采用的设备、材料要与其使用的温度、压力、腐蚀性及介质的理化特性相适应,同时要采取合理的防腐蚀、防磨损、防泄漏等保护措施。当选择使用新材料时,要先经过充分的试验和论证后,方可采用。

1.3.2.3 正确选择密封装置

在燃气输配过程中,常常碰到静密封和动密封问题。静密封主要有垫密封、密封胶密封和直接接触密封三大类。根据工作压力,静密封又可分为中低压静密封和高压静密封。中低压静密封常用材质较软、宽度较宽的垫密封,高压静密封则用材质较硬接触宽度很窄的金属垫片。动密封可以分为旋转密封和往复密封两种基本类型。按密封件与其做相对运动的零部件是否接触,可分为接触式密封和非接触式密封;按密封件和接触位置,又可分为圆周密封和端面密封,端面密封又称为机械密封。动密封中的离心密封和螺旋密封,是借助机器运转时给介质以动力实现密封,故有时也称为动力密封。因此,密封材料、结构和形式设计要合理,如动密封可采用先进的机械密封、柔性石墨密封技术;在高温、高压和强腐蚀环境中,静密封宜采用聚四氟乙烯材料或金属缠绕垫圈等进行密封。

1.3.2.4 设计留有余地或降额使用

为提高设计的可靠性,应考虑提高设防标准。如在强腐蚀环境中,钢管壁厚在设计时要有一定的腐蚀裕量。

在燃气工程中,生产设施最大额定值的降额使用也是提高可靠性的重要措施。设计的各项技术指标中的最大额定值在任何情况下都不能超过。如工作压力参数,即使是瞬间的超过也是不允许的。

1.3.2.5 装置结构形式要合理

装置结构形式是设计的核心内容,为了达到安全可靠的目的,装置结构形式应尽量做到简单化、减量化。例如,储存燃气球罐的底部接管应尽量少而小,底部进、出口阀门还要加设遥控切断阀,并设置在防护堤外,一旦发生泄漏,不必到罐底人工切断第一道阀门。

1.3.2.6 方便使用和维修

设计时应考虑装配、检查、维修操作的方便,同时也要有利于处理应急事故

及堵漏。装置上的阀门尽可能设置在一起，高处阀门应设置平台以便操作。法兰连接的螺栓应便于安装和拆卸。

1.3.3 安全防护设施齐全

燃气工程中，安全防护装置有安全附件、防爆泄压装置、检测报警监控装置以及安全隔离装置等。

安全附件包括安全阀、压力表、温度计、液位计等。当出现超压、超温、超液位等异常情况时，安全附件是保证燃气系统安全运行的重要装置。因此，安全附件要定期检查，以保证灵敏可靠和齐全有效。

当出现超高压等异常情况时，防爆泄压是爆炸事故的最后一道屏障，如果这一道屏障失去作用，事故将不可避免地发生。在燃气工程中，防爆泄压装置有爆破片、紧急切断阀、拉断保护阀、放空排放装置及其他辅助保护装置等。爆破片用于有突然超压和爆炸危险的设备爆炸时的泄压；紧急切断阀用于发生紧急事件时，紧急切断事地点上游的气源，以减少泄漏量并最终达到中止燃气泄漏的目的；拉断保护阀用于装卸物料时，当充装软管突然受到强外力作用有被拉断的危险时，拉断保护阀先断开并自动切断气源，以保护充装软管免受拉断，防止燃气外泄；放空排放装置用于紧急情况下排放物料；其他辅助保护装置，如为防止杂质进入密封面产生泄漏，可在阀门和密封处设置过滤器、排污阀、防尘罩、隔膜等。

泄漏治理重在预测和预防，它离不开先进的技术和装备作为支持。在燃气行业，生产装置或系统中应优先考虑装备先进的自动化监测和检测仪器和设备，如在燃气储罐上设置流量、压力、温度、液位传感器；在充装设备上设置超限报警器和自动切断阀；在防爆区域设置燃气泄漏浓度报警器、静电接地保护报警器等。通过自动监测设备将现场采集的数据传送到中控室，由计算机统一管理，以达到现场监督和远程控制的目的。

自动喷淋的洒水装置既可以形成水幕、水雾将系统隔离，也可以控制燃气扩散方向，稀释并降低燃气与空气的混合浓度，从而降低火灾或爆炸的风险。

安全隔离装置包括隔离带、隔离墙和防火堤等。如液化石油气储罐区，一般都会设置防泄漏扩散防护堤，一旦发生泄漏，可以将外泄的液化石油气控制在罐区之内，以便及时采取喷淋驱散或稀释措施，消除事故隐患。

1.3.4 规范操作

规范操作是防止泄漏十分重要的措施。防止出现操作失误和违章作业，准确调节正常生产中的各种参数，如压力、温度、流量、液位等，减少或杜绝人为操作所致的泄漏事故。