



普通高等教育“十二五”规划教材

安全检测

A N Q U A N J I A N C E

董文庚 苏昭桂 刘庆洲 编著

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

要 點 內 容

普通高等教育“十二五”规划教材

安全检测

董文庚 苏昭桂 刘庆洲 编著

中国石化出版社

内 容 提 要

本书根据职业健康安全和防范火灾爆炸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、有毒有害气体或液体蒸气样品的采集及其实验室测定、空气中呼吸性粉尘的浓度检测及其分散度与成分检测、作业场所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、各类气体检测传感器原理、工业过程参数的监测原理与应用、工作场所噪声检测等内容。

本书力求反映安全检测领域的新理论、新技术、新仪器,并兼顾有关国家标准的内容,具有较强的实用性。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,同时也可作为从事安全检测、职业卫生管理、生产安全管理等人员的参阅资料。

图书在版编目(CIP)数据

安全检测 / 董文庚, 苏昭桂, 刘庆洲编著. —北京:
中国石化出版社, 2015. 9
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5114-3558-3

I. ①安… II. ①董… ②苏… ③刘… III. ①安全技术-检测-高等学校-教材 IV. ①X924. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 198985 号

未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,或者以任何形式或任何方式传播。版权所有,侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com

北京柏力行彩印有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 16.75 印张 416 千字

2016 年 1 月第 1 版 2016 年 1 月第 1 次印刷

定价:40.00 元

前 言

保护劳动者免受职业危害和预防生产安全事故的发生是安全生产管理工作的主要任务。作业场所空气中有毒有害气体浓度、粉尘的浓度及噪声强度是否超过国家标准规定的限值,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、受限作业空间气体中氧气浓度是否在安全范围内,也需要固定式或便携式的检测仪表或检测仪实时检测;设备在运行中其介质的温度、压力、流体流速等物理参数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检测参数信号。因此,安全检测在保证人员安全和预防生产事故发生方面起到“眼睛”和“耳朵”的作用,能够提供安全管理和安全控制所需的基础信息。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”。

作者2003年出版《安全检测原理与技术》,2007年出版《安全检测技术与仪表》(普通高等教育“十一五”国家级规划教材),2011年出版《安全检测与监控》,侧重点各不相同。根据教育部安全工程教学指导委员会对培养安全工程技术与管理人员的要求、近些年的教学实践以及从事安全检测或相关设计的工程技术人员的要求,作者对教材选定的内容进行了增补和删减,使知识体系的系统性更强,更有利于教学活动的组织。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。本书内容仍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适度的介绍。在原理介绍中放弃了繁杂的数学公式,力求通俗易懂,利于学生自学,但也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及其任务、安全检测常用实验室型分析仪器原理、气态有毒有害物质样品的采集、气态有毒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检测、固定式气体检测报警系统、工业过程参数的测量、工业噪声检测共九章。第1章介绍了安全检测的内涵及报警和预警区别;第2章介绍了作业场所空气中有毒气体和粉尘中有毒金属元素测定常用的分析仪器、原理和使用方法;第3章介绍了气态有毒物质样品采集的方法、仪器和原理,并简要介绍了预浓缩与气相色谱联用的测定原理;第4

章根据现行的安全检测国家标准，介绍了一些典型的气体检测方法，包括常用实验室型检测仪器的应用、主要采样方法的应用、典型物质标准系列配制、样品处理方法和定量测定方法；第5章在详细介绍粉尘粒度与其对人体危害的关系基础上，介绍了总粉尘浓度、呼吸性粉尘浓度、粉尘分散度、游离二氧化硅含量和石棉纤维浓度的测定方法及其原理，包括便携式粉尘检测仪和在线式粉尘分散度检测仪；第6章详细介绍了各类手持式气体检测仪传感器的响应原理和选用、以及其在应急检测和特殊检测现场中的应用；第7章介绍了工业过程中常用的固定式可燃气体和有毒气体检测(探)测器的现场设置和气体检测报警系统；第8章介绍了温度、压力、流速、物位等物理参数检测仪表的原理与应用，第9章介绍了工业噪声的特点、人耳的感觉规律和检测仪器与技术。

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、论文和标准，吸收了国内外安全检测的新技术、新仪器、新原理等知识，在作者已主编出版的相关教材的基础上，经补充、删减、修改完成。全书分为9章，第1~7章由董文庚执笔，第8章由苏昭桂执笔，第9章由刘庆洲执笔，全书由董文庚统稿。在此，对引用文献的作者们致以诚挚谢意，对编写、出版此书给予帮助、支持、鼓励的专家们致以谢意，对提供大量基础资料的石家庄职业病防治所任清亮致以特别的谢意。

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错误，恳请从事安全检测工作的同仁不吝指正，以便改正提高。

目 录

1 安全检测及其任务	(1)
1.1 安全检测与安全监测	(1)
1.1.1 安全检测	(1)
1.1.2 安全监测	(3)
1.2 安全监控的主要内容与特点	(3)
1.3 安全检测技术与安全监控系统	(5)
1.3.1 安全检测技术	(5)
1.3.2 安全监测系统	(6)
1.4 职业卫生检测与监控技术现状	(6)
1.4.1 化学危害因素的实验室检测法	(6)
1.4.2 便携式气体检测仪检测法	(7)
1.4.3 固定式气体检测报警系统	(7)
1.4.4 粉尘浓度检测仪	(8)
1.4.5 物理危害因素的检测法	(8)
本章小结	(8)
复习思考题	(8)
2 安全检测常用实验室型分析仪器原理	(9)
2.1 分光光度法	(10)
2.1.1 物质分子对光的选择性吸收	(10)
2.1.2 朗伯-比耳定律	(11)
2.1.3 分光光度计原理与使用	(12)
2.1.4 定量测定方法	(17)
2.2 原子吸收光谱法	(18)
2.2.1 自由原子吸收的原理	(18)
2.2.2 原子吸收光谱仪的构成	(20)
2.2.3 定量分析方法	(24)
2.3 原子荧光光谱法	(26)
2.3.1 原子荧光的产生	(26)
2.3.2 原子荧光强度与浓度的定量关系	(27)
2.3.3 原子荧光光谱仪	(28)
2.3.4 定量分析方法及干扰消除	(29)

2.4	紫外荧光分析法	(29)
2.4.1	原理	(30)
2.4.2	荧光光度计和荧光分光光度计	(31)
2.5	气相色谱法	(31)
2.5.1	气相色谱仪的基本构成	(31)
2.5.2	色谱分离机理及色谱流出曲线	(32)
2.5.3	色谱柱及分离条件的选择	(35)
2.5.4	检测器的响应原理	(36)
2.5.5	定量分析方法	(38)
2.6	高效液相色谱法	(40)
2.6.1	分配色谱的分离原理	(40)
2.6.2	高效液相色谱仪的构成	(41)
2.6.3	实验技术	(44)
2.7	离子色谱法	(45)
2.8	气相色谱-质谱联用技术简介	(46)
	本章小结	(47)
	复习思考题	(48)
3	气态有毒有害物质样品的采集	(50)
3.1	职业接触限值	(50)
3.2	空气检测的类型及其对采样的要求	(51)
3.3	定点采样点和个体采样对象的确定	(52)
3.3.1	定点采样点的确定	(52)
3.3.2	个体采样对象及数量	(54)
3.4	职业接触限值测定时的采样及浓度计算	(54)
3.4.1	最高容许浓度检测时有害物质的采样与浓度计算	(55)
3.4.2	短时间接触容许浓度检测时有害物质的采样与浓度计算	(56)
3.4.3	时间加权平均容许浓度检测时有害物质的采样与浓度计算	(57)
3.5	采集空气样品的基本要求	(58)
3.6	气体样品的采集	(58)
3.6.1	空气收集器的基本技术性能	(59)
3.6.2	直接采样法空气收集器	(59)
3.6.3	富集浓缩采样法空气收集器	(61)
3.6.4	空气采样器	(68)
3.7	预浓缩与气相色谱联用测定	(72)
	本章小结	(73)
	复习思考题	(74)
4	气态有毒有害物质的实验室测定	(75)
4.1	使用气相色谱法的测定	(75)

4.1.1	芳烃类化合物的气相色谱测定	(75)
4.1.2	乙腈和丙烯腈的溶剂解吸气相色谱法测定	(78)
4.1.3	丙烯腈的热解吸气相色谱法测定	(79)
4.1.4	一氧化碳的直接进样气相色谱法测定	(80)
4.1.5	二氯乙烷的无泵采样气相色谱法测定	(82)
4.2	使用高效液相色谱法的测定	(83)
4.2.1	β -萘酚和三硝基苯酚的高效液相色谱法测定	(83)
4.2.2	五氯酚及其钠盐的高效液相色谱法测定	(84)
4.2.3	硫酸二甲酯的高效液相色谱法测定	(85)
4.3	碘及其化合物的离子色谱法测定	(86)
4.4	使用分光光度法的测定	(88)
4.4.1	变色酸分光光度法测定二氯丙醇	(88)
4.4.2	异烟酸钠-巴比妥酸钠分光光度法测定丙酮氰醇	(89)
4.4.3	酚试剂分光光度法测定甲醛	(90)
4.4.4	钼酸铵分光光度法测定磷化氢	(92)
4.4.5	甲基橙褪色分光光度法测定氯气	(94)
4.5	使用原子吸收光谱法的测定	(95)
4.5.1	锰及其化合物的原子吸收光谱法测定	(95)
4.5.2	砷及其化合物的氢化物发生原子吸收光谱法测定	(96)
4.5.3	汞及其化合物的冷原子吸收光谱法测定	(98)
4.6	使用原子荧光光谱法的测定	(99)
4.6.1	砷及其化合物的氢化物发生原子荧光光谱法测定	(99)
4.6.2	汞及其化合物的原子荧光光谱法测定	(101)
	本章小结	(102)
	复习思考题	(103)
5	工作场所空气中粉尘的检测	(105)
5.1	生产性粉尘的来源与理化性质	(105)
5.1.1	生产性粉尘来源与分类	(106)
5.1.2	粉尘的理化特性	(106)
5.2	粉尘粒径及其对人体健康危害的关系	(107)
5.2.1	呼吸道内不同部位对不同粒径粉尘的沉积作用	(107)
5.2.2	BMRC 阻留曲线	(109)
5.2.3	粉尘的危害	(111)
5.3	工作场所粉尘的采集	(111)
5.3.1	测尘点和采样位置的确定	(111)
5.3.2	粉尘采样的类型和作用	(113)
5.3.3	粉尘采样器的类型、规格和性能要求	(114)
5.3.4	粉尘收集器	(115)

5.3.5	粉尘预分离器	(117)
5.4	工作场所空气中总粉尘浓度的测定	(119)
5.5	工作场所空气中呼吸性粉尘浓度的测定	(122)
5.5.1	呼吸性粉尘浓度的滤膜质量法测定	(122)
5.5.2	压电晶体差频法测定呼吸性粉尘浓度	(124)
5.5.3	β 射线吸收法测定呼吸性粉尘浓度	(125)
5.5.4	光散射法测定呼吸性粉尘浓度	(125)
5.6	工作场所空气中粉尘分散度测定	(127)
5.6.1	用物镜测微尺标定目镜测微尺	(127)
5.6.2	滤膜溶解涂片法	(128)
5.6.3	自然沉降法	(129)
5.6.4	粉尘分散度的动态光散射仪检测	(129)
5.7	工作场所空气中粉尘游离二氧化硅含量的测定	(132)
5.7.1	焦磷酸重量法	(132)
5.7.2	红外分光光度法(红外光谱法)	(134)
5.7.3	X射线衍射法	(135)
5.8	工作场所空气中石棉纤维浓度测定	(138)
5.9	粉尘浓度在线检测	(142)
	本章小结	(144)
	复习思考题	(145)
6	空气中危险气体的快速检测	(146)
6.1	气体快速检测的含义与作用	(146)
6.2	气体检测管法	(148)
6.2.1	气体检测管法的原理	(148)
6.2.2	气体检测管的分类	(149)
6.2.3	载体	(150)
6.2.4	显色剂和保护剂	(151)
6.2.5	气体检测管的标定	(151)
6.2.6	影响气体检测管变色长度的因素	(152)
6.3	手持式气体检测仪及其传感器响应原理	(153)
6.3.1	催化接触燃烧式检测仪	(154)
6.3.2	光离子化检测仪	(156)
6.3.3	半导体气敏检测仪	(159)
6.3.4	定电位电解式气体检测仪	(161)
6.3.5	红外吸收式气体检测仪	(163)
6.3.6	迦伐尼电池式气体检测仪	(165)
6.3.7	隔膜电极式气体检测仪	(166)
6.4	复合式气体检测仪及采样方式	(167)

6.5	气体检测仪的选用	(168)
6.5.1	直读式气体检测仪的选用原则	(168)
6.5.2	气体检测仪的选用	(169)
6.6	受限空间气体的检测	(170)
6.6.1	受限空间气体检测的种类	(170)
6.6.2	受限空间内气体检测检测点的确定	(170)
6.6.3	受限空间内气体检测的检测程序	(171)
6.6.4	受限空间气体检测的注意事项	(172)
	本章小结	(172)
	复习思考题	(173)
7	固定式气体检测报警系统	(175)
7.1	气体探测器及探测点的确定	(175)
7.1.1	气体探测器	(175)
7.1.2	需要设置气体探测器的场所	(176)
7.1.3	气体探测点的确定	(177)
7.2	气体报警值的设定	(180)
7.3	气体探测器的选用	(184)
7.3.1	确定欲检测气体的种类和检测目的	(184)
7.3.2	了解各类检测器的性能特点	(185)
7.3.3	了解检测器所处环境情况	(186)
7.3.4	确定所用检测器的种类	(186)
7.3.5	气体探测器及手持式检测仪的防爆和采样方式	(189)
7.4	指示报警设备及其选用	(190)
7.5	探测器和指示报警设备的安装、维护	(191)
7.5.1	探测器的安装与维护	(191)
7.5.2	指示报警设备和现场报警器的安装	(193)
7.6	气体检测报警系统	(193)
	本章小结	(196)
	复习思考题	(197)
8	工业过程参数检测	(198)
8.1	温度检测	(198)
8.1.1	温度检测的基本原理与分类	(198)
8.1.2	接触式温度检测	(199)
8.1.3	非接触式温度检测	(206)
8.2	压力检测	(210)
8.2.1	压力检测的基本原理和分类	(210)
8.2.2	电阻应变式压力变送器	(211)
8.2.3	电容式压力变送器	(212)

8.2.4	电感式压力变送器	(212)
8.3	流量检测	(213)
8.3.1	流量检测基本原理与分类	(213)
8.3.2	节流差压流量计	(213)
8.3.3	电远传式转子流量计	(216)
8.3.4	电磁流量计	(219)
8.3.5	质量流量检测器	(219)
8.4	物位检测	(221)
8.4.1	基本原理和分类	(221)
8.4.2	自动跟踪浮力式液位计	(222)
8.4.3	差压式液位计	(223)
8.4.4	电容式物位计	(224)
8.4.5	超声波物位测量	(226)
8.4.6	微波传感器物位测量	(227)
	本章小结	(228)
	复习思考题	(228)
9	工业噪声检测	(229)
9.1	噪声基础知识	(229)
9.1.1	噪声的产生与分类	(229)
9.1.2	噪声对人体的危害	(229)
9.2	噪声声级	(230)
9.2.1	声音的发生、频率、波长和声速	(230)
9.2.2	声功率、声强和声压	(231)
9.2.3	分贝、声功率级、声强级和声压级	(231)
9.2.4	噪声的物理量和主观听觉的关系	(232)
9.3	声级计的构造与原理	(235)
9.3.1	声级计	(235)
9.3.2	其他噪声测量仪器	(236)
9.4	工业噪声测量	(237)
9.4.1	测量仪器	(237)
9.4.2	测量方法	(237)
9.4.3	测量记录	(238)
9.4.4	注意事项	(238)
	本章小结	(238)
	复习思考题	(239)
	附录1 有关安全检测的标准目录	(240)
	附录2 安全检测概念性词汇索引	(246)
	参考文献	(256)

1 安全检测及其任务

本章学习目标

1. 掌握安全检测的基本概念，了解安全检测的基本任务。
2. 了解安全监控的任务和特点。
3. 熟悉现代安全检测系统的基本知识。

安全是指人的身体与精神免受危险、危害因素伤害、威胁的存在状态、健康状况及其保障条件。没有伤害、没有损失、没有威胁、没有事故发生的内涵是：预知、预测、分析危险，限制、控制、消除危险源与危险因素，使人的生命、健康、精神状态均处于人们在当时社会发展条件下普遍可接受的安全状态。安全的本质是人、物和环境三大要素及其相互关系和谐并达到预定的安全目标。在生产领域，安全是指人们在生产活动中免遭不可接受的风险和伤害的存在状态。这种状态使可能导致人员伤亡、职业危害、设备及财产损失或危及环境的潜在因素被人为控制。不能预知、掌握、控制或消除危险的所谓平安无事，是虚假的安全，不可靠的安全。仅凭人们自我感觉的安全，是危险的安全。安全检测活动的作用就是让人们了解所处作业环境中是否存在危险因素、危险的水平，了解设备运行状态，其目的是尽量避免人员伤亡、职业危害、设备及财产损失，使风险控制在人们可以接受的水平。

1.1 安全检测与安全监测

确切地说，安全检测和安全监测没有本质上的区别，安全检测是一种习惯的叫法，起源于早期的尘毒检测工作；安全监测源于安全检测工作的监督性性质。

1.1.1 安全检测

安全检测(safety detection)是借助于仪器、仪表、探测设备等工具，准确地了解生产系统与作业环境中危险因素的类型、危害程度、危害范围及其动态变化的活动总称。有时也把尘毒检测称为狭义的安全检测。安全检测的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、物理危害因素以及反映生产设备和设施安全状态的温度、压力、流速、壁厚等参数。其作用是获取有害气体、可燃气体、粉尘浓度及噪声分贝值等因素的安全状态信息，为安全管理决策提供数据，或者为控制系统提供基础参数。安全检测的工作是由场所或设施所属企业自己完成的，是企业安全生产工作的一部分。

根据安全检测的含义可以看出，安全检测由两部分组成，一是以保证人员不受职业伤害为目的的职业卫生检测，二是以保证生产设备、设施正常运行为目的的设备运行参数的检测。

根据被检测物质类别，安全检测中的气体检测又分为可燃气体检测和有毒气体检测。

可燃气体检测 (combustible gas detection) 是利用气体检测仪器对可燃气体或易燃液体的蒸气浓度进行的测定。最常用的可燃气体检测仪器是催化燃烧式检测仪、红外式检测仪、半导体式检测仪和热导型检测仪。检测地点是生产、使用、储存可燃气体或易燃液体的场所。其作用是指示可燃气体浓度，并在浓度达到报警值时发出报警信号，以便采取堵漏、通风等措施。其目的是避免形成爆炸性混合气体，防范气体爆炸事故的发生。

有毒气体检测 (toxic gas detection) 是利用气体检测仪器对有毒气态物质浓度进行的测定。包括对人体有毒的气体和液体的蒸气。检测地点是人员工作场所，也包括设备内部、地井、巷道等空间狭小的临时工作场所，即受限作业空间 (也称为有限作业空间)。作用是确认人员出现场所空气中有毒气体浓度是否超过职业接触限值及氧气浓度是否低于缺氧危险作业的标准值，避免人体中毒或缺氧窒息。在有缺氧危险的作业场所，作业空间 (主要是受限空间) 氧气浓度是必须检测的，一旦缺氧 (低于 19.5%)，作业人员可能受到伤害，严重缺氧会导致窒息，其后果如同中毒。相反，当受限空间出现氧气浓度超过 23.5% 的富氧气氛时，易发生富氧火灾，而且对人体也有危害。

根据检测结果显示的地点和目的，安全检测又分为实时检测、实验室检测和应急检测。

实时检测 (real time detection) 又称实时监测，是指能够随时跟踪显示被检测物质浓度或物理参数数值的检测。其特点是：传感器或检 (探) 测器固定在被检测场所或设备的现场，检测输出信号或显示数值与被检测量的数值几乎同时变化。工厂采用的固定式气体检测报警系统就是其中一种，其作用是随时能了解被测量的数值。使用便携式或手持式气体检测仪也可实现实时检测。

实验室检测 (detection in laboratory) 是指在被检测的现场采集含有有毒气体、可燃气体的气体样品，带回到实验室应用实验室型检测仪器对被测物浓度进行测定的检测。因为不能实时显示检测结果，所以这种检测方式仅适合于例行的定期检测。

应急检测 (emergency detection)，在发生泄漏、火灾、爆炸等生产安全事故时，为完成对某种特定危险物质在空气或水体中浓度的检测任务，采用快速检测技术手段而进行的检测。实施检测的地点是事故现场或受影响的区域，并能够实时给出检测结果。有毒有害或易燃易爆气体等危险物质在事故时释放进入空气中后，或者是液态、固态有毒物质进入水体后，需要检测人员检测危险气体或溶质的危害范围、浓度的变化趋势、气体扩散的主要方向，为制定疏散人员、确定戒严范围等应急决策提供依据。

进行安全检测所采用的设备或仪表称为安全检测仪器 (safety detection instrument)，其种类繁多，很多情况下它是用于作业场所空气中有毒气体浓度、可燃气体浓度和粉尘浓度及组成测定的仪器总称。按照使用场所的不同可分为实验室型检测仪和便携式检测仪。实验室型检测仪只能对现场采集来的气体样品进行测定，如气相色谱仪、高效液相色谱仪、原子吸收光谱仪等；便携式检测仪能够被携带到现场，采样和测定两个过程同时进行，可实现实时检测，如手持式可燃气体检测仪、手持式有毒气体检测仪和粉尘测定仪等。根据可检测气体种类的多少，便携式检测仪有单一式气体检测仪和复合式气体检测仪。主要用于作业场所、受限作业空间、事故现场气体的检测和泄漏源追踪等。

对固定生产场所进行的长期的气态物质的检测一般应用安全检测报警系统 (safety detection and alarm system)，又称气体检测报警系统。它是能够对场所空气中有毒气体或可燃气体浓度响应，将浓度信号转换成相应电信号，并在其浓度达到或超过预先设定的报警浓

度值时发出报警信号的装置系统。其基本的构成包括：检(探)测器和报警器组成的可燃/有毒气体报警仪，或由检(探)测器和指示报警器组成的可燃/有毒气体报警仪，也可以是专用的数据采集系统与检(探)测器组成的检测报警系统。根据检测报警功能的不同，系统可分为两类：第一类由检(探)测器和报警器组成，当气体浓度达到报警浓度时，发出报警信号，但不能显示浓度的具体值；第二类由检(探)测器和指示报警器组成，不仅能发出报警信号，还能随时指示出气体的浓度值，目前被广泛应用的就是这一种。在可能泄漏有毒气体、可燃气体、易挥发性有毒及易燃液体场所，设置安全检测报警系统可起到防止有毒气态物质浓度超过职业卫生限值和形成爆炸性混合气体的作用。

对于职业有害因素的检测，其检测结果不能直接显示对人体是否有害，需要将检测结果与国家标准规定的职业接触限值(occupational exposure limits, OELs)相比较来确定。职业接触限值就是职业性有害因素的接触限制量值，即劳动者在职业活动过程中长期反复接触某种有害因素，绝大多数接触者的健康不引起有害作用的容许接触水平，其量值由国家标准规定，包括化学有害因素职业接触限值和物理因素职业接触限值两部分。化学有害因素的职业接触限值可分为时间加权平均容许浓度、最高容许浓度和短时间接触容许浓度三类。它是进行工作场所卫生状况、劳动条件、劳动者接触化学与物理因素的程度、生产装置泄漏、防护措施效果的监测、评价、管理、工业企业卫生设计及职业卫生监督的主要技术依据。对于可燃气体及易燃液体蒸气等爆炸性气态物质的检测，目的是防止接近形成爆炸性混合气体，检测结果需要与爆炸极限下限进行比较。对于工业过程参数，如温度、压力、流量等进行的检测，是否处于安全范围需要与设计的工艺参数波动允许范围相比较。

1.1.2 安全监测

监测可以理解为监视性的检测，一般认为包括两个方面的含义。

第一方面是指政府执法部门委托的从事作业场所作业环境监测的机构定期对企业某些指标所进行的检测，或者是对特种设备(如压力容器)及安全设施(如防雷装置接地电阻)，目的是监督企业作业场所工作环境的质量，检查职业卫生设施或措施的有效性，属于强制性质的第三方检测。监测结果作为评判是否满足国家行业要求的依据，所以检测所用的设备及检测方法都严格执行国家标准或者行业标准，检测结果具有法律效力。对于特大型企业，上级对所属企业的检测也属于安全监测。

第二方面是指本企业对本企业内部场所或设备的监控性检测，比如气体检测报警系统、气体检测报警控制系统，由于也具有很强的监视性，也属于安全监测。

总而言之，除检测实施的部门有区别外，安全检测与安全监测使用的设备及方法没有本质区别。在环境保护领域，使用“环境监测”而不用“环境检测”，其原因是在早期检测工作中，大气质量和水体质量检测主要由政府部门检测完成的，检测者也是执法者，所以具有监督的职责，因此习惯上使用监测。

1.2 安全监控的主要内容与特点

安全监控是指监测与控制两功能的结合，监测功能提供被检测设备或场所的某一特征数据，由控制设备或者是人对检测数据进行分析，根据已设定的标准判断是否需要改变被控制设备的运行状态，需要时对被控制设备发出启动信号，被控制设备启动或者改变运行参数。

因此，安全监控也称为安全测控，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。如车间内可燃气体或有毒气体达到报警浓度时，通风设备根据变送器发出的指令性信号自动启动；再如用空气氧化某种气态物料的合成工艺过程中，检测系统的监测数据发现氧气浓度达到或超过设定的临界浓度时，控制系统调整空气输送速度，就可以将氧气浓度调整到安全的浓度范围。

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，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，紧急情况下恰到好处地自动采取措施，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，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态势的动态数据，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，亦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发出声、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 $\leq 25\% \text{LEL}$ 和 $\leq 50\% \text{LEL}$ 作为低和高两个报警阈限值。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。

1.3 安全检测技术与安全监控系统

1.3.1 安全检测技术

安全检测属于应用学科范畴，将各学科已有的科学知识应用到检测技术中。安全检测的对象包括：作业场所空气中的粉尘、可燃气体、有毒气体、噪声、电离辐射，带静电物料或物体的静电电位、静电电荷量、对地电容，设备内的压力、温度、流速、物位，可能发生火灾场所的火灾信息，设备的缺陷、裂纹、厚度，防雷设施的接地电阻等许多方面。所用检测仪器种类多、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。

在露天布置或室内安装的工业装置现场使用的固定式气体检测报警系统，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。我国颁布了许多作业场所空气中粉尘、有毒物质、噪声和辐射的职业卫生检测标准；对于有害气体，包括最高容许浓度、时间加权平均容许浓度、短间接接触容许浓度和相应的检测方法，这些是进行安全检测的依据。

对物质，包括气态物质的定性定量测定属于分析化学学科的研究范畴，有基于定量化学反应的容量分析方法和使用分析仪器的相对分析方法，在本书有关物质检测部分内容中，“分析”的含义可以理解为“测定”或“检测”。在作业场所空气的尘毒检测中，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。对于待测的空气中危险物质，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，有时也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有限作业空间（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、浓度限值标准、仪器安装设计标准及标准气体配置标准等。

对于本书讲到的其他检测内容，同样需要一定的检测方法。这些检测不仅是对现有科学知识的应用，也有本学科特有的理论和相应的检验设备、仪器和检测方法。

安全检测技术是为保证从业人员职业安全 and 生产过程安全所进行的检测过程所需原理知识和技能的总称。检测人员不一定对所用检测设备或仪器的原理完全精通，但需要掌握其基本原理和特性，否则不能很正确地使用，甚至得到误差较大的检测结果。同其他技能一样，安全检测操作技能需要在实践中熟练，不是仅懂理论就能做好的。

1.3.2 安全监测系统

安全监测系统就是测试系统在安全检测领域的应用,现代测试系统以计算机为中心,采用数据采集与传感器相结合的方式,既能实现对信号的检测,又能对所获信号进行分析处理求得有用信息,能最大限度地完成测试工作的全过程。

现在企业中应用的安全监测系统分两种类型,一种是监测报警系统,另一种是除了监测报警功能外,还具有控制功能,称为安全测控系统。

以气体监测(检测)为代表的气体检测报警系统,主要功能是多点气体检测和超标报警,一般由一台气体检测控制器携带多个气体探测器,气体探测器输入到控制器的信号包括浓度信号和位号,位号是指示探测器所在位置的信号,浓度信息主要在控制器显示屏上显示并记录。目前,此类安全监测系统应用最广泛,也是本教材介绍的重点之一。

安全测控系统多数以 DCS 系统(集散控制系统 Distributed Control System)为依托,通过总线方法将各类传感器探头、计算机、变送器及执行设备联系在一起,接受诸如浓度、温度、压力、流速、物位等监测信息,根据事先设定的标准或计算模型,对信息数据进行分析处理,之后自动或由控制人向执行设备发出指令,执行设备可以是报警器、通风设备、流量控制设备、电动阀门、输送泵、风机等。如氯碱工业中的重大危险源监控系统,如果液氯罐装车发生氯气泄漏,氯气探测器将浓度信号输出,计算机根据浓度数据分析,如果认为达到高报浓度,则发出启动指令,喷淋、抽风、阀门、氯气处理装置、封闭门电机等执行设备开始工作。

1.4 职业卫生检测与监控技术现状

在职业有害因素中,包括有害气体、粉尘、噪声、高温、低温等因素,其中有害气体和粉尘对人体危害最严重。有害气体检测分为实验室检测、便携式仪检测和检测报警系统检测三类。

1.4.1 化学危害因素的实验室检测法

《工作场所有害因素接触限值——第 1 部分:化学危害因素》(GBZ 2.1—2007)中,规定了 339 种化学物质的职业接触限值浓度,其中对人体具有明显刺激、窒息或中枢神经系统抑制作用,可导致严重急性损害的 54 种化学物质规定了最高容许浓度(MAC),其余的 285 种规定了时间加权平均容许浓度(PC-TWA),在这 285 种中有 118 种还规定了短间接接触容许浓度(PC-STEL)。PC-TWA 是评价工作场所环境卫生状况和劳动者接触水平的主要指标,在建设项目竣工验收、定期危害评价、系统接触评估等职业病危害控制效果评价时,以及因生产工艺、原材料、设备等发生改变需要对工作环境影响重新进行评价时,尤其应着重进行 PC-TWA 的检测和评估。PC-STEL 是与 PC-TWA 配套使用的短间接接触限值,只用于短间接接触较高浓度可导致刺激、窒息、中枢神经抑制等急性作用及其,慢性不可逆组织损伤的化学物质。PC-TWA 是 8h 时间段内的平均浓度,即使 PC-TWA 满足标准要求,在期间的某一短时间(15min)内也可能会浓度较高,因此需要用 PC-STEL 加以限制。对于规定了 PC-TWA 但未规定 PC-STEL 的 167 种化学物质,不仅要求满足 PC-TWA,还应控制其浓度漂移上限,国家标准是根据 PC-TWA 数值的大小,规定了 TWA 1.5~3 倍的可超标倍数,以限制