

## 参 考 文 献

- [1] 王一雄等,中国农业化学会志(台湾),23(1/2),119(1985).  
 [2] 孔维屏等,环境科学学报,7(1),78(1987).  
 [3] 川口桂三郎编(汲惠吉等译),水田土壤学,464页,农

业出版社,北京,1985.

- [4] 蔡士悦等,环境科学情报,(2),61(1986).  
 [5] 曹仁林等,农业环境保护,(6),1(1986).  
 [6] 青长乐,土壤农化通报(四川),3(2),27(1988).

(收稿日期:1989年2月27日)

# 旅游和城市化对避暑山庄土壤、植物的影响

蒋高明 黄银晓

(中国科学院植物研究所)

**摘要** 本文通过野外考察和采样分析,就旅游和城市化对避暑山庄土壤、植物的影响方式、程度以及采取的生态学措施进行了初步探讨。结果表明,山庄土壤紧实度增加、孔隙度减少,碱度提高,硫含量是北京植物园土壤的2.1倍;植物遭受到人为引起的病虫害、机械破坏以及环境污染的影响,突出地表现在古松死亡严重(26.5棵/年)。

城市化破坏了自然环境,并对生物的生存空间产生影响。关于城市化对土壤及植物的影响研究,国内外已有不少报道<sup>[2,4,5,6]</sup>。旅游是风景名胜城市特有的现象,它一方面带来经济收入,另一方面由于人为活动增加,造成对生态环境的破坏。开展以旅游为主的城市化对土壤及植物影响方式、后果及对策研究,对城市园林绿化以及合理开发旅游资源有重要意义,逐步引起人们的重视<sup>[1,3]</sup>,但具体开展的研究工作还很少。避暑山庄是我国现存最大的皇家园林,位于承德市区,土壤、植物受旅游和城市化影响造成了一定危害。这项研究,旨在阐明城市旅游环境对植物的影响及其反应,以便采取相应的生态学措施,为创造优美清洁的旅游环境提供科学依据。

## 一、研究方法

避暑山庄位于河北省承德市区(E117°56', N40°58'),其内分成宫殿、湖洲、平原、山峦四个部分,占地560公顷。在植被调查的基础上,选择不同的游览区,进行土壤、植物样品采集,就下述几项内容进行了研究。

(1) 土壤理化性质 现场测定土壤容

重,采集土壤样品测定含水量、比重,计算孔隙度,用pHS-29A型酸度计测定pH值。

(2) 植物样品采集分析 实地观察游览活动对植物机械破坏状况,选择避暑山庄分布最广的油松(*Pinus tabulaeformis*)、羊胡子草(*Carex rigescens*)采集其叶子分析测定,用比浊法测硫,用703型石墨炉原子吸收法测铅,同时测定所采集土壤样品中的硫、铅含量。

(3) 古松死亡原因分析 选择古松分布的典型地段采样,分析土壤养分;搜集关于古松生长的水文、气候资料,进行古松生长势调查。

## 二、结果分析与讨论

(一) 旅游和城市化对避暑山庄土壤的影响

1. 对土壤孔隙度和酸碱度的影响

节日期间,来山庄游览的人数最多可达15万人次。大批游人拥进山庄,对游览区土壤产生机械破坏作用,平原、湖洲、宫殿三区因游人多至,土壤被踏实,土壤容重大,而孔隙度小;山峦区游人少至,土壤受踏实不明

显。四个游览区中土壤容重( $g/cm^3$ ),平原区(1.44) > 湖洲区(1.32) > 宫殿区(1.30) > 山峦区(1.18);孔隙度(%),山峦区(56.7) > 宫殿区(50.4) > 湖洲区(49.2) > 平原区(46.0)。

城市建筑垃圾致使土壤中含有许多石灰物质,且一些心土也被翻到表层,这类土壤缺乏一定的形态结构,碱度高,易板结。宫殿、湖洲、平原三区土壤为碱性(pH8.08—8.68),其中宫殿区为强碱性(pH,8.68),实际上避暑山庄地带性土壤应为中性,如山峦区pH平均值为7.39(依中国科学院南京土壤研究所标准,1978)。宫殿等三区由于建筑垃圾影响,造成土壤碱性或强碱性。土壤条件变劣,原来生长的植物消失,代之以大量的伴人植物。经调查,避暑山庄有伴人植物26科92种,其中菊科最多,有34种。伴人植物增加,说明生态环境受人为干扰已很明显。

### 2. 造成土壤污染

在山庄选择13个点测定土壤中的硫、铅含量,结果为: S(ppm),宫殿区(493.78) > 湖洲区(412.14) > 平原区(317.83) > 山峦区(237.82); Pb(ppm),湖洲区(48.340) > 宫殿区(40.400) > 平原区(19.224) > 山峦区(14.600)。宫殿、湖洲两区的硫、铅浓度较高,这是因为这两个游览区人多而集中,靠近市区居民点及交通要道,且植被覆盖率低。从污染物在避暑山庄分布规律(图1)来看,在宫殿、湖洲、平原三区的采样点S、Pb浓度较高。最高点S(571.28ppm)在宫殿区,Pb(48.340ppm)在湖洲区;最低点S(161.53ppm)、Pb(9.899ppm)均在山峦区,反应了人为活动的影响。

另外,在承德市几个采样点中,土壤硫、铅含量的顺序为: S(ppm),承德市区(547.20) > 避暑山庄(365.40) > 外八庙(364.30) > 棒锤山(207.49); Pb(ppm),外八庙(37.63) > 避暑山庄(30.641) > 棒锤山(19.523) > 承德市区(15.998)。避暑山庄土

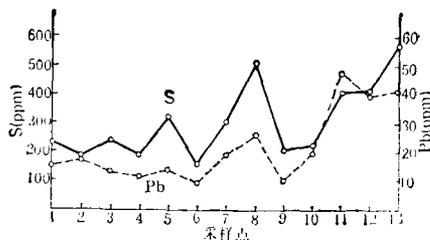


图1 避暑山庄 S、Pb 在各采样点土壤中的分布

1. 锤峰落照 2. 小榛子峪 3. 西峪 4. 四面云山 5. 松云峡 6. 青枫绿屿 7. 梨花伴月 8. 万树园 9. 蒙古包 10. 试马埭 11. 金莲映日 12. 东宫 13. 烟波致爽  
1—7. 山峦区; 8—10, 平原区; 11. 湖洲区; 12—13. 宫殿区。

壤S含量较高,是北京植物园(173.38ppm)的2.1倍,而Pb含量与北京植物园接近(27.460ppm)。北京植物园与避暑山庄分别做为北京市与承德市的相对清洁区,然而,山庄土壤S、Pb含量均较高,说明游览环境已受到污染。

### (二) 旅游和城市对避暑山庄植物的影响

#### 1. 对植物的机械破坏

游人采摘花草、树叶、果实,攀树照相,在树木尤其是大树、古树上刻字留名,打靶、练功、林内吸烟等不文明行为在山庄内都可见到。在调查过程中,我们发现许多古松躯干上都留有人为痕迹。抽样调查27棵古松,树身有伤疤、刀坑者23棵,占85%,其中0396号古松(死亡),树身有23 × 11cm<sup>2</sup>扁形坑,深及髓部;另一棵古松(号码看不清)木质部裸露8处,最大面积达107 × 54cm<sup>2</sup>,仅存韧皮部周长53cm,而该树周长180cm,也已死亡,尚有钉子、火烧痕迹。

另外,山庄人为活动增加,致使一些有益鸟兽类减少,病虫害猖獗,如西峪山杏(*Prunus armeniaca var. ansu*)在春季萌叶不久就受到天幕毛虫的严重危害。一些害虫如严重危害古松的小蠹虫,是七十年代从东北引进红松木材时带到山庄的。

#### 2. 环境污染对植物的影响

表 1 承德市植物样品中 S、Pb 含量 (ppm)

| 地点   | 植物种类 | 油松      |       | 荆条      |       | 羊胡子草    |       | 中华卷柏    |       |
|------|------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
|      |      | S       | Pb    | S       | Pb    | S       | Pb    | S       | Pb    |
| 避暑山庄 |      | 606.16  | 1.370 | 1364.01 | 1.512 | 1083.06 | 0.956 | 1104.75 | 3.741 |
| 承德市区 |      | 1798.34 | 4.340 | 2420.30 | 1.056 | 1233.08 | 0.588 | 1680.88 | 5.626 |
| 棒锤山  |      | 577.14  | 1.209 | 910.22  | 1.109 | 545.00  | 0.883 | 897.62  | 2.479 |
| 外八庙  |      | 1155.36 | 1.014 | 957.86  | 1.088 | 944.66  | 1.705 | —       | —     |

首先我们在避暑山庄、承德市区(佟山)及郊区(棒锤山及外八庙)进行采样,分析了油松、荆条 (*Vitex chinensis*)、羊胡子草、中华卷柏 (*Selaginella sinensis*) 四种植物内的 S、Pb 含量,分析结果如表 1。

从表中可以看出,避暑山庄和市区四种植物中 S、Pb 含量均超过郊区棒锤山和外八庙植物中的含量,说明避暑山庄植物已受到污染,市区植物受到严重污染。

避暑山庄四个游览区中,植物受到污染的程度也不同, S 含量 (ppm), 宫殿区 (1140.89) > 平原区 (921.28) > 山峦区 (735.67) > 湖洲区 (580.60); Pb(ppm), 平原区 (1.295) > 宫殿区 (1.194) > 山峦区 (1.115) > 湖洲区 (1.044)。宫殿区和平原区人为活动最多,且办公地点集中,各种车辆出入频繁,污染明显。从 S、Pb 在避暑山庄油松和羊胡子草的分布特点来看(图 2、3),山峦区除锤峰落照、西峪两点 S、Pb 含量较高

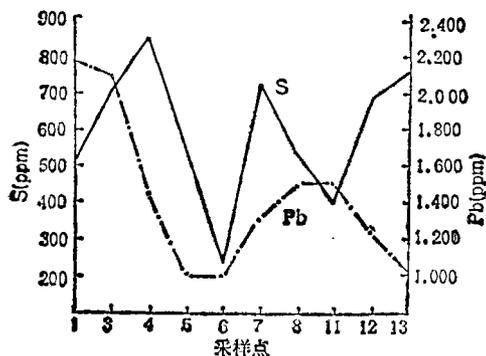


图 2 S、Pb 在避暑山庄各采样点油松中的分布  
采样点序号地点同图 1

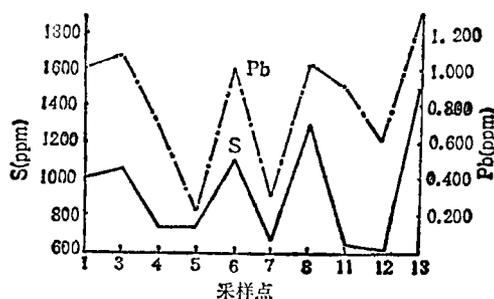


图 3 S、Pb 在避暑山庄各采样点羊胡子草中的分布  
采样点序号地点同图 1

外,其余点均较其他三区为低,这两个点靠近市区和游览要道,常有车辆通过,所受煤烟及汽车尾气污染较其他山峦区点严重。湖洲区土壤中 S、Pb 含量较高,而植物中却不明显,其原因有待于进一步探讨。另外,各采样点中 S、Pb 在羊胡子草中的分布曲线大致平行(图 3),且规律性较强,说明了草本植物比木本植物有更好的环境指示性能。

污染物浓度增加对敏感植物如油松有不良影响,降低其抗病性,易受虫、旱灾害,造成生长受抑制或死亡。当空气中  $SO_2$  浓度大约超过 0.3—0.5 ppm 时,针叶树木就产生伤害症状<sup>[5]</sup>。承德市采暖季节,  $SO_2$  日平均浓度高达  $0.97 mg/m^3$  (约 0.75 ppm)\*,这对古松尤其不利,因为古松高度 (30m) 恰在逆温层内,那里的  $SO_2$  浓度高且不易扩散,造成古松生长衰弱。

### (三) 避暑山庄古松死亡的可能原因

\* 承德市环境保护办公室监测数据,1986。

表 2 避暑山庄古松死亡点土壤分析\*

| 采样地点  | 土壤类型 | 含水量 (%) | 孔隙度 (%) | pH   | 有机质 (%) | 全N (%) | 全P (%) | 全K (%) |
|-------|------|---------|---------|------|---------|--------|--------|--------|
| 榛子峪 1 | 重粘土  | 16.4    | 50.0    | 8.10 | 1.353   | 0.123  | 0.021  | 0.3600 |
| 榛子峪 2 | 重粘土  | 18.3    | 50.4    | 8.15 | 1.113   | 0.072  | 0.018  | 0.2463 |
| 松林峪   | 粘 土  | 14.8    | 55.7    | 8.30 | 0.841   | 0.051  | 0.014  | 0.2749 |
| 松云峡   | 壤 土  | 13.9    | 54.8    | 8.20 | 2.732   | 0.188  | 0.010  | 0.3503 |
| 广元官   | 石砾土  | 8.2     | 51.9    | 8.55 | 2.330   | 0.097  | 0.009  | 0.1150 |
| 正 官   | 壤 土  | 13.6    | 45.2    | 8.30 | 1.480   | 0.097  | 0.013  | 0.3962 |

\* 分析土层 0—60cm

避暑山庄原有古松 3000 多棵, 1976 年尚存 1256 棵, 1986 年仅 991 棵, 死亡率达 26.5 棵/年。油松寿命应很长, 如北京北海公园的“遮阴侯”已有七八百年的历史, 而山庄古松仅有二百多年历史, 尚没有达到自然的衰老期。关于山庄古松死亡原因众说纷纭, 有代表性的说法有以下两种:

一种解释认为, 城市及工业用水过度, 引起地下水位降低, 古松根系达不到水位而造成干旱死亡。从河北省水文地质四队在山庄观测的地下水位数据来看(图 4), 从 1979 年到 1984 年, 地下水位趋于下降, 1985 年以后又有回升, 总起来看, 地下水位基本上是平稳的, 最低的一年(1982 年, 3.35m)较最高的一年(1985 年, 3.04m)相差仅 31cm, 不致于造成根系吸收不到水。我们认为, 干旱只是加速了一些衰弱古松的死亡过程, 而非主要原因。

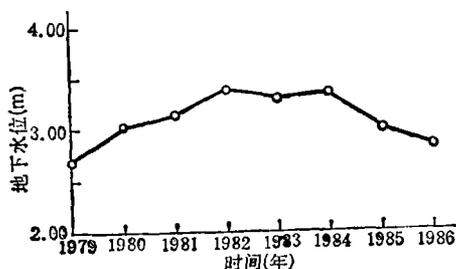


图 4 避暑山庄地下水位变动曲线

另一种解释认为, 虫害是导致古松死亡的直接原因。已经发现有松毛虫、小蠹虫等

害虫。从发病树木的健康状况来看, 弱树易受虫蛀, 它们多分布在榛子峪靠近居民点处。虫害同干旱一样, 加速了衰弱古松死亡。

寻找古松死亡原因, 土壤诊断是必要的。在古松分布的 6 个典型地段采集土样, 分析土壤含水量、孔隙度、酸碱度、有机质、全 N、P、K 含量, 结果见表 2。其中榛子峪 1 及广元官采样点在死亡古松旁。

从表 2 中看出, 榛子峪土壤孔隙度较小, 含水量最高, 有机质、全 N、P、K 含量也较高, 但该点古松死亡率最高。同一地点两株古松 0755 号(榛子峪 1 点)和 0369 号(榛子峪 2 点), 其立地条件及土壤养分无多大差异, 甚至前者略优于后者, 然前者已死, 后者尚健, 显见不能把古松死亡原因简单归于土壤条件不好。正官孔隙度最小, 是因为人多至、机械踏实的结果, 但古松健壮, 主要是人为保护得当, 树身少疤痕。广元官 pH 值最高, 是由于在树旁堆放了许多建筑垃圾(可见白石灰), 树已死。在调查过程中, 除了上面提到的游人及居民对古松的机械破坏以外, 还发现许多古松被砍侧枝, 最多的一棵(0398 号)被砍 65 枝, 造成树势衰弱。

游人和居民机械破坏, 环境污染加重造成古松生长衰弱; 不适宜的绿化措施, 环境污染, 加上人为惊吓使山庄益鸟兽类减少, 虫害易发生; 城市发展造成用水过度, 地下水位降低, 加上自然灾害, 加速了衰弱古松的死亡过程。可见, 古松死亡是上述综合原因造成的,

是旅游和城市化的环境压力所致,只有消除这些压力,才能使古松复壮,具体措施有:

(1) 消灭病虫害,避免继续危害古松。用密封熏蒸法处理调进的含虫木材;对活树上的蛀干害虫,用硫酰氟熏杀小蠹虫,用磷化铝熏杀木蠹蛾及天牛,从而减少虫害蔓延。

(2) 扩大树坡,浇水施肥。对一些衰弱古松进行抢救,从而增强树势。重粘土透气不良,可采取在树坡周围换土、掩埋树枝、多施厩肥等措施。

(3) 加强古松保护,严禁刻砍,防止火灾。

(4) 对有污染的土壤要进行改良,阻止污染物伤根。宫殿等地土壤硫污染明显,呈强碱性反应,可采取部分换土,大量施有机肥措施。杜绝出现新的污染。

(5) 增加地表植被覆盖。在树坡周围栽植草坪或花灌木,可起到降低地表温度、保持湿度及保护根系作用。草坪周围设置栅栏,可以有效地防止游人机械损伤。

### 三、结 束 语

旅游和城市化对避暑山庄土壤的影响,表现在土壤紧实度增加,透水透气能力降低,碱度提高,以及出现以硫为主的土壤污染,土壤中的硫含量是北京植物园的 2.1 倍。旅游和城市化对植物的影响,主要是机械破坏以及破坏生态平衡引起的病虫害,还有环境污

染的危害。在避暑山庄四个游览区中,人为活动频繁程度和离市区远近不同,造成的土壤及植物污染也不同,宫殿和平原区最严重,湖洲区次之,山峦区则相对清洁些。古松死亡是由于干旱、虫害、人为机械破坏和环境污染等综合因素造成。我们建议,种植毛白杨 (*Populus tomentosa*)、国槐 (*Sophora japonica*)、白蜡 (*Fraxinus americana*)、臭椿 (*Ailanthus altissima*)、丁香 (*Syringa spp.*)、珍珠梅 (*Sorbaria kirilowi*) 等对污染物抗性强的树种<sup>[2]</sup>。必须对动植物采取保护措施,禁止机械破坏。对衰弱古松,可采取土壤改良,增施底肥,及时浇水等措施,加强保护。本文由于研究条件限制,关于旅游和城市化对植物影响机制问题涉及较少,以后应加强这方面的研究。

### 参 考 文 献

- [1] 汪嘉熙,江苏生态,1(1),94—98(1985).
- [2] 黄银晓等,植物生态学与地植物学学报,12(4),256—264(1988).
- [3] Hirty H. F., *Envir. Conser.*, 14(1), 74—78 (1987).
- [4] Holzoner W. et al., *Man's Impact on Vegetation*, pp. 335—340, Dr. W. Junk Publisher, Hague, 1983.
- [5] Mansfield T. A., *Effect of Air Pollution on Plant*, pp. 2—8, Camb. Uni. Press, Lon., 1984.
- [6] Mivawaki A. et al., *Vegetation Science and Environmental Protection*, pp. 161—169, Maru. Press, Toy., 1977.

(收稿日期: 1989年4月28日)

## 大气氟污染与树木叶片含氟量的相关关系

敦婉如 陈继榴 赵淑华 赵金顺 孙鹤鲲

(青岛市环境保护科学研究所)

**摘要** 本文利用大气氟污染对树木叶片含氟量的影响,分析了二者之间的相互关系。指出树木叶片吸收氟量 and 不同生育期累积氟量与大气氟浓度有显著相关性。应用建立的回归方程,只要测得树木叶片含氟量就能定量监测大气污染,并能评价和划分某污染区的污染度等级。

大气环境受氟化物污染后,会对植物的生长、发育产生一定的危害。根据研究,植物

Copper adsorption characteristics and its influence on the vegetable growth in purple soil collected from Sichuan Province were studied. The results showed that copper adsorption was dependent on the types of soil, and characteristic index of Cu sequentially decreased from No. S<sub>03</sub> soil to S<sub>01</sub> soil and has a great influence upon the vegetables. For a given crop, the same critical intensity index of copper toxicity could be obtained in different soil, e.g. 0.5 $\mu$ g Cu/ml of soil solution for lettuce and 2.5 $\mu$ gCu/ml for cayenne pepper. It was concluded that adsorption method could be used to assess Cu toxicity threshold.

### The Effects of Tourism and Urbanization on Soil and Plants at the Summer Villa, Chende City.

Jiang Gaoming, Huang Yinxiao (Institute of Botany, Academia Sinica, Beijing): *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(1), 1990, pp.

In order to study the impact of both tourism and urbanization, the authors have investigated soil and plants at the Summer Villa, a former imperial garden in Chende City of Hebei Province. The results show that soil density and alkalinity have increased, and soil aeration decreased. Sulphur concentration in soil is 2.1 times higher as in Beijing Botanical Garden, and plants have been injured by pests and pollution, for example, lots of old pine trees died in past few years. In addition, the authors proposed some ecological strategies to handle the problems.

### Correlation between Fluoride Pollution in Air and Fluoride Contents in the Tree Leaves.

Dun Wanru et al. (Qingdao Municipal Institute of Environmental Protection, Shandong Province) *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(1), 1990, pp.

The aim of this work is to monitor quantitatively fluoride pollution in air by detecting its content in the tree leaves. The result shows that the correlation between them is remarkable. Moreover, as fluoride content accumulating in the tree leaves in various periods has been determined, fluoride pollution in the air of the area can be assessed by application of the regression equation built.

### Investigation of Contents of Total Mercury in Fishes in the Huluen Lake, Inner Mongolia.

Ha Luen, Bai Shaoli and Xiao Tianmin (Research Institute of Environmental Protection of Inner Mongolia Autonomous Region, Huhehaote): *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(1), 1990, pp.

The primary aim of this work is to investigate mercury pollution in fishes in the Huluen Lake, the largest fresh water lake in Inner Mongolia. Ninety fishes in nine spe-

cies have been sampled from the lake. Data of total mercury in each fish with determination of cold atomic absorption method are in range of 4.69—171.00  $\mu$ g/kg, and average value 42.12 $\mu$ g/kg. Among the fishes, the highest content of mercury is in *Barasilurusasotus* (88.72  $\mu$ g/kg), the second is in *Cyprinus carpio heamalopterus* (Tem) (75.35  $\mu$ g/kg), and the next are *Erythriculter mongolicus* and *Corassius*. However, in rest five species of fishes, mercury contents are lower. In addition, the mercury-accumulated contents in the fishes are consistent with their ages, lengths and weights.

### Mechanism of Biological Removal of Phosphorus from Sewage.

Zheng Xingcan (Design Institute of Municipal Engineering of North China, Beijing): *Chin. J. Environ. Sci.* 11(1), 1990, pp.

The paper briefly summarizes the work on mechanism for enhancing biological removal of phosphorus. Release of phosphate from sludge primarily depends on the nature of substrate interacting with the poly-p bacteria, not on creation of an anaerobic state per se. In the anaerobic state, the readily biodegradable soluble COD can be converted to terminal products (acetate and NADH+H<sup>+</sup>) of EM pathway by acidogenic microflora. The accumulated NADH+H<sup>+</sup> will stop the EM reaction and/or kill bacteria. Poly-p bacteria will utilize poly-p for energy to absorb these terminal products and convert them into poly- $\beta$ -hydroxybutyrate (PHB) in cell. The phosphate release takes place at the same time. In the presence of oxygen (or NO<sub>3</sub>-N) PHB will be degraded to produce energy. The energy can be used for phosphate uptake and poly-p synthesis. The magnitude of phosphate uptake is proportional to that of anaerobic phosphate release (2.4 mg P uptake/mg P released).

### Determination of Uranium Contents in Tap Water of Lanzhou City and in Mineral Water of the Wuquan Mountain Using Fission Track Method.

Yang Huazhong, Chen Huailu (Dept. of Modern Physics, Dept. of Geography, Lanzhou University, Lanzhou): *Chin. J. Environ. Sci.* 11(1), 1990, pp.

This paper describes how the fission track method was used for determining uranium in tap water and mineral water sampled from Lanzhou and the Wuquan Mountain respectively. The natural uranium concentration were calculated in absolute and relative measurements. The quantitative difference of both results obtained was 3.6%. The concentration range of uranium calculated with the absolute measurement was 4.4—7.4 $\times 10^{-6}$  g/L, and the total experimental error was within 10%. The uranium concentration in mineral water is higher. Compared with uranium concentration in tap water of Beijing, (continued on inside back cover)