

基于 GIS 的昆明市耕地质量等级评价

梁志妹, 童江云, 谭海燕, 周文星 (昆明市农业科学院资源与环境研究所, 云南昆明 650118)

摘要 [目的]了解昆明市耕地质量数量、空间分布情况。[方法]以2018年耕地质量等级调查与评价项目监测数据及昆明市农业科学院资源与环境研究所历年来进行耕地质量监测的数据为基础,利用GIS技术,依据《耕地质量调查监测与评价办法》和《耕地质量等级》国家标准,建立评价指标体系,开展昆明市耕地质量等级调查与评价。[结果]2018年昆明市耕地质量等级以中等地和高等地为主,占比分别为46.38%和42.67%,2018年平均等级为4.04,从空间分布来看,中高等级耕地主要分布在昆明中部、东部和北部,低等级耕地主要分布在昆明北部。[结论]全市耕地质量平均等级提高,对比2017年昆明市耕地质量平均等级(4.15),提升了0.11个等级。

关键词 耕地质量;等级评价;GIS;昆明市
中图分类号 F323.211 文献标识码 A
文章编号 0517-6611(2022)04-0087-04
doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2022.04.023



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Grade Evaluation of Cultivated Land Quality in Kunming Based on GIS

LIANG Zhi-mei, TONG Jiang-yun, TAN Hai-yan et al (Institute of Resources and Environment, Kunming Academy of Agricultural Sciences, Kunming, Yunnan 650118)

Abstract [Objective] To understand the quantity and spatial distribution of cultivated land in Kunming. [Method] Based on the monitoring data of the survey and evaluation project of cultivated land quality in 2018 and the monitoring data of cultivated land quality carried out by the Institute of Resources and Environment of the Kunming Academy of Agricultural Sciences over the years, using GIS technology, according to the national standards of "Monitoring and Evaluation Method of Cultivated Land Quality Survey" and "Cultivated Land Quality Grade", an evaluation index system was established to carry out the survey and evaluation of cultivated land quality grade in Kunming. [Result] The quality grade of cultivated land in Kunming was dominated by medium land and high-grade land, accounting for 46.38% and 42.67%, respectively. The average grade in 2018 was 4.04. From the spatial distribution point of view, medium and high-grade cultivated land was mainly distributed in the middle, east and north of Kunming, and low-grade cultivated land was mainly distributed in the north of Kunming. [Conclusion] The average grade of cultivated land quality in the city has improved. Compared with the average grade of cultivated land quality in Kunming City in 2017 (4.15), the quality level increased by 0.11.

Key words Cultivated land quality; Grade evaluation; GIS; Kunming City

耕地是宝贵的自然资源,是粮食生产的主要载体^[1]。随着工业化、城镇化的快速发展,土地利用方式也在不断发生变化,耕地空间分布及耕地质量也随之发生了相应的快速变化^[2],因此,及时对耕地质量进行评价,了解耕地质量现状和空间分布,对提高耕地的产能有重要意义。在《耕地质量调查监测与评价办法》(农业部令2016年第2号)和《耕地质量等级》(GB/T 33469—2016)等国家标准(以下简称《国标》)尚未出台前,耕地质量评价指标多样、评价标准差异性大、可比性差^[3],和春兰等^[4]选取17个自然、社会经济和区位因素,采用指数法和因子分析法对昆明市五华区进行耕地质量评价研究;韦庆思^[5]选取11个指标因子,采用空间插值、组合赋权法和加权综合指数法对桂平市进行耕地质量等级评价。《国标》出台后,姚东恒等^[6]遵循《国标》建立当地评价指标体系,对东北黑土区进行了不同时期耕地质量时空变化研究;章丽丽等^[7]以历年测土配方施肥、耕地质量监测数据为基础进行广德县耕地质量等级评价;许旺旺等^[8-11]对县级的耕地质量进行了评价。笔者以昆明市为研究对象,依据《国标》,建立昆明市评价指标体系,对2018年昆明市耕地质量进行评价,并对昆明市全市耕地进行分等定级,掌握昆明市不同等级耕地的数量和空间分布情况,为合理利用耕地、合理调整耕地利用方式、保护和管理耕地质量提供决策

依据。

1 资料与方法

1.1 研究区概况 昆明市是云南省省会,位于102°10'~103°40'E、24°23'~26°22'N,地处西南地区的云贵高原中部,总体地势北高南低,年降水量1 035 mm,气候温和,四季如春,是典型的温带气候。

1.2 数据源与数据处理 该研究数据来源于昆明市农业科学院资源与环境研究所2018年耕地质量等级调查与评价项目采样和检测数据及该单位历年来进行耕地质量监测的相关数据。采用Excel 2010和ArcGIS 10.2对数据进行处理分析与制图。

1.3 评价方法及步骤

1.3.1 评价指标体系构建及评价指标权重确定。依据《国标》规定的“N+X”指标体系,选取地形部位、农田林网化程度、灌溉能力、排水能力、耕层质地、质地构型、耕层土壤容重、有效土层厚度、生物多样性、清洁程度、障碍因素、有机质、速效钾、有效磷共14项基础性指标和海拔、土壤pH 2项区域性指标构成昆明市耕地质量评价指标体系,应用层次分析法与特尔斐法相结合的方法确定各指标的指标权重(表1)。

1.3.2 指标隶属函数构建。以模糊数学理论为基础,将评价指标与耕地质量之间的关系分成不同的隶属函数类型,包括概念型、戒上型、峰型、负直线型4类函数。概念型数据,直接采用特尔斐法给出隶属值(表2);其他数值型数据,应用特尔斐法先评估出各指标等级数值对耕地质量及作物生长

基金项目 农业农村项目“耕地质量等级调查与评价”。

作者简介 梁志妹(1982—),女,广西玉林人,农艺师,硕士,从事耕地土壤与耕地质量方面研究。

收稿日期 2021-09-27

表 1 昆明市耕地质量评价指标体系及权重

Table 1 Index system and weight of cultivated land quality evaluation in Kunming City

序号 No.	评价指标 Evaluation index	权重 Weight	序号 No.	评价指标 Evaluation index	权重 Weight
1	地形部位	0.094 2	9	pH	0.062 3
2	农田林网化程度	0.026 6	10	有机质	0.084 4
3	海拔	0.089 2	11	速效钾	0.069 9
4	有效土层厚度	0.069 4	12	有效磷	0.051 9
5	质地构型	0.068 3	13	生物多样性	0.036 1
6	障碍因素	0.052 5	14	清洁程度	0.035 5
7	耕层质地	0.084 3	15	灌溉能力	0.079 2
8	土壤容重	0.049 3	16	排水能力	0.046 9

的影响,确定其对应的隶属度,在此基础上绘制各指标等级数值与隶属度间的曲线图,获得各指标等级数值与隶属度间的函数关系,构建出参评指标的隶属函数(表 3)。

1.3.3 耕地质量等级划分与结果验证。根据《国标》,采用累加法计算出各管理单元的耕地质量综合指数(表 4),其计算公式如下:

$$P = \sum (F_i \times C_i)$$

式中, P 为耕地质量综合指数; F_i 为第 i 个评价指标的隶属度; C_i 为第 i 个评价指标的组合权重。

采用等距法将全市耕地质量划分为 10 个等级,1 等地耕地质量最好,10 等地耕地质量最差。

表 2 昆明市耕地质量评价概念型指标隶属度

Table 2 Subjection degree of conceptual indicators for cultivated land quality evaluation in Kunming

评价指标 Evaluation index	属性 Attribute	隶属度 Membership degree	评价指标 Evaluation index	属性 Attribute	隶属度 Membership degree
地形部位 Terrain position	平原低阶	1.00	生物多样性 Biodiversity	丰富	1.00
	宽谷盆地	0.90		一般	0.85
	平原中阶	0.90		不丰富	0.70
	丘陵下部	0.85	障碍因素 Obstacle factor	无	1.00
	山间盆地	0.85		渍潜	0.75
	平原高阶	0.80		障碍层次	0.65
	丘陵中部	0.75	耕层质地 Arable layer texture	酸化	0.50
	山地坡下	0.75		瘠薄	0.30
	山地坡中	0.65		中壤	1.00
丘陵上部	0.60	重壤		0.95	
山地坡上	0.45	轻壤		0.90	
充分满足	1.00	砂壤		0.85	
灌溉能力 Irrigation capacity	满足	0.90	质地构型 Texture configuration	黏土	0.65
	基本满足	0.70		砂土	0.50
	不满足	0.35		上松下紧	1.00
	高	1.00		海绵型	0.90
农田林网化程度 Degree of field forest network	中	0.85	紧实型	0.75	
	低	0.70	夹层型	0.65	
	充分满足	1.00	上紧下松	0.45	
排水能力 Drainage capacity	满足	0.90	松散型	0.35	
	基本满足	0.70	薄层型	0.30	
	不满足	0.50			

表 3 昆明市耕地质量评价数值型指标隶属函数

Table 3 Subordinate function of numerical index for cultivated land quality evaluation in Kunming

函数类型 Function type	评价指标 Evaluation index	隶属函数 Function	a 值 a value	b 值 b value	c 值 c value	U_1 值 U_1 value	U_2 值 U_2 value
峰型 Peak	pH	$y = 1/[1+a \times (u-c)^2]$	0.192 48		6.854 55	3	9.5
	土壤容重	$y = 1/[1+a \times (u-c)^2]$	7.766 045		1.294 251 9	0.5	2.37
	有效磷	$y = 1/[1+a \times (u-c)^2]$	0.000 253 156		63.712 848 9	0.1	252.26
戒上型 Upper limit	速效钾	$y = 1/[1+a \times (u-c)^2]$	0.000 049 03		205.253 9	5	205.253 9
	有机质	$y = 1/[1+a \times (u-c)^2]$	0.001 725 3		37.52	1	37.514 8
	有效土层厚度	$y = 1/[1+a \times (u-c)^2]$	0.000 154 78		112.542 55	5	112.542 55
负直线型 Negative line	海拔	$y = b - a \times u$	0.000 302 47	1.042 456 897		300	3 446.478 487

注: y 为评价指标隶属度, u 为样品实测值, c 为指标标准值, a 为系数, b 为截距, U_1 、 U_2 为指标上限、下限值

Note: y is the membership degree, u is the measured value, c is the standard value, a is the coefficient, b is the intercept, U_1 and U_2 are the upper and lower limit values

为确保所评价出的耕地质量等级结果数据科学准确且符合地方实际,由项目区组织专家对耕地质量区域评价结果进行审查,并通过产量验证、对比验证、专家验证与实地验证相结合方式验证评价结果。

表 4 昆明市耕地质量综合指数分级

Table 4 Classification of comprehensive index of cultivated land quality in Kunming City

等级 Grade	耕地质量 综合指数 Comprehensive index of cultivated land quality	等级 Grade	耕地质量 综合指数 Comprehensive index of cultivated land quality
1	>0.855 0~1.000 0	6	>0.736 0~0.759 8
2	>0.831 2~0.855 0	7	>0.712 2~0.736 0
3	>0.807 4~0.831 2	8	>0.688 4~0.712 2
4	>0.783 6~0.807 4	9	>0.664 6~0.688 4
5	>0.759 8~0.783 6	10	0.000 0~0.664 6

2 结果与分析

2.1 昆明市耕地质量等级总体状况 2018 年昆明市耕地质量等级调查评价面积为 427 533.31 hm²。利用计算出的各管理单元的耕地质量综合指数,按等距法将昆明市耕地质量等级由高到低依次划分为 1~10 等。其中,1 等地耕地质量最好,10 等地耕地质量最差。采用耕地质量等级面积加权法,计算得到 2018 年昆明市耕地质量平均等级为 4.04。

2.2 昆明市耕地质量等级数量分布情况 由图 1 可知,在 10 个等级的耕地中,3 等地在昆明市耕地质量等级中所占的面积比例最大,面积为 83 702.21 hm²,占比为 19.58%;其次为 4 等地和 5 等地,面积分别为 76 589.82 和 76 243.55 hm²,分别占总面积的 17.91%和 17.83%;而 10 等地所占面积比例最小,面积为 3 528.00 hm²,占比为 0.83%。

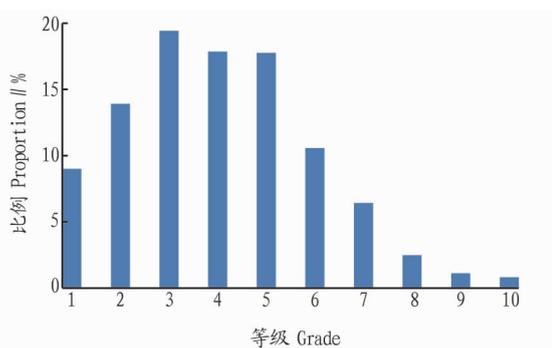


图 1 昆明市不同耕地质量等级面积比例分布

Fig.1 The distribution of the area proportions of different cultivated land quality grades in Kunming City

根据《国标》,将 10 级耕地分为高等级耕地、中等级耕地和低等级耕地,其中 1~3 等地为高等级耕地,4~6 等地为中等级耕地,7~10 等地为低等级耕地。从表 5 可以看出,评价为 1~3 等地的高等级耕地面积为 182 442.26 hm²,占昆明市评价耕地总面积的 42.68%;评价为 4~6 等地的中等级耕地面积为 198 287.01 hm²,占昆明市评价耕地总面积的 46.37%;评价为 7~10 等地的低等级耕地面积为 46 804.04 hm²,占昆

明市评价耕地总面积的 10.95%。

表 5 昆明市耕地质量等级面积比例

Table 5 Proportion of cultivated land quality grades in Kunming

等级 Grade	平均耕地质量等级 Average cultivated land quality grade	面积 Area hm ²	比例 Percent %
高等级耕地 High level	1 等地	38 811.22	9.08
	2 等地	59 928.83	14.02
	3 等地	83 702.21	19.58
中等级耕地 Medium level	4 等地	76 589.82	17.91
	5 等地	76 243.55	17.83
	6 等地	45 453.64	10.63
低等级耕地 Low level	7 等地	27 758.31	6.49
	8 等地	10 662.50	2.49
	9 等地	4 855.23	1.14
	10 等地	3 528.00	0.83
总计 Total		427 533.31	100

2.3 昆明市耕地质量等级空间分布情况及利用对策

2.3.1 高等级耕地。主要分布在宜良县、昆明主城区和禄劝县,地形部位以山间盆地为主(图 2)。这部分耕地基础地力较高,农田基础设施条件好,地势平坦,立地条件好,气候适宜,水、肥、气、热协调,农田基础设施完善,排灌设施配套较好,能排能灌,土壤养分含量丰富、质地适中,宜耕种性好,生产性能好,土地利用基本没有限制,属高产稳产田地。这部分耕地需注意合理施肥,科学配合施用各类元素肥,保持地力不下降。

2.3.2 中等级耕地。主要分布在寻甸县、石林县和禄劝县,地形部位以山间盆地和山地坡下等地形部位为主(图 2)。这部分耕地地势起伏较小,立地条件相对较好,且具备一定的农田基础设施,灌溉设施基本配套,排水条件较好,宜种性、可耕性略好,土地利用受到的限制较小,作物能保收。应重点加强地力培育,提高耕地土壤有效养分,完善排灌条件,增强农田基础设施建设。

2.3.3 低等级耕地。主要分布在寻甸县,地形部位以山地为主(图 2)。这部分耕地立地条件较差,部分耕地具有一定坡度,基础地力较低,部分耕地灌溉困难,排水条件基本满足需求,农田基础设施不够完善,土地利用受到限制,宜种性差,作物基本不能高产。应加强排灌设施建设,科学增肥,种植绿肥,培肥土壤,以提高土壤有效养分含量,提高作物产量。

3 讨论

在评价过程中,按照《国标》流程进行并构建区域评价指标,基础性指标由国家统一指定,区域性指标则是根据该区域实际情况进行选取,在区域性指标选取的过程中,存在受主观因素和经验因素影响的现象,如何使选取的区域指标的数量和指标的组成能更符合本地实际,使受专家专业知识和经验的影响降到最低,是以后在构建耕地质量评价指标体系中值得更深入研究的问题。

《国标》颁布实施以来,全国各地实施耕地质量等级评价有了统一的标准,评价体系在全国范围内的可比性越来越强,但目前公开发表的评价结果还比较少,在不同区域尺度

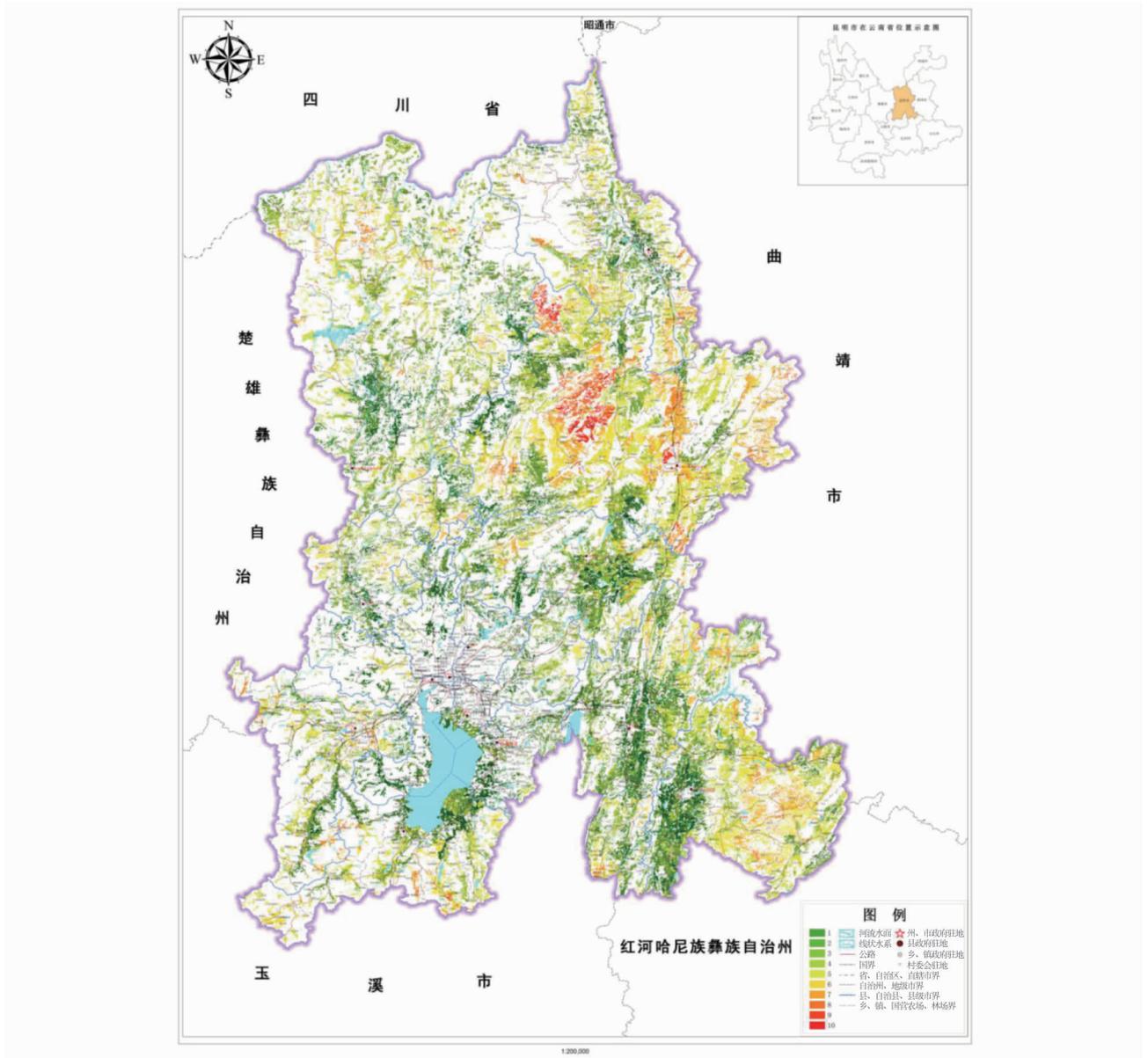


图2 昆明市耕地质量等级分布

Fig.2 Distribution of cultivated land quality grades in Kunming

上进行耕地质量等级评价还有很长的路要走,该研究是在市域尺度基础上进行的,还有待今后更多市域尺度的耕地质量等级评价对该研究方法的修正和检验。

2018年昆明市高等级耕地占总面积的42.68%,中等级耕地占总面积的46.37%,低等级耕地占总面积的10.95%。2017年高等级耕地占总面积的39.22%,中等级耕地占总面积的51.66%,低等级耕地占总面积的9.12%。对比2017年,2018年高等级耕地占比提高了3.46个百分点,中等级耕地占比下降了5.29个百分点,低等级耕地占比增加了1.83个百分点。总体来说,高等级耕地增加了,中等级耕地减少了,然而低等级耕地却也增加了。经过实地调研和图斑比较,主要原因有二:一是在国土整治中难以实现“占优补优”,新增耕地质量不高,在短期内实现耕地质量提升存在一定难度;二是高标准农田建设前期比较注重生产设施的建设,后期在注重生产设施建设的同时虽然也注重项目区内耕地质量的提升,但在

短期内农田质量提升目前也不明显。因此,如何在保持耕地数量的同时,提升耕地质量,使耕地质量和耕地数量齐头并进,也是今后在耕地质量保护和管理中值得深思的问题。

4 结论

(1)全市耕地质量平均等级提高。昆明市2018年耕地质量平均等级为4.04,对比2017年耕地质量评价结果(4.15),提升了0.11个等级,表明昆明市在耕地质量保护与提升中实施的测土配方施肥、土壤改良、有机肥替代、绿肥种植、秸秆还田、耕地轮作休耕、化肥减量增效等项目的实施效果显著。

(2)昆明市耕地质量以中高等级耕地为主,中等级、高等级耕地占全部耕地总面积的89.05%,低等级耕地占全部耕地总面积的10.95%。

(3)通过昆明市耕地质量等级评价,了解昆明市范围内

(下转第114页)

泥库区水湿生植物生长发育的关键水位,同时还能维持水系景观,促进水湿生植物多样性。

3.3.3 重点区域保护。为了营造公园四季景观,对几个重要节点进行了花境布置,总体来说,相对其他公园,江洋畝坚持“最小干预”原则,以粗放养护为主,需要重点保护的区域主要有:

(1) 苇池及水系区。苇池是江洋畝保留下来的原有池塘,四周生长着大片芦苇(图 8),由于特有的生境条件,此处成了各种动物的栖息地^[11],因此应通过围隔技术控制好芦苇面积,以免繁殖过快侵占水面,破坏生态平衡。要定期疏通因淤泥淤塞的水系,形成良好的水体生态循环,避免出现沼泽化,对芦苇、蒲苇、香蒲、菰、中华天胡荽、狐尾藻等繁殖力强的植物进行范围控制,留出足够的观赏水面。



图 8 芦苇景观

Fig.8 Reed landscape

(2) 生境岛及原生态修复区。公园内有 9 个用钢板围合的“生境岛”,将部分次生湿生林完整地保留下来,延续场地原有的自然演替进程,生境岛内以南川柳、接骨草为主,每个生境岛中呈现不同树龄南川柳共同生长的景观。库区内大量原生态修复区域(图 9)未大量营造人工群落,而是通过繁殖原有淤泥中的野生植物种子来营造保护和发展自然植被

(上接第 90 页)

耕地数量的多少和耕地质量在空间上的分布,是实现耕地数量和耕地质量并重管理^[8]的重要途径之一,是实现耕地差别化管护的重要基础,同时,为永久基本农田的划定、高标准农田建设、自然资源资产负债表编制、粮食安全首长责任制考核等工作的开展提供了重要的成果支撑。

参考文献

- [1] 马瑞明,马仁会,韩冬梅,等.基于多层级指标的省域耕地质量评价体系构建[J].农业工程学报,2018,34(16):249-257.
- [2] 鲁明星,贺立源,吴礼树.我国耕地地力评价研究进展[J].生态环境,2006,15(4):866-871.
- [3] 孙晓兵,孔祥斌,温良友.基于耕地要素的耕地质量评价指标体系研究及其发展趋势[J].土壤通报,2019,50(3):739-747.
- [4] 和春兰,杨木生,沈映政.城市地区耕地质量评价研究:以云南省昆明市

群落^[11]。这些区域要尽量减少施工和养护的影响,尽量保持原生态自然景观,以延续场地原有的自然演替进程。



图 9 库区内原生态修复区域

Fig.9 Original ecological restoration area in the reservoir area

参考文献

- [1] 唐宇力,张珏,范丽琨.拟天然生境造精雅空间:杭州江洋畝生态公园建设实践探索[J].中国园林,2011,27(8):13-16.
- [2] 全璨璨,黄飞燕,范丽琨.江洋畝生态公园植物资源调查及景观动态监测[J].中国园林,2016,32(3):99-102.
- [3] 王向荣,林菁.杭州江洋畝生态公园规划设计[R].北京:北京多义景观规划设计事务所,2009:22.
- [4] 缪宁.川西亚高山红桦—岷江冷杉天然次生林的空间格局分析[D].北京:中国林业科学研究院,2009.
- [5] 艾丽皎.南川柳对三峡消落带干湿交替环境的生理生态响应研究[D].南京:南京林业大学,2013:39-41.
- [6] 艾丽皎,余居华,张银龙.水淹对三峡库区消落带南川柳植物群落的影响[J].南京林业大学学报(自然科学版),2013,37(4):23-28.
- [7] 周奇辉,胡士兵,王金昌,等.西湖疏浚软土上 PE 管基础沉降数值模拟分析[J].公路交通科技(应用技术版),2013(12):136-139.
- [8] 谭淑端,朱明勇,张克荣,等.植物对水淹胁迫的响应与适应[J].生态学杂志,2009,28(9):1871-1877.
- [9] 王化可.基于水生生物需求的巢湖生态水位调控初步研究[J].中国农村水利水电,2013(1):27-30.
- [10] 陈昌才.巢湖水生植物对生态水位的需求研究[J].中国农村水利水电,2013(2):4-7.
- [11] 赵然,钱黎君,马跃杰,等.杭州江洋畝生态公园植物造景调查分析[J].科技通报,2012,28(11):106-111,160.

五华区为例[J].云南地理环境研究,2014,26(6):48-55.

- [5] 韦庆思.基于不完备空间数据融合的耕地质量评价研究[D].南宁:南宁师范大学,2019:1-61.
- [6] 姚东恒,裴久渤,汪景宽.东北典型黑土区耕地质量时空变化研究[J].中国生态农业学报,2020,28(1):104-114.
- [7] 章丽丽,段业恒.广德县耕地质量等级评价[J].安徽农学通报,2017,23(13):69-71.
- [8] 许旺旺,马倩倩,蔡立群.基于《耕地质量等级》的靖远县耕地质量等级评价[J].草原与草坪,2021,41(1):94-102,112.
- [9] 王慧慧,李子杰,高沪宁,等.基于 GIS 的岳西县耕地质量等级时空变化研究[J].洛阳理工学院学报(自然科学版),2021,31(1):1-5.
- [10] 马文军,张廷龙,武均,等.永昌县耕地质量评价及特征分析[J].作物研究,2021,35(3):248-253,258.
- [11] 陈逸飞,施晓辉,朱春成,等.基于综合评价模型的区域耕地质量评价与空间集聚研究:以江苏省东海县为例[J].安徽农业科学,2020,48(15):78-84,88.