

化学分析实验室废弃物处置指南

(报批稿)

目 次

前 言	II
引 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 化学分析实验室废弃物管理体系	2
5 管理要求	3
附录 A（资料性附录） 化学分析实验室废液中间处理方法实例	6

前 言

本标准 of 实验室质量管理和技术运作类标准。建议实验室将该标准与下列实验室质量管理和技术运作系列标准结合起来使用。

组织实验室间比对指南

实验室通风柜使用指南

实验室安全管理指南

实验室人力资源管理指南

实验室设施和环境条件监测指南

实验室服务和供应品采购管理指南

实验室检测仪器设备维护保养指南

实验室检测仪器设备和标准物质期间核查指南

实验室样品记录及检测记录管理指南

化学分析实验室测量不确定度运用指南

化学分析实验室标准物质及标准溶液管理指南

化学分析实验室安全标志使用指南

化学分析实验室有效数字运用指南

本标准附录A为资料性附录。

本标准按照GB/T 1.1-2009 给出的规则进行起草。

本标准由四川省产品质量监督检验检疫院提出并归口。

本标准由四川省质量技术监督局批准。

本标准由四川省产品质量监督检验检疫院负责解释

本标准起草单位：四川省产品质量监督检验检疫院，四川省食品药品检验检测院，成都产品质量检验研究院有限责任公司

本标准主要起草人：郑卫东，黄瑛，成桂红，胡丹，黄泽伟，李澍才，王颖

引 言

本标准针对化学分析实验室，提出废弃物处置指南，以满足这类实验室对安全及环保的要求。

必须提醒使用本标准的化学分析实验室注意，由于实验室存在较多的差异，本标准不可能穷尽实验室所有废弃物处理的情况。如果遇到这种情况，实验室可借鉴本标准的思路，加以完善。

另外，本标准可作为其他类型实验室处理废弃物的借鉴。

本标准主要由范围、术语及定义、化学分析实验室废弃物管理体系、管理要求和附录A构成。

化学分析实验室废弃物处置指南

1 范围

本标准提出了化学分析实验室（以下简称“实验室”）废弃物处置指南。

本标准适用于实验室废弃物的处置及管理。

本标准的内容不适用于其他类型实验室，但这些实验室可参考本标准的内容。

本标准部分章条的内容可能不适用于某些化学分析实验室的特殊情况，也可能针对一个具体的实验室，本标准的内容不够详细。化学分析实验室在使用本标准时，应充分注意这些问题。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 27025 检测和校准实验室能力的通用要求

DB51/T 2151 实验室安全管理指南

3 术语和定义

下列术语及定义适用于本标准。

3.1

废弃物 waste

在生产建设、日常生活和其他社会活动中产生的，在一定时间和空间范围内基本或者完全失去使用价值的排放物。

3.2

实验室废弃物 waste in laboratory

实验室产生的废弃物。

3.3

有害废弃物 hazardous waste

在生产建设、日常生活和其他社会活动中产生的，具有毒性、危险性，其浓度或数量足以影响人体健康或污染环境的废弃物。

3.4

一般废弃物 general waste

在生产建设、日常生活和其他社会活动中产生的有害废弃物以外的废弃物。

3.5

废弃危险化学品 abandoned dangerous chemicals

未经使用而被抛弃或者放弃的危险化学品，淘汰、伪劣、过期、失效的危险化学品，由公安、海关、质检、工商、农业、安全监管、环保等主管部门在行政管理活动中依法收缴的危险化学品以及接收的公

众上交的危险化学品。

注：参见《废弃危险化学品污染环境防治办法》（2005年8月30日发布）第二条。

3.6

废弃物收集 waste removal

对废弃物的收集、运输操作。

3.7

废弃物中间处理 waste intermediate disposal

废弃物在最终处置或再利用前，以物理、化学、生物、热处理或其他处理方法，改变其物理、化学、生物特性或成分，使之分离、减积、去毒、固化或稳定的操作。

3.8

废弃物最终处置 waste final disposal

对废弃物进行卫生掩埋、封闭掩埋、安定掩埋或海洋弃置等操作。

3.9

废弃物再利用 waste recycling

废弃物贩卖、转让或委托做为原料、材料、燃料、填土或作为其他经国家法律法规认定用途的操作。

3.10

废弃物贮存 waster storage

对废弃物于清除、处理前，放置于特定地点或贮存容器、设施内的行为。

3.11

相容性 consistency

废弃物与容器、材料接触，或两种及其以上废弃物混合，不产生过热或激烈反应，或不产生火灾、爆炸，或不产生可燃性流体、有害流体，或不造成容器材料劣化、降低污染防治效果。

4 化学分析实验室废弃物管理体系

4.1 组织机构和职责

4.1.1 实验室应按照 DB51/T 2151 中 5.1 的要求，将废弃物的处置管理纳入安全管理职责范围内。

4.1.2 机构负责安全管理的部门应承担以下废弃物处理与管理职责：

- a) 建立和实施废弃物处理与管理制度；
- b) 负责实验室人员安全处置废弃物、人身防护、紧急事故处理等培训工作；
- c) 进行实验室废弃物安全评估；
- d) 负责与外界废弃物处理机构联络，协助废弃物转运和最终处置；
- e) 检查实验室废弃物处理情况，监督并验证废弃物处理中采取的纠正措施和预防措施的实施情况。

4.2 文件化体系

实验室在废弃物处理方面，至少应有下列文件化程序：

- a) 废弃物分类程序；
- b) 实验室废弃物安全评估程序；
- c) 各类废弃物处理作业程序；
- d) 废弃物分类存放、标识、转运程序；
- e) 废弃物处理人员培训程序；

f) 废弃物处理的外部机构选择与处置协助程序。

5 管理要求

5.1 实验室废弃物安全评估

5.1.1 实验室应对废弃物进行详细的分类,按下列程序进行安全评估:

- a) 识别不能混合存放的废弃物种类,废弃物存放中可能存在的危害;
- b) 确认可能受到的伤害(其中最重要的是人员受到的伤害),以及受到伤害的表现;
- c) 对潜在危害进行评价并提出防护措施;
- d) 备案并形成文件。

5.1.2 应由实验室安全管理机构组织相关人员进行上述评估,必要时邀请外部专家参与;

5.1.3 针对某一个危害因子,如果有成果可利用,则可简化评估程序。

5.2 实验室废弃物分类

5.2.1 放射性废弃物,废弃物为放射性原料、燃料,能产生放射性变化而释放游离辐射物质,以及含上述物质的工具、器具,包括非密封放射性物质及密封放射性物质。

5.2.2 感染性废弃物,实验过程中,所使用或产生的废动物尸体、病理学废弃物、血液废弃物、具感染性尖锐器具废弃物、废弃的感染性培养物、菌株及相关生物制品及其他具有感染性的实验室废弃物。

5.2.3 实验室废液,实验过程所产生的、含有《国家危险废物名录》(2008年8月1日起施行)认定的危险废物废液,以及实验室认为有危害安全与健康的废液,但不包括放射性及感染性废液。实验室废液可分为有机类废液和无机类废液。

a) 有机废液类,有机类废液大致包含以下3类:

- 油脂类**,实验室所产生的废弃油(脂),例如:汽油、煤油、松节油、油漆、重油、杂酚油、绝缘油(脂)(不含多氯联苯)、润滑油、切削油、冷却油及动植物油(脂)等。
- 含卤素有机溶剂类**,含有脂肪族卤素类化合物废弃溶剂,如氯仿、二氯甲烷、氯代甲烷、四氯化碳、甲基碘等;或含芳香族卤素类化合物,如氯苯、苯甲氯等。
- 不含卤素有机溶剂类**,不含脂肪族卤素类化合物或芳香族卤素类化合物的废弃溶剂。

b) 无机废液类,无机类废液大致包含以下7类:

- 含重金属废液**,含有任一类或几类重金属如铁、钴、铜、锰、镉、铅、镓、铬、钛、锆、锡、铝、镁、镍、锌、银等的废液;
- 含氰废液**,含有游离氰(需保存在 pH 10.5 以上)或含有氰化合物的废液;
- 含汞废液**,含有汞的废液。
- 含氟废液**,含有氟酸或氟化合物的废液;
- 酸性废液**,含有酸类的废液;
- 碱性废液**,含有碱类的废液。
- 含六价铬废液**,含有六价铬化合物的废液。

5.2.4 空化学药瓶,购买化学药品时原盛装化学药品的玻璃或塑料容器。

5.2.5 废弃尖锐物品,实验室产生的碎玻璃、针头等尖锐废弃物。

5.2.6 废弃样品,实验室检验后报废的样品。

5.3 实验室废液中间处理和储存

5.3.1 应按照 4.1.3 的分类,收集实验室废液,将同一类且混合后有兼容性的废液储存于贮存桶内。

5.3.2 一般溶剂类与含卤素溶剂类，应使用铁皮桶或不锈钢桶贮存，其他实验室废液则用 PE 塑料桶贮存。储存桶应有足够的容积。

5.3.3 两种废液混合时，应考虑下列不兼容性，不兼容的废液应分别收集并分开贮存：

- a) 产生大量热；
- b) 激烈反应；
- c) 发生燃烧；
- d) 产生毒气；
- e) 产生爆炸物。

5.3.4 分类收集后的实验室废液，如需移至暂存区贮存，亦需考虑兼容性，按下列原则进行单独储存或分开储存：

- a) 遇水发生反应的应需单独贮存；
- b) 遇空气发生反应的应单独密封贮存；
- c) 氧化剂类需单独贮存；
- d) 氧化剂与还原剂需分开贮存。
- e) 酸液与碱液需分开贮存。
- f) 氰系类与酸液需分开贮存。
- g) 含硫类与酸液需分开贮存。
- h) 碳氢类溶剂与卤素类溶剂需分开贮存。

5.3.5 对于危险废液，应按废弃物安全评估的结果及要求，分类混合和储存，避免危险废液任意混合。

下列（但不限于）废液混合后会产生剧毒物质或爆炸：

- a) 氰类与酸混合会产生剧毒的氰酸；
- b) 锌(Zn)放入酸液中会产生易爆性的氢气(H₂)；
- c) 叠氮化钠(NaN₃)与铅或铜混合会产生爆炸；
- d) 漂白水与酸混合会产生剧毒性氯气或偏次氯酸；
- e) 硫化物与酸混合会产生剧毒性硫氢酸；
- f) 胺类与漂白水、硝酸银与酒精、次氯酸钙与酒精、碱性丙酮溶液与氯仿、硝酸与醋酸酐、氧化银/氨水/酒精混合会产生爆炸；

5.3.6 应按废弃物安全评估的结果，充分了解处理方法，切勿尝试处理，以避免发生意外；

5.3.7 处理、储存、转运废弃物的过程中，应做好个人防护，避免接触有害物质；

5.3.8 其他一些极容易产生过氧化物的废液(如：异丙醚)，极易因热、摩擦、冲击而引起爆炸，此类废液处理前应将其产生的过氧化物先行消除；

5.3.9 如果实验室废液浓度高，处理时可能发生大量放热反应，应把握下列原则：

- a) 一次处理少量废液，以防止大量热产生；
- b) 缓慢倒入处理剂，以防止激烈反应；
- c) 充分搅拌，以防止局部反应；
- d) 必要时于水溶性废液中加水稀释，以缓和反应速率以及降低温度上升的速率。

5.4 实验室废气的处理

5.4.1 少量有毒气体可通过通风橱或通风管道排出室外经空气稀释排出；

5.4.2 大量的有毒气体必须通过与氧充分燃烧或吸收处理后才能排放，如 NO₂、SO₂、Cl₂、H₂S、HF 等可用导管通入碱液中使其大部分吸收后排出；

5.4.3 在反应、加热、蒸馏中，不能冷凝的气体排入通风橱之前要进行吸收或其他处理，以免污染；

5.4.4 测定汞的废气应通到酸性高锰酸钾吸收液内，以防止污染。

5.5 废弃药品和试剂

- 5.5.1 按照分类标准，将带有原包装的废弃试剂药品放置于塑胶桶中存放；
- 5.5.2 试剂药品的原包装需有瓶盖，不可溢漏；
- 5.5.3 桶内需有缓冲材料，以防止运输时碰撞破裂。

5.6 空化学药瓶及尖锐废弃物

- 5.6.1 实验室空化学药瓶是指盛装化学药品玻璃、塑料容器，尖锐废弃物是指坏了的玻璃、塑料器皿、量具等；
- 5.6.2 对于盛装化学药品的玻璃、塑料容器，应清洗并确保无害后分类统一存放，尖锐废弃物应用不会被扎破的袋子盛装；
- 5.6.3 此类废弃物应被有效清洗，并能妥善处理所产生的废水或废液者，可按一般废弃物处理。

5.7 实验室废弃物标签

- 5.7.1 实验室应在废弃物或废液贮存容器上加贴标签，标签上需注明下列内容：
 - a) 危害性标志；
 - b) 废弃物名称及成份含量；
 - c) 危险废弃物分类号；
 - d) 数量；
 - e) 废弃物产生单位；
 - f) 联系人及电话号码；
 - g) 废弃日期。
- 5.7.2 实验室废弃药品试剂，除了在储存容器上贴有上述内容标签外，还应保持原包装标签的完整牢固。

5.8 实验室废弃样品

- 5.8.1 实验室应对本组织的废弃样品进行评估，识别一般废弃样品和危险废弃样品；
- 5.8.2 属于一般废弃物的样品按一般废弃物处理，属于危险废弃物的样品，应按本标准的要求进行处理。

5.9 实验室危险废弃物转运

- 5.9.1 实验室应将危险废弃物交由有资质的机构做最终处置，并选择符合相关法律法规要求的废弃物处理机构转运废弃物；
- 5.9.2 按《危险废物转移联单管理办法》的要求填写并保管危险废物联单。

附 录 A
(资料性附录)
化学分析实验室废液中间处理方法实例

A.1 污染物排放要求

实验室的废弃污染物排放应符合国家相关法律法规的要求。表A.1是部分污染物排放要求，供实验室参考使用。

表A.1 部分污染物的最高允许排放浓度表

污染物	总汞	烷基汞	总镉	总铬	六价铬	总砷	总铅	挥发酚	氰化物	总镍
允许排放浓度 (mg/L)	0.05	不得检出	0.01	1.50	0.50	0.50	1.00	0.50	0.50	1.00

注：上表所列内容可能不全面。实验室如涉及上表所列范围以外的污染物排放，可查阅相关法规要求。

表A.2 必须加以处理的废液最低浓度及处理方法

分类	/	名称	排放浓度 (mg/L)	处理方法
无机类 废液	有害 物质	Hg(包括有机Hg)	0.005	硫化物共沉淀法，吸附法。
		Cd	0.1	氢氧化物沉淀法、硫化物沉淀法、吸附法。
		Cr(VI)	0.5	还原、中和法，吸附法。
		As	0.5	氢氧化物共沉淀法。
		CN	1	氯碱法、电解氧化法、臭氧氧化法、普鲁士兰法。
		Pb	1	氢氧化物共沉淀法、硫化物沉淀法、碳酸盐沉淀法、吸附法。
	污染 物质	Ni	1	氢氧化物沉淀法、硫化物共沉淀法、碳酸盐法、吸附法。
		Co	1	
		Ag	1	
		Sn	1	
		Cr(III)	2	
		Cu	3	
		Zn	5	
		Fe	10	
		Mn	10	
		其它(Sr、W、V、Mo、Bi、Sb等)	1	
		B	2	吸附法。
		F	15	吸附法、沉淀法
		氧化剂、还原剂	1%	氧化、还原法。
酸、碱类物质		若不含其他有害物质时，中合稀释后，即可排放。		
有关照相的废液		只排放洗净液。		

表 A.2 续 必须加以处理的废液最低浓度及处理方法

分类	/	名称	排放浓度 (mg/L)	处理方法
有机类废液	有害物质	多氯联苯	0.003	碱分解法、焚烧法。
		有机磷化合物(农药)	1	碱分解法、焚烧法。
	污染物质	酚类物质	5	焚烧法、溶剂萃取法、吸附法、氧化分解法、水解法、生物化学处理法。
		石油类物质	5	
		油脂类物质	30	
		一般有机溶剂(由C、H、O元素组成的物质)	100	
		除上述项目以外的有机溶剂(含S、N、卤素等成份的物质)	100	
		含有重金属的溶剂	100	
		其它难于分解的有机物质	100	
<p>注1: 上表所列的浓度为金属或所标明的化合物的浓度。</p> <p>注2: 虽然是有机类废液, 但也含有列于无机类废液物质, 如果无机物质的浓度超过列于无机类该项浓度时, 该废液应另行收集。</p> <p>注3: 有机类废液的浓度系指含水废液的浓度。</p>				

A.2 处理时一般应注意的事项

A.2.1 在处理过程中, 随着废液的组成变化, 往往会伴随发生有毒气体以及发热、爆炸等危险。因此, 处理前必须充分了解废液的性质, 然后分别加入少量所需添加的药品。在操作时必须注意观察。

A.2.2 含有络离子、螯合物之类物质的废液, 只加入一种消除药品有时不能把它处理完全。因此, 要采取适当的措施, 注意防止一部份还未处理的有害物质直接排放出去。

A.2.3 为了解氰基而加入次氯酸钠, 以致产生游离氯, 以及由于用硫化物沉淀法处理废液而生成水溶性的硫化物等情况, 其处理后的废水往往有害。因此, 必须对这类处理再做处理。

A.2.4 沾附有有害物质的滤纸、包药纸、棉纸、废活性炭及塑料容器等东西, 不要丢入垃圾箱内。要分类收集, 进行焚烧或采用其它适当的处理, 然后保管好残渣。

A.2.5 处理废液时, 为了节约处理所用的药品, 可将废铬酸混合液用于分解有机物, 以及将废酸、废碱互相中和, 同时要积极考虑废液的利用。

A.2.6 尽量利用无害或易于处理的代用品, 代替铬酸混合液或类似会排出有害废液的药品。

A.2.7 对甲醇、乙醇、丙酮及苯这类用量较大的溶剂, 原则上应回收再利用, 将其残渣进行处理。

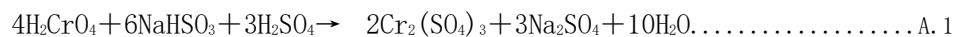
A.3 无机类实验废液的处理方法

A.3.1 含六价铬的废液

A.3.1.1 注意事项, 戴防护眼镜、橡皮手套, 在通风橱内进行操作; 把Cr(VI)还原成Cr(III)后, 也可以将其与其它的重金属废液一起处理; 铬酸混合液为强酸性物质, 故应稀释到约1%的浓度之后才进行还原。并且, 待全部溶液被还原变成绿色时, 查明确实不含六价铬后, 才按A.3.1.3d) 进行处理。

A.3.1.2 处理方法 [还原、中和法 (亚硫酸氢钠法)]

Cr (VI) 不管在酸性还是碱性条件下, 总以稳定的铬酸根离子状态存在。因此, 可按照下式将Cr (VI) 还原成Cr (III) 后进行中和, 使之生成难溶性的Cr (OH)₃沉淀而除去。



对于A. 1式的还原反应, 应控制pH3以下, 确保反应在短时间内完成; 对于A. 2 式的中和反应, 应控制pH值在7.5~8.5范围内, 使Cr (VI) 生成Cr (OH)₃再溶解。

A.3.1.3 操作步骤

- 于废液中加入 H₂SO₄, 充分搅拌调整溶液 pH 值在 3 以下, 用 pH 试纸或 pH 计检测溶液的酸度。如果铬酸混合废液的 pH 值已经在 3 以下, 则不必调整 pH 值。
- 分次少量加入 NaHSO₃ 结晶, 边加入边搅拌, 直至溶液由黄色变成绿色为止。
- 如果废液中除 Cr 以外, 还含有其它金属时, 应先将 Cr (VI) 转化后, 再处理其他重金属。
- 向含 Cr 废液中加入浓度为 5% 的 NaOH 溶液, 调节 pH 值至 7.5~8.5。
- 放置一夜后, 将沉淀滤出并妥善保存; 如果此时滤液仍为黄色, 则还需再次进行还原。
- 对滤液进行全铬检测, 确认滤液不含铬后排放。

A.3.1.4 Cr (VI) 的分析

可采用二苯基碳酰二肼试纸定性分析, 定量分析可采用二苯基碳酰二肼分光光度法、原子吸收光谱法、ICP-AES 等方法。但应注意, 应使用高锰酸钾氧化Cr (III) 使之变成Cr (VI) 然后进行分析。

A.3.1.5 可用的氧化还原剂

用作还原Cr (VI) 的还原剂有表A.3所列的物质, 作为中和剂也可以用CaOH₂, 不过其泥浆沉淀物较多。

表A.3 可用作还原铬化合物的还原剂

还原剂	还原 1 克 CrO ₃ 理论上需要的药品数量 (克)	
	还原剂	H ₂ SO ₄
Fe ₂	0.56	2.94
FeSO ₄ · 7H ₂ O	8.43	2.94
Na ₂ HSO ₃	1.89	1.47
NaHSO ₃	1.56	0.74
SO ₂	0.96	--

A.3.1.6 其他处理方法

除上述处理方法外, 还可用强碱性阴离子交换树脂吸附Cr (VI) 的方法。此法即使废液含铬浓度较低也很有效。

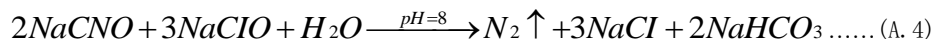
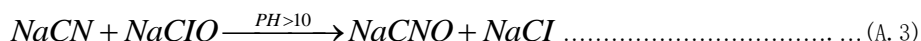
A.3.2 含氰化物的废液

A.3.2.1 注意事项

- 因有放出毒性气体的危险, 故处理时要慎重, 应在通风橱内操作;
- 废液要制成碱性溶液后放置, 切记不能制成酸性溶液放置;
- 对难于分解的氰化物, 如 Zn、Cu、Cd、Ni、Co、Fe 等的氰的络合物, 以及有机氰化物的废液必须另行收集处理;
- 对含有重金属的氰化物废液, 在分解氰基后必须处理相应的重金属。

A.3.2.2 处理方法—氯碱法原理

用含氮氧化剂将氰基分解为 N_2 和 CO_2 。反应按如下两个阶段进行：



注：A. 3式的反应须在pH值大于10的条件下进行，若pH值在10以下加入氧化剂则会产生刺激性很大的有害气体 $CNCl$ ；A. 4式的反应，若pH值过高，反应时间过长，故pH应在8左右为好。

A. 3. 2. 3 操作步骤

- 于废液中加入 $NaOH$ 溶液，调整pH至10以上，加入约10%的 $NaClO$ 溶液，搅拌约20分钟，再加入 $NaClO$ 溶液，搅拌后放置数小时，使用氧化还原光电计检测其反应终点；
- 加入(5-10)%的 H_2SO_4 或盐酸，调节pH至7.5~8.5，放置一昼夜；
- 加入 Na_2SO_3 溶液还原剩余的氯(稍微过量时，可用空气氧化。每升含1g Na_2SO_3 的溶液1mL，相当于0.55mgCl)；
- 查明废液确实没有 CN 离子后才可排放；
- 废液含有重金属时再将其作含重金属的废液加以处理。

A. 3. 2. 4 废液处理后残余CN的分析

- 定性分析采用氰离子试纸；
- 定量分析则蒸出全部氰后，用硫氰酸汞法进行。

A. 3. 2. 5 其他处理方法

- 电解氧化法，对含氰化物2克/升以上的高浓度废液较为有效，而处理含有Co、Ni、Fe络合物的废液，则较困难；
- 普鲁士蓝法，是以生成铁氰化物的形式使之沉淀的方法，此法处理含有大量重金属的废液，较为有利，但要彻底处理，则较为困难；
- 臭氧氧化法，用Cu、Mn离子加快反应，在pH为11~12下进行反应；
- 其它可用作氰化物氧化剂的，有表A. 4所列的物质。

表A. 4 能做氧化氰化物的氧化剂

氧化剂	理论上分解1克CN需要的药品数量(克)	
	氧化到 $NaOCl$ (反应1)	氧化到 CO_2 、 N_2 (反应2)
Cl_2	2.73	6.83
$HOCl$	2.00	5.00
$NaOCl$	2.85	7.15
$Ca(OCl)_2$	2.75	6.90

- 对Fe、Ni、Co等的含氰络合物，用上述方法难以分解。因而必须采用下述方法进行处理：
 - 于废液中加入 $NaOH$ 溶液，调整pH至10以上，接着加入 $NaClO$ 溶液，加热2小时左右，冷却后过滤沉淀。
 - 在废液中加入 H_2SO_4 ，调整pH至3以下，加热约2小时，冷却后过滤沉淀。
 - 用阴离子交换树脂吸附。
- 对于有机氰化物，分别施行上述无机类废液的处理后，作为有机类废液处理。对难溶于水的有机氰化物，用氢氧化钾酒精溶液使之转变成氰酸盐，然后才进行处理。

A. 3. 3 含镉及铅的废液

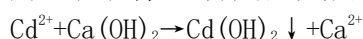
A.3.3.1 注意事项

- 废液中含两种以上重金属时，其处理的最适宜 pH 值各不相同，因而应引起重视；
- 含大量有机物或氰化物以及含有络离子的废液，必须预先将其分解除去（参照含有重金属的有机类废液的处理方法）。

A.3.3.2 镉的处理方法—氢氧化物沉淀法

A.3.3.2.1 原理

用Ca(OH)₂将Cd²⁺转化成难溶于水的Cd(OH)₂而分离，反应式如下：



当pH值在11附近时Cd(OH)₂的溶解度最小，应调节pH值至11。但是若有金属离子共沉淀时，那么即使pH值较低也会产生沉淀。

A.3.3.2.2 操作步骤

- 在废液中加入 Ca(OH)₂，调节 pH 至 10.6~11.2，充分搅拌后即放置；
- 先过滤上层澄清液，然后才过滤沉淀保管好沉淀物；
- 检查滤液，确认不存在 Cd²⁺离子时，加入稀酸中和至 pH7 后即可排放。

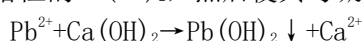
A.3.3.2.3 废液处理后残余Cd²⁺的分析

- 定性分析用镉试剂试纸法进行检测；
- 定量分析则用二苯基硫巴腓即双硫腓分光光度法。

A.3.3.3 铅的处理方法—氢氧化物共沉淀法

A.3.3.3.1 原理

A.3.3.3.2 用Ca(OH)₂将Pb²⁺转变成难溶性的Pb(OH)₂，然后使其与凝聚剂共沉淀而分离。反应式如下：



注：加入凝聚剂后，应将pH值降到7~8，使之产生Pb(OH)₂共沉淀。但如果pH值在11以上则生成HPbO₂⁻，从而使沉淀再溶解。

A.3.3.3.3 操作步骤

- 在废液中加入 Ca(OH)₂，调整 pH 值至 11；
- 加入 Al₂(SO₄)₃凝聚剂，用 H₂SO₄慢慢调节 pH 值，使其降到 7~8；
- 放置溶液，充分澄清后过滤，检查滤液不含 Pb²⁺后即可排放。

A.3.3.3.4 废液处理后残余Pb²⁺的分析

使用二苯基硫巴腓即双硫腓吸光光度法或原子吸收光谱分析法进行定量分析。

A.3.3.3.5 其他处理方法

- 硫化物沉淀法，使用此法生成的硫化物溶解度较小，但形成胶体微粒而难于分离；
- 碳酸盐沉淀法，生成的沉淀微粒细小，分离困难；
- 吸附法，使用强酸性阳离子交换树脂几乎能完全除去此两种金属离子。

A.3.4 含砷废液

A.3.4.1 注意事项

- As₂O₃是剧毒物质，其致命剂量为 0.1 g，因此处理时必须十分谨慎；
- 废液中含有有机砷化合物时，应先将其氧化分解后进行处理（参照含重金属有机类废液的处理方法）。

A.3.4.2 处理方法—氢氧化物共沉淀法

A.3.4.2.1 原理

用中和法处理不能使 As 沉淀。通常使它与Ca、Mg、Ba、Fe、Al等的氢氧化物共沉淀而分离除去。用Fe(OH)₃时，其最适宜的操作条件是：铁砷比（Fe/As）为30~50，pH为7~10。

A.3.4.2.2 操作步骤

- 废液中含砷量大时加入 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液, 调节 pH 至 9.5 附近, 充分搅拌先沉淀分离一部份砷;
- 在上述滤液中加入 FeCl_3 , 使其铁砷比达到 30~50, 用碱调整 pH 至 7~10 之间, 并进行搅拌;
- 上述溶液放置一夜后过滤, 保管好沉淀物, 检查滤液不含 As 后, 加以中和即可排放。此法可使砷的浓度降到 0.05 mg/L 以下。

A.3.4.2.3 分析方法

使用铁共沉淀浓缩溶剂萃取钼蓝法, 或铁共沉淀浓缩分离砷化氢二乙基氨基磺酸银法进行定量分析。

A.3.4.3 其他处理方法

- 硫化物沉淀法, 用盐酸酸化, 然后用 H_2S 或 NaHS 等试剂使之沉淀;
- 吸附法, 用活性炭、活性矾土作吸附剂。

A.3.5 含汞废液

A.3.5.1 注意事项

- 废液毒性大, 且经微生物等的作用后会变成毒性更大的有机汞, 因此处理时必须做到充分安全;
- 含烷基汞的有机汞废液, 应先分解转变为无机汞, 然后再进行处理(参照有机汞的处理方法);
- 处理后的废液不能含有金属汞。

A.3.5.2 处理方法1—硫化物共沉淀法

A.3.5.2.1 原理

使用 Na_2S 或 NaHS 将 Hg^{2+} 转变为难溶于水的 HgS , 加入 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 使其与 HgS 共沉淀, 从而分离除去 Hg^{2+} 。注意: 如果使 pH 值在 10 以上进行反应, HgS 即变成胶体状态, 此时即使用滤纸过滤也难以把它彻底清除, 如果添加的 Na_2S 过量, 则生成 $[\text{HgS}_2]^{2-}$ 而使沉淀容易发生溶解。

A.3.5.2.2 操作步骤

- 于废液中加入浓度为 10 mg/L 的 FeSO_4 溶液, 再加入与 Hg^{2+} 浓度摩尔比为 1:1 的 $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 。充分搅拌并使废液的 pH 值保持在 6~8 范围内;
- 上述溶液经放置后过滤沉淀, 妥善保管好滤渣。用此法处理后, 可使 Hg 浓度降到 0.05 mg/L 以下;
- 再用活性炭吸附法或离子交换树脂等方法进一步处理滤液;
- 检验处理后的废液, 确认不含 Hg 后方可排放。

A.3.5.2.3 处理方法2—活性炭吸附法

- 稀释废液使 Hg 浓度在 1 mg/L 以下;
- 加入 NaCl , 调整 pH 值至 6 附近;
- 加入过量的活性炭, 搅拌约 2 小时然后过滤保管好滤渣, 此法也可以直接除去有机汞。

A.3.5.2.4 处理方法3—离子交换树脂法

于含汞废液中加入 NaCl 使之生成 $[\text{HgCl}_4]^{2-}$ 络离子, 其后用被阴离子交换树脂所吸附。使用此法, 由于汞的形态不同有时效果不够理想, 并且当有有机溶剂存在时此法也不适用。

A.3.5.2.5 分析方法

全汞的定量分析用高锰酸钾分解二苯基硫巴脲分光光度法, 或用原子吸收光谱法定性分析。

A.3.5.3 备注

- 因为汞容易形成络离子, 故处理时必须考虑汞的存在形态;
- 若用 $\text{NaHS} + \text{ZnCl}_2$ 代替 $\text{Na}_2\text{S} + \text{FeSO}_4$ 处理废液, 可将汞清除到极微量的程度。例如, 1 L Hg 浓度为 10 mg/L 的废液, pH 值在 10.3, 加入 32 mg NaHS 及 80 mg ZnCl_2 进行处理后, Hg 的浓度降至 0.003 mg/L。

A. 3. 6 含有机汞废液

A. 3. 6. 1 注意事项

含烷基汞的废液含有剧毒，处理时必须十分小心；

A. 3. 6. 2 处理方法—氧化分解法

本方法先将有机汞转变成无机汞然后再进行处理。

- 操作步骤，在 500 mL 废液（含汞 0.025 mg 以下）中，加入浓硝酸 60 mL 及 6% 的 KMnO_4 水溶液 20 mL，加热回流二小时。待 KMnO_4 溶液的颜色消失时，把温度降到 60℃ 以下，然后加入 2 mL KMnO_4 溶液，再加热溶液。
- 分析方法，定量分析烷基汞的方法有气相色谱法和薄层色谱分离二苯基硫巴脲分光光度法，全汞的定量分析方法与气相色谱法相同。
- 其他处理方法，此外，还可用 NaClO 和 NaOH 或 KMnO_4 和 H_2SO_4 进行氧化，以及用活性炭吸附等方法进行处理。

A. 3. 7 含重金属的废液

A. 3. 7. 1 注意事项

- 对于含大量有机物、络离子及螯合物的废液，应先将其分解，再参照含重金属的有机类废液的处理方法进行处理；
- 含 $\text{Cr}(\text{III})$ 、 CN 等物质时，也要预先处理；
- 废液中含有两种以上的重金属时，因其处理的最适宜的 pH 值各不相同必须加以注意。

A. 3. 7. 2 处理方法

这类废液，采用的方法是把重金属离子转变成难溶于水的氢氧化物或硫化物等的盐类，然后进行共沉淀而除去。

A. 3. 7. 2. 1 氢氧化物共沉淀法

- 在废液中加入 FeCl_3 或 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ，并加以充分搅拌；
- 将 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 制成石灰乳，加入上述废液中，调整 pH 至 9~11（如果 pH 值过高，沉淀会再溶解）；
- 溶液经放置后，过滤沉淀物。检查滤液，确认不含重金属离子后，再中和排放。
- 注意事项
 - 如果溶液中含有螯合物，往往不产生沉淀。本法只能除去少量的螯合物。
 - 按照本法处理，可使 Ca 、 Zn 、 Fe 、 Mn 、 Ni 、 $\text{Cr}(\text{III})$ 、 As 、 Sb 、 Al 、 Co 、 Ag 、 Sn 、 Bi 、及其它很多重金属生成氢氧化物沉淀而除去。
 - 共沉淀剂可以用 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 或 ZnCl_2 等。
 - 在强碱性下，两性金属的沉淀会发生溶解。故应注意其最适宜的 pH 值（两性金属沉淀溶解的 pH 值为： Al^{3+} : 8.5； Cr^{3+} : 9.2； Sn^{2+} : 10.6； Zn^{2+} : >11； Pb^{2+} : >11。但是，用共沉淀法处理时，由于产生沉淀的 pH 值范围相当宽，因而，在 pH 值为 9~11 的条件下，全都能完全沉淀）。
 - 中和剂用 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 为好。因 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 可防止两性金属的沉淀再溶解，且其沉降性能也较好。
 - 如果用碳酸钠作中和剂，还可使 Ca^{2+} 、 Sr^{2+} 、 Ba^{2+} 等离子生成难溶性的碳酸盐而除去（pH = 10~11）。

A. 3. 7. 2. 2 硫化物共沉淀法

- 用水稀释废液，使其中重金属的浓度在 1% 以下；
- 加入 Na_2S 或 NaHS 溶液并充分搅拌；
- 加入 NaOH 溶液调整 pH 值至 9.0~9.5

- d) 加入 FeCl_3 溶液，调节 pH 值至 8.0 以上，然后放置一夜；
- e) 用倾析法过滤沉淀，检查滤液，确认不含重金属；
- f) 再检查滤液有无 S^{2-} 离子。如果含有 S^{2-} 离子，用 H_2O_2 将其氧化中和后即可排放。
- g) 定性分析，用二苯基硫巴脲即双硫脲溶液检查有无产生颜色产生；定量分析，用二苯基硫巴脲吸光光度法或原子吸收光谱分析法；
- h) 除上述的处理方法外，还可使用碳酸盐法（含碳酸钠的碱灰浆），离子交换树脂法及活性炭吸附法等。

A. 3. 8 含重金属的有机类废液处理方法

本方法先将妨碍处理重金属的有机物质用氧化吸附等适当的方法处理，除去有机物，然后按无机类废液处理。

A. 3. 8. 1 焚烧法

将含大量有机溶剂废液及有机物的溶液，进行焚烧处理，保管好残渣。

A. 3. 8. 2 氧化分解法

参照含有机汞废液的处理方法。

A. 3. 8. 3 活性炭吸附法

调整 pH 值至 5 左右，加入活性炭粉末，经常加以搅拌，经 2~3 小时后进行过滤。本方法适用于处理稀溶液。

A. 3. 9 含钡废液处理方法

在废液中加入 Na_2SO_4 溶液，过滤生成的沉淀后即可排放。

A. 3. 10 含硼废液处理方法

把废液浓缩，或者用阴离子交换树脂吸附。对含有重金属的废液，按含重金属废液的处理方法进行处理。

A. 3. 11 含氟废液处理方法

于废液中加入消化石灰乳，至废液充分呈碱性为止，并加以充分搅拌，放置一夜后进行过滤。滤液作含碱废液处理。此法不能把氟含量降到 8 mg/L 以下。要进一步降低氟的浓度时，需用阴离子交换树脂进行处理。

A. 3. 12 含氧化剂还原剂的废液处理方法

A. 3. 12. 1 注意事项

- a) 原则上应将含氧化剂还原剂的废液分别收集，如果两种废液混合没有危险，也可混合收集；
- b) 废液中含铬酸盐时，可作为含 Cr(VI) 的废液处理；
- c) 含重金属物质时可作为含重金属的废液处理；
- d) 不含有害物质，其浓度在 1% 以下的废液，中和后即可排放。

A. 3. 12. 2 处理方法

- a) 如果确认含氧化剂和含还原剂的废液混合没有危险，即可边混合边搅拌，使之反应；
- b) 取出少量反应液调成酸性，用碘化钾淀粉试纸进行检验，按其后步骤处理；
- c) 当试纸变蓝，说明氧化剂过量，此时调整 pH 值至 3，加入 Na_2SO_3 （也可加入 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 或 FeSO_4 ）溶液至试纸不变颜色，充分搅拌后放置一夜；
- d) 若试纸不变色，说明还原剂过量，调整 pH 值至 3 加入 H_2O_2 ，使试纸刚刚变色为止，然后加入少量 Na_2SO_3 后放置一夜；
- e) 上述处理后，再用碱中和至 pH7，并使溶液含盐浓度在 5% 以下方可排放。

A. 3. 13 含酸碱盐类物质废液的处理方法

A. 3. 13. 1 注意事项

- a) 原则上将酸碱盐类废液分别收集, 如果没有妨碍, 可将其互相中和或用其处理其它的废液;
- b) 含重金属及含氟的废液, 应单独收集处理;

对含黄磷、磷化氢、卤氧化磷、卤化磷、硫化磷等的废液, 应在碱性条件下, 用 H_2O_2 将其氧化后, 作为磷酸盐废液处理。对缩聚磷酸盐废液, 用硫酸酸化, 然后将其煮沸 2~3 小时进行水解处理。

- c) 对含酸碱盐的稀溶液, 用大量水把它稀释到 1% 以下后即可排放。

A. 3. 13. 2 处理方法

- a) 确认可以混合的废液, 可分次少量将其中一种废液加入另一种废液中;
- b) 用 pH 试纸或 pH 计检验, 使混合废液的 pH 约等于 7;
- c) 用水稀释, 使溶液浓度降到 5% 以下即可排放。

A. 3. 14 含无机卤化物的废液处理方法

- a) 将含 $AlBr_3$ 、 $AlCl_3$ 、 $ClSO_3H$ 、 $SnCl_4$ 及 $TiCl_4$ 等无机类卤化物的废液, 放入大号蒸发皿中, 撒上比例为 1:1 的高岭土、碳酸钠干燥混合物;
- b) 充分混合后, 喷洒 1:1 的氨水, 直至没有 NH_4Cl 白烟放出;
- c) 中和后放置, 过滤沉淀物。检查滤液有无重金属离子。若无, 则用大量水稀释后排放。

A. 4 有机类废液的处理方法

A. 4. 1 注意事项

- a) 尽量回收溶剂, 在对实验没有妨碍的情况下, 提纯后重复使用;
- b) 为方便处理, 有机废液收集分类为 a: 可燃性物质, b: 难燃性物质, c: 含水废液, d: 固体物质等;
- c) 可溶于水的物质, 容易成为水溶液流失。因此, 回收时要加以注意。甲醇、乙醇及醋酸等溶剂, 能被细菌作用而易于分解, 这类溶剂可用大量水稀释后直接排放。
- d) 含重金属的废液, 应将其中的有机质分解后, 作为无机类废液处理。

A. 4. 2 处理方法

A. 4. 2. 1 焚烧法

- a) 将可燃性废液, 置于燃烧炉中燃烧。如果数量很少, 可把它装入铁制或瓷制容器, 选择室外安全的地方燃烧。点火时, 取一长棒, 在其一端扎上沾有油类的破布, 或用木片等东西, 站在上风方向进行点火燃烧。并且, 必须监视至烧完为止。
- b) 对难于燃烧的物质, 可将其与可燃性物质混合燃烧, 或者把它喷入配备有助燃器的焚烧炉中燃烧。对多氯联苯之类难于燃烧的物质, 往往会排出一部份还未焚烧的物质, 要加以注意。对含水的高浓度有机类废液, 本方法也适用。
- c) 对由于燃烧而产生 NO_2 、 SO_2 或 HCl 等有害气体的废液, 必须用配备有洗涤器的焚烧炉燃烧。此时, 必须用碱液洗涤燃烧废气, 除去其中的有害气体。
- d) 对固体物质, 可将其溶解于可燃性溶剂中, 然后使之燃烧。

A. 4. 2. 2 溶剂萃取法

- a) 对含水的低浓度废液, 用与水不相混合的正己烷之类挥发性溶剂进行萃取, 分离出溶剂层后焚烧。再用吹入空气的方法, 将水层中的溶剂吹出。
- b) 对形成乳浊液之类的废液, 不能用此法处理, 应用焚烧法处理。

A. 4. 2. 3 吸附法

用活性炭、硅藻土、矾土、层片状织物、聚丙烯、聚酯片、氨基甲酸乙酯泡沫塑料、稻草屑及锯末之类能良好吸附溶剂的物质，使其充分吸附后，与吸附剂一起焚烧。

A. 4. 2. 4 氧化分解法

参照含重金属有机类废液的处理方法，在含水的低浓度有机类废液中，用 H_2O_2 、 $KMnO_4$ 、 $NaClO$ 、 $H_2SO_4+HNO_3$ 、 HNO_3+HClO_4 、 $H_2SO_4+HClO_4$ 及废铬酸混合液等物质，将其氧化分解。然后，按无机类废液的处理方法加以处理。

A. 4. 2. 5 水解法

对有机酸或无机酸酯类、部份有机磷化合物等容易发生水解的物质，可加入 $NaOH$ 或 $Ca(OH)_2$ ，在室温或加热下进行水解。水解后，若废液无毒害时，将其中和、稀释后排放。如果含有有害物质时，用吸附等适当的方法加以处理。

A. 4. 2. 6 生物化学处理法

此方法是用活性污泥吹入空气进行处理。例如，对含有乙醇、乙酸、动植物性油脂、蛋白质及淀粉等的稀溶液，可用此法进行处理。

A. 4. 2. 6. 1 含一般有机溶剂的废液

一般有机溶剂是指醇类、酯类、有机酸、酮及醚等由C、H、O元素构成的物质。

如果废液中含有的这类物质为可燃性物质，用焚烧法处理并保管好焚烧残渣；如果为难于燃烧的物质，或虽然是可燃性物质但其浓度很低，则用溶剂萃取法、吸附法及氧化分解法处理；易通过微生物的作用而分解的物质，其稀溶液经用水稀释后排放。

A. 4. 2. 6. 2 含石油、动植物性油脂的废液

此类废液包括：苯、己烷、二甲苯、甲苯、煤油、轻油、重油、润滑油、切削油、机器油、动植物性油脂及液体和固体脂肪酸等物质的废液。

对于可燃性废液，用焚烧法处理；对难于燃烧的物质及低浓度的废液，则用溶剂萃取法或吸附法处理。对含机油之类的废液，含有重金属时，要保管好焚烧残渣。

A. 4. 2. 6. 3 含N、S及卤素类的有机废液

此类废液包含的物质：吡啶、喹啉、甲基吡啶、氨基酸、酰胺、二甲基甲酰胺、二硫化碳、硫醇、烷基硫、硫脲、硫酰胺、噻吩、二甲亚砷、氯仿、四氯化碳、氯乙烯类、氯苯类、酰卤化物和含N、S、卤素的染料、农药、颜料及其中间体等等。

对于可燃性物质，用焚烧法处理，但必须采取措施除去由燃烧而产生的有害气体（如 SO_2 、 HCl 、 NO_2 等）；对于多氯联苯类物质，因难以燃烧而有一部分直接被排出，要加以注意；对难于燃烧的物质及低浓度的废液，用溶剂萃取法、吸附法及水解法进行处理；对氨基酸等易被微生物分解的物质，经用水稀释后排放。

A. 4. 2. 6. 4 含酚类物质的废液

此类废液包含的物质：苯酚、甲酚、萘酚等。

对其浓度大的可燃性物质，可用焚烧法处理；而浓度低的废液，则用吸附法、溶剂萃取法或氧化分解法处理。

A. 4. 2. 6. 5 含有酸、碱、氧化剂、还原剂及无机盐类的有机类废液

此类废液包括：含有硫酸、盐酸、硝酸等酸类和氢氧化钠、碳酸钠、氨等碱类，以及过氧化氢、过氧化物等氧化剂与硫化物、联氨等还原剂的有机类废液。

首先，按无机类废液的处理方法，把它分别加以中和。然后，若有机类物质浓度大时，用焚烧法处理（保管好残渣）。能分离出有机层和水层时，将有机层焚烧，对水层或其浓度低的废液，则用吸附法、溶剂萃取法或氧化分解法进行处理。对易被微生物分解的物质，用水稀释后排放。

A. 4. 2. 6. 6 含有机磷的废液

此类废液包括：含磷酸、亚磷酸、硫代磷酸及磷酸酯类，磷化氢类以及磷系农药等物质的废液。

对于浓度高的废液进行焚烧处理（因含难于燃烧的物质多，故可与可燃性物质混合进行焚烧）；对浓度低的废液，经水解或溶剂萃取后，用吸附法进行处理。

A. 4. 2. 6. 7 含有天然及合成高分子化合物的废液

此类废液包括：含有聚乙烯、聚乙烯醇、聚苯乙烯、聚二醇等合成高分子化合物，以及蛋白质、木质素、纤维素、淀粉、橡胶等天然高分子化合物的废液。

对含有可燃性物质的废液，用焚烧法处理。而对难以焚烧的物质及含水的低浓度废液，经浓缩后，将其焚烧。但对蛋白质、淀粉等易被微生物分解的物质，其稀溶液可不经处理即可排放。
