# 稳态法确定酸沉降临界负荷的基本理论探讨\*

谢绍东\*\* 郝吉明 周中平

(清华大学环境工程系,北京 100084)

摘要 明确了确定酸沉降临界负荷理论中的基本概念.通过建立生态系统在临界状态时淋溶液中碱度产生的静态 质量平衡得到计算酸沉降临界负荷的基本方程,由此方程又导出计算酸度、潜在酸度、硫和氮等临界负荷的数学表 达式,并讨论了根据对选择的指示生物有机体不发生危害的临界化学值计算淋溶临界碱度的方法,由此给稳态法 建立了完整系统的理论体系.

关键词 酸沉降,临界负荷,生态系统,土壤,稳态法.

稳态法是计算各种系统酸沉降临界负荷的 较好方法,包括简单质量平衡(SMB)法和多层 模型法计算临界负荷,其基本原理相同,但仍处 于探索阶段. Downing<sup>[1]</sup>和 Sverdrup<sup>[2,3]</sup>等人基 干生态系统中酸度的所有源与酸度的所有汇加 上碱度的所有源的平衡导出计算酸度临界负荷 的方程, De Vries W<sup>[4,5]</sup>等人根据土壤淋溶液中 离子的电荷平衡得到了相同的方程,并导出了 计算硫临界负荷的公式,尽管这些方程十分类 似,但公式的物理意义不清楚、应用的条件也不 明确,似平各个方程是基于不同的原理,因此无 完整系统的理论体系. 笔者认为临界负荷实质 代表了生态系统得到保护或遭到破坏的临界状 态,生态系统在临界状态时淋溶液中碱度产生 的质量平衡就是计算酸沉降临界负荷的基本方 程,本文基于此认识对稳态法的基本理论进行 了探讨.

1 基本概念

在确定临界负荷的过程中,必须辨别2种 不同类型的临界负荷,即不致使系统酸化的酸 沉降临界负荷和不致使系统富营养化或不引起 营养元素失去平衡的营养元素氮的临界负荷. 生态系统的酸沉降临界负荷定义为,不致使生 态系统的结构和功能发生长期有害影响的化学 变化的酸性化合物的最高沉降;氮临界负荷定 义为,不致使生态系统的任何部分或生态系统 的接受体产生富营养化或任何类型的营养元素 失去平衡的氮化合物的最高沉降.显然,临界负 荷代表了系统得到保护或遭到破坏的临界状 态.该状态由选择的能够响应不同酸化水平的 敏感性生物来识别,该敏感性生物称为指示生 物有机体.通常用一组化学指标如碱度(Alk)、 pH、Al浓度和盐基阳离子浓度与 Al浓度的比 (BC/Al)来作为指示生物有机体对系统响应的 度量,这些指标在临界状态时的数值称为临界 化学值,亦即使系统性质处于这些极限值的最 大酸度输入就是临界负荷,因此又称为确定临 界负荷的标准.

#### 2 基本方程

对于任意一个森林生态系统, 土壤是通过 阳离子交换反应和矿物风化反应中和酸沉降进 入土壤的酸. 因此, 土壤系统淋溶液中的碱度是 由风化供给的净碱度 ANCw(假设等于 Ca+ Mg+ K+ Na 的净释放速率 BCw, 即 ANCw= BCw)、盐基阳离子交换供给的净碱度 ANCex、 大气酸沉降输入的净酸度 ACD 和土地利用产 生的净酸度 ACLU之间相互作用的结果. 假设整 个土壤剖面是一个搅拌箱和土壤溶液完全混 合, 那么淋溶碱度 ANCL(keq · hm<sup>-2</sup> · a<sup>-1</sup>)为:

<sup>\*</sup> 国家自然科学基金资助项目

<sup>\* \*</sup> 现在通讯地址:北京大学环境科学中心 收稿日期:1997-01-31

ANCL= ANCw+ ANCEX- ACD- ACLU (1) 当生态系统处于稳定状态时, 盐基饱和度在一 定时间内无变化, 此时 ANCEX为 0, 生态系统不 再进一步酸化. 而临界负荷是系统处于临界状 态时的酸沉降, 于是(1) 式成为:

酸沉降临界负荷= ANCw- ACLU- ANCL (2) (2)为计算酸沉降临界负荷的基本方程.所得到 的值,反映了生态系统固有消耗酸度的能力和 潜在消耗或产生酸度能力的净效果,称为潜在 酸度临界负荷,用 CL(A cpot)表示.于是(2)式可 写为:

$$CL(Ac_{pot}) = ANCw - ACLU - ANCL(crit)$$
 (3)

由(3)式可见,临界负荷可以是任何数值, 负值表明土地利用产生的酸度太高,此时即使 降低 100%的酸沉降,也不能制止系统的酸化, 说明土壤酸化是一个自然过程.如果忽略土地 利用产生的酸度 ACuu,便得到只反映系统中固 有中和酸沉降能力的临界负荷,称为酸度临界 负荷 CL(Ac),即:

$$CL(Ac) = ANCw - ANCL(crit)$$
 (4)

土地利用产生的酸度,包括植物通过土壤 吸收盐基阳离子产生的酸度 ACu 和利用氮产 生的酸度 ACN,即:

ACLU = ACU + ACN(5)

植物生长吸收盐基阳离子 BCu 后相当于向系统输入了酸度,因此:

$$ACu = BCu \tag{6}$$

系统利用氮的过程,包括植物吸收铵和吸收硝酸盐以及系统固定氮、硝化和反硝化的过程,这些过程作用的结果可能是碱度的净产生,也可能是酸度的净产生,可按下式计算:

$$A C_{N} = - N_{U} - N_{Im} - N_{De} \qquad (7)$$

式中, Nu 为植物吸收氮的速率, Nhn为系统固定 氮的速率, Nhe为系统中氮的反硝化速率. 将(6) 和(7)式代入(5)式后, 再代入(3)式得到:

$$CL(Ac_{pot}) = ANCW - BCU + NU + NIm + NDe - ANCL(crit)$$
(8)

(8)为稳定状态质量平衡方程.对于排水良好的 森林和荒地土壤,可以忽略 N 的反硝化.于是, 方程(8)简化为:

$$CL(Ac_{pot}) = ANCw - BCu + Nu + N_{Im} -$$

$$ANCL(crit)$$
 (9)

由上述可见,无论是酸度临界负荷,还是潜 在酸度临界负荷,对于大气沉降而言,均是指向 系统输入的净酸度,即硫、硝酸盐和铵沉降产生 的酸度和减去非海盐盐基阳离子沉降,因此:

ACD=  $H_{SO_4}^+$  +  $H_{NO_3}^+$  +  $H_{NH_{4D}}^+$  - BCDt (10) 于是,

CL= CL(S+ N) - BC<sup>b</sup><sub>Dt</sub>(crit) (11) 式中, BC<sup>b</sup><sub>D</sub>为非海盐盐基阳离子的总沉降.将 (11)式代入(8)式后,整理得到:

$$CL(S+N) = BC_{Dt}^{*}(crit) + ANCw - BCu + Nu + N_{Im} + N_{De} - ANC_{L}(crit)$$
(12)

氮临界负荷定义为富营养化负荷,而一个 系统的富营养化负荷取决于氮在土壤中的长期 积累、植物吸收和土壤溶液中硝酸盐的浓度<sup>[6]</sup>, 因此 CL(N)可计算为:

CL(N) = Nu + Nm(crit) + NL(crit) (13) 式中, Nm(crit) 为系统固定氮的临界值, NL 为 系统淋溶总氮的临界值.在大多数森林土壤中, 树根区域 1m 深度以下的 N 基本由  $NO^{3}$  控 制, 因此可以忽略  $NH^{1}$  的淋溶, 而在排水良好 的森林和荒地土壤中反硝化也可忽略.于是,

CL(N) = N<sup>U</sup>+ N<sup>Im</sup>(crit) + NO<sup>3,L</sup>(crit) (14) 式中, NO<sup>3,L</sup>(crit) 为淋溶的临界 NO<sup>3</sup> 值. 从富 营养化的观点看, NO<sup>3</sup> 淋溶的临界值将由导致 水生系统中富营养化的 NO<sup>3</sup> 浓度决定, 或根 据超过饮用水 NO<sup>3</sup> 浓度的极限值确定. 由方 程(12) 减去(14) 便得到计算 S 沉降临界负荷的 公式为:

$$CL(S) = BC_{Dt}^{*} + ANC_{W} - BC_{U} - (NO_{3,L} + ANC_{L})(crit)$$
(15)

#### 3 淋溶液中临界碱度的计算

ANCL 是因为径流或渗滤从系统中输出的 碱度,可认为是目标函数,根据对选择的指示生 物有机体不发生危害的临界化学值确定,这可 由碱度的定义导出.

$$[ANC] = [HCO_{3}] + [RCOO^{-}] - [H^{+}] - [A1^{3+}]$$
 (16)

式中, 各物质的浓度单位为 keq · m<sup>-3</sup>. 由此得 到淋溶临界碱度通量(kep · hm<sup>-2</sup> · a<sup>-1</sup>) 为: ANCL(crit) =  $Q \cdot [ANC](crit)$ 

$$= Q \cdot ([HCO_{3}] + [RCOO_{3}] - [H^{+}] - [Al^{3+}]) (crit) (17)$$

式中,Q为径流量 $(m^3 \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1})$ ,定义为渗 过所研究系统的水通量.

3.1 地表水和地下水淋溶临界碱度的计算

对于地表水和地下水,选择的指示生物是 鱼,为保护鱼类不受酸沉降危害,其 pH 必须大 于 5,因此计算淋溶临界碱度时可忽略[Al<sup>3+</sup>] 和[RCOO<sup>-</sup>],于是

$$ANCL(crit) = Q \cdot ([HCO_{\overline{3}}] - [H^+]) (crit)$$
(18)

式中,[HCO3]由下式计算:

$$[\operatorname{HCO}_{\bar{3}}] = \frac{K_1 \cdot K_{\mathrm{H}} \cdot P_{\mathrm{CO}_2}}{[\operatorname{H}^+]}$$
(19)

式中, K<sup>1</sup>为 H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>的第一级酸度离解常数, K<sup>H</sup> 为亨利定律常数, Pco<sub>2</sub>为空气中 CO<sub>2</sub>的分压. 显 然, 当应用 pH 为标准时, 以临界 pH 值便可计 算出 ANC<sup>L</sup>, 再代入计算临界负荷的方程就可 得到地表水和地下水的酸沉降临界负荷值.

3.2 森林土壤淋溶临界碱度的计算

对于酸性森林土壤,[HCO3]可忽略;假设 有机阴离子完全伴随着Al的产生,那么 [RCOO<sup>-</sup>]也可忽略,因此

ANC<sub>L</sub>(crit) = 
$$Q \cdot (- [H^+] - [A1^{3+}])$$
 (crit)  
(20)

式中, 临界 Al<sup>3+</sup> 或 H<sup>+</sup> 浓度由对指示生物有机 体不发生危害的临界化学值确定, 它们间的关 系假设遵循水铝矿平衡, 即:

$$\left[A\right]^{3+} = K \operatorname{Gabb} \cdot \left[H^{+}\right]^{3}$$
(21)

式中, *K* Gibb 为水铝矿溶解平衡常数 (mol · m<sup>-3</sup>)<sup>2</sup>.

下面概述由确定森林土壤临界负荷的各个 标准计算淋溶临界碱度.

3.2.1 碱度、pH和Al浓度标准

由碱度标准可直接计算 ANCL, 但应用 pH 或铝浓度标准时, 需用(21) 式计算铝浓度或 H<sup>\*</sup> 离子浓度, 如应用 Al 浓度标准时, H<sup>\*</sup> 浓度 计算为:

$$[H^{+}](\operatorname{crit}) = \left(\frac{[Al^{3+}](\operatorname{crit})}{K_{Gibb}}\right)^{\frac{1}{3}}$$
(22)

于是

$$ANCL(crit) = -\left[\left(\frac{[Al^{3+}](crit)}{K_{Gbb}}\right)^{\frac{1}{3}} + [Al^{3+}](crit)\right] \cdot Q \quad (23)$$

因而,应用 Al 浓度标准得到的酸度临界负荷 为:

$$CL(Ac) = ANCw + \left(\frac{[Al^{3+}]_{crit}}{K^{Gibb}}\right)^{\frac{1}{3}} \cdot Q + Q \cdot Q$$

$$[Al^{3+}]_{crit} \qquad (24)$$

当取[Al]  $^{\text{crit}}$  = 0.2mol. m<sup>-3</sup>、 $K^{\text{Gibb}}$  = 300(mol · m<sup>-3</sup>)<sup>2</sup> 时(相当于 log $K^{\text{Gibb}}$  = 8.5),得到: CL(Ac) = ANCw+ 0.09 · Q+ 0.2 · Q (25) 3.2.2 植物响应标准<sup>[3]</sup>

Ca、Mg和K能够保护Al毒性对树根茎的危害,而Na则不能因此,为了保护树根茎不遭受Al毒性的危害,当应用(BCca,Mg,K/Al) ent摩尔比率作为临界化学极限时,必须满足下述条件:

AlL · (BC<sub>Ga, Mg</sub>, K/Al)<sub>crit</sub> BC<sub>L</sub> (26) 则 Al 极限通量为:

$$Al_{L}^{3+} = \frac{BC_{L}}{BC_{Ca,Mg,K}/Al_{erit}}$$
(27)

式中, Alt 为淋溶液中无机铝的临界通量, BCL 为 淋 溶 液 中 盐 基 阳 离 子 的 临 界 通 量, (BCCa, Mg, K/Al) erit 为 作 为 临 界 化 学 值 的 BCCa, Mg, K/Al 摩尔比率. 由质量平衡可计算出盐 基阳离子的淋溶通量为:

BC<sub>L</sub>= BC<sub>W(Ca,Mg,K)</sub> + BC<sub>D</sub>- BC<sub>U</sub> (28) 式中, BC<sub>W(Ca,Mg,K)</sub>, BC<sub>D</sub> 分别为 Ca+ Mg+ K 的 风化和沉降速率. 由风化释放的盐基阳离子中 的 10% — 30% 是 Na, 而 Na 不能保护 Al 对植 物的毒性影响, 于是:

BC<sub>W(Ca, Mg, K)</sub>=  $x_{Ca, Mg, K} \cdot ANCw$  (29) 式中,  $x_{Ca, Mg, K}$ 为 Ca+ Mg+ K 的风化分数. 那 么, 从系统淋溶出的 Al 通量为:

$$A lL = \frac{(BCc_{a, Mg, K}) L}{(BCc_{a, Mg, K} / Al)_{crit}}$$
  
= 1.5  $(x c_{a, Mg, K} \cdot ANCw + BCD - BCU)$  (30)

于是, H<sup>+</sup> 临界通量为:  
H<sub>L</sub>= 
$$\left(\frac{Al_L}{Q \cdot K_{Gbb}}\right)^{\frac{1}{3}} \cdot Q =$$
  
 $\left(1.5 \cdot \frac{(x_{Ca,Mg,K} \cdot ANCw + BC_D - BC_U)}{(BC_{Ca,Mg,K}/Al)_{crit} \cdot Q \cdot K_{Gibb}}\right)^{\frac{1}{3}} \cdot Q$ 
(31)

$$-\left(1.5 \cdot \frac{(x_{\text{Ca,Mg,K}} \cdot \text{ANCw} + \text{BC}_{\text{D}} - \text{BC}_{\text{U}})}{(\text{BC}_{\text{Ca,Mg,K}}/\text{AL})_{\text{crit}} \cdot K_{\text{Gibb}}}\right)^{\frac{1}{3}} \cdot Q^{\frac{2}{3}} - 1.5 \cdot \frac{(x_{\text{Ca,Mg,K}} \cdot \text{ANCw} + \text{BC}_{\text{D}} - \text{BC}_{\text{U}})}{(\text{BC}_{\text{Ca,Mg,K}}/\text{AL})_{\text{crit}} \cdot K_{\text{Gibb}}}$$
(32)

式中, 1.5 是由(BCG, Mg, K/Al) at 摩尔比率换算 成当量比率的因子. 将方程(32) 代入计算酸度 临界负荷的公式得到:

$$CL(Ac) = ANCw+ \left(1.5 \cdot \frac{(x_{Ca, Mg, K} \cdot ANCw + BCD - BCU)}{(BCCa, Mg, K/Al) \operatorname{crit} \cdot K_{Gibb}}\right)^{\frac{1}{3}} \cdot Q^{\frac{2}{3}} + 1.5 \cdot \frac{(x_{Ca, Mg, K} \cdot ANCw + BCD - BCU)}{(BCCa, Mg, K/Al) \operatorname{crit}}$$
(33)

在应用(33)式进行计算之前,必须注意到 计算出的盐基阳离子吸收和淋溶需要满足2个 限制条件.首先,因为植物生理学条件的限制, 当土壤溶液中盐基阳离子浓度相当低时(2-15m eq ·m<sup>-3</sup>)不能被植物吸收,此时盐基阳离 子淋溶的最小量(BCmin)不能大于风化和沉降 供给的量,即:

则 BCmin =  $\chi$  Ca, Mg, K · ANCw+ BCD (34) 式 中, BCmin =  $Q \cdot [BC]$  min, [BC] 为吸收极限浓 度. 另外一个必须满足的条件是, 植物吸收盐基 阳离子的量不能大于风化和沉降供给的量, 即

当 BCu> 
$$x Ca, Mg, K \cdot ANCw + BCD - BCmin$$
  
则 BCu=  $x Ca, Mg, K \cdot ANCw + BCD - BCmin$   
(35)

对于高有机质和铝含量相当低的土壤,应用(BCca,Mg,K/Al) cit比率是不合适的.在这些土壤中,应用基于 BCca Mg,K/H 摩尔比率的植物响应标准可能更适合.于是,淋溶液中 H<sup>+</sup> 的临界通量为:

$$H_{L} = \frac{BC_{L}}{(BC_{Ca, Mg, K}/H)}$$
 crit

$$= \frac{0.5 \cdot (x_{Ca,Mg,K} \cdot ANCw + BC_{D} - BC_{U})}{(BC_{Ca,Mg,K}/H)_{crit}}$$
(36)  
在纯净的泥炭土壤中 A1 一般为 0, 因此 ANCL  
= - HL, 于是  
CL(Ac) = ANCw+

$$\frac{0.5 \cdot (x_{Ca, Mg, K} \cdot ANCw + BC_D - BC_U)}{(BC_{Ca, Mg, K}/H)_{crit}}$$
(37)

#### 3.2.3 土壤稳定性标准

在高降雨量地区, 土壤中 Al 的净消耗可 以破坏土壤的结构. 对于许多土壤, 次生 Al 物 相和 Al 配合物是土壤中重要的结构载体. 土 壤的稳定性取决于这些物质蓄积的稳定性. 酸 沉降可以潜在地导致 Al 淋溶超过风化产生的 Al. 因此, 不能长期消耗氢氧化铝, 即铝的净淋 溶(Ah) 不能超过由原生和次生矿物风化释放 的净铝, 于是:

All Alw 
$$(38)$$

矿物风化产生的铝与风化产生的盐基阳离子成 正比,于是:

$$A1w = RA1 \cdot BCw \tag{39}$$

因而,应用 Al 消耗标准时得到 ANCL 为:

$$ANCL = -Q \cdot [H^{T}] - Q \cdot [AI^{T}]$$

$$= -\left(\frac{Al_{L}}{K_{Gbb}}\right)^{\frac{1}{3}} \cdot Q^{\frac{2}{3}} - Al_{L} \qquad (40)$$

$$= -\left(\frac{R_{AI} \cdot BCw}{K_{Gbb}}\right)^{\frac{1}{3}} \cdot Q^{\frac{2}{3}} - R_{AI} \cdot BCw$$

于是, 酸度临界负荷为:

$$CL(Ac) = (1 + RA1) \cdot ANCw + \left(\frac{R_{A1} \cdot BCw}{K_{Gbb}}\right)^{\frac{1}{3}} \cdot Q^{\frac{2}{3}}$$
(41)

式中, Rai是铝对盐基阳离子风化速率的比率. 在大多数土壤中, 原生矿物的化学风化产生的 A1 和产生的盐基阳离子之间的比率在 1.0-3.0 范围内, 取决于土壤中重矿物的矿物学组 成.由于次生铝硅酸盐和氢氧化物的同时风化, 因而总的比率较高, 假设平均值为 2.

生态系统的酸沉降临界负荷,应该取应用 上述标准计算出的最小临界负荷值.

综上所述,稳态法既可应用于森林土壤,也 可应用于地表水和地下水临界负荷的计算.对 于同一地区,这些生态系统临界负荷值间的差 异,主要是因为风化速率的不同和选择不同计 算标准致使淋溶临界碱度通量的差异引起的.

4 结论

(1)稳态法确定临界负荷的基本理论,可以以生态系统在临界状态时淋溶液中产生碱度的静态质量平衡来建立,由此可系统地导出计算酸沉降临界负荷的数学表达式,其物理意义明确,概念清楚.

(2)稳态法是基于土壤化学和地球物理化 学性质计算临界负荷,而不需要目前系统酸化 状态的任何信息,其实质是计算出不致使生态 系统淋溶的碱度低于淋溶临界碱度时的最大酸 沉降负荷.所需参数必须是系统在临界状态时 的性质,与目前系统的属性并不相同.

(3)对指示生物有机体不发生危害的临界 化学值决定了淋溶临界碱度值的大小.

(4) 酸度临界负荷反映了生态系统中固有

中和酸沉降的能力,而潜在酸度临界负荷反映的是系统中和酸沉降的总的能力.作为控制大 气沉降向系统输入的酸度,它们均反映的是大 气沉降输入生态系统的净酸度.

#### 参考文献

- Downing R J, Hettelingh J P et al. Caculation and Mapping of Critical Load in Europe. CCE Status Report. RIVM, Bilthoven, The Netherlands. 1993: 163
- 2 Sverdrup H, Warfvinge P et al. . AM BIO, 1992, 21(5): 348
- 3 Sverdrup H, De Vries W. Water, Air, and Soil Pollution, 1994, 72: 143-162
- 4 De Vries W et al. . Water, Air, and Soil Pollution, 1994, 72: 357- 394
- 5 De Vries W. Water, Air, and Soil Pollution, 1993, **68**: 399– 434
- 6 Nilsson J, Grennfelt P(Eds). Critical Loads for Sulphur and Nitrogen. Report 1988: 15(Copenh mgen:Nordic Council of Ministers), 1988

•环境信息 •

# 欢迎购阅 (中国小造纸、小印染高浓度有机废水 治理技术交流会论文汇编》

(中国小造纸、小印染高浓度有机废水治理 技术交流会论文汇编》(环境科学》增刊)精选 了由国家环保局科技标准司科技处主持的"高 浓度有机废水污染防治技术交流会"和"小印染 高浓度有机废水污染防治技术交流会"交流的 优秀科技论文 39 篇,介绍了适用性强、投资少、 成本低和能耗低的新型治理工艺、新设备、新药 剂等,包括小造纸厂黑液回收,木素综合开发, 石灰法草浆厌氧处理技术,处理高浓度有机废 水的厌氧生物炭技术和处理印染废水的兼氧-好氧-生物炭技术,高压脉冲电解法新设备等. 汇编》约20万字,定价8元/册(含邮费).编辑 部还有刊,欲购者请将书款汇到北京2871信箱 (邮编100085) 怀境科学》编辑部,并请用正楷 在汇款单上写清双方地址、邮政编码、姓名、款 数、所购书名及数量,切勿多寄或少寄书款及信 中夹邮书款,也可携款到编辑部购买,联系电 话:62925511-2138。

## HUANJING KEXUE

### Abstracts

**Environmental Science** 

Kinetics of Photocatalytic Oxidation of Phenol on TiO<sub>2</sub>. Hu Chun, Wang Yizhong, Tang Hongxiao (State Key Laboratory of Environmental Aquatic Chemistry, Research Centre for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085): Chin. J. Environ. Sci., **18**(4), 1997, pp. 1–4

The kinetics of the photodegradation of phenol were studied in TiO2 aqueous suspensions under mercury lamp irradiation. The effects of initial concentration  $(c_0)$  of phenol, oxygen patial pressure  $(Po_2)$ , light intensity (I), the amount of catalyst and calcination temperature of catalyst on photodegradation of phenol have been investigated. The characteristics of photo catalytic oxidation of phenol were verified, the reaction apparently proceeded according to the first-order kinetics with the apparent rate constant dependencing on co, Po2, I and [TiO2]. Photocatalytic activity can be improved by suitable calcination. The experimental results indicates that the oxygen patial pressure, light intensity and dose of catalysts were important parameters in the degradation process. A chemical kinetic equation was proposed, which could be in agreement with experimental results.

**Key words**: photocatalytic, kinetics, phenol, TiO<sub>2</sub>, photocatalytic oxidation.

Research on Basic Theory of Determining Critical Loads for Acid Deposition with Steady-state Mass Balance Method. Xie Shao dong, Hao Jiming, Zhou Zhongping (Dept. of Environ. Eng., Tsinghua Univ., Beijing 100084): Chin. J. Environ. Sci., **18**(4), 1997, pp. 5–9

Some basic conceptions were clearly stated in the theory of determining critical loads for acid deposition. Basic formula to calculate critical loads for acid deposition was obtained by establishing steady-state mass balance equation for alkalinity production in leaching solution. From this basic formula, mathematical expressions to calculate critical loads for acidity, potential acidity, sulfur deposition and nitrogen deposition were derived. The methods of calculating critical alkalinity leaching by means of critical chemical values that will not cause harmful effects on a selected indicator organism were also studied. Therefore, a complete and systematic theory for steady-state mass balance method was presented in the paper.

**Key words**: acid deposition, critical load, ecosystem, soil, steady-state mass balance method.

Water-Particulate Distribution Coefficient of Heavy Metal and Application in Sediment Quality Criteria in China River. Huo Wenyi and Chen Jingsheng. (Dept. of Urban and Environmental Sciences, Peking University, Beijing 100871): Chin. J. Environ. Sci., 18(4), 1997, pp. 10–13

Water-particulate distribution coefficient of heavy metal was calculated in natural condition (both physical and chemical) in China rivers. Due to difference of grain size composition, distribution coefficient of heavy metal in the Changjiang(Yangtze River) is greater than it in the Huanghe (Yellow River). For the Changjiang, that distribution coefficient estuary is greater than it in Wuhan station mainly reflects effect of ion intensity. Based on preceding data, sediment quality criteria was proposed in the study.

**Key words:** water-particulate distribution coefficient, heavy matel, sediment quality criteria, Yangtze River, Yellow River.

The Application of Bacterial Luminescent Biosensor in Rapid Determination of Acute Toxicity of Pollutants. Huang Zheng et al. (Institute of Environ. Medicine, Tongji Medical Univ. Wuhan 430030): Chin. J. Environ. Sci., 18(4), 1997, pp. 14—16