

水泥窑协同处置危废项目环评地下水要点分析

邓强伟

中国辐射防护研究院环境工程技术研究所 山西太原

【摘要】为适应当前环境保护新形势的需要，近年来依托干法水泥生产线协同处置危险废物的项目正在大力推进。在处置过程中，危险废物的储存及预处理又会产生新的地下水污染途径，通过对此类项目的工程分析，结合环评地下水导则要求，总结了编制地下水章节过程中需要特别注意的地方，为此类项目的环评编制提供参考。

【关键词】水泥生产；危险废物；地下水；环评要点

Analysis of key points of groundwater in environmental impact assessment of cement kiln co-processing hazardous waste project

Qiangwei Deng

Institute of Environmental Engineering Technology, China Institute of Radiation Protection, Taiyuan, Shanxi

【Abstract】In order to meet the needs of the current new situation of environmental protection, the project of co-processing hazardous wastes relying on dry-process cement production lines is being vigorously promoted in recent years. In the process of disposal, the storage and pretreatment of hazardous waste will generate new groundwater pollution channels. Through the engineering analysis of such projects, combined with the requirements of the groundwater guidelines for environmental impact assessment, the points that need special attention in the process of compiling groundwater chapters are summarized. Provide reference for the preparation of EIA for such projects.

【Keywords】Cement production; Hazardous waste; Groundwater; EIA points

前言

危险废物，是指列入国家危险废物名录或者根据国家规定的危险废物鉴别标准和鉴别方法认定的具有危险特性的固体废物^[1]。随着我国经济的快速发展和城镇化进程的不断深入推进，危险废物的处置问题日益成为一件困扰社会经济可持续发展的大事，如何高效、合理地处置日益增多的危险废物，是社会发展面临的一个亟待解决的难题。

危险废物处置的种类较多，常用的有固化法、填埋法、焚烧法和化学法等。固化法一般只是进行预处理，固化后多数情况需要进一步处理，且受限于固化剂的种类，只能固化特定的危废；填埋法不仅占用大量宝贵的土地资源，还存在着释放有毒有害气体、浸出液泄漏污染土壤和地下水体的风险；焚烧法是投资和运营成本较高，并且会产生较多的

酸性气体和二噁英，有二次污染风险^[2]；化学法主要是运用酸碱中和、氧化还原反应及沉淀等方式，适用范围比较窄。

鉴于水泥窑协同处置危险废物项目在无需对水泥窑做大量改造的前提下，对水泥原本生产工艺干扰小，对熟料品质影响相对较小^[3]，可以有效地解决危险废物处理的难题，且相比专业焚烧炉可节省大量设施建设成本，已经得到了政府及管理部門的认可，在生产水泥的同时处理了污染。

危险废物在协同处置过程主要包括接收、贮存、预处理、厂内运输、废物投加、窑内烧成处置等环节，在处置过程中，又会产生新的地下水污染途径，使之成为同类型环评项目重点关注的对象。

1 污染源识别

危险废物按其形态可分为固体废物、半固态废

物和液态（气态）废物，根据危险特性，包括毒性、腐蚀性、易燃性、反应性和感染性^[4]，不同的危险废物相互之间可能会发生化学反应。

危险废物的储存基本上都是封闭车间，没有大气降水的影响，其污染源主要是自身包含的废液，因此识别对象主要是液态危废和半固态危废，在储存过程中由于储存容器和地面防渗层破裂发生泄漏。

危废在进水泥窑焚烧之前，将固态、半固态及一定量的液态危险废物进行集中预处理的方式近年来应用十分广泛^[5]，集中式预处理主要采用 SMP 系统，将破碎、混合、泵送等功能集成为一个密闭的整体，十分适合固态、半固态及液态废物的预处理及输送。整个过程会在预处理车间内进行，首先是将混合后不会发生反应的固态及半固态废物卸入卸料坑中，在这个环节，卸料坑中危废含有部分废液，在卸料坑中会因为防渗层老化或者腐蚀出现渗漏。

除此之外污染源还有冲洗危废运输车辆、储存容器、地坪等产生的冲洗废水，冲洗废水一般集中收集在集水池内，然后进入水泥窑焚烧处置，集水池的破裂也会导致废水的泄漏；厂内运过程中洒落在地面的危险废物若不能及时清洁，也会随着大气降水或路面洒水沿地面裂缝下渗影响地下水。

危险废物的接收、投加、窑内烧成处置环节一般不会对地下水环境产生影响。

2 污染因子识别

《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662）规定了禁止在水泥窑协同处置的废物种类，其余种类的危废在满足规范要求的前提下均可入窑处理，主要有废酸、废碱、医疗废物、含油废物、含重金属废物、有机废物等种类。根据环评地下水导则^[6]要求，对识别出的特征因子，按照重金属、持久性有机污染物和其他类别进行分类，选取占标率最大的因子作为预测因子，结合通常危废种类和地下水质量标准，一般预测因子有汞、砷、铅、石油类、氰化物、氟化物等。

3 评价等级、评价范围的确定

该阶段与其他项目环评一样，根据导则附录，危险废物集中处置项目的地下水环境影响评价项目类别为 I 类，再结合项目所在位置地下水环境敏感程度即可确定评价等级，进而可根据导则要求确定评价范围。

4 环境现状调查与评价

环境现状调查需要注意地下水污染源调查，包括调查与项目产、排同种特征因子的地下水污染源，和改、扩建项目的包气带污染现状调查。

对于初次改建的水泥窑协同处置危废项目，之前的特征因子与投产运行后的特征因子差别较大，包气带污染现状调查时需对所有可能产排的特征因子进行监测保留本底浓度，便于以后的跟踪监控结果做对比。

5 环境影响预测与评价

环境影响预测是在详细掌握评价区及项目区水文地质条件、地下水影响识别的基础上，预测项目在非正常工况下对含水层水质产生的直接影响，重点关注对地下水保护目标的影响结果。在含水层水文地质参数和污染因子确定后，污染因子浓度和污染物泄漏量也是预测过程中必不可少的环节。

由于项目环评阶段不会对危废成分进行化验，且项目运行后每次入场的危废种类、成分都不相同，可参考同类型项目运行后针对危废成分的化验结果，对比地下水质量标准来选择污染因子。一般情况下污染因子浓度的确定是跟污染因子的识别紧密相关，通过各污染因子的占标率确定预测因子的同时也确定了污染物浓度。

计算污水泄漏量时，针对不同的环节，有不同的泄漏量计算方法。根据前述污染影响识别，污染源包括液态或半固态危废储存容器的泄漏、危废卸料坑、冲洗废水收集池。

(1) 针对液态或半固态危废储存容器的泄漏，预测对象是容器泄漏后废液沿地面裂缝下渗进入含水层，需要综合考虑容器泄漏量和地面入渗量方可确定进入含水层的废水量。

在实际中，危废储存间地面都严格按照防渗要求进行设计施工，危废存储容器破裂和储存间地面防渗失效同时发生的可能性比较低；其次危废存储容器是在地面堆放，泄漏后可以及时发现并处理；而且危废储存周期较短，即使发生泄漏，持续时间也比较短，因此一般不将危废储存容器的泄漏当做预测源强。

(2) 卸料坑污染源是半固态危废中所含的水分或废液，长期运行后可能会因为卸料坑出现裂缝或破损导致污染物泄漏。

根据现场调研，进入卸料坑的危废是固态和半

固态，且固态危废占比很大，使得整个卸料坑中危废的含水量（或废液含量）很小，一般情况下废液下渗的几率比较小，因此也可不预测危废卸料坑的泄漏影响。

(3) 各区域的冲洗废水集水池是发生渗漏可能性最大的涉水设施，集水池本身为地理/半地理式设施，一直存放有冲洗废水，污染物质的浓度也相对较高，发生泄漏后也不易及时发现和处理，因此可作为污染源进行预测。

预测过程中，确定预测情景后需要给出泄漏量，一般可采用以下两种计算泄露量的方式：一种是按正常工况泄漏量的 10 倍~100 倍考虑，正常工况的泄漏量目前参照《给水排水构筑物工程施工及验收规范》（GB50141）中满水试验合格标准的要求：

①水池渗水量计算应按池壁（不含内隔墙）和池底的浸湿面积计算；②钢筋混凝土结构水池渗水量不得超过 $2L/(m^2 \cdot d)$ ，砌体结构水池渗水量不得超过 $3L/(m^2 \cdot d)$ 。另一种是假定池底破裂产生一定宽度和长度的裂缝，泄漏量应为裂缝面积乘以入渗速率，由于大多数废水都是垂直入渗，水力梯度近似为 1，故其入渗速率近似等于池体下部地层的渗透系数。

在地下水各个泄漏情景中，按照保守考虑，都假定污水下渗地面以后即进入含水层，不受包气带的吸附、阻滞、分解、反应等作用影响。综合考虑泄漏量和污染因子浓度后，可初步确定会对区域含水层产生最大影响的运行环节及部位，方可建立地下水预测模型进行预测。

6 地下水环境保护措施与对策

地下水环境保护措施为整个地下水环评的重点部分，按照“源头控制、分区防控、污染监控、应急响应”，重点突出饮用水水质安全的原则确定具体应对措施。

(1) 源头控制

结合危险废物在水泥企业的整个处理流程，对处理流程提出可行的污染控制方案和废物、废水循环利用方案，可在工艺、危险废物贮存及预处理设施、污废水储存及处理设施等方面采取的污染控制措施，严格控制污染物在运行过程中的跑、冒、滴、漏现象，减少污染物排向外环境的可能；管线敷设尽量采用“可视化”原则，即管道尽可能地上或架空敷设，做到污染物“早发现、早处理”，减少由

于埋地管道泄漏而造成的地下水污染。

危险废物的贮存应至少符合以下要求：

①根据《危险废物收集 贮存 运输技术规范》（HJ2025），危险废物贮存设施的选址、设计、建设、运行管理须满足 GB18597、GBZ1 和 GBZ2 的有关要求。

②固体危险废物应与水泥厂常规原料、燃料和产品分开贮存，禁止共用同一贮存设施。

③贮存危险废物时应按危险废物和种类和特性进行分区贮存，每个贮存区域之间宜设置挡墙间隔，并应设置防雨、防火、防雷、防扬尘装置。贮存易燃易爆危险废物应配置有机气体报警、火灾报警装置和导出静电的接地装置。在液态废物贮存区应设置足够数量的砂土等吸附物质，以用于液态废物泄漏后阻止其向外溢出，吸附危险废物后的吸附物质应作为危险废物进行管理和处置。

③危险废物贮存设施的操作运行和管理应满足 GB18597 和 HJ/T176 的相关要求。

④不明性质废物的暂存时间不得超过 1 周。

⑤建立危险废物贮存的台帐制度，危险废物贮存设施应根据贮存的废物种类和特性设置标志。

(2) 分区防控

地下水导则要求已颁布行业防渗标准或规范的，优先按相应标准或规范执行，对于未颁布的行业，综合考虑污染控制难易程度、天然包气带防污性能和污染物类型，将项目厂区划分成了重点防渗区、一般防渗区和简单防渗区，提出了重点防渗区和一般防渗区的防渗技术要求。

对于协同处置危废项目来说，优先执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597）对基础防渗的相关规定：防渗层为至少 1m 厚粘土层（渗透系数 $\leq 1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ），或 2mm 厚高密度聚乙烯，或至少 2mm 厚的其他人工材料，渗透系数 $\leq 1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 。对比地下水导则中对其他行业的防渗技术要求，重点防渗区要求“等效黏土防渗层 $M_b \geq 6.0\text{m}$ ， $k \leq 1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ”，比行业标准严格，因此保守考虑多数情况下参考地下水导则的要求执行。

在实际中重点防渗区的构筑物大多数会采用钢筋混凝土结构，根据《石油化工工程防渗技术规范》（GB/T50934）中对于各水泥抗渗等级和相对渗透系数的换算结果，常用的 P6 水泥和 P8 水泥的相对渗透系数分别约 $4.19 \times 10^{-9} \text{cm/s}$ 和 $2.61 \times 10^{-9} \text{cm/s}$ ，

对于地下水导则中防渗技术要求“等效于黏土防渗层 $Mb \geq 6.0m$, $k \leq 1.0 \times 10^{-7} cm/s$ ”的防渗性能,则厚度分别大约需要 251.4mm 和 156.6mm;“等效于黏土防渗层 $Mb \geq 1.5m$, $k \leq 1.0 \times 10^{-7} cm/s$ ”的防渗性能,则厚度分别是 62.9mm 和 39.2mm。为保守考虑,一般钢筋混凝土结构的厚度都会比上述厚度要大,可参考《石油化工工程防渗技术规范》(GB/T 50934)中对地面、罐区、水池等结构的厚度要求。

(3) 跟踪监控

建立地下水环境监测管理体系,以便及时发现环境问题,采取措施。协同处置危废项目地下水评价等级基本都是一级,按导则要求一般不少于 3 个跟踪监测点,也可在重点污染风险源下游或周边环境敏感目标处增设监测点。

(4) 应急响应

制定可行的地下水污染应急响应预案,可在确定污染源后及时控制污染源,切断污染途径,减轻污染影响程度。地下水污染应急响应预案应纳入全厂应急响应预案。

7 结语

鉴于危险废物的敏感性,虽然在非正常工况下污染物渗漏进入含水层后对区域地下水水质影响有限,但为杜绝此类状况的发生,企业在施工过程中应严格按照要求做好各涉及污染物的设施的防渗措施,并制定完善的管理流程和制度,定期检查、维护和维修,同时做好地下水跟踪监测,以便发现泄漏及时制止,把污染物对地下水环境的影响降低到最低限度。

通过上述各环节要点的具体分析,对此类项目的地下水环评报告编制和评估工作提供一些思路,期望对以后的项目提供参考和帮助。

参考文献

- [1] 第十二届全国人民代表大会常务委员会第十四次会议. 中华人民共和国固体废物污染环境防治法[S].2015-04-24.
- [2] 朱延臣,沈莹.危险废物处置的现状与前沿技术[J].环境与可持续发展,2021,46(4):4.
- [3] 马长鹏,方磊,左积良,等.协同处置危险废物对水泥的生产影响研究[J].广州化工,2022,50(9):3.
- [4] 中华人民共和国生态环境部等部门.国家危险废物名录[S].2020-11-25.
- [5] 范长健,邱荣荣.水泥窑协同处置固体废物预处理工艺综述[J].环境保护与循环经济,2021,41(5):6.
- [6] HJ610-2016,环境影响评价技术导则.地下水环境[S].2016-01-07.

收稿日期: 2022 年 7 月 8 日

出刊日期: 2022 年 8 月 22 日

引用本文: 邓强伟, 水泥窑协同处置危废项目环评地下水要点分析[J]. 资源与环境科学进展, 2022, 1(2): 18-21

DOI: 10.12208/j.aes. 20220019

检索信息: 中国知网(CNKI Scholar)、万方数据(WANFANG DATA)、Google Scholar 等数据库收录期刊

版权声明: ©2022 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS