



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



安全检测技术与仪表

Technique and instrument of safety detection

董文庚 刘庆洲 苏昭桂 编著

煤炭工业出版社

责任编辑：田 园 李 佳
封面设计：晓 杰

ISBN 978-7-5020-3121-3



9 787502 031213 >

定价：45.00 元

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

安全检测技术与仪表

Technique and instrument of safety detection

董文庚 刘庆洲 苏昭桂 编著

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

安全检测技术与仪表/董文庚, 刘庆洲, 苏昭桂编著.
北京: 煤炭工业出版社, 2007. 8
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
ISBN 978-7-5020-3121-3

I. 安… II. ①董…②刘…③苏… III. 安全检查-检测仪表-高等学校-教材 IV. X924.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 091336 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)

网址: www.cciph.com.cn

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

开本 787mm × 1092mm^{1/16} 印张 20^{3/4}

字数 490 千字 印数 1—3,000

2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 次印刷

社内编号 5921 定价 45.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

内 容 提 要

根据职业健康安全和预防生产事故对安全检测的要求,着重介绍了实验室型检测仪器及其原理、有害气体的采集、有害物质实验室测定、空气中粉尘的检测、有毒及可燃气体的快速与应急检测、固定式气体检测报警系统、工业过程参数的测量、工作场所噪声检测、静电的特征与测量、安全检测的质量控制等内容。

力求反映安全检测领域的新理论、新技术、新仪器,可作为高等院校安全工程专业教学用书,以及环境科学、预防医学等专业的教学参考书,同时也可作为从事职业卫生管理、生产安全管理等人员的参阅资料。

前 言

保证劳动者免受职业危害和预防生产安全事故的发生是安全管理工作的重要任务。劳动场所有害气体浓度、粉尘的浓度及噪声强度是否超过限值,需要依据检测数据进行判断;可燃气体或可燃液体是否泄漏、浓度是否接近燃爆危险浓度、有限作业空间气体中氧气浓度是否在安全范围内也需要固定式或移动式的检测仪表或检测仪随时检测;运行中设备的温度、压力、流体流速等物理参数也必须靠物理参数传感器感知响应;相关的安全联锁系统和自动控制系统也需要传感器提供实时的参数信号。因此,安全检测在保证人员安全和预防生产事故方面起到“眼睛”和“耳朵”的作用,能够提供安全管理和安全控制所需的信息。可以认为“测控”需要检测,“测”是“测控”的前提,制定实施安全管理对策本身也是广义的“控”。

有关安全检测的技术与仪表方面的知识属于安全技术领域的一部分,它是职业健康安全管理和过程安全控制的基础,也是安全工程专业学生应该掌握的知识和技能。本书内容侧重于安全检测的技术和相关的仪器仪表,同时也对相关的原理进行了介绍。在原理介绍中放弃了繁杂的数学公式,力求通俗易懂,满足安全管理人员对安全检测知识掌握深度的需要。

本书内容分为安全检测绪论、实验室型检测仪器及其原理、工作场所空气中有害气体的采集、工作场所空气中有害物质的实验室测定、工作场所空气中粉尘的检测、空气中危险气体的快速与应急检测、固定式气体检测报警系统、工业过程参数的测量、工作场所噪声检测、静电的特征与测量、安全检测的质量控制等 11 章。

本书是作者在教学实践和实际工作经验的基础上,参阅了大量相关教材、专著、论文,吸收了国内外安全检测的新技术、新仪器、新原理等知识,在作者的“安全检测讲义”和《安全检测技术与原理》的基础上经补充、修改完成。本书除第 8 章由苏昭桂执笔、第 9 章和第 10 章由刘庆洲执笔外,其他部分由董文庚执笔,全书由董文庚统稿。在此,对推荐此书为国家级“十一五”规划教材的专家们致以谢意,对编写、出版此书给予帮助、支持、鼓励的专家们致以谢意。

安全检测领域所涉及的知识面广,加之作者水平有限,书中难免出现不妥或不当之处,恳请从事安全检测工作的同仁不吝指正,以改正提高。

作 者

2007 年 5 月

目 录

1 绪论	1
1.1 概述	1
1.2 安全检测技术标准的采用	3
1.3 空气的组成及其参数	4
1.4 作业场所空气中有毒有害物质的来源及其危害	9
2 实验室型检测仪器及其原理	14
2.1 气相色谱法	14
2.2 高效液相色谱法	21
2.3 紫外—可见分光光度法	28
2.4 荧光光度法和化学发光分析	36
2.5 红外气体分析器	40
2.6 原子吸收光谱法	43
2.7 电位分析法	48
2.8 极谱分析法	52
3 工作场所空气中有害气体的采集	57
3.1 职业接触限值	57
3.2 空气检测的类型及其对采样的要求	57
3.3 采样点的确定	58
3.4 个体采样	60
3.5 职业接触限值测定时的采样及浓度计算	60
3.6 采集空气样品的基本要求	64
3.7 有害气体收集器及其使用方法	64
3.8 空气采样器	73
3.9 空气采样器的采样效率评价	81
4 工作场所空气中有害物质的实验室测定	84
4.1 职业性接触毒物危害程度分级与有毒作业分级	84
4.2 标准气体配制方法	89
4.3 汞及其化合物的测定	95
4.4 氟化氢和氟化物的测定	97

4.5	一氧化碳的测定	99
4.6	硫化氢的测定	100
4.7	砷化氢的测定	101
4.8	氨气的测定	102
4.9	氯气的测定	103
4.10	氮氧化物的测定	104
4.11	二氧化硫的测定	108
4.12	苯、甲苯及二甲苯的测定	111
4.13	甲醛的测定	113
4.14	甲醇的测定	115
4.15	甲基对硫磷的测定	117
4.16	氰化氢和氰化物的测定	118
4.17	锰及其化合物的测定	119
4.18	铍及其化合物的测定	120
4.19	铅及其氧化物的测定	121
5	工作场所空气中粉尘的检测	125
5.1	生产性粉尘的来源与理化性质	125
5.2	粉尘粒度及其对人体健康的危害	126
5.3	工作场所粉尘的采集	129
5.4	工作场所粉尘浓度的测定	137
5.5	粉尘分散度的测定	142
5.6	粉尘中化学成分测定	145
5.7	生产性粉尘危害程度分级	149
5.8	粉尘的可燃性及爆炸性测定	150
6	空气中危险气体的快速与应急检测	155
6.1	快速与应急检测的概念	155
6.2	气体检测管法	156
6.3	试纸比色法	164
6.4	溶液比色法	165
6.5	便携式气体检测仪检测法	165
7	固定式气体检测报警系统	175
7.1	设置气体检测器的目的	175
7.2	固定式气体检测器的类型与原理	177
7.3	检测器的选用	184
7.4	检测器的布点、安装与维护	188
7.5	气体检测报警系统	192

8 工业过程参数的测量	195
8.1 温度检测	195
8.2 压力检测	220
8.3 流量检测	231
8.4 物位检测	246
9 工作场所噪声检测	256
9.1 工业噪声概述	256
9.2 声学基础	258
9.3 噪声的物理量和主观听觉的关系	262
9.4 噪声测量仪器	268
9.5 噪声标准	270
9.6 噪声测量	273
10 静电的特征与测量	276
10.1 静电的产生	276
10.2 静电的特性	276
10.3 静电的危害	277
10.4 静电测量	277
10.5 静电测量的特点及注意事项	283
11 安全检测的质量控制	285
11.1 质量控制的概念和意义	285
11.2 检测实验室质量控制的基础	286
11.3 检测数据的统计处理及结果表述	289
11.4 检测方法的特性检验	304
11.5 实验室内部质量控制	307
附录1 有关安全检测的标准目录	314
附录2 工业企业设计卫生标准 GBZ 1—2002(有关噪声限值部分内容摘录)	318
参考文献	321

1 绪 论

1.1 概述

1.1.1 安全检测在安全管理中的作用

在学科分类标准中,我国把安全科学学科定名为“安全科学技术”,为一级学科,其中包括安全科学技术、安全学、安全工程、职业卫生工程 and 安全管理工程 5 个二级学科,“安全检测与监控技术”属安全管理工程学科中的三级学科。这表明,安全检测与监控技术学科的任务是为有效的实施安全管理提供丰富、可靠的安全因素信息。安全工程中各种安全设备、安全设施是否处于安全运行状态?职业卫生工程中的防尘、防毒、通风与空调、辐射防护、生产噪声与振动控制等工程设施是否有效?作业场所的空气环境质量是否达到有关职业卫生标准的要求?设备设施是否有泄漏可燃气体或挥发性液体的可能?这些基础信息都需要通过安全检测来提供,使生产过程或特定系统按预定的指标运行,避免系统因受意外的干扰或波动而偏离正常运行状态并导致故障或事故。这属于安全监控的内容,安全监控系统中需要安全检测来获取状态信息。因此可以认为,安全检测是安全管理工作的“眼睛和耳朵”,作用是获取信息,安全管理决策过程和监控系统中控制系统运算比较的过程就像是整个安全管理系统的“大脑”。

由上述可知,安全检测的工作对象是劳动者作业场所空气中可燃或有毒气体(或蒸气)、漂浮的粉尘、物理危害因素、反映生产设备和设施安全状态的参数(温度、压力、流速等)。安全检测的目的是为职业健康安全状态的评价、安全技术及设施监督、安全技术措施效果的评价等提供可靠而准确的信息,从而改善劳动作业条件,改进生产工艺过程,避免系统或设备的事故(故障)发生。安全检测是指借助于仪器、传感器、探测设备等工具,迅速而准确地了解生产系统与作业环境中危险因素的类别、危害程度、危害范围及动态变化的一种手段。安全检测课程的主要内容就是实现安全检测目的的技术、仪表、方法及其原理。

1.1.2 安全检测的内容与分类

工业危险源通常指“人(劳动者)—机(生产过程和设备)—环境(工作场所)”有限空间的全部或一部分,属于“人造系统”,绝大多数具有可观测性和可控性。表征工业危险源状态的可观测的参数称为危险源的“状态信息”。状态信息是一个广义的概念,包括对安全生产和劳动者身心健康有直接或间接危害的各种因素,例如:反映生产过程或设备运行状况正常与否的参数,作业环境中化学和物理危害因素的浓度或强度等。安全状态信息出现异常,说明危险源正在从相对安全的状态向即将发生事故的临界状态转化,提示人们必须及时采取措施,以避免事故发生或将事故的伤害和损失降至最小程度。

为了获取工业危险源的状态信息,需要将这些信息通过物理或化学的方法转化为可观测的物理量(模拟的或数字的信号),这就是通常所说的安全检测和安全监测,它是对作业环境安全与卫生条件、特种设备安全状态、生产过程危险参数、操作人员不规范动作等

各种不安全因素的检测的总称。不安全因素具体包括以下几方面。

(1) 粉尘危害因素 浓度、粒径分布；全尘或呼吸性粉尘；煤尘、石棉尘、纤维尘、岩尘、沥青烟尘等。

(2) 化学危害因素 可燃气体、有毒有害气体在空气中的浓度和氧气含量。

(3) 物理危害因素 噪声与振动、辐射（紫外线、红外线、射频、微波、激光、同位素）、静电、电磁场、照度等。

(4) 机械伤害因素 人体部位误入机械动作区域或运动机械偏离规定的轨迹。

(5) 电气伤害因素 触电、电灼伤，包括静电危害。

(6) 气候条件 气温、气压、湿度、风速等。

前三种危险因素的检测是安全检测的主要任务。

担负信息转化任务的器件称为传感器（Sensor）或检测器（Detector）。由传感器或检测器、信号处理及显示单元组合成一个整体，就构成了“安全检测仪器”。如果将传感器或检测器、信号处理及显示单元集成于一体并固定安装于现场，对安全状态信息进行实时（Real Time）检测，则称这种装置为安全监测仪器。如果只是将传感器或检测器固定安装于现场，而信号处理、显示、控制、报警等单元安装在远离现场的控制室内，则称之为安全监测报警系统，习惯上称为安全检测报警系统。将监测系统与控制系统结合起来，把监测数据转变成控制信号，则称为监控系统。

安全检测方法依检测项目不同而异，种类繁多。根据检测的原理机制不同，大致可分为化学检测和物理检测两大类。化学检测是利用检测物质的物理化学性质指标，通过一定的仪器与方法，对检测对象进行定性或定量分析的一种检测方法。它主要用于有毒有害气体或蒸气、可燃气体或蒸气的检测，例如空气中一氧化碳、氯气、氨气、氰化氢、甲烷、丁烷、苯、甲苯、甲醇、丙酮、硫酸二甲酯等的测定。物理检测利用检测对象的物理量（热、声、光、电、磁等）进行分析，如噪声、电磁波、放射性、压力、温度、静电、水质物理参数（水温、浊度、电导率）等的测定均属物理方法。

根据使用的场所的不同，用于气体检测的仪器分为两大类，一类是实验室型仪器，不便于携带，用于在实验室对现场采集来的样品进行检测分析；另一类是便携式仪器，便于携带，操作简便，主要用于现场的实时检测。前者适用范围广，准确度高，操作较复杂，检测周期长，不适于应急检测；后者适用范围相对窄，操作简便，能实时反映浓度变化情况，特别适于应急检测。另外，还有固定式气体检测器，其传感器部分安装在现场，用于监测固定场所的目标气体浓度。

本书主要介绍：作业场所粉尘的检测、有毒有害气体的检测、危害劳动者健康的辐射与噪声的检测、空气中易燃易爆气体和蒸气的检测、表征设备运行状态参数（温度、压力）的检测、静电积累量的检测、检测仪器原理等，即主要介绍与职业健康安全和生产过程安全有关的检测内容。进一步说，“安全测控”分为“测”和“控”两部分，“测”的作用是探知真实状态信息参数，“控”的作用是对状态信息参数进行处理，据此发出控制指令并执行，本书侧重于“测”。

1.1.3 安全监控的方法与发展趋势

安全监测与控制常简称为安全监控，它具有监测和控制的综合作用。在安全检测与控制技术学科中所称的控制可分为以下两种。

第一种是过程控制。在现代化工业过程中，一些重要的工艺参数大都由变送器、工业仪表或计算机来测量和调节，以保证生产过程及产品质量的稳定，这就是过程控制。在比较完善的过程控制设计中，有时也会考虑工艺参数的超限报警，外界危险因素（如可燃气体、有毒气体在环境中的浓度，烟雾、火焰信息等）的检测，甚至紧急停车等连锁系统。然而，这种设计思想仍然着眼于表层信息捕获的习惯模式。

第二种是应急控制。在对危险源的可控制性进行分析之后，选出一个或几个能将危险源从事故临界状态调整到相对安全状态的因素并进行控制，以避免事故发生或将事故的伤害、损失降至最小程度。这种具有安全防范性质的控制技术称为应急控制。监测与控制功能合二为一称为监控，将安全监测与应急控制结合为一体的仪器仪表或系统，称为安全监控仪器或安全监控系统。

从安全科学的整体观点出发，现代生产工艺的过程控制和安全监控功能应融为一体，综合成一个包括过程控制、安全状态信息监测、实时仿真、应急控制、自诊断以及专家决策等各项功能在内的综合系统。这种系统既能够对生产工艺进行比较理想的控制，从而使企业受益，又能够在出现异常情况时及时给出预警信息，在紧急情况下合理地自动采取措施，把安全技术措施渗透到生产工艺中去，避免事故的发生或将事故危害和损失降到最低程度。

监控技术的发展主要表现在：①监控网络集成化，它是将被监控对象按功能划分为若干系统，每个系统由相应的监控系统实行监控，所有监控系统都与中心控制计算机连接，形成监控网络，从而实现对生产系统实行全方位的安全监控（或监视）；②预测型监控，这种监控即控制计算机根据检测结果并按照一定的预测模型进行预测计算，根据计算结果发出控制指令。这种监控技术对安全具有重要的意义。

预警（Early - warning, Pre - warning）一词用于工业危险源时，可理解为系统实时检测危险源的“安全状态信息”并自动输入数据处理单元，根据其变化趋势和描述安全状态的数学模型或决策模式得到危险势态的动态数据，不断给出危险源向事故临界状态转化的瞬态过程。由此可见，预警的实现应该有预测模型或决策模式，即描述危险源从相对安全的状态向事故临界状态转化的条件及其相互之间关系的表达式，由数据处理单元给出预测结果，必要时还可直接操作应急控制系统。

报警（Alarm）和预警区别甚大，前者指危险源安全状态信息中的某个或几个观测值，分别达到各自的阈值时而出声、光等信号而引人注意的功能。阈值是事先设定的，例如在可燃气体检测报警系统中，使用前设定浓度为 25% LEL 和 50% LEL 是低高两个报警阈值。有些袖珍型气体检测报警仪只具备报警功能，但现在多数固定式和便携式检测报警仪同时具备指示检测数据和报警两个功能，并能够存储和输出大量的检测数据。

报警是指某参数达到了预设的阈值，预警是在一定程度上是对危险源状态的转化过程实现在线仿真，根据状态数据的变化趋势判断是否向危险状态转变。二者的本质区别在于有无预测模型或模式。

1.2 安全检测技术标准的采用

安全检测的对象包括了粉尘、可燃气体、有毒气体、噪声、静电、压力、温度、辐射、流速等许多方面，检测仪器种类多、型号多，原理也各不相同，检测地点也分室内室外，检测过程涉及许多领域的知识。为了得到准确可靠、可比性强的检测结果，最好采用

标准的检测方法，没有标准检测方法的检测项目，可采用权威部门推荐的方法，或能被广泛认可的检测方法。现场使用的固定式检测报警系统，不仅要求检测的准确度高，而且还要求能快速探知泄漏，所以传感器的安装位置设计也要规范。我国颁布了许多车间空气中粉尘、有毒物质、噪声和辐射的卫生标准，包括最高容许浓度、时间加权平均浓度和检测方法，这些是进行安全检测的依据。

在作业场所空气的尘毒检验中，常常需要进行定量分析，几乎所有的化学分析和现代仪器分析方法都可以用于空气理化检测，但是每种分析方法都有其各自的优缺点，至今尚没有能适用于各种污染物的万能分析方法。目前，空气尘毒检验常用的分析方法有紫外—可见分光光度法、气相色谱法、高效液相色谱法、原子吸收光度法、电化学分析法、荧光光度法以及滴定分析等实验室分析方法，还有很多采用便携式检测仪的方法。对于待测的空气污染物，选择分析方法的原则是尽量采用灵敏度高、选择性好、准确可靠、分析时间短、经济实用、适用范围广的分析方法。

除固定场所的常规检测外，安全检测的另一个重要任务是突发事件时的应急检测，主要是对泄漏气体和挥发性液体蒸气的检测，有时需要对火灾时的燃烧热解产物（如一氧化碳、氰化氢、二氧化硫等）进行应急检测，有时也需要对临时性的受限作业空间（如设备内维修）进行检测。应急检测的目的是确定危险区域或判断人员是否有危险，但检测过程没有标准方法。

与检测有关的国家标准包括采样标准、检测方法标准、浓度阈值标准、仪器安装设计标准、及标准气体配置标准等，常用的检测标准见附录1。

1.3 空气的组成及其参数

1.3.1 空气的组成

安全检测，尤其是尘毒检测、可燃气体检测和储存或使用可燃有毒气体及挥发性液体的设备设施泄漏情况的检测，都是检测空气成分之外的其他物质的浓度。无论是实验室方式检测，还是固定式检测设备或便携式检测仪器，都是在空气的背景成分中进行测定，所以了解空气的组成是非常必要的。

在标准状况下，按体积百分比计算大气的正常组成是，氮气 78.09%，氧气 20.94%，这两种气体占空气总体积的 99.03%，称为主要成分；其余的主要是氩气和二氧化碳，称为空气的次要成分；此外，在大气中还有微量的氦、氟、氖、氫、臭氧、一氧化碳、二氧化氮、二氧化硫等，称为空气的痕量成分。空气的平均分子量为 28.966，大气的正常组成见表 1-1。

表1-1 大气的正常组成

成 分	浓度/%	质量/10 ⁶ t
氮	78.09	3850000000
氧	20.94	1180000000
氩	0.93	65000000
二氧化碳	0.0318	2500000

续表

成 分	浓度/%	质量/ 10^6 t
氮	0.0018	64000
氢	0.00052	3700
甲烷	0.00013	3700
氮	0.0001	15000
氢	0.00005	180
一氧化二氮	0.000025	1 900
一氧化碳	0.00001	500
臭氧	0.000002	200
氨	0.000001	30
二氧化氮	0.0000001	8
二氧化硫	0.00000002	2

作业场所空气的温度、压力、湿度、风速等气象参数反映了劳动者作业环境好坏,也是安全检测的内容。多数情况下,测定气象参数是为了配合空气有害物质的检测,即为了把测定的浓度结果校正到某种特定的气象参数条件下的浓度,便于比较。这就要求在采集空气样品的同时测量气象参数,样品采集点就是气象参数测量点。一般测定高度选择在人的呼吸带附近,大约 1.5 m 高,同时要注意呼吸带的位置随人活动地点的变化而变化。

1.3.2 空气温度

衡量温度高低的标准体系有:开氏温标 (Kelvin's thermometric scale)、摄氏温标 (Celsius's thermometric scale)、华氏温标 (Fahrenheit's thermometric scale),其中开氏温标和摄氏温标属国际单位制,两者的换算关系为

$$T(K) = t(^{\circ}\text{C}) + 273.16 \quad (1-1)$$

气温 (air temperature) 即空气的温度,主要取决于太阳辐射,在某些作业场所还与设备辐射有关。若无特别说明一般指离地面 (或工作地点) 1.5m 左右,在通风、防辐射的条件下用温度计读取的温度。

人体感觉最舒适的气温为 21 ~ 25℃,人所处的环境温度在此范围内时,体温相当稳定,人体产热和散热保持动态平衡。若环境温度过高或过低,可使机体热平衡受到破坏而处于温度应激状态,所以劳动场所的气温是评价工作条件好坏的一个参数。气体体积与温度有关,故采样时,应同时测量现场气温,便于进行结果计算时的体积换算。

温度计 (thermometer) 或温度表都是利用物体的某一属性随温度的变化作为测温依据的。通常使用的水银、酒精玻璃温度计,就是利用水银、酒精的体积与温度间的热胀冷缩效应而制成的。水银作为测温物质具有比热小、导热系数大、沸点高、对玻璃无湿润作用等优点。其缺点是凝固点高,不能测较低温度;热胀系数小,影响仪器的灵敏度。水银温度计的测定范围为 -35 ~ 350℃。酒精作为测温物质,优点是凝固点低,可测较低的温度;热胀系数也较大。缺点是沾湿玻璃,易发生断柱现象;比热大,不易达到热平衡;饱和蒸气气压高,当温度先升后降时会有小滴凝结在毛细管上部。其测定范围为 -100 ~ 75℃。

为准确测定气温，在实际工作中要考虑以下几个注意事项。

(1) 生产环境中当有热辐射存在时，不能使用普通水银或酒精温度计，这是由于空气对辐射能的吸收率低，而测温元件却受四周辐射的影响较大，使温度计的显示值高于空气温度的实际值，产生所谓的辐射误差 (radiation error)。这时应选用通风或手摇温湿度计。若没有此条件，也可在普通温度计和热源间放置隔热的石棉板、金属片，或用铝箔、锡纸将温度计下端球部轻轻围住，防止辐射的影响。

(2) 使用前应检查温度计是否完好，水银或酒精柱有无间断，如有间断可通过离心、冷却或加热的方法使其连接。平时保存时，尽可能垂直放置，切不可倒置和放在振动处。

(3) 测定时，应注意测定点的温度，选择合适的温度计。避免水滴黏附在温度计的球部或手捂着球部，注意呼吸和体温对温度计的影响。

(4) 使用干湿球温湿度计时，在纱布未浸水前，应检查干球与湿球温度计的读数，其差值不应超过 0.1°C 。

(5) 由于温度与测温物质的感温属性之间并不严格遵循线性关系，因此温度计的示度划分理论上不能采用等分的线性划分。为清除这种差异，就要求校正温度计。其方法有标准温度计法和水沸点—冰熔点法。

1.3.3 空气压力的测定

大气压强简称为气压 (atmospheric pressure)。测定空气压力，实际上是测定空气的压强。表示气压的常用单位为帕斯卡 (Pascals, N/m^2)，简称帕 (Pa)，另外还有百帕 (hPa)、千帕 (kPa)、兆帕 (MPa) 以及过去常用的巴 (bar)、毫米汞柱 (mmHg) 等。其换算关系为

$$1\text{bar} = 10^5\text{Pa}$$

$$1\text{mmHg} = 133.32\text{Pa}$$

通常把北纬 45° 的海平面上，气温为摄氏零度时的正常气压作为一个标准大气压力，其数值为 101.325kPa 。

气体的体积与气压有关，故采样时应测量现场气压，便于计算结果时将采样体积换算为标准状态下的体积。

测定气压常用的仪器有动槽式水银气压计 (cistern barometer) 和空盒气压计 (aneroid barometer)。前者准确、精密，但体积较大、较重，不便于携带，故现场使用较少，常用于校准空盒气压计或悬挂于实验室内。空盒气压计轻巧，携带方便，使用简单，常用于现场测定。

1.3.3.1 动槽式水银气压计

(1) 构造原理 动槽式水银气压计 (图 1-1) 的主要结构为装有水银的直立玻璃管，其上端封闭呈真空状态，下端插入水银杯中。当大气压升高时，玻璃管上端的水银柱随之升高，维持水银柱的压强与大气压相等；反之，则下降。其组成包括感应部分、刻度部分、附属部分等 (图 1-1a)。感应部分分为水银、玻璃内管和水银槽等 (图 1-1b)。刻度部分由标尺、游标尺和象牙针组成。从标尺上的刻度线读取的是气压的整数值，从游标尺上读取的是小数值。所以借助标尺和游标尺的配合使用，就可以分别读取大气压的整数值和小数值。附属部分主要是一支小型水银温度计，用来测定气压表的表面温度。

(2) 测量方法 测定时，首先测定温度，然后旋转水银面调整螺旋，使水银槽内的液面刚好接触象牙指针的针尖。移动游尺使其零点的刻度线与水银面相切。由游标尺上零点的刻线在标尺上所指的刻度，读出气压的整数值。再从游标尺上找一根刻度线与标尺某刻度线相吻合，游尺上的该刻度线的数值，即为气压值的小数部分。

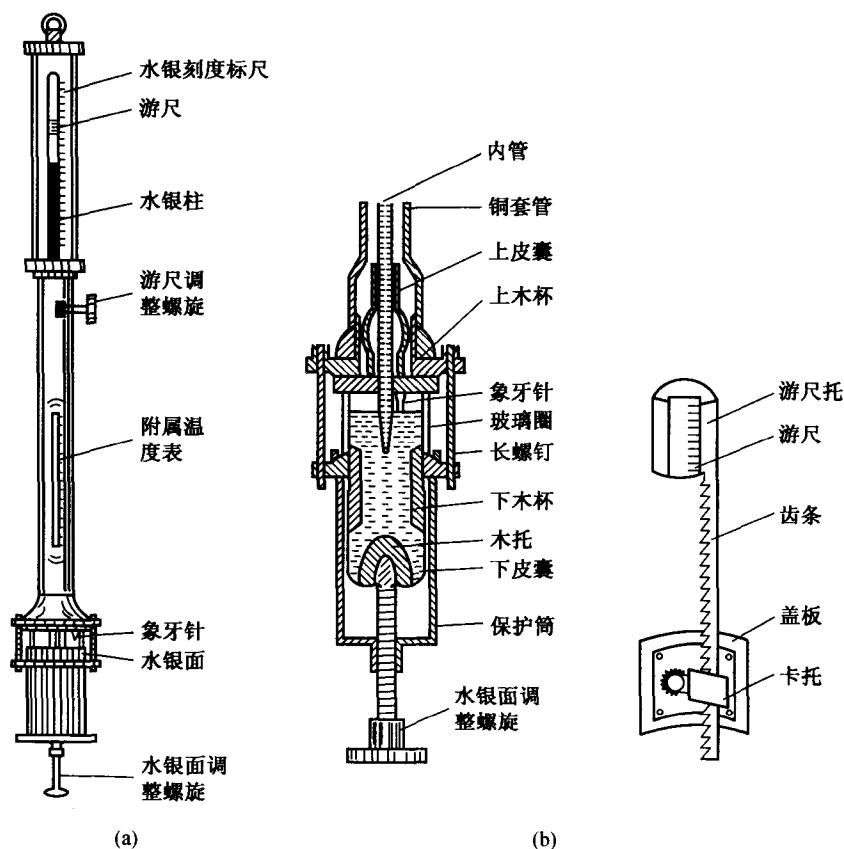


图 1-1 动槽式水银气压计

水银气压计的读数，只表示观察条件下所测得的水银柱高度。它随气压表的仪器误差、温度和测定位置的不同而变化。因此，精确测量气压时，还必须使读数结果校正到标准条件下（即温度为 0°C 、纬度为 45° 海平面时的汞柱高度），称为水银气压计的读数校正。包括：①器差校正，即校正仪器本身误差，如仪器的基点和标尺刻度不准确等。在仪器说明书中常附修订表；②温度计校正，即把水银密度校正到 0°C 标准条件下。

(3) 注意事项 ①气压计应安置在温度均衡，无冷源和热源，空气通畅但不迎风的地方，避免阳光直射，严格垂直悬挂在墙壁上；②测定完毕，应降低槽中水银，使象牙指尖脱离水银面。

1.3.3.2 空盒气压计

(1) 构造原理 空盒气压计是一种测定大气压力的轻便仪器（图 1-2），它具有携带方

便、操作简单的特点，适合于野外或流动条件使用。但它测定的精度大大低于水银气压计。

空盒气压计是以金属弹性膜盒为感应元件，由两片金属膜焊接成圆形空盒。盒内抽成真空，盒表面有刻度盘、杠杆及指针。当大气压力变化时，引起空盒变形，使盒壁下陷或隆起。此种变化借助弹簧和杠杆系统传递放大后，由指针指示此时的气压。

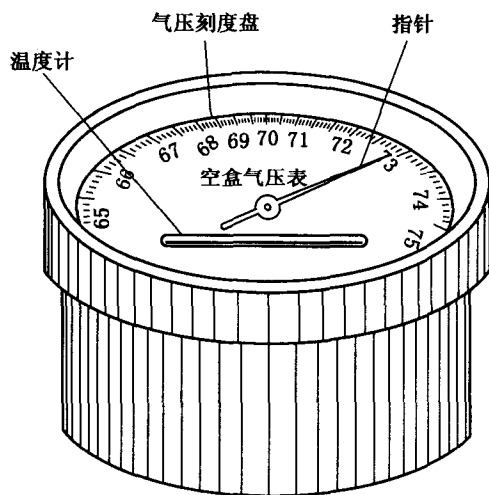


图 1-2 空盒气压计

(2) 测定方法 ①先读取气温，准确到 0.1；②轻敲盒面，克服机械摩擦，待指针停止后读数；③检查仪器检定证中的刻度校正曲线，校正气压计的刻度误差；查仪器检定证中的温度系数 α 值，由下式计算温度校正值：

$$\Delta P = \alpha t \tag{1-2}$$

式中 Δp ——温度校正值，hPa；
 t ——气温，℃；
 α ——温度系数，即当温度改变 1℃ 时，空盒气压表表示的改变值，可从检定证中查得。

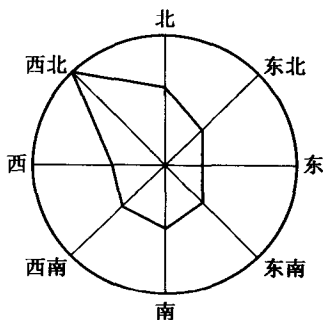


图 1-3 风向频率图

气象参数中还有风向与风速，这对尘毒检测影响不大，但在工业企业安全管理体系审核和安全评价中，要求审核企业选址和布局，主要是考虑工厂产生的烟尘、废气等有害物质是否直接影响居民区。这要求工业企业要设置主导风向的下风向，而居民区和办公区要安排在上风向。为此需要根据监测点所在地一年中每个方向吹风频率（百分比）制定出该地的风向频率图，依据风向频率图可以看出主导风向和全年最小频率风向。风向频率图是一定时间内（一年或数十年）各个方向风向次数占全部风向次数的百分比对应应在相应方向的图。图 1-3 所示风向频率图的主导风向是西北风，全年最小频率风向是东风。