

土地资源优化配置与区域公路网建设规模

王 剑^{1,2}, 严宝杰¹, 李 华², 王高林¹

(1. 长安大学 公路学院, 陕西 西安 710064;
2. 陕西省高速公路建设集团公司, 陕西 西安 710068)

摘要:为了优化土地利用结构、科学配置交通用地规模,为区域公路网规划提供可靠依据,在分析交通发展与土地利用平衡机理的基础上,建立了以土地利用效益系数为目标函数,以土地资源、社会需求和生态环境等为约束条件的土地资源优化配置理论模型,并以陕西关中地区土地利用为例,设置了16个变量,建立了土地资源优化配置模型,系统分析了土地利用优化方案和交通用地合理规模,为科学配置土地资源、确定区域公路网建设规模以及进行区域公路网规划提供了建设性的参考意见。

关键词:交通工程;土地利用;灰色理论;公路网规划

中图分类号:F540.32

文献标志码:A

文章编号:1671-6248(2008)03-0034-05

区域性公路网规划和建设主要以微观经济学理论和交通工程理论为基础,建设规模和设计标准也主要以区域经济发展的交通需求和公路通行能力为依据。这种单向需求决定型发展模式过多地追求了交通系统内部的均衡和完善,忽视了交通与社会进程的相互融合^[1-2]。实际上,公路交通与社会、经济、资源和环境之间存在密不可分的动态发展关系,相互依存、相互影响^[3]。公路基础设施建设一方面有利于交通条件的改善、促进国民经济的发展;另一方面要不可避免地占用一定的土地,有效协调和处理公路发展与土地保护之间的关系,实现建路用路、区域经济与国民经济增值以及区域受益之间的良性循环,是当前这一问题研究的目的。目前国内外关于公路基础设施建设和土地利用的关系已有很多探索,即主要从交通与土地利用的本质以及交通需求与土地利用的内在联系^[4],城市合理利用土地形态与交通发展关系^[5],土地利用与交通结构组合之间的关系模型等^[6-8]方面进行分析,而对于区域公路网

规模与土地资源配置的研究较少。当今,科学发展观和可持续发展已成为社会发展的主旋律,公路网规划考虑各种因素并与各行业共同协调发展已经成为一种趋势。因此,优化区域土地利用结构、科学配置交通用地规模是公路网规划的基础。为此,本文分析了交通发展与土地利用的关系,合理优化土地资源,优化区域土地利用结构,并以陕西关中地区为例,采用灰色线性规划理论科学配置交通用地规模,力求在满足交通发展的基础上,合理确定公路建设标准和模式。

一、交通发展与土地利用平衡机理

(一) 公路建设与土地利用关系

公路建设与土地利用之间存在着复杂的相互促进和制约关系。交通网络结构和自然地理特征决定着区域性发展模式和发展战略,从而引导区域社会和经济结构的分布及土地利用形态,形成不同

收稿日期:2008-03-18

作者简介:王 剑(1965-),男,陕西西安人,陕西省高速公路建设集团公司高级工程师,长安大学工学博士研究生。

的土地利用功能区,如农业、工业、商业和文化教育等不同功能区。公路基础设施建设虽然不可避免地要占用一定的土地,但交通条件的改善不仅有利于国土资源的均衡开发,而且可以大大提高国土资源的整体使用效率^[9]。

随着社会经济的发展,社会产业结构和人口就业格局对区域内交通行业具有决定性的影响,产生了不同的交通出行强度、出行距离和交通空间分布特性,决定了交通系统的发展方向、交通体系结构和基本特征,这是交通规划的基础依据。公路建设在为国民经济带来效益的同时,还会促使沿线土地增值,原来一些未被有效利用的土地可能成为极具开发价值的土地,原来土地的产出品也有可能因交通条件的改善而降低流通过费用、提高利用的效率和效益,达到提高土地利用率的的目的。

1. 土地利用影响交通系统发展

土地利用形态从不同角度影响交通系统,主要体现在:一是规模因素,包括人口、工作岗位和住房等土地利用规模;二是密度因素,包括土地利用密度、人口密度等;三是布局因素,包括土地利用结构、城市结构和城市中心布局等。

合理的土地利用规划可以使交通需求和土地利用走向良性发展的道路。在制定综合交通规划时,要根据区域的功能定位和特点,确定合理的土地利用形态。一旦确定了土地利用形态,区域的交通需求总量、交通需求时间、空间分布特点和需求强度特点就确定了,由此可以实现交通系统的总体协调和优化,避免资源的浪费,实现合理的交通模式。

2. 公路建设对土地利用具有诱导作用

土地是区域经济的自然物质载体,为区域发展提供区位优势,为人们从事各种各样的活动提供场所。区域的空间结构和形态相对来说是静态的,不同区域之间的人流、物流交换必须通过交通得以实现。在其他因素恒定的情况下,交通系统的便捷程度决定着区域的空间形态。公路建设影响土地利用的因素主要涉及城镇建设、农田水利建设等方面。随着公路里程的增长,对土地价格也有着重要影响。土地的可达性与交通系统密切相关,交通条件的改善促使地域间的可达性提高,提升土地价值并吸引更多的交通流,促使沿线地区土地价值产生增值,改善了沿线地区的交通状况,提供了出行基础,为沿线地区提供了通达性,促进了沿线地区的交通便利,创造了区位优势。同时,这为沿线地区提供了调整土地使用规划、改变用地性质的机会,通过交通引导规

划改变用地属性,促进了土地节约利用,提高了土地收益和土地的绝对地租增值。

(二) 交通发展与土地利用矛盾

交通的快速发展无疑会改变基础设施建设长期落后的局面,但公路建设占地数量很大,也将引发土地利用平衡的各种矛盾和问题。

(1) 土地资源供给与交通发展需求矛盾突出。土地资源严重匮乏,非农建设用地指标不足,难以满足基础设施建设的需要。

(2) 土地利用行业与地域性价值差异矛盾依然存在。急功近利思想导致农用土地减少,而且较多集中在交通相对发达地区。

(3) 土地节约利用与浪费矛盾加剧。未利用土地需合理开发和利用,各行业建设又会带来新的土地滥用、浪费、流失和污染等问题。

(三) 制约公路建设与土地资源优化配置的影响因素分析

交通需求强烈与土地资源紧张的根本矛盾造成土地资源优化配置沦为空谈,因此,必须用科学而审慎的态度来解决二者之间的矛盾,使最少的土地资源满足最大的交通需求,从而获得利益最大化^[10]。

(1) 土地规模。目前,中国经济的快速发展使得人口、工作岗位和住房等都需要大量的土地,而土地规模的有限性决定了公路建设在使用土地时必须与其他土地需求协调发展。

(2) 土地密度。高密度的土地利用必然带来较大的交通需求,这就需要对公路进行技术升级,在占用较少土地的基础上挖掘现有公路的通行潜力。

(3) 土地布局。合理的区域公路用地布局和结构有利于建设低占地、低能耗、低费用和高效率的集约型高速公路发展模式。

(4) 公路建设的技术水平。公路建设技术水平的高低不仅决定了公路建设的质量,而且合理使用先进的技术能够节省大量土地。

二、土地资源优化配置模型

土地资源优化配置是一个多目标、多层次的持续拟合与决策过程。因此,构建土地资源优化配置模型需要采用多学科的多种方法论,包括动态模拟、数学规划、系统动力学、工程学等理论和方法。由于土地利用结构的多变性及系统因素之间的复杂性,使用线性规划静态模型,采用固定的土地效益系数和约束条件中的技术系数,所求出的结果往往与实

际不符,因而采用灰色线性规划更适合。

(一) 目标函数确定

土地利用结构优化的根本目的就是追求区域经济效益最大化,即以有限的投入生产出尽可能多的符合需要的产品和服务。一般用国内生产总值来反映这种目标并以此确定决策目标函数,同时兼顾社会效益和环境效益。故目标函数为: $\max[f(x)] = \sum_{i=1}^n C_i X_i$,约束条件为: $\otimes(A) X_i \leq \otimes(B)$; $X_i \geq 0$,其中, \otimes 为灰色参数; A 为技术系数; B 为约束系数; C_i 为效益灰数; X_i 为各类土地利用面积; $i = 1, 2, \dots, n$ 。该模型中效益系数 C_i 为土地利用类型效益系数,即单位面积上按当年价格计算的国内生产总值,其值可根据区域土地利用现状、自然经济特点及历年的发展趋势,采用灰色预测、回归预测、趋势预测和经验预测等多种预测方法求得。

(二) 约束条件确定

土地资源优化配置的原则就是要遵循科学发展观,在追求经济快速发展的同时,必须考虑土地产品的供给和社会服务需求如何更好的协调发展。因而约束条件应从土地资源、社会需求和生态环境等方面来设定限制因素。

1. 土地资源约束

土地资源约束主要包括土地总面积约束:各土地利用类型面积之和等于土地总面积;耕地约束:根据目前区域产业结构和农业生产水平,计算出要保证正常的生活需求,人均占有耕地亩数;其他农用地约束:加强农村道路、农业设施和农田设施建设,集约发展畜禽饲养业,减少闲置用地是建设新农村的必然要求;城镇用地约束:以建设城市化进程水平预测;农村居民点用地约束:人均用地应得到一定的控制;工矿用地约束:考虑到实际情况和经济发展,工矿用地面积应随着经济的发展有所增加;交通用地约束:交通用地主要是交通网的改造用地以及城镇建设配套用地,可考虑按城镇用地增长比例同步增长;水利用地约束:加强完善水利设施,提升生产效率;水域面积、特殊用地约束:一般变化不大,相对保持稳定;土地供应能力的约束:随着科技技术不断进步,未利用土地的适宜利用率得以提高。

2. 社会需求约束

社会需求约束包括以下几个方面。

(1) 人口总量约束。农用地和城镇用地承载的人口应控制在规划年预测人口之内。

(2) 人均粮、棉、油和蔬菜需求量约束。根据

《中国食物与营养发展纲要》(2001~2010)提出的需求标准,确定年人均需求水平为:粮食(包括饲料用粮)400 kg;食用油 10 kg;蔬菜 147 kg;皮棉 4.5 kg,并考虑一定的富余数量。

(3) 产业发展约束。由第一产业总值占 GDP 的比例确定。

(4) 水资源约束。结合区域的水资源现状,确定满足用水需求,合理开发水资源,联合国规定的合理水资源开发利用效率 30% 的标准。

3. 生态环境约束

生态环境约束包括:生态平衡约束,即森林覆盖面积应大于规划要求;水土流失约束,即退耕还林、还草和固土改良等。

三、实例分析

(一) 关中地区土地利用特点

关中地区南依秦岭,北靠黄山高原,西起宝鸡峡,东迄潼关,东西长约为 360 km,南北宽度不均,平均约为 120 km,总面积为 55 477 km²,占全省总面积的 27%。截至 2007 年底,关中人口为 2 296 万人,占全省总人口的 61%,聚集着全省 69% 的 GDP 和 80% 的人力资源。

土地利用现状结构中,农业用地(耕地占 39%、园地占 7%、森林占 45%、畜牧用地占 6%、其他用地占 3% 等)占 80.9%,建设用地(城镇用地 13.3%,农村用地占 61.6%,独立工矿及特殊用地占 16%,交通用地占 6.5%,水利用地占 2.6%)占 8.4%,水域占 2.1%,未利用土地占 8.6%。

(二) 关中地区土地资源优化模型构建

1. 确定决策变量

依据全国土地分类标准,结合关中地区土地利用现状、土地适宜性及各行各业对土地利用的需求特点等,设置 16 个规划决策变量,见表 1。

表 1 关中地区土地资源优化决策变量

变量	土地类型	变量	土地类型	变量	土地类型	变量	土地类型
X_1	种粮用地	X_5	园地面积	X_9	城镇用地	X_{13}	交通用地
X_2	种棉用地	X_6	林地面积	X_{10}	农居用地	X_{14}	水利用地
X_3	种油用地	X_7	草地面积	X_{11}	工矿用地	X_{15}	水域用地
X_4	种菜用地	X_8	其他农用地	X_{12}	特殊用地	X_{16}	未利用地

2. 土地利用优化结果

灰色线性规划模型中,对于效益系数、技术系数

和约束系数等灰色子模块,通过GM(1,1)等预测模型得到各系数白化区间值(上限、下限及中间值),取中间值并根据规划模型的解具有弹性的特点及系统的发展态势,适当予以调整,使得目标函数的结果

落入灰靶(即该模型满意解的区间)。作者应用灰色线性规划计算程序运算求解,得到了同时满足约束方程和目标函数最大的优化方案,见表2。

由表2可以看出,随着关中地区社会经济发展

表2 关中地区各规划年土地资源优化方案

用地类型	现状面积/hm ²	比例/%	2010年优化面积/hm ²	比例/%	2015年优化面积/hm ²	比例/%	2020年优化面积/hm ²	比例/%
X ₁	1 579 503	28.470	1 484 934	26.770	1 497 242	26.990	1 484 809	26.760
X ₂	80 660	1.454	80 074	1.443	80 389	1.449	81 872	1.476
X ₃	84 710	1.527	80 253	1.447	83 547	1.506	81 574	1.470
X ₄	12 980	0.234	16 739	0.302	17 636	0.318	18 534	0.334
X ₅	302 944	5.461	304 148	5.482	305 670	5.510	307 212	5.538
X ₆	2 027 469	36.540	2 337 115	42.130	2 318 255	41.790	2 328 214	41.970
X ₇	261 210	4.708	261 628	4.716	262 152	4.725	262 677	4.735
X ₈	139 842	2.521	120 743	2.176	73 024	1.316	61 547	1.109
X ₉	61 670	1.112	78 340	1.412	109 786	1.979	153 854	2.773
X ₁₀	286 578	5.166	33 009	0.595	42 275	0.762	33 274	0.600
X ₁₁	44 029	0.794	81 435	1.468	83 976	1.514	55 352	1.000
X ₁₂	30 272	0.546	30 272	0.546	30 272	0.546	30 272	0.546
X ₁₃	30 440	0.549	33 508	0.604	37 782	0.681	42 602	0.768
X ₁₄	12 359	0.223	12 735	0.230	13 260	0.239	13 806	0.249
X ₁₅	117 655	2.121	117 655	2.121	117 655	2.121	117 655	2.121
X ₁₆	475 390	8.569	475 124	8.564	474 791	8.558	474 459	8.552
合计	5 547 712	100	5 547 712	100	5 547 712	100	5 547 712	100

以及城镇化进程的加快,优化调整后的方案与土地利用现状相比,有如下特点:园地、林地、牧畜与建设用地均有所增加,农用地和未利用地减少。这体现了建设关中城市群、退耕还林、优化环境和调整产业结构的发展理念和规划思想。

3. 区域公路网建设规模分析

现代交通运输业是由铁路、公路、水运、航空和管道五种基本运输方式组成的综合性运输体系,也是一个庞大的系统工程。各种运输方式有着各自的技术特点、经济性能和适应范围。它们之间相对独立,相互竞争,又相互依存,只有合理的进行分工,优化规模配置,才能发挥区域综合运输体系的最大效益。本文拟从运输方式的用地比例进行规模配置。表3为关中地区交通用地数量及所占比例,运用GM(1,1)模型预测某个规划年度的公路用地比例,以此计算公路网建设用地规模。

通过上述计算可知,到2010年陕西关中地区公路网总用地规模为25 898 hm²,比2006年新增用地2 926 hm²,根据关中地区的地形和自然环境特点,新增用地仅能修建48 km四车道高速公路。这就要

表3 关中地区各规划年交通用地数量及比例

用地类型		年份							
		2002	2003	2004	2005	2006	2010	2015	2020
铁路用地	数量/hm ²	6 136	6 200	6 316	6 395	6 669	6 782	6 956	7 000
	比例/%	23.87	23.25	22.48	22.25	21.91	20.24	18.41	16.43
公路用地	数量/hm ²	18 821	19 717	21 039	21 608	22 972	25 898	29 927	34 618
	比例/%	73.21	73.93	74.85	75.14	75.47	77.29	79.21	81.26
民用机场	数量/hm ²	749	749	749	749	793	824	895	980
	比例/%	2.91	2.81	2.66	2.60	2.61	2.46	2.37	2.30
港口码头	数量/hm ²	0	0	1	1	1.1	1.1	1.1	1.1
	比例/%	0	0						
管道运输	数量/hm ²	0.9	3.4	3.9	3.9	4.4	4.4	4.4	4.4
	比例/%	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

求交通管理部门在项目规划和设计阶段,慎重地进行建设项目排序,合理选用技术标准,使公路建设与土地集约利用协调一致。

四、结 语

首先分析了土地利用和区域公路网建设规模之间的辩证关系。土地资源优化配置与区域公路网建

设规模之间存在着复杂的相互促进和制约关系。土地利用影响区域公路网建设规模的发展,区域公路网建设规模与土地利用之间存在着相互制约的矛盾,而区域公路网的建设对土地资源的优化配置具有诱导作用,对公路建设与土地资源优化配置的影响因素进行了分析。

其次在分析交通发展与土地利用平衡机理的基础上,建立了以土地利用效益系数为目标函数,以土地资源、社会需求和生态环境等为约束条件的土地资源优化配置理论模型。

最后以陕西关中地区土地利用为实例,建立了16个变量的土地资源优化配置模型,系统地分析了关中地区土地利用优化方案和交通用地合理规模,为关中地区科学合理配置土地资源和确定区域公路网建设规模提供了有效参考。

参考文献:

- [1] 王利彬,吴群琪.公路建设经济影响的动力学研究[J].长安大学学报:社会科学版,2006,8(2):34-37.
- [2] 吕永霞.土地利用结构优化灰色多目标规划建模与实证研究[D].南宁:广西大学,2006.
- [3] 张巧艳,骆东奇,张天生.土地利用结构优化配置方法研究进展[J].甘肃农业,2005,19(11):47-48.
- [4] 高 凡.关中地区水土资源可持续承载力及优化配置研究[D].西安:西北大学,2005.
- [5] 沈志云.交通运输工程学[M].北京:人民交通出版社,1999.
- [6] 陆化普,王建伟,袁 虹.基于交通效率的大城市合理土地利用形态研究[J].中国公路学报,2005,18(3):109-113.
- [7] 王媛媛,陆化普.基于可持续发展的土地利用与交通结构组合模型[J].清华大学学报:自然科学版,2004,44(9):1240-1243.
- [8] 陈 峰,阙叔愚.土地利用与交通相互作用理论探讨[J].中国土地科学,2001,15(3):27-30.
- [9] 董千里.公路建设与土地利用的关系及效益机制研究[J].中国公路学报,1999,12(增刊):143-149.
- [10] 刘清君.公路网规划现实思考与新思路[J].交通运输工程学报,2004,4(2):71-75.

Optimized allocation for land resources and construction scales for regional highway network

WANG Jian^{1,2}, YAN Bao-jie¹, LI Hua², WANG Gao-lin¹

- (1. School of Highway, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China;
2. Shaanxi Expressway Construction Company, Xi'an 710068, Shaanxi, China)

Abstract: In order to optimize the regional land-use structure, allocate transportation land-use scale scientifically, and provide reliable basis for regional highway network planning, the paper, on the basis of the balanced mechanism between transportation development and land use, establishes the function aiming at high beneficial coefficient of land use and a theoretical model for optimized allocation of land resources in consideration of land resources, social demand and biological environment. The authors take the examples of land use in Guanzhong area in Shaanxi Province, set up 16 variables equations and create a model for optimized allocation of land resources. Through scientific analysis for the optimized plan and proper scale of the development, the authors offer some constructive suggestions for the scientific allocation of land resources, proper scale of highway network construction and good planning work of the regional highway network.

Key words: traffic engineering; land use; grey theory; highway network plan