

贾海发,卿 鑫. 西宁市生态文明建设及其耦合协调发展测度[J]. 江苏农业科学,2021,49(2):217-222.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.02.038

西宁市生态文明建设及其耦合协调发展测度

贾海发^{1,2},卿 鑫¹

(1. 青海大学土木工程学院,青海西宁 810016; 2. 青海省建筑节能材料与工程安全重点实验室,青海西宁 810016)

摘要:综合评价生态文明建设水平,是有效加强生态文明建设的重要手段。首先运用描述性统计分析法,从经济发展、社会进步和生态环境保护 3 个维度对西宁市生态文明建设整体发展概况进行分析,并构建指标体系,运用熵值法对 2008—2018 年间西宁市生态文明发展水平进行测度与评价。在此基础上借鉴物理学耦合协调度模型,对生态文明各子系统间的耦合协调度及其演变规律进行分析。研究结果表明,2008—2018 年西宁市经济发展实现了大幅度跨越,社会各项事业发展取得了长足进步,生态环境保护取得了新成效,生态文明建设水平跃上了一个新台阶。西宁市生态文明发展水平受经济和社会制约较大。因此,西宁市在未来的生态文明建设过程中,应进一步加强公共服务和基础设施建设,改善人居环境,并着力提升经济社会发展水平。2008—2018 年西宁市生态文明各子系统耦合协调度的变化基本呈现直线上升的趋势。其中 2008—2009 年呈上升趋势,但一直处在严重不协调阶段;2010—2017 年,耦合协调度持续提升,并且一直保持在基本不协调阶段;2018 年,西宁市生态文明各子系统的耦合协调度进一步提升,并达到基本协调阶段。基于熵值法和耦合协调度模型的生态文明测度方法,能够有效挖掘生态文明建设存在的具体问题,适用于生态文明建设水平的评估。

关键词:生态文明;耦合协调;发展测度;西宁市;经济发展;社会进步;生态环境保护

中图分类号: TU984 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2021)02-0217-06

生态文明是可持续发展的前提,更是建设美丽中国的必然选择,我国生态环境脆弱的国情决定了必须要将生态文明建设放在突出地位。自 2007 年生态文明被写入中国共产党全国代表大会报告以

来,关于生态文明尤其是生态文明发展水平的测度与评价引起了学术界诸多领域的广泛和持续关注,并取得了卓有成效的研究成果。

在全国层面,王立盟等从绿色发展、环境治理和生态保护 3 个方面构建生态文明评价指标体系,采用熵权法与变异系数组合赋权计算权重,对全国生态文明发展水平进行实证研究^[1]。在省级层面,张琪等从资源利用、环境保护和经济发展 3 个维度构建生态文明综合评价指标体系,并对甘肃省生态

收稿日期:2020-06-01

基金项目:青海省社会科学规划 2018 年度项目(编号:18005);青海省创新服务平台建设专项(编号:2018-ZJ-T01)。

作者简介:贾海发(1985—),男,青海民和人,博士,副教授,硕士生导师,研究方向为城市与区域规划。E-mail: jiahf2014@qhu.edu.cn。

[21] 余成群,钟志明. 西藏农牧业转型发展的战略取向及其路径抉择[J]. 中国科学院院刊,2015,30(3):313-321.

[22] 徐 瑶,何政伟,陈 涛. 西藏农牧业生态环境现状与可持续发展对策[J]. 广东农业科学,2011,38(13):147-149.

[23] 宋连久,张涪平,孙自保,等. 投入要素对西藏农业经济增长的贡献研究[J]. 华中农业大学学报(社会科学版),2010(6):52-56.

[24] 刘清元,严昌荣. 西藏农业推广模式的现状、问题及对策[J]. 西藏农业科技,2010,32(4):1-3.

[25] 蒋兵涛,王喜龙,杨晓菊. 合理调整产业结构促进西藏农业发展[J]. 中国园艺文摘,2011,27(1):46-48.

[26] 关树森,巴 果,刘国一. 西藏农牧业发展的障碍因素及解决办法[J]. 西藏农业科技,2011,33(2):45-48.

[27] 高 强,孔祥智. 农业科技创新与技术推广体系研究:日本经验及对中国的启示[J]. 世界农业,2012(8):9-16.

[28] 杨艳丽,马红坤,王晓君,等. 发达国家区域性农业科技创新中心的构建经验及对京津冀区域的启示[J]. 中国农业科技导报,2019,21(11):9-16.

[29] 吴学兵,丁建军. 发达国家农业现代化的主要做法及其启示——以美法日为例[J]. 农业经济,2016(9):10-12.

[30] 冯淑清. 加大农业产业结构调整确保农民稳定增收[J]. 农业工程技术,2019(11):12.

[31] 唐红群,李庆华,彭金波,等. 深化区域农业产业结构调整 推进宜昌农村经济优化升级[J]. 时代金融,2019(3):10-11.

[32] 杨 丹,唐 羽. 合谋视角下的农民合作社绩效与评级[J]. 农业技术经济,2019(3):75-86.

文明建设水平进行评估^[2]。高玉娟等从生态环境、经济发展、社会进步 3 个方面构建指标体系,采用主观赋权法中的专家打分法计算指标权重,并对黑龙江省 2012—2015 年的生态文明建设质量进行分析^[3]。颜顺琪等从资源、环境、经济和社会 4 个方面构建评价指标体系,用线性加权法对江苏省生态文明进行综合评价^[4]。

在市域层面,蔡志丹等从经济发展、生态环保、资源节约 3 个维度构建评价指标体系,采用层次分析法(AHP)对湖南省各市(州)的生态文明建设水平进行实证分析^[5]。钱家炜等从生态人居、生态环境、生态经济、生态意识、生态制度和行为 6 个维度构建生态文明建设规划指标体系,对江苏省宜兴市城市生态系统组成、结构及功能划分进行研究^[6]。高媛等从生态环境、生态文化、生态社会、生态经济、生态保障 5 个方面构建评价指标体系,运用模糊综合评价法对甘肃省兰州市 2007—2011 年的生态文明建设水平进行综合评价^[7]。在县域层面,卓桂华等以福建省为例,以县域作为评价单元,从资源利用、环境保护和社会经济发展压力 3 个维度建立评价指标体系,并采用主成分分析法对福建省(县、市)级生态文明建设进行实证研究^[8]。

通过梳理已有的研究发现,关于生态文明建设评价的研究尺度涵盖全国、省(自治区)、市域和县域等多个层面。也有部分对长江经济带、京津冀等特定区域的生态文明建设进行研究^[9-11]。采用的研究方法有层次分析法、德尔菲法等主观赋权法,也有灰色关联分析法、熵值法等客观赋权方法,还有部分研究采用主、客观相结合的赋权方法。

西宁市作为全国生态大省青海省的省会城市,关于生态文明建设尤其是生态文明综合测度与评价方面的研究较少。因此,本研究拟构建西宁市生态文明建设评价指标体系,通过对西宁市生态文明建设水平及其耦合协调发展状况进行综合测度与评价,掌握西宁市生态文明建设发展中的优势和短板,为政府部门制定生态文明相关政策提供依据和参考,对促进西宁市经济、社会、生态环境和谐有序发展具有重要的现实意义。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

西宁市为世界高海拔城市之一,位于青藏高原东北部,青海省东部,湟水中游河谷盆地,是青海省

省会城市,也是青藏高原人口规模唯一超过百万的城市。全市辖城东、城中、城西、城北 4 个区。西宁市素有“海藏咽喉”“西海锁钥”之称,地处黄土高原向青藏高原的过渡地带,气候属大陆性高原半干旱气候,其特点是气压低,冬无严寒,夏不炎热,日照长,雨水少,蒸发量大。2018 年末西宁市常住人口达到 237.11 万人,其中城镇人口 170.98 万人,城镇化率为 72.11%。

1.2 研究方法及数据来源

1.2.1 描述性统计分析法 通过从不同维度选取体现生态文明建设和发展的典型指标对西宁市生态文明整体发展状况进行简要分析,对西宁市生态文明整体发展状况建立初步直观的认识。

1.2.2 熵值法

1.2.2.1 数据标准化 由于评价体系中各项指标原始值的单位、数量级和属性各不相同,为了消除以上因素对评价结果的影响,首先按照归一法对各指标的原始值进行标准化处理,即把各项指标原始数据的绝对值通过标准化处理转换为相对值,从而使不同指标间更具可比性。通常按照指标类型的不同选择不同的公式进行标准化处理^[12]:

$$\text{正向指标: } Y_{ij} = \frac{X_{ij} - \min X_{ij}}{\max X_{ij} - \min X_{ij}}; \quad (1)$$

$$\text{负向指标: } Y_{ij} = \frac{\max X_{ij} - X_{ij}}{\max X_{ij} - \min X_{ij}}。 \quad (2)$$

式中: Y_{ij} 为第 i 年第 j 项指标的标准化值; X_{ij} 为第 i 年第 j 项指标的原始值; $\max X_{ij}$ 、 $\min X_{ij}$ 分别为第 i 年第 j 项指标原始值中的最大值、最小值。

1.2.2.2 计算第 j 项指标所占的特征比重(P) 由于计算信息熵时需要取自然对数,指标值不能为 0,因此要进行适当处理。本研究参考张琰飞等的做法^[13],对数据进行 0.01 的平移处理,即令 $H_{ij} = Y_{ij} + d$,其中, d 为使其略大于 0 的一个正数,在此取 0.01。

$$P_{ij} = \frac{H_{ij}}{\sum_{i=1}^n H_{ij}} (0 \leq P_{ij} \leq 1)。 \quad (3)$$

式中: P_{ij} 为第 i 年第 j 项指标所占的特征比重; H_{ij} 为第 i 年第 j 项指标的标准化值进行平移处理后的值。

1.2.2.3 根据熵值计算公式计算第 j 项指标的信息熵(E_j)

$$E_j = -k \sum_{i=1}^n P_{ij} \ln(P_{ij})。 \quad (4)$$

式中: $k > 0$, \ln 为自然对数,常数 k 与样本数 n 有关,

一般令 $k = \frac{1}{\ln(k)}$, 则 $0 \leq E_j \leq 1$ 。

1.2.2.4 根据信息熵计算第 j 项指标的差异性系数 (D_j) 指标的差异性系数直接影响权重的大小, 直接用 1 减去该指标的信息熵 (E_j) 便可计算出差异性系数, 第 j 项指标的差异性系数 (D_j) 的具体计算式为

$$D_j = 1 - E_j. \quad (5)$$

1.2.2.5 利用差异性系数计算第 j 项指标的权重 (W_j) 利用熵值法计算各指标的权重, 其本质是利用该指标信息的差异性系数计算权重, 差异性系数越大, 其所占权重越大。第 j 项指标的权重计算式为

$$W_j = \frac{D_j}{\sum_{i=1}^n D_j}. \quad (6)$$

1.2.2.6 加权求和计算综合评价得分 (U_j)

$$U_i = \sum_{j=1}^n Y_{ij} \cdot W_j; \quad (7)$$

式中: U 代表综合评价得分; n 为指标数; W_j 代表第 j 项指标的权重值。 U 值越大, 综合得分越高, 评价结果越有利, 最终根据所有的 U 值, 对评价结果进行比较。

1.3 耦合协调度模型

本研究运用耦合度和耦合协调度来测度和评价生态文明各子系统的协调度。由于子系统数量为 3 个, 因此计算公式为

$$C = \left[\frac{U_1 \times U_2 \times U_3}{\left(\frac{U_1 + U_2 + U_3}{3} \right)^3} \right]^{1/3}; \quad (8)$$

$$T = \alpha U_1 + \beta U_2 + \gamma U_3; \quad (9)$$

$$D = \sqrt{CT}. \quad (10)$$

式中: C 为耦合度; U_1 、 U_2 、 U_3 分别为经济发展、社会进步和生态环境保护 3 个子系统综合发展指数; T 为 3 个子系统综合协调指数; α 、 β 和 γ 为待定参数, 且加和为 1, 因 3 个子系统协调效应相同。因此, 本研究 α 、 β 和 γ 均取 $1/3$; D 为耦合协调度。参考相关研究文献[14]中关于协调类型的划分, 根据耦合协调度 (D) 的大小, 将生态文明各子系统的耦合协调类型分为 4 类, 即 $0 < D \leq 0.3$ 时, 表示严重不协调; $0.3 < D \leq 0.5$ 时, 表示基本不协调; $0.5 < D \leq 0.8$ 时, 表示基本协调; $0.8 < D \leq 1$ 时, 表示高级协调。

1.4 数据来源

数据来源于青海省统计年鉴、西宁统计年鉴、

西宁市国民经济和社会发展统计公报等, 序列年份为 2008—2018 年。个别年份缺失的数据根据前后年份的数据用算术平均、趋势推断等方法经过适当计算而得。

2 结果与分析

2.1 西宁市生态文明建设整体发展概况

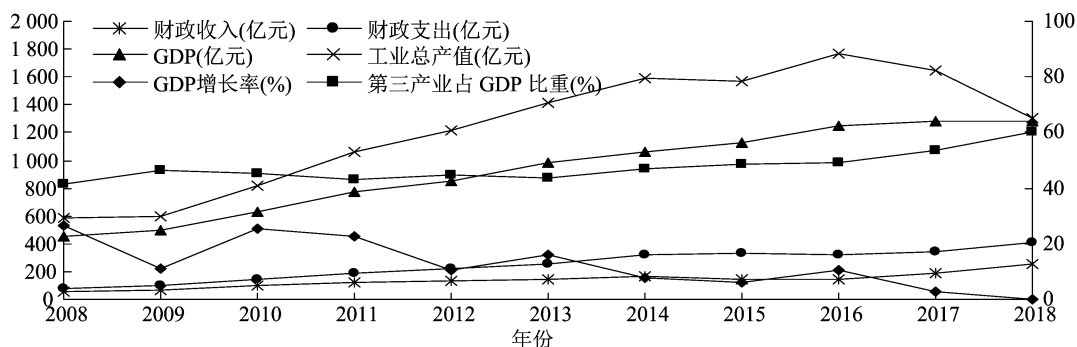
近年来, 西宁市坚持生态优先、绿色发展的建设理念, 大力推进生态文明建设并取得积极成效。以下将从经济发展、社会进步和环境保护 3 个方面对西宁市生态文明建设整体发展概况进行描述性统计分析。

2.1.1 经济发展 2008—2018 年期间, 西宁市的经济发展水平有了很大提升。地区生产总值 (GDP) 由 2008 年的 452.2 亿元增加至 2018 年的 1 286.41 亿元, 增长了近 2 倍。第三产业增加值所占 GDP 比重整体上升, 2017 年超过了 50%, 2018 年增加至 60% 以上。同时, 万元 GDP 能耗整体不断降低, 说明经济和产业结构得到了优化升级。此外, 2008—2018 年西宁市工业总产值农林牧渔服务业总产值、以及财政收入、财政支出等各项指标也均呈现出稳步增长的趋势 (图 1、图 2)。

2.1.2 社会进步 2008—2018 年间西宁市社会事业也取得了长足发展, 登记失业人口数量不断减少, 人口规模不断扩大, 2008 年西宁市总人口规模为 217.79 万人, 至 2018 年增加至 237.11 万人。其中, 城镇人口占比不断增加, 城镇居民可支配收入由 2008 年的 11 929.10 元增加至 2018 年的 32 460.31 元, 增加了 1.7 倍。居民消费支出由 2008 年的 229.83 亿元增加至 2018 年的 673.95 亿元, 增加近 2 倍。此外, 城镇居民恩格尔系数呈现稳步下降的趋势, 表明 2008—2018 年间, 西宁市城镇居民生活水平有了不断提升。

公共服务和基础设施是保障城镇居民生活和生产活动的基础和重要支撑, 因此, 改善公共服务和基础设施条件是城镇化建设的首要任务。2008—2018 年间, 西宁市的教育、医疗卫生等公共服务及基础设施水平也有了明显提升。普通高校毕业生人数、研究生毕业人数、医疗卫生计生机构数、铺装道路面积、铺装道路长度等各项指标均呈现出显著的增长趋势 (图 3)。

2.1.3 生态环境保护 良好的生态环境是城镇可持续发展的重要保障, 城市人均公园绿地面积能较



左纵坐标轴为财政收入、财政支出、GDP、工业总产值数据；右纵坐标轴为GDP增长率、第三产业占GDP比重数据
图1 2008—2018 年西宁市各项经济指标变化

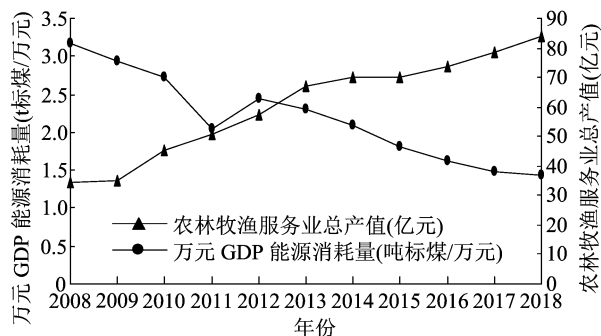
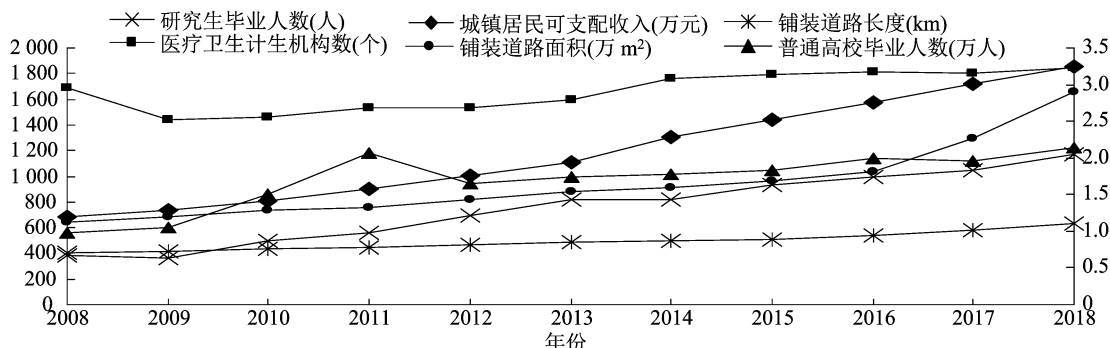


图2 2008—2018 年西宁市农林牧渔服务业总产值及万元GDP能源消耗量

好地衡量城镇的环境状况。2008—2018 年西宁市城市人均公园绿地面积从 2008 年的 7.57 m^2 增加到 2018 年的 12.50 m^2 , 平均每年增加 0.49 m^2 。从城市建成区绿化覆盖率来看, 2008 年西宁市城市建成区绿化覆盖率为 35.12%, 到 2018 年增加至 40.50%, 平均每年增加 0.54 百分点。同时, 2008—2018 年间西宁市不断加大环境卫生设施建设投资力度, 公共厕所数量、生活垃圾清运量不断增加, 原煤消费量呈现锯齿形波动状态, 工业用地面积呈现缓慢下降的趋势, 但工业废水年排放量处于上升趋势。



左纵坐标轴为研究生毕业人数、铺装道路面积、铺装道路长度、医疗卫生计生机构数据；右纵坐标轴为城镇居民可支配收入、普通高校毕业人数数据
图3 2008—2018 年西宁市社会发展各项指标变化趋势

势, 说明工业发展对生态环境造成了一定程度的负面影响 (图 4)。

2.2 西宁市生态文明评价指标体系构建

参考已有的生态文明综合评价体系^[15-19], 立足西宁市发展实际和特点, 本研究从经济发展、社会进步和生态环境保护 3 个方面构建了由 31 项指标构成的西宁市生态文明综合评价指标体系 (表 1)。

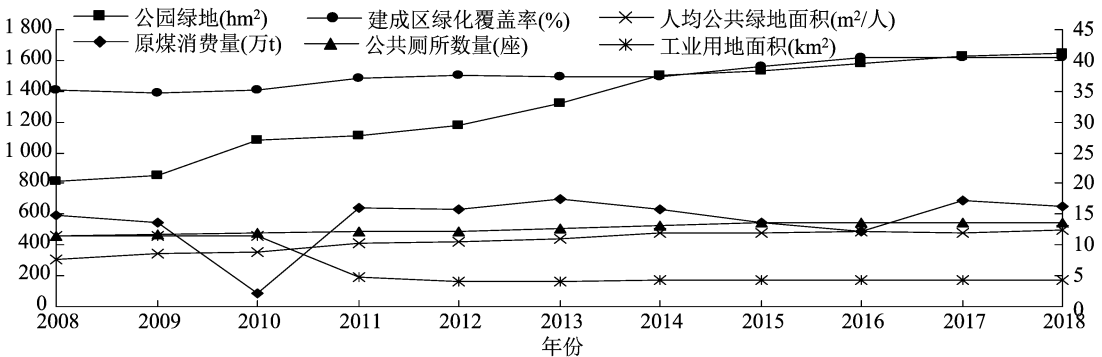
2.3 生态文明建设综合测度与评价结果

按照 2008—2018 年各项指标的统计数据实际值, 按上述步骤计算出西宁市生态文明综合评价体系中各项指标的权重系数, 结果见表 1。

基于西宁市 2008—2018 年各项指标的统计数

据, 计算西宁市生态文明和 3 个子系统的综合发展指数变化趋势见图 5。

从图 5 可以看出, 2008—2018 年西宁市生态文明发展及经济发展、社会进步、生态环境保护各子系统综合发展指数都呈现上升趋势。说明 2008—2018 年西宁市重视生态文明建设, 并在经济和社会进步、生态环境保护等方面都有一定程度的提高和改善。但通过比较各子系统综合发展指数可以看出, 经济发展和社会进步子系统综合得分较低, 说明西宁市生态文明发展水平受经济和社会制约较大。因此, 西宁市在未来的生态文明建设过程中, 应进一步加强公共服务和基础设施建设, 改善



左纵坐标轴为公园绿地、公共厕所数量、原煤消费量数据；右纵坐标轴为人均公共绿地面积、建成区绿化覆盖率、工业用地面积数据

图4 2008—2018 年西宁市环境保护各项指标变化趋势

表 1 西宁市生态文明评价指标体系及权重

一级指标	二级指标		权重
	指标性质	指标名称	
经济发展	正向指标	GDP(亿元)	0.028 6
		GDP 增长率(%)	0.029 4
		工业总产值(万元)	0.030 5
		农林牧渔服务业总产值(万元)	0.030 8
		第三产业占比(%)	0.038 3
		财政收入(万元)	0.026 8
		财政支出(万元)	0.026 7
	负项指标	万元地区生产总值能源消耗量(t 标煤/万元)	0.024 1
社会进步	正向指标	总人口数(万人)	0.028 9
		城镇居民可支配收入(元)	0.037 8
		居民总消费(亿元)	0.029 8
		研究生毕业人数(人)	0.032 7
		普通高校毕业人数(人)	0.022 1
		医疗卫生计生机构数(个)	0.032 5
		铺装道路面积(万 m ²)	0.044 5
		铺装道路长度(km ²)	0.034 3
	负项指标	人口自然增长率(%)	0.021 4
		城镇居民恩格尔系数(%)	0.047 5
		居民消费价格总指数(上年=100)	0.014 0
		城镇登记失业人口(人)	0.039 7
生态环境保护	正向指标	耕地面积(hm ²)	0.037 7
		生活垃圾清运量(万 t)	0.052 5
		当年造林合格面积(hm ²)	0.026 8
		人均公共绿地面积(m ² /人)	0.020 4
		建成区绿地率(%)	0.032 3
		公园绿地(hm ²)	0.027 8
		建成区绿化覆盖率(%)	0.035 9
		公共厕所数量(座)	0.025 3
	负项指标	原煤消费量(t)	0.058 1
		工业用地面积(km ²)	0.035 7
		废水年排放量(万 m ³)	0.026 7

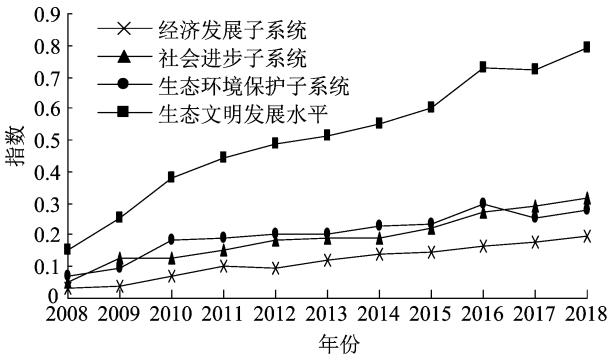


图5 2008—2018 年西宁市生态文明发展水平及各子系统综合得分

人居环境,并着力提升经济社会发展水平。

2.4 耦合协调度分析

基于生态文明各子系统的综合发展指数,计算出 2008—2018 年西宁市生态文明各子系统的耦合协调度。从表 2 可以看出,西宁市生态文明各子系统耦合协调度的变化基本呈现直线上升的趋势。进一步细分,可分为 3 个不同的阶段:(1)2008—2009 年,西宁市生态文明各子系统的耦合协调度呈上升趋势,但一直处在严重不协调阶段。(2)2010—2017 年,该阶段西宁市生态文明各子系统的耦合协调度持续提升,并一直保持在基本不协调阶段。(3)2018 年西宁市生态文明各子系统的耦合协调度进一步提升,并达到基本协调阶段。

3 讨论与结论

众多学者对全国各地区和城市的生态文明发展水平进行了大量的测度与评价研究,但西宁市作为全国生态大省青海省的省会城市,关于生态文明建设尤其是生态文明综合测度与评价方面的研究较少见。且已有的研究缺乏对生态文明各子系统耦合协调状况的报道。本研究采用耦合协调度模型对西宁市生态文明各子系统的耦合协调状况进

表 2 2008—2018 年西宁市生态文明系统的协调类型

年份	耦合协调度	协调类型
2008	0.220 5	严重不协调
2009	0.273 3	
2010	0.343 1	
2011	0.378 0	
2012	0.392 4	
2013	0.407 6	基本不协调
2014	0.424 4	
2015	0.443 6	
2016	0.485 6	
2017	0.484 7	
2018	0.508 8	基本协调

行测度与分析,可为国内其他地区和城市生态文明发展水平与协调状况的研究提供方法上的借鉴和参考。同时,本研究采用客观赋权法中的熵值法确定各项评价指标的权重可以有效避免人为因素带来的误差,由于目前西宁市生态文明评价相关的研究成果和资料尚不多,指标数据获取相对困难,加上生态文明的内涵比较丰富。因此,西宁市生态文明评价的指标体系和研究视角仍需进一步完善,今后可从西宁市各区(县)生态文明发展水平空间差异性的角度进行进一步深入研究。

本研究从经济发展、社会进步、生态环境保护 3 个方面,选取 31 个指标因子,利用熵值法对西宁市 2008—2018 年生态文明建设水平进行综合评价,并采用耦合协调度模型对西宁市生态文明各子系统的耦合协调性进行测度与分析,获得结论如下。

2008—2018 年西宁市经济发展实现了大幅度跨越,经济和产业结构不断优化,人民生活水平显著改善,社会各项事业发展取得了长足进步,城镇化水平稳步提升,公共服务功能和城镇综合承载力显著提高,生态环境保护取得了新成效,城镇人居环境显著改善,生态文明建设水平跃上了一个新台阶。

测度结果表明,2008—2018 年西宁市生态文明及其经济和社会发展、生态环境保护等各子系统发展水平均有了显著提升和改善;西宁市生态文明发展水平受经济和社会发育制约较大。因此,西宁市在未来的生态文明建设过程中,应进一步加强公共服务和基础设施建设,改善人居环境,并着力提升经济发展水平。

2008—2018 年西宁市生态文明各子系统耦合协调度的变化基本呈现直线上升的趋势。进一步细

分,可划分为 3 个不同的阶段:2008—2009 年,西宁市生态文明各子系统的耦合协调度呈上升趋势,但一直处在严重不协调阶段;2010—2017 年,西宁市生态文明各子系统的耦合协调度持续提升,并一直保持在基本不协调阶段;2018 年,西宁市生态文明各子系统的耦合协调度进一步提升,达到基本协调阶段。

参考文献:

[1]王立盟,孟 浩. 基于熵值和变异系数组合赋权法的生态文明评价体系构建及实证分析[J]. 高技术通讯,2018,28(4):372-381.

[2]张 琪,石惠春,巩 萧,等. 甘肃省生态文明城市综合评价指标体系构建[J]. 资源开发与市场,2017,33(12):1422-1427.

[3]高玉娟,孟庆凯,李 丽. 黑龙江省生态文明建设现状及对策分析[J]. 林业经济,2018,40(5):10-14,69.

[4]颜顺琪,徐紫莹. 江苏省生态文明评价指标体系研究[J]. 中国市场,2018,981(26):22-24.

[5]蔡志丹,朱恩文. 基于层次分析法的生态文明指标构建:以湖南省各市州为例[J]. 湖南城市学院学报(自然科学版),2019,28(1):47-52.

[6]钱家炜,李建龙. 宜兴市生态文明指标体系构建及其应用[J]. 天津农业科学,2019,25(7):36-40.

[7]高 媛,马丁丑. 兰州市生态文明建设评价研究[J]. 资源开发与市场,2015,31(2):155-159.

[8]卓桂华,陈 锦,张玉珍,等. 县市级生态文明建设评价指标体系建立及应用研究——以福建省为例[J]. 海峡科学,2019,145(1):3-7,13.

[9]袁一仁,罗菁菁,李 悦. 长江经济带生态文明发展水平测度及空间演化特征分析[J]. 统计与决策,2016(20):98-101.

[10]胡 悦,金明倩,王 溧,等. 京津冀生态文明发展水平测度与分析研究[J]. 科技管理研究,2018,38(5):243-252.

[11]齐 岳,赵晨辉,廖科智,等. 生态文明评价指标体系构建与实证[J]. 统计与决策,2018,34(24):60-63.

[12]郭亚军. 综合评价理论、方法与拓展[M]. 北京:科学出版社,2012.

[13]张琰飞,朱海英. 西南地区文化演艺与旅游流耦合协调度实证研究[J]. 经济地理,2014,34(7):182-187.

[14]贾海发,邵 磊,刘成奎,等. 西宁市房地产投资与城市经济耦合协调发展测度[J]. 现代城市研究,2019(3):116-122.

[15]龚勤林,曹 萍. 省区生态文明建设评价指标体系的构建与验证——以四川省为例[J]. 四川大学学报(哲学社会科学版),2014(3):109-115.

[16]安国安,孔海燕,赵 颖. 河南省生态文明评价指标体系研究[J]. 河南科技,2016(15):149-151.

[17]文春波,郝民杰,耿 峰,等. 河南省生态文明指标体系研究[J]. 环境与可持续发展,2015,40(3):169-171.

[18]廖 冰. 面向生态文明的“经济与生态”系统结构及其运作机制——以赣中原中央苏区为例[J]. 江苏农业科学,2019,47(23):303-306.

[19]张 茜,王益澄,马仁锋. 基于熵权法与协调度模型的宁波市生态文明评价[J]. 宁波大学学报(理工版),2014,27(3):113-118.