

文章编号: 1006 2467(2007)05 0818 07

三峡成库前后沿江山水景观空间视觉特征比较

汤晓敏^{1,2}, 王祥荣¹

(1. 复旦大学 环境科学与工程系, 上海 200433; 2. 上海交通大学 农业与生物学院, 上海 201101)

摘要: 以景观空间尺度规律与人的视觉规律为指导, 基于 RS、GIS 以及 AutoCAD 技术, 从江面视点出发, 通过测定山水景观视觉空间断面的宽高比, 辨识长江三峡库区(重庆段)沿江山水景观视觉空间的类型。从空间视域、视距与观景者视觉接收后所产生的心理体验等几个方面, 比较分析了长江在三峡成库前的常年洪水位、成库后的 145 与 175 m 水位下沿江景观视觉特征的变化。结果表明: ① 沿江山水构建出夹景、敞景、框景 3 种视觉空间类型; ② 长江水位的抬升对沿江山水景观视觉空间的总体特征影响不大, 整体山水景观空间格局不变, 夹景空间峡感犹存, 雄、奇、幽的三峡风貌基本不变, 但高峡平湖景观取代滩多水急的风光, 两岸支流可达性增强, 消落带由夏水冬陆型转为冬水夏陆型。对此提出了相应的景观规划与建设的对策建议, 以期对三峡工程的景观视觉质量影响评价及景观规划建设提供科学依据。

关键词: 三峡库区; 景观视觉空间; 视距; 视域; 视角

中图分类号: Q 149; P 901 **文献标识码:** A

A Comparative Study of the Hills and Water Landscape Visual Features along the River Before and After the Reservoir Construction in Three Gorges

TANG Xiaomin^{1,2}, WANG Xiangrong¹

(1. Dept. of Environment Science and Eng., Fudan Univ., Shanghai 200433, China;

2. School of Agriculture and Biology, Shanghai Jiaotong Univ., Shanghai 201101, China)

Abstract: On the basis of a guidance of the landscape spatial scales principles and visual patterns, based on RS/GIS/AUTOCAD technology, this paper identified the type of landscape visual space in Three Gorges reservoir area (Chongqing) by calculating the value of $D:H$ of the biggest natural landscape space flood. In the aspects of viewshed, and the view distance as well as psychological experience of the viewer, the paper analyzed comparatively the changes in the landscape visual features of the comprehensive natural landscape space under the different water levels (145 m, 175 m) of Yangtze River before and after the reservoir construction in Three Gorges. The results show that ① There are three types of landscape visual space; vista liner landscape, open landscape and framed landscape; ② The water level of Yangtze River would have little impact on the comprehensive natural visual space; the overall landscape visual pattern will not changed, the overall features of canyon space would be still protected there. The features of Three Gorges, such as majesty, oddity and quiet, will basically not change. The former more beaches and speeding

收稿日期: 2006 07 12

基金项目: 中国工程院院院士咨询项目; 重庆市规划局重点科研项目

作者简介: 汤晓敏(1970), 女, 江西上饶人, 讲师, 博士生, 从事景观生态规划与设计、景观设计研究。电话(Tel.): 021 62614334;

E-mail: xmtang@sjtu.edu.cn.

flow will be replaced by alpine valley and flat lake landscape, it will be easy to go to the small branches, the water level fluctuating zone will be changed from a type of summer water and winter land to a type of winter water and summer land. Some strategies were presented for the landscape planning and construction in order to provide a scientific basis for Three Gorges Project.

Key words: Three Gorges reservoir area; landscape visual space; view distance; view shed; visual angle

空间是根据视觉确定的一种相互关系,产生于一个物体同感觉它的人之间.空间感是指由地平面、垂直面以及顶平面单独或共同组合成的具有实在的或暗示性的范围围合^[1].沿江山水景观空间是指以长江江面为地平面、以两岸的山体为垂直面而形成的线形、垂直面封闭、顶平面开敞的垂直空间.影响垂直空间视觉特征的客观可变因素有3个:江面的宽度(D)、两岸山体的相对高度(H)及两岸山体的坡度(S)^[1].景观视觉空间特征主要体现影响因素之间的相互关系,表现为一种抽象的构架.对于景观评价而言,人与实体景物间产生的关系造就了空间的开放与封闭的感受,评价中必须针对观景者与景观间的距离、相对位置以及观景者的视角等进行客观的分析与度量^[2],以便了解景观空间的视觉特征.国内外学者针对景观视觉空间特征的分析与度量在技术与方法上进行了深入的探讨:文献[3,4]依据不同地理环境特征提出了相应的观景者距离带划分法,通过测定观景距离、观景位置以及视觉可见的角度(视角)来判定空间的开闭程度;刘滨谊^[5]将风景旷奥度作为风景空间感受评价的标准,提出了风景感受的3种空间,并利用一系列知觉、感受测度来定性或定量表示风景的旷奥,即进行风景空间的感受评价;Matthew等^[6]基于RS/GIS对Rocky Mountain景观的平面及全景进行的模拟来对适当的视觉参数量化,以此测定景观的视觉特征;Damian Schofield等^[7]利用计算机虚拟环境分析视域的百分比;Kyushik Oh^[8]以韩国首都为例,从景观资源的可视性与街道的尺度建立了视觉承载力阈值(VTCC),以此来管理视域障碍和沿街开发项目的尺度,维持和提高景观空间的视觉质量.

三峡工程的建设受到了国内外各个领域的广泛关注,有学者对三峡库区的生态环境、人居环境建设、旅游开发等问题进行了研究^[9-12],同时对三峡工程的生态与环境的影响进行了深入的探讨,提出了相应的对策^[13-15].但对于三峡库区景观空间的视觉问题以及三峡工程对库区景观视觉的影响却没有引起重视,目前尚未对景观视觉空间的特征评价与影响评价进行系统研究,而景观视觉空间问题对世界级

的峡谷景观恰恰是至关重要的.本文以沿江山水景观空间为研究对象,基于RS、GIS以及AutoCAD技术,以景观空间尺度规律与人的视觉规律为指导,采用简便直接的方法对沿江山水景观空间的视觉特征进行量化的测度,希望对此领域研究有所裨益;同时对三峡大坝建设前后长江三峡库区(重庆段)山水景观视觉空间特征的变化进行比较,以期给予三峡工程对景观视觉的影响一个客观公正、科学理性的评价,并为沿江景观规划、建设、管理提供科学依据.

1 研究区域概况

长江自西向东横切大巴山与巫山山脉,两岸山峰耸立、山高坡陡、河谷深切,形成举世闻名的长江三峡.三峡工程位于长江西陵峡三斗坪,全称为“长江三峡水利枢纽工程”(见图1).三峡工程的全部工期为17 a.施工期间长江水位的变化分4个阶段:①利用中堡岛修建导流明渠,以1997年11月的大江截流为标志,长江水位提高了10 m;②2002年10月~2003年6月,大坝逐步蓄水至135 m,尾水至重庆万州区境内;③2006年9月,库区水位将抬升至156 m左右;④2009年最终蓄水达175 m(吴淞海拔),防洪限制水位为145 m,每年将有近30 m落差变化,形成冬水夏陆的消弱带^[14].三峡工程未建之前,长江天然水位涨落也较大,一般在45 m左右.

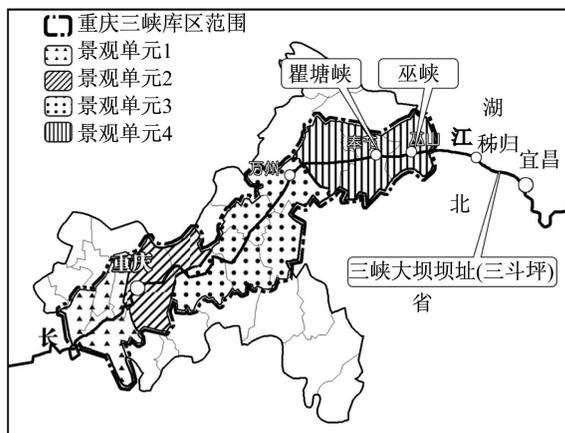


图1 三峡库区重庆段的区位及景观单元分区

Fig. 1 The location and subzone of landscape unit of

Chongqing sector in Three Gorges reservoir area

三峡库区是指三峡大坝建成后受回水影响的水库淹没区和移民搬迁安置所涉及的区域,位于东经 $106^{\circ}14' \sim 111^{\circ}50'$,北纬 $29^{\circ}16' \sim 31^{\circ}25'$.东起湖北宜昌市,西至重庆江津市^[9].本文主要涉及长江三峡库区重庆段,西起江津市羊石镇,东至巫山县,涉及重庆境内长江干流约600 km的沿江可视区域,地势东高西低,并由南北向长江河谷渐低(见图1).以该区域内的沿江山水景观视觉空间为对象,比较研究三峡水库建设前后沿江山水景观视觉空间特征及观赏效果的变化,分析三峡工程对沿江山水景观视觉质量的影响.

2 研究方法

2.1 同质单元划分与研究样点的确定

以2002年覆盖重庆全市域的Landsat ETM+遥感影像解译资料、 $1:5 \times 10^4$ 的数字化地形图及其衍生的数字高程模型(DEM)为基础,在GIS中,利用重组(reclassify)空间分析模块^[8],从一个视点(即江面的轮船上)出发,依据沿江山水关系以及地貌景观特征,将长江三峡库区重庆段划分为4个景观单元:①江津-重庆都市区(中梁山猫儿峡),川东褶皱带低山缓丘区,两岸地势相对平缓,周边低海拔高度在400 m左右,景观起伏相对平缓;②重庆都市区-涪陵(黄草山黄草峡),川东褶皱带低山缓丘峡谷区,长江垂直几条低山脉而行,形成素有长江小三峡之称的明月峡、铜锣峡、黄草峡景观;③涪陵-万州,川江平行岭谷低山丘陵区,低海拔在400~1 200 m;④万州-巫山,中山峡谷陡岩区,长江穿越大巴山与巫山山脉,形成了壮丽的峡谷景观——瞿塘峡和巫峡(见图1).

依据以上景观单元的划分结果,从现场拍摄的2 000多张照片中,选取能代表每个景观单元特征的研究样点:景观单元①取1个样点;景观单元②取3个样点;景观单元③取3个样点;景观单元④取4个样点.共计11个样点,如图2所示.



图2 研究样点位置分布图

Fig. 2 The location of the samples in study area

2.2 景观空间类型辨识

根据图2给出的位置,在AutoCAD中绘出每个样点的横断面图,测出在三峡大坝蓄水前常年洪

水位标高下各个样点的 D 、 H 、 S 值.计算出各个样点的 $D:H$ 值.当山水景观空间的 $D:H < 1$ (一般为 $1:2 \sim 1:3$)时,判定为夹景空间(峡谷空间);当 $D:H > 1$ (一般为 $3:1 \sim 5:1$)时,判定为敞景空间(宽谷空间)^[8,16].

根据长江干流在重庆境内的分布走向及沿江山体在江面上的凹凸变化(即岸线形态),在沿江山体的峰回路转处,以沿江的第一重山体、岩壁作取景框,摄取层峦叠嶂的延绵群峰,形成的一系列立体风景画框即为框景空间.

2.3 景观视觉空间特征评价

长江水位的抬高将导致江面变宽、两岸山体相对于水面的高度降低,两者叠加综合影响的结果是:观景者在江面上的视域开阔、视距变大,从而使两岸群峰、崖体的观赏视角大幅度变小.景观空间的视觉效果也将有一定的改变,改变的程度可从3个方面进行评价:①通过测定三峡成库前的正常洪水水位、三峡成库后正常蓄水水位175 m及防洪限制水位145 m时的 $D:H$ 值,判断沿江山水景观空间开闭程度的客观变化;②以江面为视点、两侧山体为目标,进行视觉分析,测定观赏视角、视距的变化;③依据以上两个分析结果,对观景者视觉接收后的心理感受进一步剖析,测定心理视野高程的变化.

2.3.1 $D:H$ 值的测定 在AutoCAD中分别绘出每个样点在三峡成库前的正常洪水水位、三峡成库后175以及145 m水位下的横断面图,测出各个样点在不同水位下的 D 、 H 、 S 值,计算出各个样点的 $D:H$ 值并进行比较,以此评价各个样点段空间关系的客观变化^[1,2].

2.3.2 视觉分析 根据人的视觉规律^[3,19],以江心或江边为视域中心,以两岸的山体为观赏目标,比较分析三峡成库前常年洪水水位、三峡成库后145与175 m 3个不同水位段沿江两岸山体的观赏视距、视角变化,以此来分析长江水位的抬升对山水景观空间视觉效果的影响.

(1)视距测定与分析.在AutoCAD中,利用各个样点的横断面图,分别测定3个不同水位下,江面中心线与沿江两岸第一重山脊线可视边界的距离,得出从江面中心视点出发的左岸视距和右岸视距.对垂直空间而言,观赏的最佳视距主要考虑视距与景物高度的倍数关系.参考国内外学者的距离带划分法^[3,6],根据三峡的地理环境特征,本文划分为3个距离带:近景0~500 m,中景500~1 200 m,远景1 200 m以上.根据人的视觉规律^[19],当视距是山体相对高度的1倍时,视景仰角为 45° ,能看到崖体的

局部和细部, 产生高大感; 当视距是山体相对高度的 2 倍时, 视景仰角为 27° , 能看到山体的整体, 空间的高大感减弱; 当视距是第一重山体相对高度的 3 倍时, 视景仰角为 18° , 能看到第一重山体的整体与背景, 空间的封闭感消失. 评价中以此为标准判定各个样点的景观视觉效果.

(2) 视角测定与分析. 在 AutoCAD 中, 利用各个样点的横断面图, 分别测定 3 个不同水位下, 江面中心视点与江岸侧边视点观赏沿江两岸第一重山体的视角. 依据人的视觉规律与心理感受^[3, 7, 16], 视景仰角大于 45° 产生高大感; 视景仰角大于 60° 产生宏伟感; 视景仰角大于 80° 产生崇高感; 视景仰角大于 90° 产生危岩感. 当视景仰角小于 18° 时, 空间的封闭感消失, 可以平视远方, 给人以广阔宁静的感受. 评价中以此为标准测定样点的空间感受.

2.3.3 心理视野高程的测定 从观景者的心理来看, 江面变宽, 视域比以前开阔得多, 而视觉范围并没有扩大. 根据尺度与环境的相对关系原理, 观景者在开阔地比在非开阔地看同一物体心理高度要低得多. 因此, 观景者对沿江山体的视觉感受应加上心理视差, 从而使近景视觉高度的变化比实际高度的变化要大得多, 更加降低了近景的视觉高度, 宏伟的气势因此受到影响^[19].

3 结果与分析

3.1 沿江山水景观视觉空间类型

3.1.1 夹景空间与敞景空间 由表 1 可见, 沿江约 600 km 长的可视山水空间中样点 2、3、8、11 所在的铜锣峡、黄草峡、瞿塘峡、巫峡等处的 $D:H$ 值在 $0.23 \sim 0.85$, 属于典型夹景空间(见图 3). 在样点 1、5、6 所在的江津、忠县和万州段的 $D:H$ 值在 $3.44 \sim 5.60$ 之间, 属于典型敞景空间(见图 4).

表 1 山水景观视觉空间的 $D:H$ 值

Tab. 1 The value of $D:H$ of visual landscape

典型样点	$D:H$	空间类型
1(江津段)	5.60	敞景
2(铜锣峡)	0.59	夹景
3(黄草峡)	0.85	夹景
5(忠县段)	3.54	敞景
6(万州段)	3.44	敞景
8(瞿塘峡)	0.34	夹景
11(巫峡)	0.23	夹景

3.1.2 框景空间 由图 5(灰色填充是作为取景框的第一重山, 数值表示框景的视域范围)可见, 在样

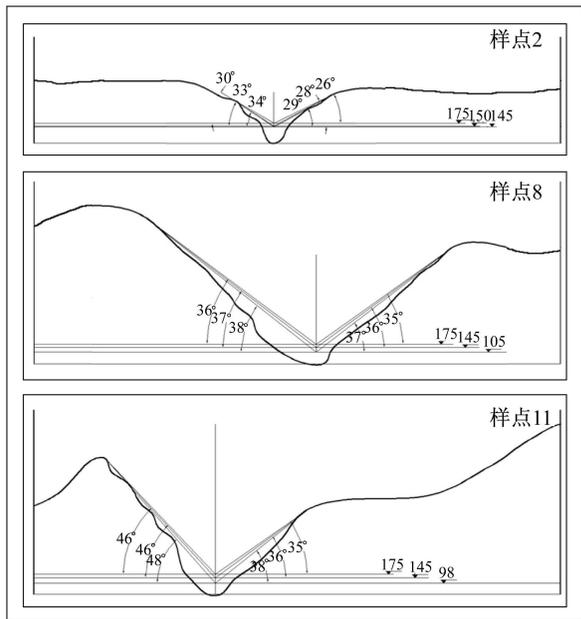


图 3 夹景空间

Fig. 3 Vista line landscape (ravine space)

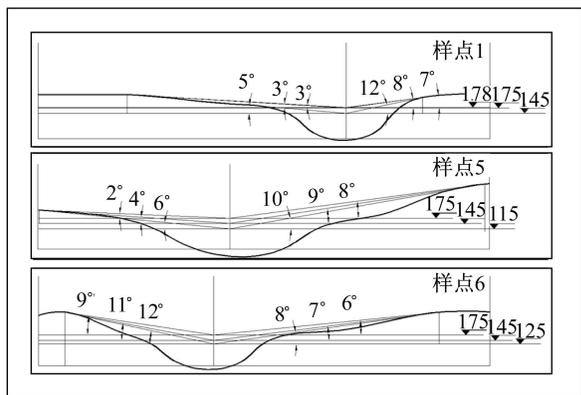


图 4 敞景空间

Fig. 4 Open landscape

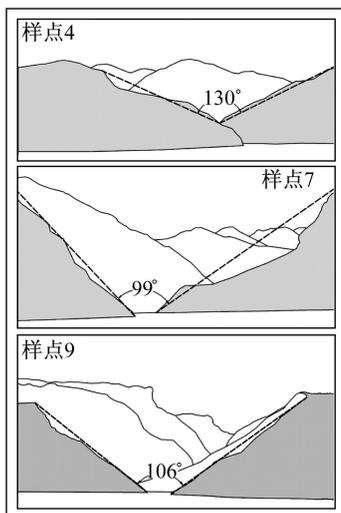


图 5 框景空间

Fig. 5 Framed space

点4、7、9、10所在的第②、③、④景观单元中,以沿江的第一重山体、岩壁作取景框,摄取远处层峦叠嶂的延绵群峰,形成了一系列立体的风景画框.沿江600 km长的山水空间因为不同特色景观空间的存在,给观者展示出开闭有序、旷奥有度的序列空间.

3.2 不同水位视觉空间特征的比较

长江水位的抬高导致近景变化比较明显,如夔门及附近峡谷的悬崖峭壁景观的峡感会减弱.中远景则因地势海拔甚高,不会因水位涨落而受明显影响.

3.2.1 视觉空间开闭程度比较 由表2可见,随着水位的不断上升,江面不断加宽、相对高度不断减小,三峡成库前后山水空间的宽高比有所增大.夹景空间除样点8(黄草峡)外,其余各点的 $D:H$ 值仍在标准值的范围内,特别是瞿塘峡与巫峡,175 m水位时 $D:H$ 值分别是0.49与0.37,峡感依旧强烈.敞景空间的宽高比则有较大的增长,空间更为开阔,视域广大,两岸景观以中、远视为主,具有平坦旷远的空间美.总之,水位的变化对沿江山水空间的开闭程度影响不大.

3.2.2 视距比较 由表3可见,以江面中心线为视点,不同水位时夹景空间与敞景空间的视距不变,但视距与山体相对高度的比值(R)变大.对于夹景空间,峡感依旧较强,以样点11(巫峡)左岸(面对长江(下游,左手侧为左岸))为例,水位上升到145 m时,视距为山体高度的0.93倍,仅仅比常年洪水位时加大了0.04倍;水位上升到175 m时,视距为山体高度的0.95倍,仅仅比常年洪水位时加大了0.06倍,空间依旧具有强高大感,能看到崖体的局部和细部(见图6(a)).对于敞景空间,水位抬升到175 m后,空间更为开阔,可见第一重山体的整体与远山的背

表2 不同水位山水景观视觉空间的 $D:H$ 值比较

Tab.2 Comparison of the $D:H$ value changes of landscape visual space at different water level

空间类型	典型样点	$D:H$		
		常年洪水位	145 m 水位	175 m 水位
夹景	2	0.59	0.57	0.72
	3	0.85	1.11	1.48
	8	0.34	0.42	0.49
	11	0.23	0.31	0.37
敞景	1	5.60	3.63	5.34
	5	3.54	4.76	6.92
	6	3.44	4.35	6.63

景,以样点6(万州段)左岸为例,水位上升到145 m时,视距为山体的高度的5.31倍,比常年洪水位增大了0.59倍;水位上升到175 m时,视距为山体高度6.53倍,比常年洪水位时增大了1.81倍,空间更为开阔,无围合感(见图6(b)).

3.2.3 视角比较 由表4可见,145 m水位的视角比常年洪水位减小了 $1^\circ \sim 2^\circ$,175 m水位的视角比常年洪水位减小了 $2^\circ \sim 3^\circ$,对总体效果影响不大(见图7).以样点11(巫峡)为例,水位抬升到175 m时江心的视角为 46° 、江边的视角为 54° ,观者仍能产生高大感与宏伟感.

3.2.4 游赏心理的比较 三峡水库建成后,库区将形成一个长600 km,面积约1 084 km²的高峡平湖^[18].届时水深增加,流速减缓,流态稳定,彻底改变被视为畏途的川江航道;水质清澈,水体感观性状改善,呈现一个烟波浩淼,两岸奇峰屹立的平湖风光.

表3 不同水位下山水景观视觉空间的视距比较

Tab.3 Comparison of the view distance changes in landscape visual space under different water level of Yangtze River

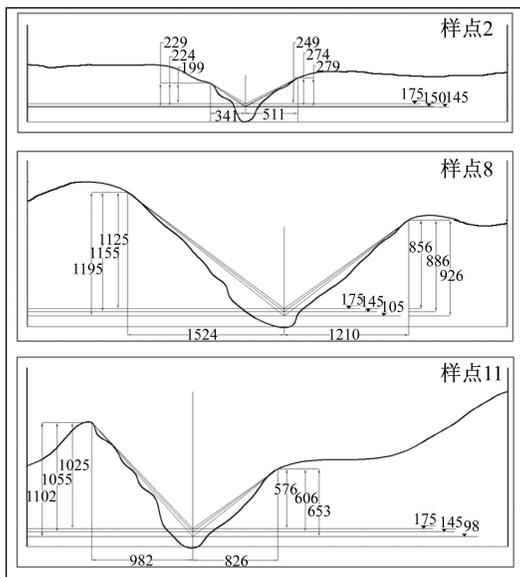
空间类型	典型样点	常年洪水位				防洪限制水位 145 m				正常蓄水水位 175 m			
		视距/m		R		视距/m		R		视距/m		R	
		左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸
夹景	2	341	611	1.50	1.90	341	511	1.50	1.80	341	511	1.70	2.00
	3	939	1 041	2.20	2.80	939	1 041	2.40	3.00	939	1 041	2.60	3.30
	8	1 524	1 210	1.27	1.31	1 524	1 210	1.32	1.37	1 524	1 210	1.35	1.41
	11	982	826	0.89	1.26	982	826	0.93	1.36	982	826	0.95	1.43
敞景	1	1 249	436	17.34	7.78	1 249	436	11.82	4.85	1 249	436	16.64	7.36
	5	1 084	1 454	10.22	5.70	1 084	1 454	14.32	6.49	1 084	1 454	23.67	7.50
	6	849	1 289	4.72	7.14	849	1 289	5.31	8.03	849	1 289	6.53	9.89

表 4 不同水位山水景观视觉空间的视角比较

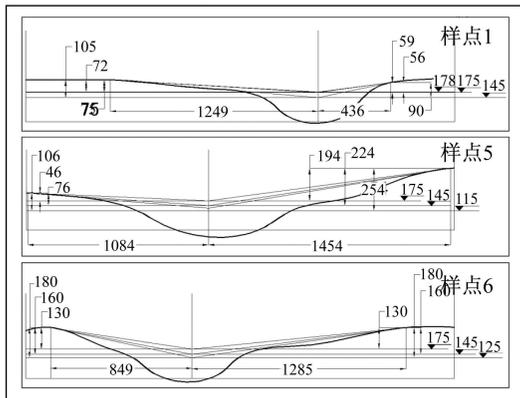
Tab. 4 Comparison of the visual angle changes in landscape visual space under different water level of Yangtze River

空间类型	典型样点	常年洪水位				防洪限制水位 145 m				正常蓄水水位 175 m			
		江心视点		江边视点		江心视点		江边视点		江心视点		江边视点	
		左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸	左岸	右岸
夹景	2	33	28	44	36	34	29	44	36	30	26	42	35
	3	25	20	29	24	23	18	28	22	21	17	28	22
	8	38	37	45	40	37	36	45	40	36	35	45	40
	11	48	38	54	43	47	36	54	43	46	34	54	43
敞景	1	3	7	5	24	5	12	7	28	3	8	5	24
	5	6	10	9	15	4	9	7	14	2	8	6	15
	6	12	8	20	10	11	7	20	9	9	6	20	8

(°)



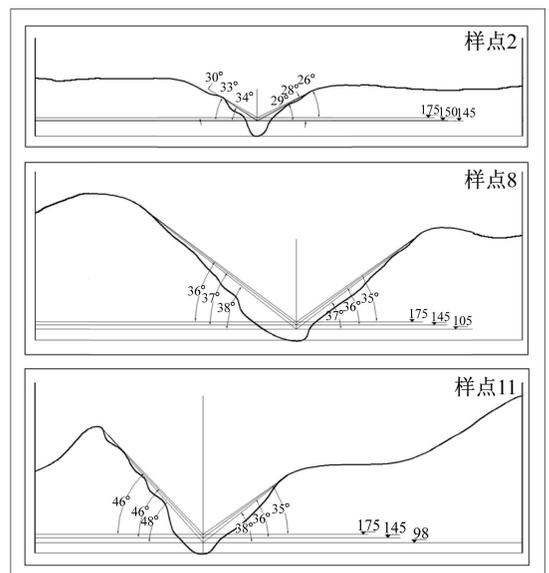
(a) 夹景空间



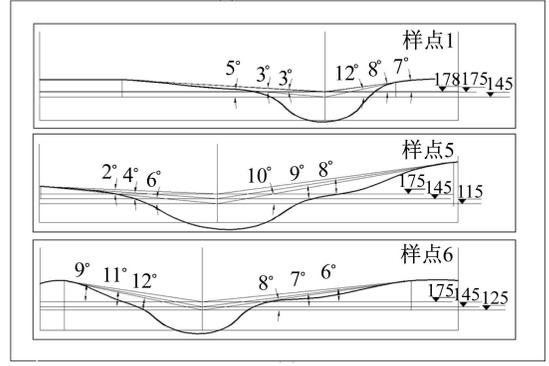
(b) 敞景空间

图 6 不同水位景观空间的视距比较

Fig. 6 Comparison of the view distance changes in the landscape space under different water level of Yangtze River



(a) 夹景空间



(b) 敞景空间

图 7 不同水位景观空间的视角比较

Fig. 7 Comparison of the visual angle changes in the landscape space under different water level of Yangtze River

从观景者的心理来看,长江水位的抬升使近景的视觉高度变化比实际高度变化要大得多,更加降低了近景的视觉高度,宏伟的气势因此受到影响。但沿江两岸高耸的远山及茂密的森林可以弥补观景者对近景的视觉落差。沿江游赏上、下行的速度差别不大;观景者在江面上的游赏由原来的动观变成了相对静观,视觉感知到的景观由动态连续的“风景立体电影”转变为空间构图关系相对稳定的“立体的风景画”。

4 景观规划与建设对策

(1) 绝对保护沿江山水景观空间格局。在沿江可视区域内应保护山体、植被和建筑群的整体轮廓,保护山脊线和山体轮廓的完整,禁止破坏景观视觉空间完整性的人工设施的建设;在瞿塘峡、巫峡区域内,要绝对保护区内的各种景源、植物种质资源及峭壁等自然环境,禁止建设任何人工建筑及永久性设施(包括旅游设施、高压走廊、道路工程等),以确保景观空间的自然完整性。

(2) 加强沿江两岸的生态公益林的建设,加大沿江原有植被的保育,提倡沿江风景林的建设,通过山体上茂密的森林来增强由于水位抬高而引起的近景峡感的减弱;沿江可视区域内皆应划为绿线控制范围。瞿塘峡、巫峡沿江可视区域内规划以绿地、林地为主。

(3) 为减弱夏季型消落带产生的景观视觉问题,消落带要分层、分带利用,在 175~185 m 水位的区域布置生态防护林,在 185 m 以上区段,因地制宜地布局生态经济果林或风景林。对于消落带 175 m 以下区段,采用免耕型的季节性利用。但对于瞿塘峡、巫峡区域内出现的消落带不宜进行过多的人为干扰,应顺其自然,但需及时清除岩壁上的可见污染物。

(4) 加快对沿江山水景观的合理规划与整体建设,着力整合沿江山水景观视觉资源,将三峡的山水景观以一个相对独立完整的体系推向世界。

5 结语

本文对三峡库区沿江山水景观空间视觉特征的评价采用了一种较为直接简便的方法,可以适用于各种景观空间。评价的结果有利于沿江景观规划与建设的决策过程。与成库前的正常的洪水位相比,不管是 145 m 的低水位还是 175 m 的高水位,对沿江山水景观视觉空间的特征都会有一定的影响,但总体的山水格局不会改变:① 雄、奇、幽的三峡风貌基本不变,“峰与天相接,舟从地窖行”的意境犹存;②

沿江山水景观依旧展示出“开闭有序、旷奥有度”的空间序列;③ 滩多水急的风光虽已消失,但呈现出一个烟波浩淼、两岸奇峰屹立的高峡平湖风光,观赏状态由动态变为相对静态;④ 近景峡感略有减弱,但夹景空间依旧存在,而中远景不受影响。

参考文献:

- [1] 诺曼 K 布思. 风景园林设计要素[M]. 曹礼昆, 曹德鲲译. 北京: 中国林业出版社, 1987: 50-52.
- [2] 谭 翥. 河流景观特质评估之研究——以台北县双溪为例[D]. 台北: 台湾大学地理环境资源学研究所, 2001.
- [3] Litton R B Jr. Visual vulnerability of forest landscape [J]. *Journal of Forestry*, 1974, 72(7): 392-397.
- [4] Sacramento Municipal Utility District. Upper American river project FERC project No. 2101. Aesthetics study plan [EB/OL]. [2006 02 20]. <http://hydrolicensing.smud.org/docs/spr/9.1AestheticsStudyPlanPG060502.pdf>.
- [5] 刘滨滨. 风景景观工程体系化[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1990.
- [6] Germino M J, Reinersa W A, Blaskob B J, et al. Estimating visual properties of Rocky Mountain landscapes using GIS [J]. *Landscape and Urban Planning* 2001, 53: 71-83.
- [7] Schofielda D, Cox C J B. The use of virtual environments for percentage view analysis [J]. *Journal of Environmental Management*, 2005, 76: 342-354.
- [8] Kyushik Oh. Visual threshold carrying capacity (VTCC) in urban landscape management: A case study of Seoul, Korea [J]. *Landscape and Urban Planning* 1998, 39: 283-294.
- [9] 蒙吉军, 申文明, 吴秀芹. 基于 RS/GIS 的三峡库区景观生态综合评价[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2005, 41(2): 295-302.
MENG Ji jun, SHEN Wen ming, WU Xiu qin. Integrated landscape ecology evaluation based on RS/GIS of Three Gorge area [J]. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis* 2005, 41(2): 295-302.
- [10] 赵万民. 三峡工程与人居环境建设[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1999.
- [11] 郑宇飞, 曹诗图, 冯耕耘. 三峡山水景观旅游资源深度开发探析[J]. 三峡文化研究, 2002(6): 105-106.
ZHENG Yu fei, CAO Shi tu, FENG Geng yun. The analysis of exploitation of the three gorges tourism resources of nature landscape [J]. *Study of Three Gorges Culture*, 2002(6): 105-106.

(下转第 829 页)

- sheets to simulations: A comparison of analysis methods for IC manufacturing performance [C] // **Proceedings of the 4th Annual International Semiconductor Manufacturing Science Symposium**. San Francisco, CA, USA: IEEE Press, 1992: 94-99.
- [2] Witte J.D. Using static capacity modeling technique [C] // **Advanced Semiconductor Manufacturing Conference and Workshop**. Cambridge, MA, USA: IEEE Press, 1996: 31-35.
- [3] Occhino T. Capacity planning model: The important inputs, formulas and benefits [C] // **Proc 2000 IEEE/SEMI Advanced Semiconductor Manufacturing Conference and Workshop**. Boston, MA, USA: IEEE Press, 2000: 455-458.
- [4] Spence A M, Welter D J. Capacity planning of a photolithography work cell [C] // **Proceedings of 1987 IEEE International Conference on Robotics and Automation**. [s.l.]: IEEE Press, 1987: 702-708.
- [5] Hood S.J. Strategic capacity planning using linear programming [EB/OL]. (2000 7 1) [2006 3 15]. http://www.futurefab.com/documents.asp?d_ID=1189.
- [6] Leachman R.C, Carmon, T.F. On capacity modeling for production planning with alternative machines [J]. **IIE Transactions** 1992, 24(4): 62-72.
- [7] Fordyce K, Sullivan G. A dynamically generated rapid response capacity planning model for semiconductor fabrication facilities [C] // **Impact of Emerging Technologies on Computer Science and Operations Research**. Dordrecht: Kluwer Publishing, 1994: 103-127.
- [8] Bermon S, Hood S. Capacity optimization planning system (CAPS) [J]. **Interfaces** 1999, 29(5): 31-50.
- [9] Yang J. An approach to determine appropriate fab development plans by taking space constraints and cost effectiveness into consideration [C] // **The Ninth International Symposium on Semiconductor Manufacturing**. [s.l.]: IEEE Press, 2000: 217-220.
- [10] Swaminathan J.M. Tool procurement planning for wafer fabrication facilities: A scenario based approach [J]. **IIE Transactions** 2002, 34(2): 144-155.
- [11] Hood S.J, Bermon S, Barahona F. Capacity planning under demand uncertainty for semiconductor manufacturing [J]. **IEEE Transaction on Semiconductor Manufacturing** 2003, 16(2): 273-280.
- [12] Barahona F, Bermon S, Gunluk O, *et al.* Robust capacity planning in semiconductor manufacturing [J]. **Naval Research Logistics** 2005, 52(5): 459-468.
- [13] Catay B, Erenguc S.S, Vakharia A.J. Tool capacity planning in semiconductor manufacturing [J]. **Computers & Operations Research** 2003, 30(9): 1349-1366.
- [14] Swaminathan J.M. Tool capacity planning for semiconductor fabrication facilities under demand uncertainty [J]. **European Journal of Operations Research** 2000, 120: 545-558.
- [15] 耿娜, 江志斌. 一种基于随机规划的晶圆制造产能规划方法 [J]. **上海交通大学学报**, 2006, 40(11): 1935-1938.
- GENG Na, JIANG Zhi bin. Stochastic programming based capacity planning for wafer fabrication [J]. **Journal of Shanghai Jiaotong University**, 2006, 40(11): 1935-1938.

(上接第 824 页)

- [12] 杨斌. 三峡石刻与三峡审美 [J]. **三峡大学学报(人文社会科学版)**, 2004, 26(6): 26-28.
- YANG Bin. Three Gorges aesthetic and the stone graving of Three Gorges [J]. **Journal of China Three Gorges University (Humanities & Social Sciences)**, 2004, 26(6): 26-28.
- [13] 陈国阶, 李鼎甲. 三峡库区自然环境质量现状评价 [C] // **长江三峡工程对生态与环境的影响及其对策研究论文集**. 北京: 科学出版社, 1987: 1022-1030.
- [14] 长江水利委员会. 三峡工程生态环境影响研究 [M]. 武汉: 湖北科学技术出版社, 1997.
- [15] 王儒述. 三峡工程的环境影响及其对策 [J]. **长江流域资源与环境**, 2002, 11(4): 317-322.
- WANG Ru shu. The environmental impact of the Three Gorges project and countermeasures [J]. **Yangtze River Basin Resources and the Environment**, 2002, 11(4): 317-322.
- [16] 胡长龙. 园林规划设计 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 117-121.