



石油石化职业技能培训教程

SHIYOU SHIHUA ZHIYE JINENG PEIXUN JIAOCHENG

# 燃气设备检修工

RANQI SHEBEI JIANXIUGONG

(下册)

中国石油天然气集团公司职业技能鉴定指导中心 编



石油工业出版社  
Petroleum Industry Press

石油石化职业技能培训教程

# 燃气设备检修工

(下册)

中国石油天然气集团公司职业技能鉴定指导中心 编

常州大学图书馆  
藏书章

石油工业出版社

## 内 容 提 要

本书是由中国石油天然气集团公司职业技能鉴定指导中心统一组织编写的《石油石化职业技能培训教材》中的一本。本书包括燃气设备检修工高级工、技师、高级技师应掌握的基础知识、专业知识以及相关知识,并配套编写了相应层级的练习题。

本书既可用于职业技能鉴定前的培训,又可用于员工岗位技术培训和自学提高。

## 图书在版编目(CIP)数据

燃气设备检修工. 下册/中国石油天然气集团公司职业技能鉴定指导中心编. —北京:石油工业出版社,2016. 8

石油石化职业技能培训教程

ISBN 978-7-5183-1201-6

I. 维…

II. 中…

III. 燃气设备-机修钳工-技术培训-教材

IV. TG947

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 060744 号

---

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址:www. petropub. com

编辑部:(010)64243803 图书营销中心:(010)64523633

经 销:全国新华书店

印 刷:北京中石油彩色印刷有限责任公司

---

2016 年 8 月第 1 版 2016 年 8 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:25.25

字数:646 千字

---

定价:65.00 元

(如出现印装质量问题,我社图书营销中心负责调换)

版权所有,翻印必究

# 《石油石化职业技能培训教程》

## 编 委 会

主 任 金 华 赵永起

副 主 任 黄 革 王子云 郝庆华 胡兆科

委 员 (按姓氏笔画排序)

王 工 王中元 王海云 王增玉

刘国群 纪安德 李 丰 何 波

谷柏强 张月钦 张维勤 苗永健

范广文 胡新文 胥 勇 商博军

# 前 言

随着企业产业升级、装备技术更新改造步伐不断加快,对从业人员的素质和技能提出了新的更高要求。为适应经济发展方式转变和“四新”技术变化要求,提高石油石化企业员工队伍素质,满足职工鉴定的需要,中国石油天然气集团公司职业鉴定指导中心修订了《石油石化行业职业资格等级标准》,在新标准的指导下,对“十五”“十一五”期间编写的职业技能培训教程和职业技能鉴定试题集进行了全面修订。

本套书的修订坚持以职业活动为导向、以职业技能提升为核心,以统一规范、充实完善为原则,注重内容的先进性与通用性。修订的内容主要是新技术、新工艺、新设备、新材料。教程内容范围与鉴定题库基本一致,每个工种的教程分上、下两册,本书上册为初、中级工的内容,下册为高级工、技师、高级技师的内容,同时配套编写了相应层级的练习题,便于读者对知识点的理解和掌握。本套书既可用于职业技能鉴定前培训,也可用于员工岗位技术培训和自学提高。本套教材为员工免费提供学习增值服务,员工可通过石油工业出版社官方微信“微油题库”、油题库 APP 手机移动端进行自主练习和组卷测试。

本教程由中石油昆仑燃气有限公司组织编写,冯世忠任主编,李建国、赵莲清任副主编。参加编写的人员有包文铖、吴臻芳、龚旻,参加审定的人员有何波、胥勇、王治学、陈国明、枉君傲、周利军、郑丽娜、赵兴华、贾兆公、戴云鹏。

由于编者水平有限,书中错误、疏漏之处请广大读者提出宝贵意见。

编者

2016年3月

# 目 录

## 高 级 工

|                               |       |
|-------------------------------|-------|
| 第一章 燃气基础知识 .....              | (3)   |
| 第一节 燃气的爆炸极限 .....             | (3)   |
| 第二节 燃气的燃烧 .....               | (4)   |
| 第三节 天然气的输配知识 .....            | (8)   |
| 高级工练习题及答案 .....               | (11)  |
| 第二章 常用工具及机具的操作及维护 .....       | (17)  |
| 第一节 常用工具的操作及维护 .....          | (17)  |
| 第二节 常用机具的操作及维护 .....          | (24)  |
| 高级工练习题及答案 .....               | (31)  |
| 第三章 调压装置、安全装置的安装维护及故障处理 ..... | (43)  |
| 第一节 调压装置的安装维护及故障处理 .....      | (43)  |
| 第二节 安全装置的安装维护及故障处理 .....      | (50)  |
| 高级工练习题及答案 .....               | (54)  |
| 第四章 仪器仪表的操作及维护 .....          | (78)  |
| 第一节 气体检测仪的操作及维护 .....         | (78)  |
| 第二节 流量计的安装及维护 .....           | (80)  |
| 高级工练习题及答案 .....               | (86)  |
| 第五章 燃气管道附属设备的运行维护及故障处理 .....  | (93)  |
| 第一节 阀门的安装维护及故障处理 .....        | (93)  |
| 第二节 管道补偿器的安装及故障处理 .....       | (98)  |
| 第三节 清管装置的结构和运行 .....          | (99)  |
| 第四节 常用加臭设备及维护 .....           | (104) |
| 第五节 场站的维护 .....               | (107) |
| 第六节 钢制管道的防腐 .....             | (108) |
| 第七节 管道的停供气作业 .....            | (113) |
| 高级工练习题及答案 .....               | (119) |
| 第六章 文件编写及管网图绘制 .....          | (140) |
| 第一节 设备检修及抢修方案编制 .....         | (140) |
| 第二节 燃气管网图绘制及识图 .....          | (142) |

|                                 |              |
|---------------------------------|--------------|
| 高级工练习题及答案 .....                 | (155)        |
| <b>第七章 作业安全防护 .....</b>         | <b>(164)</b> |
| 第一节 防火防爆知识 .....                | (164)        |
| 第二节 燃气事故的特点及处理 .....            | (165)        |
| 第三节 静电控制及高处作业管理 .....           | (170)        |
| 高级工练习题及答案 .....                 | (172)        |
| <b>燃气设备检修工高级模拟试卷及参考答案 .....</b> | <b>(177)</b> |

## 技师、高级技师

|                                      |              |
|--------------------------------------|--------------|
| <b>第八章 燃气基础知识 .....</b>              | <b>(197)</b> |
| 第一节 燃气的性质 .....                      | (197)        |
| 第二节 天然气的输配知识 .....                   | (202)        |
| 第三节 金属材料 .....                       | (205)        |
| 技师、高级技师练习题及答案 .....                  | (211)        |
| <b>第九章 燃气设备操作维护与故障处理 .....</b>       | <b>(217)</b> |
| 第一节 常用机具的操作维护与故障处理 .....             | (217)        |
| 第二节 调压器及放散阀常见故障处理 .....              | (222)        |
| 第三节 调压器的流量计算及选型 .....                | (224)        |
| 第四节 燃气设备检修 .....                     | (228)        |
| 第五节 燃气设施的置换投产 .....                  | (236)        |
| 技师、高级技师练习题及答案 .....                  | (245)        |
| <b>第十章 燃气管道及附属设备的运行维护 .....</b>      | <b>(261)</b> |
| 第一节 燃气管道常见故障处理 .....                 | (261)        |
| 第二节 管网冰堵的处理 .....                    | (265)        |
| 第三节 调峰供气 .....                       | (267)        |
| 第四节 燃气管道施工要求 .....                   | (270)        |
| 第五节 燃气管网抢修作业方法及要求 .....              | (284)        |
| 第六节 天然气站场运行管理 .....                  | (289)        |
| 技师、高级技师练习题及答案 .....                  | (296)        |
| <b>第十一章 作业安全防护 .....</b>             | <b>(311)</b> |
| 第一节 HSE 管理体系 .....                   | (311)        |
| 第二节 燃气事故预防 .....                     | (313)        |
| 第三节 应急预案编制 .....                     | (322)        |
| 第四节 设备事故调查 .....                     | (325)        |
| 技师、高级技师练习题及答案 .....                  | (329)        |
| <b>燃气设备检修工技师、高级技师模拟试卷及参考答案 .....</b> | <b>(357)</b> |

附录 ..... (370)

附录 1 燃气设备检修工职业资格等级标准 ..... (370)

附录 2 高级燃气设备检修工理论知识鉴定要素细目表 ..... (381)

附录 3 高级燃气设备检修工技能操作鉴定要素细目表 ..... (386)

附录 4 技师、高级技师燃气设备检修工理论知识鉴定要素细目表 ..... (387)

附录 5 技师、高级技师燃气设备检修工技能操作鉴定要素细目表 ..... (392)

附录 6 燃气设备检修工技能操作考试内容层次结构表 ..... (393)

参考文献 ..... (394)

# 第一章 燃气基础知识

## 第一节 燃气的爆炸极限

### 一、爆炸极限和爆炸危险范围

在一定的空间内,当燃气在空气中含量达到一定比例时,遇火燃气就具有爆炸性的混合气体,这种气体遇到火源即形成爆炸。

在形成爆炸的混合气体中,燃气在混合气中的最低、最高浓度(%)称为爆炸下、上限,没有含量称为爆炸上限,高于爆炸上限时,遇火不会爆炸。

下限之间的范围称为爆炸极限范围。在常压条件下,天然气的爆炸极限范围为5%—15%,该范围也是天然气的正常燃烧范围。当燃气的浓度超出该范围

# 高级工

表 1-1 各种燃气的爆炸极限(体积分数)

| 燃气名称  | 天然气  | 液化石油气 | 城市煤气 | 沼气   | 氢气   | 一氧化碳 |
|-------|------|-------|------|------|------|------|
| 下限, % | 5.0  | 4.5   | 1.7  | 8.2  | 1.7  | 4.4  |
| 上限, % | 15.0 | 35.8  | 9.0  | 24.0 | 75.5 | 33.0 |

### 二、爆炸极限的影响因素

各种不同的可燃气体和可燃液体蒸气,由于它们的理化性质不同,因而具有不同的爆炸极限。一种可燃气体或可燃液体蒸气的爆炸极限,由不是固定不变的,它受到压力、混合量、混合介质、杂质、点火源等因素的影响。

#### (一)压力的影响

混合气体的初始压力增高,则爆炸下限降低,上限增高,爆炸极限范围扩大。因为系统压力升高,分子间的碰撞增加,使原来不能的混合气体变为可燃,而系统压力,系统压力升高,爆炸危险性增加。

#### (二)混合量的影响

混合气中氧含量增加,一般对爆炸下限影响不大,因为在下限浓度时氧气对于可燃气是过量的。由于在上限浓度时氧含量相对不足,所以增加氧含量会使可燃气体氧气减少,燃料损失减少,爆炸上限增高。

#### (三)惰性介质的影响

如果在爆炸混合物中加入不燃性的惰性气体(如氮气、二氧化碳、水蒸气等),随着惰性气体的各体积分数的增加,爆炸极限范围逐渐缩小。惰性气体含量越高到一定数值时,可使混合物不能爆炸。一般情况下,惰性气体对爆炸极限的影响比之下限的影响更为显著。因为惰性气体是



# 第一章 燃气基础知识

## 第一节 燃气的爆炸极限

### 一、爆炸极限和爆炸极限范围

在一密闭的空间内,当燃气在空气中含量达到一定比例时,就与空气构成具有爆炸性的混合气体,这种气体遇到火源即形成爆炸。

在形成爆炸的混合气体中,燃气在混合气中的最低含量称为爆炸下限,低于爆炸下限就不会爆炸;最高含量称为爆炸上限,高于爆炸上限也不会爆炸。上、下限之间的范围称为爆炸极限范围。在常温常压下,天然气的爆炸极限范围为5%~15%,该范围也是天然气的正常燃烧范围。常见燃气的参考爆炸极限见表1-1。

表 1-1 常见燃气的参考爆炸极限(体积分数)

| 爆炸极限 | 天然气  | 焦炉煤气 | 液化石油气 | 沼气   | 轻烃气 | 二甲醚  |
|------|------|------|-------|------|-----|------|
| 下限,% | 5.0  | 4.5  | 1.7   | 8.8  | 1.3 | 3.4  |
| 上限,% | 15.0 | 35.8 | 9.7   | 24.4 | 8.5 | 17.0 |

### 二、爆炸极限的影响因素

各种不同的可燃气体和可燃液体蒸气,由于它们的理化性质不同,因而具有不同的爆炸极限。一种可燃气体或可燃液体蒸气的爆炸极限,也不是固定不变的,它受温度、压力、氧含量、惰性介质、容器、点火源等因素的影响。

#### (一)温度的影响

混合气体的原始温度越高,则爆炸下限降低,上限增高,爆炸极限范围扩大。因为系统温度升高,分子内能量增加,使原来不燃的混合物成为可燃、可爆系统。所以,系统温度升高,爆炸危险性增加。

#### (二)氧含量的影响

混合物中氧含量增加,一般对爆炸下限影响不大,因为在下限浓度时氧气对于可燃气体是过量的。由于在上限浓度时氧含量相对不足,所以增加氧含量会使惰性气体氮气减少,散热损失减少,爆炸上限增加。

#### (三)惰性介质的影响

如果在爆炸混合物中加入不燃烧的惰性气体(如氮气、二氧化碳、水蒸气等),随着惰性气体所占体积分数的增加,爆炸极限范围则缩小,惰性气体的含量提高到一定程度时,可使混合物不能爆炸。一般情况下,惰性气体对混合物爆炸上限的影响较之对下限的影响更为显著。因为惰性气体浓度加大,可燃成分相

GAA001 燃气爆炸  
极限的概念

GAA003 常见燃气  
的爆炸极限范围

GAA002 燃气爆炸  
极限的影响因素

GAA004 城镇燃气爆炸极限的确定和计算

对减少,故惰性气体含量稍微增加一点就会产生很大影响,而使爆炸上限大幅下降。

(四)初始压力的影响

混合物的初始压力对爆炸极限有很明显的影响,其对爆炸极限变化的影响也比较复杂。一般来说,压力增大,爆炸极限范围也扩大,尤其是爆炸上限显著提高。这是因为系统压力增高,使分子间距更为接近,碰撞概率增高,使燃烧反应更容易进行。压力降低,则爆炸极限范围缩小。当压力降到某值时,则爆炸上限与爆炸下限重合,此时对应的压力称为爆炸的临界压力。

(五)容器

充装容器的材质、尺寸等对物质爆炸极限均有影响。实验证明,容器管直径越小,爆炸极限范围越小。当管径小到一定程度时,火焰因不能通过而被熄灭。关于材料的影响,如氢和氟在玻璃器皿中混合,即使放在液态空气温度下于黑暗中也会发生爆炸,而在银制器皿中要到常温下才能发生反应。

(六)点火源

点火源的性质对爆炸极限有很大的影响。如果点火源的强度高,热表面的面积就大,点火源与混合物的接触时间长,就会使爆炸极限范围扩大,其爆炸危险性也就增加。火花的能量、热表面的面积、火源与混合物的接触时间等,对爆炸极限均有影响。

三、燃气的爆炸极限计算

只含有可燃气体的混合气体的爆炸极限可按下式计算:

$$L = \frac{100}{\frac{y_1}{L_1} + \frac{y_2}{L_2} + \cdots + \frac{y_n}{L_n}}$$

式中  $L$ ——混合气体的爆炸上(下)限,%;  
 $L_1, L_2, \cdots, L_n$ ——混合气体中各可燃气体的爆炸上(下)限,%;  
 $y_1, y_2, \cdots, y_n$ ——各组分体积分数,%。

爆炸极限不是一个固定值,它会随着混合气体原始温度、原始压力以及其中的惰性介质含量等因素而变化。

第二节 燃气的燃烧

一、燃烧的条件

燃烧是燃气中的可燃成分在一定条件下与氧发生激烈的氧化反应,并产生大量的热和光的物理化学过程。

燃烧必须具备的条件:

- (1)可燃物;
- (2)助燃物;

(3)点火源。

## 二、影响燃烧的因素

GAA015 影响燃烧的因素

燃烧的影响因素有以下几方面。

### (一)理论空气需要量

干空气的成分:氧气占 21%、氮气占 79%。

理论空气需要量:每立方米(或者每千克)燃气按燃烧反应计量方程式完全燃烧所需的空气量,理论空气需要量也是燃气完全燃烧所需要的最小空气量。

### (二)实际空气需要量

在实际燃烧中,因燃气与空气混合不均匀性等因素影响,只供给理论空气需要量不能完全燃烧,因此实际空气需要量应大于理论空气需要量。

### (三)理论烟气量

燃气燃烧后的产物就是烟气。

当只供给理论空气需要量时,燃气完全燃烧产生的烟气量称为理论烟气量。烟气中包括二氧化碳、二氧化硫、氮气和水。

### (四)实际烟气量

当有过剩空气时,烟气中除理论组分外尚含有过剩空气,这时的烟气量称为实际烟气量。

### (五)着火温度

一种可燃物只有达到着火温度才能点着。所谓着火就是可燃气体与空气中的氧气由稳定缓慢的氧化反应加速到发热发光的燃烧反应的突变点,这个突变点的最低温度称为着火温度。

### (六)燃烧速度

燃气空气的混合气中,火焰面向未燃烧气体方向传播的速度,称为燃烧速度,也称火焰传播速度。

燃烧速度因火焰的方向而异,一般是向上最快,横向次之,向下最慢。

## 三、燃烧势

GAA007 燃气燃烧势的概念

燃烧势  $C_p$  是燃烧速度指数。它反映了燃气燃烧火焰所产生离焰、黄焰、回火和不完全燃烧的倾向性,是一项反映燃烧器具燃烧稳定状况的综合指标,能更全面地判断燃气的燃烧特性。

## 四、沃泊指数

GAA005 燃气沃泊指数的概念

沃泊指数是一项反映燃烧器具燃气互换性的综合指标,是燃气的高热值与燃气平均相对密度的平方根的比值。在燃气应用上,常用沃泊指数和燃烧势来判定控制燃气互换性。用气设备是按燃气组分设计的,如果供气的燃气组分发生变化,评价两种燃气的互换性时,首先考虑的是两种燃气的沃泊指数是否相近,还要考虑能否在同一燃具上获得相近的热负荷。在燃烧器喷嘴前压力不变的情况下,燃气沃泊指数的变化在  $\pm(5\% \sim 10\%)$  范围内时,不同燃气可以互换。

沃泊指数与压力有关。发热指数是表示热负荷的参数,具有相同沃泊指数的不同成分的燃气,在相同的燃气压力下,能释放出相同的热负荷。

在燃气工程中,不同类型燃气间互换时,要考虑衡量热流量(热负荷)大小的特性指数,即沃泊指数。沃泊指数一般用下式计算:

$$W = \frac{Q_H}{\sqrt{S}}$$

式中  $W$ ——沃泊指数;

$Q_H$ ——燃气高热值,  $\text{kJ}/\text{m}^3$ ;

$S$ ——燃气的相对密度。

为了保证燃烧器具的燃烧稳定,沃泊指数的波动范围一般不超过 5%。

对于混合气体的沃泊指数,分别计算出混合气体的高热值  $Q_H$  和相对密度  $S$ ,即可求出混合气体的沃泊指数。

### 五、燃气热值单位换算

(1) 燃气常用的温度单位有  $^{\circ}\text{C}$  (摄氏度,用  $t$  表示) 和  $\text{K}$  (开尔文,热力学温度,俗称开氏温度,用  $T$  表示)。

换算关系:

$$t = T - 273.15$$

$$0^{\circ}\text{C} = 273.15\text{K}, -273.15^{\circ}\text{C} = 0\text{K}$$

(2) 燃气热值的单位。

$\text{J}$  (焦耳)/ $\text{m}^3$ 、 $\text{kJ}$  (千焦)/ $\text{m}^3$ 、 $\text{MJ}$  (兆焦)/ $\text{m}^3$ ;  $\text{cal}$  (卡)/ $\text{Nm}^3$ 、 $\text{kcal}$  (千卡)/ $\text{Nm}^3$ 。

燃气热值一般指在标准状况 (101.325kPa,  $20^{\circ}\text{C}$ ) 下的数值。

换算关系:

$$1\text{MJ} (\text{兆焦}) = 1000\text{kJ} (\text{千焦})$$

$$1\text{kJ} (\text{千焦}) = 1000\text{J} (\text{焦耳})$$

$$1\text{kcal} (\text{千卡}) = 1000\text{cal} (\text{卡})$$

$$1\text{cal} (\text{卡}) = 4.1868\text{J} (\text{焦耳})$$

$$1\text{kJ} (\text{千焦}) = 238.85\text{cal} (\text{卡})$$

$$1\text{MJ} (\text{兆焦}) = 238.85\text{kcal} (\text{千卡})$$

### 六、燃烧应用

#### (一) 燃烧器的概念

天然气应用范围很广,大致可分能源与化工两个方面。能源方面主要是天然气燃烧设备,其中天然气燃烧器是天然气主要燃烧设备之一。在广义的燃烧器概念中,家用的热水器、煤气灶、打火机等,都可以认为是燃烧器的一种。根据

其工作原理,可以将燃烧器定义为一种将物质通过燃烧这一化学反应方式转化为热能的设备,即将空气与燃料通过预混装置按适当比例混合以使其充分燃烧。当燃气以一定速度喷射到充满静止介质的无限空间时,便形成自由射流,同时会卷入一部分空气到混合气体中,这部分被卷入的空气称为一次空气。同时,一定体积燃气如果要完全燃烧,所需要的空气是一定的,习惯称为理论空气量。理论空气量可以通过计算方式得出,一次空气量和理论空气量的比值称为一次空气系数,它是燃烧过程中的一个重要指标。

GAA016 燃烧器  
的分类和原理

(二)燃烧器分类

燃气燃烧器按气质不同分为:天然气燃烧器、城市煤气燃烧器、液化石油气燃烧器等。

燃烧器按燃烧控制方式不同划分为:单段火燃烧器、双段火燃烧器、比例调节燃烧器。

燃烧器按燃料雾化方式不同划分为:机械式雾化燃烧器、介质雾化燃烧器。

燃烧器按结构不同划分为:整体式燃烧器、分体式燃烧器。其中分体式燃烧器主要应用于工业生产,其主要特征为燃烧系统、给风系统、控制系统等均分解安装,该种机器主要适合于大型设备或高温等特殊工作环境。

燃烧器按燃烧方式不同分为:扩散式燃烧器、大气式燃烧器、无焰式燃烧器。

燃烧器按燃气混合方式不同分为:引射式燃烧器、混合式燃烧器。

GAA017 扩散式  
燃烧器的特点

1. 扩散式燃烧器

扩散式燃烧器是燃气在一定压力下进入管内,经火孔逸出后从周围空气中获得氧气而燃烧,形成扩散火焰。

扩散式燃烧器特点:结构简单,制造方便;燃烧稳定、不会回火;点火容易、调节方便;可利用低压燃气(200~400Pa或更低),且不需鼓风,无动力消耗;燃烧热强度低,火焰长,需较大燃烧室;为使燃烧完全,必须供给较多的过剩空气(一次空气系数 $\alpha=1.2\sim1.6$ );燃烧温度低,排烟热损失大。扩散式燃烧器适用于温度要求不高,但要求温度均匀、火焰稳定的场合,如小型采暖锅炉的点火器、临时性加热设备。

2. 大气式燃烧器

GAA018 大气式  
燃烧器的特点

大气式燃烧器是燃气在一定压力下,以一定速度从喷嘴喷出,依靠燃气动能产生的引射作用从一次空气口吸入一次空气,在引射器内燃气与一次空气混合,经头部火孔流出而燃烧。一次空气系数 $0<\alpha<1$ 为稳定燃烧的方式,家用燃气灶具一般采用大气式燃烧方式。

大气式燃烧器特点:与扩散式燃烧器比,火焰短、火力强、燃烧温度高、稳定性较差;与混合燃烧器比,热负荷调节范围宽,适应性强;可燃烧各种燃气和低压燃气,燃烧较完全,效率较高;引射式燃烧器,具有自动调节特性,调节方便;不需送风设备,节省动力;不适用于正压炉膛。

## 第三节 天然气的输配知识

GAA009 天然气的储集

### 一、天然气的储集

天然气生成之后,储集在地下岩石的孔隙、裂缝中。能储存天然气并能使天然气在其内部流动的岩层,称为储集岩层,又称储集层。储集层是天然气气藏形成不可缺少的重要条件。能储集天然气的岩层主要有以下几种:

(1)碎屑岩类储集层。它包括砂岩、砂层、砾石层等碎屑沉积岩。目前世界上已探明的石油、天然气储量有40%以上是储集在这类岩层中。此类岩层的储集空间,主要是碎屑颗粒间的孔隙。

(2)碳酸盐岩类储集层。它包括石灰岩、白云岩及白云质灰岩等。目前世界上已探明的石油、天然气储量有57%左右是储集在此类岩层中。此类岩层的储集空间,除在成岩过程中形成的原生孔洞和裂隙外,还有次生的裂缝和孔洞。

(3)其他岩类储集层。它包括由岩浆岩、变质岩等构成的各类储集层。此类岩层因风化、剥蚀作用或地质构造运动而形成次生孔洞或裂缝,成为储集天然气的空间。

GAA010 天然气的集输

### 二、天然气的集输

天然气的集输系统,是把气田上各个气井开采出来的天然气聚集起来,并经过加工处理送入输气干线。它主要由井场装置、集气站、矿场压气站、天然气处理厂和干线首站等部分组成。

井场装置一般设于气井附近。从气井开采出来的天然气,经过节流,进入分离器除去油、游离水和机械杂质等,通过计量后送入集气网。

集气站:将集气网的天然气集中起来的地方就是集气站。在集气站上,对天然气再次进行节流、分离、计量,然后送入集气管线。

矿场压气站:在气田开采后期(或低压气田),当气层压力不能满足生产和输送要求时,需设置井场压气站,将集气站输入的低压天然气增压至规定的压力,然后输送到天然气处理厂或输气干线。

天然气处理厂:当天然气中硫化氢、二氧化碳、凝析油等含量和含水量超过管输标准,或不能满足城市燃气的要求时,则需设置天然气处理厂,对外供天然气进行净化处理。

干线首站:在输气干线起点设置压气站,则称为干线首站。它的任务是接收天然气处理厂来的净化天然气,经除尘、计量、增压后进入输气干线。

### 三、燃气的加臭

GAA011 城镇燃气加臭剂的选择要求

#### (一)城镇燃气中加臭剂的选择

##### 1. 城镇燃气选用加臭剂的要求

(1)加臭剂在安全用量的最小范围内,应具有区别于其他气味并使人能察觉是燃气泄漏的气味,且气味消失缓慢。

(2)加入燃气中加臭剂的量不应对人体、管道或与其接触的材料有毒、有害;燃烧产物不应对人体呼吸有害,不应腐蚀或损坏与此经常接触的材料。

(3)加臭剂溶解于水的程度不应大于2.5%(质量分数),并不应被冷凝的碳氢化合物洗出。

(4)加臭剂应有在空气中能察觉的加臭剂含量指标。

(5)加臭剂在常温常压下储存不分解、不变质;在管道输送的温度和压力条件下,不与燃气发生任何化学反应,也不会促成反应。

(6)加臭剂汽化后可以吸附于传输物上(如管道、煤气表、阀门等),但不与之发生化学反应,对燃气输配系统和燃具无腐蚀作用。

(7)在常温条件下,加臭剂应具有高挥发性,以保证及时发现环境中燃气的泄漏点。

(8)加臭剂不应在燃气设施和燃烧烟气中沉淀。

2. 常见的加臭剂

GAA012 常用加臭剂的种类及性质

(1)四氢噻吩,是目前国内外使用较为普遍的燃气加臭剂。

性状:无色透明油状液体。

特征:具有恶臭气味。

特点:无毒,味道与煤制气相似;化学性质稳定,易于储存;气味存留长久,少量浓度下可嗅到极刺激性臭味;气体状态下无腐蚀性,汽化后不易冷凝;燃烧后无异味,废气较少;价格适中,货源充足。

(2)乙硫醇、丁硫醇、异丁硫醇同属硫醇类。

基本能够满足气味剂警示要求,但存在有腐蚀性和毒性、易冷凝、化学性质不稳定的缺点,相对优势为造价低,气味较四氢噻吩强。

(3)二甲硫醚、二乙硫醚。

二甲硫醚、二乙硫醚同属链状硫化物,与前面两种加臭剂相比气味较弱,单独使用效果不佳,可与硫醇类混合使用,则加臭效果较强,一般稍有毒性。

(二)城镇燃气中加臭量的确定

GAA013 燃气加臭量的确定

加臭最小加臭量按下式计算:

$$C_n = \frac{100K}{0.2U_{ZG}}$$

式中  $C_n$ ——最小加臭量,mg/m<sup>3</sup>;

$K$ ——加臭剂在空气中达到警示气味的最小浓度值,mg/m<sup>3</sup>;

$U_{ZG}$ ——燃气泄漏在空气中,达到爆炸下限20%的体积分数。

常见燃气加臭量见表1-2。

表 1-2 常见燃气加臭量

| 燃气种类                                                                         | 加臭剂,mg/m <sup>3</sup> |     |       |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----|-------|
|                                                                              | 四氢噻吩                  | 硫醇  | 无硫加臭剂 |
| 天然气(天然气在空气中的爆炸下限为5%)                                                         | 20                    | 4~8 | 15~18 |
| 液化石油气(C <sub>3</sub> 和C <sub>4</sub> 各占一半)                                   | 50                    | —   | —     |
| 液化石油气与空气的混合气<br>(液化石油气:空气=50:50;液化石油气成分为C <sub>3</sub> 和C <sub>4</sub> 各占一半) | 25                    | —   | —     |