

张家界国家森林公园环境质量变化及对策研究

王资荣 郝小波

(湘西自治州环境保护局, 湖南吉首)

摘要 本文较详细地介绍了中国第一个国家公园——张家界国家森林公园环境质量现状。系统调查和监测证实, 近年来由于旅游人数的急剧增加使公园局部环境质量发生了变化。对引起这种变化的原因及发展趋势进行了研究分析。提出了保护第一、开发第二, 改变燃料结构和生活污水资源化等一系列环境保护对策。

关键词: 森林公园, 环境保护和发展旅游。

张家界国家森林公园是中国第一个国家公园。近年来, 由于旅游业的迅速发展, 使张家界国家森林公园局部环境质量发生一系列变化。如何在开发建设的同时保护好原有的自然景观和自然生态环境, 这是张家界国家森林公园亟待研究和解决的重要课题。

一、环境概况

张家界国家森林公园(以下简称公园)位于湖南省西北部, 在大庸市北32km处, 为武陵源核心风景区, 总面积80km²。园内峰林遍布, 绝壁横生, 最高点兔儿望月海拔

1334m, 最低点水绕四门海拔457m。奇特的地形地貌和地质构造, 全世界都属罕见。区内主要出露地层为泥盆系云台观组厚层状夹薄层状石英砂岩, 厚数百米。该套石英砂岩质地纯净, 二氧化硅含量一般在96%左右, 其余为铁质、钙质、铝质等胶结物。围岩的这一性质是地面水中钙、镁及各种重金属离子含量均低的最主要原因(表1)。

公园属亚热带季风湿润气候区, 气候温和, 雨量充沛, 全年平均气温16~17°C, 最热月7月平均气温29.7°C, 年降雨量1200~1600mm, 年降雨日138~180d, 日照率为29%~37%, 年平均风速1.6m/s, 年均相

张家界国家森林公园地面水硬度及部分金属含量*

表1

采样位置	总硬度 (德度)	As	Cr	Hg	Cd	Pb	Zn	Cu
		(mg/l)		(μg/l)				
谢家峪	0.39	0.000	0.000	0.00	<0.1	<0.3	<0.5	<0.4
虹桥	2.28	0.000	0.000	0.00	<0.1	<0.3	<0.5	<0.4
金鞭岩	1.25	0.000	0.000	0.00	<0.1	<0.3	<0.5	<0.4
花桥	0.47	0.000	0.000	0.07	<0.1	<0.3	<0.5	<0.4
紫草潭	1.00	0.000	0.000	0.00	<0.1	<0.3	<0.5	<0.4
黄连湾	0.58	0.000	0.000	0.00	<0.1	<0.3	<0.5	<0.4
骆驼峰	0.41	0.000	0.000	0.07	<0.1	<0.3	<0.5	<0.4
水绕四门	1.66	0.000	0.000	0.00	<0.1	<0.3	<0.5	<0.4
鸳鸯泉	0.72	0.000	0.000	0.00	<0.1	<0.3	<0.5	<0.4
云雾冰泉	2.07	0.000	0.000	0.00	<0.1	<0.3	<0.5	<0.4
琵琶湾	1.44	0.000	0.000	0.05	<0.1	<0.3	<0.5	<0.4

* 监测数据由湘西自治州环境监测站提供, 下同。

对湿度77%，无霜期240d至303d，一年四季都适宜旅游。

园内生物资源十分丰富，考察结果有木本植物39科591种，奇花异草种类繁多。可供观赏植物种达720种，其中乔木191种。鸟类13科41种，兽类27种。整个公园植被复盖良好，森林复盖率达95%，茂密的森林对净化空气、涵养水源、调节气候起到了极其良好的作用，为发展旅游业提供了良好的自然

生态环境。

公园的前身是国营张家界林场，只有几十名职工。1979年开始接待部分游客，1982年秋批准建立国家森林公园。1983年经过公路拓宽整修后，游客骤然增多。1986年，中外游客已达50万人次（表2）。旅游人数的急剧增加，而环境保护措施未能跟上，势必对公园环境造成沉重的压力。

二、环境质量变化状况

1979年以前，公园内水质清洁透明，空气洁净新鲜。直到1984年9月进行背景值调查时，游客较少去的地方仍然保留着其原始风貌。如黄石寨、水绕四门两地的大气环境质量及琵琶湾、谢家峪、花桥等地的水质依然很好（表3、表4）。随着旅游事业的发展，入园人数及接待服务设施剧增，“三废”排放量增加，环境质量便逐渐有所下降。从表3、表4看出，1984年9月，锣鼓塔

张家界国家森林公园历年入园
游客统计(万人次) 表 2

年 份	1979年	1980年	1981年	1982年
入 园 游 客	1.3	3.2	4.7	8.3

年 份	1983年	1984年	1985年	1986年
入 园 游 客	4.45	22.08	38.89	50

1984年张家界国家森林公园大气监测结果 表 3

采样 地点	采样时间	SO ₂ (mg/m ³)		NO _x (mg/m ³)		TSP(mg/m ³)		备 注
		最大瞬时浓度	日均浓度	最大瞬时浓度	日均浓度	最大瞬时浓度	日均浓度	
黄 石 寨	8月31日	0.000	0.000	0.000	0.000	未 测	未 测	无交流电源
	9月1日	0.000	0.000	0.000	0.000	未 测	未 测	
	9月2日	0.000	0.000	0.000	0.000	未 测	未 测	
锣 鼓 塔	8月31日	0.039	0.018	0.000	0.000	0.175	0.175	
	9月1日	0.068	0.038	0.008	0.002	0.387	0.227	
	9月2日	0.019	0.005	0.005	0.001	0.322	0.227	
水 绕 四 门	8月31日	0.000	0.000	0.000	0.000	未 测	未 测	无交流电源
	9月1日	0.000	0.000	0.000	0.000	未 测	未 测	
	9月2日	0.000	0.000	0.000	0.000	未 测	未 测	

1984年9月张家界国家森林公园地面水质监测部分结果 表 4

采样点位	水温 (°C)	pH 值	色 度 (度)	DO (mg/l)	总硬度 (德度)	COD (mg/l)	NH ₃ -N (mg/l)	NO ₂ -N (mg/l)	NO ₃ -N (mg/l)	细菌总数 (个/ml)	大肠菌群 (个/l)
谢 家 峪	17	6.65	3	7.00	0.39	1.82	0.040	0.0000	0.600	195	230
虹 桥	21.5	7.42	20	7.10	2.28	4.14	0.040	0.0030	0.140	无法计	23800
花 桥	16	7.24	0	8.38	0.47	0.38	0.020	0.0000	0.340	35	230
琵琶湾	16	7.10	1	6.90	1.44	0.79	0.020	0.000	0.300	95	230
水绕四门	23.5	7.53	3	8.40	1.66	2.28	0.040	0.0008	0.600	270	230

附近大气中的TSP超过了国家一级标准，SO₂也已有检出，虹桥下水中所含细菌总数已无法计数，已经明显地受到生活污染。同时通过植物叶中污染物含量分析，发现生活接待区附近的植物对氟化物的积累效应明显加强（图1）。

1986年，生活接待区的环境质量下降问题已经比较直观地展现在人们的面前：大株板栗树枯死，翠楼宾馆北侧山坡上杉树林成片枯黄，邮电局招待所前的杉树被煤烟熏黄甚至熏死，金鞭溪水质感官性状变差等等。根据1986年9月份环境现状监测结果，以黄

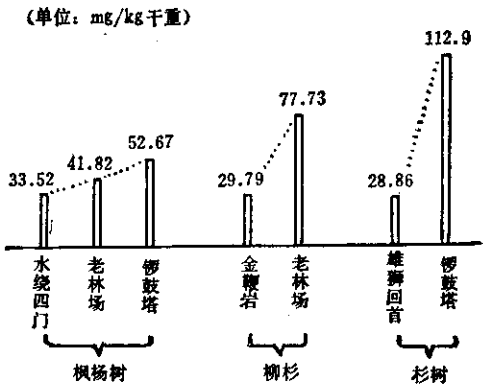


图 1 1984年不同地点植物叶中氟化物含量比较

张家界国家森林公园大气环境主要污染物检出趋势 表 5

地 点	监测时间	污 染 物 浓 度 (mg/m³)							
		SO ₂			NO _x			TSP	
		总平均	日均最高值	瞬时最高值	总平均	日均最高值	瞬时最高值	总平均	瞬时最高值
锣鼓塔	1984年 9 月	0.020	0.038	0.068	0.001	0.002	0.008	0.210	0.387
	1986年 9 月	0.195	0.234	0.621	0.0043	0.0006	0.0077	0.1009	0.1384

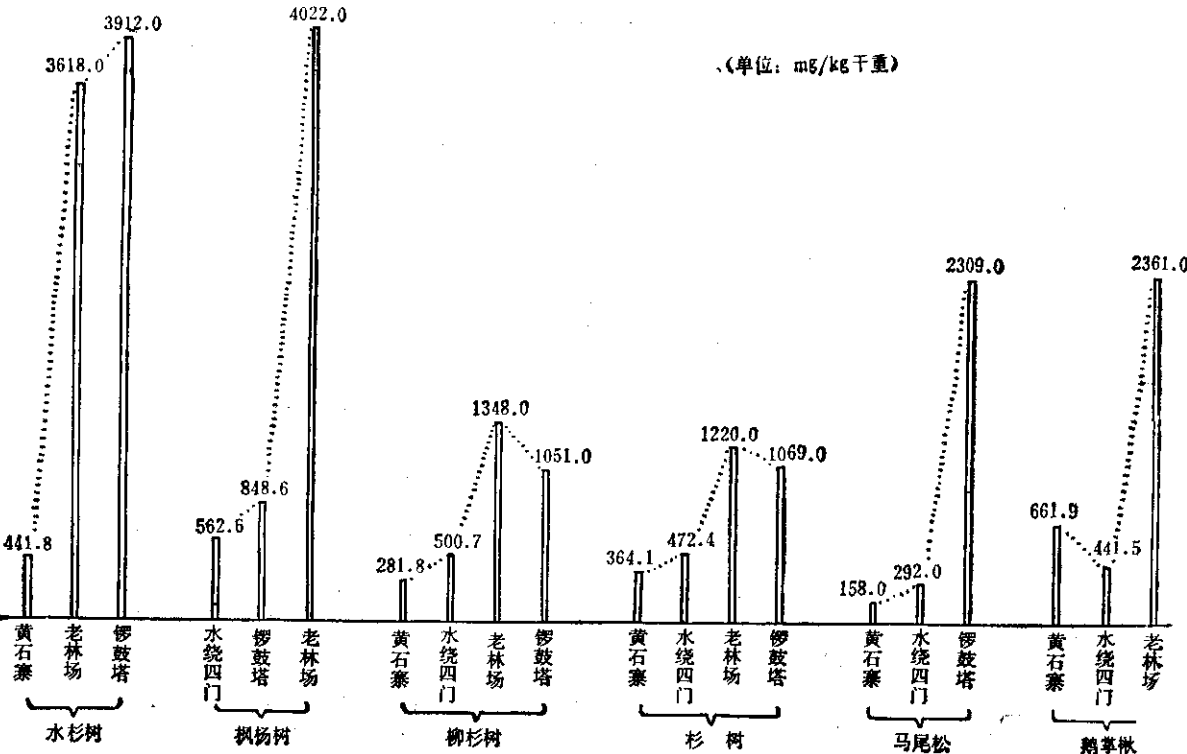


图 2 1986年不同地点植物叶中氟化物含量比较

石寨和水绕四门为代表的风景旅游环境质量依然良好。但是锣鼓塔（南起公园管理处基建科，北至老林场场部）一带的环境质量下降已属确认。 SO_2 日均浓度超标率（按国家一级标准）为100%，最高日均浓度值 $0.234\text{mg}/\text{m}^3$ ；相当于1984年的6倍，最高瞬时浓度 $0.621\text{mg}/\text{m}^3$ ，超标3.14倍，相当于1984年的9倍（表5）。

1986年地面水水质监测结果与1984年比相差不大，但是，在1986年监测期间发生了一次弱降水过程，金鞭溪的水流量（ $1.06\text{m}^3/\text{s}$ ）是1984年监测时水流量（ $0.44\text{m}^3/\text{s}$ ）的2.4倍。所以，1986年地面水中污染物的实际含量比1984年大为增加。

1986年部分降水测点出现了酸雨，pH值范围为4.44—5.50，很有必要进一步监测研究。

1986年对植物叶中污染物含量的分析结果，氟化物含量与1984年有着惊奇的一致性，而且生活接待区中的植物对氟化物的积累效

应更为明显（见图2）。

三、环境质量变化原因及发展趋势

不难看出，引起锣鼓塔（生活接待区）环境质量下降的直接原因是生活污染。

锣鼓塔位于金鞭溪的上游，呈一近似南北走向的山间峡谷（见图3）。南起琵琶溪宾馆，北至老磨湾（老林场场部），长约1800m，宽100~200m，面积约 0.3km^2 。到1986年底止，每天在这小峡谷里的食居人数由1984年的千余人增加到五、六千人，高峰日超过一万人，大量的生活污水、燃煤废气和固体废物排入环境，超过了环境容量的限度，必然对周围大气、水域、森林植被等自然环境及自然景观带来影响。

（一）大气污染物对植物的污染机理及发展趋势

公园内，引起大气污染的直接（也是最

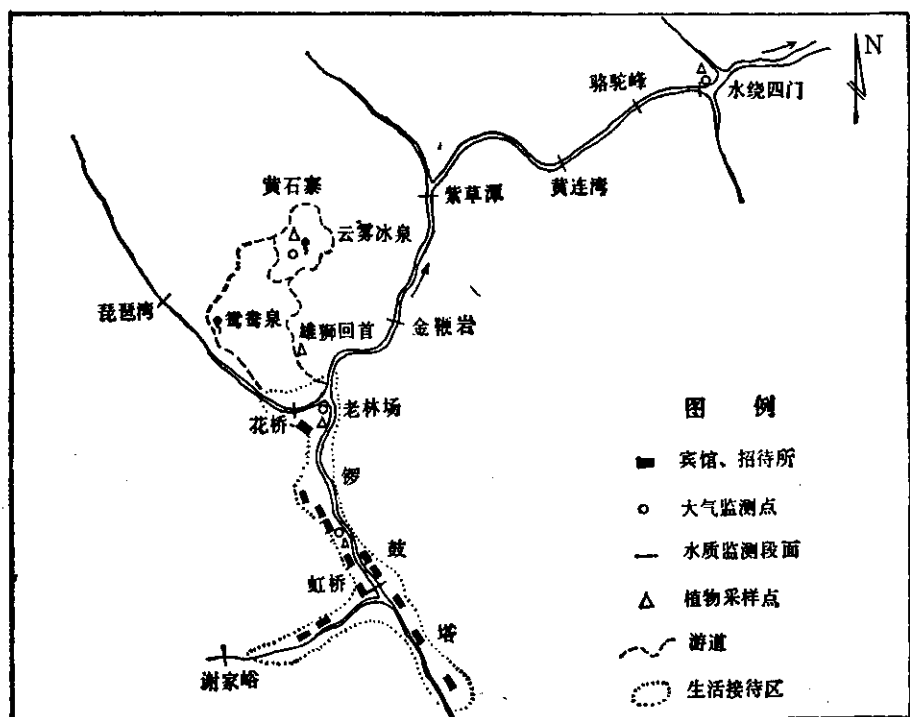


图3 部分采样监测点位及锣鼓塔地理形态位置示意

主要的)原因是煤的燃烧。1986年,公园内有生活锅炉3台,茶炉8台,饭店、餐厅、个体饮食业摊点炉灶共30多家,年耗煤2千多吨。每年有近200吨 SO_2 , 40多吨 CO , 8吨 NO_x , 10吨 CnHm , 20多吨粉尘以及相当数量的氟化物等污染物排入大气中。由于锣鼓塔系深山峡谷,不利于大气污染物扩散,从而增加了污染物与森林植被的接触时间。尤其值得指出的是,温暖潮湿的山区又是雾的多发区, SO_x 、 NO_x 及氟化物的出现更易形成酸雾。而酸雾是比酸雨对森林更有害。联邦德国拜罗伊特大学对其南部森林和法兰克福市及美国、瑞士收集到的酸雾进行了研究,都发现雾水中的有害物质比雨水中的有害物质高出10倍至100倍^[1]。这是因为,雾水的水滴较小,相对来说接触空气的面积比雨水大,吸收空气中的硫化物、氮化物、氟化物等也就多,含酸也就高。此外,空气中的有害物质高空较少,低空较多,像锣鼓塔这种大气扩散条件差的区域则尤其如此。而雾接近地面,因此,有害物质含量自然就比雨水多。我们虽然尚未来得及对公园内酸雾进行监测,但酸雨的出现明显地表现为局地污染源所致,也就间接地判明了酸雾的存在。而且直观上可以看出,翠楼宾馆北西侧山坡上的杉树林呈现出一条较为明显的污染带,并在垂直高度上有一条较明显的分界线,这条分界线与雾的通常出现高度基本一致。

野外观察结果,在锣鼓塔一带, SO_2 对植物的污染现象相当明显。主要症状是,在被子植物中,最初是叶片边缘和脉间形成坏死区,暗绿或浅绿色而带有水渍状。最后,这些坏死带干枯而变白。靠近气孔处因叶肉细胞崩溃而形成坏死。坏死带在叶片上扩展,以致在上、下表面都能看到。裸子植物的针叶受害后表现水渍状,典型地转变为红棕色,和被子植物一样,刚刚充分扩展的针叶最为敏感。被污染的杉树充分地表现出这种

特征。

SO_2 对植物的毒性作用可能是由于它的酸化影响。 SO_2 通过气孔被叶子吸收后,可以想象它是溶解于叶内细胞壁上的水膜中,形成亚硫酸。亚硫酸被氧化最终形成硫酸。亚硫酸根和较小程度上的硫酸根对许多生物化学过程有毒害。亚硫酸盐加入酮和醛形成 α -羟基磺酸盐,它能与脱氧核糖核酸(DNA)和核糖核酸(RNA)中的嘧啶碱起作用等。由硫化物引起的生物化学变化,造成在生理学水平上的干扰,可能包括气孔开放度,氨基酸代谢,光合作用或叶绿素含量等方面的不正常^[2]。美国有人通过实验断定,植物在 SO_2 含量为 $0.65\text{mg}/\text{m}^3$ 浓度下暴露数小时,便可使某些种类受害。在森林生态系统中,整个生长季节内的 SO_2 平均浓度为 $0.021\text{mg}/\text{m}^3$ 至 $0.044\text{mg}/\text{m}^3$ 范围时(其间 SO_2 有不同程度的峰值),叶子会发生轻度症状,包括失绿、变银白色和其他多色现象^[3]。这些实验结果帮助我们判断和评价锣鼓塔一带 SO_2 对森林的污染很有帮助。

氟化物对公园内植物的污染也是很明显的。最典型的特征是使被子植物叶子最终发生成熟前的落叶和裸子植物叶片“烧尖”,即先端坏死。树木通过气孔、角质层或其他外表面可使氟化物大量积累,这种积累效应是惊人的。从图1和图2清楚地看出,这种积累效应在“污染”区和“清洁”区的差异是何等悬殊。

对大多数敏感植物来说,叶组织(干重)中氟化物典型的浓度低于 $100\text{mg}/\text{kg}$,中等敏感和耐抗性植物可能忍受 $200\text{mg}/\text{kg}$ 以上而不产生可见症状^[4]。我们实地调查结果,枫杨树和柳杉树可忍受 $500\text{mg}/\text{kg}$ 而不产生可见症状。美国Treshow等人(1967年)调查记载,受大气氟化物影响的黄杉年径向生长量减少了50%,这种生长减退并不一定伴随出现叶子症状^[4]。这就更需引

起我们对氟化物污染的重视。

综上所述，煤的燃烧所释放出来的SO₂、氟化物等大气污染物长期缓慢地（远离污染源处）和急剧地（靠近污染源处）对森林植被造成危害，后果是严重的。如果不是从燃料结构上解决问题，这种发展趋势将会是由轻向重，由近向远，由不显到显而易见地，对公园森林生态系统造成不可弥补的损失。到那时，后果就不堪设想了。

（二）水质污染及发展趋势

从水质保护角度出发，生活接待区设在锣鼓塔的本身就是不太合适的。

公园仅有一条金鞭溪，而锣鼓塔处于金鞭溪的上游，生活污水及某些生活废物必然对金鞭溪的水质构成威胁。按照[日]Yasumoto Magara提出的每个人排出的人体废物指标（主要指人粪尿）1.4 l/d 计算，5千人居食，每天就有 7×10^3 l 人体废物排出。按一般标准（表6）， 7×10^3 l 废物中含BOD_{94.5}kg，COD_{Mn}63kg……按地面水一级标准衡量，BOD的等标污染负荷为 9.45×10^4 m³/d。丰水期间，金鞭溪的水流量每昼夜只有 $3.4 \times 10^4 \sim 8.6 \times 10^4$ m³。据资料记载，历史上最枯流量时，一昼夜只有 0.1×10^4 m³的水量。显然，这种水环境容量怎能承受5千人的体废物任其排放！干旱季节，天然水流量小，地面水体中污染物浓度增大，浮游生物及其他水生生物将大量繁殖，水体自净能力降低乃至失去，这种前景是完全有可能发生的。如果管理工作薄弱，其他生活废物和垃圾也丢弃到金鞭溪中，无疑将加剧水体污染。按照近期的发展计划，琵琶溪宾馆等一些接待设施还在继续兴建。到1990年，大庸机场竣工通航后，入园游客很可能增加到80万人次/年，甚至突破100万人次/年。按照这一指标考虑，BOD等标污染负荷将达 15×10^4 m³/d。所以，如果不尽快考虑并解决生活污水的处理问题，旅游旺季中地面水污染的前景是令人

担忧的。因为，短短几年功夫，金鞭溪局部地段就长出了丝状兰藻和绿藻，原来干净粗糙的石头表面如今已长上一层滑溜溜的“膜”，这已经是向人们发出了一个危险的信号。

粪便集中后的一般特性 表 6

项 目	标 准	范 围
pH	7~9	—
BOD(mg/l)	13500	8000~15000
COD _{Mn} (mg/l)	9000	4000~12000
悬浮固体(mg/l)	21000	18000~24000
总固体(mg/l)	30000	25000~32000
挥发性固体(%)	—	50~70
总氮(mg/l)	5000	3500~7500
氮化物(mg/l)	5500	4000~6500
磷酸盐P(mg/l)	1000	800~1200
总细菌(NO/100ml)	$10^6 \sim 10^7$	—
砂砾(%)	—	0.2~0.5
筛屑(kg/l)*	—	10~20

* 筛屑水分含量为80%

四、环境保护对策建议

在充分开发利用张家界国家森林公园这一宝贵资源的同时，如何积极地、行之有效地保护好这一“国宝”，已成为环境保护和园林专家们所共同关心的大问题。现就保护对策问题提出如下几点建议。

（一）应尽快编制出总体规划，并使“保护第一，开发第二”的方针在总体规划中得到充分体现

一切开发建设项目均应以保护为前提。对于生态结构十分脆弱的自然资源，如果不以保护为前提，就很容易发生人为的损害，一旦发生损害，就难以失而再得。相反，人工建设总是可以采取这种或那种措施和手段使之不断提高和日趋完善，甚至还可以失而再得。保护第一，开发第二方针也是从指导思想对那些只强调开发、建设，不注重保护的作法的矫正。

(二) 总体规划应坚持以环境容量为基础, 进行全面规划, 合理布局的原则

按照这一原则, 锣鼓塔已不宜再增加接待床位, 应立即开辟新的旅游生活基地。只有控制规模, 完善接待服务设施, 提高服务质量, 向第一流旅游接待区迈进, 这才是锣鼓塔主要的奋斗目标, 也是保护金鞭溪水质和整个公园良好环境的积极办法。

(三) 水环境保护的最佳途径和设想

金鞭溪水虽清秀, 但毕竟水量太少, 其水色与“峰林”比起来确有逊色。可将每天二、三千吨生活污水经过必要的工程处理后积蓄起来, 修造“人工湖”, 养食用鱼、观赏鱼, 修建张家界的小“花港”, 实现污水资源化。往下游还可以修建梯级“滚水坝”让其自然曝气, 不断改善水质。

(四) 大气环境保护对策

消除和防止大气污染, 最根本的措施是改变能源结构, 实现以电代煤。湘西自治州水力资源丰富, 旅游资源也相当丰富, 发展无烟工业, 振兴民族经济具有广阔前景。大庸市鱼潭电站计划1988年动工修建, 装机容量6万千瓦, 1990年投产运行。规划部门应充分考虑这一因素。而且, 公园管理处已在青岩山宾馆进行了用电热发生器代替燃煤锅炉的试验, 按每度电0.1元的价格, 经济上是合算的。一旦实现了以电代煤, 整个公园的生态效益和间接的经济效益将是相当可观的。

在电力问题尚未解决之前, 尽量采取烧低硫煤和无烟煤, 以减轻对大气的污染。湘西地区煤的含硫量一般为4~6%, 不宜在公园内使用, 如果能全部换用含硫量在1%以下的低硫低氟煤, 对公园大气质量和森林植被的影响及危害会显著减轻。此外, 还可适当地利用太阳能和沼气能等干净能源作为补充。

同时, 在园内进行接待区的园林绿化和全公园的立体化、多样化的营林方针, 将一

些单一的针叶林逐步改造为多树种、多层次的混交林, 发展一些阔叶林、灌木林, 充分发挥森林生态系统对空气的净化作用和提供充足的氧气, 还可吸引鸟类及其他野生动物, 这也是美化公园环境, 丰富旅游生活的一项重要措施。

(五) 加强环境管理, 强化环境监督

加强环境管理, 强化环境监督, 是保护公园整体生态环境和自然景观的重要措施。一切建设项目都必须服从总体规划, 严格执行环境影响报告书(表)制度和“三同时”制度。实践证明, 这是严格防止新污染和保护自然景观的行之有效的措施。对现有的污染源要采取积极治理的方针。同时, 由当地政府或环保部门制订出具体的环境管理办法或规定, 使环境管理工作渗透到各个角落, 有计划、有步骤地改善和美化公园环境。

(六) 开展环境监测和环境科研

公园周围数千平方公里范围内没有污染型工业, 是了解大气环境本底值, 开展酸雨、酸雾、森林生态效应及其变化规律和珍稀动植物研究等的理想场所。做为第一个国家公园, 又是武陵源的核心旅游区, 开展定期的环境监测, 能及时地系统地了解 and 掌握环境质量状况及变化规律, 为公园的开发建设和环境管理提供重要的信息和依据, 同时为积累资料, 总结经验, 指导我国其他风景旅游区的环境建设有着积极的作用。

参 考 文 献

- [1] 吴建飞, 酸雾比酸雨危害更大, 中国环境报, 5月23日, (1987)。
- [2] William, H.Smith, 大气污染与森林, 汪嘉熙译, 288-289, 气象出版社, 北京, 1986。
- [3] William, H.Smith, 大气污染与森林, 汪嘉熙译, 299, 气象出版社, 北京, 1986。
- [4] William, H.Smith, 大气污染与森林, 汪嘉熙译, 328, 气象出版社, 北京, 1986。

RESEARCH ON THE CHANGE OF ENVIRONMENTAL QUALITY AND THE COUNTERMEASURES IN ZHANG JIAJIE NATIONAL FOREST PARK

Wang Zirong Hao Xiaobo

*(The Bureau of Environmental Protection, Autonomous Prefecture
of West, Hunan Jishou)*

Abstract

This paper introduces in detail the present situation of the environmental quality of Zhang Jiajie National Forest Park, the first one in China. It has been proved through system investigation and environmental monitoring that environmental quality of the park has changed partially due to the rapid increase of tourists in recent years. Therefore, research and analysis on the reason of the changes and developing tendency were made and the following countermeasures suggested. The environmental protection of the park should be the primary thing and the development of tourism the secondary. The composition of the park's fuel should be changed and the domestic sewage should be reused etc.

Key wards, Forest park, Environmental protection and development of tourism.