

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2024.08.009

钱有飞. 城市转型下产业结构和土地利用结构的耦合关系及用地结构优化方案研究 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2024, 46(8): 86-94.

城市转型下产业结构和土地利用结构的 耦合关系及用地结构优化方案研究

钱有飞

上饶师范学院 法商学院, 江西 上饶 334000

摘要: 在城市土地资源紧张的背景下, 对土地利用结构进行优化可以缓解用地矛盾, 促进城市转型. 为促进资源型城市转型、优化用地结构, 以山西省晋城市为案例, 通过对其土地利用与产业结构之间的耦合关系进行分析, 提出一套适合我国资源型城市发展的用地结构优化方案. 分析发现, 晋城市 2014—2022 年土地利用结构和产业结构的耦合协调程度较低, 但两者的耦合度较高, 平均值约为 88.858%. 以不同方法进行求解, 得到 4 个优化方案, 其中方案 A 的经济满意程度为 0.8, 生态满意度为 0.75, 社会满意度为 0.78, 更符合晋城市转型发展的要求, 建议减少耕地、草场、森林、水域等用地面积, 加强荒地开发利用, 扩大建设用地.

关键词: 城市转型; 产业结构; 用地结构; 耦合关系; 优化方案; 综合效益

中图分类号: F301

文献标志码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



文章编号: 1673-9868(2024)08-0086-09

Research on the Coupling Relationship between Industrial Structure and Land Use Structure under Urban Transformation and the Optimization Scheme of Land Use Structure

QIAN Youfei

School of Law & Economics, Shangrao Normal University, Shangrao Jiangxi 334000, China

Abstract: Under the background of urban land resource shortage, optimizing land use structure can alleviate land use contradiction and promote urban transformation. To promote the transformation of resource-based cities and optimize the structure of land use, this paper takes Jincheng City as a case and analyzes the

收稿日期: 2023-10-23

基金项目: 国家自然科学基金项目(72103116); 2019 年江西省社会科学“十三五”规划项目(19YJ43).

作者简介: 钱有飞, 博士, 讲师, 主要从事土地经济研究.

coupling relationship between land use and industrial structure, and puts forward a set of land use structure optimization scheme suitable for the development of resource-based cities in China. The analysis shows that the coupling coordination degree of land use structure and industrial structure in Jincheng City from 2014 to 2022 was low, but the coupling degree of the two was high, about 88.858% on average. According to the analysis results of different methods, four optimization schemes are obtained. Among them, the economic satisfaction of scheme A is 0.8, the ecological satisfaction is 0.75, and the social satisfaction is 0.78, which is more in line with the requirements of the transformation and development of Jincheng. It is suggested to reduce the land areas of cultivated land, grassland, forest and water, strengthen the development and utilization of wasteland, and expand the construction land.

Key words: urban transformation; industrial structure; land use structure; coupling relationship; optimization scheme; comprehensive benefit

在我国经济发展背景下,许多资源型城市纷纷谋求转型。产业结构和土地利用结构(以下简称“用地结构”)优化是城市转型的重要方向和推进力量。用地结构是城市内部土地使用状况的最直观体现,也是人们进行各种空间活动的场所。土地利用规划是国家对土地资源进行有效管理的一项重要措施,而土地利用结构优化又是其中的一个关键环节^[1-2]。在世界范围内,随着人口与经济的迅速发展,人类对土地资源的使用也在日益增加,这给自然资源和生态环境带来了巨大压力。良好的用地结构不仅可以生产出人们所需的物质产品,还可以最大程度地发挥土地资源的经济效益,解决土地资源供需不平衡的矛盾。只有用地结构合理,才能保持土地利用系统的良性循环,取得土地利用的最大效率,维护生态的可持续发展^[3-4]。目前,相关研究大都只考虑经济效益和生态效益,很少关注社会效益,也很少从用地结构和产业结构之间耦合度的角度探索优化用地结构的方案,且在优化用地结构的过程中忽视了产业结构的用地特点和需求^[5-6]。通过耦合土地利用结构和产业结构,可以促进资源的有效利用和协调发展,提高土地利用效率,有助于实现可持续发展和综合协调的土地利用格局。晋城市是中国山西省的一个重要城市,同时也是典型的资源型城市之一。该地区过去主要依赖于煤炭等传统产业,近年来已经积极推进产业结构调整和城市转型发展,并能反映出资源型城市在经济发展转型过程中的共性问题,具有一定的代表性。因此,本研究以山西省晋城市这一资源型城市为例,通过定量评价土地的社会效益,探索用地结构和产业结构的耦合关系,创新性地构建经济—社会—生态多目标优化模型。在此基础上,寻求晋城市在综合效益最大条件下的最优用地结构优化方案,以期实现对多元用地结构目标导向的拓展,并为同类资源地区用地结构优化提供借鉴作用。

1 产业结构和土地利用结构的耦合关系

1.1 理论分析

在城市转型期,产业结构优化是导致用地结构变化的根本原因,同时也是促进快速、全方位发展的关键因素。在产业结构持续优化过程中,人们对用地结构提出了新的要求,同时也让土地利用的种类变得更多。产业结构优化主要表现为农业、制造业和服务业三大产业之间的相互替代,而产业结构优化升级可以通过引进高新技术企业、培育新兴产业等为城市土地利用规划提供经济支撑和动力^[7]。资源型城市处于城市发展的早期阶段,以本地区矿产、森林等自然资源开采、加工为主导产业。资源型城市即城市的生产和发展与资源开发有密切关系。根据资源开采与城市形成的先后顺序,资源型城市的形成有两种模式:一种为“先矿后城式”,即城市完全是因为资源开采而出现的;另一种为“先城后矿式”,即在资源开发之前已有城市存在,资源开发加快了城市的发展^[8-9]。

在采矿业发展迅速的时期,为了满足用地需要,城市农用地被转变成了建设用地,并产生了办公用地、仓库等多种细分用地类型。但是,为了保障粮食安全和基本农田,不能简单地牺牲耕地。为此,必须加大对闲置地的开发力度,将闲置地转为建设用地,从而进一步调整用地结构。但资源型城市经济主要依靠资源开采、加工和销售,产业单一,经济结构简单,很容易受到市场变化的影响,特别是全球商品价格波动的影响。市场需求下降或市场价格下跌将直接影响产业和城市经济发展,因此需要对制造业为主导的产业结构进行优化升级^[10]。同时,人们对居住环境的舒适度也越来越重视,各种用地类型间相互转换,使用地结构得到了进一步的调整。在转型过程中要实现不同的转型目标,就必须有不同的产业结构优化方向,用地结构也需要与之共进,并相应地做出调整^[11]。

在城市转型进程中对用地结构进行优化,为产业结构优化奠定了物质基础。有学者认为,用地结构优化对产业结构升级具有引导作用^[12]。资源型城市在发展达到成熟期的时候就要考虑转型,如果在资源即将耗尽的时候再进行转型,将会影响发展甚至造成衰落。此外,对用地结构进行优化配置,也就是要将各个行业都分配到合适的土地资源中,使其发挥出最大的作用,从而促进行业结构进一步优化,加速城市转型和经济发展^[13-14]。通过优化用地结构,可以调整优化土地利用结构布局,提高土地综合承载能力,为新兴产业发展拓展空间,加速产业结构的转型升级。

用地结构优化和产业结构优化是一种相互影响的关系。一方面产业结构优化是资源型城市转型的关键所在;另一方面它也是用地结构优化的依据和前提。在城市转型过程中,经济转型直接表现为产业结构优化调整。没有土地则产业无法发展,用地结构的调整提高了土地利用率,为产业发展提供了场地,产业结构优化则进一步促进了用地结构的优化配置调整。

1.2 模型构建与指标建立

为探究用地结构与产业结构之间的耦合关系,本研究将以耦合度和耦合协调度来分析二者之间的耦合关系;耦合度反映了用地结构和产业结构之间的互动关系;而耦合协调度反映了二者的匹配程度,即二者的整体协调性和整体效益的强弱^[15-16]。首先将用地结构和产业结构视为 Q_t, Q_c 两个系统,分别计算两个系统的贡献度,以便于构建模型。设定用地结构的序参量为 $E_t = \{E_{t1}, E_{t2}, \dots, E_{tb}\}$, ($b \geq 1, \beta_{ti} \geq E_{ti} \geq \alpha_{ti}, i \in [1, b]$)。 α_{ti} 和 β_{ti} 是 Q_t 系统中序参量的最小值和最大值。定义用地结构系统贡献度 $\mu_t(E_{ti})$ 如式(1)所示。

$$\mu_t(E_{ti}) = \begin{cases} \frac{E_{ti} - \alpha_{ti}}{\beta_{ti} - \alpha_{ti}} \\ \frac{\beta_{ti} - E_{ti}}{\beta_{ti} - \alpha_{ti}} \end{cases} \quad (1)$$

然后定义系统的发展度,即各指标对系统有序性的贡献程度,利用加权方式得到了 Q_t 的发展度 $L(x)$,其表达式如式(2)所示。

$$L(x) = \sum_{i=1}^n w_i \mu_t(E_{ti}), \sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (2)$$

式中, w_i 表示各指标的权重系数,由熵值法确定。同理可以得到 Q_c 的发展度,将其记作 $C(x)$ 。在这两个系统的基础上,研究构建了如式(3)的产业结构和用地结构发展耦合度模型。

$$R(x) = \left\{ \frac{L(x)C(x)}{[(L(x) + C(x))/2]^2} \right\}^{\vartheta} \quad (3)$$

式中, $R(x)$ 是耦合度, ϑ 是模型的调节系数,取值为 2。耦合度的取值范围是 $[0, 1]$, 其值越大表示 Q_t, Q_c 两个系统的相互作用越强,系统的发展就越协调。为了进一步分析这种关系,引入耦合协调度 H 来评价两个系统的总体效益, H 的取值范围是 $[0, 1]$, 其值越大说明两个对象之间的协调性和匹配度越强,如式(4)所示^[17]。

$$H=\sqrt{RF}$$

(4)

式中， F 是综合评价指数，如式(5)所示.

$$F=\sqrt{BC(x)+R\times AL(x)}$$

(5)

式中， A 和 B 是权重系数，取值均为 0.5. 当 $0\leqslant H<0.4$ 时，系统处于失调状态；当 $0.4\leqslant H<0.5$ 时，系统处于调和状态；当 $0.5\leqslant H<0.8$ 时，系统处于基本协调状态；当 $0.8\leqslant H<0.1$ 时，系统处于良好或优质协调状态. 通过参考有关资料，本研究选择不同用地类型面积作为一个指数来反映土地使用结构体系，并将三大产业产值所占的比例用作体现产业结构系统的指标，最后确立了晋城市用地结构和产业结构耦合协调度的指标构成，并使用变异系数法确立了各指标的权值^[18-19](表 1).

表 1 晋城市用地结构和产业结构指标

目标	系统	指标	权值/%
产业结构和用地结构的耦合协调度	产业结构	第一产业所占比值	11.66
		第二产业所占比值	11.80
		第三产业所占比值	11.72
	用地结构	耕地所占比值	11.94
		林地所占比值	11.80
		草地所占比值	10.81
		水体所占比值	9.22
		建筑用地所占比值	11.55
		荒地所占比值	9.50

2 用地结构优化方法

晋城市位于山西省东南部的晋城盆地，是以煤炭、钢铁和电力等产业为支柱产业的资源型城市. 本研究针对晋城市土地利用结构的特点(即以耕地、建设用地和林地为主要用地类型，荒地和水体为次要用地类型)，根据《土地管理法》规定的土地类型划分标准，在对比晋城遥感图像解译与相关土地资料的基础上，考虑研究数据的获取便利性和代表性，选择了耕地、林地、草地、建设用地、水体、荒地共 6 项决策变量，制定了该市用地结构分类变量表^[20](表 2).

表 2 用地结构分类变量表

一类用地类型	二类用地类型	变量符号
农业用地	耕地	x_1
	草地	x_2
	林地	x_3
建设用地	建设用地	x_4
其他用地	荒地	x_5
/	水域	x_6

土地的经济效益本质上就是以土地为载体进行生产所获得的直接经济产出. 土地利用的目的之一就是最大限度地获得人们所需的商品和服务，这就要求在有限的投入下获得尽可能多的产出. 所以，有必要将经济效益最大化作为用地结构优化的一个目标，由此确定式(6)的经济效益目标函数.

$$\max f_1(x)=\sum_{i=1}^6\omega_iE_ix_i$$

(6)

式中, ω_i 是各个土地利用变量的权值, x_i 是各个用地类型, E_i 是经济效益系数. 耕地、草地、林地、建设用地、水域的经济效益系数分别是 4 414.9, 1 663.6, 7 181.1, 081 567.3, 3 223.8, 本研究认为荒地几乎没有经济效益, 因此将其经济效益系数设为 1. 生态环境是由生态关系组成的环境的简称, 也即与人类密切相关的, 影响人类生活和生产活动的各种自然力量或作用的总和. 土地与生态环境有着密不可分的联系, 生态效益与人类社会的可持续发展息息相关. 因此, 在进行用地结构优化时, 必须以生态效益为主要考量指标. 生态效益的计量方法包括生态足迹法、绿色当量法、生态系统服务(Ecosystem Services, ESS)价值法等^[21]. 本研究基于 ESS 价值法确定如式(7)所示的用地类型生态效益目标函数.

$$\max f_2(x) = \sum_{i=1}^6 E_d x_i \quad (7)$$

式中, E_d 是各用地类型的生态效益系数. 为确定晋城市每一种用地类型单位面积的 ESS 价值当量, 本研究结合该市自然环境及生物量的特殊性, 使用被学术界公认的农业生态系统生物量因子, 以 0.45 为系数修正中国陆地生态系统单位面积生态服务价值当量表.

社会效益反映的是土地作为不可或缺资源对人类需求的满足程度, 由于很难对其进行定量, 因此大多数学者在研究优化用地结构时, 并没有将土地的社会效益考虑进去. 然而, 土地所展现出的各种社会功能都是土地社会效益的具体体现, 这些功能对于推动社会发展有着非常重要的影响. 本研究建立的土地社会效益目标函数如式(8)所示.

$$\max f_3(x) = \sum_{i=1}^6 E_s x_i \quad (8)$$

式中, E_s 是用地类型的社会效益. 设立目标函数后需建立约束条件, 并考虑已有的政府土地保护政策、人口数量和粮食需求等因素, 本研究建立了如式(9)所示的约束条件.

$$\begin{cases} C_1: S_n = \sum_{n=1}^6 x_i \\ C_2: P > p_u \sum_{n=1}^3 x_i + p_c x_4 \\ C_3: Q \leq x_5 / S_n \\ C_4: x_2 \geq \frac{S_n * F}{\lambda} \\ C_5: x_6 \leq S_6 - S_6 r \\ C_6: DP\sigma_s \leq cx_1\sigma_f\sigma_r \end{cases} \quad (9)$$

式中, $C_1, C_2, \dots, C_6$ 表示约束条件, S_n 是土地面积总数, P 是目标年总人口数, p_c 和 p_u 的极大值是目标年建设用地和农业用地的单位平均人口密度, Q 是依据支持确定的目标年建设用地预计开发强度, F 是森林覆盖率, λ 是森林和林地覆盖率折算系数, S_6 是基期年的荒地面积, r 是该年的土地利用率, D 是粮食人均需求量, σ_f, σ_r 和 σ_s 分别表示该年的粮食复种指数、粮作比和粮食自给率. 为求取多个目标函数的最优解, 本研究采用多目标线性规划模型建立优化模型. 模型表达如式(10)所示.

$$\begin{cases} \max(\min) f_3(x) = \sum_{i=1}^6 e_i x_i \\ s. t. \sum_{i=1}^6 Cx_i = (\leq, \geq) B \\ x_i \geq 0 \end{cases} \quad (10)$$

式中, e_i 是目标函数的相关系数, C 和 B 分别是约束系数和资源限制量. 构建模型后, 使用遗传算法求取最优解.

3 结果分析

3.1 用地结构与产业结构耦合协调发展结果分析

本研究以山西省晋城市为例，土地利用相关数据来自国家地球系统科学数据中心，使用监督分类法确定用地类型，产业结构相关数据来自中国国家统计局。经检验，所采用的数据均满足精度要求，并通过 SPSS(Statistical Product and Service Solutions)软件进行计算。数据年份为 2014—2022 年，且以 2022 年为目标年。对多目标规划模型进行求解获得晋城市目标规划年(2022 年)的用地结构优化方案，使用 MATLAB2016a 软件进行计算。首先使用模糊集最大(小)算法计算得到方案 A；然后引入折衷指数 ϑ^* 进行计算，将其取值为 0.2, 0.5 和 0.8，分别得到用地结构优化方案 B, C, D，并对这些方案进行经济、社会、生态效益和满意度分析；最后根据晋城市转型发展目标和自身的具体情况，比较各方案的效益和满意度，从而选择出最优的晋城市用地资源配置方案。

用地结构和产业结构耦合度和耦合协调度计算结果如图 1 所示。从图 1 中可以看到，2014—2022 年度晋城市用地结构与产业结构之间的耦合协调度非常低。2014 年为 12.90%，2022 年为 10.30%，平均约为 10.76%。根据耦合标准表可知，晋城市用地结构

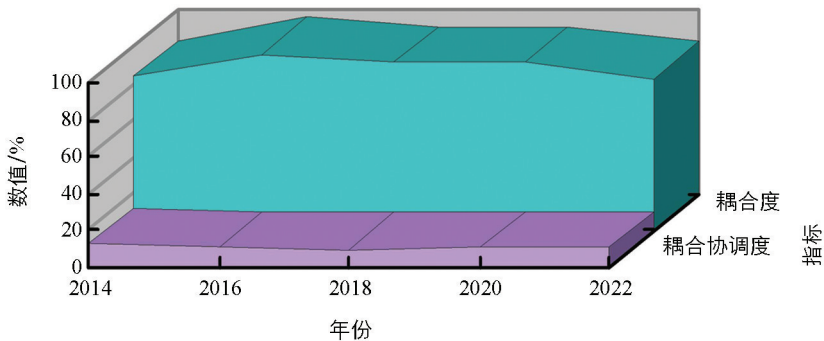


图 1 耦合协调度和耦合度计算结果

与产业结构之间的耦合协调度非常不协调，表明晋城市用地结构与产业结构之间的协调性不高。这主要是因为晋城市从一开始的被动转型，到现在的全面转型，随着产业结构不断优化，对土地的需求也越来越大，因此城市建设和经济建设都要进行相应的调整。但是，这两个方面很难同时进行，需要一个较长的时间。晋城市要达到用地结构和产业结构两方面协调发展的目的，需要通过对用地结构优化来匹配产业发展水平。

从图 1 还可以看到，晋城市用地结构和产业结构之间的耦合程度处于一个很高的程度，平均约为 88.86%，表明晋城市用地结构和产业结构存在很强的相关性，这两个体系之间存在着一种相互影响、相互作用的关系。晋城市用地结构与产业结构耦合程度从 2014 年的 83.55% 提高到 2016 年的 95.76%，增长了 12.21%，说明晋城市用地结构和产业结构之间的耦合程度不断提高。2014—2016 年，晋城市是一个资源型城市，其第二产业以煤炭开采为主，土地利用方式比较单一。2016—2022 年，晋城市产业结构与用地结构耦合程度一直在稳步降低，表明两个体系之间的协调性降低。尽管二者之间有很强的相关性，但是却出现了不和谐的现象，这是因为晋城市进入了转型时期，开始对产业结构进行调整，由于土地利用的转变存在滞后性限制，二者之间的匹配和协调还需要一个漫长的时间过程，因此晋城市要实现城市转型，对土地的要求较高，造成了两个体系之间的不匹配。

3.2 优化结果分析

以 2014 年为基期年，2018 年为对照年，2022 年为目标年，用地结构数量优化结果见表 3。从表 3 可以看出，晋城市 2022 年的耕地面积较之前的年份有所下降，但是优化后的耕地面积仍远大于晋城市的耕地面积保有量(3.23 万 hm^2)。可见，经过优化后耕地面积仍能够满足晋城市对耕地的需求。优化后的林地面积有所增长，优化后的草原面积则大幅减少。因为，尽管草原对土壤和环境等都有很好的保护作用，但若过度放牧，会加重土地荒漠化问题。在不同规划方案下，晋城市 2022 年的建设用地规模均高于 2014 年和

2018 年,表明在今后一段时间内,晋城市建设用地规模将会不断扩大以满足转型发展的需要. 为了成为多元化发展的综合性城市,晋城市需要发展多个支柱产业,其中旅游业是一个重要的战略性产业. 要发展旅游业就必须有土地用于建造与旅游目的地相适应的基础设施. 晋城市在经过各方案的优化后,目标年土地利用面积较基期年和对照年均有增长. 经过优化,晋城市 2022 年的荒地面积比基期年和对照年小,适当地将闲置土地变成林地和建设用地,对于晋城市的城市转型是一个很好的选择.

表 3 用地结构数量优化结果 hm²

时间	方案名称	耕地	林地	草地	水体	建设用地	荒地
2014 年	/	6.81	2.04	4.95	0.02	0.61	0.76
占比/%	/	44.80	13.40	32.60	0.14	4.04	5.02
2018 年	/	6.80	2.94	4.10	0.06	0.55	0.75
占比/%	/	44.73	19.34	26.97	0.39	3.64	4.93
2022 年	方案 A	5.71	7.48	1.14	0.16	0.67	0.03
占比/%		37.60	49.25	7.48	1.07	4.41	0.19
	方案 B	6.50	6.60	1.26	0.14	0.66	0.03
占比/%		42.79	43.45	8.27	0.89	4.37	0.23
	方案 C	6.36	7.06	0.92	0.19	0.64	0.02
占比/%		41.86	46.47	6.04	1.26	4.22	0.15
	方案 D	5.73	7.45	1.06	0.28	0.65	0.03
占比/%		37.68	49.05	6.96	1.82	4.29	0.20

各方案的用地结构效益见表 4. 方案 A 的效益总值最大,为 1 040.14 亿元. 方案 B 的效益总值为 1 016.24 亿元,方案 C 的效益总值为 1 020.94 亿元,方案 D 为 1 030.16 亿元. 方案 A 的总值最高,且社会效益最高,生态效益略低于 D 方案,经济效益稍低于方案 B,说明该方案强调 3 个效益的协调发展,与晋城市转型目标相契合,从效益角度看是最优秀的方案.

表 4 各方案的用地结构效益 亿元

时间	方案名称	经济效益	生态效益	社会效益	总值
2014 年	/	166.99	81.72	533.17	781.88
2018 年	/	151.26	88.97	547.84	788.07
2022 年	方案 A	170.82	120.87	748.45	1 040.14
	方案 B	171.33	112.93	731.98	1 016.24
	方案 C	165.02	117.33	738.59	1 020.94
	方案 D	166.53	122.40	741.23	1 030.16

2022 年不同方案用地结构的效益满意度如图 2 所示. 方案 A 的经济、生态和社会满意度分别为 0.8, 0.75,0.78, 满意度总值为 2.33. 方案 B 的经济、生态和社会满意度分别为 0.91,0.58,0.66, 满意度总值为 2.15. 方案 C 的经济、生态和社会满意度分别为 0.66,0.64,0.67, 满意度总值为 1.97. 方案 D 的经济、生态和社会满意度分别为 0.73,0.9,0.69, 满意度总值为 2.32. 对比来看,方案 A 的满意度总值最高,经济满意度略高于生态满意度,说明此方案中城市转型最重要的目标还是经济效益,但同时生态满意度也处于较高的水平,只略低于方案 D.

综合比较来看,方案 A 是晋城市今后转型发展中最适宜的一种用地结构优化方案. 2022 年该市耕

地面积和草地面积减少，林地面积和水面面积大幅增加，并加大了对荒地的开发，增加了建设用地面积。草场面积转变成了一些具有较高生态效益的林地，而荒地则转变成了一些具有较高经济效益的林地和建设用地。

4 用地结构优化建议

针对以上计算和分析结果，本研究针对晋城市用地结构优化提出以下几点建议：

1) 保持耕地面积，发展高效农业。晋城市应根据农业现代化的需要，在强化基本农田与耕地保护的同时，进一步优化农业结构。在保障耕地质量的基础上，要实现“三位一体”的综合经营，必须兼顾农业用地的生态环境保护。在数量上应保证有足够的耕地。从质量上看，晋城市应大力进行土地整理，重点对中、低产田进行改造，引入高科技的现代农业，提高土地利用效率。从生态学角度看，晋城市应从农田休耕、畜禽粪污资源化等方面构建农业绿色发展体制，解决缺水问题，大力发展节水农业。

2) 加强荒山荒地复垦，提高荒地利用率。首先可建立一支专门的荒山煤田复垦研究队伍，对荒山煤田进行科学调查，进一步完善荒废土地整改等相关政策的推行与落实。加强土地整治和复垦工作，提高土地质量，提升荒山荒地综合效益，实现荒山荒地的再开发和再利用。

3) 强化土地管理和土地集约化。首先，应制定相应的奖励制度，加强对各类闲置土地、工业园区、废弃土地和存量土地的综合开发，提高土地集约化使用程度。其次，要合理规划新的建设规模，对新增加的、用于高科技园区的建设用地，对其容积率、建筑密度进行合理的控制。最后，要强化基层群众的集约用地意识，并完善土地资源国情教育，保证基层干部在认识到集约利用重要性的前提下，在实践工作中认真贯彻落实节约集约用地的理念。

4) 强化国土生态建设，努力提高当地生态环境质量。晋城市总体上生态环境比较脆弱，所以应该采取适当的对策，根据当地的实际情况，科学划定生态功能区，适当扩大森林面积，发展特色林果产业。在此基础上，构建国土生态保护公众参与机制，增强公众国土生态保护的积极性和主动性。

5 结论

为促进城市转型，实现资源型城市可持续发展的目标，本研究对城市转型下的用地结构和产业结构耦合关系进行了探讨，并以晋城市为例提出了用地结构优化方案。研究结果表明，2014—2022 年晋城市用地结构与产业结构之间的耦合协调度较低，协调性不高。晋城市要达到用地结构和产业结构的耦合协调发展的更高水平，不能只依靠产业结构优化升级，更要通过用地结构优化来匹配。晋城市用地结构与产业结构之间的耦合程度处于一个较高的水平，平均约为 88.86%，表明晋城市用地结构与产业结构存在很强的相关性。使用模糊集最大(最小)算法和不同的折衷指数对本研究所构建的模型求解得到 4 个优化方案，其中方案 A 的效益总值最大。2022 年，方案 A 的经济、生态和社会满意度分别为 0.8, 0.75, 0.78，满意度总值为 2.33。综合考虑，方案 A 较为符合晋城市的转型发展目标，即应将耕地面积和草地面积减少，增加林地面积和水面面积，加大荒地开发，增加建设用地面积，使草场面积转变成一些具有较高生态效益的林地。本研究结果有利于推进资源型城市转型，为城市充分利用土地资源提供了理论支持，但在设定目标效益时仅考虑了社会、经济和生态三大类目标，未对居民生活、粮食安全等效益进行全面考虑，未来的工作将进一步细化目标效益。

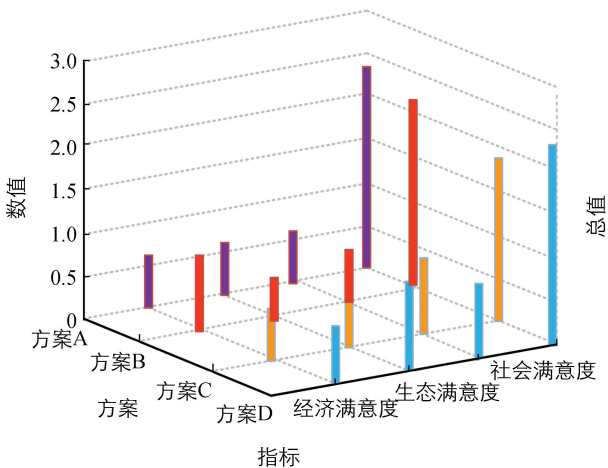


图 2 2022 年不同方案用地结构的效益满意度

参考文献:

- [1] 张理浩. 城市土地集约利用与产业结构优化耦合协调关系研究——以湖北省咸宁市为例 [J]. 科技创业月刊, 2022, 35(4): 19-24.
- [2] 薛建春, 张安录, 曹力博. 黄河流域土地市场化、供应结构对建设用地绿色利用效率的空间效应研究 [J]. 资源开发与市场, 2022, 38(11): 1304-1313.
- [3] 张红霞, 田建华, 倪希. 商洛市城镇化与产业结构耦合协调发展研究 [J]. 现代农业, 2021(4): 24-27.
- [4] 吴雪玲, 田欣宁, 阎晓. 临汾市城市生态文明建设与旅游产业发展耦合关系及协调发展研究 [J]. 陕西理工大学学报(自然科学版), 2021, 37(2): 79-86.
- [5] MA X L, PENG S Y. Research on the Spatiotemporal Coupling Relationships between Land Use/Land Cover Compositions or Patterns and the Surface Urban Heat Island Effect [J]. Environmental Science and Pollution Research International, 2022, 29(26): 39723-39742.
- [6] 王俊. 消费结构优化与零售产业转型发展互动性研究 [J]. 哈尔滨学院学报, 2021, 42(9): 51-54.
- [7] 张丽峰, 汪秋菊. 煤炭资源型城市关闭煤矿产业绿色转型路径研究 [J]. 煤田地质与勘探, 2022, 52(4): 9-16.
- [8] 黄珺嫦, 华轩轲, 郭维红, 等. 黄河流域城市建设用地结构与产业结构脱钩特征研究 [J]. 河南科学, 2022, 40(8): 1340-1348.
- [9] 刘云青. 京津冀城市群产业结构、土地利用效益与碳排放的耦合协同发展研究 [J]. 江西农业学报, 2023, 35(1): 145-151.
- [10] 王方方, 杨智晨, 李香桃, 等. 粤港澳大湾区创新系统耦合协调空间结构与联系研究 [J]. 科技进步与对策, 2021, 38(21): 34-43.
- [11] 吕利娜, 王璐瑶, 叶欣. 资源型城市“人口—土地—产业”协调发展时空特征研究 [J]. 开发研究, 2023(1): 40-51.
- [12] 罗文斌, 楚雪莲. 旅游产业发展与土地利用结构耦合协调演化研究——以国际旅游城市张家界为例 [J]. 陕西师范大学学报(自然科学版), 2023, 51(2): 36-46.
- [13] 陈志芳, 朱盼盼. “双碳”背景下工业碳排放效率与产业结构优化的耦合协调关系研究——以长江经济带沿线省份为例 [J]. 科技与经济, 2023, 36(2): 106-110.
- [14] 毛广雄, 曹玉华, 任启龙, 等. 城市群产业转型升级与空间格局优化协同演进机理与测度方法探究 [J]. 淮阴师范学院学报(哲学社会科学版), 2022, 44(5): 478-485, 539-540.
- [15] 张冰, 李阳兵, 夏春华, 等. 土地利用转型背景下社会经济—生态环境耦合协调研究: 以长江沿岸城市为例 [J]. 生态与农村环境学报, 2023, 39(4): 436-449.
- [16] 张中华, 韩霜. 资源型城市产业结构与生态环境的耦合协调模型构建与实证研究 [J]. 西安建筑科技大学学报(自然科学版), 2022, 54(6): 881-889.
- [17] 董晓庆, 赵伟. 成渝城市群土地利用转型与经济耦合协调性研究 [J]. 山地学报, 2021, 39(3): 389-402.
- [18] 牛文涛, 申清辉, 徐真真, 等. 基于耦合协调与转移矩阵的快速扩张型城市土地利用效益评价 [J]. Journal of Resources and Ecology, 2023, 14(3): 542-555.
- [19] MA Y X, WANG M C, ZHOU M, et al. Multiple Scenarios-Based on a Hybrid Economy - Environment - Ecology Model for Land-Use Structural and Spatial Optimization under Uncertainty: a Case Study in Wuhan, China [J]. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment, 2022, 36(9): 2883-2906.
- [20] 赵淑芹. 资源型城市转型背景下土地利用结构优化研究 [J]. 中国科技投资, 2022(12): 143-145.
- [21] 杜胜男, 郭爱请. 生态文明视角下环首都区域土地利用结构优化研究 [J]. 安徽农业科学, 2023, 51(1): 72-78.

责任编辑 夏娟