

# 工业场地再利用土壤环境质量评价

戴京宪

工业场地再利用的土壤环境质量评价对于土地资源日益紧张、环境保护问题越来越突出的城市，是城市土地利用规划和环境保护工作面临的新研究课题。本文以首钢搬迁土地再利用的“土壤污染调查和生态环境恢复治理方案研究”为实例，对工业场地土壤环境质量评价中的技术要点进行探讨。

目前，国内没有用于工业场地土地利用功能改变后环境评价的技术标准和技术指南，北京市工业用地改变使用功能后的土壤环境质量评价，是参照北京市环保局《场地环境评价技术指南》进行的，由于《场地环境评价技术指南》中没有土壤铅的健康风险评价方法，所以采用美国国家环保局的《土壤铅的健康风险评价导则》进行计算。

评价分三个阶段进行：土壤环境污染现状调查；土壤环境质量评价；土壤修复方案。

## 土壤污染现状调查

进行土壤污染调查的前期工作主要有：自然环境因素调查和工厂生产期间的污染源调查。

### 自然环境因素的调查

此项调查是很重要的，是判断土壤污染区域和范围的重要依据。地层结构直接影响到土壤对污染物的迁移和吸附能力，首钢位于永定河冲积扇的顶部，土壤层厚度仅1~2米，其决定了土壤污染的深度。首钢受北部山体的阻挡，风向频率比较集中，以东北偏北为主，这就决定了从烟囱外排废气中颗粒物的沉降区域在烟囱的西南偏南。

### 污染源调查

由于土壤污染的残留累积性，工厂生产期间各阶段的污染源调查，有助于判断污染区域和各区域的土壤污染类型。

在采样前只有准确判断土壤污染类型、主要污染物和浓度分布的规律，才能保证调查结果的可靠，这需要调查人员必须对工厂的整体生产工艺过程和污染物的迁移转化规律，有足够的了解和认识。

## 土壤环境质量评价

### 评价方法

北京市《场地环境评价技术指南》是北京市环境保护科学研究院，参照美国国家环保局《土壤风险评价导则》的人体健康风

万方数据

险评价方法编制的。场地土壤环境质量评价是基于人体健康的风险评价结果，对场地是否符合居住用地和其他环境功能进行评估。该技术指南和美国环保局人体健康风险评价采用的公式、暴露和摄入量参数基本相同，只是根据中国人的生理条件将人体体重进行了调整。

土壤污染风险评价包括生态风险评价和健康风险评价两大类。生态风险评价的主要对象是环境介质、生物种群和生态系统，通过生态效应评估而达到保护和科学地管理生态系统的目的；健康风险评价主要侧重于人体的健康风险，以保护人群健康作为主要目的。

土壤污染的健康风险是指受污染的土壤在不同的利用方式下，可能对人体健康产生的危害。而土壤中的污染物是通过污染饮用水进入食物链或者直接接触人体器官来损害人体健康的。土壤污染的影响是累积性的、长期的、慢性的。根据土地利用的方式不同，土壤污染的环境风险程度也不同。进行人体健康风险评价的目的，是根据土壤环境质量的调查结果分析工业企业搬迁以后，原厂区作为不同用途时的环境风险。

参照《美国 EPA 土壤污染风险评价导则》的方法和指标进行人体健康的风险评价，风险评价按照致癌物质、非致癌物质、可吸入颗粒物和铅分类进行。

土壤污染危害判定是采用一系列的判断参数对土壤中污染物的含量进行评估，确定是否会对人体健康产生危害。根据美国 EPA 风险评价指南采用以下方法：一是非致癌物质的健康风险水平；二是致癌物质的健康风险水平；三是铅的剂量——健康危害分析。

### 土地利用功能

对于不同的土地利用形式和不同的污染物，污染土壤对人体健康的影响是不同的。进行健康风险评价的一个重要依据是土地的使用功能。使用功能不同，人体在土壤中的暴露方式和暴露水平是不同的，污染土壤对人体健康的影响途径和影响程度也是不同的。对土壤环境质量要求最高的是农业用地，被污染的农业土壤致使生产的食品被污染，对人体健康产生危害。对于城市土地利用规划，土地不用于农业，不进行直接和间接食用植物的种植，没有这方面的环境风险。本研究在土壤环境质量评价和修复

方案的研究中对土地利用功能采用了如下的分类。

其一，低密度居住和敏感设施。对于低密度住宅，建筑面积和占地面积的比值系数很低，花园和人体可直接接触的土壤面积大，人员从事园艺和室外活动的时间长，室外土壤进入室内的几率也大于普通住宅，因此污染土壤对人体健康的风险大于一般住宅。对于幼儿园、儿童活动中心、小学和住宅小区的花园等是儿童与土壤接触而且造成经口摄入土壤的主要地点，是污染土壤健康风险的敏感设施。

其二，景观和休闲。公园、休闲区域和运动场等，土壤裸露的面积大，人员在进行场地活动时，土壤直接接触皮肤和经呼吸道吸入尘土的机会比较多，但时间比较短。

其三，一般居住。包括高层和多层住宅，建筑面积和占地面积的比值系数比较高，居住人员直接接触土壤的机会比较少，住宅区内的道路、停车场及其他人员活动的区域覆盖条件好，土壤进入室内的机会小，但人员在此停留的时间长。

其四，商业办公。商业办公区域的地面覆盖条件好，人员基本不直接接触土壤，人员的停留时间短。

其五，市政设施。地面覆盖条件好，人员停留时间短。

#### 暴露途径和暴露水平

暴露定义为生物与某一化学物质或物理因子的暴露，暴露评估是定性或定量地估算土壤污染暴露量大小、暴露频度、暴露持续时间和暴露途径。

在对土壤污染进行风险评价前，首先对污染土壤对人体健康产生影响的可能途径进行分析。在不同利用方式下，污染土壤对人体健康的影响途径不同，其暴露水平也是不同的。土壤污染物进入人体有几种不同的方式，其对人体的危害程度和影响方式也是不同的，要根据污染物和人体的不同交换截面，分别计算污染物的摄入量，包括经呼吸道、经消化道、经皮肤吸收等途径。

### 土壤修复技术研究

#### 土壤修复标准

最终修复方案的确定是在土地使用功能确定后，在土地功能确定前，要根据不同土地利用功能提出土壤修复所要达到的目标，即对于不同的使用功能确定修复标准。

土壤修复标准的确定是参照北京市环保局《场地环境评价技术指南》计算的，其中摄入量参数根据中国人身体条件进行了修订。人体健康风险评价计算的居住区土壤修复标准属于比较严格的，与多数发达国家的居住用地土壤标准相比，还要更严格一些，相当于发达国家中等偏严格的水平。

#### 评价和修复方案研究的结果

确定了各种土地利用功能应达到的修复目标值后，按照监测结果和人体健康风险评价的结果，划定了调查区内各污染物浓度的高值区，将超过人体健康风险目标值的区域定为土壤污染严重的区域，并分步得出了如下结论。

整个地块不经任何处理所能达到的环境功能：将局部污染严重区域进行清理修复后能够达到的功能；达到市政、办公商业用

万方数据

地要求（整个区域规划的基本要求），需要进行修复的区域和采用的方法；达到一般居住用地要求（规划中环境质量要求比较高的地块），需要进行修复的区域和采用的修复方法；达到景观休闲用地要求（规划中对环境质量要求最高的地块），需要进行修复的区域和采用的修复方法；即使修复后，近期也不能达到比较高环境功能要求（景观休闲、一般居住）的地块（污染严重的区域）；经过修复后也不能达到敏感环境功能（低密度住宅和幼儿园）要求的区域；将土壤环境质量评价结果提交给规划编制单位，再根据土地利用规划，制定场地土壤修复的总体工程方案，计算工程量和投资估算。

#### 参考文献

- 1首钢地区土壤及地下水污染调查和生态环境恢复治理方案研究. 中冶集团建筑研究总院, 北京市地质工程勘察院. 2006年10月
- 2场地环境评价技术指南. 北京市环保. 2006年7月
- 3 Guidelines for the Health Risk Assessment of Chemical Mixtures EPA/630/R-98/002 September 1986
- 4 Supplementary Guidance for Conducting Health Risk Assessment of Chemical Mixtures. EPA/630/R-00/002 August 2000
- 5 Risk Assessment Guidance for Superfund Human Health Evaluation Manual. EPA/540/r-89/002 December 1989
- 6 Risk assessment guidance for superfund volume I: human health evaluation manual supplemental guidance "standard default exposure factors" interim final. EPA PB91-921314 OSWER DIRECTIVE: 9285.6-03 March 25, 1991
- 7 Guidelines for Exposure Assessment. EPA/600/Z-92/001 May 1992
- 8 Soil Screening Guidance: User's Guide. EPA/540/R-96/018 July 1996
- 9 Supplemental guidance for developing soil screening levels for superfund sites. OSWER 9355.4-24 December 2002
- 10 Recommendations of the Technical Review Workgroup for Lead for an Approach to Assessing Risks Associated with Adult Exposures to Lead in Soil. EPA-540-R-03-001 , FINAL (December 1996) EPA-540-R-03-001 January 2003
- 11 Guidance manual for the use of lead in children. EPA PB93-963510 OSWER #9285.7-15-1 February 1994
- 12 Fact sheet: release of EPA's draft final cancer guidelines and associated draft supplemental guidance for public review and comment.
- 13 U.S. Environmental Protection Agency. Draft final guidelines for carcinogen risk assessment. EPA/630/P-03/001A NCEA-F-0644A February 2003

作者单位：中冶集团建筑研究总院环保研究设计院

责任编辑：文爱平