

山东省绿色公路评价指标体系研究

崔长伟¹ 刘晓龙¹ 李西安^{2*} 李同磊¹

1. 山东蒙山路桥有限公司; 2. 临沂大学土木工程与建筑学院

摘要: 为了加强山东省绿色公路的建设发展,在明确山东省绿色公路建设内涵的基础上,建立了绿色公路评价指标体系。该体系包含资源节约、生态环保、节能低碳、品质建设、创新支撑、安全智慧、服务提升等7项一级指标及40个二级指标;采用层次分析法确定了各级指标的权重,进而建立了量化方法;在此基础上,选取山东省某高速公路,采用本文提出的评价指标体系进行评价。结果表明:本文所构建的评价指标体系符合山东省绿色公路发展要求,结构合理,具有较强的实用性,可为山东省绿色公路评价提供依据,并为实际工程建设提供指导。

关键词: 绿色公路; 评价指标体系; 地域特点; 层次分析法

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.23.059

引言

近些年,我国高速公路建设水平发展迅猛,截至2020年底,我国现有高速公路里程超过16.1万km。随着我国公路建设的飞速发展,公路在带来便利之时也对环境有一定的破坏。由于在公路建设过程中能源的需求量大且容易产生大量污染物,因此容易引发严重的生态负效应,最终导致生态环境的进一步恶化。因此,将公路与生态环境相结合的绿色公路的发展已成为必然趋势^[1]。在资源与环境的双重压力下,将绿色低碳的理念灌输到公路建设上,并遵循以节约资源能源和保护环境为基本要求的绿色公路发展模式,不仅是发展绿色交通体系的重要途径,而且对于“双碳”目标的达成、美丽中国的建设、生态文明的促进也具有深远影响^[2]。

目前已经有多位学者对绿色公路的理念、体系等都进行了相应的研究。在理念研究方面,赛闹仁钦^[3]以国民经济高质量发展背景下本着低碳理念,阐述了绿色公路建设过程中面临的技术问题及应用。王华峰^[4]等人针对为实现碳达峰、碳中和目标在研究和实践过程中面临的前沿问题提出了以推动绿色发展为导向的规划。赵文博^[5]解析了绿色公路内涵、国土空间控制规划任务,并从利用廊道资源、节约土地资源、保护生态等方面探讨了绿色公路理念的指导作用。

在绿色公路指标体系方面,王晋^[6]等人从生命周期角度建立了绿色低碳公路评价指标体系。在此基础上,通过模糊综合评价法对公路的绿色等级进行了评估。陈学平^[7]等人针对公路规划设计与建设运营过程,建立了多个方面的指标评价,通过主客观赋权法求得指标权重,结合相关问题的解决措施,设计了指标的评分标准。李邦武^[8]等人针对海南省特殊的地理环境及人文特点,对该省绿色公路施工阶段的评价指标体系进行了研究,提出了评价分值计算方法。

以上表明,当前已有多项研究构建了与绿色公路相

匹配的评价指标体系,但我国不同地区地理条件、人文理念等各方面差异较大,不同地区绿色公路的评价方法只能用来作为参考不能直接完全照搬^[9]。山东省因地理面积广阔,土地类型多样,在公路建设过程中体现了当地特色,目前针对山东省的绿色公路研究还不够充分。本文对山东省绿色公路指标体系及评价标准展开研究。首先,基于山东省自身地理及人文特点,阐述山东省绿色公路的内涵;然后结合绿色指标体系建立方法以及山东省地方公路建设文件要求,构建山东省绿色公路指标体系,进而开展指标权重及量化方法的研究;最终,将指标体系和评价标准融合,建立一套属于山东省绿色公路的评价标准体系。

一、山东省绿色公路建设内涵

山东省的地理位置处于我国的第三大阶梯,地形多山地丘陵及平原盆地,形成了以山地丘陵为骨架,平原盆地交错环列的地形大势。山东省包含滑坡、泥石流、地面塌陷和不稳定斜坡等多种公路地质灾害,变质岩区域被风侵蚀的较为严重,公路建设施工对岩体的扰动及引发的崩塌和不稳定斜坡灾害,是发生灾害频率最多的岩土类型区域。

依据《山东省“十四五”综合交通运输发展规划》,在山东省绿色公路建设的过程中,除了要秉承绿色公路建设一般特征外,还需结合山东省独有的环境条件及人文特点,创建有特色、高品质的绿色公路,充分展现山东省内地理环境的特色和亮点。

(1) 安全可靠、绿色集约。秉持“安全第一、生命至上”观念,全面提高安全保障和应急救援能力。在交通运输发展全过程贯穿绿色低碳发展理念,强化碳排放控制和结构性减排,加强交通领域污染防治、生态环境的保护、自然环境的修复和资源集约节约利用。

(2) 创新驱动、融合发展。坚持创新在交通运输现代化建设中的核心地位,加强智慧交通关键技术研究攻关,推动新一代信息技术、人工智能、智能制造、新材料、新能源赋能交通发展。

(3) 体现特殊环境。充分考虑滑坡、泥石流、地面塌陷和不稳定斜坡等自然灾害,采用适合地质特点的建设方案。

(4) 人与自然和谐相处。在旅游景区及自然保护区较多的前提下,实现人、车、路、环境的和谐发展。

二、山东省绿色公路评价指标体系构建

(一) 山东省绿色公路评价指标体系的构建方法

(1) 绿色公路评价指标的确立需遵循一定的原则。整体层次性:设一、二级指标,一级指标为总体大方面关系,包含生态保护、绿色建设、安全保障、创新支持等方面,各一级指标下设若干二级指标,以丰富一级指标的涵盖内容;因地制宜性:绿色公路的建设不仅要考虑绿色公路的特有属性,还需结合山东省地方特

点。总体规划公路建设需求，以能最大限度服务于山东省特色绿色公路。

(2) 结合公路建设全周期以及系统性综合设立指标。绿色公路的建设应考虑到全周期的服务，在设计时做好公路规划；施工时节能减排，保护生态；运营时又应保障好出行人民的安全。根据绿色公路周期做好系统性的评价准则。

(3) 国内外文献使用频率较高的评价指标。对于国内外相应文献中运用较多的指标，都有一定的绿色公路共同性，满足于绿色公路的建设需求。

(4) 安全可靠、绿色集约。牢固树立“安全第一、生命至上”理念，全面提高交通运输安全保障和应急救援能力。将绿色低碳发展理念贯穿交通运输发展全过程，强化碳排放控制和结构性减排，加强交通领域污染防治、生态保护修复和资源集约节约利用。

(5) 创新驱动、融合发展。坚持创新在交通运输现代化建设中的核心地位，加强智慧交通关键技术研究攻关，推动新一代信息技术、人工智能、智能制造、新材料、新能源赋能交通发展。

(6) 结合国家以及山东省的文件合理选取评价指标。在社会发展迅速的阶段，满足于例如《山东省交通运输节能环保“十四五”发展规划》的规划要求，以积极响应国家和地方基建的发展规划，顺应国家发展以及社会潮流的变化。

(二) 山东省绿色公路评价指标体系的构建

与专家学者论证得到指标体系：资源节约、生态环保、节能低碳、品质建设、创新支撑、安全智慧、服务提升7个方面构建绿色公路评估指标体系，以实现绿色、环保、便捷、安全、创新的山东省绿色公路。

(1) 节约资源方面：绿色公路发展对自然资源的占用情况。节约水土资源，维护公路周边绿地，将废旧材料以及施工垃圾尽量采取可循环利用措施，提高资源利用效率。

(2) 保护生态方面：绿色公路发展对自然环境的影响。治理水土污染，保护生态水域，减轻声、光、气对周边环境的污染，以打造生态公路。

(3) 低碳节能方面：绿色公路发展对能源消耗和碳排放的控制情况。积极采用清洁能源以及可再生资源，合理运用资源，降低碳排放，多采取固碳措施。

(4) 品质建设方面：新时期、新形势下绿色公路发展对公路工程建设水平提升的要求。积极将云数据管控，信息化管理应用到公路建设当中，加强路面质量、施工质量的建设。

(5) 创新支撑方面：新技术保障，绿色高效率公路。提高可再生能源的技术水平，推广新技术，新材料，新工艺在绿色公路建设当中的应用。

(6) 安全智慧方面：绿色公路发展对交通安全和智慧运营的新要求。加强云上数据库的建设，实现数据共享，便捷出行，积极保障出行人员的交通安全，加强自然灾害的数据监测。

(7) 服务提升方面：绿色公路发展对公路服务功能的拓展情况。包括绿色休息站的设立，ETC车道的应

用与拓展等。

具体指标如表1所示，共包含7个一级指标以及40个二级指标。

表1 山东省绿色公路评价指标体系

一级指标	二级指标	一级指标	二级指标
资源节约	土地占用率	创新支撑	公路沥青工艺
	污水处理及水循环工艺		新型功能材料应用
	废旧材料回收利用率		智能视频监控报警
	施工节能措施		高精度数字化基础设施
生态环保	公路绿化率	安全智慧	交通基础设施信息库建设
	清洁能源的应用率		BIM技术应用
	可回收工艺		公路信息监管采集
	水土流失防治		道路定期危险排查
	施工扬尘控制		公路应急防护设施
	声光污染防治		紧急预警系统
	土地挖填状态		地质灾害监控系统
	施工渣土处理		公路设施维护计划
	施工固体垃圾无害化处理		绿色边坡防护设施
	地表水与地下水的保护		公路排水措施
节能低碳	固碳植被比例	服务提升	交通警示标志
	施工设备减排		公路ETC技术的应用与拓展
	可再生能源发电技术的应用		新型公路绿色服务区
品质建设	路面使用耐久设计	服务提升	充电桩与加气站设立
	标准化施工工艺		
	施工管理信息化		
	智能设施布置情况		
	公路监测云数据库		

三、山东绿色公路评价指标权重研究

(一) 山东省绿色公路评价指标权重确定

指标权重表示某一指标在总体指标体系中的相对重要程度，运用合理的、科学的权重方法可以提高评价结果的准确性。在权重的确立上，采用了层次分析法，它是定性和定量综合进行分析的方法。该方法的具体计算公式可参考文献^[3]。层次分析法将问题分为目标层和准则层，构造专家判断矩阵，求解特征向量，求得每一层级之间的重要性，最终加权确定最优方案。

山东省绿色公路评价指标体系具有7个一级指标，分别为目标元素 Y_1 、 Y_2 、 Y_3 、 Y_4 、 Y_5 、 Y_6 、 Y_7 。基于德尔菲赋权法，得出一级指标的序关系为 $Y_2=Y_3>Y_1>Y_4=Y_5>Y_7>Y_6$ 。根据赋值原理可得一级指标的权重系数，进而得到权重向量： $w=(0.17, 0.21, 0.21, 0.14, 0.14, 0.06, 0.07)$ 。采用同样的方法计算二级指标权重系数。

在层次分析的过程中为了提高工作进度以及数据计算的精确度，采用了SPASSAU作为计算工具，将各指标两两判断，继而根据专家判断得到下列表格。

(二) 评价指标体系量化方法

绿色公路评价指标满分为100分，每个一级及二级指标单个评分满分均为100分，将每项一级指标包含的二级指标的得分与对应权重加权求和后构成一级指标的

表2 山东省绿色公路评价指标权重表

一级指标	权重	二级指标	权重	一级指标	权重	二级指标	权重
资源节约	0.17	土地占用率	0.2964	创新支撑	0.14	公路沥青工艺	0.1528
		污水处理工艺	0.2107			新型功能材料应用	0.1259
		废旧材料回收	0.2464			智能视频监控报警	0.0997
		施工节能措施	0.2464			高精度数字化基础设施	0.1785
生态环保	0.21	公路绿化率	0.1186	安全智慧	0.06	交通基础设施信息库	0.1993
		清洁能源应用率	0.1119			BIM技术应用	0.2438
		可回收工艺	0.0727			公路信息监管采集	0.1249
		水土流失防治	0.0804			道路定期危险排查	0.0748
		施工扬尘控制	0.0975			公路应急防护设施	0.1249
		声光污染防治	0.0975			紧急预警系统	0.1170
		土地挖填状态	0.1214			地质灾害监控系统	0.1096
		施工渣土处理	0.0810			公路设施维护计划	0.0625
		固体垃圾无害化	0.0993			绿色边坡防护设施	0.1249
		水资源的保护	0.1196			公路排水措施	0.1249
节能低碳	0.21	固碳植被比例	0.4111	服务提升	0.07	交通警示标志	0.1366
		施工设备减排	0.2611			公路ETC技术的应用	0.3333
		可再生能源应用	0.3278			新型公路绿色服务区	0.3333
品质建设	0.14	路面耐久设计	0.2233			充电桩与加气站设立	0.3333
		标准化施工工艺	0.2233				
		施工管理信息化	0.1983				
		智能设施布设	0.1317				
		公路监测数据库	0.2233				

得分，再将各项一级指标加权求和后求得总分。

90分到100分区间内则为★★★★★级绿色公路（优秀）；80分到90分区间内则为★★★★级绿色公路（良好）；70分到80分区间内则为★★★级绿色公路（一般）；60分到70分区间内则为★★级绿色公路（合格）；0分到60分区间内则为★级绿色公路（不合格）。

四、山东省绿色公路评价指标体系应用

山东省某高速公路项目全长110.675 km，设计时速100 km/h（80 km/h）路基宽度34.5m（25.5m），该高速公路在建设全过程中将采用温拌沥青混凝土路面、LED照明、风光互补供电、施工区集中供电、ETC不停车收费等节能减排技术，以及表土资源利用、隧道弃渣利用、碳汇生态建设、沿线建筑设施污水处理和中水回用等资源循环生态环保项目，从全方位打造一条符合绿色公路标准的标准化高速公路。

根据实际得分带入权重表2得到一级指标A资源节约得分为90分、B生态保护得分为92分、C节能低碳得分为88、D品质建设得分为91、E创新支撑得分为87分、F安全智慧得分为95分、G服务提升得分为92分。最终求得总分为90.17分，所以该公路为★★★★★级绿色公路。

五、结语

本文基于全寿命周期绿色公路的定义，从山东省公路建设的设计阶段、施工阶段、运营养护阶段考虑，把各个阶段的影响综合起来从而得到了包含7个一级指标以及40个二级指标的山东省绿色公路评价指标体系。采用了层次分析法对指标权重进行赋值，进而提出评价指标体系中各指标的量化方法。采用本研究提出的方法对山东省某高速公路进行评价，结果表明该指标体系结构

合理，具有较强的实用性，符合国家可持续发展主旨，可为山东省绿色公路的评价及发展提供依据。

本文结合山东省地理环境条件及山东省“十四五”综合交通运输发展规划阐述了山东省绿色公路建设的内涵，建立了适用于当地地域及人文特色的绿色公路评价指标体系。将进一步与专家讨论、咨询后进行完善。

参考文献

- [1]王京力,任军社.延崇高速公路河北段绿色公路设计实践[J].公路,2022,67(08):313-316.
- [2]韩素华.基于碳中和目标下公路建设的经验观察与分析[J].交通节能与环保,2021,17(02):13-15.
- [3]赛闹仁钦.低碳理念下绿色公路建设关键技术及应用探讨[J].产业创新研究,2023(10):131-133.
- [4]王华峰,王勇,黄若楠等.基于绿色发展背景下的绿色生态公路建设体系发展研究[J].工程建设与设计,2023(07):109-112.
- [5]赵文博.绿色公路理念在国土空间控制规划中的应用[J].城市道桥与防洪,2021(08):40-43.
- [6]王晋,吉光,马军.绿色低碳公路评价指标体系与评价方法研究[J].公路,2014,59(07):356-361.
- [7]陈学平,白思华,姚嘉林等.绿色公路评价指标体系及评价方法[J].交通运输研究,2020,6(04):9-17.
- [8]李邦武,杨梦柔,王晓路等.海南省绿色公路施工阶段评价指标体系研究[J].公路,2020,65(02):265-272.
- [9]张利东,高硕晗,杨艳刚等.季冻区绿色公路评价指标体系研究[J].交通运输研究,2021,7(04):95-104.