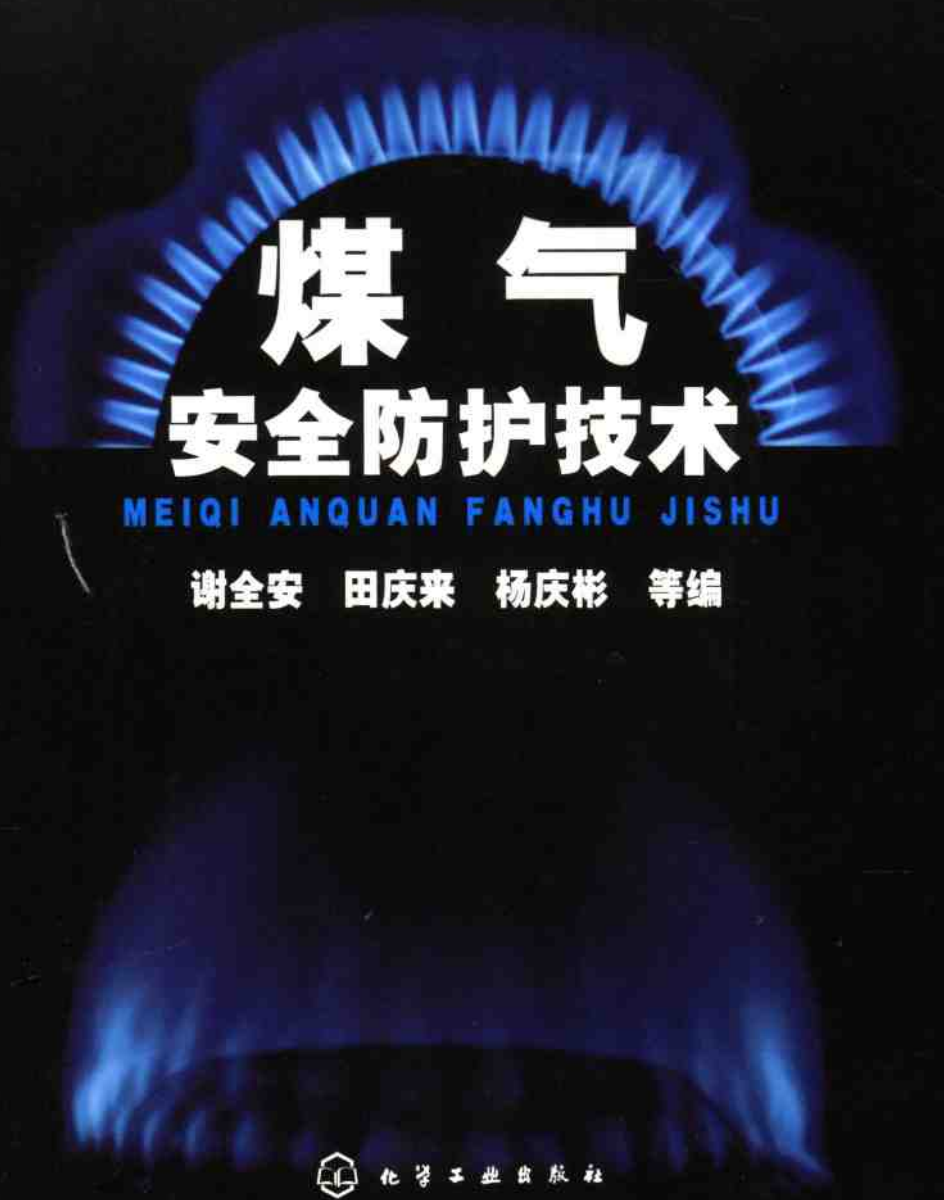


■ 中等职业学校教材



煤气 安全防护技术

MEIQI ANQUAN FANGHU JISHU

谢全安 田庆来 杨庆彬 等编



化学工业出版社

中等职业学校教材

煤气安全防护技术

谢全安 田庆来 杨庆彬 等编



化学工业出版社

· 北 京 ·

全书共分八章,内容包括煤气安全管理,煤气中毒事故预防与急救,煤气安全防护设施,煤气爆炸事故预防与处理,煤气着火事故预防与处理,煤气场所电气安全,煤气设施检修安全,最后以实例的方式介绍了煤气事故应急救援的知识。

本书可作为中等职业学校燃气输配、动力专业师生的教学用书,也可作为煤气、燃气行业技术人员、安全管理人员、作业人员参考或培训教材,同时也可作为居民家庭煤气防护的科普读物,煤气安全评价的参考资料。

图书在版编目 (CIP) 数据

煤气安全防护技术/谢全安,田庆来,杨庆彬等编.
北京:化学工业出版社,2006.12
中等职业学校教材
ISBN 978 7-5025-9780-1

Ⅰ.煤… Ⅱ.①谢…②田…③杨… Ⅲ.煤气-安全技术 Ⅳ.TU996.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 151850 号

责任编辑:张双进

责任校对:吴 静

装帧设计:韩 飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:北京云浩印刷有限责任公司

850mm×1168mm 1/32 印张7 1/4 字数221千字

2007年4月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:14.00 元

版权所有 违者必究

前 言

煤气存在着易中毒、易爆炸、易着火危险性，一旦这些危险因素失控就会导致各类事故的发生。为保护职工的生命安全、健康，保护国家和企业财产不受损失，使煤气设施安全运行，从煤气的产生、净化回收、贮存、输配，再到用户使用的各个环节，都应加强煤气的安全防护。

煤气安全防护的“防”是指预防，使事故防患于未然，所谓“安全第一，预防为主”。为此要突出检查、监测的职责，杜绝煤气设施的跑、冒、滴、漏，杜绝明火、电气、热表面等各类火源，防止煤气与空气混合达到爆炸极限，以预防煤气中毒、爆炸、着火事故的发生。

煤气安全防护的“护”就是保护救护，为此应改善作业人员的操作环境，在煤气场所作业时，应携带一氧化碳报警仪，根据情况佩戴氧气呼吸器或空气呼吸器，在发生煤气事故时，对煤气泄漏源应及时处理，对作业人员进行及时的抢救、救护和协助事故处理，减少事故的损失，防止事故扩大。

本书可作为煤气、燃气方面工程技术人员、安全管理人员、作业人员和相关专业学生的参考用书或培训教材，可作为家庭煤气防护的科普读物，同时也可作为煤气安全评价的参考资料。

全书共分八章。河北理工大学谢全安编写第二章～第五章、第七章，首钢京唐钢铁联合公司焦化厂杨庆彬编写第一章，河北理工大学田庆来编写第六章，开滦京唐港焦化有限公司安振东编写第八章。全书由谢全安负责统稿。

在资料收集过程中，得到了唐钢动力厂鄂京梅高级工程师等人的帮助，在此表示感谢！

由于时间紧迫、编者水平所限，书中不妥之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编者

2007年2月

目 录

第一章 煤气安全管理	1
第一节 煤气的危险性及安全的重要性	1
一、煤气的危险特性	1
二、煤气安全的重要性	3
第二节 煤气安全措施	4
一、安全技术措施	4
二、安全管理措施	5
第三节 安全管理制度	8
一、安全生产责任制	8
二、安全教育培训制度	11
三、安全检查及隐患整改制度	14
四、安全技术措施计划制度	15
五、事故管理制度	15
第二章 煤气中毒事故预防与急救	18
第一节 煤气中毒的概念	18
一、有害气体的概念	18
二、一氧化碳中毒的机理	20
三、一氧化碳中毒的症状	21
四、煤气中的其他毒物	23
第二节 煤气中毒事故的预防	25
一、造成煤气中毒事故的原因	25
二、煤气中毒事故的预防	27
三、煤气加臭技术	30
第三节 煤气中毒事故的急救	31
一、及时报告和组织指挥	31
二、准确救护	31

三、中毒人员的搬运	32
四、心肺复苏法简介	34
五、煤气中毒事故案例	40
第三章 煤气安全防护器具	44
第一节 呼吸器	44
一、过滤式呼吸器	44
二、隔绝式呼吸器	47
第二节 自动苏生器	65
一、工作原理	66
二、苏生器苏生前的准备工作	67
三、使用方法	68
四、检查及维护	69
第三节 一氧化碳报警仪	70
一、工作原理	71
二、固定式一氧化碳报警仪	73
三、便携式一氧化碳报警仪	75
四、报警仪的检定	78
五、故障处理	79
六、注意事项	81
第四节 高压氧舱	82
一、治疗原理	82
二、高压氧舱的结构	83
三、高压氧治疗程序	85
第四章 煤气爆炸事故预防与处理	87
第一节 爆炸的概念	87
一、爆炸及破坏作用	87
二、爆炸的种类	88
三、爆炸极限	91
第二节 煤气爆炸事故的预防	96
一、煤气爆炸事故的原因	96
二、煤气爆炸事故的预防	97
第三节 煤气防爆安全装置	99

一、防爆泄压设施	99
二、测爆仪	101
三、爆发试验装置	104
第四节 煤气爆炸事故的处理	104
第五章 煤气着火事故预防与处理	109
第一节 燃烧的概念	109
一、燃烧及燃烧条件	109
二、燃烧形式	110
三、热值与燃烧温度	112
四、燃烧速度	113
第二节 煤气着火事故的预防	114
一、发生煤气着火事故的原因	114
二、煤气着火事故的预防	115
第三节 防火安全装置	118
一、阻火器	118
二、安全液封与水封井	120
三、单向阀（逆止阀）	122
四、阻火闸门	123
第四节 煤气着火事故的处理	124
一、灭火原理与方法	124
二、灭火剂的种类及选用	125
三、消防设施	129
四、煤气着火事故的处理	132
五、烧烫伤的急救护理	134
六、煤气着火事故案例	135
第六章 煤气场所电气安全	137
第一节 电气防火防爆	137
一、爆炸和火灾环境危险区域划分	137
二、防爆电气设备的类型和标志	139
三、防爆电气设备的选型	142
四、电气防爆的其他措施	144
第二节 防雷技术	146

一、雷电的分类及危害	146
二、常用防雷装置的种类与作用	147
三、煤气设施的防雷	148
四、防雷装置的检查和电阻测量	149
第三节 静电防护技术	150
一、静电的产生和特性	150
二、静电的特性和危害	152
三、静电的安全防护	152
四、电气事故案例	155
第七章 煤气设施检修安全	158
第一节 检修前后的安全措施	158
一、检修的分类	158
二、检修前的安全措施	158
三、检修后的安全措施	161
第二节 煤气置换作业安全	161
一、气体置换方式	161
二、置换方案及安全条件	163
三、停送煤气作业	165
四、气柜置换作业	166
五、高炉休风置换	168
六、气化炉停炉热备作业	169
第三节 动火作业安全	169
一、动火作业管理	169
二、置换动火安全	171
三、带压不置换动火安全	173
第四节 煤气设备内作业安全	175
一、设备内作业的管理	175
二、设备内作业安全要求	176
三、高炉检修安全	178
第五节 煤气带压作业安全	179
一、煤气带压作业的准备工作的	179
二、带气抽堵盲板作业	181
三、带气开孔接管作业	182

第六节 煤气泄漏处置对策	184
一、煤气管道及设备泄漏处理	184
二、管件泄漏煤气处理	186
三、水封及排水器漏气处理	186
第七节 异常情况处理	187
一、煤气柜异常情况处理	187
二、煤气压力和流量波动	188
三、停电后煤气管道安全作业	189
四、检修事故案例	189
第八章 煤气事故应急救援	193
第一节 事故应急预案的编制与演练	193
一、事故应急救援的基本任务	193
二、事故应急预案的作用	194
三、事故应急预案的内容	194
四、应急预案的演练	195
第二节 煤气事故应急救援预案实例	196
一、基本情况	196
二、危险源分析	196
三、应急抢险指挥部的组成和分工	197
四、煤气事故的处置	199
五、应急救援时的安全措施	200
六、事故报警与应急通讯	202
七、应急救援保障	202
八、培训与演练	203
九、附件	203
附录 1 工业企业煤气安全规程 (GB 6222—86) 节选	204
附录 2 煤气安全防护设施图片	232
附录 3 制气车间主要生产场所爆炸和火灾	
危险等级 (摘自 GB 50028—2006)	234

附录 4 煤气净化车间主要生产场所生产类别 (摘自 GB 50028—2006)	236
附录 5 煤气净化车间主要生产场所火灾及爆炸危险 区域等级 (摘自 GB 50028 -2006)	237
参考文献	238

第一章 煤气安全管理

第一节 煤气的危险性及安全的重要性

一、煤气的危险特性

煤气是煤、焦炭、含碳物质等经过干馏（热解）、气化、氧化、还原等反应后生成的含有多种成分的混合气体。按煤气的来源分类，煤气可分为：干馏煤气，包括焦炉煤气、连续式直立炭化炉煤气；气化煤气，包括发生炉煤气、水煤气等；副产煤气，包括高炉煤气、转炉煤气、铁合金炉煤气等。

煤气作为重要的二次能源，具有输送方便、操作简单、燃烧均匀、燃烧效率高、温度易于调节等优点，是工业生产和民用燃气的主要能源之一，广泛用于钢铁、建材、耐火材料、玻璃、陶瓷、碳素制品、化肥、化工合成、民用燃气等领域。各类煤气在工业中均有利用，而民用煤气只能用高热值、毒性低的焦炉煤气、水煤气、连续式直立炭化炉煤气以及混合煤气等。

净化后的煤气中主要含有 CO 、 H_2 、 CH_4 、不饱和烃类、 O_2 、惰性气体等多种气体成分，由于制气原料和煤气的生产、回收方法不同，各种煤气的组成也不同，常见煤气的组成见表 1-1。

煤气的成分组成决定了煤气具有易燃、易爆、易中毒的特性。从煤气的组成来看，转炉煤气、铁合金炉煤气、发生炉煤气和高炉煤气发生煤气中毒的危险性更大一些，但这并不代表其没有火灾爆炸的危险；而焦炉煤气、水煤气、连续式直立炭化炉煤气发生火灾爆炸的危险性更大一些，但这并不代表其没有中毒的危险。

1. 易中毒

各种煤气中均含有一氧化碳气体，一氧化碳是一种无色、无臭、

表 1-1 常见煤气的组成及性质

煤气种类	成 分								性 质
	w(CO) /%	w(H ₂) /%	w(CH ₄) /%	w(C _m H _n) /%	w(O ₂) /%	w(CO ₂) /%	w(N ₂) /%	相对 密度	
焦炉煤气	5~8	55~60	23~28	2~4	0.4~0.8	1.5~3	3~5	0.363	无色、有臭味
发生炉煤气	23~27	10~18	0.3~1.3	0.1~2	0.15~0.5	5~8	1~60	0.8~0.9	无色、有臭味
水煤气	32~37	50.0	0.3		0.2	6.5	5.5		无色、无味
高炉煤气	23~30	2~4	0.2~0.5	约 1	<0.8	16~18	51~56	0.9~1.1	无色、无味
转炉煤气	60~70	<1.5			<2	15~20	10~20		无色、无味
铁合金炉煤气	60~80	9~15				5~20		0.97	无色、无味
直立炭化炉煤气	11~12	48~52	18~21	2~3	<0.5	5~5.5	6.5~10		无色、有臭味

无刺激性的气体，但一氧化碳可与人体血液中的血红蛋白结合而导致组织缺氧，造成中毒，俗称煤气中毒。一氧化碳属Ⅱ类毒性物质，但不属于剧毒物质。煤气中所含的一氧化碳含量越高，其发生煤气中毒的危险性越大。

生产、回收、输送、使用煤气的设备和管道及阀门等，一旦因密封不严、材质选择不合理、防腐或操作不当时，煤气会有泄漏，如果作业场所的通风设施不良，有毒气体聚集，或者进入容器内作业时，容器内残存有煤气，作业人员未采取安全防护措施，就会造成煤气中毒事故，严重者甚至死亡。

【事故案例 1】 2005 年 11 月 5 日，某钢铁公司炼铁厂在换布袋除尘器箱体泄爆膜作业时，由于违章指挥，违规操作，发生中毒造成 5 人死亡、1 人受伤的重大责任事故。

2. 易着火

煤气中含有 H₂、CO、CH₄、C_mH_n（不饱和烃类）等可燃气体，当生产、储存、输送煤气的设备和管道发生煤气泄漏，在遇明火、高热、摩擦撞击火花、静电火花、电火花、雷击等火源时易引起着火

事故。

【事故案例 2】 2004 年 3 月 8 日，某化肥厂生活区两座家属楼前的地下煤气管道突然着火，消防队接到群众报警，立即派出 4 辆消防车赶到现场。由于着火时，许多在家里装修的住户还不知道发生了什么事，消防队员一边紧急灭火，一边组织楼上住户撤离。在撤离过程中，地下煤气管道突然发生两次爆炸，共造成 10 人受伤，1 人死亡。

3. 易爆炸

由于阀门不严、水封和吹扫问题带来的煤气泄漏或者煤气、空气倒流等原因造成煤气与空气混合达到爆炸极限时，遇到上述火源会引起爆炸事故。

【事故案例 3】 2004 年 9 月 23 日，某铸管集团股份有限公司电厂燃气锅炉发生煤气爆炸，事故共造成 13 人死亡，另有数人受伤。

1937 年 3 月 18 日，美国得克萨斯州新伦敦的一所小学发生煤气爆炸，500 人被炸死。

4. 煤气的其他危害

(1) 腐蚀性 因煤气中含有水分，当煤气温度低于煤气露点时，将从煤气中析出冷凝水。由于受煤气净化条件的限制，煤气中含有少量的 H_2S 、 HCN 、 CO_2 、 O_2 、萘、焦油等杂质，部分杂质逐渐沉积到管道底部。这样，在煤气管道下部积存的液体和固体杂质、腐蚀性气体与水共存时，生成硫酸、氢氰酸和碳酸，对煤气管道产生酸腐蚀，成为管道腐蚀的诱因。

(2) 尘毒慢性危害 煤气安全的另一个突出问题是煤气毒物慢性危害和煤气带来的污染。尤其是炼焦产生的荒煤气，包含有硫化氢、二氧化硫、氮氧化物、一氧化碳、多环芳烃、苯、氨、吡啶、酚类、氢氰酸以及煤尘、焦尘等多种有害物质，这些有害气体可造成人体慢性中毒。多环芳烃中已被证实的致癌物有 22 种，其中活性较大、严重致癌的是苯并芘，它是引起焦炉工人肺癌的主要危害因素。

二、煤气安全的重要性

由于煤气具有易中毒、易燃、易爆等特点，煤气从产生到净化、输送加压以及到用户使用，不仅煤气设备的分布面广，而且接触煤气的人员占有很大的比例，煤气作业存在很多的危险源。中国尚有一些

企业技术装备水平不高，设备老化严重，设备运转不良或常出现煤气跑、冒、滴、漏现象，管理落后，事故隐患较多，这就形成了多种不安全因素。一旦这些危险因素失控就会发生煤气中毒、火灾和爆炸事故。

因此，预防事故的发生，实现安全运行成为煤气生产的前提条件和关键问题，上述一些案例说明，离开了安全这一前提条件，煤气企业的生产就不能正常进行，更谈不上发展。因为一旦发生煤气泄漏引发的中毒、火灾和爆炸事故，就会造成生产链中断，使生产力下降，而且还会造成人身伤亡，产生无法估量的损失和难以挽回的影响。随着生产技术和生产规模的大型化，安全问题甚至已演变成为社会问题。

因此，必须树立“安全第一，预防为主”的思想，明确煤气系统运行安全是一项系统工程，这就要求煤气设计、施工、生产、运行、计控、防护、检修、化验各阶段以及煤气生产、净化处理、加压混合、贮存输送直到用户使用各工序都要全过程、全方位予以注意，按规程办事，协同工作，设备才能安全运行，职工生命健康安全才有保障。

第二节 煤气安全措施

安全是指客观事物的危险程度能够为人们普遍接受的状态，即危险源得以控制，而不存在导致人身伤害和财产损失的状态。

安全生产的任务归纳起来有两条：其一，在生产过程中保护职工的安全和健康，防止工伤事故和职业性危害；其二，在生产过程中防止其他各类事故的发生，确保生产装置的连续、正常运转，保护企业财产不受损失。

保证煤气安全的措施包括安全管理措施和安全技术措施两方面。

一、安全技术措施

安全技术的基本内容包括以下两个方面。

① 预防工伤事故和其他各类事故的安全技术。如防火、防爆、防毒、电气设备、检修、锅炉压力容器等的安全技术，以及装置安全

评价、事故处理统计等。

② 预防职业危害的安全技术。如防慢性中毒、防尘、通风采暖、照明采光、噪声治理、振动消除、放射性防护、现场急救、人体防护等职业卫生的内容。

有关煤气安全技术措施的内容可见本书第二章~第七章的内容。

二、安全管理措施

1. 贯彻执行安全生产的法律法规

国家和行业安全监察部门颁布的煤气相关的安全生产法律、法规和标准如《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国消防法》、《中华人民共和国劳动法》、《中华人民共和国职业病防治法》、《工业企业煤气安全规程》(GB 6222—86)、《焦化安全规程》(GB 12710—91)、《炼铁安全规程》(AQ 2002—2004)、《炼钢安全规程》(AQ 2001—2004)、《轧钢安全规程》(AQ 2003—2004)、《爆炸性气体环境用电气设备通用要求》(GB 3836.1—2000)、《建筑设计防火规范》(GB 50016—2003)、《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》(GB 50058—92)、《建筑物防雷设计规范》(GB 50057—2000)、《城镇燃气设计规范》(GB 50028—93)等一定要严格贯彻执行。

2. 建立和健全各项规章制度

企业应根据有关的安全法律法规,结合本单位的生产特点,建立和健全各项规章制度,使安全工作有制度、有措施、有布置、有检查、恪尽职守,责任分明。安全管理制度、安全操作规程、安全生产责任制等规章制度是指导、监督企业进行安全生产工作的依据,煤气企业的规章制度有《停气管理规定》、《管线带气施工安全技术规程》、《煤气管网抢修安全管理规定》、《施工安全管理规定》、《动火管理规定》、《交接班制度》、《巡回检查制度》和《安全文明生产制度》等。这些制度应上墙,并汇集成册下发至班组进行学习执行,做到有章可循,消除“无人负责、职责不清”现象。

各种制度应随着管理状态的变化而不断变化,不断删减过时的内容,增设新的条款,使各项制度基本达到完善。在3年一认定,5年一修订的基础上,年年都要对变化了的内容做出明确的反应。

在抓好建章建制工作的同时,应加强基础管理工作,大到统计报

表、档案资料，小到班组的巡线记录、测压记录、学习记录，都应规范、真实、完整、有效，并按时装订成册，一般资料保存3年，重要资料要归档管理。

3. 加强煤气防毒防火防爆管理

配置相应的劳动保护和安全卫生设施，认真做好防毒工作，保护职工的安全健康，实现安全、文明生产。加强防护器具的管理，对于个人防护器具，如空气呼吸器、氧气呼吸器、过滤式防毒面具、防护面罩、一氧化碳报警仪、苏生器、防护工作服等，需要妥善保管并会正确使用。

对所有煤气管道和设备，都必须严格管理，积极采取先进的防火、灭火技术，大力开展安全防火教育和灭火技术训练，加强防火检查和灭火器材的管理，防止发生火灾爆炸事故。

4. 煤气调度管理

为保证煤气系统正常安全运行，应实施煤气生产运行的调度指挥，树立调度指挥生产的绝对权威。煤气调度的主要任务是实施有预见的煤气产、供分配平衡指挥，以及有关煤气产生、处理、压送、贮存、使用设备的开停和负荷的调整，来保证各煤气系统产销的动态平衡，从而保持系统压力在质量标准规定的范围以内。

为保证煤气系统安全，煤气调度指挥场所、各有关煤气站所，都必须挂有相应的、符合现场实际的（即动态的）详细的煤气工艺流程图，用以指导生产操作，用以在停电、停水等异常情况以及事故的指挥处理。应有各种煤气主管的压力表；各种煤气的总发生量和煤气机动缓冲用户的用量表自动记录；各种煤气贮柜的柜位指示、记录仪等。

5. 安全标志和安全色管理

《工业企业煤气安全规程》（GB 6222—86）规定：所有可能泄漏煤气的地方均应挂有提醒人们注意的警告标志，厂区主要煤气管道应标有明显的煤气流向和种类的标志。

（1）警告标志 《安全标志》（GB 2894—96）规定：安全标志是传播安全信息的标志，是为了促使人们对威胁安全和健康的物体和环境尽快做出反应，以减少或避免发生事故。安全标志警告牌由安全色

(见 GB 2893—2001《安全色》)、边框、以图像为主要特征的图形符号或文字构成,用以表达特定的安全信息。煤气区域的安全标志警告牌应设“当心中毒”、“禁止烟火”和“必须戴防毒面具”等。

(2) 煤气管道标志 煤气管道标志是为了引起人们对不安全状态的注意,促使人们提防可能发生的危险,预防事故的发生。在《工业管路的基本识别色和识别符号》(GB 7231—87)中,对工业管路的基本识别色和识别符号做出了规定。

工业管路的基本识别色规定为:气体为黄褐色,水为绿色,蒸汽为铝色,氧气为浅蓝色。基本识别色可涂刷在管路的全长上,也可以在管路上涂刷宽 150mm 的色环或缠绕色带。

识别符号用于标识管内流体的性质、名称和流向。流体的性质应通过识别符号体现,识别符号可采用在基本识别色上涂刷宽 100mm 的安全色色环的方法。流体名称(或化学式)标识在色环附近。流体流向应用对比明显的白色或黑色在基本识别色上或基本识别色色环附近的管路上涂刷指向箭头。

例如,宝钢的高炉、焦炉、转炉和混合煤气管道颜色(基本识别色)采用灰色。它们的色带及箭头(煤气流向)颜色为:高炉煤气管道为红色;焦炉煤气管道为黄色;转炉煤气管道为紫红色;混合煤气管道可根据混合煤气的类别采用两条色带。同时煤气名称或英文缩写标写在色环旁边。带的间隔一般约为 100m,但管径大而容易看清的地方约为 200m 也可。对小口径管道工厂内不容易看清的部分,可考虑约 50m 做一个标记。

6. 煤气标准化班组建设

确保安全生产,防范事故的发生,关键在于强化班组管理,这是整个安全工作的最终落脚点。开展创建安全合格班组活动,并认真抓好班组长及班组成员的思想教育,技术培训工作,每年均组织学习培训,班组内部建立台账,每周均要进行安全学习,每天都要进行安全检查,以提高其思想水平和业务技能。凡是上级及公司的安全会议,都应传达到班组每个成员。对上级开展的“安全月”、“百日安全竞赛”等活动,班组都应积极参加。深入开展班组互保活动,加强现场监督,做到警钟长鸣,常抓不懈,提高班组安全水平。