

燃煤电厂项目地下水环境影响评价的几点认识

王艳, 何宝石

(中国能源建设集团广东省电力设计研究院, 广州 510663)

摘要: 针对燃煤电厂项目地下水环境影响评价这一新业务领域, 以某燃煤电厂项目为例, 分析了项目评价工作的内涵和工作思路, 论证了燃煤电厂项目的区域及场地水文地质条件的着重认识, 展示了地下水现状评价及模拟预测评价等技术方法, 并总结了燃煤电厂项目地下水环境影响评价工作结论的编写要点。可为燃煤电厂及其它建设项目的地下水环境影响评价提供重要参考。

关键词: 燃煤电厂; 地下水环境; 评价内涵; 水文地质条件; 预测评价

中图分类号: X824

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2014)01-0083-05

Insights on the Assessment of Groundwater Environment Impact for Coal-fired Power Plant Projects

WANG Yan, HE Baoshi

(Guangdong Electric Power Design Institute, China Energy Engineering Group Co., Ltd., Guangzhou 510663, China)

Abstract: Assessment of groundwater environment impact (AGEI) for coal-fired power plant (CFPP) is challenging due to its a multidisciplinary project and a new area arisen in the latest years of 2010s. This study analyzes the connotation, the essence and the work mentality of AGEI. Results indicate the importance of the understandings for both the regional-scale and site-scale hydrogeology characterizations. The methods at present for AGEI of a CFPP have been also demonstrated with a case study. In the end, the aspects of conclusions need to be drawn for AGEI of a CFPP have been summarized. This contribution can provide important reference for AGEI of a CFPP and similar projects in construction.

Key words: coal-fired power plant; groundwater environment; impact assessment; hydrogeology; modelling

建设项目的环评中, 地下水的环评是一个薄弱环节^[1-3]。我国燃煤电厂项目的地下水环境影响评价, 则是近几年特别是 2011 年后才受到关注的课题。随着地下水污染事件的迸发和其对生态、环境的不良影响, 地下水污染及其保护在我国受到越来越重大的关注^[4-8]。如何避免建设项目对地下水环境的污染风险, 不仅仅是一个建设项目的工程问题, 同时也是一个亟待总结、研究的科学问题^[9-12]。

燃煤电厂项目在建设、生产运行和服务期满后的各个过程中, 可能造成地下水水质的污染, 属于 I 类建设项目^[13-16], 因此应该按照项目场地特点进行地下

水环境影响分级评价。但是, 由于地下水环境影响评价涉及地质、水文地质、环境科学、环境工程等多学科交叉课题, 在目前可资借鉴的经验较少的情况下, 则仍是一个内涵不清晰, 可操作性较低的难题。

据此, 本文以某燃煤电厂项目地下水环境影响评价为例, 从评价工作的内涵到外延、技术方法、评价结论等方面, 分析和展示了燃煤电厂项目地下水环境影响评价的工作思路、方法和重点, 以期对燃煤电厂和其它建设项目的地下水环境影响评价提供参考。

1 项目评价的内涵

1.1 燃煤电厂项目地下水环境影响特征简析

地下水环境影响包括地下水流场和水质污染两个方面。除特殊情况外, 一般而言燃煤电厂项目对地下水流场的改变不大, 可以不纳入地下水环境影响评价的内容之中, 燃煤电厂项目对地下水环境的

收稿日期: 2014-08-15

基金项目: 国家自然科学基金青年科学基金资助项目(41202163)

作者简介: 王艳(1980), 女, 山西榆社人, 工程师, 博士, 主要从事工程检测勘察工作(e-mail) wangyan2@gedi.com.cn.

影响主要体现在水质污染风险层面。同时,电厂项目包括电厂和事故灰场工程,由于两者在建设、生产运行和服务期满后的各个过程中,所可能产生的对地下水环境的影响不同,因此需要分别进行地下水环境影响评价。

电厂设计时一般考虑污水处理系统及相应的环保处理措施,灰渣则考虑综合治理、利用和事故灰场的防渗措施,项目产生的生活污水和工业废水经处理后全部回收利用,因此正常工况下没有废水外排,对地下水环境的影响甚微;非正常情况下,如电厂区废水池池底产生裂缝、灰场防渗层部分失效等则会导致废水渗入至地下水中,造成地下水污染。建设期主要是生活污水,污染质为SS和氨氮;运营期电厂污染质为硫酸盐、TDS、氯化物和石油类(柴油),灰场区污染质则主要包括硫酸盐和氟化物。

1.2 评价工作的内涵与外延

燃煤电厂地下水环境影响评价的根本目的在于保护建设项目区的环境,防治燃煤电厂及其事故灰场对地下水的污染。其本质是在查明电厂及灰场区水文地质条件的基础之上,评价建设项目地下水环境背景,预测项目建设、运营和服务期满后对地下水的可能影响,从而为燃煤电厂项目的设计、建设和后期地下水污染监测及防治制定方案,达到保护环境的目的。

因此,地下水环境影响评价立足于建设项目场地水文地质条件,工作内容实际上外延到不同阶段的地下水环境评价和预测,涉及地质、气象水文、环境科学和土木工程等相关内容。从工作性质和前后逻辑关系看,整个地下水环境影响评价主要分为两个相互关联的部分,即水文地质条件的调查、勘察部分和地下水环境评价部分。前者主要为野外工作,包括场地踏勘、水文地质调查、敏感点调查、地下水采样、水文地质钻探和试验等工作内容;后者则主要为室内分析和评价工作,包括水化学分析、水文地质条件总结、地下水现状评价、预测评价及结合建设项目特性,编制地下水环境保护措施等。

2 项目评价的工作思路

2.1 评价等级确定

评价等级是整个地下水环境影响评价的前提。燃煤电厂项目属于I类建设项目,其地下水环境影响评价等级可分为厂址区和事故灰场区分别进行确

定,可根据项目场地包气带防污性能、含水层易污染特征、地下水环境敏感程度、污水排放量与污水水质复杂程度等指标综合确定(见表1)。

评价等级的确定要求对场地水文地质条件有一定的了解,因此需要在环评工作开展前就收集相关地质、水文地质资料,并分析建设项目地下水环境影响特征,从而综合判断评价等级。同时,电厂场址和事故灰场的评价等级可能不同,应该根据实际情况来科学判定。

表1 某燃煤电厂项目地下水环境影响评价等级划分表
Table 1 Environmental Impact Assessment of Groundwater Classification Table

场地	包气带防污性能	含水层易污染特征	地下水环境敏感程度	污水排放强度	污水水质复杂程度	评价等级
厂址	中	中	较敏感	小	中等	二级
灰场	中	中	较敏感	小	中等	二级

2.2 工作内容定制

评价等级确定之后,则可根据不同等级的需求确定评价范围,并制定现场工作内容。不同场地由于前期资料拥有程度、水文地质条件特点的不同,工作内容稍有差异。一般而言,已有资料和即将开展的工作应当满足如下内容条件:(1)查清地下水保护目标;(2)场地包气带特征,包括分布、厚度和渗透系数等;(3)区域及场地水文地质条件,包括主要含水层特征,地下水的补、径、排和边界条件等;(4)水文地质参数,包括渗透系数、给水度、弥散度等;(5)地下水化学背景特征。

因此,燃煤电厂地下水环评一般而言主要包括如下几部分工作内容:(1)水文地质调查,包括地下水敏感点调查和评价区污染源的调查;(2)水文地质钻探和试验,对于水文地质条件复杂的地区还包括水文地质物探;(3)地下水的动态监测,包括地下水水位和丰、贫、枯水化学分析;(4)水文地质条件的总结分析,包括包气带的分析评价;(5)地下水现状评价,包括丰、贫、枯季评价;(6)建设项目对地下水环境影响的预测评价;(7)建设项目地下水的环境保护措施。

上述工作内容并不是固定不变的,视评价等级的不同而略有差异。对于地下水环境要求较高的项目,尚需补充灰渣淋滤试验、包气带防污性能评价等工作内容。

2.3 工作方案制定

燃煤电厂地下水环境影响评价项目涉及野外和室内工作内容, 工程属性学科交叉明显, 同时时间跨度较大, 因此需要统筹安排上述工作内容。一般而言, 可采用室内-野外-室内的工作方案。前期室内分析是确定评价等级及工作内容的基础, 中期野外工作是检验和查清建设项目各项水文地质条件的关键, 后期室内整理分析是综合整理各项成果, 形成地下水环境影响评价报告的重点。

工作方案的制定应结合燃煤电厂的特性, 综合考虑各项工作内容的相互支撑关系进行统筹安排, 应特别注意地下水动态监测的合理安排, 包括地下水丰、贫、枯季的采样分析工作, 只有具备了上述原始数据, 地下水环境影响评价才能够顺利完成。

3 环境水文地质条件的认识

燃煤电厂项目的环境水文地质条件, 包括区域尺度场地尺度两个层次。

区域环境水文地质条件涉及自然地理、地质条件、区域水文地质背景、地下水类型及赋存介质、地下水的循环和动态特征、地下水化学特征及区域地下水利用现状等, 主要从较大尺度了解和掌握燃煤电厂项目的区域水文地质条件, 为后继场地尺度水文地质条件的调查和地下水环境影响评价奠定基础, 一般采用资料收集、水文地质调查及简单地下水采样分析来完成。

场地尺度水文地质条件则是基于燃煤电厂总图布置范围, 进行电厂场址和灰场场地尺度的水位地质特征调查、勘察和试验。研究对象包括包气带、含水层和隔水层, 一般要求从平面和立体两个角度查清各层位分布特征, 地下水循环特征、关键水文地质参数及地下水化学特征。如图1所示为现场弥散试验所测的示踪剂的浓度及其拟合曲线。

4 地下水环境的现状评价及预测

4.1 现状评价

燃煤电厂地下水现状评价是在污染源调查和地下水现状监测的基础上进行的。污染源的调查一般包括工业污染源、生活污染源和农业污染源调查。地下水监测则是在污染源调查的基础之上, 结合电厂场址和灰场总图布置情况, 根据地下水环评分级布设监测点及监测时段和频次, 然后采用相应的地下水质量标准进行评价。

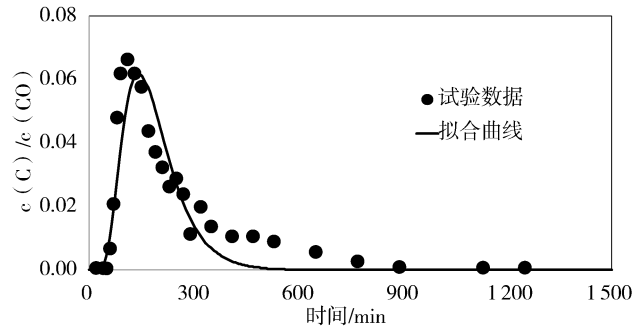


图1 某燃煤电厂项目弥散试验测试数据(点)及其拟合(线)结果图

Fig. 1 Dispersion Data Fitting of Coal-fired Power Plant

如表2为某燃煤电厂枯水期部分水样监测和评价结果, 采用的评价方法为单项污染指数法。结果表明区域浅层地下水受周围工业污水及居民生活污水排放、畜牧养殖的影响, 已受到不同程度的污染。地下水超标的主要项目有大肠菌群、少量水样氨氮、锰超标, 且存在pH不达标特例, 但其它各项均在标准值范围以内。

4.2 模拟预测分析

燃煤电厂项目地下水环境影响预测与评价包括电厂和灰场的预测与评价。其主要目的是分别结合电厂和灰场的工程项目特征, 预测非正常或事故情况下污染物在地下水系统中的迁移规律及所造成的污染超标情况, 对环境水文地质问题进行定量或半定量的预测和评价, 为建设项目地下水环境保护措施提供依据。地下水环境的模拟预测是在充分认识场地水文地质条件的基础上, 综合前期调查、勘察及评价成果, 结合工程项目事故污染情景进行的。模拟评价方法包括回归分析法、外推法、时序分析法、类比法、解析法和数值法等方法^[17,18,19], 可根据环评等级的要求和结合项目特征采用评价。

表3为某燃煤电厂在事故情况下, 柴油储罐泄漏后不同时间的污染预测情况。模拟结果显示, 柴油泄漏后影响范围为2 296.22 m², 超标范围为2 289.42 m², 最大运移距离为87.54 m。采取控制措施控制渗漏, 但渗漏到含水层中的柴油仍然存在于浅层含水层中, 并持续污染地下水。发生泄漏后1 000天, 柴油影响范围达到36 162.79 m², 超标范围为35 562.32 m², 最大运移距离为373.91 m。柴油泄漏30年后污染超标范围与保护目标位置关系如图2所示, 预测结果表明污染物不会对周边保护目标造成影响。

表2 某燃煤电厂枯水期地下水部分水样现状评价结果

Table 2 Assessment Results for Several Groundwaters Sampled During the Low Water Period of Coal-fired Power Plant

项目	B2		B4		B8		B14		GB/T14848-93 III类标准
	监测值	Pi	监测值	Pi	监测值	Pi	监测值	Pi	
$\rho(\text{硝酸盐氮})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	6.47	0.32	0.14	0.007	<0.01	L	0.81	0.0405	≤ 20
$\rho(\text{亚硝酸盐氮})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	0.005	0.25	0.005	0.25	0.005	0.25	0.010	0.5	≤ 0.02
$\rho(\text{F}^{-})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	0.17	0.17	0.07	0.07	0.15	0.15	0.12	0.12	≤ 1.0
$\rho(\text{SO}_4^{2-})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	32.42	0.13	9.23	0.037	0.14	0.00056	11.77	0.047 08	≤ 250
$\rho(\text{氨氮})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	<0.03	L	<0.03	L	0.24	1.2	0.08	0.4	≤ 0.2
$\rho(\text{铁})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	<0.001	L	0.014	0.0467	0.013	0.043	0.017	0.056 7	≤ 0.3
$\rho(\text{锰})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	0.0007	0.007	0.14	1.4	0.000 8	0.008	0.001 2	0.012	≤ 0.1
$\rho(\text{镉})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	<0.0001	L	0.000 1	0.01	<0.000 1	L	<0.000 1	L	≤ 0.01
$\rho(\text{六价铬})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	<0.004	L	<0.004	L	<0.004	L	<0.004	L	≤ 0.05
$\rho(\text{砷})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	<0.001	L	<0.001	L	<0.001	L	<0.001	L	≤ 0.05
$\rho(\text{汞})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	0.000 18	0.18	<0.000 1	L	<0.000 1	L	<0.000 1	L	≤ 0.001
$\rho(\text{挥发性酚})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	<0.002	L	<0.002	L	<0.002	L	<0.002	L	≤ 0.002
$\rho(\text{总硬度})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	112.24	0.25	74.83	0.166	86.64	0.193	198.88	0.442	≤ 450
溶解性固体	215.00	0.215	123.00	0.123	105.00	0.105	230.00	0.23	$\leq 1\ 000$
高锰酸钾指数	1.12	0.37	0.80	0.27	0.80	0.267	1.68	0.56	≤ 3.0
* 石油类	<0.005	L	<0.005	L	<0.005	L	0.053	0.86	≤ 0.05
总大肠菌群/(个 $\cdot \text{L}^{-1}$)	9 200	3 067	未检出	—	230	76.67	5 400	1 800	≤ 3.0
pH	6.92	0.16	6.17	1.66	7.48	0.68	7.41	0.273	6.5-8.5

表3 某燃煤电厂非正常工况下柴油泄漏的污染预测评价表

Table 3 Evaluation Results for the Predicted Pollution Caused by Diesel Leakage at Abnormal Working Conditions of Coal-fired Power Plant

预测时限	污染物影响范围/m ²	污染超标范围/m ²	最大运移距离/m
污染物清除后	2 296.22	2 289.42	87.54
100天	14 315.18	13 814.91	102.1
1 000天	36 162.79	35 562.32	373.91
10年	79 322.27	78 722.59	560.87
20年(运行期末)	93 715.52	93 045.73	702.40
30年	92 858.67	92 158.35	786.97

5 项目评价结论要点

燃煤电厂地下水环境影响评价工作内容较多,不同级别的评价项目其结论可能差异较大。可依据地下水环评的根本要求来总结和编写地下水环境影响评价结论,即燃煤电厂项目区的水文地质条件和地下水环境评价两部份,不同项目可根据实际情况增加部分重要结论。

一般而言,燃煤电厂地下水环评的结论主要包括如下几个部分:(1)电厂地下水环境影响特征分析;(2)评价等级与保护目标;(3)区域及场地水文地质条件的总结;(4)地下水现状调查、监测与评价结果;(5)电厂及灰场事故工况下地下水环境影响的预测评价结果;(6)总体结论及建议。燃煤电厂的地

下水环境保护措施,则是一般性的设计及工程建议,可不必纳入结论的范畴。



图2 某燃煤电厂柴油渗漏30年后的污染超标范围与最近保护目标位置关系图

Fig. 2 Distribution of the Nearest Protection Targets and the Areas of Diesel Concentration Over Standards After 30 Years of Leakage of Coal-fired Power Plant

6 结论

燃煤电厂项目地下水环境影响评价,其根本目的在于防治项目建设、运营和服务期满后等各过程中非正常工况条件下造成地下水污染,保护地下水环境,评价对象包括电厂场址和事故灰场两部分。地下水环境影响评价是个多学科交叉的工程问题,按工作性质可分为野外工作和室内研究两部分,可按照室内—野外—室内的工作思路进行评价。评价重点在于认识建设项目的区域及场地水文地质条件,

并按照拟建项目地下水环境影响评价级别,结合总图布置及地下水保护目标开展地下水现状评价及预测评价,提出燃煤电厂地下水环境保护措施。上述研究对燃煤电厂及其它建设项目的地下水环境影响评价工作具有重要借鉴意义。

参考文献:

- [1] 龚星,陈植华,孙璐. 地下水环境影响评价若干关键问题探讨[J]. 安全与环境工程, 2013, 20(2): 95-99.
GONG Xing, CHEN Zhihua, SUN Lu. Discussion on the Critical Issues of the Environmental Impact Assessment of Groundwater [J]. Safety and Environmental Engineering, 2013, 20(2): 95-99.
- [2] 陈鸿汉,梁鹏,刘明柱. 地下水环评实践思考与建议[J]. 环境影响评价, 2014, (3): 12-14.
CHEN Honghan, LIANG Peng, LIU Mingzhu. Thoughts and Suggestions on the Groundwater Environmental Assessment Practice [J]. Environmental Impact Assessment, 2014, (03): 12-14.
- [3] 赵珂. 地下水环境影响评价研究[J]. 环境科学与管理, 2013, 38(5): 191-194.
ZHAO Ke. Brief Analysis on Groundwater Environmental Impact Assessment [J]. Environmental Science and Management, 2013, 38(5): 191-194.
- [4] 石晓枫,杨国栋. 煤炭开采对地下水资源破坏环境影响评价浅析[J]. 环境科学进展, 1997, (S1): 133-137.
SHI Xiaofeng, YANG Guodong. Analyze of Environment Impact Assessment About Mining Coal Destroying Groundwater Resource [J]. Advances of Environmental Science, 1997, (S1): 133-137.
- [5] 王延亮. 石油天然气田开发项目地下水环境影响评价的几点认识[J]. 长春工程学院学报(自然科学版), 2002, 3(3): 27-29.
WANG Yanliang. The Method of Evaluation on Ground Water Environment Influenced by Items of Natural Petroleum Gas Field Development [J]. J. Changchun Inst. Tech. (Nat. Sci. Edi.), 2002, 3(3): 27-29.
- [6] 薛禹群,张幼宽. 地下水污染防治在我国水体污染控制与治理中的双重意义[J]. 环境科学学报, 2009, 29(3): 474-481.
XUE Yuqun, ZHANG Youkuang. Twofold Significance of Ground Water Pollution Prevention in China's Water Pollution Control [J]. Acta Scientiae Circum Stantiae, 2009, 29(3): 474-481.
- [7] 张新钰,辛宝东,王晓红,等. 我国地下水污染研究进展[J]. 地球与环境, 2011, 39(3): 415-422.
ZHANG Xinyu, XIN Baodong, WANG Xiaohong, et al. Progress in Research on Groundwater Pollution Control [J]. Earth and Environment, 2011, 39(3): 415-422.
- [8] 罗兰. 我国地下水污染现状与防治对策研究[J]. 中国地质大学学报(社会科学版), 2008, 8(2): 72-75.
LUO Lan. Research on Groundwater Pollution and Its Prevention - control Policy in China [J]. Journal of China University of Geosciences (Social Sciences Edition), 2008, 8(2): 72-75.
- [9] 杨忠耀,王秉忱. 环境水文地质学[M]. 北京:原子能出版社, 1990.
- [10] YI Shuping, MA Haiyi, ZHENG Chunmiao, et al. Assessment of Conditions for Disposal of Low- and Intermediate-level Radioactive Wastes; A Case Study in Southern China. Science of the Total Environment, 2012, 414: 624-631.
- [11] 秦红正. 煤矿建设项目环评工作中地下水评价探讨[J]. 能源与节能, 2013, (8): 82-83.
QIN Hongzheng. Discussion of Groundwater Evaluation of Coal Mine Construction Project EIA Work [J]. Energy and Energy Conservation, 2013, (8): 82-83.
- [12] 刘国东,黄玲玲,邢冰. 典型建设项目地下水污染源识别与源强计算[J]. 环境影响评价, 2014, (4): 42-47.
LIU Guodong, HUANG Lingling, XING Bing. Calculation of Typical Construction Project Identification and Source of Groundwater Pollution Source Intensity [J]. Environmental Impact Assessment, 2014, (4): 42-47.
- [13] HJ 2.1-2011, 环境影响评价技术导则(地下水环境) [S]. 2011.
- [14] 孟凡生,王业耀. 煤矿开采环境影响评价中地下水问题探析[J]. 地下水, 2007, 29(1): 81-84.
MENG Fansheng, WANG Yeyao. Exploration and Analysis on Groundwater Issue for Evaluation of Environmental Influence in the Course of Exploitation of Coal Mine [J]. Groundwater, 2007, 29(1): 81-84.
- [15] 谢德嫦,曹慧,刘玉洁. 燃煤火电厂地下水环境影响评价探讨——以重庆市安稳电厂扩建工程为例[J]. 环境影响评价, 2014, (2): 46-50.
XIE Dechan, CAO Hui, LIU Yujie. Study on Groundwater Environment Impact Assessment of Coal-Fired Power Plant [J]. Environmental Impact Assessment, 2014, (2): 46-50.
- [16] 吴晓华,朱晓琳,陈东,等. 燃煤电厂平原灰场渗漏对地下水环境影响及其治理[J]. 水资源保护, 2008, 24(5): 38-41.
WU Xiaohua, ZHU Xiaoling, CHEN Dong, et al. Influence of Plain Ash Field Leakage from Coal-Fired Power Plant on Groundwater Environment [J]. Water Resources Protection, 2008, 24(5): 38-41.
- [17] 王秉忱,杨天行. 地下水污染与地下水水质模拟方法[M]. 北京:北京师范学院出版社, 1985.
- [18] ZHENG C, WANG P P. MT3DMS: A Modular Three-Dimensional Multi-Species Model for Simulation of Advection, Dispersion and Chemical Reactions of Contaminants in Groundwater Systems; Documentation and User's Guide, SERDP-99-1, U. S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS.
- [19] YI Shuping, MA Haiyi, ZHENG Chunmiao, et al. A Field-Scale Long-Term Study on Radionuclides Transport thorough Weathered Granites at a Site in Southern China, Environmental Earth Science, DOI 10. 1007/s12665-014-3343-1.

(责任编辑 林希平)