

^{90}Sr 、 ^{137}Cs 在河流-沉积物体系的吸附规律研究进展

韩宝华, 李建国

中国辐射防护研究院/核环境科学研究所, 山西 太原 030006

摘要: ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 在河流-沉积物体系的吸附规律及分配系数(Kd)是我国内陆核电厂选址和核环境安全管理的重要环节,放射性核素在河流-沉积物体系的吸附规律包括:①放射性核素在河流、沉积物中的浓度分布;②核素在河流-沉积物体系的分配系数;③多种因素对放射性核素在河流-沉积物中吸附规律的影响;④吸附机理、吸附动力学等的有关研究。介绍了国内外 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 在河流-沉积物体系的吸附规律研究进展及发展动态。20世纪80年代,国外已开展了 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 在河流-沉积物中吸附规律研究,20世纪90年代以来, ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 在河流-沉积物中吸附行为研究日益受到关注,研究内容主要集中在:①现场河流、沉积物中核素浓度调查;②现场及实验室Kd值测定;③各种因素对Kd值影响研究。目前,我国拟建内陆核电厂排放核素在河流生态系统的行为研究还未开展,其实验方法学、影响因素研究等仍是空白领域,建议尽快开展这方面的研究,为评估内陆核设施放射性排放对生态系统的影响研究提供科学依据。

关键词: ^{90}Sr ; ^{137}Cs ; 河流; 沉积物; 吸附规律

中图分类号: X125

文献标识码: A

文章编号: 1674-5906(2009)02-0756-05

2006年3月我国颁布的《核电中长期发展规划(2005—2020年)》确定了核电发展目标,即到2020年投入运行的核电装机容量达4000万kW,约占全国总装机容量的4%。大力发展核电,成为核能利用的主要途径和加强核工业建设力量的有效手段。目前,开发建设内陆核电厂是我国发展核电的新趋势。

内陆核电厂放射性流出物对生态环境的影响,是政府和公众最为关注的问题,是建设内陆核电厂必须面临的课题。淡水生态系统主要划分为河流、湖泊、河口水系,河流具有灌溉、供水、航运、发电等功能。核设施液态流出物随温排水和冲洗水等进入河流,在河流中稀释和弥散。部分放射性核素被水生生态系统中的生物摄取、吸收和积累,其余的则被沉积物所吸附,放射性核素发生沉积的作用在于:①降低水体中放射性核素浓度;②放射性核素转移到沉积物中,对底栖生物并最终对人类构成辐射照射,这是核设施对生态环境影响的一个重要方面;③在岸边和滩涂带的沉积对人类可构成外照射。 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 是核设施排放的关键放射性核素,上述核素在河流-沉积物体系的吸附-解吸过程是核设施环境评价地面水运输模式的重要环节,此方面工作的研究对评估内陆核电厂拟选厂址环境容量及其放射性流出物对生态环境的影响,对我国内陆核电厂选址和核环境安全管理都具有十分重要的意义。

1 放射性核素在河流-沉积物体系的吸附规律

河流是一种有固定沟槽的常年地表流水,河流大小悬殊很大,范围可以是几十公里至几千公里。从河源至河口,较大河流一般分为上游、中游、下游。

沉积物是由河流沉积作用形成的。沉积物具有良好的分选性,粗的、相对体积质量大的先沉积,细的、相对体积质量小的后沉积。河流中一定地点的沉积物,其粒度、相对体积质量大致相同,河流中不同位置的沉积物特点不同;沉积物的颗粒具有较好的磨圆度,一般有良好的层理。

1.1 放射性核素在河流、沉积物中的浓度分布

放射性核素在河流、沉积物中浓度分布是国外文献经常涉及的一个方面,尤其是被污染的场址环境。

1.2 放射性核素在河流-沉积物体系的分配系数

放射性核素在河流-沉积物体系的分配系数(Kd)是表征其吸附规律的重要参数。参照美国核管会(NRC)的定义,Kd值等于干沉积物中核素浓度与水溶液中核素浓度的比值^[1],Kd值的测定包括现场测定法和实验室测定法,实验室Kd值测定包括吸附Kd值和解吸Kd值测定。Kd值的重要性在于:①Kd值表征沉积物吸附放射性核素的程度;②Kd值广泛用于了解和表示放射性核素在水生生态系统中的最终归宿;③在地面水运输模式中,Kd值用于评价核素在河流中的输运状况。

1.3 多种因素对放射性核素在河流-沉积物中吸附规律的影响

多种因素对放射性核素在河流-沉积物中吸附

规律的影响是国内外相关研究的主要内容之一。放射性核素在河流-沉积物体系的Kd值主要取决于核素和沉积物的物理化学性质,还受多种因素的影响,如溶液的pH值、沉积物浓度、有机物含量^[1]。

排入河流的放射性核素发生复杂的物理化学行为,最终以3种形态存在:离子态、胶态和颗粒态。水溶液pH值改变,核素的物理化学形态和沉积物的表面形态可能会发生改变,其Kd值也发生变化。

河流中的沉积物分为河床沉积物、河漫滩沉积物、河口沉积物。河流拖运物质在河槽中形成河床沉积物,其分布规律决定于河水的横向环流作用。沉积物在河流的作用下处于不断运动状态,河流中沉积物浓度范围是10~1 000 mg/L,沉积物质量浓度不同,核素的Kd值也不同,Kd值与现场的实际情况密切相关。

河流和沉积物中有机物的含量及种类与Kd值密切相关,皆影响核素的Kd值。

其他影响因素包括沉积物粒径、溶液温度、溶液离子强度等,多种因素的影响作用是Kd值测定方法学必须要考虑的内容。

1.4 吸附机理、吸附动力学及吸附等温线等的有关研究

^{90}Sr 、 ^{137}Cs 主要以离子形态存在于河流中, Sr^{2+} 能形成难溶的 $\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2$ 和 SrSO_4 ,被沉降的 CaCO_3 沉淀吸附,河流中相应的稳定同位素和化学性质相近的 Ca^{2+} 、 Na^+ 参与吸附竞争。 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 在河流-沉积物体系的吸附机理尚无定论。一般而言,核素在液固之间的作用机制有物理吸附、离子交换、表面配合、沉淀反应等^[2],虽然离子交换、表面配合和沉淀反应不属于吸附范围,但由于这些机制往往都同时发生,用吸附表示所有可能存在的作用机制和结果。

不同放射性核素在河流-沉积物体系中吸附平衡时间是不同的,如NRC采用静态法,分别采集Skagit River、Hudson River河口样品,发现 ^{137}Cs 达到吸附平衡的时间约50 h, ^{57}Co 在10 d内仍未到达吸附平衡^[3-4]。

吸附等温线用于确定Kd值对放射性核素浓度变化呈线性关系的核素浓度范围,比较典型的吸附等温式是Langmuir或Freundlich式。

2 国外研究进展及发展动态

2.1 国外研究进展

上世纪80年代,国外就已关注河流中放射性核素的行为,美国核管会(NRC)就放射性核素在水体中的吸附和解吸进行了详细研究^[1,3-6],内容包括方法学、多种因素的影响作用、渗透实验等。NRC

提出实验室测定河流中核素Kd值的方法包括:①薄层技术(Thin-layer technique),该方法中水的扰动会影响沉积物的吸附,而且沉积物吸附在滤纸上的效果不佳,该方法重现性差;②沉积技术(Sedimentation technique),需定时补充沉积物,该方法适用于粒径大的沉积物;③渗透法,该法使用渗透膜装置,主要用于对核素不同化学形态吸附的鉴别,操作较为烦琐;④静态法(Batch sorption method),准确度高,重现性好,此方法是实验室测定Kd值的首选方法。NRC给出了 ^{85}Sr 、 ^{137}Cs 、 ^{90}Sr 、 ^{60}Co 、 ^{106}Ru 等多种核素在所关心河流-沉积物体系中的Kd值。

1985年,国际原子能机构(IAEA)给出多种稳定元素在北大西洋沉积物中的Kd推荐值^[7],用于现已停止的深海放射性废物处置场的模型计算。

上世纪90年代后,该方面的工作报道逐渐增多^[8-9],研究内容主要集中在:①现场河流、沉积物中核素浓度调查;②现场及实验室Kd值测定;③各种因素对Kd值影响研究。LIMA M F等采集Pinheiros河的沉积物和河水样品^[10],实验室测定 ^{137}Cs 、 ^{60}Co 、 ^{234}Th 的分配系数,并探索溶液pH值、固液接触时间等因素对Kd值的影响。MCDONALD P等采集英国Chapelcross河口样品研究沉积物对 ^{60}Co 的吸附作用^[11],著者采用静态法测定 ^{60}Co 的Kd值,Kd值范围是2 270~2 750 mL/g,同时研究水相组成、沉积物类型、pH值等因素对Kd值的影响。DROZHKO E G等报道俄罗斯的Mishelyak河以北2~3 km处有一个中放废液处置场^[12],著者采集Mishelyak河河底沉积物样品,沉积物测样厚度依次是0~5 cm、5~10 cm、10~15 cm,分别测定 ^{137}Cs 、 ^{85}Sr 、 ^{60}Co 浓度,研究了Mishelyak河河水和沉积物受污染情况。VUKOVIC Z等研究评价了Danube河和Sava河河水及沉积物中 ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 、 ^{137}Cs 的浓度分布,计算出各种核素的Kd值^[13-14]。可见,放射性核素在河流-沉积物中吸附行为研究日益受到关注,表1、表2分别给出文献中 Sr 、 ^{137}Cs 在河流、沉积物中浓度分布及Kd值。

由表1、表2可见, ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 在不同的河流-沉积物体系中Kd值不尽相同,大致次序是 $^{90}\text{Sr}<^{137}\text{Cs}$,约相差一个数量级。

多种因素对放射性核素在河流-沉积物中吸附规律的影响是国外相关研究的主要内容。文献表明pH值对 ^{137}Cs 的Kd值影响很小^[3];沉积物浓度升高时, ^{137}Cs 的Kd值呈降低趋势^[6];河流和沉积物中的有机物皆影响核素Kd值,一般而言,核素在河流中的Kd值比海水中的Kd值高,原因之一是河流中竞争离子少,其二是因为河流中有机物少,与核素形

表1 Sr在河流、沉积物中浓度分布及Kd值
Table 1 Concentration Distributions and Kd of Sr in rivers and sediments

河流名称	核素	沉积物中核素浓度 (Bq·kg ⁻¹)	河流中核素浓度 (Bq·L ⁻¹)	分配系数 (mL·g ⁻¹)	测定方法及测定次数 (n)	参考文献
Clinch River	⁸⁵ Sr			吸附Kd: 124.4 解吸Kd: 455.0	静态法, 吸附Kd: n=6; 解吸Kd: n=8	[5]
Hudson River	⁸⁵ Sr			吸附Kd: 69.0 解吸Kd: 486	静态法, 吸附Kd: n=25; 解吸Kd: n=9	[5]
Cattaraugus Creek	⁸⁵ Sr			62.2	静态法, n=8	[5]
Sava River	⁹⁰ Sr			3.2×10 ²	现场测定	[8]
Mishelyak river, 俄罗斯	⁹⁰ Sr	0~5 cm: 120~979; 5~10 cm: 40~1202; 10~15 cm: 80~1020	0.63~3.27		17个采样点, 沉积物分层测定。河水和沉积物受到2~3 km处Lake Karachai中放废液的污染	[12]

表2 ¹³⁷Cs在河流、沉积物中浓度分布及Kd值
Table 2 Concentration Distributions and Kd of ¹³⁷Cs in rivers and sediments

河流名称	沉积物中核素浓度 (Bq·kg ⁻¹)	河流中核素浓度 (Bq·L ⁻¹)	分配系数(mL·g ⁻¹)	测定方法及测定次数 (n)	参考文献
Clinch River			1.36×10 ³	静态法, n=9	[3]
Hudson River			吸附Kd: 8.93×10 ² 解吸Kd: 2.93×10 ³	静态法, 吸附Kd: n=50 解吸Kd: n=27	[3]
Cattaraugus Creek			6.0×10 ²	静态法, n=3	[3]
Columbia River			17	薄层技术, 测定次数n=3	[3]
Mishelyak river, 俄罗斯	0~5 cm: 183~9980; 5~10 cm: 22~8460; 10~15 cm: 12~6720			17个采样点, 沉积物分层测定。河水和沉积物受到2~3 km处Lake Karachai中放废液的污染	[12]
Sava river, 塞尔维亚	8~41	0.001~0.01	1.0×10 ³ ~4.0×10 ⁴	现场测定, 3个采样点	[13]
Danube river, 塞尔维亚	12~33	<0.01	>1.2×10 ³	现场测定, 5个采样点	[14]

成配位化合物的机会减少^[3]; 沉积物中有机物对Kd值也有影响, 有机物淤积在沉积物上, 一方面可使悬浮物絮凝或加速其沉积, 增加沉积物对放射性核素的吸附; 另一方面可以堵塞沉积物的孔隙, 减少沉积物对放射性核素的吸附, 等等。

2.2 国外发展动态

国外关于放射性核素在河流-沉积物中吸附研究趋势是更加深入细致, LAISSOU I A等提出Kd值与沉积物粒径的理论计算公式^[15], 并采集西班牙Odiel River表层沉积物进行核素²³⁴Th、²²⁶Ra现场验证。KAPLAN D I等采集美国Savannah River沉积物和河水样品^[16], 实验测定U、Th的解吸Kd值, 并分析环境中多种因素对解吸Kd值的影响。BARROS H等实验研究了西班牙Huelva河口沉积物对¹³³Ba的吸附^[17], 给出不同接触时间沉积物不同厚度层中¹³³Ba的分布, 同时研究核素的吸附动力学, 提出动力学方程。

3 我国研究现状

国内关于放射性核素在液固体系中吸附规律的研究主要涉及以下三个方面: ① Kd 值的测定, 多采用静态法和动态法; ② 多种因素的影响研究; ③ 吸附动力学、吸附等温线及吸附机理的有关研

究^[18-22]。我国以往 Kd 值的研究多用于放射性废物存储和处置安全评价方法中, Kd 值作为放射性核素在地下水中输运模式的重要参数, 我国相关单位开展了放射性核素在地下水-黄土体系中 Kd 值的实验研究^[23-24], 观测了核素浓度、pH 值、温度等因素对 Kd 值的影响, 研究了核素在地下水-黄土体系中的等温吸附特性。

目前, 我国尚无⁹⁰Sr、¹³⁷Cs在河流-沉积物中吸附规律及Kd值的研究报道, 拟建内陆核电厂排放核素在河流生态系统的行为研究还未开展。我国仅有关于重金属在河流-沉积物中吸附规律的工作报道。庄云龙等研究了铜、锌、铅和镉在淀山湖沉积物上的吸附特性^[25], 并采用比较典型的吸附等温式Langmuir或Freundlich式进行拟合。陈松等研究了长江口沉积物对铅的吸附规律^[26], 获得Langmuir吸附等温线, 初步探讨了吸附动力学特征, 并研究溶液pH值、盐度对吸附的影响。

4 结论及建议

上世纪80年代, 国外已开展了⁹⁰Sr、¹³⁷Cs在河流-沉积物中吸附规律研究, 积累了宝贵经验。⁹⁰Sr、¹³⁷Cs在河流、沉积物中的浓度分布与附近核设施的运营有密切关系。建议采取NRC推荐的静态法测定

^{90}Sr 、 ^{137}Cs 在河流-沉积物体系的Kd值,该方法准确度高,重现性好。放射性核素在河流-沉积物体系的吸附性能主要取决于核素和沉积物的物理化学性质,还受其他因素的影响,如溶液的pH值、沉积物浓度、有机物、沉积物粒径、溶液温度、溶液离子强度等。

目前,我国拟建内陆核电厂排放核素在河流生态系统的行为研究还未开展,其实验方法学、影响因素研究等仍是空白领域,开展这方面的研究成为伴随内陆核设施建设的紧迫任务之一,可以为评估内陆核设施放射性排放对生态系统的影响提供科学依据。建议我国有关单位开展以下工作研究。

(1) 提出实验室测定 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 在河流-沉积物中 Kd 值的方法学,包括样品处理技术、实验室测定 Kd 值方法、不同影响因素对 kd 值的影响。

(2) 研究 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 在河流-沉积物中的等温吸附特性。

(3) 研究特定核场址环境中 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 在河流、沉积物中浓度分布、河流-沉积物体系中的 Kd 值。

参考文献:

- [1] SCHELL W R, SIBLEY T H, NEVISSI A E, et al. Distribution Coefficients for Radionuclides in Aquatic Environments, Methodology, NUREG/CR-1852-V1[M]. Seattle: College of Fisheries, University of Washington, 1981: 1-26.
- [2] 李桢堂, 陈式, 王辉, 等. ^{85}Sr 、 ^{134}Cs 和 ^{60}Co 在黄土中吸附和迁移的研究[J]. 辐射防护, 2000, 20(1): 68-73.
LI Zhengtang, CHEN Shi, WANG Hui, et al. Study on sorption and migration for ^{85}Sr , ^{134}Cs and ^{60}Co in loess[J]. Radiation Protection, 2000, 20(1): 68-73.
- [3] SCHELL W R, SANCHEZ A L, SIBLEY T H. Distribution Coefficients for Radionuclides in Aquatic Environments, Adsorption and Desorption Studies of ^{137}Cs , NUREG/CR-1852-V2[M]. Seattle: College of Fisheries, University of Washington, 1981: 1-46.
- [4] SIBLEY T H, SANCHEZ A L, SCHELL W R. Distribution Coefficients for Radionuclides in Aquatic Environments, Adsorption Studies of Cobalt, NUREG/CR-1852-V6[M]. Seattle: College of Fisheries, University of Washington, 1981: 1-11.
- [5] SCHELL W R, SANCHEZ A L, SIBLEY T H. Distribution Coefficients for Radionuclides in Aquatic Environments, Adsorption and Desorption Studies of ^{85}Sr , NUREG/CR-1852-V4[M]. Seattle: College of Fisheries, University of Washington, 1981: 1-25.
- [6] SANCHEZ A L, SIBLEY T H, WERTZ E A, et al. Distribution Coefficients for Radionuclides in Aquatic Environments, Effect of sediment Concentration on Distribution Coefficients, NUREG/CR-1853-V5[M]. Seattle: College of Fisheries, University of Washington, 1982: 1-35.
- [7] International Atomic Energy Agency. Sediment Kds and Concentration Factors for Radionuclides in the Marine Environment[M]. Vienna: International Atomic Energy Agency, 1985: 1-24.
- [8] DRNDARSKI N, GOLOBOCANIN D. Radionuclide partitioning coefficients in the Sava River ecosystem[J]. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 1995, 199(1): 21-26.
- [9] PERIANEZ R, MARTINEZ-AGUIRRE A. Uranium and Thorium concentrations in an estuary affected by phosphate fertilizer processing: experimental results and a modeling study[J]. Journal of Environmental Radioactivity, 1997, 35(3): 281-304.
- [10] LIMA M F, MAZZILLI B P. Determination of the distribution coefficients for ^{134}Cs , ^{60}Co and ^{234}Th in the Pinheiros River sediment-water[J]. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 1994, 177(1): 139-147.
- [11] MCDONALD P, JOHNSTON K. The distribution coefficient of ^{60}Co in sediments from the Solway Firth, UK[J]. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 1999, 220(1): 9-13.
- [12] DROZHKO E G, GLAGOLENKO Y V, MOKROV Y G, et al. Radioactive contamination distribution in the bottom sediments and water of the Mishelyak River[J]. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 2001, 249(1): 203-207.
- [13] VUKOVIC Z, SIPKA V, TODOROVIC D, et al. Long lived radionuclides in the ecosystem of the Sava River[J]. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 2006, 268(1): 129-131.
- [14] VUKOVIC Z, SIPKA V, VUKOVIC D, et al. Behavior of long-lived radionuclides in the Danube river ecosystem in Serbia[J]. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 2006, 268(3): 647-649.
- [15] LAISSOUI A, ABRIL J M. A theoretical technique to predict the distribution of radionuclides bound to particles in surface sediments[J]. Journal of Environmental Radioactivity, 1999, 44(1): 71-84.
- [16] KAPLAN D I, SERKIZ S M. Quantification of thorium and uranium sorption to contaminated sediments[J]. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 2001, 248(3): 529-535.
- [17] BARROS H, LAISSOUI A, ABRIL J M. Trends of radionuclide sorption by estuarine sediments, Experimental studies using ^{133}Ba as a tracer[J]. Science of the Total Environment, 2004, 319(5): 253-267.
- [18] 叶艳妹, 李宽良, 刘贤文. 测定分配系数(Kd)方法的讨论[J]. 环境科学, 1993, 14(5): 85-89.
YE Yanmei, LI Kuangliang, LIU Xianwen. Methods of determination distribution coefficients(Kd)[J]. Environmental Science, 1993, 14(5): 85-89.
- [19] 李桢堂, 王辉, 游志均, 等. ^{85}Sr 、 ^{134}Cs 和 ^{60}Co 在浅地层黄土与地下水间的分配系数测定[J]. 辐射防护, 1995, 15(2): 138-142.
LI Zhentang, WANG Hui, YOU Zhijun, et al. Determination of distribution coefficients for ^{85}Sr , ^{134}Cs and ^{60}Co between loess and underground water[J]. Radiation Protection, 1995, 15(2): 138-142.
- [20] 刘德军, 范显华, 章英杰, 等. ^{99}Tc 在 Ca-基膨润土中的吸附行为[J]. 核科学与工程, 2004, 24(2): 144-151.
LIU Dejun, FAN Xianhua, ZHANG Yingjie, et al. Adsorption behavior of ^{99}Tc in Ca-bentonite[J]. Chinese Journal of Nuclear Science and Engineering, 2004, 24(2): 144-151.
- [21] 康厚军, 吴涛, 张东, 等. Sr, Cs 在不同产地黏土中的吸附[J]. 核化学与放射化学, 2007, 29(2): 123-128.
KANG Houjun, WU Tao, ZHANG Dong, et al. Adsorption of Sr and Cs by clay from different area[J]. Journal of Nuclear and Radiochemistry, 2007, 29(2): 123-128.
- [22] 王青海, 李晓红, 顾义磊, 等. 铈在砂岩和花岗岩中的分配系数及吸附机制研究[J]. 矿物岩石, 2004, 24(2): 30-34.
WANG Qinghai, LI Xiaohong, GU Yilei, et al. Research on the dis-

- tribution coefficient and the absorption mechanism for Sr in granite and sandstone[J]. *Journal Mineral Petrol*, 2004, 24(2): 30-34.
- [23] 李书绅, 王志明, 郭择德, 等. 核素在非饱和黄土中迁移研究[M]. 北京: 原子能出版社, 2003: 95-132.
- LI Shushen, WANG Zhiming, GUO Zede, et al. Research of Radionuclides Migration in Unsaturated Loess[M]. Beijing: Atomic Energy Press, 2003: 95-132.
- [24] 李书绅, 王志明, 李祯堂, 等. ^{237}Np , ^{238}Pu , ^{241}Am 和 ^{90}Sr 在包气带黄土、含水层和工程屏障材料中迁移规律研究[M]. 北京: 原子能出版社, 2005: 268-328.
- LI Shushen, WANG Zhiming, LI Zhen tang, et al. Research of Migration Behavior of ^{237}Np , ^{238}Pu , ^{241}Am and ^{90}Sr in Aerated Zone Loess, Aquifer Loess and Engineering Barrier Materials[M]. Beijing: Atomic Energy Press, 2005: 268-328.
- [25] 庄云龙, 石秀春. 铜、锌、铅和镉在淀山湖沉积物上的吸附特性[J]. 上海大学学报: 自然科学版, 2002, 8(6): 526-529.
- ZHUANG Yunlong, SHI Xiuchun. Adsorption characteristics of Cu, Zn, Pb and Cd in Dianshan Lake sediments[J]. *Journal of Shanghai University: Natural Science*, 2002, 8(6): 526-529.
- [26] 陈松, 廖文卓, 许爱玉, 等. 长江口沉积物对铅的吸附作用[J]. 台湾海峡, 1999, 18(1): 20-25.
- CHEN Song, LIAO Wenzhuo, XU Aiyu, et al. Adsorption of lead on sediment from Changjiang Estuary[J]. *Journal of Oceanography in Taiwan Strait*, 1999, 18(1): 20-25.

Review of adsorption behavior of ^{90}Sr , ^{137}Cs in river sediment-water

Han Baohua, Li Jianguo

China Institute for Radiation Protection, Taiyuan 030006, China

Abstract: Adsorption behavior and distribution coefficients (K_d) of ^{90}Sr , ^{137}Cs in river sediment-water are important both for selecting the location of inland nuclear power plant and for achieving the safe management of nuclear environment. The main adsorption behaviors of radionuclides include ①Concentration distributions of radionuclides in sediments and river water. ② K_d values in sediment-water systems. ③ Influence effects of several factors on adsorption behavior. ④Mechanisms and dynamics of adsorption. The progress and trend in the research of adsorption behavior of ^{90}Sr , ^{137}Cs in river sediment-water are introduced in the present paper. In the 1980's, studies on adsorption of ^{90}Sr , ^{137}Cs in river have been carried out in foreign countries. Since the 1990's, increasing attention has been paid to the research of ^{90}Sr , ^{137}Cs adsorption behavior in the river. The studies mainly focused on: ①Investigation of radionuclide concentrations in field. ②Determination of K_d values in Field and laboratory. ③Influence of different factors on K_d values. In China, There has not been literature on ecological research into radionuclides discharged by inland nuclear power plant, nor literature on the experimental methodology and the impact of factors yet. Therefore, it is necessary to carry out research in this area as soon as possible, in order to provide scientific basis for ecological research of radionuclides discharged by inland nuclear power plant.

Key words: ^{90}Sr , ^{137}Cs ; river; sediment; adsorption behavior