

大足宝顶石窟庙会期环境监测

席周宽 蒋思维

(重庆大足石刻艺术博物馆 402360)

一、引言

宝顶山位于大足县城东北 15 公里，主峰海拔 528 米，峰峦叠嶂，岩谷深幽，古柏参天，山青水秀，“天下名山僧占多”，此言有理，宝顶山和宗教有很深的历史渊源，南宋淳熙年间，佛教密宗大师赵智凤苦心孤诣，创建寺院，尽其毕生精力，主持开凿了作为寺院主体工程的宝顶石窟（石窟寺），其布局周密，造像精美，图文并茂，气势恢宏，是在北方黄河流域石窟艺术走向衰落之际，而崛起于南方长江流域的大型石窟，堪称中国晚期石窟艺术史上的一座丰碑。1961 年，宝顶石窟被列入全国重点文物保护单位。宝顶山，寺以山秀，山因寺名，宝顶庙会，久负盛名，古人有“上朝峨嵋、下朝宝顶”一说。新千年伊始，又恰逢大足石刻（宝顶石窟是其重要的组成部分）列入世界文化遗产。农历 2000 年 2 月 19 日的宝顶庙会更是盛况空前，游人如潮，在此期间，作为服务于大足石刻的文物工作者，我们所关心的石窟区的环境状况究竟怎么样呢？

按照计划，在完成对北山石窟例行环境监测之后，在 3 月 23 日、24 日两天时间里，我们连续对庙会期宝顶石窟文物区的环境进行了有针对性的专项监测，获得有效数据指标进行分析测试、评估，以期采取措施，合理规范每年庙会期的活动，最大限度降低其对文物的影响，更好地进行石刻文物的环境保护。

二、现场环境监测

1、大气质量监测：

① 测试网点的布设：

宝顶石窟文物区占地面积 75.22 公顷，地貌为侵蚀、剥蚀坪状低山，相对高差为 100—200 米，由文物中心区、缓冲区、外围控制地带三部分组成，大佛湾、小佛湾、圣寿寺、倒塔、圣迹池构成中心区，以造像精华集中的马蹄形山坳——大佛湾（底部海拔 475 米）为基点。

小佛湾、圣寿寺在其东南，圣迹池、倒塔位于其东北，经综合考虑，将监测点选在从大佛湾入口通往圣寿寺环形道路南侧的宝顶文物区办公楼前边，此点前俯临大佛湾，背倚靠圣寿寺，左、右与文物区停车场和宝顶居民区相距不远，隔大佛湾与宝顶文物区环境监测站相望，处于庙会期间主要污染源圣寿寺和大佛湾入口的两个香烛鞭炮燃放点、文物区停车场之间，又是参观人流高峰的必经之地，可基本满足这次专项监测的要求。（附图 1 为监测点位置示意图）。

②监测时间、采样频率：

从 3 月 23 日上午 10 时至 24 日下午 16 时连续监测，每两个小时为一监测单元， SO_2 、 NO_x 各采样 11 个，每次采样 30 分钟，TSP 采样 10 个，每次采样 90 分钟。

③监测仪器和采样方法：

监测仪器使用青岛崂山电子仪器总厂生产的 KC—120E 型低噪声 TSP 采样器和 KC—6D 型大气采样器，分别采用滤膜采样和溶液吸收富集采样法。

2、气象监测：

宝顶文物区环境监测站，常年进行日常气象监测工作，气象监测是环境监测的一个重要方面，和大气质量监测密切相关，并为其提供必要的参数。

3 月 23 日至 24 日两天，宝顶山为阴雨天气，降雨时断时续，降雨均为 0.1mm，主导风向分别为 NW、NE，平均风速分别为 2.0m / s、1.0m/s，平均温度均为 9.3℃，平均相对湿度分别为 79%、89%，平均大气压分别为 96.80kpa、96.59kpa，最高温度分别为 14.9℃、15.0℃，最低温度均为 7.0℃，最高大气压分别为 97.18kpa、97.00kpa，最低大气压分别为 95.93kpa、96.12kpa，最小相对湿度分别为 51%、67%，蒸发量分别为 0.8mm、2.3mm。

23 日 10 时至 24 日 16 时温、湿、压变化曲线见附图 2。

三、实验室分析及结果评估

1、分析方法和分析仪器

监测项目	分析方法	分析仪器
SO_2	盐酸副玫瑰苯胺分光光度法	7230 型分光光度计
NO_x	盐酸萘乙二胺分光光度法	7230 型分光光度计
TSP	重量法	分析天平

2、监测数据

①监测瞬时值记录:

项目			二氧化硫	氮氧化物	总悬浮颗粒物	风向	气温	气压
日期	时间	编号	(mg/m ³)	(mg/m ³)	(mg/m ³)		(℃)	(kpa)
23日	10时30分	1	※0.008	0.01	0.01	C	7.9	97.14
	13时30分	2	※0.008	0.01	0.01	C	7.8	96.88
	16时	3	0.04	0.01	0.07	C	7.8	96.88
	19时	4	※0.008	0.01	0.17	NW	8.4	96.82
	21时	5	0.09	0.01	0.17	ESE	8.4	96.92
	21时50分	6	0.18	0.01		ESE	8.4	96.92
	23时	7	0.05	0.03	0.41	SE	8.1	97.03
24日	8时30分	8	0.11	0.02	0.08	ENE	8.3	96.69
	10时30分	9	0.04	0.01	0.11	SE	10.0	96.69
	12时30分	10	0.02	0.01	0.17	E	10.9	96.59
	14时30分	11	0.02	0.01	0.15	E	11.6	96.45

(数据前打“※”的，所示数据为该项目最低可检出浓度的1/2)

②监测数据统计:

监测项目	瞬时监测值					日平均浓度					
	取样个数	浓度范围	超标数(个)	超标率(%)	最大超标倍数	实际个数	浓度范围	总均值	超标数(个)	超标率(%)	最大超标倍数
SO ₂	11	0.008-0.18	1	9.1	0.20	2	0.05-0.05	0.05	0	0	0
NO _x	11	0.01-0.03	0	0	0	2	0.01-0.01	0.01	0	0	0
TSP	10	0.01-0.41				2	0.13-0.14	0.14	1	100	0.1

3、环境空气质量评价:

①评价参数: SO₂、NO_x、TSP

②评价标准:

按照重庆市大气环境质量标准适用区域和环境空气质量标准的有关规定，宝顶文物区的环境空气质量划为一类区，执行一级标准。各项评价标准如下表：

浓度单位: mg/m³ (GB3095-1996)

项目		SO ₂	NO _x	TSP
评价	瞬时值	0.15	0.15	/
价	月日平均值	0.05	0.10	0.12
值	年日平均值	0.02	0.05	0.08

③评价方法:

采用累加型综合污染指数法和污染负荷系数法对宝顶文物区庙会期的大气质量进行综合

评价。

其计算公式为：

$$P_i = c_i / s_i$$

$$P = \sum_{i=1}^n P_i$$

$$f_i = p_i / P$$

式中： p_i 为 i 污染物的分指数，

c_i 为 i 污染物的年日均浓度，

s_i 为 i 污染物的评价标准浓度，

P 为空气综合污染指数，

n 为参与评价的污染项数，

f_i 为污染物的污染负荷系数。其大小可确定该地区的主要污染物。

④评价结果：

污染指数及污染级数

测点名称	污染指数	P_{SO_2}	P_{NO_x}	P_{TSP}	ΣP	污染级数
宝顶文物区办公楼前	2.5	0.2	1.75	4.45	4.45	中度污染

(综合污染指数 $4.01 < P \leq 8.00$, 为中度污染)

主要污染物及大气污染负荷系数

测点名称	f_{SO_2}	f_{NO_x}	f_{TSP}	主要污染物
宝顶文物区办公楼前	55.1	4.5	39.4	SO_2

由以上两表可知，在 2000 年宝顶文物区庙会期环境大气综合污染指数为 4.45，该地区空气质量属中度污染， SO_2 污染的负荷系数最大为 55.1，是主要污染物。

4、评价结果说明：

①这次专项监测主要是监测宝顶文物区庙会期大量燃放香烛鞭炮和汽车尾气引起的 TSP 、 NO_x 、 SO_2 的变化情况。但因阴雨，大气湿度较大、风力较小， NO_x 、 SO_2 不易扩散， TSP 即时沉降，各项浓度指标超标并不显著，这也从一个方面反映了，自 1996 年开展大足石刻申报世界文化遗产工作以来，宝顶石窟文物区提高绿化率等大力进行环境综合整治。

治的良好效果。根据监测结果, SO_2 为最主要污染物, 其主要来源除燃放香烛鞭炮、汽车尾气排放外, 宝顶石窟附近居民生活用燃煤也是一个重要来源, 大力发展宝顶镇天然气等清洁燃料, 禁止燃放香烛鞭炮或将燃放点迁至远离石窟区的下风向, 应是行之有效的整治措施。

②由于条件所限, 只选有一个监测点, 所采数据虽具有一定代表性, 能基本反映庙会期的环境质量状况, 但也有一定局限性。

③进行大气质量综合评价, 污染物含量应采用年日均浓度, 但由于进行的是专项监测, 为便于评价, 以日均浓度代替年日均浓度作为评价指标。

④本次监测的日均值分别是同一地点随后不久(4月13—17日)进行的例行环境监测中 SO_2 月日均值($0.01 \text{ mg}/\text{m}^3$)的5倍, TSP 月日均值($0.07 \text{ mg}/\text{m}^3$)的2倍, 在庙会燃放香烛鞭炮的高峰时刻(3月23日23—24时) NO_x 瞬时值为 $0.03 \text{ mg}/\text{m}^3$, 是4月份月日均值($0.01 \text{ mg}/\text{m}^3$)的3倍。

四、结语

文物的保护一方面是对文物本体的保护, 另一方面是对文物赖以生存的自然环境及人文环境的保护。对石窟文物等室外文化遗存来说, 环境保护尤为重要, 大足石刻博物馆为此建立了宝顶、北山两个环境监测站, 常年开展文物区气象监测, 大气质量等监测工作。随工作的逐步全面展开, 还将进行地表水、地下水、风化产物、岩体位移、噪声振动等监测项目, 以更好地满足大足石刻这一世界遗产保护管理工作的需要。

(谢本立、陈卉丽、周涛、邓启兵四位同志参加了室外数据采集工作)

参考文献:

奚旦立等编《环境监测》 高等教育出版社 1995年4月第2版。