

图们江水系天然水体 Φ 值变化特征及成因分析

严登华, 邓伟, 何岩

中国科学院长春地理研究所, 吉林长春 xxxyyx)

摘要 H 分析了图们江天然水体 Φ 值时间和空间变化, 并探讨其变化的成因。从年际变化上看, 其 Φ 值有上升的趋势; 从季节变化上看, 其 Φ 值在 Γ—Δ 月份达到最大值。天然水体 Φ 值的变化受降水、河流含沙量及人类活动的影响明显。

关键词 H Φ 值; 变化特征; 成因; 图们江

中图分类号 H E2y 文献标识码 HE 文章编号 Hxav—uyΓΔy yuaxpux —xavA—ux

α φσ Σ0 3098χ2 3τ 4 Φ—ξ09σ 3τ ∂ξ896ξ0 δξ8σ6 ξ2ρ χ87 Πβ967σ 3τ

T361 ξ8χ2 αβϵ Σ∂ δξ8σ6 s378σ17

ξΞ∂ Pσ2υμφ9ξs PΣ∂Υ δσχs ΦΣ ζξ2

(Πφξ2υπφ92 X278χ98σ 3τ Υσ3υ0ξ4φ3s ΠΞs Πφξ2υπφ92 s xxxyyx Πφξξ)

Ξ0786ξπ8 H αφσ 8σ1 436ξ0 ξ2ρ 74ξ8ξ0 σ0 3098χ2 3τ 4 Φ—ξ09σ 3τ 8φσ 2ξ896ξ0 1ξ8σ6 ξ2ρ 8φσ π8967σ7 3τ τ361 ξ8χ2 χ2

αβϵ Σ∂ 1ξ8σ6 7378σ17 1σ6σ 46σ7σ28σρ χ2 8φχ 4ξ4σ6 uαφσ 4 Φ—ξ09σ χ2 π0σξ7σ7 3σξ803 ξ2ρ υσ87 4σξω—0σ0 σ ρ96χ2 υ

Ξ46χ ξ2ρ s s18σ1 0σ6 uX φξ7 0σσ2 χ2 ρχπξ8σρ 8φξ8 46σπχ1χξ8χ2 s π328σ28 3τ 7ξ2 ρ πξ66χρ 0s 1ξ8σ6 ξ2ρ φ9 1ξ2 ξπ8χ2 27

40ξ3 ξ υ0σξ8 σπππ8 32 σ0 3098χ2 3τ 8φσ 4 Φ—ξ09σ u

Ωσ3 136ρ7 H 4 Φ—ξ09σ s σ0 3098χ2 86σ2 ρ s π3967σ7 3τ τ361 ξ8χ2 s αβϵ Σ∂ 1ξ8σ6 7378σ17

水体 Φ 值是水体水化学特征的综合反映。天然水体 Φ 值受到流域的地质地貌、土壤、植被及水体的补给等多方面因素的制约。天然水体的水质与全球变化、环境酸化有着一定的响应关系^[a-b]。水体 Φ 值则是其直接体现。图们江流域位于中、俄、朝三国交界处, 在中国版图上的面积占据其总面积的 1Z%。翟金良等的研究表明图们江流域是我国典型的酸雨区, 图们和琿春多年平均降水的 Φ 值分别为 Buxy 和 BuxE, 然而其水体却呈现出碱性的特征, 天然水体 Φ 值为 Δικτω。这表明雨水在地球表层系统的汇流中带入了大量的碱性物质。研究图们江流域水体 Φ 值的变化是进行流域水质管理的基础。

x 流域的环境概况

图们江发源于长白山主峰白头山东麓, 向东北流经图们市后向东南流入日本海。在我国吉林省境内的

主要支流有嘎呀河、布尔哈通河、海兰江和琿春河。全流域面积为 z uk 万平方公里, 全长 BxB 公里。我国境内面积为 yuwZ 万平方公里, 河长 AZw 公里。图们江地区地质构造属于天山—兴安地槽吉黑褶皱系的延边优地槽褶皱带, 区内新华夏系、华夏式构造形迹较发达。从岩性上, 前震旦系的片麻岩, 片岩构成本区古陆基底, 在海西和燕山期运动中, 伴有大量的岩浆岩(花岗岩等)、侵入或火山岩(玄武岩)喷出。图们江地处温带大陆性季风气候区, 气候垂直变化明显。现有林地 ΔEΓ z Bvφ^{1.5}, 占全区总土地面积的 ΔΔ%(xZZA 年)。

y 研究方法

yux 水样的采集与分析

选择位于河道上游的 A 个采样点, 分别为头道、崇善、安图上和汪清, 这些站点远离城区, 受到城区的点源污染小。圈河站位于图们江在我国的总出口处。

yty 数据的处理

图们江水系的水文气候资料年限为 xZyA 年—xZZΔ 年, 水质资料年限为 xZΔy 年—xZZΔ 年。所有数据的处理均在 φ III Bxv 微机上完成, 统计分析软件有 Σε ΠΣ∂Δ s φs s Zuv 以及 ϵ X9 Xα E0。

收稿日期: yxav—uB—xΓ

基金项目: 中国科学院重点项目“中国粮食安全的分区水资源供需分析及对策”(Ωη ZBy—Yx—αx y) 支持

作者简介: 严登华(xZΔ—), 男, 中国科学院长春地理研究所环境研究中心博士研究生。

结果分析

流域水体水质概况

水质背景

由于近期特别是 Ew 年代以后, 受到人类活动的影响较明显。故在进行水质背景分析时采用 Ew 年代以前的资料。采用原苏联 uE 阿列金分类法, 图们江以重碳酸盐类的分布最广, 有出现硫酸盐类和氯化物类的水。图们江流域年平均 Φ 值在 $\Gamma u \Gamma - \Delta u \Gamma$ 之间。总硬度在 $yE - B \Gamma u$ 之间。距离海洋较近, 气候湿润, 由于地质条件复杂, 裸露的火山岩长期受到水流的冲刷, 且降水中含盐分较多, 河水的年平均矿化度较高, 为 $y u Z - B u y$ 之间。

水质现状分析

图们江天然水体的水质总体上较好。除了 $\Pi \phi P$ 外, 满足《地表水环境质量标准》($T \Phi \eta O x - x Z Z Z$) X 级标准(表 x)。 Φ 值的变化不大, 标准差在 $w u y E - w u A Z$ 之间, 但较 Ew 年代以前有所上升。

Φ 值的时间变化

年际变化

除崇善站点外, 图们江水系天然水体 Φ 值在 $Z w$

年代初期有缓慢下降, 随后均呈现出上升趋势。崇善站点水体的 Φ 值一直处于上升的阶段, 这与崇善地区的人类活动有关(图 x)。

季节变化

图们江水系天然水体的 Φ 值在 $B - Z$ 月份有一个高值阶段, 夏秋季节高于冬春季节(表 y)。最高值出现在头道站的 E 月份, 为 $\Delta u \Delta E$, 最低值出现在崇善地区的 Δ 月份, 为 $\Gamma u E$ 。

区域变化

见表 x 、表 y 。区域变化为头道 Δ 汪清 Δ 安图上 Δ 崇善, 且随着地区 Φ 值的增大, 其变化也增大。

A 成因分析

图们江水系河流以雨水补给为主, 故在成因分析的讨论中, 主要从降水、河流含沙量及人类活动的影响等 z 个方面进行分析。

降水的影响

图们江地区降水的年际变化不大(图 x), 但各地降水的季节变化很大, 年内分配很不均匀。本区冬季受到冷高压的控制, 寒冷雪少, 历时长, 春季冷高压开始北撤, 东南季风入侵较晚, 六月进入雨季(表 $z \rho$)。

表 x Ew 年代以来水质现状统计结果

$\alpha \xi 0 \sigma x \alpha \varphi \sigma 3 \sigma \xi 6 0 3 \chi 2 \chi 2 \xi 0 6 \sigma 1 9 0 8 7 3 \tau 1 \xi 8 \sigma 0 5 9 \xi 0 \chi 3 1 \chi 2 \pi \sigma x Z E w u \tau$

| 地点 | Φ 值 | | $\alpha \Phi 0 \Pi \xi \phi \rho / \nu \cdot \partial^{-x}$ | | $\Pi \phi P_{\nu} / \nu \cdot \partial^{-x}$ | | $\partial \phi_{\nu} - \partial / \nu \cdot \partial^{-x}$ | |
|-----|-------------------|--------------|---|-----------------------|--|---------------------|--|-----------|
| | 平均值 | 标准差 | 平均值 | 标准差 | 平均值 | 标准差 | 平均值 | 标准差 |
| 头道 | $\Delta u \Delta$ | $w u A Z$ | $A y u \omega z$ | $x \Gamma u Z z$ | $E u B$ | $\Gamma u \Gamma y$ | $w u A$ | $w u A$ |
| 安图上 | $\Delta u x$ | $w u y$ | $z \Gamma u E$ | $y B u y E$ | $A u \Gamma A$ | $y u Z A$ | $w u A x B$ | $w u B x$ |
| 崇善 | $\Delta u z$ | $w u y E$ | $x E w u A$ | $x \Gamma A u Z$ | $B u \Delta v$ | $z u Z z$ | $w u y \Delta x$ | $w u y z$ |
| 汪清 | $\Delta u \Gamma$ | $w u \Delta$ | $y \Delta u w$ | $E u y$ | $z u \Delta B$ | $A u \Gamma B$ | $w u y z E$ | $w u A y$ |
| 总计 | $\Delta u \omega$ | $w u E$ | $x y u w$ | $y E \Gamma u \Delta$ | $x A u \gamma$ | $y u \omega Z$ | $w u \Delta x$ | $w u Z B$ |

图 x 主要站点 Φ 值的年际变化特征

$T \chi 9 6 \sigma x \alpha \varphi \sigma 3 \sigma \xi 6 0 3 \chi 2 \chi 2 \xi 0 6 \sigma 1 9 0 8 7 3 \tau 1 \xi 8 \sigma 0 5 9 \xi 0 \chi 3 1 \chi 2 \pi \sigma x Z E w u \tau$

表y 水体 Φ 值的季节变化

$\alpha \xi_0 \sigma_y \alpha \varphi \sigma_1 \sigma \xi_1 \sigma_2 \xi_0 \sigma_0 \sigma_3 \sigma_4 \sigma_5 \xi_2 \sigma_2 \sigma_3 \tau_4 \Phi \rightarrow \xi_0 \sigma$

| 月份 | 安图上 | 崇善 | 头道 | 汪清 |
|-----|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| z月 | $\Delta u \omega z$ | $\Gamma u EB$ | $\Delta i \omega \tau$ | $\Gamma u \Delta$ |
| A月 | $\Delta i \omega \tau$ | $\Delta i \omega y$ | $\Delta i \Gamma \omega$ | $\Delta i \omega E$ |
| B月 | $\Delta u \omega z$ | $\Delta i \omega B$ | $\Delta i \omega \Delta$ | $\Delta u AA$ |
| Γ月 | $\Delta i \Gamma B$ | $\Delta i \omega Z$ | $\Delta i B \Delta$ | $\Delta i B \Delta$ |
| Δ月 | $\Delta i \omega \tau$ | $\Gamma u E \omega$ | $\Delta i \Gamma B$ | $\Delta i B \omega$ |
| E月 | $\Delta i \omega \Gamma$ | $\Delta i \omega Z$ | $\Delta i \Delta E$ | $\Delta i \Delta z$ |
| Z月 | $\Delta i \omega E$ | $\Gamma u Z \omega$ | $\Delta i \Delta E$ | $\Delta i \Delta \omega$ |
| xx月 | $\Delta i \omega \tau$ | $\Delta i \omega \Gamma$ | $\Delta i \omega \tau$ | $\Delta i B \omega$ |
| xy月 | $\Delta i \omega \Delta$ | $\Delta u \omega z$ | $\Gamma u ZZ$ | $\Delta i \omega \Gamma$ |

表z 图们江水系不同步长年降水量系列均值 ρ 、 Π 值比较

$\alpha \xi_0 \sigma z \alpha \varphi \sigma \xi_0 \sigma_0 \xi_0 \sigma_1 \xi_2 \rho \Pi_0 \sigma_2 \xi_2 \sigma_2 \sigma_3$

| 站名 | 项目 | $y \omega$ | $y A$ | $z \omega$ | $A \omega$ | $B \omega$ | 资料年数 | 多年均值 |
|----|-------|--------------------------|---------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------|------------|---------------------|
| 延吉 | 均值 | $A Z Z u B$ | $A Z A u E$ | $A Z y u Z$ | $B u E u E$ | $A Z \Gamma u \omega$ | $B y$ | $B u B u Z$ |
| | Π | $\omega u \omega Z$ | $\omega u \omega Z$ | $\omega u \omega \Gamma$ | $\omega u \omega \tau$ | $\omega u \omega x$ | | $\omega u \omega z$ |
| 和龙 | 均值 | $B y B u y$ | $B u Z u B$ | $B u \Gamma u \Delta$ | | | $z \Delta$ | $B y x u \Gamma$ |
| | Π | $\omega u \omega \Delta$ | $\omega u \omega Z$ | $\omega u \omega E$ | | | | $\omega u \omega E$ |

以汪清站为例，探讨降水量的变化与 Φ 值变化之间的关系。图y ρ 。由于冬季降水以雪为主，不能直接作为径流而进入河道，且河道封冻，水体 Φ 值与降水量之间的关系不明显。水体的 Φ 值，A—E月份，随着降水量的增加而增大，E—xx月份，随着降水量的减少而下降。这说明，水体 Φ 值受到降水的影响明显，其变化与降水量变化的节律相同。降水从地球表层系统中带入大量的碱性物质进入河流，从而增加了水体的 Φ 值。

Aty 河流含沙量的影响

以头道站为例，分析水体 Φ 值与含沙量之间的关系。从图z看出，A—E月份，水体 Φ 值的变化趋势与含沙量的变化趋势正好相反，E月份之后，水体的 Φ 值逐渐下降，与含沙量的变化不明显。在此做如下解释：图们江水系发源于森林覆盖区，在A—B月份，随着温度的升高，林下枯枝落叶被迅速分解，产生大量的腐殖酸等酸性物质随沙进入河道中，B—Δ月份，虽然泥沙的含量减少，但其对 Φ 值的影响不大。

Aik 人类活动的影响

图们江地区的开发历史较短，然而人类活动的影响却十分强烈。安图、崇善靠近图们、珲春、延吉等城市，城市排放的酸性气体以及来自日本气流的酸性物质导致降水的 Φ 值以城市的主导风向为长轴而降低，降水的 Φ 值升高，亦即人类活动间接改变了流域水体的 Φ 值。

从图y、图z可以看出，E月份以后，水体的 Φ 值逐渐降低，一方面与降水的减少有关，另一方面，E月份是农田排水时期，大量的面源污染物经过一段时

图y 汪清站水体 Φ 值与降水量的对比关系

$T \chi \rho \sigma y \alpha \varphi \sigma_4 \Phi \rightarrow \xi_0 \sigma_3 \tau_1 \xi_8 \sigma_0 \sigma_7 \sigma_8 \varphi \sigma_4 \sigma \pi \chi_1 \xi_8 \xi_8 \chi_2$
 $\xi_8 \delta \xi_2 \nu_5 \chi_2 \nu_5 \xi_8 \xi_8 \chi_2$

图z 头道站水体 Φ 值与含沙量的对比关系

$T \chi \rho \sigma z \rho \sigma \xi_8 \chi_2 \tau_1 \varphi \chi_1 \sigma \sigma_1 \sigma \sigma_2 \sigma \varphi \sigma_4 \Phi \rightarrow \xi_0 \sigma_1 \xi_2 \rho \tau_1 \xi_2 \rho$
 $\pi \chi_2 \sigma_2 \sigma_2 \tau_1 \chi_2 \tau_1 \xi_8 \sigma_0 \xi_8 \alpha \beta \gamma \rho \xi_3 \sigma_5 \xi_8 \chi_2$

滞后进入到河道中。面源污染以 ϑ 、 Π 等酸性物质为主，从而降低了河道水体 Φ 值。同时，作物收获后，裸地中的酸性物质会在雨水的淋洗下进一步进入到水体中，使河道水体的 Φ 值进一步降低。

B 结论

$B u \omega$ 从年际变化上看，图们江水体 Φ 值有上升的趋势；从季节变化上看，A—Z月份是 Φ 值的高峰期；而且还有一定的区域变化。

$B u y$ 图们江水体的 Φ 值与降水、河流泥沙含量的关系密切，受到人类活动的影响巨大。

参考文献H

θ_{1x} 陈静生 u 环境酸化与陆地水质演化——一个有意义的新研究领域 Ψu 环境科学学报 $s x Z Z \Delta s x \Delta(x)$; $x u$
 θ_{2y} 王文兴 u 中国环境酸化问题 Ψu 环境科学学报 $s x Z Z \Delta s x \Delta(z)$; $x u$
 θ_{2x} $\Gamma \sigma_8 \Omega_2 \rho_8 \tau_7 \tau_3 z u \alpha \sigma_2 \rho_1 \chi_2 \sigma \varphi \sigma \xi_0 \omega \chi_2 \tau_1 \xi_8 \chi_2$; $\tau_1 \nu_6 \beta \nu_2 \rho_1 \xi_8 \sigma_0 \sigma_3 \xi_0 \chi_8$; $\tau_1 \xi_2 \xi_0 \sigma_1 \sigma_2 \sigma_8 u \varphi_0 \beta \sigma \sigma \rho \chi_2 \nu_7 \tau_1 \sigma \varphi \sigma \Gamma \phi \in Z z \pi_3 \tau_0 \sigma_2 \pi_0 \varphi \sigma \rho \xi_8$; $\zeta \xi_0 \chi_2 \sigma_7 \sigma_1 \sigma_1 \sigma_0 \sigma_0 s x Z Z z u$
 θ_{3x} $P \sigma \gamma \sigma_7 \delta \sigma \xi_0 u \alpha \varphi \sigma \sigma \xi_8 \chi_2 \sigma_0 \sigma_1 \sigma \sigma_2 \tau_3 \chi_2 \xi_0 \omega \chi_2 \tau_1 \xi_8 \chi_2$; $\rho \sigma \sigma_1 \sigma_2 \sigma_8 \pi \chi_2 \nu_1 \xi_8 \sigma_0 \theta \Psi u \xi_8 \chi_2 \rho_7 \tau_3 \chi_2$; $\tau_1 \sigma_0 \sigma_0 \sigma_2 s x Z E \Delta s_0 z B \rho H y Z z - z x u u$
 θ_{3y} 翟金良 s 邓伟 s 郭新生 s 等 u 吉林省城市大气降水 Φ 时空分异及成因 Ψu 城市环境与城市生态 $s x Z Z \Delta s(B)$; $B u - B z u$