原招远先进化工有限公司地块污染 场地修复工程

技术方案

山东省环境保护科学研究设计院 2017年9月

目 录

第1章 概述	1
1.1 项目名称	1
1.2 建设单位	1
1.3 工艺实施内容	1
1.4 工程规模	2
1.5 污染因子及修复目标	2
1.6 工程投资	2
1.7 编制依据	2
第 2 章 场地概况	6
2.1 场地环境状况	6
2.1.1 地理位置	6
2.1.2 地形地貌	6
2.1.3 区域水文地质	7
2.1.4 气象气候	9
2.1.5 地质环境	10
2.1.6 土壤植被	11
2.1.7 水文水系	15
2.1.8 自然资源	16
2.1.9 区域经济社会状况概括	17
2.2 周边敏感目标	23
2.3 招远先进化工有限公司概况	23
2.3.1 场地发展历程	24
2.3.2 公司环保工程及三废排放情况	25
2.3.3 原有生产项目	26
2.3.4 原有生产项目主要化学品消耗情况及理化性质分析	26
2.3.5 原有生产项目主要生产工艺流程分析	28
2.3.6 场地污染源排查	37
2.4 场地调查及结果分析	40
2.4.1 污染场地调查样品采集	40
2.4.2 评价标准	41
2.4.3 场地调查结论	44
2.4.4 风险评估结论	44
2.4.5 场地用地规划	45
2.5 工程实施必要性	47
第3章 修复工程技术方案	49
3.1 修复目标及工程规模	49
3.1.1 修复目标	49
3.1.2 工程规模	49
3.2 工艺选择原则	52
3.3 土壤修复工艺方案	53
3.3.1 杂物清理方案	54
3.3.2 污染土壤开挖及运输方案	54

3.3.3 土壤淋洗筛分方案	54
3.3.4 泥浆脱水减容方案	57
3.3.5 尾水处理方案	59
3.3.6 资源化利用及污泥处置方案	60
3.3.7 异位处理工艺流程	60
3.4 成功案例介绍	62
3.5 土壤处理临时场地	63
3.6 地下水修复工艺方案	64
3.6.1 地下水控制和修复技术介绍	64
3.6.2 地下水控制和修复技术比选	66
第4章 土壤异位修复工程设计	69
4.1 工程规模	69
4.2 处理工艺设计	69
4.2.1 杂物清理系统	69
4.2.2 污染土壤开挖及运输	69
4.2.3 筛分系统	69
4.2.4 泥浆脱水减容系统	72
4.2.5 加药系统	74
4.2.6 尾水处理系统	76
4.2.7 主要工程量表	77
第5章 工程投资估算及成本分析	80
5.1 投资估算	80
5.1.1 编制说明	80
5.1.2 编制依据	80
5.1.3 投资估算的组成	81
5.2 资金筹措	81

第1章 概述

1.1 项目名称

原招远先进化工有限公司地块污染场地修复工程

1.2 建设单位

招远市国有资产经营有限公司

1.3 工艺实施内容

招远先进化工有限公司设立于 1995 年 12 月,公司主要生产硝基甲 苯 邻 磺 酸 (PNT-S(C₇H₇NSO₅))、NK-1 荧 光 增 白 剂 产 品 (C₄₀H₄₂O₁₆N₆S₄Na₂), 2015 年 7 月先进化工主要生产线停产。为确保招远先进化工有限公司原厂址地块安全再开发,于 2017 年 8 月对该场地土壤和地下水开展了场地调查和风险评估工作,调查结果显示场地地块土壤中需要进行风险评估的污染物为: Pb、As、Hg、苯并(a) 蒽;场地地块地下水中需要进行风险评估的污染物为: 乙苯、二甲苯、1,2-二氯乙烷、2-硝基苯酚。通过对以上污染物的风险评估,确定该场地地块需要修复的污染物为土壤中的 As、Pb 和地下水中的1,2-二氯乙烷。

因此,本工程的实施内容分两部分:

1、土壤:将原招远先进化工有限公司场地中涉及 As、Pb 污染的土壤地块进行异位修复,采用的处理工艺按施工顺序分别为:场地杂物清理、污染土壤挖运、土壤淋洗筛分、泥浆脱水、尾水处理、土壤资源化利用及污泥处置。确保修复后的场地达到修复目标。

2、地下水:将原招远先进化工有限公司场地中涉及1,2-二氯乙烷污染的地下水进行修复,通过抽出-处理技术,确保修复后的场地地下水达到修复目标。

1.4 工程规模

本工程污染土壤采用异位修复方案,原先进化工场地内需要挖运和处理的土壤工程量为 1899.4m³。

本工程抽出-处理的污染地下水量为 643.8m3。

1.5 污染因子及修复目标

根据风险评估结果,该场地地块的重点关注污染物是土壤中的 As、Pb 和地下水中的 1,2-二氯乙烷。

本工程的修复目标为修复后的场地地块土壤中 As 的浓度低于 20mg/kg、Pb 的浓度低于 400mg/kg; 地下水中 1,2-二氯乙烷浓度低于 103ug/L。

1.6 工程投资

本工程工程总投资为344.11万元。

其中:

第一部分工程费用: 107.31 万元

第二部分其它费用: 129.96 万元

基本预备费: 18.98 万元

土壤处理处置费用: 87.86 万元

1.7 编制依据

▶ 国家、地方法律、法规及标准

《中华人民共和国河道管理条例》(2011年国务院令第588号)

《中华人民共和国环境保护法》(2014年主席令第9号)

《国务院关于环境保护若干问题的决定》(1996年8月)

《中华人民共和国水污染防治法实施细则》(2002年3月国务院第284号令)

《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2015年主席令第 23号)

《中华人民共和国水污染防治法》(2008年第87号令)

《建设项目环境保护管理办法》(1986年3月国务院第253号令)

《建设项目环境保护设计规定》(1987年3月)

《山东省实施<中华人民共和国河道管理条例>办法》(1998年)

《山东省环境保护条例》(2001年)

《关于切实做好企业搬迁过程中环境污染防治工作的通知》(国发[2005]39号)

《关于土壤污染防治工作的意见》(环发[2008]48号)

《关于保障工业企业场地再开发利用环境安全的通知》(环发 [2012]140号)

《近期土壤环境保护和综合治理工作安排》(国办发[2013]7号)

《土壤污染防治行动计划》(国发[2016]31号)

《山东省土壤污染防治工作方案》(鲁政发[2016]37号)

▶ 行业标准技术规范

《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)

《农田灌溉水质标准》(GB5084-2005)

《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB18599-2001)

《生活垃圾卫生填埋防渗系统工程技术规范》(CJJ113-2007)

《工业固体废物在生活垃圾填埋场中共处置污染控制标准(推荐稿)》

《地下水环境质量标准》(GB/T14848-1993)

《山东省半岛流域水污染物综合排放标准》(DB37/676-2007)

《土壤环境质量标准》(GB15618-1995)

《地下水水质标准》(DZ/T 0290-2015)

《场地土壤环境风险评价筛选值》(DB11-811-2011)

《上海市场地土壤环境健康风险评估筛选值(试行)》(2015.10.1)

《污染场地土壤环境管理暂行办法》(试行)

荷兰地下水干预值(DIV, 2013)

美国 EPA 区域筛选值(RSLs,tapwater)

《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南(试行)》(2014)

《场地环境调查技术导则》(HJ/25.1-2014)

《污染场地土壤修复技术导则》(HJ/25.4-2014)

▶ 相关专业标准规范

《厂矿道路设计规范》(GBJ22-87)

《公路工程技术规范》(JTGB01-2003)

《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTGD40-2003)

《办公建筑设计规范》(JGJ67-2006)

《建筑设计防火规范》(GB50016-2006)

- 《建筑抗震设计规范》(GB50011-2001)(2008年版)
- 《建筑桩基技术规范》(JGJ 94-2008)
- 《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2002)
- 《工业企业内铁路、道路运输安全规程》(GB4387-2008)
- 《工业企业设计卫生标准》(GBZ1-2010)
- 《室外排水设计规范》(GB50014-2006) 2014 年版
- 《建筑给水排水设计规范》 (GB50015-2009)
- 《混凝土结构设计规范》(GB50010-2010)
- 《建筑结构荷载规范》(GB50009-2001)(2006年版)
- 《砌体结构设计规范》(GB50003-2001)
- 《20KV 及以下变电所设计规范》(GB50053-2013)
- 《低压配电装置及线路设计规范》(GB50054-2011)
- 《3~110KV 高压配电装置设计规范》(GB50060-2008)
- 《建筑照明设计规范》(GB50034-2004)
- 《民用建筑电气设计技术规范》(JGJ16-2008)
- 《工业与民用供配电系统设计规范》(GB50052-2009)

▶ 本项目场地相关资料

《原招远先进化工有限公司地块污染场地调查及风险评估报告》

第2章 场地概况

2.1 场地环境状况

2.1.1 地理位置

招远先进化工有限公司原厂址地块地处山东省招远市玲珑镇潘家集村东。

招远市地处山东半岛西北部,位于东经 120°08′~120°38′,北纬 37°05′~37°33′之间。东接栖霞市,西靠莱州市,南与莱阳、莱西两市接壤,北以龙口市为邻,西北濒临渤海,海岸线长 13.5 公里。

玲珑镇地处招远市东北部,是招远市的黄金生产重镇,总面积 73 平方公里,辖31 个行政村,33 个自然村。

2.1.2 地形地貌

招远先进化工有限公司原厂址地块位于招远市东北部的玲珑镇。 招远市地处胶东低山丘陵地带,山区、丘陵分别占总面积的 32.9%和 38.4%,山丘连绵,沟壑纵横。地势东北部、中部和西部偏高,东北部的罗山山脉高为群首,主峰海拔 759 米。周围分布有海拔 500 米以上的山头 21 个。境内河流 11 个流域 160 余条,多为源短流急的时令河,分为渤海水系和黄海水系。境内长 48 公里的大沽河为第一大河,界河流域为第一大流域。干流长度大于 5 公里的河流 51 条。海岸线略呈凹形,均为海饰作用的沙岸,平缓细腻。

玲珑镇地势东南高西北低,境内丘陵起伏,沟壑纵横。较高的山, 东北有会仙山,海拔 285 米,磨山,海拔 219.3 米;东有北风山, 海拔 215 米,南风山,海拔 219.3 米。单家河由南往北,汇集岔河, 苇都河等溪水经横掌河注入界河。

2.1.3 区域水文地质

招远市地下水按赋存条件可分为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水两大类。其中松散岩类孔隙水主要分布于界河、大沽河、诸流河河谷平原和滨海平原以及山间小型冲沟内;含水层主要为第四系松散砂砾石及粘质砂土,其中河谷平原古河道砂层富集带,为具有供水意义的地区。

界河河谷冲积层孔隙潜水,分布于界河主河谷及中村、招城、大秦家一带的河流支谷,呈东南至西北向展布。砂砾石厚约3~10米,其中夹薄层砂土为透镜体。河谷平原腹部厚度10~15米,边缘地带一般小于10米。富水性也有较大的差别,主谷流带,含水砂层发育,并受地表水的影响较大,富水性较强。边缘地带,距现代河道较远,受地表水影响,富水性递减。

大沽河河谷冲积层孔隙潜水,因汇水面积小,各支谷堆积物薄, 含水层不发育,富水性较弱。曹孟、大庄子一带水量较丰富。

诸流河河谷冲积层孔隙潜水,在丁家以南宽为 150~250 米,以 北为 250~700 米。含水层由粗砂、砾石、碎石等组成。中间局部夹 砂质粘土透镜体。冲积层厚一般 4~8 米,潜水位埋深 1~5 米。

山前冲积——冲洪积层孔隙潜水,分布于辛庄至马埠庄子一线。 冲洪积层系由诸流河、淘金河及界河的山前冲洪积物毗连而成。山前 冲洪积层狭窄,沉积厚度较小,多以混杂的相互交错叠置的粘质砂土 夹砾砂石透镜体为主,分选性差,富水性较弱。在河流出口处,山前河流冲积层水量较大。

基岩裂隙水又分为层状岩类裂隙水和块状岩类裂隙水。层状岩类裂隙水赋存于胶东群斜长角闪岩、黑云变粒岩、片岩、片麻岩等裂隙之中,多分布于低山丘陵区。裂隙水呈层状较均匀分布,有随地形而变化的连续分布的统一水面,地下水位埋深一般不大于10米。地下水常沿沟壁成细小泉出露,富水性弱,单井涌水量常小于100立方米/日,泉水天然流量多小于10立方米/日。层状岩类裂隙水水质良好,多为重碳酸氯化物钙钠型和重碳酸钙钠水,矿化度小于0.5克/升。

块状岩类裂隙水赋存于中生代黑云母花岗岩、似斑状花岗闪长岩等侵入岩体风化裂隙之中,分布于低山及丘陵区。地下水埋深随地形起伏变化,一般不超过10米,沟谷底部裂隙发育的地段,常见细小泉水溢出,泉的类型以下降泉为主,由于补给来源贫乏,富水性较弱,泉水流量一般小于10立方米/日,单井涌水量小于100立方米/日。一般为重碳酸氯化物钙钠型水,矿化度一般小于1克/升,矿泉附近大于1克/升。

全市地下水的补给主要靠大气降水。山间河谷冲积层,除接受大 气降水外,还持续不断地接收来自谷缘的基岩裂隙水的侧向补给。地 下水主要是沿着岩层的风化裂隙带运动,因地形起伏,故极易流泄。 径流方向与地面坡降近于一致,水力坡度大,径流畅通,但又因裂隙 细小,径流量甚微。在切割强烈的谷地上游,裂隙水以下降泉方式排 泄于谷地,至下游则以潜流方式排泄于谷缘坡洪积层中。由于山间河谷冲积层容纳地下水空间有限,致使补给过剩,有较大部分转为表流排泄注入海洋。

全市地下水水化学类型及化学成分具有明显的水平分带性,即由 山地向西北部沿海过渡。水化学类型依次为:重碳酸盐型、重碳酸盐 氯化物型、氯化物重碳酸盐型、氯化物型。矿化度除地热田周围及矿 区附近外,由内地向海滨逐渐增高。同时,市内地下水补给、径流、 排泄途径短,地下水交替循环迅速,加之沿海氯离子影响较强,使地 下水中硫酸根离子大幅度降低,形成不了硫酸盐型水的过渡。

2.1.4 气象气候

招远市属暖温带季风区大陆性半湿润气候,四季分明,寒暑显著 光能资源丰富,气候湿暖。

气温:年平均气温为 11.5℃,东北部、南部气温一般在 11℃左右,西北部沿海一带为 12.3℃。年平均最高气温为 17.2℃,最低气温为 6.8℃。全年最冷月出现在 1~2 月,75%以上的严寒天气均在此间。历年极端最低气温为-18.5℃,全年小于或等于-10℃的日数平均约 16天。最热月在 6 月中旬至 8 月中旬,86%的暑热天气在这段时间出现。历年极端最高气温为 39.8℃,常年大于或等于 35.0℃的高温日数为 3.2 天。玲珑镇历年极端最高气温为 36.7℃,最低气温为-12.4℃。

降水:年平均降水量为 671.1 毫米,最多年份为 1234.8 毫米,最少年份为 360.1 毫米。自东南向西北递减。蚕庄、辛庄一带最少,年平均降水量在 600 毫米以下,而且地下水位低,是易旱区。东北低山

区及毕郭、新村、东庄等乡镇较多,年平均降水量在750毫米以上。 玲珑镇年平均降水量为720毫米左右。

地温:招远市年平均地温为 14.6℃,比年平均气温高 3.1℃。历年极端最高地面温度 65.8℃,极端最低地温-24.3℃。年平均最高地温 29.8℃,最低地温 5.4℃。春、夏两季地温随深度增加而降低,秋、冬则随深度增加而增高。地温一般随深度增加而逐渐趋于稳定。

风:招远市季风气候明显,年平均大风日数为32.9 天。春季最多,平均为13.1 天,占年总大风日数的40%,多为南到西南风;冬季次之,为10.6 天,占年总大风日数的32%,多北到西北风;秋季为6.4 天,占年总大风日数的19%,以偏北风为主;夏季最少,平均只有2.8 天,仅占年总大风日数的9%,多南到东南风。全年平均风速2.5 米/秒,其中四月份最大,为3.2 米/秒;九月份最小,为1.7 米/秒。

蒸发量:常年年均蒸发量为 1691.6毫米。1958年最多,为 2139.3毫米。1985年最少,为 1400.4毫米。5 月是全年蒸发量最大月,常年平均为 261.6毫米,占年总蒸发量的 15.5%。1 月是全年蒸发量最少的月,常年平均为 39.8毫米,占年总蒸发量的 2.4%。

2.1.5 地质环境

招远全市地层除新生界第四系外,即为太古界胶东群地层。第四系主要分为冲积层、海积层、残坡积层。冲积层主要分布在界河、钟离河、诸流河流域。海积层分布在马埠庄子至辛庄以北沿海地带。残坡积层则分布在市内丘陵、低山区,由松散状的砂质粘土、亚砂土、

冲积砂、海砂等构成。太古界胶东群主要分布在市内东南部,招远至平度断裂带以东及玲珑花岗岩体内,呈包体零星分布。胶东群主要岩性为黑云变粒岩、斜长角闪岩、片麻岩、片岩等。市内出露岩层可划分为两个岩组,自下而厂为英庄夼组、齐山组。英庄夼组厚度为8509.7米,分布于新村乡、大吴家乡、毕郭镇;齐山组厚度为6270.8米,分布在齐山南北两麓。

全市主要构造体系为东西向褶皱构造和新华夏系断裂构造。东西向褶皱构造为栖霞复背斜的一部分,背斜轴从道头至毕郭通过。两翼地层走向 100°~130°左右。北翼地层倾向东北,南翼地层倾向西南,近背斜轴部倾角在 50°左右,远离背斜轴,倾角有变缓的趋势。在背斜两翼,次级小褶皱发育。新华夏系断裂构造相当发育,规模大,控制了大小金矿床的分布,是金矿床的定位条件。

玲珑镇位于华北地台鲁西断垄东北部、沂沭断裂带西部。出露地 层主要为胶东岩群。镇内花岗岩类广布,为玲珑超单元九曲单元,是 玲珑岩体的主要组成部分。

2.1.6 土壤植被

招远市属于低山丘陵区,土地瘠薄,土壤类型为棕壤土、褐土、潮土、水稻土4个土类,棕壤性土、棕壤、潮棕壤、潮土、褐土性土、褐土、淋溶褐土、水稻土8个亚类;16个土属;128个土种。其中棕壤面积最大,占88.93%;其次是潮土,占10.37%;其余是褐土和水稻土。土壤既有垂直分布,又有水平分布。其基本规律是,由山顶到洼地依次为棕壤性土、薄层棕壤、中层棕壤、厚层棕壤或潮棕壤;由

河流向山脉依次为河潮土、潮棕壤、棕壤;由西北部的渤海沿岸到南部的毕郭洼,大致为滨海潮土、潮棕壤、淋溶褐土、褐土、河潮土、棕壤、棕壤性土、棕壤、潮棕壤、水稻土、河潮土、潮棕壤、棕壤。

棕壤土类为市内面积最大的土壤,属地带性土壤,遍及全市各地,可利用面积 146.27 万亩,占全市可利用面积的 88.93%。其成土过程的特点,首先是淋溶作用强,土壤中的易溶性盐类和碳酸盐均被淋失,土壤无碳酸盐反应;其次是土壤呈微酸性至中性反应,pH 值多在5.5~7.0 之间;第三是土壤的淋溶淀积作用明显,淀积层中次生粘土矿物多,粘粒含量高,质地比较粘重。棕壤土类,通体以棕色至褐色为主,有明显的淋溶层和淀积层,淀积层质地粘重,通透性差,表层腐殖质含量较高;土壤呈中性至微酸性反应;全剖面无碳酸盐反应;土壤代换量较高,代换性盐基中以 Ca、Mg 为主,盐基不饱和;整个土体有机质含量低。根据成土时的地理位置、气候条件、成土母质等差异,分为3个亚类:

棕壤性土亚类,是棕壤土类中的一种粗骨性土壤,俗称石碴土或粗砂土。它的特点是成土时间短,所处的地理位置高,土体发育不完全,无心土层,质地粗,砾石含量高,孔隙大,保蓄性能差。水土流失严重,土壤侵蚀重。

棕壤亚类,是棕壤土类的典型,俗称黄堰土或黄泥头。土体深厚, 其理化性状由于受成土过程中淋溶淀积和人为活动两方面的作用,剖 面发育由上至下,由耕层至母质,各层段的变化较为明显。质地由轻 到重,颜色由浅到深,结构由屑粒到块状,容重由低到高,孔隙由多 到少。土壤养分除速效钾因受母质影响较大,变化不明显,代换量由低到高外,其他的均由高到低。土体厚度一般在1米左右,是用于发展农业生产的主要土壤。

潮棕壤亚类,俗称黑油土,是棕壤亚类长期受地下水的影响而发育起来的一种新类型。剖面除具有棕壤特征外,在成土过程中由于长期受地下水的影响,上部颜色较暗,下部出现铁锈斑纹。土体深厚,土壤水分状况良好,生产性能好,适种性广,是招远市粮食作物高产土壤。主要分布在棕壤与河潮土交界的过渡地带。

褐土类主要分布在界河、灵山与莱州交界处及南部芝山一带,是 褐土至棕壤的过渡类型,可利用面积 11348 亩,占总可利用面积的 0.69%。淋溶强度低于棕壤,高于典型性强的褐土。剖面中具有明显 的粘化层,在剖面的一定深度有碳酸盐淀积层,常呈假菌丝状,有较 强的石灰反应。褐土类通体以褐色为主,依据不同母质、成土时间及 淋溶程度,可分为 3 个亚类:

褐土性土亚类,是褐土中的粗骨土,只有钙质母岩一个土属,下 分3个土种,发育在钙质岩上。

淋溶褐土亚类,主要分布在褐土亚类的边缘地带,与褐土亚类的 区别是在1米土体内没有钙积层,没有石灰反应和假菌丝,剖面在1 米土体内与棕壤相似,但在1米以下有石灰反应,有碳酸盐聚积层。

褐土亚类,其形态特征如土类所述。根据成土母质和构型不同, 分为坡积洪积物和冲积物两个土属。

潮土类是市内另一个较大的土类,俗称河淤土,主要分布在沿河

滩地及滨海滩地,直接发育在河流沉积物及海相沉积物上,是长期受潜水作用影响发育起来的一类土壤。可利用面积 17.06 万亩,占可利用面积的 10.37%,其土体母质分选性好,剖面质地层次分明,同一层次的质地和色泽均匀,土体中下部有明显的铁锈斑纹,呈微酸至微碱性反应,pH 值为 5.5~8.0。该土类在境内只有潮土一个亚类,其特征特性如土类所述,续分为河潮土、滨海潮土两个土属,40 个土种。

水稻土是市内最少的一种土类。该土类具有耕作层、犁底层、淀积层和潜育层。耕作层:水稻的根系绝大部分集中在该层,物质和能量交换频繁,有机质也多集中在该层,颜色发灰;犁底层:紧接耕作层以下,由于受农具镇压、人畜践踏和静水压力等作用而成,厚度10~15厘米,土层紧实致密保水保肥;淀积层:在犁底层以下,因灌溉水下渗或地下水升降引起物质淋溶淀积而成,土体内密布锈斑锈纹,也称"斑纹层";潜育层:在潜水位之下,终年积水,土壤处于还原状态,土色呈蓝灰或绿灰色,土粒分散,无结构而粘韧。

全市植被分布受地形、气候和土壤等因素影响,有明显的规律性。 低山丘陵的上部主要有赤松、羊胡草,中部主要有赤松、刺槐、荆条、 酸枣树、葛藤、山葡萄、野菊,下部主要有杨树、刺槐、楸树、臭椿、 梧桐、绵槐、艾、马鞭草、狗尾草、白茅。泊地与河流两岸,主要有 杨树、柳树、槐树、榆树、绵槐、腊条、芦苇、节节草、马齿苋。海 滨滩地主要有黑松、芦苇。各种水果、干果主要分布在旱薄地内。

2.1.7 水文水系

市内地表水主要是河流,共有 160 余条,11 个流域。东北部的罗山山脉,中部的丘陵和北、南部的低山,构成一个反"S"型分水岭。西北一侧为渤海水系,10 个流域,直接入渤海的有界河、诸流河、淘金河、曲马河;东南一侧为黄海水系,1 个流域,即胶东半岛最大河流大沽河。全市干流长度大于 5 公里的河流 51 条,总长 548.8 公里,平均河网密度达 0.38 平方公里。绝大部分河流为源短流急的时令河。

大沽河发源于阜山西麓,在招远境内长 48 公里,为市内第一大河。主要支流有李格庄河、万家河、下林庄河、薄家河、夏甸河、留仙庄河等。经栾家河、南院、毕郭、新村 4 乡镇流入莱西市境。河床宽 90 米,流域面积为 487.1 平方公里,占全市总流域面积的 35.3%。

界河发源于招远市城西南 11.5 公里铁夼村西的尖尖山南麓,流经道头、招城、张星、辛庄 4 乡镇,注入渤海。主流全长 45 公里,为市内第二大河。主要支流有钟离河、罗山河、单家河等。河床宽 100 米,流域面积 589.8 平方公里,占全市总流域面积的 42.7%。

淘金河发源于魏家沟村南山峦中,全长 14 公里,流域面积 36.3 平方公里。自南向北流经蚕庄、辛庄两镇,注入渤海。

万深河发源于望儿山的北麓,境内长 4.5 公里,流域面积 21.9 平 方公里,向北入莱州市流入渤海。

诸流河发源于路格庄以南的群山北麓,汇集牟家东西山涧之水, 向北流经蚕庄、辛庄 2 镇注入渤海。河床平均宽度为 40 米,主流全 长 22 公里,流域面积 91.4 平方公里。共有 20 多条小河汇入此河。

钟离河发源于塔山东麓。汇集华山西涧、老鼠尾、石脚山诸山之水,向北流经大户、金岭、辛庄 3 乡镇并入界河注入渤海。主流全长19.5 公里。

大沿河发源于石脚山北麓,流经大户陈家乡约7公里,向南流入 莱州市境内的王河,河床宽15米。

万岁河发源于塔山南麓,经贾家沟折流向西入莱州境内的卫河,河床宽 10 米。

2.1.8 自然资源

土地总面积为 207 万亩,其中山区为 68.1 万亩,占土地总面积的 32.9%; 丘陵区 79.5 万亩,占 38.4%; 平原区 47.4 万亩,占 22.9%; 洼地 12 万亩,占 5.8%。市内矿藏资源丰富,以金矿和银矿为主,石 英石、氟石、萤石、建筑石料等,也有相当藏量。

由于受天然地形条件决定,全市水资源除少量过境径流外,全部依赖降雨补给。多年平均水资源总量(除去潜水蒸发量)为35471万立方米;年径流深为217.7毫米;年河川径流量为31133万立方米;平均产水模数为24.8万立方米/平方公里。平均每亩耕地占有411立方米,为全国平均每亩占有水量1760立方米的23%,但高于全省的每亩平均占有350立方米的水平。降水是地表水的唯一来源。年平均降雨量为671.1毫米,据1956~1981年26年统计,丰水年为819.4毫米,平水年为664.5毫米,枯水年为534.3毫米,特枯水年为383.6毫米。平均年产水总量为9.7962亿立方米,耕地亩均占有1135立方

米。地下水资源量为 13129 万立方米,年河川基流量为 8791 万立方米,年地下水潜流量为 4338 万立方米,地下水产水模数为 9.2 万立方米/平方公里。

地下水灌溉回归补给量为 5256 万立方米。开采利用系数为 0.9 万立方米,地下水资源可利用量为 16545 万立方米,地下水资源可利用模数 11.6 万立方米/平方公里。

全市林木资源较丰富,仅罗山就有 46 科,84 属,158 种。以蔷薇科最多,共8属 21 种。其次,蝶形花科7属 17 种,松科3属 10种,杨柳科2属9种。主要树种有:赤松、黑松、刺槐、毛白杨、小叶杨、加拿大杨、杂交杨、旱柳、垂柳、梧桐柳、白榆、白花楸、臭椿、泡桐、楸叶桐、法桐、水杉、国槐、香椿、苦楝、桑树、枫杨、落叶松、绵槐、腊条、胡枝子、卫茅、酸枣、野蔷薇、白檀、扁担杆子、秀线菊、杜鹃、雪柳。主要干果树种有:板栗、山楂、柿子、核桃、软枣、大枣、花椒。此外,野生药材资源品种多、分布广,以罗山、纪山一带为主。主要品种有桔梗、轮叶沙参、苍耳、茵陈、蒲公英、艾叶、旋复花、青蒿、白茅、半夏、韭白、白头翁、丹参、黄芩、益母草、薄荷、瞿麦、翻白草、苦参、米口袋、远志、柴胡、防风、蛇床、茜草、篇蓄、蒺藜、葶苈、酸枣、车前、马齿苋、徐长卿等数百种。

2.1.9 区域经济社会状况概括

据《2015年招远市国民经济和社会发展统计公报》,全市实现 地区生产总值(GDP)639.84亿元,按可比价格计算,增长8.5%(比 上年,下同)。人均 GDP 达到 112787 元(按现价汇率折算为 17369 美元),增长 8.5%。

产业结构调整力度加大。全市第一产业实现增加值 40.01 亿元,增长 6.6%;第二产业实现增加值 338.35 亿元,增长 7.5%;第三产业实现增加值 261.48 亿元,增长 10.5%。三次产业结构为 6.3:52.8:40.9。全市税收收入占 GDP 比重达 8.27%,地方财政收入占 GDP 比重达 7.85%。

物价水平涨幅较低。全年居民消费价格上涨 1.3%。其中,服务项目价格上涨 3.2%,消费品价格上涨 0.6%。在居民消费价格的八大类别中,五升三降:即烟酒类上涨 0.3%,衣着类上涨 5.5%,家庭设备用品及维修服务类上涨 0.6%,医疗保健和个人用品上涨 7.6%,娱乐教育文化用品及服务上涨 4.2%,;食品类下降 0.5%,交通和通讯类下降 1.6%,居住类下降 0.7%。

农林牧渔业稳步发展。全年完成农林牧渔业总产值 72.29 亿元,增长(可比价,下同)6.5%。农业内部各行业协调发展,种植业产值48.45 亿元,增长 7.8%;林业产值 2.14 亿元,增长 11.9%;牧业产值13.98 亿元,增长 1.5%;渔业产值 4.78 亿元,增长 4.6%;农林牧渔服务业产值 2.94 亿元,增长 9.1%。

主要农产品产量有增有减。全年粮食产量 31.98 万吨,下降 2.7%;粮食单产 430.2 公斤/亩,下降 3.4%;油料产量 6.10 万吨,下降 4.5%;蔬菜、瓜果产量 11.28 万吨,下降 0.7%;果品产量 58.76 万吨,增长 0.6%,其中苹果 57.11 万吨,增长 0.6%。

林业生产发展稳定。全年人工造林面积 1500 公顷,当年增加林业用地面积 908 公顷,当年新增育苗面积 2825 公顷,年末林业用地面积达到 5.50 万公顷,全市森林覆盖率达到 38.6%。

牧业生产平稳发展。年末生猪存栏 24.84 万头,下降 5.1%;牛存栏 1.48 万头,下降 24.1%;羊存栏 4.06 万只,增长 2.8%;家禽存栏 394.04 万只,增长 6.3%。全年生猪出栏 43.15 万头,下降 4.3%;牛出栏 1.18 万头,下降 33.3%;羊出栏 4.48 万只,增长 3.7%;家禽出栏 752.43 万只,增长 11.0%。肉类总产量达到 4.88 万吨,增长 0.9%; 禽蛋产量 3.17 万吨,增长 0.6%;奶类产量 10598 吨,增长 3.5%。

渔业产量小幅增长。名优新品种养殖不断扩大,全市水产品养殖面积 5922 公顷,增长 5.5%,水产品总产量 5.90 万吨,增长 6.7%,其中海水产品 5.46 万吨,增长 7.3%,淡水产品 4470 吨。在海水产品中,海洋捕捞 3955 吨,海水养殖 5.06 万吨。

农业生产条件和农村基础设施进一步改善。全市农业机械总动力97.40万千瓦,增长5.6%;农村用电量4.97亿千瓦小时,下降5.9%;全年化肥施用量(实物量)14.54万吨,下降0.1%;有效灌溉面积3.06万公顷,占耕地面积的67.9%。年末,全市724个行政村全部通电、通有线电视。

工业生产稳定发展。全市规模以上工业企业(即年主营业务收入 2000 万元以上工业企业) 达 309 户,实现工业增加值 368.58 亿元,增长 7.4%,其中国有工业增加值 5.18 亿元,下降 0.6%;集体工业增加值 61.66 亿元,增长 15.2%;股份制工业增加值 208.99 亿元,增长

3.9%;外商及港澳台商投资企业增加值 75.13 亿元,增长 16.7%。国有控股工业增加值 12.94 亿元,增长 13.6%。轻工业实现工业增加值 70.1 亿元,增长 6.7%;重工业实现增加值 298.45 亿元,增长 7.6%。大中型工业企业实现工业增加值 144.25 亿元,增长 10.5%。

产销衔接较好,经济效益小幅回升。全年规模以上工业产品销售率达 98.23%,实现主营业务收入 1705.88 亿元,增长 3.6%;实现利润 116.05 亿元,增长 2.0%;实现利税 151.21 亿元,增长 4.4%。

五大支柱产业强力支撑。全市规模以上工业中,黄金、食品、橡胶、机械、电子五大支柱产业实现主营业务收入、利税和利润为1504.20亿元、123.18亿元、94.50亿元,分别增长3.7%、2.5%、0.2%,占规模以上工业的比重达到88.2%、81.5%、81.4%。

建筑业生产发展稳定。年末三级及以上资质建筑企业 49 家,全年完成建筑业总产值 35.39 亿元,增长 4.5%。房屋建筑施工面积 176.3万平方米,下降 9.8%;房屋建筑竣工面积 100 万平方米,下降 6.7%。

人口小幅下降。年末公安部门统计的户籍户数为 203460 户,人口为 566518 人,人口比上年下降 0.3%,其中城镇人口 247430 人。在全部人口中,男性为 281115 人,女性为 285403 人,市区人口达到 20.21 万人。全年出生人口 4267 人,人口出生率为 7.52‰,死亡人口 5295 人,人口死亡率为 9.33‰,人口自然增长率为-1.81‰。

就业总量继续扩大,就业局势保持稳定。全年新增城镇就业再就业 9320人,新增农村劳动力转移就业 5147人,失业职工实现再就业 1559人。大力开展以城镇"零就业家庭"和农村"零转移就业贫困家

庭"为重点的就业援助工作,帮扶"4050"等就业困难群体再就业 227。 城镇登记失业率 1.22%。年末城镇非私营单位在岗职工平均工资 53602 元。

城市管理全面推进,环境质量得到改善。全年共清运、处置生活垃圾 6.86 万吨, 无害化处理垃圾 6.86 万吨, 生活垃圾和粪便无害化处理率达到了 100%,城市污水集中处理率达到 100%。环境监察执法力度加大,工业废水排放达标率达到 100%。市区环境空气质量四项主要污染物与 2014 年相比,均出现改善,其中可吸入颗粒物 (PM10)平均浓度为 88 微克/立方米,同比改善 11.1%;细颗粒物 (PM2.5)平均浓度为 53 微克/立方米,同比改善 14.5%;二氧化硫 (SO2)平均浓度为 31 微克/立方米,同比改善 13.9%;二氧化氮 (NO2)平均浓度为 27 微克/立方米,同比改善 15.6%。水环境功能区达标率 100%。生态市建设扎实推进,创建国家级生态镇 1 个,省级生态镇 7 个、省级生态村 3 个,烟台市级生态文明村 156 个。

科学规划,精心打造靓丽城市。围绕市委、市政府提出的"一年有变化、两年大变样"总体要求,以群众满意为标准,以提升城市功能和品位为重点,坚持中心城区建设与小城镇建设并进,新区开发与旧城改造并举,规划建设官业官居官游的"美丽金都"。

精心统筹城市整体布局,全面推进城市规划体系建设。以"东西两翼拓展,北部一带隆起"为思路,引导城市合理布局,完成了招远市总体规划实施评估、招远市城区控规调整、"两区一带"基础设施规划:滨海科技产业园总体规划调整。编制完成了开发区电子产业聚集

区规划、黄金创意产业园规划、开发区创新创业中心等规划;精心做好民生类项目规划,统筹城乡发展。编制了《招远市城镇体系规划》,提出了城镇化发展的思路战略与目标,确定了城镇体系结构和布局,完善了产业规划、市域综合交通体系规划、社会服务设施规划和市政基础设施规划;扎实开展旧城更新规划,推动旧城旧村改造,相继完成了10个旧城旧村改造规划和建筑设计方案。精细做好景观规划,以打造"环境靓丽、道路畅通、宜居宜业"的城市特色景观街区为目标,按照"有主到次、分批推进"的原则,开展了城区主干道的综合整治规划。

市政基础设施进一步完善。抓好城市配套建设,全面提升城市形象。全年城市维护建设资金支出达 3.69 亿元,城区公路里程达到 288.96 公里,新增 2 公里,城市道路面积 454.83 万平方米,新增 1.82 万平方米。桥梁 56 座,路灯 9986 盏,安装路灯的道路长 198 公里。全年完成园林绿化投资 1140 万元,绿化覆盖面积达到 1384 公顷,其中建成区绿化覆盖面积达到 1354.4 公顷,建成区绿化覆盖率达 42.3%。建成区面积达到 32 平方公里。

城市公用事业快速发展。加强供水、供热、供气保障建设,自来水日供水能力达 6.0 万立方米,供水总量 2127.5 万立方米,城市供水人口达到 20.21 万人。天然气供气管道长度 363.5 公里,新增 60.57 公里,供气总量达到 1813 万立方米,用气人口达到 15.49 万人。供热管道新增 2 公里,集中供热面积达到 540.5 万平方米。

2.2 周边敏感目标

根据《场地环境调查技术导则》(HJ 25.2-2014)要求,经现场实地踏勘,招远先进化工公司原厂址地块及其周围区域无湿地、学校、医院、饮用水源地保护区、历史遗迹等敏感区域。距离招远先进化工公司原厂址地块最近的居民区为 1500 米之外的潘家集村,该村位于招远先进化工公司原厂址地块西南,目前户籍人口约有 1000 人。

2.3 招远先进化工有限公司概况

招远先进化工有限公司位于招远市玲珑镇潘家集东,北侧为吕格庄村选矿厂及尾矿储存区,南侧为赵金贵和股份有限公司,东侧原为一水塘,目前已被矿渣和废石等填平并封场,西面为农田。

招远先进化工有限公司原厂址地块所在地原为农村,企业和村庄混杂。场地在成立先进化工有限公司之前为坡地,先进化工有限公司成立后采用混凝土对地块大部分地区进行了固化,在此基础上建设了厂房。

招远先进化工有限公司原厂区总平面布置具体见图 2-1。

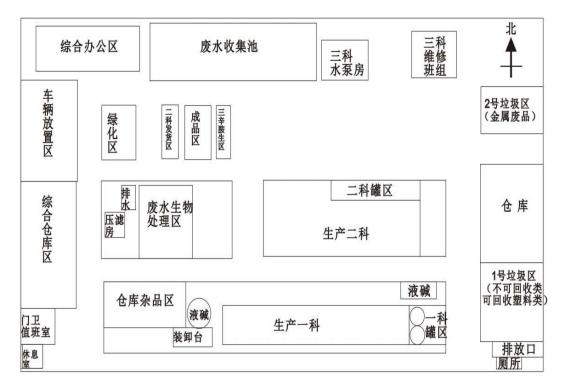


图 2-1 场地原有工程平面布置图

2.3.1 场地发展历程

招远先进化工有限公司设立于 1995 年 12 月,是日本化药株式会社及丰田通商株式会社合资成立的外资企业,注册资本 600 万美元。公司主要生产硝基甲苯邻磺酸(PNT-S(C₇H₇NSO₅))、NK-1 荧光增白剂产品(C₄₀H₄₂O₁₆N₆S₄Na₂),年生产能力达 10000 吨。2015 年 7 月先进化工主要生产线停产。目前场地内构筑物已基本完成退役拆迁,厂房及生产设施大部分已经拆除,存留部分办公楼、车间及仓库,场地内大部分区域均被水泥层覆盖,场地未平整,建筑垃圾较多,因位于山体坡地,有约 5m 高程差。

2015年7月先进化工主要生产线停产,目前场地内多为回填碎石,场地四周均有围墙,场地内北部堆存大量选矿尾渣。目前场地内厂房及生产设施大部分已经拆除,存留部分办公楼、车间及仓库,场

地未平整,建筑垃圾较多,扬尘较大。场地位于山体坡地,东北高西南低,中南部有一洼地,积水较多,呈红褐色,场地内压滤房内有大量积水。

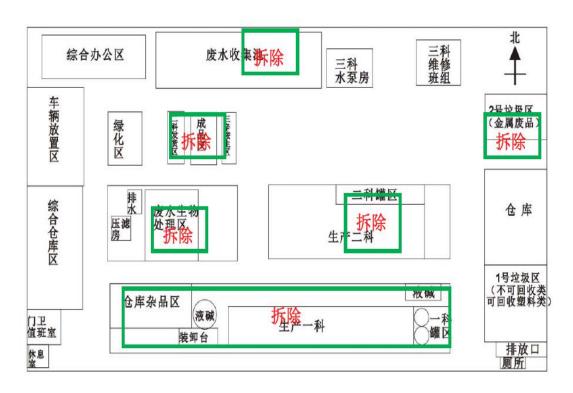


图 2-2 相比原厂区的情况对比图

为确保招远先进化工有限公司原厂址地块安全再开发,避免无拆迁带来的二次污染,由山东省环境保护科学研究设计院对该场地土壤和地下水开展了场地调查和风险评估工作。本报告根据其编制的《原招远先进化工有限公司地块污染场地调查及风险评估报告》的结论开展修复实施方案的编制工作。

2.3.2 公司环保工程及三废排放情况

为了有效处理生产过程中产生的废水,公司先后投资近 3000 多 万元建设废水处理系统,为了解决荧光染料系列废水量的增多,公司 又投资 1000 多万元建设了生物废水处理车间,对生产、生活废水进 行了集中处理。

公司工业废水执行《山东省半岛流域水污染物综合排放标准》 (DB37/676-2007)中的二级标准,经公司的污水处理系统处理后, 排入招远市罗山河,再汇入招远市界河,最终排放渤海混合海域。污 水处理系统污泥全部委外处置。

废气:公司的废气主要是生产一科、二科生产过程中产生的含硫酸雾、氯化氢的废气。工业废气排放执行《大气染物综合排放标准》(GB12679-1996)表 2 中二级标准。硫酸雾最高排放浓度≤45mg/m³。 氯化氢最高排放浓度≤100mg/m³。

厂界噪声排放执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》 (GB12348-2008)中工业企业厂界环境噪声排放限值中2类标准, 昼间60dB(A),夜间50dB(A)。

固废:工业固体废物执行《一般工业固废贮存、处置场污染物控制标准》(GB18599-2001)中的相关规定,生活垃圾等固废执行《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2004年)中相关规定。

2.3.3 原有生产项目

招远先进化工有限公司的生产系统由生产一科、生产二科、生产三科组成,三个生产科均由生产部统一管理,生产三科主要为生产一科、生产二科提供维修、供水、废水处理、供能等服务,同时负责全公司的设备管理工作。

2.3.4 原有生产项目主要化学品消耗情况及理化性质分析

公司原有生产项目主要从事荧光增白剂系列染料及 PNT 酸的生

产,涉及的主要原材料有对硝基甲苯、三聚氯氰、对氨基苯磺酸、 DSD 酸、二乙醇胺、尿素、三辛胺等;主要的辅料有硫酸、盐酸、 氢氧化钠、分散剂、消泡剂等。公司原有生产项目涉及的主要化学品 理化性质汇总表见表 2-1。

2-1 主要化学品理化性质一览表

名称	类别	含量	理化性质简述	
对硝基甲苯	肖基甲苯 原料 999	99%	化学分子式 C7H7NO2, 淡黄色结晶, 熔点	
刈明莖甲本	床 件	9970	51.9℃,沸点 238.3℃,不溶于水。	
			化学分子式 C3N3Cl3,酸性腐蚀品,白色结	
三聚氯氰	原料	99%	晶状粉末,沸点 196℃,熔点 145.7℃,比重	
			1.92, 可溶于水。	
对氨基苯磺	 原料	原料	98%	化学分子式 C6H7NO3S,白色结晶,250℃分
酸	/28/1-1	7070	解,比重 0.75 呈酸性。	
			化学分子式 C4H11NO2, 无色粘性液体或结	
二乙醇胺	原料	98%	晶, 熔点 28℃, 沸点 269℃, 比重 1.09, 闪点	
			137,碱性。	
DSD 酸	原料	45%	化学分子式 C14H14N2O6S2, 黄色膏状物,	
	,,,,,,	TJ/U	溶于氢氧化钠,酸性。	
AS 酸单钠盐	原料	95%	化学分子式 C6H6O6NS2Na,白色结晶粉末,	
	120 HX 1 111 111 1111		为染料中间体。	
4 人们 7 元 亚台	F를 하다	1050/	化学分子式 H2SO4·SO3,腐蚀品,纯品为无	
发烟硫酸	原料	105%	色透明状液体,熔点 10.5℃,密度 1.83,沸点	
			330℃。	
日妻	臣利	000/	化学分子式 CH4N2O, 白色颗粒物,熔点 131-135℃,沸点 196.6℃,密度 1.335,溶于	
尿素	原料	99%		
			水、甲醇、乙醇,微溶于乙醚、氯仿、苯。 化学分子式 NaOH, 白色粉末, 碱性, 熔	
氢氧化钠	原料	99%	花字分	
			化学分子式 C6H15N,碱性腐蚀品、白色结晶	
二异丙醇胺 原料	百紀	99%	固体,有氨气味,熔点 42°、沸点 249°、密	
	<i>JJ</i> / 0	度 0.99。		
分散剂 原料		ł 48%	分散剂是一种在分子内同时具有亲油性和亲	
			水性两种相反性质的界面活性剂。可均一分散	
	च्या कर्		那些难于溶解于液体的无机,有机颜料的固体	
	原料		颗粒,同时也能防止固体颗粒的沉降和凝聚,	
			形成安定悬浮液所需的药剂。分散剂-45 和分	
			散剂 TD-90。	
消泡剂 原料	四州	原料 40%	又称为抗泡剂,在工业生产的过程中会产生许	
			多有害泡沫,需要添加消泡剂。广泛应用于清	

			除胶乳、纺织上浆、食品发酵、生物医药、涂料、石油化工、造纸、工业清洗等行业生产过程中产生的有害泡沫。活性成分代表物:硅油、聚醚类、高级醇、矿物油、植物油等。
氢氧化锂	原料	55%	化学分子式 LiOH, 白色粉末,碱性腐蚀品, 熔点 471.2℃,沸点 1626℃,密度 2.54,溶于 水。

2.3.5 原有生产项目主要生产工艺流程分析

(1) 硝基甲苯邻磺酸 (PNT 酸)

PNT 酸由生产一科生产,主要设备有发烟酸储罐 1 个,磺化锅 2 个,稀释锅 2 个、抽滤槽 2 个,废酸储槽 2 个以及附属设备。主要原辅料:硫酸(H₂SO₄)、对硝基甲苯。主要产品 PNT 酸,年产量 386吨。PNT 酸生产工艺流程见图 2-3。

PNT 酸是生产黄色染料主要中间体产品,PNT 酸是以PNT 为原料与发烟硫酸在反应釜中通过磺化反应生成。PNT 酸工艺反应方程式:

$C_7H_7NO_2+H_2SO_4 \longrightarrow C_7H_7NSO_5+H_2O_7$

式中 C7H7NO2—对硝基甲苯, H2SO4—浓硫酸, C7H7NSO5—硝基甲苯邻磺酸(即 PNT 酸)。

- 1、首先在备料区按生产需求量将固体对硝基甲苯进行备料,备 好后的对硝基甲苯料送入烘化房内。在换热器内通入蒸汽,利用 120℃ 高温,将对硝基甲苯固体料在烘化房内化成液体料。
- 2、先用真空泵将对硝基甲苯液体料吸入磺化反应釜内,然后将 高位槽罐内发烟硫酸加入磺化反应釜内,边加料边搅拌,反应产生的 热量用冷却水降温。

- 3、在磺化稀释锅内加入 20%稀酸,再将磺化反应釜内放入 PNT 酸液进行搅拌稀释,用冷却水对磺化稀释锅降温,加快 PNT 酸的结晶。
- 4、将磺化稀释锅内结晶 PNT 酸放入抽滤槽,用真空泵抽滤,脱除稀酸溶液(50%硫酸),最后得到合格的 PNT 酸晶体。

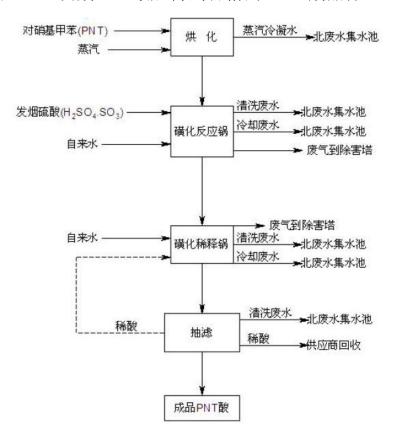


图 2-3 PNT 酸生产工艺流程图

(2) NK-1 荧光增白剂

NK-1 荧光增白剂由生产二科生产,主要生产设备有制冰机 4 台、反应釜 2 台、成品锅 4 台、成品储槽 5 台、膜处理设备 2 套、压滤机 2 台。NK-1 荧光增白剂产品包括 FSTCL、FBHL(T)、FHBCL、FVFL 等型号,各型号产品生产工艺流程见图 2-4~图 2-7。

FSTCL 荧光增白剂产品主要生产工艺是在同一个反应釜内进行

- 三次缩合常压反应、再进行膜处理过程。FSTCL产品生产工艺流程图见 2-2。
- 1、首先在缩合反应釜内, 先加入自来水和板冰, 再投入三聚氯 氰进行搅拌分散, 分散好后加入对氨基苯磺酸, 进行第一次缩合反应; 反应中加入液碱和冰, 调控 pH 值和温度。第一次缩合反应的化学反应方程式:

$C_6H_7O_3NS+C_3N_3Cl_3 \xrightarrow{NaOH} C_9H_6O_3NSCl_2+NaCl$

式中 C₆H₇O₃NS—对氨基苯磺酸、C₃N₃Cl₃—三聚氯氰、C₉H₆O₃NSCl₂—荧光增白剂 FSTCL 的一次缩合产物。

2、在第一次缩合反应结束后,再滴加 DSD 酸溶液到缩合反应 釜内,同时加入液碱调控 pH 值,利用蒸汽加热提高反应速率,得到 二次缩合物溶液;

第二次缩合反应的化学反应方程式:

$2C_9H_6O_3NSCl_2+C_{14}H_{12}O_6N_2S_2Na_2 \xrightarrow{NaOH} C_{32}H_{22}O_{12}N_4S_4Cl_2Na_2+Na$

式中 C₉H₆O₃NSCl₂—荧光增白剂 FSTCL 的一次缩合产物,

C₁₄H₁₂O₆N₂S₂Na₂—DSD 酸调浆液, C₃₂H₂₂O₁₂N₄S₄Cl₂Na₂—荧光 增白剂 FSTCL 的二次缩合产物。

3、在第二次缩合反应产物的基础上,再加入二乙醇胺,同时加入液碱调控 pH 值,利用蒸汽加热提高反应速率,进行三次缩合反应,得到的最终缩合物。第三次缩合反应的化学反应方程式:

C32H22O12N4S4Cl2Na2+2C4H11O2N NaOH C40H42O16N6S4Na2+ NaCl

式中 C32H22O12N4S4Cl2Na2—荧光增白剂 FSTCL 的二次缩合产

物,

C4H₁₁O₂N—二乙醇胺, C₄₀H₄₂O₁₆N₆S₄Na₂—荧光增白剂 FSTCL 的 三次缩合产物(即 FSTCL 产品)。

- 4、三次缩合反应缩合物进入膜处理设备,加入自来水进行膜处理,通过膜处理进行浓缩脱盐。
- 5、再进入成品制作槽内,将膜处理后的缩合物加自来水调节成品的浓度,制成成品。

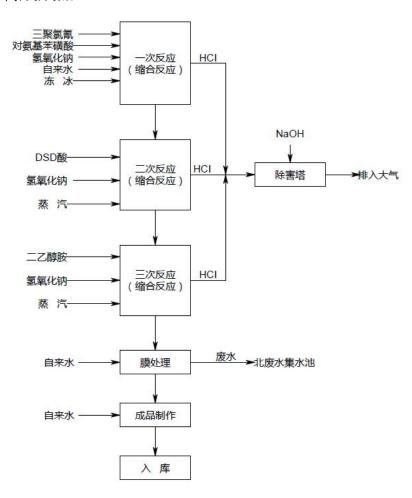


图 2-4 FSTCL 产品生产工艺流程图

FBHL(T) 荧光增白剂产品主要生产工艺是在同一个反应釜内进行三次缩合常压反应、再进行酸析处理的过程。FBHL(T)产品

生产工艺流程见图 2-5。

1、首先在缩合反应釜内, 先加入自来水和板冰, 再投入三聚氯 氰进行搅拌分散, 分散好后加入对氨基苯磺酸, 进行第一次缩合反应; 反应中加入液碱和冰, 调控 PH 值和温度。第一次缩合反应的化学反应方程式:

C6H7O3NS+C3N3Cl3 NaOH C9H6O3NSCl2+NaCl

式中 C₆H₇O₃NS—对氨基苯磺酸, C₃N₃Cl₃—三聚氯氰, C₉H₆O₃NSCl₂—荧光增白剂 FBHL(T)的一次缩合产物。

2、在第一次缩合反应结束后,再滴加 DSD 酸溶液到缩合反应 釜内,同时加入液碱调控 PH 值,利用蒸汽加热提高反应速率,得到 二次缩合物溶液;

第二次缩合反应的化学反应方程式:

2C9H6O3NSCl2+C14H12O6N2S2Na2 NaOH C32H22O12N4S4Cl2Na2+ NaCl

式中 C₉H₆ O₃NSCl₂— 荧光增白剂 FSTCL 的一次缩合产物、 C₁₄H₁₂

O₆N₂S₂Na₂—DSD 酸调浆液、C₃₂H₂₂O₁₂N₄S₄Cl₂Na₂—荧光增白剂 FSTCL 的二次缩合产物

3、在第二次缩合反应产物的基础上,再加入二乙醇胺,同时加入液碱调控 PH 值,利用蒸汽加热提高反应速率,进行三次缩合反应,得到的最终缩合物。第三次缩合反应的化学反应方程式:

C32H22O12N4S4Cl2Na2+2C4H11O2N NaOH C40H42O16N6S4Na2+ NaCl

式中 C32H22 O12N4S4Cl2Na2—荧光增白剂 FSTCL 的二次缩合产

物、C4H₁₁O₂N—二乙醇胺、C4₀H₄₂O₁₆N₆S₄Na₂—荧光增白剂 FSTCL 的 三次缩合产物(即 FSTCL 和 FBHL(T)产品)

4、三次缩合反应缩合物根据客户的需要,在酸析槽内加入三次缩合物,搅拌过程中滴加硫酸,得到产品的 FBHL(T)结晶物,打入压滤机进行压滤处理,压滤出废水进入废水处理系统处理。压滤饼再投入溶解槽内,加入三乙醇胺和氢氧化锂进行溶解,转入成品槽内,再加入尿素和自来水调节 FBHL(T)成品。

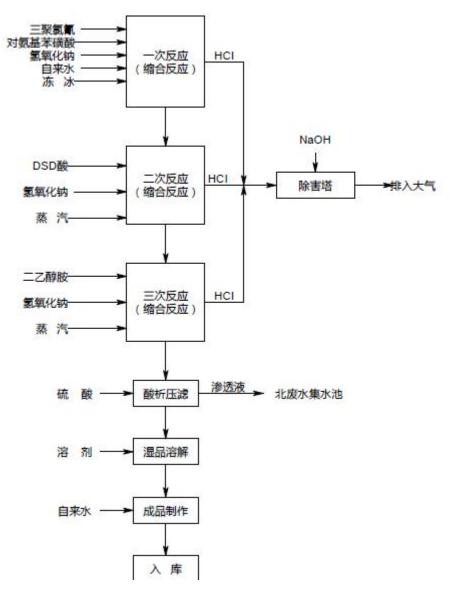


图 2-5 FBHL(T)产品生产工艺流程图

荧光增白剂 FVFL 产品主要生产工艺是在同一个反应釜内进行 三次缩合常压反应、再进行成品制作过程。FVFL 产品生产工艺流程 见图 2-6。

1、首先在缩合反应釜内, 先加入自来水和板冰, 再投入三聚氯 氰进行搅拌分散, 分散好后加入 AS 酸, 进行第一次缩合反应; 反应中加入液碱和冰, 调控 PH 值和温度。第一次缩合反应的化学反应方程式:

C6H6O6NS2Na +C3N3Cl3 NaOH C9H6O6N4S2Cl2+NaCl

式中 C₆H₆O₆NS₂Na—胺-2,5-二磺酸单钠盐(AS 酸单钠盐), C₃N₃Cl₃—三聚氯氰, C₉H₆O₆N₄S₂Cl₂—荧光增白剂 FVFL 的一次缩合产物, NaCl—氯化钠。

2、在第一次缩合反应结束后,再滴加 DSD 酸溶液到缩合反应 釜内,同时加入液碱调控 PH 值,利用蒸汽加热提高反应速率,得到 二次缩合物溶液;第二次缩合反应的化学反应方程式:

2C₉H₆O₆N₄S₂Cl₂+C₁₄H₁₂O₆N₂S₂Na₂ NaOH C₃₂H₂₂O₁₈N₁₀S₆Cl₂Na₂+2HCl

式中 C₉H₆ O₃NSCl₂—荧光增白剂 FVFL 的一次缩合产物, C₁₄H₁₂ O₆N₂S₂Na₂—DSD 酸调浆液, C₃₂H₂₂ O₁₈N₁₀S₆Cl₂Na₂—荧光增白 剂 FVFL 的二次缩合产物, HCl—盐酸。

3、在第二次缩合反应产物的基础上,再加入二乙醇胺,同时加入液碱调控 PH 值,利用蒸汽加热提高反应速率,进行三次缩合反应,得到的最终缩合物。第三次缩合反应的化学反应方程式:

 $C_{32}H_{22}O_{18}N_{10}S_6Cl_2Na_2+2C_4H_{11}O_2N \xrightarrow{NaOH} C_{40}H_{42}O_{22}N_{12}S_6Na_2+2HCl_2N_{12}C_{40}H_{42}O_{22}N_{12}S_6Na_2+2HCl_2N_{12}C_{40}H_{42}O_{42}N_{42}N_{12}S_6Na_2+2HCl_2N_{12}C_{40}H_{42}O_{42}N_{12}S_6Na_2+2HCl_2N_{12}C_{40}H_{42}O_{42}N_{12}S_6Na_2+2HCl_2N_{12}C_{40}H_{42}O_{42}N_{12}S_6Na_2+2HCl_2N_{12}C_{40}H_{42}O_{42}N_{12}S_6Na_2+2HCl_2N_{12}C_{40}H_{42}O_{42}N_{12}S_6Na_2+2HCl_2N_{12}C_{40}H_{42}O_{42}N_{12}S_6Na_2+2HCl_2N_{12}C_{40}N_{12}S_6Na_2+2HCl_2N_{12}C_{40}N_{12}S_6Na_2+2HCl_2N_{12}C_{40}N_{12}S_6Na_2+2HCl_2N_{12}C_{40}N_{12}S_6Na_2+2HCl_2N_{12}C_{40}N_{12}S_6Na_2+2HCl_2N_{12}C_{40}N_{12}S_6Na_2+2HCl_2N_{12}C_{40}N_{12}S_6Na_2+2HCl_2N$

式中 C₃₂H₂₂O₁₈N₁₀S₆Cl₂Na₂—荧光增白剂 FVFL 的二次缩合产物, C₄H₁₁O₂N —二乙醇胺, C₄O₄H₄₂O₂₂N₁₂S₆Na₂—荧光增白剂 FVFL 的三次缩合产物(即 FVFL 产品), HCl—盐酸。

- 4、三次缩合反应缩合物进入膜处理设备,加入自来水进行膜处理,通过膜处理进行浓缩脱盐。
- 5、再进入成品制作槽内,加自来水将缩合物溶解成溶液,再加水调节成品的浓度,制成成品。

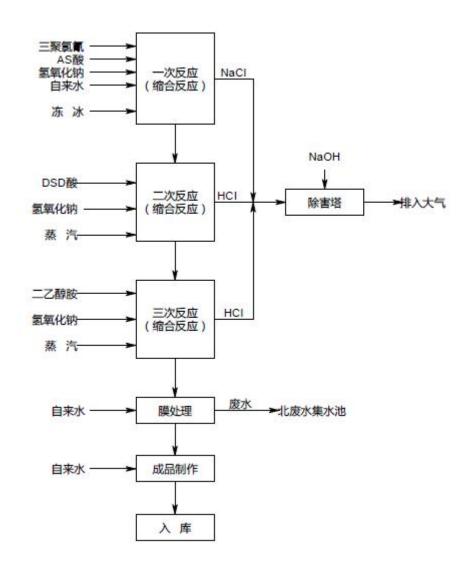


图 2-6 FVFL 产品生产工艺流程图

荧光增白剂 FHBCL 产品主要生产工艺是在同一个反应釜内进行三次缩合常压反应、再进行膜处理的过程。FHBCL 产品生产工艺流程图见 2-7。

1、首先在缩合反应釜内, 先加入自来水和板冰, 再投入三聚氯 氰进行搅拌分散, 分散好后加入 AS 酸单钠盐, 进行第一次缩合反应; 反应中加入液碱和冰, 调控 PH 值和温度。第一次缩合反应的化学反应方程式:

C6H6O6NS2Na +C3N3Cl3 NaOH C9H6O6N4S2Cl2+NaCl

式中 C₆H₆O₆NS₂Na—胺-2,5-二磺酸单钠盐(AS 酸单钠盐), C₃N₃Cl₃—三聚氯氰, C₉H₆O₆N₄S₂Cl₂—荧光增白剂 FVFL 的一次缩合产物, NaCl—氯化钠。

2、在第一次缩合反应结束后,再滴加 DSD 酸溶液到缩合反应 釜内,同时加入液碱调控 PH 值,利用蒸汽加热提高反应速率,得到 二次缩合物溶液;第二次缩合反应的化学反应方程式:

2C9H6O6N4S2Cl2+C14H12O6N2S2Na2 NaOH C32H22O18N10S6Cl2Na2+2HCl

式中 C9H6 O3NSCl2—荧光增白剂 FVFL 的一次缩合产物,

C₁₄H₁₂O₆N₂S₂Na₂. —DSD 酸调浆液, C₃₂H₂₂O₁₈N₁₀S₆Cl₂Na₂—荧 光增白剂 FVFL 的二次缩合产物, HCl—盐酸。

3、在第二次缩合反应产物的基础上,再加入二异丙醇胺,同时加入液碱调控 PH 值,利用蒸汽加热提高反应速率,进行三次缩合反应,得到的最终缩合物。第三次缩合反应的化学反应方程式:

 $C_{32}H_{22}O_{18}N_{10}S_6Cl_2Na_2+2C_6H_{15}O_2N$ \xrightarrow{NaOH} $C_{44}H_{50}O_{22}N_{12}S_6Na_2+2HCl$

式中 C₃₂H₂₂O₁₈N₁₀S₆Cl₂Na₂—荧光增白剂 FHBCL 的二次缩合产物, C₆H₁₅O₂N—二异丙醇胺, C₄₄H₅₀O₂₂N₁₂S₆Na₂—荧光增白剂 FHBCL 的三次缩合产物(即 FHBCL 产品), HCl—盐酸。

4、进入成品制作槽内,将膜处理后的缩合物加自来水调节成品的浓度,制成成品。

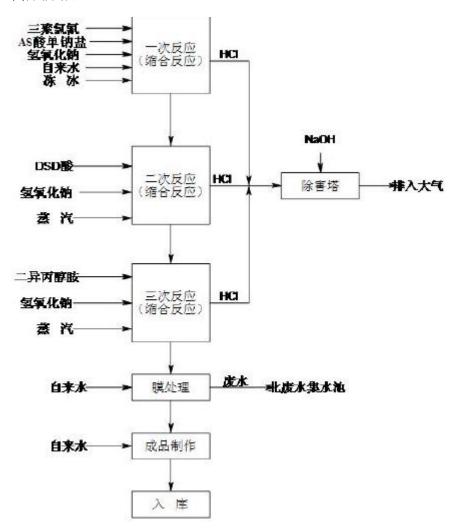


图 2-7 FHBCL 产品生产工艺流程图

2.3.6 场地污染源排查

根据招远先进化工有限公司原有生产项目各产品生产用到的主要原辅材料,经初步分析,招远先进化工有限公司原厂址地块筛选出的关键有毒有害物质主要有对硝基甲苯、三聚氯氰、对氨基苯磺酸、

二乙醇胺、发烟硫酸、氢氧化钠、二异丙醇胺、氢氧化锂等,这些有毒有害物质的毒性见表 2-2。招远先进化工有限原厂址地块可能的污染区域,主要为涉及到有毒有害化工原料生产和使用的生产一科生产车间、生产二科生产车间、以及生产三科废水收集与处理装置周围、物料储存区(原料仓库、储罐区、危险品仓库、成品仓库)、污水排放沟道沿线区域、垃圾堆放区等。

表 2-2 主要有毒有害化学品毒性一览表

<i>⊢</i> ⊀1.	± bt
名称	毒性
	低毒。但吸入蒸汽,食入或经皮肤吸收均可导致中毒。吸收
	进去体内可引起高铁血红蛋白白血症,出现紫绀。严重中毒
对硝基甲苯	可致死亡。致畸性:无证据致癌性:组3——现有证据不能对
	人类致癌性进行分类(IARC)。LD50: 1960 mg/kg(大鼠经
	口); 16000 mg/kg(大鼠经皮)。
	吞食有害,吸入有极高毒性,与皮肤接触可能致敏。急性毒
一取复复	性 LD50:485mg/kg(大鼠经口); LD50: 350 mg/kg(小鼠经
三聚氯氰	口)。刺激数据: 500mg/24 小时(兔经皮)中度; 0.05mg/24
	小时(兔经眼睛)重度。
对氨基苯磺	吸入、口服或与皮肤接触有害,与皮肤接触可能致敏。LD50:
酸	12300 mg/kg(大鼠经口)
	属低毒类危害物,吸入二乙醇胺蒸气或雾,刺激呼吸道;高
	浓度吸入出现咳嗽、头痛、恶心、呕吐、昏迷; 蒸气对眼有
	强烈刺激性/液体或雾可致严重眼损害,甚至导致失明;长时
二乙醇胺	间皮肤接触,可致灼伤;大量口服出现恶心、呕吐和腹痛;
	长期反复接触可能引起肝肾损害。急性毒性: LD50: 1820mg/kg
	(大鼠经口); 1220mg/kg(兔经皮)亚急性和慢性毒性: 大
	鼠经口 170mg/kg
	对皮肤、粘膜等组织有强烈的刺激和腐蚀作用。蒸气或雾可
	引起结膜炎、结膜水肿、角膜混浊,以致失明:引起呼吸道
	刺激症状,重者发生呼吸困难和肺水肿;高浓度引起喉痉挛
	或声门水肿而死亡。口服后引起消化道的灼伤以致溃疡形成;
 	严重者可能有胃穿孔、腹膜炎、肾损害、休克等。皮肤灼伤
/文 //四 的II 自文	轻者出现红斑,重者形成溃疡,愈后瘢痕收缩影响功能。溅
	入眼内可造成灼伤,甚至角膜穿孔、全眼炎以至失明。慢性
	影响: 牙齿酸蚀症、慢性支气管炎、肺气肿和肺硬化。中国
	MAC: 2mg/m³。
氢氧化钠	该品有强烈刺激和腐蚀性。粉尘或烟雾会刺激眼和呼吸道,
	腐蚀鼻中隔,皮肤和眼与 NaOH 直接接触会引起灼伤,误服

	可造成消化道灼伤,粘膜糜烂、出血和休克。
二异丙醇胺	本品蒸气对鼻和呼吸道有刺激作用。对眼有强烈刺激性,接触后出现眼红肿、流泪、视力模糊及角膜损伤,可引起永久性眼损害。皮肤接触可引起红肿,长时间接触引起强烈刺激,甚至造成灼伤。口服出现恶心、呕吐和腹痛。急性毒性: LD50 6720mg/kg(大鼠经口)。
氢氧化锂	该品腐蚀性极强,能灼伤眼睛、皮肤和上呼吸道,口服腐蚀消化道,可引起死亡。吸入,可引起喉、支气管炎症、痉挛,化学性肺炎、肺水肿等。

2.4 场地调查及结果分析

2.4.1 污染场地调查样品采集

原招远先进化工有限公司地块于 2017 年八月开展了污染场地调查,并编制了《原招远先进化工有限公司地块污染场地调查及风险评估报告》,本次调查在原招远先进化工有限公司地块内加密设置土壤采样点位 36 个,包含 30 个钻孔点位及 6 个开挖剖面坑点位,最大采样深度为 5.4m,场地内采集土壤样品 87 个,地下水样品 5 个,地表基槽样品 2 个,尾矿渣样品 1 个。同时,在场地周边采集土壤样品 3 个,另设置土壤背景点位 3 个。依据潜在污染物识别,土壤样品分析项目为 pH、含水率、有机质、重金属(Cu、Zn、Pb、Cd、Cr、Ni、As、Hg、Se、Sb、Ag、Ti、Be 的全量和 Cr⁶⁺含量)、VOCs(共计58 项)、SVOCs(共计 92 项);地下水样品测定项目为 pH、重金属(同上)、VOC(同上)、SVOCs(同上)。

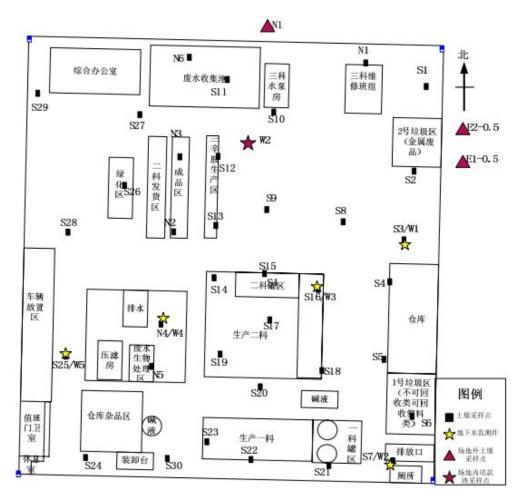


图 2.3-1 土壤采样点布设情况示意图

2.4.2 评价标准

土壤环境质量评价选取的标准为《场地土壤环境风险评价筛选值》(DB11-811-2011)工业/商服用地和《上海市场地土壤环境健康风险评估筛选值(试行)》非敏感用地。

地下水环境质量评价选取以下几个标准:《地下水水质标准》(DZ/T 0290-2015)、荷兰地下水干预值(DIV, 2013)、美国 EPA区域筛选值(RSLs, tapwater)进行比较。

评价时优先选取我国国家和地方标准进行评价,对我国标准中不包括的污染物,参照国外标准。如果污染物浓度均未超过国家和地方等相关标准,并且经过不确定性分析不需要进一步调查后,则调查工

作结束, 否则认为可能存在环境风险, 需要进行风险评估。

表 3-1 土壤检测指标风险参考筛选值

		《场地土壤环境风险	上海市场地土壤	>= 11 III (1, =6.)
	11.1-	评价筛选值》	环境健康风险评	评估报告确定
	指标	(DB11-811-2011)工业/	估筛选值(试	风险参考筛选
		商服用地(mg/kg)	行)(非敏感用地)	值(mg/kg)
	铜(Cu)	10000	6303	6303
	铬(Cr)	2500	10000	2500
	镍(Ni)	300	244	244
	锌(Zn)	10000	10000	10000
	银(Ag)	/	788	788
	锑(Sb)	/	63	63
	铅(Pb)	1200	400	400
	镉(Cd)	150	31	31
	铊(Tl)	/	1.6	1.6
	铍(Be)	8	26	8
	硒(Se)	/	780	780
	砷(As)	20	20	20
	汞(Hg)	14	11.2	11.2
	六价铬(Cr ⁶⁺)	500	5.1	5.1
	1,2-二氯苯	/	3896	3896
	苯酚	90	10000	90
土壤	2-甲基萘	/	380	380
	苊烯	/	1367	1367
	芴	400	6060	400
	菲	40	2851	40
	蒽	400	10000	400
	荧蒽	400	3801	400
	芘	400	2851	400
	苯并(a)蒽	4	0.4	0.4
	屈	400	204	204
	苯并(b)荧蒽	4	2.1	2.1
	苯并(k)荧蒽	40	21	21
	苯并(a)芘	0.4	0.4	0.4
	茚并	4	2.1	2.1
	(1,2,3-cd)芘			
	苯并(g,h,i)莊	40	2851	40
	邻苯二甲酸 二乙酯	/	10000	10000

表 3-2 地下水重金属检测指标风险参考筛选值

	地下水质量标准	地下水水质标准	荷兰地下水	评估报告确
指标	(GB/T14848-93)	(DZ/T290-2015)	干预值	定风险参考
1日7小	IV类	IV类	(DIV,2013)	筛选值(μ
	(µ g/L)	(µ g/L)	(µ g/L)	g/L)
nII.	5.5~6.5	5.5≤pH<6.5		
pН	8.5~9.0	8.5≤pH<9.0		
银(Ag)	/	100	/	100
砷(As)	50	50	/	50
铍(Be)	1	60	/	1
镉(Cd)	10	10	/	10
铬(Cr)	100(Cr ⁶⁺)	100(Cr ⁶⁺)	30	30
铜(Cu)	1500	1500	/	1500
镍(Ni)	100	100	/	100
铅(Pb)	100	100	/	100
锑(Sb)	/	10	/	10
硒(Se)	100	100	/	100
铊(Tl)	/	1	/	1
锌(Zn)	5000	5000	/	5000
汞(Hg)	1	2	/	1

表 3-2 地下水有机物检测指标风险参考筛选值

地下水水质标准	荷兰地下水	美国 EPA 区域筛	评估报告确
(DZ/T290-2015)	干预值	选值(RSLs,	定风险参考
IV类	(DIV,2013)	tapwater, 2016.5)	筛选值(μ
$(\mu g/L)$	(µ g/L)	(µ g/L)	g/L)
120	30	0.46	30
600	150	1.5	150
1000	70	190	70
/	/	690	690
/	/	5200	5200
40	400	0.17	400
40	400	0.17	400
600	180	78	180
2000	50(二氯苯)	300	50
10	2000	5800	2000
/	/	/	/
600	70	0.17	70
/	/	1900	1900
	(DZ/T290-2015) IV类 (µg/L) 120 600 1000 / 40 600 2000 10 /	(DZ/T290-2015) 干预値 (V类 (DIV,2013) (μg/L) (μg/L) 120 30 600 150 1000 70 / / / 40 400 600 180 2000 50(二氯苯) 10 2000	(DZ/T290-2015) 干预値

2.4.3 场地调查结论

《原招远先进化工有限公司地块污染场地调查及风险评估报告》中场地调查结论如下:

- 1、场地内 87 个土壤样品 pH 在 4.0~11.7 之间,pH>9 的样品个数为 14 个,占比 16.1%,pH<6 的样品个数为 3 个,占比 3.4%,场内尾矿渣 pH8.0,周边土壤样品 pH 在 4.6~7.6,背景点土壤 pH 在 5.4~7.5 之间,基本呈中性。场地内有机物含量在 2.68~69.8g/kg 之间,比重为 2.7kg/cm³。
- 2、场地土壤内检出 VOC 污染物仅 1 种, SVOC 检出污染物为 16 种。场地地块中 Pb、As、Hg、苯并(a) 蒽 4 种污染物含量超过 参考筛选值,应进行基于保护人体健康的风险评估,已确定其对敏感人群的健康危害。
- 3、场地地下水 pH 在 7~10 之间, 5 个地下水监测井和 2 个地表基槽水中, 13 项重金属含量全部满足参考筛选值要求。地下水检出 VOC 污染物共计 9 种。经与我国各相关筛选值和荷兰、EPA 筛选值比较,该场地乙苯、二甲苯、1,2-二氯乙烷、2-硝基苯酚 4 种浓度超过参考筛选值,应进行基于保护人体健康的风险评估,以确定其对敏感人群的健康危害。

2.4.4 风险评估结论

综上,场地地块土壤中需要进行风险评估的污染物为: Pb、As、

Hg、苯并(a) 蒽; 场地地块地下水中需要进行风险评估的污染物为: 乙苯、二甲苯、1,2-二氯乙烷、2-硝基苯酚。

1、土壤

对地块土壤中 3 种(Pb 除外)关注污染物在非敏感用地方式下的健康风险进行计算,结果显示: 地块内 As 的致癌风险和非致癌风险分别超过了 10-6 和 1,超过了可接受的风险水平。由于《污染场地风险评估技术导则》(HJ25.3-2014)不适用于 Pb 的风险评估,而土壤 Pb 超过了本报告确定的筛选值要求。最终确定土壤中重金属 As、Pb 应实施修复工程。

2、地下水

对地块地下水监测井中 4 种关注污染物在非敏感用地方式下的健康风险进行计算,结果显示:地下水中 1,2-二氯乙烷的致癌风险超过了 10⁻⁶,可能对敏感人群的健康造成致癌风险。从监测井中 1,2-二氯乙烷两种暴露途径对成人致癌风险与危害商的贡献值可知,非致癌风险的主要暴露途径为吸入地下水室内蒸汽,为 99.21%。

2.4.5 场地用地规划

该场地在城里先进化工有限公司之前为山体坡地,周边均为化工企业、矿业企业。据招远市国有资产经营有限公司出具的国有土地使用证,该场地占地面积 26868.78m², 用地类型为工业用地,场地退役后仍用作工业用地。

场地现状如下:



图 2.4-1 原先进化工场地现状

2.5 工程实施必要性

1、以人为本,确保环境安全的需要

该场地用地方式为工业用地,通过前期调查,确定该场地原招远 先进化工有限公司地块中重点关注污染物是土壤中的 As、Pb,地下 水中的 1,2-二氯乙烷。

土壤样品中 As 的致癌风险和非致癌风险分别超过了 10-6 和 1,超过了可接受的风险水平。砷会在人体的肝、肾、肺、脾、子宫、胎盘、骨胳、肌肉等部位,特别是在毛发、指甲中蓄积,从而引起慢性砷中毒,潜伏期长达几年甚至几十年。慢性中毒有消化系统症状、神经衰弱症状和皮肤病变。常伴有肝肿大、肢体血管痉挛,重者还会有贫血、黄胆、肝硬化等。急性中毒主要症状表现为胃肠炎,尔后出现多发性神经炎,常伴有持续性呕吐,并混有血液,剧烈头痛、高度脱水,最后心力衰竭而死亡。日本曾发生误食含砷污染奶粉,造成 12131 例砷中毒,130 人死亡的"森永奶粉事件"。砷不仅有毒,而且是一种致癌物质,能引起皮肤癌。砷化物如二甲基胂酸钠是强致癌物,能引起实验动物胚胎死亡,胎仔体重减轻和畸形。

铅最能影响的人体系统是铅在人体中一个最早、最重要的影响 是:造血系统:改变血红素的合成,这使得红细胞改变,造成贫血; 中枢神经系统:铅对中枢神经系统产生重要影响,导致常见的忧郁脑 疾病,症状包括细微的生理和行为变化。

地下水监测井中 1,2-二氯乙烷的致癌风险超过了 10⁻⁶,可能对敏感人群的健康造成致癌风险。1,2-二氯乙烷对眼睛及呼吸道有刺激作

用;可引起肺水肿;抑制中枢神经系统、刺激胃肠道和引起肝、肾和肾上腺损害。急性中毒的标线有两种类型:一为头痛、恶心、兴奋、激动,严重者很快会导致中暑神经系统抑制而死亡;另一类型以肠胃道症状为主,呕吐、腹痛、腹泻,严重者可发生肝坏死和肾病变。

因此,为保证周边居民的身体健康以及该地块的安全开发再利用,本工程的开展是非常有必要的。

2、政策的符合性

场地土壤与地下水污染问题,是世界关注的重要环境问题,解决场地尺度的污染问题,是治理区域污染的一把钥匙。对污染场地实施科学管理,是一个国家经济、社会发展到较高水平后必然要面对的问题。2016年12月31日,环保部发布的《污染地块土壤环境管理办法(试行)》中规定:污染地块经风险评估确认需要治理与修复的,土地使用权人应当开展治理与修复。

招远市是国家《重金属污染防治"十二五"规划》重点防控区域和《山东省重金属污染综合防治"十二五"规划》(山东省环保厅内容部编制)确定的 6 个重金属污染综合防治重点区域之一。本项目的实施符合国家和地方环境保护规划、区域经济社会发展规划、土地利用总体规划,对于进一步落实《土壤污染防治行动计划》,满足当地社会民生需求具有重要意义。

第3章 修复工程技术方案

3.1 修复目标及工程规模

3.1.1 修复目标

该场地用地类型为工业用地,根据风险评估结果,该场地地块的重点关注污染物是土壤中的 As、Pb 和地下水中的 1,2-二氯乙烷。土壤和地下水中重点关注污染物的修复目标值需通过分析比较风险控制值与场地所在区域土壤背景质含量和国内外有关标准中规定的限制,合理提出。

根据《原招远先进化工有限公司地块污染场地调查及风险评估报告》,确定的土壤、地下水重点关注污染物的修复目标值见表 3.1-1。即修复后的场地地块土壤中 As 的浓度低于 20mg/kg、Pb 的浓度低于 400mg/kg; 地下水中 1,2-二氯乙烷浓度低于 103ug/L。

 重点关注污染物
 修复目标值

 土壤 (mg/kg)
 As
 20

 Pb
 400

 地下水 (ug/L)
 1,2-二氯乙烷
 103

表 3.1-1 土壤及地下水中单一污染物修复目标值

3.1.2 工程规模

1、土壤

根据《原招远先进化工有限公司地块污染场地调查及风险评估报告》,结合确定的修复目标值,采用克里金插值法计算得到污染土方

量。

表 3.1-2 污染土壤修复面积与土方量

污染	污染	修复深	修复面	修复土方量	备注	
地块	因子	度(m)	积 (m²)	(m ³)	H 1-1-	
A1	Pb	0~1	413.9	413.9		
					计算得到的污染层为 0.3~1.7m,若采	
A2	As, Pb	0.3~1.7	873.8	1223.3	用异位修复,因下层土壤污染而上层	
A2	AS, PO	0.3~1.7	8/3.8	1223.3	土壤不污染,导致部分为污染土壤也	
					需要开挖,开挖量为 1485.46m³	
合计				原位修复量:	异位修复量: 1899.4m³	
百月				1637.2	开业 [

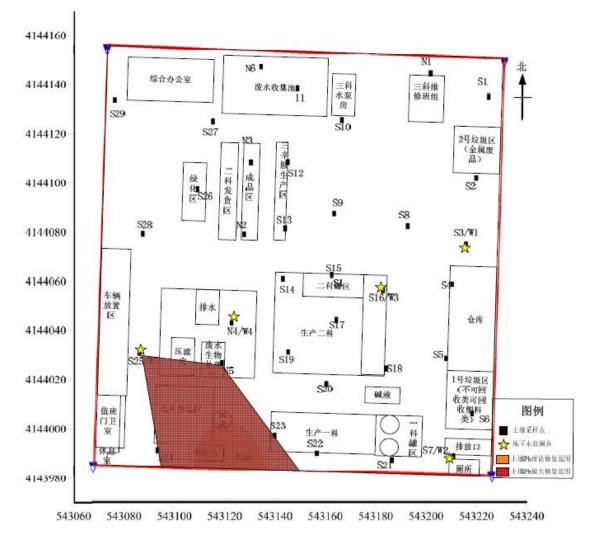


图 3.1-1 A1 地块土壤修复范围

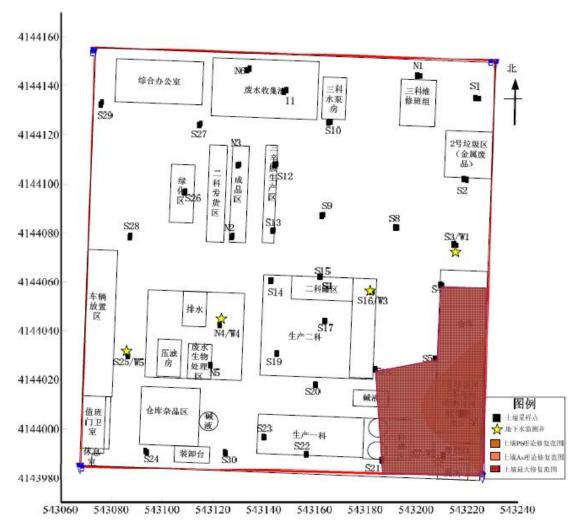


图 3.1-2 A2 地块土壤修复范围

2) 地下水

表 3.1-3 污染地下水修复面积与土方量

污染检测时段	修复面积(m²)	含水层厚度(m)	修复工程量		
首次检测	= * ' *		642.9		
2017.5.28	8241.3	0.2/0.62	643.8		
二次检测	6201.6	0.2/0.62	225.2		
2017.7.6 6201.6 0.2/0.62 325.3					
注: 修复工程量经由孔隙水体积比 0.126 换算所得。					

依据2次对5处地下水监测井中VOC污染物的监测,GW3、GW4 监测井中1,2-二氯乙烷均超过风险控制值,由于场地地质结构复杂, 建议修复工程实施前增加周边地下水监测井点位,进一步确定地下水

修复量。

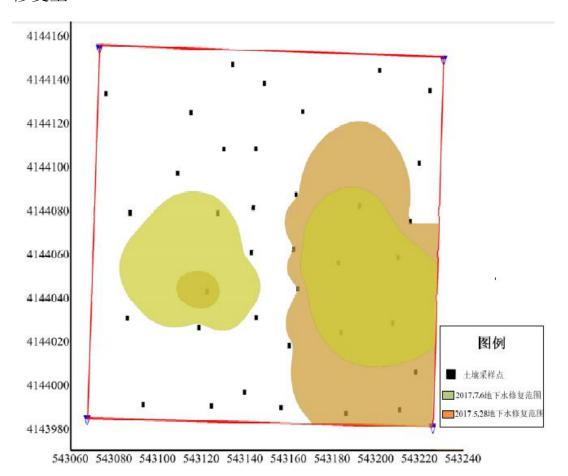


图 3.1-3 地下水修复范围

3.2 工艺选择原则

治理技术的选择应坚持以下原则:

- (1) 效率高、成本低、效果好;
- (2) 工程所选处理技术应符合地区经济发展水平对投资和处理 费用的适应能力;
 - (3) 处理处置过程尽量降低对周围环境的污染;
- (4) 各污染物的最终去向要满足"减量化"、"无害化"和"资源化"的基本原则,避免"二次污染";
 - (5) 满足其它特殊的制约因素。

3.3 土壤修复工艺方案

目前,污染场地的修复技术从修复方式上可以分为原位修复和异位修复两种。原位处理技术主要包括原位植物修复和原位材料覆盖技术,其中原位植物修复以其成本低、操作简单、不易产生二次污染等优势而备受关注,但仍存在处理效率低,植物种植易受当地气候、河道行洪状况影响等缺陷。原位材料覆盖技术是在土壤表面覆盖钝化材料,阻断重金属向水体中的释放途径,受覆盖材料的理化性能及自然水体的水利水文特征影响较大,且目前尚无可靠的覆盖材料投放设备,实现均匀和无漏点覆盖难度较大。

目前应用比较成熟的修复技术以挖掘后异位处理处置为主,包括异位淋洗、固化稳定化、填埋处置等。

依据重金属污染土壤的释放机理、粒径分布与重金属富集特性、水化学特性和稳定固化等特性,针对场地土壤的污染因子及污染程度,本工程拟采用异位修复技术,重金属污染土壤异位治理整体思路采用专利技术《土壤重金属污染模块化异位治理方法》专利号ZL2013 1 0498149.2,结合原先进化工场地的土壤理化性质及污染情况进行合理调整后选择以下六个模块,按照施工顺序分为杂物清理、污染土壤开挖及运输、土壤淋洗筛分、泥浆脱水减容、尾水处理、资源化利用及污泥处置六部分内容。工艺设计按照施工顺序进行设计。

由于本工程采用异位修复方案,因此,原先进化工场地内需要挖运和处理的土壤工程量为1899.4m³。

3.3.1 杂物清理方案

通过人工、机械等方式清除先进化工场地内需开展土壤修复区域内的杂物,通过专用垃圾车运到指定地点。

3.3.2 污染土壤开挖及运输方案

根据《原招远先进化工有限公司地块污染场地调查及风险评估报告》确定的修复范围,对修复范围内的污染土壤进行开挖,挖掘土壤边界重金属含量需要达到修复目标值的要求。挖掘后的土壤运行至污染土壤处理场进行后续处理。

3.3.3 土壤淋洗筛分方案

1、初步分选

考虑到拟建工程土壤含有各种性质的物料,采用滚筒洗石机与螺旋洗砂机进行洗选、分级、除杂以及细粒度和粗粒度物料洗选等作业。

(1) 滚筒洗石机

其核心系统采用搅拌机的搅拌原理,物料在搅拌筒内受连续螺旋叶片翻滚、推挤及物料间相互磨擦作用,物料又经浸泡、搓洗短时间内可使物料分离。

其工作过程一般为: 物料储存、输送、清洗、成品料输送、污水 沉淀回用。物料储存一般为储料斗,对储料斗要求可用 ZL50 装载机 上料,斗口上料宽度要大于3米,料斗容量视装载机上料高度、运输 高度、物料自流角度等情况,越大越好。

物料输送一般采用皮带输送,视物料含泥量斗口处最好设节流装置以控制清洗量。清洗关键是物料清洗完毕卸出时不要附带料槽内脏

水,而组成物料的二次污染。完成清洗的物料一般也是通过皮带机输送到储料区或储料斗待用。环境要求一般设置污水沉淀回用池。主要筛除 4.75mm 以上的卵石。

(2) 螺旋洗砂机

主要通过设备内的螺旋装置对物料进行搅拌,从而使物料中的泥土与水进行混合,从设备上的流口排出,而砂石料则在螺旋装置的作用下被逐步筛选,从顶端的出料口排出,从而实现了砂石料的清洗筛选效果。

螺旋洗砂机工作时,电机通过三角带、减速机、齿轮减速后带动叶轮缓慢转动,砂石有给料槽进入洗槽中,在叶轮的带动下翻滚,并互相研磨,除去覆盖砂石表面的杂质,同时破坏包覆砂粒的水汽层,以利于脱水;同时于沙石反方向的加水,形成强大水流,及时将杂质及比重小的异物带走,并从溢出口洗槽排出,完成清洗作用。干净的砂石由叶片带走,最后砂石从旋转的叶轮倒入出料槽,完成砂石的清洗作用。主要筛除 1~4.75mm 之间的粗砂。

结合工程物料物理性质,为保障后续土壤处理的效率,拟建工程 选用**滚筒洗石机和螺旋洗砂机**分选。

2、多级自控筛分系统

考虑到拟建工程土壤为微生物、腐殖质、土壤及泥沙等的混合物, 且含有较多的杂物,因此,采用多级自控筛分系统专利设备以实现土 壤筛分。多级自控筛分系统主要由振动筛与旋流器组成。

(1) 振动筛简介

振动筛分设备按重量用途可分为: 矿用振动筛, 轻型精细振动筛和实验振筛机。按照振动筛的物料运行轨迹可以分为: 直线振动筛(物料在筛面上向前做直线运动)、圆振筛(物料在筛面上做圆形运动)和精细筛分机(物料在晒面上向前做往复式运动)。

振动筛是利用振子激振所产生的复旋型振动而工作的。振子的上旋转重锤使筛面产生平面回旋振动,而下旋转重锤则使筛面产生锥面回转振动,其联合作用的效果则使筛面产生复旋型振动。其振动轨迹是一复杂的空间曲线。该曲线在水平面投影为一圆形,而在垂直面上的投影为一椭圆形。调节上、下旋转重锤的激振力,可以改变振幅。而调节上、下重锤的空间相位角,则可以改变筛面运动轨迹的曲线形状并改变筛面上物料的运动轨迹。

振动筛主要筛除 75µm~1mm 之间的细砂。

(2) 旋流器简介

旋流器是一种常见的分离分级设备,常用离心沉降原理。当待分离的两相混合液以一定压力从旋流器周边切向进入旋流器内后,产生强烈的三维椭圆型强旋转剪切湍流运动。由于粗颗粒与细颗粒之间存在粒度差,其受到离心力、向心浮力等大小不同,受离心沉降作用,大部分粗颗粒经旋流器底流口排出,而大部分细颗粒由溢流管排出,从而达到分离分级目的。主要用于实现 75μm~300μm 之间的泥组分的分离。

结合工程泥沙物理性质,为保障后续土壤脱水处理的效率,拟建工程选用**多级自控筛分系统**。

2、淋洗方案

对于拟建工程卵石和砂表面的重金属,目前可采用的方法有直接 淋洗法、化学淋洗法和药剂稳定法。

(1) 直接淋洗法

直接淋洗法是指直接利用清水对河沙进行反复冲洗,使残存在河沙表面的重金属或重金属离子冲刷或溶解到泥水混合物中。该方法主要适合 4.75mm 以上的卵石冲洗和 1mm~4.75mm 之间的粗砂冲洗。

(2) 化学淋洗法

化学淋洗法是用指通过酸液(一般指硫酸、盐酸或硝酸溶液)的溶解作用,使难溶态的金属化合物形成可溶解的金属离子,或者用EDTA、柠檬酸等络合剂通过氯化作用、离子交换作用、酸化作用、螯合剂和表面活性剂的络合作用,将其中的重金属分离出来,达到去除河沙表面重金属总量的目的。最常用的化学试剂包括盐酸、硫酸、硝酸和一些有机络合剂,如EDTA、柠檬酸等。

结合初步实验结论,本工程拟采用**直接淋洗**的方法对污染土壤进 行淋洗处理。

3.3.4 泥浆脱水减容方案

由于泥浆含水率高、颗粒细小、带有负电性、富含氮磷等营养物质,部分受严重污染的疏浚土壤含有重金属及各种难降解的有机物,自然状态下疏浚泥浆不易泥水分离,所以目前一般采用机械脱水的减容方法。机械脱水方法主要包括离心脱水和板框压滤脱水两大类。

采用板框脱水设备脱水效果好, 出料污泥含水率低, 考虑到本工

程脱水泥浆为细泥和水的混合物,有机质含量较污水处理厂污泥低,粘度小,采用板框脱水与采用离心脱水机的效果相差不大。并且本工程为存量处理的临时工程,板框脱水复杂、占地大,工作场所环境较差,因此,本工程泥浆脱水将采用**离心脱水机**。

离心机脱水原理如下图所示。

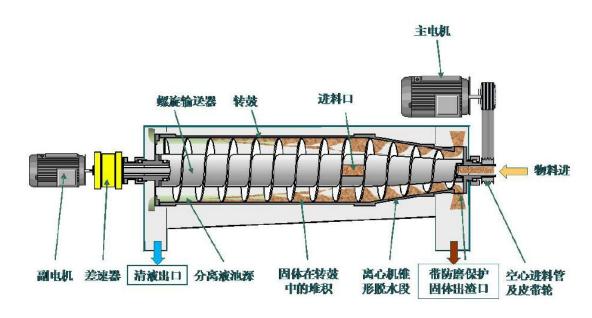


图 3.3-1 离心机工作原理图

主要由转载和带空心转轴的螺旋输送器组成,污泥由空心转轴送入转筒后,在高速旋转产生的离心力作用下,立即被甩入转毂腔内。污泥颗粒比重较大,因而产生的离心力也较大,被甩贴在转毂内壁上,形成固体层;水密度小,离心力也小,只在固体层内侧产生液体层。固体层的污泥在螺旋输送器的缓慢推动下,被输送到转载的锥端,经转载周围的出口连续排出,液体则由堰四溢流排至转载外,汇集后排出脱水机。

脱水后的污泥交由有处理资质的单位进行处置。

3.3.5 尾水处理方案

本工程泥浆沉淀和脱水处理产生过程中产生的尾水需进行处理 后,可回用于淋洗筛分系统。拟采用"**重金属捕集+强化絮凝**"工艺作 为本项目尾水重金属污染处理技术,清除水中的铜、锌等重金属。絮 凝沉淀后的泥回到脱水减容单元进行处理。

1、重金属捕集剂(DTC)法

二硫代胺基甲酸盐类重金属捕捉剂 (DTC) 衍生物作为重金属捕集剂的研究是在 20 世纪中叶, 其基本合成方法就是将-CS₂Na 基团接枝到高分子链的胺基上。其分子中氮原子和硫原子位置的不同、取代基团种类的不同(烷基或芳香基)、其它杂原子的存在和取代基的位置不同都会影响对重金属的捕集效果。该重金属捕捉剂对铅、镉、铜、铬等重金属污染的水体的有较好的去除效果。

2、强化絮凝

絮凝剂是一种多羟基,多核络合物的阳离子形象封锁机高分子絮凝剂。由于分子中带有数量不等的羟基,当药剂加入原水中后,在原水的pH条件下继续水解,水解过程中,伴随着有发生凝聚、吸附、沉淀等一系列的物理化学反应过程,从而达到净化目的。絮凝剂净水效果明显,絮凝沉淀速度快,适应pH范围宽,能有效地取出水中色度、SS、COD、BOD及铜等重金属离子。

3、尾水排放

临时场地土壤处理设备正常运行期间的尾水经处理后回用不排放。本工程建设完工后需排放的尾水中重金属(主要为Pb、As)浓度需满足《山东省半岛流域水污染物综合排放标准》(DB37/676-2007)一级标准。

表 3.3-1 尾水排放标准一览表

单位: mg/L

序号	污染物	《山东省半岛流域水污染物综合排放标准》(DB37/676-2007)
1	铅(以总铅计)	0.5
2	砷(以总砷计)	0.2

3.3.6 资源化利用及污泥处置方案

结合修复场地的实际情况。处理后的土壤有以下两种处置方式:

- 1、处理后的清洁土将回填至原先进化工场地,并对其进行平整 压实。清洁土需达到修复目标值的要求。
- 2、离心脱水后的污泥浸出液中的重金属污染物含量应低于《危险废物鉴别标准 浸出毒性标准》(GB5058.3-2007)。

本工程脱水后的污泥作为一般工业固体废弃物进行处置,经调查,招远市内具备含重金属的一般固体废物收集、贮存、利用的企业有三家,分别为山东国大黄金股份有限公司、招金矿业股份有限公司金翅岭金矿、山东华顺环保科技有限公司。项目实施时可与以上单位协商,协同处理本工程离心脱水后的污泥。

3.3.7 异位处理工艺流程

根据《原招远先进化工有限公司地块污染场地调查及风险评估报告》确定的修复范围,对原先进化工场地内的污染土壤进行开挖,采用反铲挖掘机配合自卸车运输至处理处置作业区临时处理堆场。堆场里的污染土壤通过皮带输送机送至滚筒洗石机、螺旋洗砂机,采用高压清水冲洗。分选出的大颗粒的卵石和粗砂,对该物料进行检测,重金属含量达标后可回填至原先进化工场地。

经初选分离后的土壤进入搅拌槽,由泵送至多级自控筛分系统, 在进入多级自控系统过程中投加稳定药剂。分选出细沙经重金属检测 达标后,物料回填至原先进化工场地,多级筛分系统泥仓内的泥水混 合物由泵提升至沉淀池,经浓缩后的泥浆打入调节池,调节池内设有 搅拌机,以防止泥浆沉积,后用泵将泥浆输送至离心脱水机,泥浆经 脱水后送至进行填埋处置。

离心脱水上清液水进入尾水处理系统,尾水处理达标后可以回用 至淋洗系统或外排。

本工程异位处理工艺流程图 3.3-2 如下:

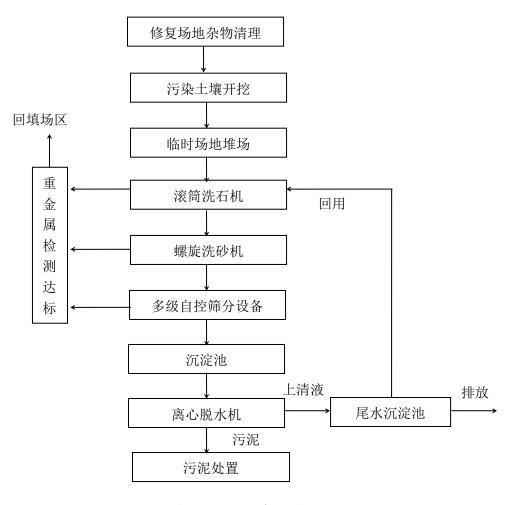


图 3.3-2 工艺流程图

3.4 成功案例介绍

1、沂河沂水县示范段重金属污染底泥综合治理工程

该项目处理对象为滞留在河道底部的重金属污染河道底泥,主要污染物为汞(Hg)、锌(Zn)。该项目主要以沂河沂水县示范段重金属污染底泥环保疏浚和重金属污染底泥综合治理为核心,实现沂河沂水县示范段重金属污染底泥全部安全处置和综合利用。

该工程采用环保疏浚技术,将重金属污染底泥疏浚至临时场地,底泥处理采用底泥筛分、底泥减量脱水、土工管带技术,实现了底泥的资源化、无害化、减量化。

2、界河烟台 C 段及入海滩涂底泥处置及生态修复工程一期工程 该工程的建设目的为"总结推广临沂市沂河底泥重金属处置及生 态修复试点经验,进一步摸清处理成本和技术参数,有序推进底泥重 金属治理工作"。

界河为季节性河流,其底泥的中重金属污染为重度污染,污染因子为: Cu、Zn、As、Hg和 Cd。该工程采用干法疏浚方式,将界河河道中的重金属污染底泥疏浚至底泥处理临时场地进行处理,处理工艺按照施工顺序分为河道杂物清理、底泥疏浚、底泥筛分(含河沙淋洗)、泥浆脱水减容、稳定化固化、尾水处理、临时场地生态修复等七部分内容。本工程已于 2017 年 11 月顺利完成竣工验收。

本工程虽然为场地污染修复工程,但是与界河项目进行对比发现 有很多相似之处,如均为重金属污染、疏浚方式均为干法疏浚、物料 均以砂质为主。根据《烟台界河 C 段底泥重金属污染勘查报告》,界 河底泥中砷污染高达数百甚至上千 mg/kg,经过该工艺处理后清洁沙可达到《土壤环境质量标准》(GB15618-1995)二级标准要求,类比本工程砷和铅的污染情况可知,通过调整药剂种类和投加量,可实现本工程重金属污染土壤的治理。

3.5 土壤处理临时场地

国资集团现有一块面积为 16 亩的空地,该空地位于招远市招远市张星镇槐树庄村三嘉路与荣乌高速交界口东北角,用地性质为工业用地,距离原先进化工有限公司地块污染场地约 25Km。

该位置交通便利,用地性质符合,因此,本工程拟租用该空地作为本工程土壤异位治理的临时场地。



图 3.4-1 污染地块与临时场地相对位置

3.6 地下水修复工艺方案

修复技术的筛选需要充分考虑场地的现状、场地开发、修复成本、修复时间、修复效果、业主要求等因素,综合分析修复技术的有效性、经济型、实用性、成熟可靠性等因素,修复技术的筛选遵循如下原则: 技术成熟可靠、时间合理、成本可控、环境风险可接受,能都达到修复目标。

3.6.1 地下水控制和修复技术介绍

国内外现在研究较多的氯代烃治理技术主要有:抽出处理技术;水力隔离技术;生物修复技术;空气吹脱技术。

1、抽出-处理法

目前世界各国普遍采用的氯代烃的治理方法是抽出-处理法。这种方法具体实施是抽取污染的地下水,在地表处理使污染物降低到一定标准后再重新注入含水层中,在条件允许的情况下也可以排放到附近的地表水体中。虽然抽出处理系统由于简便、有效而被广泛使用,但也有局限性。一部分被吸附在含水层截止上的氯代烃不随水流动,它们只是缓慢的解吸或溶解到水中。因此,要达到处理目标一般耗时较长,耗资也较大。

2、水力隔离技术

水利隔离技术主要是利用地下水流场控制污染羽的扩展,需要对污染场地附近地下水水位进行监测,绘制地下水等水位线图,进行地下水流场分析,确定污染物场地地下水流向,计算地下水的水力梯度;还可利用含水层的有关参数,如渗透系数、有效孔隙度,以及地下水

的水力梯度初步估算地下水的流速,估计污染羽的迁移速度。可以通过减小地下水的水力梯度的方法来减缓地下水污染羽的迁移速度。具体办法是减小或停止污染场地地下水流向下游地下水的开采。也可以利用地下水的抽取或注入,达到控制地下水污染的目的。

3、生物修复技术

生物修复是通过微生物来修复污染的地下水的修复方法。通过刺激某些种以污染物为能量源的微生物的声场来达到修复地下水的目的。生物修复一般分为两种,一种是培养筛选土著微生物;另一种是想地下水中投加已训话的降解菌。当地下水环境不适宜微生物的生长繁殖降解时,可以通过和其他技术配合使用改善地下水环境以促进生物修复的进行。地下水生物修复技术操作简单、费用低,在施工过程中对场地影响小、能耗低、不会造成二次污染,并能与其他技术联合使用增强修复效果,适合作为其他技术的后续修复工艺。但其修复时间相对较长,在高浓度污染的场地中微生物难以生存。而且场地条件对其限制很大,并不是所有场地都适合进行生物修复。目前,在氯代烃污染地下水修复中,多用于氯代烃烯烃类污染物。

4、空气吹脱技术

空气吹脱实在一定的压力条件下,将压缩空气注入受污染区域, 将溶解在地下水中的和吸附在土壤颗粒表面上的一级阻塞在土壤空 隙中的氯代烃驱赶出来。空气吹脱包括三个过程:现场空气吹脱、挥 发性有机物挥发;有机物的好氧生物降解;相比较而言,吹脱和挥发 作用进行得比较快,而生物降解过程进行的比较缓慢,在比较长的时 间内才显现出来。对高渗透性的包气带含水层有很好的效果,但当包 气带有分层出现或渗透性差的区间时可以空气扰动技术的效果会受 到很大影响。在较深和较厚含水层不可行。

5、原位热处理

热处理技术的基本原理是通过加热使地下环境温度升高,从而使地下水中的有机物被破坏或蒸发出来,被收集井收集后进行异位处理。原位热处理技术的主要修复机制是蒸发,有机污染物的蒸汽压随温度升高呈指数型增长,因而会显著的转移到蒸汽相进行再分配,可以显著提高 VOCs、SVOCs 和燃料的去除率。技术对场地中的 DNAPL和 LNAPAL 尤为有效。加热可通过电阻加热、射频加热、热传导或注入热水、热空气或热蒸汽等方式惊醒。当地下水流量大,在地下买有军火、爆炸性物质或地下有重要设施的时候,技术的应用需要慎重考虑。对于低渗透性的区域或导热率低的区域,修复效果会受到影响。且当修复量很大的时候修复费用会很高。

3.6.2 地下水控制和修复技术比选

修复技术特性如下表所示,对地下水修复技术汇总,对各种技术的优缺点、成熟性、时间条件及资金条件进行综合对比,并分析了各种技术的适应性。

表 3.5-1 地下水修复技术筛选矩阵

技术	优点	缺点/适用性	发展历程	技术联用	效率	治理成	环境
						本	风险
抽出处	使用范围广:对于污染范围	一般仅适用于渗透性较好的含水层;修复	80年代开始应用,属	可与原位微生物	初期效	初期投	低
理技术	大、污染物埋藏深的污染场	周期较长; 对修复区干扰大; 可能导致地	于应用最广泛、成熟	修复技术、空气	果较好,	资中等,	
	地治理具有优势; 系统运行	下水资源的浪费;非水相液体难以清除干	度最高的技术之一,	喷射技术、原位	后期较	但运行	
	初期的污染物去除效率高;	净; 若不去除污染源, 停止抽水时, 拖尾	但目前应用已大幅	热处理技术联用	差	周期长	
	设备简单易于安装	和反弹现象严重;需要持续的能量供给和	下降,主要作为污染			且总运	
		系统维护	羽水力控制手段			行成本	
						较高	
隔离技	泥浆墙施工相对简单,使用	泥浆墙深度收一定限制,泥浆墙底部须进	80 年代开始应用	可与抽出处理技	较高,可	低到中	低
术	的泥浆及回填材料也较为	入到低渗透性土层(比如粘土)足够深度,		术联用	以有效		
	普遍,可有效将污染物组个	一般情况下需要与地下水抽出处理系统			阻隔地		
	在特定区域中	联用;效果受地下水中酸碱组分、污染物			下水污		
		类型、活性、分布、墙体的深度、长度和			染		
		宽度、场地水文地质条件等影响					
生物修	适用于大面积污染区域的	地下水环境需适于所需微生物的生长,在	90 年代后期开始应	可与地下水曝	适合条	到中高	中
复技术	治理;成本较低;对环境影	非均质性介质中难以覆盖整个污染区	用	气、抽出处理技	件下较		
	响较低			术等联用	高		
空气吹	对修复场地干扰小,设备简	对于非挥发性的污染物不适用;不适合在	80 年代中期开始应	通常与土壤气体	数月至	中	较高
脱技术	单,安装方便;修复(防控)	低渗透率和高黏土含量的地区使用;不能	用,90年代迅速发	抽屉技术联用	数年		
	效率高,治理时间段;运行	应用于承压含水层的污染物治理;控制不	展。在 1982~1999 年				
	和维护费用较低	当可能导致地下水中污染羽迁移;蒸汽可	美国地下水污染"超				
		能会迁移和释放到地表,造成二次污染	级基金"治理项目中				
			占 51%				

场地地块自然地形为东高西低,地形不平坦,地貌单元为丘陵。 场地底层较简单,自上而下依次可分为二层,即素填土和墙风华黑云 母花岗岩等。

该地块地下水主要为基岩裂隙水,流向为东北往西南,在场地内地下水埋深为 0.3~2.14m,场地底下水以上层滞水为主,多点位未见浅层地下水。需要修复的含水层厚度为 0.2/0.62m,污染物为 1,2-二氯乙烷,利用下表中修复技术适用条件,初步选择的修复技术主要有抽出-处理技术、空气吹脱技术、生物修复技术。

方法	适合的目标污染	适合的包气带类	适合的地下水埋
	物 2)	型 3)	深 4)
抽出-处理技术	a~e	b~c,g	a~c
空气吹脱技术	a~b	b~e,g	a~b
生物修复技术	a~c	a~e	a~c

表 3.5-2 常见地吸水污染修复技术使用表

注: 1) 抽出后处理技术同污水处理

- 2) 污染物物质类型: a-挥发性有机物; b-版挥发性有机物; c-三氮; d-重金属; e-持久性有机污染物。
- 3)适合的包气带类型: a-粘土; b-砂土; c-砾石; e-砂岩层; f-石灰岩层; g-有 裂缝或已风华的岩层。
- 4) 适合的地下水埋深: a-<1m; b-2~15m; c->15m。

由于本工程地下水量为基岩裂隙水,地下水类型不适用于空气吹脱技术;污染水量较小,就本工程而言,采用生物修复技术历时长,效率低;综上,本工程采用抽出-处理技术。结合本项目地下水的污染因子,采用活性炭吸附处理工艺处理污染地下水。

第4章 土壤异位修复工程设计

4.1 工程规模

本工程需要异位修复的污染土壤量为 1899.4m³, 土壤干重约为 92.2%, 比重约为 2.7kg/dm³。即本工程需要异位修复的污染土壤量为 5128 吨。污染土壤修复工程临时场地土壤处理工期为 20 天。

4.2 处理工艺设计

4.2.1 杂物清理系统

通过人工、机械等方式清除先进化工场地内需开展土壤修复区域内的杂物,通过专用垃圾车运到指定地点。

主要设备:

垃圾清运车(租赁)

设备参数:运输能力 5t

设备台数: 1台

4.2.2 污染土壤开挖及运输

修复施工单位在入场施工时,应首先按照前期调查评估报告给出的污染治理范围拐点坐标在现场确定所有点位的具体位置,并立即使用明显的标识物进行标识。当完成一个污染地块的所有拐点坐标测量工作后,必须及时上报监理单位,由其驻场人员进行复核及确认,形成相应的测量记录,完成污染地块的测量工作。

4.2.3 筛分系统

1、初步分选

主要内容:临时堆场的污染土壤经皮带输送机送至滚筒洗石机与螺旋洗砂机,同时进行高压水清洗,清洗后的泥水混合物进入搅拌槽。

(1) 双轴打散给料机

设备参数: 处 理 量 Q=40t/h

功 率 N=15KW

设备套数:1台

(2) 滚筒洗石机

设备参数: 处 理 量 Q=40t/h

功 率 N=37KW

设备套数: 1台

每台设备配喷头4个。

(3) 螺旋洗砂机

设备参数: 处 理 量 Q=10t/h

功 率 N=15KW

设备套数: 1台; 每台设备配喷头2个。

(4) 搅拌槽

设备参数: 直 径 Ø=2.5m

高 度 H=2.5m

功 率 N=7.5KW

设备套数: 1台

(5) 渣浆泵

设备参数:流 量: 250m³/h

功 率: 37KW

数量:1台,变频

(6) 皮带输送机(配套滚筒洗石机)

设备参数: 输 送 量 Q=40t/h

带 宽 D=800mm

机 长 L=15.0m

功 率 N=7.5KW

设备套数: 1 套

(7) 设备参数: 输 送 量 Q=10t/h

带 宽 D=650mm

机 长 L=10.0m

功 率 N=5.5KW

设备套数: 1套

(8) 皮带输送机(配套螺旋洗砂机)

设备参数: 输 送 量 Q=10t/h

带 宽 B=650mm

机 长 L=8m

功 率 N=5.5KW

设备套数: 1套

2、多级自控筛分系统

主要功能:土壤沙质成分比例较大,为此必须通过筛分系统,将输送的物料送至直线振动筛,将河砂分选出来,剩余泥水混合物汇入

集泥池,由泵提升至多级自控筛分系统。

(1) 多级自控重金属污染土壤异位治理系统(专利号 ZL 2013 1 0630028.9)

设备参数:

流 量: 250m³/h

数 量: 1套

功 率: 162.56KW

(2) 渣浆泵

设备参数: 流 量: 120m³/h

扬 程: 25m

功 率: 11KW

数量: 2台,变频

4.2.4 泥浆脱水减容系统

1、机械脱水设计

(1) 沉淀池

主要功能:分离后的泥浆进入沉淀池后,利用重力作用沉淀,沉淀后的污泥经泵抽送至调节池,经搅拌机充分搅拌调节,再用泵送到离心脱水机进行脱水减容。

结构类型:碳钢结构

池 数: 4座

设计参数: 处理量: 125m³/h

主要设备: 泥浆泵

设备参数: 流 量: 20m³/h

功 率: N=3KW

设备套数: 2台

(2) 调节池

结构类型:碳钢结构

设计参数: 直 径 Ø=2.5m

功 率 N=11KW

池 数: 2座

②螺杆泵

设备参数: 处 理 量 Q=60m³/h

功 率 N=37KW

设备套数: 2台,变频

(3) 机械脱水系统

主要功能:调节箱的淤泥通过耐腐蚀提升泵输送到高效脱水装置,得到脱水泥料(含固率:平均60%),尾水排到净化装置后续处理。

主要设备:

①离心脱水机(配套污泥切割机、清洗水泵等)

设备参数: 单台能力 Q=20~70m³/h

出泥含水率 ≤60%

功 率 N=55+18.5KW

数 量: 2 套

②皮带输送机

设备参数: 输 送 量 Q=10t/h

带 宽 B=500mm

机 长 L=15m

功 率 N=7.5KW

设备套数: 2套

4.2.5 加药系统

主要功能:配置稳定剂、重金属捕集剂、PAC、PAM等溶液。

主要设备技术指标:

主要设备: ①稳定剂制备装置

设备参数: 直 径: D=1.5m

高 度: H=2m

功 率: N=1.5KW

设备套数: 1台

②稳定剂投加泵

设备参数: 流 量: 500L/h

功 率: N=1.5KW

设备套数: 1台

③重金属捕集剂制备装置

结构类型:玻璃钢

外形尺寸: Φ1.6×1.5m

设备套数: 1台

④捕集剂投加泵

设备参数: 流 量: 200L/h

功 率: 1.5KW

设备套数: 1台

⑤絮凝剂溶药装置

设备参数: 直 径: D=1.5m

高 度: H=2m

功 率: N=2.2KW

设备套数: 1台

⑥絮凝剂投加泵

设备参数:流 量: 1000L/h

功 率: N=1.5KW

设备套数: 1台

⑦PAM溶药装置

设备参数:设备尺寸:投药能力8kg/h

功 率: N=6Kw

设备套数: 1台

PAM溶药装置

设备参数:设备尺寸:投药能力3kg/h

功 率: N=6Kw

设备套数: 1台

⑧PAM投加泵

设备参数:流 量: 1m³/h

功 率: N=3KW

设备套数: 1台

设备参数:流 量: 4m³/h

功 率: N=3KW

设备套数: 1台

4.2.6 尾水处理系统

主要功能:污泥脱水过程中产生的尾水进入尾水沉淀池,经预处理加药沉淀后,进入回用水池,排放尾水中重金属污染物满足《山东省半岛流域水污染物综合排放标准》(DB37/676-2007)标准后回用至水洗系统。

一、尾水沉淀池

结构类型:碳钢

池 数: 4座

设计参数: 处理量: 100m³/h

主要设备: 泥浆泵

设备参数:流 量: 20m³/h

功 率: N=11KW

设备套数: 2台

二、回用水池

结构类型:钢筋混凝土

池 数: 1座

设计参数:池容500m3

主要设备:

①回用水泵

设备参数: 流 量: 250m³/h

扬 程: 45m

功 率: 75KW

设备套数: 2台(1用1备,1台变频)

②排水泵

设备参数: 流 量: 150m³/h

扬 程: 45m

功 率: 55KW

设备套数: 2台

4.2.7 主要工程量表

表 5-7 疏浚、回填以及厂区土建工程量

序号	名 称	规 格	单 位	数量	备注	
1	土壤挖运		m ³	1899.4		
2	土方回填		m^3	1234.6		
3	污泥处置		m^3	844.9		
4	回用水池	200	m ³	1	钢混结构	
5	临时行车道	6m 宽	m	150		
6	临时处理场地		m ²	4000	水泥硬化路面	
7	临时场地围墙		m	330		
	垃圾清运车	5t	台	1	租赁1天	

表 4.2-1 主要设备一览表

序号	设备名称	规格、性能与材质	单位	数量	备注
1	双轴打散给料机	Q=40t/h N=15kW	台	1	
2	皮带输送机	Q=40t/h N=7.5kW L=16m	台	1	
3	滚筒洗石机	Q=40t/h N=37kW	台	1	
4	皮带输送机	Q=10t/h N=5.5kW L=10m	台	1	
5	螺旋洗砂机	Q=10t/h N=15kW	台	1	
6	皮带输送机	Q=10t/h N=5.5kW L=10m	台	1	
7	搅拌槽 (配搅拌机)	N=7.5kW	套	1	
8	泥浆泵(搅拌槽至筛分)	Q=250m ³ /h H=25m N=37kW	套	1	变频
9	多级自控筛分系统	Q=250m ³ /h N=162.56KW	套	1	
10	渣浆泵	Q=120m ³ /h H=25m N=11kW	台	2	
11	搅拌机	N=11kW	套	1	
12	螺杆泵	Q=60m ³ /h H=25m N=37kW	套	2	变频
13	离心脱水机	Q=20~70m ³ /h H=25m N=75kW	台	2	
14	皮带输送机	Q=10t/h N=7.5kW 15m	台	2	
15	稳定剂制备装置	Φ1.5×2.0m N=2.2kW	套	1	
16	加药泵	Q=500L/h N=1.5kW	套	1	
17	捕集剂溶药装置	Φ1.6×1.5m N=2.2kW	套	1	
18	捕集剂投加泵	Q=200L/h N=1.5kW	套	1	
19	絮凝剂溶药装置	Φ1.5×2.0m N=2.2kW	套	1	
20	絮凝剂加药泵	Q=1000L/h N=1.5kW	台	1	
21	PAM 溶药装置(阴离 子)	投药能力 3kg/h N=6kW	套	1	
22	加药泵 (螺杆泵)	Q=1000L/h N=3kW	台	2	

23	PAM 溶药装置(阳离子)	投药能力 8kg/h N=6kW	套	1	
24	加药泵 (螺杆泵)	$Q=4m^3/h$ $N=3kW$	台	2	
25	回用水泵	Q=250m ³ /h H=45m N=75KW	套	2	1 用 1 备, 1 台变频
26	排水泵	Q=100m ³ /h H=45m N=37KW	套	1	
27	调节池	Ф2.5	台	2	
28	沉淀池	54m ³	台	4	
29	尾水沉淀池	54m ³	台	4	
30	污泥泵	Q=20m ³ /h N=3kW	台	4	

表 4.2-2 主要能耗一览表

序号	项目		单位	数量
1		稳定剂 01#	吨	7.5
2	药剂	絮凝剂	吨	25.5
3		PAM	吨	5.46
4		DTCR	吨	0.92
5	水量		水量 吨	
6	电		度	66662.4

第5章 工程投资估算及成本分析

5.1 投资估算

5.1.1 编制说明

本工程为原招远先进化工有限公司地块污染场地土壤修复工程。

工程投资估算以设计方案为依据,结合工程实际情况进行编制。 投资内容包括工程全部单项工程费用、工程建设其他费用、预备费和 土壤处理处置费用。

5.1.2 编制依据

- 1、文件依据
- ①《建设工程工程量清单计价规范》 GB50500-2013
- ②《全国市政工程投资估算指标》 HGZ47-2007
- ③《市政工程投资估算编制办法》 建标[2007]164号
- ④《建设工程监理收费标准》 发改价格[2007]670号
- ⑤《建设项目前期工作咨询收费暂行规定》 计价格[1999]1283
 - ⑥《工程勘查设计收费标准》 2002 年修订本
 - ⑦《建设工程环境影响咨询收费标准》 计价格[2002]125号
 - ⑧《招标代理服务收费标准》 计价格[2002]1980 号
 - ⑨《建设项目经济评价方法与参数》 发改投资[2006]1325 号
 - 2、参考定额和价目表
 - ①山东省建筑工程价目表(2015)
 - ②山东省市政工程价目表(2015)

- ③山东省安装工程价目表(2015)
- ④《山东省建设工程概算定额》(鲁建标字[2009]32号)
- ⑤相关的配套的费用定额及工程消耗量定额

3、材料价格

依据项目所在地建设工程造价管理部门发布的最新一期工程造价信息,并参考当地材料市场价格。

4、设备价格

设备价格均以询价、厂家报价为依据。

5、其它工程费用

主要采用建设部(2007)建标字第 164 号文《市政工程可行性研究投资估算编制办法》中其它费用定额,并结合当地其体情况而定。

6、基本预备费:按第一、二部分费用之和的8%计算。

5.1.3 投资估算的组成

本工程投资估算根据工艺方案比较的需要进行编制,估算内容包括:本工程土壤疏浚、临时处理场地租赁、设备使用费以及工程建设 其他费用等相关工程的投资。

工程总投资为344.11万元。

其中:

第一部分工程费用: 107.31 万元

第二部分其它费用: 129.96 万元

基本预备费: 18.98 万元

土壤处理处置费用: 87.86 万元

5.2 资金筹措

本工程投资为344.11万元,建设资金由省级和地方统筹解决。