

高等学校教材

CAILIAO JIANCE JISHU YU YINGYONG

材料检测 技术与应用

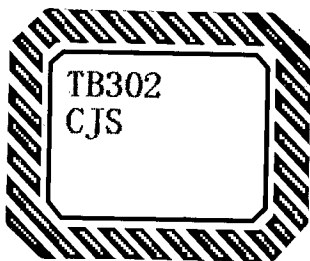
陈金身 智红梅 主编

 黄河水利出版社

高等学校教材

材料检测技术与应用

陈金身 智红梅 主编



黄河水利出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

本书全面系统地介绍了化学实验常识,实验准备,材料成分的湿法定性,磨料分析,磨具物理性能分析,超硬磨具化学成分分析,磨料磨具主要原材料分析,陶瓷原料分析,金属材料分析技术以及现代快速仪器分析方法简介等十个方面的内容。既照顾到传统的检测方法,又增加了一些快速分析方法及最新研究成果,体现了实际应用的特点。

本书可供高等学校磨料磨具专业、超硬材料专业、无机非金属材料专业、材料科学与工程专业、金属材料专业等师生作为实验教材使用,也可作为理化检验资格鉴定培训教材,还可供相关专业从事科研、设计、产品开发、生产、质量检测方面的人员作为技术参考书使用。

图书在版编目(CIP)数据

材料检测技术与应用/陈金身,智红梅主编. —郑州:黄河水利出版社,2008.7

ISBN 978-7-80734-455-1

I. 材… II. ①陈… ②智… III. 工程材料—检测—高等学校—教材 IV. TB302

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 095065 号

策划组稿:马广州 电话:13849108008 E-mail: magz@yahoo. cn

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940,66020550,66028024,66022620(传真)

E-mail: hhsclbs@126. com

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:16.75

字数:430 千字

版次:2008 年 7 月第 1 版

印数:1—3 000

印次:2008 年 7 月第 1 次印刷

定价:38.00 元

前 言

《材料检测技术与应用》一书是根据教育部提出的拓宽专业口径、按专业大类进行人才培养的思路,为了适应材料类专业的教学内容和课程体系改革的需要,并体现材料专业的专业特点,融合多年来材料检测技术与应用方面实验教学改革成果编写而成的实验教材。

本书全面系统地介绍了化学实验常识,实验准备,材料成分的湿法定性,磨料分析,磨具物理性能分析,超硬磨具化学成分分析,磨料磨具主要原材料分析,陶瓷原料分析,金属材料分析技术以及现代快速仪器分析方法简介等十个方面的内容。既照顾到传统的检测方法,又增加了一些快速分析方法及最新研究成果,体现了实际应用的特点。

本书由陈金身副教授、智红梅高级工程师任主编,李素平副教授、闫国进副教授任副主编。

全书由河南工业大学材料学院院长邹文俊教授、徐三魁教授任主审,温绍国教授、黄敬民高级经济师任副主审,河南省理化检验学会秘书长杨宏伟高级工程师、中国高速分析仪器专业委员会副主任委员张兴宝高级经济师、全国磨料磨具标准化委员会主任张长伍高级工程师审阅并提出了宝贵的意见。编写过程中得到了业内同仁的帮助,文字处理方面得到张颂、黎克楠、郭维清、余莹、陈智等的帮助,在此一并致谢。

本书第一章由郑州大学化学系徐占辉博士编写;第二章由河南工业大学材料科学与工程学院闫国进副教授编写;第三章、第四章、第五章由郑州大学高温研究所李素平副教授编写;第六章、第七章第一节至第三节由郑州大学化工学院张翔博士编写;第七章第四节至第八节、第八章、第九章第一节至第六节由河南工业大学材料科学与工程学院陈金身副教授编写;第九章第七节至第二十节由河南工业大学化学工业职业学院智红梅高级工程师编写;第九章第二十一节、第十章由郑州大学公共卫生学院刘利娥编写。全书由陈金身、智红梅统稿。

本书可供高等学校磨料磨具专业、超硬材料专业、无机非金属材料专业、材料科学与工程专业、金属材料专业等师生作为实验教材使用,也可作为理化检验资格鉴定培训教材,还可供相关专业从事科研、设计、产品开发、生产、质量检测方面的人员作为技术参考书使用。

本书力求全面系统地反映近代材料分析检测的最新技术。由于内容涉及面广,谬误之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2008年3月

目 录

前 言

第1章 化学实验常识	(1)
1.1 实验常用器皿及使用规则	(1)
1.2 化学实验室安全知识	(3)
1.3 有效数字及运算规则	(12)
1.4 偏差、误差、精密度及准确度	(16)
1.5 实验数据的处理	(24)
1.6 分析结果与不确定度	(27)
1.7 回归分析	(32)
第2章 实验准备	(35)
2.1 试样的准备	(35)
2.2 化学实验用水的制备与检验	(44)
2.3 常用标准溶液的配制与标定	(49)
2.4 实验室的管理	(53)
2.5 实验室常用试剂	(60)
第3章 材料成分的湿法定性	(66)
3.1 常见阳离子的未知液分析	(66)
3.2 有机高聚物的简易鉴别及粘接	(71)
3.3 常见离子鉴定方法汇总	(75)
第4章 磨料分析	(77)
4.1 棕刚玉的全分析	(77)
4.2 碳化硅的全分析	(84)
4.3 超硬磨料分析	(88)
4.4 磨料粒度分析	(94)
4.5 磨料物理性能测定	(102)
第5章 磨具物理性能分析	(111)
5.1 外形尺寸和形位公差的测定	(111)
5.2 磨具外观缺陷的检测	(112)
5.3 磨具硬度的检测	(113)
5.4 砂轮静平衡的检测	(120)
5.5 砂轮回转强度的检测	(120)
5.6 磨具体积密度、总气孔率和吸水率的检测	(121)
5.7 磨具组织号的检测	(123)
5.8 涂附磨具抗拉强度和伸长率的检测方法	(125)

5.9	砂布(砂纸)磨削性能的检测	(127)
5.10	砂轮磨削性能的检测	(129)
5.11	砂轮的静态平衡	(131)
第6章	超硬磨具化学成分分析	(132)
6.1	超硬材料镍钴电镀液的全分析	(132)
6.2	超硬磨具金属结合剂分析方法	(137)
第7章	磨料磨具主要原材料分析	(156)
7.1	酚醛树脂液的分析	(156)
7.2	酚醛树脂粉的全分析	(159)
7.3	网布含胶量分析	(164)
7.4	菱苦土的全分析	(165)
7.5	皮胶(骨胶)分析方法	(168)
7.6	脲醛树脂分析方法	(170)
7.7	水溶性酚醛树脂液分析方法	(172)
7.8	机油、变压器油分析方法	(175)
第8章	陶瓷原料分析	(181)
8.1	烧矢量的测定	(181)
8.2	试样溶液的制备	(181)
8.3	二氧化硅的测定	(181)
8.4	三氧化二铁的测定	(183)
8.5	二氧化钛的测定	(184)
8.6	氧化钾、氧化钠的测定	(184)
8.7	三氧化二铝的测定	(185)
8.8	氧化钙、氧化镁的测定	(185)
8.9	铁、铝连续滴定法	(185)
第9章	金属材料分析技术	(187)
9.1	钢的分类	(187)
9.2	钢号的表示方法	(189)
9.3	铸铁的分类和铸铁牌号的表示方法	(189)
9.4	钢铁试样的采取与制备	(191)
9.5	金属材料常见元素测定时溶样酸的选择	(192)
9.6	C、S 的定量分析	(194)
9.7	P 的定量分析	(200)
9.8	Si 的定量分析	(204)
9.9	Mn 的定量分析	(207)
9.10	Cr 的定量分析	(213)
9.11	Mo 的定量分析	(217)
9.12	Ti 的定量分析	(219)
9.13	Ni 的定量分析	(221)
9.14	Cu 的定量分析	(223)

9.15	V 的定量分析	(224)
9.16	Al 的定量分析	(226)
9.17	Mg 的定量分析	(227)
9.18	金属材料的定性分析	(229)
9.19	生铁/铸铁中 Si、P、Mn、Ti 的测定	(231)
9.20	日常工作实际问题简单处理	(232)
9.21	铁矿石的全分析	(234)
第 10 章	现代快速仪器分析方法简介	(236)
10.1	原子吸收光谱分析法	(236)
10.2	紫外可见分光光度法	(241)
10.3	ICP 光谱法	(246)
10.4	X 射线荧光光谱法	(247)
10.5	光电光谱分析	(249)
10.6	红外光谱分析	(250)
10.7	气相色谱分析	(253)
10.8	火焰光度分析	(255)
10.9	综合热分析	(258)
参考文献		(260)

第1章 化学实验常识

1.1 实验常用器皿及使用规则

1.1.1 玻璃器皿的洗涤

化学实验经常使用大量的玻璃器皿,这些玻璃器皿经使用后常沾有化学药品,既有可溶性物质,也有灰尘和其他不溶性物质及油污等有机物质。为了得到准确的实验结果,实验前必须将实验器皿洗涤干净。每次用过后要立即洗涤,避免残留物变质固化,造成洗涤困难。

1.1.1.1 水洗

在玻璃器皿内注入约占总容量 $1/3$ 的自来水,用力振荡片刻,倒掉,照此连洗 2~3 次,可洗去粘附易溶物及部分灰尘,洗净后用蒸馏水润洗。

1.1.1.2 刷洗

用水不能清洗干净时,可用毛刷由外到里刷洗器皿,每次用水量不要太多,刷洗 2~3 次后检查是否清洗干净。若不能用水刷洗干净,须用毛刷蘸少量去污粉(洗洁精、洗衣粉等)再进行刷洗,直至刷洗干净为止,再用水彻底冲洗。

1.1.1.3 针对性洗涤

有些不溶污垢久置后很难用刷洗方法洗去,这时可根据污垢的性质进行针对性洗涤。即利用酸碱中和反应、氧化还原反应、配位反应等将不溶物转化为易溶物再进行清洗。如银镜反应粘附的银及沉积的硫化银可加入硝酸生成易溶的硝酸银;未反应完的二氧化锰,反应生成的难溶氢氧化物、碳酸盐等可用盐酸处理生成可溶的氯化物;沉积在器壁上的银盐,一般用硫代硫酸钠溶液洗涤,生成易溶配合物;沉积在器壁上的碘可用硫代硫酸钠溶液洗涤,也可用碘化钾或氢氧化钠溶液清洗。表 1-1 列出了几种常用的洗涤液及使用方法。

在进行多次清洗时,使用的洗涤剂应本着“少量多次”的原则,这样既可节约试剂,也能保证洗涤效果。用自来水洗净后,根据实验需要,有时还需用蒸馏水、去离子水或试液润洗。玻璃器皿洗净后应透明且不挂水珠。

1.1.2 玻璃器皿的干燥

实验时所用的器皿,除必须清洗外,有时还要求干燥。干燥的方法主要有以下几种。

1.1.2.1 倒置晾干

将洗净的器皿倒置在干净的仪器柜内或滴水架上,任其滴水晾干。

1.1.2.2 热(冷)风吹干

洗净的器皿若急需干燥,可用电吹风直接吹干。若在吹风前先用易挥发的有机溶剂(如乙醇、丙酮、石油醚等)淋洗一下,则干得更快。或用玻璃器皿快速烘(吹)干仪烘(吹)干。

1.1.2.3 加热烘干

将洗净的器皿放在电热(或鼓风)干燥箱内烘干,烘箱温度要控制在 $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右。能加热

的器皿如烧杯、蒸发皿等可用酒精灯或电炉小火烤干,容器外壁的水珠应先揩干。

表 1-1 几种常用的洗涤液

洗涤液	配方	使用方法
铬酸洗液	25 g 重铬酸钾溶于 50 mL 水中,冷却后向溶液中慢慢加入 450 mL 浓硫酸	具有强氧化性和强酸性,能有效地去除还原性污垢、难溶于水的有机物和易溶于酸的碱性污垢。在用洗液洗涤前,应先用水刷洗器皿,除去污物,并尽量倒掉残留水,避免稀释洗液影响洗涤效果。用洗液洗涤时,要注意安全(6 价铬的毒性,浓硫酸的腐蚀性),若不慎溅洒,应立即用水清洗。洗液变绿后,不再具有氧化性和去污能力,勿再使用
盐酸	浓或 1:1	用于洗去碱性物质及大多数无机物残渣
碱性洗液	氢氧化钠 10% 的水溶液或乙醇溶液	水溶液加热(可煮沸)使用,去除油污效果较好;碱-乙醇洗液不要加热
碱性高锰酸钾洗液	4 g 高锰酸钾溶于水,加入 10 g 氢氧化钠,用水稀释至 100 mL	洗涤油污或其他有机物,洗后析出的二氧化锰用浓盐酸或草酸洗液、硫酸亚铁、亚硫酸钠等还原剂除去
草酸洗液	5~10 g 草酸溶于 100 mL 水中,加入少量浓盐酸	洗涤高锰酸钾洗液洗后产生的二氧化锰,必要时加热使用
碘-碘化钾洗液	1 g 碘和 2 g 碘化钾溶于 100 mL 水中	洗涤用过硝酸银滴定液留下的黑褐色沾污物,也可用于擦洗沾过硝酸银的白瓷片或水槽
有机溶剂	苯、乙醚、丙酮、二氯乙烷	可洗去油污或可溶于该溶剂的有机物质,乙醇配制的指示剂干渣可用盐酸-乙醇(1:2)洗液洗去
混合酸洗液	王水或浓硝酸与氢氟酸的混合酸	可洗涤金属铂、铌、钨、钼及硫化汞、氧化硅等

1.1.3 其他器皿及其使用

1.1.3.1 瓷器皿

瓷器可耐高温,可在 1 200 ℃ 以下使用,耐腐蚀性能比玻璃好,且比较坚固,涂有釉的瓷坩埚灼烧后失重甚微,可用于称量分析中的恒重。常用的瓷器有瓷蒸发皿和瓷坩埚,两者均上釉。前者常用于蒸发液体,容量有 30 mL、60 mL、100 mL、250 mL 等;后者常用于灼烧沉淀和高温熔解试样,容量有 20 mL、30 mL、40 mL 等。

1.1.3.2 玛瑙研钵

玛瑙是一种天然二氧化硅,有很高的硬度,不与一般的化学物质起反应。用玛瑙研钵研磨样品,样品不易受研钵污染,玛瑙研钵常用于矿样的研磨。玛瑙研钵易碎,用时只能研磨,不能

用力敲击。因内部有结构水,所以不可加热。

1.1.3.3 铂制品

铂又叫白金,价格比黄金贵,熔点很高($1\,773.5\text{ }^{\circ}\text{C}$),灼烧时不起变化,能耐碱金属碳酸盐和氢氟酸的腐蚀。铂蒸发皿常用于蒸发带氢氟酸的样品,铂坩埚常用于灼烧和称量沉淀。铂制品的使用应严格遵守如下规则:

(1)铂在高温下不可接触以下物质:固体氧化钾、氧化钠、硝酸钾、硝酸钠、氰化钠、氰化钾、过氧化钠、氢氧化钡、氢氧化锂等(碳酸钠和碳酸钾可用);王水、卤素和能产生卤素的溶液,如硝酸钾、高锰酸钾、重铬酸钾等的盐酸溶液,碳酸亚铁的盐酸溶液;在高温能与铂生成低熔点合金的金属及其化合物,如Ag、Hg、Pb、Sb、Sn、Bi、Cu等;含碳的硅酸盐,磷、砷、硫及其化合物,硫化钠、硫氰化钠等。

(2)洗涤铂制品时,不能用大力,且不能用玻璃棒等硬物去刮铂制品。

(3)铂制品不可在含碳和氢化合物的还原火焰中加热。

(4)铂制品在高温下不可与其他金属接触。

(5)铂制品不可用于处理未知成分的样品。

(6)铂制品不可用盐酸和硝酸的混合物洗涤。

(7)铂器皿最高使用温度 $1\,200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

1.1.3.4 银坩埚

银较廉价,不受碱的腐蚀,因此可用于蒸发碱液,银的熔点为 $960\text{ }^{\circ}\text{C}$,不可用于分解和灼烧含硫物质,不可用于熔融硼砂和含铝、锌、锡、铅、汞等金属盐,浸取熔融物不可用酸,银坩埚不能用于恒重分析。最高使用温度 $700\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

1.1.3.5 镍坩埚

镍的熔点为 $1\,455\text{ }^{\circ}\text{C}$,可在较高温度下使用,镍几乎不与强碱起作用,可用于以过氧化钠为熔剂的试样,但有少量腐蚀。镍坩埚亦不能熔融硼砂和含铝、锌、锡、铅、汞等的金属盐。镍易溶于酸,不可用酸浸取熔块,镍坩埚用前可放在水中煮沸几分钟,去除污物。镍坩埚不可用于恒重分析。

1.1.3.6 铁坩埚

铁很便宜,耐碱性不如镍,但可用于代替镍坩埚熔融过氧化钠。

1.1.3.7 塑料制品

聚乙烯是热塑性材料,不耐热,但耐强碱腐蚀,吸附性小,常用于盛碱液、氢氟酸溶液,取水样等。聚四氟乙烯也称塑料王,耐浓酸、浓碱、强氧化剂、氢氟酸的腐蚀,最高工作温度可达 $250\text{ }^{\circ}\text{C}$,但在 $415\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上将急剧分解释放出剧毒的全氟异丁烯气体。聚四氟乙烯制品常用于需要使用氢氟酸的场合。

1.2 化学实验室安全知识

化学实验室中经常使用的有机试剂和溶剂,多数具有易燃性、易爆性和毒性等。虽然我们在选择实验时,尽量选用低毒的溶剂和试剂,但是大量使用它们时,对人体也会造成一定伤害。因此,防火、防爆、防中毒已成为化学实验室中的重要问题。

1.2.1 防火、防爆

化验室内应备有灭火用具、急救箱和个人防护器材。化验员要熟知这些器材的使用方法。

禁止用火焰在煤气管道上寻找漏气的地方,应该用肥皂水来检查漏气。

操作、倾倒易燃液体时应远离火源,瓶塞打不开时,切忌用火加热或冒然敲打。倾倒易燃液体量大时要有防静电措施。

加热易燃溶剂必须在水浴或严密的电热板上缓慢进行,严禁用火焰或电炉直接加热。

点燃煤气灯时,必须先关闭风门,划着火柴,再开煤气,最后调节风量。停用时要先闭风,后闭煤气。不依次序,就有发生爆炸和火灾的危险。还要防止煤气灯内燃。

使用酒精灯时,注意酒精切勿装满,应不超过容量的 2/3,灯内酒精不足 1/4 容量时,应灭火后添加酒精。燃着的灯焰应用灯帽盖灭,不可用嘴吹灭,以防引起灯内酒精起燃。酒精灯应用火柴点燃,不应用另一正燃着的酒精灯来点,以防失火。

易爆炸类药品,如苦味酸、高氯酸、高氯酸盐、过氧化氢等应放在低温处保管,不应和其他易燃物放在一起。

在蒸馏可燃物时,要时刻注意仪器和冷凝器的正常工作。如需往蒸馏器内补充液体,应先停止加热,放冷后再进行。

易发生爆炸的操作不得对着人进行,必要时操作人员应戴面罩或使用防护挡板。

身上或手上沾有易燃物时,应立即清洗干净,不得靠近灯火,以防着火。

严禁可燃物与氧化剂一起研磨。工作中不要使用不知其成分的物质,因为反应时可能形成危险的产物(包括易燃、易爆或有毒产物)。在必须进行性质不明的实验时,应尽量先从最小剂量开始,同时要采取安全措施。

易燃液体的废液应设置专用贮器收集,不得倒入下水道,以免引起燃爆事故。

电炉周围严禁有易燃物品。电烘箱周围严禁放置可燃、易燃物及挥发性易燃液体。不能烘烤放出易燃蒸气的物料。

一旦发生火情,应沉着镇定地采取正确措施,控制事故的扩大。首先立即切断电源,移走易燃物。然后根据易燃物的性质和火势采取适当的方法进行扑救。有机物着火通常不用水进行扑救。小火可用湿布或石棉布盖熄。火势较大时,使用黄沙、灭火器等将火熄灭。

1.2.2 灭火

一旦发生火灾,化验员要临危不惧、冷静沉着,及时采取灭火措施。若局部起火,应立即切断电源,关闭煤气阀门,用湿抹布或石棉布覆盖熄灭。若火势较猛,应根据具体情况,选用适当的灭火器进行灭火,并立即与有关部门联系,请求救援。常用灭火器类型和适用范围见表 1-2。

根据燃烧物的性质,国际上统一将火灾分为 A、B、C、D 四类。

A 类火灾是指木材、纸张和棉花等物质的着火,最经济的灭火剂是水,另外可用酸碱式和泡沫式灭火器。

B 类火灾是指可燃性液体,如石油化工产品、食用油脂等着火。扑灭此类火灾可用泡沫式灭火器、二氧化碳灭火器、干粉灭火机和“1211”灭火器。“1211”是对付 B 类火灾的有效武器,它在火焰中气化时产生一种抑制和阻断燃烧链反应的游离基,使燃烧中断。

C 类火灾是指可燃性气体,如城市煤气、石油液化气等着火。这类火灾,用水、酸碱式灭火器和泡沫式灭火器都无能为力,可使用“1211”灭火器或干粉灭火器。干粉灭火器是一种灭火时间短、灭火能力大的高效灭火器。

D 类火灾是指可燃性金属,如钾、钠、钙、镁、铝、钛等金属着火。这些活泼金属如钾、钠、钙能与水反应产生可燃性气体——氢气,在高温下,这些活泼金属还能和二氧化碳起剧烈反应。

因此,D类火灾严禁用水灭火,酸碱式灭火器、泡沫式灭火机和二氧化碳灭火器、通用型干粉灭火器和“1211”也无济于事。扑灭D类火灾最经济有效的方法是用干砂土覆盖。此外,也可用“7150”灭火剂,即三甲氧基硼氧六环,它受热分解,吸收大量的热并在可燃金属表面形成氧化硼保护膜,将空气隔绝,使火窒息。它对于扑救镁、铝、海绵状钛等轻金属的火灾,效果较好。

衣服着火时应立即用毯子之类蒙盖在着火者身上以熄灭燃烧着的衣服,不应慌张跑动,否则加强气流流向燃烧着的衣服,使火焰加大。

使用四氯化碳灭火器要注意防毒,四氯化碳遇高温可形成剧毒的光气,所以禁止用它扑救二硫化碳的火灾。四氯化碳和“1211”均属卤代烷灭火剂,它们的特点是绝缘性能好,灭火后在燃烧物上不留痕迹,不会损坏仪器设备,所以它们适用于扑灭精密仪器、贵重图书资料和电线等着火。一般电线着火,若用泡沫灭火器灭火,必须首先断电,否则会因喷出的药液导电而致使灭火人员触电伤亡。

无论何种灭火器,皆应从火的四周开始向中心扑灭。

实验室内的灭火器材要定期检查和更换药液,临用前须检查喷嘴是否畅通,如有阻塞,应用铁丝疏通,以免造成爆炸事故。

表 1-2 常用灭火器(剂)

灭火器(剂)类型	特性要求	适用范围
水(消防栓)		适用于一般木材及各种纤维的着火以及可溶可半溶于水的可燃液体的着火
砂土	隔绝空气而灭火,应保持干燥	用于不能用水灭火的着火物
石棉毯或薄毯	隔绝空气而灭火	用于扑灭人身上燃着的火
二氧化碳泡沫灭火器	主要成分为硫酸铝、碳酸氢钠、皂粉等,经与酸作用生成二氧化碳的泡沫盖于燃烧物上隔绝空气而灭火	适用于油类着火,不宜用于精密仪器、贵重资料灭火
干式二氧化碳灭火器	用二氧化碳压缩干粉(碳酸氢钠及适量滑润剂、防潮剂等)喷于燃烧物上而灭火	适用于油类、可燃气体、易燃液体、固体电器设备及精密仪器等的着火,不适用于钾、钠着火
“1211”灭火器	“1211”即二氟一氯一溴甲烷,是一种阻化剂,能加速灭火作用,不导电,毒性较四氯化碳小,灭火效果好	用于油类、档案资料、电气设备及贵重精密仪器的着火

1.2.3 化学毒物及中毒的救治

1.2.3.1 毒物

某些侵入人体的少量物质引起局部刺激或整个机体功能障碍的任何疾病都称为中毒,这类物质称为毒物。根据毒物侵入的途径,中毒分为摄入中毒、呼吸中毒和接触中毒。接触中毒和腐蚀性中毒有一定区别,接触中毒是通过皮肤进入皮下组织,不一定立即引起表面的灼伤,腐蚀性中毒是使接触它的那一部分组织立即受到伤害。

毒物的剂量与效应之间的关系称为毒物的毒性,习惯上用半致死剂量(LD_{50})或半致死浓度(LC_{50})作为衡量急性毒性大小的指标,将毒物的毒性分为剧毒、高毒、中等毒、低毒、微毒五级。上述分级未考虑其慢性毒性及致癌作用,我国国家标准《职业性接触毒物危害程度分级》

(GB 5044—85)根据毒物的 LD₅₀值、急慢性中毒的状况与后果、致癌性、工作场所最高允许浓度等 6 项指标全面权衡,将毒物的危害程度分为 I ~ IV 级,分级依据列于表 1-3 中,表 1-3 列出该标准对我国常见的 56 种毒物的危害程度分级。

表 1-3 职业性接触毒物危害程度分级

级别	毒物名称
I 级(极度危害)	汞及其化合物、苯、砷及其无机化合物(非致癌的除外)、氯乙烯、铬酸盐与重铬酸盐、黄磷、铍及其化合物、对硫磷、羰基镍、八氟异丁烯、氯甲醚、锰及其无机化合物、氰化物
II 级(高度危害)	三硝基甲苯、铅及其化合物、二硫化碳、氯、丙烯腈、四氯化碳、硫化氢、甲醛、苯胺、氟化氢、五氯酚及其钠盐、镉及其化合物、敌百虫、氯丙烯、钋及其化合物、溴甲烷、硫酸二甲酯、金属镍、甲苯二异氰酸酯、环氧氯丙烷、砷化氢、敌敌畏、光气、氯丁二烯、一氧化碳、硝基苯
III 级(中度危害)	苯乙烯、甲醇、硝酸、硫酸、盐酸、甲苯、二甲苯、三氯乙烯、二甲基甲酰胺、六氯丙烯、苯酚、氮氧化物
IV 级(轻度危害)	溶剂汽油、丙酮、氢氧化钠、四氟乙烯、氨

1.2.3.2 中毒症状与救治方法

化验人员应了解毒物的侵入途径、中毒症状和急救办法。在工作中贯彻“预防为主”的方针,减少化学毒物引起的中毒事故。一旦发生中毒时能争分夺秒地(这是关键)、正确地采取自救互救措施,力求在毒物被吸收以前实现抢救,直至医生到来。表 1-4 简要地列出了部分化学毒物的中毒症状及救治办法,供参考。

表 1-4 常见化学毒物的急性致毒作用与救治方法

分类	名称	主要致毒作用与症状	救治方法
酸	硫酸、盐酸、硝酸	接触:硫酸局部红肿痛,重者起水泡、呈烫伤症状;硝酸、盐酸腐蚀性小于硫酸	立即用大量流动清水冲洗,再用 2% 碳酸氢钠水溶液冲洗,然后清水冲洗
		吞服:强烈腐蚀口腔、食道、胃黏膜	初服可洗胃,时间长忌洗胃以防穿孔;应立即服 7.5% 氢氧化镁悬液 60 mL,鸡蛋清调水或牛奶 200 mL
	氢氟酸	局部灼烧感,开始疼痛较小不易察觉,氢氟酸渗入指甲,剧痛	立即用大量水冲洗,将伤处侵入: ①0.1% ~ 0.133% 氯化苄铵水或乙醇溶液(冰镇);②饱和硫酸镁溶液(冰镇);③70%乙醇溶液(冰镇)。上述方洗任选一种,①的效果最佳
		眼烧伤	大量清冷冷水淋洗,每次 15 min,间隔 15 min
强碱	氢氧化钠、氢氧化钾	接触:强烈腐蚀性,化学烧伤	迅速用水、柠檬汁、稀乙酸或 2% 硼酸水溶液洗涤
		吞服:口腔、食道、胃黏膜糜烂	禁洗胃或催吐,给服稀乙酸或柠檬汁 500 mL,或 0.5% 盐酸 100 ~ 500 mL,再服蛋清水、牛奶、淀粉糊、植物油等

续表 1-4

分类	名称	主要致毒作用与症状	救治方法
无机物	汞及其化合物	大量吸入汞蒸气或吞食二氯化汞等汞盐;引起急性汞中毒,表现为恶心、呕吐、腹痛、腹泻、全身衰弱、尿少或尿闭甚至死亡	误服者不得用生理盐水洗胃,迅速灌服鸡蛋清、牛奶或豆浆 送医院治疗
		汞蒸气慢性中毒症状:头晕、头痛、失眠等神经衰弱症候群;植物神经功能紊乱、口腔炎及消化道症状及震颤	脱离接触汞的岗位,医院治疗
		皮肤接触	大量水冲洗后,湿敷3%~5%硫代硫酸钠溶液,不溶性汞化合物用肥皂和水洗
	砷及其化合物	皮肤接触	用肥皂和水冲洗,皮炎可涂2.5%二巯基丙醇油膏
		吞服:恶心、呕吐、腹痛、剧烈腹泻	立即洗胃、催吐、洗胃前服新配氢氧化铁溶液(12%硫酸亚铁与20%氧化镁混悬液等量混合)催吐,或服蛋清水或牛奶,导泻,医生处置
		粉尘和气体也可引起慢性中毒	
	氰化物	皮肤烧伤	大量水冲洗,依次用万分之一的高锰酸钾和硫化铵洗涤,或用0.5%硫代硫酸钠冲洗
		吸入氰化氢或吞食氰化物:量大者造成组织细胞窒息,呼吸停止而死亡 急性中毒:胸闷、头痛、呕吐、呼吸困难、昏迷;慢性中毒:神经衰弱症状、肌肉酸痛等	用亚硝酸异戊酯、亚硝酸钠、硫代硫酸钠解毒(医生进行)
		铬酸、重铬酸钾等铬化合物	用5%硫代硫酸钠溶液清洗受污染皮肤
	有机化合物	铬酸、重铬酸钾等铬化合物	吞服中毒 (略)
	石油烃类(石油产品中的各种饱和或不饱和烃)	吸入高浓度汽油蒸气,出现头痛、头晕、心悸、神志不清等	移至新鲜空气处,重症可给予吸氧
		汽油对皮肤有脂溶性和刺激性,皮肤干燥、皸裂,个别人起红斑、水疱	温水清洗
		石油烃能引起呼吸、造血、神经系统慢性中毒症状	医生治疗
		某些润滑油和石油残渣长期刺激皮肤可能引发皮肤癌	涂5%炉甘石洗剂
	苯及其同系物(如甲苯)	皮肤渗透	皮肤接触用清水洗涤
		吸入蒸气 急性:头晕、头痛、恶心、重者昏迷抽搐甚至死亡 慢性:损害造血系统、神经系统	人工呼吸、输氧、医生处置
		皮肤接触:干燥、皸裂	皮肤皸裂者选用10%尿素冷霜
	三氯甲烷	吸入高浓度蒸气,急性中毒:眩晕、恶心、麻醉;慢性中毒:肝、心、肾损害	脱离现场,吸氧,医生处置

续表 1-4

分类	名称	主要致毒作用与症状	救治方法
有机化合物	四氯化碳	接触:皮肤因脱脂而干燥、皲裂	2% 碳酸氢钠或 1% 硼酸溶液冲洗皮肤和眼
		吸入,急性:黏膜刺激、中枢神经系统抑制和胃肠道刺激症状慢性:神经衰弱症侯群,损害肝、肾	脱离中毒现场急救,人工呼吸、吸氧
	甲醇	吸入蒸气中毒,也可经皮肤吸收 急性:神经衰弱症状,视力模糊,酸中毒症状;慢性:肾衰症状,视力减弱,眼球疼痛;吞服 15 mL 可导致失明,70 ~ 100 mL 致死	皮肤污染用清水冲洗 溅入眼内,立即用 2% 碳酸氢钠冲洗 误服,立即用 3% 碳酸氢钠溶液充分洗胃后医生处置
	芳胺、芳香族硝基化物	吸入或皮肤渗透 急性中毒致高铁血红蛋白症,溶血性贫血及肝脏损害	用温肥皂水(忌用热水)洗,苯胺可用 5% 乙酸或 70% 乙醇洗
气体	氮氧化物	呼吸系统急性损害 急性中毒:口腔、咽喉黏膜、眼结膜充血,头晕、支气管炎、肺炎、肺水肿;慢性:呼吸道病变	移至新鲜空气处,必要时吸氧
	二氧化硫、三氧化硫	对上呼吸道及眼结膜有刺激作用;结膜炎、支气管炎、胸痛、胸闷	移至新鲜空气处,必要时吸氧,用 2% 碳酸氢钠洗眼
	硫化氢	眼结膜、呼吸及中枢神经系统损害 急性:头晕、头痛甚至抽搐昏迷;久闻不觉其气味更具危险性	移至新鲜空气处,必要时吸氧 生理盐水洗眼

化验室接触毒物造成中毒的可能发生在取样,管道破裂或阀门损坏等意外事故,样品溶解时通风不良;有机溶剂萃取、蒸馏等操作中发生意外。预防中毒的措施主要是:

- (1)改进实验设备与实验方法,尽量采用低毒品代替高毒品。
- (2)有符合要求的通风设施将有害气体排除。
- (3)消除二次污染源,即减少有毒蒸气的逸出及有毒物质的撒落、泼溅。
- (4)选用必要的个人防护用具如眼镜、防护油膏、防毒面具、防护服装等。

1.2.4 有毒化学物质的处理

实验室需要排放的废水、废气、废渣称为实验室“三废”。由于各类化验室测定项目不同,产生的三废中所含化学物质的毒性不同,数量也有很大的差别。为了保证化验人员的健康及防止环境污染,化验室三废的排放也应遵守我国环境保护法的有关规定。

1.2.4.1 汞蒸气及其他废气

长期吸入汞蒸气会造成慢性中毒,为了减少汞液面的蒸发,可在汞液面上覆盖化学液体。甘油效果最好,5% $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 溶液次之,水效果最差。

对于溅落的汞,应尽量拣拾起来,颗粒直径大于 1 mm 的汞可用以吸气球或真空泵抽吸的

拣汞器拣起来,拣过汞的地点可以洒上多硫化钙、硫黄或漂白粉,或喷洒药品使汞生成不挥发的难溶盐,干后扫除。药品为:

(1)20%三氯化铁溶液。

(2)1%碘-1.5%碘化钾溶液,每平方米使用300~500 mL。

对吸附在墙壁、地板及设备表面上的汞可以用加热熏碘法除去,按每平方米0.5 g碘,加热熏蒸,或按每10 m²用0.02 m²蒸发面积的碘片,下班前关闭门窗,任其自然升华,次日移去。

以上除汞方法中,三氯化铁及碘蒸气对金属有腐蚀作用,采用这两种方法时要注意对室内精密仪器的保护。

另外,也可用紫外灯除汞,紫外辐射激发产生的臭氧可使分散在物体表面和缝隙中的汞氧化为不溶性的氧化汞。紫外灯(市售品常为30 W,220 V)的安装方法与一般荧光灯相同。高度2.5~3.0 m,0.5~0.8 W/m³。可以利用无人的非工作时间辐照。

化验室的少量废气一般可由通风装置直接排至室外,排气管必须高于附近屋顶3 m,毒性大的气体可参考《工业废气处理办法》用吸附、吸收、氧化、分解等方法处理后排放。

1.2.4.2 废液

我国国家标准《污水综合排放标准》(GB 8978—96)中对能在环境或动植物体内蓄积、对人体产生长远影响的污染物称第一类污染物,其他的称为第二类污染物,它们的允许排放浓度作了严格的规定,见表1-5、表1-6。

表1-5 第一类污染物的最高允许排放浓度

污染物	最高允许排放浓度 (mg/L)	污染物	最高允许排放浓度 (mg/L)
1. 总汞	0.05(烧碱行业采用0.005 mg/L)	6. 总砷	0.5
2. 烷基汞	不得检出	7. 总铅	1.0
3. 总镉	0.1	8. 总镍	1.0
4. 总铬	1.5	9. 苯并[a]芘	0.000 03(试行标准,二、三级)
5. 六价铬	0.5		

实验室废液可以分别收集进行处理,下面介绍几种处理方法:

(1)无机酸类:将废酸慢慢倒入过量的含碳酸钠或氢氧化钙的水溶液中或用废碱互相中和,中和后用大量水冲洗。

(2)氢氧化钠、氨水:用6 mol/L盐酸水溶液中和,用大量水冲洗。

(3)含汞、砷、锑、铋等离子的废液:控制酸度0.3 mol/L[H⁺],使其生成硫化物沉淀。

(4)含氰废液:加入氢氧化钠使pH值在10以上,加入过量的高锰酸钾(3%)溶液,使CN⁻氧化分解。如CN⁻含量高,可加入过量的次氯酸钙和氢氧化钠溶液。

(5)含氟废液:加入石灰使生成氟化钙沉淀。

(6)可燃性有机物:用焚烧法处理。焚烧炉的设计要确保安全、保证充分燃烧,如有有毒气体产生,应设洗涤器。不易燃烧的可先用废易燃溶剂稀释。

1.2.4.3 废渣

废弃的有害固体药品严禁倒在生活垃圾处,必须经处理解毒后丢弃。处理方法可参阅有关文献。

表 1-6 第二类污染物的最高允许排放浓度

序号	有害物质或名称	最高允许排放浓度
1	pH	6~9
2	悬浮物(水力排灰、洗煤水、水力冲渣)	500 mg/L
3	生物需氧量(5天,20℃)	60 mg/L
4	化学耗氧量(重铬酸钾法)	100 mg/L
5	硫化物	1 mg/L
6	挥发性酚	0.5 mg/L
7	氰化物(以游离氰根计)	0.5 mg/L
8	有机磷	0.5 mg/L
9	石油类	10 mg/L
10	铜及化合物	1 mg/L
11	锌及化合物	5 mg/L
12	氟及无机化合物	10 mg/L
13	硝基苯类	5 mg/L
14	苯胺类	3 mg/L

1.2.5 气瓶的安全使用

1.2.5.1 气瓶内装气体的分类

(1)压缩气体:临界温度低于 -10°C 的气体,经加高压压缩,仍处于气态者称压缩气体,如氧、氮、氢、空气、氩、氦等。这类气体钢瓶若设计压力大于或等于 12 MPa (125 kg/cm^2)称高压气瓶。

(2)液化气体:临界温度 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的气体,经加高压压缩,转为液态并与其蒸气处于平衡状态者称为液化气体。临界温度在 $-10\sim 70^{\circ}\text{C}$ 者称高压液化气体,如二氧化碳、氧化亚氮。临界温度高于 70°C ,且在 60°C 时饱和蒸气压大于 0.1 MPa 者称低压液化气体,如氨、氯、硫化氢等。

(3)溶解气体:单纯加高压压缩,可产生分解、爆炸等危险性的气体,必须在加高压的同时,将其溶解于适当溶剂,并由多孔性固体物充盛。在 15°C 以下压力达 0.2 MPa 以上,称为溶解气体(或称气体溶液),如乙炔。

从气体的性质分类可分为剧毒气体,如氟、氯等;易燃气体,如氢、一氧化碳等;助燃气体,如氧、氧化亚氮等;不燃气体,如氮、二氧化碳等。

1.2.5.2 气瓶的存放及安全使用

(1)气瓶必须存入在阴凉、干燥、严禁明火、远离热源的房间,并且要严禁明火,防暴晒。