

附件 5

《排污单位自行监测技术指南 无机化学工业  
(征求意见稿)》  
编制说明

《排污单位自行监测技术指南 无机化学工业》

标准编制组

2019 年 7 月

# 目 录

1	项目背景.....	1
1.1	任务来源.....	1
1.2	工作过程.....	1
2	标准制订的必要性分析.....	2
2.1	开展自行监测是排污单位应尽的责任.....	2
2.2	自行监测是无机化学行业排污许可证的重要组成部分.....	2
2.3	相关标准规范对监测方案编制技术规定不够全面.....	3
2.4	无机化学工业企业自行监测开展范围不够广泛.....	3
2.5	国内无机化学工业企业开展自行监测相对滞后.....	3
3	国外无机化学工业企业自行监测相关规定.....	4
3.1	美国无机化学工业企业自行监测开展的依据原则.....	4
3.2	欧盟排污许可证制度中对自行监测的要求.....	4
3.3	经济合作与发展组织《东欧、高加索、中亚地区环境自行监测技术导则》.....	5
4	无机化学工业企业生产及污染物排放状况分析.....	5
4.1	定义及产品分类.....	5
4.2	生产工艺.....	16
4.3	污染防治技术.....	31
4.4	污染物排放状况分析.....	34
5	标准制订的基本原则和技术路线.....	36
5.1	标准制订的基本原则.....	36
5.2	标准制订的技术路线.....	36
6	标准研究报告.....	37
6.1	适用范围.....	37
6.2	监测方案制定.....	37
6.3	信息记录和报告.....	48
6.4	其他.....	49
7	企业自行监测经济成本分析.....	49

# 《排污单位自行监测技术指南 无机化学工业（征求意见稿）》编制说明

## 1 项目背景

### 1.1 任务来源

根据《关于开展 2018 年度国家环境保护标准项目实施工作的通知》（环办科技函〔2018〕225 号），按照《国家环境保护标准制修订工作管理办法》（国环规科技〔2017〕1 号）的有关要求，以及《国家环境保护标准项目任务书—排污单位自行监测技术指南 无机化学》的总体任务要求，哈尔滨市环境监测中心站完成《排污单位自行监测技术指南 无机化学》的制订任务及相关技术性工作，该项目的编号为 2018-13。

### 1.2 工作过程

2018年1月，成立了标准编制组。

2018年1月12日，编制组参加了在北京召开的重点行业排污单位自行监测指南启动会，编制组汇报了工作思路。

2018年1月，编制组赴江苏省调研多家无机化学企业。

2018年2—4月，编制组查阅了相关标准、规范和管理制度，通过查阅有关无机化学工业生产工艺的相关文献资料，总结无机化学工业制造工艺，编制完成《排污单位自行监测技术指南 无机化学》初稿及开题报告。

2018年8月，编制组在北京举办《排污单位自行监测技术指南 无机化学》标准开题论证会。专家组通过该标准的开题论证，并提出以下修改意见和建议：1.标准名称调整为《排污单位自行监测技术指南 无机化学工业》；2.进一步深入调研，掌握无机化学工业排污单位生产及产排污现状；3.加强与《排污许可证申请与核发技术规范 无机化学工业》的关联。

2018年10月，编制组制作了网页版调查问卷，通过无机盐协会和第二次全国污染源普查入户调查对部分无机化学工业企业发放了网页版调查问卷。

2018年12月，编制组赴贵州、湖北、辽宁等省调研多家无机化学企业。

2019年1月，编制组在北京举办《排污单位自行监测技术指南 无机化学工业》征求意见稿技术审查会。

## 2 标准制订的必要性分析

### 2.1 开展自行监测是排污单位应尽的责任

2015年1月1日起施行的《中华人民共和国环境保护法》第四十二条明确提出：“重点排污单位应当按照国家有关规定和监测规范安装使用监测设备，保证监测设备正常运行，保存原始监测记录”；第五十五条要求：“重点排污单位应当如实向社会公开其主要污染物的名称、排放方式、排放浓度和总量、超标排放情况，以及污染防治设施的建设和运行情况，接受社会监督”。

《中华人民共和国水污染防治法》第二十三条规定：“重点排污单位应当安装水污染物排放自动监测设备，与环境保护主管部门的监控设备联网，并保证监测设备正常运行。排放工业废水的企业，应当对其所排放的工业废水进行监测，并保存原始监测记录。具体办法由国务院环境保护主管部门规定”。

《中华人民共和国大气污染防治法》第二十四条规定：“企业事业单位和其他生产经营者应当按照国家有关规定和监测规范，对其排放的工业废气和本法第七十八条规定名录中所列有毒有害大气污染物进行监测，并保存原始监测记录”。

无机化学工业是重要的基础原料、材料工业，不但传统支柱产业大量应用无机化学原料产品，同时也是高新技术产业等基础原材料的组成部分。目前，我国无机化学工业处于由大到强的转变时期，行业已经具备相当规模和基础，形成了门类比较齐全、品种大体配套、基本可满足国民经济发展和人民生活水平提高的工业体系。无机化学（包括无机酸、无机碱、无机盐）行业尚无排污单位自行监测技术指南，对数量庞大、工艺复杂的无机化学企业来说，亟须制定无机化学的排污单位自行监测技术指南，指导企业自行监测方案的制订，规范无机化学企业的自行监测。

### 2.2 自行监测是无机化学行业排污许可证的重要组成部分

自行监测技术指南是企业开展自行监测的指导性技术文件，用于规范各地对企业自行监测要求，指导企业自行监测活动。地方政府在核发排污许可证时，应参照相应的自行监测技术指南对企业自行监测提出明确要求，并在排污许可证中进行载明，依托排污许可制度实施。因此，自行监测技术指南是排污许可制度的主要技术支撑文件。监测结果是评价排污单位治污效果、排污状况、对环境质量状况影响的重要依据，是支撑排污单位精细化、规范化管理的重要基础，在污染源达标状况判定、排放量核算等方面都需要有监测数据的支撑。排污单位自行监测是获得有效监测数据的重要途径之一。

### 2.3 相关标准规范对监测方案编制技术规定不够全面

我国涉及无机化学工业监测要求的标准规范,包括污染物排放标准、竣工验收技术规范、环评导则、污染防治技术指南等。相关标准规范从不同角度对监测指标、监测技术提出要求,但也存在覆盖不够全面的问题。监测频次是监测方案的核心内容,现有标准规范对监测频次规定不全,《无机化学工业污染物排放标准》(GB 31573—2015)中仅规定了无机化学工业监测指标及限值,未涉及污染物指标的监测频次。《硝酸工业污染物排放标准》(GB 26131—2010)中仅规定了硝酸工业监测指标及限值,未涉及污染物指标的监测频次。《硫酸工业污染物排放标准》(GB 26132—2010)中仅规定了硫酸工业监测指标及限值,未涉及污染物指标的监测频次。《烧碱、聚氯乙烯工业污染物排放标准》(GB 15581—2016)中仅规定了纯碱工业监测指标及限值,未涉及污染物指标的监测频次。《环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1—2011)仅规定要对建设项目提出监测计划要求,缺少具体内容。《国家重点监控企业自行监测及信息公开办法(试行)》(环发〔2013〕81号)对国家重点监控企业的监测频次提出部分要求,但是作为规范性管理文件,规定的相对笼统,无法满足种类繁多的无机化学工业企业自行监测方案编制的要求。

### 2.4 无机化学工业企业自行监测开展范围不够广泛

长期以来我国的环境管理方式主要以监督性监测管理为主,自行监测起步时间不长。《国家重点监控企业自行监测及信息公开办法(试行)》的实施,有力推动了国家重点监控企业的自行监测及信息公开工作。但是在调研过程中发现:无机化学工业企业数量巨大,中小规模居多,少数开展自行监测及监测信息公开等相关工作。

### 2.5 国内无机化学工业企业开展自行监测相对滞后

根据 2015 年环境统计年报显示,全国重点工业企业为 161598 家,其中化学原料和制品业企业约占 1.3 万家,在调查统计的 41 个行业中,化学原料和制品业的废水排放量及主要污染物指标排放量均位居前位。开展自行监测的 429 家无机化学企业中,废水自动监测指标主要为化学需氧量、氨氮、pH 值 3 项的企业数量占总数的 78%,手工监测指标包括五日生化需氧量、悬浮物、硫化物、总氮、总磷、挥发酚、氰化物、磷酸盐、重金属等,监测指标为 4~8 项的企业数量占总数的 56%,其中总氮、总磷的监测率不足 50%。废气监测的是企业自备锅炉、车间及生产工艺外排废气的排气筒。自动监测指标为颗粒物、二氧化硫、氮氧化物 3 项的企业数量占总数的 58%;手工监测指标为汞及其化合物、氟化物、氯化氢、硫酸雾、重金属等,监测指标为 4~8 项的企业数量占总数的 62%。

### 3 国外无机化学工业企业自行监测相关规定

#### 3.1 美国无机化学工业企业自行监测开展的依据原则

美国实施的是排污许可“一证式”管理制度，监测与报告是排污许可证文本中的重要内容。以 NPDES 排污许可为例，该许可是 1972 年美国《清洁水法》规定建立的排污许可证计划，称为“国家消除污染排放制度”（NPDES），授权美国环保局（USEPA）在全国实施，至今已有近 40 年历史。许可证文本由专门的技术人员、许可证编写者设计，包括个体许可证和一般许可证 2 大类，所有许可证的文本都包括首页、排放限值、监测与报告、特殊规定、标准规定等 5 方面的内容，其中针对企业具体情况设定的排放限值是许可证制度的核心内容，每项污染物的排放限值根据每个源的具体情况确定。排污单位自行监测方案由许可证编写者根据排污单位提供的产品、原辅材料、排污口历史分析测试数据等，结合专业判断有针对性地设计，没有统一性的规定，设计思路在《美国 NPDES 许可证编写者指南》中有详细介绍。排污单位在申请排污许可证时，需要对本单位的排放状况进行分析，根据生产工艺和原辅材料使用情况，结合废水分析测试，确定各排污口排放的污染物。污染物分为常规污染物、非常规污染物和有毒有害污染物 3 类。常规污染物包括 5 种（五日生化需氧量、总悬浮固体、粪大肠菌群、pH 值、油和油脂）；有毒有害污染物参照《清洁水法》列出的有毒物质目录，包括 126 种重金属和人造有机化合物；非常规污染物指无法归类到上述 2 种类的污染物（包括氨、氮、磷、化学需氧量、废水综合毒性等）。2007 年经济合作与发展组织报告中对经合组织的成员国企业提出了自行监测的要求，指出企业自行监测并公开环境信息可以督促企业履行环境责任、优化政府监管职能。报告中还提到企业应首先制定监测方案以供环保部门审核，并配备相应的人员、技术和设施开展自行监测。企业自行监测和委托其他机构监测都是可取的方案。

#### 3.2 欧盟排污许可证制度中对自行监测的要求

欧洲工业排放与污染防控一体化指令。2010 年，欧盟将有关工业排放的七则指令整合升级为一则指令，即《工业排放指令》，该指令明确提出“自 2011 年 1 月起实施，旨在最大限度地减少整个欧盟范围内各种工业源的污染，涉及能源产业、金属生产和加工、采矿、化工、废物处理等多个行业，在规定行业内的企业项目需获得有关机构发放的综合许可证后方可开工运行”。指令中“第一章 通用条款”对“环境监督”进行了定义：“指合格的权威机构或其代表为了检查设备是否符合许可证条款并促进合规性，并且在必要时为了监测设备对环境的影响而采取的各项行动。”其中包括实地考察、排放监督、内部报告和后续文件检查、自

我监测确认、技术检查以及相关设备环境管理检查等。通过该条款，对欧盟企业的自行监测确定了法律地位。另外，在许可证发放的相关条款中明确了“各成员国应当保证许可证包含所有必要的措施使得许可证持有者遵守规定”，包括“适当的排放监管要求”；并且在第二章第十六条提出了“环境监测要求”的基本原则。

欧盟污染防治最佳可行技术体系。为了预防或减少工业污染排放对环境造成污染，1996年欧盟在综合污染预防与控制指令(IPPC 96/61/EC)中提出要建立欧盟污染防治最佳可行技术体系，并组织编制了30多个领域的污染防治最佳可行技术参考文件。IPPC指令提供了一种全面控制工业污染排放的管理方法，对工业污染排放设施实施许可证管理，发放许可证必须满足最低排放限值要求，排放限值应基于污染综合防治的最佳可行技术(BAT)确定，并在工艺设计和排放控制方面推广使用BAT技术。

### 3.3 经济合作与发展组织《东欧、高加索、中亚地区环境自行监测技术导则》

2007年经济合作与发展组织的报告“Technical Guide on Environmental Self-monitoring in Countries of Eastern Europe, Caucasus, and Central Asia”(《东欧、高加索、中亚地区环境自行监测技术导则》)中提到企业自行监测工作在该组织部分成员国内有着相当长的历史，部分大型企业在20世纪70年代中期就已经建立了自行监测制度，该导则对其成员国内企业的自行监测工作提出了指导性意见，认为要求企业开展自行监测并报告是促使企业履行环境责任的重要方式，能够使有限的政府监管资源得到合理配置，并促进环境信息公开。该导则指出企业应当制定自行监测草案，环境保护主管部门在适当时候应该审查此方案，可以接受或否决此方案并要求对该方案进行修订。企业必须保证必要的技术力量、监测设备来保证监测方案所要求的自行监测活动，也可以由企业负责采样，由外部的实验室负责分析样品，在东欧、高加索、中亚等地区，企业委托外部机构进行监测或者选择一个企业的监测实验室承担周边几个企业的自行监测是比较合适的方案。关于自行监测的类型，该导则指出自行监测主要包括过程监测、排放监测、影响监测。其中，过程监测方案由企业自行决定，排放监测和影响监测方案由环境保护主管部门决定。对于影响监测，并不要求所有企业都开展，而由环境保护主管部门根据具体情况来确定。

## 4 无机化学工业企业生产及污染物排放状况分析

### 4.1 定义及产品分类

#### 4.1.1 基本定义

无机化学工业 inorganic chemical industry

以天然资源、工业品及工业副产物为原料生产无机酸、无机碱、无机盐、氧化物、氢氧化物、过氧化物及单质化工产品的工业。主要包括：无机酸、无机碱、涉重金属无机化合物工业、无机氰化物工业、硫化物和硫酸盐工业、卤素及其化合物工业、硼化合物及硼酸盐工业、硅化合物及硅酸盐工业、钙化合物和钙盐工业、镁化合物及镁盐工业、过氧化物工业及金属钾（钠）工业等。本标准不包括无机农药、无机涂料和颜料、磷肥、氮肥、钾肥、有色金属等无机化合物制造工业。

#### 4.1.2 产品分类

本标准中的产品分类，依据《国民经济行业分类》（GB/T 4754—2017）中化学原料和化学制品制造业下设的基础化学原料制造中除有机化学原料制造之外的无机酸制造、无机碱制造、无机盐制造和其他基础化学原料制造。具体产品分类见表 1。

表 1 无机化学工业产品分类

序号	产品分类	产品小类
1	无机酸	硫酸、硝酸、盐酸、氯磺酸、磷酸、多磷酸、硼酸、氢氰酸、氟酸、氯化酸、碘酸、氢硫酸、氢溴酸、钨酸、硅酸、硒酸、砷酸、钼酸、偏钛酸、氯铀酸、偏硒酸、溴酸、辛酸亚锡、其他无机酸
2	无机碱	烧碱、纯碱、碳酸氢钠、碳酸钾、碳酸氢钾、金属氢氧化物
3	无机盐	非金属卤化物及硫化物、金属硫化物及硫酸盐、金属硝酸盐、亚硝酸盐、金属氧化物酸盐、金属过氧化物酸盐、磷化物、金属磷酸盐、氟化物及其盐、氯化物及其盐、氯氧化物及氢氧基氯化物、溴化物及其盐、碘化物及其盐、氰化物、氧氰化物及氰络合物、硅化物、硅酸盐、硼化物、硼酸盐、过硼酸盐、碳化物及碳酸盐、贵金属化合物、氢化物、氮化物、叠氮化物、其他无机盐
4	其他基础化学原料	非金属无机氧化物、过氧化氢、金属氧化物、金属过氧化物、超氧化物、硫磺、磷、非金属基础化学品、其他基础化学原料

#### 4.1.3 无机重金属化合物工业概况

指以钡、锶、铬、锌、锰、镍、钨、铜、铅、镉、锡、汞、钴、铈、锆和银等重金属元素矿物、单质及含重金属物料为原料生产的各类无机重金属化合物的工业。其中包括：

##### (1) 铬及其铬化合物工业

铬化合物主要包括重铬酸盐（重铬酸钠、重铬酸钾、重铬酸铵等）、铬酸盐（铬酸钠、铬酸铅、铬酸锶、铬酸钡、铬酸钾、铬酸钙等）、氧化物（氧化铬、铬酸酐等）、复盐（硫酸铬钾等）、铬盐（硝酸铬、碱式硫酸铬及金属铬等）。铬化合物中以重铬酸钠、铬酸酐、氧化铬和碱式硫酸铬四种产品最多。铬酸钠、重铬酸钠又是铬化合物中最基本的产品，众多



铬化合物和金属铬大多直接或间接由铬酸钠和重铬酸钠制得。重铬酸钠生产是造成铬污染的源头，生产过程污染严重、对环境影响大。我国基础铬化合物生产企业主要分布于西北、西南、中南、华北、东北等地区。

#### (2) 钡盐工业

钡盐系列主要产品有碳酸钡、硫酸钡、氢氧化钡、氯化钡、硝酸钡、钛酸钡等。碳酸钡是钡行业基础产品，其他是下游产品，碳酸钡占钡系列总产量的65%左右。我国钡盐系列产品生产企业30多家，主要分布于贵州、湖北、陕西、山东、湖南、山西、河北、广西等省区。我国钡盐产品多以初级产品为主，大宗产品多，高档产品少，产品结构不合理，与国际存在较大的差距，行业产业结构调整和产品升级任务重。

#### (3) 锶盐工业

锶盐系列主要包括碳酸锶、硝酸锶、磷酸锶、钛酸锶、氢氧化锶、氯化锶、氟化锶、氧化锶及其精加工产品。主要原料是天青石（占90%以上），其余为菱锶矿、含锶盐卤、其他金属共生矿等。碳酸锶是锶盐系列产品中最大的品种，是其他锶盐产品的原料，其产能约占锶盐系列产品的90%。生产企业10多家，其中重庆红蝶、河北辛集、河北正定是行业中大型企业。

#### (4) 锌化合物工业

锌化合物主要包括碱式碳酸锌、氯化锌、氧化锌晶须、硝酸锌、七水硫酸锌、一水硫酸锌、饲料级硫酸锌、连二亚硫酸锌、氧化锌、活性氧化锌、磷化锌、磷酸锌、氟硅酸锌、硼酸锌等产品。其中产量最大的是氧化锌和氯化锌，占锌及其化合物总产量的85%以上。生产企业约300家，主要集中分布于华东、中南和东北地区，三地产能约占全国总产能的80%。

#### (5) 锰化合物工业

锰化合物主要包括：四水氯化锰、无水氯化锰、二氧化锰、一氧化锰、四氧化三锰、碳酸锰、硝酸锰、硫酸锰、高锰酸钾、酸式磷酸锰、硼酸锰等。中国是世界最大的锰系产品的生产、消费和出口国。二氧化锰、四氧化三锰、高锰酸钾、硫酸锰等产品的产能和产量均居世界第一，生产企业100多家，主要分布区域是广西、重庆、湖南和贵州，其中广西约占全国的30%。2012年我国锰化合物出口量为19万吨，进口量2.1万吨，其中二氧化锰出口量最大，达6万吨。未来锰化合物产业将会呈现产品优化、产能集中，产量上升缓慢的趋势。

#### (6) 镍化合物工业

镍化合物主要包括碳酸镍、碱式碳酸镍、氯化镍、硝酸镍、硫酸镍、硫酸镍铵、一氧化镍、三氧化二镍、氟化镍等产品，其中产能和产量最大的是硫酸镍和氯化镍，镍化合物主要生产企业 50 多家，主要集中于吉林、甘肃等镍矿产地，两地硫酸镍产能约占全国总产能的 70%。我国镍矿资源相对缺乏，资源远远不能满足国内消费日益增长的需求，每年需要从国外大量进口。随着国际镍矿价格提升，部分企业将面临原料短缺，无法正常生产，关停状态。

#### (7) 钼化合物工业

钼化合物主要包括六氟化钼、钼酸、磷酸钼、钼酸铵、钼酸钡、钼酸钠、二硫化钼、锂基酯二硫化钼、二硫化钼（蜡笔、油剂、粉剂）、工业三氧化钼等，其中产量最大的是钼酸铵和钼酸钠，钼化合物生产企业近 100 家，主要分布在陕西、河南、浙江、江苏等省份，四省产能和产量约占全国总产能的 85%。钼酸铵及其他钼酸盐进出口量很少。

#### (8) 铜化合物工业

铜化合物主要包括碱式碳酸铜、氯化亚铜、氯氧化铜、硝酸铜、硫酸铜、氧化铜、焦磷酸铜、氟硼酸铜、氟化七铜等产品。硫酸铜产品占铜化合物总体产量的80%以上。生产企业 100 多家，主要分布于山东、江苏、广东、甘肃、河北、天津等省市，但产量较为分散。国内硫酸铜产业结构不合理，产业结构性矛盾突出，低档硫酸铜多，高档产品少，行业产业结构调整 and 升级有待加强。

#### (9) 铅化合物工业

铅化合物主要包括：碱式碳酸铅、硝酸铅、硅酸铅、硫酸铅、三碱式硫酸铅、氧化铅、二氧化铅、四氧化三铅、二盐基亚磷酸铅、碱式硅铬酸铅、氟硼酸铅等产品。其中生产量最大的是氧化铅和四氧化三铅，约占铅化合物总产能和产量的80%。生产企业100 多家，主要分布在河南、江苏等省份。我国是铅化合物生产、出口和消费大国。

#### (10) 镉化合物工业

镉化合物主要包括碳酸镉、氧化镉、硝酸镉、硫酸镉、氯化镉等产品，其中生产量较大的是碳酸镉、硝酸镉和氧化镉。生产企业30 多家，主要集中在辽宁葫芦岛、湖南株洲、河南新乡等地区。由于镉化合物对环境造成严重污染，欧盟、美国等发达国家和地区严格控制镉化合物进出口。近年国内光伏产业快速发展，消费量增加，国内生产不能满足需要，进口量不断增加。

#### (11) 锡化合物工业

中国的锡储量占全球的28%，居第1 位，锡与钨、锑、稀土被并称为中国的四大战略资源，属为数不多的中国可以具有定价能力的战略资源。锡化合物主要包括：氯化亚锡、无水

氯化锡、硫酸亚锡、二氧化锡、焦磷酸锡、氟硼酸亚锡、锡酸钾、锡酸钠、偏锡酸等产品，主要用于电镀、玻璃工业等方面，硫酸亚锡是最大的产品。生产企业100 多家，主要分布在云南、广西等省份。

#### (12) 汞化合物工业

汞化合物主要包括氯化汞、氧化汞红、氧化汞黄和硫化汞，主要产品是氯化汞。生产企业40 家以上，其中主要分布在万山特区，其产量占全国总量的80%以上。汞化合物毒性大，对环境的影响严重，进出口都受到严格限制，进出口量都极少。由于汞污染，国内外用户都在寻求代材，改进工艺，减用或不用汞，因此未来汞化合物的产量也会随之下降。

#### (13) 钴化合物工业

钴化合物主要包括碳酸钴、碱式碳酸钴、氯化钴、氟化钴、硝酸钴、硫酸钴、硫化钴、氢氧化钴、三氧化二钴、氧化钴。我国钴资源紧缺，90%原料都需从非洲进口，主要产品为碳酸钴、氯化钴、硝酸钴、硫酸钴等。生产企业30 多家，主要分布在甘肃、辽宁、天津、河北、浙江、甘肃等地。

#### (14) 锆化合物工业

锆化合物主要包括：氧氯化锆、氢氧化锆、氧化锆、硫酸锆和碳酸锆。锆英砂是锆化合物的主要原料，氧氯化锆是锆化合物的主要产品，占总量90%以上。生产企业约50 家，主要分布在广东、浙江、山东等省。由于成本、环保、能源等因素，目前全球锆的初级制品（如氯氧化锆）已向我国转移，使得我国氯氧化锆在国际上具有较强的竞争力，产量也占国际总产量的90%，但技术含量较高的产品（如复合氧化锆、氧化锆结构陶瓷），产量低，竞争力弱，仍需进口。

#### (15) 银化合物工业

银化合物主要包括硫酸银、氯化银、碘化银、氧化银和硝酸银，其中主要是硝酸银，其他银盐的生产量很少。目前年产量超过100吨的企业约有10 家，分布区域主要在安徽、天津、江苏等省份。近几年，随着电子工业的迅猛发展及硝酸银应用领域的扩大，硝酸银需求量稳中有升。

#### (16) 铋化合物工业

铋化合物主要包括氯化铋、硝酸铋、磷化铋、硫化铋等，其中主要是氯化铋。生产企业主要集中在湖南、广西、云南、贵州、广东等省区。2010年湖南省占全国总产量的70%以上。

### 4.1.4 硫化物及硫酸盐工业

硫化物和硫酸盐系列包括硫化碱、连二亚硫酸钠、硫酸钠、硫酸铝、硫酸铁等。其中硫

酸钠、硫酸铁、硫酸铝、硫化碱、连二亚硫酸钠是主要产品，硫酸钠、硫酸铁、硫酸铝等产品产量大，但生产过程少，水气污染物排放低，对环境的影响小。硫化碱、连二亚硫酸钠等产品生产过程产生 $H_2S$ 及 $SO_2$ 等气体污染物浓度高，气量大，对环境污染较高，成为污染治理的重点。生产企业1000家左右。分布于国内20多个省市自治区。硫化碱主要用于染料、造纸、纺织、制革、化工及医药，生产企业40多家，主要分布于山西、陕西、四川、内蒙古、河北、新疆、青海、甘肃等省区，主要生产企业有山西南风、陕西富平、内蒙古亿利、新疆巴里坤县龙乡化工集团公司、青海西州三元公司等。连二亚硫酸钠是染料行业的重要助剂，用于生产还原染料和靛系染料，也用于医药合成。它还是肥皂、草、羊毛、陶土等的漂白剂，合成橡胶的除氧剂，生产企业15家，主要分布于广东、山东、湖南、江苏等省。我国是硫化物出口大国，其中硫酸钠最大。

#### 4.1.5 无机氰化物工业

无机氰化物是指生产氢氰酸、氰化钠以及以其为原料的下游无机氰化物产品的工业。主要产品有：氢氰酸、氰化钠、氰化钾、氰化亚铜、亚铁氰化钾、亚铁氰化钠、铁氰化钾、铁氰化钠、氰酸钠、氰酸钾、硫氰酸钠、氰化（亚）金钾等20多个品种。氰化物生产企业40多家，氰化钠是最主要的无机氰化物产品，约占总产能的65%，氰化物生产企业主要分布于四川、重庆、河北、安徽、辽宁、上海、山东、甘肃、山西、河南、湖北等省市。

#### 4.1.6 卤系及其化合物工业

指以氟、氯、溴、碘单质及含矿物质为原料生产的各类本族化合物的工业。

##### （1）氟化物工业

氟化物系列包括氟化物（如氟化氢、氟化铝、氟化钠、氟化铵等）、氟硅酸盐（如氟硅酸钠）、氟铝酸盐（如冰晶石）、六氟磷酸锂、六氟化硫等多种产品，生产企业30多家，主要分布于河南、浙江、湖南、内蒙古、河北、甘肃、四川、云南、山东等省区。主要生产企业有焦作多氟多、湖南有色湘乡、宁夏金和、山东昭和等。我国是世界氟化物生产、消费大国，同时也是世界氟化物主要出口国家。

##### （2）氯化物及氯酸盐工业

氯化物及氯酸盐系列主要产品有氯酸钾（钠）、高氯酸钾（钠）、亚氯酸钠、氯化铁、聚合氯化铝、聚合氯化铁、氯化铝、氯化钙、次氯酸钙等，其中一些氯化物是氯碱副产品如次氯酸钙（漂粉精）和多种氯化物产品、一些是纯碱副产品如氯化钙、一些是无机磷化物下游产品如三氯化磷、五氯化磷、氧氯化磷等，这类产品均分别类属于其主产品，并分别执行其主产品的污染物排放标准。其他氯化物多数以盐酸为原料生产，与氯碱结合密切，其污染

物排放情况与氯碱相近，可执行氯碱行业污染物排放标准。本标准以氯酸盐为主，其中以氯酸钾（钠）、高氯酸钾（钠）、次氯酸钠为主。其中氯酸钠是主要产品。国内氯酸钠（钾）、高氯酸钾（钠）、次氯酸钠生产企业10 多家。生产企业主要分布于福建、四川、内蒙古、山东、江西、湖南等省区。

### （3）溴、碘工业

溴化物系列主要包括溴素、溴化钠、溴化钙、溴酸钠、溴化锂、氢溴酸、溴酸钾等产品。溴素是基本产品，其他溴化物是以溴为原料加工生产的。在我国溴素生产主要是以地下卤水和海盐苦卤为原料生产的，占全国溴素产量的95%。溴属盐化工产品。碘化物系列包括碘、碘化银、碘化钙、碘化钠、碘化钾、碘酸钾、高碘酸钠等产品，碘是基础产品，其他碘化物是以碘为原料加工生产的，在我国碘主要来源于海带和井盐卤水提碘，近年国内由于技术的发展，从磷矿副产提碘取得突破。碘属盐化工产品。2012年我国碘生产量约500 吨，其中磷矿副产约占40%。溴碘企业主要集中于山东、四川、贵州等省，生产企业30 多家。国内生产的溴和碘不能满足国内需求，每年都需大量进口，并成为国际上溴和碘的进口大国。

#### 4.1.7 硅化物工业

硅化物系列主要包括硅酸钠、硅酸钾、硅酸铝、碳化硅、白炭黑、4A沸石、分子筛、硅胶等产品。其中硅酸钠是产量最大、基础产品，占硅化合物总量的60%左右。主要企业120 多家，从区域分布看，主要集中于华东、中南、华北地区，三地区产能占国内总产能的85%以上。我国是硅化物出口大国。

#### 4.1.8 硼化物工业

硼化物系列主要包括硼砂、硼酸、过硼酸钠、偏硼酸钠、氮化硼、碳化硼等50 多种产品。其中生产量最大的是硼砂和硼酸，占硼化物总量的80%以上。我国硼化物生产企业70 多家，从区域分布上看，主要集中于辽宁、青海、新疆、甘肃、河南、内蒙古等省份，精细硼产品主要集中在辽宁、山东、河北、北京、天津、上海、江苏和浙江。我国进口的主要是硼砂和硼酸。我国是硼资源比较缺乏的国家，近年国民经济的发展对硼需求量大为增长，国内硼供应短缺情况日益加剧，硼砂和硼酸进口量增长很快。

#### 4.1.9 碳酸盐工业

碳酸盐系列产品包括碳酸铵、碳酸钠、碳酸钾、碳酸钙、碳酸镁及各种重金属碳酸盐。碳酸氢钠、碳酸钠属纯碱行业，工业级碳酸铵、碳酸氢铵多在纯碱或合成氨企业加工生产，重金属碳酸盐产品通常是以碳酸钠、碳酸氢钠为原料生产，已包括在重金属产品中。碳酸钙是钙化合物中大宗通用产品，有多种不同规格产品，以其加工工艺不同可分为重质碳酸钙（石

头粉)和轻质碳酸钙是经煅烧后再处理的产品,按其规格可分为普通沉淀产品、表面活化产品、超细产品、纳米产品等。生产企业1000 多家,分布于全国各地,主要为华北、华东、中南地区,约占全国总产能的70%。氧化钙(石灰)是生产碳酸钙的中间品,也广泛作为商品使用,多用于冶金、建材。

#### 4.1.10 镁化合物工业

镁化合物工业主要包括氧化镁、碳酸镁、氢氧化镁、硫酸镁、氯化镁五大系列产品及其他含镁化合物产品、精细镁化合物等具有实用价值的不同规格、不同品质的化工产品200 余种,其中氯化镁和硫酸镁占总产量的97%左右。生产镁化合物原料主要有菱镁矿、白云石矿、水镁石、蛇纹石及海水、地下卤水、盐湖卤水等。镁化合物生产方法很多,根据原料来源和生产方式的不同,大致可分为卤水-纯碱法、海水-石灰法、白云石、菱镁矿-碳化法、卤水-氨水-碳铵法、菱镁矿煅烧法等不同生产工艺。我国镁化合物生产企业多分布于资源地区,如山东、辽宁、河北、山西、湖南、四川、青海等省。生产企业200 家左右。

#### 4.1.11 无机过氧化物工业

无机过氧化物主要包括无机元素的过氧化物、超氧化物、臭氧化物、过氧酸和过氧络合物。主要产品有过氧化氢、过氧化钠、过氧化钙、超氧化钠、超氧化钾、过碳酸盐(钠、钾等)、过硫酸盐(钠、钾、铵等)、过硼酸盐等。过氧化氢是基础大宗产品,其他多为过氧化氢的下游产品。近年我国过氧化氢消费增长十分迅速,特别是环保事业方面消费增长快。

#### 4.1.12 氢氧化物工业

氢氧化物包括氢氧化钠、氢氧化钾、重金属氢氧化物等。氢氧化钠(烧碱)为单独的工业。氢氧化钾是氢氧化物系列中最大产品,占除氢氧化钠外的其他氢氧化物总量的60%以上。氢氧化钾企业往往联产碳酸钾,我国氢氧化钾生产企业20 多家,主要分布于青海、内蒙古、河北、江苏、山东、四川等省份。

#### 4.1.13 氧化物

氧化物系列包括金属氧化物和非金属氧化物。氧化物系列包含在无机化学各类化合物中,如有色金属(轻金属、重金属、半金属等)、稀土元素化物。

#### 4.1.14 金属钠(钾)

金属钠是规模最大、最主要的产品,主要企业有青海天泰制钠厂、内蒙古兰太制钠厂、河南洛阳新安电力集团制钠厂、银川制钠厂等。生产工艺采用氯化钠电解法,生产过程与氯碱相近,污染物治理与排放与氯碱生产类同。

#### 4.1.15 无机酸

##### (1) 硫酸

硫酸是十大重要工业化学品之一，广泛应用于各个工业部门，与磷肥工业息息相关。硫酸生产原料有硫铁矿、硫磺、冶炼烟气以及石膏和硫化氢。我国硫酸生产主要集中在湖北、云南、山东、贵州、江苏、安徽和四川7省，产量之和占全国总量的62.6%。其中产磷四省（云、贵、鄂、川）的硫酸产量占全国总量的42%；工业发达的华东地区产量占27.6%；硫铁矿、硫精砂、有色金属冶炼业较集中的华南及重庆地区产量占17.1%；华北、东北、西北三大地区仅占13.3%。

我国硫酸工业的硫酸产品包括93%、98%浓硫酸和105%的发烟硫酸。硫酸主要用于生产化学肥料、合成纤维、涂料、洗涤剂、制冷剂、饲料添加剂和石油的精炼、有色金属的冶炼以及钢铁、医药和化学工业。

##### (2) 盐酸

盐酸的用途很广泛，在化工、食品、机械、纺织、皮革、冶金、电镀、轧钢、焊接、搪瓷等工业中有着广泛的应用。在化学工业中用于生产无机氯化物、有机氯化物等；例如作为生产氯化铵、氯化钙、氯化锌、氯化钡等氯化物的原料。在食品工业上常用盐酸来制造酱油、味精，也用于淀粉制造、水解酒精与葡萄糖等。在机械加工中盐酸常用于钢铁制品的酸洗，以除去铁锈、氧化膜、氧化铁皮。在印刷工业中还用于制造燃料，在纺织工业纤维织物漂白时用作漂白粉液的分解促进剂，用于织物漂白后酸洗，丝光处理后中和等。在医药行业制造药物，如盐酸麻黄素、氯化锌等。在冶金工业中用于钴采和提取稀有金属，用于电镀、钢铁、蚀刻工业、金属表面清洗剂。

##### (3) 硝酸

硝酸是用途极广的重要化工原料之一，在酸类生产中产量仅次于硫酸，可广泛应用于国防、冶金、化工、制药等多个工业行业。随着我国经济的快速发展，对硝酸的需求也迅猛增加，同时发达国家硝酸工业产业政策也不断发生转移，这促使我国近10年来硝酸工业得以快速发展。硝酸工业包括浓硝酸、稀硝酸、硝酸盐的生产工业。

我国现有硝酸生产厂70余家，其中浓硝酸生产厂35家，硝酸盐生产厂23家。在硝酸盐生产厂家中，7家采用直接法，16家采用尾气法。我国浓硝酸企业主要分布在华东、华北地区，在西南、华南地区则较少，而华南浓硝酸需求量较大。

#### 4.1.16 无机碱

##### (1) 纯碱

纯碱工业是重要的化学原料工业，纯碱产品是保障国民经济发展的基本工业原料。我国纯碱产品在国际纯碱市场上有着较强的竞争力。国家在长时期内，将有机原料、合成材料、新技术、精细化工及传统的“两碱”等列为化工“十五”计划和未来 15 年规划的重点。目前世界纯碱生产能力为 4200 万吨/年~4300 万吨/年，其中合成法约占 2/3。我国现有纯碱生产企业 46 家，其中氨碱法生产企业 12 家，联碱法生产企业 31 家，氨碱法、联碱法生产并存的企业 2 家，天然碱企业 1 家。2003 年产量为 1100 万吨，其中 1030 万吨是采用氨碱法和联碱法生产的。这两种生产工艺对环境都会造成一定程度的污染，特别是工艺废水和蒸氨废渣液、氨氮污染问题比较突出。

## (2) 烧碱

烧碱，广泛用于化工、轻工、纺织、冶金及石油化工等工业部门。烧碱的生产直接关系到食品加工、轻工、纺织、电力、冶金、国防军工等多个下游行业的生产，与国计民生息息相关。

山东、江苏、浙江、天津、陕西、河南、内蒙古、新疆、四川等省区是我国烧碱的主要产区，它们的产能之和超过全国总产能的 60%。山东是烧碱大省，2013 年产能超过 958 万吨，占全国总产能的 24.9%；其次是江苏省，437 万吨/年，占全国总产能的 11.3%。从地区看，我国烧碱生产主要分布在华北和华东地区。2013 年，华北和华东地区烧碱产能达到 2132 万吨，占全国总产能的 55.4%；东北地区烧碱产能最少，仅占全国总产能的 3.0%。烧碱生产工艺有苛化法、水银法、隔膜法（包括金属阳极隔膜法和石墨阳极隔膜法）和离子膜法。苛化法是以石灰和纯碱为原料制取烧碱，目前仅在少数国家和地区使用，我国产量非常少，只有 10 万吨左右。离子膜法制碱技术具有生产工艺简单、产品质量高、污染少、节约能源等优点，已被世界公认为技术最先进和经济最合理的生产方法。随着国家政策的引导以及行业的不断发展，离子膜法制碱技术在我国已广泛应用并逐渐占据主导地位，截止到 2013 年底，中国离子膜烧碱产能比例已经接近 95%。2011 年国内新增烧碱产能 488.2 万吨，全部采用离子膜法生产装置；退出市场的烧碱装置为 97.2 万吨/年，其中退出产能中，九成以上为技改或退出市场的隔膜碱装置。世界现有 500 多家烧碱生产商，共有 600 多家生产厂。其中陶氏化学、中国化工集团、西方化学、台塑化学、PPG、英力士、奥林、苏威、拜耳和东曹 10 家最大烧碱生产企业产能占世界烧碱总产能的 30%以上，每家公司产能平均为 250 万吨以上。2012 年全球烧碱表观消费量为 6650 万吨，主要消费地区分布为：中国占 37%，美国占 16%，欧盟占 17%，日本占 5%。

图 1 为 2010—2015 年主要无机盐产品产量图，其中碳酸钙的年产量最高。表 2 为 2020



年重点无机盐产品目标。

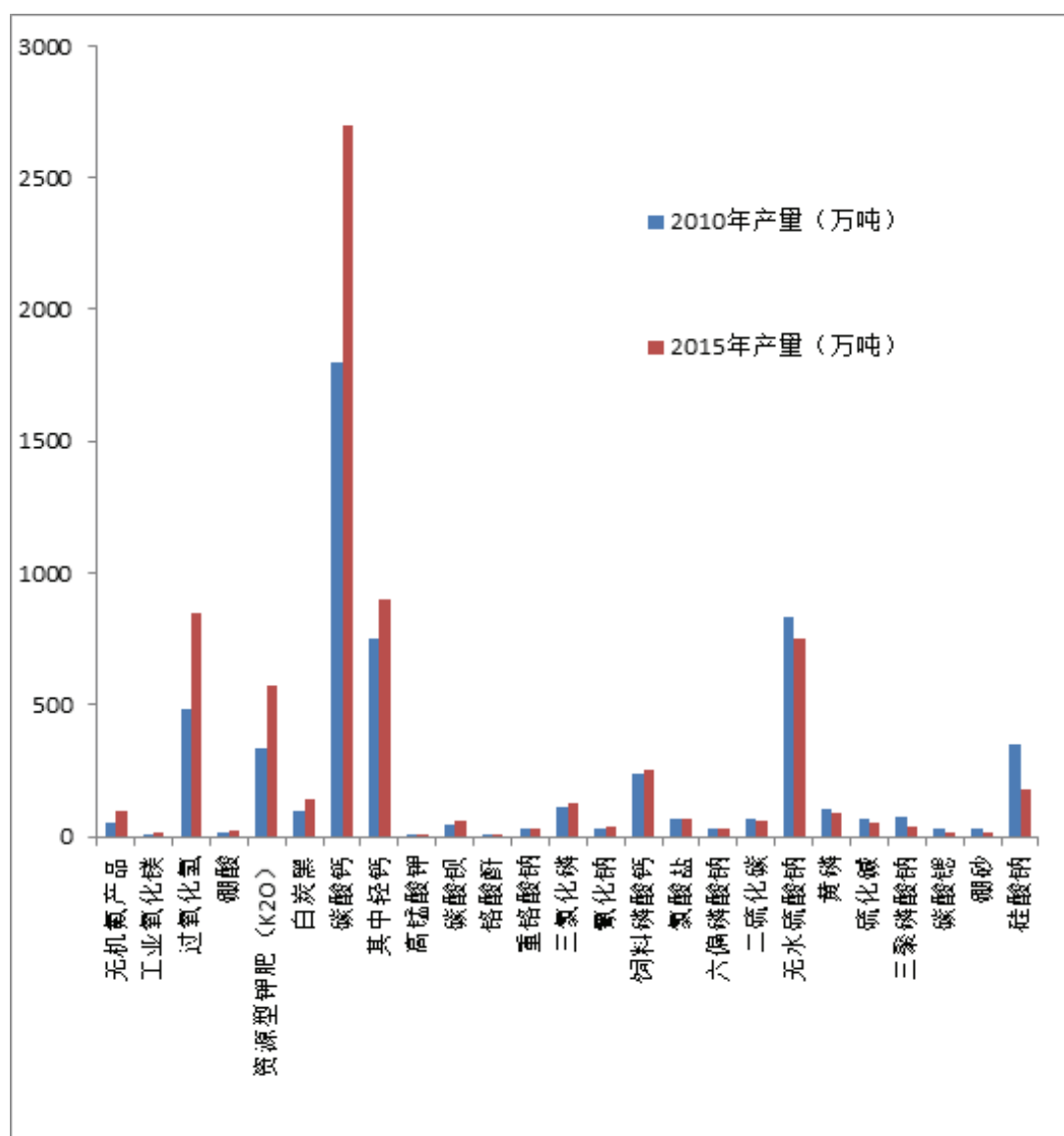


图1 2010—2015年主要无机盐产品产量图

根据2015年环境统计数据，无机酸、无机碱、无机盐及其他基础化学原料制造的企业数量达3362家，工业废水排放量为5.6亿吨，化学需氧量、氨氮排放量分别占工业废水相应污染物排放总量的2.92%和0.57%，二氧化硫、氮氧化物、烟粉尘排放量分别占工业废气相应污染物排放总量的2.29%、1.01%、1.65%。具体见表2：

表2 无机化学企业数量及排放情况

行业类别名称	无机酸制造	无机碱制造	无机盐制造	其他基础化学原料制造	合计	占比
工业企业数(个)	524	211	1440	1187	3362	
工业废水排放量(万吨)	5053.71	22229.3	7850.13	21503.43	56636.58	
氨氮排放量(吨)	541.05	3437.76	1857.48	7260.58	13096.86	0.57%

行业类别名称	无机酸制造	无机碱制造	无机盐制造	其他基础化学原料制造	合计	占比
二氧化硫排放量(吨)	39212.75	116952.4	149741.5	121201.8	427108.5	2.29%
氮氧化物排放量(吨)	9036.93	54600.9	65765.8	56923.34	186327	1.01%
烟尘排放量(吨)	14699.35	79566.76	104572.9	55129.7	253968.7	1.65%

整个无机化学工业企业分布较为广泛，除西藏外，其他各省、自治区均有分布，其中河北、山东、江苏、江西、四川、湖南的无机化学企业分布较多，分别为 290 家、280 家、385 家、230 家、226 家、209 家。

## 4.2 生产工艺

无机化学生产工艺与常规的化工工艺一样，是将原料经过化学反应（或物理方法）转变为产品的方法和过程，无机化学产品众多，生产工艺千差万别是其一大特点，但共性特征也是非常突出的，概括如下。

### a) 原料及预处理

无机化学工业生产的原料，一般分为四类。

#### (1) 固体矿

供无机化学生产的有铝土矿、磷矿、萤石矿、菱镁矿、铬铁矿、硼矿、石灰石、锰矿、硫磺、硫铁矿、天然碱矿、白云石、硝石、蛇纹石等。

#### (2) 液体矿

包括盐湖卤水、海水及地下卤水等。

#### (3) 化工原料

大量无机盐使用的是酸、碱、盐或单质为基本原料进行合成生产的。

#### (4) 工业废物综合利用

在化工生产过程中，排出的废气、废水、废渣含有许多无机盐生产所需的原料。

为了使原料经济高效利用，在使用前要做预处理，这是无机化学生产工艺的重要组成部分。如固体化学矿的粉碎、筛分、精选，一些还需通过煅烧、焙烧等加工处理进行活化，液体矿要进行精制除杂与浓缩等。

### b) 反应过程

在无机化学工业企业生产过程中，少部分属物理过程，大部分均要进行化学反应，通过高温焙烧、高温氧化或在一定温度、压力等条件下发生化学反应，得到反应产物。根据使用

原料的不同，其基本反应原理主要是以下几种：气-气、气-液、气-固、液-液、液-固、固-固或是通过几种反应的组合而得到产物。

#### c) 反应物的分离与产生

将反应产物从混合物或溶液中分离出来，以获得要求的产品。根据反应后混合体系的状态，大部分采取浸取、蒸馏、精制、过滤、干燥、包装等工序，即可完成制备过程。在进行每一步操作时，均在特定的设备中进行。

#### d) 生产过程“三废”排放与控制

在无机化学工业企业生产过程中，大部分都要排放出废气、废水与废渣。尤其以固体为原料，废渣排放量是相当大的。处理“三废”的工艺综合利用为首选，最低标准是满足国家相关排放标准。

在无机化学工业企业生产过程的各个环节，均存在过程控制。其决定了产品质量及工艺的可行性。

无机化学工业企业生产工艺主要由原料及预处理、反应过程、反应产物的处理、“三废”及生产过程控制五部分构成。根据工艺分析，可以将无机化学工业产品生产概化为以下五个生产单元，即原料预处理及配料、反应单元（包括各种窑炉、反应器、电解槽等）、粗品分离（包括浸取、冷凝、收集等）、产品精制（包括洗涤、重结晶等）、产品干燥及包装。产污节点见图 2。

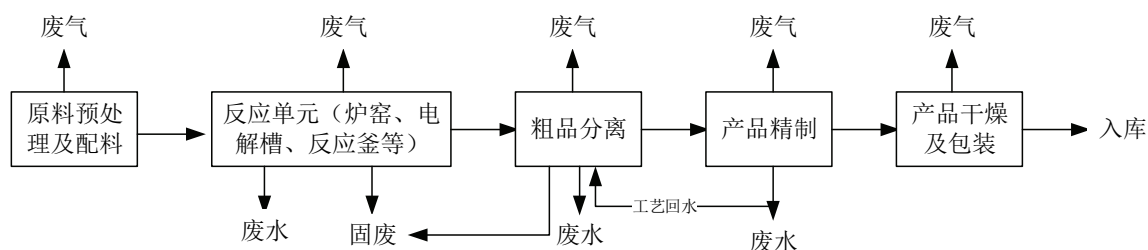


图 2 无机盐工艺过程的产排污节点

展开来说无机化学工业企业生产工艺主要包括粉碎、焙（煨）烧、浸取、沉淀、酸化酸溶、吸收反应、结晶、分离、蒸发、干燥、包装、碳化、熔化熔融、溶解、反应、洗涤、筛分、碱溶、造粒、冷却、浓缩蒸馏、气化、电解等 23 个主要可能产污环节。表 3 为无机化学行业各类企业的原辅料和生产工序汇总表。表 4 为危险化学品中无机盐工业设备一览表。

表 3 无机化学行业各类企业的原辅料和生产工序

无机化合物类别	产物	原辅料	生产工序																								
			粉碎	焙烧	浸取	沉淀	酸化	吸收反应	结晶	分离	蒸发	干燥	包装	碳化	熔化	溶解	反应	洗涤	筛分	碱溶	造粒	冷却	浓缩	蒸馏	气化	电解	
钡化合物	硫化钡	重晶石	√	√	√	√																					
	氯化钡	硫化钡、盐酸				√	√			√	√	√						√									
	碳酸钡	重晶石或硫化钡	√	√	√				√		√	√	√														
	硫酸钡	重晶石、芒硝	√	√	√	√					√	√	√														
锶化合物	碳酸锶	天青石、石灰石	√	√	√						√	√	√														
	氯化锶	碳酸锶、菱锶矿、盐酸、硫酸、碱									√	√	√														
	硝酸锶	碳酸锶、菱锶矿、硝酸、硫酸、碱										√	√														
钙化合物	氢氧化锶	卤水、碳酸锶			√																						
	碳酸钙	化石、方解石、大理石、白垩、石灰石	√	√								√	√	√													
镁化合物	氯化镁	光卤石、轻质碳酸镁、盐酸																									

无机化合物类别	产物	原辅料	生产工序																								
			粉碎	焙烧	浸取	沉淀	酸化酸溶	吸收反应	结晶	分离	蒸发	干燥	包装	碳化	熔化熔融	溶解	反应	洗涤	筛分	碱溶	造粒	冷却	浓缩蒸馏	气化	电解		
镁化合物	硫酸镁	盐湖苦卤、菱镁矿等含镁矿、硫酸					√			√	√	√	√	√	√			√									
	碳酸镁	白云石、菱镁矿等含镁矿、卤水	√	√							√	√						√									
	氢氧化镁	水镁石、卤水、氨水、蛇纹石	√				√				√	√	√														
	氧化镁	菱镁矿等含镁矿、卤水	√	√							√	√	√														
锆化合物	二氧化锆	锆英石、纯碱、烧碱、氧化钙、炭、																									
	二氧化锆	二氧化锆、锆英石	√																								
	氢氧化锆	二氧化锆、氨水																									
	碳酸锆	二氧化锆、硫酸、盐酸																									
钛化合物	钛白（硫酸法）	钛铁矿、硫酸																									
	五氧化二钒	钒渣	√	√																							
钒化合物	二氧化钒	五氧化二钒																									
	二氧化钒	五氧化二钒																									

无机化合物类别	产物	原辅料	生产工序																								
			粉碎	焙烧	浸取	沉淀	酸化酸溶	吸收反应	结晶	分离	蒸发	干燥	包装	碳化	熔化熔融	溶解	反应	洗涤	筛分	碱溶	造粒	冷却	浓缩蒸馏	气化	电解		
钾化合物	氯化钾	光卤石、盐酸					√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√										
	碳酸钾	氯化钾、碳酸氢铵								√																	
	硝酸钾	硝酸钠、氯化钾									√	√	√	√	√	√	√	√				√					
	硫酸钾	硫酸、氯化钾、硫酸铵、芒硝								√												√					
	氢氧化钾	氯化钾																								√	
铝化合物	氧化铝	铝土矿、纯碱	√	√																							
	铝酸钠	铝矾土、碱液、石灰石	√	√																		√					
	铝酸铈	碳酸铈、三氧化二铝	√	√																							
	六铝酸钙	轻质碳酸钙、三氧化二铝		√																							
	硫酸铝	硫酸、铝土矿																									
	硫酸铝钾	硫酸铝、硫酸钾、硫酸、铝氧粉																									

无机化合物类别	产物	原辅料	生产工序																										
			粉碎	焙烧	浸取	沉淀	酸化酸溶	吸收反应	结晶	分离	蒸发	干燥	包装	碳化	熔化熔融	溶解	反应	洗涤	筛分	碱溶	造粒	冷却	浓缩蒸馏	气化	电解				
氟化物	硫酸铝铵	铝土矿、硫酸							√			√					√						√						
	聚合氯化铝	铝矾土、高岭土、煤矸石	√	√					√		√												√						
	氯化锌	盐酸、锌	√								√																		
	锌钡白	硫酸锌、硫化钡、硫酸、氧化锌	√			√						√																	
	碳酸锌	碳酸钠、硫酸锌										√																	
	磷酸锌	氧化锌矿																											
	红丹	氧化铅、硝酸、硝酸铵																											
	氟化氢	萤石、硫酸、发烟硫酸、氟硅酸钠																											
	氟化铝	氢氟酸、氢氧化铝																											
	冰晶石	氢氟酸、氢氧化铝、纯碱、黏土、盐、硫酸、萤石、氟硅酸钠、氨水																											

无机化合物类别	产物	原辅料	生产工序																								
			粉碎	焙烧	浸取	沉淀	酸化酸溶	吸收反应	结晶	分离	蒸发	干燥	包装	碳化	熔化熔融	溶解	反应	洗涤	筛分	碱溶	造粒	冷却	浓缩蒸馏	气化	电解		
	氟化氢铵、氟化铵	氟化氢、氨水									√																
	氟化钾	氢氟酸、氢氧化钾、碳酸钾									√																
	氟化氢钾	氢氟酸、氢氧化钾、碳酸钾									√																
	氟化钠	氢氟酸、无水氢氟酸、纯碱烧碱									√																
	氟化氢钠	氢氟酸、碳酸钠									√																
	氟化锂	氢氟酸、碳酸锂									√																
	氟化钡	氢氟酸、碳酸钡、氢氧化钡									√																
	氟化铯	氢氟酸、铯盐									√																
铬化合物	铬酸钠	铬铁矿、纯碱									√																
	重铬酸钠	铬酸钠溶液、重铬酸钠																									
	铬酸酐	重铬酸钠																									



无机化合物类别	产物	原辅料	生产工序																							
			粉碎	焙烧	浸取	沉淀	酸化酸溶	吸收反应	结晶	分离	蒸发	干燥	包装	碳化	熔化熔融	溶解	反应	洗涤	筛分	碱溶	造粒	冷却	浓缩蒸馏	气化	电解	
	氧化铬	红钒钠、硫酸铵	√	√						√	√	√														
	碱式硫酸铬	重铬酸钠、二氧化硫气体		√					√																	
	铬酸钾	重铬酸钾、氢氧化钾		√						√	√	√														
	重铬酸钾	重铬酸钠、氯化钾								√	√	√					√									
	硅酸钠	石英砂、纯碱		√											√		√									
硅化合物	偏硅酸钠	石英砂、纯碱								√	√	√					√				√					
	硅溶胶	泡花碱									√															
	硅胶	泡花碱、硫酸																			√					
过氧化物	过氧化氢	氢气、氧气、异丙醇																								
锂化合物	碳酸锂	锂辉石、含锂卤水、 锂云母、硫酸	√	√	√																					
	单水氢氧化锂	锂辉石、含锂卤水、 锂云母、硫酸	√	√	√																					
	锰酸锂	氧化锰、二氧化锰、 氧化锰、二氧化锰、	√	√																						

无机化合物类别	产物	原辅料	生产工序																							
			粉碎	焙烧	浸取	沉淀	酸化酸溶	吸收反应	结晶	分离	蒸发	干燥	包装	碳化	熔化熔融	溶解	反应	洗涤	筛分	碱溶	造粒	冷却	浓缩蒸馏	气化	电解	
		碳酸锰、碳酸锂、氢氧化锂																								
	钴酸锂	氧化钴、四氧化三钴、氢氧化钴、碳酸锂、氢氧化锂	√	√							√															
	六氟磷酸锂	氟化锂、无水氟化氢、五氯化磷									√												√			
	磷酸亚铁锂	碳酸锂、草酸亚铁、磷酸	√	√							√															
	镍钴锰酸锂	镍钴锰的碳酸盐、草酸盐、氧化物、硝酸盐等	√	√								√														
磷化合物	正磷酸钠盐	磷酸、火碱或烧碱										√														
	焦磷酸钠盐	磷酸二氢钠		√								√														
	黄磷	烧结矿、焦炭、硅石																							√	
	磷酸	磷矿粉、无机强酸、黄磷、		√																				√		
	三氯氧磷	三氯化磷、氧气																								

无机化合物类别	产物	原辅料	生产工序																							
			粉碎	焙烧	浸取	沉淀	酸化酸溶	吸收反应	结晶	分离	蒸发	干燥	包装	碳化	熔化熔融	溶解	反应	洗涤	筛分	碱溶	造粒	冷却	浓缩蒸馏	气化	电解	
	三氯化磷	黄磷、氧气														√						√				
	五氯化磷	三氯化磷、氯气														√						√				
	五硫化二磷	黄磷、硫磺														√						√				
	三聚磷酸钠	磷酸、纯碱														√						√				
	六偏磷酸钠	磷酸、烧碱或者火碱														√						√				
	正磷酸钾盐	磷酸、氢氧化钾、碳酸钾、氯化钾														√						√				
	磷酸氢二钾	磷酸、氢氧化钾、碳酸钾														√						√		√		
	磷酸钾	磷酸、氢氧化钾、碳酸钾														√						√				
	焦磷酸钾	磷酸、氢氧化钾、碳酸钾														√						√				
	磷酸铝盐	含铝化合物、含磷化合物														√										
	磷酸二氢铝	磷酸、氢氧化铝														√										

无机化合物类别	产物	原辅料	生产工序																								
			粉碎	焙烧	浸取	沉淀	酸化酸溶	吸收反应	结晶	分离	蒸发	干燥	包装	碳化	熔化熔融	溶解	反应	洗涤	筛分	碱溶	造粒	冷却	浓缩蒸馏	气化	电解		
氯酸盐	次磷酸钠	黄磷、氧化钙、碳酸钠、氢氧化钙、氢氧化钠							√		√	√					√						√				
	亚磷酸	黄磷							√								√						√				
	氯酸钠	氯化钠							√	√	√	√														√	
	氯酸钾	氯酸钠、氯化钾								√	√	√															
	高氯酸钾	高氯酸钠、氯化钾								√	√	√															
	高氯酸铵	高氯酸钠、氯化铵								√	√	√															
	高氯酸钠	氯酸钠									√	√														√	
	亚氯酸钠	氯酸钠、氢氧化钠、硫酸								√																	
	工业硫化钠	硝、煤粉																									
	无水硫酸钠	芒硝																									
硫化氢	烧碱液、硫化氢																										

无机化合物类别	产物	原辅料	生产工序																								
			粉碎	焙烧	浸取	沉淀	酸化酸溶	吸收反应	结晶	分离	蒸发	干燥	包装	碳化	熔化熔融	溶解	反应	洗涤	筛分	碱溶	造粒	冷却	浓缩蒸馏	气化	电解		
硼化合物	工业硫代硫酸钠	硫化碱、硫磺							√	√	√	√	√						√				√				
	连二亚硫酸钠	焦亚硫酸钠、二氧化硫							√	√	√	√	√									√					
	硼酸	硼矿、硼砂、硫酸、硝酸	√							√	√	√	√														
	硼砂	硼镁矿	√	√															√								
	氧化硼	硼酸	√	√																							
	无定形单质硼	镁粉、氧化硼																									
	碳化硼	硼酸、碳																									
	硼酸锌	硼酸、硼砂、锌的无机化合物																									
	过硼酸钠	硼砂、氢氧化钠																									
	硼化钛	二氧化钛、氧化硼、碳																									
氰化合物	氢氰酸	液氨、轻油、甲烷、甲酰胺、甲醇、乙烷、																									

无机化合物类别	产物	原辅料	生产工序																										
			粉碎	焙烧	浸取	沉淀	酸化	酸溶	吸收反应	结晶	分离	蒸发	干燥	包装	碳化	熔化	熔融	溶解	反应	洗涤	筛分	碱溶	造粒	冷却	浓缩	蒸馏	气化	电解	
		丙烯																											
	氰化钠	氢氰酸、烧碱							√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	氰化钾	氢氰酸、氢氧化钾							√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	硫氰酸钠	氰化钠、硫磺							√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	氰化亚铜	铜或铜的化合物、氯化钠、氰化钠、亚硫酸钠							√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	氰化银	硝酸、银、氰化钠							√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	氰化银钾	硝酸、银、氰化钠、氰化钾							√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	硝酸铵	硝酸、氨气							√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	多孔硝酸铵	硝酸、氨气							√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
硝酸盐	亚硝酸钠	碳酸钠、含硝尾气 (NO、NO <sub>2</sub> )							√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	硝酸钠	亚硝酸钠、硝酸、(硝石)								√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

无机化合物类别	产物	原辅料	生产工序																							
			粉碎	焙烧	浸取	沉淀	酸化酸溶	吸收反应	结晶	分离	蒸发	干燥	包装	碳化	熔化熔融	溶解	反应	洗涤	筛分	碱溶	造粒	冷却	浓缩蒸馏	气化	电解	
无机酸	硫酸	硫磺、硫铁矿	√	√													√									
	硝酸	液氨、空气								√																
	盐酸	氯化氢																								
无机碱	纯碱	氯化钠、石灰石、氨气		√							√		√					√								
	烧碱	氯化钠																								√

表 4 危险化学品中无机化学工业设备一览表

工业名称	使用的设备
工业氯化钡	粉碎机、回转窑、浸取槽、反应器、脱硫塔、蒸发器、结晶器、过滤器、干燥器、包装机
工业氢氧化钡	反应器、结晶器、洗涤器、离心机、包装机
高氯酸铵	处理槽、电解槽、变压整流设备、复分解槽、结晶器、冰机、离心机、干燥器
工业氯酸钠	化盐桶、两次盐水处理槽、电解槽、变压整流设备、蒸发结晶器、离心机、干燥器
工业亚氯酸钠	反应器、吸收装置、干燥（蒸发结晶离心或喷雾干燥）设备
工业溴酸钠	溶解净化设备、电解设备、过滤设备、结晶器、离心机、干燥设备
工业硝酸钠	吸收塔、蒸发器、结晶器、转化器、离心机
工业亚硝酸钠	吸收塔、蒸发器、结晶器、离心机、干燥器
工业硝酸钾	反应器、过滤器、结晶器、离心机、干燥器
工业硝酸钡	反应器、结晶器、过滤器、干燥器
工业硝酸锌	反应器、过滤机、精制槽、过滤器、蒸发器、结晶器、离心机
工业亚硝酸钙	吸收塔、蒸发器、结晶器、离心机、干燥器
工业过氧化氢电解法	电解液提纯设备、整流设备、电解槽、水解蒸馏器、分离塔、精馏塔、浓缩器
工业过氧碳酸钠	化碱罐、反应罐、离心机、气流干燥塔
工业过硫酸钾	电解槽、复分解器、离心机、结晶器、干燥设备
工业硫化钠	转炉、溶碱装置、洗渣器、浓缩设备、结片机
工业硫化氢钠	硫化氢分离罐、吸收器、浓缩设备、过滤设备
液体二氧化硫尾气吸收法	吸收塔、解吸塔、干燥塔、压缩机、冷凝器
液体二氧化硫硫磺燃烧法	空分装置、焚硫炉、冷却器、过滤除尘设备、干燥塔、压缩机
工业硫磺	燃烧炉、废热锅炉、换热器、捕集器、转化器、冷凝器
工业五硫化二磷	熔磷设备、熔硫设备、反应器、蒸发釜、结片或造粒设备
工业氯磺酸	三氧化硫生产设备、氯化氢生产设备、合成器、冷却装置、气液分离设备
工业高锰酸钾	三相反应器、过滤机、整流设备、电解槽、蒸发器、离心机、结晶器、干燥机
工业氯化锌	酸溶器、提纯罐、离心机、坡板蒸发器、粉碎机



工业名称		使用的设备
工业氯化铁		立式反应炉、冷凝捕集器、尾气吸收塔
工业水合肼		混合器、反应器、蒸发器、精馏塔、冷凝器、冷却器、离心机
饲料级亚硒酸钠		反应罐、过滤器、蒸发器、结晶器
工业硅酸铅		反应炉、冷却器、粉碎机
工业金属钠		整流设备、电解槽、氯气收集器、贮钠罐、铸钠机
工业氢氧化镁合成法		煅烧窑、反应器、水热处理釜、离心机、表面处理设备、烘干机、粉碎机
工业氢氧化镁煅烧法		煅烧窑、消化设备、过滤设备、干燥设备、粉碎设备
工业硫酸	硫铁矿法	风机、焙烧炉、除尘装置、洗涤塔、电除雾器、干燥塔、转化器、吸收塔
	硫磺法	熔硫槽、风机、焚硫炉、转化器、干燥塔、吸收塔
	冶炼烟气法	风机、焙烧炉、除尘装置、洗涤塔、电除雾器、干燥塔、转化器、吸收塔
蓄电池用硫酸	吸收法	吸收塔、冷却塔、循环槽、净化槽、稀释罐、计量罐
	精制法	净化装置、过滤装置、稀释罐、计量罐
浓硝酸		原料气净化设备、原料气混合设备、氧化设备、透平设备、吸收设备、加热设备、冷却设备、漂白设备、精馏设备、计量及产品贮存设备、尾气净化设备、高压合成（直硝法）
稀硝酸		原料气净化设备、原料气混合设备、氧化设备、透平设备、吸收设备、加热设备、冷却设备、精馏设备、计量及产品贮存设备、高压合成（直硝法）
苛性钠		化盐桶、澄清桶、过滤器、洗泥桶、精盐水贮槽、回收盐水贮槽、中和槽、精制剂高位槽、配水槽、盐水过滤器、树脂塔（精制塔）、精盐水高位槽、盐水预热器、电解槽、电解液贮槽、高纯水槽、高纯酸槽、阴（阳）极液气液分离器、阴（阳）极液循环槽、脱氯塔、钠槽、电解液预热器、电解槽、蒸发器、电解液循环槽、捕沫槽、盐酸高位槽
盐酸		氢气缓冲罐、氢气阻火器、氯气缓冲罐、氯气阻火器、合成炉、石墨冷却器、氯化氢净化器、氯化氢吸收塔、集酸槽、成品罐
次氯酸盐		化灰池、水力旋流器、氯化槽、真空过滤机、压滤机、轧碎机、提升机、磨粉机、干燥机、旋风分离器、漂粉机、尾气吸收塔、石灰水储槽、吸收塔、循环泵

### 4.3 污染防治技术

#### 4.3.1 水污染防治技术分析

根据废水的来源，无机化学工业废水可分为工艺、洗涤和生活废水等。

##### (1) 工艺废水的治理技术

目前，工艺废水的治理，基本上都采用中和法。国内企业根据实际情况，废水的治理方法，主要有自然净化法、混凝法、吸附法、离子交换法、中和法和重复利用法等。混凝法是

指使用有机或无机絮凝剂使分散体系聚结脱稳过程的方法。它不仅适用于含悬浮物质、胶体物质及可溶性污染物废水的处理,也适用于含重金属离子废水的处理。混凝法具有适应性强、技术可行和经济合理等优点。用中和法处理废水存在两种情况,一是对废水中呈酸性的工艺水用中和法进行处理;二是与酸性的废水进行相互中和处理。重复利用法是将经自然净化、混凝和中和处理后的废水重新用于生产,这种方法可以减少废水的外排量和新水的用量。

#### (2) 洗涤废水治理技术

目前,国内洗涤废水治理方法大致是:间接冷却用水,一般经冷却后循环使用。对于冲渣水和直接冷却水,由于含有炉渣微粒等固体颗粒物以及含有少量的重金属,多采用沉降池脱除固体颗粒后循环使用,并定期一部分用中和法进行处理。

#### (3) 去除废水中的氯化物

去除废水中的氯化物,目前用得最多的是RO法、电渗析法和离子交换法。

### 4.3.2 大气污染防治技术分析

无机化学工业大气污染控制项目有:颗粒物、二氧化硫、硫化氢、氯化氢、氯气、硫酸雾、氟化氢、氰化氢、氮氧化物、氨、铬酸雾、重金属及其化合物等。

#### 4.3.2.1 颗粒物控制技术

颗粒物是无机化学工业产品生产中废气的主要控制污染物,且颗粒物通常是产品本身的细小微粒,因而通过除尘,在控制颗粒物排放的同时,也控制了污染物的排放。行业较为先进的除尘技术主要是袋式除尘和静电除尘。

##### (1) 袋式除尘

布袋除尘器是一种高效、稳定的干式除尘器。由于袋式除尘器不受烟尘比电阻的影响,去除细颗粒物的能力优于电除尘器。袋式除尘器的总除尘效率在99.5%以上,最高达99.99%,颗粒物排放浓度甚至可低于10 mg/m<sup>3</sup>。袋式除尘器的运行费用主要是更换滤袋,电能消耗主要来自设备阻力、清灰系统及卸灰系统。

##### (2) 静电除尘

目前,我国静电除尘技术已经接近国际先进水平。静电除尘器最大的优点是设备阻力低,处理烟气量大,除尘效率高,运行费用低,维护工作量少,使用温度范围广,除尘效率为99.0%~99.8%,颗粒物排放水平可达50 mg/m<sup>3</sup>以下,甚至达到30 mg/m<sup>3</sup>以下。

#### 4.3.2.2 二氧化硫控制技术

二氧化硫是行业废气排放中主要控制的污染物,多采用石灰/石灰石—石膏法、钠碱法、双碱法、氨法、离子液循环吸收法和氧化锌法。

##### (1) 石灰石—石膏法

石灰石—石膏法是采用石灰石作为脱硫剂,石灰石经破碎磨成细粉与水混合制成吸收浆液,主要特点是工艺技术成熟,应用最多;脱硫率高,一般大于95%;吸收剂消耗少,Ca/S比接近1.0。但实际过程中,容易产生二次渣污染和水污染;脱硫产生大量的石膏,利用价

值较低，设备及管道易堵塞；消耗大量石灰石资源。

#### (2) 氢氧化钠湿法脱硫

氢氧化钠法是一种脱硫率最高、流程较短、占地面积较小的脱硫方法，但由于烟气量大且浓度较高，氢氧化钠的消耗量将会较大，造成运行成本较高。

#### (3) 氨法脱硫工艺

该脱硫工艺以氨水为脱硫剂，副产硫酸铵化肥。烟气经烟道自底部进入脱硫塔。氨水自塔顶喷淋洗涤烟气。烟气中二氧化硫被洗涤吸收后除去，净烟气再通过设在塔顶的除雾器除沫后，排入烟囱。洗涤液中产生的约30%的硫酸铵溶液，经蒸发结晶处理后可以得到固体硫酸铵。

#### (4) 喷雾干燥法脱硫工艺

喷雾干燥法脱硫工艺以石灰为脱硫剂，石灰经消化并加水制成消石灰乳后，用泵打入位于吸收塔内的雾化装置，在吸收塔内，被雾化成细小雾滴的吸收剂与烟气混合接触，与烟气中的二氧化硫发生化学反应生成 $\text{CaSO}_3$ 和 $\text{CaSO}_4$ ，烟气中二氧化硫被脱除。脱硫反应产物及未被利用的脱硫剂以干燥的颗粒物形式随烟气带出吸收塔，进入除尘器被收集下来。脱硫后的烟气经除尘后排放。

#### (5) 离子液循环吸收法

离子液循环吸收法是利用以离子液为主要成分吸收剂具有良好的吸收能力和解吸能力的特点，在低温下吸收二氧化硫，高温下将吸收剂中的二氧化硫再生出来，从而脱除和回收烟尘中二氧化硫。离子液循环吸收法脱硫工艺主要由烟气预洗涤系统、二氧化硫吸收系统、离子液再生系统、离子液净化系统及二氧化硫制酸等部分组成。该方法适用范围宽，烟气含硫量在0.02%~5%的范围内运行成本稳定，对各类烟气无限制，脱硫效率最高可达99.5%。

#### (6) 氧化锌法

在工业中利用含氧化锌物料配制成氧化锌浆液，在吸收设备中与低浓度二氧化硫烟气充分接触，利用氧化锌与二氧化硫反应生成亚硫酸锌，通过鼓入空气将亚硫酸锌和亚硫酸氢锌氧化为硫酸锌，运行中脱硫效率可达98.6%。

### 4.3.2.3 氮氧化物

在氧化锌等重金属氧化物生产的时候经常用到氧化焙烧、煅烧炉等设备，此类设备在燃烧天然气或生物质时产生的大气污染物较少，但在燃煤或燃烧重油的情况下，会产生氮氧化物，大气氮氧化物处理较多采用选择性催化还原法（SCR）、选择性非催化还原法（SNCR），SCR法在工业应用时脱氮效率通常为85%~90%，但设备投入资金较大。目前有相关的研究将脱硫脱氮脱重金属等设备进行整合，减少设备投资。如胡满银等研究的结果表明SCR法用以飞灰为载体的 $\text{CuO}$ 吸收剂， $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 的脱除效率可达到90%以上。

### 4.3.2.4 含汞废气的处理

汞盐和锡盐等重金属盐的生产过程中会产生部分含汞废气。目前，国内净化汞蒸汽常用

吸收法、吸附法、气相反应法、冷却法及联合净化法等。吸收法多采用具有较高氧化还原电位的物质，如高锰酸钾(KMnO<sub>4</sub>)、次氯酸钠溶液等，它们与汞蒸汽作用时具有反应速度快、净化效率高、溶液浓度低、不易挥发、沉淀物少等特点。固体吸附法利用某种化学物质处理过的活性炭作为汞吸收剂，在汞冶炼或高含量汞废气治理中考虑到经济成本的因素，也采用多硫化钠处理的焦炭作吸附剂。冷却法是基于汞蒸发速度与温度成正比，通过降低空气中的汞蒸汽饱和度来减少空气中含汞废气的含量的方法，具体分为常压冷凝法和加压冷凝法。联合净化法的原理是高浓度含汞尾气，如汞冶炼、含汞废渣火法处理等过程的尾气，往往需要多种方法联合净化，使含汞尾气达标排放，如冷凝-吸收法等。

#### 4.3.2.5 氯气和氯化氢

氯气和氯化氢一般采用水洗后碱液吸收工艺，技术成熟可靠，效果稳定。

#### 4.3.2.6 硫酸雾和碱雾

硫酸雾是在无机重金属化合物生产过程中烟气制酸或酸浸等工序产生的含酸蒸汽。为了对硫酸雾进行有效的控制，通常在产气点设置密封抽汽装置，然后用碱液淋洗塔进行吸收净化。碱雾是在以重金属无机化合物生产过程中进行碱烧、浸取等工序中产生的碱性蒸汽。通常在产气点设置密封抽汽装置，然后用弱酸液或水淋洗塔进行吸收净化，其中吸收液循环利用，最终排出的吸收液进入企业废水处理系统，其污染物控制转入水污染物控制。

#### 4.3.2.7 氟化物

由于氟化氢具有很强的毒性，对环境（主要是车间环境）存在较大影响，通常在产气点加装集气罩强制抽风进行收集含氢氟酸的气体后，通过水喷淋吸收的方法吸收含酸气体，采用该方法可去除约70%的氟化氢。

#### 4.3.2.8 铬酸雾

根据调研，铬酸雾主要是铬酐生产过程排放量较大，现企业一般用填料塔碱吸收处理铬酸雾尾气。

### 4.4 污染物排放状况分析

#### 4.4.1 废水污染物排放

##### 4.4.1.1 废水来源

行业的废水主要来源于①工艺洗涤用水和蒸发冷凝水排放，该部分水企业基本不外排，循环用于生产中；②用于生产场地（因跑冒滴漏引起的）清洗，设备、器具、操作岗位洗涤水；③由于生产排尘、物料外漏等原因，造成初期雨水污染；④厂区浴室、食堂、厕所等生活设施排放废水；⑤有渣场的渣场渗水。主要控制污染物有悬浮物、化学需氧量、总磷、总氮、氨氮、六价铬、总铬及涉及产品的相应污染物等。据测算，2015年无机化学工业排放废水量约为3.82亿吨，化学需氧量排放量约1.71万吨，约占全国废水化学需氧量排放量的0.077%，占全国工业废水化学需氧量排放量的0.58%；废水中氨氮排放量1.1万吨，占全国废水氨氮排放总量的0.48%，占全国工业废水氨氮排放量的7.88%。

#### 4.4.1.2 废水污染物特点

无机化学工业企业排放的废水大部分为无机废水，含盐量高，pH 值变化大，部分指标具有一定毒性或难被生物降解，如重金属等。水污染物包括常规污染物和特征污染物，常规污染物包括 pH 值、悬浮物、化学需氧量、氨氮、总氮、总磷、石油类；特征污染物主要包括硫化物、氟化物、总氰化物、总铜、总锌、总锰、总钡、总锶、总钴、总钼、总锡、总锑、总砷、总汞、总镉、总铅、六价铬、总银、总铬、总镍、总铈、总  $\alpha$  放射性、总  $\beta$  放射性等。《无机化学工业污染物排放标准》（GB 31573—2015）对以上 30 种污染物都规定了排放限值，其中的氰化物、各种重金属污染物属于水中优先控制污染物。

#### 4.4.2 废气污染物排放

行业废气主要来源于①在原料处理、混配、研磨、进出炉窑、焙烧和输送等过程中产生的含工业粉尘的废气；②在焙烧和干燥工段，窑炉产生的含二氧化硫、颗粒物等为主的废气；③产品生产过程的粉碎、包装工段会产生含颗粒物的废气；④在浸取、萃取、反应等过程产生的各种酸雾（如硫酸雾、盐酸雾等）、氨气等。主要控制污染物有颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、酸雾及涉及的相关污染物等。据测算，无机盐工业SO<sub>2</sub>排放量约为7.43 万吨，占全国SO<sub>2</sub>排放总量的0.4%，占全国工业SO<sub>2</sub> 排放量的0.48%；NO<sub>x</sub>排放量约为2.56 万吨，占全国NO<sub>x</sub>排放总量的0.14%，占全国工业NO<sub>x</sub>排放量的0.22%；粉尘排放量为6.2 万吨，占全国粉尘排放量的0.4%，占全国工业粉尘排放量的0.5%。

#### 4.4.3 噪声来源分析

无机化学工业企业噪声源主要包括：

- （1）各类生产机械：生产过程中使用的空压机、水泵、真空泵、离心机、冷却塔、烘干机、冷冻机、冻干机、压滤机等；
- （2）废水处理产生的噪声：曝气设备、污泥脱水设备等；
- （3）独立热源、自备电厂锅炉燃烧产生的噪声：燃料搅拌、鼓风机设备等。

#### 4.4.4 固体废物及危险废物来源分析

无机化学工业企业生产过程中产生的固体废物分为一般工业固体废物和危险废物。2016 年 8 月 1 日起施行的《国家危险废物名录》附表中，对无机化学工业过程中产生的危险废物进行了明确界定，按照其规定，危险废物主要有含铍废物，铍及其化合物生产过程中产生的熔渣、集（除）尘装置收集的粉尘和废水处理污泥；含铬废物，铬铁矿生产铬盐过程中产生的芒硝，废水处理污泥及其他废物，以重铬酸钠和浓硫酸为原料生产铬酸酐过程中产生的含铬废液；含砷废物，硫铁矿制酸过程中烟气净化产生的酸泥；含硒废物，硒及其化合物生产过程中产生的熔渣、集（除）尘装置收集的粉尘和废水处理污泥；含锑废物，锑金属及粗氧化锑生产过程中产生的熔渣、集（除）尘装置收集的粉尘，氧化锑生产过程中产生的熔渣；含碲废物，碲及其化合物，生产过程中产生的熔渣、集（除）尘装置收集的粉尘和废水处理污泥；含汞废物，水银电解槽法生产氯气过程中盐水精制产生的盐水提纯污泥和废水处理污

泥，水银电解法生成氢气过程中产生的废活性炭，卤素和卤素化学品生产过程中生成的含硫酸钡污泥；含铊废物，铊及其化合物生产过程中产生的熔渣、集（除）尘装置收集的粉尘和废水处理污泥；废酸，硫酸和亚硫酸、盐酸、氢氟酸、磷酸和亚磷酸、硝酸和亚硝酸等的生产、配制过程中产生的废酸，使用酸进行清洗生产的废酸液；废碱，氢氧化钙、氨水、氢氧化钠、氢氧化钾等的生产、配制中产生的废碱液、固态碱及碱渣，使用碱进行清洗生产的废碱液；含镍废物，镍及其化合物生产过程中产生的反应残余物及不合格、淘汰、废弃的产品；含钡废物，钡化合物（不包括硫酸钡）生产过程中产生的熔渣、集（除）尘装置收集的粉尘、反应残余物、废水处理污泥等。除界定为危险废物以外的生产过程中产生的其他固体废物为一般工业固体废物。据测算，无机化学工业一般工业固体废物产生量 4000 万吨，综合利用量 3000 万吨，一般工业固体废物综合利用率为 75%；危险废物产生量 200 万吨，综合利用量 100 万吨，贮存量 80 万吨，处置量 120 万吨。

## 5 标准制订的基本原则和技术路线

### 5.1 标准制订的基本原则

#### 5.1.1 以《排污单位自行监测技术指南 总则》为指导，根据行业特点进行细化

本标准的主体内容是以《总则》中确定的基本原则和方法，结合无机化学工业企业实际的排污特点，进行具体化和明确化。

#### 5.1.2 以污染物排放标准为基础，全指标覆盖

污染物排放标准规定的内容是本标准制订的重要基础，在污染物指标确定上，主要以当前实施的污染物排放标准为依据。对于污染物排放标准中已明确规定了的污染物指标，以污染物排放标准为准。

同时，根据实地调研以及相关数据分析结果，对实际排放的或地方实际进行监管的污染物指标，进行适当考虑，选测或在摸底监测基础上确定是否纳入监测。

#### 5.1.3 以满足排污许可制度实施为主要目标

本标准的制订以能够满足支撑无机化学行业排污许可制度实施为主要目标，将该行业排污许可工作方案中作为管控要素的源尽可能纳入，排污许可工作方案中进行总量控制的污染物指标，其监测频次按《总则》中主要监测指标相关要求或自动监测处理。

### 5.2 标准制订的技术路线

根据相关资料收集分析及现场实际调研，形成本标准制订的技术路线，见图3。

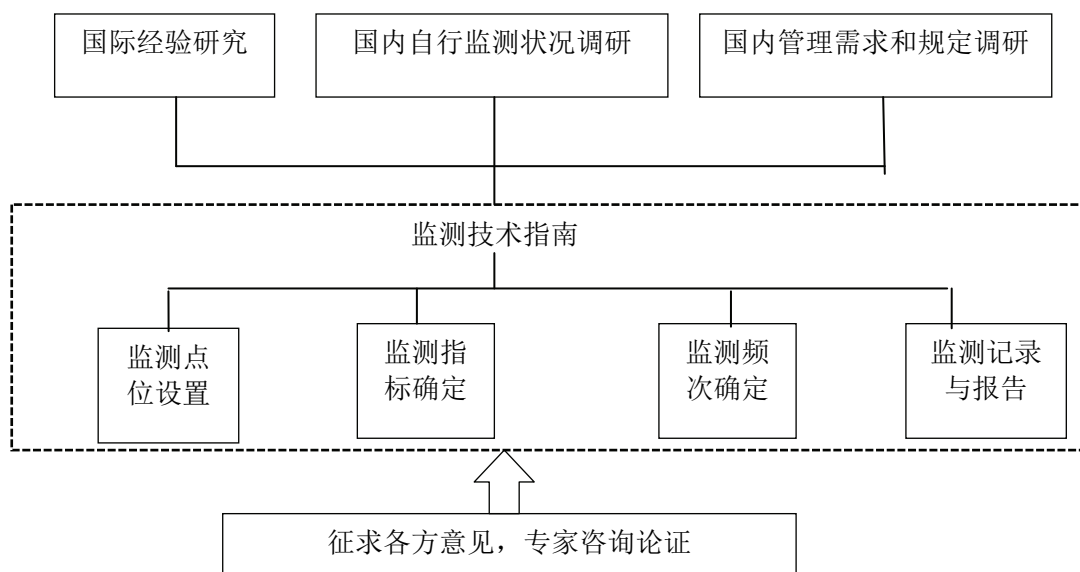


图3 标准制订的技术路线图

## 6 标准研究报告

### 6.1 适用范围

本标准提出了无机化学工业排污单位自行监测的一般要求、监测方案制定、信息记录和报告的基本内容和要求。

无机化学工业排污单位可参照本标准在生产运行阶段对其排放的水、气污染物，噪声以及对其周边环境质量影响开展自行监测。

### 6.2 监测方案制定

根据《无机化学工业污染物排放标准》（GB 31573—2015）、《硝酸工业污染物排放标准》（GB 26131—2010）、《硫酸工业污染物排放标准》（GB 26132—2010）、《烧碱、聚氯乙烯工业污染物排放标准》（GB 15581—2016）、《污水综合排放标准》（GB 8978—1996）、《大气污染物综合排放标准》（GB 16297—1996）确定污染物指标和监测点位；按照《总则》关于监测频次的总体要求，同时结合无机化学工业污染物的实际排放状况与排污许可证申请与核发的技术要求及产业政策要求，确定无机化学工业各排污口不同污染物的监测频次。

#### 6.2.1 废水排放监测

废水监测点位及监测指标的设定。

无机化学工业排污单位均须在废水总排放口设置监测点位、雨水排放口设置监测点位，排放总锰、总钡、总锑、总钴、总钼、总锡、总铋、总砷、总汞、总镉、总铅、六价铬、总银、总铬、总镍、总铈、总 $\alpha$ 放射性、总 $\beta$ 放射性、活性氯，须在车间或生产设施废水排放口设置监测点位。

具体监测指标设定以《无机化学工业污染物排放标准》（GB 31573—2015）、《总则》中

“5.3.2”为依据设定见表 5；以《硝酸工业污染物排放标准》（GB 26131—2010）、《总则》中“5.3.2”为依据设定见表 6；以《硫酸工业污染物排放标准》（GB 26132—2010）、《总则》中“5.3.2”为依据设定见表 7；以《烧碱、聚氯乙烯工业污染物排放标准》（GB 15581—2016）、《总则》中“5.3.2”为依据设定见表 8；其他无机化学工业参照《污水综合排放标准》（GB 8978—1996）、《总则》中“5.3.2”为依据设定。

《矿产资源开发利用辐射环境监督管理名录（第一批）》中包括锆及氧化锆，因此锆及其化合物企业需要监测总  $\alpha$  放射性、总  $\beta$  放射性。

表 5 无机化学企业废水监测点位及监测指标

监测点位	监测指标	备注
企业废水总排放口	流量、pH 值、化学需氧量、氨氮、总氮、总磷、悬浮物、石油类	—
	总氰化物	除涉重金属无机化合物工业外
	硫化物	除无机氰化物工业外
	氟化物	除硫化物及硫酸盐工业、无机氰化物工业外
	总铜	涉锌、锰、镍、钼、铜、铅、锡、汞重金属无机化合物工业
	总锌	涉锌、镍、钼、铜、铅、镉、锡、汞重金属无机化合物工业
	单质磷	无机磷工业
车间或生产设施废水排放口	总锰	涉锌、锰重金属无机化合物工业
	总钡、总锶	涉钡、锶重金属无机化合物工业
	总钴	涉锰、镍、铜、镉、钴重金属无机化合物工业
	总钨	涉钨重金属无机化合物工业
	总锡、总锑	涉锡、锑重金属无机化合物工业
	总砷	除电石工业
	总汞	除无机磷
	总镉	除无机磷
	总铅	除无机磷
	六价铬	除无机磷
	总银	涉银重金属无机化合物工业
	总铬	氯酸盐工业、涉铬、锰、镍、钼、铜重金属无机化合物工业
	总镍	涉铬、锌、锰、镍、铜、镉、钴重金属无机化合物工业
	总铊	涉铊、锌、铜、铅重金属无机化合物工业
	总 $\alpha$ 放射性、总 $\beta$ 放射性	涉锆、锆重金属无机化合物工业



表 6 硝酸企业废水监测点位及监测指标

监测点位	监测指标	备注
废水总排放口	流量、pH 值、化学需氧量、氨氮、总氮、总磷、悬浮物、石油类	—

表 7 硫酸企业废水监测点位及监测指标

监测点位	监测指标	备注
企业废水总排口	流量、pH 值、化学需氧量、氨氮、总氮、总磷、悬浮物、石油类	硫磺制酸、硫铁矿制酸及石膏制酸
	硫化物、氟化物	硫铁矿制酸及石膏制酸
车间或生产装置排放口	总砷、总铅	硫铁矿制酸及石膏制酸

表 8 烧碱企业废水监测点位及监测指标

监测点位	监测指标	备注
企业废水总排口	pH 值、化学需氧量、氨氮、总氮、总磷、悬浮物、石油类、硫化物、总钡、	—
车间或生产装置排放口	活性氯、总镍	—

### 6.2.2 废水监测频次

根据《排污单位自行监测技术指南 总则》中“3.2”及“5.3.3”中的相关要求确定重点排污单位与非重点排污单位废水监测频次。

#### a) 重点排污单位废水监测频次

主要监测指标中的 pH 值、化学需氧量、氨氮的最低监测频次为自动监测。主要基于以下考虑：

- (1) 化学需氧量、氨氮两项指标是我国污染物总量减排控制主要污染物；
- (2) pH 值是反映废水酸碱度的综合性指标，且无机化学工业生产过程中废水酸碱度

变化大，应重点关注。

(3) 《中华人民共和国环境保护法》第四十二条明确提出：“重点排污单位应当按照国家有关规定和监测规范安装使用监测设备，保证监测设备正常运行，保存原始监测记录”。

(4) 结合排污许可证制度管理，废水流量监测频次一律规定为自动监测，以便污染物总量的准确核定。

(5) 进一步考虑到流量、pH 值、化学需氧量、氨氮自动监测技术较为成熟。

因此最终将流量、pH 值、化学需氧量、氨氮 4 项指标规定为自动监测。

总磷、总氮是常规监测指标，由于氨氮已作为减排控制指标加强监测，因此这两项指标最低监测频次定为每月监测，但对于总磷或者总氮超标的流域，实行总量控制的可提高监测频次。水环境质量中总磷实施总量控制区域，总磷须采取自动监测，按日监测。水环境质量中总氮实施总量控制区域，总氮目前最低频次按日执行，待自动监测技术规范发布后，须采用自动监测。

悬浮物、石油类是反映水污染程度的重要指标，最低监测频次定为每月监测。

总氰化物、总镉、六价铬、总铬、总铜、总砷、总铅、总镍、总汞、总铊为主要监测指标，因均属于有毒有害或优先控制污染物名录中的指标，因此最低监测频次初步定为每月监测。

其他监测指标中硫化物、氟化物、单质磷、总钡、总锑、总锌、总锰、总钴、总钼、总锡、总锑、活性氯最低监测频次为每季度监测，但考虑到单质磷、总锑、总锌、总锰、总钴、总钼、总锡、总锑指标对应着磷化工及不同重金属化合物行业，而且是该行业的特征污染物，容易引起公众关注，根据其特殊性，将其最低监测频次提升到按月监测；同时考虑到《最高人民法院、最高人民检察院关于办理环境污染刑事案件适用法律若干问题的解释》（法释[2016]29 号）第一条中对“严重污染环境”相关行为的认定，已经将锌元素纳入认定范围，因此将总锌最低监测频次提升为按月监测；硫化物、氟化物、活性氯最低监测频次仍为每季度监测；根据《伴生放射性矿开发利用企业环境辐射监测及信息公开办法（试行）》的公告，总  $\alpha$  放射性、总  $\beta$  放射性监测频次要求为每月监测。

《固定污染源排污许可分类管理名录》（2017 版）中规定无机化学行业实施重点管理的行业有：无机酸制造、无机碱制造、无机盐制造，以上均不含单纯混合或者分装的。

#### b) 非重点排污单位废水监测频次

根据《排污单位自行监测技术指南 总则》中“5.3.3”的相关要求，非重点排污单位废水最低监测频次要求较重点排污单位有所降低。流量、pH 值、化学需氧量、氨氮、总氮、总磷、悬浮物、石油类、总氰化物、总铜、单质磷、总砷、总汞、总镉、总铅、六价铬、总铬、总镍、总铊、总锰、总钡、总锑、总钴、总钼、总锡、总锑、总银、总  $\alpha$  放射性、总  $\beta$  放射性，最低监测频次定为每季度监测；总锌、总钡、硫化物、氟化物、活性氯定为每半年监测。

《固定污染源排污许可分类管理名录》(2017版)中规定无机化学行业实施简化管理的行业有：烧碱制造、单纯混合或者分装的无机碱制造、无机盐制造、无机酸制造。

雨水排放口有流动水排放时按日监测。若监测一年无异常情况，可放宽至每季度开展一次监测。

无机化学工业废水排放监测点位、监测指标及最低监测频次按照表9执行。

表9 废水监测点位、监测指标及最低监测频次

排污单位级别	监测点位	监测指标	监测频次		备注
			直接排放	间接排放	
重点排污单位	废水总排放口	流量、pH值、化学需氧量、氨氮	自动监测		所有排污单位
		总磷	日(自动监测 <sup>a</sup> )	月(自动监测 <sup>a</sup> )	
		总氮	日 <sup>b</sup>	月(日 <sup>b</sup> )	
		悬浮物、石油类	日	月	
		总氰化物、单质磷	日	月	
		硫化物、氟化物	月	季度	
	总铜、总锌	月		根据排污单位所执行的污染物排放(控制)标准,环境影响评价文件及其批复、排污许可证等相关环境管理规定,以及生产工艺、原辅用料、中间及最终产品,确定具体的监测指标	
重点排污单位	生产车间或生产设施废水排放口	总砷、总汞、总镉、总铅、六价铬、总铬、总镍、总铊、总锰、总钡、总锑、总钴、总钼、总锡、总锑、总银	月		根据排污单位所执行的污染物排放(控制)标准,环境影响评价文件及其批复、排污许可证等相关环境管理规定,以及生产工艺、原辅用料、中间及最终产品,确定具体的监测指标
		总 $\alpha$ 放射性、总 $\beta$ 放射性	月		涉钴、锆重金属无机化合物工业排污单位
非重点排污单位	废水总排放口	流量、pH值、化学需氧量、氨氮、总氮、总磷、悬浮物、石油类	季度		所有排污单位
		总氰化物、总铜、单质磷	季度		根据排污单位所执行的污染物排放(控制)标准,环境影响评价文件及其批复、排污许可证等相关环境管理规定,以及生产工艺、原辅用料、中间及最终产品,确定具体的监测指标
		总锌、总钡、硫化物、氟化物	半年		根据排污单位所执行的污染物排放(控制)标准,环境影响评价文件及其批复、排污许可证等相关环境管理规定,以及生产工艺、原辅用料、中间及最终产品,确定具体的监测指标

排污单位级别	监测点位	监测指标	监测频次		备注
			直接排放	间接排放	
	生产车间或生产设施废水排放口	总砷、总汞、总镉、总铅、六价铬、总铬、总镍、总铊、总锰、总钡、总锑、总钴、总钼、总锡、总锑、总银	季度		根据排污单位所执行的污染物排放（控制）标准，环境影响评价文件及其批复、排污许可证等相关环境管理规定，以及生产工艺、原辅用料、中间及最终产品，确定具体的监测指标
		活性氯	半年		烧碱工业
		总 $\alpha$ 放射性、总 $\beta$ 放射性	季度		涉钴、锆重金属无机化合物工业排污单位
雨水排放口		流量、pH 值、化学需氧量、氨氮、悬浮物	日 <sup>c</sup>		所有排污单位
注 1：表中所示监测指标，设区的市级及以上环保主管部门明确要求安装自动监测设备的，须采取自动监测。					
注 2：若生产企业没有生产车间或生产设施废水排放口，废水循环利用或直接供下游产品再利用可不进行生产车间或生产设施废水排放口监测。					
注： <sup>a</sup> 水环境质量中总磷实施总量控制区域，总磷须采取自动监测，最低频次按日监测。					
<sup>b</sup> 水环境质量中总氮实施总量控制区域，总氮目前最低频次按日执行，待自动监测技术规范发布后，须采用自动监测。					
<sup>c</sup> 雨水排放口有流动水排放时按日监测。若监测一年无异常情况，可放宽至每季度开展一次监测。					

### 6.2.3 废水排放去向

废水排放去向，包括直接排放和间接排放两种类型。原则上，间接排放的排污单位参照直接排放的排污单位管理，但重点排污单位中的间接排放单位，部分监测指标（主要是除监控位置位于车间或生产设施废水排放口的污染物以外的指标）的监测频次要求低于直接排放单位。根据以上原则，确定废水排放口监测指标及最低监测频次。

### 6.2.4 有组织废气排放监测

有组织废气排放监测点位及监测指标的设定。

无机化学工业废气排放监测，均须在车间或生产设施排气筒位置设置监测点位。具体监测指标及监测点位设置以《无机化学工业污染物排放标准》（GB 31573—2015）、《硝酸工业污染物排放标准》（GB 26131—2010）、《硫酸工业污染物排放标准》（GB 26132—2010）、《烧碱、聚氯乙烯工业污染物排放标准》（GB 15581—2016）及无机化学工业环境影响评价文件及其批复、排污许可证等相关管理规定明确要求的污染物指标及排污单位生产过程中的原辅用料、生产工艺、中间及最终产品涉及有毒污染物排放的污染物指标为依据设定；其他无机化学工业参照《大气污染物综合排放标准》（GB 16297—1996）、环境影响评价文件及其批复、排污许可证等相关管理规定明确要求的污染物指标及排污单位生产过程中的原辅用料、生产工艺、中间及最终产品涉及有毒污染物排放的污染物指标为依据设定见表 10。按照生产工艺及污染物排放标准指标依据设定见表 11。

表 10 有组织废气监测点位及监测指标（一）

监测点位	监测指标	备注
车间或生产设施排气筒	颗粒物	所有
	氮氧化物	除硫酸工业
	单质磷	无机磷工业
	二氧化硫	除硝酸工业
	砷及其化合物	除硝酸、硫酸、盐酸、纯碱、烧碱工业
	铅及其化合物	除硝酸、硫酸、盐酸、纯碱、烧碱工业
	汞及其化合物	除硝酸、硫酸、盐酸、纯碱、烧碱工业
	镉及其化合物	除硝酸、硫酸、盐酸、纯碱、烧碱工业
	硫化氢	除无机氰化合物工业、卤素及其化合物工业外
	氯气、氯化氢	除硫化物及硫酸盐工业、硫酸工业、硝酸工业、无机氰化物工业外
	氰化氢	除硫化物及硫酸盐工业、卤素及其化合物工业外
	氨	除重金属无机化合物工业、卤素及其化合物工业外
	硫酸雾	硫化物及硫酸盐工业、硫酸工业、涉钡、锶重金属无机化合物工业
	氟化物	涉钴、锆重金属无机化合物工业、无机氟化物工业
	铬酸雾	铬及其化合物工业
	锡及其化合物	涉锡重金属无机化合物工业
	镍及其化合物	涉镍重金属无机化合物工业
	锌及其化合物	涉锌重金属无机化合物工业
	锰及其化合物	涉锰重金属无机化合物工业
	铈及其化合物	涉铈重金属无机化合物工业
	铜及其化合物	涉铜重金属无机化合物工业
	钴及其化合物	涉钴重金属无机化合物工业
	钨及其化合物	涉钨重金属无机化合物工业
锆及其化合物	涉锆重金属无机化合物工业	
铊及其化合物	涉铊、铋、铜、铅重金属无机化合物工业	

表 11 有组织废气监测点位及监测指标（二）

生产工序	监测点位	监测指标	备注
破碎、粉碎	给料口、排料口、粉碎、研磨、振动筛及过滤等车间、设备排气筒	颗粒物、特征污染物 <sup>a</sup>	—
焙（煨）烧	工业窑炉等车间、设备排气筒	颗粒物、二氧化硫、氮氧化物	适用于添加燃料或使用含硫、含氮原料的工业窑
		特征污染物 <sup>a</sup>	

生产工序	监测点位	监测指标	备注
			炉
		颗粒物、特征污染物 <sup>a</sup>	—
浸取	浸取罐、浸出釜等车间、设备排气筒	特征污染物 <sup>a</sup>	—
溶解、沉淀	溶解槽、溶解罐、溶解池、沉淀槽、沉降分离器等车间、设备排气筒	特征污染物 <sup>a</sup>	—
酸溶、酸化、碱溶	酸溶罐、碱溶罐、酸碱调节等车间、设备排气筒	特征污染物 <sup>a</sup>	—
反应	反应器、反应釜、电解槽、碳化塔、吸收塔等车间、设备排气筒	特征污染物 <sup>a</sup>	—
蒸发、结晶	蒸发器、蒸氨釜、挥氨器、闪蒸罐、真空结晶器、转鼓结晶器等车间、设备排气筒	特征污染物 <sup>a</sup>	—
过滤分离	过滤器、过滤机、分离器、压滤机、离心机等车间、设备排气筒	特征污染物 <sup>a</sup>	—
干燥	干燥器、干燥塔、干燥箱等车间、设备排气筒	颗粒物、二氧化硫、氮氧化物	适用于利用燃料燃烧后余热干燥
		特征污染物 <sup>a</sup>	
		颗粒物、特征污染物 <sup>a</sup>	—
造粒、成品包装	造粒机、造粒塔、分装包装机械等车间、设备排气筒	颗粒物、特征污染物 <sup>a</sup>	—
其他	危险废物焚烧炉排气筒	颗粒物、氮氧化物、二氧化硫	—
		烟气黑度、特征污染物 <sup>a</sup>	—
	废水处理厂及处理设施排气筒	臭气浓度、特征污染物 <sup>a</sup>	—
注 1：废气监测须按照相应监测分析方法、技术规范同步监测烟气参数。			
注： <sup>a</sup> 特征污染物指排污单位所执行的污染物排放（控制）标准，环境影响评价文件及其批复、排污许可证等相关环境管理规定中列明的相关污染物指标。			

自备电厂和锅炉废气的监测要求参照《排污单位自行监测技术指南 火力发电及锅炉》执行，焚烧炉废气污染物监测要求按照废弃物焚烧处理行业排污单位自行监测相关技术指南。

### 6.2.5 有组织废气排放监测频次的设定

监测频次的设定主要依据《排污单位自行监测技术指南 总则》中“5.2.1.3”的相关规定及无机化学工业企业的特点按如下原则进行设置：

a) 工业炉窑、反应、浸取生产工序的排气筒设置为主要排放口，其他工序工段排气筒为其他（次要）排放口，主要排放口最低监测频次一般为季度一年，其他（次要）排放口最低监测频次一般为半年一年。

b) 颗粒物、二氧化硫、氮氧化物指标污染排放明确，具有普遍的代表性，监测较简单，在线设备较为成熟。对于企业主要污染物排气筒应开展自动监测，监测项目包括二氧化硫、

颗粒物、氮氧化物；砷及其化合物、铅及其化合物、汞及其化合物、镉及其化合物、铬酸雾等为优先控制污染物，频次初定为季度到半年；

c) 在 a)、b) 条款前提下，适当考虑监测成本与企业自身能力相适应，对频次进行微调；

d) 考虑到每个有组织废气排放监测指标设定的代表性，监测方案实施的简便性，排污单位有组织废气监测不再按重点排污单位与非重点排污单位区分。

根据以上原则，确定有组织废气排放口监测指标及最低监测频次。无机化学工业企业各生产工序有组织废气排放监测点位、监测指标及监测频次，按表 12 执行。

表 12 有组织废气监测点位、监测指标及最低监测频次

生产工序	监测点位	监测指标	监测频次	备注
破碎、粉碎	给料口、排料口、破粉碎、研磨、振动筛及过滤等车间、设备排气筒	颗粒物、特征污染物 <sup>a</sup>	半年	一般排放口
焙（煅）烧	工业窑炉等车间、设备排气筒	颗粒物、二氧化硫、氮氧化物	自动监测	根据排污单位所执行的污染物排放（控制）标准，环境影响评价文件及其批复、排污许可证等相关环境管理规定，以及生产工艺、原辅用料、中间及最终产品，确定具体的监测指标
		特征污染物 <sup>a</sup>	季度	主要排放口
浸取	浸取罐、浸出釜等车间、设备排气筒	特征污染物 <sup>a</sup>	季度	主要排放口
溶解、沉淀	溶解槽、溶解罐、溶解池、沉淀槽、沉降分离器等车间、设备排气筒	特征污染物 <sup>a</sup>	半年	一般排放口
酸溶、酸化、碱溶	酸溶罐、碱溶罐、酸碱调节等车间、设备排气筒	特征污染物 <sup>a</sup>	半年	一般排放口
反应	反应器、反应釜、电解槽、碳化塔、吸收塔等车间、设备排气筒	二氧化硫、氮氧化物	自动监测	根据排污单位所执行的污染物排放（控制）标准，环境影响评价文件及其批复、排污许可证等相关环境管理规定，以及生产工艺、原辅用料、中间及最终产品，确定具体的监测指标
		特征污染物 <sup>a</sup>	季度	主要排放口
蒸发、结晶、洗涤、蒸馏	蒸发器、蒸氨釜、挥氨器、闪蒸罐、真空结晶器、转鼓结晶器、洗涤塔、蒸馏塔、精馏塔、浓缩器等车间、设备排气筒	特征污染物 <sup>a</sup>	半年	一般排放口

生产工序	监测点位	监测指标	监测频次	备注
过滤、分离	过滤器、过滤机、分离器、压滤机、浮选机、离心机等车间、设备排气筒	特征污染物 <sup>a</sup>	半年	一般排放口
干燥	干燥器、干燥塔、干燥箱等车间、设备排气筒	颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、特征污染物 <sup>a</sup>	半年	根据排污单位所执行的污染物排放（控制）标准，环境影响评价文件及其批复、排污许可证等相关环境管理规定，以及生产工艺、原辅用料、中间及最终产品，确定具体的监测指标。一般排放口
熔化熔融	熔化炉等车间、设备排气筒	特征污染物 <sup>a</sup>	半年	一般排放口
筛分、造粒、成品包装	造粒机、造粒塔、挤压造粒机、分装包装机械、粉体包装、固体包装等车间、设备排气筒	颗粒物、特征污染物 <sup>a</sup>	半年	一般排放口
其他	危险废物焚烧炉排气筒 <sup>b</sup>	颗粒物、氮氧化物、二氧化硫	自动监测	根据排污单位所执行的污染物排放（控制）标准，环境影响评价文件及其批复、排污许可证等相关环境管理规定，以及生产工艺、原辅用料、中间及最终产品，确定具体的监测指标
		烟气黑度、一氧化碳、氯化氢、氟化氢、汞及其化合物、镉及其化合物、砷及其化合物、镍及其化合物、铅及其化合物、铬及其化合物、锡及其化合物、锑及其化合物、铜及其化合物、锰及其化合物	半年	
		二噁英类	年	
	废水处理厂及处理设施排气筒	臭气浓度、硫化氢、氨气	半年	
注 1：废气监测须按照相应监测分析方法、技术规范同步监测烟气参数。				
注 2：表中所列监测指标，设区的市级及以上环保主管部门明确要求安装自动监测设备的，须采取自动监测。				
注： <sup>a</sup> 特征污染物指排污单位所执行的污染物排放（控制）标准，环境影响评价文件及其批复、排污许可证等相关环境管理规定中列明的相关污染物指标。				
<sup>b</sup> 危险废物焚烧炉排气筒特指将企业生产活动中产生的危险废物转变为一般固体废物的焚烧炉排气筒。				

### 6.2.6 无组织废气排放监测

无组织废气排放以《无机化学工业污染物排放标准》（GB 31573—2015）、《硝酸工业污染物排放标准》（GB 26131—2010）、《硫酸工业污染物排放标准》（GB 26132—2010）、《烧碱、聚氯乙烯工业污染物排放标准》（GB 15581—2016）、《大气污染物综合排放标准》（GB 16297—1996）及《总则》的 5.2.2.1 和 5.2.2.2 为依据设定监测点位和监测指标。《总则》



的 5.2.2.3 设定监测频次为一年开展一次，结合无机化学工业自身特点，排放多为有毒有害物质，因此设定频次为每半年一次。无组织废气排放监测指标最低监测频次按表 13 执行。

表 13 无组织废气监测指标、监测点位及最低监测频次

监测点位	监测指标	监测频次	备注
排污单位厂界	颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、硫化氢、硫酸雾、氯气、氯化氢、氟化物、铬酸雾、氰化氢、氨、砷及其化合物、铅及其化合物、汞及其化合物、镉及其化合物、镍及其化合物、镉及其化合物、锰及其化合物、钴及其化合物、钼及其化合物、铊及其化合物	半年	根据排污单位所执行的污染物排放（控制）标准，环境影响评价文件及其批复、排污许可证等相关环境管理规定，以及生产工艺、原辅用料、中间及最终产品，确定具体的监测指标
废水收集处理设施	臭气浓度、硫化氢、氨气	半年	适用于建有废水收集处理设施的排污单位

注：若周边有环境敏感点或监测结果超标的，应当适当增加监测频次。

#### 6.2.7 厂界环境噪声监测

对无机化学工业企业潜在的噪声源进行了梳理，为自行监测过程中进行噪声监测布点提供依据。根据《总则》中“5.4.2”，提出了噪声监测频次一般为每季度开展一次监测的要求，对夜间生产的企业提出了监测夜间噪声的要求，考虑到对敏感点的影响，提出了“存在敏感点时，增加监测频次”的要求。厂界环境噪声布点应关注的主要噪声源见表 14。

表 14 厂界环境噪声布点应关注的主要噪声源

噪声源	主要设备
生产车间及配套设施	破（粉）碎设备、工业窑炉、反应设备、蒸发设备、蒸馏设备、分离设备、热交换设备、风机、空压机、各类压缩机、泵等
废水处理设施	曝气设备、污泥脱水设备、风机、泵等

#### 6.2.8 周边环境质量影响监测

按照以下两种情况开展企业周边环境影响监测：

a) 环境管理政策或排污许可证等（仅限 2015 年 1 月 1 日（含）后取得环境影响评价批复的排污单位）有明确要求的，按要求执行。

b) 无明确要求的，若企业认为有必要，对于废水直接排入地表水、海水的排污单位，可按照 HJ 2.3、HJ/T 91、HJ 442 及受纳水体环境管理要求设置监测断面及点位开展监测；对于涉重金属的排污单位，可按照 HJ 610、HJ/T 164、HJ/T 166、HJ 964 等要求设置监测点位开展监测。

此种情况下，主要以废水监测指标与地表水、海水相关质量标准中环境监测指标的对应关系为依据，设定本标准中的地表水、海水环境质量监测指标。具体来讲，即将《无机化学工业污染物排放标准》（GB 31573—2015）、《硝酸工业污染物排放标准》（GB 26131—2010）、《硫酸工业污染物排放标准》（GB 26132—2010）、《烧碱、聚氯乙烯工业污染物排放标准》（GB 15581—2016）中的废水排放监测指标中对应《地表水环境质量标准》（GB 3838—2002）、《海水水质标准》（GB 3097—1997）中的指标，定为企业周边地表水、海水环境质量监测指标。另将《无机化学工业污染物排放标准》（GB 31573—2015）、《硝酸工业污染物排放标准》（GB 26131—2010）、《硫酸工业污染物排放标准》（GB 26132—2010）、《烧碱、聚氯乙烯工业污染物排放标准》（GB 15581—2016）中包括的铜、锌、汞、镉、铬、砷、铅、镍 8 种重金属指标定为地下水、土壤的监测指标。周边环境质量影响监测指标最低监测频次按表 15 执行。

表 15 周边环境质量影响监测指标及最低监测频次

目标环境	监测指标	监测频次	备注
地表水	pH 值、悬浮物、化学需氧量、氨氮、总氮、总磷、石油类、氰化物、硫化物、氟化物、铜、锌、硒、砷、汞、镉、六价铬、铅、钼、钴、铍、硼、锑、镍、钡、钒、钛、铊等	季度	根据排污单位所执行的污染物排放(控制)标准,环境影响评价文件及其批复、排污许可证等相关环境管理规定,以及生产工艺、原辅用料、中间及最终产品,确定具体的监测指标
海水	pH 值、悬浮物质、化学需氧量、非离子氨、无机氮、活性磷酸盐、铜、锌、汞、镉、六价铬、总铬、砷、铅、硒、镍、氰化物、硫化物等	半年	
地下水	pH 值、溶解性总固体、高锰酸盐指数、氨氮、总硬度、硫酸盐、氯化物、氟化物、碘化物、氰化物、铁、锰、铜、锌、钼、钴、汞、砷、硒、镉、六价铬、铅、铍、钡、镍、总 $\alpha$ 放射性、总 $\beta$ 放射性等	年	
土壤	铜、锌、汞、镉、六价铬、铬、砷、铅、镍等	年	

### 6.3 信息记录和报告

监测信息记录：手工监测和自动监测运维记录按照《总则》执行。

生产和污染治理设施运行状况信息记录：无机化学工业企业（排污单位）应详细记录以下生产及污染治理设施运行状况，日常生产中也应参照以下内容记录相关信息，并整理成台账保存备查。

一般工业固体废物、危险废物信息记录：按《总则》中“7.1.4”中要求进行记录。记录一般工业固体废物的产生量、综合利用量、处置量、贮存量；按照危险废物管理的相关要求，按日记录危险废物的产生量、综合利用量、贮存量及其具体去向。原料或辅助工序中产生的其他危险废物的情况也应记录。一般工业固体废物及危险废物产生情况见表 16。

表 16 一般工业固体废物及危险废物来源

种类	废物类别	来源
危险固体废物	含铍废物、含铬废物、含砷废物、含锑废物、含碲废物、含汞废物、含铊废物、含镍废物、含钡废物、含铅废物、废酸、废碱	煅烧工艺产生的固体废物
		浸取工艺产生的固体废物
		反应残余物
		熔渣、集（除）尘装置收集的粉尘
		废水处理污泥
		酸、碱清洗生产的废酸、碱液
	其他可能产生的危险废物按照《国家危险废物名录》或国家规定的危险废物鉴别标准和鉴别方法认定	
一般工业固体废物	除界定为危险废物以外的生产过程中产生的其他固体废弃物	

## 6.4 其他

排污单位应制定监测方案、设置和维护监测设施、开展自行监测、做好监测质量保证与质量控制、记录和保存监测数据。本标准是在《总则》的指导下，根据排污单位的实际情况，对监测方案制定和信息记录中的部分内容进行具体细化，对于各行业通用的内容未在本标准中进行说明，但对于无机化学工业企业同样适用，因此除本标准规定的内容外，其他按《总则》执行。

## 7 企业自行监测经济成本分析

根据本标准中排污单位自行监测的监测指标和各指标设定的监测频次以及进行调研的浙江、黑龙江和山东 3 省物价管理部门制定的监测收费标准，对废水、废气、噪声和周边环境监测按年度进行了经济成本测算。按年度统计，具体测算结果见表 17~表 24。

表 17 废水自行监测费用核算表

监测项目	调研省份（元）			3 省平均 后取整价 格（元）	重点排污单位（间接排放）			非重点排污单位		
	浙江	黑龙江	山东		年监测 次数	全指标监 测费用 （元）	无特征指 标监测费 用（元）	全年监 测 次数	全指标监 测费用 （元）	无特征指 标费用 （元）
pH 值	25	25	50	33	自动	12167	12167	4	133	133
流量	20	45	40	35	自动	12775	12775	4	140	140
化学需氧量	25	25	50	33	自动	12167	12167	4	133	133
氨氮	25	25	50	33	自动	12167	12167	4	133	133
悬浮物	75	75	92	81	12	968	968	4	323	323
总氮	95	105	102	101	12	1208	1208	4	403	403
总磷	75	105	72	84	12	1008	1008	4	336	336
单质磷	75	105	72	84	12	1008	—	4	336	—
石油类	95	105	102	101	12	1208	1208	4	403	403

监测项目	调研省份（元）			3省平均 后取整价 格（元）	重点排污单位（间接排放）			非重点排污单位		
	浙江	黑龙江	山东		年监测 次数	全指标监 测费用 （元）	无特征指 标监测费 用（元）	全年监 测 次数	全指标监 测费用 （元）	无特征指 标费用 （元）
总氰化物	75	105	72	84	12	1008	1008	4	336	336
硫化物	75	105	72	84	4	336	336	2	168	168
氟化物	95	115	102	104	4	416	416	2	208	208
氯化物	95	115	102	104	4	416	—	2	208	—
活性氯	75	105	72	84	2	168	168	2	168	168
总锌	115	165	132	137	12	1648	—	4	549	—
总铜	115	165	132	137	12	1648	—	4	549	—
总锰	115	165	132	137	12	1648	—	4	549	—
总钡	115	165	132	137	12	1648	—	4	549	—
总锶	115	165	132	137	12	1648	—	4	549	—
总钴	115	165	132	137	12	1648	—	4	549	—
总钼	115	165	132	137	12	1648	—	4	549	—
总锡	115	165	132	137	12	1648	—	4	549	—
总锑	115	165	132	137	12	1648	—	4	549	—
总砷	115	165	132	137	12	1648	1648	4	549	549
总汞	115	165	132	137	12	1648	1648	4	549	549
总镉	115	165	132	137	12	1648	1648	4	549	549
总铅	115	165	132	137	12	1648	1648	4	549	549
六价铬	75	105	72	84	12	1008	1008	4	336	336
总银	115	165	132	137	12	1648	—	4	549	—
总铬	115	165	132	137	12	1648	—	4	549	—
总镍	115	165	132	137	12	1648	—	4	549	—
总铊	115	165	132	137	12	1648	—	4	549	—
总α放射性	110	120	150	127	12	1520	—	4	507	—
总β放射性	110	120	150	127	12	1520	—	4	507	—
合计	—	—	—	—	—	<b>89083</b>	<b>63195</b>	—	<b>14116</b>	<b>5417</b>

表 18 有组织废气自行监测费用核算表

监测项目	调研省份（元）			3省平均后 取整价格 （元）	点位	全年监测次数	全指标 监测费用 （元）	主要指标 监测费用 （元）
	浙江	黑龙江	山东					
氨	160	135	110	135	4	2	4320	4320
烟气参数	400	200	160	253	4	4	16213	16213
氯化氢	460	145	140	248	4	2	7947	7947

监测项目	调研省份（元）			3省平均后 取整价格 （元）	点位	全年监测次数	全指标 监测费用 （元）	主要指标 监测费用 （元）
	浙江	黑龙江	山东					
氯气	160	135	140	145	4	2	4640	—
硫化氢	160	135	120	138	4	2	4427	4427
颗粒物	460	105	180	248	4	4	15893	15893
砷及其化合物	470	195	220	295	4	4	18880	18880
铅及其化合物	470	195	220	295	4	4	18880	18880
汞及其化合物	470	195	220	295	4	4	18880	18880
镉及其化合物	470	195	220	295	4	4	18880	18880
氰化氢	160	135	120	138	4	2	4427	4427
硫酸雾	460	145	190	265	4	2	8480	—
氟化物	160	145	190	165	4	2	5280	—
铬酸雾	460	195	190	282	4	4	18027	—
锡及其化合物	470	195	220	295	4	4	18880	—
镍及其化合物	470	195	220	295	4	4	18880	—
锌及其化合物	470	195	220	295	4	4	18880	—
锰及其化合物	470	195	220	295	4	4	18880	—
铈及其化合物	470	195	220	295	4	4	18880	—
铜及其化合物	470	195	220	295	4	4	18880	—
钴及其化合物	470	195	220	295	4	4	18880	—
钼及其化合物	470	195	220	295	4	4	18880	—
锆及其化合物	470	195	220	295	4	4	18880	—
铀及其化合物	470	195	220	295	4	4	18880	—
合计	—	—	—	—	—	—	<b>353973</b>	<b>128747</b>

表 19 无组织废气自行监测费用核算表

监测项目	调研省份（元）			3省平均后 取整价格（元）	监测点位	监测频次	监测费用（元）
	江苏	黑龙江	山东				
硫化氢	155	135	160	150	4	4	9600
氨	155	135	100	130	4	4	8320
颗粒物	105	105	120	110	4	4	7040
二氧化硫	105	135	120	120	4	4	7680
氮氧化物	105	135	120	120	4	4	7680
硫酸雾	195	145	130	157	4	4	10027
氯气	105	135	100	113	4	4	7253
氯化氢	150	145	100	132	4	4	8427
氟化物	115	145	130	130	4	4	8320

监测项目	调研省份（元）			3省平均后 取整价格（元）	监测点位	监测频次	监测费用（元）
	江苏	黑龙江	山东				
铬酸雾	175	195	100	157	4	4	10027
氰化氢	105	135	100	113	4	4	7253
砷及其化合物	125	195	160	160	4	2	5120
铅及其化合物	125	195	160	160	4	2	5120
汞及其化合物	125	195	160	160	4	2	5120
铈及其化合物	125	195	160	160	4	2	5120
镍及其化合物	125	195	160	160	4	2	5120
镉及其化合物	125	195	160	160	4	2	5120
锰及其化合物	125	195	160	160	4	2	5120
钴及其化合物	125	195	160	160	4	2	5120
钼及其化合物	125	195	160	160	4	2	5120
铊及其化合物	125	195	160	160	4	2	5120
合计	—	—	—	—	—	—	142827

表 20 噪声自行监测费用核算表

监测项目	调研省份/元			3省平均后 取整价格 (元)	监测点位	监测频次	监测费用(元)
	江苏	黑龙江	山东				
昼间	70	100	50	73	4	昼间	70
夜间	110	100	70	93	4	夜间	110
合计	—	—	—	—	—	合计	—

表 21 地表水自行监测费用核算表

监测项目	调研省份（元）			3省平均 后取整价 格（元）	监测点 位	监测频 次	全指标监 测费用 （元）	无特征指标 监测费用 （元）
	江苏	黑龙江	山东					
pH 值	20	45	27	31	3	3	276	276
化学需氧量	45	105	62	71	3	3	636	636
氨氮	70	105	72	82	3	3	741	741
总氮	90	105	102	99	3	3	891	891
总磷	70	105	72	82	3	3	741	741
悬浮物	70	75	92	79	3	3	711	711
油类物	90	105	102	99	3	3	891	891
氰化物	70	105	72	82	3	3	741	—
硫化物	95	105	72	91	3	3	816	—
氟化物	90	115	102	102	3	3	921	—
铜	80	165	132	126	3	3	1131	—
锌	80	165	132	126	3	3	1131	—
硒	80	165	132	126	3	3	1131	—
砷	80	165	132	126	3	3	1131	—
汞	80	165	132	126	3	3	1131	—
镉	80	165	132	126	3	3	1131	—
六价铬	70	105	72	82	3	3	741	—

监测项目	调研省份（元）			3省平均后取整价格（元）	监测点位	监测频次	全指标监测费用（元）	无特征指标监测费用（元）
	江苏	黑龙江	山东					
铅	80	165	132	126	3	3	1131	—
钨	80	165	132	126	3	3	1131	—
钴	80	165	132	126	3	3	1131	—
铍	80	165	132	126	3	3	1131	—
硼	80	165	132	126	3	3	1131	—
铈	80	165	132	126	3	3	1131	—
镍	80	165	132	126	3	3	1131	—
钡	80	165	132	126	3	3	1131	—
钒	80	165	132	126	3	3	1131	—
钛	80	165	132	126	3	3	1131	—
铊	80	165	132	126	3	3	1131	—
合计	—	—	—	—	—	—	<b>27333</b>	<b>4887</b>

表 22 海水自行监测费用核算表

监测项目	调研省份（元）			3省平均后取整价格（元）	监测点位	监测频次	全指标监测费用（元）	无重金属监测费用（元）
	江苏	黑龙江	山东					
pH 值	25	45	30	33	3	2	200	200
悬浮物质	75	75	95	82	3	2	490	490
化学需氧量	50	105	65	73	3	2	440	440
非离子氨	75	105	200	127	3	2	760	760
无机氮	75	105	105	95	3	2	570	570
活性磷酸盐	175	105	75	118	3	2	710	710
石油类	95	105	105	102	3	2	610	610
铜	85	165	135	128	3	2	770	—
锌	85	165	135	128	3	2	770	—
汞	85	165	135	128	3	2	770	—
镉	85	165	135	128	3	2	770	—
六价铬	75	105	75	85	3	2	510	—
砷	85	165	135	128	3	2	770	—
铅	85	165	135	128	3	2	770	—
镍	85	165	135	128	3	2	770	—
氰化物	75	105	75	85	3	2	510	—
硫化物	75	105	75	85	3	2	510	—
合计	—	—	—	—	—	—	<b>10700</b>	<b>3780</b>

表 23 地下水自行监测费用核算表

监测项目	调研省份（元）			3省平均后取整价格（元）	监测频次	监测费用（元）
	江苏	黑龙江	山东			
pH 值	25	45	27	32	1	32
溶解性总固体	75	75	92	81	1	81
高锰酸盐指数	50	105	62	72	1	72

监测项目	调研省份（元）			3省平均后取整价格（元）	监测频次	监测费用（元）
	江苏	黑龙江	山东			
氨氮	75	105	72	84	1	84
总硬度	50	105	62	72	1	72
硫酸盐	95	115	102	104	1	104
氯化物	95	115	102	104	1	104
氟化物	95	115	102	104	1	104
碘化物	50	105	62	72	1	72
氰化物	75	105	72	84	1	84
铁	85	165	132	127	1	127
锰	85	165	132	127	1	127
铜	85	165	132	127	1	127
锌	85	165	132	127	1	127
钼	85	165	132	127	1	127
钴	85	165	132	127	1	127
汞	85	165	132	127	1	127
砷	85	165	132	127	1	127
硒	85	165	132	127	1	127
镉	85	165	132	127	1	127
六价铬	95	105	72	91	1	91
铅	85	165	132	127	1	127
铍	85	165	132	127	1	127
钡	85	165	132	127	1	127
镍	85	165	132	127	1	127
总α放射性	110	120	150	127	1	127
总β放射性	110	120	150	127	1	127
合计	—	—	—	—	—	<b>2937</b>

表 24 土壤自行监测费用核算表

监测项目	调研省份（元）			3省平均后取整价格（元）	监测点位	监测频次	监测费用（元）
	江苏	黑龙江	山东				
锌	105	200	180	162	1	1	162
铜	105	200	180	162	1	1	162
汞	105	200	180	162	1	1	162
镉	105	200	180	162	1	1	162
六价铬	95	145	120	120	1	1	120
砷	105	200	180	162	1	1	162
铅	105	200	180	162	1	1	162
镍	105	200	180	162	1	1	162
合计	—	—	—	—	—	—	<b>1252</b>



企业自行监测经济成本分析。根据对排污单位自行监测的成本测算，重点排污单位一年的自行监测费用为 35 万~63 万元，非重点排污单位一年的自行监测费用为 29 万~55 万元。具体统计见表 25。

表 25 企业自行监测成本分析表

监测要素类别	统计分类	监测成本（元）	备注
废水	重点排污单位	89083	—
	重点排污单位（不含特征指标）	63195	
	非重点排污单位	14116	
	非重点排污单位（不含特征指标）	5417	
有组织废气	全指标监测	353973	—
	主要指标监测	128747	
无组织废气	全指标监测	142827	按全指标监测统计
噪声	昼夜监测	1173	按昼夜监测统计
	夜间监测	1493	
周边环境	地表水全指标	27333	未考虑船只及运输费用
	地表水不含特征指标	4887	
	海水全项目	10700	
	海水不含特征指标	3780	
	地下水全项	2973	—
	土壤重金属指标	1252	—
合计	重点排污单位最高监测费用	$63.0 \times 10^4$	—
	重点排污单位最低监测费用	$35.0 \times 10^4$	
	非重点排污单位最高监测费用	$55.5 \times 10^4$	
	非重点排污单位最低监测费用	$29.3 \times 10^4$	