



普通高等教育“十三五”规划教材

PUTONG GAODENG JIAOYU “13·5” GUIHUA JIAOCAI

安全工程实验指导书

高玉坤 张英华 主编



冶金工业出版社
www.cnmp.com.cn

要 容 内



普通高等教育“十三五”规划教材

安全工程实验指导书

主 编 高玉坤 张英华
副主编 欧盛南 杨轶芙

北 京

冶金工业出版社

2017

内 容 提 要

本书涵盖了安全工程专业全部必做实验,内容侧重矿山安全和应急救援,同时又兼顾通风与尘毒防治、火灾消防安全、产品安全 and 安全科学等专业方向,实验原理清晰,实验方法详细,注重学生对基本实验技能的掌握,同时突出综合性实验训练。全书力求实验内容的实用性、适用性和简洁性,并注重专业实验的先进性,吸收了一些有代表性的安全测试与研究的新方法、新手段、新理论,组成专业实验教学内容。

本书为高等学校安全专业实验教学用书,也可供相关专业领域的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

安全工程实验指导书/高玉坤,张英华主编. —北京:冶金工业出版社,2017.5

普通高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-5024-7535-2

I. ①安… II. ①高… ②张… III. ①安全工程—实验—高等学校—教学参考资料 IV. ①X93-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 095617 号

出 版 人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷 39 号 邮编 100009 电话 (010)64027926

网 址 www.cnmp.com.cn 电子信箱 yjcs@cnmp.com.cn

责任编辑 宋 良 美术编辑 吕欣童 版式设计 孙跃红

责任校对 郑 娟 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-7535-2

冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销;三河市双峰印刷装订有限公司印刷
2017年5月第1版,2017年5月第1次印刷

787mm×1092mm 1/16; 12.25 印张; 295 千字; 186 页

28.00 元

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

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

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

冶金工业出版社天猫旗舰店 yjgycbs.tmall.com

(本书如有印装质量问题,本社营销中心负责退换)

前言

安全工程涉及较宽的学科体系,是一门综合性、实践性较强的交叉学科。专业实验是专业知识体系中不可分割的重要组成部分,是深化学习专业知识和专业知识实现工程化应用的重要途径,是开展科学研究和推进学科发展的重要方法,也是培养学生动手能力、形成科研思路的重要手段。本书根据安全工程专业实验课程的基本内容与要点,结合多年的教学经验和安全技术研究、安全检测与监测工作的需要编写而成,以期能够为安全工程专业的实验教学提供一定的参考。

本书以北京科技大学安全专业教学体系为基础,内容侧重矿山安全、应急救援,同时又兼顾通风与尘毒防治、火灾消防安全、产品安全 and 安全科学等专业方向,全书内容包括七个章节,即安全实验概述、矿山安全技术实验、应急救援实验、燃烧与爆炸实验、产品安全实验、安全人机工程学实验、职业健康与防护实验。本书专业实验内容以设计性、综合性实验为主,既注重学生对安全工程基本实验技能的掌握,又突出安全实验过程中多种仪器与方法的综合性实验训练。

本书由高玉坤、张英华担任主编,欧盛南、杨轶芙担任副主编。编写分工为:第1章由高玉坤编写,第2章由高玉坤、黄志安、王辉编写,第3章由欧盛南编写,第4章由高玉坤、张英华编写,第5章由欧盛南编写,第6章由杨轶芙、高玉坤编写,第7章由高玉坤、王晶晶编写。燕立凯、张歌、马珍珍、钱熙熙、杨锐、张悦、张益也参与了本书的编写与校对工作。王凯、杜翠凤、张英华对全书进行了审核和定稿。

本书的编写和出版得到了“十三五”期间高等学校本科教学质量与教学改革工程建设项目和北京科技大学教材建设经费的资助。在编写过程中,编者参

阅并引用了国内外有关文献，吸收和借鉴了一些教材的精华，在此对文献作者表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，加上时间紧迫，书中难免存在不足之处，诚请各位专家和读者批评指正。

编者

2017年3月

目 录

第1章 安全工程专业实验概述	1
1.1 安全工程专业实验教学的地位和作用	1
1.2 安全工程实验要求	1
1.3 安全工程实验的考核方式	2
1.4 安全工程实验的安全防护	2
1.4.1 爆炸和火灾的预防	3
1.4.2 中毒的预防	3
1.4.3 意外事故的急救	3
1.4.4 触电急救	4
第2章 矿山安全技术实验	5
2.1 矿井通风技术实验	5
2.1.1 井下有害气体的测定	5
2.1.2 井下气候条件的测定	8
2.1.3 通风点压力实验	11
2.1.4 通风阻力实验	14
2.1.5 通风机性能实验	16
2.1.6 通风管道断面流场系数及风量测定实验	19
2.2 矿井瓦斯防治技术实验	21
2.2.1 瓦斯浓度检测	21
2.2.2 煤的坚固性系数 f 测定实验	23
2.2.3 瓦斯放散初速度 Δp 测定实验	25
2.2.4 瓦斯爆炸演示实验	26
2.3 矿井火灾防治技术实验	27
2.3.1 煤的着火温度测定实验	27
2.3.2 煤自燃特性测定实验	30
2.3.3 煤自燃倾向性测定实验	32
2.4 矿井粉尘防治技术实验	36
2.4.1 粉尘采集与测定实验	36
2.4.2 界面张力测定实验	38
2.4.3 接触角测定实验	39
2.4.4 粉尘分散度测定	42

2.4.5 可燃性粉尘爆炸特性测定实验	44
第3章 应急救援实验	48
3.1 应急检测实验	48
3.1.1 可燃气体检测报警实验	48
3.1.2 有毒气体检测报警实验	50
3.1.3 工作场所有机蒸气泄漏检测实验	52
3.1.4 红外测温法测定密闭空间温度实验	54
3.2 应急救援实验	56
3.2.1 矿山救护装备与自救器使用演练	56
3.2.2 矿井安全事故应急逃生	59
3.2.3 高级自动电脑心肺复苏模拟人实验	61
3.2.4 现场急救操作实验	65
第4章 燃烧与爆炸实验	69
4.1 材料阻燃性能实验	69
4.1.1 可燃固体氧指数测定实验	69
4.1.2 水平燃烧和垂直燃烧实验	72
4.1.3 塑料烟密度实验	75
4.1.4 防火涂料防火性能测定(小室法)	76
4.1.5 燃烧热的测定	78
4.1.6 物质自燃特性参数测定	82
4.1.7 热重分析实验	85
4.1.8 本生灯法测定火焰法向传播速度实验	88
4.2 火灾爆炸实验	90
4.2.1 液体开口闪点与燃点测定	90
4.2.2 液体闭口闪点测定	91
4.2.3 火灾自动报警控制系统演示实验	93
4.2.4 可燃气体爆炸极限测定实验	94
4.2.5 液体燃烧速度测定	96
4.2.6 可燃物燃烧产物的烟气分析	98
4.2.7 常见消防器材的使用	101
第5章 产品安全实验	103
5.1 产品安全基本检测实验	103
5.1.1 超声波探伤实验	103
5.1.2 磁粉探伤实验	105
5.1.3 氨检测技术实验	106
5.1.4 管道检漏实验	108

5.1.5 管道防腐层泄漏检测实验	109
5.1.6 涡流探伤实验	112
5.2 电气安全实验	115
5.2.1 接地电阻测量实验	115
5.2.2 绝缘电阻测量实验	118
5.2.3 漏电开关测试实验	121
5.3 锅炉压力容器安全实验	122
5.3.1 锈蚀腐蚀测试	122
5.3.2 裂缝深度超声波检测实验	124
5.3.3 YSD 岩体声发射监测	126
5.3.4 钢材组织结构观测	128
第6章 安全人机工程学实验	130
6.1 人的基本特性实验	130
6.1.1 人体参数测量实验	130
6.1.2 听觉实验	132
6.1.3 暗适应实验	137
6.1.4 明度适应实验	139
6.1.5 彩色分辨视野计实验	140
6.1.6 似动仪实验	142
6.1.7 记忆广度测试	142
6.1.8 深度知觉测定	144
6.2 人体反应及协调能力测试	146
6.2.1 手指灵活性测试实验	146
6.2.2 双手调节测试	147
6.2.3 选择、简单反应时测定实验	148
6.2.4 运动时测试实验	151
6.2.5 注意力集中能力测定	157
6.2.6 注意分配实验	159
6.3 人的可靠性实验	161
6.3.1 动觉方位辨别能力的测定	161
6.3.2 动作稳定性测试	162
6.3.3 错觉实验	164
6.3.4 时间知觉测定实验	165
6.3.5 空间知觉测定实验	170
6.3.6 动作判断测试实验	173
第7章 职业健康与防护实验	175
7.1 噪声测量实验	175

VI	
7.2	振动测定实验 178
7.3	环境电磁强度测定实验 179
7.4	环境放射性测定实验 181
7.5	室内空气中挥发性有机物 (VOCs) 测定 183
	参考文献 186

第1章 安全工程专业实验概述

【本章学习要点】

安全工程专业实验是专业知识体系中不可分割的重要组成部分,是将所学理论知识运用到实际的操作过程。本章主要介绍安全工程专业实验教学的地位和作用、实验要求、考核方式及相关安全防护。

1.1 安全工程专业实验教学的地位和作用

目前,安全生产及安全相关学科的研究和发展越来越受到高度重视,社会对于高等院校培养安全生产高级技术人才和创新型人才的需求越来越旺盛,而以实验课为主要形式的实践教学是培养高质量安全人才的重要途径。高质量安全工程人才不仅要有坚实的安全理论基础,还必须具有较强的动手能力和安全创新能力。

实验教学是学校教学工作的重要组成部分。实验教学相对于理论教学更具有直观性、综合性和创新性,也更能激励学生的好奇心和创造性,对于提高学生的综合素质、工程实践能力和科技创新能力具有不可替代的重要作用。同时可以对学生进行实验技能的训练,培养学生的观察力、动手能力和创造力以及严肃认真的工作态度、积极主动的创新精神,并使学生初步学会科学研究的方法。此外,实验教学是实现培养学生岗位职业能力的重要途径,是理论联系实际的重要环节,尤其是安全工程专业的学生,将来从事的工作基本都在生产第一线,动手操作能力显得尤为重要。所以,开设理论课的同时,安全工程专业也应开设相应的实验课程。

1.2 安全工程实验要求

安全工程是一门实践性强的学科,安全工程实验又是安全工程教学的重要组成部分。安全工程实验中有些药品是易燃易爆、有毒或有腐蚀性的;有的仪器和设备需要精心保管,有些操作需要特别小心,否则容易发生危险事故。因此,在实验教学过程中,必须提出严格要求:

(1) 学生必须做好实验预习,认真学习实验指导书中的内容,并复习所学理论课程的相关知识。

(2) 实验前,要求实验室向学生开放,以便学生了解实验仪器和测量设备,以及对整个实验有感性认识。

(3) 进实验室后,在教师讲解有关操作要求前,不得随意搬弄仪器、工具;学生必须

在教师指导或提示下,按正确的操作步骤和安全须知进行规定的指定实验,不得随意更改实验内容;严禁单凭兴趣任意乱做实验,防止发生事故。

(4) 实验中,必须严格按照教师的要求、步骤操作;对独立构思和试验性的实验,应事先征得教师同意后方可进行。

(5) 对易燃、易爆的物品或试剂要小心使用,必须征得教师同意,在明确了操作要领后,方可进行相应实验。严禁擅自取用危险品或操作危险性实验。

(6) 爱护实验室一切设施,珍惜实验室的仪器及药品,不随便多取药品,不得将仪器、器材另做它用,保证实验正常开展。

(7) 实验进行中,操作者不得擅自离开实验室,离开时必须有人代管。

(8) 实验结束时需将设备仪器归回原位,关闭水、电、气,经教师检查同意后,方可离开实验室。

(9) 实验后,学生按要求整理实验数据,撰写实验报告,并提出或回答相关问题。

1.3 安全工程实验的考核方式

实验成绩评定分两个部分:平时成绩、实验报告。

1. 平时成绩

平时成绩包括按时参加实验课,实验中的态度,实验操作过程是否符合要求的情况,遵守纪律情况等。

2. 实验报告

实验报告是学生在实验结束之后对实验内容的一个总结、分析和概括。撰写实验报告是一个对平时课堂知识运用到实际的过程,是对实验内容巩固和提高的过程。

实验结束后,学生按照实验指导书的要求内容,对所做实验的全过程进行分析总结。实验报告包括以下几项内容:

(1) 实验名称;实验日期;班级;实验小组成员及报告人。

(2) 实验目的。

(3) 实验仪器:应注明设备、仪器的名称、型号、精度。

(4) 实验原理及实验步骤简述。

(5) 原始数据、实验记录、计算结果及实验曲线。

(6) 分析及讨论(思考题)。

实验报告是实验效果的集中体现,是考核成绩的重要依据,也是培养学习整理资料能力的一种方法,要求认真书写,按时完成,一律用钢笔书写(图表可用黑色圆珠笔)。每一个实验写一份实验报告,单独写目录,然后装订成册。要求图标规范,文字简练,禁止使用文学和带有感情色彩的语言。

1.4 安全工程实验的安全防护

安全工程实验涉及易燃易爆、有毒有害危险品的使用,涉及高温、高压、带电设备的

使用,应特别注意安全防护。安全防护首先要了解各种药品或试剂、仪器和设备等的性能、使用限量的操作方法,严肃认真地遵守实验规程,尽量避免事故的发生,做到防患于未然。

1.4.1 爆炸和火灾的预防

(1) 实验室必须备有灭火器、沙箱等防火用具,实验室人员要熟知其放置地点和使用方法。

(2) 易燃易爆的药品不应大量放在实验室内,而应放在适当的地方妥善保存,避免处于易燃、引爆条件(如明火、震动、摩擦、电弧、光照等)下,使用时应严格限量。

(3) 不得在实验室内吸烟和乱扔烟头,用过的火柴应及时熄灭后放入废液罐中。

(4) 离开实验室前,务必检查酒精灯是否熄灭,燃气源和电源是否关闭。

1.4.2 中毒的预防

(1) 一切能产生有毒气体的实验操作,应在通风橱内进行。若无通风设备,可在容易通风的地方进行;必要时应佩戴防毒口罩或防毒面具。

(2) 有毒药品应严格按操作规程和作用限量使用,严防进入口内和接触伤口。有毒的废液应集中到一起,由专人按要求处理,不得随便倒入水池里。

(3) 绝对禁止口尝化学药品,实验室内严禁饮食,实验完毕时必须洗手。

(4) 处理有毒物品时,可戴防护目镜和橡皮手套,保护眼睛和皮肤。处理有毒物品时的工作服和用具等,不得与平时用的其他衣物和用具等混在一起。

(5) 放射性预防的基本原则是:一要避免放射性物质通过各种途径直接进入人体内,二要尽量减少外部放射性射线对人体照射的剂量。因此,对放射性物质,在不影响实验结果的条件下,应尽量少用;在可能条件下,尽量使“接触”时间缩短,并且把“接触”距离加大;对某些射线还可选择适当阻挡。如已被放射性物质污染,则要用化学法清洗。

1.4.3 意外事故的急救

安全工程实验室可备有简单急救药箱,内装一些急救用或一般用的药品和用具,如脱脂棉、碘酒、纱布、凡士林等。严重事故在实验室简单、迅速、恰当处理后,应立即就医。

实验中最初急救的一般知识介绍如下。

1. 玻璃割伤

除去伤口的碎片,用医用双氧水(H_2O_2)擦洗,用纱布包扎。其他“机械类”创伤也类似于此,不要用手触摸伤口或用水洗涤伤口。

2. 烫伤

涂抹苦味酸溶液、烫伤膏或万花油,不可用水冲洗;烫伤特别严重处不能涂油脂类物,可撒纯净碳酸氢钠,上面敷以干净的纱布。

3. 化学灼伤的急救或治疗

(1) 酸类烧伤。先用大量水冲洗,再用饱和的碳酸氢钠溶液冲洗。

(2) 碱类烧伤。立刻用大量水冲洗,然后用乙酸溶液(20g/L)冲洗或撒以硼酸粉。

(3) 氢氰酸或碱金属氢化物烧伤。先用 NaMnO_4 溶液清洗,再用 $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ 溶液清洗。

(4) 苯酚烧伤。先用大量的水冲洗,再用4体积(70%)乙醇与1体积(1mol/L) FeCl_3 的混合液清洗。

(5) 眼睛的化学灼伤。凡溶于水的化学药品进入眼睛,最好立刻用水冲洗;之后,如系碱灼伤,则再用20%硼酸溶液淋洗;若系酸灼伤,则再用3% NaHCO_3 溶液淋洗。

(6) 口腔内的化学灼伤。先用水漱口,以后处理同(5),最后还要用清水漱口。

1.4.4 触电急救

首先切断电路,用干木棍或绳索等,使受害者与电路(导线)分开。在电路未切断前,切不可与触电者直接接触。

第2章 矿山安全技术实验

【本章学习要点】

矿山的高效安全开采依赖矿山灾害防治技术的不断发展进步。本章在矿山灾害防治理论及技术的基础上,结合矿山安全工程课程的实验需求,编写了相关实验内容,主要包括矿井通风技术实验、矿井瓦斯防治技术实验、矿井火灾防治技术实验和矿井粉尘防治技术实验。

2.1 矿井通风技术实验

2.1.1 井下有害气体的测定

『实验目的』

- (1) 熟悉和掌握井下有害气体的种类、产生、危害和测定方法。
- (2) 了解 AQY-50 型手动采样器的构造、使用方法。
- (3) 掌握比长式检测管测定 CO 、 CO_2 和 H_2S 的原理及方法。

『实验仪器』

- (1) AQY-50 型手动采样器。
- (2) CO 检测管 (I、II、III型)、 CO_2 检测管 (I、II型)、 H_2S 检测管 (I型)。
- (3) 秒表。

『仪器工作原理』

1. 检测管

检测管的工作原理是:当被测气体以一定的速度通过检测管时,被测气体与指示粉发生有色反应,根据指示粉的变色长度来确定其浓度。测定不同气体的检测管,其指示粉吸附不同的化学试剂(图 2-1)。

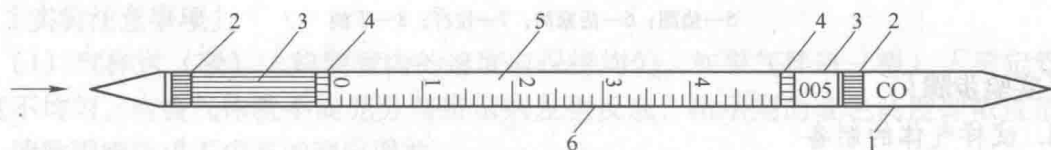
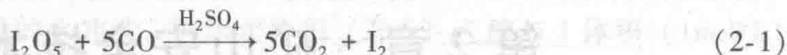


图 2-1 检测管结构示意图

1—外壳;2—堵塞物;3—保护胶;4—隔离层;5—指示剂;6—被测气体含量的刻度

一氧化碳检测管是以活性硅胶为载体,吸附化学试剂碘酸钾和发烟硫酸充填于细玻璃管中,两者反应生成的五氧化二碘吸附在硅胶上。当含有一氧化碳的气体通过检测管时,

一氧化碳与五氧化二碘反应使碘游离, 形成一个棕色环, 随着气流通, 棕色环向前移动, 移动的距离与被测环境中的一氧化碳浓度成正比。即:



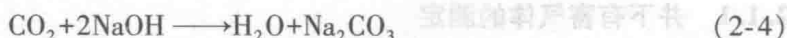
因此, 当检测管中通过定量气体后, 根据棕色环移动的距离, 便可测得环境空气中一氧化碳的浓度。

硫化氢检测管也以活性硅胶为载体, 而它所吸附的化学试剂为醋酸铅。当含有硫化氢的气体通过检测管时, 便与指示粉反应, 在玻璃管内壁产生一个棕色变色柱, 棕色变色柱的移动距离与空气中硫化氢的浓度成正比。其反应式如下:



根据变色柱的距离, 便可测得环境空气中硫化氢的浓度。

二氧化碳检测管与上述两种基本相同, 它是以活性氧化铝为载体, 吸附带有变色指示剂的氢氧化钠充填于玻璃中, 当含有二氧化碳气体通过检测管时, 它与活性氧化铝上所载的氢氧化钠反应, 由原来蓝色色柱变为白色色柱向前移动, 其白色色柱的移动距离与被测环境空气中二氧化碳浓度成正比, 于是根据移动距离, 便可测得空气中二氧化碳的浓度。其反应式如下:



2. 吸气装置

吸气装置主要采用 AQY-50 型手动采样器 (图 2-2), 与比长式检定管配套使用。手动采样器可抽取被测气体样品, 并均匀送入检定管内。它由唧筒活塞、吸气口、排气口和三通开关组成, 活塞杆上有 0~50mL 的刻度, 可控制取样数量和送气速度。三通开关用以控制气流方向, 当开关把手与进气口平行时, 唧筒与吸气口连接; 当开关把手与排气口平行时, 唧筒与排气口连通, 位于两者之间 (45°) 时, 被测气体被封闭在唧筒内。

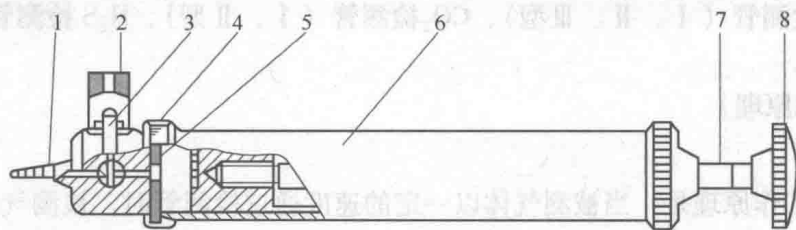


图 2-2 手动采样器结构示意图

1—气体入口; 2—检定管插孔; 3—三通阀把; 4—变换阀;

5—垫圈; 6—活塞筒; 7—拉杆; 8—手柄

『实验步骤』

1. 试样气体的制备

一氧化碳试样的制备方法: 在长颈漏斗中盛甲酸, 圆底烧杯中盛浓硫酸并加热, 其反应式如下:



应预先测定容器中一氧化碳的浓度, 以给学生选定检定管的规格。

硫化氢试样的制备方法：在长颈漏斗中盛盐酸，圆底烧杯中盛硫化亚铁。其反应式如下：



二氧化碳试样的制备方法：在左边的广口瓶里放大理石小块，从长颈漏斗注入稀盐酸（为了防止气体从长颈漏斗逸出，需将漏斗下端插入液面以下），用向上排空气法可将 CO_2 收集在右边的广口瓶中。其反应式如下：



2. 收集气样

使用手动采样器测定 CO 或 CO_2 等气体浓度时，在测定地点先将手动采样器的活塞往复抽送 2~3 次，使采样器内原来存在的空气全部被待测气样所置换。使用手动采样器测定 H_2S 的气体浓度时，用直径合适的短胶管把检测管和手动采样器的气样进入孔连接起来，直接用手动采样器把气样吸入检定管内，以免 H_2S 气体直接与活塞接触，腐蚀仪器，产生不应有的误差。

3. 送（吸）入气样

把 CO 或 CO_2 等检测管两端的尖头部分切开，将标有刻度的一端垂直插入手动采样器的送气孔（除 H_2S 检测管外）。把气样在规定的时间内均匀地送（吸）入检测管内，气样中的有害气体便与检定管内的指示剂充分发生反应，指示剂当即变色。硫化氢检测管形成一个变色柱，一氧化碳检测管形成一个变色环。

4. 读值

按变色高度由检测管上的刻度直接读出气样中有害气体的浓度。

『实验记录』

将实验数据记入表 2-1。

表 2-1 CO 、 CO_2 和 H_2S 浓度记录表

检定 气体	检定管 型号	吸气 装置	环境温度 /℃	吸气时间 /s	浓度读数/%			
					第一次	第二次	第三次	平均浓度
CO								
CO_2								
H_2S								

『实验注意事项』

(1) 气样送（吸）入检测管内的速度应保持均匀。如果气样送（吸）入检定管内的速度不均匀，有害气体就不能充分与指示剂发生反应，指示剂的变色高度即浓度值不明显，读数困难造成不应有的测定误差。

(2) 各厂家生产的检测管的规格可能各不相同，送（吸）入检定管的气样体积和送气时间要严格按厂家产品说明书的要求操作。

(3) 如果被测气体中，有害气体的浓度大于检测管所测上限，可按一定的比例缩小气量和抽气时间，取气量为标准气样的体积/ n mL，抽气时间为标准时间/ n 秒（ $n=2、4、$

5、10)，则所测气体的实际浓度值为： $n \times$ 检测管上的读数， n 为标准气样体积的稀释倍数。

(4) 如果被测气体中，有害气体的浓度小于检测管所测下限时，可按一定比例增加送（吸）气次数，每次送（吸）气量和送（吸）气时间均为正常情况下的标准气样体积和送（吸）气时间。所测气体的实际浓度值为：检测管上的读数/ n （ $n=2、4、5、10$ ）， n 为送（吸）气次数。

『思考题』

- (1) 井下有害气体有哪些危害，它是如何产生的？
- (2) 测定 CO 含量时，棕色环并没有出现，或者棕色环超过检测管最大量程，请解释原因。
- (3) 如果测量环境空气的一氧化碳、二氧化碳或硫化氢浓度较大或较小，如何利用比长式检测管测定其浓度？

2.1.2 井下气候条件的测定

『实验目的』

- (1) 熟悉空气清洁度、温度、湿度和风流速度的测定方法，有关测定仪器的构造、原理，并能正确使用这些仪器。
- (2) 掌握空气密度和卡他度的测算方法。

『实验仪器』

空盒气压计、手摇湿度计或风扇式温度计、卡他温度计、秒表、风表。

『仪器工作原理』

1. 空盒气压计

空盒气压计（图 2-3）是由一个波纹形金属真空盒和一套杠杆传动机构组成（真空盒内实际还有 50~60mm 水银柱的压力）。大气压变化时，真空盒面变形，变形值经杠杆传动机构放大，传动到盒面使指针发生偏转，使用前需要用固定水银气压计来校正，校正时用小螺丝刀微微调节盒侧面调节孔内的螺钉，使其指针指示值与水银气压计一致。

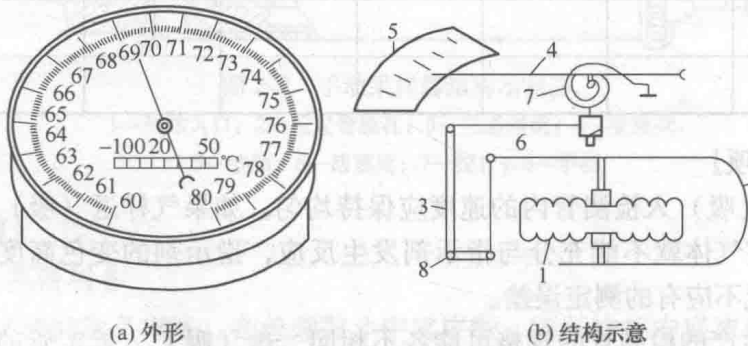


图 2-3 空盒气压计结构示意图

- 1—金属盒；2—弹簧；3—传递机构；4—指针；5—刻度盘；
- 6—链条；7—弹簧丝；8—固定支点