

日调节水电站下游河道水域景观视觉质量影响评价

王庆国 王玉蓉 李 嘉 李克锋

(四川大学水力学与山区河流开发保护国家重点实验室 四川 成都 610065)

摘要 :以大渡河金川水电站下游河段为例 ,把研究河段划分为急流、缓流、深潭、急流浅滩、缓流浅滩 5 种典型水域景观类型 ,以各水域景观类型代表断面的水力参数变化作为评价指标 ,采用权重综合评价法对电站运行前后的水域景观视觉质量的变化进行评价。评价结果表明 ,除 6 月份每天白天有 7 h 人们会感觉景观质量比天然状况有显著下降外 ,其余时间景观影响人群对河流景观视觉质量变化不敏感或景观视觉质量有所提高。

关键词 :日调节电站 ;河流水域景观 ;水力参数

中图分类号 :TV213 文献标识码 :A 文章编号 :1006-764X(2009)S1-0065-03

日调节水电站对径流的调节过程使水库水位在正常蓄水位与死水位之间频繁变化^[1] ,下游河道日径流分配较天然状况有较大改变。河道内与水域景观特征密切相关的水深、流速、水面宽等水力参数随之频繁变化 ,从而使河流水域景观视觉特征发生较大改变 ,河道急流、缓流、深潭、浅滩相间的拼块格局在 1 d 内也发生较大变化。目前 ,国内运用景观美学理论及模糊数学方法对人工水域景观评价进行了一些研究^[2-3] ,对受人工干预的天然河流景观视觉影响进行的研究较少。随着对水能资源开发利用的深入 ,越来越多河流的自然径流过程将被人为改变 ,有些河段的改变程度巨大 ,使天然河流的景观视觉特征发生较大改变。同时 ,天然河流作为重要的自然景观资源 ,随着人们文化生活水平的提高以及对自然观光旅游需求的快速增长 ,对天然河流的景观影响也越来越受到关注。笔者以大渡河金川水电站坝下游河段为研究对象 ,通过断面水力参数的变化来评价日调节电站下游河道水域景观视觉质量的改变 ,为天然河流景观视觉影响评价提供参考。

1 研究河段概况

金川水电站位于大渡河干流上游下段 ,集水面积为 39 330 km² ,调节库容为 0.488 亿 m³ ,装机容量为 800 MW ,坝址处多年平均流量为 521 m³/s ,开发方式为坝后式日调节水电站。笔者选择从金川坝址至

下游巴底坝址长 61.7 km 的河段作为研究河段。该河段水质较好 ,达到 II 类水体水质标准。电站的日调节运行对水质影响较小 ,主要是改变了下游河道的日径流分配 ,使水面、河滩的对比、水流缓急、水体深浅等河流景观特征较自然状况发生改变。

2 河流水域景观组成结构

人们主要从视觉、听觉和亲水性等方面去感知河流景观 ,根据河流水域景观的视觉形象特点 ,研究河段主要可划分为急流段、缓流段、深潭段、急流浅滩段、缓流浅滩段等 5 种不同类型的水域景观。急流段给人快速、有力、惊险的感觉 ,缓流段给人安闲、自在、柔美的感觉 ,深潭段给人幽深莫测的感觉 ,急流浅滩给人活泼、奔放、洒脱的感觉 ,缓流浅滩处给人清幽、宁静、祥和的感觉。在研究河段内分别选择这 5 种典型水域景观的代表断面 ,按一维明渠恒定非均匀流对河道进行水力计算 ,天然流量状况下各代表断面上与河流水域景观相关的水力参数特征见表 1。

表 1 各水域景观类型代表断面的水力参数特征

水域景观 类型	距坝址 距离/km	枯水期平均			多年平均		
		水深/ m	流速/ (m·s ⁻¹)	水面宽/ m	水深/ m	流速/ (m·s ⁻¹)	水面宽/ m
缓流	8.58	0.9	1.0	136.9	1.9	1.7	164.2
深潭	20.11	5.5	0.14	167.1	6.37	0.4	207.2
急流浅滩	30.38	0.8	2.7	59.7	1.4	3.8	95.9
急流	56.63	0.9	5.6	24.0	1.7	7.4	41.9
缓流浅滩	57.47	0.9	1.1	126.3	1.8	1.9	154.9

3 景观视觉质量影响评价模型

针对日调节电站运行方式对河流水域景观的影响特点,在对每一种水域景观类型进行视觉质量变化评价时,选择平均水深、平均流速和平均水面宽这3个水力参数相对于当月多年平均流量状况下的改变百分比作为评价参数。采用权重综合评价法^[4]的模式来评价对水域景观的视觉影响。各景观类型的视觉质量变化计算公式如下:

Q = \sum W_i V_i \tag{1}

式中:Q为视觉质量变化幅度;W_i为指标权重;V_i为评价的指标参数。

取水面宽变化、平均水深变化、平均流速变化的权重分别为0.5、0.25和0.25。权重确定依据如下:水面宽为人们视觉直接感知,在河流景观效果中水面宽变化比平均流速和平均水深变化带给人的视觉感受强烈,故其权重取值较大。

河段总体景观视觉质量变化则通过对各景观类型河段取权重进行计算,公式如下:

E = \sum L_i Q_i \tag{2}

式中:E为研究河段总体视觉质量改变幅度;L_i为各水域景观类型的计算权重;Q_i为各水域景观类型的视觉质量变化幅度。

取急流浅滩、缓流浅滩、缓流、深潭、急流等5种水域景观类型的权重分别为0.2、0.15、0.2、0.05、0.4。权重确定依据如下:急流、缓流、深潭、浅滩段等在研究河段中所占的长度比例不同,累计长度所占比例越大,在人们视野中出现的频率越高其景观变化越敏感。研究河段中,急流段所占比例最大,其权重最大;深潭的累计河段长度最短,权重最小。

当景观视觉质量变化较小时,人们容易忽略或接受景观的变化;但当景观视觉质量变化较大时,就会对河流的景观欣赏带来明显的影响或视觉冲击。为说明对河流景观视觉质量的影响程度,按景观视觉质量相对于该月多年平均流量状况下的改变幅度进行分级:景观视觉质量变化幅度在15%以内的认为是轻度影响;变化幅度在15%~30%的认为是中度影响;变化幅度在30%以上的则认为是严重影响。

4 研究河段水域景观评价

4.1 景观质量下降时间分析

根据电站运行调度方式,与天然来水流量状况对比分析得出:研究河段在每年的12月至翌年3月,河流景观视觉质量总体将比当月多年平均状况有所提高;4~11月将有不同程度的下降,详见表2。

表2 研究河段水域景观变化比较

月份	多年平均流量/ (m ³ ·s ⁻¹)	下泄流量/ (m ³ ·s ⁻¹)	景观视觉 质量变化
1	136	128~768	提高
2	125	128~768	提高
3	144	128~768	提高
4	238	128~768	下降
5	474	128~1016	下降
6	952	128~1016	下降
7	1150	128~1016	下降
8	818	128~1016	下降
9	979	761~1016	下降
10	685	224~1016	下降
11	328	128~1016	下降
12	192	128~1016	提高

4~11月河流景观质量也不是全天都比当月多年平均状况低,而是在有些时段下降,有些时段提高。从景观质量明显下降时段分布情况(表3)来看,明显下降时段主要分布在晚上,集中在23:00至翌日7:00,这一时段人们对河流景观的变化不敏感。从表3还可以看出,在白天,6月份景观质量下降时段最长,4~5月、11月次之。

表3 研究河段水域景观视觉质量明显下降时段分布

月份	下降时段	下降时间/h		
		白天	夜晚	总计
4	23:00至翌日7:00、8:00	1	9	10
5	23:00至翌日7:00、10:00	3	9	12
6	24:00至翌日11:00, 13:00~16:00、18:00~19:00	7	9	16
7	1:00~8:00	1	7	8
8	1:00~8:00	1	7	8
9	1:00~8:00	1	7	8
10	1:00~8:00	1	7	8
11	22:00至翌日7:00、11:00	4	10	14

注:时段划分为:白天8:00~19:00,夜晚20:00至翌日7:00。

4.2 景观质量下降程度

根据研究河段实测的大断面资料,采用一维明渠恒定非均匀流水力学模型,计算出不同流量下5种景观类型代表断面的水深、流速、水面宽等水力学参数,作为水域景观视觉质量评价的基础数据。对景观质量总体下降的4~11月份,把电站运行后最小下泄流量时段各代表断面的水力参数值与该月多年平均流量状况下的参数值进行比较,计算出各代表断面水力学参数的下降比例。根据前述建立的评价模型,分析河段水域景观视觉质量的下降程度,计算结果见表4。

由表4可以看出,电站运行后在各月最小下泄流量时段,深潭断面流速及水深下降幅度相对较大,而急流断面和急流浅滩断面水面宽下降幅度相对较大。从整个研究河段的景观视觉质量变化情况来看,电站运行后9月份景观视觉质量相对于该月多

表 4 各月最不利时段水域景观视觉质量下降情况

%

月份	急流浅滩断面				缓流浅滩断面				急流断面				深潭断面				缓流断面				研究河段
	η_v	η_h	η_B	η_m	η_v	η_h	η_B	η_m	η_v	η_h	η_B	η_m	η_v	η_h	η_B	η_m	η_v	η_h	η_B	η_m	η_m
4	13	21	22	20	22	28	4	15	13	13	19	16	36	36	12	24	21	26	6	15	17
5	27	43	36	36	29	47	16	27	23	23	40	32	62	62	18	40	39	45	15	29	31
6	39	60	47	48	53	61	28	43	32	32	57	45	76	76	27	52	52	59	26	41	45
7	41	62	47	49	55	63	28	44	33	33	59	46	77	77	28	53	54	60	27	42	46
8	36	55	46	46	50	57	27	40	30	30	54	42	74	74	25	50	49	55	23	38	42
9	6	13	3	6	8	12	2	6	4	4	10	7	13	13	4	9	7	11	5	7	7
10	23	39	26	29	31	37	20	27	17	17	38	28	53	53	12	33	32	37	15	25	27
11	20	34	30	29	32	38	10	23	19	19	29	24	52	52	15	34	31	37	11	23	25

注： η_v 表示流速下降率， η_h 表示水深下降率， η_B 表示水面宽下降率， η_m 表示视觉质量下降率。

年平均状况下降小于 15%，在轻度影响范围内；4 月、10~11 月景观视觉质量下降幅度超过 15%，达到了中度影响程度；5~8 月景观视觉质量下降幅度超过了 30%，达到了严重影响程度。结合景观下降时段来看，5 月、7~8 月景观视觉质量下降时段集中在晚上，在时间上不敏感，影响相对较小；6 月份景观视觉质量下降幅度最高达到了 45%，且出现在白天的景观质量下降时段有 7h，景观影响人群会感觉到河流景观视觉质量比天然状况有显著下降。

5 结 语

电站的日调节运行影响到坝下游河段的日径流分配，改变着河流自然的景观视觉特征。笔者把研究河段分成 5 种典型的水域景观类型，以各景观类型代表断面的水力参数相对于多年平均状况的变化百分比作为评价指标，对电站运行前后研究河段的水域景观视觉质量变化进行了评价。评价结果表明，除 6 月份每天白天有 7h 人们会感觉景观质量比

天然状况有显著下降外，其余时间景观影响人群对河流景观视觉质量变化不敏感或景观视觉质量有所提高。

需要指出的是河流景观受多方面因素的影响，影响作用也较为复杂。在目前河流景观质量定量评价方式还不够成熟的情况下，利用不同水域景观类型的水力参数变化来评价河流景观的视觉影响仅是一个初步探索，仍需进一步深入探讨研究。

参考文献：

[1] 弗德 E. 水电站日峰荷调节对环境的影响[J]. 水利水电快报 2002, 23(1):1-2.
[2] 黄国平, 马廷, 王念. 城市水系景观评价的模糊数学方法[J]. 中国园林 2002(3):16-18.
[3] 李冬环, 姚成旺. 城市水域景观美学质量研究[J]. 城市问题 2005(6):21-25.
[4] 罗小勇. 水利水电工程景观及视觉影响评价方法研究[J]. 水电站设计 2002, 18(4):55-57.

(收稿日期 2008-10-09 编辑 高建群)

· 简讯 ·

“2009 流域水安全与重大工程安全高层论坛”将在南京举行

“2009 流域水安全与重大工程安全高层论坛”将于 2009 年 9 月在河海大学举行。本次论坛由中国工程院院士、水利与建筑工程学部和国家自然科学基金委员会材料与工程科学部主办，河海大学、南京水利科学研究院、水文水资源与水利工程科学国家重点实验室、水资源高效利用与工程安全国家工程研究中心等承办。本次论坛旨在通过这一高层平台，汇集全国著名专家、学者，交流在流域水安全与重大工程安全方面的研究成果和经验，深化对流域水安全与重大工程安全重要性的认识，探讨流域水安全与重大工程安全方面的学术、工程技术、管理以及政策等问题。会议主要议题有：流域水安全与重大工程安全。内容包括：①流域旱涝灾变机理及水资源安全保障；②流域水生态环境演变与水质安全保障；③泥沙运动及河口海岸动力学；④河湖调水引流效应；⑤地震、地质灾害与重大工程安全；⑥重大工程安全检测、监测与监控；⑦重大工程安全与风险管理；⑧地下工程与基础设施安全。

中国经济社会快速发展，给资源和环境带来了巨大压力。人均水资源短缺、水环境恶化、旱涝灾害频繁、大量的病险大坝以及水土流失加剧等流域水安全问题，以及因自然因素和人为因素引起的重大工程安全问题已经成为制约我国经济社会可持续发展的“瓶颈”。独特的地理位置与人文环境和复杂多样的气候特征决定了我国是一个旱涝灾害频发的国家，因此，旱涝灾害与水污染防治、预报与减灾工程仍然是极其重要的研究领域。在气候变化和人类活动不断加剧的变化环境下，极端气候水文事件出现频率增大，水循环过程孕育着重大灾害机理，旱涝减灾、水环境和水工程安全问题的研究受到空前挑战。急待用新的治水理念，研究水资源、水灾害、水环境和水工程等科学技术问题，已成为国家可持续发展战略的重大需求。此外，随着我国经济建设的飞速发展，以城市地铁、地下工程、城际铁路、跨江和跨海大桥、大堤高坝等工程为代表的基础设施建设进入了一个新的高潮。近年来，汶川大地震引起的大坝和建筑的安全问题，杭州地铁、南京地铁等工程的事故，越来越引起社会对工程安全问题的关注，工程安全问题日益突出。“2009 流域水安全与重大工程安全高层论坛”正是为适应这一形势而举行的。

(编辑部供稿)