

凯博矿产资源（广东）有限公司
8000 吨/年锆精矿深加工项目

（60 万吨/年锆钛矿分选及深加工项目二期工程）

环境影响报告书

建设单位：凯博矿产资源（广东）有限公司

编制单位：广东智环创新环境科技有限公司

二〇二五年一月



凯博矿产资源（广东）有限公司
8000 吨/年锆精矿深加工项目
(60 万吨/年锆钛矿分选及深加工项目二期工程)
环境影响报告书

建设单位：凯博矿产资源（广东）有限公司

编制单位：广东智环创新环境科技有限公司

二〇二五年一月



编制单位和编制人员情况表

项目编号	xj06a3c		
建设项目名称	凯博矿产资源(广东)有限公司8000吨/年焙烧矿深加工项目(60万吨/年湿法重分选及深加工项目二期工程)		
建设项目类别	29-064常用有色金属冶炼;贵金属冶炼;稀有稀土金属冶炼;有色金属合金制造		
环境影响评价文件类型	报告书		
一、建设单位情况			
单位名称(盖章)	凯博矿产资源(广东)有限公司		
统一社会信用代码	91440800MA556QJH29H		
法定代表人(盖章)	鱼志坚		
主要负责人(签字)	鱼志坚		
直接负责的主管人员(签字)	朱远东		
二、编制单位情况			
单位名称(盖章)	广东初环创新环境科技有限公司		
统一社会信用代码	91440101MA59CHIC40J		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格注册编号	信用编号	签字
郭京坤	2014035440352014449907001121	BFI000358	郭京坤
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
郭京坤	1概述、2总则、3-1概工程回顾性分析、4.1工程概况及工程分析、13结论	BFI000358	郭京坤
吴爱霞	5环境质量现状调查与评价、6施工期环境影响分析与评价、7运营期环境影响预测与评价(大气)、8污染防治措施技术经济可行性分析	BFI004234	吴爱霞
居爱霞	7运营期环境影响预测与评价(地下水)	BFI035671	居爱霞

温建敏	7总营湖环境影响预测与评价（地表水、声、固体废物、土壤、生态）、8环境风险评价、10项目建设的合理性分析、11环境影响经济效益分析、12环境管理与监测计划	DI003461	温建敏
-----	---	----------	-----

目 录

1	概 述	1
1.1	项目背景	1
1.2	环境影响评价的工作过程	5
1.3	建设项目特点	6
1.4	相关情况分析判定	6
1.5	关注的主要环境问题及环境影响	7
1.6	环境影响评价的主要结论	9
2	总 则	11
2.1	评价目的	11
2.2	编制依据	11
2.3	环境功能区划及执行标准	18
2.4	评价工作等级	35
2.5	评价重点	45
2.6	评价范围与环境保护目标	46
2.7	环境影响因素识别及评价因子筛选	52
3	一期工程回顾性分析	54
3.1	一期工程概况	54
3.2	一期工程环保手续履行情况	54
3.3	一期工程产品方案	54
3.4	一期工程项目组成及总平面布置	55
3.5	一期工程原辅材料消耗	62
3.6	一期工程主要生产设备	63
3.7	一期工程生产工艺及产污环节	63
3.8	一期工程物料平衡及水平衡	68
3.9	一期工程污染物排放情况	69
3.10	一期工程存在的环境问题及以新带老措施	73
4	项目概况及工程分析	74
4.1	二期工程概况	74
4.2	工艺流程及产污环节	114
4.3	平衡分析	129
4.4	运营期污染源分析	147
4.5	非正常工况污染源分析	205
4.6	总量控制	206

4.7	清洁生产分析	207
4.8	施工期污染源分析	207
5	环境质量现状调查与评价	211
5.1	自然环境概况	211
5.2	周边污染源	215
5.3	地表水环境质量现状调查与评价	219
5.4	地下水环境质量现状调查与评价	223
5.5	环境空气质量现状调查与评价	232
5.6	声环境质量现状调查与评价	240
5.7	土壤环境质量现状调查与评价	243
5.8	生态环境质量现状调查与评价	258
6	施工期环境影响分析与评价	259
6.1	大气环境影响分析及防治措施	259
6.2	地表水环境影响分析及防治措施	261
6.3	声环境影响分析及防治措施	262
6.4	固体废物环境影响分析及防治措施	265
6.5	土壤和地下水污染源分析及拟采取的措施	265
6.6	生态环境影响分析	267
6.7	本章小结	267
7	运营期环境影响预测与评价	268
7.1	大气环境影响预测与评价	268
7.2	地表水环境影响分析与评价	331
7.3	声环境影响预测与评价	340
7.4	固体废物环境影响分析与评价	346
7.5	土壤环境影响预测与评价	350
7.6	地下水环境影响预测与评价	356
7.7	生态环境影响分析与评价	396
7.8	碳排放环境影响评价	397
8	环境风险评价	405
8.1	现有项目环境风险回顾性评价	405
8.2	风险调查、风险潜势、评价等级	408
8.3	风险识别	416
8.4	风险事故情形分析	423
8.5	源项分析	429
8.6	风险预测与评价	436
8.7	环境风险管理	454

8.8	环境风险评价结论	469
9	污染防治措施技术经济可行性分析	471
9.1	废气污染防治措施可行性分析	471
9.2	废水污染防治措施可行性分析	480
9.3	噪声污染防治措施可行性分析	492
9.4	固体废物污染防治措施可行性分析	494
9.5	土壤污染防治措施可行性分析	500
9.6	地下水污染防治措施可行性分析	501
9.7	其它环保措施	508
9.8	本章小结	508
10	项目建设的合理合法性分析	509
10.1	与产业政策的相符性	509
10.2	与“三线一单”生态环境分区管控方案的符合性	509
10.3	与相关规划的相符性	513
10.4	与园区规划及规划环评的相符性	525
10.5	与其他相关文件的相符性分析	537
10.6	本章小结	542
11	环境影响经济损益分析	543
11.1	环境经济损益分析的方式	543
11.2	环境经济损益分析	543
11.3	经济效益及社会效益分析	546
11.4	本章小结	546
12	环境管理与监测计划	547
12.1	环境管理	547
12.2	环境监测计划	553
12.3	污染物排放清单及管理要求	559
13	结论	564
13.1	项目概况	565
13.2	环境质量现状评价结论	565
13.3	环境影响预测与评价	568
13.4	主要环境保护措施	573
13.5	环境影响经济损益分析	579
13.6	环境管理与监测计划	579
13.7	总量控制	579
13.8	项目建设的合理合法性分析	580

13.9 公众意见采纳情况	580
13.10 结论	580
建设项目环境影响评价自查表	581
附表 1 建设项目大气环境影响评价自查表	581
附表 2 建设项目地表水环境影响评价自查表	582
附表 3 建设项目声环境影响评价自查表	584
附表 4 建设项目土壤环境影响评价自查表	585
附表 5 建设项目生态影响评价自查表	586
附表 6 建设项目环境风险评价自查表	587

附表：建设项目环境影响报告书审批基础信息表

1 概述

1.1 项目背景

锆（铪）是一种稀缺的战略资源，在军工产业和民用产业中都有广泛的应用，其中核级锆是核反应堆中的关键基础材料（核燃料包套、结构材料等），被核工业界称为“原子时代第一号金属”；而铪则是热中子反应堆控制材料之首选。20 世纪末美国将锆（铪）列为国防战略储备物资，而我国在 21 世纪初将锆（铪）列为国家产业政策中鼓励重点发展的高性能新材料之一。

锆铪制品对于我国的国民经济以及国防建设都十分重要。金属锆产品主要应用范围主要有核工业、耐火材料、功能陶瓷、高温合金等，高端制造行业对于锆产品需求逐步增长，比如金属锆、复合锆、核级海绵锆等市场的需求量逐年上升。金属铪则在冶金、航空航天、核能等领域应用较为广泛，如用于原子能工业作为控制棒使用，铪化物因其优良的材料性能而广泛应用于高功率医疗激光器、船用激光器、镀膜材料（隔热涂层）等。近年来，国内经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段，可以预见未来国内对锆资源需求仍将持续增加，锆（铪）资源消费结构也将发生重大转变。

此外，锆、铪作为合金元素在冶炼工业方面有很多可贵的用途。在炼钢过程中，锆是强有力的脱氧和脱氮元素；锆能细化钢中奥氏体晶粒，和硫能化合成硫化锆，从而能防止钢的热脆性；锆还可降低钢的应变时效的影响和提高钢的低温韧性。对于镁合金、铝合金来说，锆是极有效的晶粒细化剂。铪可以显著提高钢铁的强度和韧性，改善冷加工性能，提高淬透性和强化效果；添加少量的铪可改善镍铬合金的电阻。可见，锆铪金属及其化合物可在钢铁产业及其延伸的关联产业中起到非常重要的作用。

凯博矿产资源（广东）有限公司（以下简称“建设单位”）成立于 2020 年 8 月，位于湛江经济技术开发区东海岛钢铁配套园区（钢铁项目配套产业园区）钢安路南侧、钢强路（原钢展路）西侧地块，主要经营锆、钛矿产资源的进口、加工，以及锆、钛相关的深加工产品。建设单位规划在湛江经济技术开发区东海岛分期建设“60 万吨/年锆钛矿分选及深加工项目”，目标产品包括优级锆英砂、钛铁矿、独居石等有色矿物，以及国内外紧缺的高纯氧化锆、氧化铪、氧氯化锆等战略资源产品，可用于第三代核

电、核动力舰艇、大飞机用高温合金、火箭推进器、高端芯片用栅极材料等高新技术领域，也可为钢铁产业及其延伸的关联产业的发展提供基础原料。

此外，锆在黑色冶金工业中也有一定的应用，锆在炼钢中的主要作用是脱去钢中的氧、氮及硫化物，尤其是作工具钢的脱氧剂最好，添加少量的锆可以提高工具钢的切削寿命；锆对降低钢的应变时效，改善钢的氢脆现象有良好作用；锆对改善低合金钢的低温韧性比钒好，对纯铁和碳素钢的退火组织有细化作用。由于锆的价格较高，一般用在一些有重要用途的合金钢中，添加少量锆可以促进铸造收缩，增加耐热震性。本项目位于钢铁项目配套产业园区，属于钢铁产业链延伸的关联产业，也符合园区规划重点发展金属新材料产业、钢铁上下游产业的产业布局，符合钢铁项目配套产业园区规划及规划环评审查意见的相关要求。

目前，该项目已取得湛江经济技术开发区发展改革和招商局核发的《广东省企业投资项目备案证》（项目代码：2012-440800-04-01-872184），并列入《湛江市人民政府关于印发湛江市制造业高质量发展“十四五”规划的通知》（湛府〔2021〕45 号）中的重点建设项目。

2023 年 9 月，建设单位取得了《广东省生态环境厅关于凯博矿产资源（广东）有限公司 10 万吨/年锆钛矿分选项目（60 万吨/年锆钛矿分选及深加工项目一期工程）环境影响报告书的批复》（粤环审〔2023〕188 号）。该项目（以下简称“一期工程”或“现有项目”）批复的建设内容为：以锆钛矿为原料，生产规模为年处理 10 万吨锆钛矿，采用螺旋溜槽、湿式磁选、摇床重选、干式磁选和电选等物理选矿工艺，得到钛铁矿、锆英砂和金红石，副产品是选矿尾砂和独居石。目前，一期工程正在建设，尚未正式投产。

锆（Zr）、铪（Hf）是两种重要的稀有金属，在自然界中，锆主要存在于斜锆石和锆英石（或锆英砂）中，自然界中没有单独的铪矿物存在，铪常与锆共生，存在于锆矿石中。铪与锆位于元素周期表的第四副族，性质相似，因原子半径很相近，由于铪的镧系收缩，锆铪分离的难度较大。

为尽快满足市场对高纯锆铪产品的需求和实现企业长远发展，建设单位拟在一期工程锆钛矿分选项目基础上，进一步延伸产业链至后续深加工，拟在现有厂区内投资建设“8000 吨/年锆精矿深加工项目（60 万吨/年锆钛矿分选及深加工项目二期工程）”。本项目以一期工程锆精矿分选产生的优级锆英砂为原料，经碱熔、酸解、萃取、沉淀、煅烧等工序，生产高纯氧氯化锆、氧化锆、氧化铪、硅酸钠产品，同时可生产氯化钠、

氯化铵、硫酸铵等副产品。

基于上述背景，凯博矿产资源（广东）有限公司委托广东智环创新环境科技有限公司（以下简称“评价单位”）承担“凯博矿产资源（广东）有限公司 8000 吨/年锆精矿深加工项目（60 万吨/年锆钛矿分选及深加工项目二期工程）”环境影响评价工作。评价单位在现场踏勘和研读有关资料、文件的基础上，按照有关法律法规、环境保护标准、环境影响评价技术规范，编制完成了《凯博矿产资源（广东）有限公司 8000 吨/年锆精矿深加工项目（60 万吨/年锆钛矿分选及深加工项目二期工程）环境影响报告书》。

根据建设单位的核素含量分析与核算结果，原料锆英砂 U-238 活度浓度为 1.16Bq/g，Ra-226 活度浓度为 4.755Bq/g，Th-232 活度浓度为 0.79Bq/g；生产过程中产生的未熔砂 U-238 活度浓度为 7.2Bq/g，Th-232 活度浓度为 2.26Bq/g；污水处理过程产生的除放除重预处理污泥 U-238 活度浓度为 16.7Bq/g，Ra-226 活度浓度为 73.4Bq/g，Th-232 活度浓度为 2.53Bq/g，属于伴生放射性废物。因此，本项目已纳入《矿产资源开发利用辐射环境监督管理名录》（生态环境部 公告 2020 年第 54 号）中，并且符合“原矿、中间产品、尾矿（渣）或者其他残留物中铀（钍）系单个核素含量超过 1 贝可/克（1Bq/g）”的条件。根据《关于发布<矿产资源开发利用辐射环境监督管理名录>的公告》（生态环境部 公告 2020 年第 54 号）的相关要求，建设单位应当组织编制辐射环境影响评价专篇，并纳入环境影响报告书同步报批。**本项目的辐射环境影响评价不属于本报告的**
评价范围，建设单位已按相关规定同步委托广东智环创新环境科技有限公司另行开展
专篇评价。

湛江市地图

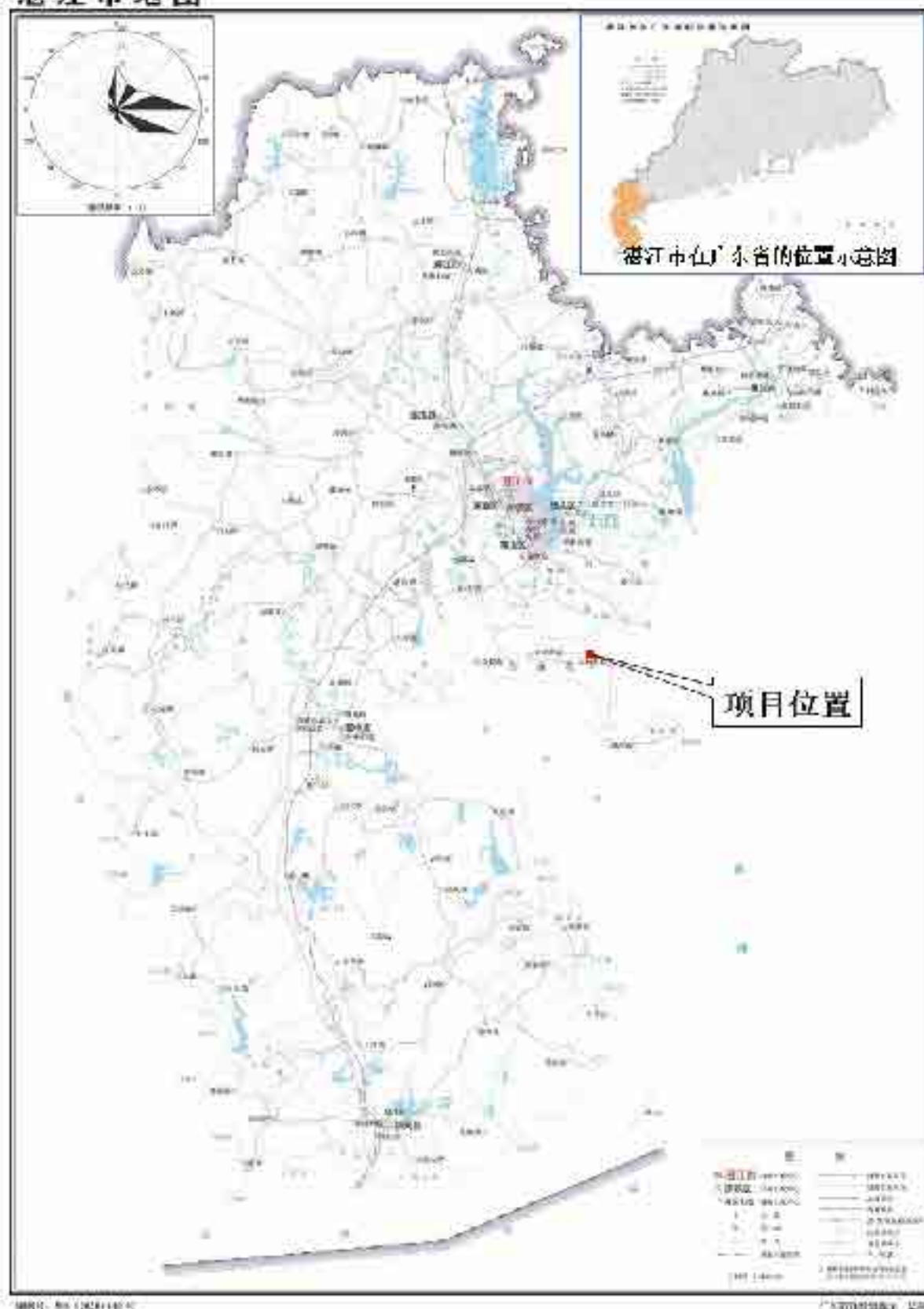


图 1.1-1 项目所在地理位置图

1.2 环境影响评价的工作过程

本次环评主要针对项目情况开展工作,首先根据有关工程设计文件、资料梳理项目情况,按照现行环境影响评价技术导则的规定进行现状补充监测和调查,在此基础上分析项目污染物排放变化情况,以及环境影响可接受性,并根据国家和地方现行的环保相关政策、规章、标准等从多个方面对项目的环境可行性进行分析。项目环境影响评价工作程序如图1.2-1所示。

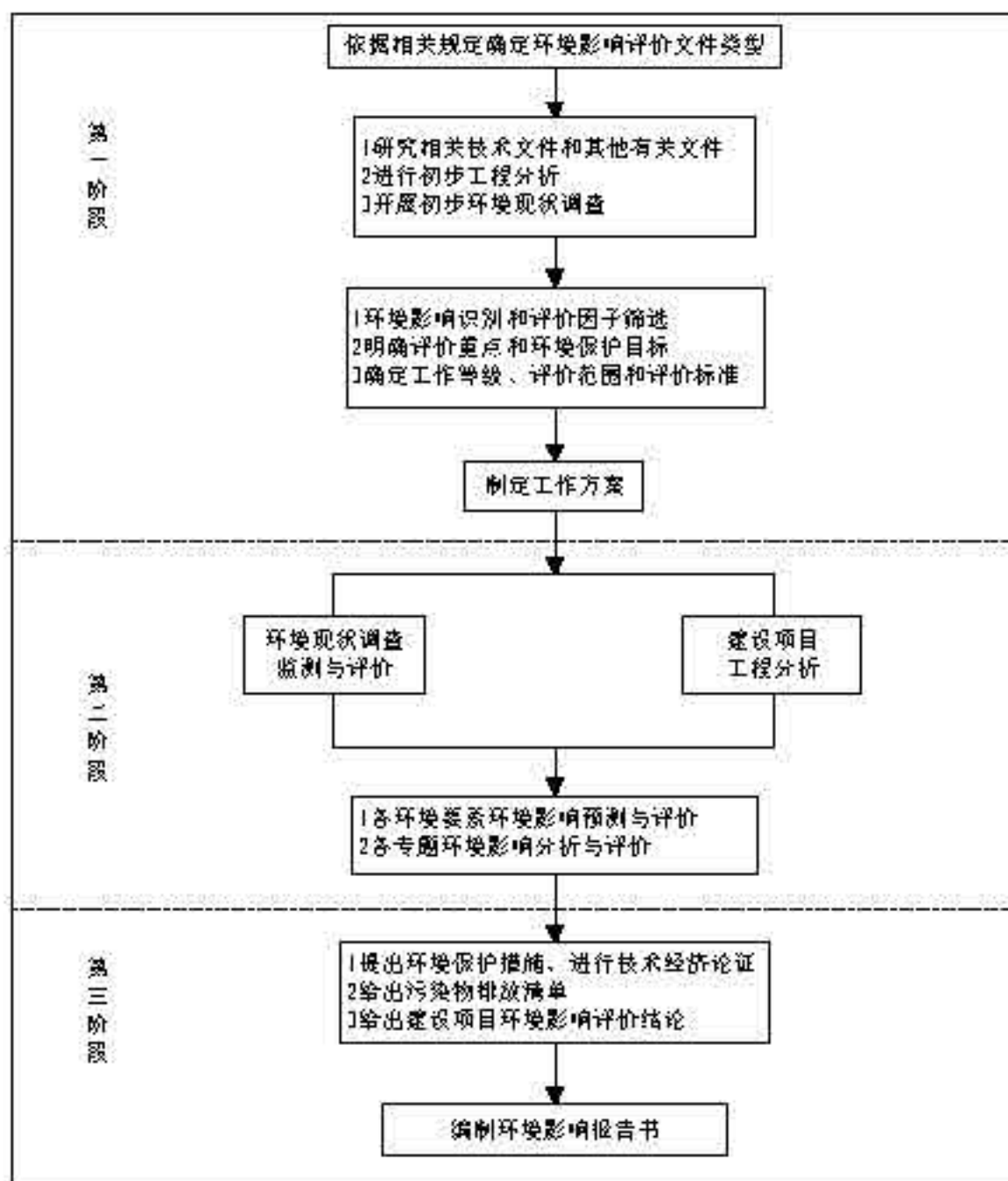


图 1.2-1 环境影响评价程序框图

1.3 建设项目特点

1. 本项目拟在现有厂区预留用地内进行建设，采用的原料为一期工程分选产生的优级锆英砂。一期工程锆英砂产量约 19900t/a，二期工程仅处理其中的 8000t/a。

2. 本项目主体工程包括一号~七号车间，生产工艺可分为锆英砂制备氧氯化锆工艺段、锆钪萃取分离工艺段、硅酸钠工艺段，生产高纯氧氯化锆、氧化锆、氧化钪和硅酸钠等产品。根据广东省发展改革委印发的《广东省“两高”项目管理目录（2022 年版）》（粤发改能源函（2022）1363 号），本项目产品及工序均不属于其中范围，故本项目不属于“两高”项目。

3. 本项目位于湛江经济技术开发区东海岛钢铁配套园区内，厂址四至均为规划工业用地，外环境敏感程度低。

4. 本项目自建一座污水处理站，运营期各类生产废水分类收集、分类预处理达标后，排入钢铁配套园区污水处理厂处理；废水处理过程可生产氯化钠、氯化铵、硫酸铵等副产品。

1.4 相关情况分析判定

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）等有关要求，本项目属于“稀有金属冶炼项目”，分析判定应编制环境影响报告书。

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目不属于限制类和禁止类项目类型。根据《市场准入负面清单（2022 年版）》（发改体改（2022）397 号）可知，本项目不属于该负面清单中“禁止准入类项目”。因此，本项目符合当前国家的产业政策。

项目所在的湛江高新技术产业开发区已经在 2018 年升级为国家级高新技术产业开发区，享受国家高新技术产业开发区的政策。根据《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（粤府（2020）71 号）、《湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案（2023 年版）》，本项目位于重点管控区域，不属于优先保护单元、生态保护红线和一般生态空间，项目建设与相关管控要求不冲突。项目厂址位于湛江市经济技术开发区规划的工业用地，符合土地利用规划和城市总体规划的要求，选址符合园区规划及规划环评相关要求。

本项目不涉及自然保护区、饮用水源保护区、风景名胜区和其生态环境敏感区域。根据环境质量现状调查结果，项目所在地环境质量现状较好，各环境要素均满足

相应的环境功能区划要求。根据环境影响预测结果，在采取相应的污染防治措施前提下，项目实施后对区域环境影响较小，项目污染物排放不会对区域环境质量底线造成冲击。项目运营过程中消耗一定量的水、电等资源，这些资源在项目所在区域较为丰富，项目的资源利用不会突破区域的资源利用上线。项目未列入相关行业和市场准入负面清单中。

1.5 关注的主要环境问题及环境影响

1.5.1 关注的主要环境问题

结合区域环境特点及项目特点，本评价重点关注以下内容：

1. 水污染控制和水环境影响减缓措施有效性、依托园区污水处理设施的环境可行性。
2. 大气环境影响及其污染防治措施可行性。
3. 土壤、地下水环境影响及其污染防治措施可行性。
4. 环境风险及环境风险防范和应急措施的可靠性。

1.5.2 主要环境影响

根据项目建设和生产工艺特点，施工期主要环境影响为施工噪声、扬尘、建筑垃圾等影响，影响时间短，影响范围较小。运营期主要环境影响包括：

1. 大气环境影响

以 2023 年为评价基准年，项目所在区域湛江市为环境空气质量达标区域。本次评价根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）的要求进行了大气环境影响预测，预测结果如下：

①项目新增污染源正常排放情况下，污染物 SO_2 、 NO_2 、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 、TSP、HCl、非甲烷总烃、VOCs、氨、硫化氢的小时和日平均浓度贡献值的最大浓度占标率均 $\leq 100\%$ 。

②项目新增污染源正常排放情况下，污染物 SO_2 、 NO_2 、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 、TSP 的年均浓度贡献值的最大浓度占标率均 $\leq 30\%$ 。

③项目新增污染源正常排放情况下，叠加现状浓度、现有项目污染源及在建、拟建项目污染源环境影响后，评价范围内环境保护目标及网格点处 SO_2 、 NO_2 的 98% 保证率日平均质量浓度和年平均质量浓度， PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 的 95% 保证率日平均质量浓度和年平均质量浓度，TSP 的短期质量浓度和年平均质量浓度均满足相应的环境质量标准，

HCl、VOCs、非甲烷总烃、氨、硫化氢的短期质量浓度等均满足相应的环境质量标准。

④项目全厂污染源正常排放情况下，本项目厂界外各污染物均能达到相应的厂界无组织排放标准要求，厂界外的大气污染物短期贡献浓度均未出现超过环境质量浓度限值的现象，则无需设置增设大气环境保护距离。

综上所述，本项目的大气环境影响可以接受。

2. 地表水环境影响

本项目外排的生产废水、生活污水均分别经过厂区预处理达标后排入园区污水处理厂。厂区废水处理的工艺较为成熟可行，可确保预处理后出水满足园区污水处理厂的接纳要求。

同时，本评价从园区污水处理厂的日处理能力、处理工艺、设计进出水水质及稳定达标排放情况、排放标准相关要求、建设时序衔接性等多方面进行了论证，认为园区污水处理厂具备依托的环境可行性。

因此，项目对周边地表水环境的影响是可接受的。

3. 声环境影响

本项目噪声主要来自生产设备产生的机械和动力噪声，如泵类、风机、压滤机、混料机等。预测结果表明，项目厂界预测值符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中的 3 类标准，项目周边 200 米无声环境敏感点，运营期设备噪声对附近的环境敏感点基本无影响。

4. 固体废物环境影响

本工程固体废物主要有萃取废乳化油、未熔砂、综合废水处理污泥、除放除重预处理污泥、废杂盐、废活性炭、含油废物、实验室废物、废包装物、废坩埚、废耐材、废布袋、生活垃圾等。除重除放预处理污泥属于伴生放射性固体废物，送厂区伴生放射性物料仓库存放，最终交由具备填埋处置伴生放射性固体废物条件的填埋场处置；其他危险废物定期交有资质单位处理，一般工业固废均进行综合利用或妥善处理处置，生活垃圾送当地市政填埋场进行填埋。项目产生的各类固体废物均可合理处置或综合利用，不排放至周边环境，对区域环境影响轻微。

5. 土壤环境影响

根据影响识别，项目对土壤环境的影响途径主要为垂直入渗。根据预测结果可知，发生渗漏后对土壤有一定影响，叠加厂区现状监测最大值后渗漏点处及周边土壤仍符合《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)二类用

地筛选值，因此对土壤环境的影响在可接受范围内。

6. 地下水环境影响

根据地下水影响预测结果，项目运营期若出现污染物长期持续泄漏的情况，将对周边地下水造成一定程度的影响。项目场地位于工业园内，地下水下游可能受影响的范围内无居民区聚集，亦无地下水开采活动，因此，拟建项目对地下水的影响可以接受，但应按本报告的要求落实各项地下水污染防治措施，尽可能避免项目地下水造成不利影响。

7. 生态环境影响

拟建项目位于工业园区内。由于受人为生产活动的影响，项目区及周边原有植被景观已被破坏，区域内动植物种类简单，分布较少，从生物多样性程度来看，工程占地区的生物多样性水平低，工程建设对生物多样性的影响不明显，项目建成后在厂区做好绿化，对生态环境的影响不大。

8. 环境风险

根据风险识别和源项分析，本项目潜在的环境风险分别有：危险物质泄漏、辅料仓库火灾引发的伴生/次生污染物排放和雨污水池体废水泄漏等。危险单元包括生产区、储罐区、危废仓库等。

虽然本项目不可避免地对周围环境产生一定的环境风险，但在建设单位按照要求做好各项风险的预防和应急措施，并不断完善风险事故应急预案，严格落实应急预案及环评中提出各项措施和要求的前提下，可有效防止事故发生及减轻其危害，项目运营期的环境风险在可控范围内。

1.6 环境影响评价的主要结论

凯博矿产资源（广东）有限公司 8000 吨/年锆精矿深加工项目（60 万吨/年锆钛矿分选及深加工项目二期工程）位于湛江市经济技术开发区东海岛，项目建设符合国家、地方的法律法规和产业政策要求，选址符合当地土地利用规划和环境保护规划的要求、符合相关规范及标准中对项目选址的规定，厂区平面布置及功能布局合理。

项目在运行期间会产生一定的废气、废水、固体废物和噪声等污染，通过采取有效的污染防治措施，不会对周围环境造成较大的影响。建设单位应积极落实本报告书中所提出的有关污染防治措施，强化环境管理和监测制度，保证环境保护设施长期稳定达标运行，杜绝事故排放，落实对各项污染防治措施和环境风险防范措施。在此前

提下，本项目的建设对周围环境不会产生明显的影响，从环境保护角度而言，本项目的建设是可行的。

2 总 则

2.1 评价目的

1. 调查项目所在地的环境质量现状，确定环境保护目标，确保建设项目的选址符合国家法律、法规和标准要求。通过对现有项目运行状况进行分析，查清现有项目污染源排放状况及存在的主要环境问题。

2. 根据建设项目的规模和处理工艺特点，分析清楚施工期、运营期的主要环境影响因素、主要污染源和主要污染物；采用模式预测和类比调查相结合的方法分析评价工程施工期、运营期所排放的污染物对周边环境的影响程度和范围。保证生产运营过程对环境的影响控制在法律、法规和标准的允许范围之内。

3. 根据工程建设方案，对项目运营过程中的环境风险进行评价，避免因自然灾害、人为因素和工程内部因素而引起环境风险事故的发生。提出厂址的环境防护距离，保障厂址附近居民的环境安全。

4. 分析工程施工期和运营期所采取的污染防治措施的经济技术可行性，为本工程提供切实可行的环境保护建议措施和对策。

5. 提出环境风险防范措施和风险事故应急预案，以保证环境风险防范措施的有效实施。

6. 根据环境影响、环境风险、环境经济损益分析的结论以及项目与国家、地方相关法规标准、政策和规划的相符性分析，对项目的选址、运输路线和工程建设方案的合理合法性以及在环境保护方面的可行性给出明确结论。

7. 编写环境影响报告书，为项目的环境决策提供科学依据。

2.2 编制依据

2.2.1 全国法律法规及规范性文件

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》(2015 年 1 月 1 日起施行)；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 年 12 月 29 日修订并实施)；
- (3) 《中华人民共和国水污染防治法》(2017 年 6 月 27 日修订，2018 年 1 月 1

日施行）；

- (4) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年 10 月 26 日修订并实施）；
- (5) 《中华人民共和国噪声污染防治法》（2022 年 6 月 5 日）；
- (6) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 9 月 1 日实施）；
- (7) 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019 年 1 月 1 日起施行）；
- (8) 《中华人民共和国清洁生产促进法》（2012 年 7 月 1 日起施行）；
- (9) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日实施）；
- (10) 《建设项目环境保护管理条例》（中华人民共和国国务院令 第 682 号）；
- (11) 《地下水管理条例》（中华人民共和国国务院令 第 748 号）；
- (12) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年）；
- (13) 《放射性废物安全管理条例》（2012 年 3 月 1 日起施行）；
- (14) 《关于发布<矿产资源开发利用辐射环境监督管理名录>的公告》（生态环境部公告 2020 年第 54 号）；
- (15) 《关于发布<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）>的通知》（国环规辐射〔2018〕1 号）；
- (16) 《危险化学品目录（2015 版）》（国家安全生产监督管理局公告，2015 年第 5 号）；
- (17) 《国家危险废物名录》（2021 年）；
- (18) 《关于印发<突发环境事件应急预案管理暂行办法>的通知》（环发〔2010〕113 号）；
- (19) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发〔2012〕77 号）；
- (20) 《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》（环发〔2012〕98 号文）；
- (21) 《水污染防治行动计划》（国发〔2015〕17 号）；
- (22) 《国务院关于印发打赢蓝天保卫战三年行动计划的通知》（国发〔2018〕22 号）；
- (23) 《土壤污染防治行动计划》（国发〔2016〕31 号）；
- (24) 《关于执行大气污染物特别排放限值的公告》（环境保护部公告 2013 年第 14 号）；

- (25) 《关于执行大气污染物特别排放限值有关问题的复函》（环办大气函（2016）1087 号）；
- (26) 《生态环境部审批环境影响评价文件的建设项目名录（2019 年本）》（生态环境部公告 2019 年第 8 号）；
- (27) 《环境空气细颗粒物污染防治技术政策》（环境保护部公告 2013 年第 59 号）；
- (28) 《企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法（试行）》（环发（2015）4 号）；
- (29) 《突发环境事件应急管理办法》（环境保护部令第 34 号）；
- (30) 《关于落实大气污染防治行动计划严格环境影响评价准入的通知》（环办（2014）30 号）；
- (31) 《建设项目环境保护事中事后监督管理办法（试行）》（环发（2015）163 号）；
- (32) 《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第 4 号）；
- (33) 《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环评（2016）150 号）；
- (34) 《国务院办公厅关于印发<控制污染物排放许可制实施方案>的通知》（国办发（2016）81 号）；
- (35) 《关于发布<建设项目危险废物环境影响评价指南>的公告》（环境保护部公告 2017 年第 43 号）；
- (36) 《关于做好环境影响评价制度与排污许可制衔接相关工作的通知》（环办环评（2017）84 号）；
- (37) 《挥发性有机物（VOCs）污染防治技术政策》（环境保护部公告 2013 年第 31 号）；
- (38) 《关于加强重点行业建设项目区域削减措施监督管理的通知》（环办环评（2020）36 号）；
- (39) 《关于印发<重点行业挥发性有机物综合治理方案>的通知》（环大气（2019）53 号）；
- (40) 《关于加强高耗能、高排放建设项目生态环境源头防控的指导意见》（环环评（2021）45 号）；

- (41) 《中共中央国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见》（2021 年 11 月 2 日）；
- (42) 《市场准入负面清单（2022 年版）》（发改体改规〔2022〕397 号）；
- (43) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》。

2.2.2 地方性法规及规范性文件

- (1) 《广东省环境保护条例》（2022 年 11 月 30 日修订）；
- (2) 《广东省水污染防治条例》（2021 年 9 月 29 日修订）；
- (3) 《广东省大气污染防治条例》（2022 年 11 月 30 日修订）；
- (4) 《广东省固体废物污染环境防治条例》（2022 年 11 月 30 日修订）；
- (5) 《广东省实施<中华人民共和国环境噪声污染防治法>办法》（2018 年 11 月 29 日修正）；
- (6) 《广东省环境保护规划纲要（2006-2020 年）》（粤府〔2006〕35 号）；
- (7) 《广东省污染源排污口规范化设置导则》（粤环〔2008〕42 号）；
- (8) 《关于同意实施广东省地表水环境功能区划的批复》（粤府函〔2011〕29 号）；
- (9) 《广东省地下水功能区划》（粤水资源〔2009〕19 号）；
- (10) 《广东省地表水环境功能区划》（粤府函〔2011〕29 号）；
- (11) 《广东省地下水保护与利用规划》（粤水资源函〔2011〕377 号）；
- (12) 《广东省主体功能区规划》（粤府〔2012〕120 号）；
- (13) 《关于印发广东省主体功能区规划的配套环保政策的通知》（粤环〔2014〕7 号）；
- (14) 《广东省人民政府关于印发广东省企业投资项目实行清单管理意见（试行）的通知》（粤府〔2015〕26 号）；
- (15) 《广东省人民政府关于印发广东省水污染防治行动计划实施方案的通知》（粤府〔2015〕131 号）；
- (16) 《广东省人民政府关于印发广东省土壤污染防治行动计划实施方案的通知》（粤府〔2016〕145 号）；
- (17) 《广东省人民政府关于印发部分市乡镇集中式饮用水源保护区划分方案的通知》（粤府函〔2015〕17 号）；

- (18) 《广东省人民政府关于印发<广东省打赢蓝天保卫战实施方案（2018—2020 年）>的通知》（粤府〔2018〕128 号）；
- (19) 《广东省人民政府办公厅关于印发广东省建设工程施工扬尘污染防治管理办法（试行）的通知》（粤办函〔2017〕708 号）；
- (20) 《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（粤府〔2020〕71 号）；
- (21) 《广东省生态环境厅关于优化调整严格控制区管控工作的通知》（粤环函〔2021〕179 号）；
- (22) 《关于发布广东省生态环境厅审批环境影响报告书（表）的建设项目名录（2021 年本）的通知》（粤环办〔2021〕7 号）；
- (23) 《广东省人民政府关于印发广东省生态文明建设“十四五”规划的通知》（粤府〔2021〕61 号）；
- (24) 《广东省生态环境厅关于印发广东省生态环境保护“十四五”规划的通知》（粤环〔2021〕10 号）；
- (25) 《关于贯彻落实生态环境部关于加强高耗能、高排放建设项目生态环境源头防控的指导意见》的通知（粤环函〔2021〕392 号）；
- (26) 《广东省坚决遏制“两高”项目盲目发展的实施方案》（粤发改能源〔2021〕368 号）；
- (27) 《广东省发展改革委关于印发广东省“两高”项目管理目录（2022 年版）的通知》（粤发改能源函〔2022〕1363 号）；
- (28) 《湛江市 2023 年“三线一单”生态环境分区管控成果更新调整成果》（湛环〔2024〕52 号）；
- (29) 《湛江市生态环境保护“十四五”规划》（湛江市生态环境局，2022 年 3 月 9 日）；
- (30) 《湛江市生活饮用水地表水源保护区划分方案》（粤府函〔1999〕191 号）；
- (31) 《广东省人民政府关于调整湛江市地表水饮用水源保护区的批复》（粤府函〔2004〕141 号）；
- (32) 《广东省人民政府关于印发部分市乡镇集中式饮用水源保护区划分方案的通知》（粤府函〔2015〕17 号）；
- (33) 《广东省人民政府关于调整湛江市部分饮用水水源保护区的批复》（粤府函

(2019) 275号);

(34) 《湛江市城市总体规划(2011-2020年)》(2017年6月);

(35) 《湛江市东海岛城市总体规划(2013-2030)》(粤府函(2016)36号);

(36) 《湛江高新技术产业开发区总体规划(2016-2020年)》;

(37) 《湛江市城市声环境功能区划分(2020年修订)》(2020年7月);

(38) 《湛江市土壤与地下水污染防治“十四五”规划》(湛江市生态环境局, 2022年10月28日);

(39) 《湛江市人民政府关于印发湛江市新型城镇化规划(2021-2035年)的通知》(湛府[2023]19号);

(40) 《湛江市人民政府关于印发湛江市制造业高质量发展“十四五”规划的通知》(湛府(2021)45号)。

2.2.3 行业标准和技术规范

(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016);

(2) 《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018);

(3) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018);

(4) 《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2021);

(5) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016);

(6) 《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022);

(7) 《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ964-2018);

(8) 《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018);

(9) 《固体废物鉴别标准 通则》(GB34330-2017);

(10) 《大气污染治理工程技术导则》(HJ2000-2010);

(11) 《水污染治理工程技术导则》(HJ2015-2012);

(12) 《固体废物处理处置工程技术导则》(HJ2035-2013);

(13) 《环境噪声与振动控制工程技术导则》(HJ2034-2013);

(14) 《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023);

(15) 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020);

(16) 《危险废物收集贮存运输技术规范》(HJ2025-2012);

(17) 《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》(公告2021年第24号);

- (18) 《绿色设计产品评价技术规范 氧氯化锆》(T/CNIA0072-2020);
- (19) 《污染源源强核算技术指南 准则》(HJ884-2018);
- (20) 《排污单位自行监测技术指南 总则》(HJ819-2017);
- (21) 《排污许可证申请与核发技术规范 稀有稀土金属冶炼》(HJ1125-2020);
- (22) 《排污单位自行监测技术指南 稀有稀土金属冶炼》(HJ1244-2022);
- (23) 《伴生放射性物料贮存及固体废物填埋辐射环境保护技术规范(试行)》(HJ1114-2020);
- (24) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);
- (25) 《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》(GB27742-2011);
- (26) 《有色金属矿产品的天然放射性限值》(GB 20664-2006)。

2.2.4 其它依据

- (1) 环境影响评价委托书;
- (2) 《湛江经济技术开发区东简镇土地利用总体规划(2010—2020 年)修改方案(湛江钢铁基地配套项目)》(湛国土资(规保)(2014) 384号);
- (3) 《湛江经济技术开发区(东海岛)土地利用总体规划(2010—2020 年)调整完善方案》(粤国土资规划调复(2017) 19号);
- (4) 《60 万吨/年锆钛矿分选及深加工项目(二期)可行性研究报告》(2022 年10月);
- (5) 《湛江经济技术开发区钢铁项目配套产业园区(首期)控制性详细规划环境影响评价报告书》及其审查意见(湛环建(2015) 59号);
- (6) 《湛江经济技术开发区钢铁项目配套产业园区(扩园)规划环境影响报告书》及其审查意见(湛环建(2024) 27号);
- (7) 《东海岛钢铁配套园区污水处理设施建设项目环境影响报告书》及其批复文件(湛环建(2023) 22号);
- (8) 《60 万吨/年锆钛矿分选及深加工项目节能报告》及其审查意见(粤能许可(2023) 68号);
- (9) 建设单位提供的其他相关资料。

2.3 环境功能区划及执行标准

2.3.1 大气环境

1. 环境功能区划及环境质量标准

根据《关于印发湛江市环境空气质量功能区划的通知》（湛环〔2011〕457 号），规划所在区域为二类大气环境功能区，详见图 2.3-1。

根据大气环境功能区划及大气环境影响评价技术导则的确定原则，大气二类区执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准；HCl、氨、硫化氢、TVOC 执行《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018）附录 D 中质量浓度参考限值，非甲烷总烃参照执行《大气污染物综合排放标准详解》提出的标准值，臭气浓度参照执行《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）表 1 恶臭污染物厂界标准值，详见表 2.3-1。

表 2.3-1 环境空气质量标准摘录 单位：μg/m³

污染物名称	取值时间	浓度限值		选用标准
		一级标准	二级标准	
SO ₂	年平均	20	60	《环境空气质量标准》 (GB3095-2012)
	24 小时平均	50	150	
	1 小时平均	150	500	
NO ₂	年平均	40	40	
	24 小时平均	80	80	
	1 小时平均	200	200	
PM ₁₀	年平均	40	70	
	24 小时平均	50	150	
PM _{2.5}	年平均	15	35	
	24 小时平均	35	75	
O ₃	1 小时平均	100	160	
	日最大 8 小时平均	160	200	
CO	24 小时平均	4000	4000	
	1 小时平均	10000	10000	
TSP	年平均	80	200	《大气污染物综合排放标准详解》推荐值
	24 小时平均	120	300	
非甲烷总烃	一次最高值	2000	2000	《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）附录 D 表 D.1 其它污染物空气质量浓度参考限值
氨	一次最高值	200	200	
硫化氢	小时平均	20	20	
TVOC	8 小时平均	600	600	
HCl	一次最高值	50	50	参照执行《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）
	日平均	15	15	
臭气浓度	一次最高值	10	20	

2. 污染物排放标准

(1) 有组织排放

根据《广东省生态环境厅关于化工、有色金属冶炼行业执行大气污染物特别排放限值的公告》（粤环发[2020]2 号），自 2020 年 3 月 1 日起，化工、有色金属冶炼行业新受理环评的建设项目执行大气污染物特别排放限值。

本项目一期工程锆精矿分选产生的优级锆英砂生产氧氯化锆、氧化锆、氧化锆等产品，属于《无机化学工业污染物排放标准》（GB 31573-2015）中的锆化合物工业范畴。根据工艺特点，产生的工艺废气主要有配料废气、酸解废气、萃取废气、吹脱废气、中和沉淀废气、洗涤废气、煅烧废气、浓缩结晶废气等，主要污染物有碱雾、颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、氯化氢、挥发性有机物、氨、锆及其化合物等。其中，颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、氯化氢、氨、锆及其化合物等执行《无机化学工业污染物排放标准》（GB31573-2015 及其修改单）表 4 大气污染物特别排放限值；挥发性有机物排放执行广东省《固定污染源挥发性有机物综合排放标准》（DB44/2367-2022）。目前国家和地方尚未发布本行业的碱雾排放标准，由于碱雾遇冷易形成颗粒状，本评价以颗粒物进行表征，待碱雾相关排放标准及污染物监测分析方法标准发布后实施；对于锆及其化合物，主要是在煅烧过程产生的颗粒物中带出，根据 GB31573-2015 的要求，待国家污染物监测分析方法标准发布后实施。

根据《湛江市人民政府关于湛江市燃气锅炉执行大气污染物特别排放限值的通告》（湛府通（2022）11 号），天然气锅炉废气执行广东省《锅炉大气污染物排放标准》（DB44/765-2019）表 3 大气污染物特别排放限值。

分析化验室废气中氯化氢排放执行广东省《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段二级标准，挥发性有机物排放执行广东省《固定污染源挥发性有机物综合排放标准》（DB44/2367-2022）。

污水处理站废气氨、硫化氢、臭气浓度排放执行《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）表 2 恶臭污染物排放标准值。

表 2.3-2 项目有组织排放大气污染物排放标准

污染源	污染物	排放限值 (mg/m ³)	执行标准
工艺废气	颗粒物	10	《无机化学工业污染物排放标准》（GB 31573-2015 及其修改单）表 4 大气污染物特别排放限值
	氮氧化物	100	
	二氧化硫	100	
	氯化氢	10	
	氨	10	

污染源	污染物	排放限值 (mg/m ³)	执行标准
	锆及其化合物 (以锆计)*	5	广东省《固定污染源挥发性有机物综合排放标准》(DB44/2367-2022)
	非甲烷总烃	80	
	TVOC*	100	
锅炉废气	颗粒物	10	广东省《锅炉大气污染物排放标准》 (DB44/765-2019) 表 3 大气污染物特别排放限值
	二氧化硫	35	
	氮氧化物	50	
分析化验 废气	氯化氢	100	广东省《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001) 第二时段二级标准
	非甲烷总烃	80	广东省《固定污染源挥发性有机物综合排放标准》(DB44/2367-2022)
	TVOC*	100	
污水处理 站废气	氨	4.9 kg/h	《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93) 表 2 恶臭污染物排放标准值
	硫化氢	0.33 kg/h	
	臭气浓度	2000 (无量纲)	

说明：①带*的污染物，待国家污染物监测分析方法标准发布后实施。②本项目煅烧、干燥等工序涉及的工业炉窑为氧化态，烟气排放基准含氧量为 8%。

(2) 无组织排放

厂界无组织排放：厂界无组织排放氯化氢执行《无机化学工业污染物排放标准》(GB 31573-2015 及其修改单) 表 5 企业边界大气污染物浓度限值、广东省《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001) 第二时段二级标准较严值；氨执行《无机化学工业污染物排放标准》(GB 31573-2015) 表 5 企业边界大气污染物浓度限值、《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93) 中表 1 恶臭污染物厂界标准（新改扩建二级排放标准）较严值；硫化氢、臭气浓度排放执行《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93) 中表 1 恶臭污染物厂界标准（新改扩建二级排放标准）；颗粒物排放执行广东省《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001)。

厂区无组织排放：厂区内挥发性有机物执行广东省《固定污染源挥发性有机物综合排放标准》(DB44/2367-2022)；颗粒物执行《工业炉窑大气污染物排放标准》(GB9087-1996) 表 3 工业炉窑无组织排放烟（粉）尘最高允许浓度限值。

表 23-3 项目无组织排放大气污染物排放标准

污染物	无组织排放 监控点	无组织排放限值 (mg/m ³)	执行标准
氯化氢	厂界	0.05	《无机化学工业污染物排放标准》(GB 31573-2015 及其修改单) 表 5 企业边界大气污染物浓度限值、广东省《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001) 第二时段二级标准较严值

污染物	无组织排放 监控点	无组织排放限值 (mg/m ³)	执行标准
氨	厂界	0.3	《无机化学工业污染物排放标准》(GB 31573-2015 及其修改单)表5企业边界大气污染物浓度限值、《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93)中表1恶臭污染物厂界标准(新改扩建二级排放标准)较严值
颗粒物	厂界	1.0	广东省《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001)
	厂区(工业炉窑)	5.0	《工业炉窑大气污染物排放标准》(GB9087-1996)表3
硫化氢	厂界	0.06	《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93)表1恶臭污染物厂界标准(新改扩建二级排放标准)
臭气浓度	厂界	20	
非甲烷总烃	厂区	6 (监控点处1h平均 浓度值)	《固定污染源挥发性有机物综合排放标准》 (DB44/2367-2022)
		20 (监控点处任意一次 浓度值)	

2.3.2 地表水环境

1. 环境功能区划及环境质量标准

运营期项目生产废水和生活污水均依托钢铁产业园污水处理厂处理后,引至东海岛东三类区的排污区深海排放。项目厂区最近的地表水体为龙腾河(位于项目西南约1.1km,与本项目厂址无直接水力联系),龙腾河下游汇入红星水库。

根据《广东省地表水环境功能区划》(粤环(2011)14号),红星水库为工业农业用水功能,水质目标为《地表水环境质量标准》III类标准;根据《广东省地表水环境功能区划》(粤环(2011)14号)和《湛江市环境保护规划(2006-2020年)》,均未对龙腾河的水体功能作出规定,根据已审批通过的《广东省湛江市东海岛新城规划环境影响报告书》(2013年1月),龙腾河水质目标参照执行《地表水环境质量标准》IV类标准。

综上,本项目涉及地表水体执行的地表水环境质量标准见表2.3-4。

表2.3-4 《地表水环境质量标准》摘录 单位:mg/L, pH值除外

序号	指标	III类标准	IV类标准
1	pH值(无量纲)	6-9	6-9
2	溶解氧 $\geq$	5	3
3	化学需氧量(COD) $\leq$	20	30
4	高锰酸钾指数 $\leq$	6	10
5	五日生化需氧量(BOD ₅) $\leq$	4	6
6	氨氮(NH ₃ -N) $\leq$	1.0	1.5

序号	指标	Ⅱ类标准	Ⅳ类标准
7	总磷 $\leq$	0.2湖、库(0.05)	0.3湖、库(0.1)
8	总氮(湖、库以N计) $\leq$	1.0	1.5
9	铜 $\leq$	1.0	1.0
10	锌 $\leq$	1.0	2.0
11	氟化物(以F计) $\leq$	1.0	1.5
12	汞 $\leq$	0.0001	0.001
13	镉 $\leq$	0.005	0.005
14	铬(六价) $\leq$	0.05	0.05
15	铅 $\leq$	0.05	0.05
16	砷 $\leq$	0.05	0.1
17	钼 $\leq$	0.02	0.02
18	氰化物 $\leq$	0.2	0.2
19	挥发酚 $\leq$	0.005	0.01
20	石油类 $\leq$	0.05	0.5
21	阴离子表面活性剂 $\leq$	0.2	0.3
22	硫化物 $\leq$	0.2	0.5
23	粪大肠菌群 $\leq$	10000	20000
24	悬浮物 $\leq$	60	60

注: a、悬浮物限值参照《农田灌溉水质标准》(GB5084-2021)

2. 饮用水源保护区

根据粤府函【2014】41号、粤府函【2015】17号、粤府函【2019】275号等,与本项目最近水源保护区为西南约5.7km的五一水库饮用水源保护区。项目与该饮用水源保护区没有水力联系。

3. 废水排放标准

(1) 项目废水排出厂界的排放标准

本项目生产废水经厂区污水处理站预处理达到《无机化学工业污染物排放标准》(GB 31573-2015)表1间接排放标准、园区污水处理厂设计进水水质要求较严值后(且含盐量(以TDS计)不超过2500mg/L),排入园区污水处理厂。执行的排放标准见表2.3-5。

表2.3-5 项目执行的水污染物排放标准 单位: mg/L

序号	污染物项目	GB 31573-2015 表1 排放限值		园区污水处理厂进水水质要求	本项目 执行标准	污染物排放 监控位置
		直接排放	间接排放			
1	pH值	6~9	6~9	/	6~9	企业废水总 排放口
2	悬浮物	50	100	150	100	
3	氟化物(以F计)	6	6	/	6	
4	石油类	3	6	10	6	
5	化学需氧量(COD)	50	200	350	200	

序号	污染物项目	GB 31573-2015 表 1 排放限值		园区污水处理厂进水水质要求	本项目 执行标准	污染物排放 监控位置
		直接排放	间接排放			
6	总磷	0.5	2	4	2	
7	总氮	20	60	45	45	
8	氨氮	10	40	20	20	
9	生化需氧量 (BOD ₅)	/	/	120	120	
10	总铜化物	0.3	0.5	/	0.5	
11	硫化物	0.5	1	/	1	
12	含盐量 (以 TDS 计) *	/	/	2500	2500	
13	总铜	0.05		/	不得检出	车间或生产 设施废水排 放口
14	总铅	0.5		/	不得检出	
15	总砷	0.3		/	不得检出	
16	总铬	1		/	不得检出	
17	总汞	0.005		/	不得检出	
18	总镉	0.5		/	不得检出	
19	六价铬	0.1		/	不得检出	

说明：含盐量（以 TDS 计）指标为建设单位与园区污水处理厂的约定控制限值。镉射相关的控制要求，详见本项目的镉射专篇。

（2）生活污水排出厂界的排放标准

生活污水经三级化粪池预处理达到广东省《水污染物排放限值》（DB 44/26-2001）中的第二时段三级标准及钢铁项目配套产业园区污水处理厂设计进水标准较严值后，排入市政污水管网，由园区污水处理厂集中处理。拟执行标准见表 2.3-6。

表 2.3-6 生活污水执行的污染物排放标准 单位：mg/L

执行标准	pH	COD _{Cr}	BOD ₅	SS	动植物油	氨氮
DB44/26-2001 第二时段三级标准	6~9	≤500	≤300	≤400	≤100	—
配套产业园区污水处理厂设计进水标准	6~9	≤350	≤120	≤150	—	≤20
项目执行标准	6~9	≤350	≤120	≤150	≤100	≤20

（3）园区污水处理厂尾水的排放标准

根据经批复的《东海岛钢铁配套园区污水处理设施建设项目环境影响报告书》（批复文号：湛环建（2023）22 号），园区污水处理厂出水水质为《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB181918-2002）一级 A 标准和广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）第二时段一级标准较严值，详见表 2.3-7。

表 2.3-7 园区污水处理厂出水执行的排放标准 mg/L (pH 除外)

项目	COD _{Cr}	BOD ₅	SS	TN	NH ₃ -N	TP	石油类
出水标准	≤40	≤10	≤10	≤15	≤5 (8)	≤0.5	≤1

注：括号外数值为水温>12℃时的控制指标，括号内数值为水温≤12℃时的控制指标。

2.3.3 地下水环境

根据《广东省地下水功能区划》（粤水资源[2009]19 号），项目所在地区属于湛江市深层地下水功能区中的“粤西桂南沿海诸河湛江市城区集中式供水水源区”H094408001P01（深）；同时项目地属于“浅层地下水功能区中的粤西桂南沿海诸河东海岛地质灾害易发区”H094408002S06，具体见图 2.3-4。

项目所在区域浅层地下水质量执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III 类标准限值（以人体健康基准值为依据，主要适用于集中式生活饮用水水源及工、农业用水）。具体见表 2.3-8。

表 2.3-8 地下水质量标准 单位：mg/L（pH 除外）

序号	项目	III 类标准	序号	项目	III 类标准
1	pH	6.5~8.5	14	铁	≤0.3
2	氨氮	≤0.5	15	锰	≤0.1
3	挥发性酚类	≤0.002	16	铅	≤0.01
4	总硬度	≤450	17	汞	≤0.001
5	耗氧量	≤3.0	18	砷	≤0.01
6	硫酸盐	≤250	19	总大肠菌群（个/L）	≤3.0
7	氟化物	≤1.0	20	溶解性总固体	≤1000
8	氯化物	≤0.05	21	菌落总数（CFU/mL）	≤100
9	溴化物	≤250	22	色度	≤15
10	硝酸盐	≤20.0	23	嗅和味	无
11	亚硝酸盐	≤1.00	24	肉眼可见物	无
12	六价铬	≤0.05	25	浑浊度	≤3
13	镉	≤0.005			

2.3.4 声环境

1. 环境功能区划及环境质量标准

本项目位于湛江经济技术开发区东海岛钢铁配套园区钢安路、钢强路（原钢展路）西侧，属于东海岛产业园区范围。根据《湛江市城市声环境功能区划分（2020 年修订）》东海岛产业园区（59.07km²）被划分为 3 类声环境功能区。

本项目用地为工业用地，声环境质量执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 3 类标准，详见表 2.3-9。

表 2.3-9 声环境质量标准（GB3096-2008）单位：dB（A）

类别	昼间	夜间
3 类	65	55

2. 噪声排放标准

施工噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），详见表 2.3-10。

营运期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 3 类标准，详见表 2.3-11。

表 2.3-10 《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）单位，LeqdB（A）

昼间	夜间
70	55

表 2.3-11 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）单位，LeqdB（A）

声功能区类别	昼间	夜间	选用标准
3 类	65	55	《工业企业厂界环境噪声排放标准》 (GB12348-2008)

2.3.5 土壤环境

本项目选址位于湛江经济技术开发区东海岛钢铁配套园区钢安路南侧、钢强路（原钢展路）西侧地块，根据《湛江经济技术开发区钢铁项目配套产业园区（首期）控制性详细规划》（湛府函（2015）134 号）及其土地利用规划图、项目厂址地块的用地规划条件的批复、项目厂址地块不动产权证（粤（2021）湛江开发区不动产权第 0013807 号），项目厂址地块用地为二类工业用地，结合现场勘查拟建项目周边现状主要是工业企业用地、荒草地、农田等土地类型。

本项目厂区内土壤及周边林地采用《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）二类用地筛选值进行评价，周边农用地采用《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）农用地土壤风险筛选值进行评价。

综上，土壤环境评价标准详见表 2.3-12 和表 2.3-13。

表 2.3-12 农用地土壤污染风险筛选值摘录（基本项目） 单位 mg/kg，pH 除外

序号	污染物项目		风险筛选值			
			pH≤5.5	5.5<pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH>7.5
1	镉	水田	0.3	0.4	0.6	0.8
		其他	0.3	0.3	0.3	0.6
2	汞	水田	0.5	0.5	0.6	1.0
		其他	1.3	1.8	2.4	3.4
3	砷	水田	30	30	25	20
		其他	40	40	30	25
4	铅	水田	80	100	140	240
		其他	70	90	120	170
5	铬	水田	250	250	300	350

序号	污染物项目	风险筛选值			
		pH≤5.5	5.5<pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH>7.5
6	其他	150	150	200	250
	果园	150	150	200	200
	其他	50	50	100	100
7	镉	60	70	100	190
8	铊	200	200	250	300

注：①重金属和类金属砷均按元素总量计。
②对于水旱轮作地，采用其中较严格的风险筛选值。

表 23-13 建设用地土壤污染风险筛选值摘录（基本项目） 单位 mg/kg, pH 除外

序号	污染物项目	CAS 编号	筛选值（第二类用地）
重金属和无机物			
1	砷	7440-38-2	40①
2	镉	7440-43-9	65
3	铬（六价）	18540-29-9	5.7
4	铜	7440-50-8	18000
5	铅	7439-92-1	800
6	汞	7439-97-6	38
7	镍	7440-02-0	900
挥发性有机物			
8	四氯化碳	56-23-5	2.8
9	氯仿	67-66-3	0.9
10	氯甲烷	74-87-3	37
11	1,1-二氯乙烷	75-34-3	9
12	1,2-二氯乙烷	107-06-2	5
13	1,1-二氯乙烯	75-35-4	66
14	顺-1,2-二氯乙烯	156-59-2	596
15	反-1,2-二氯乙烯	156-60-5	54
16	二氯甲烷	75-09-2	616
17	1,2-二氯丙烷	78-87-5	5
18	1,1,1,2-四氯乙烷	630-20-6	10
19	1,1,2,2-四氯乙烷	79-34-5	6.8
20	四氯乙烯	127-18-4	53
21	1,1,1-三氯乙烷	71-55-6	840
22	1,1,2-三氯乙烷	79-00-5	2.8
23	三氯乙烯	79-01-6	2.8
24	1,2,3-三氯丙烷	96-18-4	0.5
25	氯乙烯	75-01-4	0.43
26	苯	71-43-2	4
27	氯苯	108-90-7	270
28	1,2-二氯苯	95-50-1	560
29	1,4-二氯苯	106-46-7	20
30	乙苯	100-41-4	28
31	苯乙烯	100-42-5	1290
32	甲苯	108-88-3	1200
33	间二甲苯+对二甲苯	108-38-3,106-42-3	570
34	邻二甲苯	95-47-6	640

序号	污染物项目	CAS 编号	筛选值（第二类用地）
半挥发性有机物			
35	硝基苯	98-95-3	76
36	苯胺	62-53-3	260
37	2-氯酚	95-57-8	2256
38	苯并[a]葱	56-55-3	15
39	苯并[a]芘	50-32-8	1.5
40	苯并[b]荧葱	205-99-2	15
41	苯并[k]荧葱	207-08-9	151
42	蒽	218-01-9	1293
43	二苯并[a, h]葱	53-70-3	1.5
44	茚并[1,2,3-cd]芘	193-39-5	15
45	苯	91-20-3	70
注：①具体地块土壤中污染物检测含量超过筛选值，但等于或者低于土壤环境背景值（见该标准 3.6）水平的，不纳入污染地块管理。土壤环境背景值可参见附录 A。			
其他项目			
46	石油烃（C ₁₀ -C ₄₀ ）	-	4500

2.3.6 生态环境

根据《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（粤府〔2020〕71号），本项目位于重点管控区域，不属于优先保护单元。根据《湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案（2023 年版）》，本项目选址位于“湛江高新技术产业开发区并湛江产业转移工业园东海岛片区二”（环境管控单元编码 ZH44081120012），属重点管控单元（园区型），不在生态保护红线和一般生态空间范围内，见图 2.3-6 和图 2.3-7。

根据《广东省主体功能区规划》广东省域范围主体功能区包括优化开发、重点开发、生态发展和禁止开发四类区域。项目所在湛江经济技术开发区位于其中的重点开发区域—国家级重点开发区域—北部湾地区湛江部分。此外，本项目所在地不涉及主体功能区规划中各个禁止开发区域和重点保护地区。

2.3.7 其它

1. 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）；
2. 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）；
3. 《伴生放射性物料贮存及固体废物填埋辐射环境保护技术规范》（试行）（HJ1114-2020）；
4. 《危险废物收集 贮存 运输技术规范》（HJ2025-2012）。



图 23-1 项目所在地大气环境功能区划

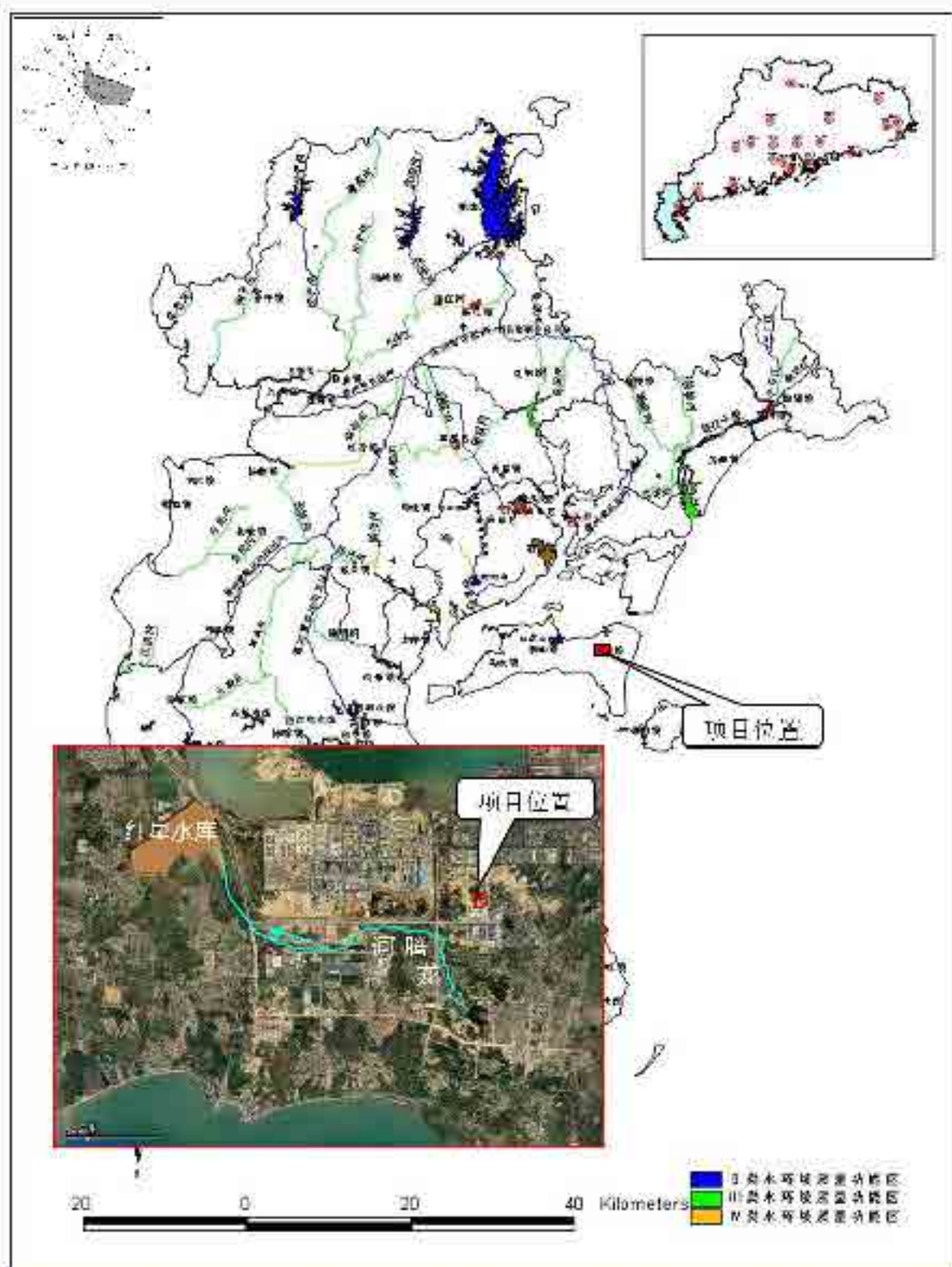


图 23-2 项目与周边水系及水环境功能区划



图 2.3-3 项目所在区域声环境功能区划图

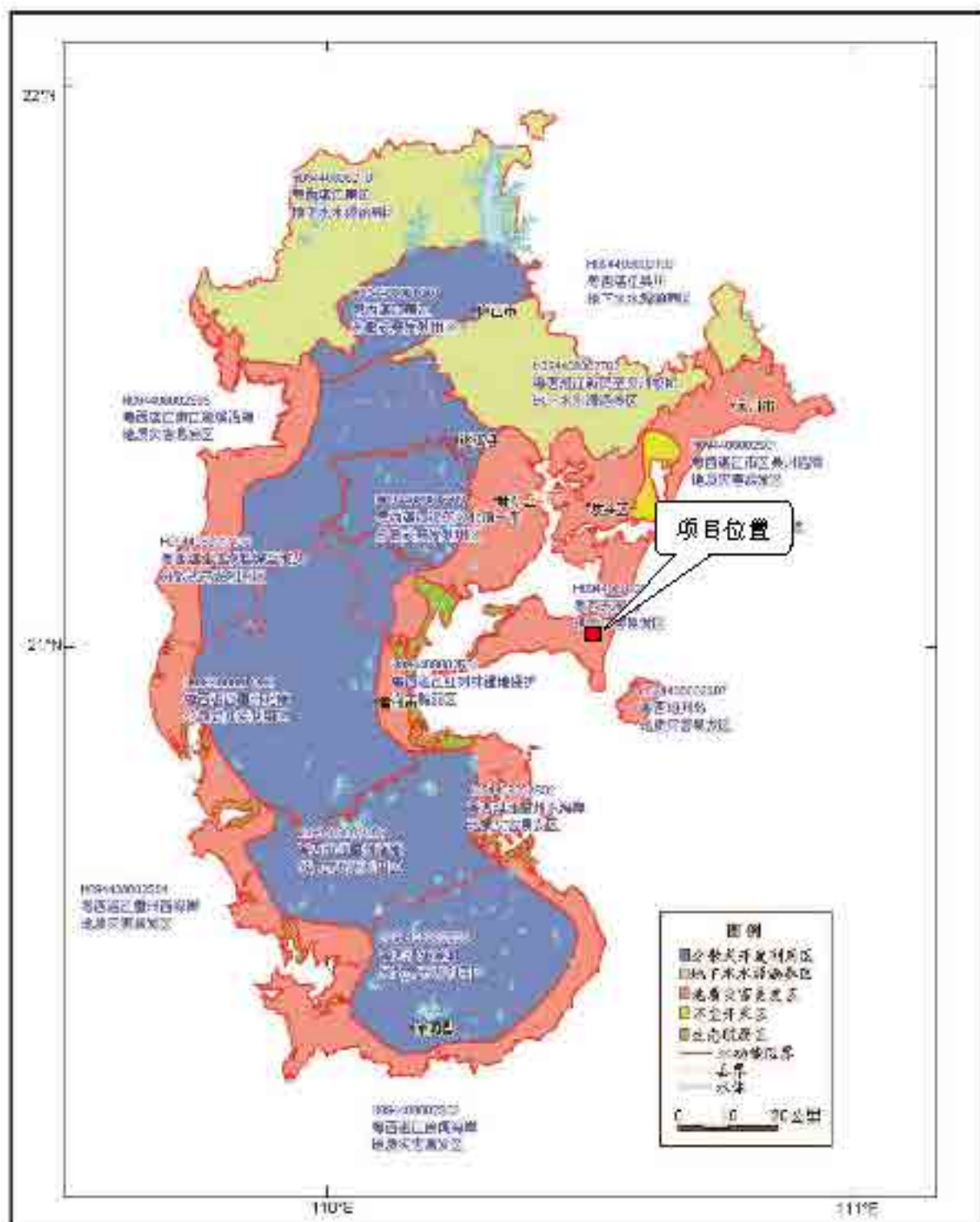


图 23-4 项目所在地浅层地下水环境功能区划图

湛江经济技术开发区环境管控单元图

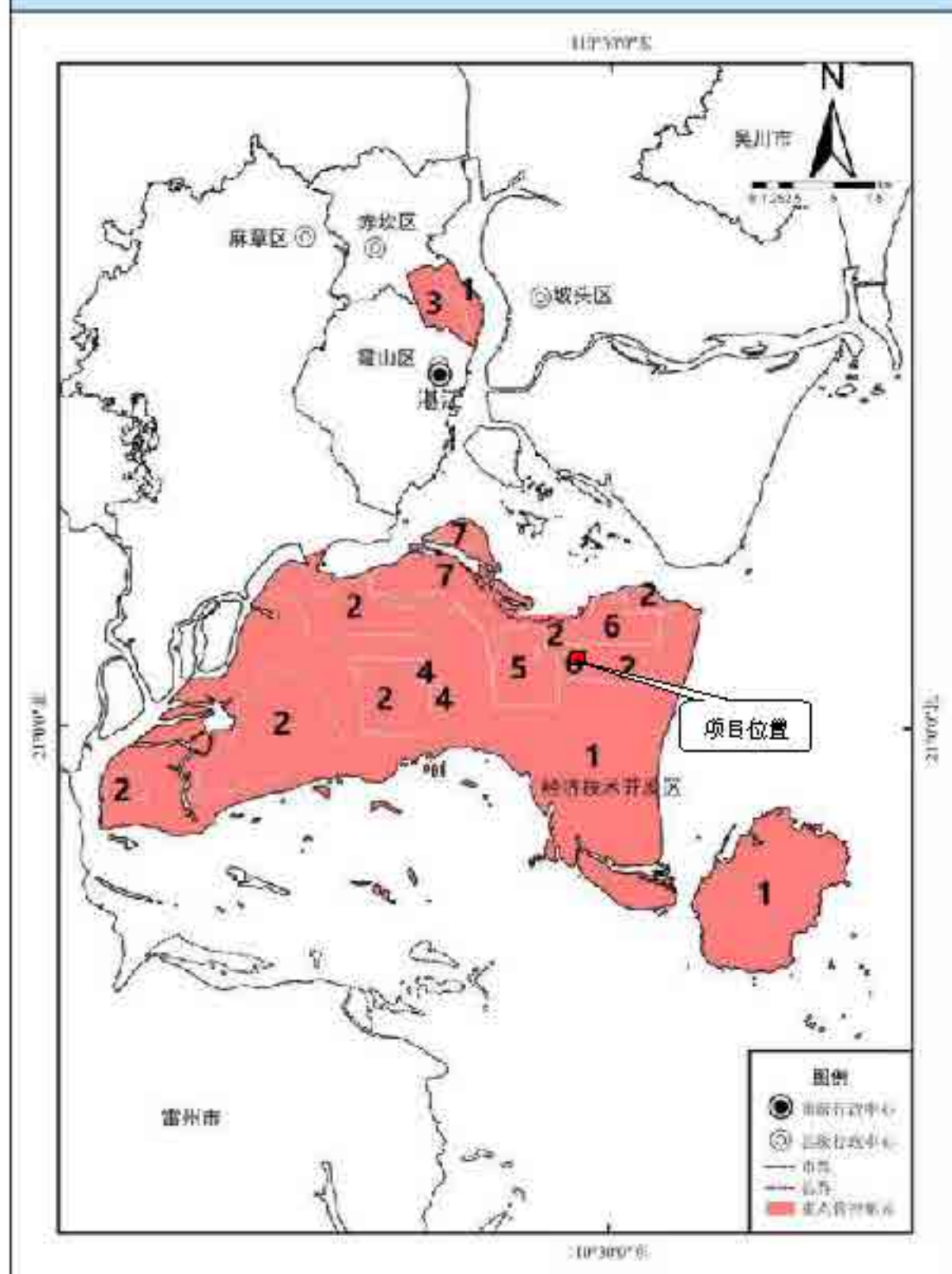


图 23-6 项目选址与湛江市环境管控单元的位置关系

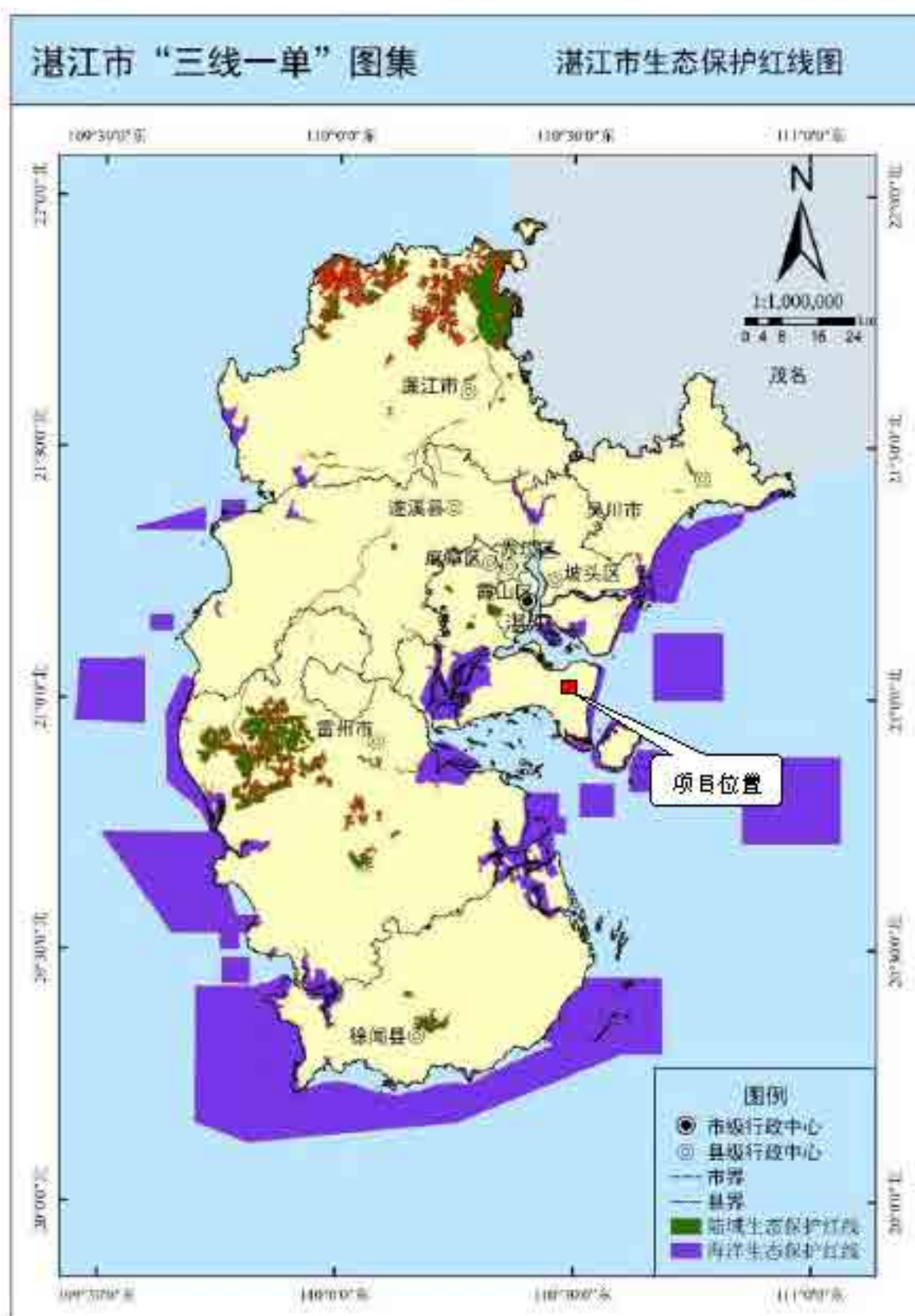


图 23-7 湛江市生态保护红线图

2.4 评价工作等级

2.4.1 大气环境

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018),结合项目的污染源正常排放的主要污染物及排放参数,采用导则附录 A 中估算模式分别计算项目污染源的最大环境影响,然后按评价工作分级判据进行分级。

根据项目污染源初步调查结果,本项目对各污染物分别计算最大地面空气质量浓度占标率 P_i (第 i 个污染物,简称“最大浓度占标率”),及第 i 个污染物的地面空气质量浓度达到标准值的 10%时所对应的最远距离 $D_{10\%}$ 。其中 P_i 定义公式为:

$$P_i = \frac{C_i}{C_{0i}} \times 100\% \quad (2.4-1)$$

式中: P_i ——第 i 个污染物的最大地面空气质量浓度占标率, %;

C_i ——采用估算模式计算出的第 i 个污染物的最大 1h 地面空气质量浓度 mg/m^3 ;

C_{0i} ——第 i 个污染物的环境空气质量浓度标准, mg/m^3 。

采用《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)推荐模式中的估算模式 AERSCREEN 对大气环境评价工作进行分级。本项目评价因子及标准详见表 2.4-1,估算模式参数见表 2.4-2,污染源强见表 2.4-3 和表 2.4-4,估算模式计算结果见表 2.4-5 和表 2.4-6。

经估算,本项目排放的 HCl 最大落地浓度 $101.04\mu\text{g}/\text{m}^3$, 占标率 202.08%为最大。根据《环境影响评价的技术导则-大气环境》(HJ2.2-2018)的规定(第 5.3.2 条),本项目的大气环境影响评价工作等级为一级。

表 2.4-1 评价因子和评价标准表

评价因子	平均时段	标准值/ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	标准来源
SO_2	小时平均	500	《环境空气质量标准 (GB 3095—2012)》
NO_2	小时平均	200	
PM_{10}	日均值	150	
$\text{PM}_{2.5}$	日均值	75	
TSP	日均值	300	
氯化氢	一次最高值	50	《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018) 附录 D 标准
氨	一次最高值	200	
硫化氢	小时平均	20	

评价因子	平均时段	标准值/($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	标准来源
TVOC	8小时平均	600	
非甲烷总烃	小时平均	2.0	参照《大气污染物综合排放标准详解》

表 2.4.2 估算模型参数表

参数		取值
城市/农村选项	城市/农村	城市
	人口数(城市选项时)	20 万
最高环境温度/ $^{\circ}\text{C}$		38.4
最低环境温度/ $^{\circ}\text{C}$		2.7
土地利用类型		城市
区域湿度条件		潮湿气候
是否考虑地形	考虑地形	☒ 是 ☐ 否
	地形数据分辨率/m	90m
是否考虑岸线熏烟	考虑岸线熏烟	☒ 是 ☐ 否
	岸线距离/m	2.15
	岸线方向/ $^{\circ}$	0

根据 ARESSCREEN 估算模式熏烟计算结果,未有海岸线熏烟发生,不进行计算。

表2.4.3 本项目点源(有组织)排放正常情况一览表

序号	污染源名称	排气筒底部中心坐标/m		排气筒底部海拔高度/m	排气筒高度/m	排气筒内径/m	烟气温度/℃	烟气流量Nm³/h	年排放小时数/h	排放工况	污染物排放速率 (kg/h)									
		X	Y								SO2	NO2	TSP	PM10	PM2.5	HCl	非甲烷总烃	VOCs	氨	硫化氢
DA001	锅炉烟气	217	198	21	20	0.4	95	4095	7920	正常	0.076	0.205	0.041	0.041	0.0205					
DA002	碱熔废气+溶料废气	136	195	22	20	1.0	35	37404	7920	正常			0.23	0.23	0.115					
DA003	转型废气	156	189	22	20	0.6	25	15000	7920	正常						0.012				
DA004	酸分解废气+一次结晶废气	113	79	21	20	0.6	25	15000	7920	正常						0.050				
DA005	滤渣洗涤废气	156	47	21	20	1.2	25	66000	7920	正常						0.003				
DA006	萃取除杂废气	114	23	21	20	0.6	25	12096	7920	正常						0.010	0.387	0.387		
DA007	浓缩、结晶、母液浓缩、酸洗、离心废气	55	11	21	20	0.6	25	14200	7920	正常						0.03				
DA008	配料废气	51	187	22	20	0.30	25	3000	7920	正常						0.001				
DA009	铈铈萃取分离废气	16	178	22	20	0.7	25	19200	7920	正常						0.017	0.614	0.614	0.043	
DA010	铈料液吹脱废气、铈料液吹脱废气	36	187	22	20	0.4	25	5850	7920	正常						0.003	0.117	0.117		
DA011	中和废气、洗涤废气	11	111	22	20	1.4	25	76000	7920	正常									0.025	
DA012	氧化铈干燥废气、氧化铈干燥废气	11	62	21	20	1.2	80	54000	7920	正常	0.038	0.132	0.037	0.037	0.0185					
DA013	(氧化铈燃烧)天然气燃烧废气	11	73	21	20	0.25	95	2000	7200	正常	0.005	0.032	0.004	0.004	0.002					
DA014	(氧化铈燃烧)天然气燃烧废气	11	82	21	20	0.4	95	6000	7200	正常	0.018	0.116	0.015	0.015	0.0075					
DA015	吹脱铈料液浓缩废气、氢氧化铈离心废气	71	128	21	20	0.5	25	9000	7920	正常						0.07				
DA016	一次碱液浓缩废气、硅酸钠浓缩废气	156	132	21	20	0.6	35	18000	7920	正常			0.10	0.10	0.05					
DA017	盐酸储罐废气、氨水储罐废气	16	284	23	15	0.25	25	2000	7920	正常						0.003	0.003	0.003	0.007	
DA018	分析化验废气	194	122	21	20	0.4	25	6000	2400	正常						0.008	0.090	0.090		
DA019	污水处理站废气	253	255	22	15	0.5	25	10000	7920	正常							0.104	0.104	0.01	0.0001
DA020	6~10#锅炉烟气	223	198	21	20	0.4	95	4095	7920	正常	0.076	0.205	0.041	0.041	0.0205					
DA021	11~15#锅炉烟气	230	198	21	20	0.4	95	4095	7920	正常	0.076	0.205	0.041	0.041	0.0205					
DA022	16~20#锅炉烟气	235	198	21	20	0.4	95	4095	7920	正常	0.076	0.205	0.041	0.041	0.0205					

说明: 1. 本项目排放的挥发性有机物来源于萃取槽中的硝化煤油等萃取剂, 以非甲烷总烃表征; 由于评价范围内同类项目对挥发性有机物的表征不同, 为保守起见, 本评价分别以非甲烷总烃和VOCs进行预测, 下同。

2. 本项目以厂址西南角(20°58'54.2765"N, 106°38'03.6317"E)为原点(0, 0), 建立的相对坐标, 下同。

表2.4.4 本项目面源(无组织)排放正常情况一览表

序号	污染源名称	面源各顶点坐标/m		面源海拔高度/m	面源有效排放高度/m	年排放小时数/h	排放工况	污染物排放速率 (kg/h)					
		X	Y					TSP	HCl	非甲烷总烃	VOCs	氨	硫化氢
1	一号车间	119	192	22	4	7920	正常	0.094	0.006				
		152	192										
		152	148										
		120	148										
		119	192										
2	二号车间	120	148	21	4	7920			0.041	0.01	0.01		
		152	148										
		152	67										
		120	67										
		120	148										
3	四号车间	120	67	21	4	7920		0.010					
		152	67										
		152	14										
		120	14										

序号	污染源名称	面源各顶点坐标/m		面源海拔高度/m	面源有效排放高度/m	年排放小时数/h	排放工况	污染物排放速率 (kg/h)					
		X	Y					TSP	HCl	非甲烷总烃	VOCs	氨	硫化氢
4	五号车间	120	67	22	4	7920			0.002	0.018	0.018	0.004	
		20	182										
		88	182										
		88	146										
		20	146										
		20	182										
5	三号车间	46	93	21	4	7920			0.011				
		76	93										
		76	14										
		46	14										
		46	93										
6	六号车间	46	124	21	4	7920			0.033				
		76	124										
		76	93										
		46	93										
		46	124										
7	七号车间	14	124	21	4	7920						0.024	
		46	124										
		46	14										
		14	14										
		14	124										
8	储罐区	14	279	23	2	7920			0.0015	0.0005	0.0005	0.0033	
		37	279										
		37	241										
		14	241										
		14	279										
9	分析化验室	216	127	21	3	2400			0.006	0.036	0.036		
		224	127										
		224	117										
		216	117										
		216	127										
10	污水处理站	214	316	22	2	7920				0.023	0.023	0.006	0.00003
		238	316										
		250	305										
		250	227										
		214	227										
		214	316										

说明: 各生产车间底层门窗高度约3.5~4.5m, 强制通风口高度设置在4~5m, 综合考虑厂房、门窗和通风口高度, 各生产车间的面源高度按4m计; 污水处理站面源高度按池体释放高度或通风口高度确定。

表2.4-5 污染物估算结果汇总表 单位：%

序号	污染源名称	SO ₂ [D10(m)]	NO ₂ [D10(m)]	TSP [D10(m)]	PM ₁₀ [D10(m)]	PM _{2.5} [D10(m)]	HCl [D10(m)]	非甲烷总烃 [D10(m)]	VOCs [D10(m)]	氨 [D10(m)]	硫化氢 [D10(m)]
1	DA001	11.34 0	30.59 150	6.12 0	6.12 0	3.06 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0
2	DA002	0.00 0	0.00 0	20.23 0	20.23 0	10.11 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0
3	DA003	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	1.61 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0
4	DA004	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	6.69 150	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0
5	DA005	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.21 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0
6	DA006	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	1.59 0	61.41 0	61.41 0	0.00 0	0.00 0
7	DA007	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	4.19 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0
8	DA008	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.31 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0
9	DA009	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	2.10 0	75.70 0	75.70 0	5.30 0	0.00 0
10	DA010	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.61 0	23.77 0	23.77 0	0.00 0	0.00 0
11	DA011	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	1.71 0	0.00 0
12	DA012	1.68 0	5.85 0	1.64 0	1.64 0	0.82 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0
13	DA013	1.08 0	6.82 0	0.85 0	0.85 0	0.43 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0
14	DA014	1.97 0	12.70 0	1.64 0	1.64 0	0.82 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0
15	DA015	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	11.97 225	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0
16	DA016	0.00 0	0.00 0	11.33 0	11.33 0	5.66 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0
17	DA017	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	1.37 0	1.37 0	1.37 0	3.20 0	0.00 0
18	DA018	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	1.51 0	16.98 0	16.98 0	0.00 0	0.00 0
19	DA019	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	22.11 0	22.11 0	2.13 0	0.02 0
20	DA020	11.34 0	30.59 150	6.12 0	6.12 0	3.06 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0
21	DA021	11.34 0	30.59 150	6.12 0	6.12 0	3.06 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0
22	DA022	11.34 0	30.59 150	6.12 0	6.12 0	3.06 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0
23	一号车间	0.00 0	0.00 0	224.82 50	0.00 0	0.00 0	14.35 50	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0
24	二号车间	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	67.80 252	16.54 0	16.54 0	0.00 0	0.00 0
25	四号车间	0.00 0	0.00 0	21.74 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0

序号	污染源名称	SO ₂ [D10(m)]	NO ₂ [D10(m)]	TSP [D10(m)]	PM ₁₀ [D10(m)]	PM _{2.5} [D10(m)]	HCl [D10(m)]	非甲烷总烃 [D10(m)]	VOCs [D10(m)]	氨 [D10(m)]	硫化氢 [D10(m)]
26	五号车间	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	3.43 0	30.84 0	30.84 0	6.85 0	0.00 0
27	三号车间	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	19.16 100	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0
28	六号车间	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	101.04 200	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0
29	七号车间	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	32.12 75	0.00 0
30	储罐区	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	7.63 25	2.54 0	2.54 0	16.79 0	0.00 0
31	分析化验室	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	62.43 50	374.58 10	374.58 25	0.00 0	0.00 0
32	污水处理站	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	48.57 0	48.57 0	12.67 0	0.06 0
	各源最大值	11.34	30.59	224.82	20.23	10.11	101.04	374.58	374.58	32.12	0.06

表 2.4-6 污染物最大地面浓度估算结果汇总表 浓度单位: ug/m³

序号	污染源名称	SO ₂ [D10(m)]	NO ₂ [D10(m)]	TSP [D10(m)]	PM ₁₀ [D10(m)]	PM _{2.5} [D10(m)]	HCl [D10(m)]	非甲烷总烃 [D10(m)]	VOCs [D10(m)]	氨 [D10(m)]	硫化氢 [D10(m)]
1	DA001	2.27 0	15.29 150	0.68 0	1.36 0	1.36 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0
2	DA002	0.00 0	0.00 0	2.25 0	4.49 0	4.49 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0
3	DA003	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	3.21 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0
4	DA004	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	13.38 150	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0
5	DA005	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.41 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0
6	DA006	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	3.17 0	3.07 0	5.12 0	0.00 0	0.00 0
7	DA007	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	8.38 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0
8	DA008	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.62 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0
9	DA009	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	4.19 0	3.79 0	6.31 0	2.65 0	0.00 0
10	DA010	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	1.22 0	1.19 0	1.98 0	0.00 0	0.00 0
11	DA011	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.86 0	0.00 0
12	DA012	0.34 0	2.92 0	0.18 0	0.36 0	0.36 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0
13	DA013	0.21 0	3.41 0	0.09 0	0.19 0	0.19 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0
14	DA014	0.39 0	6.35 0	0.18 0	0.36 0	0.36 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0
15	DA015	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	23.93 225	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0

序号	污染源名称	SO ₂ [D10(m)]	NO ₂ [D10(m)]	TSP [D10(m)]	PM ₁₀ [D10(m)]	PM _{2.5} [D10(m)]	HCl [D10(m)]	非甲烷总烃 [D10(m)]	VOCs [D10(m)]	氨 [D10(m)]	硫化氢 [D10(m)]
16	DA016	0.00 0	0.00 0	1.28 0	2.52 0	2.52 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0
17	DA017	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	2.73 0	0.07 0	0.11 0	1.60 0	0.00 0
18	DA018	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	3.01 0	0.85 0	1.41 0	0.00 0	0.00 0
19	DA019	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	1.11 0	1.84 0	1.08 0	0.21 0
20	DA020	2.27 0	15.29 50	0.68 0	1.38 0	1.36 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0
21	DA021	2.27 0	15.29 50	0.68 0	1.38 0	1.36 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0
22	DA022	2.27 0	15.29 50	0.68 0	1.38 0	1.36 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0
23	一号车间	0.00 0	0.00 0	24.98 50	0.00 0	0.00 0	28.70 50	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0
24	二号车间	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	135.59 252	0.83 0	1.38 0	0.00 0	0.00 0
25	四号车间	0.00 0	0.00 0	2.42 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0
26	五号车间	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	6.83 0	1.54 0	2.57 0	3.43 0	0.00 0
27	三号车间	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	38.31 100	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0
28	六号车间	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	202.08 200	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0
29	七号车间	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	16.08 75	0.00 0
30	储罐区	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	15.28 25	0.13 0	0.21 0	8.39 0	0.00 0
31	分析化验室	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	124.88 50	18.73 10	31.21 25	0.00 0	0.00 0
32	污水处理站	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	2.43 0	4.05 0	6.33 0	0.63 0
	各源最大值	2.27	15.29	24.98	4.49	4.49	202.08	18.73	31.21	16.06	0.63

2.4.2 地表水环境

按照《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)要求,地表水环境影响评价工作等级按照影响类型、排放方式、排放量或影响情况、受纳水体环境质量现状、水环境保护目标等综合确定。

项目废水主要为生产废水和生活污水等,经厂区预处理达标后再排入钢铁配套产业园区污水处理厂集中处理。根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)的分级判定依据,本次水环境影响评价工作等级定为三级 B。

表 2.4-7 水污染影响型建设项目评价等级判定

评价等级	判定依据	
	排放方式	废水排放量 Q / (m ³ /d); 水污染物当量数 W / (无量纲)
一级	直接排放	Q≥20000 或 W≥600000
二级	直接排放	其他
三级 A	直接排放	Q<200 且 W<6000
三级 B	间接排放	—

2.4.3 地下水环境

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016)规定,本项目的行业分类属于“H 有色金属中第 48 项冶炼类”I 类项目。

项目所在地未划定相关的地下水饮用水源保护区。根据《广东省地下水功能区划》(粤水资源[2009]19 号),项目所在地区属于湛江市深层地下水功能区中的“粤西桂南沿海诸河湛江市城区集中式供水水源区”H094408001P01(深),因此本评价从偏保守的角度出发,将区域地下水敏感保守程度界定为“较敏感”。

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016)规定,判定该项目地下水评价工作等级定为一。

表 2.4-8 地下水环境影响评价工作等级

项目类别 环境敏感程度	I 类项目	II 类项目	III 类项目
敏感	一	一	二
较敏感	二	二	三
不敏感	二	三	三

2.4.4 声环境

本项目所在地的声环境功能区属于《声环境质量标准》(GB3096-2008)规定的 3

类区，周边 200 米范围内无居民点，按《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）的有关规定（见表 2.4.9），本项目声环境影响评价等级定为三级。

表 2.4.9 声环境影响评价工作等级划分的基本原则

评价等级	声环境功能区类别	敏感目标噪声级增量 变化情况	受影响人口数量
一级	0类	>5dB(A)	显著增多
二级	1类、2类	3dB(A)~5dB(A)	增加较多
三级	3类、4类	≤3dB(A)	变化不大

2.4.5 土壤环境

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018），本项目属于污染影响型项目，项目类别属于 I 类项目。项目全厂占地规模属于中型（5~50hm²），厂址位于工业园区内，厂区四周均规划为工业用地，但考虑到厂区东侧约 80 米处分布有现状农田，因此土壤环境的敏感程度为保守界定为“敏感”。

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）的分级判定要求，确定本项目土壤环境评价工作等级为**一级**。

表 2.4.10 污染影响型敏感程度分级表

敏感程度	判别依据
敏感	建设项目周边存在耕地、园地、牧草地、饮用水水源地或居民区、学校、医院、疗养院、养老院等土壤环境敏感目标的
较敏感	建设项目周边存在其他土壤环境敏感目标的
不敏感	其他情况

表 2.4.11 污染影响型评价工作等级划分表

评价工作等级 敏感程度	I 类			II 类			III 类		
	大	中	小	大	中	小	大	中	小
敏感	一级	一级	一级	二级	二级	二级	三级	三级	三级
较敏感	一级	一级	二级	二级	二级	三级	三级	三级	-
不敏感	一级	二级	二级	二级	三级	三级	三级	-	-

注：“-”表示可不开展土壤环境影响评价工作。

2.4.6 生态环境

项目厂址位于湛江经济技术开发区东海岛钢铁配套园区，根据《湛江经济技术开发区钢铁项目配套产业园区（扩园）规划环境影响报告书》及其审查意见（湛环建〔2024〕27号），本项目符合规划环评要求，同时属于不涉及生态敏感区的污染影响类建设项目。此外，本次拟建项目均位于现有厂区内，不新增用地。

因此，根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），本次评价可不确定生态环境评价等级，直接进行生态影响简单分析。

2.4.7 环境风险

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 B 及附录 C，本项目对应临界量的比值 $Q > 100$ ，危险物质与工艺系统危害性（P）的等级为 P3；本项目危险物质在事故情形下的环境影响途径主要为大气和地表水、地下水，根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 D，项目大气环境敏感程度为 E2，地表水环境敏感程度为 E3，地下水环境敏感程度为 E2。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）的环境风险潜势划分依据及评价等级判定依据，可知本项目环境风险潜势综合等级为 III，因此本项目的环境风险评价工作等级为二级，其中大气环境风险评价工作等级为二级，地表水环境风险评价工作等级为三级、地下水环境风险评价工作等级为二级。

具体判定原则及过程详见后文 8.2.1 章节。

表 2.4-12 危险物质及工艺系统危险性等级判断（P）

危险物质数量与临界量 比值（Q）	行业及生产工艺（M）			
	M1	M2	M3	M4
$Q \geq 100$	P1	P1	P2	P3
$10 \leq Q < 100$	P1	P2	P3	P4
$1 \leq Q < 10$	P2	P3	P4	P4

表 2.4-13 建设项目环境敏感特征表

类别	环境敏感特征					
环境空气	厂址周边 500 范围内人口数小计			60 人		
	厂址周边 5km 范围内人口数小计			37621 人		
	大气环境敏感程度 E 值			E2		
地表水	受纳水体					
	序号	受纳水体名称		排放点水域环境功能	24h 内流经范围/km	
	1	/		/	/	
	内陆水体排放点下游 10km（近海域一个潮周期最大水平距离两倍）范围敏感目标					
	序号	敏感目标名称	环境敏感特征	水质目标	与排放点距离/m	
	1	龙腾河	/	IV 类	1400	
	地表水环境敏感程度 E 值				E3	
	地下水	序号	环境敏感区名称	环境敏感特征	水质目标	包气带防污性能
/		区域地下水	较敏感 G2	III 类	D2	/

	地下水环境敏感程度E值	E2
--	-------------	----

表2.4-14 建设项目环境风险潜势划分

环境敏感程度(E)	危险物质及工艺系统危险性(P)			
	极高危害(P1)	高度危害(P2)	中度危害(P3)	轻度危害(P4)
环境高度敏感区(E1)	IV ⁺	IV	III	II
环境中度敏感区(E2)	IV	III	II	I
环境低度敏感区(E3)	III	II	I	0

注: IV⁺为极高环境风险

表2.4-15 环境风险潜势初判一览表

环境要素	危险物质及工艺系统危险性 (P)	环境敏感程度 (E)	环境风险潜势
大气环境	P3	E2	III
地表水环境		E3	II
地下水环境		E2	III
环境风险潜势综合等级			III

表2.4-16 评价工作等级划分

环境风险潜势	IV、IV ⁺	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析 ^a

^a是相对于详细评价工作内容而言,在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明。

2.5 评价重点

根据项目污染物排放特征及所在区域环境特点,本项目评价重点为:

(1) 建设项目工程分析:对本项目进行分析评价,分析工艺流程及产污环节,核实污染源、污染因子和污染源强、排污特征,核算各类污染源的产生和排放情况,并提出污染物排放总量控制指标建议值;

(2) 本项目运营过程中会产生工艺废气,主要为氯化氢、非甲烷总烃、氨、颗粒物、二氧化硫、氮氧化物等污染物,可能污染周边环境空气,需关注大气环境容量是否满足;同时,项目环境防护距离是否满足,也是本次评价重点关注的评价内容;

(3) 项目在运营过程中可能对地下水和土壤造成污染影响,因此运营期地下水和土壤环境影响、污染防治措施可行性分析属于本评价的重点内容之一;

(4) 污染防治及总量控制方案:论证本项目拟采取污染防治措施的先进性、经济性和可行性,并提出切实可行的总量控制方案和建议。

2.6 评价范围与环境保护目标

2.6.1 评价范围

根据项目特点，结合项目所在区域的环境特征，各环境因素评价范围如下：

1. 大气环境评价范围

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），项目各污染源的 AERSCREEN 估算结果 D_{10} 均小于 2.5km，因此大气环境影响评价范围为项目厂址为中心，边长 5km 的矩形区域，具体见图 2.6-1。

2. 地表水环境评价范围

本项目地表水环境评价工作等级为三级 B，根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）中的有关规定及结合本项目环境风险特点，本项目地表水环境评价范围为：钢铁配套园区雨水排放口处至下游红星水库，全长约 7.0km，详见图 2.6-1。同时，本评价重点开展水污染控制和水环境影响减缓措施有效性评价、依托园区污水处理设施的环境可行性评价。

3. 地下水环境评价范围

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016），本项目的地下水环境评价范围为项目选址所处的水文地质单元，面积约 25km² 的地下水评价范围，具体见图 2.6-1。

4. 声环境评价范围

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）的有关规定，声环境影响评价范围为厂界外 200m 包络线范围，具体见图 2.6-2。

5. 土壤环境评价范围

土壤环境影响评价范围为厂区用地及厂界外 1000m 包络线范围，具体见图 2.6-2。

6. 生态环境评价范围

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）以及项目特点，本项目的生态影响评价范围定为拟建项目厂区用地范围内。

7. 环境风险评价范围

大气的风险评价范围为距离厂界外扩半径 5km 的范围，详见图 2.6-1。地表水环境风险评价范围同地表水环境评价范围，地下水环境风险评价范围同地下水环境评价范围，详细图 2.6-1。

2.6.2 污染控制目标

1. 研究项目拟采用的防治措施可行性,提出先进的技术措施和管理措施,使得本项目所有的污染源均能得到有效和妥善的控制,将项目营运活动对环境的影响程度降到最小。

2. 对生产废水采取有效的处理措施,保证其处理达标后排放。

3. 严格控制项目主要噪声源对本项目所在区域可能带来的影响,使声环境质量达到项目所在区域的声环境功能要求。

4. 项目产生的固体废物必须合理收集贮存,并进行妥善的处理处置。

5. 保护评价区生态环境和人群健康,实现经济、社会、环境的相互协调和可持续发展。

2.6.3 环境保护目标

结合现场调查,筛选建设项目评价范围内的主要环境保护目标,即项目周边的主要环境敏感点和地表水体。

评价范围内环境敏感点情况以及与建设项目位置关系见表2.6-1和图2.6-1。

表 2.6-1 主要环境保护目标

序号	环境保护目标		坐标/m		地面高程/m	保护内容	保护对象	环境功能区划	人数	相对厂址方位	与厂界最近距离 (m)
	行政村	自然村	X	Y							
1	东简村	东简仔村	833	-254	28.23	大气、风险	居住区	大气二类区	265	SE	700
2		城角	1280	-612	31.72	大气、风险	居住区		330	SE	1100
3		东坑村	1259	-1301	23.92	大气、风险	居住区		773	SSE	1310
4		厚皮山村	2211	-479	25.65	大气、风险	居住区		596	E	1965
5		那平	3705	147	19.44	风险	居住区		212	E	3380
6		大村	3908	-708	27.93	风险	居住区		587	SEE	3670
7	龙水村	村内村	3440	-1581	31.01	风险	居住区		787	SE	3500
8		石磊村	1877	-1342	25.85	大气、风险	居住区		170	SE	1920
9		石磊新村	2345	-1635	32.26	大气、风险	居住区		110	SE	2390
10		弄城村	2271	-2156	38.61	大气、风险	居住区		98	SE	2850
11		北界村	1958	-2481	35.04	风险	居住区		312	SE	2940
12		北界新村	1623	-1964	39.24	大气、风险	居住区		230	SE	2250
13		北塘村	2135	-2375	37.28	风险	居住区		467	SE	3000
14		北岭村	2646	-2366	34.19	风险	居住区		783	SE	3350
15	齐南村	城西村	-1099	-1434	18.39	大气、风险	居住区		507	SW	1665
16		城头仔村	-752	-1610	24.21	大气、风险	居住区		1120	SSW	1515
17		南城北村	-69	-1125	22.05	大气、风险	居住区		598	S	1150
18		南城南村	86	-1857	29.24	大气、风险	居住区		320	S	1700
19		南城西村	-331	-1564	22.9	大气、风险	居住区		485	S	1450
20		北城村	-2032	-2031	21.56	大气、风险	居住区		752	SW	2765
21		郑西	-3026	-2199	21.99	风险	居住区		405	SW	3700
22		郑东	-2444	-2014	25	风险	居住区		582	SW	3080
23		南园	-1888	-2560	27.68	风险	居住区		720	SW	3110
24		石岭	-820	-2604	28.59	风险	居住区		85	SSW	2700
25	蔚律村	蔚律村	582	-2525	38.23	风险	居住区		10000	SSE	2450
26		宝钢安置小区	1015	-2324	39.85	大气、风险	居住区		485	SSE	2335
27		坑里小区	451	-2288	26.67	大气、风险	居住区		820	SSE	2250
28	龙腾村	龙腾下村	1632	-2710	33.83	风险	居住区		1020	SSE	2995

序号	环境保护目标		坐标/m		地面高程/m	保护内容	保护对象	环境功能区划	人数	相对厂址方位	与厂界最近距离（m）
	行政村	自然村	X	Y							
29		龙腾上村西区	979	-3345	45.26	风险	居住区		990	SSE	331.5
30		龙腾上村东区	1499	-3372	44.88	风险	居住区		1135	SSE	3440
31		赤岭	1746	-2834	35.59	风险	居住区		1100	SSE	3140
32		后山	2379	-3547	44.99	风险	居住区		620	SSE	404.5
33		潭水塘	139	-3590	39.58	风险	居住区		550	S	351.5
34	庵里村	庵里村	1440	-4318	45.86	风险	居住区		335	SSE	437.5
35		水洋村	330	-4120	35.26	风险	居住区		826	S	4030
36		新口山村	600	-4390	32.99	风险	居住区		75	SSE	3980
37		板角村	-700	-3774	38.68	风险	居住区		1597	SSW	366.5
38	龙头村	龙安村	-3630	-3003	19.97	风险	居住区		316	SW	461.5
39		外坡村	-2270	-3480	34.88	风险	居住区		1085	SW	406.5
40	东简中心小学		1185	-433	33.76	大气、风险	学校		400	SE	1050
41	东简中学		1376	-208	37.68	大气、风险	学校		1200	SE	1150
42	开发区德才小学		1585	-533	29.32	大气、风险	学校		1100	SE	1400
43	东简卫生院		1236	-2049	37	大气、风险	医院		200	SSE	2350
44	开发区第三幼儿园		670	-2543	39.04	风险	学校		133	SSE	2600
45	开发区第十三小学		920	-3080	44.14	风险	学校		530	SSE	322.5
46	龙水小学		3635	-1683	37.66	风险	学校		294	SE	3870
47	赤岭学校		1853	-3397	46.26	风险	学校		531	SSE	3800
48	水洋小学		493	-4617	28.23	风险	学校		270	S	463.5
49	板角小学		-847	-4295	22.48	风险	学校		270	SSW	4390
50	外坡学校		-2500	-3850	33.52	风险	学校		385	SW	463.5
51	德老村*		396	-29	27.82	大气、风险	居住区		60	E	160
52	现状农田（属于规划的工业用地）		340	0	24.72	土壤	土壤	/	/	E	80
53	林地		641	-258	21.79	土壤	土壤	/	/	SE	512
54	龙腾河		/	/	/	地表水	水质	地表水Ⅳ类	/	SW	1035

注：（1）以厂址西南角（20°58'54.2765"N、106°38'03.6317"E）为原点（0，0），建立的相对坐标。（2）项目东侧德老村位于广东湛江钢铁基地划定的防护距离范围内，已列入广东湛江钢铁基地项目的环保搬迁安置计划中，且用地性质均已规划为工业用地，结合现场实际情况，截至2024年11月仍有约60人未完成搬迁，本次评价保守将其作为关心点进行评价。

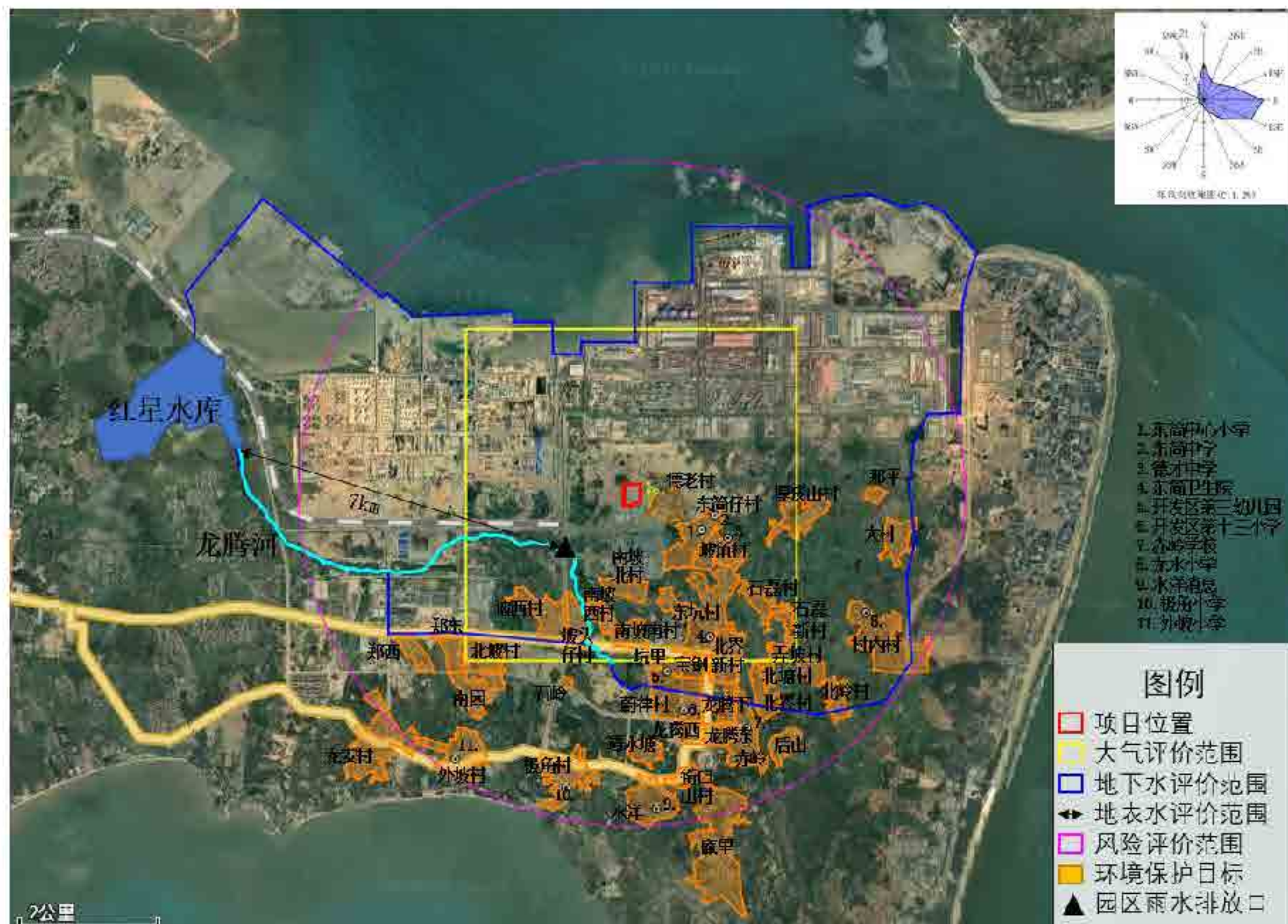


图 2.6-1 大气、地表水、地下水、环境风险评价范围及环境保护目标分布图



图 26-2 土壤、声环境评价范围示意图

2.7 环境影响因素识别及评价因子筛选

2.7.1 环境影响因素识别

根据拟建项目生产工艺和污染物排放特征，分析对周边生态环境产生的影响，采用矩阵法对受拟建项目影响的环境要素进行识别筛选，其结果见下表。

表 2.7-1 拟建项目环境影响识别矩阵

环境要素 影响因素	环境空气	地下水	地表水	声环境	固体废物	土壤环境	环境风险	生态环境
生产装置	*	*	*	*	*	*	*	*
罐区	*	*	*	*	-	*	*	*
公辅设施	*	*	*	*	*	*	-	*

说明：“*”代表有影响；“-”代表无影响。

2.7.2 评价因子筛选

根据拟建项目污染源产生及排放特点，在结合环境影响因素识别的基础上筛选出以下评价因子：

2.7.2.1 地表水环境

根据本项目外排废水特点及受纳水体的水质特征，按《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）的要求，选取本项目地表水环境评价因子如下：

1. 现状评价因子

水温、pH 值、悬浮物、溶解氧、高锰酸盐指数、 COD_{Cr} 、 BOD_5 、氨氮、总磷、氰化物、挥发酚、六价铬、石油类、硫化物、铜、锌、硒、砷、汞、镉、铅、阴离子表面活性剂、粪大肠菌群等。

2. 影响评价因子

分析本项目废水处理措施及依托园区污水处理厂的可行性。

2.7.2.2 大气环境

根据区域环境空气特征及本项目废气污染源分析，确定本次环境空气影响评价因子如下：

1. 现状评价因子

SO_2 、 NO_2 、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 、 O_3 、CO、HCl、NMHC、TVOC、 H_2S 、氨、臭气浓度、TSP、锆及其化合物。

2. 影响评价因子

SO_2 、 NO_2 、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 、HCl、NMHC、TVOC、氨、臭气浓度、TSP。

2.7.2.3 声环境

本项目的噪声源主要来自各种生产机械设备噪声,现状评价因子和影响预测因子均为等效连续A声级(L_{eq})。

2.7.2.4 地下水环境

1. 现状评价因子

水位、pH、总硬度、溶解性总固体、耗氧量、挥发性酚类、亚硝酸盐、硝酸盐、硫酸盐、氯化物、氟化物、硫化物、氰化物、氨氮、铁、铜、砷、汞、镉、六价铬、铅、 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、总大肠杆菌。

2. 影响评价因子

耗氧量、氨氮、铅。

2.7.2.5 土壤环境

1. 现状评价因子

砷、镉、铬(六价)、铜、铅、汞、镍、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘、pH、石油烃($C_{10}\sim C_{40}$)。

2. 影响评价因子

镉、砷、铅、铬、汞、镍。

2.7.2.6 生态环境

植物种类、植被类型、土地利用现状。

3 一期工程回顾性分析

3.1 一期工程概况

项目名称：凯博矿产资源（广东）有限公司 10 万吨/年锆钛矿分选项目（60 万吨/年锆钛矿分选及深加工项目一期工程）。

建设地点：湛江经济技术开发区东海岛东简街道钢强路北段 5 号。

建设单位：凯博矿产资源（广东）有限公司。

工程规模：一期工程为凯博矿产资源（广东）有限公司锆钛毛矿分选及深加工项目中锆钛矿分选项目（一期），建成完全达产后处理锆钛毛矿 10 万吨/年；项目产出锆英砂约 1.99 万 t/a、金红石约 1.10 万 t/a、钛铁矿约 4.95 万 t/a、独居石约 220t/a，还有选矿尾砂约 1.938 万 t/a。

占地面积：项目厂址地块总面积 77350.7m²（116 亩），用地性质为二类工业用地；一期工程占地约 40450.7m²，其余为二期工程预留用地。

工作制度：年工作 300 天，三班制，每班工作 8 小时。

劳动定员：定员人数 30 人。

项目投资：一期工程总投资约 9000 万元，其中配套环保工程及设施（含防辐射环保投资）投资约 675 万人民币，占总投资的 7.5%。

项目实施计划：于 2023 年 10 月开工建设，目前尚未完工。

3.2 一期工程环保手续履行情况

2023 年 9 月，建设单位取得了《广东省生态环境厅关于凯博矿产资源（广东）有限公司 10 万吨/年锆钛矿分选项目（60 万吨/年锆钛矿分选及深加工项目一期工程）环境影响报告书的批复》（粤环审（2023）188 号）。

目前，一期工程已按相关要求取得固定污染源排污登记回执（登记编号：91440800MA556QH29H001X），暂未完成竣工环境保护验收。

3.3 一期工程产品方案

钛锆毛矿首先经过螺旋溜槽、湿式磁选进行初选，再通过摇床重选、干式磁选和电选等物理选矿进行精选后，可以得到多个矿产品：锆英砂约 1.99 万 t/a、金红石约

1.10 万 t/a、钛铁矿约 4.95 万 t/a、独居石约 220t/a，还有选矿尾砂约 1.938 万 t/a，各产品方案详见表 3.3-1。

表 3.3-1 一期工程产品方案

类别	名称	产出物纯度	状态	年产量(t/a)	备注
锆矿	锆英砂	ZrO ₂ ≥66%	固体	19900	袋装，成品仓库，封闭车间
钛矿	金红石	TiO ₂ ≥92%	固体	11000	袋装，成品仓库，封闭车间
	钛铁矿	TiO ₂ ≥54%	固体	49500	袋装，成品仓库，封闭车间
稀土矿	独居石	REO≥58%	固体	220	袋装，存于独居仓库
其他	尾砂	—	固体	19380	堆放于尾砂堆池
合计		—	—	100000	—

3.4 一期工程项目组成及总平面布置

一期工程建设完成后主要工程内容包括：主体选矿工程、辅助工程、公用工程、环保工程和行政生活设施：

1. 主体工程：摇床车间、湿磁车间、钛铁车间、电磁选车间、独居车间、脱水车间、烘干车间；
2. 辅助工程：原料仓库、尾砂堆池、钛矿仓库、锆英金红仓库、中心控制室、厂区地磅、深加工预留用地；
3. 公用工程：厂区道路、硬化地面、绿化用地、变配电室、工具房、杂物间、公用工程楼、给水系统、排水系统等；
4. 环保工程：循环水池、应急水池、初期雨水池、雨水沉砂井、洗车浅池、独居仓库、三级化粪池、烟气处理装置和干选车间除尘器等；
5. 办公生活设施：综合办公楼（3F）、值班室和停车场。

根据现场核实，一期工程现场实际建设内容与《凯博矿产资源（广东）有限公司 10 万吨/年锆钛矿分选项目（60 万吨/年锆钛矿分选及深加工项目一期工程）环境影响报告书》（粤环审（2023）188 号）中的建设方案对比，存在以下优化调整：

（1）烘干烟气除尘装置：由旋风+湿式除尘更换为旋风+布袋除尘，除尘效率更高且不再产生喷淋废水，不属于重大变动。

（2）事故应急池：由容积 1650m³，调整为 1850m³，可同时满足二期工程建成后全厂的事故废水收集需要。

（3）初期雨水池：由容积 600m³，调整为 930m³，可同时满足二期工程建成后全厂的初期雨水收集需要；此外，结合二期工程的布置，将初期雨水池的位置厂区东北

侧调整至厂区东南侧。

除上述优化调整以外,主体工程、辅助工程、公用工程和其他环保工程的实际建设内容与环评批复方案一致。

表 3.4-1 一期工程项目组成及主要建(构)筑物

序号	工程类别	工程组成		数量	层数	高度(m)	占地面积(m ²)	工艺	能力(功能)	备注
1	主体工程	综合车间	摇床车间	1	1	14	1640	摇床重选	处理贫铁毛矿 10 万 t/a	60 台摇床
			湿磁车间	1	1	14	730	湿磁、重选		湿磁、螺旋溜槽
			铁选车间	1	1	14	1260	干式磁选		磁选
			电磁选车间	1	1	14	1000	磁选、电选		电磁选
			独居车间	1	1	14	370	磁选、电选		电磁选
			脱水车间	1	1	14	1300	沥水、脱水	脱水	脱水机
			烘干车间	1	1	14	1100	干燥	烘干	烘干炉
2	辅助工程	原料仓库	1	1	14	1730	堆放	原料堆放		
		尾砂堆池	1	1	14	540	堆放	尾砂堆存		
		铁矿仓库	1	1	14	1540	暂存	产品堆存		
		皓英金红仓库	1	1	14	760	暂存	产品堆存		
		中心控制室	1	1	6	360	/		控制	
		厂区地磅	1	/	/	60	/		称重	
3	公用工程	厂区道路	/	/	/	8000	/	人车通行	水泥硬化	
		硬化地面	/	/	/	3000	/	/	水泥硬化	
		绿化用地	/	/	/	11260	/	绿化隔离	种植树草	
		变配电室	1	1	6	590	供电	800kVA		
		工具房	1	1	3.2	30		暂存工具		
		杂物间	1	1	3.2	40		杂物材料		
		公用工程楼	1	1	10	1310				
		给水系统	/	/	/	400	/	供水	水泵房、管网	
		排水系统	/	/	/	300	/	收排	雨水、生活污水	
4	环保工程	循环水池	1	/	/	330	/	V=1320m ³	循环使用	
		事故应急池	1	/	/	660	/	V=1850m ³	原批复 1650m ³ ，实际调整为 1850m ³	
		初期雨水池	1	/	/	150	/	V=930m ³	原批复 600m ³ ，实际调整为 930m ³	
		雨水沉砂井	15	/	/	30	沉砂			
		三级化粪池	1	/	/	20	厌氧			

序号	工程类别	工程组成	数量	层数	高度(m)	占地面积(m ²)	工艺	能力(功能)	备注
		烟气除尘装置	2	/	/	20	除烟尘	/	烟气除尘
		干选车间除尘	2	/	/	20	除粉尘		车间降尘
		独居仓库	1	1	7	130	暂存	防辐射	独居石暂存
		洗车浅池	1	/	/	20		清洗	车辆清洗
5	行政办公设施	综合办公楼	1	3	15	1050	/	办公及倒班宿舍	
		值班室	2	1	3	80		门卫	
		停车场	1	/	/	600		停车	

一期工程建成后,厂区内区域划分、设施平面布置较合理,项目地块总面积77350.7m²,其中一期工程用地约40450.7m²,其余为二期工程预留用地。

项目与钢铁配套项目产业园的位置关系见图3.4-1。一期工程环评批复的厂区总平面布置见图3.4-2,实际建设的厂区总平面布置见图3.4-3;生产车间平面布置见图3.4-4。



图 3.4-1 项目与钢铁配套项目产业园的位置关系





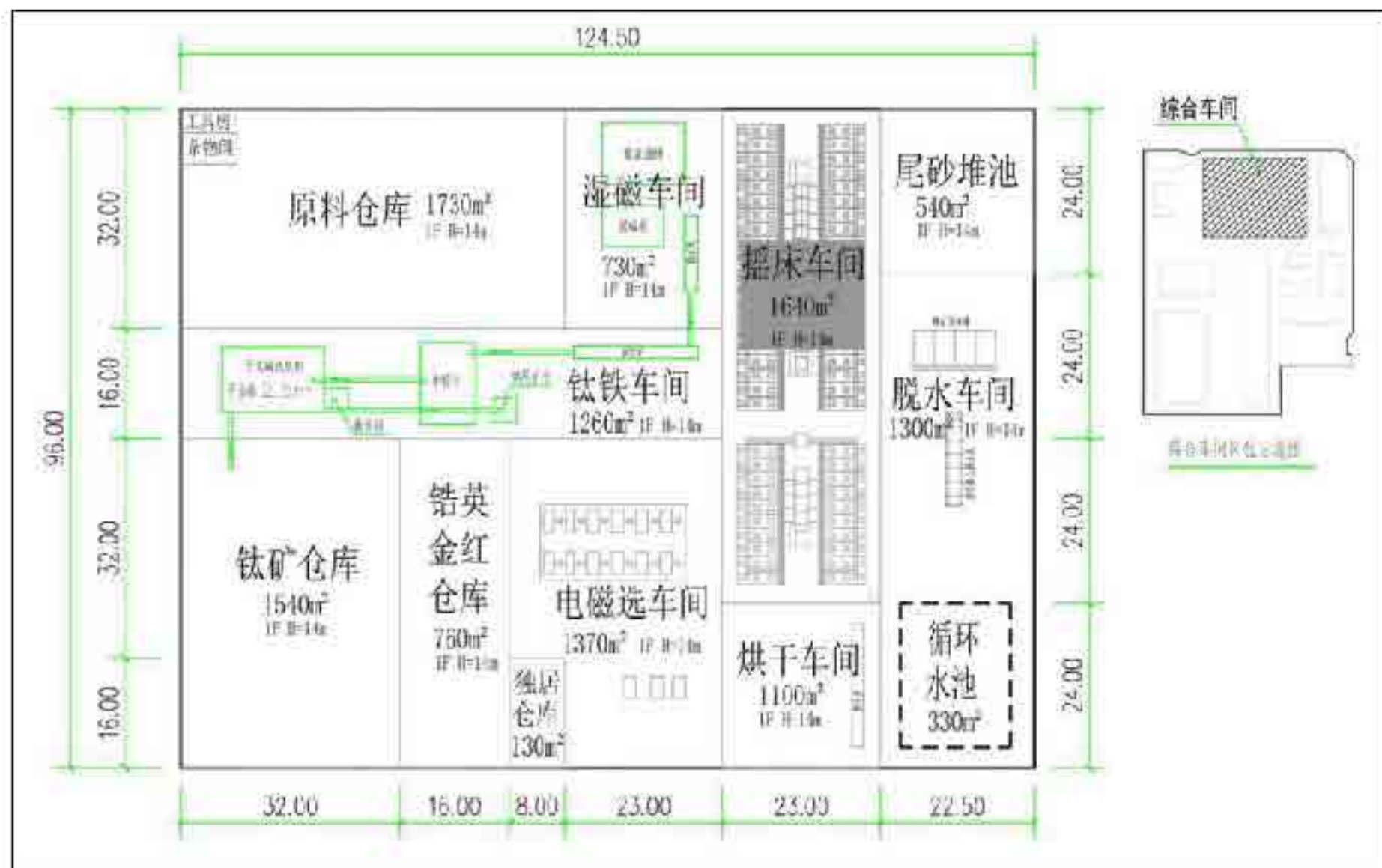


图 3.4.4 一期工程综合车间平面布置图

3.5 一期工程原辅材料消耗

3.5.1 原辅材料

一期工程处理锆钛毛矿总量约 10 万 t/a(干矿料),来源于澳洲、非洲、中亚、东南亚等地。锆钛毛矿是一种砂状矿物,在澳大利亚矿砂生产基地经脱除泥沙、富集、包装等工序,通过海运、陆运等方式运入项目场址加工。根据建设单位提供资料,原料主要成分如表 3.5-1 所示:

表 3.5-1 项目锆钛毛矿原料成分表

序号	成分	含量	序号	成分	含量	序号	成分	含量
1	Zr	14.06%	12	Sm	0.007%	23	Ta	0.002%
2	Ti	38.90%	13	Gd	0.006%	24	Nb	0.054%
3	Fe	21.36%	14	Dy	0.006%	25	Co	0.023%
4	Mn	0.381%	15	Er	0.003%	26	Cu	0.014%
5	La	0.046%	16	Yb	0.006%	27	Zn	0.045%
6	Ce	0.094%	17	Y	0.017%	28	Al	0.546%
7	Pr	0.011%	18	V	0.088%	29	Ca	0.098%
8	Mg	0.259%	19	Cr	0.138%	30	Th	0.024%
9	K	0.066%	20	Si	21.484%	31	U	0.010%
10	P	0.068%	21	Sc	0.001%	32	²³² Th	971 (Bq/kg)
11	Nd	0.044%	22	Hf	0.261%	33	²³⁸ U	1235 (Bq/kg)

表 3.5-2 项目锆中矿原料成分表

序号	成分	含量	序号	成分	含量
1	ZrO ₂ +HfO ₂	41.05%	5	Al ₂ O ₃	5.10%
2	TiO ₂	8.00%	6	P ₂ O ₅	0.63%
3	Fe ₂ O ₃	0.65%	7	²³² Th	4103 (Bq/kg)
4	SiO ₂	41.10%	8	²³⁸ U	3940 (Bq/kg)

根据表 3.5-1 和表 3.5-2 的化学成分分析可知,项目一期工程生产原料中的锆钛毛矿中伴生有少量的铀、钍放射性元素。

3.5.2 能源消耗

一期工程的能源消耗情况见下表。

表 3.5-3 项目一期工程能源消耗情况

序号	项目	消耗量	备注
1	生产用水 (m ³ /a)	循环用水	138000
		新鲜水	12000
			循环水池

序号	项目		消耗量	备注
	辅助用水 (m³/a)	降尘洒水	7200	
		洗车	166	
	生活用水 (m³/a)		1026	全厂职工生活用水
2	电 (万度/年)		100	用于选矿区的机电设备
3	天然气 (万 Nm³/a)		60	烘干炉年工作 1200 小时

3.6 一期工程主要生产设备

一期工程主要生产设备，详见表 3.6-1。

表 3.6-1 一期工程主要生产设备

序号	设备分类	设备名称	规格	功率 (kW)	设备数量 (台/套)	备注
1	磁选设备	湿式磁选机	ZH-3200	25	1	
2		铁矿永磁机	—	3	2	
3		稀土永磁机	10kGS	2.2	4	
4		钕英永磁机	双辊	2.2	3	
5	电选设备	4 辊高压电选机	φ200×2000	18	4	
7		6 辊高压电选机	φ200×1500	16	3	
8		弧板电选机	9 层高压	5	3	
9	重选设备	摇床	6S	1.2	200	
10		螺旋溜槽(含泵)	—	10	4	
11	传送设备	带式输送机	均长 12m	2.2	18	
12	烘干设备	脱水机	—	20	2	
13		烘干炉	GTH1512 φ2000×18000	1.5	2	天然气，接触式
14	包装设备	自动包装机	—	30	1	
15	装运设备	铲车	550	—	1	柴油机
16	转运设备	叉车	4.5m	—	2	柴油机
17	循环水系统	清水泵	4 吋	5.5	2	
18		抽砂泵	4 吋	3	3	
19	环保设施	车间除尘装置	布袋除尘	5	2	
20		烟气除尘装置	旋风+湿式	5	2	
21	监控系统	监控设备		0.2	20	
22	DCS 系统	DCS 设备		60	1	
23	变配电	变压器	800KVA		1	
24	总计				281	

3.7 一期工程生产工艺及产污环节

项目一期生产工艺概要流程为：锆钛毛矿通过螺旋溜槽、湿式磁选进行初步分选，分离出弱磁性矿物、钛精矿以及非磁性矿物的混合物，利用砂泵抽至积矿斗或

沥水池，钛精矿须进一步干燥后进入钛矿流程；弱磁性精矿进入独居石流程进行分离；非磁性矿物的混合物将通过摇床重选、电选、干式磁选等工艺，对锆英砂和金红石流程进行分离。

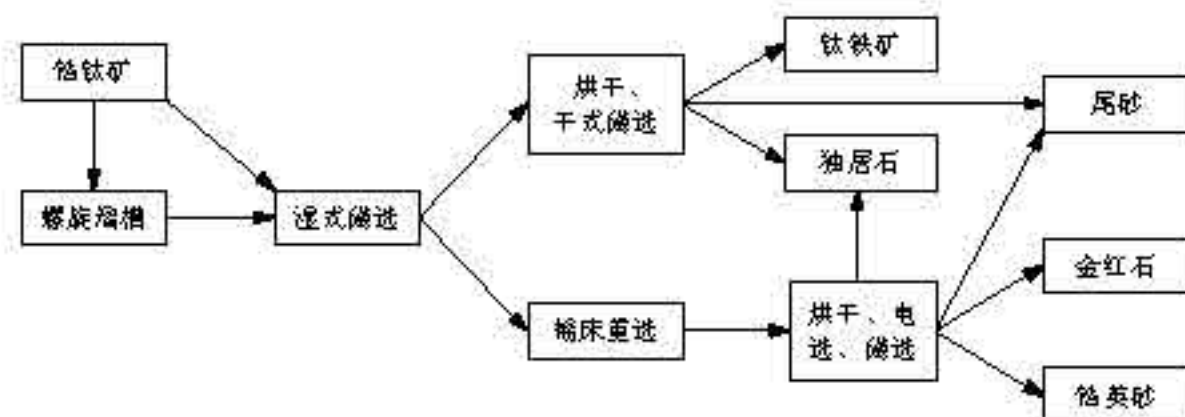


图 3.7-1 一期工程选矿工艺简图

一期工程具体选矿工艺流程见图 3.7-2。

1. 螺旋溜槽、湿式磁选

螺旋溜槽重选主要用于原料矿初步除去泥砂或对重选摇床的尾矿进行回收利用；湿磁机主要用于钛毛矿中钛铁矿和不上磁矿料的初步分离。锆钛毛矿经永磁湿式磁选机，分离出弱磁性矿物（独居石+钛铁矿+锆英砂）、强磁性矿物（钛铁矿）以及非磁性矿物（锆英砂、金红石、石英）的混合物，利用砂泵抽至积矿斗或沥水池，强磁性矿物须进一步干燥后进入钛矿流程；非磁性矿物的混合物将通过锆英流程进行分离；弱磁性精矿进入独居石流程进行分离。

2. 湿矿料干燥

湿式磁选所得产品进一步分选前，湿矿必须首先干燥，干燥分为晒干和烘干两种方式。为减少污染及降低成本，一般情况下直接沥干到水分含量为 20%，再采用天然气烘干炉烘干矿物。干燥时需要使用接触式烘干炉，此环节是粉尘的主要来源。

3. 锆英流程

锆英流程主要用于非磁性矿物的分选，包括摇床重选、磁选、静电选等工序。

(1) 摇床重选：项目采用摇床将锆英砂、金红石及尾砂分离。摇床是一种锆钛毛矿分选设备，该设备利用分选颗粒的比重差异和颗粒尺寸差异，实现连续化、高效化分选。该设备生产高度集约，产品品质稳定可靠。项目将采用湿式摇床，实现占地空间节约、用水效率提升。通过摇床的物理抖动，根据重力差异，将锆英砂、金红石及尾砂分离。

(2) 静电选：由于在 120℃左右锆英砂和金红石、钛铁矿的导电性能差异较大，相应产品在电场中的运动轨迹具有明显的区别，因此静电选是选别和提纯锆英砂和金红石的主要手段。金红石和钛铁矿进入金红流程，锆英砂则经进一步的磁选得到纯度达到 99%以上的锆英砂产品。

(3) 磁选：锆英砂中往往因为颗粒夹带、共生而带有部分磁性含钛及其他杂质的矿物，需要经过带式或辊式永磁机进行选别，除去杂质，得到高纯产品。

4. 钛矿流程

钛矿流程主要用于强磁性矿物的分选，包括磁选、静电选等工序。

(1) 磁选：在不同温度和 7000-12000Gs 磁场下，钛矿和其他磁性矿物可以得到有效的选别，一般经过本道选别，钛矿的纯度可以达到 99%。

(2) 静电选：由于在 120℃左右部分金红石、钛铁矿的导电性能差异较大，相应产品在电场中的运动轨迹具有明显的区别，因此静电选是选别回收金红石和钛铁矿等高附加值矿物的主要手段。金红石和少部分钛铁矿进入金红流程，大部分钛铁矿则直接进入包装环节。

5. 金红流程

金红流程主要用于金红石和钛铁矿的分选，包括四道不同场强和结构的电选，一道磁选实现金红石和钛铁矿的选别。

(1) 静电选：由于在 120℃左右金红石和钛铁矿的导电性能有一定的差异，相应产品在电场中的运动轨迹具有明显的区别，通过鼓桶电选、筛板电选、弧板电选实现金红石和钛铁矿的回收。

(2) 磁选：大部分钛铁矿具有一定的磁性，而金红石的磁性则相对较弱，通过磁选可以实现进一步的选别。

6. 独居流程

独居流程主要用于弱磁性矿物的分选，包括湿式永磁、摇床重选、磁选、静电选等工序。

(1) 湿式永磁：因大部分钛铁矿和独居石的磁性差异较大，可以通过进一步的湿式永磁分选实现独居石的进一步富集。

(2) 摇床重选：因独居石与金红石、钛铁矿等矿物的比重相对较大，通过摇床重选可有效进一步富集独居石达到 80%以上。

(3) 干磁选：干式磁选可进一步去除独居石中的钛铁矿等杂质。

(4) 静电选：静电选可进一步去除独居精矿中的金红石、钛铁矿等杂质，提高纯度。

表 3.7-1 一期工程主要产污环节一览表

污染因素		来源	流向	污染物	减缓措施	备注
废水	选矿废水	螺旋溜槽、湿式磁选、摇床重选	循环水池，不外排	悬浮物等	末端治理	正常工况、事故排放
	生活污水	员工厂区生活	近期槽罐车拉至东简污水处理厂，远期排入园区配套污水处理厂	有机污染	末端治理	
	初期雨水	道路、硬化地面	初期雨水池	悬浮物	沉砂	
废气	烘干烟气	烘干炉	外排至大气环境	颗粒物、SO ₂ 、NO _x	末端治理	
	干式选矿车间粉尘废气	原料、中矿、矿产品	外排至大气环境	粉尘	末端治理	
	原料、产品仓库粉尘	矿料	外排至大气环境	粉尘	末端治理	
	运输扬尘	对外汽车运输	外排至大气环境	粉尘	过程控制	无组织排放
噪声	设备噪声	选矿机电设备	外排至声环境	噪声	过程控制	室内连续固定点声源
	运输噪声	对外汽车运输	外排至声环境	噪声	过程控制	室外连续流动线声源
固废	尾砂	选矿产生尾矿	不直接外排环境	—	综合利用	
	生活垃圾	员工厂区生活	环卫部门外运	—	末端治理	
辐射	伴生放射性	原料、独居石	产品、粉尘	辐射	防护	

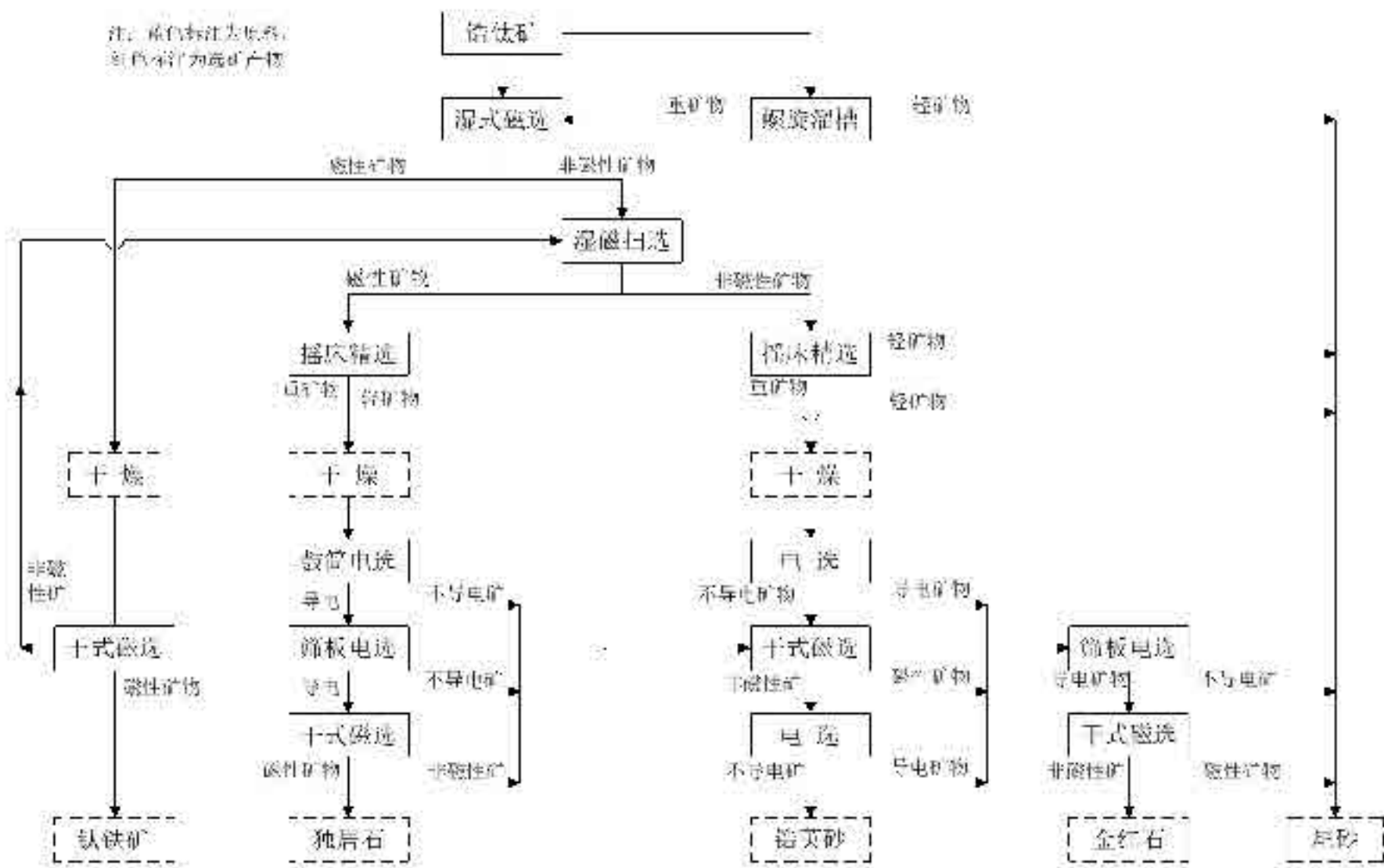


图 3.7-2 一期工程工艺流程及产污环节图

3.8 一期工程物料平衡及水平衡

3.8.1 物料平衡

一期工程物料平衡见表 3.8-1 和图 3.8-1。

表 3.8-1 一期工程物料平衡分析

序号	输入物料			产出物料		
	名称	数量 (t/a)	百分比 (%)	名称	数量 (t/a)	百分比 (%)
1	独居毛矿	100000	100	独居砂	19900	19.90
2				金红石	11000	11.00
3				独居矿	49300	49.5
4				独居石	220	0.22
5				尾砂	19380	19.38
	合计	100000	100	合计	100000	100

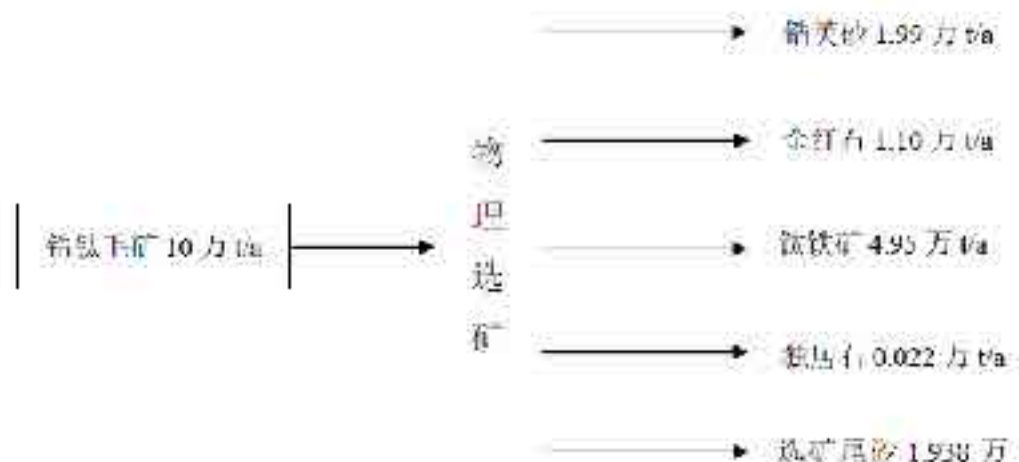


图 3.8-1 一期工程物料平衡图

3.8.2 水平衡

一期工程水平衡见表 3.8-2 和图 3.8-2。

表 3.8-2 一期工程水平衡分析

序号	类别	投入 (m³/a)			产出 (m³/a)			
		新鲜水	雨水	回用水	回用 (回收)	损耗	进入尾砂/污泥	市政污水管网/回用
1	生活用水	1026	0	0	0	102	0	924
2	生产用水	7000	5000	138000	138000	11500	500	0
3	辅助用水	3766	3600	714	714	7326	40	0
4	合计	159106			159106			

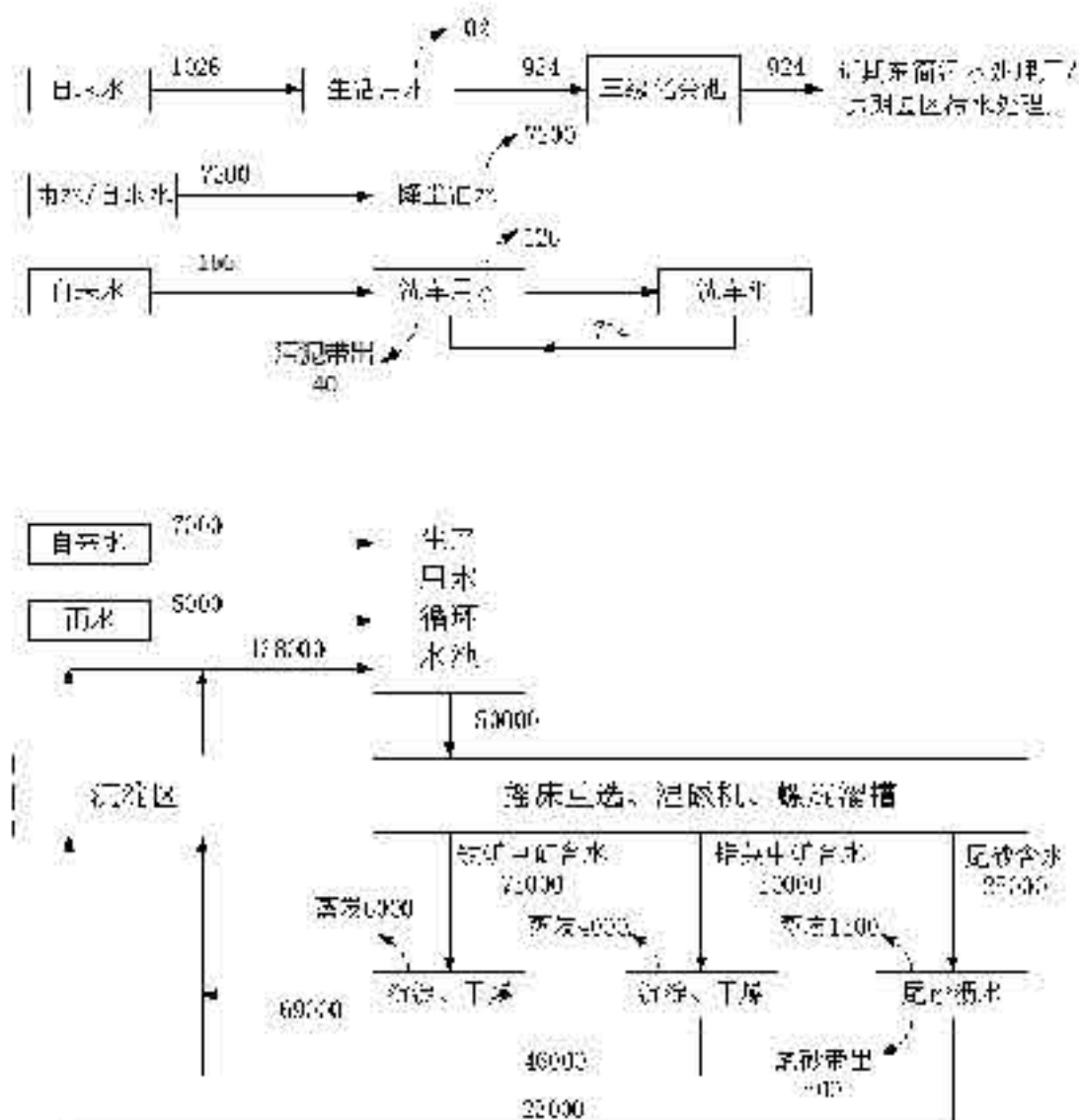


图 3.8-2 一期工程水平衡图 (单位: m^3/a)

3.9 一期工程污染物排放情况

由于一期工程正在建设，尚未投运，因此本次评价主要引用通过广东省生态环境厅审批的《凯博矿产资源（广东）有限公司 10 万吨/年锆铪矿分选项目（60 万吨/年锆铪矿分选及深加工项目一期工程）环境影响报告书》（粤环审（2023）188 号）中的污染源强核算数据；同时，结合一期工程实际建设情况，对存在优化调整后的排放量进行校核。辐射环境影响分析的相关内容具体见辐射专篇。

3.9.1 废气

一期工程大气污染源主要包括：烘干烟气（含烟尘、 SO_2 和 NO_x ）、铪铁车间粉尘废气、电磁选车间粉尘废气、原料仓库无组织场粉尘废气等，大气污染物源强汇总分

析具体见下表。

表 3.9-1 一期工程大气污染物排放量核算结果

污染源	污染源类型	排放源参数				大气污染物	排放浓度	排放量	
		高度(m)	内径(m)	废气量(Nm ³ /h)	温度(℃)		mg/m ³	g/h	kg/a
1#烘干烟气	点源	20	0.35	5000	55	颗粒物	20	100	120
						SO ₂	10	50	60
						NO _x	93.55	467.75	561.3
2#烘干烟气	点源	20	0.35	5000	55	颗粒物	20	100	120
						SO ₂	10	50	60
						NO _x	93.55	467.75	561.3
铁铁车间粉尘废气	点源	20	0.3	4000	20	颗粒物	2.95	11.80	84.98
电磁选车间粉尘废气	点源	20	0.25	3000	20	颗粒物	1.97	5.90	42.49
原料仓库粉尘废气	面源	14	长 56m×宽 48m	/	20	颗粒物	/	148.23	1067.29

说明：烟气除尘装置由旋风+湿式除尘更换为旋风+布袋除尘，除尘效率更高；其他设施不变。

3.9.2 废水

一期工程运营期主要污废水来源包括厂区职工生活污水、湿式选矿工艺废水（摇床重选、湿式磁选、螺旋溜槽重选）、厂区内初期雨水。

1. 生活污水

一期工程劳动定员约 30 人，按四班三运转工作，全年工作 300 天，厂区内设置职工食堂和宿舍，职工食宿均在厂区内。根据广东省地方标准《用水定额第 3 部分：生活》(DB44/T 1461.3-2021)，生活用水量约 3.42m³/d (1026m³/a)，污水排放系数取 0.9，则一期工程运营期生活污水产生量约 3.08m³/d (924m³/a)。

截至 2024 年 10 月，一期工程尚在调试，一期工程建设期间的生活污水采用槽罐车运至东简污水处理厂。一期工程建成投产后，若钢铁项目配套产业园区污水处理厂尚未建成投入运营时，厂区生活污水经化粪池处理后运至东简污水处理厂；一期工程建成投产时，若钢铁项目配套产业园区污水处理厂已投入运营，则生活污水经预处理达到其进水标准后由市政污水管网引至钢铁项目配套产业园区污水处理厂。

2. 选矿废水

运营期项目生产过程的水污染源为湿选工序和循环水池的选矿废水，循环水池（含沉淀区）最大储水量共计 1320m³，选矿废水产生量 138000m³/a (560m³/d) 循环使

用。

因只是进行物理选矿，不外加化学药剂，选矿废水污染物浓度较小。螺旋溜槽、湿磁机、摇床用水均取自循环水池，经摇床重选后，物料与循环水一同先分别流入对应的矿料池中，其中钛铁矿、锆英砂中矿、金红石中矿分别用砂泵随水抽进积矿斗或沥水池，沥出水分；摇床尾砂用砂泵随水抽入螺旋溜槽选出有用尾矿，再抽至中矿堆场沥水，沥干后运至尾砂堆场暂存。所有回收水经收集管渠流至三级沉淀池，经处理除去泥砂后进入循环水池，再由水泵抽入摇床、螺旋溜槽或湿磁机中循环使用，少量因蒸发损耗的水份通过、自来水或收集自然雨水补充。由于所选原料为钛毛矿及锆中矿，且采用的选矿方法均为物理方法，选矿废水只是携带少量悬浮物，而这些悬浮物主要成份是石英，且正常工况下选矿废水全部循环利用，不外排。

3. 初期雨水

根据环评报告核算，厂区初期雨水量收集时间按 15min，则厂区最大初期雨水量约 $327\text{m}^3/\text{次}$ 。本次新建初期雨水池总容积约 600m^3 ，满足厂区最大一次暴雨时初期雨水量的收集要求。

厂区初期雨水经收集沉淀后暂存于初期雨水池后，用于补充生产用水。尽量以雨水作为补充生产用水的主要水源，自来水或地下井水作为补充生产用水的备用水源。初期雨水池在进水管处设置切换阀门，初期雨水池达到高水位后切换阀门把厂区雨水收集管渠中清洁雨水就近排入园区市政雨水管网。

4. 其他生产废水

由于环保设施中烟气除尘装置由旋风+湿式除尘更换为旋风+布袋除尘，处理效率更高，经优化调整后，一期工程不再产生喷淋废水。

一期工程对进出厂区的运输汽车轮胎冲洗，防止轮胎带出产品及带入泥土。根据前面水量平衡分析，洗浅池总排水量为 $0.07 \times 34 \times 300 = 714\text{m}^3/\text{a}$ ，洗车用水按 85%被收集循环利用，15%被蒸发等过程损失，定期清理水池沉渣，由沉渣带出少量水分损耗，则一期工程洗车总用水量为 $840\text{m}^3/\text{a}$ ，其中补充新鲜用水量约为 $166\text{m}^3/\text{a}$ ，其余洗车浅池水用水全部循环利用。

综上所述，钢铁项目配套产业园区污水处理厂尚未建成投入运营时，厂区生活污水近期化粪池处理后运至东简污水处理厂（截至 2024 年 10 月，一期工程尚在调试，期间的生活污水采用槽罐车运至东简污水处理厂）；一期工程建成投产时，若钢铁项目配套产业园区污水处理厂已投入运营，则生活污水预处理达到其进水标准后由市政污

水管网引至钢铁项目配套产业园区污水处理厂；各类生产废水在厂内处理后全部回用于生产，不外排。

3.9.3 噪声

一期工程选矿过程不需要破碎和磨细，进口原料直接物理选矿，因此没有破碎机和球磨机等高噪声设备，烘干炉、螺旋溜槽、湿磁机、重选摇床、磁选机和电选机当属噪声最高的设备，根据类比分析其单机噪声一般在 55dB(A)以上。

根据环评报告预测结果，一期工程运行后，项目厂界噪声可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类标准的要求。

3.9.4 固体废物

一期工程固体废物主要为选矿尾砂（包括循环水池底砂），此外职工在生产活动过程中也会产生少量生活垃圾。

1. 生活垃圾

一期工程员工人数为 30 人，按生活垃圾产生量 1.0kg/（d·人）计，将产生员工生活垃圾 9t/a。生活垃圾在厂区收集后，由环卫部门运出处置。

2. 尾砂

根据一期工程物料平衡分析可知，一期工程生产过程中产生的选矿尾砂（石英砂）约 19380t/a。根据辐射专篇中摘录相关内容：项目选矿尾砂虽然还有一定放射性，但其放射性水平为解控水平，不属于伴生放射性固废，可作为建筑材料外卖。另外生产废水循环池及沉淀区处理过程中会产生少量底砂，主要是悬浮物的沉降物，该类底砂定期打捞后，再次返回选矿系统进行多级分选，至铀（钍）系单个核素活度小于 1Bq/g 的要求后，与尾砂一同处理，最终作为副产品建筑材料外销给第三方公司作为修路材料综合利用。

3. 废机油

一期工程运营期间，预计项目厂区内机械设备使用及维护过程中会产生废机油约 0.5t/a，废机油属于《国家危险废物名录》（2021 年版）中 HW08 废矿物油与含矿物油废物（废物代码为 900-214-08），应妥善收集后定期交由有危险废物处理资质的单位回收处置。

3.9.5 污染物排放量

根据一期工程环评报告核算，并结合现状一期工程实际建设情况，一期工程达产

后全厂污染物排放量见下表:

表 3.9-2 一期工程污染物产生及排放情况一览表

污染源类别	污染源项目		产生量(t/a)	削减量(t/a)	排放量(t/a)	采取的环保措施
废气	烘干废气	烟气量(Nm ³ /a)	1.2×10 ⁷	0	1.2×10 ⁷	经旋风+布袋除尘处理后通过 20m 高烟囱排放
		颗粒物(烟尘)	2.4	2.16	0.24	
		二氧化硫	0.12	0	0.12	
		氮氧化物	1.123	0	1.123	
	铁铁车间粉尘废气	颗粒物	1.232	1.147	0.085	布袋除尘
	电磁选车间粉尘废气	颗粒物	0.616	0.573	0.043	布袋除尘
	原料仓库等粉尘废气	颗粒物	1.067	0	1.067	加强通风
废水	生活污水	废水量(m ³ /a)	924	924	0	三级化粪池预处理
		COD _{cr}	0.263	0.263	0	
		BOD ₅	0.120	0.120	0	
		SS	0.139	0.139	0	
		氨氮	0.019	0.019	0	
固体废物	生活垃圾		9	9	0	收集后由环卫部门运出处置
	废机油		0.5	0.5	0	交有资质单位处理

3.10 一期工程存在的环境问题及以新带老措施

一期工程正在建设。根据建设单位及地方生态环境主管部门提供的资料, 一期工程建设期间未受到周边村民关于环保方面的投诉。截至目前, 一期工程暂不存在环境问题。

4 项目概况及工程分析

4.1 二期工程概况

4.1.1 项目基本情况

项目名称：凯博矿产资源（广东）有限公司 8000 吨/年锆精矿深加工项目（60 万吨/年锆钛矿分选及深加工项目二期工程）（以下简称“二期工程”或“本次拟建项目”）。

建设单位：凯博矿产资源（广东）有限公司。

项目性质：扩建。

建设地点：广东省湛江经济技术开发区东海岛凯博矿产资源（广东）有限公司现有厂区用地内（中心地理坐标：东经 110°28'50.02"，北纬 21°02'18.97"）。厂区用地红线内总面积 77350.7m²（116 亩），其中一期工程用地约 40450.7m²，其余为本次二期工程用地，即 36900m²。

行业类别：属于《国民经济行业分类（GB/T4754-2017）》—C3239 其他稀有金属冶炼；属于《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》—二十九、有色金属冶炼和压延加工业—64、稀有稀土金属冶炼。

建设内容及生产规模：本次拟建项目在现有厂区预留用地内建设生产车间（一号~七号）、戊类仓库、储罐区、天然气锅炉、固废仓库、废气处理措施、污水处理站等辅助配套设施。采用一期工程分选产生的优级锆英砂 8000t/a，生产高纯氧氯化锆 7100t/a、氧化锆 2340t/a、氧化钪 90t/a、硅酸钠 14180t/a。

建设期：12 个月。

生产定员及工作制度：新增生产定员 230 人；工作制度为三班制，每班 8 小时，年生产 330 天。

项目投资：项目总投资 3.35 亿元，其中环保投资 7000 万元，占比 20.9%。

4.1.2 生产规模及产品方案

本次二期工程原料采用一期工程锆精矿分选产生的优级锆英砂，处理规模为 8000t/a，生产的主产品为氧氯化锆、氧化锆、氧化钪、硅酸钠，副产品为氯化钠、

氯化铵、硫酸铵。具体的产品方案见表 4.1-1。

二期工程各产品执行的质量标准见表 4.1-2~表 4.1-5, 副产品执行的质量标准见表 4.1-6~表 4.1-8。

表 4.1-1 项目产品方案一览表

类别	名称	化学式	设计产能(t/a)	执行标准
主产品	氧氯化锆	$ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$	7100	《工业八水合二氧氯化锆(氧氯化锆)》(HG/T2772-2012)中 ZOC-36 质量标准
	氧化锆	ZrO_2	2340	《二氧化锆》(YS/T402-2016)
	氧化铪	HfO_2	90	《高纯氧化铪》(YS/T1559-2022)中 HfO_2-02 质量标准
	硅酸钠	Na_2SiO_3	14180	《工业硅酸钠》(GB/T4209-2022)
副产品	氯化钠	$NaCl$	7250	《工业盐》(GB/T5462-2015)精制工业盐标准
	氯化铵	NH_4Cl	4150	《氯化铵》(GB/T2946-2018)中工业用氯化铵标准
	硫酸铵	$(NH_4)_2SO_4$	800	《工业硫酸铵》(HG/T5744-2020)

说明: 如副产品不能达到产品质量标准要求, 则应根据《固体废物鉴别标准 通则》(GB34330-2017)、《危险废物鉴别标准 通则》(GB 5085.7-2019)等要求开展相关鉴别, 根据鉴别结论进行规范化处理处置。副产品应用范围仅限于工业用途, 不得用作与人体直接接触产品的替代原料, 或用于养殖、种植等用途。

表 4.1-2 氧氯化锆产品技术指标

项目		技术指标 (wt%)	
		ZOC-36	
锆铪含量[以 ZrO_2 计]	$\geq$	36.0	
氧化铁	$\leq$	0.002	
二氧化硅	$\leq$	0.01	
氯化钠	$\leq$	0.005	
二氧化钛	$\leq$	0.001	
氯化钙	$\leq$	0.01	
硫酸盐 (SO_4^{2-} 计)	$\leq$	0.005	

表 4.1-3 氧化锆产品技术指标

牌号			ZrO_2-01	ZrO_2-02
化学成分 (质量分子) %	ZrO_2 , 不小于		96	96
	杂质含量 (质量分子) % 不大于	$HfO_2(ZrO_2+HfO_2)$	0.010	0.015
		Al	0.12	0.15
		B	0.001	0.001
		Ca	0.25	0.3
		Cd	0.001	0.001

牌号		ZrO ₂ -01	ZrO ₂ -02
	Co	0.01	0.01
	Fe	0.1	0.1
	Mg	0.1	0.12
	Mn	0.01	0.01
	Na	0.4	0.5
	Ni	0.01	0.01
	P	0.05	0.05
	Si	0.2	0.2
	Th	0.04	0.04
	Ti	0.01	0.01

表 4-14 高纯氧化锆产品技术指标

项目		技术指标 (wt%)
		HfO ₂ -02
HfO ₂ 含量, 不小于		99.9
ZrO ₂ (HfO ₂ +ZrO ₂), 不大于		0.05
杂质元素含量, 不大于	Al	0.002
	Ca	0.003
	Cd	0.001
	Cl	0.001
	Co	0.001
	Cu	0.001
	Fe	0.003
	Mg	0.003
	Mn	0.001
	Mo	0.002
	Na	0.002
	Nb	0.001
	Ni	0.002
	P	0.001
	Pb	0.001
	S	0.001
	Sb	0.001
	Si	0.003
	Sn	0.001
	Ta	0.001
	V	0.001
	W	0.001
	Zn	0.001

注: HfO₂含量为 100%减去表中所列杂质元素质量分数实测值总和的余量。

表 4-1-5 工业硫酸钠产品技术指标

项目		技术指标 (w%)		
		优等品	一等品	合格品
可溶固体, w%	≥	99.0	98.0	97.0
铁, w%	≤	0.015	0.10	—
氧化铝, w%	≤	0.15	0.30	—
模数		2.20~3.70		

表 4-1-6 工业盐氯化钠产品技术指标

项目		技术指标 (w%)						备注
		精制工业盐						
		工业干盐			工业湿盐			
		优级	一级	二级	优级	一级	二级	
氯化钠	≥	99.1	98.5	97.5	96.0	95.0	93.3	来源于《工业盐》 (GB/T5462-2015)
水	≤	0.30	0.50	0.80	3.00	3.50	4.00	
水不溶物	≤	0.05	0.10	0.20	0.05	0.10	0.20	
钙镁离子总量	≤	0.25	0.40	0.60	0.30	0.50	0.70	
硫酸根离子	≤	0.30	0.50	0.90	0.50	0.70	1.00	
镉 (Zn) w%	≤	0.0005						企业内部质量控制要求
汞 (Hg) w%	≤	0.0001						
钴 (Co) w%	≤	0.0005						
锰 (Mn) w%	≤	0.0005						
镍 (Ni) w%	≤	0.0005						
铬 (Cr) w%	≤	0.0005						
铅 (Pb) w%	≤	0.0005						
铊 (Tl) w%	≤	0.0005						

表 4-1-7 工业用氯化铵产品技术指标

项目		技术指标 (w%)		
		优等品	一等品	合格品
氯化铵 (以干基计)	≥	99.5	99.3	99.0
水	≤	0.5	0.7	1.0
燃烧残渣	≤	0.4	0.4	0.4
铁	≤	0.0007	0.0010	0.0030
重金属 (以 Pb 计)	≤	0.0005	0.0005	0.0010
硫酸盐 (以 SO ₄ 计)	≤	0.02	0.05	—
pH 值 (200g/L 溶液)	≤	4.0~5.8		

表 4-1-8 工业硫酸铵的技术指标要求

项目	指标
氮 (N) 含量 (以干基计) w%	≥ 19.5
水分 w%	≤ 1.5
游离酸 (H ₂ SO ₄ 计) 含量 w%	≤ 2.0
镉 (Zn) w%	≤ 0.001
汞 (Hg) w%	≤ 0.0001
钴 (Co) w%	≤ 0.0005

项目	指标
锰 (Mn) wt%	0.0005
镍 (Ni) wt%	0.0005
铬 (Cr) wt%	0.001
钛 (Ti) wt%	0.0005
铜 (Cu) wt%	0.0015
铁 (Fe) wt%	0.002
铅 (Pb) wt%	0.003

4.1.3 建设内容及项目组成

二期工程在现有厂区预留用地内新建生产车间(一号~七号), 以及配套建设戊类仓库、储罐区、天然气锅炉、固废仓库、废气处理措施、污水处理站等设施。

二期工程建设前、后, 全厂主要建设内容见表 4.1-9。

表 4.1-9 项目组成及建设内容一览表

类别	工程名称		一期工程建设内容	二期工程建设内容	备注
主体工程	综合车间		包括湿磁车间(730m ²)、摇床车间(1640m ²)、钛铁车间(1260m ²)、电磁选车间(1000m ²)、独居车间(370m ²)、脱水车间(1300m ²)、烘干车间(1100m ²)各1间,在车间内分隔布置,生产能力为处理独居毛矿10万t/a。	/	/
	一二四号车间	一号车间	—	2F,戊类,不锈钢框架结构,布置有碱熔分解区、熔料罐区、水洗压滤区等,主要服务于氟氯化锆制备工艺段(101~302工序),配套碱熔、熔料、转型等废气处理设施(排气筒DA002、DA003)。	新建
		二号车间	—	2F,戊类,不锈钢框架结构,布置有酸分解区、压滤区、萃取槽等,主要服务于氟氯化锆制备工艺段(401~601、703、704工序),配套酸分解、硅溶洗涤、萃取除杂、酸洗、离心过滤等废气处理设施(排气筒DA004、DA005、DA006)。	新建
		四号车间	—	2F,戊类,不锈钢框架结构,用于生产硅酸钠系列产品(1201~1206工序),其中一楼布置有酸碱罐区、硅酸钠生产区,二楼布置有结晶釜区(含浓缩釜、反应釜、结晶釜、压滤机等)、粉碎机区、操作间等,配套稀碱液浓缩、硅酸钠浓缩等废气处理设施(排气筒DA016)。	新建
	五号车间		—	1F(局部2F),甲类,钢结构,用于锆铪萃取分离(801~803工序),一楼布置有酸罐、氨水罐、MIBK罐、料液及配制区、料液集合区、萃取分离区,二楼布置各类料液的高位罐,配套配料、锆铪萃取分离、吹脱等废气处理设施(排气筒DA008、DA009、DA010)。	新建
	三六七号车间	三号车间	—	1F,戊类,不锈钢框架结构,主要布置有氟氯化锆结晶区,主要服务于氟氯化锆制备工艺段(701~702工序),配套结晶、母液浓缩等废气处理设施(排气筒DA007)。	新建

类别	工程名称	一期工程建设内容	二期工程建设内容	备注
	六号车间	—	1F, 戊类, 不锈钢框架结构, 用于制备高纯氢氧化锆, 布置有氢氧化锆(高纯)结晶区, 主要服务于 1101~1102 工序, 配套料液浓缩、氢氧化锆离心等废气处理设施(排气筒 DA015)。	新建
	七号车间	—	1F, 戊类, 不锈钢框架结构, 用于生产氧化锆、氯化锆, 布置有沉淀区、干燥灼烧区, 主要服务于 901~903、1001~1003 工序, 配套中和、氢氧化锆洗涤、干燥等废气处理设施(排气筒 DA011、DA012、DA013、DA014)。	新建
储运工程	原料(毛矿)仓库	1 座(位于综合车间内), 占地面积 1730m ² , 用于堆放毛矿原料	/	/
	尾砂堆池	1 个(位于综合车间内), 占地面积 540m ² , 用于堆放尾砂	/	/
	铁矿仓库	1 座(位于综合车间内, 与铁选车间连成一体), 占地面积 1540m ² , 用于堆放铁选矿产品	/	/
	锆英金红仓库	1 座(位于综合车间内, 与电磁选车间连成一体), 占地面积 760m ² , 用于堆放锆英砂及金红石产品	/	/
	独居石仓库	1 座(位于综合车间内), 占地约 130m ² (内部面积 123m ²), 用于堆放独居石。	分隔成 1 间 39.5m ² 独居石仓库和 1 间 83.5m ² 伴生放射性固体废物仓库。	改造
	戊类仓库	—	1 间, 戊类, 框架结构, 占地面积 740m ² , 用于储存片碱等原辅材料, 以及各类产品。	新建
	储罐区	—	1 个, 内设 1 个 50 m ³ MIBK 罐, 2 个 200 m ³ 工业盐酸储罐, 2 个 200 m ³ 氨水储罐, 1 个 50m ³ 工业硫酸储罐。	新建
辅助工程	中挖室	1 座, 占地面积 360m ²	—	依托一期
	变配电室	1 座, 占地面积 590m ²	—	依托一期
	工具房	1 座, 占地面积 30m ²	—	依托一期
	杂物间	1 座, 占地面积 40m ²	—	依托一期

类别	工程名称	一期工程建设内容	二期工程建设内容	备注
	公用工程楼	1座,占地面积1310m ² ,含机修间、空氮间、锅炉房(占地面积为200m ² ,预留作为二期用房)。	在预留锅炉房内,配置20台1t/h天然气锅炉(带软水制备系统),每5台锅炉共用1个烟囱,共设置4个烟囱(DA001、DA020、DA021、DA022)。	依托一期建筑物,新增相关设备
	化验室	—	1个,建筑面积约80m ² ,位于综合办公楼一层。	新建
公用工程	供水系统	市政供水	市政供水,并配置1套多介质过滤+活性炭过滤+反渗透成套设备用于生产纯水。	新建
	排水系统	(1)项目建成投产后,若钢铁项目配套产业园区污水处理厂尚未建成投入运营时,厂区生活污水近期化粪池处理后运至东简污水处理厂。项目建成投产时,若钢铁项目配套产业园区污水处理厂已投入运营,则生活污水预处理达到其进水标准后由市政污水管网引至钢铁项目配套产业园区污水处理厂; (2)生产废水经沉淀等处理后全部回用于生产,不外排。	(1)项目建成投产后,若钢铁项目配套产业园区污水处理厂尚未建成投入运营时,厂区生活污水近期化粪池处理后运至东简污水处理厂。项目建成投产时,若钢铁项目配套产业园区污水处理厂已投入运营,则生活污水预处理达到其进水标准后由市政污水管网引至钢铁项目配套产业园区污水处理厂; (2)生产废水经管道输送至新建的污水处理站处理达标后,排入园区污水管网,引至钢铁项目配套产业园区污水处理厂处理。	依托、新建
	供热系统	采用管道天然气燃烧供热	采用管道天然气燃烧供热+新增天然气锅炉提供蒸汽。	新建
办公生活区	综合办公楼	3F,含检测中心、办公室、会议室、倒班暂时休息室、食堂,占地面积1050m ²	—	依托一期
	值班室	2间,北侧物流门、东南侧人流门各设1间,占地面积60m ²	—	依托一期
环保工程	废气	烘干烟气	2套,旋风除尘+布袋除尘+20m高排气筒(1#、2#排气筒)排放	/
		铁铁车间粉尘废气	1套,布袋除尘+20m高排气筒(3#排气筒)排放	/
		电磁选车间粉尘废气	1套,布袋除尘+20m高排气筒(4#排气筒)排放	/
		锅炉废气	—	新建

类别	工程名称	一期工程建设内容	二期工程建设内容	备注
			筒排放；每5台锅炉共用1个烟囱，共设置4个烟囱（DA001、DA020、DA021、DA022）	
	碱焙废气、溶料废气	—	1套（共用），三级水喷淋+1根20m高排气筒（DA002）	新建
	转型废气	—	1套，两级碱液喷淋+1根20m高排气筒（DA003）	新建
	酸分解废气	—	1套，两级碱液喷淋+1根20m高排气筒（共用DA004）	新建
	一次结晶废气	—	1套，两级碱液喷淋+1根20m高排气筒（共用DA004）	新建
	滤渣洗涤废气	—	1套，两级碱液喷淋+1根20m高排气筒（DA005）	新建
	萃取除杂废气	—	1套，碱液喷淋+干式过滤+活性炭吸附+1根20m高排气筒（DA006）	新建
	浓缩废气	—	1套，两级碱液喷淋+1根20m高排气筒（共用DA007）	新建
	结晶废气	—	1套，两级碱液喷淋+1根20m高排气筒（共用DA007）	新建
	母液浓缩废气	—	1套，两级碱液喷淋+1根20m高排气筒（共用DA007）	新建
	酸洗废气	—	1套，两级碱液喷淋+1根20m高排气筒（共用DA007）	新建
	离心废气	—	1套，两级碱液喷淋+1根20m高排气筒（共用DA007）	新建
	配料废气	—	1套，两级碱液喷淋+1根20m高排气筒（DA008）	新建
	结晶萃取分离废气	—	1套，碱液喷淋+除雾箱+干式过滤+活性炭吸附+汇总至1根20m高排气筒（DA009）	新建
	铈料液吹脱废气、铈料液吹脱废气	—	1套（共用），碱液喷淋+除雾箱+干式过滤+活性炭吸附+1根20m高排气筒（DA010）	新建
	吹脱铈料液中和含氮废气、氢氧化铈洗涤废气、吹脱铈料液中和含氮废气、氢氧化铈洗涤废气	—	1套（共用），两级稀硫酸液吸收+一级水喷淋+1根20m高排气筒（DA011）	新建
	氢氧化铈干燥煅烧废气	—	1套，旋风除尘+布袋除尘+一级水喷淋+1根20m高排气筒（共用DA012）	新建

类别	工程名称	一期工程建设内容	二期工程建设内容	备注
	(氧化焙烧)天然气燃烧废气	—	采用低氮燃烧器,天然气燃烧烟气通过1根20m高排气筒(DA013)直接排放	新建
	氢氧化铝干燥燃烧废气	—	1套,旋风除尘+布袋除尘+一级水喷淋+1根20m高排气筒(共用DA012)	新建
	(氧化焙烧)天然气燃烧废气	—	采用低氮燃烧器,天然气燃烧烟气通过1根20m高排气筒(DA014)直接排放	新建
	吹脱铝料液浓缩废气、氢氧化铝离心废气	—	1套(共用),两级碱液喷淋+1根20m高排气筒(DA015)	新建
	稀碱液浓缩废气、硅酸钠浓缩废气	—	1套(共用),一级稀酸喷淋+一级水喷淋+1根20m高排气筒(DA016)	新建
	储罐区废气	—	1套(共用),碱液喷淋+除雾箱+干式过滤+活性炭吸附+1根15m高排气筒(DA017)	新建
	分析化验废气	—	1套,碱液喷淋+除雾箱+干式过滤+活性炭吸附+1根20m高排气筒(DA018)	新建
	污水处理站废气	—	1套,碱液喷淋+除雾箱+干式过滤+活性炭吸附+1根15m高排气筒(DA019)	新建
	废水	(1)建设期间,生活污水经过三级化粪池处理后运至东简污水处理厂。 (2)项目建成投产后,若钢铁项目配套产业园区污水处理厂尚未建成投入运营时,厂区生活污水近期化粪池处理后运至东简污水处理厂。项目建成投产时,若钢铁项目配套产业园区污水处理厂已投入运营,则生活污水预处理达到其进水标准后由市政污水管网引至钢铁项目配套产业园区污水处理厂。 (3)生产废水在厂内预处理后全部回用于生产,不外排。	(1)项目建成投产后,若钢铁项目配套产业园区污水处理厂尚未建成投入运营时,厂区生活污水近期化粪池处理后运至东简污水处理厂。项目建成投产时,若钢铁项目配套产业园区污水处理厂已投入运营,则生活污水预处理达到其进水标准后由市政污水管网引至钢铁项目配套产业园区污水处理厂。 (2)生产废水经废水处理站处理达标后排入钢铁产业园区配套污水处理厂处理。	新建
	固体废物	—	(1)1间40m ² 两类危废仓库(危险废物贮存设施),用	新建

类别	工程名称	一期工程建设内容	二期工程建设内容	备注
			于暂存生产过程产生的各类危险废物。 (2) 1间100m ² 废杂盐仓库(危险废物贮存设施),位于污泥暂存间,用于暂存污水处理过程产生的废杂盐。 (3) 1间180m ² 污泥暂存间,扣除废杂盐仓库以外的其他区域,用于暂存污水处理过程产生的一般工业固废。	
		—	1间83.5m ² 伴生放射性固体废物仓库,用于暂存本项目产生的伴生放射性固体废物。	在一期工程独居石仓库内改造
	噪声	厂房隔声、基础减振等	厂房隔声、基础减振、消声等	新建
环境风险防范设施	事故应急池	1座,批复容积为1650m ³ ,实际按1850m ³ 建设,服务全厂	—	依托一期
	初期雨水池	1座,批复容积为600m ³ ,实际按930m ³ 建设,服务全厂	—	依托一期

4.1.4 四至情况及外环境关系

1. 项目四至情况

本次拟建项目(二期工程)位于现有厂区预留用地内。根据现场调查核实,厂区东面钢强路,西面为湛江南册环保科技有限公司,南面为湛江如龙实业有限公司、湛江韶液工程技术有限公司、广东勇峰环保设备有限公司,北面为钢安路、路对面为湛江云航智产科技有限公司。

2. 项目周边环境现状

项目东南侧有广东上南复盘物流设备有限公司、湛江市红鹰铭德新材料科技有限公司、东简仔村、东简中心小学、东简中学等;南侧有湛江锦程仓储配送有限公司、湛江市兴联实业有限公司、湛江中欣机电有限公司、中冶宝钢湛江钢铁技术服务有限公司、上海交运沪北物流有限公司、湛江宝钢物流配送有限公司等;西侧有钢城路和规划航空玻璃生产线搬迁湛江项目、规划特种设备检测基地项目等规划园区工业用地;北侧有中瑞环保科技项目、北京美航智能产品湛江制造基地项目。

项目厂区东侧隔路对面为现状原居民的农田,东侧约160m为德老村(尚有约60人未完成搬迁),东侧约200m为东简圩村(已完成搬迁)。根据湛江经济技术开发区钢铁项目配套产业园区规划,项目厂区周边均已规划为工业用地或仓储物流用地,无规划居住用地。

项目四至情况见图4.1-1,项目厂区与湛江经济技术开发区钢铁项目配套产业园区的位置关系见图4.1-2,周边环境现状见图4.1-3。



图 41-1 项目厂区四至及周边环境现状



图 4-1-2 项目厂区与湛江经济技术开发区钢铁项目配套产业园区的位置关系, 以及周边土地利用规划情况



东侧邻近钢展路(从北向南)



南侧邻近湛江韶浚工程技术有限公司



西南侧邻近广东勇峰环保设备有限公司



西侧邻近南翔环保科技项目(在建)



北侧邻近中瑞环保科技项目(在建)



北侧邻近北京美航智能产品项目(在建)



湛江如龙实业有限公司



南侧湛江锦程仓储配送有限公司



南侧湛江市兴联实业有限公司



西南湛江中欣机电有限公司



南侧中冶宝钢湛江钢铁技术服务有限公司



南侧上海文运沪北物流有限公司



南侧湛江宝钢物流配送有限公司



东南侧湛江市红鹰铭德新材料科技有限公司



东南侧广东上南复盛物流设备有限公司



东侧德老村 1（拆除旧房 1）



东侧东简圩村（拆除旧房）



东南侧东简圩村



东南侧东简中心小学



东南侧东简中学



總老村未完成搬遷的居民樓（零星分布）



總老村未完成搬遷的居民樓（零星分布）



德老村未完成搬迁的居民楼（零星分布）



德老村未完成搬迁的居民楼（零星分布）

图 41-3 项目厂区四至及周边环境现状

4.1.5 平面布置

1. 生产区

二期工程生产区位于厂区西南侧，主要包括一、二、四号车间，三、六、七号车间，三、六、七号车间室外设备区，五号车间，五号车间室外设备区。

2. 辅助区

公用工程厂房（一期建设）、锅炉房（一期建设建筑物，二期配套天然气锅炉设备）、中心控制室（一期建设）、变配电站（一期建设）等布置在生产区的四周。

仓储区域（储罐区、戊类仓库）位于厂区西北角，既靠近厂区出入口、又贴邻生产区域。

事故应急池、初期雨水池设置在厂区东南侧，地理式布置。厂区雨水排水管网设置一定坡度，以便厂区的雨水能够自流汇集到排水沟，并依据重力自流排入初期雨水池和事故应急池。

3. 污水处理区

污水处理设施布置在厂区东北角。

生产区、辅助区、污水处理区等各区域之间设有综合管廊。

厂区总平面具体布置详见图 4.1-4。各生产车间平面布置图见图 4.1-5~图 4.1-9。

表 4.1-10 全厂总平面布置技术指标

序号	指标名称	单位	数量	备注
1	规划用地面积	m ²	77350.7	
2	建、构筑物用地面积	m ²	38708.22	
3	建、构筑物面积	m ²	42840.81	
4	计容面积	m ²	79797.82	
5	道路面积	m ²	17514.28	
6	绿化面积	m ²	11602.61	
7	管廊面积	m ²	3512.37	
8	建筑系数	%	50.04	
9	厂区利用系数	%	80.12	
10	绿地率	%	15	
11	办公及生活服务设施用地比率	%	2.41	
12	办公及生活服务设施建筑面积用地比率	%	4.51	
13	容积率	%	1.03	

表 4.1-11 二期工程建成后,全厂建(构)筑物一览表

序号	建(构)筑物名称	占地面积(m ²)	建筑面积(m ²)	建筑层数	建筑高度(m)	结构形式	耐火等级	火灾危险性	建设周期	备注
一	生产区									
1	选矿车间	11592	11952	1	13.96	轻钢	二级	戊	一期	无依托关系
2	三、六、七号车间	6948.82	6948.82	1	16.025	轻钢	二级	丁/戊	二期	新建
3	三、六、七号车间 室外设备区	944.66						戊	二期	新建
4	五号车间	2513.44	3444.48	2	8.95/13.49	钢构	二级	甲	二期	新建
5	五号车间室外设备区	637.77						甲	二期	新建
6	一、二、四号车间	5864.64	9822.24	2	16.025	框架+ 钢构	二级	丁/戊	二期	新建
7	一、二、四号车间 室外设备区	211.93						丁/戊	二期	新建
二	储运区									
8	戊类仓库	749.25	749.25	1	9.05	框架	二级	戊	二期	含辅料仓、产品仓
9	危废仓库	40.5	40.5	1	4.00	框架	二级	丙类	二期	新建
10	罐区	900.52			6.95	钢/玻璃 璃钢		甲/丙	二期	新建
11	卸车泵区	73.71						甲/丙	二期	新建
12	卸车栈台	76						甲/丙	二期	新建
13	汽车衡	165.82						/	一期	二期依托
三	公辅区									
14	中心控制室	367.5	367.5	1	5.6	框架	二级	丁	一期	二期依托
15	变配电室	595.01	595.01	1	5.6	框架	二级	丙	一期	二期依托
16	公用工程厂房	1312.48	1312.48	1	9.06	钢构	二级	丁/戊	一期	含锅炉房,一期建成,二期配置设备

序号	建（构）筑物名称	占地面积（m ² ）	建筑面积（m ² ）	建筑层数	建筑高度（m）	结构形式	耐火等级	火灾危险性	建设周期	备注
17	综合供水站	100.75	100.75	1	5.7	框架	二级	戊	一期	二期依托
18	消防及生产水罐	192.06	192.06		10.4	钢		戊	一期	二期依托
19	事故应急池及初期雨水池	810	810	-1	-6	钢混		戊	一期	二期依托
20	雨水回收泵室	33	33	1	4	框架	二级	戊	一期	二期依托
21	管廊	3512.37				钢		/	一期、二期	新建、依托
22	污水处理站	3050.92	3050.92	1	4	钢混		戊	二期	新建
四 行政办公区										
23	综合办公室	1125	3293.46	3	13.6	框架	二级	民建	一期	二期依托
24	人流门卫	61.36	61.36	1	4.9	框架	二级	民建	一期	二期依托
25	物流门卫	31.86	31.86	1	3.9	框架	二级	民建	一期	二期依托
26	机动车停车场	2160						/	一期	二期依托
27	电动自行车车棚	215.06	215.06	1	3	轻钢		民建	一期	二期依托
	合计	44456.59	42840.81							

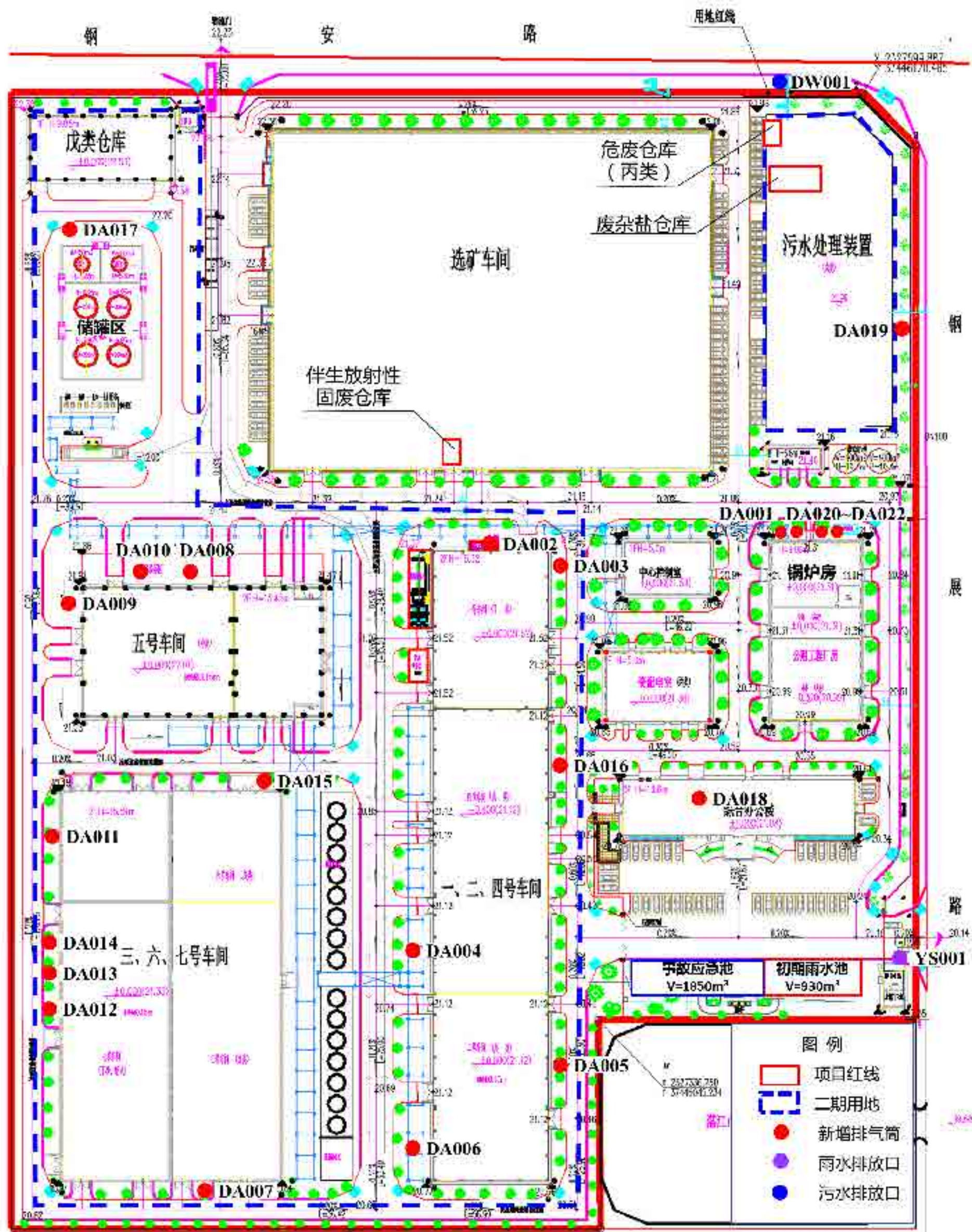


图 41-4 项目总平面布置图

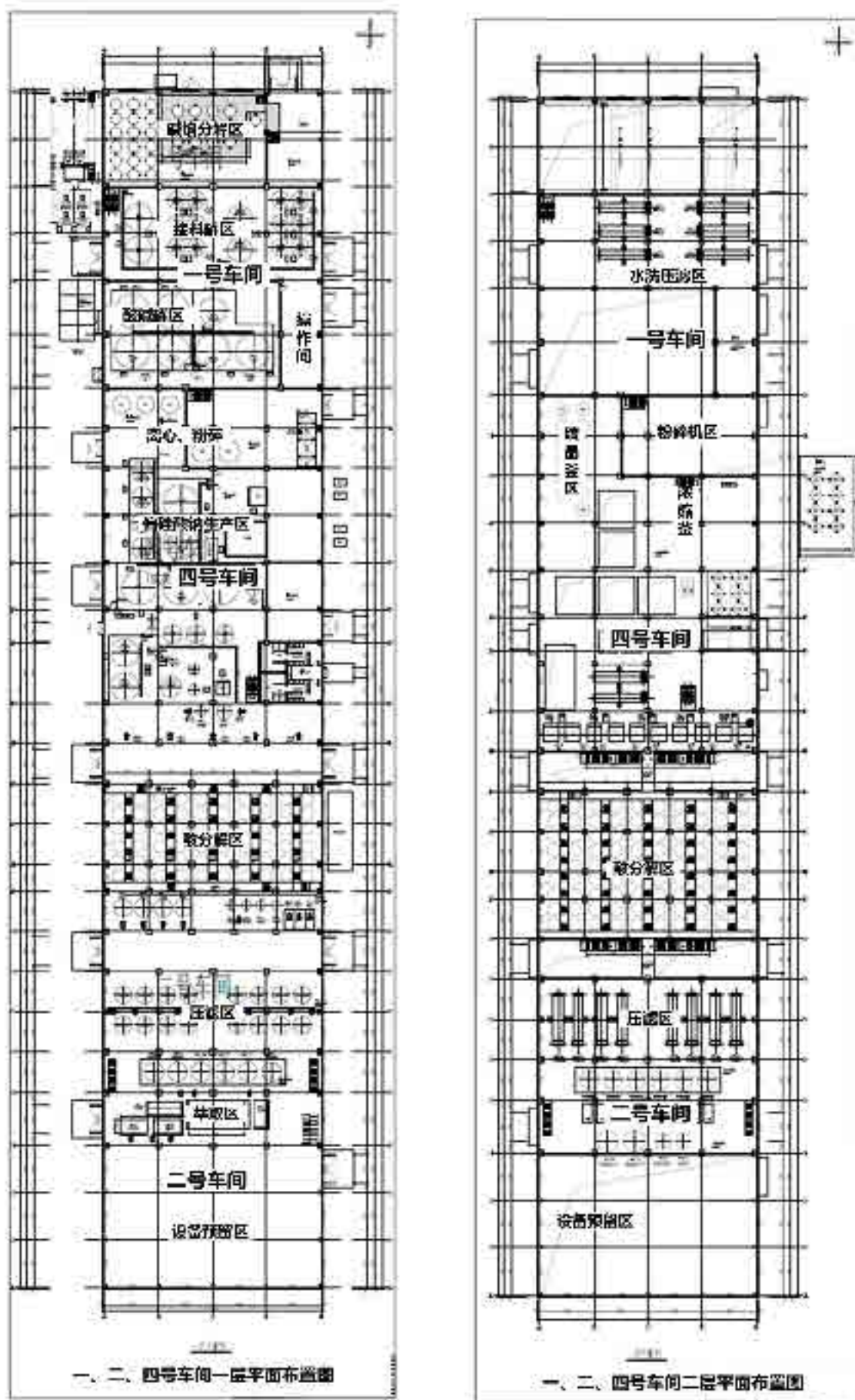


图 4.1-5 新建一、二、四号车间平面布置图

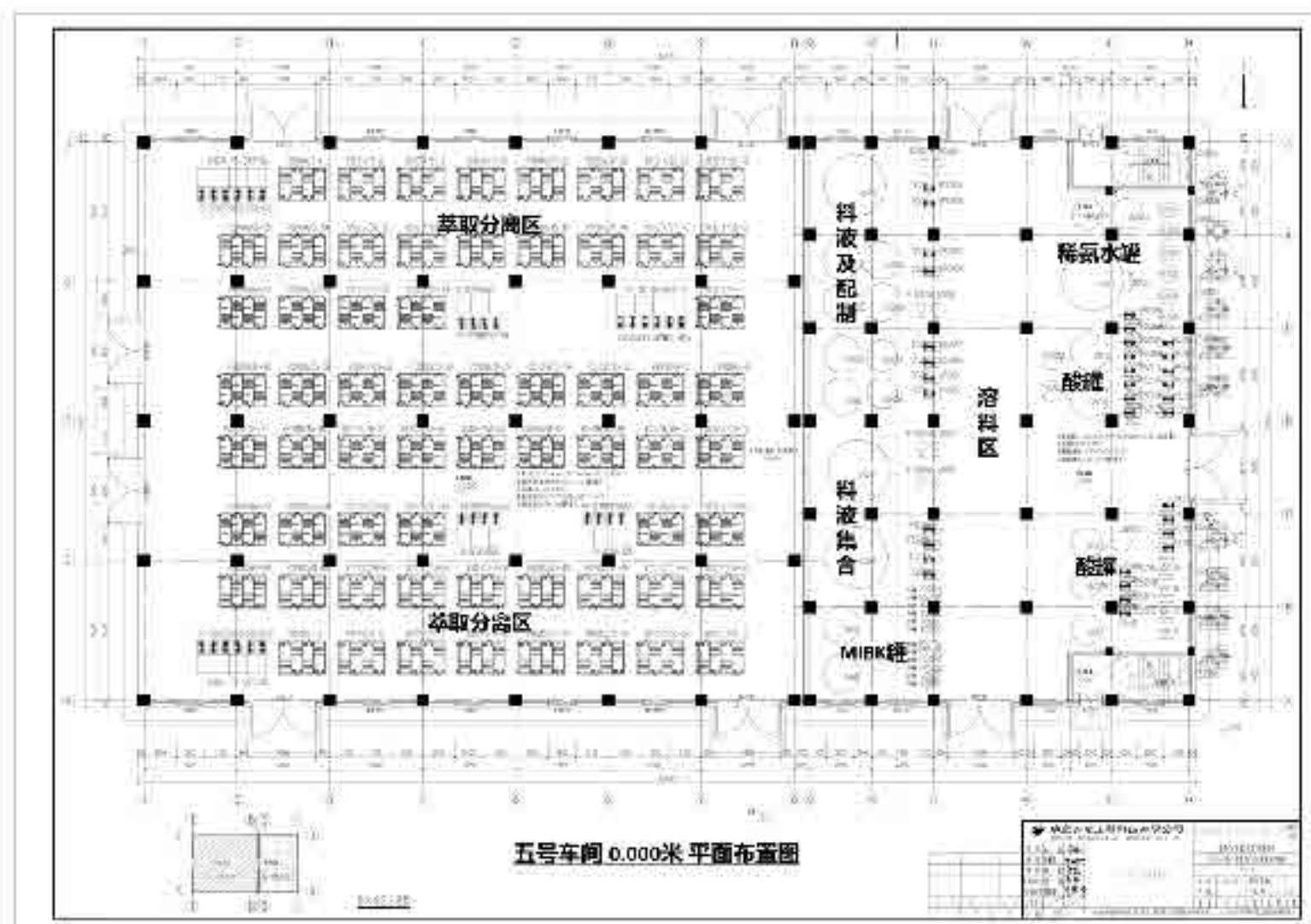
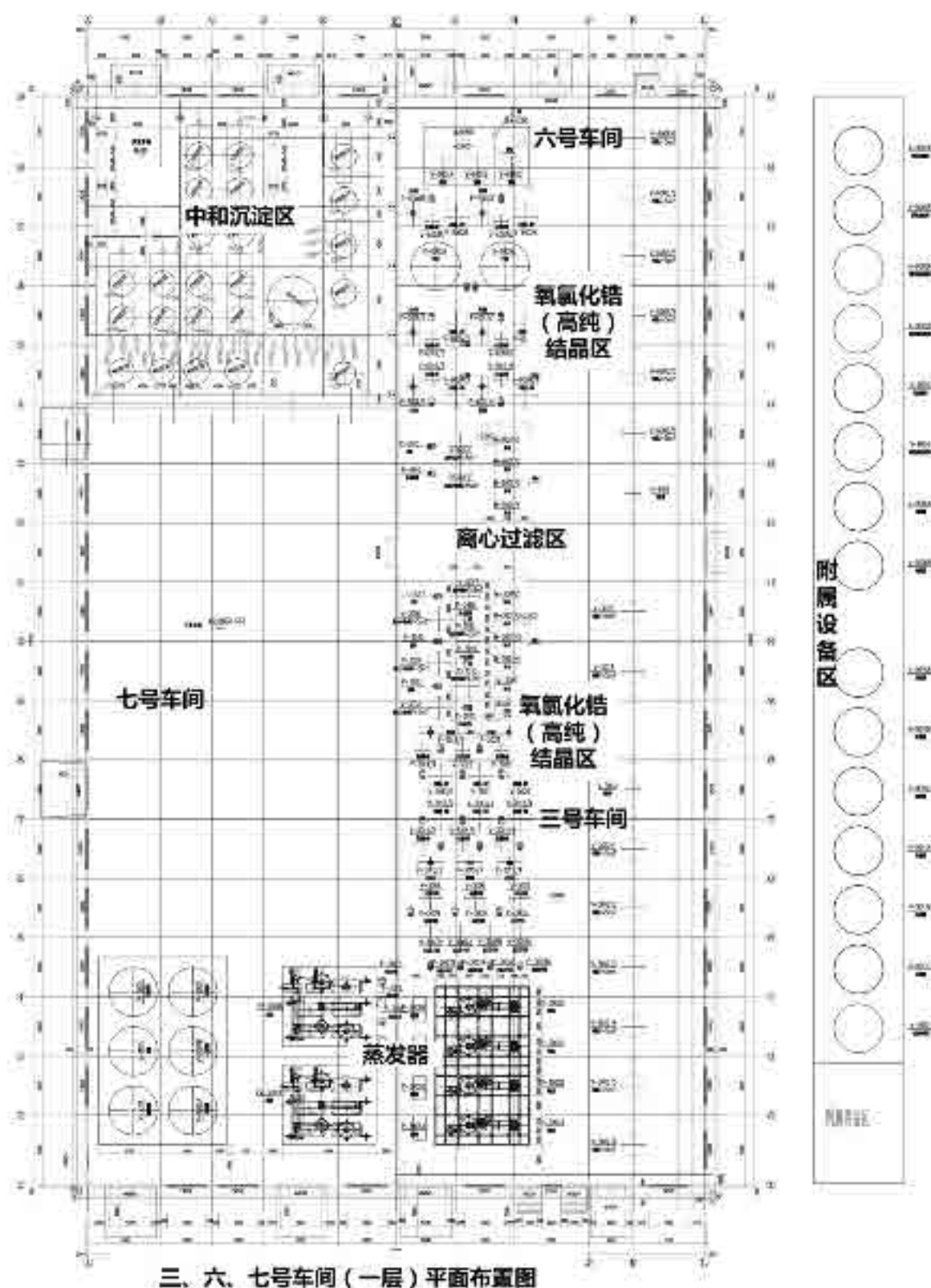
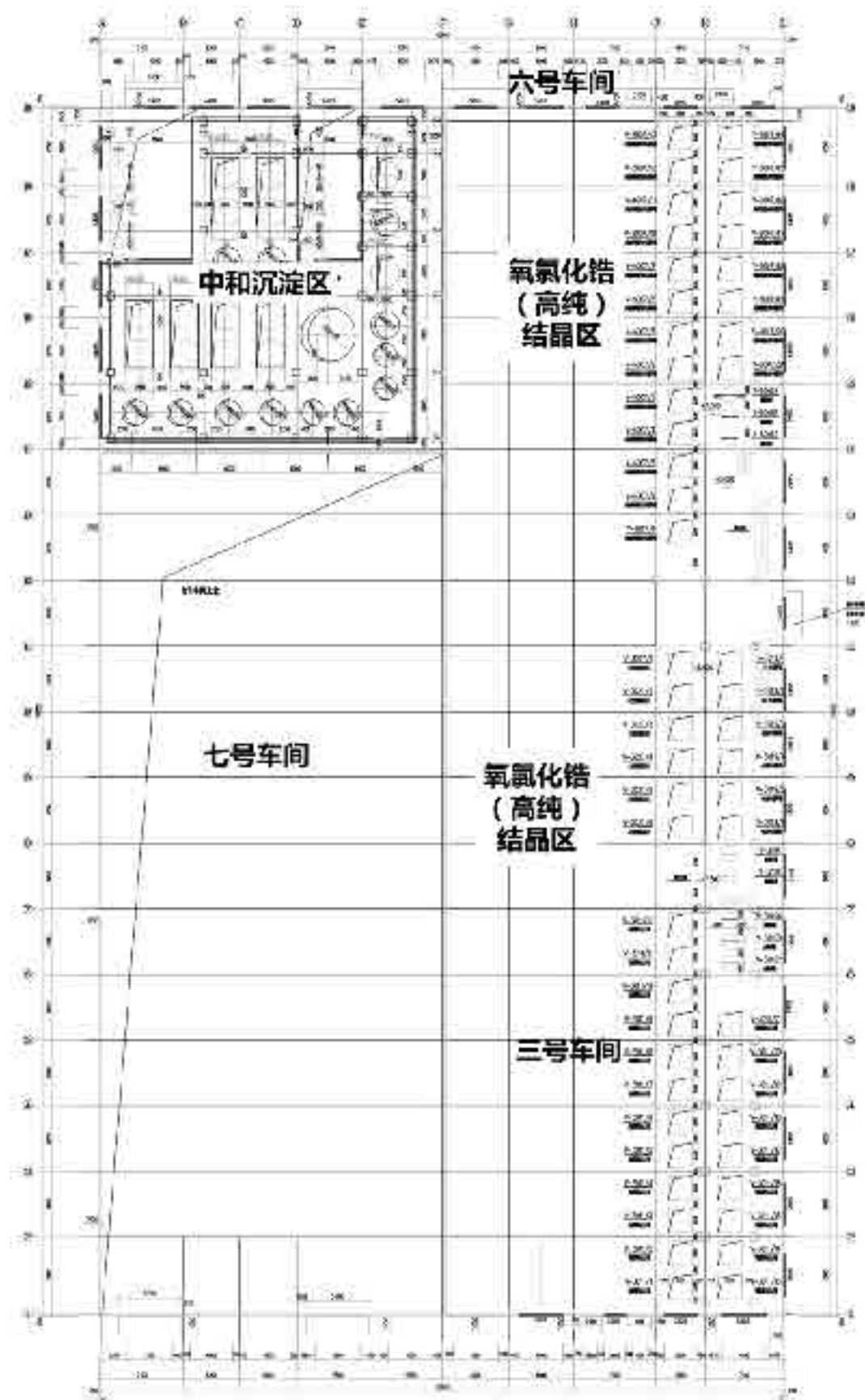


图 4.1-6 新建五号车间 (0.000 米) 平面布置图





三、六、七号车间（设备平台层）平面布置图

图 41-9 新建三、六、七号车间（设备平台层）平面布置图

4.1.6 主要原辅材料

4.1.6.1 原料

本次拟建项目采用一期工程分选产生的优级锆英砂 8000t/a, 这些原料须满足《锆英砂》(JC/T2333-2015)中锆英砂精矿质量标准, 具体要求见表 4.1-12。

表 4.1-12 优级锆英砂原料质量要求

化学成分 (%)	ZrO ₂ +HfO ₂	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Al ₂ O ₃	SiO ₂	水
一级品	≥65.5	≤0.12	≤0.15	≤0.8	≤34.0	≤0.1
二级品	≥63.0	≤0.15	≤0.25	≤1.0	≤34.0	≤0.1
放射性要求	238U+232Th			比活度当量合量		
一级品	≤500 ppm			≤2		
二级品	≤700 ppm			≤3		

建设单位委托佛山市陶瓷研究所检测有限公司对代表性的锆精矿样品进行了全成分检测和主要重金属元素检测, 结果详见表 4.1-13。

表 4.1-13 锆英砂原料的全成分检测结果

全成分检测					
序号	成分名称	含量 (%)	序号	成分名称	含量 (%)
1	灼烧减量 LOSS (1025℃)	0.29	22	氧化锂 Li ₂ O	<0.01
2	三氧化二铝 Al ₂ O ₃	0.91	23	一氧化铅 PbO	<0.01
3	二氧化硅 SiO ₂	31.13	24	氧化锌 ZnO	<0.01
4	三氧化二铁 Fe ₂ O ₃	0.12	25	氧化锶 SrO	<0.01
5	氧化钙 CaO	0.04	26	一氧化锰 MnO	<0.01
6	氧化镁 MgO	<0.01	27	氧化镉 CdO	<0.01
7	氧化钾 K ₂ O	<0.01	28	五氧化二磷 P ₂ O ₅	0.18
8	氧化钠 Na ₂ O	0.03	29	氟 F	<0.01
9	二氧化钛 TiO ₂	0.10	30	三氧化硫 SO ₃	0.05
10	二氧化锆(铪) Zr (Hf) O ₂	66.32	31	三氧化二铬 Cr ₂ O ₃	<0.01
11	氧化钡 BaO	0.02	32	一氧化镍 NiO	<0.01
12	三氧化二镧 La ₂ O ₃	<0.01	33	一氧化钴 CoO	<0.01
13	二氧化铈 CeO ₂	<0.01	34	氧化铜 CuO	<0.01
14	氧化镨 Pr ₂ O ₃	<0.01	35	三氧化二镝 Dy ₂ O ₃	0.01
15	三氧化二铈 Nd ₂ O ₃	0.04	36	三氧化二钬 Ho ₂ O ₃	<0.01
16	氧化钆 Sm ₂ O ₃	<0.01	37	氧化铒 Er ₂ O ₃	0.04
17	三氧化二铕 Eu ₂ O ₃	<0.01	38	氧化镱 Yb ₂ O ₃	<0.01
18	三氧化二钆 Gd ₂ O ₃	<0.01	39	三氧化二镱 Yb ₂ O ₃	0.05
19	七氧化四铽 Tb ₄ O ₇	<0.01	40	氧化镥 Lu ₂ O ₃	<0.01
20	八氧化三铀 U ₃ O ₈	0.10	41	三氧化二铈 Y ₂ O ₃	0.23
21	二氧化钍 ThO ₂	0.14	42	三氧化二钕 Nd ₂ O ₃	0.01

主要重金属元素检测					
序号	检测项目	结果(mg/kg)	序号	检测项目	结果(mg/kg)
43	六价铬 Cr ⁶⁺	<1	50	铂 Pb	33.6
44	砷 As	537	51	锌 Zn	5.17
45	汞 Hg	0.04	52	锰 Mn	6.65
46	银 Ag	0.28	53	镉 Cd	<0.1
47	铜 Cu	285	54	铬 Cr	0.30
48	铋 Sb	2.15	55	镍 Ni	0.27
49	铊 Tl	0.04	56	钴 Co	<0.1

4.1.6.2 主要辅料

二期工程主要辅料消耗量及规格要求见表 4.1-14。

表 4.1-14 主要原辅材料消耗情况

序号	名称	规格	在线量(t/a)	消耗量(t/a)	最大贮存量(t)	来源	形态	包装方式	贮存位置	用途
1	皓精矿	Zr(Hf)O ₂ ≥66%	/	8000	8000	一期工程产品	固态	袋装	皓英金红仓库	氧氯化锆生产
2	片碱	≥98%	/	11721	300	外购	固态	袋装	皮类仓库	氧氯化锆生产 10400、废水废气处理 1321
3	工业盐酸	≥31%	350	32325	395	外购	液态	200m ³ 储罐	罐区	氧氯化锆、锆铪分离生产 29685、废水处理 2640
4	异辛醇	≥99.5%	1.5	0.75	外购进厂后直接入槽,不贮存	外购	液态	桶装	/	氧氯化锆生产
5	N235	≥96%	2.4	1.25		外购	液态	桶装	/	氧氯化锆生产
6	磺化煤油	≥80%	5.8	30		外购	液态	桶装	/	氧氯化锆生产
7	聚乙二醇	≥98%	/	0.5	0.25	外购	固态	袋装	皮类仓库	氧氯化锆生产
8	石英粉	≥99%	/	1600	100	外购	固态	袋装	皮类仓库	硅酸钠生产
9	硫酸	≥98%	20	651.5	78	外购	液态	50m ³ 储罐	罐区	锆铪分离 635 废水处理 16.5
10	硝酸氟酸液	≥98%	/	50	2	外购	固态	袋装	五号车间	锆铪分离
11	MIBK	≥98%	202.5	300	35	外购	液态	50m ³ 储罐	罐区	锆铪分离
12	氨水	≥20%	30	8352	310	外购	液态	200m ³ 储罐	罐区	锆铪分离

说明: 储罐充填系数取 0.85, 根据密度确定各储罐最大贮存量。在线量包括生产线上所有槽体和设备内部的折算存在量。

4.1.7 主要能源消耗

本项目综合能耗为 13779.9tce/a，主要能源、耗能工质的品种及年需要量和折合标煤计算列于表 4.1-15。

表 4.1-15 全年消耗的能源和耗能工质及折合标煤计算表

序号	能源及耗能工质			单位	全年需要量		用途
	名称		来源		实物量	折合标煤 (t/a)	
1	单项能耗						
1.1	一次能源	天然气	外供	万 Nm ³	1039.68	12624.8	其中锅炉用 902.88 万 Nm ³ 、煅烧窑用 126 万 Nm ³ 、干燥设备用 10.8 万 Nm ³
1.2	二次能源	电力	外供	k-kWh	842	1034.8	本项目总体
1.3	耗能工质	新水	外供	万 m ³	46.8	120.3	生产、生活
2	综合能耗					13779.9	

注：根据《综合能耗计算通则》(GB/T2589-2020)，天然气折标煤系数为1.2143kgce/Nm³，电力折标煤系数为0.1229kgce/kWh(当量值)，新水折标煤系数为0.2571kgce/t。

4.1.8 主要生产设备

二期工程主要生产设备见表 4.1-16。

表 4.1-16 二期工程主要生产设备清单

序号	设备名称	规格型号	材质	数量(台/套)	备注
—	氧氯化铝制备工艺段				
	101 碱渣分解工序				一号车间
1	行车	ST6M	碳钢	4	
2	碱烧锅	φ1.6M 铁质	碳钢	40	最多同时运行 4 台
3	引风机	MRF-SQ,Q=4000m ³ /h	碳钢		
	201 溶料工序				一号车间
4	引风机	MRF-SQ	碳钢		溶料引风
5	溶料箱	5m ³ *2.5m ³ *2m	铁质	2	
6	碱烧水洗搅拌机	Y132-4 BLD4-23	碳钢	4	
7	化工离心泵	IH80-50-250, 不锈钢泵	不锈钢	3	溶料箱转料用
	203 水洗工序				一号车间
8	水洗中转罐	Y180-6 BLD-23 非标自制 50 立方	碳钢	2	碱分解料溶料
9	转料泵	YZ-160L-2 IH65-40-250	不锈钢	2	
10	压滤机	XAYGF200/1250-U, 带隔膜, 压滤面积	增强聚丙烯	3	

序号	设备名称	规格型号	材质	数量 (台/套)	备注
11	储罐	100m ³	碳钢	2	中间罐/ 碱液
12	储罐	100m ³	碳钢	2	中间罐/ 水
13	转料泵	YZ-160L-2 HTB65-40-250	不锈钢	4	
14	储罐	100m ³	玻璃钢	2	中间罐
15	转料泵	YZ-160L-2 HTB65-50-160U	化工陶瓷泵	2	
204 压滤工序					一号车间
16	转型反应罐	1.2*1.8 8000L 非标自制	PP	6	
17	转型中转罐	Y180-6 BLD-23 非标自制	PP	2	转型料
18	转料泵	YZ-160L-2 HTB65-50-160U	化工陶瓷泵	1	
19	转料泵	YZ-160L-2 HTB5.0-32	化工陶瓷泵	3	
20	压滤机	XAYGF200/1250-U, 带隔膜	增强聚丙烯	3	
301 转型工序					一号车间
21	反应罐	1.2*1.8 8000L 非标自制	PP	6	
22	酸溶料中转罐	Y160L-6 BLD-27 非标自制	PP	1	
23	转料泵	YZ-160L-2 HTB65-50-160U	化工陶瓷泵	1	
24	转料泵	YZ-160L-2 HTB5.0-32	化工陶瓷泵	3	
401 酸分解工序					二号车间
25	搪瓷反应釜	5000L	搪瓷	8	
26	冷凝器	GHA550-30	石墨	4	
27	转料泵	HTB5.0-32U		4	化工陶瓷 泵
501 一次结晶工序					二号车间
28	真空泵组	PP-64	高分子聚乙烯	2	
29	结晶罐	0.98*1.8 5000L 非标自制	玻璃钢	150	
30	转料泵	YZ-132S1-2 HTB65-50-160U		2	化工陶瓷 泵
31	一次缓冲罐	2000L	PP	2	
502 水溶工序、503 洗涤压滤					二号车间
32	地坛	钢 1.8*2.4 衬塑		8	
33	压滤机	XAYGF200/1250-U	增强聚丙烯	8	
34	储罐	Y132-4 BLD4-23 非标自制	PP	19	水溶料
35	转料泵	YZ-132S1-2 HTB5.0-32U		11	化工陶瓷 泵
36	过滤槽	1.2*3*0.8M	PP	12	
37	转料泵	YZ-132-4 HTB5.0-32U		3	化工陶瓷 泵
601 萃取除杂					二号车间
38	萃取槽	1000L	PVC	10	

序号	设备名称	规格型号	材质	数量 (台/套)	备注
39	低位槽	500L	PVC	10	
40	料液罐	20m³	PP	1	
41	高位槽	10m³	PP	3	
42	转料泵	Y2-100L-2 IMD40-2S—130F		3	磁力泵
43	转料泵	YZ-132-4 HTB5.0-32U		1	化工陶瓷泵
	701 浓缩、702 结晶、703 母液浓缩结晶工序				三号、六号、七号车间
44	石墨蒸发器	1m³/h	石墨	4	
45	二效蒸发装置	2m³/h	石墨	2	
46	真空机组	PP-64	高分子聚乙烯	16	
47	冷凝器	GHA550-30	石墨	4	
48	结晶反应釜	SOB-12-40, 5000L	搪瓷	29	
49	中转储罐	1.8*1.8M	PP	8	浓缩/结晶料
50	转料泵	Y2-132S 2-2 63*50-32	PP	8	玻璃钢泵
51	中转罐	5000L	PP	6	浓缩/结晶料
52	转料泵	YZ-132-4 HTB5.0-32U		12	化工陶瓷泵
	703 酸洗、704 离心过滤				二号车间
53	离心机	PGZ1250	衬塑	6	
54	离心前物料缓冲罐	非标自制 1.8*3M 5000L	PP	2	PP
55	转料泵	HTB 5.0-32U	化工陶瓷泵	2	化工陶瓷泵
56	废酸中转储罐	非标自制 1.8*3M 5000L	PP	2	结晶废酸
57	转料泵	HTB 5.0-32U	化工陶瓷泵	2	
58	过滤洗涤一体机	8 立方	PP	6	
59	真空泵缓冲罐	3m³	PP	6	
60	转料泵	HTB 5.0-32U	化工陶瓷泵	6	
61	真空泵			6	
62	氢氧化铝料液配制罐	6000L	PP	2	
63	转料泵	HTB 5.0-32U	化工陶瓷泵	2	
二	铝盐分离工艺段				
	801 配料工序				五号车间
1	氢氧化铝溶液中转罐	φ4000xH4500 V=60m³	PP	1	
2	萃取料液配制罐	φ2400xH2200 V=10m³	PP	3	
3	萃取料液中转罐	φ2400xH2200 V=10m³	PP	2	

序号	设备名称	规格型号	材质	数量 (台/套)	备注
4	络合剂配料罐	$\phi 2000 \times H2000 V=6m^3$	PP	2	
5	络合剂中转罐	$\phi 2400 \times H2200 V=10m^3$	PP	1	
6	氨水中转罐	$\phi 4000 \times H4500 V=60m^3$	PP	1	
7	稀硫酸中转罐	$\phi 2400 \times H2200 V=10m^3$	PP	2	
8	配制罐	$\phi 2400 \times H2200 V=10m^3$	PP	1	
9	氯化铵溶液精密过滤器	流量: $30 m^3/h$		2	
10	萃取料液精密过滤器	流量: $30 m^3/h$		2	
11	萃取料液进料精密过滤器	流量: $30 m^3/h$		2	
12	络合剂过滤器	流量: $30 m^3/h$		2	
13	转料泵	流量: $30m^3/h$ 扬程: 32 m	化工陶瓷	14	
14	硫酸稀释器			1	
15	氨水稀释器			1	
16	盐酸稀释器			1	
17	稀释器			1	
18	稀盐酸中转罐	$\phi 2400 \times H2000 V=10m^3$	PP	1	
802 稀硫酸萃取分离工序					五号车间
19	空白有机储罐	$\phi 2000 \times H2000 V=6m^3$	PP	2	
20	萃取槽	每条 84 级, 400	PP	3	
21	补酸高位槽	$\phi 2000 \times H2000 V=6m^3$	PP	2	
22	稀盐酸高位槽	$\phi 2000 \times H2000 V=6m^3$	PP	3	
23	料液高位槽	$\phi 2000 \times H2000 V=6m^3$	PP	3	
24	稀氨水高位槽	$\phi 2000 \times H2000 V=6m^3$	PP	3	
25	稀硫酸高位槽	$\phi 2000 \times H2000 V=6m^3$	PP	3	
26	纯水高位槽	$\phi 2000 \times H2000 V=6m^3$	PP	3	
27	备用高位槽	$\phi 2000 \times H2000 V=6m^3$	PP	3	
28	负载有机低位槽	$V=2.5m^3$	PP	3	
29	低位槽	$V=1.5m^3$	PP	6	
30	转料泵	流量: $30m^3/h$ 扬程: 32 m	化工陶瓷	28	
31	转料泵	流量: $500L/h$		55	
32	铵料液低位槽	$V=1.5m^3$	PP	3	
33	铵料液低位槽	$V=4m^3$	PP	3	
804 吹脱铵料液工序					五号车间
34	铵料液集合罐	$\phi 4000 \times H4500 V=60m^3$	PP	1	
35	铵料液吹脱罐	$\phi 2400 \times H2000 V=10m^3$	PP	6	
36	铵吹脱废气冷却箱	$1000 \times H1000 \times 1000 V=1m^3$	PP	6	
37	吹脱铵料液集合罐	$\phi 4000 \times H4500 V=60m^3$	PP	1	

序号	设备名称	规格型号	材质	数量 (台/套)	备注
38	转料泵	流量: 30m³/h 扬程: 32 m	化工陶瓷	10	
39	借沉淀中转桶	φ4000xH4500 V=60m³	PP	1	
803 吹脱铈料液工序					五号车间
40	铈料液集合罐	φ2400xH2200 V=10m³	PP	1	
41	铈料液吹脱罐	φ2000xH2000 V=6m³	PP	4	
42	铈料液吹脱废气冷却箱	1000*1000*1000 V=1m³	PP	4	
43	转料泵	流量: 30m³/h 扬程: 32 m	化工陶瓷	8	
44	吹脱铈料液集合罐	φ2400xH2200 V=10m³	PP	1	
901 铈中和沉淀、902 洗涤、压滤、903 干燥系统					七号车间
45	铈沉淀洗涤搅拌桶	φ24xH1500 V=6m³	PP	1	
46	铈料液中和锅	φ2400xH2200 V=10M³	搪瓷	2	
47	中转桶	φ24xH1500 V=6m³	PP	1	
48	铈沉淀出料泵	流量: 30m³/h 扬程: 32m	化工陶瓷	2	
49	铈沉淀压滤机	60m²	增强聚丙烯	2	
50	转料泵	流量: 30m³/h 扬程: 32m	化工陶瓷	3	
51	氢氧化铈内蒸干燥机	XSG-600 型	/	1	天然气 用量 15m³/h
52	氯化铈梭式窑	SK4Y101	不锈钢/耐火材料	1	天然气 用量 25m³/h
1001 铈中和沉淀、1002 洗涤、压滤					七号车间
53	借沉淀搅拌桶	φ2400xH1500 V=6m³	PP	2	
54	借料液中和锅	φ2400xH2200 V=10M³	搪瓷	6	
55	借沉淀出料泵	流量: 30m³/h 扬程: 32m	化工陶瓷	6	
56	中转桶	φ2400xH1500 V=6m³	PP	2	
57	借沉淀压滤机	200m²	增强聚丙烯	6	
58	沉淀搅拌洗涤桶	φ2400xH1500 V=6m³	PP	6	
59	转料泵	流量: 30m³/h 扬程: 32m	化工陶瓷	12	
1004 干燥系统					七号车间
60	氢氧化铈内蒸干燥机	XSG-1600 型	不锈钢	1	天然气 用量 175m³/h
61	氯化铈梭式窑	SK14Y201	不锈钢/耐火材料	1	天然气 用量 90m³/h
1101 液相结晶工序					三号、六号车间
62	石墨蒸发器	1m³/h	石墨	2	
63	二效蒸发装置	2m³/h	石墨	2	

序号	设备名称	规格型号	材质	数量 (台/套)	备注
64	真空机组	PP-64	高分子聚乙烯	8	
65	冷凝器	GHA550-30	石墨	2	
66	结晶反应釜	SOB-12-40, 5000L	搪瓷	25	
67	中转储罐	1.8*1.8M	PP	8	
68	转料泵	Y2-132S 2-2 65*50-32	PP	8	
69	中转罐	5000L	PP	6	
70	转料泵	YZ-132-4 HTB5.0-32U		12	
1102 离心过滤					六号车间
71	离心机	PGZ1250	衬塑	6	
72	离心前物料缓冲罐	非标自制 1.8*3M 5000L	PP	2	
73	转料泵	HTB 5.0-32U	化工陶瓷泵	2	
74	废酸中转储罐	非标自制 1.8*3M 5000L	PP	2	
75	转料泵	HTB 5.0-32U	化工陶瓷泵	2	
76	过滤洗涤一体机	8 立方	PP	6	
77	真空泵缓冲罐	3m ³	PP	6	
78	转料泵	HTB 5.0-32U	化工陶瓷泵	6	
79	真空泵			6	
80	氢氧化铝料液配制罐	6000L	PP	2	
81	转料泵	HTB 5.0-32U	化工陶瓷泵	2	
三	硅酸钠工艺段				四号车间
	1201-1206 硅酸钠生产				
1	压滤机	XM200-1250-UB	增强聚丙烯	2	
2	洗涤硅渣储罐	4000*4500	PP	2	
3	转料泵	HTB80-50-200U	化工陶瓷泵	2	
4	反应罐	1500*2500	不锈钢	2	
5	转料泵	40ZWL5-30P	不锈钢	1	
6	沉淀槽	1800*2000*1500	碳钢	1	
7	转料泵	40ZWL5-30P	不锈钢	1	
8	沉淀储罐	2600*7500	碳钢	3	
9	转料泵	40ZWL5-30P	不锈钢	1	
10	地坛	1800*2200	不锈钢	1	
11	压滤机	XM12/1250-U	增强聚丙烯	3	
12	转料泵	40ZWL5-30P	不锈钢	1	
13	储罐	5000*6000	碳钢	5	中间罐
14	转料泵	40ZWL5-30P	不锈钢	5	
15	离心机		不锈钢	6	
16	配制槽	3000*4000	碳钢	4	

序号	设备名称	规格型号	材质	数量 (台/套)	备注
17	转料泵	40ZW15-30P	不锈钢	5	
18	铁槽	2800*2800*2000	碳钢	1	
19	反应釜	1700*2600	不锈钢	6	
20	蒸汽加热浓缩釜		321 不锈钢	8	
21	降温锅	1800*2600	碳钢	3	
22	结晶锅	1800*2600	碳钢	13	
23	行车	3T	碳钢	1	
24	破碎机		碳钢	2	
四	辅助设施				
1	锅炉	DZS1.0-0.8-Q	3087 碳钢+MD 钢翅片	20	其中 5 台 备用
2	纯水设备	12t/h	/	1	
3	空气压缩机	SA90W	/	2	
4	离心风机(含部分 分选)	10C-11	/	2	
5	离心风机	12C-18.5	/	2	
6	轴流风机	YF112M-4	/	4	

说明: 101~1207 等均为工艺分段编号; 部分设备为相关工艺共用, 不重复计列。

4.1.9 公辅工程

4.1.9.1 给排水工程

1. 给水系统

本项目厂区给水系统分为生产给水系统、生活给水系统、纯水给水系统、消防给水系统。

(1) 生活给水系统

项目生活用水由园区自来水供水系统供应。项目总定员共为 230 人, 年工作 300 天, 均不在厂内食宿。根据广东省地方标准《用水定额 第 3 部分: 生活》(DB44/T1461.3-2021), 湛江市东海岛常住人口在 50 万以下, 属于小城镇, 员工生活用水量取 140L (人·d), 排放系数取 0.9, 则项目生活用水量为 32.2m³/d, 生活污水量约 29m³/d。

(2) 生产给水系统

项目生产用水由园区工业用水供水系统供应。

(3) 纯水给水系统

项目纯水制备原水采用自来水, 配置 1 套 12t/h 的纯水制备成套设备, 工艺为多介质过滤+活性炭过滤+反渗透, 根据项目工艺用水要求, 控制纯水电阻率大于 2MΩ/cm。

(4) 消防给水系统

按《建筑设计防火规范》(GB50016-2014)要求,本工程火灾次数按一次计,室内外消防用水量按最大的一栋为计算对象(甲类车间)。火灾延续时间为3h,室外消防用水量标准为30L/s,室内消防用水量标准为20L/s,一次灭火最大用水量为540m³。室内外消防用水量均储存在生产消防水池。消防水泵对消防给水进行加压,保障消防供水压力。室内外消火栓供水采用一套消防给水管网,与生产生活给水管网分开。厂区内室外适当位置设置室外消火栓,室外消火栓的布置间距不超过120m。

根据《有色金属工程设计防火规范》(GB50630-2010)的要求,在各车间设置高压细水雾灭火系统,采用高压细水雾灭火系统,设计工作压力10MPa,持续喷雾时间20min。高压细水雾成套设备所需功率275kW。

建筑物内按设计规范设置消防灭火器、室内消火栓或消防水龙,消防给水管道采用热镀锌钢管,螺纹或卡箍连接。

2. 排水系统

厂区采用雨污分流排水体制。结合竖向规划,顺地势布置排水管道,车间内生产废水、生产污水由泵加压输送至污水处理站。厂区内雨水结合竖向规划,初期雨水进入初期雨水收集池。项目排水系统设置如下:

(1) 生产废水

生产废水主要包括水洗废水、转型废水、萃取除杂废水、母液浓缩废酸、锆铪萃取分离废水、铪料液吹脱废水、锆料液吹脱废水、铪沉淀废水、锆沉淀废水、浓缩冷凝酸、中性废水、地面清洗废水、供热系统排水、真空泵机组废水、循环冷却系统排水、分析化验污水等,根据水质分类收集、分质处理,处理后的尾水优先回用于生产,多余部分排入园区污水处理厂集中处理。

(2) 初期雨水

根据《有色金属工业环境保护工程设计规范》(GB50988-2014):5.1.1条款:厂区初期雨水应收集处理……稀有金属及产品制备企业可按10mm~15mm计算。

GB50988-2014设计规范上考虑收集“可能产生污染的区域面积”的初期雨水,由于本项目的生产厂区与生活设施难以分隔,全厂都应属于可能污染的区域,因此,本项目考虑收集全厂的初期雨水,即收集范围即为厂区全部范围。在主道路一侧、各厂房一侧设雨水收集管网。

根据GB50988-2014,初期雨水收集池容积应按可能产生污染的区域面积和降水量

计算确定，可按下式计算： $V_y=1.2 \times F \times I \times 10^{-3}$ 。

式中： V_y ——初期雨水收集池容积(m^3)；

F ——受粉尘、重金属、有毒化学品污染的场地面积(m^2)，由于厂区未开展分区排水，本次按全厂收集，则面积约 $7.735hm^2$ ；

I ——初期雨水量(mm)，考虑本项目为稀有金属冶炼项目，各生产环节均在车间内生产，原辅材料中有毒有害重金属含量很低，厂内受粉尘、重金属、有毒化学品污染的可能性较低，取 $10mm$ 计算。

因此，项目需收集的初期雨水量= $77350.7m^2 \times 10mm = 773.5m^3$ 。从GB50988-2014中初期雨水收集池容积计算公式可知，初期雨水收集池容积为核算初期雨水量的1.2倍，由此计算得初期雨水池容积为至少 $928.2m^3$ 。本项目设置1个容积约 $930m^3$ 的初期雨水收集池，可收集一次最大初雨收集量。

根据《有色金属工业环境保护工程设计规范》(GB50988-2014)5.1.1第6款，收集的初期雨水宜在5日内全部利用或处理。由于一期工程选矿用水量，对水质要求不高，考虑项目厂区初期雨水水质较好，受污染的可能性较低，收集的初期雨水经沉淀、过滤处理后即可满足一期工程选矿用水要求，按5天内全部利用完。

本项目对初期雨水的定义及收集处理规则如下：第一场降雨可收集 $10mm$ 降雨时，分5天处理，后续降雨不收集；第一场雨收集不到 $10mm$ 降雨时，则应继续收集后续降雨，直到5天内可收集到 $773.5m^3$ 雨量后，后续降雨可通过雨水管道收集进入厂区雨水收集池（因后期雨水水质较好，可收集后用作一期工程选矿用水）。初期雨水池进口处设置流量计进行统计。

初期雨水收集池位于厂区西南侧，建设位置见前文图4.1-4项目总平面布置图。厂区建设时已进行平整，厂区现状地面高程总体接近，厂区雨水收集采用管道收集，通过控制管道埋深，使全厂区的初期雨水均能通过管道重力自流汇入厂区东北侧的初期雨水收集池。项目厂区雨水、污水收集管网布置图见图4.1-10。

(3) 生活污水

项目生活用水量取 $140L/(人 \cdot d)$ ，排放系数取0.9，则项目生活用水量为 $32.2m^3/d$ ，生活污水量约 $29m^3/d$ ，经三级化粪池预处理后排入园区污水管网。

(4) 消防废水

本项目消防用水量按厂区同时发生一起火灾事故考虑，室内外消防用水设计流量、火灾延续时间等参数根据《建筑设计防火规范》(GB50016-2014)、《有色金属工程设计

防火规范》(GB50630-2010)及《消防给水及消火栓系统技术规范》(GB50974-2014)进行取值。经计算,项目一次火灾救援的消防用水量为 540m^3 。

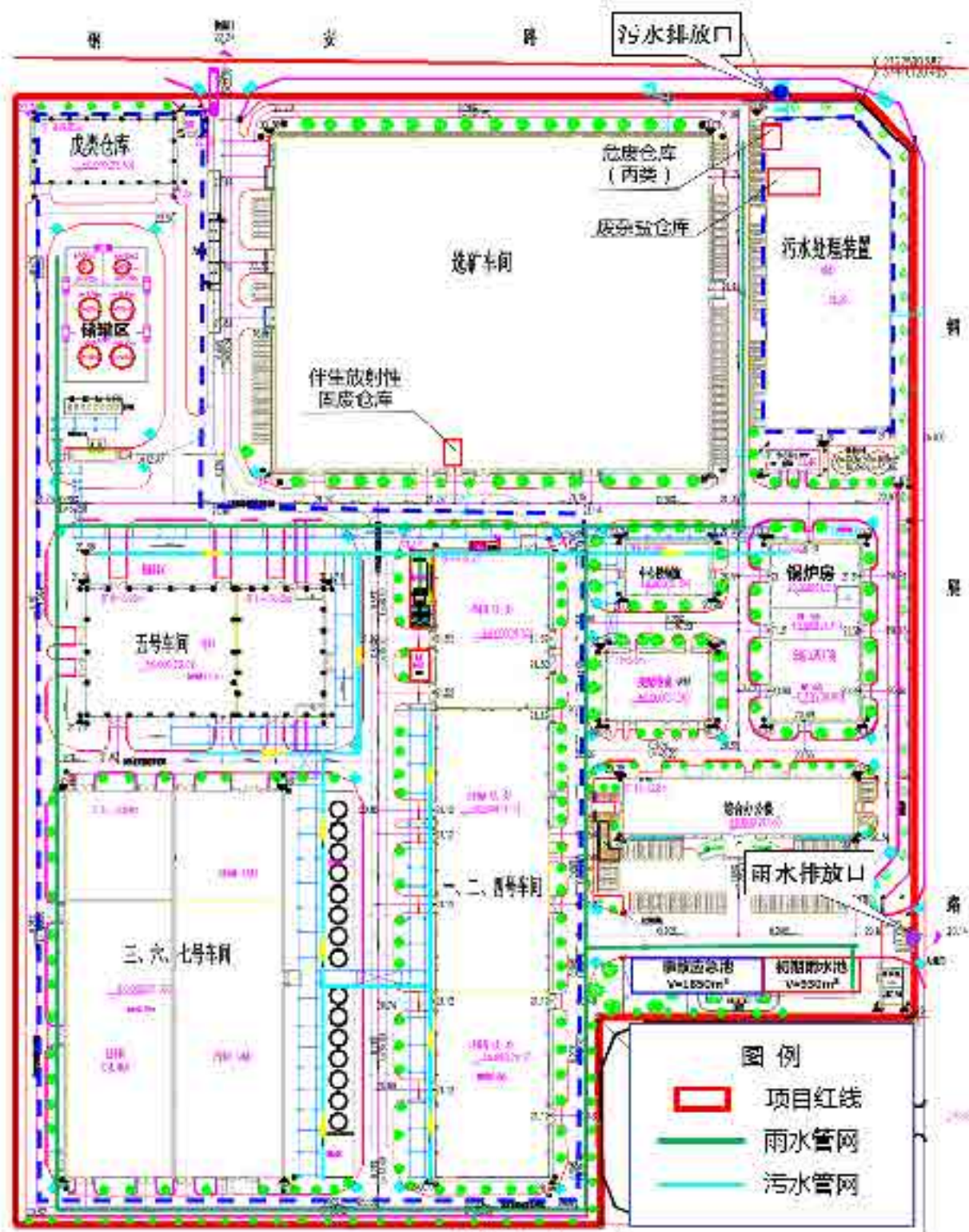


图 41-10 雨污收集管网布置示意图

4.1.9.2 供电工程

项目用电由园区供给,园区已将用电接至项目厂区红线外1m。建设单位在厂区单

独设全厂10/0.4 kV变电所，设4台1600kVA变压器，对各车间提供低压电源，其中对各车间采用密集型封闭母线槽供电，其他辅助车间采用电缆供电。

4.1.9.3 供热工程

根据《湛江经济技术开发区钢铁项目配套产业园区(扩园)规划环境影响报告书》及其审查意见(湛环建(2024)27号)，园区实施集中供热，禁止新建、扩建燃用煤炭、重油、渣油、生物质等分散供热锅炉。园区集中供热依托湛江京信发电有限公司湛江京信东海电厂。

由于目前湛江京信东海电厂尚未投入使用，园区尚未实现集中供热，本项目现阶段拟自行配置蒸汽锅炉，待园区实现集中供热后，项目用汽全部利用园区供热，锅炉作为备用。

本项目在公用工程楼内设置锅炉房1间，占地面积为200m²，供汽锅炉选用型号为DZS1.0-0.8-Q的燃气锅炉20台，每台锅炉的额定蒸汽出力为1t/h，饱和蒸汽参数为：额定压力0.8MPa，额定温度175℃；单台锅炉的燃气消耗量76Nm³/h。

4.1.9.4 供气工程

天然气由园区供给。天然气管道已敷设至厂区围墙，接入点为厂区东面。

本项目通过自备空气压缩机制备压缩空气，主要用于溶料、水洗、转型、硅渣洗涤、沉淀工序的板框压滤机设备。

4.1.9.5 消防工程

建筑物内按设计规范设置消防灭火器、室内消火栓或消防水龙，消防给水管道采用热镀锌钢管，螺纹或卡箍连接。按《建筑设计防火规范》、《建筑灭火器配置设计规范》的规定，在各装置的生产厂房内具有火灾危险的场所设置有一定数量的手提式灭火器，放在落地式灭火器箱内。

4.1.9.6 分析化验室

在综合办公楼内设置2间分析化验室，建筑面积约240m²，配置等离子体原子发射光谱仪、光谱室、实验台、通风橱等，用于日常的常规分析化验。

4.1.10 储运工程

4.1.10.1 戊类仓库

本项目新建1个戊类仓库，框架结构，占地面积740m²，用于分区存放片碱、石英粉等辅料，以及项目生产的氧化锆、氧化铪、高纯氧氯化锆等产品和副产品，主要以覆膜吨袋形式存放。

4.1.10.2 储罐区

本项目新建1个储罐区，各类储罐设置围堰分隔开，围堰高度1.2米；设置卸车泵区，各类储罐配套专用的卸料泵。储罐区平面布置见图4.1-11。储罐区内设1个50m³MIBK罐（甲类），2个200m³工业盐酸储罐（戊类），2个200m³氨水罐（丙类），1个50m³工业硫酸储罐（戊类），均为固定顶常压储罐，设计充填系数均为0.85。

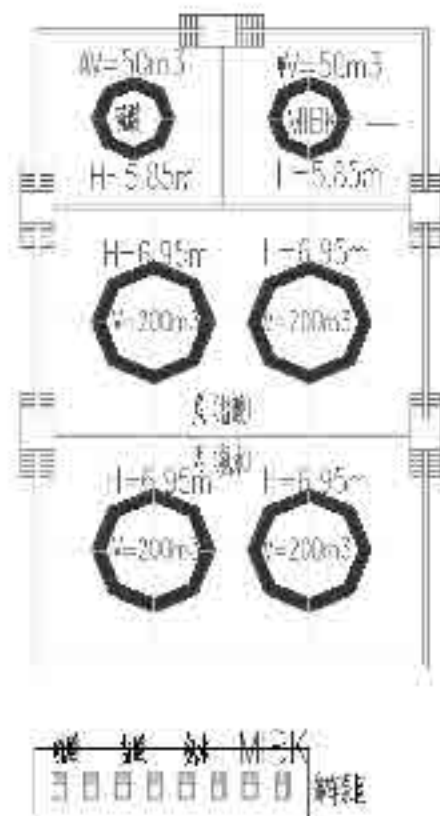


图 4.1-11 储罐区平面布置图

4.1.10.3 固体废物贮存设施

本项目设置1间伴生放射性固体废物仓库（本文也简称“渣库”，位于一期工程的选矿车间内）和1间危险废物暂存仓库（丙类）。

本项目渣库依托一期项目选矿车间南侧中部的独居石仓库，该仓库为混凝土结构，四面墙体厚度为240mm混凝土墙，门为7mm铁质防护门。仓库占地约130m²，内部面积为15.9×7.74m²=123m²，本次项目将对现有的独居石仓库进行改建，隔断成1间39.5m²的独居石仓库和1间83.5m²的伴生放射性固体废物贮存间。伴生放射性废物库内东墙、西墙和北墙会留出0.5m的空隙不堆放物料，门口处1m范围内不堆放物料，则有效面积约66m²，废物堆高5m，则有效贮存容积为330m³，贮存能力约561t，可满足1.5年伴生放射性固体废物储存量。

4.1.10.4 厂内外运输

项目主要运入货物为片碱、工业盐酸、异辛醇、N235、磺化煤油、聚乙二醇、石英粉、硫酸、硫氰酸铵、MIBK、氨水等；运出货物为氧氯化锆、氧化锆、氧化钪、硅酸钠等产品、副产品和各类固废。工厂外部运输采用公路运输，全部依托社会资源。

厂内货物周转主要采用电动叉车，部分液体原料采用管道输送。

4.2 工艺流程及产污环节

本项目生产工艺可分为氧氯化锆制备、锆钪分离和硅酸钠生产三个部分，生产的主产品为氧化钪、氧化锆、高纯氧氯化锆、硅酸钠；同时项目对含氯化钠、硫酸铵、氯化铵的工艺废水进行分类收集和处理，分别生产氯化钠、硫酸铵、氯化铵副产品。总体生产工艺及产品的物料走向示意图见图 4.2-1。

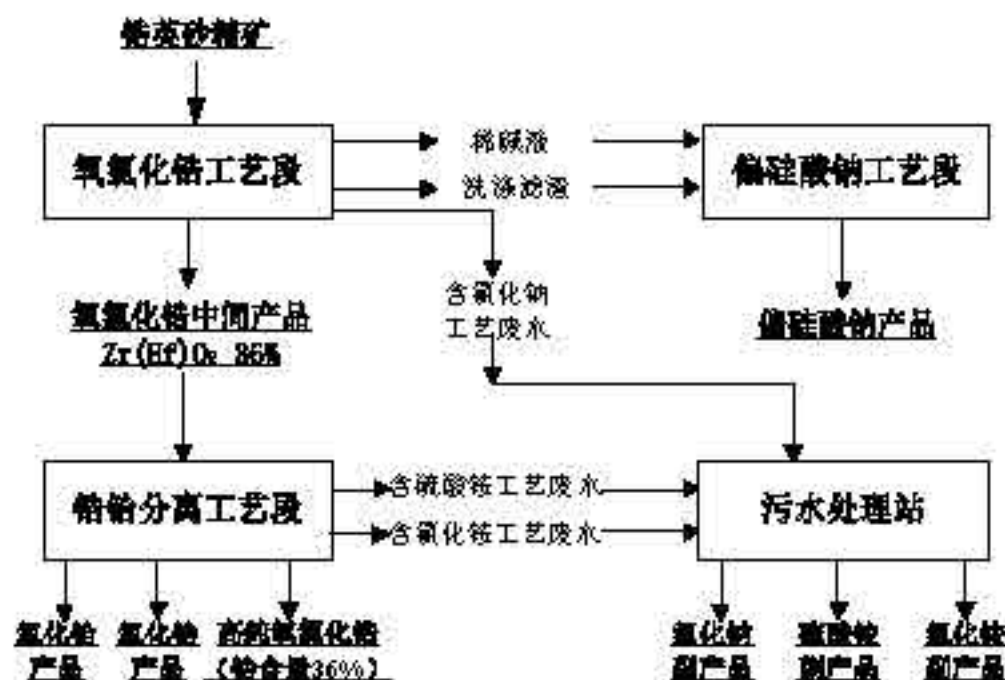


图 4.2-1 总体生产工艺及产品的物料走向示意图

项目各主要工艺段的工艺流程及产污环节分述如下：

4.2.1 氧氯化锆工艺段

氧氯化锆制备工艺流程及产污环节见图 4.2-2。

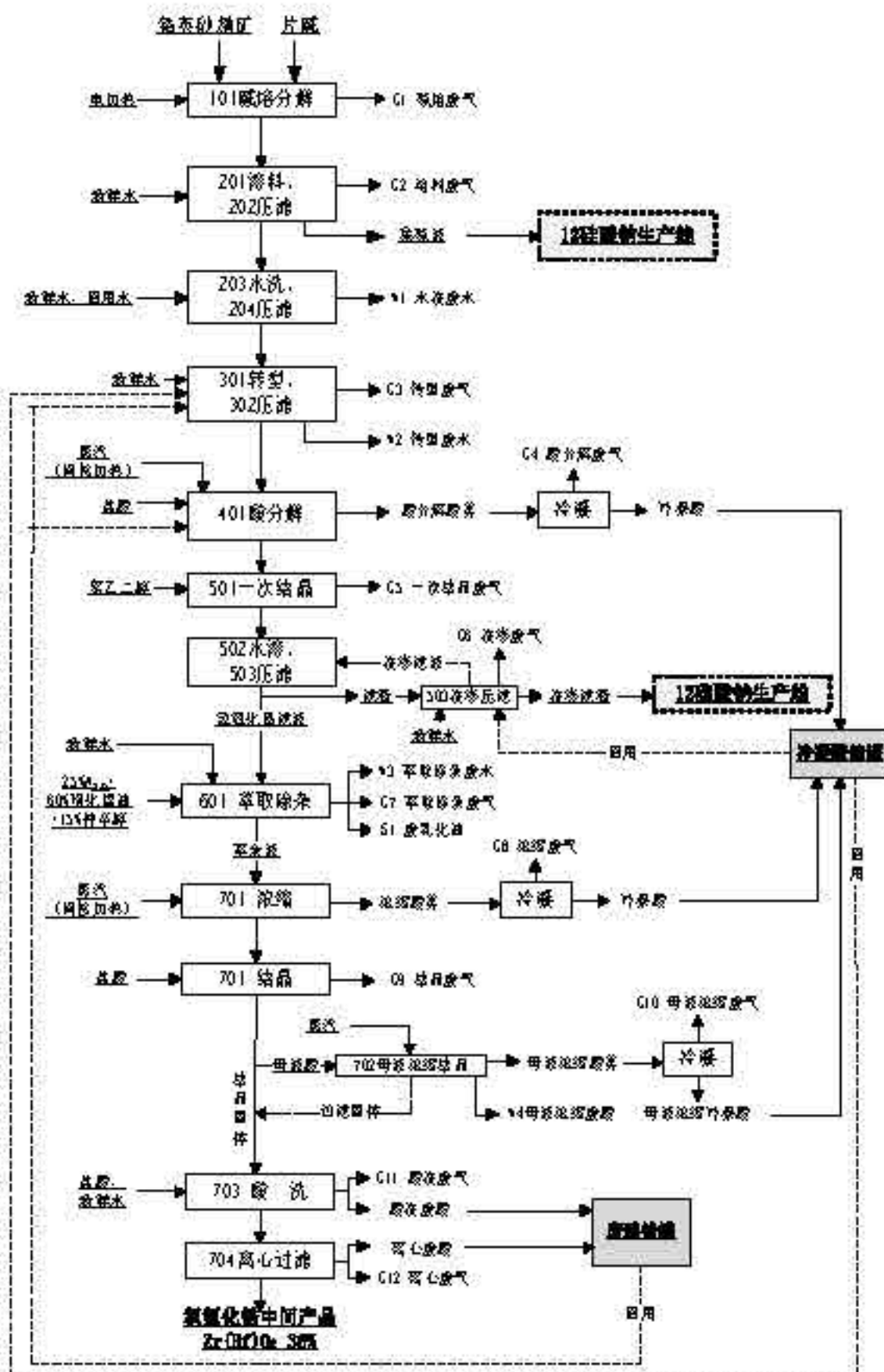


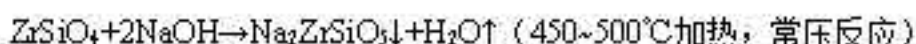
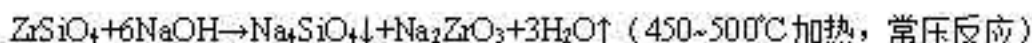
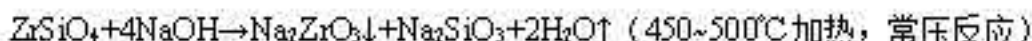
图 42-2 氢氧化锆制备工艺流程及产污环节图

1. 碱熔 (101)

锆英砂 (锆和铪共生, 以 $ZrSiO_4$ 和 $HfSiO_4$ 的形式存在) 的化学性质稳定, 要制取氧氯化锆, 须先将 SiO_2 分离。通过锆英砂与片碱在高温下反应, 使锆英砂 ($ZrSiO_4$) 最大限度地反应分解为易于后续处理的 Na_2ZrO_3 和 Na_2SiO_3 。

首先将一定量片碱使用自动拆包机转入碱烧锅中, 用行车转移至碱烧炉 (用电加热), 加热至 $450\sim 500^\circ\text{C}$ 温度至片碱全部熔融后, 投入一定量的锆精矿, 锆精矿和片碱的比例根据工艺条件调整, 重量比为 $1:1.1\sim 1:1.5$, 投入锆精矿反应大约 15 分钟, 投入锆精矿后碱熔锅内物料体系的温度约保持在约 $450\sim 500^\circ\text{C}$ 左右, 保温 15 分钟, $ZrSiO_4$ 分解率为 98%, 吊开碱烧锅至冷却区域, 自然冷却至常温, 碱烧炉开展下一轮生产。物料比重较大, 不易起尘。

当有足够量的 $NaOH$ 时, 锆精矿碱熔反应如下:



锆英砂的碱熔反应是一个复杂的过程, 反应产物组成也较复杂, 可用下列通式表示主要产物: $xNa_2O \cdot yZrO_2 \cdot zSiO_2$ 。锆英砂中还含有铪、铁、钛、稀土、铝等杂质氧化物, 这些杂质在高温下也会与氢氧化钠反应, 生成的产物在后续过程中进行分离提纯。

碱熔工序碱烧锅在加料、搅拌、加热时产生的废气 (主要污染物为碱雾, 以颗粒物表征)。溶碱产生的碱雾在出炉遇冷后易形成颗粒物, 经集气罩收集后, 通过二级喷淋吸收处理, 通过排气筒有组织排放。

2. 溶料 (201)、板框压滤 (202)、水洗 (203)、板框压滤 (204)

锆英砂经过高温碱熔反应后, 形成了不溶于水的 Na_2ZrO_3 和可溶于水的 Na_2SiO_3 , 因此, 水洗工序的目的是将 Na_2ZrO_3 与可溶的 Na_2SiO_3 、 $NaOH$ 等分开, 主要是利用其在水中的溶解度的不同实现分离。

用行车转运冷却后的碱烧锅至溶料翻转装置, 盖好设置水封的溶料盖, 打开冲料泵, 烧结料随水冲洗进入溶料桶, 冲洗产生的碱雾使用吸收装置进行喷淋吸收。加入一定水量至溶料桶中 (固液比 $=1:1\sim 1.3$), 静止一段时间后抽料至一次料隔膜板框压滤机进行压滤, 产生稀碱液 (含有 Na_2SiO_3), 稀碱液转移至四号车间生产硅酸钠产品, 溶料滤饼 (主要为 Na_2ZrO_3) 转移至水洗中转桶中。

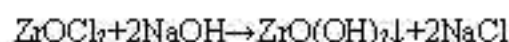
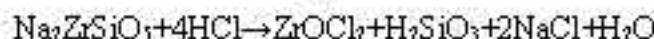
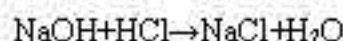
水洗中转桶加入一定水然后打料至水洗压滤机进行压滤 (固液 $=1:6\sim 8$), 产生二

次碱液转至储罐中转，水洗料进入转型（301）工序，水洗料中控制硅含量 $\text{SiO}_2 \leq 2\%$ ， $\text{Zr}(\text{Hf})\text{O}_2 \geq 30\%$ 。水洗工序冲锅过程未反应的热氢氧化钠以碱雾逸出，在遇冷后易形成颗粒物，经集气罩收集后，通过二级喷淋吸收处理，通过排气筒有组织排放。

3. 转型（301）、板框压滤（302）

转型工序的目的是去除锆酸钠中的钠离子，将 Na_2ZrO_3 转型为 $\text{ZrO}(\text{OH})_2$ 。加入一定量酸洗工序、离心工序产生的废酸/冷凝酸至反应桶中，水洗料加入一定的盐酸调整 pH 为 5~6。充分搅拌后转料至转型中转桶，并向中转桶中加入一定量水搅拌均匀，最终压滤前 pH=7~8，压料至转型压滤机产出转型料和转型废水。转型废水送至污水处理站，生产副产品氯化钠。

转型工序涉及同时包括水解、过量氢氧化钠被中和、酸分解、沉淀的多相反应，如下（均为常温常压反应）：

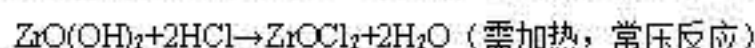
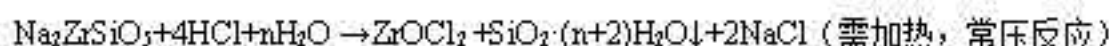


转型料进入下一道工序。转型过程产生少量酸雾（盐酸雾），经收集后通过二级喷淋吸收处理，通过排气筒有组织排放。

4. 酸分解（401）

酸化工序的目的是利用盐酸将 $\text{ZrO}(\text{OH})_2$ 转化为 ZrOCl_2 。转型料加入一定量回用酸（酸洗工序、离心工序产生）至搪瓷反应釜中，通入蒸汽，进行加热，温度控制在 95~100℃，加热反应 3~4h 后检测根据工艺条件补加工业盐酸（控制酸度为 6.3~6.6mol/L，锆量为 1.38mol/L~1.63mol/L）。

酸分解反应：



酸分解工序因加热温度较高，会有大量的水蒸气混合着酸雾挥发，酸雾浓度相对较高，经冷凝后可回收冷凝酸，供后续的硅渣洗涤使用，未冷凝回收的酸雾进入废气处理系统进一步处理达标后高空排放。

5. 一次结晶（501）、水溶（502）、板框压滤（503）

将酸化料转入一次结晶罐中（控制酸度为 6.3~6.6mol/L），进行一次结晶（自然冷

却)。

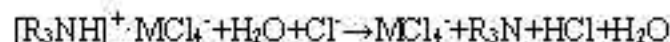
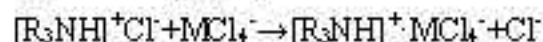
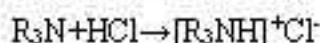
一次结晶料加入后续硅渣洗涤产生的洗渣液后，经搅拌后压入水溶液板框压滤机进行压滤，压滤出来的氧氯化锆滤液送至萃取除杂工序(601)。

为了减少滤渣中带出的锆，压滤出来的硅渣采用酸化及浓缩工序的冷凝酸、新鲜水进行洗涤(减少其中夹带的原料)，经洗涤后的硅渣送至洗渣板框压滤机进行压滤，洗渣液转入水溶工序(502)重新利用，硅渣送至四号车间作为硅酸钠生产原料。

6. 萃取除杂(601)

氧氯化锆滤液主要成分为氧氯化锆(钪)，同时含有盐酸(控制酸度为4~4.5mol/L)和少量稀土、铁、放射性元素、铅、镉、铬、砷、汞等离子，进入萃取设备，通过有机溶剂(由25%N₂₃₅+60%磺化煤油+15%异辛醇组成)将稀土、铁、放射性元素、铅、镉、铬、砷、汞等离子在箱式萃取槽中进行连续性萃取萃上有机相，负载有机相采用清水反萃，空载有机相返回萃取工序使用，循环使用。产出除铁水溶液和高铁废水，高铁废水转入污水站经过中和预处理、除放工艺处理、压滤机压滤、蒸发浓缩工序处理合格。除铁水溶液浓缩备用。

萃取原理如下：



项目萃取线为密闭式连续生产线，萃取废气中的主要污染物为盐酸雾和非甲烷总烃，经收集、处理后有组织排放；同时萃取工序会产生萃取分离废水，以及在萃取槽中水相和有机相中间的杂质，通过人工清淘、隔油分离出来的萃取废矿物油(危险废物)。

7. 浓缩结晶(701)、母液浓缩结晶(702)、酸洗(703)、离心过滤(704)

(1) 萃取后料液浓缩结晶(701)

萃取后料液(萃余液)经过石墨蒸发器，通过蒸汽通入夹套内间接加热进行蒸发浓缩，蒸发设备工作时是密闭、负压状态，浓缩后的产物组成主要为氧氯化锆、杂多硅酸和其他杂质。浓缩完成后，补加工业盐酸加入到浓缩产物中得到结晶料，控制酸值为6.4~6.7mol/L。

水解反应： $ZrOCl_2+H_2O \rightarrow ZrO(OH)Cl+HCl$ (需加热，常压反应)

结晶反应： $ZrO(OH)Cl+7H_2O+HCl \rightarrow ZrOCl_2 \cdot 8H_2O \downarrow$ (白色结晶)(需加热，常压反应)

浓缩过程产生酸雾，经过蒸发器配套的冷凝器，回收冷凝酸，转料过程中挥发出少量盐酸雾，经负压收集和喷淋处理后高空排放。

（2）母液浓缩结晶（702）

将结晶料液转移至多功能过滤洗涤一体机，过滤出母液酸（一次废酸）。母液中还含有可回收的金属，因此重复对母液酸（一次废酸）进行二次浓缩结晶（浓缩温度控制在90~100℃，控制酸度为6.3~6.5mol/L）过滤出二次废酸；再对二次废酸进行浓缩结晶（控制酸度为6.8~7.1mol/L），过滤最终得到母液浓缩废酸（三次废酸）。经过反复结晶的固体均转移至多功能过滤洗涤一体机，分离出来的过滤固体主要成分为氧氯化锆（铪），进入703酸洗工序。

三次废酸（母液浓缩废酸）转移至污水处理站处理，处理过程将产生污泥（含伴生放射性）、废杂盐（危险废物）。

（3）酸洗（703）、离心过滤（704）

用工业盐酸和新鲜水配置一定浓度盐酸（控制酸度为6~6.5mol/L），对701和702工序过滤出来的固体料进行酸洗。

这些过滤固体料中的主要成分为氧氯化锆，含少量杂质，通过一定浓度盐酸酸洗去除杂质，随后转料至离心机进行离心甩干，离心过滤后得到氧氯化锆中间产品（ $Zr(Hf)O_2 \geq 36\%$ ），进入锆铪分离工段。

上述过程主要产生少量酸雾（盐酸雾），经收集后通过喷淋吸收处理，通过排气筒有组织排放。

4.2.2 锆铪分离工艺段

自然界中锆铪共生，且性质极为相近，锆铪分离技术难度大。锆和铪虽然外层电子结构、原子半径、离子半径都非常近似，但他们的内层电子结构不同，离子半径也稍有差异，在萃取过程由于萃取剂的结构特性不同，萃取剂分别与锆铪生成稳定性不同的络合物，扩大了锆铪本身化学性质上的差异，使之得到分离。锆铪分离过程包括配料、萃取分离、吹脱、锆铪沉淀、煅烧、氧氯化锆结晶等。

1. 配料（801）

由氧氯化锆制备工段生产的氧氯化锆中间产物送至氧氯化锆溶解槽，加入纯水进行溶解，同时根据工艺条件，往料液中加入 NH_4SCN ，以及工业盐酸和浓缩冷凝酸，得到满足锆铪分离使用要求的萃取料液（控制酸度为1.35~1.4mol/L）。

配料过程投加工业盐酸产生酸雾（盐酸雾），经收集后采用二级喷淋吸收处理，通

过排气筒有组织排放。

2. 锆铪萃取分离(802)

采用 MIBK—硫氰酸铵—盐酸系统萃取分离锆铪。MIBK 为饱和脂肪一元酮，在 MIBK 的分子结构中炭基及邻接的氢原子化学性质非常活泼，MIBK 萃取剂是一种中性含氧类萃取剂，在萃取分离锆铪过程中，萃取机理为络合萃取。在含有硫氰酸铵的盐酸体系中常温萃取，锆铪以 $\text{MeO}(\text{SCN})_2$ 形式存在；高酸萃取时，锆铪以 $\text{Me}(\text{SCN})_4$ 形式存在。使用 MIBK 萃取时，锆铪分离系数 $\beta=4\sim 5$ ；由于 $\text{HfO}(\text{SCN})_2$ 在 MIBK 中的分配系数大于 $\text{ZrO}(\text{SCN})_2$ ， $\text{HfO}(\text{SCN})_2$ 优先进入有机相被萃取，而锆留在水相，从而实现锆铪分离。

(1) 萃取段

有机相 MIBK 和水相锆铪料液以一定流量比泵入萃取槽内进行萃取。萃取采用萃取槽逆流萃取。有机相从萃取槽头部泵入，萃取后萃取槽尾部排出负载有机相，待洗涤用。

(2) 洗涤段

在萃取过程中，为了使萃余液中铪含量小于 100ppm，少量的锆被萃取到有机相中。为得到铪中含锆小于 3%，必须将负载有机相进行洗涤。有机相在洗涤段使用稀盐酸（控制酸度为 2~3.5mol/L）洗涤。洗涤段产生萃取废水进入污水处理工序。

(3) 反萃段

洗涤后的有机使用稀硫酸溶液反萃得到铪料液（反萃液为硫酸铪溶液）。萃取体系采用的硫酸溶液为稀硫酸，根据《化学化工物性数据手册无机卷》（化学工业出版社，2002.4 第 1 版）P216 表 3.12.3 可知，低浓度时饱和蒸气中不含硫酸，因此萃取过程中硫酸基本不会挥发。

(4) 硫氰酸根回收

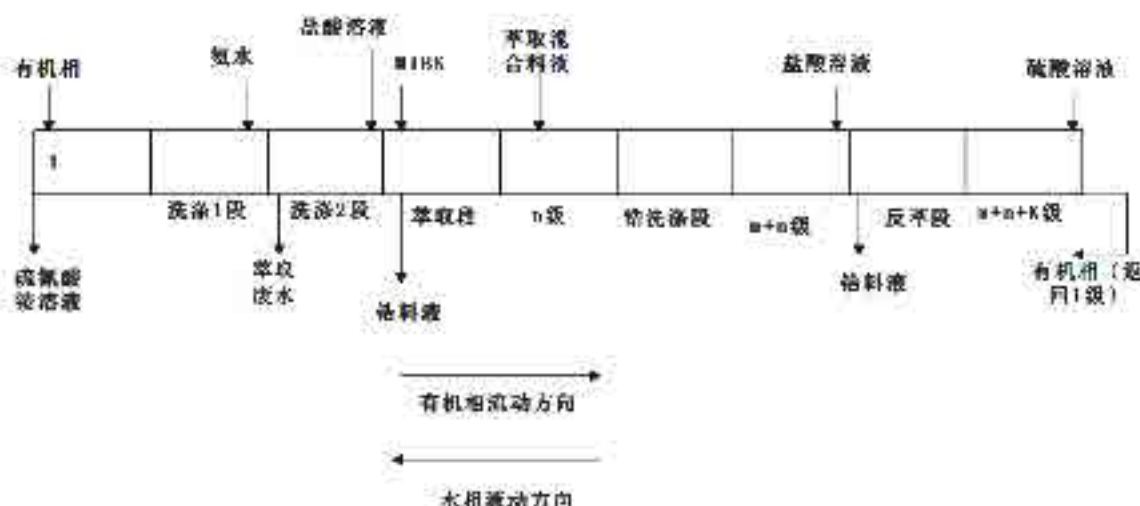
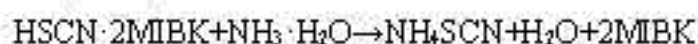
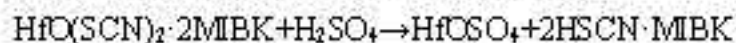
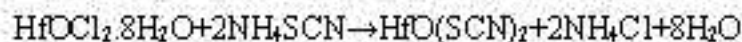
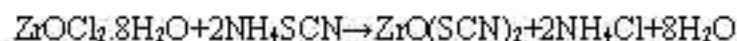
从萃取得到的萃余液，主要是硫氰酸锆，锆以 $\text{ZrO}(\text{SCN})_2$ 形式存在，必须先用盐酸破坏 $\text{ZrO}(\text{SCN})_2$ ，使萃余液中形成 ZrOCl_2 和 HSCN 后用萃取回收硫氰酸根，循环使用。

反萃后的有机相（以 $\text{HSCN} \cdot 2\text{MIBK}$ 形式存在），使用氨水溶液（浓度 10%）回收得到 NH_4SCN 溶液循环利用于配料工序，得到除 NH_4SCN 的锆料液。

反萃铪后的有机相进入反应釜，装入一定体积后，往釜内加入一定量氨水溶液（浓度 10%），控制一定温度、在搅拌的情况下，反应一定时间后，放出澄清、分离，

得到再生后 MIBK，可送硫氰酸根回收系统使用。

萃取分离过程涉及的反应如下（均为常温、常压反应）：



项目萃取线为密闭式连续生产线，在含有硫氰酸铵的盐酸体系中常温萃取，锆铪以 $\text{MeO}(\text{SCN})_2$ 形式存在，反萃后有机相以 $\text{HSCN} \cdot 2\text{MIBK}$ 的络合态形式存在，不会分解为硫化氢 (H_2S) 和氰化氢 (HCN)，使用氨水溶液回收得到 NH_4SCN 溶液循环利用，回收体系中不会以 HSCN 的形式存在，因此萃取废气中的主要污染物为氨、盐酸雾和非甲烷总烃，负压收集进入废气处理系统，处理达标后高空有组织排放。同时萃取槽会产生萃取分离废水，以及萃取废矿物油。

3. 吹脱 (803、804)

萃取工序得到锆料液（控制酸度为 $1.35 \sim 1.4 \text{ mol/L}$ ）和铪料液（硫酸酸度 $2 \sim 2.5 \text{ mol/L}$ ）中，均含有极少量的 MIBK，须进行回收。锆料液与铪料液分别进入吹脱罐使用 N_2 进行吹脱；吹脱得到的 MIBK（静止分相得到有机相返回至有机高位）返回萃取分离 (802) 工序。

吹脱过程产生酸雾（盐酸雾）以及少量 MIBK，经收集后采用二级喷淋吸收处理，通过的排气筒有组织排放。

4. 氧化铪制备 (901-903)

吹脱铪料液转入沉淀搪瓷锅中，缓慢并精确加入稀氨水（浓度 10%）进行中和沉

淀（901），沉淀 pH 值为 8~9。沉淀后浆料泵送至板框过滤机过滤洗涤（902）。洗涤、板框过滤得到的沉淀物即为氢氧化铪，贮存于料箱。

氢氧化铪湿料经给料机送入闪蒸干燥工序（利用天然气燃料加热的热风，对物料进行充分接触而快速干燥，形成小颗粒），回收得到氢氧化铪粉料；粉料随后在 950℃ 下进行煅烧（903），煅烧窑为天然气燃烧提供热量，最终得到氧化铪，包装成为成品。

氧化铪制备过程涉及的反应如下：

中和沉淀： $\text{HfOSO}_4 + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + n\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HfO}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O} \downarrow + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ （常温、常压反应）

煅烧： $\text{HfO}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HfO}_2 + (n+1)\text{H}_2\text{O} \uparrow$ （加热、常压反应）

5. 氧化铪制备（1001-1003）

吹脱铪料液转入沉淀搪瓷锅中，缓慢并精确加入稀氨水（浓度 10%）进行中和沉淀（1001），沉淀 pH 值为 8~9。沉淀后浆料泵送至板框过滤机过滤洗涤（1002），洗涤、板框过滤得到的沉淀物即为氢氧化铪湿料，贮存于料箱。

氢氧化铪湿料经给料机送入闪蒸干燥工序（利用天然气燃料加热的热风，对物料进行充分接触而快速干燥，形成小颗粒），回收得到氢氧化铪粉料；粉料随后在 950℃ 下进行煅烧（1003），煅烧窑为天然气燃烧提供热量，最终得到氧化铪，包装成为成品。

氧化铪制备过程涉及的反应如下：

中和沉淀： $\text{ZrOCl}_2 + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + n\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{ZrO}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O} \downarrow + 2\text{NH}_4\text{Cl}$ （常温、常压反应）

煅烧： $\text{ZrO}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{ZrO}_2 + (n+1)\text{H}_2\text{O} \uparrow$ （加热、常压反应）

氧氯化铪（锆）中和过程产生含氨废气，经收集后采用二级喷淋吸收处理后高空排放。氢氧化铪、氢氧化锆闪蒸干燥废气（主要污染物为颗粒物、二氧化硫、氮氧化物，其中颗粒物主要为天然气燃烧及被热风吹起的氢氧化铪、锆粉料，二氧化硫、氮氧化物主要来源于天然气燃烧），分别经过 1 套旋风除尘+布袋除尘+一级水喷淋处理后汇入同一个排气筒高空排放；氧化铪、氧化锆煅烧窑废气（主要污染物为颗粒物、二氧化硫、氮氧化物），采用低氮燃烧器，烟气分别通过各自的排气筒高空排放。吹脱铪料液、锆料液的中和沉淀废水则分别进入污水处理站，用于制备副产硫酸铵和氯化铵。

6. 高纯氧氯化铪产品制备（1101-1102）

吹脱铪料液，进入蒸发器中浓缩，浓缩后加入一定量盐酸（控制酸值为 6~6.5mol/L），浓缩蒸发符合工艺要求的浓缩料转入冷却降温结晶搪瓷反应釜中，通过

循环水进行降温控制，降温到一定温度（1101）。

浓缩结晶工序产生的结晶料，经过过滤和离心甩干（1102），得到高纯氧氯化锆产品。浓缩结晶工序产生的母液酸，仍含有一定浓度的高纯氧氯化锆，返回到浓缩结晶工序，进一步回收高纯氧氯化锆产品。

浓缩结晶过程产生少量酸雾，经收集后采用喷淋吸收处理，通过排气筒高空排放；产生的浓缩冷凝酸部分回用于901配料工序，其余进入污水处理站。

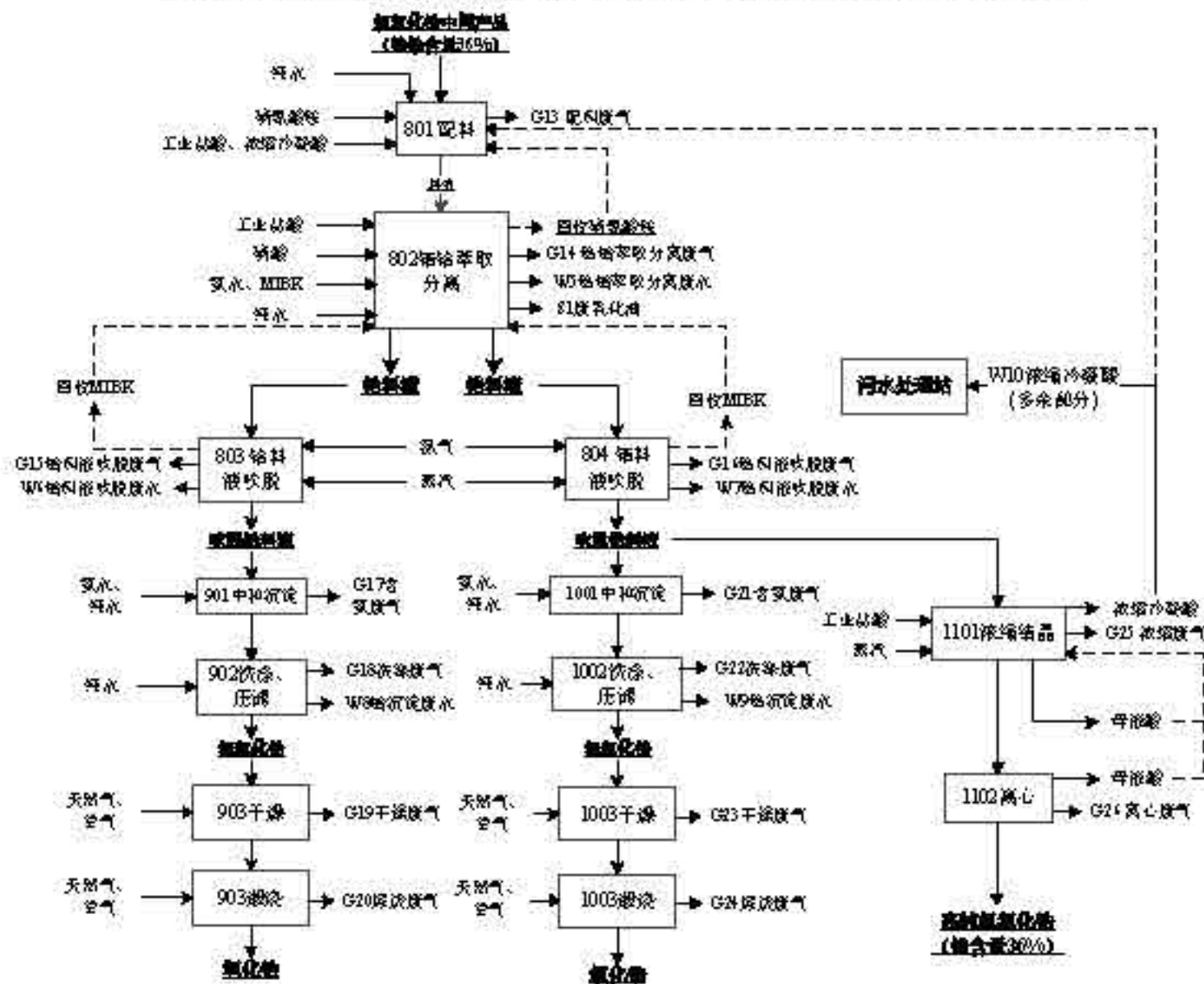


图 42-3 铅铅分离生产工艺流程及产污环节图

4.2.3 硅酸钠工艺段

氧氯化锆制备过程产生的滤渣、稀碱液中均含有有价物质,可进一步用于生产硅酸钠,以提高项目的经济效益。其生产工艺及产污环节见图 4.2-4。

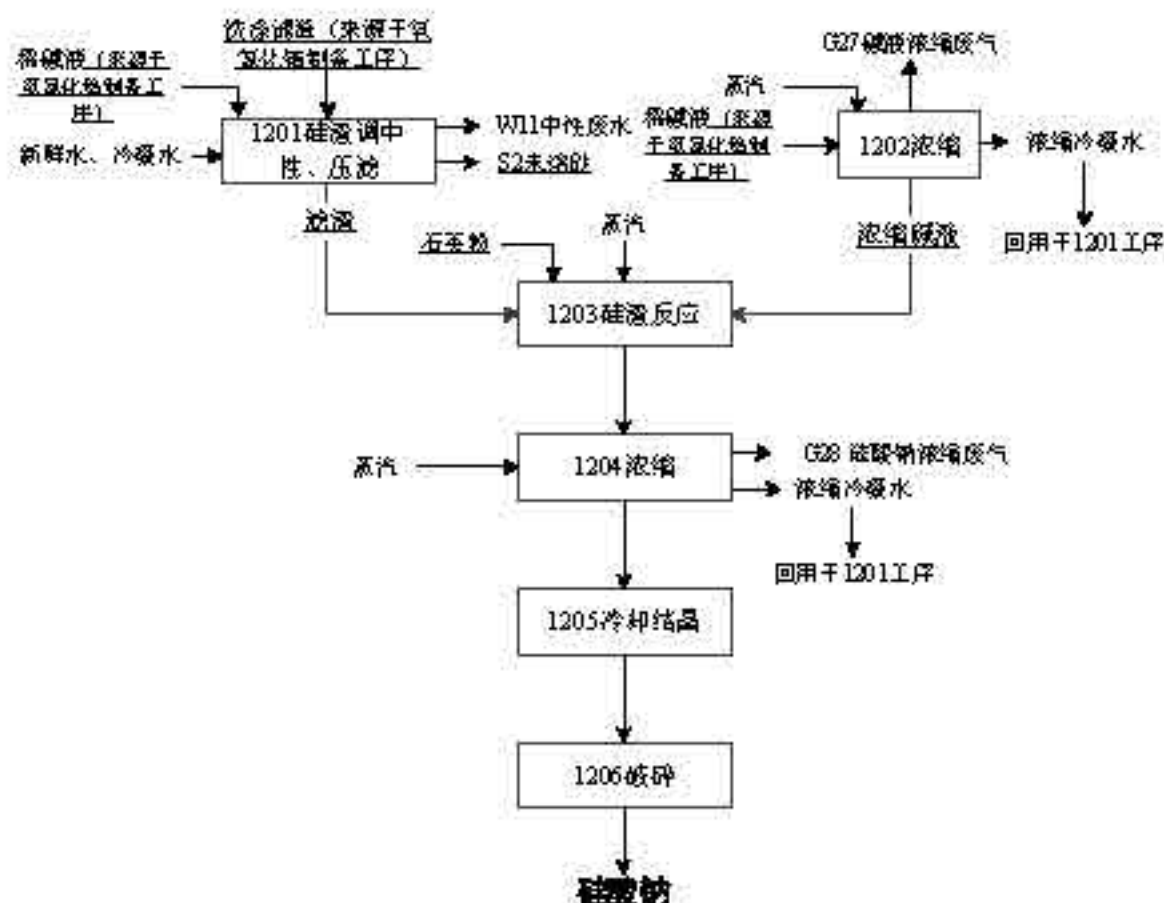


图 4.2-4 硅酸钠生产工艺流程及产污环节图

1. 硅渣调中性、压滤 (1201)

氧氯化锆车间产生的硅渣呈酸性,采用稀碱液(来源于氧氯化锆制备工艺段)中和,工艺过程添加适量新鲜水或冷凝水。在碱熔工序(101)未分解的锆英砂,在此处压滤后产生未熔砂,主要成分为锆英砂,可返回一期工程选矿工序经电选和磁选后重新回收。中性废水进入污水处理站。

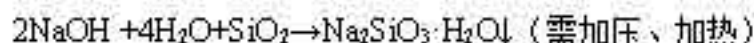
2. 碱液浓缩 (1202)

氧氯化锆制备工艺段碱熔水洗工序过来的稀碱液经蒸汽加热,浓缩至 30% 后备用。碱液浓缩过程产生少量碱雾(遇冷后易形成颗粒物,因此以颗粒物进行表征),经收集、处理后高空排放。

3. 硅渣反应 (1203)

硅渣与浓缩后的碱液(浓度 30%)混合搅拌,然后泵入反应釜,用蒸汽加热至约 130℃,待反应器压力升到 0.7~0.8Pa,停止加热,保温约 4~5 小时,生成水合硅酸钠。硅渣反应方程式如下:

$$0.7\sim0.8\text{Pa, 保温 }4\sim5\text{h}$$



4. 浓缩(1204)、冷却结晶(1205)、破碎(1206)

硅渣反应结束后将反应物料板框过滤。滤液进入浓缩蒸发器加热浓缩,浓缩后滤液转入冷却固化结晶工序。碱液浓缩过程产生少量碱雾(遇冷后易形成颗粒物,因此以颗粒物进行表征),经收集、处理后高空排放。

结晶固化后经破碎得到硅酸钠产品。由于硅酸钠产品为结晶体,破碎机为密封设备,位于破碎间内,破碎过程基本不产尘。

4.2.4 产污环节汇总

根据以上分析,本项目生产工艺流程中的主要污染源及污染物见表 4.2-1。

表 4.2-1 产污环节一览表

污染源	编号	产生工序	主要污染物	处理方式
废气	G1	101 碱熔分解	碱雾(颗粒物)	1 套,三级水喷淋
	G2	201 溶料、板框压滤	碱雾(颗粒物)	
	G3	301 转型、板框压滤	HCl	1 套,两级碱液喷淋
	G4	401 酸分解	HCl	1 套,两级碱液喷淋
	G5	501 一次结晶	HCl	1 套,两级碱液喷淋
	G6	503 硅渣洗涤、板框压滤	HCl	1 套,两级碱液喷淋
	G7	601 萃取除杂	HCl、挥发性有机物	1 套,碱液喷淋+除雾箱+干式过滤+活性炭吸附
	G8	701 浓缩、板框过滤	HCl	1 套,两级碱液喷淋
	G9	701 结晶	HCl	1 套,两级碱液喷淋
	G10	702 母液浓缩结晶	HCl	1 套,两级碱液喷淋
	G11	703 酸洗	HCl	1 套,两级碱液喷淋
	G12	704 离心过滤	HCl	1 套,两级碱液喷淋
	G13	801 配料	HCl	1 套,两级碱液喷淋
	G14	802 倍钡萃取分离	氨、挥发性有机物、HCl	1 套,碱液喷淋+除雾箱+干式过滤+活性炭吸附
	G15	803 钡料液吹脱	HCl、挥发性有机物	

污染源	编号	产生工序	主要污染物	处理方式	
皓料液吹脱废气	G16	804 皓料液吹脱	HCl、挥发性有机物	1套（共用），碱液喷淋+干式过滤+活性炭吸附	
吹脱皓料液中 含氨废气	G17	901 中和沉淀	NH ₃	1套（与G21、G22废 气共用），两级稀硫酸 液吸收+一级水喷淋	
氢氧化铝洗涤废 气	G18	902 洗涤、板框压 滤	NH ₃		
氢氧化铝干燥废 气	G19	903 干燥	颗粒物、SO ₂ 、 NO _x	1套，旋风除尘+布袋 除尘+一级水喷淋	
（氧化铝煅烧） 天然气燃烧废气	G20	903 煅烧	颗粒物、SO ₂ 、 NO _x	低氮燃烧器，烟气直接 排放	
吹脱皓料液中 含氨废气	G21	1001 中和沉淀	NH ₃	1套（与G17、G18废 气共用），两级稀硫酸 液吸收+一级水喷淋	
氢氧化铝洗涤废 气	G22	1002 洗涤、板框 压滤	NH ₃		
氢氧化铝干燥废 气	G23	1003 干燥	颗粒物、SO ₂ 、 NO _x	1套，旋风除尘+布袋 除尘+一级水喷淋	
（氧化铝煅烧） 天然气燃烧废气	G24	1003 煅烧	颗粒物、SO ₂ 、 NO _x	低氮燃烧器，烟气直接 排放	
吹脱皓料液浓缩 废气	G25	1101 浓缩结晶、 过滤	HCl	1套（共用），两级碱 液喷淋	
氢氧化铝离心废 气	G26	1102 离心	HCl		
稀碱液浓缩废气	G27	1202 浓缩	碱雾（颗粒物）	1套（共用），一级稀 酸喷淋+一级水喷淋	
硅酸钠浓缩废气	G28	1204 浓缩	碱雾（颗粒物）		
锅炉烟气	G29	天然气锅炉	颗粒物、SO ₂ 、 NO _x	采用低氮燃烧技术，烟 气直接排放（每5台锅 炉共用一个烟囱）	
盐酸储罐废气	G30	盐酸储罐	HCl	1套（共用），碱液喷 淋+除雾箱+干式过滤+ 活性炭吸附	
氨水储罐废气	G31	氨水储罐	NH ₃		
MIBK 储罐废气	G32	MIBK 储罐	挥发性有机物		
分析化验废气	G33	分析化验室	HCl、挥发性有机 物	1套，碱液喷淋+除雾 箱+干式过滤+活性炭 吸附	
污水处理站废气	G34	污水处理站	NH ₃ 、H ₂ S、臭气浓 度、挥发性有机物	1套，碱液喷淋+除雾 箱+干式过滤+活性炭 吸附	
废水	水洗废水	W1	203 水洗、204 压 滤	pH、氢氧化钠、硅 酸钠等盐份	进入污水处理站
	转型废水	W2	301 转型、板框压 滤	pH、氯化钠等盐 份，极少量重金属	进入污水处理站（制备 氯化钠）
	萃取除杂废水	W3	601 萃取除杂	铁盐、石油类、重 金属等，含伴生放射 性	进入污水处理站
	母液浓缩废酸	W4	702 母液浓缩结晶	pH、盐酸、重金 属等，含伴生放射性	进入污水处理站
	皓料萃取分离废 水	W5	802 皓料萃取分离	pH、氯化物、铁根 等盐份、石油类	进入污水处理站
	皓料液吹脱废水	W6	803 皓料液吹脱	pH、硫酸根、盐份	进入污水处理站

污染源	编号	产生工序	主要污染物	处理方式	
废水	皓料液吹脱废水	W7	804 皓料液吹脱	pH、氯化物、盐份	进入污水处理站
	皓沉淀废水	W8	902 洗涤、板框压滤	pH、硫酸铵	进入污水处理站（制备硫酸铵）
	皓沉淀废水	W9	1002 洗涤、板框压滤	pH、氯化铵	进入污水处理站（制备氯化铵）
	浓缩冷析酸	W10	1101 浓缩结晶、过滤	pH、HCl	进入污水处理站
	中性废水	W11	1201 硅溶调中性、板框压滤	钠离子、氯根等盐份	进入污水处理站
	地面清洗废水	W12	地面清洗	SS、COD、氨氮等	进入污水处理站
	水环真空废水	W13	水环真空泵	SS、COD、石油类等	进入污水处理站
	循环冷却系统排水	W14	循环冷却系统	SS、盐份	进入污水处理站
	锅炉系统排水	W15	锅炉房	SS、盐份	进入污水处理站
	纯水制备废水	W16	纯水制备	SS、盐份	进入污水处理站
	废气喷淋废水	W17	废气处理系统	SS、盐份	进入污水处理站
	分析化验污水	W18	分析化验	pH、COD _{cr} 、氨氮、SS	进入污水处理站
噪声	设备噪声	N1~n	空压机、风机、各类泵等	Leq(A)	减振、消声、厂房隔声
固体废物	萃取废矿物油	S1	601 萃取除杂、802 皓皓萃取分离	矿物油	危险废物，交有资质单位处理
	未熔砂	S2	1201 硅溶调中性、压滤	皓英砂	返回一期工程进一步选矿回收
	除放除重预处理污泥	S3	污水处理站（涉重涉放废水预处理）	伴生放射性、重金属	在伴生放射性固废仓库暂存，定期交有资质单位回收处置
	综合废水处理污泥	S4	污水处理站（其他废水预处理、综合废水处理）	污泥、N、P 等	一般工业固废，交有能力单位综合利用
	废杂盐	S5	污水处理站（杂盐废水蒸发系统）	杂盐	危险废物，交有资质单位处理
	废活性炭	S6	废气处理	挥发性有机物	危险废物，交有资质单位处理
	废矿物油及含油废物	S7	机修	废矿物油、含油抹布等	危险废物，交有资质单位处理
	废包装物	S8	原料包装	胶袋、塑料桶等	一般工业固废，交有能力单位综合利用
	实验室废物	S9	质量控制、研究开发、实验室检验等过程	含重金属的废液、废酸、废碱等	危险废物，交有资质单位处理
	废坩埚	S10	煅烧	硅酸盐	一般工业固废，返售供应商或由当地废品收购部门
	废耐材	S11	煅烧	耐火材料	
	废布袋	S12	烘干	布袋	
生活垃圾	S13	办公生活	连续	由环卫部门清运	

说明：涉及伴生放射性的物质的流转、累积途径、产生环节、影响分析等具体见辐射专章。

4.3 平衡分析

4.3.1 物料平衡

根据建设单位提供的设计资料, 各工艺段的物料平衡见表 4.3-1~表 4.3-3。

4.3.1.1 氢氧化铝工艺段

表 43-1 氢氧化铝工艺段物料平衡表 (单位: t/a)

工序	投入		产出		备注
	物料	投入量 (t/a)	物料	产生量 (t/a)	
101 碱熔分解	皓英砂	8000.0	碱熔分解料	18370.6	
	片碱	10400.0	G1 碱熔废气	29.4	
	合计	18400.0		18400.0	
201 熔料、202 压滤	碱熔分解料	18370.6	熔料压滤固体	15982.5	
	新鲜水	24000.0	G2 熔料废气	10.9	
			稀碱液	26257.3	进入硅酸钠工艺段
			水分损耗	120.0	
	合计	42370.6	合计	42370.6	
203 水洗、204 压滤	熔料压滤固体	15982.5	水洗压滤固体	14304.3	
	水 (含回用水/制纯浓水)	127859.6	W1 水洗废水	129282.1	
			水分损耗	255.7	
	合计	143842.1	合计	143842.1	
301 转型、302 压滤	水洗压滤固体	14304.3	转型料	14304.3	
	新鲜水	49271	W2 转型废水	68764.0	
	回用废酸	6723	G3 转型废气	4.9	
	回用冷浓酸	12874	水分损耗	98.5	
	合计	83171.7	合计	83171.7	
401 酸分解	转型料	14304.3	酸分解料	31469.5	
	工业盐酸	8582.6	冷浓酸	2841.6	回用
	回用废酸	11443.4	G4 酸分解废气	19.2	
	合计	34330.3	合计	34330.3	
501 一次结晶	酸分解料	31469.5	一次结晶料	31469.4	
	聚乙二醇	0.5	G5 一次结晶废气	0.5	
	合计	31470.0	合计	31470.0	
502 水溶、503 压滤	一次结晶料	31280.5	氢氧化铝滤液	52873.6	
	洗涤滤液	26593.1	滤渣	5000.0	进入硅酸钠工艺段
	合计	57873.6	合计	57873.6	
503 洗涤压滤	滤渣	5000.0	G6 洗涤废气	4.0	
	回用冷浓酸	17500.0	洗涤滤液	26627.7	回用
	新鲜水	9150.0	洗涤滤渣	5000.0	
			水分损耗	18.3	
	合计	31650.0	合计	31650.0	
601 萃取除杂	氢氧化铝滤液	52873.6	W3 萃取除杂废水	29082.6	
	混合有机	5.0	G7 萃取除杂废气	9.0	
	新鲜水	26436.8	S1 废乳化油	2.9	

工序	投入		产出		备注
	物料	投入量(t/a)	物料	产生量(t/a)	
			苯余液	50194.4	
			水分损耗	26.4	
	合计	79315.4	合计	79315.4	
	苯余液	50194.4	浓缩料液	30116.6	
701 浓缩			冷酚酸	20072.1	回用
			G8 浓缩废气	5.7	
	合计	50194.4	合计	50194.4	
	浓缩料液	30116.6	G9 结晶废气	0.15	
701 结晶	工业盐酸	4997.3	母液酸	17388.8	回用
			结晶固体	17725.0	
	合计	35113.9	合计	35113.9	
	母液酸	17388.8	过滤固体	3545.0	
702 母液浓缩结晶			W4 母液浓缩废酸	6381.0	
			母液浓缩冷酚酸	7460.2	回用
			G10 母液浓缩废气	2.6	
	合计	17388.8	合计	17388.8	
703 酸洗	结晶固体	17725.0	酸洗料	21447.7	
	工业盐酸	6575.0	G11 酸洗废气	4.3	
	新鲜水	4506.8	酸洗废酸	10899.9	回用
	过滤固体	3545.0			
	合计	32351.8	合计	32351.8	
704 离心过滤	酸洗料	21447.7	G12 离心废气	1.1	
			离心废酸	7266.6	回用
			氢氧化锆中间产品	14180.0	
	合计	21447.7	合计	21447.7	

4.3.1.2 铊铈分离工艺段

表 43-2 铊铈分离工艺段物料平衡表(单位: t/a)

工序	投入		产出		备注
	物料	投入量(t/a)	物料	产生量(t/a)	
801 配料	氢氧化锆中间产品	14180.0	料液	50716.8	
	硫酸铈铵	50.0	G13 配料废气	0.2	
	工业盐酸	420.0	水分损耗	249.8	
	纯水	25226.8			
	回用硫酸铈铵溶液	4000.0			
	浓缩冷酚酸	7090.0			
	合计	50966.8	合计	50966.8	
802 铊铈萃取分离	混合料液	50716.8	铊料液	49477.8	
	工业盐酸	2600.0	铈料液	4415.0	
	硫酸	635.0	回收硫酸铈铵	4000.0	
	氨水	2592.0	G14 铊铈萃取分离废气	17.5	
	MIBK	300.0	W5 铊铈萃取分离废水	9287.8	
	纯水	10333.4	S2 废乳化油	257.9	
	铊吹脱回收 MIBK	330.0	水分损耗	67.2	

工序	投入		产出		备注
	物料	投入量 (t/a)	物料	产生量 (t/a)	
	铈吹脱回收 MIBK	16.0			
	合计	67523.2	合计	67523.2	
803 铈料液吹脱	铈料液	4415.0	G15 铈料液吹脱废气	0.2	
			W6 铈料液吹脱废水	5.0	
			吹脱铈料液	4393.8	
			回收 MIBK	16.0	回用
	合计	4415.0	合计	4415.0	
901 中和沉淀	吹脱铈料液	4393.8	G17 含氮废气	1.4	
	氨水	1080.0	铈沉淀浆料	7076.2	
	纯水	1620.0	水分损耗	16.2	
	合计	7093.8	合计	7093.8	
902 洗涤、压滤	铈沉淀浆料	7076.2	G18 洗涤废气	0.4	
	纯水	2250.0	W8 铈沉淀废水	8864.5	
			氢氧化铈	450.0	
			水分损耗	11.3	
	合计	9326.2	合计	9326.2	
903 干燥	氢氧化铈	450.0	氢氧化铈干燥料	98.2	
			G19 干燥废气		
			水蒸汽	351.8	
	合计	450.0	合计	450.0	
903 煅烧	氢氧化铈干燥料	97.7	G20 煅烧废气	0.4	
			氧化铈	90.0	
			水蒸汽	7.3	
	合计	97.7	合计	97.7	
804 镱料液吹脱	镱料液	49477.8	G16 镱料液吹脱废气	2.4	
			W7 镱料液吹脱废水	53.4	
			回收 MIBK	330.0	回用
			吹脱镱料液	49092.0	
	合计	49477.8	合计	49477.8	
1001 中和沉淀	吹脱镱料液	23400.0	G21 含氮废气	6.2	
	氨水	4680.0	镱沉淀浆料	35023.6	
	纯水	7020.0	水分损耗	70.2	
	合计	35100.0	合计	35100.0	
1002 洗涤、压滤	镱沉淀浆料	35023.6	G22 洗涤废气	1.8	
	纯水	47046.3	W9 镱沉淀废水	70121.8	
			氢氧化镱	11700.0	
			损耗	246.3	
	合计	82069.9	合计	82069.9	
1003 干燥	氢氧化镱	11700.0	氢氧化镱干燥料	2600.6	
			G23 干燥废气		
			水蒸汽	9099.4	
	合计	11700.0	合计	11700.0	
1003 煅烧	氢氧化镱干燥料	4108.0	G24 干燥煅烧废气	1.5	
			氧化镱	2340.0	
			水蒸汽	1766.5	
	合计	4108.0	合计	4108.0	
1101 浓缩结晶、过	吹脱镱料液	25692.0	浓缩冷镱酸	7090.0	回用

工序	投入		产出		备注
	物料	投入量(t/a)	物料	产生量(t/a)	
滤	工业盐酸	6510	W10 浓缩冷凝酸	17977.3	
	母液酸	3550	G25 浓缩废气	26.8	
			结晶料	7817.9	
			母液酸	2840	
	合计	35752.0	合计	35752.0	
1102 离心	结晶料	7817.9	G26 离心废气	7.9	
			母液酸	710.0	回用
			高纯氧氯化锆	7100.0	
	合计	7817.9	合计	7817.9	

4.3.1.3 硅酸钠工艺段

表 4-3-3 硅酸钠工艺段物料平衡表(单位: t/a)

工序	投入		产出		备注
	物料	投入量(t/a)	物料	产生量(t/a)	
1201 硅渣调中性、压滤	稀碱液	135.0	W11 中性废水	27090.2	
	洗涤滤渣(硅渣)	5000.0	S3 未熔砂	210.0	
	新鲜水	8769.9	滤渣	5000.0	
	冷凝水	18537.8	水分损耗	142.5	
	合计	32442.7	合计	32442.7	
1202 浓缩	稀碱液	26125.3	浓缩冷凝水	16902.7	回用
			G27 碱液浓缩废气	3.8	
			浓缩碱液	9218.9	
	合计	26125.3	合计	26125.3	
1203 硅渣反应	滤渣	5000.0	硅酸钠料	15818.9	
	浓缩碱液	9218.9			
	石英粉	1600.0			
	合计	15818.9	合计	15818.9	
1204 浓缩	硅酸钠料	15818.9	G28 硅酸钠浓缩废气	3.8	
			浓缩冷凝水	1635.1	回用
			硅酸钠浓缩料	14180.0	
	合计	15818.9	合计	15818.9	
1205 冷却结晶	硅酸钠浓缩料	14180.0	冷却结晶料	14180.0	
	合计	14180.0	合计	14180.0	
1206 破碎	冷却结晶料	14180.0	硅酸钠	14180.0	
	合计	14180.0	合计	14180.0	

4.3.2 锆、铪元素平衡

4.3.2.1 氧氯化锆工艺段

根据建设单位提供的设计资料, 本项目锆英砂处理规模为 8000t/a, 其中 ZrO_2 含量

为65.22%， HfO_2 含量为1.21%。氧氯化锆工艺段的锆、铪元素平衡情况见表4.3-4。

表4.3-4 氧氯化锆工艺段锆、铪元素平衡表(单位: t/a)

投入/产出	物料	Zr(Hf)O_2 总量	ZrO_2	HfO_2
101 碱熔分解				
投入	锆英砂精矿	5314.40	5217.60	96.80
产出	碱熔分解料	5313.87	5217.08	96.79
	G1 碱熔废气损失	0.53	0.52	0.01
	合计	5314.40	5217.60	96.80
收率		99.99%	99.99%	99.99%
201 熔料、202 压滤				
投入	碱熔分解料	5313.87	5217.08	96.79
产出	熔料压滤固体	5313.34	5216.56	96.78
	稀碱液损失	0.53	0.52	0.01
	合计	5313.87	5217.08	96.79
收率		99.99%	99.99%	99.99%
203 水洗、204 压滤				
投入	熔料压滤固体	5313.34	5216.56	96.78
产出	水洗压滤固体	5312.27	5215.51	96.76
	W1 水洗废水损失	1.06	1.04	0.02
	合计	5313.34	5216.56	96.78
收率		99.98%	99.98%	99.98%
301 转型、302 压滤				
投入	水洗压滤固体	5312.27	5215.51	96.76
	回用废酸	33.65	32.98	0.67306
	合计	5345.93	5248.49	97.43
产出	转型料	5344.32	5246.92	97.41
	W2 转型废水损失	1.60	1.57	0.03
	合计	5345.93	5248.49	97.43
收率		99.97%	99.97%	99.97%
401 酸分解				
投入	转型料	5344.32	5246.92	97.41
	回用废酸	55.65	54.54	1.11
	合计	5399.97	5301.45	98.52
产出	酸分解料	5399.97	5301.45	98.52
收率		100.00%	100.00%	100.00%
501 一次结晶				
投入	酸分解料	5399.97	5301.45	98.52
产出	一次结晶料	5399.97	5301.45	98.52
收率		100.00%	100.00%	100.00%
502 水溶、503 压滤				
投入	一次结晶料	5399.97	5301.45	98.52
	洗涤滤液	26.74	26.25	0.49
	合计	5426.71	5327.70	99.01
产出	氧氯化锆滤液	5261.68	5165.68	96.00

投入/产出	物料	Zr(Hf)O ₂ 总量	ZrO ₂	HfO ₂
	滤渣	165.03	162.02	3.01
	合计	5426.71	5327.70	99.01
收率		96.96%	96.96%	96.96%
503 洗涤压滤				
投入	滤渣	165.03	162.02	3.01
产出	洗涤滤液	26.74	26.25	0.49
	洗涤滤渣	138.29	135.77	2.52
	合计	165.03	162.02	3.01
收率		16.20%	16.20%	16.41%
601 萃取除杂				
投入	氧氯化锆滤液	5261.68	5165.68	96.00
产出	萃余液	5235.37	5139.86	95.52
	W3 萃取除杂废水	26.31	25.83	0.48
	合计	5261.68	5165.68	96.00
收率		99.50%	99.50%	99.50%
701 浓缩、701 结晶				
投入	萃余液	5235.37	5139.86	95.52
产出	结晶固体	4622.53	4538.36	84.18
	母液酸	612.84	601.50	11.34
	合计	5235.37	5139.86	95.52
收率		88.29%	88.30%	88.13%
702 母液浓缩结晶				
投入	母液酸	612.84	601.50	11.34
产出	过滤固体	571.57	560.98	10.59
	W4 母液浓缩废酸	41.27	40.52	0.75
	合计	612.84	601.50	11.34
收率		93.27%	93.26%	93.39%
703 酸洗				
投入	结晶固体	4622.53	4538.36	84.18
	过滤固体	571.57	560.98	10.59
	合计	5194.10	5099.33	94.77
产出	酸洗料	5124.62	5031.24	93.38
	酸洗废酸	69.48	68.09	1.39
	合计	5194.10	5099.33	94.77
收率		98.66%	98.66%	98.53%
704 离心过滤				
投入	酸洗料	5124.62	5031.24	93.38
产出	氧氯化锆中间产品(Zr(Hf)O ₂ ≥36%)	5104.80	5011.82	92.98
	离心废酸	19.82	19.43	0.40
	合计	5124.62	5031.24	93.38
收率		99.61%	99.61%	99.58%

4.3.2.2 铈镧分离工艺段

氧氯化铈($Zr(Hf)O_2 \geq 36\%$)继续进入铈镧分离工艺段,生产氧化铈、氧化铈和氧氯化铈,铈镧分离工艺段的铈、镧元素平衡情况见表 4.3-4。

表 4.3-5 铈镧分离工艺段铈、镧元素平衡表(单位: t/a)

投入/产出	物料	$Zr(Hf)O_2$ 总量	ZrO_2	HfO_2
801 配料				
投入	氧氯化铈中间产品($\geq 36\%$)	5104.80	5011.82	92.98
产出	混合料液	5104.80	5011.82	92.98
收率		100.00%	100.00%	100.00%
802 铈镧萃取分离				
投入	混合料液	5104.80	5011.82	92.98
产出	铈料液	4884.39	4883.65	0.73
	铈料液	90.26	0.05	90.22
	W5 铈镧萃取分离废水	130.15	128.12	2.03
	合计	5104.80	5011.82	92.98
收率		97.45%	97.44%	97.81%
803 铈料液吹脱				
投入	铈料液	90.26	0.05	90.22
产出	吹脱铈料液	90.22	0.05	90.17
	W6 吹脱废水	0.045	0.000023	0.045
	合计	90.26	0.05	90.22
收率		99.95%	99.95%	99.95%
804 铈料液吹脱				
投入	铈料液	4884.39	4883.65	0.73
产出	吹脱铈料液	4879.50	4878.77	0.73
	W7 吹脱废水	4.88	4.88	0.00073
	合计	4884.39	4883.65	0.73
收率		99.90%	99.90%	99.90%
901 中和沉淀				
投入	吹脱铈料液	90.22	0.045	90.17
产出	铈沉淀浆料	90.22	0.045	90.17
收率		100.00%	100.00%	100.00%
902 洗涤、压滤				
投入	铈沉淀浆料	90.22	0.045	90.17
产出	氢氧化铈	90.13	0.04	90.08
	W8 铈沉淀废水	0.09	0.000045	0.09
	合计	90.22	0.045	90.17
收率		99.90%	99.90%	99.90%
903 干燥				
投入	氢氧化铈	90.13	0.045	90.08
产出	氢氧化铈干燥料	90.03495	0.04495	89.99
	G19 干燥尾气	0.01	0.000050	0.010
	合计	90.04	0.04	90.00
收率		99.90%	99.90%	99.90%
903 焙烧				

投入/产出	物料	Zr(Hf)O ₂ 总量	ZrO ₂	HfO ₂
投入	氢氧化锆干燥料	90.03495	0.04495	89.99
产出	氯化锆	89.98	0.04	89.94
	G20 煅烧废气	0.051	0.00003	0.05097
	合计	90.03	0.04	89.99
收率		99.94%	99.93%	99.94%
1001 中和沉淀				
投入	吹脱锆料液	2323.50	2323.15	0.35
产出	锆沉淀浆料	2323.50	2323.15	0.35
收率		100.00%	100.00%	100.00%
1002 洗涤、压滤				
投入	锆沉淀浆料	2323.50	2323.15	0.35
产出	氢氧化锆	2321.18	2320.83	0.35
	W9 锆沉淀废水	2.32	2.32	0.00035
	合计	2323.50	2323.15	0.35
收率		99.90%	99.90%	99.90%
1003 干燥				
投入	氢氧化锆	2321.18	2320.83	0.35
产出	氢氧化锆干燥料	2318.86	2318.51	0.35
	G23 干燥废气	0.41	0.41	0.00006
	合计	2319.27	2318.92	0.35
收率		99.90%	99.90%	99.90%
1003 煅烧				
投入	氢氧化锆干燥料	2318.86	2318.51	0.35
产出	氯化锆	2318.67	2318.33	0.35
	G24 煅烧废气	0.19	0.1849	0.00010
	合计	2318.86	2318.51	0.35
收率		99.99%	99.99%	99.97%
1101 浓缩结晶				
投入	吹脱锆料液	2556.00	2555.62	0.38
	母液酸	132.83	132.81	0.02
	合计	2688.83	2688.42	0.40
产出	浓缩结晶料	2608.16	2607.77	0.39
	母液酸	80.66	80.65	0.01
	合计	2688.83	2688.42	0.40
收率		97.00%	97.00%	97.00%
1102 离心				
投入	浓缩结晶料	2608.16	2607.77	0.39
产出	高纯氢氧化锆	2556.00	2555.62	0.38
	母液酸	52.16	52.16	0.01
	合计	2608.16	2607.77	0.39
收率		98.00%	98.00%	98.00%

4.3.2.3 硅酸钠工艺段

氧氯化锆工艺段产生的洗涤滤渣中仍含有一定量的锆、钪元素，最终进入未熔砂及硅酸钠产品中。硅酸钠工艺段的锆、钪元素平衡情况见表 4.3-6。

表 43-6 硅酸钠工艺段硅、钠元素平衡表（单位：t/a）

投入/产出	物料	Zr(Hf)O ₂ 总量	ZrO ₂	HfO ₂
1201 硅渣调中性、过滤				
投入	洗涤硅渣	138.29	135.77	2.52
	稀碱液	0.002751	0.0027	0.000051
	合计	138.29	135.77	2.52
产出	滤渣	5.4428	5.3327	0.1101
	S2 未熔砂	132.85	130.44	2.41
	合计	138.293	135.773	2.520
1202 浓缩				
投入	稀碱液	0.527	0.517	0.010
产出	浓缩碱液	0.527	0.517	0.010
1203 硅渣反应				
投入	滤渣	5.443	5.333	0.110
	浓缩碱液	0.527	0.517	0.010
	合计	5.970	5.850	0.120
产出	硅渣反应料	5.970	5.850	0.120
1204 浓缩				
投入	硅渣反应料	5.970	5.850	0.120
产出	浓缩料	5.970	5.850	0.120
1205 冷却结晶				
投入	浓缩料	5.970	5.850	0.120
产出	冷却结晶料	5.970	5.850	0.120
1206 破碎				
投入	冷却结晶料	5.970	5.850	0.120
产出	硅酸钠	5.970	5.850	0.120

4.3.3 硅、钠元素平衡

表 43-7 硅元素平衡表（单位：t/a）

投入					产出				
序号	物料名称	规格（或含量）%	t/a		序号	物料名称	规格（或含量）%	t/a	
			物料量	元素量				物料量	元素量
1	皓英砂	31.13	8000	2490.4	1	硅酸钠	28.28	14180	4010.1
2	石英粉	≥99%	1600	1584	2	未熔砂	30.62	210	64.3
				4074.4					4074.4

表 43-8 钠元素平衡表（单位：t/a）

投入					产出				
序号	物料名称	纯度	元素含量%	t/a		序号	物料名称	纯度	分子式中元素含量%
				物料量	元素量				
1	片碱	98%	57.50%	11721	6604.8	1	副产氯化钠	93.30%	39.32%
						2	硅酸钠	/	21.68%
						3	废水排放	/	
						4	固体废物	/	
合计					6604.8	合计			
									6604.8

4.3.4 重金属元素平衡

结合项目原辅材料及工艺特点,重金属的来源主要为锆英砂原料带入,重金属的去向主要为工艺废水(主要进入W3萃取除杂废水、W4母液浓缩废水,少量进入W2转型废水),无法碱熔出来的重金属则固结在未熔砂中,少量残留重金属随着洗涤滤渣最终通过硅渣反应进入硅酸钠产品中。

W3萃取除杂废水、W4母液浓缩废水预处理过程投加液碱/石灰/BaCl₂/硫酸铝/PAM进行混凝沉淀后,大部分进入除重除放预处理污泥(伴生放射性固体废物)中,未完全沉淀去除的重金属经过蒸发器最终富集在废杂盐中;W2转型废水中少量重金属,部分通过混凝沉淀等预处理进入污泥中,其余则经过蒸发处理后最终进入氯化钠副产品中。从中间产物氢氧化锆/铪的成分检测结果分析,各类重金属均低于其检出限,可以认为重金属不会进入到后续氧化锆、氧化铪、高纯氧氯化锆产品中。

本次评价根据锆英砂、未熔砂、氢氧化锆/铪等成分检测结果进行元素平衡分析。结合工艺流程及原理,各主要重金属元素平衡见表4.3-9。

表4.3-9 主要重金属元素平衡表

重金属元素	投入				产出				去向
	物料名称	物料量(t/a)	含量(mg/kg)	数量(kg/a)	物料名称	物料量(t/a)	含量(mg/kg)	数量(kg/a)	
铅	锆英砂	8000	33.6	268.8	氧氯化锆产品	7100	0	0	外售
					氧化铪	90	0	0	外售
					氧化锆	2340	0	0	外售
					硅酸钠	14180	0.17	2.48	外售
					废杂盐	1202.8	4.12	4.96	固体废物
					除放除重预处理污泥	365.66	657.91	240.57	固体废物
					S2未熔砂	210	99.0	20.79	返回一期工程
	小计			268.8	小计			268.8	
砷	锆英砂	8000	5.37	42.96	氧氯化锆产品	7100	0	0	外售
					氧化铪	90	0	0	外售
					氧化锆	2340	0	0	外售
					硅酸钠	14180	0.02	0.34	外售
					废杂盐	1202.8	0.57	0.69	固体废物
					除放除重预处理污泥	365.66	91.07	33.30	固体废物
					S2未熔砂	210	41.10	8.63	返回一期工程
	小计			42.96	小计			42.96	

重金属元素	投入				产出				去向
	物料名称	物料量 (t/a)	含量 (mg/kg)	数量 (kg/a)	物料名称	物料量 (t/a)	含量 (mg/kg)	数量 (kg/a)	
铬	倍英砂	8000	0.3	24	氢氧化铬产品	7100	0	0	外售
					氧化铬	90	0	0	外售
					氧化铬	2340	0	0	外售
					硅酸钠	14180	0.001	0.01	外售
					废杂盐	1202.8	0.02	0.03	固体废物
					除放除重预处理污泥	365.66	3.58	1.31	固体废物
					S2 未熔砂	210	5.00	1.05	返回一期工程
	小计			24	小计			24	
汞	倍英砂	8000	0.04	0.32	氢氧化铬产品	7100	0	0	外售
					氧化铬	90	0	0	外售
					氧化铬	2340	0	0	外售
					硅酸钠	14180	0.0002	0.0026	外售
					废杂盐	1202.8	0.004	0.0052	固体废物
					除放除重预处理污泥	365.66	0.69	0.25	固体废物
					S2 未熔砂	210	0.280	0.06	返回一期工程
	小计			0.32	小计			0.32	
铜	倍英砂	8000	0.1	0.8	氢氧化铬产品	7100	0	0	外售
					氧化铬	90	0	0	外售
					氧化铬	2340	0	0	外售
					硅酸钠	14180	0.0005	0.0078	固体废物
					废杂盐	1202.8	0.01	0.0156	固体废物
					除放除重预处理污泥	365.66	2.07	0.76	返回一期工程
					S2 未熔砂	210	0.10	0.02	返回一期工程
	小计			0.8	小计			0.8	
砷	倍英砂	8000	0.04	0.32	氢氧化铬产品	7100	0	0	外售
					氧化铬	90	0	0	外售
					氧化铬	2340	0	0	外售
					硅酸钠	14180	0.0002	0.0029	外售
					废杂盐	1202.8	0.005	0.0089	固体废物
					除放除重预处理污泥	365.66	0.78	0.29	固体废物
					S2 未熔砂	210	0.120	0.03	返回一期工程
	小计			0.32	小计			0.32	

4.3.5 硫酸、氨、氯元素平衡

根据项目原辅材料及物料走向，结合工艺原理及产污特点，核算得本项目的硫酸根、氨、氯元素平衡情况见表 4.3-10~表 4.3-12。

表 4.3-10 硫酸根平衡表（以 SO_4 计）

投入						产出						
序号	物料名称	规格或纯度	分子式中硫酸根含量	t/a		序号	物料名称	规格或纯度	分子式中硫酸根含量	t/a		去向
				物料量	其中:SO ₄ ²⁻					物料量	其中:SO ₄ ²⁻	
1	硫酸（工艺）	98%	97.96%	635	609.6	1	副产硫酸铵	98%	72.73%	800	570.2	副产品
2	硫酸（废水处理）	98%	97.96%	16.5	15.84	2	废水排放	/		3647.91	18.2	园区污水厂
						3	固体废物	/		1924	37.0	污泥、废杂盐
	合计				625.4		合计				625.4	

表 4.3-11 氨平衡表（以 NH_3 计）

投入						产出						
序号	物料名称	规格或纯度	分子式中氮含量	t/a		序号	物料名称	规格或纯度	分子式中氮含量	t/a		去向
				物料量	其中：氮					物料量	其中：氮	
1	氨水	20%	100%	8352	1670.4	1	副产氯化铵	99%	31.78%	4150	1305.5	副产品
2	硫酸铵	98%	22%	50	10.9	2	副产硫酸铵	98%	25.76%	800	201.9	副产品
						3	废水排放			36479.1	3.49	园区污水厂
						4	废气排放			0.97	0.97	排入大气
							固体废物			1924	169.4	污泥、废杂盐
	合计				1681.3		合计				1681.3	

表 4.3-12 氯元素平衡表（以 Cl 计）

投入						产出						
序号	物料名称	规格或纯度	分子式中氯元素含量	t/a		序号	物料名称	规格或纯度	分子式中氯元素含量	t/a		去向
				物料量	其中：氯					物料量	其中：氯	
1	工业盐酸（工艺）	31%	97.26%	29684.8	8950.2	1	氯氯化钙	/	22.03%	7100	1564.3	产品
2	工业盐酸（污水处理）	31%	97.26%	2640	796.0	2	副产氯化钠	93.30%	60.68%	7250	4104.8	副产品

投入						产出						
序号	物料名称	规格或纯度	分子式中氯元素含量	t/a		序号	物料名称	规格或纯度	分子式中氯元素含量	t/a		去向
				物料量	其中：氯					物料量	其中：氯	
						3	副产氯化铵	99%	66.36%	4150	2726.2	副产品
						4	废气排放			2.37	2.3	排入大气
						5	废水排放			3647.91	73.0	园区污水厂
						6	固体废物			1924	1275.6	污泥、废杂盐
	合计				9746.2		合计				9746.2	

4.3.6 挥发性有机物平衡

本项目投入的挥发性有机物主要有异辛醇、N235、磺化煤油、MIBK 等，这些物料均为挥发性有机物，进入萃取生产线后，正常情况下大部分都会进行回收后循环使用，但不可避免地会有部分挥发进入废气，部分进入废乳化油，部分进入萃取废水中，因此会有少量损耗，需要定期补充。结合这些物料的 MSDS、工艺原理及产污特点，项目挥发性有机物平衡情况见表 4.3-13。

表 4.3-13 挥发性有机物平衡表

投入				产出			
序号	物料名称	物料量 (t/a)	挥发性有机物含量 (t/a)	序号	物料名称	物料量 (t/a)	挥发性有机物含量 (t/a)
1	异辛醇	0.75	0.75	1	进入废气	/	22.37
2	N235	1.25	1.25	2	进入废水	38375.17	47.86
3	磺化煤油	3.00	3.00	3	进入废乳化油	260.86	234.77
4	MIBK	300.00	300.00				
	合计		305.00		合计		305.00

4.3.7 水平衡

根据建设单位提供的设计资料,本次拟建项目的总水平衡情况见表 4.3-14 及图 4.3-1,其中,氧氯化锆工艺段、锆铪分离工艺段、硅酸钠工艺段的工艺水平衡情况详见图 4.3-2~图 4.3-4。

表 4.3-14 二期工程项目水平衡表 单位: m³/d

用水单位	总用水量	给水					循环用水	原辅料带入水	其它工艺段 带入水	转入其它 工艺段水	损耗/产品带走	废水 产生量
		新鲜水	回用水		制纯浓水	纯水						
			合计	冷却水								
氧氯化锆工艺段	734.0	523.3	210.7	116.2	94.4			37.9	0	79.9	2.4	689.6
锆铪分离工艺段	283.3	0				283.3		38.9	19.3	0	35.8	305.7
硅酸钠工艺段	26.6	26.6						0	60.6	0	5.1	82.0
纯水制备系统	378.8	378.8								377.8	0	1.0
分析化验	1.0	1.0									0.2	0.8
供热系统	488.0	128.0					360.0			116.2	3.6	8.2
循环冷却系统	14676.5	276.5					14400.0				262.1	14.4
地面清洗	2.0	2.0									0.2	1.8
废气处理系统	18522.2	21.2					18501.0				18.85	2.7
水环真空泵机组	3.0	3.0										3.0
厂区绿化	23.2	23.2									23.2	0
生产废水小计	35138.5	1383.5	210.7	116.2	94.4	283.3	33519.0	76.8	79.9	573.9	355.2	1109.2
办公生活	32.2	32.2									3.2	29.0
初期雨水												154.7
总计	35170.7	1415.7	210.7	116.2	94.4	283.3	33261.0	76.8	79.9	573.9	354.4	1161.6

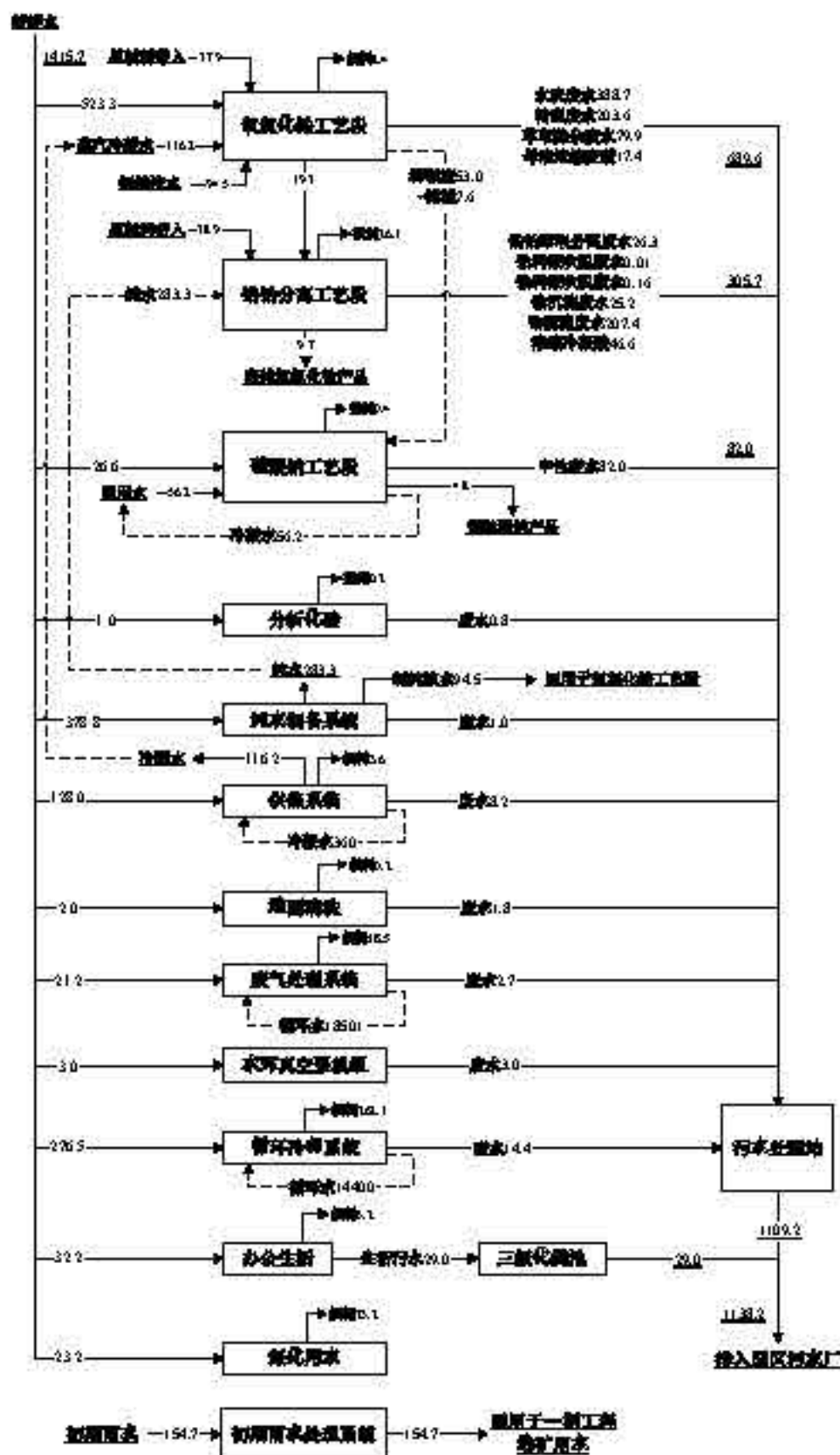


图 43-1 拟建项目水平衡图 (单位: m³/d)

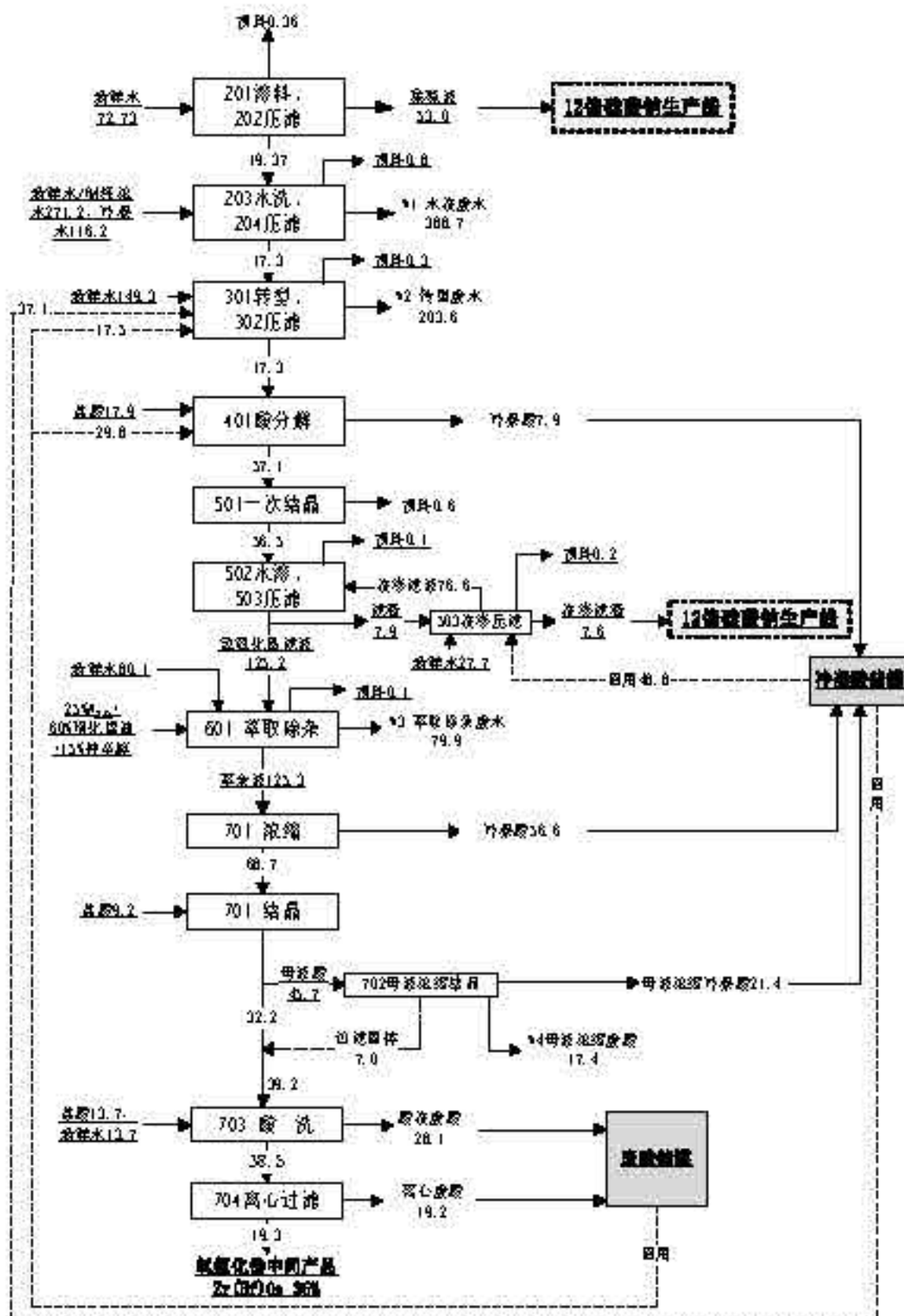
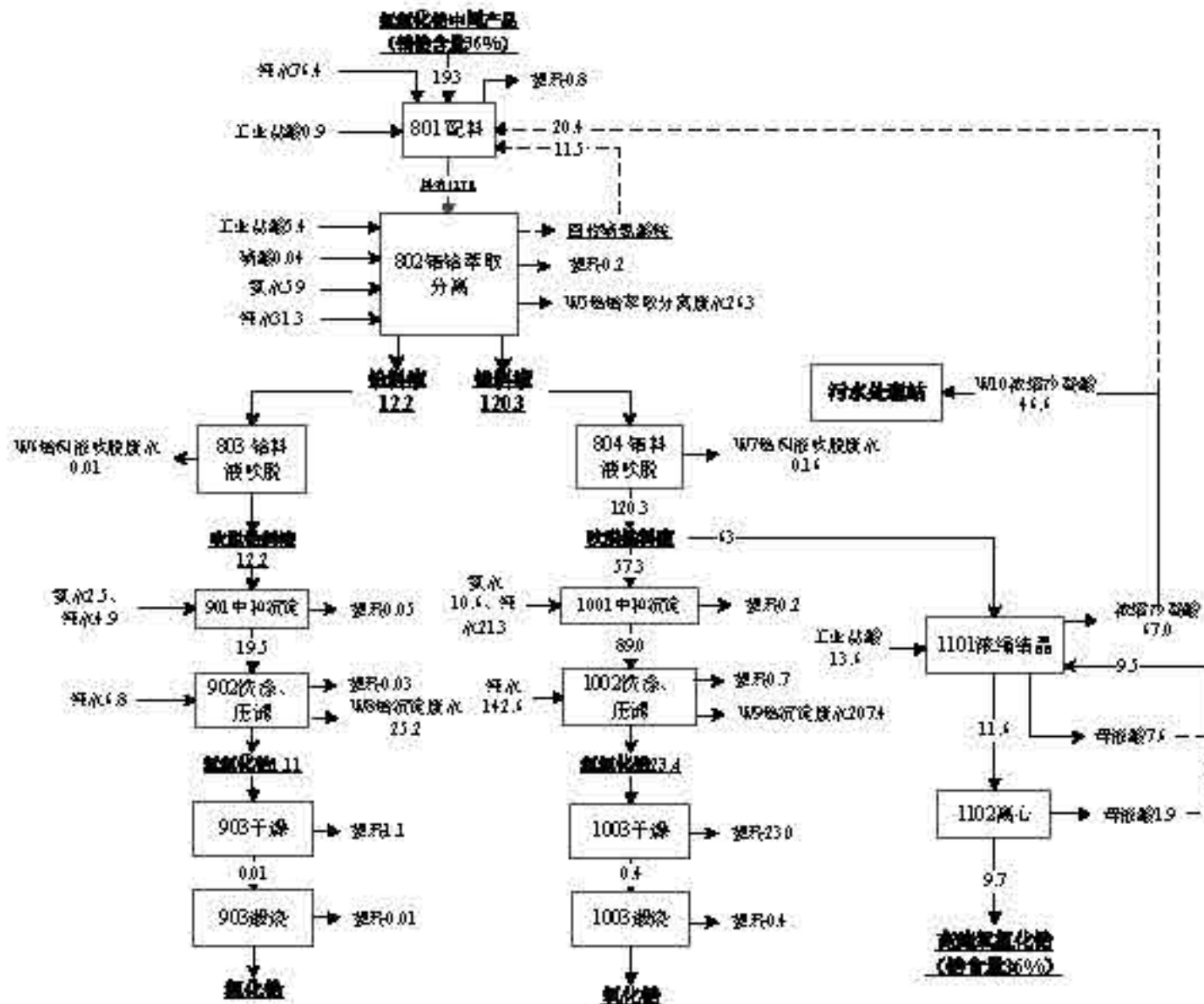


图 43-2 氢氧化铝制备工艺废水水平衡图 (单位: m^3/d)



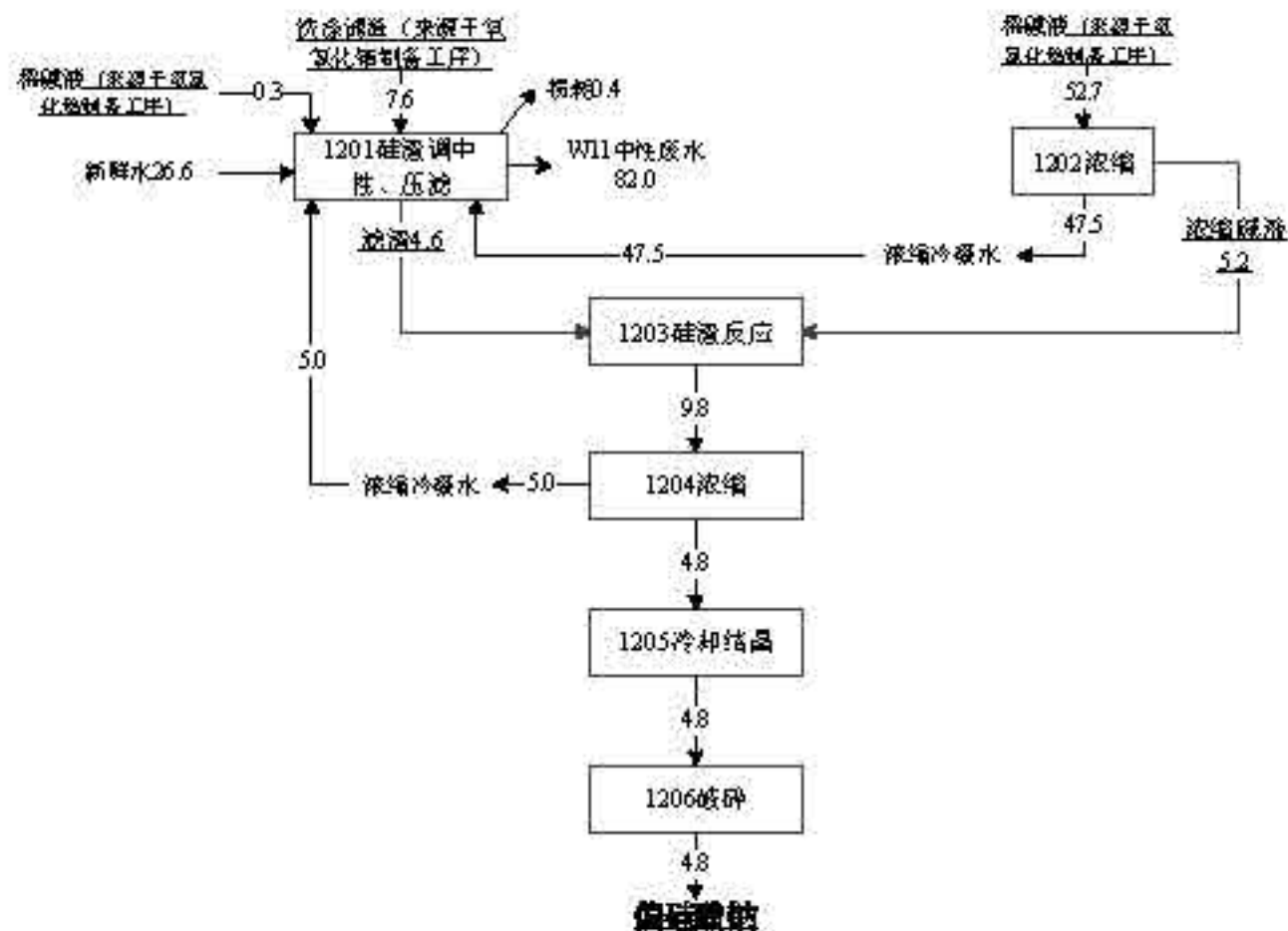


图 43-4 硅酸钠工艺段水平衡图（单位：m³/d）

4.4 运营期污染源分析

本评价污染源强主要类比同类项目产排污情况，并按《污染源源强核算技术指南 准则》（HJ884-2018）的要求，结合物料平衡法、行业污染物产排污系数等，从偏保守的角度取多种方法核算结果的较大值。其中，放射性源项分析不属于本报告内容，详见《辐射专篇》。

4.4.1 废气

4.4.1.1 锅炉废气

本项目设置 1 个锅炉房，配置 20 台 1t/h 天然气锅炉，单台锅炉天然气用量为 $76\text{Nm}^3/\text{h}$ ，锅炉烟气中主要污染物包括烟尘、 SO_2 、 NO_x 。锅炉运行制度为 330d/a，24h/d，每 5 台锅炉共用一个烟囱，锅炉房共设置 4 个烟囱（DA001、DA020、DA021、DA022）。

1. 烟气量

锅炉烟气量采用产污系数法确定。参考《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册--4430 工业锅炉（热力供应）行业系数手册》中燃天然气工业锅炉，烟气量产生量系数取 $107753\text{Nm}^3/\text{万 m}^3\text{-天然气}$ ，经计算烟气量如下：

表 4.4-1 锅炉烟气量一览表

排气筒编号	对应锅炉	烟气量 (Nm^3/h)	备注
DA001	1#~5#锅炉	4095	单台锅炉天然气用量为 $76\text{Nm}^3/\text{h}$
DA020	6#~10#锅炉	4095	
DA021	11#~15#锅炉	4095	
DA022	16#~20#锅炉	4095	

2. 烟尘

锅炉烟尘产排放源强采用类比法确定。本次评价收集了与本项目规模、燃料类型等均类似的项目进行类比，其可类比性分析见表 4.4-2。

表 4.4-2 锅炉烟气的烟尘源强可类比性分析一览表

项目	类比对象		可比性
	东阿县潭润金属制品有限公司 燃气锅炉安装项目	本项目	
锅炉炉型	天然气锅炉	天然气锅炉	相同
燃料	天然气	天然气	相同
锅炉规模	1t/h	1t/h	相同
末端治理措施	无	无	相同
颗粒物的折算排放浓度	$7.0\sim9.3\text{mg}/\text{Nm}^3$	$10\text{mg}/\text{Nm}^3$	/

说明：类比项目的检测数据分别来源于《东阿县潭润金属制品有限公司燃气蒸汽发生器安装项目

竣工环境保护验收监测报告》(编号:YS-2023-03-004)。

从上表可以看出,该项目具有可类比性。此外,结合不同规模的天然气锅炉运行数据,如《山东联科科技股份有限公司40t/h燃煤锅炉及20t/h燃气锅炉建设项目竣工环境保护验收监测报告》(检测单位:山东道邦检测科技有限公司;检测报告编号:DB200905SDLK01号)、《宁夏万香源生物科技有限公司20t/h燃气备用锅炉项目竣工环境保护验收监测报告》(检测单位:宁夏绿源实业有限公司;检测报告编号:绿源(检)字第(2021)第816号),实测的各种规模天然气锅炉烟气中颗粒物均小于 $10\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。因此,类比同类项目,本次评价取烟尘产生及排放浓度保证值为 $10\text{mg}/\text{Nm}^3$,核算得颗粒物总排放量为 0.973t/a ,分配至各排放口的情况如下:

表 4.4.3 各锅炉烟气排放口的颗粒物排放量一览表

排气筒编号	对应锅炉	烟气量 (Nm^3/h)	排放浓度 (mg/Nm^3)	排放量 (t/a)
DA001	1#~5#锅炉	4095	10	0.324
DA020	6#~10#锅炉	4095	10	0.324
DA021	11#~15#锅炉	4095	10	0.324
DA022	16#~20#锅炉	4095	10	0.324

3. 二氧化氮

参考《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册--4430 工业锅炉(热力供应)行业系数手册》中燃天然气工业锅炉, SO_2 产污系数为 $0.02\text{Skg}/\text{万 m}^3\text{-燃气}$ (S为天然气的硫含量,单位 mg/Nm^3)。根据《天然气》(GB 17820-2018),天然气(二类)中总硫含量 $\leq 100\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。经计算,燃用天然气时, SO_2 产污系数为 $2\text{kg}/\text{万 m}^3\text{-燃气}$,由此计算得燃用天然气 SO_2 产生总量为 1.806t/a ,分配至各排放口的情况如下:

表 4.4.4 各锅炉烟气排放口的二氧化硫排放量一览表

排气筒编号	对应锅炉	烟气量 (Nm^3/h)	排放浓度 (mg/Nm^3)	排放量 (t/a)
DA001	1#~5#锅炉	4095	18.6	0.602
DA020	6#~10#锅炉	4095	18.6	0.602
DA021	11#~15#锅炉	4095	18.6	0.602
DA022	16#~20#锅炉	4095	18.6	0.602

4. 氮氧化物

项目蒸汽锅炉拟采用低氮燃烧技术,拟在现有设备基础上配备低氮燃烧器,其核心在于利用烟气所具有的低温低氧特点,将部分烟气再次喷入炉膛合适部位,降低炉膛内局部温度以及形成局部还原性气氛,从而抑制 NO_x 的生成。

根据锅炉厂家提供的资料,在采取低氮燃烧技术的条件下,蒸汽锅炉烟气中

NO_x排放浓度保证值为 50mg/Nm³，由此计算得 NO_x 产生总量为 4.864t/a，分配至各排放口的情况如下：

表 4.4-5 各锅炉烟气排放口的二氧化硫排放量一览表

排气筒编号	对应锅炉	烟气量 (Nm ³ /h)	排放浓度 (mg/Nm ³)	排放量 (t/a)
DA001	1#~5#锅炉	4095	50	1.621
DA020	6#~10#锅炉	4095	50	1.621
DA021	11#~15#锅炉	4095	50	1.621
DA022	16#~20#锅炉	4095	50	1.621

根据项目设计方案，在锅炉房设置 4 根 20m 高烟囱，锅炉废气通过烟囱直接排放。根据现场调查，锅炉烟囱 200 米范围内最高的建筑物为厂区内三六七号车间，高度 16.025 米，锅炉烟囱高度、污染物排放浓度均可满足广东省《锅炉大气污染物排放标准》（DB44/765-2019）的要求。

综上分析，本项目锅炉废气的主要污染物产生及排放情况见表 4.4-19。

4.4.1.2 碱熔废气、溶料废气

1. 特征污染物分析

结合碱熔工艺控制条件，碱熔锅内物料体系温度低于 500℃；根据锆英砂的成分检测报告可知，重金属成分含量极低，氟元素低于检出限；片碱为工业产品，不含重金属和氟。原料的 XRD 晶相分析显示，锆英砂为硅酸锆相（97%-98%）和少量四方晶系二氧化硅相（2%-3%）。因此，原料锆英砂中的重金属主要以硅酸盐或硅化合物的形式存在，结合在矿物晶格中且重金属相关硅酸盐的熔、沸点普遍超过 600℃（《兰氏化学手册》），在碱熔工序 500℃以下的反应温度、强碱环境下不易挥发出来，理论上锆英砂中的重金属进入碱熔废气的可能性很低。

从建设单位的中试生产碱熔废气的检测结果，废气中铅、镉、铬、汞、砷、铊等各类重金属及其化合物均低于检测标准的方法检出限。因此，结合原料成分及含量控制、工艺条件、重金属挥发特性、同类项目实测结果综合分析，本项目碱熔废气中的重金属、氟化物可忽略不计。该碱熔废气检测报告详见附件。

碱熔工序碱烧锅在加料、搅拌、加热过程产生颗粒物（吸附了氢氧化钠），以及溶料过程未反应的热氢氧化钠产生碱雾，目前尚无碱雾的测定方法及排放标准，无法进行监测与达标分析，但考虑碱雾在出炉遇冷后易形成颗粒物，因此碱熔废气及溶料废气的污染物以颗粒物表征，通过类比法或理论计算定量分析。

2. 污染物产生量

(1) 碱熔废气

本次评价收集了同类项目（广东东方锆业科技股份有限公司年产 20000 吨高纯氟氧化锆项目）进行类比，以确定碱熔废气的污染物源强，其可类比性分析见表 4.4.6。可见，除本项目规模相对较小以外，其他各方面均与类比项目一致，因此具有较好的可类比性。

表 4.4.6 东方锆业项目碱熔工序可类比性分析一览表

对比内容	类比对象（广东东方锆业科技股份有限公司年产 20000 吨高纯氟氧化锆项目）	本项目	可比性
原辅材料	锆英砂、片碱	锆英砂、片碱	一致
生产工艺	550~650℃ 温度下碱熔，锆精矿和片碱的比例根据工艺条件调整，重量比为 1:1.1~1:1.5	450~500℃ 温度下碱熔，锆精矿和片碱的比例根据工艺条件调整，重量比为 1:1.1~1:1.5	基本一致
处理规模	高纯氟氧化锆 20000 吨/年，高纯氧化锆 6000 吨/年	高纯氟氧化锆 7100 吨/年，高纯氧化锆 2340 吨/年	本项目规模较小
碱雾废气处理措施	水喷淋	水喷淋	一致

根据该项目验收监测报告（验收监测单位：广东省环境监测中心，检测报告编号：粤环境监测 KB 字（2013）第 28 号），验收监测期间锆金属产品实际生产量 60~69t/d，生产负荷为 90~103.4%，可以认为在满产状态。根据验收监测结果，碱熔工序颗粒物排放量最大值为 0.511kg/h，按其三级喷淋处理效率 95%反推得产生量为 10.21kg/h（对应锆金属产品量 26000t/a）。本项目锆钪金属产品量 9440t/a，则碱熔废气碱雾（颗粒物）产生量约 3.71kg/h（29.36t/a）。

(2) 溶料废气

由于碱熔后物料中含有较大量的 NaOH，在后续溶料过程易产生碱雾。根据《污染源核算技术指南 电镀（征求意见稿）》编制说明》表 7 碱雾的产污系数，在碱溶液中化学脱脂、中和、阳极去油的产污系数为 0~11mg/m²·s 之间，考虑本项目溶料过程与物料在碱溶液中进行中和、脱脂的工艺过程类似，因此本次评价保守取 11mg/m²·s。

本项目同时运行的溶料箱为 2 个，溶料的液面面积为 12.5m²，则碱雾（颗粒物）产生量为 0.99kg/h，折合 7.84t/a。

3. 废气收集及处理措施

根据设计资料、设备结构及运行特点，本项目同时运行的碱熔锅为 4 个、溶料箱为 2 个，压滤机为 1 台。根据本项目废气处理设计方案，碱熔锅、压滤机废气通过上

方设置的集气罩收集，溶料箱为常压密闭设备，其废气通过负压抽风收集。

碱熔锅和压滤机上部设置集气罩，参考《简明通风设计手册》(中国建筑工业出版社，1997年版)，收集的废气量按下式计算： $L=K \cdot P \cdot H \cdot v$ ，式中： P —集气罩敞开面的周长，m；碱熔锅集气罩周长为6m，溶料箱集气罩周长为15m； H —罩口至有害物源的距离，取0.32m； v —边缘控制点的控制风速，取0.5m/s； K —考虑沿高度分布不均匀的安全系数，通常取 $K=1.4$ 。

溶料箱为常压密闭，采用法兰连接方式使设备放空口与废气管道连接，其废气量参考《环境工程技术手册：废气处理工程技术手册》(王纯、张殿印主编，化学工业出版社)，计算公式如下： $Q=F \cdot v \cdot 3600$ 。式中： v —控制风速，取5~8m/s； F —风管截面积， m^2 。

由此核算得单个碱熔锅收集废气量为4838Nm³/h，日常生产时最多同时运行碱熔锅4个，则碱熔废气量为19352Nm³/h。

溶料箱为常压密闭，风管可以直接连接箱盖上，一个溶料箱按4个呼吸或排空口DN150计算，风口风速为8m/s(参考《环境工程技术手册：废气处理工程技术手册》(王纯、张殿印主编，化学工业出版社)，控制风速取5~8m/s，本评价保守取值，下同)，每个口为500Nm³/h，则个溶料箱的设计废气量为2000Nm³/h，日常生产时最多同时运行溶料箱2个。则溶料废气量为4000Nm³/h。此外，溶料后的水洗压滤工序，共有8个罐体，按呼吸或排空口DN80计算，风口风速为8m/s，每个口为150m³/h，则罐体抽风量为1200Nm³/h。此工序共有3台压滤机(正常工作时，一台压滤机在进料压滤，其他两台为不进料保压)，单机尺寸为7m×1.5m，上部设置集气罩，参考《简明通风设计手册》(中国建筑工业出版社，1997年版)，收集的废气量计算公式： $L=K \cdot P \cdot H \cdot v$ ，核算得单个压滤机的设计废气量为12852Nm³/h，则溶料、水洗压滤工序风量合计为18052Nm³/h。

根据《废气处理工程技术手册》(化学工业出版社)表17-6，在无气流或者容易安装档板的地方，根据粉尘危害性的大小，吸入速度取0.2-0.3m/s。本项目碱熔废气温度较高，外部集气罩四周设置卷帘避免横向气流影响，并确保边缘控制点的控制风速达到0.5m/s，可确保碱熔锅废气的有效收集，因此本评价考虑收集效率可达到98%以上。

根据《排污许可证申请与核发技术规范 稀有稀土金属冶炼》(HJ1125-2020)，湿式喷淋技术是颗粒物处理的可行技术；参考《污染源强核算技术指南 有色金属冶

炼》(HJ983-2018),湿式除尘技术对颗粒物的去除效率为90~99.5%。本评价从偏保守的角度,取三级喷淋综合处理效率取95%计。

综上分析,本项目锅炉废气的主要污染物产生及排放情况见表4.4-19。

4.4.1.3 盐酸雾废气

1. 特征污染物分析

本项目各主要工序涉及盐酸使用,且各工序中的物料溶液体系中均带有一定含量的盐酸,因此氯化氢废气产生节点多,可分为转型废气、酸分解废气、一次结晶废气、滤渣洗涤废气、浓缩废气、结晶废气、母液浓缩废气、酸洗废气、离心废气、配料废气、吹脱钴料液浓缩废气、氧氯化钴离心废气等,特征污染物为氯化氢。

2. 污染物产生情况

结合各工序的工艺特点,对氯化氢的产生源强核算方法进行区分,其中:

(1)方法一:设备内部进行搅拌操作,或生产过程中涉及反应、有气体产生的,如:转型废气、酸分解废气、滤渣洗涤废气、酸洗废气、离心废气、配料废气、氧氯化钴离心废气等。其氯化氢产生源强参考《污染源源强核算技术指南 电镀》(HJ 984-2018)附录B的氯化氢产污系数,详见表4.4-7。根据该指南编制说明提出,产污系数主要参考了美国环保局《废气污染物排放源强系数手册》(AP-42)第十二章冶金工业,以及《电镀手册(第四版)》(张允城,国防工业出版社2011年)、《机械工业采暖通风与空调设计手册》(徐居刚,同济大学出版社2007年)、《酸洗、电镀车间气体污染源分析》(原机械电子部课题(87-10-7),课题完成单位机械工业部第四设计研究院)给出的源强数据,给出了较为合理的参数的选取内容。

表4.4-7 氯化氢的产污系数一览表

序号	污染物名称	产生量 (g/m ² ·h)	适用范围
1	氯化氢	107.3~643.6	1.在中等或浓盐酸中,不添加酸雾抑制剂、不加热:氯化氢质量百分浓度 10~15%,取 107.3; 16~20%,取 220.0;氯化氢质量百分浓度 21~25%,取 370.7;氯化氢质量百分浓度 26~31%,取 643.6。 2.在稀或中等盐酸溶液中(加热)酸洗,不添加酸雾抑制剂:氯化氢质量百分浓度 5~10%,取 107.3;氯化氢质量百分浓度 11~15%,取 370.7;氯化氢质量百分浓度 16~20%,取 643.6。
		0.4~15.8	弱酸洗(不加热,质量百分浓度 5~8%),室温高、含量高时取上限,不添加酸雾抑制剂。
注:在添加酸雾抑制剂的情况下,可按照不添加酸雾抑制剂的源强的 80%计算。			

(2) 方法二：设备内部不进行搅拌，或生产过程中不涉及反应、基本处于静置状态的，如：一次结晶废气、浓缩废气、结晶废气、母液浓缩废气、吹脱锆料液浓缩废气等。其氯化氢产生源强采用目前常用的《环境统计手册》(方品贤，四川科学技术出版社 1985 年)给出的液体(除水以外)蒸发量的计算公式，该公式是基于自由液体表面情况下的经验计算公式： $G_z = M(0.000352 + 0.000786V) \times P \times F$

式中： G_z —液体的蒸发量 kg/h；

M —液体的分子量；

V —蒸发液体表面上的空气流速，m/s，以实测数据为准。无条件实测时，一般可取 0.2~0.5；

F —液体蒸发面的表面积， m^2 ；

P —相当于液体温度下的空气中的蒸汽分压力 (mmHg)，当液体质量浓度低于百分之十时，可用水溶液的饱和蒸汽压代替。

表 4-48 各盐酸雾废气氯化氢产生量估算一览表

废气 编号	废气分类	污染物	核算参数						产生量 (kg/h)	产生量 (t/a)	核算方法
			酸浓度 (%)	工艺温度	产生量 (g/m ³ ·h)	产污设备数量及蒸发面 的面积 (m ²)	室内风速 (m/s)	饱和蒸汽压 (mmHg)			
G3	转型废气	氯化氢	<1%	40~45℃	5	12×4.5m ² , 6×10.25m ² , 1×8m ² (表示设备数量×蒸发 面面积, 下同)	0.35	0.0014	0.618	4.892	方法一
G4	酸分解废气	氯化氢	8~9%	加热至 95~100℃	107.3	8×2.83m ²	0.35	1.2030	2.43	19.240	方法一
G5	一次结晶废气	氯化氢	8~9%	自然冷却	15.8	1.50×3m ²	0.35	0.0067	0.07	0.548	方法二
G6	滤渣洗涤废气	氯化氢	<1%	常温	1	8×10.25m ² , 19×4.5m ²	0.35	0.0014	0.17	1.327	方法一
G8	浓缩废气	氯化氢	8~9%	加热至 90~100℃	107.3	2×3m ² , 8×2.5m ²	0.35	1.2030	0.72	5.670	方法二
G9	结晶废气	氯化氢	8~9%	自然冷却	15.8	8×2.83m ² , 6×2.5m ² , 29×2.83m ²	0.35	0.0067	0.02	0.146	方法二
G10	母液浓缩废气	氯化氢	8~9%	加热至 90~100℃	107.3	4×3m ²	0.35	1.2030	0.33	2.617	方法二
G11	酸洗废气	氯化氢	8~9%	常温	15.8	6×4m ² , 4×2.5m ²	0.35	0.0067	0.54	4.255	方法一
G12	离心废气	氯化氢	8~9%	常温	15.8	6×1.5m ²	0.35	0.0067	0.14	1.126	方法一
G13	配料废气	氯化氢	2~3%	常温	0.4	14×4.5m ²	0.35	0.0004	0.03	0.200	方法一
G25	吹脱结晶液浓 缩废气	氯化氢	8~9%	加热至 90~100℃	107.3	4×3m ² , 16×2.5m ² , 20×2.83m ²	0.35	1.2030	2.990	23.684	方法二
G26	氢氧化铝离心 废气	氯化氢	2~5%	常温	5	6×1.5m ² , 6×4m ² , 12×2.5m ²	0.35	0.0067	0.32	2.495	方法一

说明: (1) 盐酸饱和蒸汽压来源于《化学化工物性数据手册》(化学工业出版社, 2012 年版) 中表 3.6.2 盐酸水溶液的氯化氢分压, 单位由 pa 转化为 mmHg。(2) 类比《广东东方锆业科技股份有限公司年产 20000 吨高纯氢氧化锆项目竣工环境保护验收监测报告》(验收监测单位: 广东省环境监测中心, 检测报告编号: 粤环境监测 KB 字 (2013) 第 28 号) 中关于浓缩结晶废气产生结果的实测数据, 该项目锆英砂处理规模 66.7t/d 的情况下, 浓缩废气中氯化氢最大产生速率为 0.654kg/h, 则推算得本项目在锆英砂处理规模 24.24t/d 的情况下, 氯化氢最大产生速率为 0.235kg/h, 低于本次评价的核算结果 (0.72kg/h)。可见, 本次评价采用上述核算方法是相对较为保守的。

3. 废气收集及处理措施

（1）收集措施

根据本项目废气处理设计方案，项目对于可能产生酸雾废气并有条件进行收集的部分均进行收集，生产全过程均采用密闭设备或在密闭空间内操作。项目生产过程中使用的液态物料均采用密闭管道输送，物料转移及反应期间设备的进出料口、观察孔等开口均保持密闭，项目采用法兰连接方式使设备放空口与废气管道连接。因此生产过程各生产设备的工艺废气能有效收集，极大地减少了废气的无组织排放。

结合项目进料、出料、反应等全过程废气产生特点，各类密闭设备产生的工艺废气（即生产设备内产生并收集的废气）收集效率 99%；采用外部集气罩收集的工艺废气，通过控制边缘控制点风速确保收集效率达到 95%。上述未收集的废气则以无组织形式排放。

（2）废气量

根据本项目废气处理设计方案，本项目的工艺废气主要采用外部集气罩，或设备密闭负压收集两种方式收集，废气量的确定方法如下：

①集气罩：参考《简明通风设计手册》（中国建筑工业出版社，1997 年版），收集的废气量按下式计算： $L=K \cdot P \cdot H \cdot v$ 。式中： P —集气罩敞开面的周长， m ； H —罩口至有害物源的距离，取 $0.3m$ ； v —边缘控制点的控制风速，取 $0.5m/s$ ； K —考虑沿高度分布不均匀的安全系数，通常取 $K=1.4$ 。

②设备密闭负压抽风（排空管或呼吸管）：项目生产过程中使用的液态物料均采用密闭管道输送，物料转移及反应期间设备的进出料口、观察孔等开口均保持密闭，项目采用法兰连接方式使设备放空口与废气管道连接。根据《环境工程技术手册：废气处理工程技术手册》（王纯、张殿印主编，化学工业出版社），风量计算公式如下： $Q=F \cdot v \cdot 3600$ 。式中： v —控制风速，取 $5 \sim 8m/s$ ； F —风管截面积， m^2 。

根据核算，各股工艺废气收集效率、设计废气量见下表：

表 44-9 各热酸雾废气的设计废气量、处理工艺一览表

废气编号	废气分类	收集方式	设计废气量 (Nm ³ /h)	收集效率 (%)	废气处理工艺
G3	转型废气	设备密闭，负压收集	15000	99%	两级碱液喷淋
G4	酸分解废气	设备密闭，负压收集	5000	99%	两级碱液喷淋
G5	一次结晶废气	设备密闭，负压收集	10000	99%	两级碱液喷淋

废气编号	废气分类	收集方式	设计废气量(Nm ³ /h)	收集效率(%)	废气处理工艺
G6	滤渣洗涤废气	顶部集气罩收集	66000	95%	两级碱液喷淋
G8	浓缩废气	设备密闭, 负压收集	1500	99%	两级碱液喷淋
G9	结晶废气	设备密闭, 负压收集	5000	99%	两级碱液喷淋
G10	母液浓缩废气	设备密闭, 负压收集	2400	99%	两级碱液喷淋
G11	酸洗废气	设备密闭, 负压收集	3200	99%	两级碱液喷淋
G12	离心废气	设备密闭, 负压收集	2100	99%	
G13	配料废气	设备密闭, 负压收集	3000	99%	两级碱液喷淋
G25	吹脱皓料液浓缩废气	设备密闭, 负压收集	4000	99%	两级碱液喷淋
G26	氯化化皓离心废气	设备密闭, 负压收集	5000	99%	

(3) 处理效率

根据《排污许可证申请与核发技术规范 稀有稀土金属冶炼》(HJ1125-2020), 湿式喷淋技术是氯化氢处理的可行技术; 根据《污染源源强核算技术指南 有色金属冶炼》(HJ983-2018), 填料吸收塔废气吸收技术对氯化氢的去除效率为 95~99%; 参考《污染源源强核算技术指南 电镀》(HJ 984-2018), 喷淋塔中和法对氯化氢的去除效率≥95%。

根据本项目废气处理设计方案, 上述盐酸雾废气均采用一级碱液喷淋+一级水喷淋处理工艺。结合上述资料, 本评价保守按第一级喷淋设计去除效率 90%, 第二级喷淋去除效率取 80%, 则综合处理效率取 98%计。

综上分析, 各类盐酸雾工艺废气污染物产生及排放情况见表 4.4-19。

4.4.1.4 萃取除杂废气

1. 特征污染物分析

氯化化皓滤液萃取除杂工序在负载有机相的密闭萃取槽内进行, 滤液中含有盐酸, 结合工艺原理可知萃取除杂废气中的主要污染物为盐酸雾和非甲烷总烃。

2. 污染物产生情况

(1) HCl

根据工艺设计, 萃取槽内温度为常温, 萃取体系盐酸浓度一般处于 4.5~5.5%, 且一直处于变动的状况; 槽内液体搅拌条件下, 难以采用理论方法计算其溢出量。

本次评价参考《污染源源强核算技术指南 电镀》（HJ 984-2018）附录 B 的氯化氢产污系数，保守取 $2\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 。根据设备尺寸可知挥发面的面积为 50m^2 ，则氯化氢产生量为 $0.1\text{kg}/\text{h}$ 。

此外，参考《广东东方锆业科技股份有限公司年产 20000 吨高纯氟氧化锆项目竣工环境保护验收监测报告》（验收监测单位：广东省环境监测中心，检测报告编号：粤环境监测 KB 字（2013）第 28 号），锆英砂处理规模为 $66.7\text{t}/\text{d}$ 的满负荷工况下，萃取工序废气的氯化氢产生浓度为 $0.6\sim 27.18\text{mg}/\text{m}^3$ ，最大产生速率为 $0.168\text{kg}/\text{h}$ ；则推算得本项目锆英砂处理规模 $24.24\text{t}/\text{d}$ 的情况下，氯化氢最大产生速率为 $0.061\text{kg}/\text{h}$ 。

因此，结合上述两个方式，本次评价保守按《污染源源强核算技术指南 电镀》（HJ 984-2018）附录 B 的氯化氢产污系数进行核算，取萃取工序废气的氯化氢产生量为 $0.1\text{kg}/\text{h}$ 。

（2）非甲烷总烃

本项目萃取除杂工序加入磺化煤油、N235、异辛醇等，萃取剂体系有机相回收后全部循环使用，萃取槽上层的有机相会有少量有机废气挥发，体系内少量的有机物损耗定期进行补充，萃取有机废气主要考虑来源于萃取体系中的有机物挥发，以非甲烷总烃表征。本次评价采用类比法确定挥发性有机物的产生源强。

根据各类萃取剂的 MSDS，其理化特性如下：

物质名称	理化性质	VOCs 含量/%	危险类别（GHS）
异辛醇	外观为无色澄清液体，密度为 $0.83\text{g}/\text{cm}^3$ ，沸点为 $185\sim 189^\circ\text{C}$ ，闪点为 81.1°C ，蒸气压为 0.048kPa （ 20°C ），不溶于水。	100	易燃液体（类别 4） 急性毒性，吸入（类别 4） 急性水生毒性（类别 3）
N235（三辛烷基叔胺）	常温下为无色或淡黄色油状液体，密度为 $0.82\text{g}/\text{cm}^3$ ，沸点为 466.2°C ，闪点为 206.9°C ，蒸气压为 0.001Pa （ 20°C ）。N235 萃取剂呈碱性，能够与酸发生中和反应。	100	/
磺化煤油（260 溶剂油）	外观为无色或微黄色液体，密度通常在 $0.9\sim 1.1\text{g}/\text{cm}^3$ 之间，沸点为 $200\sim 300^\circ\text{C}$ 。	100	易燃液体（类别 3）

参考《广东东方锆业科技股份有限公司年产 20000 吨高纯氟氧化锆项目竣工环境保护验收监测报告》（验收监测单位：广东省环境监测中心，检测报告编号：粤环境监测 KB 字（2013）第 28 号），萃取工序废气的挥发性有机物产生浓度为 $14.94\sim 49.82\text{mg}/\text{m}^3$ 。参考《江门市芳源新能源材料有限公司年产 36000 吨高品质 NCA/NCM 前驱体生产项目首期竣工环境保护验收监测报告》（报告编号：JMFY-

20180716-1），挥发性有机物产生浓度为 $43.4\sim 80.5\text{mg}/\text{m}^3$ 。上述同类项目的萃取工艺及萃取剂体系、萃取槽结构及废气产生原理、收集方式等与本项目一致，具有可比性。因此，基于同类项目验收监测情况，萃取槽挥发性有机物的产生浓度保守取 $80\text{mg}/\text{m}^3$ 。

3. 废气收集及处理措施

本项目萃取槽是封闭式的结构，槽体顶部侧边设有出气口，萃取槽之间用隔板隔离，每组萃取槽两侧出气口与管道采用硬连接（槽内维持少量抽风临界微负压，保持低风量，以避免风量太大会使有机废气挥发量大大增加），正常运行期间废气基本不会溢出。萃取槽全部密封（包括缝隙处均水封处理），上部机械搅拌处亦采用水封，仅留观察口加盖，考虑工人操作水平不确定性因素，极少部分从观察口溢出的废气则会通过上方集气罩收集，因此本评价取萃取槽废气综合收集效率为 99%，其余未收集的废气则以无组织形式排放。

根据本项目废气处理设计方案，萃取除杂工序拟设置 1 套废气处理系统（采用碱液喷淋+除雾箱+干式过滤+活性炭吸附）；萃取槽为 8.4m 长 $\times$ 4.2m 宽，共 1 个，萃取槽分成 8 级，每一级设一个尺寸为 $500\text{mm}\times 500\text{mm}$ 观察口，一共 8 个观察口，观察口上设置集气罩，则每个集气罩设计废气量为 $1512\text{Nm}^3/\text{h}$ ，则合计抽风量为 $12096\text{Nm}^3/\text{h}$ ，设 1 根 20m 高排气筒。

根据《污染源源强核算技术指南 有色金属冶炼》（HJ983-2018），填料吸收塔废气吸收技术对氯化氢的去除效率为 95~99%；参考《污染源源强核算技术指南 电镀》（HJ 984-2018），喷淋塔中和法对氯化氢的去除效率 $\geq 95\%$ 。根据项目废气特点，本评价保守取 HCl 处理效率 90%。

根据《广东省生态环境厅关于印发工业源挥发性有机物和氮氧化物减排量核算方法的通知》（粤环函〔2023〕538 号）：建议直接将“活性炭年更换量 $\times$ 活性炭吸附比例”（活性炭年更换量优先以危废转移量为依据，吸附比例建议取值 15%）作为废气处理设施 VOCs 削减量；喷淋吸收对非水溶性 VOCs 废气去除效率取 10%。根据《挥发性有机物治理实用手册》（生态环境部大气环境司著，中国环境出版集团）、《吸附法工业有机废气治理工程技术规范（HJ2026-2013）》等资料，活性炭吸附工艺是低浓度有机废气的常用可行方法，类比调查显示，采用活性炭吸附有机废气，去除效率可达到 75%~90%。根据项目废气特点，参考上述资料，本评价保守碱液喷淋+活性炭吸附对非甲烷总烃的综合去除效率取 60%。

综合分析，萃取除杂废气污染物产生及排放情况见表 4.4-19。

4.4.1.5 铅铋萃取分离废气

1. 特征污染物分析

铅铋萃取分离工序在负载有机相的密闭萃取槽内进行，采用 MIBK—硫氰酸—盐酸系统萃取分离铅铋。MIBK 为饱和脂肪一元酮，MIBK 萃取剂是一种中性含氧类萃取剂，在萃取分离铅铋过程中，硫氰酸以 $\text{HSCN} \cdot 2\text{MIBK}$ 的络合态形式存在，不会分解为硫化氢（ H_2S ）和氰化氢（ HCN ）；有机相在洗涤段使用稀盐酸洗涤，使用氨水回收得到 NH_4SCN 溶液，结合工艺原理可知，铅铋萃取分离废气中的主要污染物为氨、盐酸雾和非甲烷总烃。

2. 污染物产生情况

（1）HCl

根据工艺设计，萃取槽内温度为常温，萃取体系盐酸浓度一般处于 4.5~5.5%，且一直处于变动的状况；槽内液体搅拌条件下，难以采用理论方法计算其溢出量。本次评价参考《污染源强核算技术指南电镀》（HJ 984-2018）附录 B 的氯化氢产污系数，保守取 $2\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 。根据设备尺寸可知挥发面的面积为 50m^2 ，则氯化氢产生量为 $0.1\text{kg}/\text{h}$ 。

（2）非甲烷总烃

本项目萃取工序加入 MIBK，萃取剂体系有机相回收后全部循环使用，萃取槽上层的有机相会有少量有机废气挥发，体系内少量的有机物损耗定期进行补充，萃取有机废气主要考虑来源于萃取体系中的有机物挥发，以非甲烷总烃表征。

根据 MIBK 的 MSDS，其理化特性如下：

物质名称	理化性质	VOCs 含量/%	危险类别（GHS）
MIBK（甲基异丁基酮）	外观为无色液体，有愉快气味，密度为 $0.80\text{g}/\text{cm}^3$ ，沸点为 116.5°C ，闪点为 15.6°C ，蒸气压为 2.13kPa （ 20°C ），微溶于水。	100	易燃液体（类别 2） 急性毒性，吸入（类别 4）

本项目萃取槽是封闭式的结构，槽体顶部侧边设有出气口，萃取槽之间用隔板隔离，槽与槽之间出气口连通，且每组萃取槽两侧出气口用管道连接引向上方，再与废气吸收管道连接。本次评价采用类比法确定挥发性有机物的产生源强。

参考《广东东方锆业科技股份有限公司年产 20000 吨高纯氯氧化锆项目竣工环境保护验收监测报告》（验收监测单位：广东省环境监测中心，检测报告编号：粤环境监测 KB 字（2013）第 28 号），萃取工序废气的挥发性有机物产生浓度为

14.94~49.82mg/m³。参考《江门市芳源新能源材料有限公司年产 36000 吨高品质 NCA/NCM 前驱体生产项目首期竣工环境保护验收监测报告》(报告编号: JMFY-20180716-1), 挥发性有机物产生浓度为 43.4~80.5mg/m³。上述同类项目的萃取工艺及萃取剂体系、萃取槽结构及废气产生原理、收集方式等与本项目一致, 具有可比性。因此, 基于同类项目验收监测情况, 萃取槽挥发性有机物的产生浓度保守取 80mg/m³。

(3) 氨

根据工艺要求, 反萃铅后的有机相进入反应釜, 往釜内加入一定量氨水溶液(浓度 10%), 因釜内为搅拌状况, 加料过程有少量氨气溢出。因《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》(公告 2021 年第 24 号)未提出相关的产污系数,《排污许可证申请与核发技术规范 稀有稀土金属冶炼》(HJ1125-2020)等行业技术规范中也未作控制要求, 考虑到氨水投加方式, 本评价采用大呼吸公式估算氨挥发量, 如下: $L_{\text{NH}_3} = 4.188 \times 10^{-7} \times M \times P \times K_w \times K_c$

式中: L_{NH_3} : 氨挥发量(kg/m³投入量);

M : 罐内蒸气的分子量, 氨取 17;

P : 在大量液体状态下真实的蒸气压, 10%氨水蒸汽压 23.6mmHg (20℃);

K_c : 产品因子(石油原油取 0.65, 其他的有机液体取 1.0), 取 1.0;

K_w : 取值按年周转次数(K)确定: $K \leq 36$, $K_w = 1$; $36 < K \leq 220$, $K_w = 11.467 \times K^{-0.7024}$; $K > 220$, $K_w = 0.26$ 。

根据工艺设计及物料平衡, 铅萃取分离工序的氨水投加量 2592 吨, 核算得氨的挥发量为 0.44kg/h。

3. 废气收集及处理措施

根据本项目废气处理设计方案, 铅萃取分离工序拟设置 2 套废气处理系统(采用碱液喷淋+除雾箱+干式过滤+活性炭吸附); 项目萃取线为 3 条密闭式连续生产线, 每条 84 级, 一条有 21 个设备, 一个设备为 4 级, 每一级设一个观察口, 则一个设备有 4 个 500×500mm 的观察口, 在观察口上设集气罩, 则每个集气罩风量为 1512Nm³/h, 设计取整得 1600Nm³/h, 实际操作过程不会同时打开观察口, 设计风量按三条线同时打开一个设备的观察口来设计风量, 则萃取线设计风量为 19200Nm³/h, 设 1 根 20m 高排气筒。

根据前文分析, 本项目萃取槽是封闭式的结构, 槽体顶部侧边设有出气口, 萃

取槽之间用隔板隔离，每组萃取槽两侧出气口与管道采用硬连接（槽内维持少量抽风临界微负压，保持低风量，以避免风量太大会使有机废气挥发量大大增加），正常运行期间废气基本不会溢出。萃取槽全部密封（包括缝隙处均水封处理），上部机械搅拌处亦采用水封，仅留观察口加盖（加盖口采用回子型槽，平时盖子不移动采用水封处理），考虑工人操作水平不确定性因素，极少部分从观察口溢出的废气则会通过上方集气罩收集，因此本评价取萃取槽废气综合收集效率为 99%，其余未收集的废气则以无组织形式排放。

根据《污染源强核算技术指南 有色金属冶炼》（HJ983-2018），填料吸收塔废气吸收技术对氯化氢的去除效率为 95~99%；参考《污染源强核算技术指南 电镀》（HJ 984-2018），喷淋塔中和法对氯化氢的去除效率≥95%。参考《关于发布排放源统计调查产排污核算方法和系数手册的公告》（公告 2021 年第 24 号）、《环境工程技术手册：废气处理工程技术手册》（化学工业出版社王纯、张殿印主编）等相关技术文件，喷淋吸收法对碱性废气的处理效率可达到 90%以上。根据项目废气特点，参考上述资料，本评价保守取 HCl 处理效率 90%，氨去除效率取 90%。

根据《广东省生态环境厅关于印发工业源挥发性有机物和氮氧化物减排量核算方法的通知》（粤环函〔2023〕538 号）：建议直接将“活性炭年更换量×活性炭吸附比例”（活性炭年更换量优先以危废转移量为依据，吸附比例建议取值 15%）作为废气处理设施 VOCs 削减量；喷淋吸收对非水溶性 VOCs 废气去除效率取 10%。根据《挥发性有机物治理实用手册》（生态环境部大气环境司著，中国环境出版集团）、《吸附法工业有机废气治理工程技术规范（HJ2026-2013）》等资料，活性炭吸附工艺是低浓度有机废气的常用可行方法，类比调查显示，采用活性炭吸附有机废气，去除效率可达到 75%~90%。根据项目废气特点，参考上述资料，本评价保守碱液喷淋+活性炭吸附非甲烷总烃的综合去除效率取 60%。

综上分析，萃取分离废气污染物产生及排放情况见表 4.4-19。

4.4.1.6 铅料液吹脱废气、铅料液吹脱废气

1. 特征污染物分析

吹脱过程产生酸雾（盐酸雾）以及少量非甲烷总烃（MIBK）。

2. 污染物产生情况

根据工艺设计，吹脱料液体系盐酸浓度低于 1%，本次评价参考《污染源强核算技术指南 电镀》（HJ984-2018）附录 B 的氯化氢产污系数，取 0.4g/m²·h。根据设备

尺寸可知挥发面的面积为 $3 \times 12.5 + 6 \times 3.14 + 6 \times 1 + 2 \times 4.5 + 4 \times 3.14 + 4 \times 1 = 87.9 \text{m}^2$ ，则氯化氢产生量为 0.04kg/h 。根据物料平衡分析，萃取工序得到的锗（铅）料液中含有少量 MIBK，经吹脱回收 MIBK 后，进入吹脱废气中 MIBK 量约 2.32t/a ，折合约 0.29kg/h 。

3. 废气收集及处理措施

根据本项目废气处理设计方案，料液吹脱工序拟设置 1 套废气处理系统（采用碱液喷淋+除雾箱+干式过滤+活性炭吸附），803 铅料液吹脱工序共有 10 个罐体或箱体，804 锗料液吹脱工序共有 14 个罐体或箱体，考虑设计余量，设计风量为 $5850 \text{Nm}^3/\text{h}$ 。

吹脱全过程均采用密闭设备内操作，液态物料采用密闭管道输送，吹脱期间设备的进出料口、观察孔等开口均保持密闭，采用法兰连接方式使设备放空口与废气管道连接。结合吹脱过程废气产生特点及设备特点，吹脱废气收集效率取 99%，其余为无组织排放。

根据《污染源源强核算技术指南 有色金属冶炼》（HJ983-2018），填料吸收塔废气吸收技术对氯化氢的去除效率为 95~99%；参考《污染源源强核算技术指南 电镀》（HJ 984-2018），喷淋塔中和法对氯化氢的去除效率 $\geq 95\%$ 。根据《挥发性有机物治理实用手册》（生态环境部大气环境司著，中国环境出版集团）、《吸附法工业有机废气治理工程技术规范（HJ2026-2013）》等资料，活性炭吸附工艺是低浓度有机废气的常用可行方法，类比调查显示，采用活性炭吸附有机废气，去除效率可达到 75%~90%。根据项目废气特点，本评价保守取 HCl 处理效率 90%，非甲烷总烃去除效率取 60%。

综上分析，锗（铅）料液吹脱工艺废气污染物产生及排放情况见表 4.4-19。

4.4.1.7 料液中和废气、洗涤废气

1. 特征污染物分析

吹脱铅（铅）料液中缓慢并精确加入稀氨水进行中和沉淀，由中和反应过程中投入的氨水中未反应的部分则进入废气中，特征污染物为氨。

2. 污染物产生情况

本评价结合到氨气产生特点，中和工序中溶液体系氨水浓度较高（平均 3~5%，按 4%），洗涤工序的氨水浓度较低（平均 1~1.5%，按 1.5%），通过《化工物性算图手册》（化学工业出版社，2002 年版）中 6.1 氨水溶液蒸气压中查得饱和蒸气压，采用大呼吸公式估算中和废气和洗涤废气中的氨挥发量。

计算公式为： $L_{\text{H}} = 4.188 \times 10^{-7} \times M \times P \times K_{\text{H}} \times K_{\text{C}}$

式中： L_0 ：氨挥发量（ kg/m^3 投入量）；

M ：罐内蒸气的分子里，氨取 17；

P ：在大量液体状态下真实的蒸气压力（ mmHg ）；

K_c ：产品因子（石油原油取 0.65，其他的有机液体取 1.0），取 1.0；

K_a ：取值按年周转次数（ K ）确定： $K \leq 36$ ， $K_a = 1$ ； $36 < K \leq 220$ ， $K_a = 11.467 \times K^{-0.7024}$ ； $K > 220$ ， $K_a = 0.26$ 。

由此核算得铝（铝）中和废气、洗涤废气氨的产生量见表 4.4-10。

表 4.4-10 铝（铝）中和废气、洗涤废气氨产生量估算一览表

废气编号	废气分类	污染物	核算参数					产生量 (kg/h)	产生量 (t/a)
			浓度 (%)	工艺 温度	产污设备数量 及蒸发面的面 积（ m^2 ）	室内风 速 (m/s)	饱和蒸汽 压 (mmHg)		
G17	吹脱铝料 液中和废 气	氨	3~5%	常温	$2 \times 4.5\text{m}^2$ (表示设备数 量×蒸发面面 积，下同)	0.35	23.61	0.18	1.438
G18	氢氧化铝 洗涤废气	氨	1~1.5%	常温	$2 \times 4.5\text{m}^2$ ， $2 \times 6\text{m}^2$	0.35	6.77	0.05	0.412
G21	吹脱铝料 液中和废 气	氨	3~5%	常温	$6 \times 4.5\text{m}^2$	0.35	23.61	0.79	6.230
G22	氢氧化铝 洗涤废气	氨	1~1.5%	常温	$10 \times 4.5\text{m}^2$ ， $6 \times 12.5\text{m}^2$	0.35	6.77	0.23	1.786

说明：氨水饱和蒸汽压来源于《化工物性算图手册》（化学工业出版社，2002 年版）中 6.1 氨水溶液蒸汽压，单位由 Pa 转化为 mmHg 。

3. 废气收集及处理措施

吹脱铝（铝）料液中和、洗涤过程均采用密闭设备内操作，液态物料采用密闭管道输送，吹脱期间设备的进出料口、观察孔等开口均保持密闭，采用法兰连接方式使设备放空口与废气管道连接。结合吹脱过程废气产生特点及设备特点，吹脱废气收集效率取 99%，其余为无组织排放。

根据本项目废气处理设计方案，吹脱铝（铝）料液中和、洗涤工序拟设置 1 套废气处理系统（两级稀硫酸液吸收+一级水喷淋），设计风量为 $76000\text{Nm}^3/\text{h}$ 。

参考《关于发布排放源统计调查产排污核算方法和系数手册的公告》（公告 2021 年第 24 号）、《环境工程技术手册：废气处理工程技术手册》（化学工业出版社王纯、张殿印主编）等相关技术文件，喷淋吸收法对碱性废气的处理效率可达到 90%以上。上述含氨废气均采用两级稀硫酸液吸收+一级水喷淋处理工艺。根据项目废气特点，

结合上述资料,本评价按两级稀硫酸液吸收+一级水喷淋的综合处理效率取98%计。

综上分析,吹脱铅(铈)料液中和、洗涤工艺废气污染物产生及排放情况见表4.4-19。

4.4.1.8 氢氧化铈(铈)干燥废气

1. 特征污染物分析

根据生产工艺流程可知,氢氧化铈(铈)物料在干燥前,沉淀前料液要经过吹脱去除有机物,通过多级纯水洗涤去除残留无机酸、氨等,以满足氢氧化铈(铈)物料的纯度要求。因此干燥工序的废气不再考虑有机物、酸、氨等污染物。

根据氢氧化铈、氢氧化铈物料的成分检测结果,铅、镉、铬、汞、砷、铊等各类重金属含量均低于方法检出限,主要是由于前序氧氯化铈工艺段经过萃取除杂(601)和浓缩结晶(701)等工序,生产的氧氯化铈中间产品中绝大多数重金属元素已经去除(检测报告显示低于检出限)。铈铈萃取分离工序不会额外引入重金属元素,氢氧化铈(铈)中间产品不含重金属,因此,本项目干燥废气不含重金属。氢氧化铈(铈)中间产品相关分析及检测报告详见附件。

氢氧化铈、氢氧化铈闪蒸干燥废气(主要污染物为颗粒物、二氧化硫、氮氧化物,其中颗粒物主要为天然气燃烧及被热风吹起的氢氧化铈、铈粉料,二氧化硫、氮氧化物主要来源于天然气燃烧),分别经过1套旋风除尘+布袋除尘+一级水喷淋处理后汇入同一个排气筒高空排放。

2. 污染物产生及排放核算

本项目干燥工序配套的直燃式热风炉属于工业炉窑,本次评价采用产污系数法计算燃烧烟气排放源强。参考《排污许可证申请与核发技术规范 工业炉窑》(HJ1121-2020)中低位热值 $36.01\text{MJ}/\text{m}^3$ 的产污系数,天然气燃烧的颗粒物产生量为 $0.172\text{g}/\text{m}^3$ 燃料、氮氧化物产生量为 $2.577\text{g}/\text{m}^3$ 燃料(未采用低氮燃烧技术); SO_2 $0.025\text{kg}/\text{万m}^3$ -天然气(S含量取 $100\text{mg}/\text{m}^3$)。废气量根据设备厂家参数确定。被热风吹起的物料量根据物料平衡分析中的氢氧化铈、氢氧化铈干料量确定。

此外,本项目的直燃式热风炉拟采用低氮燃烧技术,配备低氮燃烧器,可抑制 NO_x 的生成, NO_x 产生量可减少40%~60%,本评价取50%,即本项目直燃式热风炉天然气燃烧的 NO_x 产生系数取 $1.29\text{g}/\text{m}^3$ 燃料。

根据设计方案,闪蒸干燥设备运行方案及相关设计参数、排放制度见表4.4-11。

表 4.4-11 内热干燥设备运行情况及设计参数

用气设备	台数	小时耗量 Nm ³ /h	年耗量 Nm ³ /a	设计废气量 Nm ³ /h	排放制度
氢氧化铈内热干燥机	1	15	108000	4000	连续, 300d/a, 24h
氢氧化锆内热干燥机	1	175	1260000	50000	连续, 300d/a, 24h

根据设计参数及产污系数, 可计算得干燥废气的污染物产生量及排放量, 具体情况见表 4.4-19。

3. 基准氧含量折算排放浓度达标分析

由于直燃式热风炉需要通入大量空气进行加热, 最终外排的干燥烟气设计含氧量不高于 19.5%。本项目直燃式热风炉为氧化态, 根据《无机化学工业污染物排放标准》(GB31573-2015 及其修改单), 烟气排放的基准氧含量为 8%。经折算, 外排干燥废气的基准含氧量下污染物折算排放浓度均可达到《无机化学工业污染物排放标准》(GB31573-2015 及其修改单) 表 4 大气污染物特别排放限值的要求。

表 4.4-12 干燥废气达标排放情况分析

废气分类	污染物	废气量 (Nm ³ /h)	产生情况		处理效率 (%)	排放情况		基准氧含量折算浓度	
			产生浓度 (mg/m ³)	产生量 (t/a)		排放浓度 (mg/m ³)	排放量 (t/a)	烟气含氧量 (%)	折算排放浓度 (mg/m ³)
氧化铈干燥废气	颗粒物	4000	3393.01	97.719	99.99%	0.34	0.010	19.5	2.94
	SO ₂		0.75	0.022	0%	0.75	0.022		6.50
	NO _x		4.83	0.139	0%	4.83	0.139		41.88
氧化锆干燥废气	颗粒物	50000	7217.27	2598.217	99.99%	0.72	0.260	19.5	6.25
	锆及其化合物*		4195.04	1510.213	99.99%	0.42	0.151		3.64
	SO ₂		0.70	0.252	0%	0.70	0.252		6.07
	NO _x		2.25	0.812	0%	2.25	0.812		19.54
2 股废气合并排放 DA012	颗粒物	54000	/	/	/	0.69	0.270	19.5	6.01
	锆及其化合物*		/	/	/	0.39	0.151		3.37
	SO ₂		/	/	/	0.70	0.274		6.10
	NO _x		/	/	/	2.45	0.951		21.20

4.4.1.9 氧化铈(锆)煅烧废气

1. 特征污染物分析

煅烧窑为梭式窑, 属于工业炉窑, 根据工艺设计方案, 氢氧化锆(铈)粉料在煅烧过程处于带盖坩锅中, 不起尘, 室内从常温升温至煅烧温度 900℃~950℃, 在该煅烧温度保温 1~2 小时, 根据生产工艺流程可知, 烘干后的氢氧化锆(铈)物料在进入煅烧窑之前, 已经过前序萃取除杂、结晶除杂等工序去除了重金属元素。根据氢

氧化锆、氢氧化铪物料的成分检测结果,铅、镉、铬、汞、砷、铊等各类重金属元素含量均低于方法检出限。因此,本项目煅烧废气不含重金属,煅烧废气污染物主要为天然气燃烧产生的烟尘、SO₂和NO_x,相关分析及检测报告详见附件。

2.污染物产生及排放核算

本次评价采用产污系数法计算燃烧烟气排放源强。参考《排污许可证申请与核发技术规范 工业炉窑》(HJ1121-2020)中低位热值 36.01MJ/m³的产污系数,天然气燃烧的颗粒物产生量为 0.172g/m³燃料、氮氧化物产生量为 2.577g/m³燃料(未采用低氮燃烧技术);SO₂ 0.025kg/万 m³-天然气(S含量取 100mg/m³)。废气量根据设备厂家参数确定。

此外,本项目的煅烧窑拟采用低氮燃烧技术,配备低氮燃烧器,可抑制 NO_x的生成,NO_x产生量可减少 40%~60%,本评价取 50%。则本项目煅烧窑天然气燃烧的 NO_x产生系数取 1.29g/m³燃料。

根据设计资料、设备结构及运行特点,各煅烧设备设计运行方案及相关设计参数、排放制度见表 4.4-13。

表 4.4-13 煅烧设备运行情况及设计参数

用气设备	台数	小时耗量	年耗量	设计废气量	排放制度
		Nm ³ /h	Nm ³ /a	Nm ³ /h	
氧化铪煅烧窑	1	25	180000	2000	连续, 300d/a, 24h
氧化锆煅烧窑	1	90	648000	6000	连续, 300d/a, 24h

根据设计参数及产污系数,可计算得煅烧废气的污染物产生量及排放量,具体情况见表 4.4-19。

3.基准氧含量折算排放浓度达标分析

本项目煅烧窑加入空气助燃,煅烧过程会抽入少量空气,煅烧烟气的设计含氧量不大于 16%。本项目煅烧窑为氧化态,根据《无机化学工业污染物排放标准》(GB31573-2015 及其修改单),烟气排放的基准氧含量为 8%。经折算,外排煅烧废气的基准含氧量下污染物折算排放浓度均可达到《无机化学工业污染物排放标准》(GB31573-2015 及其修改单)表 4 大气污染物特别排放限值的要求。

表 4.4-14 煅烧废气达标排放情况分析

废气分类	污染物	废气量(Nm ³ /h)	产生情况		处理效率(%)	排放情况		基准氧含量折算浓度	
			产生浓度(mg/m ³)	产生量(t/a)		排放浓度(mg/m ³)	排放量(t/a)	烟气含氧量(%)	折算排放浓度(mg/m ³)
(氧化铪煅烧)天	颗粒物	2000	2.15	0.031	0%	2.15	0.031	16	5.59
	SO ₂		2.50	0.036	0%	2.50	0.036		6.50

废气分类	污染物	废气量 (Nm ³ /h)	产生情况		处理 效率 (%)	排放情况		基准氧含量折算浓度	
			产生浓度 (mg/m ³)	产生 量(t/a)		排放浓度 (mg/m ³)	排放 量(t/a)	烟气含氧 量 (%)	折算排放浓 度(mg/m ³)
天然气燃烧 废气	NO _x	6000	16.11	0.232	0%	16.11	0.232	16	41.88
(氯化铝 燃烧)天然 气燃烧 废气	颗粒物		2.58	0.111	0%	2.58	0.111		6.71
	SO ₂		3.00	0.130	0%	3.00	0.130		7.80
	NO _x		19.33	0.835	0%	19.33	0.835		50.25

4.4.1.10 稀碱液浓缩废气、硅酸钠浓缩废气

1. 特征污染物分析

稀碱液浓缩、硅酸钠浓缩过程产生的主要污染物为碱雾，碱雾遇冷后易形成颗粒物，因此碱雾以颗粒物表征。

2. 污染物产生量

由于碱熔后物料中含有较大量的 NaOH，在后续溶料过程易产生碱雾。参考《<污染源源强核算技术指南 电镀（征求意见稿）>编制说明》表 7，碱雾的产污系数，本次评价取 11mg/m²·s。

根据设备尺寸及数量，核算得稀碱液浓缩设施液面面积为 12m²，硅酸钠浓缩设施液面面积为 12m²，则稀碱液浓缩废气碱雾（颗粒物）产生量为 0.475kg/h，折合 3.764t/a；硅酸钠浓缩废气碱雾（颗粒物）产生量为 0.475kg/h，折合 3.764t/a。

3. 废气收集及处理措施

稀碱液和硅酸钠的浓缩设备均为密闭运行，经负压收集后的碱雾通过喷淋吸收处理后有组织排放，收集效率取 99%。根据建设单位提供的废气处理设计方案，稀碱液浓缩废气量为 8000Nm³/h，硅酸钠浓缩废气量为 10000Nm³/h。

根据《排污许可证申请与核发技术规范 稀有稀土金属冶炼》(HJ1125-2020)，湿式喷淋技术是颗粒物处理的可行技术；参考《污染源源强核算技术指南 有色金属冶炼》(HJ983-2018)，湿式除尘技术对颗粒物的去除效率为 90~99.5%。因此，本次评价保守按一级稀酸喷淋+一级水喷淋处理效率取 90%计。

综上分析，本项目稀碱液浓缩废气、硅酸钠浓缩废气的主要污染物产生及排放情况见表 4.4-19。

4.4.1.11 储罐区废气

本项目设置储罐区 1 座，共设置 2 个 200m³ 盐酸（31%）储罐、2 个 200m³ 的氨水（20%）储罐、1 个 50 m³ MIBK 罐和 1 个 50 m³ 工业硫酸储罐。本次评价主要考虑