

# 基于 VRML 的村落空间特征体验测评

——以德宏州芒东村为例

马 聪, 陈 莺

(西南林业大学园林学院, 云南 昆明 650224)

**摘要:** 传统村落凝聚着人类适应自然、改造环境的智慧, 是人类生态聚居最初的理想环境。阿昌族聚居的户撒乡芒东村自然与人文环境独特, 传统民居的生态、地域特征尤为突出。基于该传统村落的实际调查情况, 建立 VRML 虚拟实现, 进行三维互动体验测评, 利用 SD 法获得其体验感受数据并完成因子分析, 从而萃取出影响该传统村落空间特征的因素及其相互间的关系, 最后总结出芒东村传统村落空间具有结合自然的生态性、服务生产生活功能性、由外向内依次减弱的影响性等特点, 以期为今后完善公众参与评价体系及传统村落保护规划研究积累可行性经验。

**关键词:** 芒东村; 传统村落; 空间特征; VRML; SD 法; 因子分析

中图分类号: TU982

文献标志码: A

文章编号: 1006-7192(2017)02-0247-05

## Experienced evaluation of village spatial characteristics based on VRML: A case study on Mangdong village in Dehong

MA Cong, CHEN Ying

(Department of Gardens, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China)

**Abstract:** The wisdom and achievement of human being adapting to the natural environment are internally included in traditional villages, and traditional villages are the best environment human's initial inhabitation. Mangdong village of Husha country where Achang nationality people live has very special natural and humanistic environment with very unique ecological and regional characteristics. Based on the field investigation on Mangdong village, a virtual realization through VRML is established, and a 3-dimensinal interaction experience assessment is carried out. Factor analysis is performed based on the experience data through SD method, and the factors significantly influencing the characteristics of traditional village are extracted. It can be found that spatial composition and organization has very unique features such as ecology depending on natural environment, functionality serving production and life etc. These findings can serve as reference for the construction of public assessment framework and for more comprehensive traditional village study in the future.

**Key words:** Mangdong village; traditional village; ecology; VRML technology; SD method; factor analysis

### 1 研究背景

最初学者们利用透视图、照片、计算机空间模型画面等静止的二维图像及 3DCG(3 dimensional computer graphics animation)技术模拟三维空间, 为空间与景观获取视觉依据<sup>[1-2]</sup>, 并结合 SD 法(Semantic Differential)及因子分析法, 将视觉感知空间与景观的心理感受进行定量化的客观分析<sup>[3-5]</sup>。而 VRML(虚拟现实建模语言)技术的兴起, 能将 3D 模型的三维空间可视化及动态效果进行连续表现, 在网络上建立交互式三维多媒体,

以满足广大用户自行利用 WEB 进行互动体验<sup>[6]</sup>。虚拟现实的概念是在 20 世纪 80 年代由美国计算机科学家 Jaron Lanier 正式提出的, 后逐渐应用于航天设计、游戏开发、地理环境模拟中, 由于它拥有精确的地理坐标和各种特征编码, 可以准确描述各类建筑、道路、电力电话线和杆、桥梁、森林、河流、山体等人文与自然景观, 在规划、旅游、防灾工程等研究中可以模拟现实无法到达的空间、再现地貌长期缓慢的演变过程、仿真灾害原型, 加之 VRML 的分布性、三维交互性、多媒体集成性、境界逼真性等特征, 可客观、科学地

获取动态空间的感受数据,彻底颠覆二维图像与一般三维动画单一的视觉功能,为研究者提供最自然、最直观的方式观察场景,并可与虚拟环境进行交互,使互动的多维动态空间及景观研究成为可能<sup>[7]</sup>。

近年来,随着环境与资源的进一步恶化,在人类活动与自然环境之间建立平衡关系,从传统文化中吸取养分,对传统村落的绿色、环保、生态等进行深层次的挖掘与利用,已经越来越受到人们的重视。而利用心理物理学将视觉感受运用于自然风景、森林景观、旅游环境等评价研究已较为普遍,但建立传统村落逼真、互动的空间与景观,结合 VRML 技术与 SD 法对传统村落空间体验进行量化的评价研究,目前还很缺乏。

本研究利用 VRML 技术虚拟现实芒东村的空间及景观,并公布在互联网上,使参与测评者可借助互联网这一覆盖面广,便捷、快速的媒介进行评价,从而获取测评者对芒东村虚拟空间真实的体验感受数据,再结合心理学研究的语义差别法 SD 法和多元统计分析<sup>[8]</sup>,对芒东村空间特征进行量化的客观分析,可为今后完善建设公众参与城乡专项规划评价体系及传统村落空间研究积累可行性经验。

## 2 研究对象介绍

芒东村位于云南省德宏州陇川县户撒乡,户撒坝子地处陇川与盈江坝子之间,是阿昌族主要的聚居地,属亚热带高原湿润性季风气候,红壤,日照充足、雨量充沛,四季分明<sup>[9]</sup>。户撒坝子地势平坦,与山水相依,环境优美,生态良好。芒东村是云南省第一批国家级传统村落,村内以一条大街为主轴,旁生里巷形成“鱼骨状”的两级交通体系。上村围绕奘房、下村围绕观音寺,其间贯穿多个古井与 SeMeng 祭祀神灵地形成两个环形的布局。阿昌族民居多为一正两厢房、穿斗式、双坡悬山屋顶的合院民居。阿昌族节庆、服饰等生活习俗深受傣族影响,而芒东村还拥有不亚于龙泉宝剑千年历史的户撒刀制作的非物质文化遗产传统,户撒刀享有世界三大民族刀之一的美名。芒东村的自然环境、村落格局、人文历史都映射着该地理空间的独特性<sup>[10]</sup>。

因此,以芒东村为研究对象,从村域环境、村落空间、传统建筑、历史环境要素、传统文化等方面,对该村落空间特征进行体验的量化评

价研究。

## 3 艺术空间特技研究

本研究以下述 VRML、SD 法、因子分析及总结等 4 个步骤对芒东村空间特征进行研究。

### 3.1 VRML 虚拟实现

根据芒东村照片、影像、地形图等实际调查资料,如图 1 所示用 sketchup 对整个村落进行虚拟建模。模型文件以 .wrl 或 .wrz 文件格式输出,由 VRML 浏览器直接运行,也可安装插件 IE 浏览器运行该传统村落的 VRML 虚拟实现,而使公众能够在网络中对该村落的虚拟三维空间自主进行交互性的互动体验。

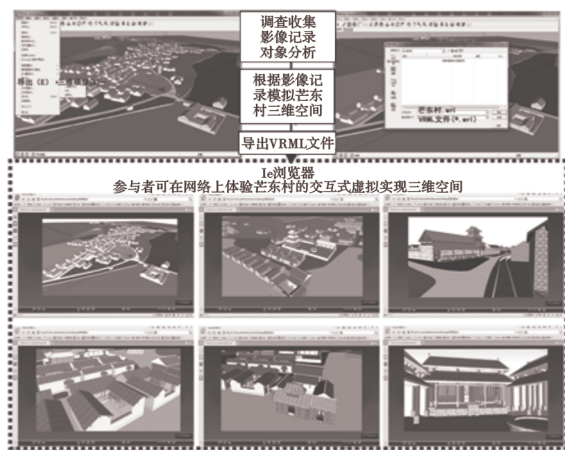


图1 VRML 虚拟实现

Fig. 1 Virtual reality

### 3.2 SD 法

参考国内外经验,并结合该传统村落的实际调查情况,最后确定 5 组,每组 6 对形容词,共 30 对形容词作为该村落空间的语言感知<sup>[11]</sup>。第 1 组为空间量度,包含大-小、高耸-低矮、冗长-简短、宽阔-狭长、笔直-曲折、尺度适宜-尺度失宜。第 2 组为空间属性,包含开敞-封闭、平整-错落、密集-松散、连续-间断、空间感强-空间感弱、限定性强-限定性弱。第 3 组为空间形式,包含丰富-单调、主从-杂乱、有序-无序、韵律强-韵律弱、节奏强-节奏弱、层次丰富-层次单一。第 4 组为空间特性,包含传统-现代、特殊-普通、新旧、自然-人工、民族性-非民族性、文化氛围浓厚-文化氛围淡薄。第 5 组为空间感受,包含富有生命力-缺乏生命力、与自然环境关系良好-与自然环境关系较差、环境优美-环境恶劣、生态性强-生态性弱、绿化感强-绿化感弱、亲切-生疏。

确定主观评价等级为 7 级,正反分别使用“非

常”、“较”、“有些”和“中等”来区分,分别给予数值-3,-2,-1,0,1,2,3,以便定量分析时可数值化。为尽可能对该传统村落空间特征作出专业评价,选择城乡规划、建筑学、园林专业的学生各15人,共45人作为测评者,在WEB上对该传统村落空间及景观进行虚拟现实的互动体验,然后填写对其空间特征描述的语义差别问卷,问卷有效率达100%。

### 3.3 因子分析

上述45位测评者体验了芒东村空间的虚拟现实,利用SD法获取他们对芒东村空间特征描述的5组共30对形容词的体验感受数据作为30个变量进行因子分析,如表1所示,数据经过KMO及Bartlett's检验后,KMO值为 $0.737 > 0.5$ ,以Principal components进行因子萃取,并以Varimax法进行因子旋转。

表1 KMO及Bartlett's检验

Tab. 1 KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy		0.737
Approx. Chi-Square		545.168
Bartlett's Test of Sphericity	df	435
	Sig.	0.000

而从因子分析中产生的图2清楚地呈现5个特征值大于1的因子被萃取出来,其中因子1中的开敞-封闭、丰富-单调、主从-杂乱、有序-无序、韵律强-韵律弱、节奏强-节奏弱、层次丰富-层次单一、文化氛围浓厚-文化氛围淡薄、环境优美-环境

恶劣、生态性强-生态性弱、绿化感强-绿化感弱、亲切-生疏;因子2中的冗长-简短、平整-错落、空间感强-空间感弱、自然-人工、富有生命力-缺乏生命力、与自然环境关系良好-与自然环境关系较差;因子3中的密集-松散、限定性强-限定性弱、特殊-普通、新旧;因子4中的高耸-低矮、宽阔-狭长、尺度适宜、连续-间断、民族性-非民族性和因子5中的大-小、笔直-曲折、传统-现代等变量被萃取出来。并将因子分析计算出的特征值5.745、3.033、2.362、2.139和2.138,解释变异量19.15%、10.11%、7.88%、7.13%和7.13%,累积解释变异量51.392%,整理于表2中,可说明因子分析的结果能较好的代表原始变量。因子1主要解释了村域环境全貌与村落空间的总体布局,以及村落与周围环境结合布置的情况,因此可命名为“整体环境”;因子2主要解释了村落内部空间给人直观、强烈的总体生态印象,因此可命名为“村落印象”。因子3主要解释了村落中道路、建筑、环境要素等方面可区别于其它村落,具有独特的表现,因此可命名为“局部特征”。因子4主要解释了该村落的空间、尺度、朝向等特征与阿昌族的生活习惯,劳作生产的关系,因此可命名为“生活习俗”。因子5主要解释了该村落具有清晰、适宜的功能属性并可服务于村民的生产与生活,因此可命名为“功能适宜”。

### 3.4 分析结果

因子的萃取说明芒东村传统村落的总体格局主要受自然生态环境影响,可将分析结果总结为:

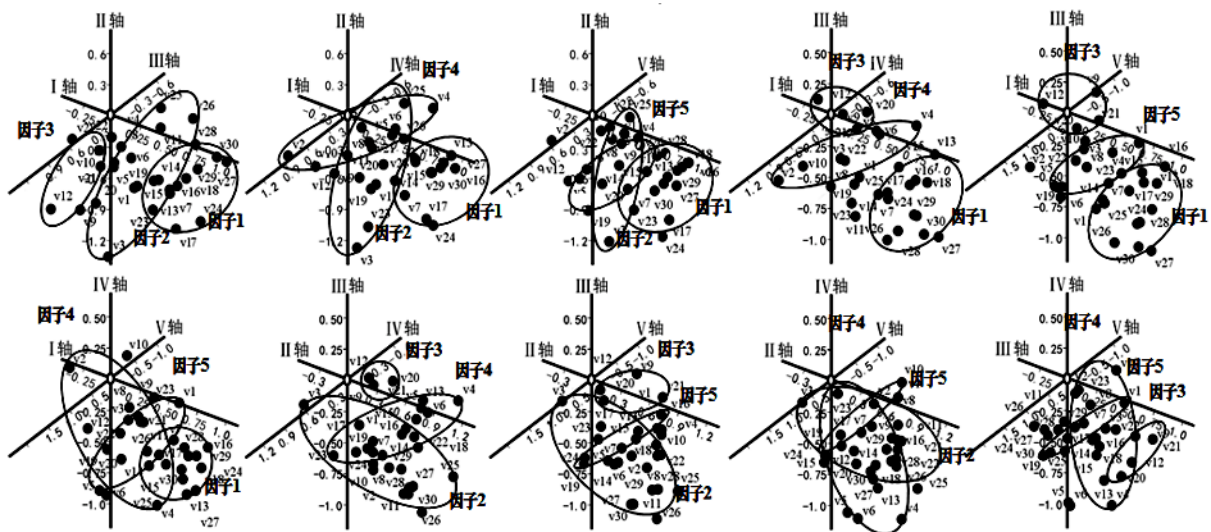


图2 因子分析结果

Fig. 2 Result of factor analysis

表 2 萃取因子  
Tab. 2 Extraction of factor

				主因子					共同性
变量				因子 1 整体环境	因子 2 村落印象	因子 3 局部特征	因子 4 生活习俗	因子 5 功能适宜	
第一组 空间量度	1	大	小	0.247	0.026	0.076	0.126	-0.669	6.820
	2	高耸	低矮	-0.315	0.245	0.048	0.455	0.146	2.583
	3	冗长	简短	0.090	-0.642	0.187	0.138	-0.080	2.141
	4	宽阔	狭长	0.310	0.413	0.215	-0.569	-0.153	1.996
	5	笔直	曲折	0.079	0.167	0.096	-0.364	0.476	1.878
	6	尺度适宜	尺度失宜	-0.032	0.065	-0.087	-0.586	0.087	1.757
第二组 空间属性	7	开敞	封闭	0.500	0.025	-0.021	0.124	-0.055	1.339
	8	平整	错落	0.082	0.310	-0.006	0.260	-0.155	1.257
	9	密集	松散	0.072	-0.006	0.549	0.077	-0.318	1.180
	10	连续	间断	0.033	0.377	0.225	0.623	-0.222	1.102
	11	空间感强	空间感弱	0.348	0.532	-0.131	0.338	0.257	0.980
	12	限定性强	限定性弱	-0.177	-0.095	0.561	0.029	0.121	0.869
第三组 空间形式	13	丰富	单调	0.670	0.276	0.252	-0.253	0.072	0.767
	14	主从	杂乱	0.373	0.079	-0.065	0.059	0.188	0.636
	15	有序	无序	0.463	0.222	0.146	-0.082	0.017	0.573
	16	韵律强	韵律弱	0.695	0.288	0.185	0.054	-0.290	0.530
	17	节奏强	节奏弱	0.639	-0.188	0.116	0.045	-0.030	0.490
	18	层次丰富	层次单一	0.751	0.364	0.149	-0.021	-0.036	0.434
第四组 空间特性	19	传统	现代	0.276	0.056	0.080	0.239	0.759	0.394
	20	特殊	普通	0.244	0.157	0.602	0.014	0.405	0.347
	21	新	旧	0.195	0.416	0.461	0.137	-0.142	0.305
	22	自然	人工	0.083	0.474	0.131	0.066	0.064	0.258
	23	民族性	非民族性	0.436	-0.086	0.116	0.530	0.209	0.254
	24	文化氛围浓厚	文化氛围淡薄	0.686	-0.240	-0.153	0.024	0.209	0.226
第五组 空间感受	25	富有生命力	缺乏生命力	0.334	0.705	-0.157	-0.129	0.060	0.210
	26	与自然环境 关系良好	与自然环境 关系较差	0.392	0.438	-0.511	-0.033	-0.006	0.180
	27	环境优美	环境恶劣	0.732	0.202	-0.439	-0.208	0.033	0.154
	28	生态性强	生态性弱	0.490	0.293	-0.390	-0.028	-0.288	0.138
	29	绿化感强	绿化感弱	0.650	0.241	-0.169	0.001	-0.165	0.117
	30	亲切	生疏	0.706	0.285	-0.346	-0.047	0.228	0.086
特征值				5.745	3.033	2.362	2.139	2.138	15.417
解释变异量				19.15%	10.11%	7.88%	7.13%	7.13%	—
累积解释变异量				19.15%	29.26%	37.14%	44.27%	51.39%	—

(1)各因子对芒东村空间特征的影响及各因子中的各个变量之间的相关性分别为因子 1>因子 2>因子 3>因子 4>因子 5,说明该村落空间特征由外至内,从整体到局部依此减弱。(2)村落道路、建筑、环境要素皆体现了自然环境、民族文化、生活习俗的相关特征。芒东村地处阿昌族集

聚的主要坝区范围内,以农耕为第一产业,以刀具制作的传统技艺为第二产业,该村用地平整,可利用自然沟渠排污,阿昌族特有的小型市场、柴房、观音寺、古井与 SeMeng 祭祀神灵地等公共空间被有序穿插在与生产生活密切相关的刀房和各个居住片区中,形成狭长、曲折、连续开敞的

“鱼骨型”街巷。通过体验感知评价,总结出村落空间的尺度、形式、格局具有服务于生产生活的适宜功能属性<sup>[12]</sup>。(3)村落总体给人以空间层次丰富、主次分明、富有节奏韵律的强烈感知,综合反映了该村别具一格的自然与人文特征。

## 4 结语

传统村落保护规划需遵从现存乡土聚落文化形态的地域性与唯一性,提炼传统价值,保持物质与非物质文化整体原真性风貌。通过建立村落VRML虚拟实现,利用SD法获得三维互动体验感受数据并进行因子分析萃取到传统村落空间特征的影响因素及其相互间的关系,打破以往仅依据专家或规划者主观定性判断而展开规划,而可综合多类群体在虚拟现实空间体验感受数据,客观定量的萃取最能准确反映传统风貌的特征要素,为保护规划提供有力依据,并可将本研究的经验与方法推广到今后各类规划与建设项目中,以促进其定位与性质的把控,而具有广泛的应用价值。

但本次研究仅从芒东村内空间进行互动体验评价,而传统村落完整与良好地展示了山水环境、传统文化、建筑艺术、及社会经济空间格局的物质表征。传统村落的保护不仅局限于村内街巷、建筑、院落等小尺度空间,还应包括农田、牧场等中尺度生产空间,以及山脉、河流、平原等大尺度地理空间<sup>[13]</sup>。因此,今后的虚拟现实还应借助丰富的地理信息数据将模拟从村内空间扩大到农田、村域等更为广泛的空间中,从而更加准确全面地把握其传统风貌的空间特征。

## 参考文献 References

- [1] WAKAYAMA Shigeru. Mesh analysis on color, material and function of streetscape[J]. J. Archit. Plann, 2007, 615 (5): 121-127.
- [2] 秦晓春,张肖宁. 旅游公路景观设计及美学研究[J]. 公路, 2007(10): 212-217.  
QIN Xiaochun, ZHANG Xiaoning. Scenic highway landscape design and aesthetic study[J]. Highway, 2007(10): 212-217.
- [3] 王德,张昀. 基于语义差别法的上海街道空间感知研究[J]. 同济大学学报(自然科学版), 2011, 39 (7): 1000-1006.  
WANG De, ZHANG Yun. Study of street space perception in shanghai based on semantic differential method[J]. Journal of Tongji university(Natural Science), 2011, 39(7): 1000-1006.
- [4] 刘娟,张勇,于守超,等. 基于SD法的聊城市姜堤乐园景观评价研究[J]. 北方园艺, 2010(16): 113-114.  
LIU Juan, ZHANG Yong, YU Shouchao, et al. SD based Evaluation and Research on Jiangdi Paradise Landscape in Liaocheng City[J]. Northern horticulture, 2010(16): 113-114.
- [5] 李伟国,杨静,王娟. 居民对小城市居住区环境的评价分析[J]. 浙江大学学报(工学版), 2006, 40(1): 92-95.  
LI Weiguo, YANG Jing, WANG Juan. Analysis of residents' evaluation of residential area environment in a small city[J]. Journal of Zhejiang University(Engineering Science), 2006, 40(1): 92-95.
- [6] LIM Enmi, HONJO Tsuyoshi. Validity of VRML images in landscape evaluation[J]. The Japanese Institute of Landscape Architecture, 2005, 5: 897-900.
- [7] JOLIVET V, PLEMENCE D. Separative Specification of Ambiance in VRML Landscape[J]. Lecture Notes in Computer Science, 2004, 30(39): 106-109.
- [8] 何鹏,张会儒. 常用景观指数的因子分析和筛选方法研究[J]. 林业科学研究, 2009, 22(4): 470-474.  
HE Peng, ZHANG Huiru. Study on factor analysis and selection of common landscape metrics[J]. Forest Research, 2009, 22(4): 470-474.
- [9] 杨大禹,朱良文. 云南民居[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009.  
YANG Dayu, ZHU Lianwen. Residential buildings in Yunnan [M]. Beijing: China Building Industry Press, 2009.
- [10] 李雪铭,张英佳,高家骥. 城市人居环境类型及空间格局研究以大连市沙河口区为例[J]. 地理科学, 2014, 34 (9): 1033-1040.  
LI Xueming, ZHANG Yingjia, GAO Jiaji. Spatial pattern and classification of human settlement: A case study of shahekou in dalian[J]. Scientia Geographica Sinica, 2014, 34(9): 1033-1040.
- [11] 章俊华. 规划设计学中的调查分析法-SD法[J]. 中国园林, 2004(10): 54-58.  
ZHANG Junhu. The diagnosis methods in planning and design-SD method[J]. Chinese Landscape Architecture, 2004(10): 54-58.
- [12] 王昀. 传统聚落结构中的空间概念[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009.  
WANG Yun. The concept of space in traditional settlement structure [M]. Beijing: China Building Industry Press, 2009.
- [13] 李雪铭,田深圳. 中国人居环境的地理尺度研究[J]. 地理科学, 2015, 35(12): 1495-1501.  
LI Xueming, TIAN Shenzhen. The Geographic scale of human settlements in China[J]. Scientia Geographica Sinica, 2015, 35(12): 1495-1501.

(编辑 桂智刚)