

天津荣程联合钢铁集团有限公司  
2021 年度土壤及地下水自行监测报告

委托单位：天津荣程联合钢铁集团有限公司

编制单位：天津市清源环境监测中心

2021 年 10 月





# 目 录

<b>1 概述</b> .....	<b>1</b>
1.1 历史背景.....	1
1.2 地理位置.....	3
1.3 工作目的和任务.....	3
1.4 调查监测范围.....	3
1.5 编制依据.....	3
1.5.1 相关法律法规.....	3
1.5.2 技术规范.....	3
1.6 技术路线.....	4
<b>2 自然环境概况</b> .....	<b>6</b>
2.1 地理位置.....	6
2.2 地形、地貌.....	6
2.3 气候气象.....	6
2.4 水文水系.....	7
2.5 区域地质环境.....	7
2.5.1 构造单元划分.....	7
2.5.2 断裂.....	8
2.5.3 地层岩性.....	9
2.6 水文地质条件.....	10
2.6.1 地下水系统划分及分区特征.....	10
2.6.2 地下水赋存条件及水化学特征.....	11
2.6.3 地下水的补给、径流与排泄.....	13
2.6.4 地下水动态.....	14
2.7 地下水资源开发利用现状.....	14
2.8 厂区地质与水文地质概况.....	14
2.8.1 厂区地质概况.....	14
2.8.2 场地水文地质概况.....	18
<b>3 项目概况</b> .....	<b>20</b>

3.1 资料收集与分析.....	20
3.2 现场踏勘与人员访谈.....	20
3.2.1 现场踏勘情况.....	20
3.2.2 人员访谈.....	24
3.3 地块历史情况.....	24
3.4 企业基本信息及现状.....	31
3.5 原辅材料消耗及储运情况.....	36
3.6 生产工艺及产污分析.....	36
3.6.1 烧结工艺流程.....	37
3.6.2 球团生产工艺流程.....	41
3.6.3 冶炼车间生产工艺.....	42
3.6.4 炼钢车间工艺流程.....	43
3.6.5 直接还原转底炉.....	44
3.6.6 轧钢工艺流程.....	45
3.6.7 石灰车间.....	51
3.7 污染物排放分析.....	53
3.7.1 废气.....	53
3.7.2 废水.....	57
3.7.3 固体废物.....	58
3.8 场地周边环境敏感点调查.....	60
3.8.1 居民区（受体）.....	63
3.8.2 地下水.....	63
3.8.3 地表水.....	63
3.8.4 农田.....	63
3.9 污染区域污染识别.....	63
3.9.1 制氧车间区域主要污染源及污染物.....	63
3.9.2 轧钢车间区域（棒材、高线、带钢）主要污染源及污染物.....	64
3.9.3 高炉区主要污染源及污染物.....	64
3.9.4 烧结区主要污染源及污染物.....	65
3.9.5 炼钢区主要污染源及污染物.....	65

3.9.6	料场主要污染源及污染物.....	65
3.9.7	危废间主要污染源及污染物.....	65
3.9.8	污水处理厂主要污染源及污染物.....	65
3.10	污染场地概念模型.....	69
3.10.1	潜在污染源.....	69
3.10.2	受体及暴露途径.....	69
3.10.3	地块初步污染概念模型.....	69
3.11	企业历史土壤监测情况.....	70
3.11.1	监测方案.....	70
3.11.2	土壤监测结果.....	75
3.11.3	地下水监测结果.....	76
<b>4</b>	<b>自行监测方案.....</b>	<b>78</b>
4.1	布点区域筛选.....	78
4.2	布点深度.....	79
4.3	监测因子.....	79
4.4	布点方案.....	80
<b>5</b>	<b>土壤和地下水样品采集.....</b>	<b>90</b>
5.1	土壤样品采集.....	90
5.1.1	采样器具准备.....	92
5.1.2	土壤样品采集.....	92
5.1.3	现场采样.....	95
5.2	地下水采样井建设.....	97
5.2.1	建井.....	97
5.2.2	洗井.....	98
5.2.3	地下水样品采集.....	98
5.3	样品检测.....	102
5.3.1	分析方法.....	102
5.3.2	样品的保存.....	106
5.3.3	样品的流转.....	107

5.3.4 土壤样品制备.....	108
5.3.5 样品前处理.....	108
5.3.6 样品检测.....	108
5.3.7 实验室检测质量控制.....	109
<b>6 结果分析及风险筛选.....</b>	<b>118</b>
6.1 结果分析.....	118
6.1.1 检测数据分析.....	118
6.1.2 采样分析结论.....	121
6.2 风险筛选.....	121
6.2.1 土壤筛选标准.....	121
6.2.2 地下水评价标准.....	123
6.2.3 筛选方法.....	124
6.2.4 筛选结果.....	124
6.2.5 与对照点对照评价结果.....	129
6.2.6 与历史数据对比评价结果.....	137
6.2.7 筛选结论及不确定性分析.....	138
<b>7 结论及建议.....</b>	<b>140</b>
7.1 自行监测结论.....	140
7.2 建议.....	141

# 1 概述

## 1.1 历史背景

天津荣程联合钢铁集团有限公司（以下简称“荣钢”）成立于 2001 年 4 月，其前身是天津市渤海冶金工业有限公司，坐落在天津市津南区葛沽镇冶金工业园区。经过十余年的发展，公司生产模式由原来单一的高炉、铸铁逐步发展成为集烧结（球团）、炼铁、炼钢、轧钢为一体的全流程大型钢铁联合生产企业。主体和主要辅助系统包括烧结、球团、高炉炼铁、转炉炼钢、连铸、轧钢和石灰、制氧等生产单元。

荣钢为全流程大型钢铁联合生产企业，厂内共包括天津荣程联合钢铁集团有限公司、天津荣程联合金属制品有限公司、天津荣程祥矿产有限公司等三家公司，三家公司均为独立法人，共同使用天津荣程联合钢铁集团有限公司土地进行生产。其中，天津荣程联合钢铁集团有限公司主要进行炼铁、炼钢、石灰等相关生产，天津荣程联合金属制品有限公司主要进行轧钢生产，天津荣程祥矿产有限公司主要进行原料场、球团、烧结等相关生产。

公司占地 3200 亩，公司主体设施及装备包括 1 台 200m<sup>2</sup> 烧结机、1 台 230m<sup>2</sup> 烧结机、1 台 265m<sup>2</sup> 烧结机，1 座年产 150 万 t 球团链篦机-回转窑；4 座 300m<sup>3</sup> 石灰竖窑，1 座 20 万 t/a 石灰回转窑；2 座 588m<sup>3</sup> 高炉、1 座 1200m<sup>3</sup> 高炉、1 座 1380m<sup>3</sup> 高炉，同步配套 4 台 TRT 余压发电装置；1 座 100 万 t/a 直接还原铁转底炉；800t/d 铸铁机和 1800t/d 铸铁机各 1 台；3 座 120t 转炉，1 座 120tVOD 真空精炼炉、1 座 120tRH 钢包精炼炉、2 座 120tLF 钢包精炼炉、3 座 120tCAS 钢包精炼炉；4 台(圆、矩形钢坯)连铸机；2 条带钢生产线、2 条高速线材生产线、1 条合金钢棒材生产线；同步配套 2 套 1.5 万 m<sup>3</sup>/h 空分制氧系统，1 座 5 万 m<sup>3</sup> 高炉煤气柜和 1 座 8 万 m<sup>3</sup> 转炉煤气柜，1 台 25MW 煤气发电机组、1 台 7MW 转炉饱和蒸汽发电机组、1 台 7.5MW230m<sup>2</sup> 烧结机余热蒸汽发电机组以及 1 台高线、棒材 1MW 蒸汽螺杆发电以及 265m<sup>2</sup> 烧结机同轴节电装置；1 台 20t/h 和 1 台 25t/h 燃转炉煤气快速锅炉，1 台 20t/h、1 台 50t/h、1 台 100t/h 燃高炉煤气锅炉，1 台 130t/h 燃气发电锅炉，1 座设计日处理能力为 4.8 万 t/d 的污水处理厂，6 座原料场合计 16.84 万 m<sup>2</sup> 以及 3 座 110kV、1 座 220kV 变电站等辅助设施。

目前荣钢具备年产铁 374 万 t、钢 420 万 t、材 450 万 t 的产能。公司主要产品为 200~450mm 规格圆坯；180\*400 mm~ 550mm 规格矩形坯；宽度 450~ 550mm、500~650mm 带钢卷，5~20mm、中 5.5~22mm 高速线材以及 45~220mm 合金钢棒材产品。钢种以低

合金钢为主，涵盖普碳、低合金和合金钢三个品种，企业产品被广泛应用于造船、铁路、通讯、机械、建筑、工业工程等领域。

公司于 2016 年委托有关单位编制了《天津荣程联合钢铁集团有限公司现状环境影响评估报告》，对厂内三家公司所有工序进行了分析评估，并于 2016 年 12 月获得了天津市环境保护局《市环保局关于天津荣程联合钢铁集团有限公司现状环境影响评估报告备案意见的函》（津环保便函[2016]396 号）（详见附件）。2017 年 10 月，天津荣程联合钢铁集团有限公司依法申请了排污许可证，并获得了天津市津南区行政审批局下发的排污许可证，并在 2020 年做了排污许可证的变更。同时，天津荣程联合金属制品有限公司、天津荣程祥矿产有限公司也分别获得了津南区审批局下发的排污许可证。2016 年至今，荣程集团建设了“65MW 煤气高效清洁综合利用发电项目”、“钢渣综合处理利用及循环经济项目”、“高炉热风炉烟气脱硫项目工程”、“新修线路及站台封闭”等项目，并已分别取得了天津市津南区行政审批局的批复文件。

公司各个生产装置符合国家产业政策要求，不存在淘汰类工艺、设备及产品，公司环保手续齐全。现厂区已运营多年，主要的环境影响因素为废水、废气、噪声和固体废物，若厂区的土壤及地下水一旦受到污染，将会直接或间接对附近人畜健康造成严重影响。

根据国务院发布的《土壤污染防治行动计划》（国发〔2016〕31 号），2020 年底前掌握重点行业企业用地中的污染地块分布及其环境风险情况；《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019 年 1 月 1 日实施）第二十一条要求，土壤污染重点监管单位应当制定、实施自行监测方案，并将监测数据报生态环境主管部门；根据天津市生态环境局关于印发《天津市土壤污染重点监管企业自行监测及信息公开技术指南》（津环土[2020]39 号）要求，列入《天津市土壤污染重点监管单位名录》的企业应按照通知要求开展土壤环境自行监测工作。天津荣程联合钢铁集团有限公司为土壤环境重点监管企业，应自行或委托有环境资质的环境监测机构，对企业用地每年开展至少 1 次土壤环境监测，编制土壤环境自行监测报告，监测数据和报告向当地生态环境部门备案并向社会公开。

鉴于此，天津荣程联合钢铁集团有限公司委托我单位（具有土壤环境监测资质）进行土壤环境质量调查，确定天津荣程联合钢铁集团有限公司土壤和地下水污染状况，对企业风险进行筛查，为企业后续生产过程中土壤和地下水污染防治工作提供依据。

2021 年 6 月，天津荣程联合钢铁集团有限公司委托天津市清源环境监测中心编制完成了《天津荣程联合钢铁集团有限公司土壤及地下水自行监测方案》，并通过专家评

审，本次现场调查采样工作按照自行监测方案展开。

## 1.2 地理位置

天津荣程联合钢铁集团有限公司位于天津市津南区葛沽镇冶金工业园区，地理位置坐标为北纬北纬 38°51'50.26"，东经 116°47'54.28"。

## 1.3 工作目的和任务

为了落实国家《土壤污染防治行动计划》（国发〔2016〕65 号）和《天津市土壤污染重点监管企业自行监测及信息公开技术指南》（津环土〔2020〕39 号），加强在产企业土壤和地下水环境保护监督管理，管控在产企业土壤和地下水污染，开展在产企业开展土壤及地下水自行监测工作。对场地开展土壤污染防治隐患排查，重点对生产区、原料及废物堆放区、存放区和转运区开展排查，为后期制定土壤污染隐患整改等工作提供依据。

## 1.4 调查监测范围

调查范围为天津荣程联合钢铁集团有限公司用地红线范围内，占地面积 33259.9m<sup>2</sup>。

## 1.5 编制依据

### 1.5.1 相关法律法规

- 《中华人民共和国环境保护法》（主席令〔2015〕9 号）；
- 《中华人民共和国固体废物污染防治法》（主席令〔2004〕31 号）；
- 《中华人民共和国水污染防治法》（主席令〔2008〕87 号）；
- 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019 年 1 月 1 日实施）；
- 《关于加强重金属污染防治工作的指导意见》（国办发〔2009〕61 号）；
- 《国务院关于印发近期土壤环境保护和综合治理工作安排的通知》（国办发〔2013〕7 号）；
- 《土壤污染防治行动计划》（国发〔2016〕31 号）；
- 《天津市土壤污染重点监管企业自行监测及信息公开技术指南》（津环土〔2020〕39 号）。

### 1.5.2 技术规范

- 《重点行业企业用地调查疑似污染地块布点技术规定》；
- 《重点行业企业用地调查样品采集保存和流转技术规定》；

- 《关于进一步明确重点行业企业用地调查相关要求的通知》；
- 《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ25.1-2019）；
- 《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ25.2-2019）；
- 《污染场地术语》（HJ682-2019）；
- 《环境影响评价技术导则-地下水环境》（HJ610-2016）；
- 《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》（环发[2014]78号）；
- 《地下水环境状况调查评价工作指南》（试行）；
- 《重点行业企业用地调查信息采集技术规定（试行）》；
- 《重点行业企业用地调查疑似污染地块布点技术规定（试行）》；
- 《重点行业企业用地调查样品采集保存和流转技术规定（试行）》；
- 《全国土壤污染状况详查土壤样品分析测试方法技术规定》；
- 《全国土壤污染状况详查地下水样品分析测试方法技术规定》；
- 《重点行业企业用地调查质量保证与质量控制技术规定（试行）》；
- 《北京市重点企业土壤环境监测技术指南》（征求意见稿）；
- 《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）；
- 《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164-2004）；
- 《地下水环境监测井建井技术指南》（中国环境监测总站，2013年7月）；
- 《地下水样品采集技术指南》（中国环境监测总站，2013年7月）；
- 《土壤环境质量评价技术规范》（第二次征求意见稿）；
- 《场地土壤环境风险评价筛选值》（DB11/T 811-2011）；
- 《土壤环境质量标准 建设用地土壤风险管控标准》（GB36600-2018）；
- 《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；
- 《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）。

## 1.6 技术路线

本项目技术路线如下图所示。

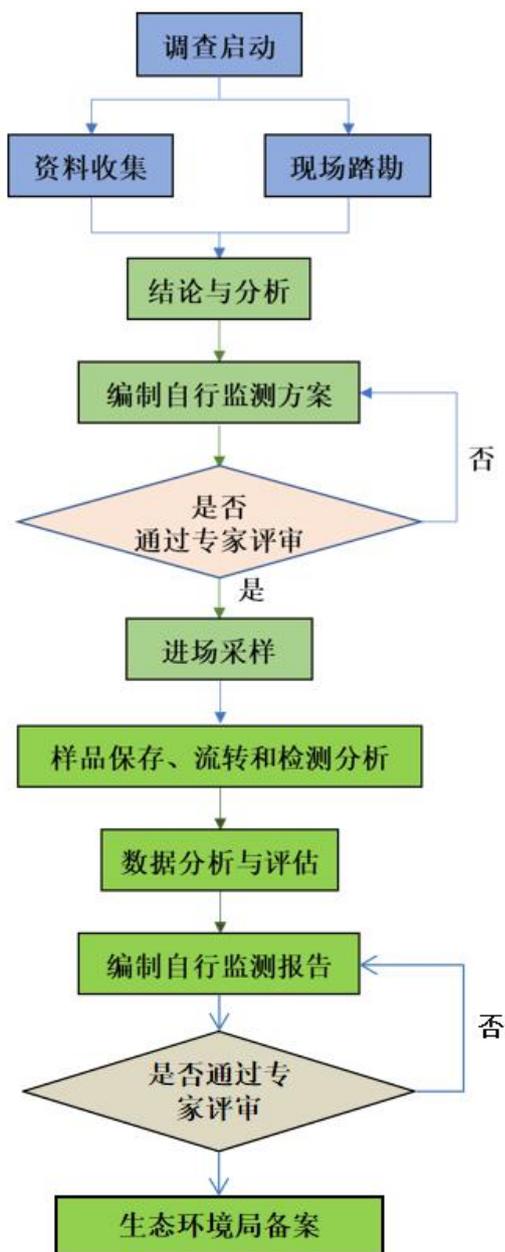


图 1.1 技术路线图

## 2 自然环境概况

### 2.1 地理位置

津南区位于天津市东南部，海河下游南岸，是天津市的四个环城区之一，总面积 420.72km<sup>2</sup>，是连接市中心区和滨海新区的重要通道。东、南与滨海新区接壤，西与河西区、西青区相连，北与东丽区隔海河相望。地处北纬 38°50′~39°04′，东经 117°14′~117°33′之间，东部的葛沽镇是滨海新区的重要组成部分。区政府所在地咸水沽镇是天津的卫星城镇之一。

### 2.2 地形、地貌

津南区位于天津市市区东南部，海河下游南岸，地理坐标为东经 117°14'32"~117°33'00"，北纬 38°50'02"~39°04'32"，东、南均与滨海新区接壤，西与河西区、西青区相连，北与东丽区隔海河相望。津南区均属海积冲积低平原，由近代海侵层和河流冲积形成，海相层分布广，西高东低。根据下图可知，调查区地处华北冲积平原东北部，在天津市地貌分区中属海积冲积低平原区（II<sub>4</sub>），是地质构造下沉，河流、湖泊、海洋搬运堆积，人为改造等多种因素综合作用所形成。

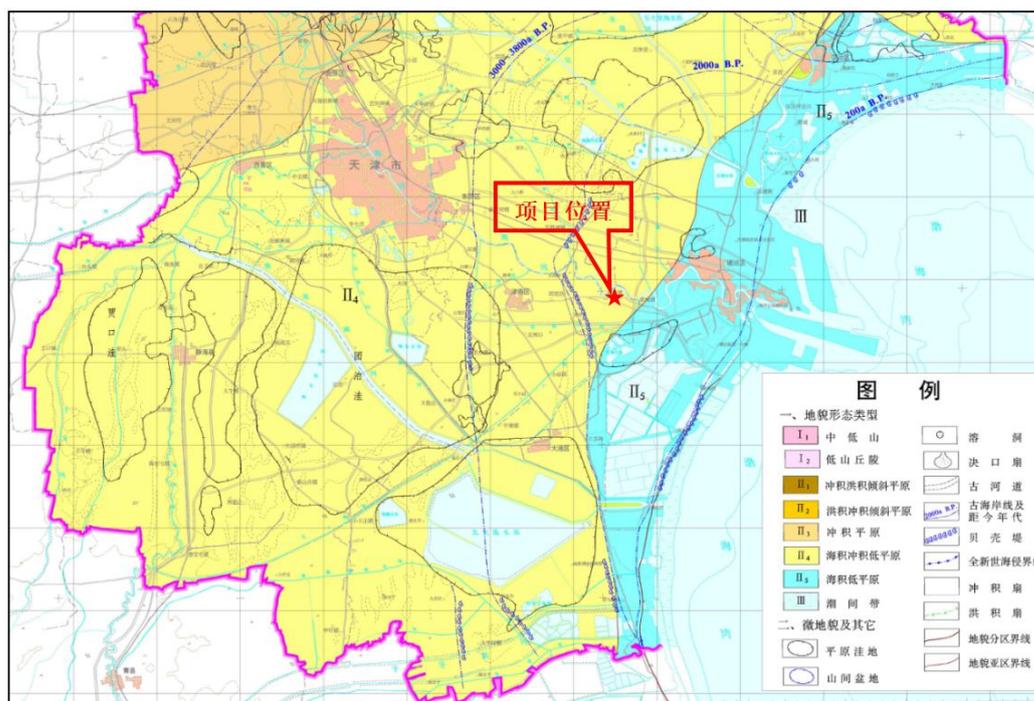


图 2.1 区域地形地貌图

### 2.3 气候气象

津南区气候属暖温带半湿润季风型大陆性气候，光照充足，季风显著，四季分明，

雨热同期。春季多风，干旱少雨；夏季炎热，降雨集中；秋季天高，气爽宜人；冬季寒冷，干燥少雪。年平均日照时数 2659 小时，年平均气温 11.9 度，年平均无霜期 206 天，年平均地面温度 14.5 度，年平均降水量 556.4 毫米，年平均相对湿度 64%。

## 2.4 水文水系

### (1) 地表水

津南区原为平原感潮地区，境内各主要河道受潮汐及上游来水影响，修建海河防潮闸后，潮汐逐渐减弱。1971 年以后，来水完全断绝，用水完全靠外调水和开采地下水，水文情势受人为影响。由于历代屯垦的原因，境内河道多为南北走向。全区共有用水河道 6 条，分别为马厂减河、洪泥河、月牙河、双桥河、双白引河、十米河；共有排水河道 7 条，分别为跃进河、咸排河、石柱子河、四丈河、幸福河（南白排河）、八米河、卫津河。

### (2) 地下水

津南区地下水埋深较浅（1~2m），且矿化度较高，属冲海集平原咸水分布区。全区地下水资源年允许开采总量为 1200 万 m<sup>3</sup>。

## 2.5 区域地质环境

### 2.5.1 构造单元划分

依据《天津市构造单元分区图》得知，调查区大地构造位置属于一级构造单元华北准地台（I），二级构造单元为华北断拗（II2），三级构造单元为黄骅拗陷（III4）、四级构造单元为板桥凹陷（IV14）。

表 2.1 天津市地质构造单元划分表

I级	II级	III级	IV级
华北准地台	燕山台褶带（III1）	蓟宝隆褶（III1）	蓟县凹褶（IV1） 开滦台凹（IV2）
	华北断拗（II2）	沧县隆起（III2）	王草庄凸起（IV3） 潘庄凸起（IV4） 双窑凸起（IV5） 白塘口凹陷（IV6） 小韩庄凸起（IV7） （包含小东庄凸起） 大城凸起（IV8）
		冀中拗陷（III3）	杨村斜坡（IV9） 武清凹陷（IV10） 里坦凹陷（IV11）
		黄骅拗陷（III4）	宁河凸起（IV12） 北塘凹陷（IV13）

			板桥凹陷 (IV14) 歧口凹陷 (IV15)
--	--	--	----------------------------



图 2.2 区域地质构造单元图

### 2.5.2 断裂

天津地区多为第四系沉积覆盖，厚度 300~430m，其下见新生界和下古生界基岩，断裂构造发育，均为隐伏断裂。调查区周边规模较大的断裂有天津断裂和海河断裂。北东向的天津断裂和北西向的海河断裂相互交错切割，控制了本区的主要构造格局。

### (1) 天津断裂

天津断裂北起宁河潘庄农场-杨建庄-温家房子-过市区八里台，并向南延伸，经西青区陈台子-静海县大丰堆-巨庄子-唐官屯西，天津境内长约 85 公里。走向北北东（NNE），倾向北西西（NWW），倾角  $40^{\circ}\sim 70^{\circ}$ ，平均倾角  $45^{\circ}$  左右，为东盘相对上升的正断层。该断层上断点埋深多数在 1000m 左右，少数在 400m 左右，最浅部位 125m（大毕庄一带）。

### (2) 海河断裂

海河断裂总体呈 NWW 方向，西自河北省固安附近，穿过天津市区，经东丽区、塘沽区一直延伸到渤海湾西部海域附近，贯穿了沧县隆起和黄骅拗陷北部，长约 300 公里，天津地区长 70 余公里。为潘庄凸起与白塘口凹陷、塘沽鼻状凸起与板桥、歧口凹陷的分界断裂。该断裂为一条切割深度大于 8km 的深大断裂，断层倾向南，上部倾角约  $70^{\circ}$  度，向下逐渐变缓，为张性正断层。

## 2.5.3 地层岩性

项目调查区位于天津海积冲积平原区，下伏地层由老至新依次为中上元古界、古生界、中生界与新生界。巨厚新生代地层覆盖于基岩地层之上，基岩埋深多在 2000~4000m。基岩之上主要为古近纪和新近纪地层，第四纪地层厚度约 400 余米。第四纪以来的构造运动继承了古近纪和新近纪的格局，至少发生过四次海侵，形成一套以河流相和洪泛平原相为主并夹至少四层海相堆积的砂、泥质松散沉积地层。调查区第四系自下而上可划分为更新统和全新统，前者可再分为下更新统杨柳青组( $Q_p^1y$ )、中更新统佟楼组( $Q_p^2to$ )、上更新统塘沽组( $Q_p^3ta$ )，全新统为天津组( $Q_h^1$ )。

#### (1) 下更新统杨柳青组( $Q_p^1y$ )

杨柳青组一般厚 110~120m，底界埋深约 260~280m。岩性由砂和粘性土所构成的基本层序组成。砂层多呈棕黄、黄灰色，局部发育灰与灰绿色层，以细砂为主，上部常见粉砂，下部可见中砂。粘性土以粘土和亚粘土为主，多呈棕、黄棕色，并发育灰、深灰、黑灰、蓝灰、灰绿色土层和浅棕红、棕红色夹层，土层中发育钙质结核和铁锰质结核。为一套曲流河与洪泛平原相的堆积层。

#### (2) 中更新统佟楼组( $Q_p^2to$ )

佟楼组一般厚约 90~100m，底界标高约 150~170m。岩性以呈棕黄、灰黄、浅棕灰、橄榄灰色粉细砂、粉砂及橄榄色、橄榄灰、灰绿、灰棕色、棕、黄棕色粘土、亚粘土为主，具有明显的二元结构。土层中发育钙质结核和铁锰质结核，含淡水软体动物壳、

鱼骨和陆相介形虫等。佟楼组主要为一套曲流河与洪泛平原和湖沼相的堆积层并经历过海侵事件的影响。

### (3) 上更新统塘沽组(Q<sub>p</sub><sup>3</sup>ta)

塘沽组的基本层序具有二元结构特征，砂与粘性土的单层厚度总体上较小，砂层具向上变细、变薄和逐渐消失的趋势，以粉砂为主，局部发育少量的粉细砂和细砂，多呈黄棕、棕黄、浅灰棕、浅橄榄、浅绿灰等色；粘性土的厚度一般大于砂层。主要为粘土和亚粘土，以黄棕、棕色层占优势并与浅橄榄、橄榄色、棕灰、橄榄灰（绿灰）、灰、深灰色等土层构成不等厚互层状。

塘沽组最显著的特征是发育两期较稳定的海侵层，自下而上分别为本区的第Ⅲ、第Ⅱ海侵层。海侵层中常见一些海相软体动物壳并富含广盐性、低盐种组合的有孔虫和海相介形虫，少量陆相软体动物、介形虫和轮藻等常与其伴生。

塘沽组为一套冲湖积与滨海积交互发育的地层。塘沽组与下伏佟楼组呈整合接触关系，一般厚约 40~60m，局部最大厚度可达 67m、最小厚度为 49m。底界埋深约 60~70m。

### (4) 全新统天津组(Q<sub>h</sub><sup>1</sup>)

天津组全部由以灰色调为主的粘性土构成。顶底为较薄的陆相堆积层；中部为较厚的海侵堆积层，为本区的第Ⅰ海侵层。自下而上形成一套完整的海进~海退层序。天津组一般厚约 14~25m。

## 2.6 水文地质条件

### 2.6.1 地下水系统划分及分区特征

根据水文地质结构特征，可将天津市全境划为 5 个地下水系统区，其中包括 8 个地下水系统子区，4 个地下水系统小区（下表）。调查评价区所处地下水系统为海河冲积海积地下水系统子区(Ⅱ3+Ⅲ3+Ⅳ3)（下图）。地下水系统基本特征见下表。

表 2.2 天津市地下水平原区地下水系统区划表

地下水系统	地下水系统子区/小区	
潮白河蓟运河地下水系统(I)	潮白河蓟运河冲洪积扇系统子区(I <sub>1</sub> )	蓟运河冲洪积扇系统小区(I <sub>1-1</sub> )
		潮白河冲洪积扇系统小区(I <sub>1-2</sub> )
	潮白河蓟运河古河道带系统子区(I <sub>2</sub> )	蓟运河古河道带地下水系统小区(I <sub>2-1</sub> )
		潮白河古河道带地下水系统小区(I <sub>2-2</sub> )
	潮白河蓟运河冲积海积地下水系统子区(I <sub>3</sub> )	
永定河地下水系统(Ⅲ)	永定河冲洪积扇地下水系统子区(Ⅱ <sub>1</sub> )	

	永定河古河道带地下水系统子区(II <sub>2</sub> )
子牙河地下水系统(IV)	子牙河古河道带地下水系统子区(IV <sub>2</sub> )
永定河大清河子牙河地下水系统(III+IV+V)	海河冲积海积地下水系统子区(II <sub>3</sub> +III <sub>3</sub> +IV <sub>3</sub> )
漳卫河地下水系统(VI)	漳卫河冲积海积地下水系统子区(V <sub>3</sub> )

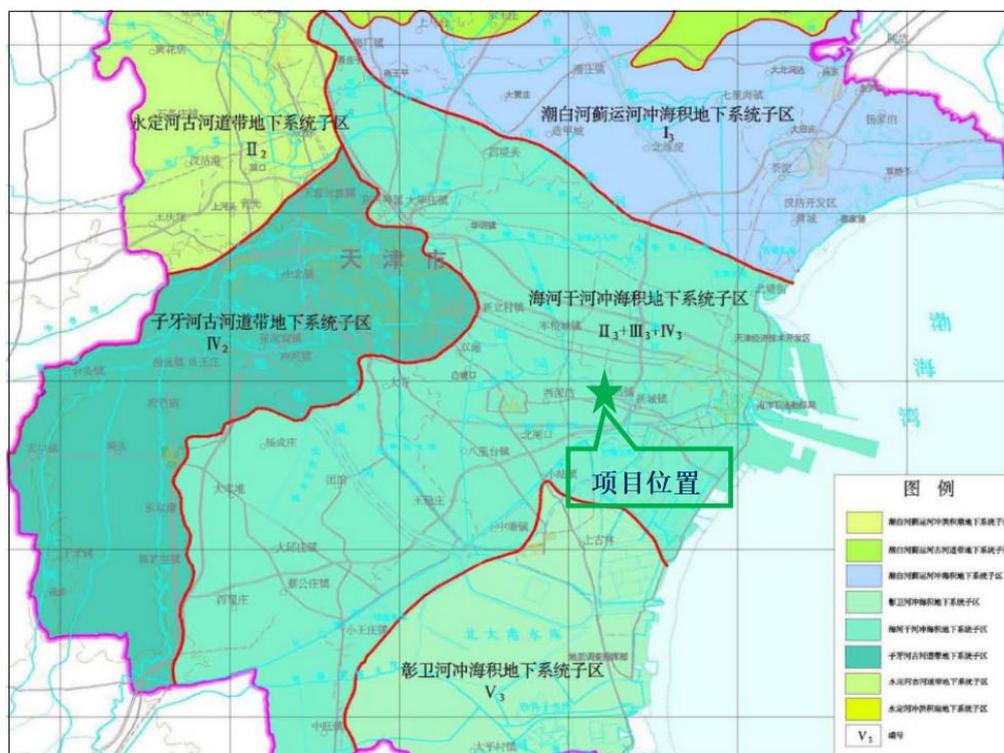


图 2.3 天津市地下水系统区划图

表 2.3 海河冲积海积地下水系统子区(III<sub>3</sub>+IV<sub>3</sub>+V<sub>3</sub>)基本特征表

地下水系统子区	含水层组	分布范围	地下水系统基本特征	供水意义
海河冲积海积地下水系统子区(III <sub>3</sub> +IV <sub>3</sub> +V <sub>3</sub> )	浅层孔隙水含水层	北辰区、东丽区、塘沽区中部、静海东部	地处滨海带和诸河入海带，受多次海侵影响，浅层水均为矿化度大于 5g/L 的咸水，咸水底界深度由北部和西部 80 余米向东部及南部增至 160m。咸水层多为粉砂及粉细砂，涌水量 100-500 或小于 100m <sup>3</sup> /d。	无供水意义
	深层孔隙水含水层		含水层为冲湖积粉细砂层，颗粒细，层次多，在垂向上以第III含水组厚度较大，以细砂为主，西部水量可达 1000-2000m <sup>3</sup> /d，其余地区及第II含水组涌水量均在 500-1000m <sup>3</sup> /d。主要受越流补给和侧向补给。由于大量超采，形成大范围的水位下降及漏斗区。为矿化度小于 1.5g/L 的 HCO <sub>3</sub> ·Cl—Na 及 Cl·SO <sub>4</sub> —Na 水。	有一定供水意义

### 2.6.2 地下水赋存条件及水化学特征

根据地下水埋藏条件、水质特征，津南区属于浅层中层地下咸水—深层地下淡水叠置区。咸水是指矿化度大于 2g/L 的地下水，其主要阴离子为  $\text{Cl}^-$  和  $\text{SO}_4^{2-}$ 。咸水体上部属浅层水范畴，下部为微承压水和浅层承压水。咸水底界在天津市南部平原区一般在 40~160m 左右，整体上东北埋深浅，西南埋深深。津南区咸水底界埋深大多在 120m。

津南区第四系含水层系统可划分为四个含水岩组，第 I 含水组底界在 80~90m，均为咸水；第 II 含水组底界一般小于 200m；第 III 含水组底底界在 280m 左右，第 IV 含水组的底界在 390~400m。

本次主要调查对象为第 I 含水组上部的潜水含水层的水文地质条件，故对第 I 含水组的水文地质条件详述如下：

第 I 含水组按照水力性质，自上而下进一步分为潜水、微承压水或浅层承压水，地层时代为全新统一上更新统。岩性结构为粘性土与砂土交互沉积或上细下粗的双层结构，地下水参与现代水循环，地下水径流交替较快，接受大气降水和地表水补给，并对深层水产生越流补给。

咸水含水层岩性以细砂、粉细砂为主，具有多层结构，砂层厚度不等，呈透镜状分布，不连续，稳定性差，一般 4~6 层，单层厚度 2~5m，累积厚一般为 10~20m。咸水含水层底界深度一般 80~90m。弱富水区主要分布在津南区西部，极弱富水区主要分布在津南区大部分区域（图 2.7）。

津南区第 I 含水组地下水水化学类型主要为  $\text{Cl}-\text{Na}$  型，矿化度多在 3~5g/L 左右。

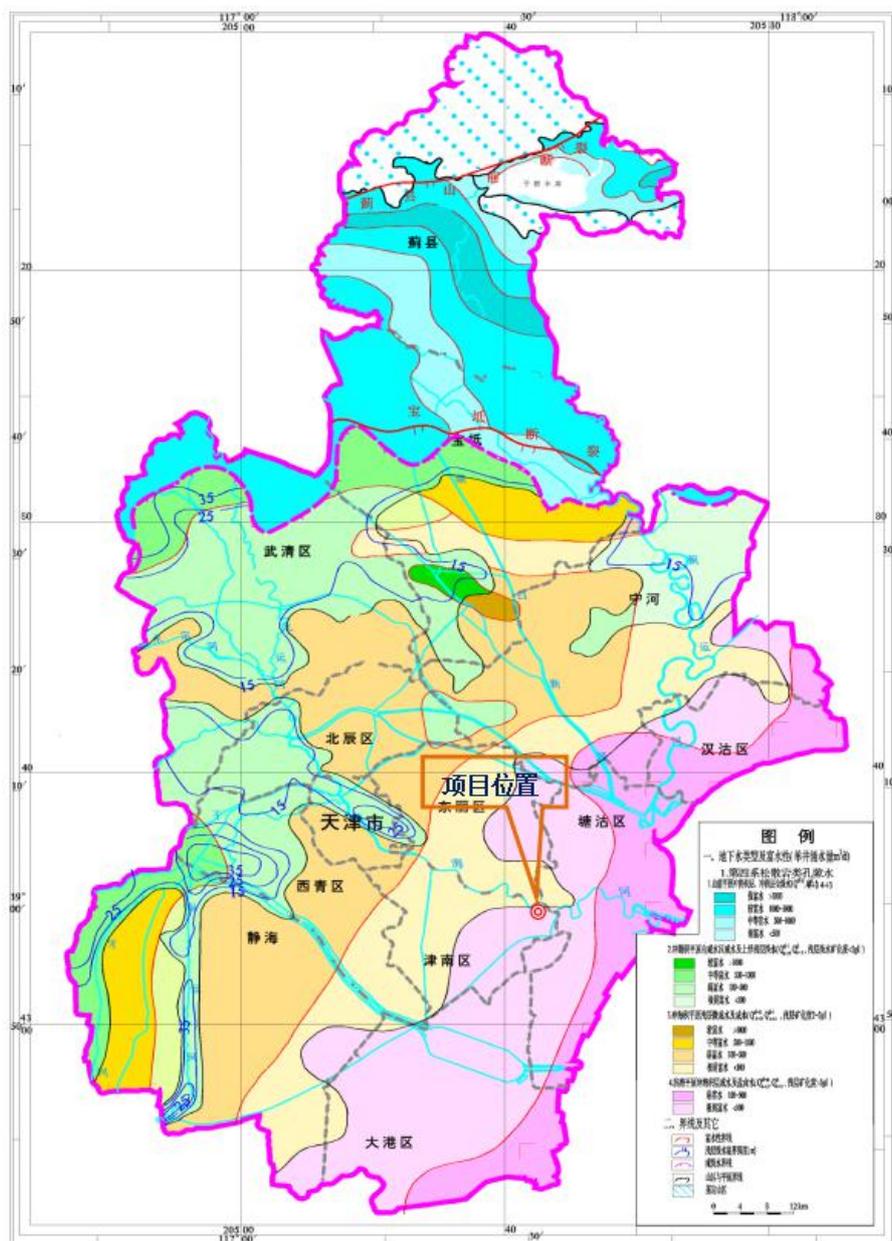


图 2.4 天津市浅层地下水水文地质图

### 2.6.3 地下水的补给、径流与排泄

#### 1、浅层地下水

浅层地下水埋藏浅，主要接受大气降水的入渗等各量的补给，其中大气降水入渗补给量最大。由于地势平坦，含水砂层颗粒细小，砂层厚度薄、渗透性和导水性差，径流极缓，总体上是由西北流向东南。浅层地下水的排泄方式以蒸发为主，其次还有人工开采、向深层地下水越流下渗和排入地表水体（河流、洼淀、水库）等排泄途径。

#### 2、深层地下水

深层孔隙水由于埋藏较深，不能直接接受降水补给，主要是侧向径流补给和浅层水向

深层地下水的越流下渗补给。深层水含水层间的隔水层均为粘土或粉质粘土，渗透性差，越流条件差。因此，侧向径流补给成为地下水的主要补给方式。人工开采是深层地下水的主要排泄途径。地下水总体流向渤海湾，渤海湾是深层地下水的最终排泄带。

本项目场地在地貌上属于堆积平原区（II）海积冲积低平原亚区（II4），第四系地层大面积分布，由近代海侵层和河流冲积形成，海相层分布广，地势平缓，水文地质条件相对简单。根据《天津市平原区浅层水水位埋深及等水位线图》，本项目整体地下水流向为西北向东南方向。

## 2.6.4 地下水动态

### 1、浅层水水位动态

浅层水水位主要受降水的影响，在丰水期（6-9 月份）地下水水位较高，在枯水期（12 月到翌年的 3 月份）地下水水位较低。多年水位动态受降水控制，一般枯水年水位有明显下降，而丰水年基本可得到恢复，多年水位无明显下降。

### 2、深层水水位动态

深层淡水补给条件差，水位动态主要受开采影响。由于受夏灌强开采的影响，低水位期一般出现在 5~6 月，丰水期停采后，水位逐渐回升，大多至翌年 1~3 月为高水位，一般年水位变幅量小于 4m。在多年变化中，由于超量开采地下水，大部分地区水位呈逐年下降趋势，一般丰水年水位回升或降幅变缓，枯水年降幅加大。根据《2015 天津市地质矿产年报》可知，2015 年天津市平原区第 II 含水组水位较 2014 年平均下降约 0.72m，属弱下降变化；2015 年南水北调天津中线工程实施后，深层地下水特别是第 III、IV 含水组地下水大量减采，中心城区第 III、IV 含水组地下水水位有所回升，较 2014 年平均回升约 0.4m 和 0.9m。

## 2.7 地下水资源开发利用现状

上世纪 70 年代，津南区深层地下水平均开采强度约为  $6 \times 10^4 \text{m}^3/(\text{a} \cdot \text{km}^2)$ ；至 80 年代，开采量逐渐增大，平均开采强度增至  $11.2 \times 10^4 \text{m}^3/(\text{a} \cdot \text{km}^2)$ ；至 90 年代，平均开采强度压缩至  $9.17 \times 10^4 \text{m}^3/(\text{a} \cdot \text{km}^2)$ 。1991 年至今，津南区第 I 含水组的浅层咸水开采量基本为 0，深层地下水平均开采量约为  $3338 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ ，以第 III 含水组开采量最大，约占总开采量的 36.7%；深层地下水的开采主要用途为生活用水，约占总开采量的 57.7%。

## 2.8 厂区地质与水文地质概况

### 2.8.1 厂区地质概况

### 2.8.1.1 地形地貌

厂区地势基本平坦，局部区域略有起伏，各钻孔孔口高程介于 0.86m~2.52m 之间。

### 2.8.1.2 地层分布

根据本次勘察资料，在场地上地表下 15.0m 深度范围内，地基土按成因和力学性质可划分为 3 个大层，现自上而下分述之：

#### 1) 人工填土层 (Qml)

全场地均有分布，厚度 0.20m~2.90m，该层从上而下可分 2 亚层：

杂填土(地层编号①<sub>1</sub>)：厚度一般为 0.20m~2.90m，呈杂色,松散,湿,含大量砖灰渣。该层土在场地上普遍分布。

素填土(地层编号①<sub>2</sub>)：厚度一般为 0.90m~2.30m，呈褐黄色,以粉质黏土为主，湿-饱和,可塑,含少量灰渣。该层土在场地上普遍分布。

#### 2) 全新统上组河床~河漫滩相沉积层 (Q<sub>4</sub>al)

粉质黏土(地层编号④<sub>1</sub>)：厚度约 1.10m~4.20m，呈褐黄色,湿-饱和，可塑~软塑，部分区域为黏土，含氧化铁。该层土在场地上普遍分布。

#### 3) 全新统中组浅海相沉积层 (Q<sub>4</sub><sup>2</sup>m)

粉质黏土(地层编号⑥<sub>1</sub>)：厚度约 0.60m~3.40m，呈灰色，饱和，软塑~流塑，局部为粉土，含有机质，该层土在场地上普遍分布。

粉土(地层编号⑥<sub>3</sub>)：厚度约 1.70m~2.50m，呈灰色，饱和，中密，与粉质黏土呈互层分布，含云母、有机质，该层土在场地上普遍分布。

粉质黏土(地层编号⑥<sub>4</sub>)：揭露最大厚度为 3.00m，未穿透，呈灰色，饱和，软塑~流塑，局部为粉土，含有机质，该层土在场地上普遍分布。

根据勘察情况，绘制水文地质剖面布置图和水文地质剖面图。钻孔柱状图详见附件。

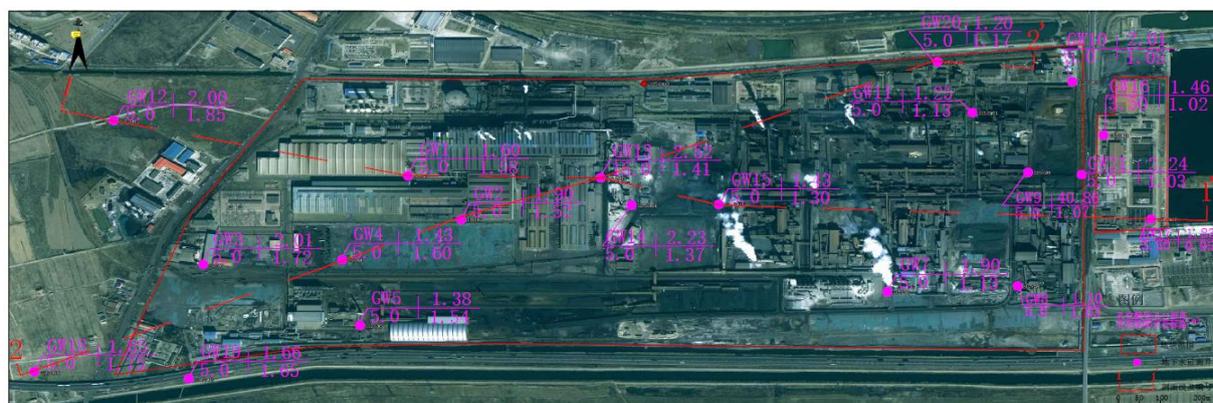
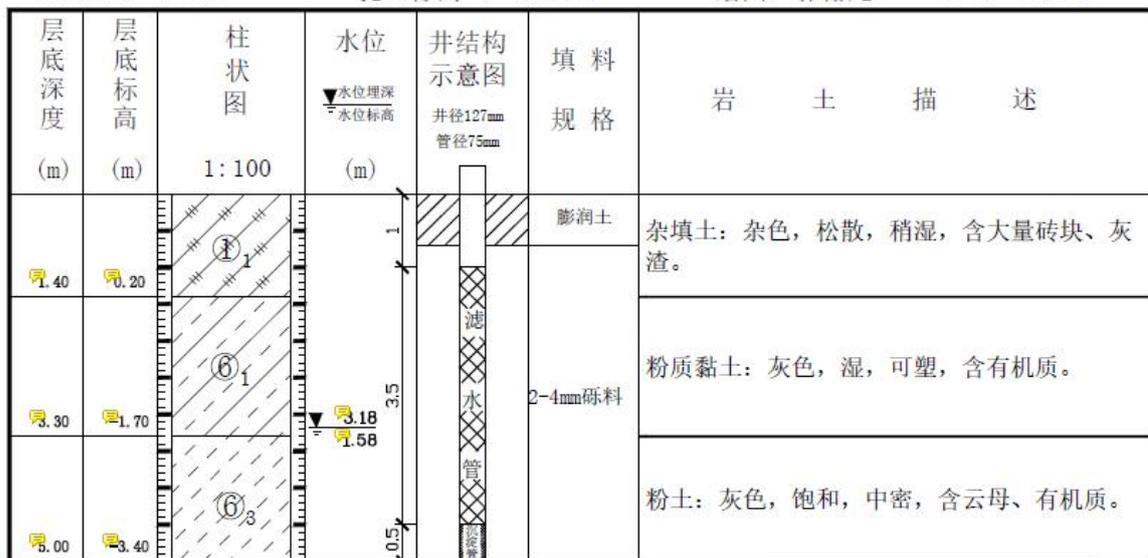


图 2.5 水文地质剖面布置图

# GW1

工程名称：天津荣程联合钢铁集团有限公司土壤及地下水自行监测项目

钻孔编号：GW1 孔口标高：1.60 m 绘图：郭翰龙 校对：刘为新



# GW2

工程名称：天津荣程联合钢铁集团有限公司土壤及地下水自行监测项目

钻孔编号：GW2 孔口标高：1.90 m 绘图：郭翰龙 校对：刘为新

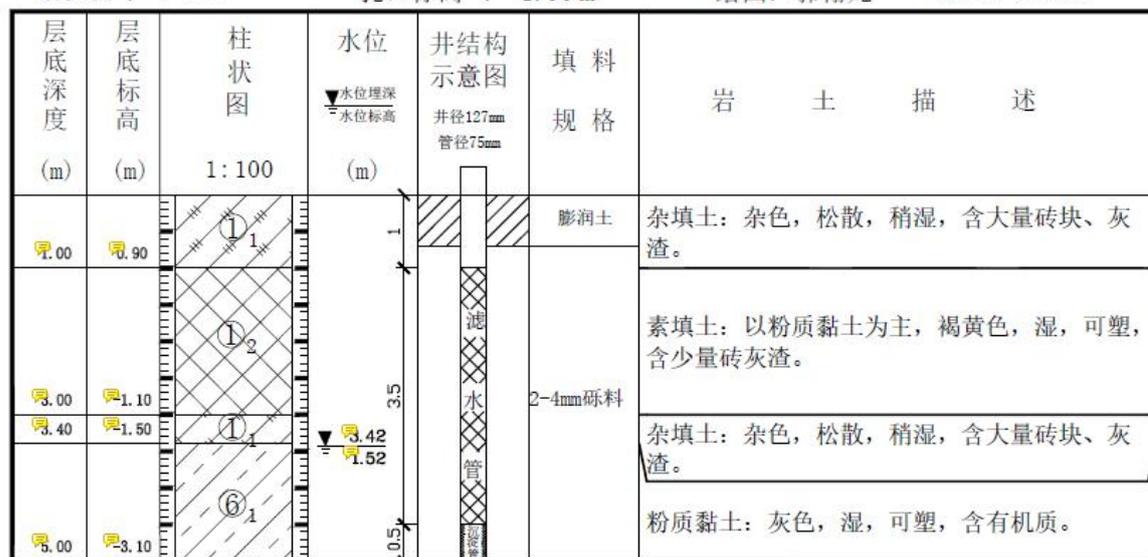


图 2.6 钻探点位柱状图

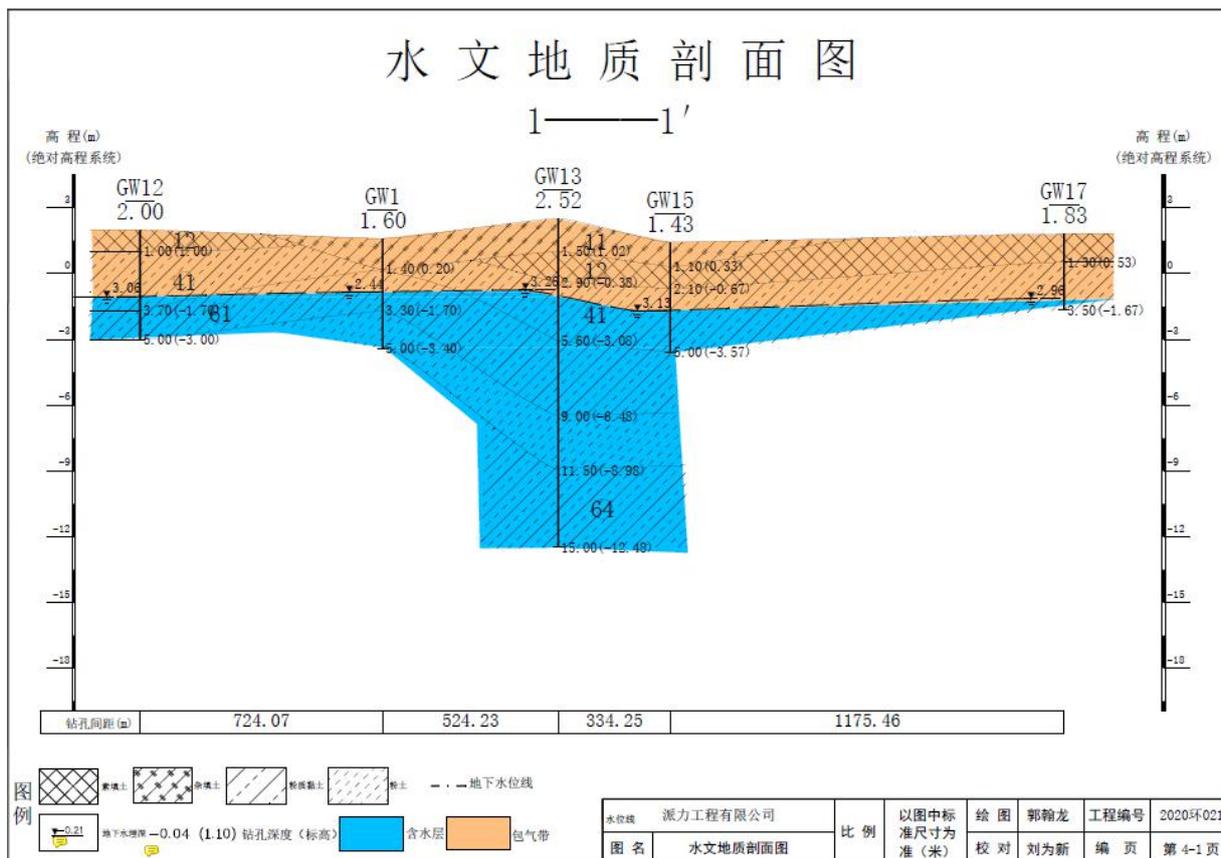


图 2.7 1-1'水文地质剖面图

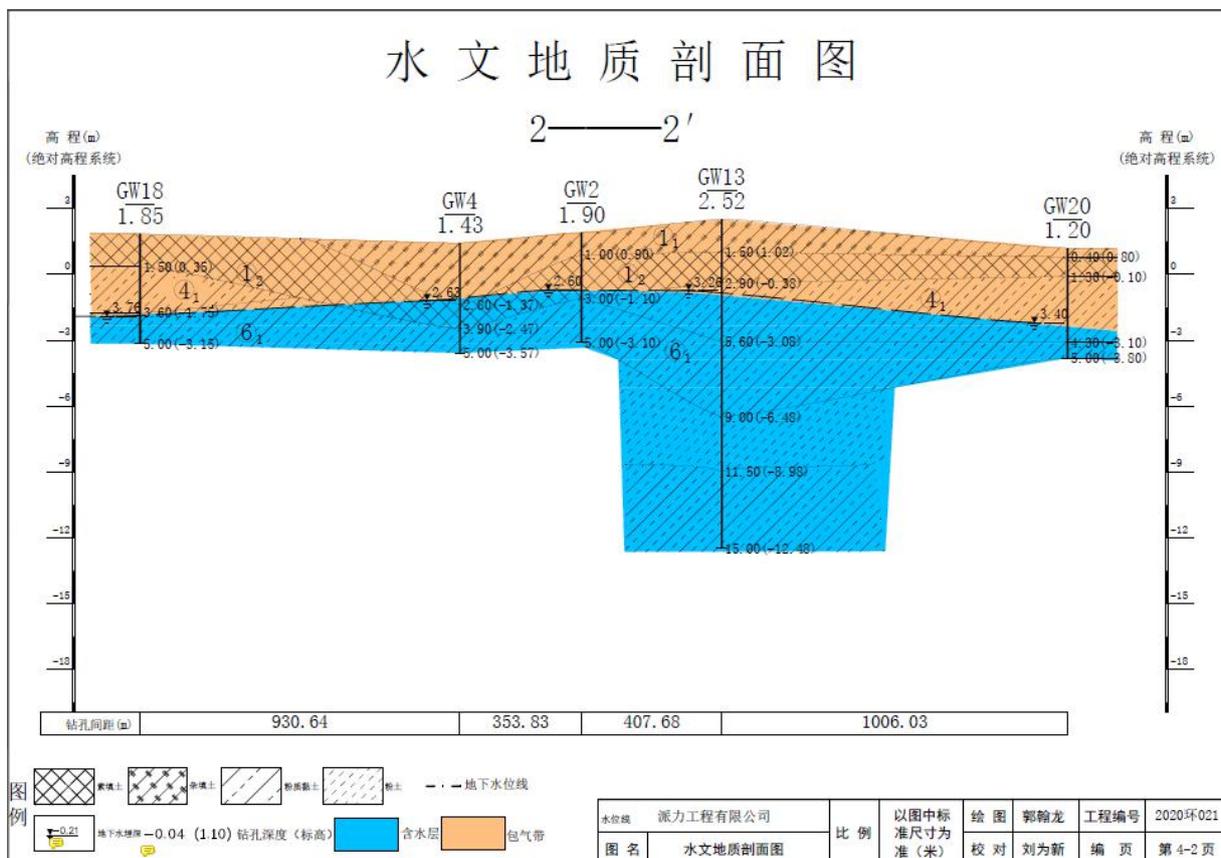


图 2.8 2-2'水文地质剖面图

## 2.8.2 场地水文地质概况

### 2.8.2.1 地下水位及类型

本场地地下水类型主要为潜水，分布在场地的粉质黏土④<sub>1</sub>、粉质黏土⑥<sub>1</sub>、粉土⑥<sub>3</sub>、粉质黏土⑥<sub>4</sub>及部分填土中，测得场地地下水位如下：

- (1) 稳定水位埋深 1.93~3.93m；
- (2) 稳定水位高程 1.07~1.41m。

本场地潜水主要接受大气降水、侧向渗流补给，以蒸发、侧向渗流为主要排泄方式，其天然动态类型属渗入—径流型。

### 2.8.2.2 水文数据分析

成孔施工结束 48 小时后对水位进行了水位监测工作。具体数据如下表。

表 2.4 水位监测结果表 单位：m

孔位编号	孔口标高	水位埋深	水位标高
GW1	5	3.18	1.58
GW2	5	3.42	1.52
GW3	5	3.73	1.72
GW4	5	2.86	1.43
GW5	5	2.92	1.54
GW7	5	3.03	1.13
GW8	5	2.13	1.03
GW9	5	1.93	1.07
GW10	5	3.06	1.05
GW11	5	2.38	1.13
GW12	5	2.48	1.4
GW13	15	3.93	1.41
GW14	5	3.60	1.37
GW15	5	2.73	1.30
GW16	3.5	2.48	1.02
GW17	3.5	2.78	0.95
GW18	5	3.60	1.75
GW19	5	3.31	1.65
GW20	5	2.37	1.17
GW21	5	3.27	1.03

根据本次地下水监测期间量测的场地地下水水位数据绘制的地下水流场图，可以看出勘察期间所揭露的地下水总体流向为自西北向东南，其平均水力梯度约 1‰。



图 2.9 厂区地下水流向图

### 3 项目概况

#### 3.1 资料收集与分析

为全面了解该场地及周边区域的自然环境状况、环境污染历史、水文地质等信息，调查人员通过信息检索、人员走访、电话咨询等途径获取了部分场地调查评估所需资料，调查资料清单见下表。

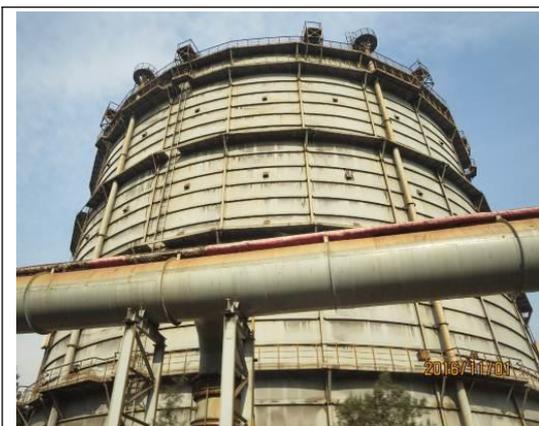
表 3.1 调查资料清单

序号	分类	项目内容	获取情况	资料来源
1	企业及其周边的环境资料	企业周边土壤及地下水污染记录；地块危险废物堆放记录；企业周边敏感目标的有关情况。	已获取	企业提供及现场踏勘
2	企业生产及环保相关材料	企业总平面布置图、涉及有毒有害物质的管线平面图；工艺流程图等；生产区、储存区、废水治理区、固体废物贮存或处置区等平面布置图及面积；地上和地下罐槽清单；各厂房或设施的功能；使用、贮存、转运或产出的原辅材料、中间产品和最终产品清单；废气、废水、固体废物收集、排放及处理情况。化学品储存及使用清单、泄露记录、废物管理记录；地上及地下储罐清单；环境监测数据、环境影响报告书或表；验收监测报告书或表；环境审计报告；地勘报告、地灾报告等。	部分获取	企业提供及现场踏勘
3	迁移途径信息	地层结构、土壤质地、地面覆盖、土壤分层情况； 地下水埋深/分布/流向/渗透性等特性	部分获取	企业提供及现场踏勘
4	敏感受体信息	人口数量、敏感目标分布、地块及地下水用途等。	获取	现场踏勘、人员访谈
5	地块已有的环境调查与监测信息	土壤和地下水环境调查监测数据；其他调查评估数据。	获取	企业提供

#### 3.2 现场踏勘与人员访谈

##### 3.2.1 现场踏勘情况

基于已获取的资料，对现场进行踏勘调研，对各个车间生产工艺流程及疑似污染区域进行了现场勘察。现场踏勘调研情况如下图所示。



高炉煤气柜



制氧系统



200m<sup>2</sup> 烧结机



230m<sup>2</sup> 烧结机



球团回转窑



铁水转运系统



高炉本体



转炉



转铸



带钢生产车间



棒材车间



石灰竖窑



石灰回转窑



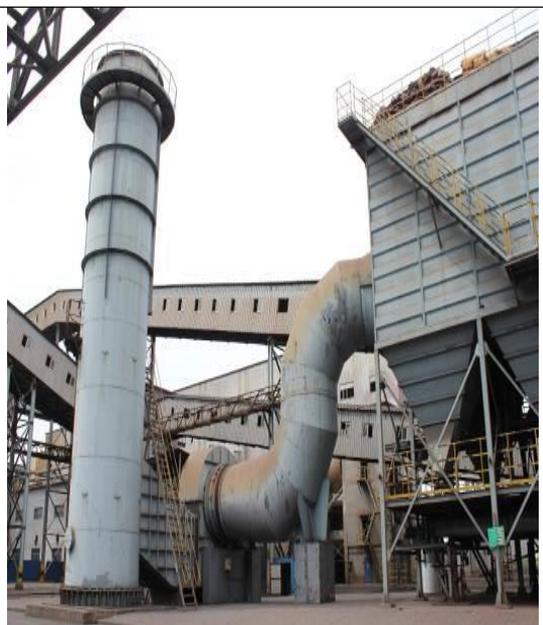
烧结燃料封闭料场



机械化料场



烧结机尾除尘系统排气筒



烧结机整粒除尘系统



图 3.1 厂区现场现状照片

### 3.2.2 人员访谈

#### (1) 访谈内容

访谈内容主要为厂区平面布置及各个生产工艺流程环节，企业基本信息、企业内各区域和设施信息、迁移途径信息、敏感受体信息、地块已有的环境调查与监测信息、生产区、储存区、废水治理区、固体废物贮存或处置区等平面布置图及面积；地上和地下罐槽清单；各厂房或设施的功能等。

#### (2) 访谈对象

本次调查访谈对象主要为公司现有职工 2 名。现场主要对场地所属企业的生产设施的分布和运行情况、污染物的排放和处理情况、有毒有害原材料的使用和贮存情况等进行了现场调查与核实，并对场内的污染痕迹进行了甄别。

### 3.3 地块历史情况

天津荣程联合钢铁集团有限公司成立于 2001 年 4 月，其前身是天津市渤海冶金工业有限公司。天津市渤海冶金工业有限公司主要经营范围是铁冶炼等。通过资料分析和 Google Earth 查询场地历史影像资料可知该地块在 2001 年收购渤海冶金后沿用历史厂房基础上新建部分车间开展生产持续至今。厂区东侧为 40 万 m<sup>2</sup> 平方米水塘；南侧为天津晋高速和大沽排水河；西侧为葛万公路和天津市天顺和机动车检测有限公司；北侧隔天津时代记忆馆为天津大道，该厂区历史沿革影像如下图所示。



图 3.2 地块 2002 年土地利用情况



图 3.3 地块 2007 年土地利用情况



图 3.4 地块 2012 年土地利用情况



图 3.5 地块 2017 年土地利用情况



图 3.6 地块 2020 年土地利用情况

### 3.4 企业基本信息及现状

企业名称：天津荣程联合钢铁集团有限公司

地理位置：天津市津南区葛沽镇冶金工业园区，中心地理位置坐标为北纬 38.970893°，东经 117.504169°。

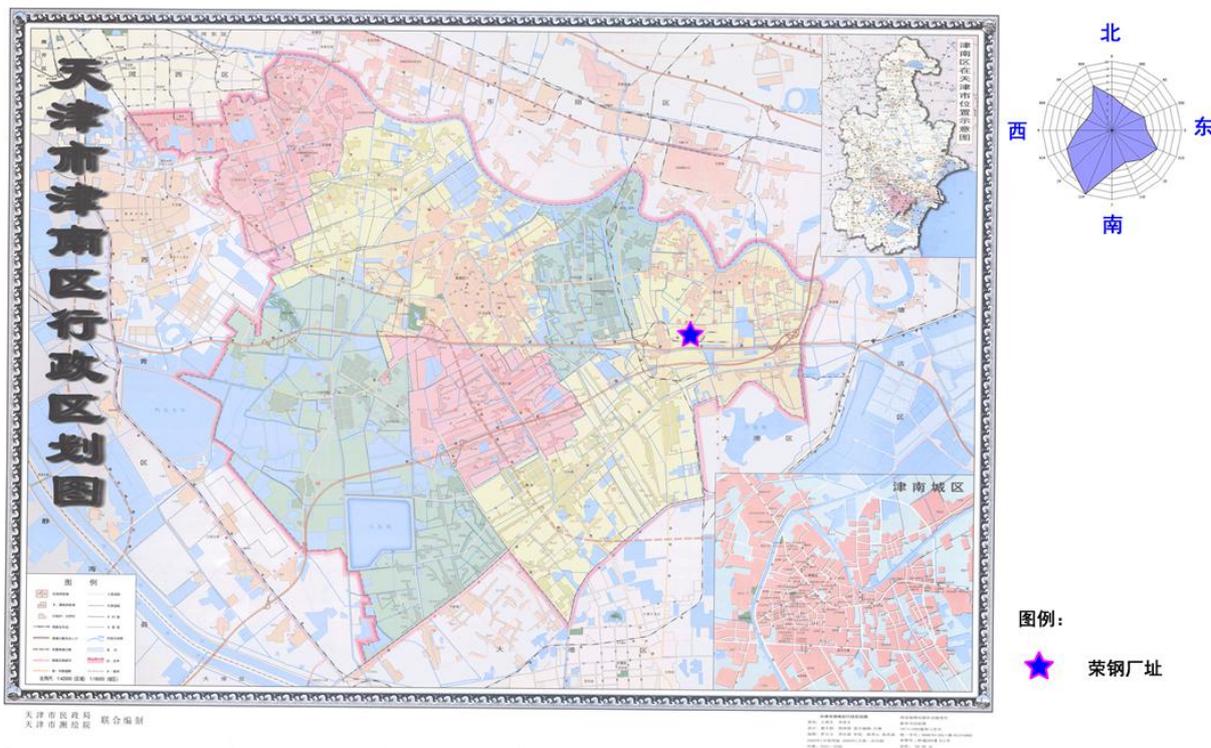


图 3.7 天津荣程联合钢铁集团有限公司位置图

企业总占地面积 3200 亩，生产区厂区北部自西向东依次布局制氧车间、炼钢车间、铁炼钢车间、铁车间、动力厂等；厂区中部自西向东依次布局棒材车间、高线车间、带钢高线车间、带钢白灰回转窑、烧结回转窑、烧结车间、球团车间、球团等；厂区南部自西向东依次布局直接还原铁转底炉、原料场白、原料场白灰竖窑等；污水处理厂位于厂界外东侧。厂区布置以物流通畅为原则，在厂区南部专门设置 1 条货运通道，但受厂外公路、高压电线公路、高压电线限制，原料场面积较小且为分散。

荣钢主办公区位于炼铁车间和之，各分厂结合自建荣钢主办公区位于炼铁车间和之，各分厂结合自建筑设置。在主办公区北侧布宿舍，现状筑设置。在主办公区北侧布宿舍，现状筑设置。在主办公区北侧布宿舍，现状 1 座 3 层宿舍楼。为便于厂区职。为便于厂区职工就近用餐，厂内设置 3 座食堂和 2 座浴室，满足全厂职工就餐和洗浴需要。

厂区平面布置见下图。各建设内容见下表。

表 3.2 厂区主要工程一览表

序号	名称		建构筑物
生产设施			
1	原料场		烧结原料封闭料场：16250m <sup>2</sup> 封闭料场 烧结燃料封闭料场：9784.7 m <sup>2</sup> 封闭料场 石灰石封闭料场：2291.47 m <sup>2</sup> 封闭料场 东平台料场：49504 m <sup>2</sup> 原料场 焦炭料场：24570 m <sup>2</sup> 原料场 机械化料场：6.6 万 m <sup>2</sup> 原料场
2	烧结		1×200m <sup>2</sup> 烧结机、1×230m <sup>2</sup> 烧结机、1×265m <sup>2</sup> 烧结机
3	球团		1 台 150 万 t/a 链篦机回转窑
4	石灰		1 座 20 万 t/a 石灰回转窑；4 座 300m <sup>3</sup> 石灰竖窑
5	炼铁		2×588m <sup>3</sup> 高炉、1×1200m <sup>3</sup> 高炉、1×1380m <sup>3</sup> 高炉 同步配套 4 台 TRT 余压发电装置； 800t/d 铸铁机、1800t/d 铸铁机
6	炼钢		3 座 120t 转炉 3 座 120tCAS 钢包炉 2 座 120tLF 真空精炼炉 1 座 120tVOD 钢包炉 1 座 120tRH 钢包炉 4 台（圆、矩形钢坯）连铸机
7	带钢		1 条 750mm 带钢热轧生产线，年产带钢 120 万 t 1 条 650mm 带钢热轧生产线，年产带钢 110 万 t
8	高线		1 条φ5.5-22mm 高速线材生产线，年产高线 70 万 t 1 条φ5-20mm 高速线材生产线，年产高线 50 万 t
9	棒材		1 条φ45-220mm 合金棒材生产线，年产棒材 100 万 t
10	直接还原转底炉		100 万 t/a
公辅设施			
11	给排水系统	中水（CMF）	中水供给能力 3 万 t/d
12		软水（RO）	软水供给能力 1.5 万 t/d
13		污水处理厂	设计处理能力为 4.8 万 t/d
14	煤气设施		1×5 万 m <sup>3</sup> 高炉煤气柜、1×8 万 m <sup>3</sup> 转炉煤气柜
15	蒸汽供应设施		带钢、高线、棒材车间加热炉产生的蒸汽。 1 座 20t/h 燃气锅炉，主要作为备用蒸汽源使用。 可用于全厂冬季供热和洗浴热源。
16	锅炉	发电锅炉	1 座 130t/h 燃气发电锅炉
17		高炉送风	1 座 50t/h 燃气锅炉 1 座 100t/h 燃气锅炉 1 台 20t/h 和 1 台 25t/h 燃转炉煤气快速锅炉
18	发电系统		1 座 25WM 发电机组 4 套 TRT 发电机组 1 套转炉饱和蒸汽发电机组 1 套 230m <sup>2</sup> 烧结合余热蒸汽发电机组 1 套高线、棒材 1MW 蒸汽螺杆发电 1 套 265m <sup>2</sup> 烧结机同轴节电装置
19	电力设施		1 座 220kV 变电站 3 座 110kV 变电站 3 座 35kV 变电站

20	制氧设施	2 套 1.5 万 m <sup>3</sup> /h 空分制氧系统 2 座氧气球罐 1 座氮气球罐 1 座氩气球罐 1 个液氧储槽 1 个液氮储槽 1 个液压储槽	
其他设施			
21	办公生活 设施	综合办公楼	设置厂区集中办公楼和分散到各车间的办公设施
22		信息管控中心楼	设置 1 座信息管控中心楼
23		食堂	设置 3 座食堂
24		浴室	设置 2 座浴室
25		宿舍	设置 1 座 3 层宿舍楼
26	理化中心	设置 1 座 1081m <sup>2</sup> 实验室	

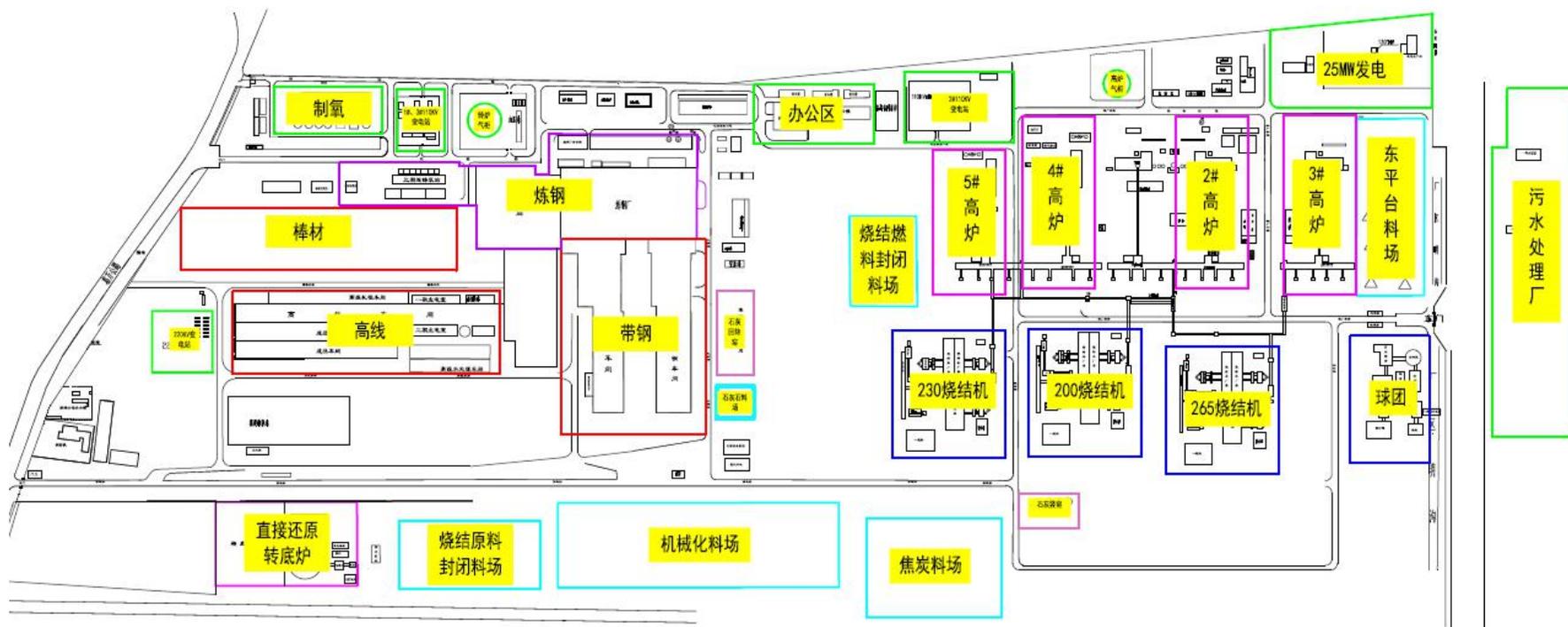


图 3.8 厂区平面布局图

厂内主要设施情况如下表所示。

表 3.3 厂区主要生产设施一览表

序号	名称	构筑物	
生产设施			
1	炼铁	2×588m <sup>3</sup> 高炉(其中一座停产)、1×1200m <sup>3</sup> 高炉、1×1380m <sup>3</sup> 高炉 同步配套 3 台 TRT 余压发电装置; 800t/d 铸铁机、1800t/d 铸铁机	
2	炼钢	3 座 120t 转炉 3 座 120tCAS 钢包炉 2 座 120tLF 真空精炼炉 1 座 120tVOD 钢包炉 1 座 120tRH 钢包炉 4 台 (圆、矩形钢坯) 连铸机	
3	直接还原转底炉	100 万 t/a	
4	石灰	1 座 20 万 t/a 石灰回转窑 4 座 300m <sup>3</sup> 石灰竖窑	
公辅设施			
5	给排水系统	中水 (CMF)	中水供给能力 3 万 t/d
		软水 (RO)	软水供给能力 1.5 万 t/d
		污水处理厂	设计处理能力为 4.8 万 t/d
6	煤气设施	1×8 万 m <sup>3</sup> 转炉煤气柜	
7	蒸汽供应设施	1 座 20t/h 燃气锅炉, 主要作为备用蒸汽源使用。 可用于全厂冬季供热和洗浴热源。	
8	锅炉	发电锅炉	1 座 210t/h 燃气锅炉+65 MW 汽轮机+70MW 发电机 (在建)
9		发电锅炉	1 座 130t/h 燃气发电锅炉 (调峰使用)
10		高炉送风	1 座 50t/h 燃气锅炉 1 座 100t/h 燃气锅炉 1 台 20t/h 和 1 台 25t/h 燃转炉煤气快速锅炉
11	发电设施	1 座 25MW 发电机组 3 套 TRT 发电机组 1 套转炉饱和蒸汽发电机组	
12	电力设施	1 座 220kV 变电站 3 座 110kV 变电站 3 座 35kV 变电站	
13	制氧设施	2 套 1.5 万 m <sup>3</sup> /h 空分制氧系统, 1 套 2 万 m <sup>3</sup> /h 空分制氧系统 3 座氧气球罐 1 座氮气球罐 2 座氩气球罐 2 个液氧储槽 1 个液氮储槽 2 个液氩储槽	
其他设施			

14	办公生活设施	综合办公楼	设置厂区集中办公楼和分散到各车间的办公设施
		信息管控中心楼	设置 1 座信息管控中心楼
		食堂	设置 2 座食堂
		浴室	设置 2 座浴室
		宿舍	设置 1 座 3 层宿舍楼
15		理化中心	设置 1 座 1081m <sup>2</sup> 实验室

### 3.5 原辅材料消耗及储运情况

表 3.4 厂区原辅料一览表

序号	名称	用户	消耗量 (万 t/a)	进场方式	来源
1	混匀矿	烧结	555.55	火车、汽车	外购
2	混匀矿	球团	114.85	火车、汽车	外购
3	块矿	炼铁	42.98	火车、汽车	外购
4	球团矿	炼铁	108.82	来自球团车间, 厂内皮带输送	自产
5	烧结矿	炼铁	580.08	来自球团车间, 厂内皮带输送	自产
6	石灰	烧结、炼铁	126	汽车	自产
7	白云石块	烧结、炼铁	61.6	汽车	外购
8	石灰石	石灰回转窑	32.8	汽车	自产
9	石灰石	石灰竖窑	38.25	汽车	自产
10	盐酸	理化中心	0.5	汽车	外购
11	硫酸	理化中心	0.2	汽车	外购

### 3.6 生产工艺及产污分析

荣钢钢铁生产流程包括原料场、烧结、球团、炼铁、炼钢、连铸、轧钢等生产工序，形成了一套完整的钢铁联合企业生产体系。企业现状钢铁生产工艺流程及产污节点分布情况见下图。

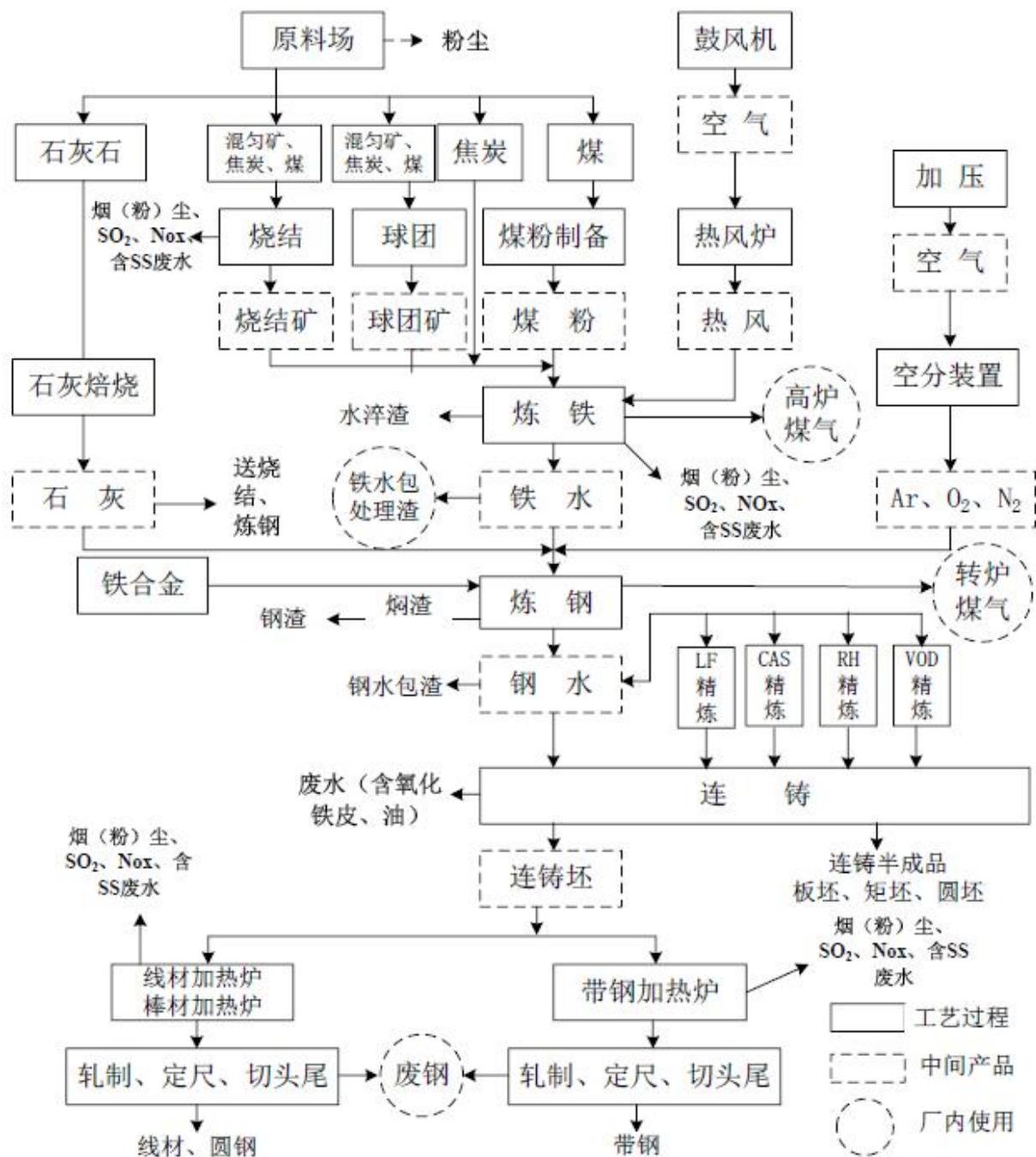


图 3.9 荣钢钢铁生产工艺流程及排污节点简化示意图

### 3.6.1 烧结工艺流程

荣钢烧结车间以精矿粉、高炉返矿等各种含铁粉尘（包括除尘灰）、含铁尘泥等不能直接入高炉冶炼的含铁物料作为主要原料，配入适当的燃料（焦炭、无烟煤）和熔剂（石灰石或石灰粉），加水润湿、混匀、造球，在烧结机料床上点火焙烧，利用其中燃料燃烧产生的热量，使原料局部生成液相物，利用生成的熔融体，使散粒结成块状，经过一定时间焙烧后便成为烧结矿，之后送入炼铁车间。

目前，荣钢烧结车间配套 200m<sup>2</sup> 步进式烧结和 230m<sup>2</sup>、265m<sup>2</sup> 带式烧结系统共 3 套烧结系统。

### 3.6.1.1 步进式烧结

步进式烧结生产主要由原料贮运，配料制粒、抽风烧结、烧结矿冷却、破碎筛分和成品矿转运 4 个工序组成。

精矿粉、含铁杂料、熔剂、燃料、冷返矿等按设定的配料比在配料室进行配料。然后由胶带输送至混合机进行混匀造球。荣钢烧结混料工艺为二段混料，采用圆筒混合机，一混主要是进行原料的混匀、加湿（加湿水利用焦化生化处理后的水），二混主要是造球，使混合料中>3mm 料球含量在 80%以上，确保烧结料层具有良好的透气性，混合料造球后由胶带机卸至混合料矿仓。

经二次混合造球的混合料由单辊给矿机和多辊布料器均匀地布在烧结机台车上。布好料的烧结机台车由步进机推行至点火器下部，经烧节点火器点火后，料层在烧结引风机的负压作用下，混合料中的燃料自上而下燃烧进行烧结，混合料氧化融熔，固结成烧结矿。烧结机床分为烧结段和冷却段，分别由 2 台引风机进行烧结和冷却工艺过程中的烟气收集。

烧成的烧结矿在烧结机台车上由步进式液压机推送到烧结机机尾的翻转台车卸下，进入单辊破碎机，破碎至 50mm 以下，破碎后烧结矿再经过振动筛筛分系统，筛上为合格烧结矿经密封输送皮带通廊送往高炉料仓。一筛下 4~10mm 的烧结矿，返回配料工序作为烧结台车的铺底料利用，多余部分烧结矿，经皮带机直接送往高炉料仓。底筛筛出 <4mm 的烧结矿，由皮带输送机，送回烧结配料仓继续配料使用。步进式烧结工艺流程图见下图。

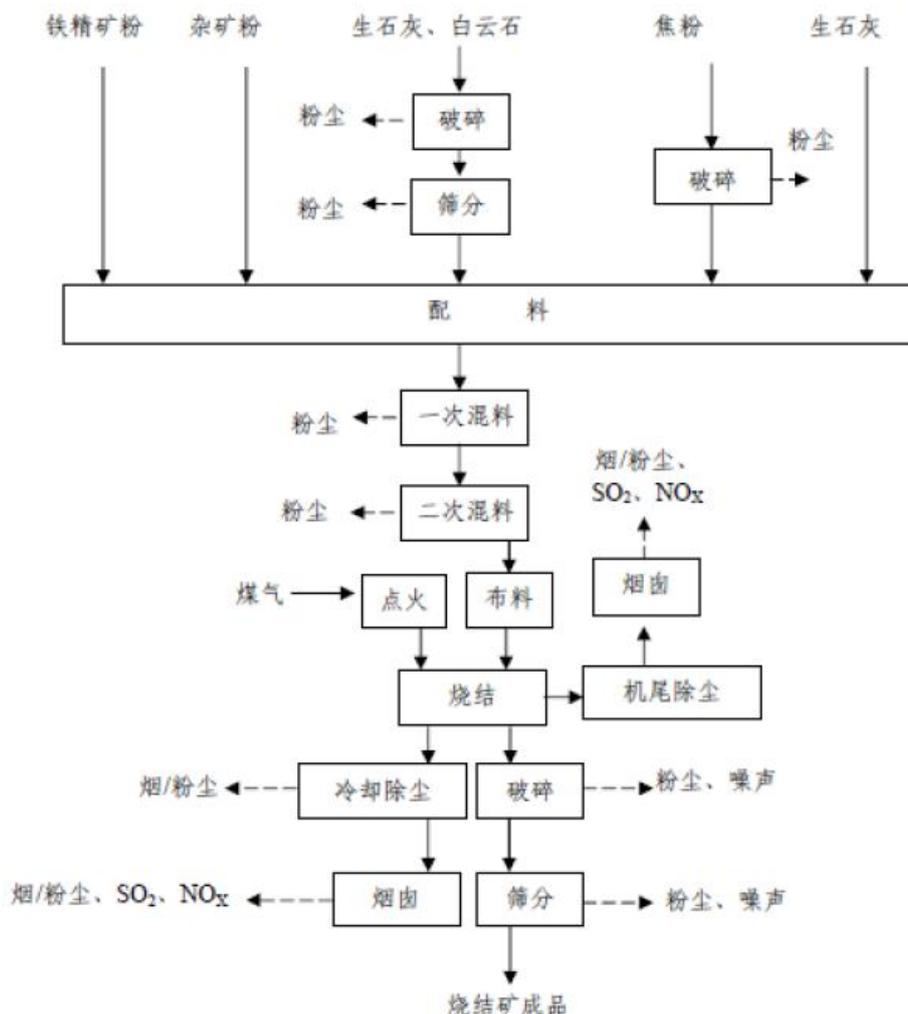


图 3.10 步进式烧结工艺流程图

### 3.6.1.2 带式烧结

#### (1) 燃料破碎

烧结机燃料包括焦粉和无烟煤。两种燃料均通过带式输送机（带移动卸矿车）由原料场进入到燃料破碎室矿槽。经过破碎系统后由胶带输送机送入配料室指定矿槽。

#### (2) 配料

烧结使用的物料包括混匀料、燃料（焦粉和无烟煤）、熔剂（生石灰、石灰石）和除尘灰，各种物料运至配料室采用的设备及给料方式如下：

混匀料主要包括白云石粉、各类铁矿粉、国产铁精粉，在原料场进行混合后采用胶带输送机从封闭原料场通过廊道进入配料室矿槽内。采用给料闸门和定量给料机给料；焦粉和无烟煤由燃破室破碎后采用胶带输送机送入配料室指定矿槽，采用给料闸门和定量给料机给料；冷返矿采用胶带输送机从成品筛分室进入配料室矿槽内，采用给料闸门和定量给料机给料；生石灰一部分来自厂内石灰竖窑，由密闭罐车输送至配料室生石灰

矿槽，另一部分为外购生石灰，通过罐车运送到配料室矿槽内。生石灰采用调速回转给料机、密封皮带秤及生石灰配消器给料；石灰石采用胶带输送机从原料场进入配料室矿槽内，采用给料闸门和定量给料机给料；除尘灰通过胶带输送机送至配料室矿槽内，采用给料闸门和定量给料机给料。各种物料按配料比例给出所要求的物料，采用自动重量配料。

### （3）一次混合

配好的各种原料经胶带输送机运至一次混合室进行混匀，同时在混合机内加水润湿。润湿混匀后的混合料由胶带输送机运往二次混合室。

### （4）二次混合

经一次混合后的混合料由胶带输送机运至二次混合机，在混合机内进行混匀制粒。在二次混合时根据测定结果可继续补水，并加入蒸汽预热混合料的措施提高料温。交料为直入式，混匀制粒后的混合料由胶带输送机运往烧结室。

### （5）烧结

为保护台车算条，减少烟气含尘，并使混合料烧好、烧透，采用铺底料工艺，铺底料粒度为 10~20mm。铺底料用胶带输送机从成品筛分室运到烧结室的铺底料矿槽贮存，经过矿槽下的给料闸门均匀地布到烧结机台车上。

混合料由胶带机从二次混合室运到烧结室，采用梭式布料机给到烧结机的混合料矿槽内，再经过宽皮带机及九辊布料器均匀地布到烧结机台车上。

台车经点火炉点火后开始烧结，点火采用高炉煤气。烧结终点的热烧结饼经机尾卸至单辊破碎机。经破碎的烧结饼，直接给入鼓风环式冷却机给料斗，进行冷却。在鼓风环式冷却机选用离心鼓风机，冷却风量和负压都适当增加，鼓风机进风口设消音器。冷却后的烧结饼经排料漏斗排到胶带输送机上，运到成品筛分室。烧结机为双侧风箱，设置 2 个降尘管。降尘管灰尘通过双层卸灰阀落到灰尘胶带输送机，输送到配料室的矿槽参加配料系统。烧结机小格散料直接落到散料胶带输送机上进入成品系统。

### （6）整粒

鼓风环式冷却机冷却后的烧结矿经胶带机将烧结矿送至冷矿筛分室。成品烧结矿进入一次筛，一次筛筛孔为 10mm，<10mm 的烧结矿进入到二次筛，二次筛筛孔为 5mm，<5mm 的冷返矿经胶带运输进入到配料室冷返矿槽内，>10mm 的烧结矿进入三次筛，三次筛筛孔为 20mm，筛出 12~20mm 铺底料。5~10mm、部分 12~20mm、>20mm 经胶带输送机输送机输送到高炉矿槽。部分 12~20 mm 的烧结矿作为铺底料送往烧结室的铺底料矿

槽贮存。

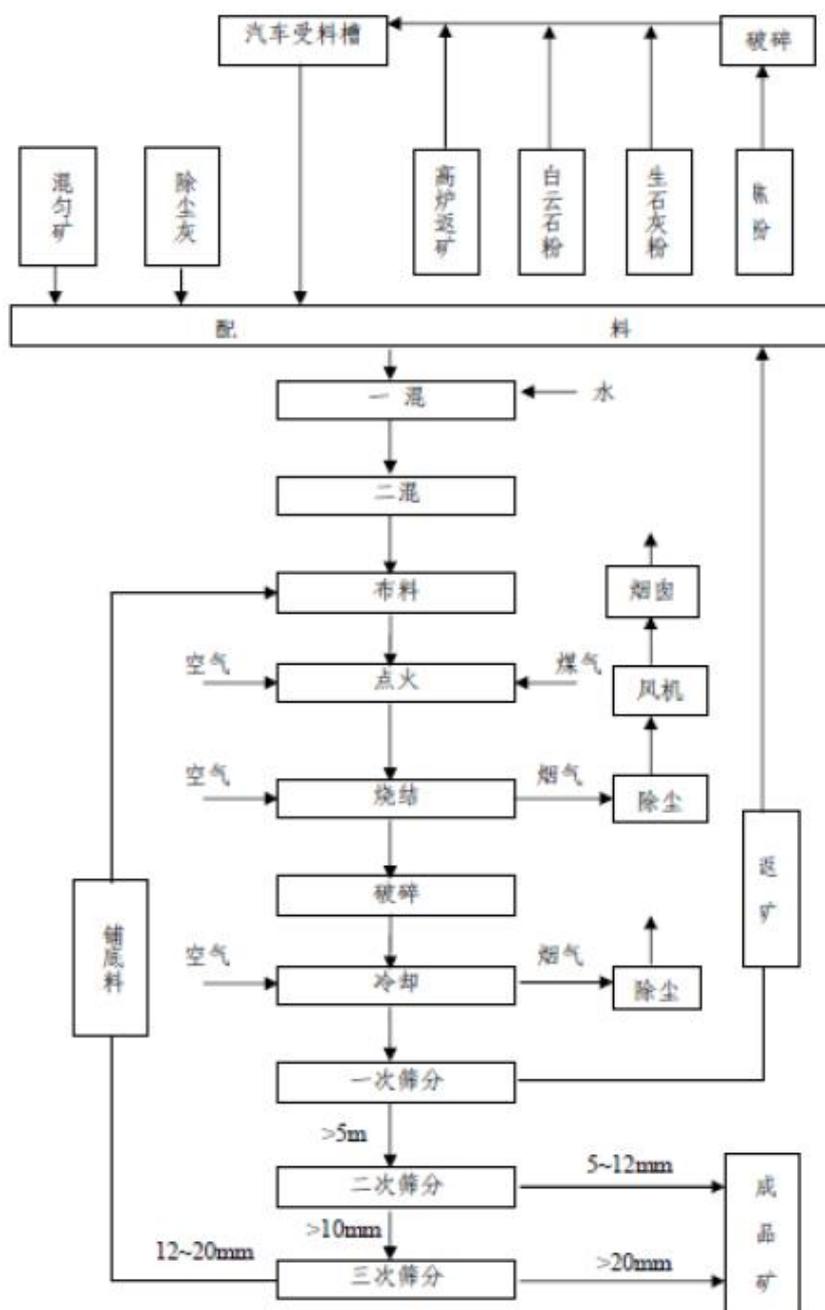


图 3.11 带式烧结机生产工艺流程图

### 3.6.2 球团生产工艺流程

荣钢现有 1 条 150 万 t 链篦机-回转窑球团生产线，由链篦机、回转窑和环冷机三大机组成。

铁精矿上料装至配料室精矿仓，皂土送至配料室皂土仓，链算机的干返料直接返入混料皮带，除尘灰送入配料室除尘灰仓，各种物料按设定的比例配好后，经配料胶带机直接运往混合室经充分混匀后通过胶带机送往造球室。

造球盘生产的生球通过集料胶带机运至链算机室生球布料系统进行布料。随后，生球在链算机上被干燥和预热，预热后的球团经铲料板、溜槽进回转窑。

预热球进入回转窑内，随窑体转动而不停翻滚，与高温热气流充分接触而达到均匀焙烧之目的。焙烧好的球团矿经回转窑窑头罩内的溜槽和固定筛卸入环冷机受料斗内。球团矿在环冷机上冷却到 120℃以下，通过卸料斗卸料、成品胶带机运至成品仓。

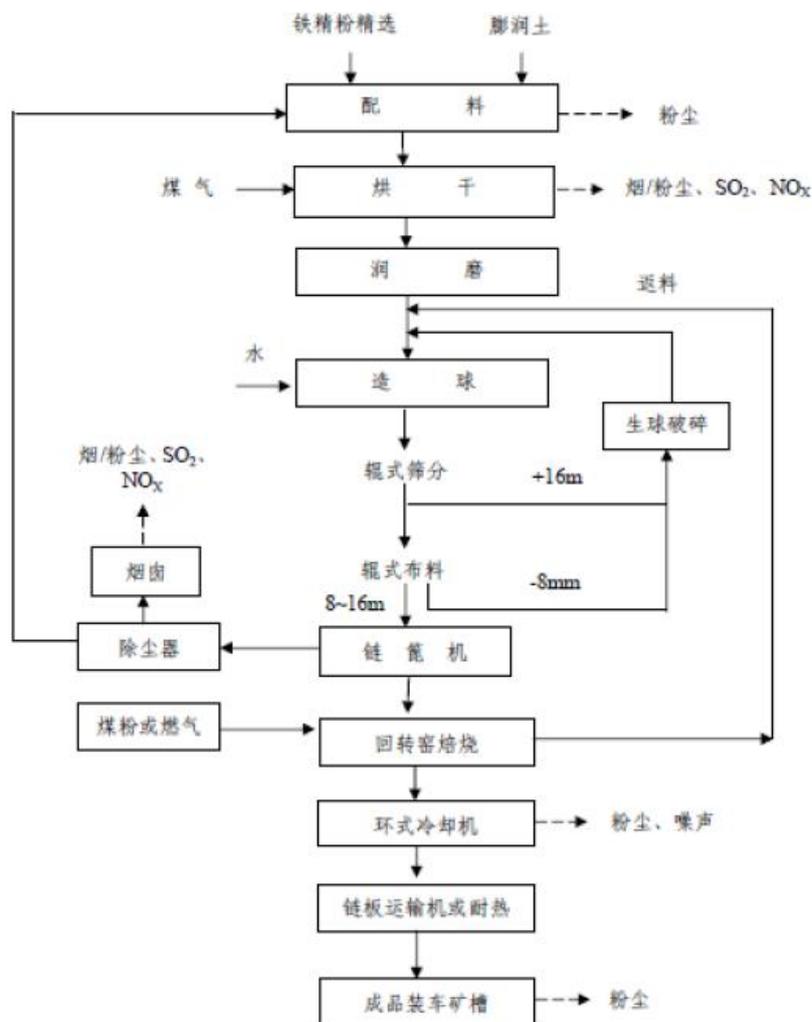


图 3.12 球团生产工艺流程及产污环节

### 3.6.3 冶炼车间生产工艺

荣钢现有 2 座 588m<sup>3</sup> 高炉、1 座 1200m<sup>3</sup> 高炉以及 1 座 1380m<sup>3</sup> 高炉及配套系统。年设计生产合格铁水 374 万 t。此外，荣钢共有 2 台铸铁机，规模分别为日产 800t 和 1800t 铁块。

高炉炼铁车间生产工艺流程如下：将烧结矿、球团矿、块矿、焦炭和石灰石等主要原、燃料按一定比例进行配料，然后装入高炉，由热风炉向高炉内鼓入热风助焦炭燃烧，同时喷煤系统向高炉内喷入煤粉，以代替部分焦炭并调节炉况。原、燃料随着炉内燃烧

熔炼等过程的进行而下降，在炉料下降和煤气上升过程中，先后发生传热、还原、熔化、渗炭作用而生成铁水，原料中的杂质与加入炉内的熔剂结合而生成炉渣。铁水由出铁口间断放出、装入铁水罐车，送往炼钢工序。高炉渣水淬后外销用于生产水泥。

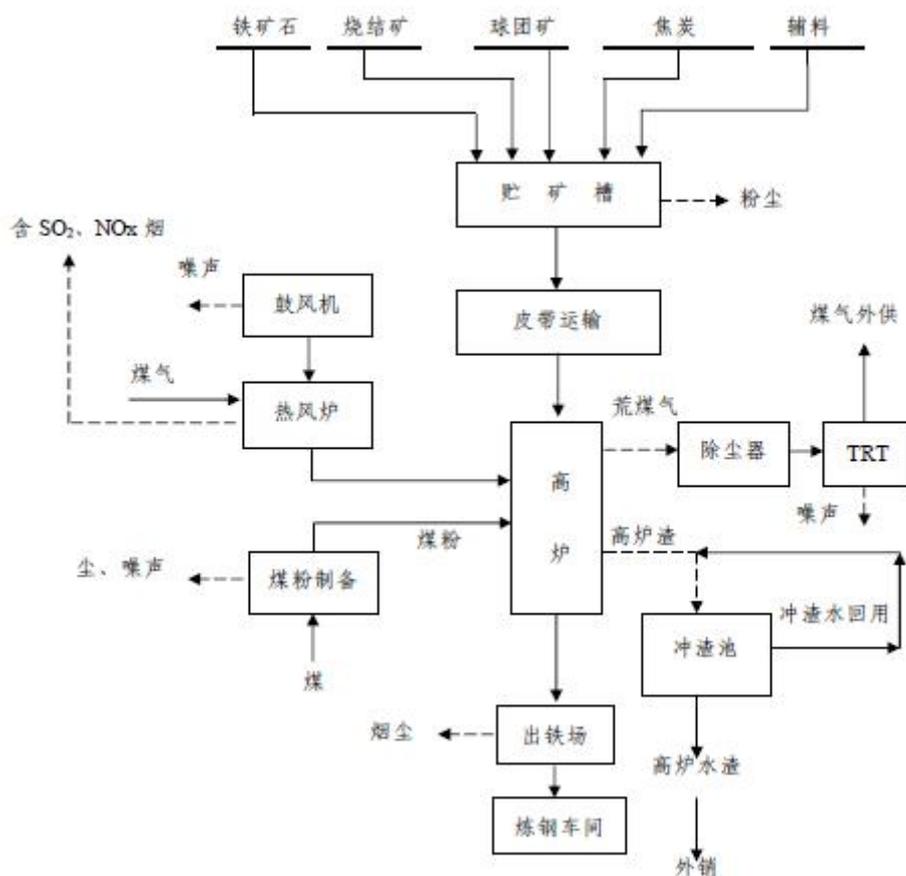


图 3.13 冶炼生产工艺流程及产污节点图

### 3.6.4 炼钢车间工艺流程

转炉炼钢生产工艺流程为：转炉加入铁水和废钢后，摇直炉体，下枪吹氧，炉底喷吹惰性气体，同时加入辅料造渣，进入转炉吹炼、熔池反应过程。当吹炼临近结束（吹氧量完成约 90%）时，下副枪测温定碳取样，决定下一步操作。当钢水成分、温度符合预定目标时摇炉出钢，出钢采用挡渣技术，出钢过程中向钢包中加入铁合金料使钢水脱氧和合金化，需加顶渣冶炼的钢水，通过炉后合金溜槽将石灰等顶渣料加入钢包中，出钢完毕。需进行二次精炼的钢水用吊车运至精炼炉进一步精炼处理，然后加保温剂送往连铸。

中间包由天车吊运至中间包车上，将烘烤好的中间包送至浇铸位，打开钢水包底部浇注塞。结晶器内钢水液面上升到规定的拉坯位时，拉矫机以预定的起步拉速开始拉坯，与此同时，自动启动结晶器振动装置。结晶器内已凝固成坯壳带液芯的铸坯由引锭杆牵

引离开结晶器下口，经冷却段喷水冷却，使铸坯进一步冷却，铸坯内部液芯不断凝固。已凝固的弧形铸坯，进入拉矫机，被拉矫辊矫直；被矫直的铸坯通过切前辊道进入火焰切割机进行切头和定尺切割，切割后热坯经提升机通过热送辊道直接运入轧钢厂加热炉进行轧钢。或经液压冷床辊道进一步冷却后，由天车吊起堆存冷却，部分连铸坯外售。

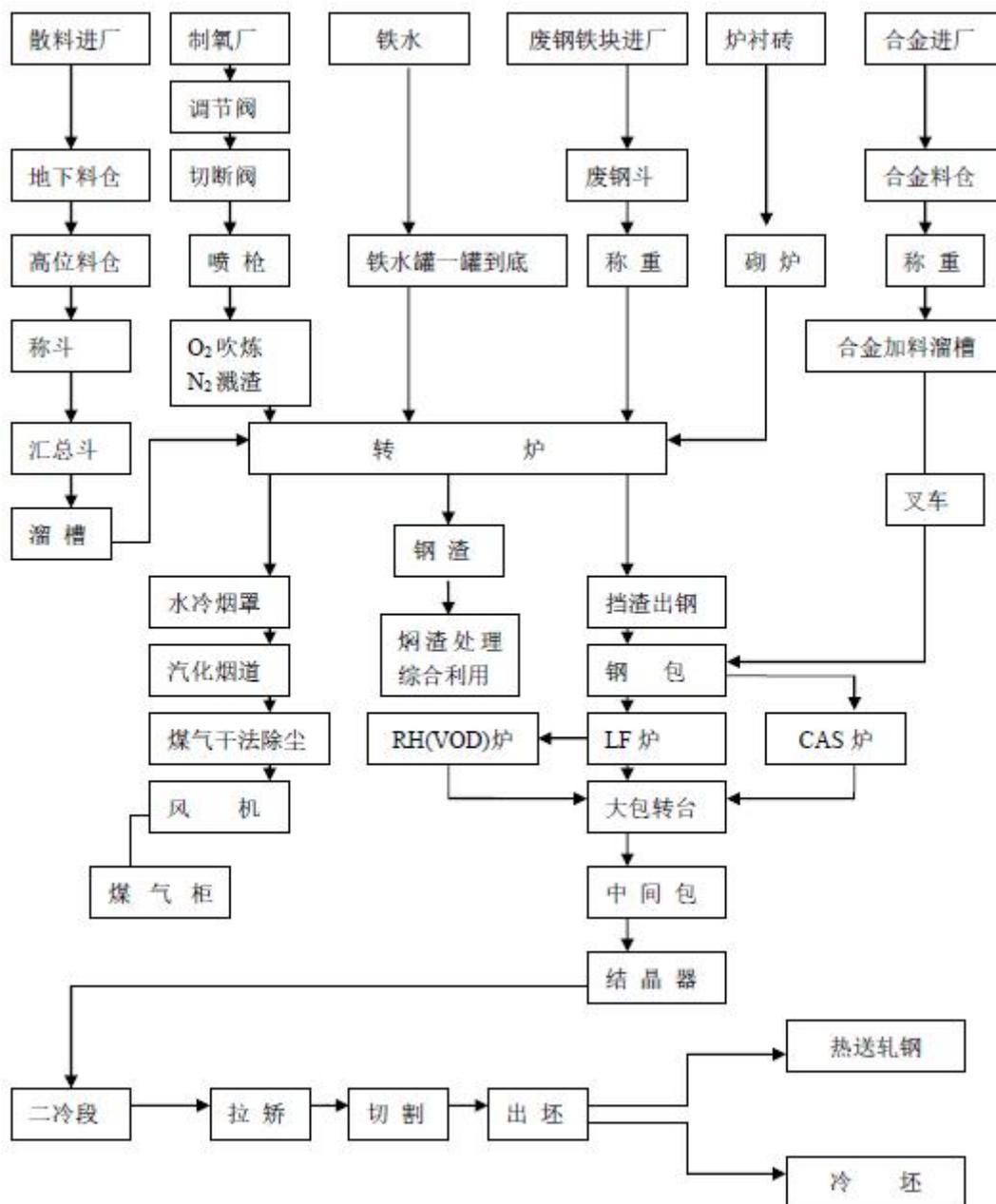


图 3.14 冶炼生产工艺流程图

### 3.6.5 直接还原转底炉

直接还原是指铁矿石或含铁氧化物在低于熔化温度之下还原成金属产品的过程。荣钢 2009 年投资 37998.2 万元建设年产 100 万 t 转底炉直接还原示范装置产业化项目。该

项目采用蓄热式烧嘴燃烧技术的铁矿石煤基直接还原转底炉技术，其主要特点有：采用煤基还原工艺，还原炉采用转底炉，燃料采用煤制气或其他低热值煤气。采用蓄热式烧嘴燃烧技术，使得烧低热值的煤制气也能达到 1400℃以上高炉温的还原工艺要求，并能控制好炉内的还原气氛，打破了目前国外直接还原转底炉必须使用天然气等高热值燃料的常规。采用此项技术，可使转底炉直接还原工艺的在国内条件下工业化生产带来积极推动作用。

直接还原铁转底炉工艺流程概述为：含铁物料和原煤的堆存，配料混合，原料烘干，原料润磨，压块及筛分，料块烘干，干料块筛分，料块装入转底炉，转底炉内还原，还原产品从炉内输出。

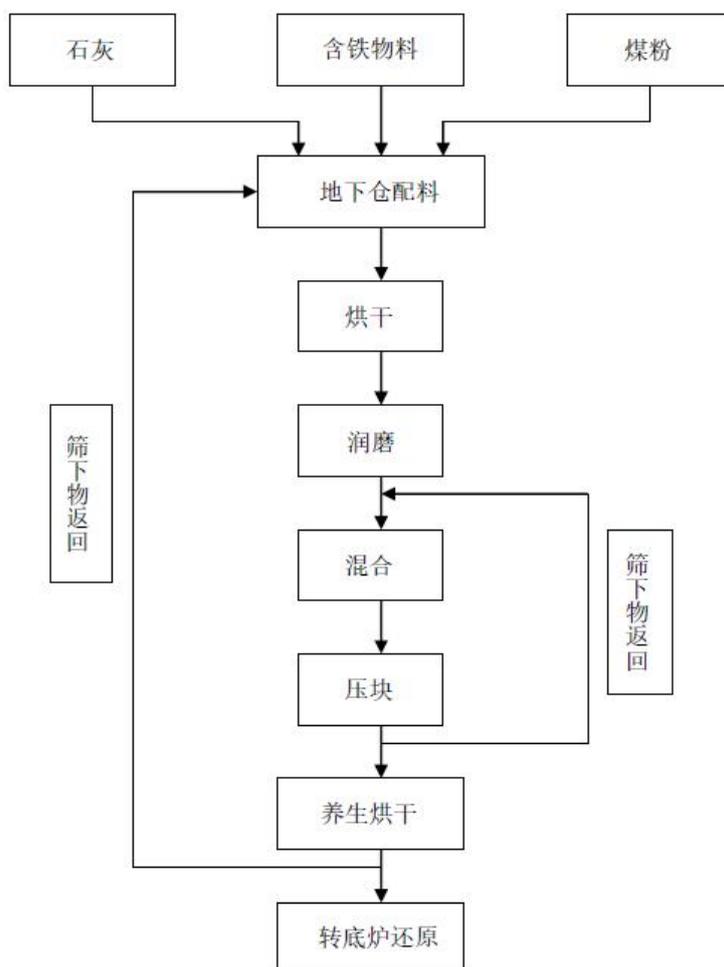


图 3.15 直接还原工艺流程图

### 3.6.6 轧钢工艺流程

#### 3.6.6.1 带钢工艺流程

荣钢热轧带钢车间包括 1 条 750mm 热轧带钢生产线（一轧车间）、1 条 650mm 热轧带钢生产线（二轧车间）。

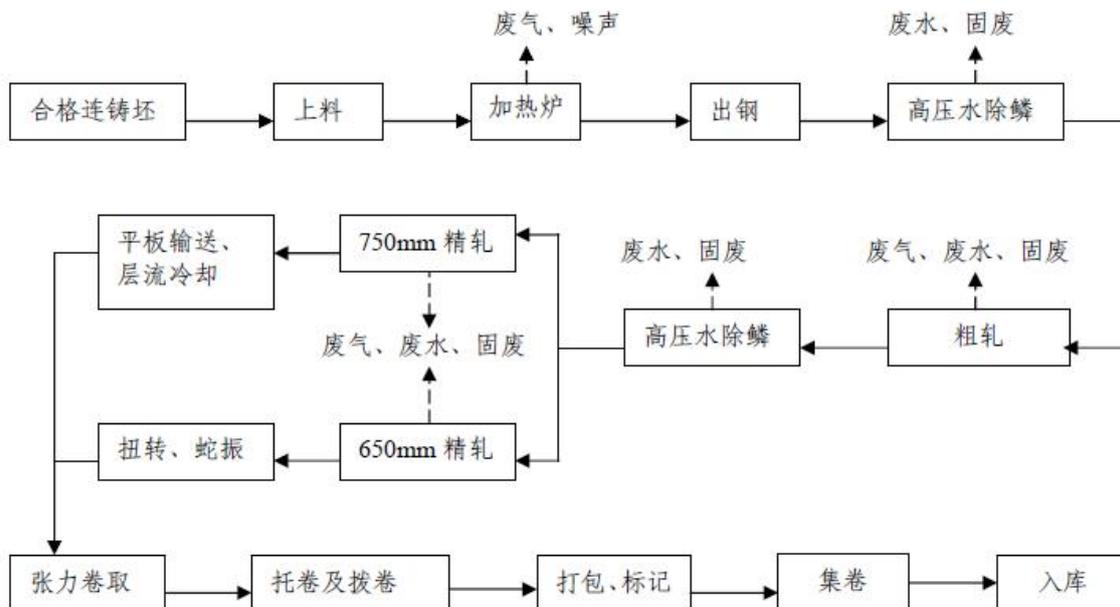


图 3.16 带钢生产工艺流程及产污节点图

### 3.6.6.2 高速线材

荣钢现有 2 条高速线材生产线，年产精品高速线材 120 万 t，其中 1 条高线的生产能力为 70 万 t，另 1 条高线的生产能力为 50 万 t。

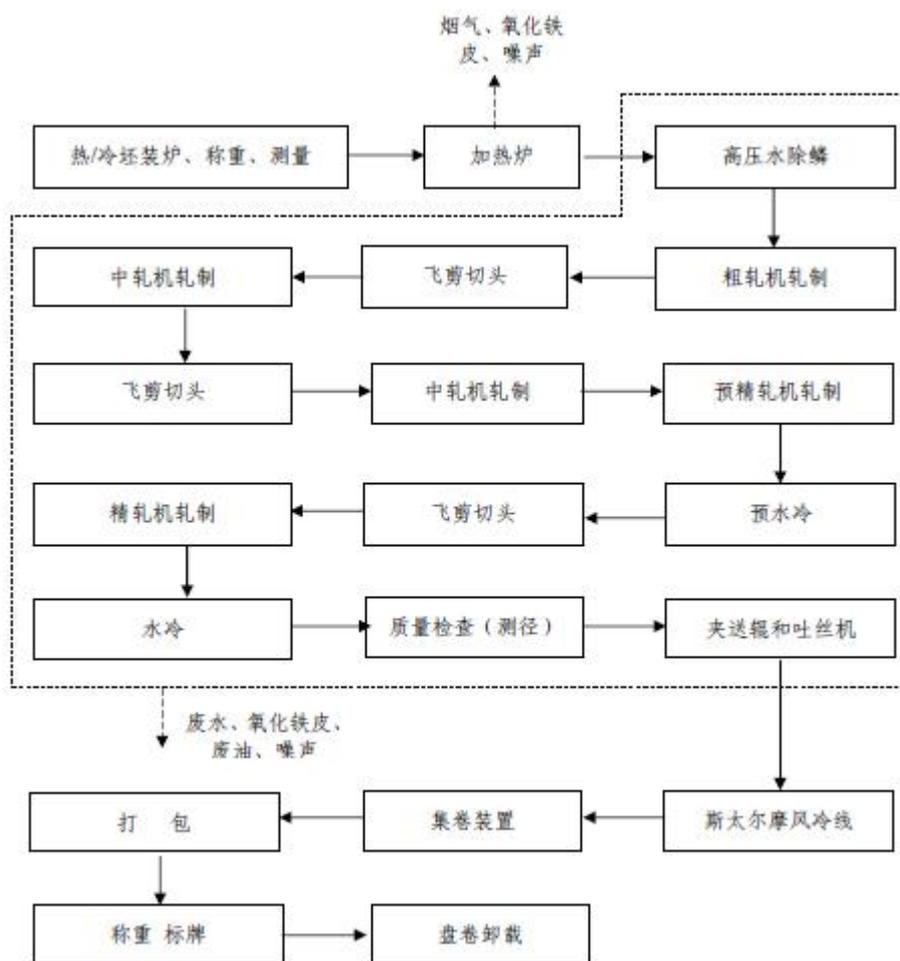


图 3.17 高线生产工艺流程及产污节点图

### 3.6.6.3 棒材

棒材车间为半连续式合金钢大棒材轧钢生产线，建设规模为年产 $\Phi 45\sim 220\text{mm}$  圆棒材 100 万 t。全部在轧后采用热锯切方式生产，并具备全部缓冷或堆冷的条件。为满足用户的需要，设置 2 条精整线，对冷却后的钢材全部进行矫直、倒棱处理，其中一条精整线配置探伤设备，用于对 $\Phi 150\text{mm}$  以下的高品质棒材进行探伤检测。

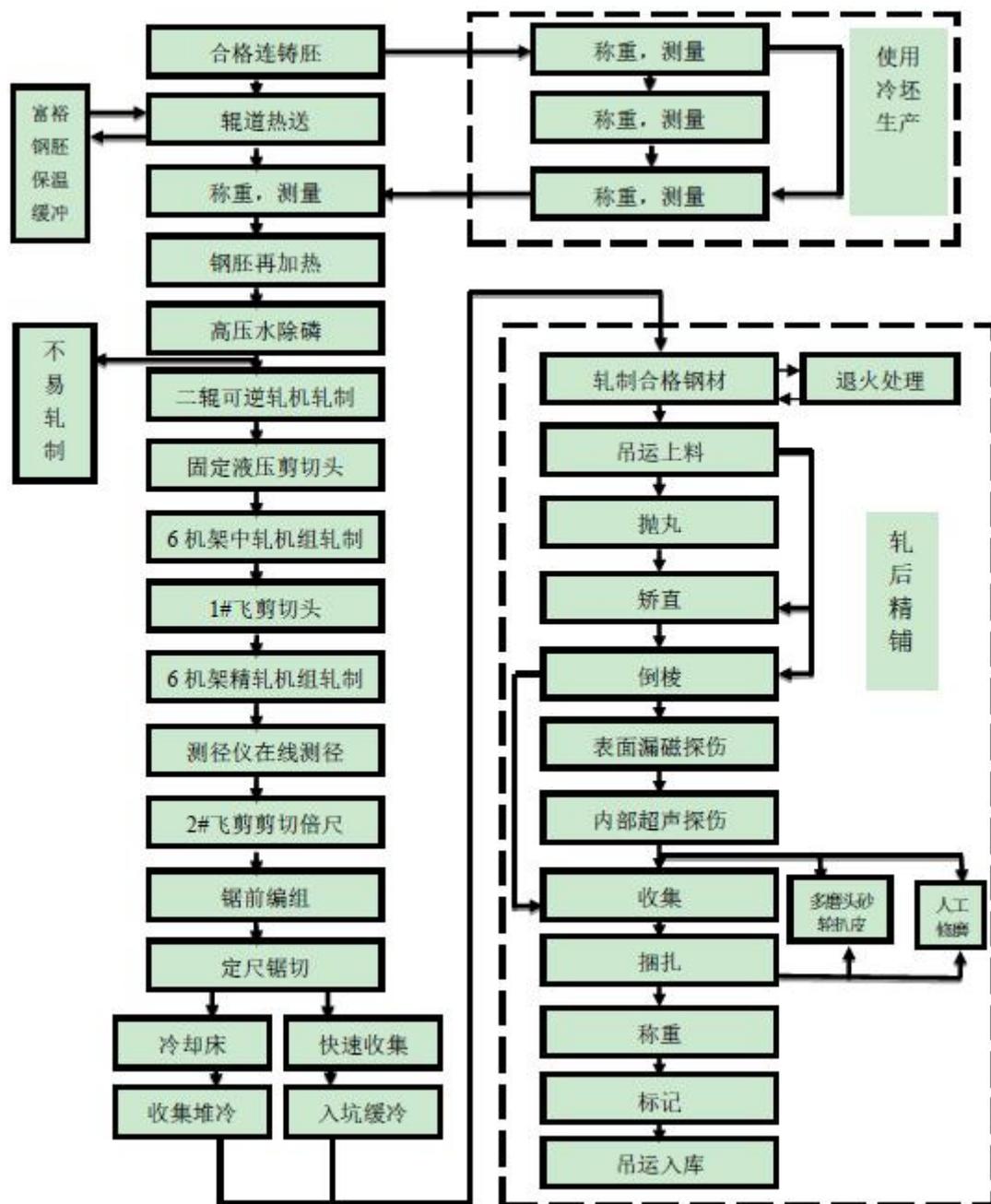


图 3.18 含金废液处理工艺流程图

1) 原料转运及加热

a、连铸坯热送热装：轧钢工序在与连铸工序衔接点用辊道（入炉辊道）接受输送来的连铸坯。入炉辊道可直接将连铸坯输送进加热炉进行补热，实现连铸坯热送热装。在入炉辊道侧设有钢坯上料兼卸料台架，台架位于坯料跨内，在热坯不便直接装炉的情况下，可以将连铸工序热送来的连铸坯卸下堆放在坯料跨内。为防止个别敏感性钢种在堆放冷却过程中出现缺陷，在坯料跨设有 8 个连铸坯缓冷坑，每个坑可装~150t 连铸坯。在坯料跨靠近加热炉处的入炉辊道侧面还设有一座钢坯保温炉（预加热炉），当连铸机

送来的连铸坯暂时有富余时，可将富余的连铸坯拖放到预加热炉内进行保温缓冲，最晚在该炉次输送结束前，将保温连铸坯托出随该炉次入炉加热。在输出保温炉中坯料时，连铸机输送的连铸坯可以利用前述钢坯上料兼卸料台架卸下堆放。连铸坯在上料台架上拉开一定的距离，避免热坯并靠而使外侧的热坯产生弯曲。在入炉辊道下设有钢坯称重装置，当连铸坯停止在该段辊道上时，称重机构将连铸坯抬离辊面，进行称重。在入炉辊道上设有连铸坯测长装置，便于连铸坯在炉内合理定位。

b、冷坯装炉：当不便进行连铸坯热送热装时，可以将原料跨储存的冷坯吊放到上料台架上，台架的步进机构将坯料单支放置在入炉辊道上，经入炉辊道输送到加热炉实现冷坯装炉。在辊道输送过程中完成称重、测长。在轴承钢冷坯装炉加热时，为保证冷装坯的高温扩散时间要求，将冷坯料先通过预加热炉前上料台架装入预加热炉，使轴承钢连铸坯在预加热炉中预热到 600~800°C，达到连铸坯热送热装温度，之后将坯料托放到入炉辊道上，再经入炉辊道输送进加热炉。这样在生产轴承钢时，加热扩散能力不受明显影响。

c、钢坯加热：设步进梁式加热炉 1 座，有效长度约 45m，有效宽度 8.6m，额定加热合金钢能力 180t/h（冷装），采用高炉煤气双蓄热式燃烧方式加热，并采用侧进侧出方式装出料。另设步进梁式保温/预热炉 1 座，采用转炉煤气常规烧嘴加热，并采用侧进料端出料。钢坯进入加热炉后，由推钢机将钢坯推正在固定的位置，由加热炉步进机构将钢坯托离悬臂辊，放到固定梁上。钢坯在加热炉内按设定的加热工艺，边向前移动边加热。在钢坯到达出料端时，将坯料加热到 1050~1250°C。然后，由辊道送出加热炉。

## 2) 轧制

为提高轧件表面质量，在出炉辊道上设置高压水除鳞装置。如果出炉的钢坯不便轧制需要甩出，则用车间桥式起重机采用夹钳将其吊放到回炉坯过跨平车上，平车上铺设耐火材料保护。钢坯出炉后，进入粗轧机进行 9 或 7 道次往复轧制，采用机前翻钢的轧制工艺。在生产 $\phi 45-150\text{mm}$ 规格产品时，粗轧机将轧件轧制成 1902 的断面；在生产 $>\phi 150\text{mm}$ 规格产品时，粗轧机将轧件轧制成 2002、2302、2452、2602 断面。为保证圆棒材的外形尺寸，每个规格的产品至少保证在连轧机上轧制 4 道次。在二辊可逆粗轧机后设置 800t 切头液压剪，在此将轧件不规则的头部剪掉，如果下游轧机出现故障，切头剪可将粗轧后的轧件切短甩出。在夹送辊的辅助下，切头后的轧件进入 $\phi 750\times 6$ 中轧机组进行最多 6 道次连轧，最小轧制成 $\phi 95\text{mm}$ 的断面。 $\Phi 100-220\text{mm}$ 规格的产品由中轧机组轧出成品。在中轧机后方设置切头飞剪（1#飞剪），将需要下游精轧机组轧制

的轧件不规则的头部剪掉，如果下游轧机出现故障，切头剪启动碎断功能，将后部轧件碎断，防止事故扩大。另外，对于 $\phi 100-150\text{mm}$  规格成品，由于轧后总长度较大，需用 1#飞剪剪切成 60m 以下的倍尺，再上编组台架。经过切头的轧件继续前行，进入 $\phi 550\times 6$  精轧机组进行最多 6 道次连轧，轧制成 $\phi 45-95\text{mm}$  的成品断面。在生产较大规格产品时，根据轧制道次的实际需要， $\phi 750$  轧机后两架和 $\phi 550$  轧机均可由空过辊道替换。在精轧机后方设有在线测径仪，便于实时监控产品的外形尺寸。在精轧机后还设置倍尺飞剪（2#飞剪），将经过精轧机组轧制的成品轧件剪切成 60m 以下的倍尺，再上编组台架。

### 3) 编组锯切与收集

为提高锯切效率，并使轧制能力与锯切能力合理匹配，生产线采用金属锯成组锯切定尺。倍尺成品轧件在编组台架上并排成组后，由横移小车将成排轧件托放到编组台架输出辊道上，由辊道输送到锯区进行锯切。成排的轧件到达 1#锯前的活动挡板处齐头后，由 1#锯锯切头部，之后成排轧件在定尺机的辅助下可一次锯切三组定尺；3#锯锯切的定尺长度通过定尺机调节，1#、2#锯锯切的定尺长度通过两台锯沿辊道方向移动调节。两台移动锯移动的范围辊道可纵向移动，以便在不同定尺长度锯切时保证锯片在辊道间空隙中通过。快速横移台架采用链式移送结构，输入机构将辊道上成组的定尺棒材平托到台架上，台架长约 13.8m 宽约 12.5m。链条上带滚轮，在台架的轨道上滚动运行；链条上面带托板，使高温棒材在托板上放置，尽量降低滚轮的温升。台架的末端设置锚链软收集系统，防止棒材擦伤和冲击，对 $\leq \phi 150\text{mm}$  的棒材在软收集系统收集成束，用链条或钢圈约束吊入缓冷坑；对 $> \phi 150\text{mm}$  的棒材，可直接在台架上吊起放入缓冷坑。步进式冷床长约 30m，宽约 13m，齿条段长 20m（2 组传动），对于定尺长度 $\leq 6\text{m}$  的棒材，采用双排冷却，对于定尺长度 $> 6\text{m}$  的棒材，采用单排冷却。冷床输入装置采用液压托起横移结构，将成组的棒材托放到倾斜的支撑台上，再由动齿条进行取料分散，取料位设有可调的挡钢装置，针对棒材规格的大小，调整挡钢装置的位置，使动齿条正好取出一支（或设定支数）棒材。冷床入口段约 4m 长区域设置矫直格栅。防止偏小规格的高温棒材出现弯曲。冷床输出段采用约 3m 长的链式结构，便于集料和缓冲。冷床的端部设置链式软收集料筐，平缓地收集棒材，并经过人工简单捆扎后由车间起重设备吊走堆放，等待离线倒棱等处理。

### 4) 精整

缓冷后的棒材，用天车吊运出缓冷坑堆放。个别有退火要求的钢材，出坑后吊运到退火台车上进行退火处理，共设置 3 台退火炉，退火处理能力约 10 万吨/年。本生产线

生产钢种复杂，档次较高，所有经过缓冷的产品均需进行离线矫直、倒棱，冷床上下来的产品根据用户要求进行倒棱、矫直倒棱或矫直倒棱探伤处理。在精整区设有两条精整线：一条配有 1 台多辊矫直机，1 套棒材自旋转式砂轮倒棱机，用于 $\phi 80-220\text{mm}$  棒材的精整；另一条配有 1 台多辊矫直机，1 台通过式抛丸机，1 套螺旋式砂轮倒棱机，1 套引进表面漏磁探伤及内部超声探伤设备，用于 $\phi 45-150\text{mm}$  棒材的精整。在精整跨还设置两套多磨头砂轮自动扒皮机，对于需要全修磨的成品进行全扒皮，一次扒皮量通过调节磨头数量调整。对于有局部缺陷的棒材，可采用人工修磨的方法处理。

### 3.6.7 石灰车间

随着钢铁冶炼技术的进步，炼钢广泛采用活性石灰作为熔剂，这样可以加快造渣速度，缩短炼钢时间，提高钢的产量和质量，降低成本，节省炉料和能耗，稳定冶炼操作，为冶炼自动化创造良好条件。烧结采用生石灰代替原来的石灰石，生石灰在混合料加水过程中被消化，放出大量的热，从而提高料温，在正常用量情况下一般可提高  $10\sim 15^{\circ}\text{C}$ 。同样因生石灰消化为消石灰而有利于混合料的成球，提高料球强度和热稳定性，从而改善料层的透气性，加快垂直烧结速度，尤其在厚料层操作时极为有利，一般可提高烧结矿产量  $10\sim 30\%$ 。另外，用生石灰代替石灰石生产高碱度烧结矿并配以部分酸性炉料，是目前被认为较好的高炉炉料结构，它可以使高炉冶炼少加或不加石灰石，可提高高炉利用系数，降低焦比，节约能耗，经济效益显著。

荣钢石灰车间布置 4 座  $300\text{m}^3$  石灰竖窑，年设计产能为 25 万 t 生石灰；1 座年设计产能 20 万 t 石灰回转窑。

(1) 石灰竖窑生产工艺流程为：石灰石首先经振动筛分，筛上料分配至每座石灰窑中间料斗中，再经提升机送入石灰窑煅烧，煅烧后的活性石灰送入石灰成品料仓，再运往烧结和炼钢车间。

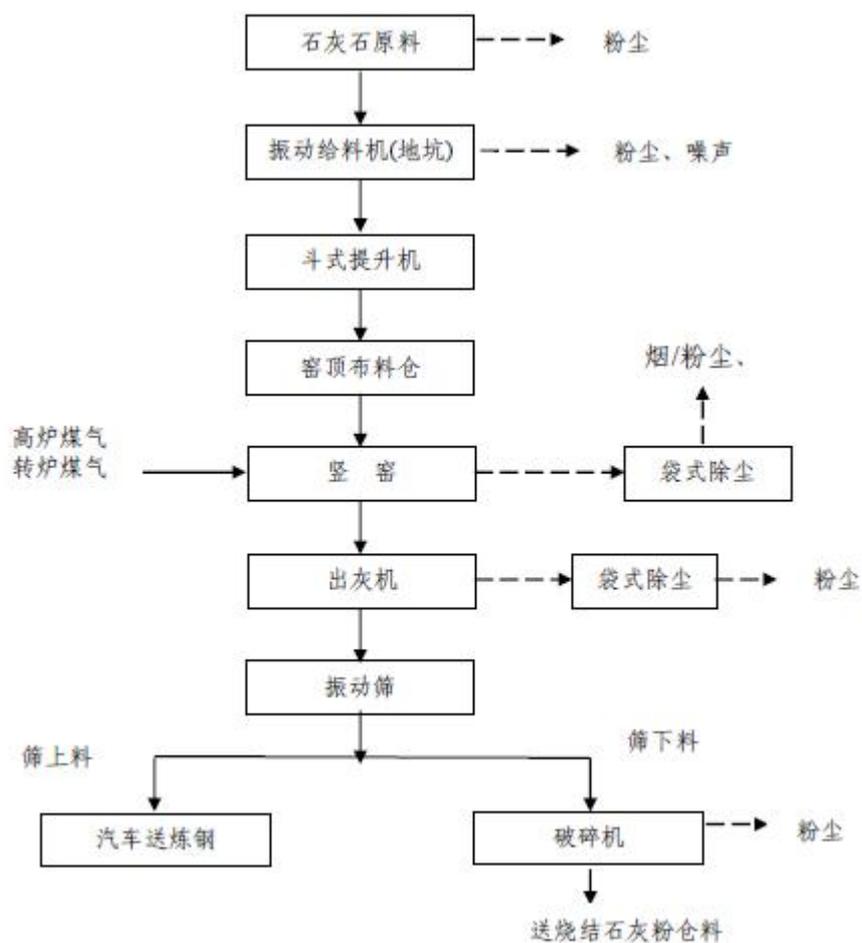


图 3.19 白灰窑生产工艺流程图及产污节点图

(2) 石灰回转窑生产线由原料运输、原料上料、原料筛分、竖式预热器、回转窑、竖式冷却器、烟气处理、燃烧系统、成品筛分及输送等系统组成。

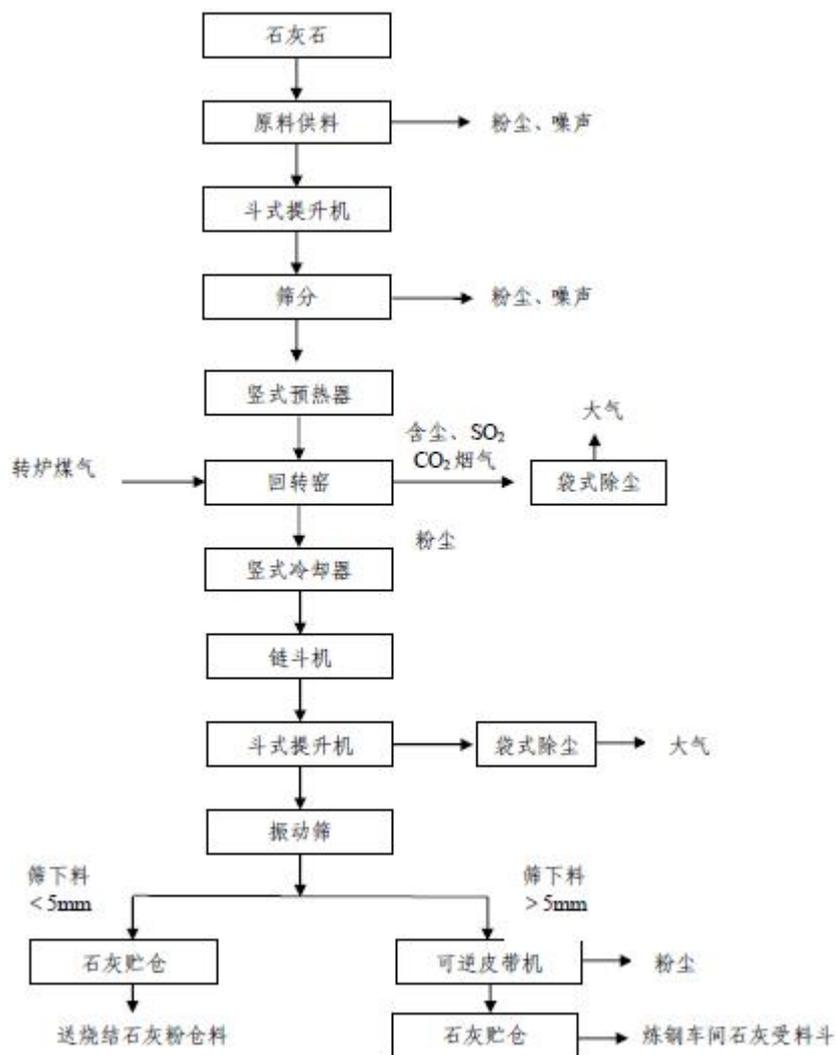


图 3.20 石灰回转窑生产工艺流程图及产污节点图

### 3.7 污染物排放分析

#### 3.7.1 废气

天津荣程联合钢铁集团有限公司各主要工序主要污染产污环节情况包括：

**原料场：**原料、熔剂和燃料，在卸料、输送、转运以及破碎筛分过程中产生的粉尘。

**炼铁工序：**高炉辅原料上料系统(包括高位料仓、槽上、槽下的胶带机落料点和振动筛等处)产生粉尘；高炉出铁场产生烟尘；高炉煤粉制备系统产生煤尘；热风炉燃高炉煤气产生含少量烟尘、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> 的烟气。

**炼钢工序：**转炉、精炼炉上料系统产生粉尘；转炉冶炼过程产生含尘烟气；精炼炉精炼过程产生的含尘烟气。

**石灰竖窑：**石灰石在储运及输送过程中产生粉尘；竖窑在煅烧石灰过程中产生颗粒物的废气；成品活性石灰在输送、破碎、提升、筛分、入库及装车等过程中产生粉尘。

石灰回转窑：石灰石转运过程中产生粉尘；回转窑煅烧过程中产生颗粒物的废气；高温石灰在窑头冷却过程中产生粉尘；成品石灰在输送、破碎、筛分、入库及装车等过程中产生的粉尘。

动力厂：燃高炉煤气锅炉产生含 SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> 和烟尘的烟气。

(1) 有组织排放情况

荣钢现有各工序各排气筒污染物排放及废气治理设施情况如下表所示。

表 3.5 表 6.荣钢现有工程各排气筒废气排放情况汇总表

编号	污染源名称	污染物种类	排放高度(m)	治理措施	监测浓度(mg/m <sup>3</sup> )	标准值(mg/m <sup>3</sup> )	监测数据出处	达标情况
炼铁								
DA002	3#高炉上料除尘	颗粒物	18	袋式除尘器	4.3	10	年度执行报告	达标
DA003	3#高炉 1#炉前除尘排口	颗粒物	30	袋式除尘器	4.49	15		达标
DA004	3#高炉 2#炉前除尘排口	颗粒物	23	袋式除尘器	1.23	15		达标
DA005	3#高炉 1#矿槽除尘排口	颗粒物	30	袋式除尘器	3.96	10		达标
DA006	3#高炉 2#矿槽除尘排口	颗粒物	24	袋式除尘器	2.6	10		达标
DA007	3#高炉热风炉排放口	颗粒物	50	无措施	2.5	15		达标
		SO <sub>2</sub>			40	100	达标	
		NO <sub>x</sub>			25	300	达标	
DA008	3#高炉煤粉制备除尘排口	颗粒物	12	袋式除尘器	8	10	年度执行报告	达标
DA009	4#高炉上料除尘	颗粒物	18	袋式除尘器	0.93	10	年度执行报告	达标
DA010	4#高炉炉前除尘	颗粒物	30	袋式除尘器	3.43	15		达标
DA011	4#高炉矿槽除尘	颗粒物	30	袋式除尘器	2.6	10		达标
DA012	4#高炉热风炉排放口	颗粒物	70	无措施	3.41	15		达标
		SO <sub>2</sub>			84.8	100		达标
		NO <sub>x</sub>			16.1	300		达标
DA013	4#高炉煤	颗粒	20	袋式除尘器	5.6	10	达标	

编号	污染源名称	污染物种类	排放高度 (m)	治理措施	监测浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	标准值 (mg/m <sup>3</sup> )	监测数据出处	达标情况
	粉制备除尘排口	物						
DA014	5#高炉上料除尘	颗粒物	30	袋式除尘器	2.76	10	年度执行报告	达标
DA015	5#高炉炉前除尘	颗粒物	35	袋式除尘器	5.5	15	年度执行报告	达标
DA016	5#高炉矿槽除尘	颗粒物	30	袋式除尘器	1.93	10	年度执行报告	达标
DA017	5#高炉热风炉排放口	颗粒物	70	无措施	3.24	15		达标
		SO <sub>2</sub>			30	100		达标
		NO <sub>x</sub>			13.4	300	达标	
DA018	5#高炉煤粉制备排口	颗粒物	20	袋式除尘器	5.6	10	年度执行报告	达标
炼钢								
DA020	1#转炉一次除尘	颗粒物	60	LT 干法除尘	12.9	50	年度执行报告	达标
DA021	1#、2#和3#转炉二次除尘	颗粒物	28	袋式除尘器	7.23	15	年度执行报告	达标
DA022	1#、2#和3#转炉三次除尘	颗粒物	25	袋式除尘器	7.19	15	年度执行报告	达标
DA023	1#、2#和3#转炉散料上料除尘排口	颗粒物	20	袋式除尘器	14.25	15	年度执行报告	达标
DA024	2#转炉一次除尘	颗粒物	60	LT 干法除尘	4.5	50	年度执行报告	达标
DA025	3#转炉一次除尘	颗粒物	60	LT 干法除尘	13.8	50	年度执行报告	达标
DA026	LF 精炼炉除尘排口	颗粒物	25	脉冲高效布袋除尘器	1.3	15	年度执行报告	达标
P <sub>渣</sub>	钢渣再利用	颗粒物	32	布袋除尘器	10	100	环评数据	达标
石灰窑								
DA028	1#、2#、3#和4#石灰竖窑成品破碎除尘排口	颗粒物	18	袋式除尘器	5.84	30	年度执行报告	达标
DA029	1#、2#、3#和4#石灰竖窑焙	颗粒物	16	脉冲高效布袋除尘器	6.05	30	年度执行报告	达标

编号	污染源名称	污染物种类	排放高度 (m)	治理措施	监测浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	标准值 (mg/m <sup>3</sup> )	监测数据出处	达标情况
	烧除尘排口							
DA030	5#回转窑焙烧除尘排口	颗粒物	45	脉冲高效布袋除尘器	5.4	30	年度执行报告	达标
DA031	5#回转窑成品除尘排口	颗粒物	15	脉冲高效布袋除尘器	2.96	30	年度执行报告	达标
动力厂								
DA001	130t 燃气锅炉	颗粒物	45	无措施	3.53	5	年度执行报告	达标
		SO <sub>2</sub>			18.5	35		达标
		NO <sub>x</sub>			46.5	100		达标
DA032	50t 燃气锅炉	颗粒物	90	无措施	3.96	10	年度执行报告	达标
		SO <sub>2</sub>			12	20		达标
		NO <sub>x</sub>			54	150		达标
DA033	100t 燃气锅炉	颗粒物	80	无措施	3.9	5	年度执行报告	达标
		SO <sub>2</sub>			17.1	35		达标
		NO <sub>x</sub>			53.5	100		达标
P <sub>电</sub>	65MW 煤气发电	颗粒物	80	干法脱硫+低氮燃烧+SNCR+SCR脱硝	4.25	5	环评数据	达标
		SO <sub>2</sub>			8.95	10		达标
		NO <sub>x</sub>			28.04	30		达标

从企业日常监测数据来看，荣钢各工序主要排气筒均可满足相应大气污染物排放标准，均可实现达标排放。

## (2) 无组织排放情况

荣钢全厂厂界无组织排放监测数据如下表所示。

表 3.6 厂界颗粒物无组织排放监测结果

监测日期	所处风向	监测浓度 mg/m <sup>3</sup>	上下风向差值 mg/m <sup>3</sup>	监测报告编号
2021.3.7	上风向	0.188	—	QY-Q-190111-6
	下风向	0.363	0.175	
	下风向	0.342	0.154	
	下风向	0.322	0.134	

根据监测，厂界处无组织监控点处颗粒物上下风向的监测浓度差值可满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中无组织排放监控浓度 1.0 mg/m<sup>3</sup> 的限值要求，

厂界无组织可实现排放达标。

荣钢炼钢、炼铁车间外无组织排放监测数据如下表所示。

表 3.7 车间外颗粒物无组织排放监测结果

工作单元	监测日期	所处风向	监测项目	监测浓度 mg/m <sup>3</sup>	监测报告编号
炼铁车间	2021.4.23	上风向	颗粒物	0.180	QY-Q-180422-4
		下风向		0.252	
		下风向		0.389	
		下风向		0.438	
炼钢车间	2021.4.23	上风向	颗粒物	0.254	
		下风向		0.395	
		下风向		0.429	
		下风向		0.352	

从监测结果可以看出，经企业无组织排放控制措施后，荣钢炼铁车间外可满足《炼铁工业大气污染物排放标准》（GB28663-2012）厂界无组织 8.0 mg/m<sup>3</sup> 的排放浓度限值要求；炼钢车间无组织排放可满足《炼钢工业大气污染物排放标准》（GB28664-2012）厂界无组织 8.0 mg/m<sup>3</sup> 的排放浓度限值要求。综上，现状车间均可实现达标排放。

### 3.7.2 废水

现有工程产生的废水主要来自锅炉排污水、循环冷却系统排水、高炉冲渣废水、炼钢连铸废水、生活污水等。现有工程产生的生产废水、生活污水均排入荣钢污水处理厂。该污水处理厂进水水源除包括荣钢厂区各车间生产废水、员工生活污水外，还包括津南区葛沽镇生活污水、雨水等。原水经污水处理厂深度处理，达到企业再生水回用标准后将回用到荣钢，最终作为企业的中水水源，通过中水处理系统处理后全部回用，不外排，全厂无废水排放总口。

荣钢污水处理厂采用二级生化处理和深度处理工艺，将各生产工序的生产排水、生活污水以及葛沽镇生活污水处理后作为企业各生产工序的补充新水（CMF 出水）和软化水（RO 出水）回用。

荣钢污水处理厂水处理工艺采用“水解酸化—循环式活性污泥法（CAST）+絮凝沉淀+连续微过滤（CMF）+反渗透（RO）”处理工艺。即葛沽镇生活污水及荣钢厂区生产、生活废水通过调节池预处理去除杂质和砂粒后，经水解酸化池提高水的可生化性，再经 CAST 生化反应池独特的变容积曝气、非曝气、充水和静止等过程去除废水中的有机污染物等，同时结合 CAST 池前端的生物选择器对磷进行厌氧释放，去除废水中总磷。二级生化处理后的出水经微絮凝沉淀后进入深度处理工段（CMF+RO 膜系统），经过

CMF 处理消毒后的中水作为荣钢生产补充新水直接回用于净环水和浊环水系统，CMF 出水再经 RO 处理和消毒后的软化水，直接回用于软环水系统。

经过预处理、二级生化处理和微絮凝沉淀处理的出水基本符合深度处理水质要求，经 CMF 处理并消毒后可以达到企业生产新水水质标准，而 CMF 作为 RO 的预处理工艺，CMF 出水再经 RO 处理并消毒后的出水完全可以达到企业生产所需的软化水水质标准要求。

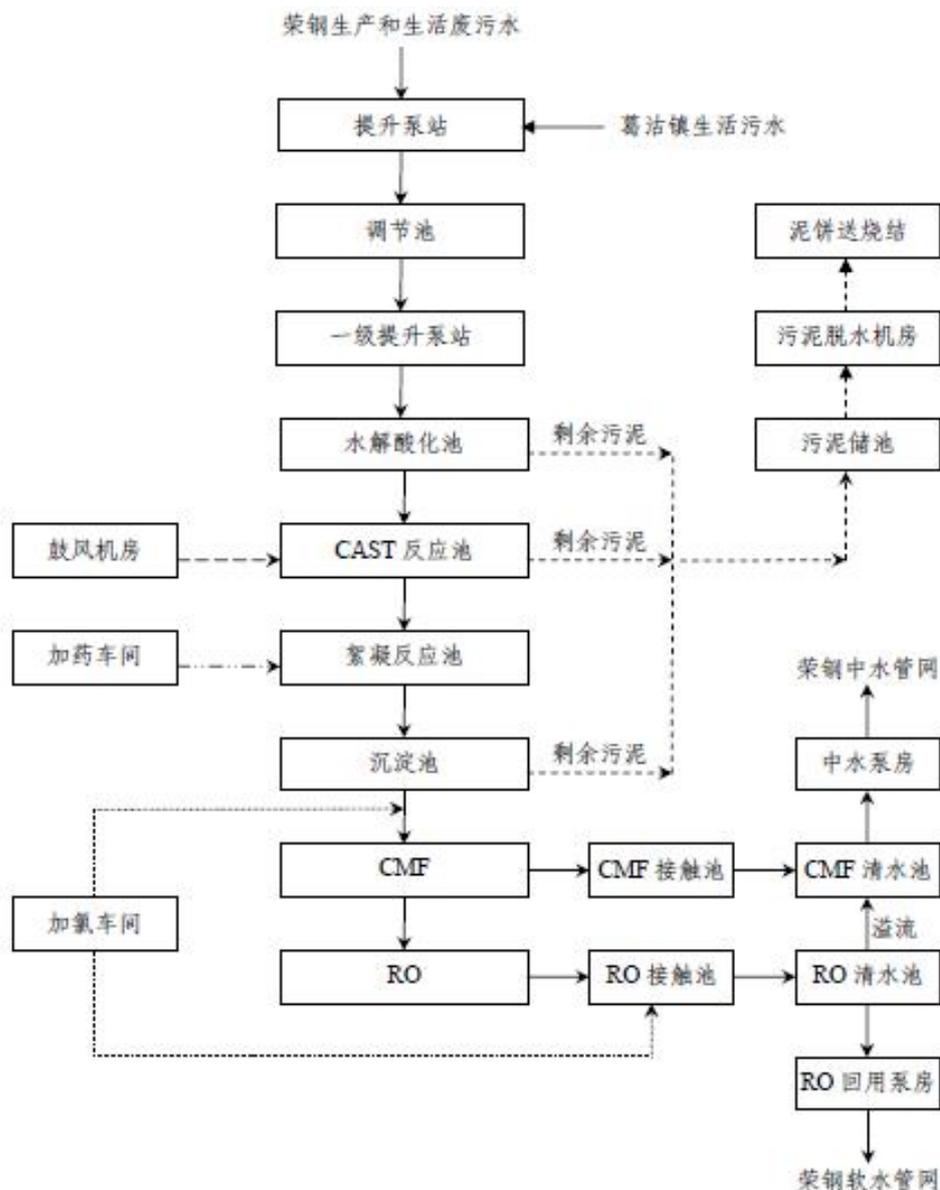


图 3.21 污水处理厂工艺流程图

### 3.7.3 固体废物

#### (1) 原料场

原料场产生的固体废物主要为除尘器回收的粉尘，经加湿后，作为原料回收利用，

即除尘灰 100%予以综合利用。

## (2) 烧结

各除尘系统收集的除尘灰全部作为烧结配料返回配料系统；部分烧结返矿用作烧结铺底料，其余返回配料系统。脱硫渣直接外销。

## (3) 球团

球团各除尘系统收集的除尘灰经气力输送至球团混料系统回收利用。

## (4) 炼铁

炼铁工序主要固体废物为除尘器捕集的烟尘，高炉炼铁产生的水渣，矿槽除尘、炉顶除尘、出铁场除尘等系统收集的烟（粉）尘。

高炉渣在正常情况下全部出水渣，事故时出干渣。水渣及干渣送天津大站水泥有限公司综合利用；各除尘系统捕集的除尘灰、瓦斯灰经卸灰阀、刮板输送机送入储灰仓，再经搅拌加湿后卸入粉尘运输车，送烧结配料系统利用；渣、铁沟及铁水包等修砌产生的废耐火材料，送至北京利尔高温耐火材料有限公司综合利用。

## (5) 炼钢

转炉钢渣经水淬、破碎、强力磁选等处理后，废钢返回转炉使用，其他细小颗粒含铁杂物返回烧结再利用，尾渣外销。

水处理系统措施的含铁尘泥经压滤、脱水后泥饼与其它各除尘系统捕集的除尘灰一并送烧结配料利用。

拆炉、拆包、连铸中间罐修砌等产生的废耐火材料送至北京利尔高温耐火材料有限公司综合利用。

## (6) 热轧带钢、高线、棒材

轧制过程中产生的氧化铁皮送烧结作为原料利用。

轧线产生的轧废及切头/尾料、废切屑，经收集后送炼钢作为原料利用。

切头和冷却工序后定尺锯切工序将会产生一定量的废钢，收集后作为炼钢原料由炼钢车间专车运输进行回用。

液压站、润滑站定期更换的废液压、润滑油送利弗斯（天津）工业废物处理有限公司或天津合佳威立雅环境服务有限公司处置。

加热炉等砌筑产生的废耐火材料送北京利尔高温耐火材料有限公司回收处理。

## (7) 石灰车间

石灰竖窑和石灰回转窑各除尘系统收集的除尘灰全部回收至原料系统或烧结系统

再次利用。

### (8) 公辅设施

污水处理厂产生的污泥返回烧结配料。

本项目固体废物产生情况及产生量详见下表。

表 3.8 本项目固废产生情况表

分类	固废名称	产生量 (t/a)	处置量 (t/a)	去向 (利用方式)
一般 工业 固废	除尘系统收集的除尘灰	45000	45000	罐车装运返回原料场， 用于烧结配料
	钢渣	268673	268673	经热闷、磁选回收废钢， 尾渣外销
	高炉渣	1504011	1504011	外销综合利用
	高炉瓦斯灰及除尘灰	90200	90200	送烧结配料
	转炉干法除尘灰	100000	100000	压制成球，回炼钢使用
	废耐火材料	29916	29916	外销综合利用
	水处理污泥	4203	4203	送烧结配料
危险 废物	废油	12.12	12.12	交由有资质单位 进行处理处置
	废油布	4.2	4.2	
	废蓄电池	0.04	0.04	
	废旧灯管	0.04	0.04	

## 3.8 场地周边环境敏感点调查

本项目涉及污染物主要通过大气沉降和地面渗漏对周边环境敏感点造成影响。因此，地面垂直渗漏和大气沉降主要影响因素为区域地下水流向和主导风向。本项目区域地下水流向为西北向东南，主导风向为西南风。综合考虑，本项目周边环境敏感点方位主要考虑厂区东侧。

对场地 500m 范围内主要敏感点进行核实，调查主要居民区，学校，医院，地下水井（饮用水/灌溉水）以及使用情况，农田面积、种植作物类型、产量等，主要地表水体利用等。本企业周边 500m 情况见下图。

当地年平均风速 3.5m/s，根据《烧结业厂卫生防护距离标准》(GB11662-2012)、《炼铁厂卫生防护距离标准》(GB11660-89)和《非金属矿物制品卫生防护距离第 2 部分：石灰制造业》(GB 18068.2-2012)，本项目烧结车间、炼铁车间和石灰车间卫生防护距离分别取 600m、1200m 和 400m。各车间卫生防护距离覆盖范围见下图。卫生防护距离范围之内无现状及规划的环境保护目标。

根据企业环评内容显示，厂区内烧结和高炉排气筒对外部环境影响最大的为厂区东侧 2#高炉，其最大落地浓度距离排气筒 280m，该处仍位于厂区内部。

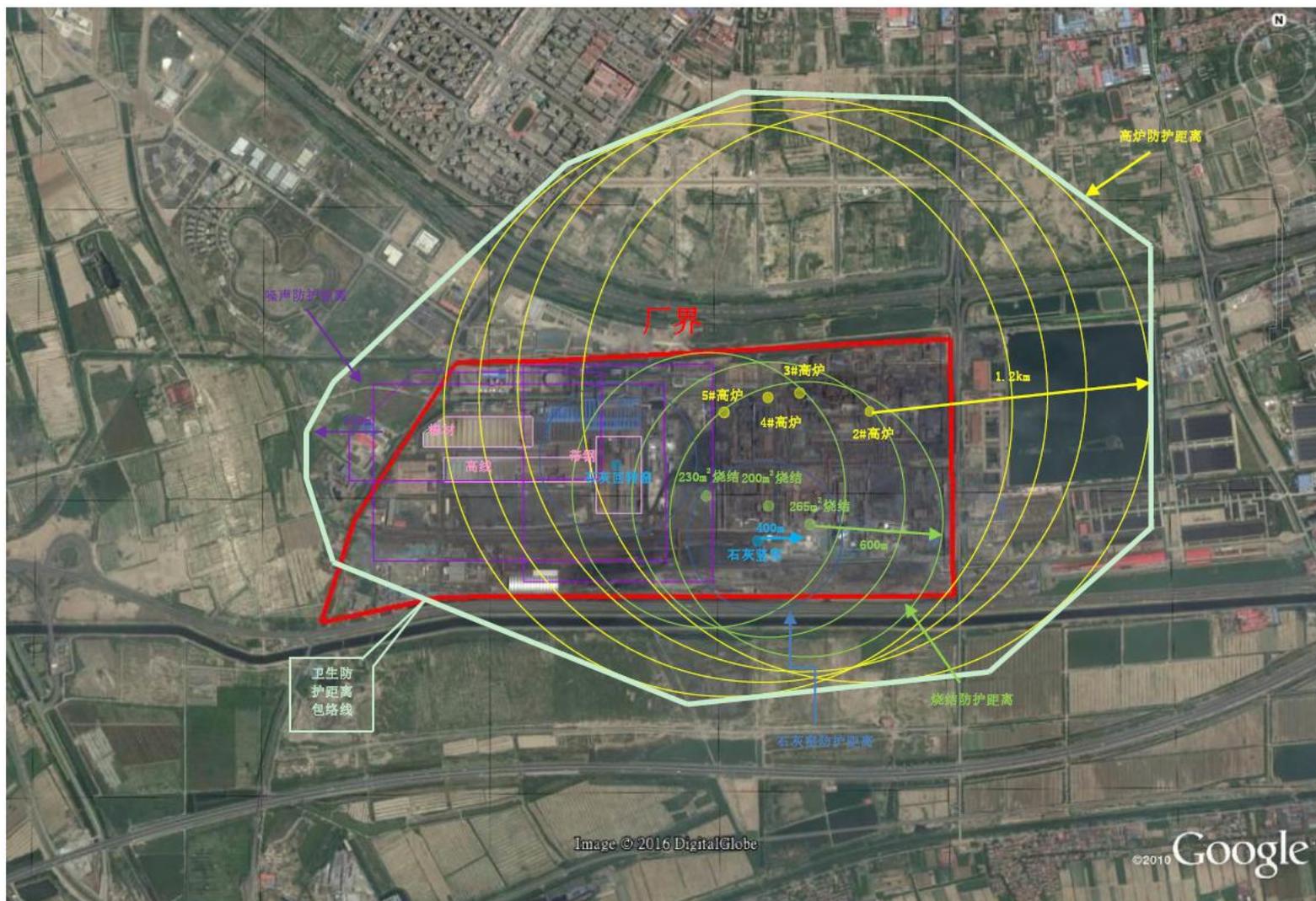


图 3.22 厂区周边敏感点范围图

### 3.8.1 居民区（受体）

该企业位于津南区葛沽镇冶金工业园区内，对场地周边 500m 范围的环境敏感点进行排查。经排查，企业周边 500m 范围内没有存在居民区，且该区域内无珍惜动植物资源、重点文物保护单位、景观、水资源保护地和自然保护区等。

### 3.8.2 地下水

对区域 500m 范围内居民用水井、灌溉用井、企业自备井、工业园区地下水水位进行调查，开展一次水位统测。调查时须记录，井深、水位埋深、井口高程、含水层层位、岩性等关键参数。根据现场踏勘，周边只涉及几家工业企业，企业内部无地下水井。

### 3.8.3 地表水

厂区周边地表示体主要有厂区北侧水渠，最终汇入马厂减河；厂区南侧为大沽排水河；东侧有 1 个 40 万 m<sup>2</sup> 平方米水塘。对厂区周边河流的水温、流量、河宽、流速、水深、水位等水文参数，调查地表水用途。

### 3.8.4 农田

调查厂区周边 500m 范围内农田面积、种植作物类型、产量等。

## 3.9 污染区域污染识别

根据《天津市土壤污染重点监管企业自行监测及信息公开技术指南》（津环土[2020]39 号）的要求，对于在产企业，应了解企业生产工艺、生产设施布局等，重点关注污染物排放点及污染防治设施区域，包括生产废水排放点、废液收集和处理系统、废水处理设施、固体废物堆放区域等。原则上每个疑似污染地块应筛选不少于 2 个布点区域。结合厂区实际情况，参照《天津市土壤污染重点监管企业自行监测及信息公开技术指南》和《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南》，识别本厂区不同功能区主要污染物。

钢铁工业中涉及到一系列工序，每道工序都会排出各种各样的残料和废物，按污染物状态可分为固态、液态、气态。其中液态的废水以及其中所含的有 SS（悬浮物）、油、氨氮、酚等有害有毒物质，气态的 CO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、H<sub>2</sub>S、CO 以及 VOCs 与烟尘颗粒物，固态的有尘泥、高炉渣、转炉渣、氧化铁皮与耐火材料。根据厂区不同工艺区域划分，对疑似污染区域进行污染识别。

### 3.9.1 制氧车间区域主要污染源及污染物

原料空气经自洁式空气过滤器过滤，在离心式空压机中被压缩冷却，然后进入分子

筛吸附器，进入上塔经再分离后，在上塔顶部得纯度为 99.9%的氮气，经过冷器、主换热器复热后出分馏塔，上塔底部的液氧在主冷被下塔的氮气加热而蒸发，得到纯度 99.6%的氧气，从分馏塔出来的污氮，进入去纯化系统，再生分子筛，其余去水冷塔升温，增湿放空。合格的氧气出分馏塔后，由氧压机压缩送出。

根据卫星资料显示，制氧车间在 2002 年至 2006 期间有两处水塘，后期项目扩建用回填土将水塘填平，在此基础上进行的基建活动。根据企业提供资料，回填土为外部农田开挖土，未使用原厂区矿渣或粉煤灰等可能有污染物的回填物，基于现场踏勘情况，该区域大面积均为水泥硬化路面，少许绿化带下有电线光缆，无现场钻探施工条件，故本区域未设置采样点位。

主要污染物为：冷却废水

### 3.9.2 轧钢车间区域（棒材、高线、带钢）主要污染源及污染物

轧钢车间采用热轧带钢的生产工艺，热轧阶段的排放物包括来自加热炉和均热炉的燃烧产物（如 CO、CO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、颗粒物），他们取决于燃料类型和燃烧条件，还包括来自轧制和润滑油的挥发性有机物。还会产生被铁鳞和油所污染的污水。而该过程产生的固体废物包括铁鳞皮和切余料。

带钢车间分布有旋流井，热轧工艺产生的氧化渣冲到旋流井内，在旋流井内沉淀，然后用磁吸盘吸出氧化渣，水又用泵抽回水处理，循环使用，根据厂区资料显示，旋流井深度为 40m。

主要污染物：燃烧废气、颗粒物、氧化铁皮、石油烃、VOCs（苯系物）、PCB

废水成分：悬浮固体、油

### 3.9.3 高炉区主要污染源及污染物

高炉区主要污染物为高炉渣和高炉炼铁产生的废气，主要包括高炉矿槽系统废气、上料地坑粉尘、炉顶装料粉尘、出铁场烟气、热风炉烟气、煤粉制备系统粉尘等，主要污染物为颗粒物、SO<sub>2</sub> 和 NO<sub>x</sub>，经各自生产工序配套的布袋、重力或静电除尘器处理后由集气管道收集后，经烟囱排放。高炉净煤气储存于煤气柜，作为高炉热风炉、烧结机点火、转炉烤包及轧机加热炉等设备的能源。

主要污染物：高炉渣、重金属、PAH（多环芳烃）、氟化物、酚类、硫化物、氰化物

次要污染物：二噁英、石油烃

### 3.9.4 烧结区主要污染源及污染物

烧结过程的污染物排放主要来自于原料装卸作业和炉算上的燃烧反应。后一来源的燃烧气体含有直接由炉算产生的粉尘以及其他燃烧产物，如 CO、CO<sub>2</sub>、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>、和颗粒物。其他排放物包括：由碳屑、含油轧制铁鳞中的挥发物生成的部分挥发性有机物质；在高温条件下由有机物生成的二噁英；从所有原料中挥发出来的金属（包括放射性同位素），以及由所用原料的卤化成分生成的酸蒸汽。

主要污染物：VOCs（含 BTEX）、PAHs、重金属（原料矿石）、氰化物、酚类、硫化物

次要污染物：重金属（铅、镉、锌、锑、铍、钴、钒等）、二噁英等。

### 3.9.5 炼钢区主要污染源及污染物

炼钢区主要污染物为辅原料上料系统(包括高位料仓、槽上、槽下的胶带机落料点和振动筛等处)产生粉尘；高炉出铁场产生烟尘；高炉煤粉制备系统产生煤尘；热风炉燃高炉煤气产生含少量烟尘、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> 的烟气等。炉前水冲渣产生废水，设备循环冷却排污水等。

主要污染物：高炉渣、重金属、PAHs（多环芳烃）、PCB、氰化物、酚类、氰化物、硫化物

次要污染物：二噁英、石油烃

### 3.9.6 料场主要污染源及污染物

厂区内现共有 6 处原料场。烧结原料封闭料场、烧结燃料封闭料场、石灰石封闭料场、东平台料场、焦炭料场、机械化料场，主要是原料本身所产生的污染物。

主要污染物：重金属、颗粒物

次要污染物：PAH（多环芳烃）

### 3.9.7 危废间主要污染源及污染物

厂区危废间主要分布在厂区西侧，厂区产生的危险废物主要有废油、废油布、废油桶、废蓄电池、废旧灯管等。

主要污染物：重金属（汞、铜、钴、镍）、石油烃类

### 3.9.8 污水处理厂主要污染源及污染物

现有工程产生的废水主要来自锅炉排污水、循环冷却系统排水、高炉冲渣废水、炼钢连铸废水、生活污水等。现有工程产生的生产废水、生活污水均排入荣钢污水处理厂。

该污水处理厂进水水源除包括荣钢厂各车间生产废水、员工生活污水外，还包括津南区葛沽镇生活污水、雨水等。原水经污水处理厂深度处理，达到企业再生水回用标准后将回用到荣钢，最终作为企业的中水水源，通过中水处理系统处理后全部回用，不外排，全厂无废水排放总口。

污水处理厂对周边土壤和地下水可能的污染途径是管道破裂、运行故障等造成污水泄漏，污染物进入土壤或地下水，从而产生污染，并随地下水迁移。厂区主要污水进水管位于厂区南侧，处理完的中水经北侧污水管网进入厂区循环使用。

主要污染物：COD、BOD、氨氮、总磷、总氮、SS、表面活性剂、粪大肠菌群、重金属、石油烃类等。

综上，本项目将高炉区、烧结区、炼钢区、危废间、污水处理厂及污水管线作为重点关注区域；将制氧车间、轧钢、料场及厂区其他区域设置为一般关注区域。

表 3.9 不同分区及污染识别

污染区域	污染车间	原料	主要污染来源	潜在污染因子	迁移途径
重点关注区	高炉区	烧结矿和球团矿，以石灰石作熔剂，焦炭作为燃料及还原剂	高炉水渣、高炉尘泥、废钢渣	重金属、PAHs（多环芳烃）、氟化物、酚类、硫化物、氰化物、二噁英、石油烃类等	大气沉降 地面渗漏
	烧结区	铁精粉、石灰石、白云石、活性石灰等、含铁杂料、红泥、高炉返矿、高炉煤气	系统废水、除尘灰、脱硫副产品等	VOCs（含 BTEX）、PAHs、重金属（原料矿石）、氰化物、酚类、硫化物、石油烃、二噁英等	大气沉降 地面渗漏
	炼钢区	煤气	废气、高炉水渣等	重金属、PAHs（多环芳烃）、PCB、氟化物、酚类、氰化物、硫化物、二噁英、石油烃类等	大气沉降 地面渗漏
	危废间	—	危险废物	重金属、石油烃类	地面渗漏
	污水处理厂及污水管线	厂区产生的污水	生活及生产废水	COD、BOD、氨氮、总磷、总氮、SS、表面活性剂、粪大肠菌群、重金属、石油烃类等	地面渗漏
一般关注区	制氧车间	空气	废水	无	大气沉降 地面渗漏
	轧钢区域	钢坯	燃烧废气、废水、颗粒物、氧化铁皮、润滑油	石油烃、VOCs（苯系物）、PCB 等	大气沉降 地面渗漏

	料场区域	原料	原料	重金属、PAHs 等	大气沉降
	其他区域	变电站等	冷却油等	石油烃类等	地面渗漏



图 3.23 厂区污染区域分布图

### 3.10 污染场地概念模型

#### 3.10.1 潜在污染源

根据厂区调查和污染源识别结果，调查地块历史沿革清楚，厂区地面硬化和防渗措施较好，本厂区需要关注污染物为重金属、硫化物、氟化物、石油烃类、VOCs、SVOCs（多环芳烃）、二噁英等。

#### 3.10.2 受体及暴露途径

本项目地块为工业用地，受体为现场工作的工作人员。

本项目地块地下水不作为饮用水水源。未来受体暴露途径包括：①经口摄入土壤；②皮肤接触土壤；③吸入土壤颗粒物；④吸入室外空气中来自土壤和地下水的气态污染物；⑤吸入室内空气中来自土壤和地下水的气态污染物。

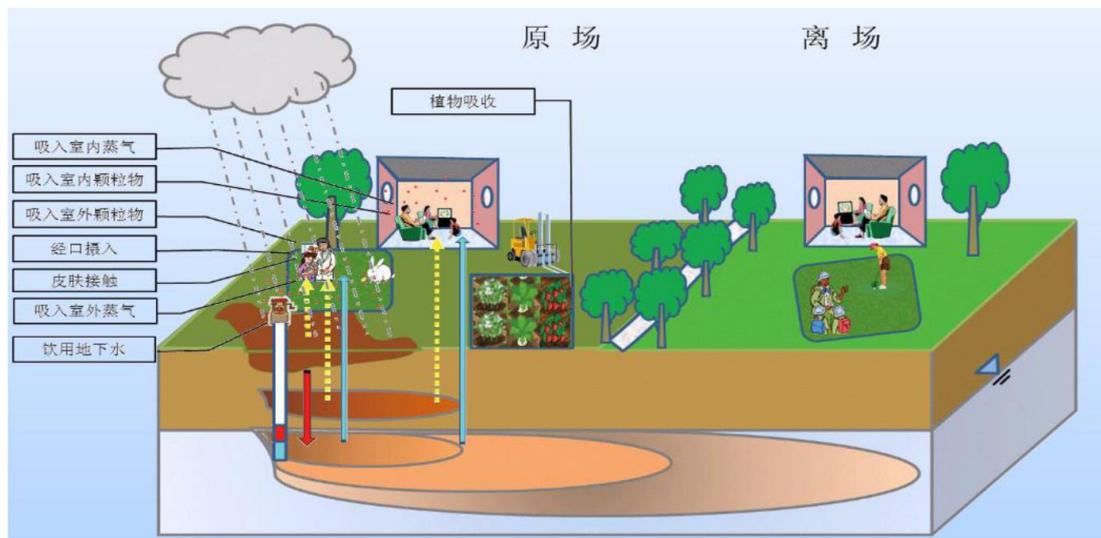


图 3.24 地块污染暴露模型示意图

#### 3.10.3 地块初步污染概念模型

基于上述场地及周边资料收集、现场踏勘、人员访谈等工作，分析场地潜在的污染产生原因、污染物种类、污染迁移过程、污染介质等，建立该厂区污染识别初步概念模型见下表。

表 3.10 场地污染概念模型

潜在污染源	分析指标		污染介质	传输途径	暴露途径	暴露介质	暴露受体
重点关注区	高炉区	镉、铅、铬、铜、锌、镍、汞、砷、锰、钴、硒、钒、锑、铊、铍、钼、	大气、土壤、地下水	吸入废气、污染土壤直接接触	皮肤接触、吸入颗粒物呼吸吸入	土壤空气	成人

		PAHs（多环芳烃）、氟化物、酚类、硫化物、氰化物、二噁英、石油烃类等					
	烧结区	VOCs（含BTEX）、PAHs、重金属（原料矿石）、氟化物、酚类、硫化物、石油烃、二噁英等	大气、土壤、地下水	吸入废气、污染土壤直接接触	皮肤接触、吸入颗粒物呼吸吸入	土壤空气	成人
	炼钢区	镉、铅、铬、铜、锌、镍、汞、砷、锰、钴、硒、钒、铈、铊、铍、钼、PAHs（多环芳烃）、PCB、氟化物、酚类、氰化物、硫化物、二噁英、石油烃类等	大气、土壤、地下水	吸入废气、污染土壤直接接触	皮肤接触、吸入颗粒物呼吸吸入	土壤空气	成人
	危废间	镉、铅、铬、铜、锌、镍、汞、砷、锰、钴、硒、钒、铈、铊、铍、钼、石油烃类	土壤、地下水	污染土壤直接接触	皮肤接触、吸入颗粒物呼吸吸入	土壤空气	成人
	污水处理厂及污水管线	COD、BOD、氨氮、总磷、总氮、SS、表面活性剂、粪大肠菌群、重金属、石油烃类等	土壤、地下水	污染土壤直接接触	皮肤接触、吸入颗粒物呼吸吸入	土壤空气	成人
一般关注区	制氧车间	无	无	—	—	—	—
	轧钢区域	石油烃、VOCs（苯系物）、PCB等	大气、土壤、地下水	吸入废气、污染土壤直接接触	皮肤接触、吸入颗粒物呼吸吸入	土壤空气	成人
	料场区域	镉、铅、铬、铜、锌、镍、汞、砷、锰、钴、硒、钒、铈、铊、铍、钼、PAHs等	大气、土壤、地下水	吸入废气、污染土壤直接接触	皮肤接触、吸入颗粒物呼吸吸入	土壤空气	成人
	其他区域	石油烃类等	土壤、地下水	吸入废气、污染土壤直接接触	皮肤接触、吸入颗粒物呼吸吸入	土壤空气	成人

### 3.11 企业历史土壤监测情况

#### 3.11.1 监测方案

根据《北京市重点企业土壤环境自行监测技术指南》，企业于 2019 年对厂区土壤和地下水开展调查。共布设 21 个场地土壤采样点（其中 9 个和地下水采样点共用），土壤样品 63 件（含 10%平行样 6 个）。调查共新建 9 口地下水井，深度均为 7~8 米。水样品采集 9 件，平行样品 1 件，共计 10 件。厂区内监测点位如下。



图 3.25 厂区历史土壤地下水采样点位图

表 3.11 厂区土壤历史采样情况表

序号	编号	所在区域	检测项目	采样深度(m)	采集样品(个)
1	1A01	制氧车间北侧 (背景值)	基础项 (45 项)、重金属 (9 项)、石油烃、pH	4	3
2	1B02	炼钢车间东侧	基础项 (45 项)、重金属 (9 项)、石油烃、pH、二噁英	4	3
3	1B03	炼钢车间南侧	基础项 (45 项)、重金属 (9 项)、石油烃、pH、二噁英	4	3
4	1C04	棒材车间南侧	基础项 (45 项)、重金属 (9 项)、石油烃、pH	4	3
5	1C05	高线车间南侧	基础项 (45 项)、重金属 (9 项)、石油烃、pH	4	3
6	1C06	带钢车间南侧	基础项 (45 项)、重金属 (9 项)、石油烃、pH	4	3
7	1D07	烧结原料料场东侧	基础项 (45 项)、重金属 (9 项)、石油烃、pH	4	3
8	1D08	机械化料场南侧	基础项 (45 项)、重金属 (9 项)、石油烃、pH	4	3
9	1D09	焦炭料场南侧	基础项 (45 项)、重金属 (9 项)、石油烃、pH	4	3
10	1E10	3#高炉南侧	基础项 (45 项)、重金属 (9 项)、石油烃、pH、二噁英	4	3
11	1E11	4#高炉南侧	基础项 (45 项)、重金属 (9 项)、石油烃、pH、二噁英	4	3
12	1E12	5#高炉南侧	基础项 (45 项)、重金属 (9 项)、石油烃、pH、二噁英	4	3
13	1F13	球团区南侧	基础项 (45 项)、重金属 (9 项)、石油烃、pH、二噁英	4	3
14	1F14	265 烧结机南侧	基础项 (45 项)、重金属 (9 项)、石油烃、pH、二噁英	4	3
15	1F15	230 烧结机南侧	基础项 (45 项)、重金属 (9 项)、石油烃、pH、二噁英	4	3
16	1G16	烧结燃料料场南侧	基础项 (45 项)、重金属 (9 项)、石油烃、pH	4	3
17	1H17	发电厂东南侧	基础项 (45 项)、重金属 (9 项)、石油烃、pH	4	3
18	1I18	污水处理厂北侧	基础项 (45 项)、重金属 (9 项)、石油烃、pH	4	3
19	1I19	污水处理厂东侧	基础项 (45 项)、重金属 (9 项)、石油烃、pH	4	3
20	1I20	污水处理厂南侧	基础项 (45 项)、重金属 (9 项)、石油烃、pH	4	3
21	1J21	危废间南侧	基础项 (45 项)、重金属 (9 项)、石油烃、pH	4	3

表 3.12 厂区地下水历史采样情况表

序号	编号	所在区域	检测项目	采样深度(m)	采集样品(个)
1	水 0	制氧车间北侧 (背景值)	pH 值、高锰酸盐指数、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发酚、总硬度、	7~8	1

2	2B01	炼钢车间南侧	氟化物、氰化物、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、总大肠菌群、铜、六价铬、镍、铅、汞、镉、砷、锰、钴、硒、钒、铈、铊、铍、钼、锌、铁、多环芳烃、石油类	7~8	1
3	1C02	高线车间南侧		7~8	1
4	2D03	烧结原料料场东侧		7~8	1
5	2E04	4#高炉南侧		7~8	1
6	2F05	265 烧结机南侧		7~8	1
7	2H06	发电厂南侧		7~8	1
8	2I07	污水处理厂东侧		7~8	1
9	2J08	危废间南侧		7~8	1

### 3.11.2 土壤监测结果

厂区内土壤样品检测结果如下表。

表 3.13 土壤样品污染物检出情况及筛选结果统计

序号	污染物	送检样品数	检出样品数	检出率	污染物浓度 (mg/kg)			筛选值	超标率
					最大值	最小值	平均值	mg/kg	%
1	pH 值(无量纲)	63	63	100.00%	10.38	7.92	9.00	—	—
2	铜	63	63	100.00%	42	7	26.54	18000	0%
3	锌	63	63	100.00%	397	34	91.81	10000	0%
4	镍	63	63	100.00%	186	26	57.52	900	0%
5	汞	63	63	100.00%	0.488	0.0043	0.05	38	0%
6	砷	63	63	100.00%	10.3	1.1	4.77	60	0%
7	锰	63	63	100.00%	2650	215	702.92	10000	0%
8	*六价铬 (mg/L)	63	1	1.59%	0.005	0.005	0.01	5.7	0%
9	*铅	63	63	100.00%	55.5	17.5	25.93	800	0%
10	*镉	63	63	100.00%	0.36	0.02	0.12	65	0%
11	*钴	63	63	100.00%	24.8	5.9	16.21	70	0%
12	*硒	63	63	100.00%	5.23	0.1	0.31	2393	0%
13	*钒	63	63	100.00%	291	39.6	101.27	752	0%
14	*铈	63	63	100.00%	1.28	0.49	0.94	180	0%
15	*铊	63	63	100.00%	0.98	0.49	0.68	4.8	0%
16	*铍	63	63	100.00%	2.38	1.43	1.98	29	0%
17	*钼	63	63	100.00%	1.53	0.26	0.72	2418	0%
18	*苯并[a]芘	63	2	3.17%	0.32	0.31	0.32	15	0%
19	*苯并[b]荧蒽	63	2	3.17%	0.76	0.66	0.71	15	0%
20	*蒽	63	2	3.17%	0.55	0.5	0.53	1293	0%
21	*茚并[1,2,3-c,d]芘	63	6	9.52%	0.54	0.13	0.27	15	0%

注：铊、钼、硒、铊、氟化物、菲、蒽、荧蒽、芘、苯并[g,h,i]芘参照《建设用地土壤污染风险筛选值》（DB 13/T 5216—2020）中第二类用地筛选值；锰参照《建设用地土壤污染风险筛选值和管制值》（DB4403/T 67-2020）中第二类用地筛选值。

由上表可知，地块内土壤样品中，检出的重金属指标有：铜、锌、镍、镉、汞、钒、

砷、钴、锑、钼、锰、铅、硒、铍、铊、六价铬共 16 种。其中，六价铬的检出率为 1.59%；其余重金属检出率均为 100%。多环芳烃的检出率为 3.17%-9.52%，总石油烃(C10-C40)、VOCs 和 SVOCs 均低于方法检出限。土壤样品的 pH 值在 7.92~10.38 之间。

该企业土壤中各项污染物检出浓度均低于《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）中第二类用地限值、《建设用地土壤污染风险筛选值》（DB 13/T 5216—2020）和《建设用地土壤污染风险筛选值和管制值》（DB4403/T 67-2020）中第二类用地的筛选值。

### 3.11.3 地下水监测结果

厂区内地下水样品检测结果如下表。

表 3.14 厂区地下水历史采样检测结果

序号	污染物	送检样品数	检出样品数	检出率	污染物浓度（ $\mu\text{g/L}$ ）			筛选值	超标率
					最大值	最小值	平均值	mg/L	%
1	砷(mg/L)	10	10	100%	0.0161	0.001	0.0051	$\leq 0.05$	0%
2	溶解性总固体(mg/L)	10	10	100%	6450	439	3018.3	$\leq 2000$	80%
3	总硬度(mg/L)	10	10	100%	3010	142	758.4	$\leq 650$	40%
4	硒(mg/L)	10	2	20%	0.0006	0.0005	0.00055	$\leq 0.1$	0%
5	*钒( $\mu\text{g/L}$ )	10	10	100%	46.6	5.66	16.418	3900	0%
6	*钴( $\mu\text{g/L}$ )	10	10	100%	2.48	0.25	1.102	$\leq 0.1$	0%
7	*钼( $\mu\text{g/L}$ )	10	10	100%	76.5	4.29	26.244	$\leq 0.15$	0%
8	*镉( $\mu\text{g/L}$ )	10	2	20%	0.1	0.08	0.09	$\leq 0.01$	0%
9	*锑( $\mu\text{g/L}$ )	10	9	90%	1.01	0.16	0.3789	$\leq 0.01$	0%
10	*铅( $\mu\text{g/L}$ )	10	10	100%	2.41	0.13	0.741	$\leq 0.1$	0%
11	*镍( $\mu\text{g/L}$ )	10	10	100%	16.3	1.7	6.873	$\leq 0.1$	0%

由上表可知，地块内地下水样品中，检出的重金属指标有砷、硒、钒、钴、钼、镉、锑、铅、镍。其中，硒污染物检出率为 20%，镉污染物检出率为 20%，锑污染物检出率为 90%，其余因子检出率均为 100%。

其余重金属、总石油烃(C10-C40)、VOCs 和 SVOCs 均低于方法检出限。地下水样品的 pH 值在 7.57~8.9 之间。

对照监测结果，除溶解性总固体和总硬度等常规指标外，厂区内监测因子均优于《地

下水质量标准》(GB/T14848-2017) IV 类水标准，钒优于《上海市建设用地地下水污染风险管控筛选值补充指标》第二类用地筛选值。

调查评价区所处位置为咸水区，这也是地下水中氟化物、溶解性总固体和总硬度等组分相对富集的主要原因；同时，项目所在位置处于区域地下水排泄区，地下水埋藏较浅，地下水动态类型为入渗—蒸发型，蒸发在带走水分的同时，促使盐分不断累积，也会造成部分组分富集。

## 4 自行监测方案

2021 年 6 月,天津荣程联合钢铁集团有限公司委托天津市清源环境监测中心编制完成了《天津荣程联合钢铁集团有限公司土壤及地下水自行监测方案》(以下简称“自行监测方案”), 并通过专家评审, 本次现场调查采样工作按照自行监测方案展开。

### 4.1 布点区域筛选

根据《天津市土壤污染重点监管企业自行监测及信息公开技术指南》(津环土[2020]39号)(以下简称“指南”)要求, 布点区域筛选应点位布设前应组织进行场地污染调查、初筛, 识别潜在污染区域。观察生产设施、各类管线、贮存容器、排污设施等周边是否存在发生污染的可能性。

根据指南、自行监测方案及现场踏勘调研情况, 本项目土壤和地下水采样点位布设如下。

表 4.1 布点区域及点位数量

布点区域	污染单元	污染因子	布设点位个数		实际点位个数	
			土壤	地下水	土壤	地下水
对照区域	—	—	3	3	3	3
重点关注区	高炉区	重金属、PAHs(多环芳烃)、氟化物、酚类、硫化物、氰化物、二噁英、石油烃类等	4	2	4	2
	烧结区	VOCs((含 BTEX))、PAHs、重金属(原料矿石)、氟化物、酚类、硫化物、石油烃、二噁英等	5	2	5	2
	炼钢区	重金属、PAHs(多环芳烃)、PCB、氟化物、酚类、氰化物、硫化物、二噁英、石油烃类等	2	1	2	1
	危废间	重金属、石油烃类	2	1	2	1
	污水处理厂及污水管线	COD、BOD、氨氮、总磷、总氮、SS、表面活性剂、粪大肠菌群、重金属、石油烃类等	4	4	4	4
一般关注区	轧钢区域	石油烃、VOCs(苯系物)、PCB 等	6	3	6	3
	料场区域	重金属、PAHs 等	5	2	4	1
	其他区域	石油烃类等	4	3	4	3
合计			35	21	34	20

根据现场施工情况, 本厂区焦炭料场区域上方均为高压电缆, 现场无法施工, 因此未对该区域施工采样。本厂区实际共计布设土壤采样点位 34 个(含 3 个对照点), 地下水采样点位 20 个(含 3 个对照点)。其中, 水土复合孔 20 个。

## 4.2 布点深度

根据《天津市土壤污染重点监管企业自行监测及信息公开技术指南》（津环土[2020]39号）要求，土壤样品采样深度原则上应包括表层 0 cm-50 cm、存在污染痕迹或现场快速检测识别出的污染相对较重的位置；若钻探至地下水位时，原则上应在水位线附近 50 cm 范围内和地下水含水层中各采集一个土壤样品。当土层特性垂向变异较大、地层厚度较大或存在明显杂填区域时，可适当增加土壤样品数量。依据 HJ/T 25.2，采集 0~0.5 m 表层土壤样品，0.5 m 以下下层土壤样品根据判断布点法采集，0.5~6m 土壤采样间隔不超过 2 m；不同性质土层至少采集一个土壤样品。同一性质土层厚度较大或出现明显污染痕迹时，根据实际情况在该层位增加采样点。

地下水监测应以第一含水层（潜水）为主。在潜在污染区域识别过程中认为有可能对多个含水层产生污染的情况下，应对所有可能受到污染的含水层进行监测。

根据厂区水文地质勘察资料，厂区内地层杂填土回填深度在 0.2-2.4m，2.4m 以下基本为原状土。因此，本项目平均每个土壤点位采集 3 个样品（采样层次设置为 0.2m、1.5m、3.5m），同时采集 10%的平行样品送检。厂区旋流井位于地下 40m 左右深度，为尽可能摸清地下是否有潜在污染，旋流井附近土壤深度设定为 10m，采集样品量为 5 个。

厂区共采集 116 个土壤样品（含 11 个平行样品）。土壤钻探工作过程中，根据土样颜色、气味及岩性的变化及时调整工作量，当土层特性垂向变异较大、地层厚度较大或存在明显杂填区域时，适当增加土壤样品数量。

地下水调查以第一层地下水为主，根据厂区水文地质勘察资料，厂区内地下水稳定水位埋深范围为 1.93~3.93m，本次平均孔深 5m，厂区旋流井附近地下水井深度设定为 15m，每个地下水井取 1 个样品，共采集 23 个地下水样品（包括 3 个平行样品）。采集的地下水样品现场监测使用便携式检测仪及时监测现场指标（pH、水温、氧化还原电位、溶解氧、电导率等）并记录。

## 4.3 监测因子

根据《天津市土壤污染重点监管企业自行监测及信息公开技术指南》（津环土[2020]39号）要求，重点单位监测项目参照文件附录中企业所属行业类型及特征污染物，对照附表 1-2 中所属行业，本企业属于黑色金属冶炼和压延加工业，特征污染物为 A1 类（镉、铅、铬、铜、锌、镍、汞、砷）、A2 类（锰、钴、硒、钒、锑、铊、铍、钼）、C1 类（萘烯、萘、芴、菲、蒽、荧蒽、芘、苯并[a]蒽、屈、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、

苯并[a]芘、茚并[1,2,3-C,d]芘、二苯并[a,h]蒽、苯并[g,h,i]北）、C3 类（石油烃类）、C5 类（二噁英类）、D1 类（pH）。

结合企业实际情况、《天津市土壤污染重点监管企业自行监测及信息公开技术指南》及《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南》相关文件要求，确定本项目土壤检测因子为《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）中表 1 中 45 项基本项目+锌、锰、钴、硒、钒、锑、铊、铍、钼+萘烯、萘、芴、菲、蒽、荧蒽、芘、苯并[g,h,i]北+pH+石油烃类+二噁英（只测表层土）+PCB+氰化物、氟化物+2,4-二氯酚、2,4,6-三氯酚、2,4-二硝基酚、五氯酚共计 72 项。具体指标如下：

重金属类：铜、镍、铅、镉、砷、汞、铬（六价）、锌、锰、钴、硒、钒、锑、铊、铍、钼；

有机物类：挥发性有机物：苯、甲苯、邻-二甲苯、苯乙烯、间，对-二甲苯、乙苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、氯甲烷、氯乙烯、1,1-二氯乙烯、二氯甲烷、反-1,2-二氯乙烯、1,1-二氯乙烷、顺-1,2-二氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、四氯化碳、三氯乙烯、1,1,2-三氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1,2-四氯乙烷、1,2,3-三氯丙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、1,2-二氯乙烷、氯仿、1,2-二氯丙烷；半挥发性有机物（SVOCs）：苯胺、萘、苯并[a]蒽、蒽、苯并[b]荧蒽、苯并[a]芘、苯并[k]荧蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、二苯并[a,h]蒽、2-氯苯酚、硝基苯；石油烃类：萘烯、萘、芴、菲、蒽、荧蒽、芘、苯并[g,h,i]北、2,4-二氯酚、2,4,6-三氯酚、2,4-二硝基酚、五氯酚。

其他：pH 值、氰化物、氟化物。

本项目地下水检测项目与土壤检测项目一致（硫化物因子只测地下水），检测因子为《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）中表 1 中 45 项基本项目+锌、锰、钴、硒、钒、锑、铊、铍、钼+萘烯、萘、芴、菲、蒽、荧蒽、芘、苯并[g,h,i]北+pH+石油烃类+二噁英+PCB+氰化物、硫化物、氟化物+2,4-二氯酚、2,4,6-三氯酚、2,4-二硝基酚、五氯酚共计 73 项。

#### 4.4 布点方案

厂区共布设 34 个土壤采样点（含 3 个对照点）和 20 个地下水采样点（含 3 个对照点）。具体布点见下表和下图。点位位移调整情况见表 4.3。

表 4.2 土壤和地下水采样情况

序号	采样点编号	位置	采样点坐标		采样深度(m)	采样点类型	检测项	监测频次
			东经	北纬				
1	S1	高线车间西南侧	117.491844	38.97083	3.5	土壤孔	《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018)中表 1 中 45 项基本项目+锌、锰、钴、硒、钒、锑、铊、铍、钼+萘烯、萘、芴、菲、蒽、荧蒽、芘、苯并[g,h,i]北+pH+石油烃类+PCB	监测 1 天 每天 1 次
2	S2/GW1	棒材车间东南侧	117.495404	38.97122	3.5/5	土壤地下水复合孔	《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018)中表 1 中 45 项基本项目+锌、锰、钴、硒、钒、锑、铊、铍、钼+萘烯、萘、芴、菲、蒽、荧蒽、芘、苯并[g,h,i]北+pH+石油烃类+PCB	
3	S3	棒材车间西南侧	117.49147	38.972305	3.5	土壤孔	《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018)中表 1 中 45 项基本项目+锌、锰、钴、硒、钒、锑、铊、铍、钼+萘烯、萘、芴、菲、蒽、荧蒽、芘、苯并[g,h,i]北+pH+石油烃类+PCB	
4	S4	高线车间东南侧	117.493852	38.969903	3.5	土壤孔	《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018)中表 1 中 45 项基本项目+锌、锰、钴、硒、钒、锑、铊、铍、钼+萘烯、萘、芴、菲、蒽、荧蒽、芘、苯并[g,h,i]北+pH+石油烃类+PCB	
5	S5/GW2	高线车间东南侧	117.497202	38.969745	3.5/5	土壤地下水复合孔	《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018)中表 1 中 45 项基本项目+锌、锰、钴、硒、钒、锑、铊、铍、钼+萘烯、萘、芴、菲、蒽、荧蒽、芘、苯并[g,h,i]北+pH+石油烃类+PCB	
6	S6	炼钢车间南侧	117.501558	38.971088	3.5	土壤孔	《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018)中表 1 中 45 项基本项目+锌、锰、钴、硒、钒、锑、铊、铍、钼+萘烯、萘、芴、菲、蒽、荧蒽、芘、苯并[g,h,i]北+pH+石油烃类+二噁英(只测表层土)+PCB+氰化物+硫化物+2,4-二氯酚、2,4,6-三氯酚、2,4-二硝基酚、五氯酚	

7	S7/GW3	危废间南侧	117.48915	38.968293	3.5/5	土壤地下水复合孔	《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018)中表 1 中 45 项基本项目+锌、锰、钴、硒、钒、镉、铊、铍、钼+萘烯、萘、芴、菲、蒽、荧蒽、芘、苯并[g,h,i]北+pH+石油烃类
8	S8	危废间东南侧	117.489945	38.968069	3.5	土壤孔	《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018)中表 1 中 45 项基本项目+锌、锰、钴、硒、钒、镉、铊、铍、钼+萘烯、萘、芴、菲、蒽、荧蒽、芘、苯并[g,h,i]北+pH+石油烃类
9	S9/GW4	65MW 发电东南侧	117.49349	38.998452	3.5/5	土壤地下水复合孔	《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018)中表 1 中 45 项基本项目+锌、锰、钴、硒、钒、镉、铊、铍、钼+萘烯、萘、芴、菲、蒽、荧蒽、芘、苯并[g,h,i]北+pH+石油烃类+PCB
10	S10	65MW 发电南侧	117.492479	38.968608	3.5	土壤孔	《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018)中表 1 中 45 项基本项目+锌、锰、钴、硒、钒、镉、铊、铍、钼+萘烯、萘、芴、菲、蒽、荧蒽、芘、苯并[g,h,i]北+pH+石油烃类+PCB
11	S11	直接还原转底炉南侧	117.49228	38.966097	3.5	土壤孔	《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018)中表 1 中 45 项基本项目+锌、锰、钴、硒、钒、镉、铊、铍、钼+萘烯、萘、芴、菲、蒽、荧蒽、芘、苯并[g,h,i]北+pH+石油烃类+二噁英(只测表层土)+PCB+氰化物、氟化物、硫化物+2,4-二氯酚、2,4,6-三氯酚、2,4-二硝基酚、五氯酚
12	S12/GW5	直接还原转底炉东南侧	117.49404	38.966302	3.5/5	土壤地下水复合孔	《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018)中表 1 中 45 项基本项目+锌、锰、钴、硒、钒、镉、铊、铍、钼+萘烯、萘、芴、菲、蒽、荧蒽、芘、苯并[g,h,i]北+pH+石油烃类+二噁英(只测表层土)+PCB+氰化物、氟化物、硫化物(只测地下水)+2,4-二氯酚、2,4,6-三氯酚、2,4-二硝基酚、五氯酚
13	S13	机械化料场北侧	117.5021	38.966925	3.5	土壤孔	《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018)中表 1 中 45 项基本项目+锌、锰、钴、硒、钒、镉、铊、铍、钼+萘烯、萘、芴、菲、蒽、荧蒽、芘、苯并[g,h,i]北+pH+石油烃类

14	S15/GW 7	265 烧结机车间 东南侧	117.510503	38.967361	3.5/5	土壤地下水 复合孔	《土壤环境质量建设用 地土壤污染风险管控标准》 (GB36600-2018)中表 1 中 45 项基本项目+锌、锰、钴、 硒、钒、镉、铊、铍、钼+萘烯、萘、芴、菲、蒽、荧 蒽、芘、苯并[g,h,i]北+pH+石油烃类+二噁英(只测表 层土)+氰化物、氟化物、硫化物(只测地下水)+2,4- 二氯酚、2,4,6-三氯酚、2,4-二硝基酚、五氯酚
15	S16	200 和 265 烧结机 车间中间	117.510436	38.967955	3.5	土壤孔	《土壤环境质量建设用 地土壤污染风险管控标准》 (GB36600-2018)中表 1 中 45 项基本项目+锌、锰、钴、 硒、钒、镉、铊、铍、钼+萘烯、萘、芴、菲、蒽、荧 蒽、芘、苯并[g,h,i]北+pH+石油烃类+二噁英(只测表 层土)+氰化物、氟化物、硫化物+2,4-二氯酚、2,4,6- 三氯酚、2,4-二硝基酚、五氯酚
16	S17/GW 8	球团车间东南侧	117.514567	38.96753	3.5/5	土壤地下水 复合孔	《土壤环境质量建设用 地土壤污染风险管控标准》 (GB36600-2018)中表 1 中 45 项基本项目+锌、锰、钴、 硒、钒、镉、铊、铍、钼+萘烯、萘、芴、菲、蒽、荧 蒽、芘、苯并[g,h,i]北+pH+石油烃类+二噁英(只测表 层土)+氰化物、氟化物、硫化物(只测地下水)+2,4- 二氯酚、2,4,6-三氯酚、2,4-二硝基酚、五氯酚
17	S18	球团车间东北侧	117.516332	38.969886	3.5	土壤孔	《土壤环境质量建设用 地土壤污染风险管控标准》 (GB36600-2018)中表 1 中 45 项基本项目+锌、锰、钴、 硒、钒、镉、铊、铍、钼+萘烯、萘、芴、菲、蒽、荧 蒽、芘、苯并[g,h,i]北+pH+石油烃类+二噁英(只测表 层土)+氰化物、氟化物、硫化物+2,4-二氯酚、2,4,6- 三氯酚、2,4-二硝基酚、五氯酚
18	S19/GW 9	3#高炉东南侧	117.514894	38.971238	3.5/5	土壤地下水 复合孔	《土壤环境质量建设用 地土壤污染风险管控标准》 (GB36600-2018)中表 1 中 45 项基本项目+锌、锰、钴、 硒、钒、镉、铊、铍、钼+萘烯、萘、芴、菲、蒽、荧 蒽、芘、苯并[g,h,i]北+pH+石油烃类+二噁英(只测表 层土)+氰化物、氟化物、硫化物(只测地下水)+2,4- 二氯酚、2,4,6-三氯酚、2,4-二硝基酚、五氯酚

19	S20	3#高炉车间东北侧	117.513762	38.97442	3.5	土壤孔	《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018)中表 1 中 45 项基本项目+锌、锰、钴、硒、钒、镉、铊、铍、钼+萘烯、萘、芴、菲、蒽、荧蒽、芘、苯并[g,h,i]北+pH+石油烃类+二噁英(只测表层土)+氰化物、氟化物、硫化物+2,4-二氯酚、2,4,6-三氯酚、2,4-二硝基酚、五氯酚
20	S21/GW10	25MW 发电东南侧	117.516294	38.974186	3.5/5	土壤地下水复合孔	《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018)中表 1 中 45 项基本项目+锌、锰、钴、硒、钒、镉、铊、铍、钼+萘烯、萘、芴、菲、蒽、荧蒽、芘、苯并[g,h,i]北+pH+石油烃类+二噁英(只测表层土)+氰化物、氟化物、硫化物(只测地下水)
21	S22	25MW 发电南侧	117.515232	38.974399	3.5	土壤孔	《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018)中表 1 中 45 项基本项目+锌、锰、钴、硒、钒、镉、铊、铍、钼+萘烯、萘、芴、菲、蒽、荧蒽、芘、苯并[g,h,i]北+pH+石油烃类+二噁英(只测表层土)+氰化物、氟化物、硫化物
22	S23/GW11	2#和 3#高炉中间	117.513167	38.973196	3.5/5	土壤地下水复合孔	《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018)中表 1 中 45 项基本项目+锌、锰、钴、硒、钒、镉、铊、铍、钼+萘烯、萘、芴、菲、蒽、荧蒽、芘、苯并[g,h,i]北+pH+石油烃类+二噁英(只测表层土)+氰化物、氟化物、硫化物(只测地下水)+2,4-二氯酚、2,4,6-三氯酚、2,4-二硝基酚、五氯酚
23	S24	4#和 5#高炉中间	117.508091	38.97368	3.5	土壤孔	《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018)中表 1 中 45 项基本项目+锌、锰、钴、硒、钒、镉、铊、铍、钼+萘烯、萘、芴、菲、蒽、荧蒽、芘、苯并[g,h,i]北+pH+石油烃类+二噁英(只测表层土)+氰化物、氟化物、硫化物+2,4-二氯酚、2,4,6-三氯酚、2,4-二硝基酚、五氯酚

24	S25/GW 12(背景 点 1)	厂区外西北侧	117.486296	38.973350	3.5/5	土壤地下水 复合孔	《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》 (GB36600-2018)中表 1 中 45 项基本项目+锌、锰、钴、 硒、钒、镉、铊、铍、钼+萘烯、萘、芴、菲、蒽、荧 蒽、芘、苯并[g,h,i]北+pH+石油烃类+二噁英(只测表 层土)+PCB+氰化物、氟化物、硫化物(只测地下水) +2,4-二氯酚、2,4,6-三氯酚、2,4-二硝基酚、五氯酚
25	S26/GW 13	带钢车间东北侧	117.501558	38.971088	10/15	土壤地下水 复合孔	《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》 (GB36600-2018)中表 1 中 45 项基本项目+锌、锰、钴、 硒、钒、镉、铊、铍、钼+萘烯、萘、芴、菲、蒽、荧 蒽、芘、苯并[g,h,i]北+pH+石油烃类+PCB
26	S27/GW 14	带钢车间、石灰 石料场东南侧	117.502525	38.970191	3.5/5	土壤地下水 复合孔	《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》 (GB36600-2018)中表 1 中 45 项基本项目+锌、锰、钴、 硒、钒、镉、铊、铍、钼+萘烯、萘、芴、菲、蒽、荧 蒽、芘、苯并[g,h,i]北+pH+石油烃类+PCB
27	S28/GW 15	烧结燃料封闭料 场东南侧	117.505242	38.970221	3.5/5	土壤地下水 复合孔	《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》 (GB36600-2018)中表 1 中 45 项基本项目+锌、锰、钴、 硒、钒、镉、铊、铍、钼+萘烯、萘、芴、菲、蒽、荧 蒽、芘、苯并[g,h,i]北+pH+石油烃类+二噁英(只测表 层土)+PCB+氰化物、氟化物、硫化物(只测地下水) +2,4-二氯酚、2,4,6-三氯酚、2,4-二硝基酚、五氯酚
28	S29	230 烧结机车间	117.50677	38.969535	3.5	土壤孔	《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》 (GB36600-2018)中表 1 中 45 项基本项目+锌、锰、钴、 硒、钒、镉、铊、铍、钼+萘烯、萘、芴、菲、蒽、荧 蒽、芘、苯并[g,h,i]北+pH+石油烃类+二噁英(只测表 层土)+PCB+氰化物、氟化物、硫化物+2,4-二氯酚、2,4,6- 三氯酚、2,4-二硝基酚、五氯酚
29	S30/GW 16	污水处理站出水 口	117.517241	38.972451	3.5/5	土壤地下水 复合孔	《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》 (GB36600-2018)中表 1 中 45 项基本项目+锌、锰、钴、 硒、钒、镉、铊、铍、钼+萘烯、萘、芴、菲、蒽、荧 蒽、芘、苯并[g,h,i]北+pH+石油烃类+氰化物、氟化物、 硫化物(只测地下水)

30	S31/GW 17	污水处理站东南 侧	117.518739	38.96968	3.5/5	土壤地下水 复合孔	《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》 (GB36600-2018)中表 1 中 45 项基本项目+锌、锰、钴、 硒、钒、镉、铊、铍、钼+萘烯、萘、芴、菲、蒽、茚 蒽、芘、苯并[g,h,i]北+pH+石油烃类+氧化物、氟化物、 硫化物(只测地下水)
31	S32/GW 21	生活污水管线进 污水处理厂拐点	117.516610	38.971156	3.5	土壤地下水 复合孔	《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》 (GB36600-2018)中表 1 中 45 项基本项目+锌、锰、钴、 硒、钒、镉、铊、铍、钼+萘烯、萘、芴、菲、蒽、茚 蒽、芘、苯并[g,h,i]北+pH+石油烃类+氧化物、氟化物、 硫化物(只测地下水)
32	S33/GW 18(背景 点 2)	厂区外西南角	117.481591	38.965366	3.5/5	土壤地下水 复合孔	《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》 (GB36600-2018)中表 1 中 45 项基本项目+锌、锰、钴、 硒、钒、镉、铊、铍、钼+萘烯、萘、芴、菲、蒽、茚 蒽、芘、苯并[g,h,i]北+pH+石油烃类+二噁英(只测表 层土)+PCB+氧化物、氟化物、硫化物(只测地下水) +2,4-二氯酚、2,4,6-三氯酚、2,4-二硝基酚、五氯酚
33	S34/GW 19(背景 点 3)	厂区外西南角	117.488647	38.964595	3.5/5	土壤地下水 复合孔	《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》 (GB36600-2018)中表 1 中 45 项基本项目+锌、锰、钴、 硒、钒、镉、铊、铍、钼+萘烯、萘、芴、菲、蒽、茚 蒽、芘、苯并[g,h,i]北+pH+石油烃类+二噁英(只测表 层土)+PCB+氧化物、氟化物、硫化物(只测地下水) +2,4-二氯酚、2,4,6-三氯酚、2,4-二硝基酚、五氯酚
34	S35/GW 20	污水管线	117.516289	38.966183	3.5/5	土壤地下水 复合孔	《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》 (GB36600-2018)中表 1 中 45 项基本项目+锌、锰、钴、 硒、钒、镉、铊、铍、钼+萘烯、萘、芴、菲、蒽、茚 蒽、芘、苯并[g,h,i]北+pH+石油烃类+氧化物、氟化物、 硫化物(只测地下水)

表 4.3 点位偏移情况统计表

序号	采样点编号	调整情况	调整原因
----	-------	------	------

1	S2/GW1	向西侧移动 15m	地下有光缆
2	S4	向南侧移动 10m	现场有临时堆放线材
3	S5/GW2	向南侧移动 10m	现场有临时施工占用
4	S10	向南侧移动 15m	现场施工围挡
5	S13	向北侧移动 20m	上方有电缆
6	S14/GW6	现场未采样	上方有电缆，无施工区域
7	S26/GW13	向南侧移动 5m	地下有输水管线
8	S32/GW21	向东侧移动 10m	地下有路基
9	S35/GW20	向南侧移动 10m	地下水有输水管线



图 4.1 天津荣程联合钢铁集团有限公司厂区内土壤和地下水采样点位置（卫星图）

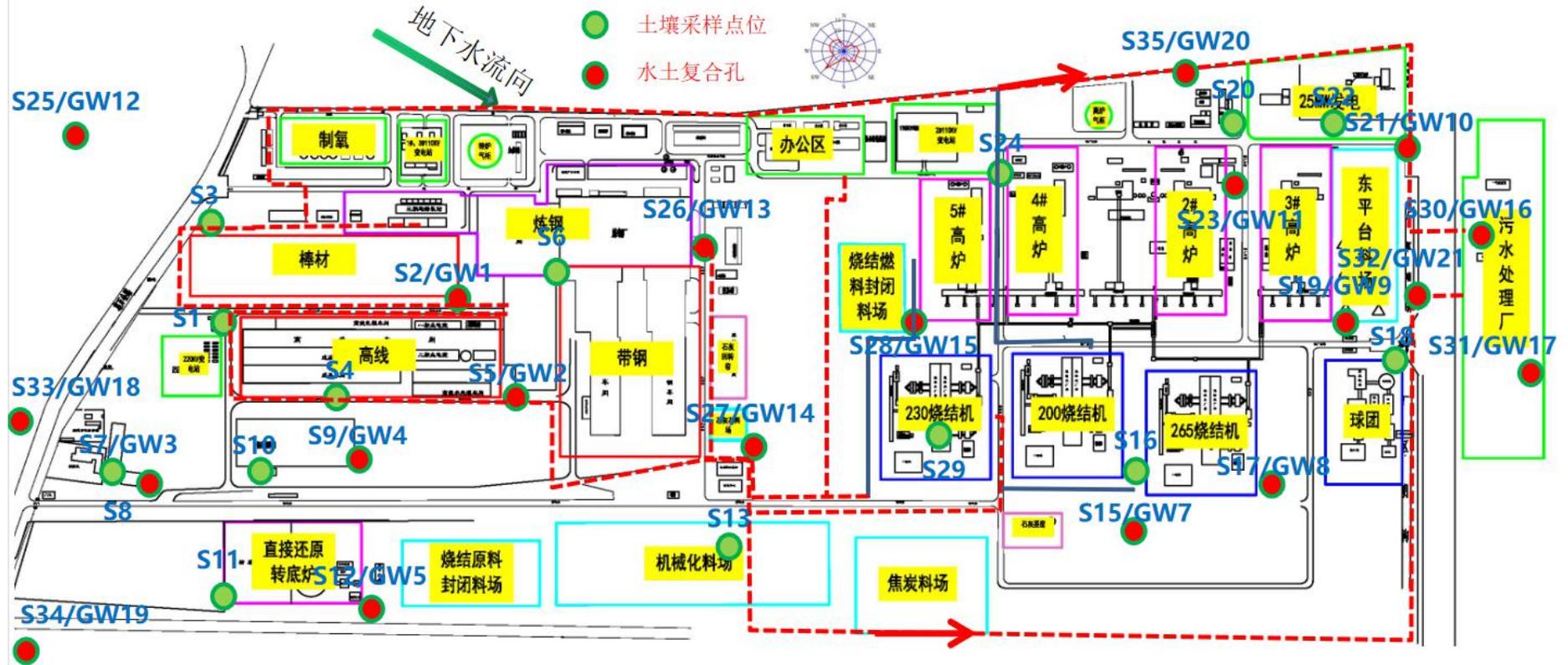


图 4.2 天津荣程联合钢铁集团有限公司厂区内土壤和地下水采样点位置（红色虚线为主要污水管线）

## 5 土壤和地下水样品采集

### 5.1 土壤样品采集

本项目土壤样品采集使用 SH-30 型钻机，该钻机采用冲击钻探采样方式，避免了回转钻进在钻探过程中摩擦扰动和外加水造循环浆的缺点，最大程度的避免了有机污染物分解和逸散、不带来外来污染，可保证采集到的土壤样品能客观反映地层中污染状况。土壤样品采集参照国家环境保护部《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ25.2-2019）的相关要求，土壤样品的采集、筛选的原则和步骤如下：

1) 采样点位按方案要求施放，实际土壤采样点位与计划土壤采样点位无偏移，并在钻探完成后现场进行采样点位坐标、高程测量；

2) 采用冲击跟管钻进方法，套管深度应保持大于等于钻进深度，以防止不同层位之间污染物混合；

3) 为防止采样过程中不同点位、不同层土样之间交叉污染，本次钻探采样工作中同一钻孔不同深度采样时对钻具及取土器进行清洁，在钻探下一点位前对钻具及取土器进行清洁，采样过程中均采用一次性的 PE 手套、采样工具、采集容器；

4) 钻探采样前，将土壤表层的植被杂草、混凝土砖土碎块进行必要的清理，保证样品为地块原位土壤；

5) 在不同深度、不同土性的土层中分别采集具有代表性的样品，每层土于层顶采样，当同一土性的土层厚度较大时，适当加密采样间隔、增加采样数量；同时需保证潜水面以上、潜水面附近及潜水面以下区域均有代表性样品；

6) 在每次钻探、采样前先观察土壤的颜色、土性、组成、层理、湿度和含有物等，及时做好钻探和采样情况记录，内容包括钻探点位编号、钻进深度、土壤变层深度、岩性名称、断面状态、含有物、样品名称及编号、采样位置、采样深度、样品颜色和气味等；

7) 土壤采样时配戴一次性的 PE 手套，每个土样采样前均需更换新的手套，防止样品之间的交叉污染；

8) 土壤挥发性有机物样品取 5g 土样快速置于预先放有 10ml 甲醇的 40ml 棕色玻璃瓶中；土壤重金属、石油烃（C10-C40）、半挥发性有机物，采集后装入 250ml 棕色广口玻璃瓶内；所有样品瓶仅在采样过程中打开，样品装入后立即封盖密闭，缩短暴露时间，减少挥发性有机物在采样过程中损失，并于 4℃以下样品箱密封保存；

9) 采样过程中，采用现场采样记录单记录钻孔信息、土质特征及样品送检情况等；

10) 每个钻孔完成后对岩芯进行拍照，保留影像资料，便于核查土层性质。现场土壤样品采集过程见下图。



钻机现场钻探



钻机现场钻探



钻机现场钻探



钻机现场钻探



钻机现场钻探	钻机现场钻探
--------	--------

图 5.1 现场钻探照片

### 5.1.1 采样器具准备

(1) 工具类：铁锹、铁铲、机械钻、手工钻、竹片、抓斗以及适合特殊采样要求的工具等。

(2) 器材类：PID、XRF、GPS、照相机、卷尺、样品袋、样品瓶、样品箱等。

(3) 文具类：样品标签、采样记录表、铅笔、资料夹等。

(4) 安全防护用品：安全帽、手套、口罩、防毒防护面具、塑胶鞋、药品箱等。

(5) 采样设备：30 钻机。

### 5.1.2 土壤样品采集

本项目现场调查现场采样工作严格按照上述采样原则和采样方案开展：土壤钻探工作由钻探部门完成。整个现场工作在技术人员的指导下，按照规范要求顺利完成。

本次采样点布点及采样情况见下表。

表 5.1 现场采样点布点及采样情况一览表

序号	采样点编号	位置	采样点坐标		采样深度 (m)	土层岩性	备注
			东经	北纬			
1	S1	高线车间西南侧	117.491844	38.97083	0.2	杂填土	—
2					1.5	杂填土	—
3					3.5	粉质粘土	—
4	S2	棒材车间东南侧	117.495404	38.97122	0.2	杂填土	—
5					1.5	砂质粉土	—
6					3.5	砂质粉土	—
7	S3	棒材车间西南侧	117.49147	38.972305	0.2	粉质粘土	—
8					1.5	粉质粘土	—
9					3.5	粉质粘土	—
10	S4	高线车间东南侧	117.493852	38.969903	0.2	杂填土	—
11					2.5	粘质粉土	—
12					4.0	粘质粉土	—
13					6.0	粉质粘土	—
14	S5	高线车间东南侧	117.497202	38.969745	0.2	杂填土	—
15					1.5	粘质粉土	—
16					3.5	粘质粉土	—
17	S6	炼钢车间南	117.501558	38.971088	0.2	粘质粉土	—

18		侧			1.5	粉质粘土	—
19					3.5	粉质粘土	—
20					0.2	杂填土	—
21	S7	危废间南侧	117.48915	38.968293	1.5	粉质粘土	—
22					3.5	粉质粘土	—
23					0.2	杂填土	—
24	S8	危废间东南侧	117.489945	38.968069	1.5	粉质粘土	—
25					3.5	粉质粘土	—
26					0.2	杂填土	—
27	S9	65MW 发电东南侧	117.49349	38.998452	1.5	素填土	—
28					3.5	粉质粘土	—
29					0.2	杂填土	—
30	S10	65MW 发电南侧	117.492479	38.968608	1.5	杂填土	—
31					3.5	粉质粘土	—
32					0.2	杂填土	—
33	S11	直接还原转底炉南侧	117.49228	38.966097	1.5	杂填土	—
34					3.5	粉质粘土	—
35					0.2	杂填土	—
36	S12	直接还原转底炉东南侧	117.49404	38.966302	1.5	粉质粘土	—
37					3.5	粉质粘土	—
38					0.2	杂填土	—
39	S13	机械化料场北侧	117.5021	38.966925	1.5	素填土	—
40					3.5	粉质粘土	—
41					0.2	素填土	—
42	S15	265 烧结机车间东南侧	117.510503	38.967361	1.5	素填土	—
43					3.5	粉质粘土	—
44					0.2	素填土	—
45	S16	200 和 265 烧结机车间中间	117.510436	38.967955	1.5	素填土	—
46					3.5	粉质粘土	—
47					0.2	杂填土	—
48	S17	球团车间东南侧	117.514567	38.96753	1.5	杂填土	—
49					3.5	粉质粘土	—
50					0.2	杂填土	—
51	S18	球团车间东北侧	117.516332	38.969886	1.5	杂填土	—
52					3.5	粉质粘土	—
53					0.2	杂填土	—
54	S19	3#高炉东南侧	117.514894	38.971238	1.5	杂填土	—
55					3.5	粉质粘土	—

56	S20	3#高炉车间 东北侧	117.513762	38.97442	0.2	素填土	—
57					1.5	粉质粘土	—
58					3.5	粉质粘土	—
59	S21	25MW 发电 东南侧	117.516294	38.974186	0.2	素填土	—
60					1.5	粉质粘土	—
61					3.5	粉质粘土	—
62	S22	25MW 发电 南侧	117.515232	38.974399	0.2	杂填土	—
63					1.5	杂填土	—
64					3.5	粉质粘土	—
65	S23	2#和 3#高炉 中间	117.513167	38.973196	0.2	杂填土	—
66					1.5	粉质粘土	—
67					3.5	粉质粘土	—
68	S24	4#和 5#高炉 中间	117.508091	38.97368	0.2	粉质粘土	—
69					1.5	粉质粘土	—
70					3.5	粉质粘土	—
71	S25 (背景 点 1)	厂区外西北 侧	117.486296	38.973350	0.2	素填土	—
72					1.5	粉质粘土	—
73					3.5	粉质粘土	—
74	S25 (背景 点 1)	厂区外西北 侧	117.486296	38.973350	0.2	素填土	平行样
75					1.5	粉质粘土	平行样
76					3.5	粉质粘土	平行样
77	S26	带钢车间东 北侧	117.501558	38.971088	0.2	粉质粘土	—
78					1.5	杂填土	—
79					3.5	粉质粘土	—
80					7.5	粉质粘土	—
81					10	粉质粘土	—
82	S26	带钢车间东 北侧	117.501558	38.971088	0.2	粉质粘土	平行样
83					1.5	杂填土	平行样
84					3.5	粉质粘土	平行样
85					7.5	粉质粘土	平行样
86					10	粉质粘土	平行样
87	S27	带钢车间、石 灰石料场东 南侧	117.502525	38.970191	0.2	杂填土	—
88					1.5	粉质粘土	—
89					3.5	粉质粘土	—
90	S27	带钢车间、石 灰石料场东 南侧	117.502525	38.970191	0.2	杂填土	平行样
91					1.5	杂填土	平行样
92					3.5	粉质粘土	平行样
93	S28	烧结燃料封	117.505242	38.970221	0.2	杂填土	—

94		闭料场东南侧			1.5	粉质粘土	—
95					3.5	粉质粘土	—
96	S29	230 烧结机车间	117.50677	38.969535	0.2	杂填土	—
97					1.5	杂填土	—
98					3.5	粉质粘土	—
99	S30/GW16	污水处理站出水口	117.517241	38.972451	0.2	素填土	—
100					1.5	素填土	—
101					3.5	粉质粘土	—
102	S31	污水处理站东南侧	117.518739	38.96968	0.2	素填土	—
103					1.5	粉质粘土	—
104					3.5	粉质粘土	—
105	S32	生活污水管线进污水处理厂拐点	117.516610	38.971156	0.2	杂填土	—
106					1.5	杂填土	—
107					3.5	粉质粘土	—
108	S33 (背景点 2)	厂区外西南角	117.481591	38.965366	0.2	素填土	—
109					1.5	粉质粘土	—
110					3.5	粉质粘土	—
111	S34 (背景点 3)	厂区外西南角	117.488647	38.964595	0.2	素填土	—
112					1.5	素填土	—
113					3.5	粉质粘土	—
114	S35	污水管线	117.516289	38.966183	0.2	杂填土	—
115					1.5	粉质粘土	—
116					3.5	粉质粘土	—

### 5.1.3 现场采样

地质钻探和样品采集工作情况如下：

(1) 钻孔数量：本厂区共计布设土壤采样点位 34 个（含 3 个对照点）；共采集送检土壤样品 116 组（含 11 组平行样）。

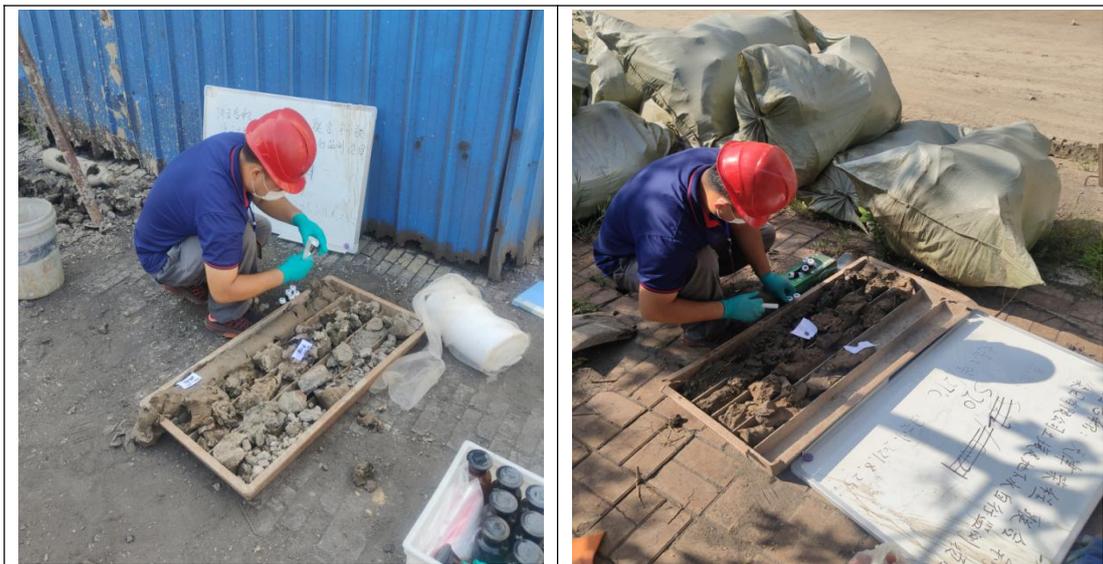
(2) 采样深度：按土壤岩性及场地潜在污染区域情况不同，分别采集表层土壤样品和深层土壤样品，其中，S4 采样深度为 4m，S26 采样深度为 10m，其余钻孔采样深度为 3.5m。

(3) 样品种类：

本项目土壤检测因子为《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）中表 1 中 45 项基本项目+锌、锰、钴、硒、钒、锑、铊、铍、钼+萘

烯、萘、芴、菲、葱、茈葱、芘、苯并[g,h,i]北+pH+石油烃类+二噁英（只测表层土）+PCB+氰化物、氟化物+2,4-二氯酚、2,4,6-三氯酚、2,4-二硝基酚、五氯酚共计 72 项。

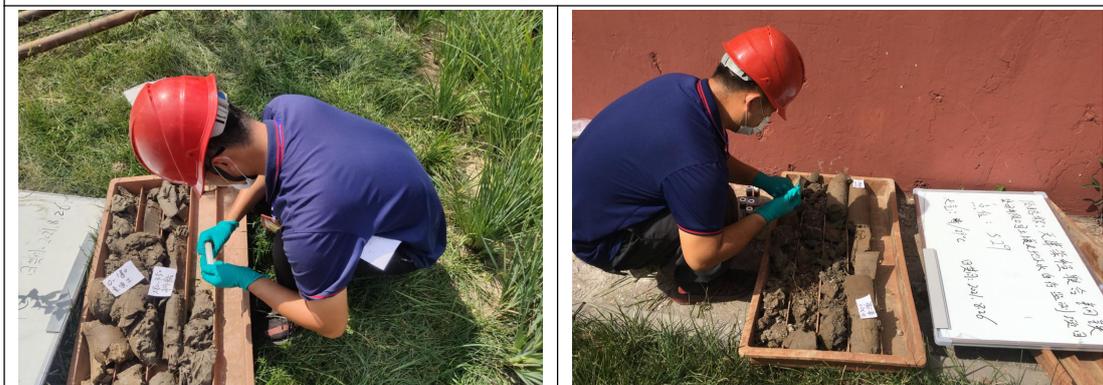
（4）采样方法：土壤 VOCs 样品用手持 VOCs 采样管采集非扰动样品；其他样品种类均采集原状土样。土壤取样时工程师均戴一次性的乳胶手套，每个土样取样前均要更换新的手套，以防止样品之间的交叉污染。



现场采样



钻孔岩性剖面



现场采样

图 5.2 现场采集土壤照片

## 5.2 地下水采样井建设

### 5.2.1 建井

根据地下水采样目的，合理设计采样井结构，具体包括井管、滤水管、填料等。

采样井建设过程包括钻孔、下管、填充滤料、密封止水、井台构筑（长期监测井需要）、成井洗井、封井等步骤，采样井的设计和建设具体参照《重点行业企业用地调查样品采集、保存和流转技术规定》第五章地下水采样井建设的相关规定，需要注意的事项有：

(1) 提前准备好 pH 计、溶解氧仪、电导率和氧化还原电位仪等现场仪器，并校准。

(2) 对于不需要建成长期监测井的地下水采样井，可以选择聚氯乙烯（PVC）材质管件。若建设为长期地下水采样井，井管宜选择聚四氟乙烯（PTFE）材质或者丙烯腈-苯乙烯-丁二烯共聚物（ABS）材质。

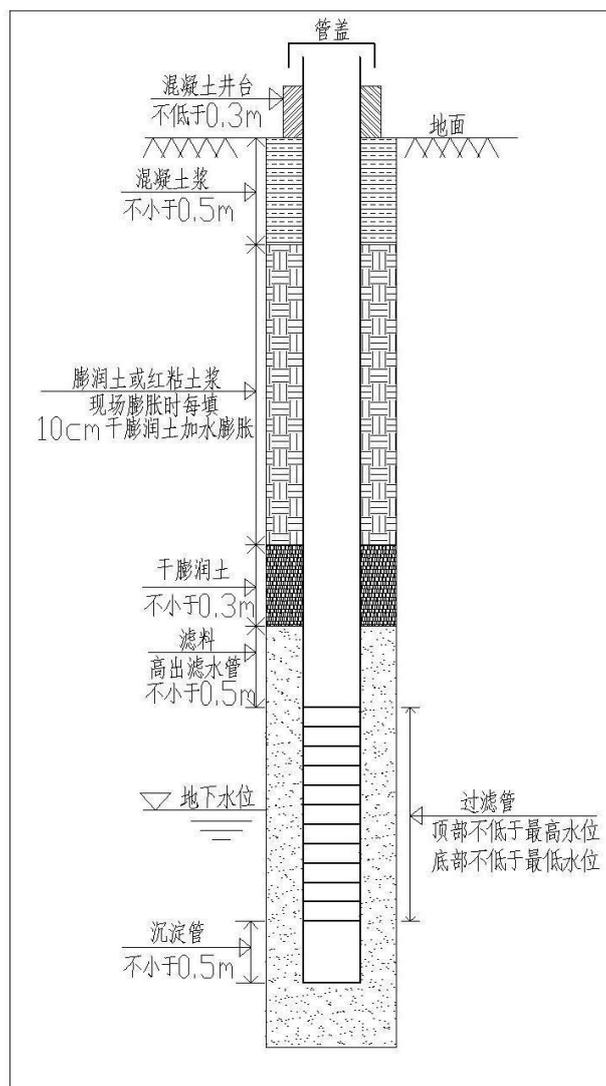


图 5.3 地下水采样井结构示意图

(3) 地下水采样井建成至少 24h 后（待井内的填料得到充分养护、稳定后），才能进行洗井。推荐使用贝勒管洗井，洗井过程要防止交叉污染，贝勒管洗井时应一井一管。若采样气囊泵、潜水泵洗井，则在洗井前要清洗泵体和管线，清洗废水要集中收集处置。

(4) 成井后测量记录点位坐标及管口高程，填写地下水采样井洗井记录单。

### 5.2.2 洗井

洗井分两次，即建井后的洗井和采样前的洗井。建井后的洗井要求直观判断基本达到水清砂净。取样前的洗井在第一次洗井 24 小时后开始，其洗出的水井量为井中储水体积的 3~5 倍，洗井采用贝勒管，做到一井一管，同时记录洗井时间、洗井体积等。

### 5.2.3 地下水样品采集

(1) 采样水井：本次地下水共采集 20 口地下水监测井，其中包含 3 个对照监测井。对地下水取样检测，共采集样品 23 组，其中平行样 3 组。

(2) 采样水层：地下水采样在第二次洗井两小时内进行，取样位置为地下水水位线以下 0.5 米处。

(3) 采样方法：水样采集使用一次性贝勒管，一井一管。采样过程贝勒管缓慢放入水面，避免冲击，减少空气进入和地下水的浑浊，降低因采样过程引起的 VOCs 含量的负误差和重金属含量的正误差。将取得的地下水样品分别装入用于检测不同指标的容器中。其中，检测半挥发有机物和重金属的容器须在取样前使用监测井内的地下水润洗。

(4) 检测指标：

检测因子为《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）中表 1 中 45 项基本项目+锌、锰、钴、硒、钒、锑、铊、铍、钼+萘烯、萘、芴、菲、蒽、荧蒽、芘、苯并[g,h,i]北+pH+石油烃类+二噁英+PCB+氰化物、硫化物、氟化物+2,4-二氯酚、2,4,6-三氯酚、2,4-二硝基酚、五氯酚共计 73 项。

本次地下水采样点布点及采样情况见下表。

表 5.2 现场采样点布点及采样情况一览表

点位编号	点位东经	点位北纬	孔口标高	水位埋深	水位标高
GW1	117.495404	38.97122	5	3.18	1.58
GW2	117.497202	38.969745	5	3.42	1.52
GW3	117.48915	38.968293	5	3.73	1.72

GW4	117.49349	38.998452	5	2.86	1.43
GW5	117.49404	38.966302	5	2.92	1.54
GW7	117.510503	38.967361	5	3.03	1.13
GW8	117.514567	38.96753	5	2.13	1.03
GW9	117.514894	38.971238	5	1.93	1.07
GW10	117.516294	38.974186	5	3.06	1.05
GW11	117.513167	38.973196	5	2.38	1.13
GW12 (背景点 1)	117.486296	38.973350	5	2.48	1.4
GW13	117.501558	38.971088	15	3.93	1.41
GW14	117.502525	38.970191	5	3.60	1.37
GW15	117.505242	38.970221	5	2.73	1.30
GW16	117.517241	38.972451	3.5	2.48	1.02
GW17	117.518739	38.96968	3.5	2.78	0.95
GW18 (背景点 2)	117.481591	38.965366	5	3.60	1.75
GW19 (背景点 3)	117.488647	38.964595	5	3.31	1.65
GW20	117.516289	38.966183	5	2.37	1.17
GW21	117.516610	38.971156	5	3.27	1.03





图 5.4 成井工艺图





图 5.5 洗井及地下水样品采集

### 5.3 样品检测

本项目委托具有 CMA 具有认证资质的天津市清源环境监测中心、易景检测服务(天津)有限公司和山东高研检测技术服务有限公司进行土壤及地下水样品现场采集和样品分析工作。样品分析方法首选国家标准和规范中规定的分析方法；对国内没有标准分析方法的项目，参照国外的方法进行分析。

#### 5.3.1 分析方法

土壤和地下水样品分析及标准见下表，样品检测因子检出限见下表。

表 5.3 土壤样品分析及标准

检测参数	方法依据	检测仪器设备
汞	《土壤和沉积物 总汞的测定 催化热解-冷原子吸收分光光度法》HJ923-2017	测汞仪 DMA-80 (YJ/A-014、YJ/A-013)
钒	《土壤和沉积物 12 种金属元素的测定 王水提取-电感耦合等离子体质谱法》HJ 803-2016	电感耦合等离子体质谱仪 Agilent 7800(YJ/A-019)
砷		
钴		
铈		
钼		
锰		
铅	《土壤质量 铜、锌、铅、镍、铬的测定 火焰原子吸收分光光度法》HJ491-2019	火焰原子吸收分光光度仪 240FSAA(YJ/A-018、YJ/A-016)

硒	《土壤和沉积物汞、砷、硒、铋、锑的测定微波消解/原子荧光法》 HJ680-2013	原子荧光分光光度仪 AFS-9700(YJ/A-012)
铍	《土壤和沉积物铍的测定 石墨炉原子吸收分光光度法》 HJ737-2015	石墨炉原子吸收分光光度计 240Z AA(YJ/A-015)
铊	《电感耦合等离子体质谱法》 USEPA200.8-1994	电感耦合等离子体质谱仪 Agilent 7800(YJ/A-019)
六价铬	《土壤和沉积物 六价铬的测定 碱溶液提取—火焰原子吸收分光光度法》 HJ1082-2019	火焰原子吸收分光光度仪 240FSAA(YJ/A-018)
氟化物	《土壤 水溶性氟化物和总氟化物的测定 离子选择电极法》 总氟化物 HJ873-2017 8.4.2	离子计 ST5000i(YJ/B-023)
总石油烃 (C10-C40)	《土壤和沉积物 石油烃 (C10-C40) 的测定 气相色谱法》 HJ 1021-2019	气相色谱仪 GC-2030(YJ/A-011)
挥发性有机物	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫 捕集/气相色谱-质谱法》 HJ 605-2011	气相色谱质谱联用仪 ATOMX XYZ/7890B/5977B (YJ/A-001) 气相色谱质谱联用仪 CDS-GCMS-QP2020NX (YJ/A-008)
半挥发性有机物	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气 相色谱-质谱法》 HJ 834-2017	气相色谱质谱联用仪 GCMS-QP2020NX (YJ/A-006) 气相色谱质谱联用仪 GCMS7890B/5977B (YJ/A-004、YJ/A-003)
多氯联苯	《土壤和沉积物 多氯联苯的测定 气相色谱- 质谱法》 HJ743-2015	气相色谱质谱联用仪 GCMS-QP2020NX(YJ/A-006)

表 5.4 地下水样品分析方法及标准

检测参数	方法依据	检测仪器设备
镍	《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体 质谱法》 HJ 700-2014	电感耦合等离子体质谱仪 Agilent 7800(YJ/A-019)
铅		
砷		
铜		
镉		
锌		
锰		
钴		
硒		
钒		
锑		
铍		
铊		
钼		
氰化物	异烟酸-巴比妥酸分光光度法《水质 氰化物 的测定 容量法和分光光度法》 HJ484-2009 方法 3	双光束紫外可见分光光度计 TU-1901 (YJ/B-015)
总石油烃 (C10-C40)	《水质 可萃取性石油烃 (C10-C40) 的测定 气相色谱》	气相色谱仪 GC-2030(YJ/A-011)

	HJ894-2017	
挥发性有机物	《水质 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》 HJ 639-2012	气相色谱质谱联用仪 ATOMX XYZ/7890B-5977B(YJ/A-001)
氯甲烷	《挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》 EPA8260D-2017	气相色谱质谱联用仪 ATOMX XYZ/7890B-5977B(YJ/A-001)
半挥发性有机物	《半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》 EPA8270E-2017	气相色谱质谱联用仪 GCMS 7890B 5977B(YJ/A-003)
多氯联苯	《水质 多氯联苯的测定 气相色谱-质谱法》 HJ715-2014	气相色谱质谱联用仪 GCMS-QP2020NX(YJ/A-006)
镍	《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体 质谱法》 HJ 700-2014	电感耦合等离子体质谱仪 Agilent 7800(YJ/A-019)
铅		

表 5.5 样品检测因子及检出限

土壤			地下水		
检测参数	检出限	单位	检测参数	检出限	单位
pH 值	—	—	pH 值	—	—
汞	0.2	μg/kg	铍	0.04	μg/L
钒	0.7	mg/kg	锰	0.12	μg/L
砷	0.6	mg/kg	钒	0.08	μg/L
钴	0.03	mg/kg	钴	0.03	μg/L
铈	0.3	mg/kg	镍	0.06	μg/L
钼	0.1	mg/kg	铜	0.08	μg/L
锰	0.7	mg/kg	锌	0.67	μg/L
铅	10	mg/kg	砷	0.12	μg/L
硒	0.01	mg/kg	硒	0.41	μg/L
铍	0.03	mg/kg	钼	0.06	μg/L
铊	0.1	mg/kg	镉	0.05	μg/L
汞	0.2	μg/kg	铈	0.15	μg/L
六价铬	0.5	mg/kg	铊	0.02	μg/L
总石油烃(C10-C40)	6	mg/kg	铅	0.09	μg/L
氟化物	63	mg/kg	氰化物	0.001	mg/L
			总石油烃 (C10-C40)	0.01	mg/L
单环芳烃			单环芳烃		
苯	1.9	μg/kg	苯	1.4	μg/L
甲苯	1.3	μg/kg	甲苯	1.4	μg/L
邻-二甲苯	1.2	μg/kg	邻-二甲苯	1.4	μg/L
苯乙烯	1.2	μg/kg	苯乙烯	0.6	μg/L
间, 对-二甲苯	1.2	μg/kg	间, 对-二甲苯	2.2	μg/L
乙苯	1.1	μg/kg	乙苯	0.8	μg/L
卤代芳烃			卤代芳烃		
氯苯	1.2	μg/kg	氯苯	1.0	μg/L
1,2-二氯苯	1.5	μg/kg	1,2-二氯苯	0.8	μg/L
1,4-二氯苯	1.5	μg/kg	1,4-二氯苯	0.8	μg/L

卤代脂肪烃			卤代脂肪烃		
氯甲烷	1.0	μg/kg	氯甲烷	1.0	μg/L
氯乙烯	1.0	μg/kg	氯乙烯	1.5	μg/L
1,1-二氯乙烯	1.0	μg/kg	1,1-二氯乙烯	1.2	μg/L
二氯甲烷	1.5	μg/kg	二氯甲烷	1.0	μg/L
反-1,2-二氯乙烯	1.4	μg/kg	反-1,2-二氯乙烯	1.1	μg/L
1,1-二氯乙烷	1.2	μg/kg	1,1-二氯乙烷	1.2	μg/L
顺-1,2-二氯乙烯	1.3	μg/kg	顺-1,2-二氯乙烯	1.2	μg/L
1,1,1-三氯乙烷	1.3	μg/kg	1,1,1-三氯乙烷	1.4	μg/L
四氯化碳	1.2	μg/kg	四氯化碳	1.5	μg/L
三氯乙烯	1.3	μg/kg	三氯乙烯	1.2	μg/L
1,1,2-三氯乙烷	1.2	μg/kg	1,1,2-三氯乙烷	1.5	μg/L
四氯乙烯	1.2	μg/kg	四氯乙烯	1.2	μg/L
1,1,1,2-四氯乙烷	1.1	μg/kg	1,1,1,2-四氯乙烷	1.5	μg/L
1,2,3-三氯丙烷	1.2	μg/kg	1,2,3-三氯丙烷	1.2	μg/L
1,1,2,2-四氯乙烷	1.9	μg/kg	1,1,2,2-四氯乙烷	1.5	μg/L
1,2-二氯乙烷	1.6	μg/kg	1,2-二氯乙烷	1.4	μg/L
三卤甲烷			三卤甲烷		
氯仿	1.1	μg/kg	氯仿	1.4	μg/L
熏蒸剂			熏蒸剂		
1,2-二氯丙烷	1.1	μg/kg	1,2-二氯丙烷	1.2	μg/L
半挥发性有机物			半挥发性有机物		
苯胺类和联苯胺类			苯胺类和联苯胺类		
苯胺	0.5	mg/kg	苯胺	2.5	μg/L
多环芳烃			多环芳烃		
萘	0.09	mg/kg	萘	0.5	μg/L
苯并[a]蒽	0.1	mg/kg	苯并[a]蒽	0.2	μg/L
蒽	0.1	mg/kg	蒽	0.2	μg/L
苯并[b]荧蒽	0.2	mg/kg	苯并[b]荧蒽	0.1	μg/L
苯并[a]芘	0.1	mg/kg	苯并[a]芘	0.1	μg/L
苯并[k]荧蒽	0.1	mg/kg	苯并[k]荧蒽	0.1	μg/L
茚并[1,2,3-cd]芘	0.1	mg/kg	茚并[1,2,3-cd]芘	0.1	μg/L
二苯并[a,h]蒽	0.1	mg/kg	二苯并[ah]蒽	0.1	μg/L
酚类			酚类		
2-氯苯酚	0.06	mg/kg	2-氯苯酚	0.5	μg/L
硝基芳烃及环酮			硝基芳烃及环酮		
硝基苯	0.09	mg/kg	硝基苯	0.5	μg/L
3,4,4',5-四氯联苯	0.5	μg/kg	3,4,4',5-四氯联苯	2.2	ng/L
3,3',4,4'-四氯联苯	0.5	μg/kg	3,3',4,4'-四氯联苯	2.2	ng/L
2',3,4,4',5-五氯联苯	0.5	μg/kg	2',3,4,4',5-五氯联苯	2.0	ng/L
2,3',4,4',5-五氯联苯	0.6	μg/kg	2,3',4,4',5-五氯联苯	2.0	ng/L
2,3,4,4',5-五氯联苯	0.5	μg/kg	2,3,4,4',5-五氯联苯	2.2	ng/L
2,3,3',4,4'-五氯联苯	0.4	μg/kg	2,3,3',4,4'-五氯联苯	2.1	ng/L
3,3',4,4',5-五氯联苯	0.5	μg/kg	3,3',4,4',5-五氯联苯	2.2	ng/L
2,3',4,4',5,5'-六氯联苯	0.4	μg/kg	2,3',4,4',5,5'-六氯联苯	2.2	ng/L
2,3,3',4,4',5-六氯联苯	0.4	μg/kg	2,3,3',4,4',5-六氯联苯	1.4	ng/L

3,3',4,4',5,5'-六氯联苯	0.5	μg/kg	3,3',4,4',5,5'-六氯联苯	2.2	ng/L
2,3,3',4,4',5'-六氯联苯	0.4	μg/kg	2,3,3',4,4',5'-六氯联苯	2.2	ng/L
2,3,3',4,4',5,5'-七氯联苯	0.4	μg/kg	2,3,3',4,4',5,5'-七氯联苯	2.2	ng/L

### 5.3.2 样品的保存

土壤 VOCs 样品按照上述无扰动方式的快速压入法单独采集，取土样约 5g 快速置于预先盛有 10ml 甲醇溶剂的 40ml 棕色玻璃瓶收集，并采用具有聚四氟乙烯密封垫的瓶盖盖紧，密封保存；SVOCs、石油烃类及重金属样品采集后置于 250ml 棕色广口瓶收集，装满压实，用具有聚四氟乙烯密封垫的瓶盖盖紧，密封保存。

所有样品密封后均在 4℃ 下保存，储存在装有适量蓝冰的低温保温箱内，尽快送至分析实验室进行测试。土壤样品分装与保存见下图。



图 6.1 土壤样品分装与保存

用于 VOCs 测定的地下水样品取样需充满加有 HCL 稳定剂的 40ml 取样瓶，用于测定 SVOCs 的地下水样品需充满 1L 棕色玻璃瓶，重金属取样需充满 500ml 塑料瓶，全部样品需在 4℃ 密封保存，并采用保温箱封装，保证避光环境。

现场采集的样品装入取样容器中后，对采样日期、采样地点等进行记录并在容器标签及容器盖上用记号笔进行标识并确保拧紧容器盖。

标识后的样品立即存放在现场装有适量蓝冰的低温保存箱中，低温保存箱在使用前均需经仔细检查，确保其无破损，且密封性较好。低温保存箱中的样品随后转移储存在冰箱中低温保存。冰箱保持恒温 4℃，每天至少两次检查现场冰箱的工作状态并与现场记录核对核对样品。

### 5.3.3 样品的流转

所有样品经分类、整理和造册后包装，12 小时内发往实验室，样品运输过程中放入 0~4℃密封移动式冷藏箱内保存，并严防样品的损失、混淆和污染。运回实验室后，经分类、整理、造册后包装。样品链（COC）责任管理中关键的节点包括：现场采样链，样品标识记录链，样品保存递送链和样品接收链。

#### （1）现场采样链

作为样品链的起点，现场采样链由现场采样人员负责，直至样品转移至样品标识记录人员，此过程中样品的转移次数应尽可能少。

#### （2）样品标识链

所有由现场采样人员转移的样品需进行标识记录，标识中应包括如下信息：项目名称/编号，钻探点位编号，样品编号，样品形态（土壤、底质、地下水、气体等），采样日期。

#### （3）样品保存递送链

送检联单是与实验室针对分析项目等内容进行正式交流的文件，将随样品一同递交实验室。任何样品都随送检联单正本递交实验室，现场工程师保存副本一份。样品送交实验室进行分析前，项目工作组将完成标准的样品送检联单，送检联单中包括如下关键内容：项目名称，样品编号，采样时间，样品状态（土壤、底质、地下水、气体等），分析指标，样品保存方法，质量控制要求，要求的分析方法，分析时间要求，COC 编写人员签字及递送时间，实验室接收 COC 时间及人员签字。

#### （4）样品接收链

本链管理中，实验室的工作程序如下：

①实验室收到样品后，由实验室接收样品人员在送检联单上记录接收时样品状态，实验室核实送检联单信息是否与样品标识相符；

②确认相符后，实验室根据一句其自身要求保存样品；

③依据与处理、分析、数据检验、数据报告的顺序进行工作并记录；

④分析人员对样品负责直至样品返回收样人员；

⑤分析及实验室 QA/QC 工作结束后，样品依据项目工作组要求保存。

在整个链责任管理过程中，由样品管理员负责监督整个过程完整性和严密性，并向现场质量控制人员报告，现场质量控制人员对整个过程进行审核。

### 5.3.4 土壤样品制备

#### (1) 风干

制样人员从样品存放区取出需要制备的样品，分别放在牛皮纸上进行风干，牛皮纸上写上相应的编号，风干时拉上窗帘，打开窗户，保持自然通风。风干后，每份样品摊成 2~3cm 的薄层，适时地压碎、翻动，检出碎石、砂砾、植物残体。

#### (2) 样品磨制

处理后的样品放在研磨机的研磨罐中，记录好研磨罐号与对应的样品编号。研磨时间不超过 2min。将处理后的样品过 2mm 筛，大于 2mm 的土样放入玛瑙研钵，继续研磨再经过 2mm 筛，得到小于 2mm 土样与之前的过 2mm 筛的土样放在一起混匀。研磨后的样品平均分成两份，一份用于检测分析，另一份交样品库存放，样品存档时贴好标签。

#### (3) 样品分类

将用于检测的样品过 80 目尼龙筛得到直径小于 2mm 土样，将土样分成两份，一份装入样品袋，并贴好标签，用于 pH、阳离子交换量、元素有效含量等项目分析。将另一份样品过 100 目尼龙筛，得到直径小于 0.15mm 土样，放入样品袋中贴好标签，用于元素分析。

操作过程中填写好土壤样品制作记录，将制作好的样品放入待测区，以供实验人员领取。

### 5.3.5 样品前处理

样品均在采集完当天送回实验室，根据不同检测因子，按照各检测因子标准分析方法进行样品前处理。

对于土壤中无机物、重金属项目，实验室收到样品当天将样品直接放置到土壤风干室，进行风干处置。

挥发性有机物、半挥发性有机物等不需要风干的土壤样品，将棕色玻璃瓶放置到冰箱中冷藏，待测。挥发性有机物前处理采用吹扫捕集装置，直接进样分析，半挥发性有机物需进行加压溶剂萃取、平行定量浓缩、净化后上机分析。

金属元素汞、砷需取风干细磨后的样品，水浴消解后上机分析，六价铬经碱溶液提取后上机分析，其余金属元素需取风干细磨后的样品，经电热板消解处理后上机分析。

### 5.3.6 样品检测

实验室依据《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）相关参数指定方法进行样品检测，本次检测参数主要为 pH 值、金属元素、六价铬、VOC、SVOC 和石油烃（C10-C40）等土壤污染因子。本次调查土壤样品采样时间为 2021 年 8 月 26 日至 8 月 31 日，土壤样品接收时间为 2021 年 8 月 26 日至 8 月 31 日，检测时间为 2021 年 8 月 27 日至 9 月 14 日；地下水样品采样时间为 2021 年 9 月 7 日至 9 月 8 日，地下水样品接收时间为 2021 年 9 月 7 日至 9 月 8 日，检测时间为 2021 年 9 月 7 日至 9 月 14 日。

### 5.3.7 实验室检测质量控制

#### 5.3.7.1 一般性要求

本项目由天津市清源环境监测中心、易景检测服务（天津）有限公司和山东高研检测技术服务有限公司承担采样检测任务具备国家认证认可监督管理委员会检验检测机构资质认定证书，资质认定证书附表具有相应分析项目资质。实验室制定了完整、详细、合理的质量控制计划和质量控制措施，以保证检测数据的准确性。质量控制计划包括人员、仪器、试剂、样品、检测参数方法选择及试验过程中的空白实验、校准曲线、精密度、准确度、原始记录和数据、报告的审核等，并有相应的质量控制措施，以保证检测数据的准确性，质量控制方案如下：

##### （1）质量控制依据

- 1) 《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）
- 2) 《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ 25.2-2019）
- 3) 《地下水环境监测技术规范》（HJ/T 164-2020）
- 4) 项目中涉及的检测参数所对应的方法标准

##### （2）样品保存与制备

土壤样品氟化物、VOCs、SVOC、多氯联苯、石油烃（C10-C40）直接进行测定，其他重金属进行风干晾晒，晾晒室通风良好、整洁、无尘、无易挥发性化学物质。

土壤样品制样过程中，注意样品编号的有效传递及唯一性，防止样品混淆。制样工具每处理一份样后均擦抹（洗）干净，避免交叉污染。

地下水水质样品根据测定指标的要求选择适宜的保存方法，必要时需添加保护剂，在 4°C 保存，保存时间依据方法要求。

##### （3）样品测试

- 1) 仪器控制

分析仪器要保证经计量检定或校准，仪器处于完好状态。

仪器测试前按方法要求调整仪器至最佳状态并保证其稳定性，根据需要对相应仪器进行校准、调谐。

## 2) 实验室测试过程质量控制种类及要求

本公司根据测试参数标准方法和内部质量控制文件《样品测试过程质量控制作业指导书》(TJ-YJJC-OP-GOP-032)的要求对实验室样品测试过程实行质量控制，一般的质控种类及要求见下表，如质控数据不理想时，采取合适的措施检查及调整检测过程，必要时增加质控频率。

表 5-6 一般的质控种类及要求

参数	QC 种类	频次	控制限值	纠正措施
有机	MB	1/批	所有目标物低于测定下限	检查系统，重新测试受影响的样品
	替代物	每个测试	方法规定	检查，基于专业判断重新测试样品
	内标	每个测试	50%-150%	结果页无需报告
	LCS/QC	1/批	方法规定/证书	检查，基于专业判断重新测试样品
	CC	1/批	80%的有机物在 25% 内	检查，基于专业判断重新测试 CC
	DUP	1/批	RPD $\leq$ 35%	以备备注标记结果
	MS/MSD	1/batch/matrix	方法规定	以备备注标记结果
元素	MB	1/批	所有目标物低于测定下限	检查系统，重新测试受影响的样品
	LCS/QC	1/批	方法规定/证书	检查，基于专业判断重新测试样品
	CC	1/批	10%	检查，重测 CC 及受影响的样品
	DUP	1/批/基质	RPD $\leq$ 20%	以备备注标记结果
	MS/MSD	1/批/基质	75-125%; RPD $\leq$ 20%	以备备注标记结果
化学分析	MB	1/批	所有目标物低于测定下限	检查系统，重新测试受影响的样品
	LCS/QC	1/批	方法规定/证书	检查，基于专业判断重新测试样品
	CC	1/批	10%	检查，重测 CC 及受影响的样品
	DUP	1/批/基质	RPD $\leq$ 20%	以备备注标记结果
	MS/MSD	1/批/基质	75-125%; RPD $\leq$ 20%	以备备注标记结果

注：1/批，除非方法标准或规范另有规定，每 20 个样品或批次样品量更少时测试一个，控制限值为一般性要求，如方法标准中有规定的依据方法标准。

MB：空白样；LCS 空白加标样；CC：曲线检查样；QC：质控样；DUP 平行样；MS：加标样；

MSD 加标平行样；

### 5.3.7.2 本项目质控控制结果

#### (1) 采样精密度控制

本项目共送检土壤样品 105 个，现场采集 11 个平行样品，抽查比例 10.5%。现场采样平行双样测定结果的相对偏差在允许范围内，精密度结果合格，见下表。

表 5.7 土壤采样精密度质量控制

检测参数	相对偏差允许 限 (%)	采样平行样				
		抽查 数量	抽查比例 (%)	规范要求 (%)	平行样相 对偏差 (%)	判定结 果
汞	0-25	11	10.5	10	0-15.5	合格
钒	0-20	11	10.5	10	0.26-18.5	合格
砷	0-20	11	10.5	10	0.87-10.3	合格
钴	0-20	11	10.5	10	0.43-6.3	合格
铈	0-20	11	10.5	10	0-11.1	合格
钼	0-20	11	10.5	10	0-15.8	合格
锰	0-20	11	10.5	10	0.58-16.3	合格
铅	0-20	11	10.5	10	0-6.7	合格
硒	0-20	11	10.5	10	0-9.7	合格
铍	0-20	11	10.5	10	0.42-12.7	合格
铊	0-20	11	10.5	10	0	合格
氟化物	0-20	11	10.5	10	1.3-12.1	合格
六价铬	0-20	11	10.5	10	2.7-11.1	合格
总石油烃 (C10-C40)	0-25	11	10.5	10	6.4-6.9	合格
挥发性有机物	0-25	11	10.5	10	/	合格
半挥发性有机物	0-35	11	10.5	10	/	合格
PCB	0-30	11	10.5	10	/	合格

本次项目共送检地下水样品 23 个，其中 3 个平行样品，抽查比例 15%。现场采样平行双样测定结果的相对偏差在允许范围内，精密度结果合格，见下表。

表 5.8 地下水采样精密度质量控制

检测参数	相对偏差允许 限 (%)	采样平行样				
		抽查 数量	抽查比例 (%)	规范要求 (%)	相对偏差 (%)	判定结 果
铍	0-20	3	15	10	/	合格
锰	0-20	3	15	10	7.1	合格
钒	0-20	3	15	10	0.26-1.6	合格
钴	0-20	3	15	10	0-17.2	合格

镍	0-20	3	15	10	0.34-1.1	合格
铜	0-20	3	15	10	1.1-6.6	合格
锌	0-20	3	15	10	0.4-15	合格
砷	0-20	3	15	10	0.37-3.4	合格
硒	0-20	3	15	10	0.18-4.1	合格
钼	0-20	3	15	10	0.5-2.8	合格
镉	0-20	3	15	10	/	合格
锑	0-20	3	15	10	0-1.9	合格
铊	0-20	3	15	10	/	合格
铅	0-20	3	15	10	0.42-1.7	合格
氰化物	0-20	3	15	10	/	合格
挥发性有机物	0-30	3	15	10	/	合格
半挥发性有机物	0-35	3	15	10	/	合格
PCB	0-50	3	15	10	/	合格
石油烃 (C10-C40)	0-35	3	15	10	/	合格

### (2) 校准曲线控制

用校准曲线定量时，检查校准曲线的相关系数、斜率和截距均应满足该测定项目检测方法要求；依据不同检测方法要求，在样品分析同时测定校准曲线上 1-2 个校准点，其测定结果与原校准曲线相应浓度点的相对偏差满足该项目检测方法要求；原子吸收分光光度法、原子荧光分光光度计法、电感耦合等离子体发射光谱质谱仪等分析仪器分析方法校准曲线的制作与样品同时测定。

本次项目对全部的校准曲线均进行了中间点检查，核查结果均满足相关标准的要求。

### (3) 实验室精密度控制

本项目共测试土壤样品 116 组（包含采样平行、全程序空白及运输空白），实验室抽取质控平行样各 12 件，平行质控比例约 10.3%，数量（比例）及检测结果均满足标准要求，结果见下表。

表 5.9 土壤实验室精密度质量控制

检测参数	相对偏差允许限 (%)	实验室平行样				
		抽查数量	抽查比例 (%)	规范要求 (%)	相对偏差 (%)	判定结果
汞	0-25	8	6.9	无	0-14	合格
钒	0-20	7	6.0	无	0-5	合格
砷	0-20	7	6.0	无	0-6	合格
钴	0-20	7	6.0	无	0-4	合格

铋	0-20	7	6.0	无	0-13	合格
钼	0-20	7	6.0	无	2-10	合格
锰	0-20	7	6.0	无	0-4	合格
铅	0-20	6	5.2	无	2-6	合格
硒	0-20	6	5.2	无	1-8	合格
铍	0-20	6	5.2	无	0-5	合格
铊	0-20	6	5.2	无	1-9	合格
六价铬	0-20	7	6.0	无	/	合格
氟化物	0-20	6	5.2	无	0-4	合格
挥发性有机物	0-25	6	5.2	5%	/	合格
半挥发性有机物	0-35	6	5.2	5%	/	合格
总石油烃 (C10-C40)	0-25	6	5.2	5%	6	合格
PCB	0-30	4	3.4	5%	/	合格

注：“/”表示检测结果均小于检出限，无需计算相对偏差。

本项目共检测地下水样品 23 个，实验室抽取质控平行样 3 个，抽查比例 13%。数量（比例）及检测结果均满足标准要求，结果见下表。

表 5.10 地下水实验室精密度质量控制

检测参数	相对偏差允许限 (%)	实验室平行样				
		抽查 数量	抽查比例 (%)	规范要求 (%)	相对偏差 (%)	结果
铍	0-20	3	23	无	/	合格
锰	0-20	3	23	无	2	合格
钒	0-20	3	23	无	1-3	合格
钴	0-20	3	23	无	1-2	合格
镍	0-20	3	23	无	2	合格
铜	0-20	3	23	无	1-2	合格
锌	0-20	3	23	无	0-3	合格
砷	0-20	3	23	无	1-2	合格
硒	0-20	3	23	无	3-4	合格
钼	0-20	3	23	无	1-2	合格
镉	0-20	3	23	无	/	合格
铋	0-20	3	23	无	1-2	合格
铊	0-20	3	23	无	/	合格
铅	0-20	3	23	无	1	合格
氟化物	0-10	3	23	无	/	合格
挥发性有机物	0-30	3	23	无	/	合格
半挥发性有机物	0-35	3	23	无	/	合格
总石油烃 (C10-C40)	0-35	3	23	无	/	合格
PCB	0-50	3	23	无	/	合格

注：“/”表示检测结果均小于检出限，无需计算相对偏差。

#### (4) 准确度控制

土壤样品检测分析过程中重金属标准样品控制符合要求，详见下表。

表 5.11 土壤重金属和无机项目有证质控样品结果

项目	实测值	标准样品值	单位
硒	0.85-0.96	0.8-1.0	mg/kg
汞	0.0966-0.107	0.115±0.023	mg/kg

本项目土壤样品检测分析过程中挥发性有机物加标回收率为 95%-129%，半挥发性有机物加标回收率为 45%-85%，石油烃（C10-C40）加标回收率 54%-76%，PCB 加标回收率 67%-88%，重金属加标回收率 75%-123%，均符合要求，详见下表。

表 5.12 土壤样品加标回收率结果

项目	加标回收率（%）	回收率范围（%）
汞	80-89	75-125
钒	79-89	75-125
砷	78-117	75-125
钴	76-89	75-125
铋	86-123	75-125
钼	97-120	75-125
锰	78-113	75-125
铅	94-103	80-120
硒	91-109	75-125
铍	75-119	75-125
铊	75-105	70-125
氟化物	80-98	70-120
总石油烃	54-76	50-140
挥发性有机物	95-129	70~130
半挥发性有机物	45-85	47~119
PCB	67-88	60-130

本项目土壤样品检测分析过程中挥发性有机物空白加标回收率为 81%-130%，半挥发性有机物空白加标回收率为 47%-97%，石油烃（C10-C40）空白加标回收率 72%-86%，PCB 空白加标回收率 61%-74%，重金属空白加标回收率 89%-117%，均符合要求，详见下表。

表 5.13 土壤空白加标回收率结果

项目	加标回收率（%）	回收率范围（%）
钒	102-113	75-125
砷	96-108	75-125
钴	105-116	75-125
铋	102-114	75-125
钼	97-115	75-125
锰	104-117	75-125
铅	90-108	75-125
铍	98-119	75-125

铊	89-109	75-125
六价铬	90-102	75-125
氟化物	79-108	75-125
总石油烃 (C10-C40)	72-86	70-120
挥发性有机物	81-130	70-130
半挥发性有机物	47-97	47-119
PCB	61-74	60-130

地下水样品检测分析过程中挥发性有机物加标回收率为 102%-117%，半挥发性有机物加标回收率为 50%-56%，石油烃 (C10-C40) 加标回收率 79%，PCB 加标回收率 72%-88%，重金属加标回收率 75%-103%，均符合要求，详见下表。

表 5.14 地下水加标回收率结果

项目	加标回收率 (%)	回收率范围 (%)
铍	75-103	75-125
锰	79-91	75-125
钒	87-92	75-125
钴	84-87	75-125
镍	76-78	75-125
铜	78-81	75-125
锌	86-90	75-125
砷	87-98	75-125
硒	101-103	75-125
钼	87	75-125
镉	88-89	75-125
铋	100-101	75-125
铊	89-90	75-125
铅	88-91	75-125
氰化物	84-94	80-120
挥发性有机物	102-117	60-130
半挥发性有机物	50-56	47-119
总石油烃 (C10-C40)	79	70-130
PCB	72-88	70-130

本项目地下水样品检测分析过程中挥发性有机物空白加标回收率为 96%-118%，半挥发性有机物空白加标回收率为 50%-77%，石油烃 (C10-C40) 空白加标回收率 73%，PCB 空白加标回收率 71%-84%，重金属空白加标回收率 83%-113%，均符合要求，详见下表。

表 5.15 地下水空白加标回收率结果

项目	加标回收率 (%)	回收率范围 (%)
铍	82-113	75-125
锰	92-97	75-125
钒	93-99	75-125
钴	88-97	75-125
镍	85-92	75-125
铜	83-94	75-125
锌	93-94	75-125
砷	99	75-125
硒	103-106	75-125
钼	96	75-125
镉	95-96	75-125
锑	99-100	75-125
铊	96-97	75-125
铅	98-99	75-125
氟化物	87-97	80-120
挥发性有机物	96-118	80-120
半挥发性有机物	50-77	47-119
总石油烃 (C10-C40)	73	70-120
PCB	71-84	70-130

## (5) 空白样品

本项目土壤和地下水空白样品检测结果均小于检出限，符合要求，详见下表。

表 5.16 土壤空白质量控制统计表

检测参数	现场空白		实验室空白	
	检测结果	判定结果	检测结果	判定结果
钒	/	/	ND	合格
砷	/	/	ND	合格
钴	/	/	ND	合格
锑	/	/	ND	合格
钼	/	/	ND	合格
锰	/	/	ND	合格
铅	/	/	ND	合格
铍	/	/	ND	合格
铊	/	/	ND	合格
六价铬	/	/	ND	合格
氟化物	/	/	ND	合格
总石油烃	/	/	ND	合格
挥发性有机物	/	/	均小于检出限	合格
半挥发性有机物	/	/		
PCB	/	/	均小于检出限	合格

ND 表示检测结果小于检出限

表 5.17 地下水空白质量控制统计表

检测参数	现场空白		实验室空白	
	检测结果	判定结果	检测结果	判定结果
铍	/	/	0.04L	合格
锰	/	/	0.12L	合格
钒	/	/	0.08L	合格
钴	/	/	0.03L	合格
镍	/	/	0.06L	合格
铜	/	/	0.08L	合格
锌	/	/	0.67L	合格
砷	/	/	0.12L	合格
硒	/	/	0.41L	合格
钼	/	/	0.06L	合格
镉	/	/	0.05L	合格
锑	/	/	0.15L	合格
铊	/	/	0.02L	合格
铅	/	/	0.09L	合格
氰化物	/	/	0.001L	合格
挥发性有机物	/	/	均小于检出限	合格
半挥发性有机物	/	/		
石油烃 (C10-C40)	/	/	均小于检出限	合格
PCB	/	/	均小于检出限	合格

注：L 表示检测结果小于检出限

#### (6) 实验室质控结论

实验室检测过程中，对空白的控制，满足相关技术规范和检测标准的要求；所有有证质控样品和加标回收率的结果表明：实验过程中，对准确度的控制，满足相关技术规范和检测标准的要求；采样平行及实验室平行样品的测定结果表明：采样及实验过程中对精密度的控制满足相关技术规范和检测标准的要求。

## 6 结果分析及风险筛选

### 6.1 结果分析

#### 6.1.1 检测数据分析

本场地采样阶段共 34 个土壤取样点（其中包含 3 个对照点），共检测土壤样品数 116 组（其中平行样 11 组）；共 20 口地下水监测井，实验室检测地下水样品 23 组（其中平行样 3 组）。样品分析工作由天津市清源环境监测中心、易景检测服务（天津）有限公司和山东高研检测技术服务有限公司进行并出具检测报告，测试报告见附件。

##### (1) 土壤

土壤检测因子为《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）中表 1 中 45 项基本项目+锌、锰、钴、硒、钒、锑、铊、铍、钼+萘烯、萘、芴、菲、蒽、荧蒽、芘、苯并[g,h,i]北+pH+石油烃类+二噁英（只测表层土）+PCB+氰化物、氟化物+2,4-二氯酚、2,4,6-三氯酚、2,4-二硝基酚、五氯酚共计 72 项。

厂区内土壤检出情况及筛选结果见下表。

表 6.1 土壤样品污染物检出情况及筛选结果统计

序号	污染物	送检样品数	检出样品数	检出率	污染物浓度 (mg/kg)		
					最大值	最小值	平均值
1	铜	116	116	100.00%	112.0	11.0	31.27
2	锌	116	116	100.00%	1980.0	24.0	188.72
3	镍	116	116	100.00%	331.0	20.0	67.17
4	镉	116	116	100.00%	7.1	0.0	0.30
5	汞	116	116	100.00%	0.549	0.0086	0.041
6	钒	116	116	100.00%	750.0	23.9	84.49
7	砷	116	116	100.00%	18.1	4.9	10.72
8	钴	116	116	100.00%	25.8	5.1	10.72
9	锑	116	110	94.83%	7.3	0.3	0.78
10	钼	116	116	100.00%	3.6	0.3	0.85
11	锰	116	116	100.00%	9910.0	360.0	1134.09
12	铅	116	116	100.00%	246.0	11.0	42.46
13	硒	116	116	100.00%	3.5	0.0	0.39
14	铍	116	116	100.00%	2.9	0.7	2.00

15	铊	116	75	64.66%	0.6	0.1	0.18
16	氟化物	116	116	100.00%	1970.0	126.0	603.77
17	六价铬	116	5	4.31%	1.9	1.2	1.60
18	总石油烃 (C10-C40)	116	24	20.69%	1260.0	23.0	196.13
19	菲	116	4	3.45%	1.1	0.8	0.98
20	蒽	116	2	1.72%	0.2	0.2	0.20
21	荧蒽	116	2	1.72%	1.4	1.1	1.25
22	芘	116	3	2.59%	1.4	0.8	1.03
23	苯并[a]蒽	116	3	2.59%	0.7	0.5	0.63
24	蒾	116	3	2.59%	0.6	0.6	0.60
25	苯并[b]荧蒽	116	3	2.59%	1.0	0.8	0.87
26	苯并[a]芘	116	3	2.59%	0.4	0.3	0.37
27	苯并[k]荧蒽	116	2	1.72%	0.2	0.2	0.20
28	茚并 [1,2,3-cd]芘	116	3	2.59%	0.3	0.3	0.30
29	苯并[g,h,i]芘	116	3	2.59%	0.4	0.3	0.33
30	二噁英 (ng/kg)	19	19	100%	36.0	0.4	7.31
31	pH(无量纲)	116	116	100%	10.4	7.7	8.76

由上表可知，地块内土壤样品中，检出的重金属指标有：铜、锌、镍、镉、汞、钒、砷、钴、锑、钼、锰、铅、硒、铍、铊、六价铬共 16 种。其中，锑检出率为 94.83%，铊检出率为 64.66%，六价铬的检出率为 4.31%；其余重金属检出率均为 100%。

氟化物的检出率为 100%；总石油烃(C10-C40)的检出率为 20.69%；多环芳烃的检出率为 1.72%-3.45%；二噁英只对表层土进行检测，检出率为 100%

氰化物、其他 VOCs 和 SVOCs 均低于方法检出限。土壤样品的 pH 值在 7.7~10.4 之间。

## (2) 地下水

检测因子为《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018)中表 1 中 45 项基本项目+锌、锰、钴、硒、钒、锑、铊、铍、钼+萘烯、萘、芴、菲、蒽、荧蒽、芘、苯并[g,h,i]北+pH+石油烃类+二噁英+PCB+氰化物、硫化物、氟化物+2,4-二氯酚、2,4,6-三氯酚、2,4-二硝基酚、五氯酚共计 73 项。

地下水检出情况及筛选结果见下表。

表 6.2 地下水样品污染物检出情况及筛选结果统计

序号	污染物	送检样品数	检出样品数	检出率	污染物浓度 (µg/L)		
					最大值	最小值	平均值
1	pH	23	23	100.00%	11.1	7.1	8.7
2	硫化物	23	5	21.74%	78	18	33.8
3	Cr6+	23	11	47.83%	63	8	19.5
4	Hg	23	17	73.91%	1.88	0.04	0.6
5	氟化物	23	23	100.00%	5690	628	2139.0
6	锰	23	16	69.57%	2040	0.32	449.4
7	钒	23	23	100.00%	174	2.06	39.5
8	钴	23	23	100.00%	7.32	0.07	0.9
9	镍	23	23	100.00%	12.6	0.19	2.9
10	铜	23	23	100.00%	42.8	0.33	4.7
11	锌	23	23	100.00%	15.4	1.58	4.3
12	砷	23	23	100.00%	32.7	0.86	6.8
13	硒	23	23	100.00%	35.4	0.85	4.5
14	钼	23	23	100.00%	73.1	4.02	25.2
15	镉	23	2	8.70%	0.07	0.07	0.1
16	铈	23	22	95.65%	1.12	0.19	0.6
17	铊	23	4	17.39%	0.11	0.02	0.1
18	铅	23	21	91.30%	12	0.26	3.3
19	氰化物	23	2	8.70%	31	6	18.5
20	总石油烃 (C10-C40)	23	2	8.70%	240	170	205.0

由上表可知，地块内地下水样品中，检出的重金属指标有：六价铬、汞、锰、钒、钴、镍、铜、锌、砷、硒、钼、镉、铈、铊、铅共 15 种。其中，六价铬的检出率为 47.83%；汞的检出率为 73.91%；锰的检出率为 69.57%；镉的检出率为 8.70%；铈的检出率为 95.65%；铊的检出率为 17.39%；铅的检出率为 91.30%；其余检出的重金属检出率均为 100%。

硫化物的检出率为 21.74%；氟化物的检出率为 100%；氰化物的检出率为 8.70%；总石油烃(C10-C40)的检出率为 8.70%。

重金属铍、VOCs 和 SVOCs 均低于方法检出限。地下水样品的 pH 值在 7.1~11.1 之间。

## 6.1.2 采样分析结论

本次调查企业内共布设 34 个土壤采样点位和 20 个地下水采样点位；共采集土壤样品 116 组（含 11 组平行样），采集地下水样品 23 组（含 3 组平行样）。

地块内土壤样品中，检出的重金属指标有：铜、锌、镍、镉、汞、钒、砷、钴、锑、钼、锰、铅、硒、铍、铊、六价铬共 16 种。其中，锑检出率为 94.83%，铊检出率为 64.66%，六价铬的检出率为 4.31%；其余重金属检出率均为 100%。

氟化物的检出率为 100%；总石油烃(C10-C40)的检出率为 20.69%；多环芳烃的检出率为 1.72%-3.45%；二噁英只对表层土进行检测，检出率为 100%

氰化物、其他 VOCs 和 SVOCs 均低于方法检出限。土壤样品的 pH 值在 7.7~10.4 之间。

地块内地下水样品中，检出的重金属指标有：六价铬、汞、锰、钒、钴、镍、铜、锌、砷、硒、钼、镉、锑、铊、铅共 15 种。其中，六价铬的检出率为 47.83%；汞的检出率为 73.91%；锰的检出率为 69.57%；镉的检出率为 8.70%；锑的检出率为 95.65%；铊的检出率为 17.39%；铅的检出率为 91.30%；其余检出的重金属检出率均为 100%。

硫化物的检出率为 21.74%；氟化物的检出率为 100%；氰化物的检出率为 8.70%；总石油烃(C10-C40)的检出率为 8.70%。

重金属铍、VOCs 和 SVOCs 均低于方法检出限。地下水样品的 pH 值在 7.1~11.1 之间。

## 6.2 风险筛选

### 6.2.1 土壤筛选标准

土壤检测结果按照《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（试行）（GB36600-2018）作为评价标准。标准中未涉及的污染物检测项目，参照《建设用地土壤污染风险筛选值》（DB 13/T 5216—2020）和《建设用地土壤污染风险筛选值和管制值》（DB4403/T 67-2020）中第二类用地的筛选值作为本企业土壤环境质量评价标准。

对照本次样品的检测报告，详细分析该厂区土壤是否受到污染。建设用地中，城市建设用地根据保护对象暴露情况的不同，可划分为以下两类：

第一类用地：包括 GB 50137 规定的城市建设用地中的居住用地(R)，公共管理与公

共服务用地中的中小学用地(A33)、医疗卫生用地(AS)和社会福利设施用地(A6)，以及公园绿地(G1)中的社区公园或儿童公园用地等。

第二类用地:包括 GB 50137 规定的城市建设用地中的工业用地(M)，物流仓储用地 CWT，商业服务业设施用地(B)，道路与交通设施用地(S)，公用设施用地(U)，公共管理与公共服务用地(A) (A33、A5、A6 除外)，以及绿地与广场用地(G) (G1 中的社区公园或儿童公园用地除外)等。

工作区土壤环境评价标准详见下表。

表 6.3 建设用地土壤污染风险筛选值和管制值（基本项目）单位：mg/kg

指标	检出限 (mg/kg)	筛选值 (mg/kg)	指标	检出限 (mg/kg)	筛选值 (mg/kg)
Cr <sup>6+</sup>	0.5	5.7	苯乙烯	0.0011	1290
Ni	1.5	900	1,1,2,2-四氯乙烷	0.0012	10
Cu	1.2	18000	1,2,3-三氯丙烷	0.0012	0.5
Cd	0.01	65	1,4-二氯苯	0.0015	20
Pb	2	800	1,2-二氯苯	0.0015	560
As	0.01	60	硝基苯	0.09	76
Hg	0.002	38	苯胺	0.1	260
氯甲烷	0.001	37	2-氯酚	0.06	2256
氯乙烯	0.001	0.43	萘	0.09	70
1,1-二氯乙烯	0.001	66	蒽	0.1	1293
二氯甲烷	0.0015	616	苯并[a]蒎	0.1	15
顺式 1,2-二氯乙烯	0.0013	596	苯并[b]荧蒎	0.2	15
1,1-二氯乙烷	0.0012	9	苯并[k]荧蒎	0.1	151
反式 1,2-二氯乙烯	0.0014	54	苯并[a]芘	0.05	1.5
氯仿	0.0011	0.9	茚并[1,2,3-cd]-芘	0.1	15
1,1,1-三氯乙烷	0.0013	840	二苯并[a,h]蒎	0.05	1.5
四氯化碳	0.0013	2.8	钴	0.03	70
苯	0.0019	4	铋	0.3	180
1,2-二氯乙烷	0.0013	5	钨	0.1	2418
三氯乙烯	0.0012	2.8	锰	0.7	10000
1,2-二氯丙烷	0.0011	5	硒	0.01	2393
甲苯	0.0013	1200	铍	0.03	29
1,1,2-三氯乙烷	0.0012	2.8	铊	0.1	4.8
四氯乙烯	0.0014	53	钒	0.7	752
氯苯	0.0012	270	二恶英	—	4×10 <sup>-5</sup>
乙苯	0.0012	28	多氯联苯	0.0005	0.38
1,1,1,2-四氯乙烷	0.0012	10	氰化物	0.04	135
(间)对二甲苯	0.0012	570	氟化物	63	10000
邻二甲苯	0.0012	640	石油烃	6	4500



23	四氯化碳	μg/L	≤50	《上海市建设用地地下水污染风险管控筛选值补充指标》第二类用地筛选值
24	三氯乙烯	μg/L	≤210	
25	1,1,2-三氯乙烷	μg/L	≤60	
26	四氯乙烯	μg/L	≤300	
27	1,2-二氯乙烷	μg/L	≤40.0	
28	萘	μg/L	≤600	
29	苯并[b]荧蒽	μg/L	≤8.0	
30	苯并[a]芘	μg/L	≤0.50	
31	氰化物	mg/L	≤0.1	
32	钒	mg/L	3900	
33	石油烃(C10-C40)	mg/L	1.2	

## 6.2.3 筛选方法

### 6.2.3.1 筛选方法

土壤、地下水各监测因子评价方法为单因子标准指数法，具体如下：

(1) 标准指数计算公式

$$S_i = \frac{C_i}{C_{si}}$$

式中：Si——污染物单因子指数；

Ci——i 污染物的浓度值；

Csi——i 污染物的评价标准值。

(2) 评价方法

Pi>1 为监测因子浓度超标，Pi≤1 为监测因子浓度达标。

①超标倍数计算公式

$$\text{超标倍数} = \frac{C - C_0}{C_0}$$

式中：C——超标因子监测浓度值；

C0——监测标准浓度限值；

②超标率

$$\text{超标率}\% = \frac{\text{超标数据个数}}{\text{总监测数据个数}} \times 100\%$$

## 6.2.4 筛选结果

## 6.2.4.1 土壤

下表中列出了土壤样品中检出指标的检出浓度，具体检测结果详见附件。

表 6.5 土壤样品中污染物检出情况及筛选结果统计

序号	污染物名称	污染物浓度 (mg/kg)			筛选值 (mg/kg)	筛选值来源	超标率	
		最大值	最小值	平均值				
1	铜	112.0	11.0	31.27	18000	《土壤环境质量建设用 地土壤污染风险管控标 准》(GB36600-2018)	—	
2	镍	331.0	20.0	67.17	900		0%	
3	镉	7.1	0.0	0.30	65			
4	汞	0.549	0.0086	0.041	38			
5	钒	750.0	23.9	84.49	752			
6	砷	18.1	4.9	10.72	60			
7	钴	25.8	5.1	10.72	70			
8	铈	7.3	0.3	0.78	180			
9	铅	246.0	11.0	42.46	800			
10	铍	2.9	0.7	2.00	29			
11	六价铬	1.9	1.2	1.60	5.7			
12	总石油烃 (C10-C40)	1260.0	23.0	196.13	4500			
13	苯并[a]蒽	0.7	0.5	0.63	15		0%	
14	蒽	0.6	0.6	0.60	1293		0%	
15	苯并[b]荧 蒽	1.0	0.8	0.87	15		0%	
16	苯并[a]芘	0.4	0.3	0.37	15		0%	
17	苯并[k]荧 蒽	0.2	0.2	0.20	15		0%	
18	茚并 [1,2,3-cd]芘	0.3	0.3	0.30	15		0%	
19	二噁英 (ng/kg)	36.0	0.4	7.31	0.00004		0%	
20	钼	3.6	0.3	0.85	2418	《建设用土壤污染风 险筛选值》(DB 13/T 5216—2020)	0%	
21	锌	1980.0	24.0	188.72	10000			
22	硒	3.5	0.0	0.39	2393			0%
23	铊	0.6	0.1	0.18	4.8			0%
24	氟化物	1970.0	126.0	603.77	10000			0%
25	菲	1.1	0.8	0.98	7190			0%
26	蒽	0.2	0.2	0.20	10000			0%
27	荧蒽	1.4	1.1	1.25	10000			0%
28	芘	1.4	0.8	1.03	7964			0%
29	苯并[g,h,i] 花	0.4	0.3	0.33	7190		0%	
30	锰	9910.0	360.0	1134.09	10000	《建设用土壤污染风 险筛选值和管制值》 (DB4403/T 67-2020)	0%	
31	pH (无量)	10.4	7.7	8.76	—	—	0%	

	纲)						
--	----	--	--	--	--	--	--

由上表可知,该企业土壤中各项污染物检出浓度均低于《土壤环境质量建设用地上壤污染风险管控标准》(GB36600-2018)中第二类用地限值、《建设用地土壤污染风险筛选值》(DB 13/T 5216—2020)和《建设用地土壤污染风险筛选值和管制值》(DB4403/T 67-2020)中第二类用地的筛选值。

#### 6.2.4.2 地下水

下表中列出了地下水样品中检出指标的检出浓度,具体检测结果详见附件。

表 6.6 地下水样品污染物检出情况及筛选结果统计

序号	污染物名称	污染物浓度 (µg/L)		限值 (mg/L)	筛选值来源	超标率
		最大值	最小值			
1	pH	11.1	7.1	5.5~6.5 8.5~9.0	《地下水质量标准》 (GB4848-2017) IV类标准	30.4%
2	硫化物	78	18	≤100		0%
3	六价铬	63	8	≤100		0%
4	汞	1.88	0.04	≤2		0%
5	氟化物	5690	628	≤2000		43.5%
6	锰	2040	0.32	≤1500		8.7%
7	钴	7.32	0.07	≤100		0%
8	镍	12.6	0.19	≤100		0%
9	铜	42.8	0.33	≤1500		0%
10	锌	15.4	1.58	≤5000		0%
11	砷	32.7	0.86	≤50		0%
12	硒	35.4	0.85	≤100		0%
13	钼	73.1	4.02	≤150		0%
14	镉	0.07	0.07	≤10		0%
15	铋	1.12	0.19	≤10		0%
16	铊	0.11	0.02	≤1		0%
17	铅	12	0.26	≤100		0%
18	氰化物	31	6	≤100		0%
19	钒	174	2.06	3900		《上海市建设用 地地下水污染风 险管控筛选值补 充指标》第二类 用地筛选值
20	总石油烃 (C10-C40)	240	170	≤1200	0%	

地下水样品的 pH 值在 7.1~11.1 之间。部分地下水样品中 pH、氟化物和锰超过《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)中IV类标准限值,其中氟化物超标率最大,超标率为 43.5%;其次为 pH,超标率为 30.4%;锰超标率为 8.7%(超标点位为对照点位)。

其余各污染物检出浓度均符合《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中IV类标准限值规定。钒和总石油烃(C10-C40)满足《上海市建设用地地下水污染风险管控筛选值补充指标》第二类用地筛选值要求。

#### 6.2.4.3 筛选结果分析

##### （1）土壤

根据前文，该企业土壤中各项污染物检出浓度均低于《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）中第二类用地限值、《建设用地土壤污染风险筛选值》（DB 13/T 5216—2020）和《建设用地土壤污染风险筛选值和管制值》（DB4403/T 67-2020）中第二类用地的筛选值。

##### （2）地下水

根据前文分析，厂区内地下水样品的 pH 值在 7.1~11.1 之间。部分地下水样品中 pH、氟化物和锰超过《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中IV类标准限值，其中氟化物超标率最大，超标率为 43.5%；其次为 pH，超标率为 30.4%；锰超标率为 8.7%（超标点位为对照点位）。对其超标情况进行具体分析。

##### 1) 氟化物

厂区内共有 9 口监测井地下水中氟化物含量不满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中IV类标准限值要求，9 口监测井在厂区内分布并无规律（详见下图），且厂区外西南角对照点 GW18 地下水中氟化物含量也不满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中IV类标准限值要求。分析原因可能为区域地下水中氟化物背景含量相对较高，调查评价区所处位置为咸水区，这也是地下水中氟化物等组分相对富集的主要原因。同时，项目所在位置处于区域地下水排泄区，地下水埋藏较浅，地下水动态类型为入渗—蒸发型，蒸发在带走水分的同时，促使盐分不断累积，也会造成部分组分富集。



图 6.1 氟化物超标点位分布图

## 2) pH

厂区内共有 7 口监测井地下水样品中 pH 超过 9.0，分别为 GW2（10.46）、GW4（11.1）、GW9（10.57）、GW11（9.96）、GW21（10.59）、GW5（10.57）、GW16（10.12）。7 口监测井的位置主要集中在两个区域，其中 GW9、GW11、GW21、GW16 主要集中在厂区东北侧 3#高炉和污水处理厂区域；GW2、GW4、GW5 主要集中在厂区西南侧直接还原转底炉、发电和高线车间附近。通过对现场踏勘及企业员工核实，该两处区域并未储存过液碱和氨水等高碱性溶液，区域内生产车间工艺所需原辅材料也并未涉及碱性溶液，可能是历史上存在过碱性溶液泄漏事件或厂区其他区域存在土壤和地下水泄漏途径，通过地下水迁移至此。建议企业做好厂区土壤隐患排查，切实查明污染源及成因，采取措施消除隐患防止新增污染。对涉及碱性溶液的区域和车间做好土壤地下水风险管控工作，强化土壤防渗措施，并做好跟踪监测。



表 6.7 土壤样品污染物与对照点对照情况

采样深度	污染物指标与对照点对比倍数																		
	铜	锌	镍	镉	汞	钒	砷	钴	锑	钼	锰	铅	硒	铍	铊	氟化物	六价铬	总石油烃(C10-C40)	二噁英
S19-0.2	1.09	0.63	1.21	<b>45.49</b>	0.63	1.66	1.02	1	1.2	1.36	1.61	1.56	6.17	0.82	0	0.79	0	0	1.34
S19-1.5	1.02	0.61	1.21	5.09	0.73	1.39	1.46	1.28	1.71	1.36	1.24	1.04	1.94	0.77	0	0.77	0	0	—
S19-3.5	1.02	0.38	1.11	0.88	0.49	1.29	1.39	1.19	1.54	1.36	1.1	0.96	2.91	0.75	0	0.5	0	0	—
S20-0.2	1.41	1.33	1.59	3.32	0.87	1.49	1.1	1.33	1.37	1.09	1.28	1.61	6.87	0.75	0	0.79	0	0	0.72
S20-1.5	0.99	0.34	1.02	0.75	0.32	1.2	1.3	1.24	1.54	1.23	1.06	0.83	2.36	0.73	0	0.58	0	0	—
S20-3.5	1.41	0.45	1.29	0.67	0.46	1.2	1.17	1.29	1.71	1.5	1.44	0.75	2.08	0.71	0	0.42	0	0	—
S21-0.2	1.15	0.47	1.11	0.73	0.51	1.17	1.11	1.06	1.2	1.23	0.96	0.86	2.01	0.74	0	0.23	0	0	0.66
S21-1.5	1.09	0.43	0.97	0.84	0.3	0.9	1.14	0.94	1.03	0.82	0.75	0.68	1.94	0.63	0	0.43	0	0	—
S21-3.5	1.15	0.4	1.06	1.63	0.23	1.08	1.28	1.1	1.37	1.23	0.85	0.65	1.66	0.67	0	0.6	0	0	—
S23-0.2	1.5	2.14	1.34	4.48	1.38	3.01	1.12	1.17	1.89	2.05	2.39	5.39	12.35	0.72	1	0.68	0	36.33	1.73
S23-1.5	1.02	0.41	1.16	0.74	0.29	1.18	1.23	1.17	1.54	1.23	1.11	0.81	2.57	0.71	0	0.76	0	0	—
S23-3.5	1.02	0.35	1.17	0.7	0.25	1.21	1.74	1.28	1.54	1.23	0.99	0.6	1.94	0.7	0	0.53	0	0	—
S32-0.2	0.86	0.54	4.08	0.58	1.38	<b>18.27</b>	0.77	1.29	1.37	1.77	<b>12.76</b>	2.5	15.75	0.89	0	2.37	0	20	0
S32-1.5	0.45	0.42	2.74	1.71	1.38	<b>19.80</b>	0.79	1.67	<b>12.51</b>	2.05	<b>14.02</b>	1.59	10.47	0.52	0	1.73	0	0	—
S32-3.5	1.12	0.37	1.33	0.65	0.27	2.07	1.27	1.2	1.54	1.36	1.95	0.57	1.94	0.67	0	0.38	0	0	—
S35-0.2	1.47	3.22	1.41	4.45	0.48	1.55	1.17	1.09	1.37	0.95	1.21	3.57	4.02	0.67	1	0.65	0	0	0
S35-1.5	1.25	0.76	1.16	1.62	0.45	1.31	1.1	1.04	1.71	0.95	0.98	2.16	3.47	0.68	0	0.66	0	0	—
S35-3.5	1.41	0.37	1.26	0.61	0.55	1.13	1.26	1.21	1.54	1.23	1.16	0.7	2.36	0.73	0	0.68	0	0	—
S15-0.2	1.15	1.22	0.97	3.75	1.16	1.8	0.94	0.75	1.03	0.95	1.43	1.48	3.33	0.84	2	1.55	0	0	2.57
S15-1.5	0.35	0.34	0.34	1.9	1.81	4.67	1.04	0.73	1.89	1.77	3.37	5.05	8.18	0.74	3	2.78	6.4	0	—
S15-3.5	0.77	0.32	1.01	0.49	0.36	1.32	1.2	0.94	1.37	1.36	1.04	0.99	1.32	1	2	1.44	0	0	—
S16-0.2	1.15	0.35	1.12	0.53	1.09	1.27	1.53	1.04	1.71	0.95	0.98	1.61	8.6	0.96	3	0.91	0	0	0.78

S16-1.5	1.15	0.41	1.07	0.96	0.44	0.97	1.22	0.95	1.37	1.09	0.81	0.73	2.64	1.08	2	0.93	0	0	—
S16-3.5	1.18	0.36	1.17	0.85	0.32	1.39	1.53	1.11	1.71	2.05	1.31	0.83	2.15	1.17	2	1.27	0	0	—
S17-0.2	1.25	0.31	1.17	0.53	0.79	0.99	1.28	1.01	1.37	1.77	0.92	0.7	1.39	0.86	2	0.99	0	0	4.78
S17-1.5	0.96	0.28	0.97	0.55	0.36	0.98	1.34	0.99	1.37	1.23	0.88	0.73	0.97	1.07	2	1.1	0	0	—
S17-3.5	1.18	0.35	1.19	0.45	0.29	1.08	1.35	1.09	1.54	1.36	0.87	0.65	0.83	1.15	2	1.03	0	0	—
S18-0.2	1.34	0.51	1.16	2.2	0.47	2.13	1.2	0.97	1.37	1.09	1.23	0.73	2.43	0.81	2	0.93	0	0	1.01
S18-1.5	1.31	0.42	1.23	0.86	0.42	2.04	1.34	1.1	1.54	1.36	1.22	0.83	2.15	1.19	2	1.01	0	11.67	—
S18-3.5	1.34	0.52	1.23	1.86	0.34	1.11	1.15	0.98	1.37	1.09	0.94	0.68	1.94	1.22	2	1.34	0	0	—
S22-0.2	0.9	1.05	1.17	3.45	2.48	1.8	0.56	0.47	0.86	1.36	1.07	2.39	10.2	0.75	3	1.38	0	29	0.75
S22-1.5	0.83	0.82	0.91	2.33	1.77	2.41	0.6	0.53	1.03	1.36	1.51	2.94	11.45	0.71	3	1.13	0	195.33	—
S22-3.5	1.02	0.33	1.07	0.51	0.36	1	1.19	1	1.37	1.23	0.86	0.57	1.18	1.12	2	1.14	0	0	—
S27-0.2	1.09	0.46	1.29	1.85	1.64	2.15	0.86	0.91	1.03	1.5	1.66	1.46	4.92	1.13	2	1.08	7.2	36	0
S27-1.5	0.83	0.27	0.92	3.93	1.17	2.58	0.89	0.89	1.03	1.36	2.38	0.81	3.75	1	2	1.25	6	34.33	—
S27-3.5	1.09	0.32	1.17	3.52	0.41	1.06	1.35	1.09	1.37	1.91	2.4	0.62	1.39	1.24	2	1.58	0	0	—
S29-0.2	1.38	0.81	1.19	3.07	0.52	1.66	0.95	0.83	1.2	0.95	1.31	1.69	1.66	0.91	2	2.69	0	0	0.48
S29-1.5	1.22	0.4	1.01	1.4	0.38	1.72	1.05	0.92	1.2	0.95	1.2	1.15	1.94	1.08	2	2.08	0	0	—
S29-3.5	1.22	0.35	1.14	0.84	0.37	1.26	1.12	1.06	1.54	1.23	0.82	1.04	1.94	1.25	2	1.71	0	0	—
S24-0.2	0.45	0.08	0.57	0.26	0.25	1.03	1.21	0.99	1.54	0.95	0.83	0.7	0.83	1.01	2	1.25	0	0	0.12
S24-1.5	1.15	0.12	1.06	0.63	0.21	0.89	1.05	0.9	1.2	0.68	0.85	0.7	0.55	1	1	1.12	0	0	—
S24-3.5	1.31	0.36	1.16	0.83	0.3	1.05	1.19	1.03	1.37	1.23	0.86	0.73	0.9	1.12	2	1.27	0	76	—
S7-0.2	2.27	1.21	5.56	4.12	1.46	6.12	1.55	2.35	2.91	4.23	5.05	2.39	9.23	0.51	3	3.53	0	9	0
S7-1.5	0.99	0.33	1.06	0.52	0.18	1	1.04	0.98	1.2	0.68	0.9	0.73	0.97	0.98	2	1.4	0	0	—
S7-3.5	1.02	0.34	1.06	0.58	0.15	0.97	1.09	0.98	1.2	0.82	0.9	0.75	0.62	1.06	2	1.08	0	0	—
S8-0.2	0.83	0.42	0.96	1.6	0.28	2.98	0.79	0.82	0.86	1.09	2.08	0.78	4.58	1	1	2.04	0	420	—
S8-1.5	0.99	0.46	0.97	0.83	0.26	15.71	0.69	0.66	0.86	1.09	6.61	1.02	4.65	1.11	0	2.94	0	13.67	—
S8-3.5	0.77	0.35	0.84	0.51	0.13	1.08	1.02	0.96	1.03	0.82	0.98	0.78	1.11	1.17	1	0.98	0	0	—
S12-0.2	2.18	0.94	1.71	7.62	1.46	5.65	1.14	1.5	2.4	2.59	3.28	6.4	24.21	0.36	6	1.06	0	16.33	10.75

S12-1.5	1.34	0.28	1.24	0.94	0.3	1.13	1.17	1.09	1.2	1.09	1.16	0.89	1.25	1.07	1	1.25	0	0	—
S12-3.5	0.9	0.41	0.94	0.74	0.35	1.34	1.28	1.05	1.89	1.5	1.46	1.12	1.46	1.14	2	1.54	0	0	—
S13-0.2	2.11	0.82	4.8	6.03	1.56	13.52	1.72	2.33	3.26	2.86	7.51	3.62	11.79	0.87	3	1.95	0	248.67	—
S13-1.5	3.58	1.38	3.74	5.32	1.03	2	1.48	1.2	2.23	2.32	1.44	2.13	10.68	0.39	2	1.33	0	128	—
S13-3.5	0.7	0.32	0.77	0.68	0.3	1.16	1.6	1.2	1.89	2.18	2.31	0.83	2.01	1.12	2	1.46	0	0	—
S26-0.2	0.48	0.26	0.52	0.34	0.23	1.65	0.69	0.66	0.69	0.68	1.17	0.7	0.9	0.74	0	0.82	0	0	—
S26-1.5	0.61	0.32	0.72	0.72	0.18	1.3	0.64	0.61	0.86	0.55	0.92	0.6	0.83	0.93	0	0.49	0	0	—
S26-3.5	1.18	0.39	1.16	0.97	0.27	1.25	1.5	1.16	1.89	1.36	1.33	0.83	0.69	1.12	2	0.92	0	0	—
S28-0.2	1.95	2.08	1.54	4.92	1.12	12.78	0.58	1.77	1.71	4.91	4.5	2.97	10.47	0.84	3	0.89	0	41	<b>10.75</b>
S28-1.5	1.09	0.43	1.06	0.97	0.34	1.1	1.23	0.99	1.54	1.09	0.98	0.78	0.83	0.95	2	0.96	0	0	—
S28-3.5	1.15	0.71	1.21	2.45	0.34	1.12	1.54	1.06	1.71	1.09	0.88	0.94	0.83	0.94	2	1.01	0	0	—
S1-0.2	0.51	0.31	0.72	1.01	0.21	7.42	0.64	0.55	0.69	0.82	3.06	0.89	1.87	0.81	0	1.88	0	0	—
S1-1.5	0.45	0.28	0.65	0.76	0.25	7.02	0.67	0.62	0.69	0.95	3.01	0.78	2.29	0.83	1	1.53	0	10.33	—
S1-3.5	0.54	0.27	0.57	0.81	0.26	1.16	1.4	1.06	1.54	1.64	1.12	0.86	0.76	1.13	2	1.23	0	0	—
S4-0.2	0.77	0.67	0.81	1.62	0.26	4.25	0.79	0.73	0.86	0.68	1.88	0.7	0.97	0.74	1	1.11	0	11	—
S4-1.5	0.74	0.56	0.77	0.65	0.21	0.96	0.81	0.73	0.86	0.55	0.75	0.78	0.69	0.34	1	0.92	0	0	—
S4-3.5	0.64	0.54	0.72	0.66	0.18	0.84	0.75	0.71	0.86	0.55	0.68	0.6	0.42	0.68	0	0.73	0	0	—
S5-0.2	0.96	0.67	1.41	1.43	0.47	1.15	0.73	0.87	1.03	1.23	0.94	0.96	2.08	0.77	1	0.82	0	7.67	—
S5-1.5	0.67	0.42	0.81	1	0.14	0.98	0.76	0.74	0.69	0.41	0.74	0.73	0.14	1.06	1	0.36	0	0	—
S5-3.5	0.61	0.58	0.74	0.72	0.12	0.72	0.84	0.78	0.86	0.55	0.65	0.65	0.42	1.03	1	0.43	0	0	—
S6-0.2	1.38	2.94	1.12	5.07	0.28	0.92	0.93	0.88	0.86	0.68	0.82	0.73	0.97	0.98	1	0.63	0	0	0.78
S6-1.5	0.64	0.36	0.76	0.7	0.23	0.81	0.83	0.82	0.69	0.55	0.75	0.68	0.21	0.98	1	0.5	0	21.33	—
S6-3.5	1.06	0.44	1.04	0.76	0.3	1.2	1.16	1.14	1.2	0.82	1.09	0.89	0.9	1.31	2	0.91	0	0	—
S9-0.2	0.54	0.35	0.87	2.51	0.21	3.88	0.6	0.71	0.51	0.82	2.08	0.73	1.66	0.8	1	0.64	0	34	—
S9-1.5	0.51	0.74	0.79	2.05	0.19	5.6	0.55	0.68	0	0.82	3.54	0.68	1.32	0.59	1	1.1	0	88	—
S9-3.5	0.67	0.34	0.81	0.76	0.15	0.83	0.8	0.77	0.69	0.68	0.69	0.57	0.42	0.64	1	0.65	0	11	—
S10-0.2	0.83	0.58	0.89	1.13	0.28	1.5	0.91	0.89	0.86	0.55	1	0.73	1.11	1.03	2	0.89	0	0	—

S10-1.5	0.99	0.41	0.7	0.58	0.26	1.05	1.16	1.04	1.2	1.09	0.89	0.7	0.76	1.12	2	0.84	0	0	—
S10-3.5	1.28	0.58	1.21	0.87	0.24	1.08	1.25	1.1	1.03	1.23	1.28	0.73	0.49	1.01	2	1.02	0	0	—
S11-0.2	0.45	0.36	0.64	0.62	0.22	1.43	0.6	0.7	0.51	1.23	0.84	0.49	0.69	0.85	1	0.63	0	0	0.27
S11-1.5	0.45	0.31	0.57	0.38	0.13	0.74	0.47	0.58	0	0.41	0.55	0.31	0.49	0.74	0	0.5	0	0	—
S11-3.5	0.9	0.39	0.89	0.6	0.26	0.9	0.7	0.87	0.69	0.68	0.72	0.57	1.39	0.93	2	0.79	0	0	—
S2-0.2	0.77	0.6	0.84	0.69	0.18	1.03	0.67	0.75	0.69	0.95	0.78	0.49	1.46	0.57	1	0.76	0	0	—
S2-1.5	0.54	0.33	0.7	0.52	0.14	0.82	0.64	0.7	0	0.41	0.62	0.42	0.83	0.86	1	0.68	0	0	—
S2-3.5	0.58	0.65	0.69	1.07	0.13	0.63	0.55	0.62	0	0.41	0.51	0.29	0.55	0.33	0	0.53	0	0	—
S3-0.2	0.96	0.57	1.11	0.96	1.56	0.97	1.17	0.99	1.37	0.95	0.89	0.7	1.25	1.08	2	1.12	0	0	—
S3-1.5	0.45	0.22	0.6	0.38	0.15	0.73	0.63	0.69	0.51	0.55	0.6	0.39	0.97	0.86	1	0.59	0	0	—
S3-3.5	0.8	0.37	0.87	0.62	0.26	0.88	0.94	0.91	0.86	0.68	0.74	0.44	0.62	0.99	1	0.78	0	0	—
S30-0.2	0.9	1.5	0.89	2.19	0.27	3.43	0.76	0.83	0.69	0.68	1.81	0.83	3.05	0.88	0	1.08	0	0	—
S30-1.5	0.54	0.62	0.62	1.04	0.16	1.2	0.54	0.64	0	0.41	0.91	0.83	1.18	0.8	0	0.97	0	0	—
S30-3.5	0.58	0.34	0.65	0.71	0.14	0.79	0.6	0.68	0	0.55	0.63	1.07	0.83	0.88	0	0.75	0	0	—
S31-0.2	0.9	0.64	0.81	0.94	0.33	2.98	0.9	0.91	1.2	0.95	1.67	1.07	2.01	0.99	0	1.08	0	0	—
S31-1.5	1.12	0.3	1.01	0.97	0.23	1.18	1.51	1.16	1.54	1.23	1.02	1.12	1.66	1.04	1	1.08	0	0	—
S31-3.5	1.09	0.42	1.07	0.95	0.22	1.13	1.49	1.15	1.54	1.77	1.05	1.09	0.55	1.06	1	1.16	0	0	—

表 6.8 土壤样品多环芳烃类污染物与对照点对照情况

采样深度	污染物指标与对照点对比倍数										
	菲	葱	荧葱	芘	苯并[a]葱	蒽	苯并[b]荧葱	苯并[a]芘	苯并[k]荧葱	茚并[1,2,3-cd]芘	苯并[g,h,i]花
S23-0.2	16	0	14	28	14	12	8	6	0	6	8
S13-0.2	20	4	11	18	14	12	8	8	4	6	6
S13-1.5	20	4	0	16	10	12	10	8	4	6	6

根据厂区内包气带土壤和对照点对照结果，厂区土壤中污染物含量与对照点最大倍数为 S19 的土壤样品，镉对比倍数为 45.49 倍；其次为 S12 点位表层土壤的硒指标，对比倍数为 24.21 倍；S32 点位表层土壤钒与对照点对比倍数为 18.27 倍，锰为 12.76 倍，S32 点位 1.5m 处土壤钒与对照点对比倍数为 19.80 倍，锑为 12.51 倍，锰为 14.02 倍。

通过对土壤中污染物含量较高点位分布情况进行现场踏勘，S12 位于厂区西南侧直接还原转底炉下风向处附近，S19 和 S32 位于厂区东侧 3#高炉下风向处附近。分析原因可能与高温冶炼大气通过大气沉降附着到土壤所致，建议企业采取措施消除隐患防止新增污染，并做好跟踪监测。

其余不同点位和深度土壤中污染物含量与对照点相比无明显差异。

#### 6.2.5.2 地下水样品

将每个采样点位地下水样品中污染物含量与对照点进行比对分析企业的日常运营是否对企业内地下水环境造成污染。污染物指标对比情况见下表。

表 6.9 地下水样品污染物与对照点对照情况

污染物	采样点位																
	GW1	GW2	GW3	GW4	GW7	GW8	GW9	GW10	GW11	GW14	GW21	GW20	GW5	GW13	GW15	GW16	GW17
pH	1.23	1.44	1.11	1.53	1.20	1.02	1.46	1.12	1.37	1.24	1.46	1.23	1.46	1.04	0.98	1.39	1.05
硫化物	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.24	0.00	0.00	3.47	0.00
六价铬	0.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.59	2.16	0.00	1.31	0.66	4.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
汞	4.00	6.50	31.33	26.33	16.67	1.50	5.83	1.50	28.50	15.33	3.00	10.50	3.67	0.00	1.83	0.00	0.00
氟化物	0.79	2.90	1.97	0.86	1.75	0.82	1.57	0.42	3.78	1.07	0.50	0.96	1.89	2.12	1.04	1.16	1.82
锰	0.00	0.00	0.02	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.79	0.04	0.01	1.47	0.00	0.69
钒	12.04	16.89	0.67	0.70	13.88	0.42	10.58	0.59	7.81	3.74	2.75	0.21	6.29	0.62	0.20	1.75	0.68
钴	0.12	0.54	0.33	0.33	12.73	0.23	1.04	2.31	0.66	1.25	0.19	2.21	1.48	0.30	4.19	0.14	1.81
镍	0.07	0.77	0.54	0.50	4.08	0.22	0.29	4.36	0.10	0.57	0.27	0.62	1.71	1.09	1.31	0.28	0.87
铜	0.45	0.54	0.62	0.09	11.70	0.57	1.78	3.20	0.48	1.41	0.30	0.38	0.74	0.62	0.19	0.20	0.52
锌	0.31	0.23	0.60	0.37	0.20	0.42	0.22	0.32	0.20	0.23	0.20	0.68	0.39	1.08	0.48	0.59	0.43
砷	0.27	1.07	0.47	4.03	1.02	0.23	0.76	0.24	0.34	0.48	0.11	1.15	0.72	0.80	0.45	0.90	1.00
硒	0.62	1.27	0.64	0.48	14.43	0.35	4.57	1.27	3.15	2.26	1.95	0.63	1.27	0.88	0.63	0.36	0.36
钼	0.34	3.27	2.20	1.63	4.03	0.38	2.00	1.44	1.31	5.12	1.11	2.27	6.16	3.04	0.99	0.57	0.86
镉	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.80	0.00	0.00	0.00
铋	1.43	0.99	1.12	1.42	1.56	0.58	1.04	0.34	1.84	1.43	0.00	0.41	0.83	1.98	0.42	0.87	0.85
铊	0.00	0.00	4.00	0.00	6.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.00	0.00	0.00	0.00	0.00
铅	0.67	0.48	2.28	0.17	0.57	0.17	0.40	0.74	0.25	0.07	0.81	0.00	0.14	2.96	0.00	0.21	0.09
氰化物	12.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>62.00</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
总石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	0.00	<b>48.00</b>	0.00	0.00	<b>34.00</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

注：对照点污染物浓度低于检出限的按照检出限的一半参与计算。

根据前文筛选结果，厂区地下水中污染物含量与对照点最大倍数为 GW11 的地下水样品，氰化物对比倍数为 62 倍；其次为 GW2

点位的总石油烃(C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>), 对比倍数为 48 倍。由于对照点氰化物和石油烃(C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>)均未检出, 对照点污染物浓度低于检出限的按照检出限的一半参与计算, 因此比值不具有典型代表性, 且厂区内地下水中氰化物和石油烃(C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>)含量均远低于标准值, 且厂区包气带土壤中氰化物和石油烃(C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>)含量与对照点并无明显差异, 因此, 无法判断厂区与对照点地下水中污染物含量存在明显差异, 建议后续做好跟踪监测, 及时关注地下水中污染物含量变化情况。

其余不同点位地下水中污染物含量与对照点相比无明显差异。

## 6.2.6 与历史数据对比评价结果

企业于 2019 年根据《北京市重点企业土壤环境自行监测技术指南》，对厂区内土壤和地下水进行了调查监测。

2021 年天津荣程联合钢铁集团有限公司被列入《天津市土壤污染重点监管单位名录》，需按照要求开展土壤环境自行监测工作。本次布点方案依照《天津市土壤污染重点监管企业自行监测及信息公开技术指南》（津环土[2020]39 号）要求开展，监测点位与 2019 年自行监测方案不一致。

基于此，本报告按照 2019 年和 2021 年厂区土壤和地下水样品监测结果的平均值进行比对定性分析。

### 6.2.6.1 土壤样品

2019 年和 2021 年厂区土壤样品监测结果平均值对比情况见下表。

表 6.10 土壤样品污染物与历史数据对照情况

污染物	与历史数据对比倍数
铜	1.18
锌	2.06
镍	1.17
镉	2.48
汞	0.82
钒	0.83
砷	2.25
钴	0.66
铋	0.83
钼	1.18
锰	1.61
铅	1.64
硒	1.25
铍	1.01
铊	0.26
六价铬	160
镭	1.13
苯并[b]荧蒽	1.22
苯并[a]芘	1.15
茚并[1,2,3-cd]芘	1.11

根据前文对比结果，六价铬与历史数据对比倍数为 160 倍，本次监测结果中六价铬

含量均满足《土壤环境质量建设用地区域土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）中第二类用地限值要求，历史数据只有两组样品六价铬有检出，且污染物浓度很低，因此可能不具有典型代表性，总体来说，本次调查土壤中污染物含量与历史数据对比无明显升高。

### 6.2.6.2 地下水样品

2019 年和 2021 年厂区地下水样品监测结果平均值对比情况见下表。

表 6.11 土壤样品污染物与历史数据对照情况

污染物	与历史数据对比倍数
砷	0.78
硒	6.43
钒	0.02
钴	0.00
钼	0.64
镉	0.11
锑	0.21
铅	0.70
镍	0.67

根据前文对比结果，本次调查地下水中污染物含量与历史数据对比无明显升高。

## 6.2.7 筛选结论及不确定性分析

### 6.2.7.1 筛选结论

#### (1) 土壤

地块内土壤样品中，检出的重金属指标有：铜、锌、镍、镉、汞、钒、砷、钴、锑、钼、锰、铅、硒、铍、铊、六价铬共 16 种。其中，锑检出率为 94.83%，铊检出率为 64.66%，六价铬的检出率为 4.31%；其余重金属检出率均为 100%。氟化物的检出率为 100%；总石油烃(C10-C40)的检出率为 20.69%；多环芳烃的检出率为 1.72%-3.45%；二噁英只对表层土进行检测，检出率为 100%

氟化物、其他 VOCs 和 SVOCs 均低于方法检出限。土壤样品的 pH 值在 7.7~10.4 之间。

企业土壤中各项污染物检出浓度均低于《土壤环境质量建设用地区域土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）中第二类用地限值、《建设用地土壤污染风险筛选值》（DB 13/T 5216—2020）和《建设用地土壤污染风险筛选值和管制值》（DB4403/T 67-2020）中第二类用地的筛选值。

直接还原转底炉和 3#高炉下风向处附近土壤重金属含量与对照点对比较高，分析原因可能与高温冶炼大气通过大气沉降附着到土壤所致，建议企业采取措施消除隐患防止新增污染，并做好跟踪监测。其余不同点位和深度土壤中污染物含量与对照点相比无明显差异。

本次调查土壤中污染物含量与历史数据对比无明显升高。

## (2) 地下水

地下水样品的 pH 值在 7.1~11.1 之间。部分地下水样品中 pH、氟化物和锰超过《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中IV类标准限值，其中氟化物超标率最大，超标率为 43.5%；其次为 pH，超标率为 30.4%；锰超标率为 8.7%（超标点位为对照点位）。其余各污染物检出浓度均符合《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中IV类标准限值规定。钒和总石油烃(C10-C40)满足《上海市建设用地地下水污染风险管控筛选值补充指标》第二类用地筛选值要求。

建议企业做好厂区土壤隐患排查，切实查明污染来源及成因，采取措施消除隐患防止新增污染。对涉及碱性溶液的区域和车间做好土壤地下水风险管控工作，强化土壤防渗措施，并做好跟踪监测。

地下水样品中污染物含量与对照点相比无明显差异。

本次调查地下水中污染物含量与历史数据对比无明显升高。

### 6.2.7.2 不确定性分析

本报告基于现阶段实际情况开展的调查，以科学理论为依据，结合专业的判断来进行逻辑推论与结果分析。通过对目前所掌握的调查资料的判别和分析，并结合项目成本、企业条件等多因素的综合考虑来完成的专业判断。调查工作的开展存在以下不确定性，现总结如下：

(1) 相关资料为现场人员访谈所得，因此，本报告中阐述的企业生产工艺与现实情况可能存在差异。

(2) 本报告所得出的结论是基于该企业地块现有条件和现有评估依据，本项目完成后工艺流程或平面布局发生变化，或评估依据的变更会带来本报告结论的不确定性。

## 7 结论及建议

### 7.1 自行监测结论

本项目根据国家及天津市相关法律法规和技术规范要求，对天津荣程联合钢铁集团有限公司开展土壤和地下水环境监测工作，并编制土壤和地下水环境自行监测报告。通过污染识别和现场采样，详细分析了企业所在区域土壤和地下水中的潜在污染物种类与来源，并在土壤、地下水的检测数据支持基础上做出如下结论：

#### (1) 污染识别结论

通过对企业生产工艺、污染物排放等情况，以及对相邻场地和周边历史用地情况、生产活动及工艺流程潜在污染物等资料的分析，得出本企业在运营过程需要关注的污染物有 VOCs、PAHs、重金属、氰化物、氟化物、酚类、硫化物、PCB、石油烃、二噁英等。

#### (2) 土壤污染情况

本次调查企业内共布设 34 个土壤采样点位（含 3 个对照点位），共采集土壤样品 116 组（含 11 组平行样）。

地块内土壤样品中，检出的重金属指标有：铜、锌、镍、镉、汞、钒、砷、钴、铈、钼、锰、铅、硒、铍、铊、六价铬共 16 种。其中，铈检出率为 94.83%，铊检出率为 64.66%，六价铬的检出率为 4.31%；其余重金属检出率均为 100%。氟化物的检出率为 100%；总石油烃(C10-C40)的检出率为 20.69%；多环芳烃的检出率为 1.72%-3.45%；二噁英只对表层土进行检测，检出率为 100%。氰化物、其他 VOCs 和 SVOCs 均低于方法检出限。土壤样品的 pH 值在 7.7~10.4 之间。

企业土壤中各项污染物检出浓度均低于《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）中第二类用地限值、《建设用地土壤污染风险筛选值》（DB 13/T 5216—2020）和《建设用地土壤污染风险筛选值和管制值》（DB4403/T 67-2020）中第二类用地的筛选值。

直接还原转底炉和 3#高炉下风向处附近土壤重金属含量与对照点对比较高，分析原因可能与高温冶炼大气通过大气沉降附着到土壤所致，建议企业采取措施消除隐患防止新增污染，并做好跟踪监测。其余不同点位和深度土壤中污染物含量与对照点相比无明显差异。

本次调查土壤中污染物含量与历史数据对比无明显升高。

### (3) 地下水污染情况

本次调查企业内共布设 20 个地下水采样点位（含 3 个对照点位）；共采集地下水样品 23 组（含 3 组平行样）。

地块内地下水样品中，检出的重金属指标有：六价铬、汞、锰、钒、钴、镍、铜、锌、砷、硒、钼、镉、锑、铊、铅共 15 种。其中，六价铬的检出率为 47.83%；汞的检出率为 73.91%；锰的检出率为 69.57%；镉的检出率为 8.70%；锑的检出率为 95.65%；铊的检出率为 17.39%；铅的检出率为 91.30%；其余检出的重金属检出率均为 100%。硫化物的检出率为 21.74%；氟化物的检出率为 100%；氰化物的检出率为 8.70%；总石油烃(C10-C40)的检出率为 8.70%。重金属铍、VOCs 和 SVOCs 均低于方法检出限。地下水样品的 pH 值在 7.1~11.1 之间。

部分地下水样品中 pH、氟化物和锰超过《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中IV类标准限值，其中氟化物超标率最大，超标率为 43.5%；其次为 pH，超标率为 30.4%；锰超标率为 8.7%（超标点位为对照点位）。其余各污染物检出浓度均符合《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中IV类标准限值规定。钒和总石油烃(C10-C40)满足《上海市建设用地地下水污染风险管控筛选值补充指标》第二类用地筛选值要求。

地下水样品中污染物含量与对照点相比无明显差异。

本次调查地下水中污染物含量与历史数据对比无明显升高。

## 7.2 建议

本次调查结果是基于企业现有条件和现有评价标准而做出的专业判断，未来该企业由于生产工艺、平面布局或评价标准等发生变化时，应及时更新采样点位和检测指标。

本次企业土壤和地下水环境自行调查过程中尽可能做到客观、真实地反映检测指标分布情况，但仍然存在一定的不确定性，因此在后期年度自行监测过程中若发现异常现象或超标情况，应及时采取有效的防范措施，以防对人体健康造成风险。

建议企业做好厂区土壤隐患排查，切实查明厂区地下水中 pH 偏高污染来源及成因，采取措施消除隐患防止新增污染。对涉及碱性溶液的区域和车间做好土壤地下水风险管控工作，强化土壤防渗措施，并做好跟踪监测。

# 天津荣程联合钢铁集团有限公司

## 2021 年度土壤及地下水自行监测报告专家评审意见

2021 年 10 月 28 日，天津荣程联合钢铁集团有限公司组织召开了《天津荣程联合钢铁集团有限公司 2021 年度土壤及地下水自行监测报告》（以下简称“报告”）专家评审会，专家组由 3 名专家组成（名单附后）。与会专家听取了报告编制单位天津市清源环境监测中心的汇报，审阅了报告内容，经质询和讨论，形成以下意见：

一、依据国家在产企业土壤及地下水自行监测和天津市土壤污染重点监管单位自行监测相关技术指南要求，报告编制单位开展了天津荣程联合钢铁集团有限公司 2021 年土壤及地下水自行监测工作，技术路线正确，数据翔实，结论总体可信。

### 二、建议

1. 加强企业重点区域污染识别及污染物可能的迁移途径分析；依据 GB36600、GB/T 14848 所列污染物项目及指标，细化并完善土壤及地下水关注的特征污染因子；

2. 结合厂区地质/水文地质勘察资料，进一步说明土壤垂向分层采样深度、终孔深度及地下水采样深度确定原则与依据；

3. 依据 HJ166、HJ164、GB/T 14848 等标准与技术规范，完善土壤、地下水送检样品与分包样品的保存及流转内容；

4. 完善报告文本编制。

专家组：

2021 年 10 月 28 日

附：

专家组名单

姓名	单位	职称
徐应明	农业农村部环境保护科研监测所	研究员
魏子章	天津市生态环境科学研究院	高 工
王 斌	天津市生态环境监测中心	高 工