

# 高新区恒基水泥等 7 宗地场地调查与 风险评价

—宁波小龙化学品制造有限公司地块

场地风险评估报告

主要内容简本

项目委托单位：宁波市国土资源局国家高新技术产业开发区分局

项目承担单位：永清环保股份有限公司

二〇一七年十一月

## 一、项目由来

随着经济发展和城镇建设速度的加快，土地用地性质的变更越来越频繁，许多原有的工业用地被逐步开发为居住用地、商业或娱乐公园用地。工业企业遗留的环境问题不仅可能对土壤、地下水等造成一定影响，而且可能危害到群众健康安全。2011 年 10 月，国务院《关于加强环境保护重点工作的意见》（国发〔2011〕35 号）明确提出：“被污染场地再次进行开发利用的，应进行环境评估和无害化治理”；国家环保部、工信部、国土资源部、住建部等 4 部门联合下发的《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）中也提出：“以已关停并转、破产、搬迁的化工、金属冶炼、农药、电镀和危险化学品、储存、使用企业，且原有场地拟再开发利用以及本地区其他重点监管工业企业为对象，组织开展环境调查和风险评估，掌握场地土壤和地下水污染基本情况，排查被污染场地（包括潜在被污染场地），建立被污染场地数据库和环境管理信息系统并共享信息”；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）明确提出“到 2015 年，全面摸清我国土壤环境状况”，并在主要任务中提出“强化被污染土壤的环境风险控制。已被污染地块改变用途或变更使用权人的，应严格按照有关规定开展土壤环境风险评估，并对土壤环境进行治理修复，未开展风险评估或土壤环境质量不满足建设用地要求的，有关部门不得核发土地使用证和施工许可证。经评估认定对人体健康有严重影响的污染地块，要采取措施防止污染扩散，治理达标前不得用于住宅开发”。

根据浙环发〔2013〕28 号《关于加强工业企业污染场地开发利用监督管理的通知》：原址场地拟开发利用的，应当对原有场地（包括周边一定范围内的土地）的土壤和地下水污染状况进行调查，评估环境风险；对经评估确认已受污染且需治理修复的场地，应当在再开发利用前进行治理修复，达到治理修复目标要求后，方可开发利用。

根据《国务院关于印发土壤污染防治行动计划的通知》（国发〔2016〕31 号）、《浙江省人民政府关于印发浙江省土壤污染防治工作方案的通知》（浙政发〔2016〕47 号）精神，宁波市制定了《宁波市土壤污染防治工作方案》，方案中提出要建立强制调查

评估制度：根据国家、省有关建设用地土壤环境调查评估要求，结合全市土地利用总体规划和土地年度利用计划，对重点行业企业用地中拟收回土地使用权的、已收回土地使用权的，以及用途拟变更为居住和商业、学校、医疗、养老机构等公共管理与公共服务等用途的关停企业原址用地，由相关责任主体开展土壤环境质量调查评估。

宁波国家高新区管委会于 2011 年 11 月对宁波小龙化学品制造有限公司地块（以下简称“小龙化工地块”）进行收购，现拟挂牌出让给其他公司从事房地产开发活动，目前，该场地内的建筑于 2012 年已拆除，但未作平整，至今为杂草地，土地利用性质也拟将从工业用地转为商住混合用地。根据《宁波国家高新区 GX05 地块控制性详细规划》，小龙化工所在地块的用地性质已规划为商住混合用地。2016 年 10 月浙江环科环境咨询有限公司受宁波国家高新区管委会委托对场地进行了实地探勘、走访调查等，完成了第一阶段的初步调查-即《高新区恒基水泥等 7 宗地场地初步调查报告》（本次调查的宁波小龙化学品制造有限公司地块属于 7 宗地之一）。同时，根据 2017 年 9 月委托永清环保股份有限公司完成的《高新区恒基水泥等 7 宗地场地调查与风险评价—宁波小龙化学品制造有限公司地块第二阶段场地调查报告》，宁波小龙化学品制造有限公司地块内出现镍、苯胺和邻硝基甲苯超标，确定为污染地块，需开展场地风险评估工作。

为认真贯彻国家环发〔2012〕140 号、国办发〔2013〕7 号、环发〔2014〕66 号及浙环发〔2013〕28 号等文件精神，防范涉重、危险化学品工业企业关停搬迁过程中产生二次污染和次生突发环境事件，确保工业企业原址污染场地在开发利用前环境风险得到有效控制。宁波市国土资源局国家高新技术产业开发区分局决定对小龙化工地块场地开展场地风险评估工作，根据场调及风评的结果确定是否需要开展后续的土壤污染修复工作。

宁波市国土资源局国家高新技术产业开发区分局通过招标投标程序委托永清环保股份有限公司进行第二阶段的场地环境调查及风险评估工作。我公司接受委托后，立即成立项目组，在场地调查的基础上，按照浙江省地方标准《污染场地风险评估技术导则》（DB33/T892-2013）及《污染场地风险评估技术导则》（HJ25.3-2014）等技术规范，展开了宁波小龙化学品制造有限公司地块场地风险评估工作。评估对象为小龙

化工地块内的土壤和地下水，通过定性和定量方法评估污染物对人体健康产生的风险，划分场地风险不可接受污染区域的范围、深度；并根据工程范围内未来用地方式提出优先关注污染物的风险控制值，为下一阶段制定场地污染土壤的清理和修复方案提供科学依据。

## 二、评估范围及评估对象

### （一）评估范围

根据委托方的要求，本次污染场地风险评估范围主要针对小龙化工地块的用地红线范围内的区域，总面积约 19.97 亩。

### （二）评估对象

根据委托方的要求，本次污染场地风险评估对象为调查范围内可能受到污染的土壤和地下水，评估其对周边环境和人体健康的危害程度，提出风险控制值。

## 三、环境质量相关标准

根据《宁波国家高新区（GX05 地段）控制性详细规划规划》中的土地利用规划图，本次评估的区域规划为商住混合用地。本次风险评估采用的标准如下：

### （1）浙江省地方标准《污染场地风险评估技术导则》（DB33/T892-2013）

《污染场地风险评估技术导则》(DB33/T892-2013)是浙江省环境保护厅于 2013 年 5 月 17 日发布的地方推荐性导则，该导则附录 A 中的风险评估筛选值是开展场地污染风险评价的临界值，即在确定了开发场地土地利用类型的情况下，土壤污染物检测最高浓度低于启动值时，该场地不需风险评估即可直接用于该土地利用类型的再开发利用。根据《宁波市国家高新区 GX05 地块控制性详细规划》，小龙化工地块的场地规划为商住混合用地，因此，本项目在选用关注污染物时，采用《污染场地风险评估技术导则》(DB33/T892-2013)附录 A 的“住宅及公共用地筛选值”作为首选标准。具体标准值如下：

表 1.2-1 《污染场地风险评估技术导则》(DB33/T892-2013)附录 A

项目	住宅及公共用地筛选值（单位：mg/kg）
镍	50
苯胺	4

### （2）《展览会用地土壤环境质量评价标准（暂行）》(HJ350-2007)

《展览会用地土壤环境质量评价标准》根据不同的土地开发用途对土壤中污染物的含量控制要求，将土地利用类型分为两类：I类主要为土壤直接暴露于人体，可能对人体健康存在潜在威胁的土地利用类型；II类主要为除I类以外的其他土地利用类型，如场馆用地、绿化用地、商业用地、公共市政用地等。本次风险评估在确定土壤清理目标值时，采用《展览会用地土壤环境质量评价标准（暂行）》(HJ350-2007)B级标准作为参考标准。具体标准值如下：

表 1.2-2 《展览会用地土壤环境质量评价标准（暂行）》(HJ350-2007) 单位：mg/kg

项目	A 级标准	B 级标准
镍	50	2400
苯胺	5.8	56

(3) 针对国内无邻硝基甲苯的土壤质量标准，因此，本报告参考“Soil screening guidance:User's guide (RSL) 中的居住用地”的标准值 2.9mg/kg 进行评价。

## 四、评估内容

本次风险评估的工作内容包括以下几个方面：

### (1) 筛选关注污染物，进行土壤的危害识别

根据项目编制的《高新区恒基水泥等 7 宗地场地调查与风险评价—宁波小龙化学品制造有限公司地块第二阶段场地调查报告》中对各土壤及地下水样品的污染物检测数据及统计结果，对照场地未来规划的土地利用方式，采用《污染场地风险评估技术导则》(DB33/T892-2013) 附录 A 中“住宅及公共用地筛选值”，判断土壤中污染物的重点分布区域，筛选优先关注污染物，分析优先关注污染物含量与分布规律。

### (2) 划定风险不可接受的污染区域

采用《污染场地风险评估技术导则》(DB33/T892-2013) 推荐的模型，计算重点污染区域关注污染物经不同暴露途径的致癌风险及危害商，分析区域场地环境对人体健康的可接受程度，若超过标准规定的可接受风险水平，则划定风险不可接受的污染区域。

### (3) 推导评估范围内土壤重金属风险控制值

根据不同污染区域的污染特征，结合片区的水文地质条件，利用《污染场地风险评估技术导则》(DB33/T892-2013) 推荐的模型，推导土壤中关注污染物的风险控制

值。并参考国内外有关土壤环境质量标准对污染物含量的要求和区域土壤背景值等，综合判断和选择评估范围内的土壤清理目标值。

(4) 确定评估范围内土壤清理的范围与规模

依据污染土壤修复建议目标值，采用插值方法，初步确定评估区域内污染土壤的清理范围，估算土壤清理面积及规模，为编制土壤修复方案提供依据。

五、风险识别

根据《宁波市国家高新区GX05地块控制性详细规划》中的土地利用规划图，本次评估的区域规划为商住混合用地，周边区域的用地亦规划为居住、商业用地等，无工业用地。在规划用地方式下，商住混合用地区域的敏感人群主要为物业工作人员及小区居住的居民（包括成人和儿童），接触时间较长。因此，本工程评估范围内土壤污染存在的风险主要分为：因土壤污染含量超标导致的对工作人员、居民的健康风险。因目前项目所在地及周边居民均使用自来水，未饮用地下水，亦未用于农业灌溉，因此，地下水环境对居民等人群的健康风险影响不大。

六、确定关注污染物

根据《高新区恒基水泥等 7 宗地场地调查与风险评价—宁波小龙化学品制造有限公司地块第二阶段场地调查报告》，镍、苯胺在土壤中的含量均超过了 (DB33/T892-2013)附录 A 住宅及公共用地筛选值，邻硝基甲苯在土壤中的含量超过了 Soil screening guidance:User's guide（RSL）中居住用地，因此，镍、苯胺、邻硝基甲苯均为本次风险评估的关注污染物。具体见表 4.2-1。

表 4.2-1 土壤关注污染物筛选

编号	污染物名称	检测最高浓度(mg/kg)	(DB33/T892-2013)附录 A 住宅及公共用地筛选值	Soil screening guidance:User's guide（RSL）-居住用地	是否列为关注污染物
1	镍	801	50	/	是
2	苯胺	238	4	/	是
3	邻硝基甲苯	395	/	2.9	是

## 七、确定暴露情景及暴露途径

### （一）暴露情景

#### 1、场地内污染源的相关信息

根据《高新区恒基水泥等 7 宗地场地调查与风险评价—宁波小龙化学品制造有限公司地块第二阶段场地调查报告》，小龙化工场地内的关注污染物为镍、苯胺和邻硝基甲苯，土壤中镍的最大浓度为 801mg/kg，苯胺的最大浓度为 238mg/kg，邻硝基甲苯的最大浓度为 395mg/kg。地下水中镍、苯胺和邻硝基甲苯均未检出。根据附件 A 对关注污染物镍、苯胺、邻硝基甲苯的毒性描述，镍、苯胺、邻硝基甲苯的致癌和非致癌性兼备，本报告既评估其致癌风险，又评估其非致癌危害。

#### 2、污染的迁移模式及场地的特征信息

土壤中的镍主要来源于岩石风化、大气降尘、灌溉用水(包括含镍废水)、农田施肥、植物和动物遗体的腐烂等。植物生长和农田排水又可以从土壤中带走镍。通常，随污灌进入土壤的镍离子被土壤无机和有机复合体所吸附，主要累积在表层。

苯胺微溶于水，溶于乙醇、乙醚、苯，性质稳定。由于苯胺是油状液体，故土壤对其有很好的吸收作用。

邻硝基甲苯为黄色油状透明液体，有硝基苯的气味。不溶于水，可溶于苯、氯仿和石油醚，与乙醇和乙醚混溶。随水蒸气一起挥发。

#### 3、场地内敏感人群的相关信息

在商住混合用地方式下，儿童和成人均可能暴露于场地污染而产生健康危害，对于致癌效应，应考虑人群的终生暴露危害，一般根据儿童和成人的暴露来评估污染物的终生致癌风险；对于非致癌效应，儿童体重较轻、暴露量较高，一般根据儿童的暴露来评估污染物的非致癌效应。

根据场地的规划用地类型，本次评估按敏感人群包含儿童时提出各污染物的暴露量。

### （二）暴露途径

根据《污染场地风险评估技术导则》(DB33/T892-2013)规定，污染物的暴露途径分为土壤污染物暴露途径和地下水暴露途径，其中土壤污染物暴露途径包括

经口摄入土壤、皮肤接触土壤、吸入空气中土壤颗粒物、吸入室外空气中污染物蒸汽、吸入室内空气中污染物蒸气、经口摄入地下水途径共 6 种。

本次风险评估的暴露途径分析主要从以下三个方面进行：

### （1）关注污染物特性

根据场地环境调查结果和场地监测报告，场地周边土壤中镍、苯胺均有超过 (DB33/T892-2013)附录 A 住宅及公共用地筛选值的现象，厂区外围及厂区内地下水污染物中无重金属及有机物超标。本次关注的污染物为镍、苯胺和邻硝基甲苯，根据其理化性质，镍为重金属，无挥发性；苯胺为半挥发性有机物，邻硝基甲苯属于有机物。

### （2）污染物迁移路径

土壤中的污染物主要通过空气、地下水、地表水等介质进行迁移。表层土壤中的污染物可以通过土壤飘尘的形态以大气扩散的方式进行迁移；表层土壤中的污染物可通过地表径流扩散到场地内各处以及场地外；表层、中层和下层土壤中的污染物可通过降雨淋溶的方式渗透进入地下水体，进而扩散到场地四周；此外，污染土壤还可经由人类活动（如施工挖掘）迁移到场地内及场地外。

同时，考虑到受降雨淋滤作用，本场内土壤中的污染物存在向地下水或周边水体迁移的情况，造成地下水污染或地表水污染，进而影响场地外人群（例如场地周边居民，周边工作人员等）。但根据规划，本工程场地及周边的居民饮用水源为自来水，不使用地下水，且根据对场内地下水的监测结果，场内地下水目前未受到重金属镍、有机物苯胺和邻硝基甲苯的污染。因此，地下水环境对场地内及周边居民饮水不敏感，本次评估暂不考虑饮用地下水的暴露途径对人群的风险。

### （3）可能受影响的人群

在场地开发及后续使用过程中，可能受污染物影响的敏感人群有：

1) 区内的工作人员：场地修建为住宅及公园绿化用地后，在此的物业管理人、绿化工人和环卫工人将接触土壤中污染物而受到暴露。

2) 场地内及周边居民：小龙化工地块规划为商住混合用地，建设住宅小区后，居住在此的居民长期生活在小区内，可能会接触土壤而受到暴露；周边居民可能进入本场地内玩耍而接触土壤污染区受到暴露。



综上所述，本场地的人群暴露途径如下：

镍属于重金属，根据其理化性质，无挥发性，且(DB33/T892-2013)、(HJ25.3-2014)及其他文献中无法查找到“空气中扩散系数(Da)”和“水中扩散系数(Dw)”，因此，镍的暴露途径主要考虑经口摄入土壤、皮肤接触土壤、吸入土壤颗粒物3种途径，不考虑吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物、吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物2种暴露途径。

因此，苯胺、邻硝基甲苯的暴露途径主要考虑经口摄入土壤、皮肤接触土壤、吸入空气中土壤颗粒物、吸入室外空气中污染物蒸气、吸入室内空气中污染物蒸气途径5种暴露途径。

## 八、风险表征

### (一) 土壤中单一污染物致癌风险

小龙化工地块内的致癌风险水平的结果分析如下：

对照导则规定的可接受致癌风险水平为  $10^{-6}$ ，在调查场地，镍污染物通过吸入空气中土壤颗粒物途径的总致癌风险大于  $10^{-6}$ ，风险区域在 14# 采样点附近。苯胺污染物通过经口摄入途径的总致癌风险大于  $10^{-6}$ ，风险区域在 12# 采样点附近。邻硝基甲苯污染物通过经口摄入和皮肤接触途径的致癌风险大于  $10^{-6}$ ，风险区域在 33# 采样点。说明，场地内镍、苯胺、邻硝基甲苯污染物的对人体健康均有潜在的健康风险，高风险区集中在小龙化工场地北侧 33# 采样点及周边区域。

### (二) 土壤中单一污染物危害商

小龙化工地块内的危害指数的结果分析如下：

对照导则规定的可接受危害商 1，在调查场地，镍污染物通过经口摄入、皮肤接触、吸入土壤颗粒物单一途径的危害指数及所有暴露途径的总危害指数均小于 1。

苯胺污染物通过经口摄入、皮肤接触、吸入土壤颗粒物、吸入室外空气中污染物蒸气、吸入室内空气中污染物蒸气等单一途径的危害指数均小于 1，但在 12# 采样点苯胺污染物通过所有暴露途径的总危害指数大于 1。

邻硝基甲苯污染物通过经口摄入单一途径的危害指数大于 1，风险区域在 33# 采样点附近。

说明场地内，对人体健康危害较大的是邻硝基甲苯和苯胺污染物，高风险区

域集中的 12#采样点（即原化工仓库）和 33#采样点（即机修车间）。

## 九、确定土壤修复目标值

污染场地土壤修复目标值的确定是一个综合的研判过程，本次风险评估确定的土壤修复建议目标值仅作为后续土壤修复方案设计阶段确定土壤修复最终目标值的主要参考值，并不能作为土壤修复的最终目标值，后续土壤修复工作中最终确定的修复目标值的确定以土壤修复设计方案为准。本次土壤修复建议目标值的选择主要考虑如下几个方面：

1) 通过导则公式计算得到的基于致癌和非致癌效应的土壤修复限值；

2) 区域土壤背景值资料：由于场地周边多为工业企业，因此本次采样过程中在现场三个方位对照点采集的土壤样品检测的污染物浓度并不能代表整个宁波市的土壤背景值，可能会过高或过低的评估对当地人体健康产生的风险，因此，本次评估采用的土壤背景值参考《宁波市土壤环境背景值及其分异性特征》中调查的数据的 14.6~51.43mg/kg，以及《中国土壤元素背景值》的 14.6~68.1mg/kg）。

3) 我国已颁布的相关环境标准限定值及地方标准。

各污染物计算的土壤修复限值及相关标准对比表 8.2-1：

**表 8.2-1 关注污染物的土壤修复限值与相关标准对比表（单位：mg/kg）**

类别	镍	苯胺	邻硝基甲苯
计算得到的土壤修复限值最小值	66.16	65.14	2.0
宁波地区的区域土壤背景值	14.6~68.1	—	—
(GB15618-1995) 一/二/三级标准	40/50/60/200	—	—
(HJ350-2007)A/B 级	50/2400	5.8/56	—
(DB33/T892-2013)附录 A 住宅及公共用地筛选值	50	4	—
Soil screening guidance:User's guide (RSL) -居住用地	—	43	2.9
场地内实际检测范围	4.23~801	ND~238	ND~395
厂区外围对照点的检测最大值	35.8	0.1	—

根据表 8.2-1，小龙化工场地土壤中镍污染物通过导则计算所得的土壤修复限值位于宁波地区的背景值范围内，同时考虑到目前我国土壤污染修复的实际水平，参考浙江省地方标准《污染场地风险评估技术导则》(DB33/T892-2013)的住宅及公共用地筛选值、《展览会用地土壤环境质量评价标准（暂行）》(HJ350-2007)的 A 级和 B 级标准、Soil screening guidance:User's guide (RSL) 以及场地调查阶

段的土壤检测值进行综合考虑。

根据导则计算的土壤修复限值，通过与国家相关质量标准、评价标准及区域背景值对比，该地块未来用于商住混合用地，综合考虑到人体健康风险可接受程度、修复经济成本、技术可行性和管理需求，小龙化工场地内的土壤修复建议目标值的确定过程如下：

#### 一、土壤修复建议目标值的选择

土壤清理目标值按照各用地方式下的计算结果与表 9.1-2 中的各类标准进行对照比较进行选择，结合土壤修复的技术、当地的经济水平及在施工过程中对周边环境的影响确定合理的数值作为本次风险评估确定的土壤清理目标值。在可接受风险值为  $10^{-6}$ ，本项目土壤修复建议目标值的确定过程如下：

1) 镍污染物采用导则计算所得的土壤修复限值最小值为 66.16mg/kg，位于宁波地区的背景值范围内；对照(GB15618-1995) 三级标准的 200mg/kg，(HJ350-2007) A、B 级的 50mg/kg、2400mg/kg，计算所得土壤修复限值最小值高于(GB15618-1995) 二级标准和(HJ350-2007) A 级标准，低于(GB15618-1995) 三级标准及(HJ350-2007) B 级标准。小龙化工地块的用地规划为商住混合用地，参考(HJ350-2007) 中不同独立开发用途对土壤污染物的含量控制要求，符合 A 级标准的土壤可适用于各类土地利用类型，超过 B 级标准的必须实施土壤修复工程。因此，建议小龙化工地块镍污染物的土壤修复建议目标值定为 66.16mg/kg。

2) 苯胺污染物采用导则计算所得的土壤修复限值最小值为 65.14mg/kg，对照(HJ350-2007) A、B 级的 5.8mg/kg、56mg/kg。计算所得土壤修复限值最小值高于(HJ350-2007) 的 B 级标准，且远高于场地外围对照点的检测浓度。参考(HJ350-2007) 中不同独立开发用途对土壤污染物的含量控制要求，符合 A 级标准的土壤可适用于各类土地利用类型，超过 B 级标准的必须实施土壤修复工程，因此，计算结果 65.14mg/kg 作为土壤修复建议目标值不适用。对照《污染场地风险评估技术导则》(DB33/T892-2013)的住宅及公共用地筛选值 4mg/kg 以及(HJ350-2007) A 级标准 5.8mg/kg，建议苯胺污染物的土壤修复建议目标值采用(DB33/T892-2013)的住宅及公共用地筛选值 4mg/kg。

3) 邻硝基甲苯污染物采用导则计算所得的土壤修复限值最小值为2.0mg/kg，对照Soil screening guidance:User's guide (RSL) -居住用地的2.9mg/kg。计算所得

土壤修复限值最小值低于Soil screening guidance:User's guide (RSL)-居住用地, 建议邻硝基甲苯污染物的土壤修复建议目标值采用本次计算结果2.0mg/kg。

综上所述, 本次评估的场地规划用于商住混合用地, 小龙化工场地内土壤各污染物的土壤修复建议目标值分别为镍 66.16mg/kg, 苯胺 4mg/kg, 邻硝基甲苯 2.0mg/kg, 确定结果见表 8.2-2。

表 8.2-2 关注污染物的土壤修复建议目标值的确定

序号	污染物	修复建议目标值 (mg/kg)
1	镍	66.16
2	苯胺	4
3	邻硝基甲苯	2.0

## 十、清理土方量估算

### (一) 清理面积

根据 8.2 章节确定的土壤修复建议目标值, 利用 Surfer 软件反距离插值法计算污染土壤的清理范围。根据暴露途径的不同, 场地调查阶段设置了 4 个采样点, 详细调查阶段设置了 18 个采样点, 取样深度分为 0~50cm、50~100cm、100~150cm、150~200cm、200~250cm、250~300cm、300~400cm、400~500cm、500~600cm, 并对初步采样阶段出现超标的 12#和 14#采样点进行加深采样, 取样深度分为 300~400cm、400~500cm、500~600cm。评估范围内不同深度需清理的土壤采样点分布见下表:

表 9.1-1 评估范围内不同深度需清理的土壤采样点分布

土层	需修复的污染物及所在点位
0~50cm 层土壤	12# (苯胺)、14# (镍)、33# (邻硝基甲苯)
50~100cm 层土壤	12# (苯胺)、33# (镍)、49# (镍)、33# (邻硝基甲苯)
100~150cm 层土壤	49# (镍)、33# (邻硝基甲苯)
150~200cm 层土壤	33# (邻硝基甲苯)
200~250cm 层土壤	33# (邻硝基甲苯)
250~300cm 层土壤	12# (邻硝基甲苯)、14# (邻硝基甲苯)
300~400cm 层土壤	无
400~500cm 层土壤	无
500~600cm 层土壤	无

不同深度的土壤清理范围汇总见表 9.1-2。

表 9.1-2 场地内不同土层的清理面积汇总

镍污染类型		
场地名称	土层	清理面积(m <sup>2</sup> )
小龙化工地块	0~50cm 层土壤 (14#)	26

	50~100cm 层土壤 (33#、49#)	2094
	100~150cm 层土壤 (49#)	624
	<b>苯胺污染类型</b>	
	0~50cm 层土壤 (12#)	1058
	50~100cm 层土壤 (12#)	208
	<b>邻硝基甲苯污染类型</b>	
	0~50cm 层土壤 (33#)	1573
	50~100cm 层土壤 (33#)	1060
	100~150cm 层土壤 (33#)	2144
	150~200cm 层土壤 (33#)	1021
	200~250cm 层土壤 (33#)	1008
	250~300cm 层土壤 (12#、14#)	1887
	<b>所有污染物汇总</b>	
	0~50cm 层土壤	2482
	50~100cm 层土壤	3245
	100~150cm 层土壤	2768
	150~200cm 层土壤	1021
	200~250cm 层土壤	1008
	250~300cm 层土壤	1887

## (二) 清理土方量

本次风险评估调查了评估范围内土壤中的镍、苯胺和邻硝基甲苯在 0~600cm 剖面中的累积与分布情况,关注污染物的检测浓度由表层土壤往下含量下降,苯胺污染物的污染深度为 1m;镍污染物的污染深度为 3m,但在 2.5~3m 土壤层镍略超过(DB33/T892-2013)附录 A 筛选值,但未超过土壤修复建议目标值;邻硝基甲苯的污染深度为 3m。通过与土壤修复建议目标值的对比,苯胺污染物的修复深度为 0~100cm 土壤层,镍污染物的修复深度为 0~150cm 土壤层,邻硝基甲苯的修复深度为 0~300cm 土壤层。

该场地用于二类居住用地或商住混合用地,调查范围内清理土壤土方量见表 9.2-1,该清理土方量为风险评估在现有条件下估算的土方量,仅作为后续土壤修复方案设计阶段的主要参考值,实际清理土方量以土壤修复方案设计阶段统计的土壤量为准。

**表 9.2-2 不同区域的清理土方量汇总**

<b>镍清理区</b>	
土层	清理土方量(m <sup>3</sup> )
0~50cm 层土壤	13
50~100cm 层土壤	1047
100~150cm 层土壤	312

小计	1372
<b>苯胺清理区</b>	
0~50cm 层土壤	529
50~100cm 层土壤	104
小计	633
<b>邻硝基甲苯清理区</b>	
0~50cm 层土壤	787
50~100cm 层土壤	530
100~150cm 层土壤	1072
150~200cm 层土壤	511
200~250cm 层土壤	504
250~300cm 层土壤	942
小计	4346
<b>所有污染物清理土方量汇总</b>	
0~50cm 层土壤	1241（其中受苯胺和邻硝基甲苯混合污染需清理的土方量约 88m <sup>3</sup> ）
50~100cm 层土壤	1622（其中受镍和邻硝基甲苯混合污染需清理的土方量约 59m <sup>3</sup> ）
100~150cm 层土壤	1384
150~200cm 层土壤	511
200~250cm 层土壤	504
250~300cm 层土壤	942
总计	6204

综上计算，小龙化工地块内受镍、苯胺和邻硝基甲苯污染需清理的总土方量约6204m<sup>3</sup>，其中单纯受镍污染的土方量约1313m<sup>3</sup>，单纯受苯胺污染的土方量约545m<sup>3</sup>，单纯受邻硝基甲苯污染的土方量约4199m<sup>3</sup>，受镍和邻硝基甲苯混合污染的土方量约59m<sup>3</sup>，受苯胺和邻硝基甲苯混合污染的土方量约88m<sup>3</sup>。

## 十一、结论和建议

### （一）结论

#### 1、关注污染物及暴露途径

本报告为小龙化工污染场地风险评估，根据宁波市规划局《宁波市国家高新区 GX05 地块控制性详细规划》的土地利用规划图，本次评估的小龙化工地块规划为商住混合用地。该场地的关注污染物主要为镍、苯胺和邻硝基甲苯，其中镍属于重金属，结合污染物在土壤环境中的行为特征，分析人群的主要暴露途径为：经口摄入途径、皮肤接触土壤途径、吸入土壤颗粒物途径；苯胺和邻硝基甲苯属于有机物，人群的主要暴露途径为经口摄入土壤、皮肤接触土壤、吸入空气中土壤颗粒物、吸入室外空气中污染物蒸汽、吸入室内空气中污染物蒸气途径。

#### 2、区域可接受风险水平

在查找了污染物的相关毒理学参数后，采用导则推荐的模式对场地土壤污染物的致癌风险及非致癌风险危害商进行了计算，结果表明，土壤中镍污染物在 14#采样点经吸入土壤颗粒物途径的致癌风险大于导则给出的可接受风险值  $10^{-6}$ ，苯胺污染物在 12#采样点经口摄入途径的致癌风险大于  $10^{-6}$ ，邻硝基甲苯污染物在 33#采样点通过经口摄入和皮肤接触途径的致癌风险大于  $10^{-6}$ 。说明，场地内镍、苯胺、邻硝基甲苯污染物的对人体健康均有潜在的健康风险，高风险区集中在小龙化工场地北侧 33#采样点及周边区域。

镍污染物通过经口摄入、皮肤接触、吸入土壤颗粒物单一途径的危害指数及通过所有暴露途径的总危害指数均小于导则给出的可接受危害商 1；苯胺污染物通过经口摄入、皮肤接触、吸入土壤颗粒物、吸入室外空气中污染物蒸气、吸入室内空气中污染物蒸气等单一途径的危害指数均小于 1，但在 12#采样点苯胺污染物通过所有暴露途径的总危害指数大于 1；邻硝基甲苯污染物通过经口摄入单一途径的危害指数大于 1，风险区域在 33#采样点附近。说明场地内，对人体健康危害较大的是邻硝基甲苯和苯胺污染物，高风险区域集中的 12#采样点（即原化工仓库）和 33#采样点（即机修车间）。

### 3、场地土壤修复建议目标值

本报告确定的用地方式下，小龙化工场地内土壤镍污染物的修复建议目标值为 66.16mg/kg，苯胺为 4mg/kg，邻硝基甲苯为 2.0mg/kg。该建议目标值仅作为后续土壤修复方案设计阶段确定土壤修复目标值的主要参考值，并不能作为土壤修复目标值，后续土壤修复工作中的修复目标值的确定以土壤修复设计方案为准。

### 4、土壤清理土方量

对照本次评估场地污染物的土壤修复建议目标值镍 66.16mg/kg，苯胺 4mg/kg，邻硝基甲苯为 2.0mg/kg。小龙化工场地内受镍污染的土壤清理深度为 1.5m，受苯胺污染的土壤清理深度为 1m，受邻硝基甲苯污染的土壤清理深度为 3m。

小龙化工地块内受镍、苯胺和邻硝基甲苯污染需清理的总土方量约 6204m<sup>3</sup>，其中单纯受镍污染的土方量约 1313m<sup>3</sup>，清理区域在 14#0~50cm 和 49#100~150cm；单纯受苯胺污染的土方量约 545m<sup>3</sup>，清理区域在 12#0~100cm；

单纯受邻硝基甲苯污染的土方量约 4199m<sup>3</sup>，清理区域在 33#0~250cm、12#250~300cm、14#250~300cm；受镍和邻硝基甲苯混合污染的土方量约 59m<sup>3</sup>，清理区域在 33#50~100cm；受苯胺和邻硝基甲苯混合污染的土方量约 88m<sup>3</sup>，清理区域在 0~50cm 土壤层 12#采样点与 14#采样点辐射范围相交区域。该清理土方量为风险评估在现有条件下估算的土方量，仅作为后续土壤修复方案设计阶段的主要参考值，实际清理土方量以土壤修复方案设计阶段统计的土壤量为准。

## （二）建议

1、本次工作内容属于调查评估阶段，由于调查区域现场已破坏，场地历史基础资料缺失，可能存在未知污染点，因此，该场地在后期土壤修复过程中如发现其他土壤污染问题，则再另行委托监测调查。

2、根据区域土地利用规划，小龙化工场地被规划为商住混合用地；根据场地风险评估结果，调查场地内关注污染物镍、苯胺经所有暴露途径的总致癌风险在 12#和 14#采样点均大于  $10^{-6}$ ，据对人体造成的健康风险不可接受，建议对该场地污染较重的土壤采取修复措施，以降低对人体健康及生态环境的风险，确保土壤质量满足规划用地要求。