

LUSE GONGLU JIANSHE
GUANJIAN JISHU YANJIU YU SHIJIAN

绿色公路建设

关键技术研究与实践

张劲泉 王昭春 易振国 俞文生

编著



人民交通出版社
China Communications Press

绿色公路建设关键技术研究与实践

张劲泉 王昭春 易振国 俞文生 编著



人民交通出版社
China Communications Press

图书在版编目(CIP)数据

绿色公路建设关键技术研究与实践 / 张劲泉等编著

. —北京:人民交通出版社,2014.1

ISBN 978-7-114-10982-9

I. ①绿… II. ①张… III. ①道路工程 IV. ①U41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 016611 号

书 名: 绿色公路建设关键技术研究与实践

著 作 者: 张劲泉 王昭春 易振国 俞文生

责任编辑: 赵瑞琴

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpress.com.cn>

销售电话: (010)59757973

总 经 销: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 880×1230 1/16

印 张: 12.25

字 数: 380 千

版 次: 2014 年 1 月 第 1 版

印 次: 2014 年 1 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-10982-9

定 价: 48.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

《绿色公路建设关键技术研究与实践》

编 委 会

主 编：张劲泉 王昭春 易振国 俞文生

副主编：沈 毅 徐世田 高海龙 樊友伟 邵社刚 文旭卿

编 委：孟 强 谢晓如 秦晓春 徐建平 黄文红 王 丹

严绍洋 范庆春 邱志清 张 东 张伟联 杨艳刚

欧阳天庭 马建荣 杨志峰 孙 聪 余剑锋

目 录

概念与理论篇

1 导言	3
1.1 建设绿色公路的背景	3
1.2 建设绿色公路的意义	3
2 绿色公路的理念解析	5
2.1 绿色公路的内涵剖析	5
2.2 绿色公路的主要特征	5
3 绿色公路的哲学思想	7
3.1 可持续的发展观	7
3.2 生态文明的伦理观	7
3.3 自然辩证的系统观	8
4 绿色公路的理论基础	9
4.1 生态学理论	9
4.2 耗散结构理论	9
4.3 恢复生态学理论	10
4.4 污染生态学理论	10
4.5 经济学理论	10
4.6 社会学理论	10
4.7 系统学原理	11
5 绿色公路的评价体系	12
5.1 公路可持续发展的需求分析	12
5.2 绿色公路评价技术	14

技术与实践篇

6 依托工程背景	29
6.1 依托工程概况	29
6.2 项目区自然地理特征	29
7 绿色低碳服务区建设技术	32
7.1 技术要点	32
7.2 主要技术性能指标	34
7.3 国内外研究及应用情况	35
7.4 公路服务设施合理规模与布局技术	41
7.5 绿色建筑技术	50
7.6 绿色出行服务与管理技术	67
8 绿色公路路域生态工程技术	79
8.1 技术要点	79

8.2	主要技术性能指标	79
8.3	国内外研究及应用情况	80
8.4	植被护坡技术	82
8.5	路侧生物隔离栅建设技术	90
8.6	绿色公路弃土场设计与施工技术	91
9	绿色公路景观规划、设计与营造技术	100
9.1	技术要点	100
9.2	国内外研究现状	101
9.3	旅游公路功能及景观特性分析	102
9.4	基于 3S 技术的旅游公路景观规划研究	103
9.5	旅游公路景观规划、设计及营造技术	157
	参考文献	188



概念与理论篇

1 导 言

1.1 建设绿色公路的背景

(1)建设绿色公路,发展低碳经济,是响应当今国际应对气候变化发展战略的必然要求。

“十一五”以来,针对建设绿色交通体系的技术要求,我国交通行业开展了大量公路生态环境保护和资源节约方面的研究,在公路生态恢复、节能减排、材料循环利用技术等方面取得了显著成果。交通环境保护新理念与新技术的飞速发展,极大地促进了公路行业环境保护技术进步,为公路工程环保实践提供了有力的支撑。

《公路水路交通“十一五”发展规划》(交通部^①,2006)中明确要求“以低投入、低消耗、低排放、高效率为外在特征,加快建设资源节约型交通行业,实现交通发展对资源的少用、用好及循环使用,实现交通发展与自然生态的和谐统一”。《国家环境保护“十一五”科技发展规划》(国家环境保护总局^②,2006)提出“循环经济作为实现我国可持续发展的重要战略目标,对提高资源生产率和建设资源节约型、环境友好型社会具有重要意义,是长期和前瞻性的科技发展方向”。《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020)》(国务院)也明确要求“促进交通运输向节能、环保和更加安全的方向发展”。建设“畅通、高效、安全、绿色”的现代交通运输体系,已成为我国“十二五”交通行业发展的主要任务。

(2)建设绿色公路,是交通行业建设生态文明的主要任务。

党的十八大报告首次把大力推进生态文明建设独立成篇,提出必须树立尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念,把生态文明建设放在突出地位,融入经济建设、政治建设、文化建设、社会建设各方面和全过程,努力建设美丽中国,实现中华民族永续发展。这为未来公路交通的发展提出了绿色方向,也启示我们如何有效地将生态文明融入公路交通环境保护中。

将生态文明理念引入交通行业,将成为未来公路建设的主导趋势。绿色公路建设是交通行业生态文明建设的主阵地。在绿色公路建设中,加强生态文明制度建设,就要把公路建设过程中带来的资源消耗、环境损害、生态效益纳入经济社会发展评价体系,建立体现生态文明要求的目标体系、考核办法、奖惩机制。要实现这一目标,就要在公路项目的决策、建设、竣工、运营的各个环节和时期充分有效地运用环境管理手段,加强环保监督和执行力度以及污染治理设施运行效果的监管,并健全生态环境保护责任追究制度和环境损害赔偿制度,在降低能源成本、实现环境保护最大化和资源配置最优化的同时,提高环境舒适度和公路的服务品质,在公路建设整个周期均能达到经济效益和环境效益和谐可持续发展。十八大生态文明建设的明确提出,为绿色公路建设注入了新的力量,也为自然资源的合理开发和利用提供了新的价值观。

(3)建设绿色公路,是构建“资源节约型、环境友好型”两型社会的重要内容。

十八大报告指出,坚持节约资源和保护环境的基本国策,坚持节约优先、保护优先、自然恢复为主的方针,着力推进绿色发展、循环发展、低碳发展,形成节约资源和保护环境的空间格局。建立绿色交通体系、促进材料循环利用、发展低碳经济,是交通行业“十二五”的主要任务,绿色公路建设是绿色交通体系建设的主阵地,对绿色公路进行研究,是构建“资源节约型、环境友好型”两型社会的必然要求。

1.2 建设绿色公路的意义

(1)公路建设的跨越式发展给资源和环境带来的压力与日俱增,建设绿色公路势在必行。

^①交通部于2008年3月更名为交通运输部。

^②国家环境保护总局于2008年3月更名为环境保护部。

近年来,公路建设的跨越式发展在促进社会、经济快速发展的同时,给当地的资源和环境造成的压力与日俱增。公路建设对农田林地等土地的占用、对能源的消耗、对环境的污染以及对生态平衡的破坏,直接关系到公路能否健康的可持续发展。

在传统的公路建设中,设计者往往注重建设成本的降低而忽略了低碳节能减排等绿色技术的应用。开发绿色技术、建设绿色公路,不仅能够提高资源和能源的利用率,减少环境污染,维持生态平衡,同时能够提高公路的运营效率,优化服务质量。我国在“十二五”规划中已明确将“节能减排”作为未来发展的目标之一。2010年4月联合国开发计划署(UNDP)在北京发布的最新一期《中国人类发展报告》更是指出:“中国目前的增长模式很难长期维持。中国在未来除了走低碳道路之外,别无选择。”交通运输行业是能源消耗的大户,发展低碳交通、建设绿色公路是交通运输业调整结构、转变发展方式的必然选择,也是我国走低碳道路的必由之路。

(2)公路交通绿色技术与评价亟待形成规范和标准,需要尽快开展绿色公路研究作为技术支撑。

近年来,我国在公路生态恢复、节能减排、材料循环利用技术等方面已经取得了显著成果,极大地促进了公路交通系统绿色低碳技术的发展。但目前行业内对于绿色公路的概念至今没有统一的界定^[1],也尚未形成公认的绿色公路建设的评价标准和方法^[2,3]。因此,对绿色公路开展研究,构建绿色公路理论体系与评价体系,科学评价公路的可持续性,对于规范行业绿色公路评价标准、推广绿色公路建设实践、促进公路的健康可持续发展具有重要意义。

(3)绿色公路评价的综合性和复杂性,要求建立绿色公路评价指标体系作为量化工具。

绿色公路建设是实现公路交通可持续发展的必然要求,但架构绿色公路交通体系是一个高度复杂的系统工程,不仅需要环境工程师和公路设计者运用可持续发展的设计方法和手段,还需要决策者、管理机构和使用者的共同参与营建的全过程。这种多层次合作关系的介入,需要在公路项目的决策、建设、竣工、运营的整个周期中确立一个明确的绿色公路评价标准,并在各个环节充分有效地采用绿色低碳技术,贯彻始终。因此,对绿色公路开展研究,建立绿色公路评价指标体系,可为公路可持续性的评定提供量化工具。

2

绿色公路的理念解析

2.1 绿色公路的内涵剖析

绿色,本是自然界中常见的颜色,是一种比刚长的嫩草的颜色深些的颜色或呈艳绿,或在光谱中介于蓝与黄之间的那种颜色。绿色,与大自然和植物紧密相关。并且这一概念不断被丰富扩展,现已更多地被用来描述一种有利于保护环境、节约资源、保护生态平衡的方式与行动。

“绿色公路”中的“绿色”二字,实际上就是“绿色”概念的发展与深化。对绿色公路的理解,不能仅仅停留在路界范围内的污染治理加绿化美化。不仅需要在近自然化的意义上把握绿色生态技术的本质,是一种从“浅绿色观念”向“深绿色观念”的转变,而且需要把绿色公路建设理解为是一种具有系统性的生活方式的再造,它应该包括绿色技术(物质层面)和绿色文化(精神层面)。

“绿色公路”中的“绿色”二字唤起一种新的绿色节能意识,把低碳思想注入公路环境体系。它使公路设计及建设的视野从围绕着公路本身扩展到公路与环境的范围,是当前应对全球化气候变化的低碳战略在公路领域的具体体现。从生态学的角度来看,公路作为按人类需要建立起来的人工生态系统,是对原有自然生态系统的入侵,形成了以交通运输为主体的新的生态系统。它是一个开放的不完整的生态系统,只有从其他系统输入能量,才能维持其自身的运行。绿色公路强调公路的生态性,并不是要求也不可能要求绿色公路像健康的自然生态系统那样能够自身维持其稳定性,而是以生态学和环境科学的理论指导绿色公路的发展,考虑减少整个过程各环节对环境的破坏,达到环境保护和生态平衡,注重其在现有条件下环境破坏最小化、资源利用最大化的实现。

所以,与其说“绿色公路”是一个类型概念,不如说是一个评价性的概念,它主要不是指某一种、某一类公路,而是指一种公路营建思想和理念,是公路建设的方向和目标。因此,可以将绿色公路理解为:在设计理念和建设实施上以生态系统的良性循环为基本原则,在公路决策、设计、施工、运营、管理整个全寿命周期里综合运用各种措施,最大限度地节约资源,保护环境和减少污染,为人们提供安全、健康、舒适和高效的出行空间,与自然和谐共生、可持续发展的公路。绿色公路与可持续发展的关系如图 2-1 所示。

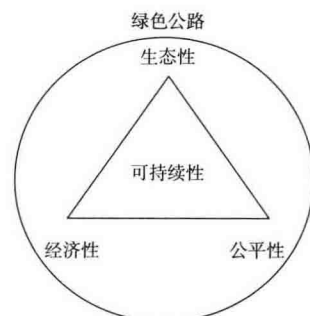


图 2-1 绿色公路与可持续发展的关系

2.2 绿色公路的主要特征

与传统公路相比,绿色公路从理念到实践都存在着较大差别。从侧重公路的功能因素、强调经济效益的传统建设思想转变为整体考虑区域经济、环境、社会综合系统的可持续发展思想;从单纯注重公路经济合理性、技术可行性的陈旧评价方法转变为综合经济、节能、环保、景观、可持续发展的多目标评价体系。绿色公路的出现可谓公路建设史上的一次革新,是科学技术发展的产物,标志着人类公路建设的节能环保意识从觉醒走向自觉的里程碑。当今鲜明的生态文明的时代特征成就了绿色公路与众不同的品质,然而由于它的宏观性和抽象性往往使人不易去理解和把握,因此需要分析绿色公路的具体特征。

2.2.1 资源配置最优化,综合效益最大化

绿色公路本身是一种可持续发展的产物。因此,在它的理论体系中与以往公路建设思想的最大不同就在于它不再盲目地割裂人与自然的系统,而是将人类纳入到整个自然生态系统之中。人类为了自身的发展,对自然的改造必须是以尊重自然和自然规律为前提的。人类不因为一己之私和一时之利剥夺其他生物

的生存权利,占用或消耗掉后代的自然资源,断绝了人类自身的可持续发展的基本条件。此外,从系统科学角度看,可持续发展实质上是社会系统和自然环境系统之间协调发展的问题。绿色公路要实现资源配置的最优化,经济效益、社会效益和环境效益的统一和综合最大化,必须把研究对象放在能源、资源、生态、环境、污染等诸要素构成的“公路—自然—经济—社会”复合系统中进行全面考虑,把性质不同的资源系统与公路经济系统研究有机结合起来。

2.2.2 生态破坏最小化,环境保护最大化

公路建设受到地质、地形、水文等自然条件的制约,又受到现有生产力水平、生产工艺、生产工具等技术条件制约,还受到社会经济水平的制约,使公路建设不可避免地对沿线的生态环境造成一定的影响,如植被破坏、水土流失、土地分割等。绿色公路就是要综合运用各种节能环保的技术措施、工程措施、生物措施、补偿措施和管理措施将公路建设的破坏限制在最小范围内,降低到最低程度,实现生态破坏的最小化、环境保护的最大化。

2.2.3 公平性与通达性,智能性与高效性

“绿色”一词本身就代表着和谐与健康,绿色公路自然也应是和谐健康之路。公路的基本职能就是为运输服务,所以这种“和谐健康”首先就是公路系统运输环境的和谐健康。因此,绿色公路必然要求行车安全舒适、运输高效便利,绿色公路的基础设施为货流、客流、能源流、信息流、价值流的运动创造必要的条件,从而在加速各种流的有序运动过程中,减少能源与经济损耗和对公路沿线环境的污染。

3

绿色公路的哲学思想

3.1 可持续的发展观

可持续发展思想是绿色公路最基本的指导思想,贯穿于绿色公路建设全过程。可持续发展就是要实现发展的可持续性,要求公路建设必须从全局出发,从“既满足当代人的需求又不影响后代人的利益”的思想出发,从代际公平、代内公平、物种公平的生态伦理出发,在满足社会发展对其更高要求的同时,既能满足公路交通运输系统内部和综合运输体系的协调发展,又使公路与经济、环境和社会各系统长期动态协调发展。可持续发展要求公路建设必须注意沿线生态资源、自然景观及人文景观的永久维护和利用,力争资源的循环利用,使开发建设与环境保护相协调,人类活动与自然生态环境的良性循环融为一体,从时间和空间上规划人的生活和生存空间,使沿线资源的建设保持持续稳定的发展态势,最大限度地保护环境,最大限度地恢复自然,最大限度地利用资源。只有这样才能保证公路交通的发展能力和持续的发展状态,保证公路建设既“有利于当代,又造福于子孙”最终目的的实现,满足和促进国民经济的需要和社会的全面进步。

3.2 生态文明的伦理观

中国在步入公路建设发展快车道的时候,环境问题也逐渐凸现。很长一段时间以来,人与自然生态环境的关系没有充分地在伦理活动中反映出来,道德责任感还没有深入到生态环境领域,人对自然的责任没有被上升为道德和价值观的范畴,自然生态环境不断地遭到破坏而人们却没有负罪感。公路建设引起生态环境的日益恶化告诉我们,公路生态环境问题的解决不能仅仅依赖于科学技术方面的保护工作,还必须加强对生态伦理道德的约束,诉诸哲学伦理信念。我国国土辽阔,生态环境多样,公路所穿越的区域自然环境往往敏感而脆弱地表现出原生态的自然美。因此,公路建设这一活动本身背负着一项潜在的伦理责任:保护公路环境原生态自然和人类文明遗产。生态伦理主张尊重生命和自然界,只有人与自然和谐发展、共同进步才是符合客观规律的。人类在利用和管理自然资源方面要遵循以下4个原则:第一,树立可持续发展的资源利用观。对一些现阶段开采利用率很低的矿藏留待以后技术进步了再使用也许更合理。第二,发展对自然界的新责任感。人类是自然界不可分割的一部分,尊重生命和自然界,与自然界协调发展而不是要征服自然。第三,保护生物多样性。许多物种虽然缺少经济价值但是它们还有其他方面的价值如生态价值,如果以单一的经济价值为目标任意毁掉那些没有经济价值的物种和群落,就毁掉了大地系统的完整性。第四,确立世代代可持续发展的思想。当代人的发展不应当危害后代人的发展,当代人对自然资源的利用也应以不危害后代人的需求为限,要留给后代一个健全的生态环境。

公路本是人类文明进步的表现,但以往公路建设往往以耗费大量自然资源和环境严重破坏为代价,体现为征服自然、改造自然的传统工业文明。生态文明作为一种新的文明形态,它是对传统的工业文明的超越。及早面对公路建设生态环境的破坏问题,正需大力推广生态文明建设,以促使公路建设生态可持续与交通经济发展平衡并重。生态文明要求公路建设实现绿色发展、低碳发展、循环发展。在公路工程中,只有把生态伦理转化为行动,同公路自身特点紧密结合,自觉将生态伦理的道德运用到公路的规划、设计、施工、运营、养护的每一个环节中,全面树立公路建设的生态伦理观,自觉地把维护公路路域生物与其所在环境之间以及生物与生物之间相互联系、相互作用所形成的生态关系的动态平衡,作为一种自觉遵守的道德规范,将维护和保护生态美作为公路生态环境保护的终极目标。

3.3 自然辩证的系统观

公路系统是一个由多层次、多变量组成的时间和空间相协调的系统,是一个与环境、资源相联系的开放系统。公路运输系统与社会经济系统及自然生态系统之间的关系是辩证统一的。公路构筑于自然系统之中,其本身受到自然条件的制约,但同时公路建设又极大地改变着自然,当两种系统产生冲突时,谋求一种平衡发展则是绿色公路最终要达到的目的。公路系统作为一个人工系统,并不完全与自然生态系统对立,绿色公路理念要求用哲学观点把公路与环境看成一对既对立又统一的综合体。如果公路建设无视生态环境,破坏超出了环境的承载力阈值,那最终必将受到自然的惩罚。相反,如果能够充分地尊重自然,利用公路建设的契机改良不利的自然条件,则是对自然生态系统平衡稳定的促进和贡献。而区域社会经济系统的良性运转同样有赖于公路系统和自然生态系统的良好运转。因此,绿色公路从规划设计到建筑施工再到运营管理,必须始终强化系统整体意识。将公路系统置于整个区域系统之中,确保在公路建设的同时,充分维护自然生态系统和社会系统的协调统一,尽量减少对自然生态环境的破坏和扰动,实现区域经济、生态环境和社会系统健康可持续发展,这也是绿色公路建设的主要宗旨。绿色公路是建立在发展与环境相互协调的基础上,以生态系统的良性循环为基本原则,综合考虑规划、设计、施工、运营、管理的全过程,在一定区域范围内结合环境、经济和社会发展状况而建立起来的公路系统。

4 绿色公路的理论基础

4.1 生态学理论

生态系统,是整个生态学理论发展的基础。它是在一定时间和空间内,生物与其生存环境之间以及生物与生物之间相互作用,彼此通过物质循环、能量流动和信息交换,形成一个不可分割的整体。生态系统包括生物和非生物的环境两部分,或称之为生命系统和环境系统。这一概念科学地揭示了生物与其生存环境之间、生物体之间以及各环境因素之间错综复杂的关系,包含着丰富的科学思想,是生态系统乃至整个生态学中最为重要的概念。

与生态系统紧密相关的一个极重要的概念是生态平衡。当生态系统各组成成分间彼此保持一定的比例关系,能量、物质的输入与输出在较长时间内趋于相等,结构和功能处于相对稳定的状态,在受到外来干扰时能通过自我调节和再生恢复到初始的稳定状态,生态系统的这种状态称为生态系统的平衡,简称生态平衡,实际上就是生态的可持续性,很显然,生态平衡是相对的、动态的平衡,其运行机制属于负反馈调节机制,即当生态系统受到外来影响或内部变故而偏离正常状态时,系统会同时产生一种抵制外来影响和内部变故、抑制系统偏离正常状态的力量,但是,生态系统的自动调节能力是有限的,当外来影响或内部变故超过某个限度时,生态系统的平衡就可能遭到破坏。生态系统的失调或称生态平衡的破坏,是生态系统的再生机制瘫痪的结果。要维持一个生态系统的平衡也必须维护其再生机制,使系统内资源和能源的消耗小于其资源和能源的再生(包括自身的再生产能力和外部再生产能力的输入)。

在生态学的研究过程中已发展出很多基本原理。在绿色公路规划与设计中,必须考虑的生态学的基本原理主要包括整体有序原理、协调与平衡原理、循环再生原理、物种多样性原理、输入输出动态平衡原理以及环境资源有限原理等。对绿色公路的研究,要站在区域生态整体性的高度,从生态演化的内在基础与人类生态系统各个角度来把握整个系统的空间格局、生态过程、功能特征、动态演化。

4.2 耗散结构理论

耗散结构(Dissipative Structure)理论是比利时科学家普利高津在1969年提出的,它指出了一个远离平衡态的开放系统,不断与外界交换物质、能量和信息,由于内部复杂的非线性相互作用,通过涨落导致系统向有序化发展。这一理论具有崭新的自然观和科学观,被称为20世纪下半叶科学思想的代表,解决了自然科学和社会科学中的许多难题,对世界科学图景和人类思维方式产生了深刻的影响。

耗散结构的形成必须具备以下条件:

(1)耗散结构只有在远离平衡的开放系统中能形成。所谓开放系统,是指与外界既有物质交换又有能量交换的系统。远离平衡态,首先要求是非平衡态,其次还要求处于非线性区,系统广义流与广义力存在式(4-1)的关系,远离平衡态时,式(4-1)的高阶项不可忽略。

$$J_k = J_k(\{x_t\}) = J_k^0(\{x_t^0\}) + \sum_t \left(\frac{\partial J_k}{\partial X_t} \right)_0 x_t + \frac{1}{2} \sum_t \sum_m \left(\frac{\partial^2 J_k}{\partial X_t \partial X_m} \right)_0 X_t X_m + \Lambda, \infty \text{年} \quad (4-1)$$

式中: J_k ——系统的广义流;

X_m ——系统的广义力, $\{X_t\} = X_1, X_2, \dots, X_n$;

0——各量在平衡态的取值。

(2)必须满足不稳定性阈值条件。热力学分支由稳定变为不稳定的临界点称为不稳定性阈值条件,它是产生耗散结构不可缺少的条件。

(3)非线性。线性系统只存在两种演变前途,即衰亡和无限增长,而非线性系统的演化结果具有多样性。在近平衡区,由于非线性项与线性项相比可看作无穷小量,而对系统不产生影响,这时只存在热力学分支单解,当系统处于远离平衡状态时,非线性项的作用十分明显,一个非平衡约束就对应多重定态解,有的定态解是稳定的,有的是不稳定的,在不稳定分支附近的扰动随时间增长,最后演变到某一稳定的分支上。线性与非线性系统之间的一个明显区别就是叠加原理不适用于非线性系统,一个因素的微小变化可能导致用它的幅值无法衡量的结果。

对照耗散结构形成条件,可以发现公路—环境复合生态系统属于耗散结构。公路与环境组成的复合生态系统是一个开放系统,它与外界存在着物质和能量交换;其次公路生态系统有着影响自身稳定的控制因素,但这种因素改变超出一定阈值之后,系统平衡将被打破。如何保证物质和能量的良性循环,维持生态平衡的稳定性,是绿色公路需要考虑的问题。

4.3 恢复生态学理论

恢复生态学是研究生态系统退化的原因、退化生态系统恢复与重建的技术与方法和生态学过程与机理的科学。退化生态系统是指由于人类和自然灾害的干扰,破坏了生态系统的原有特性,使系统的物质循环、能量流动、信息联系发生了变化和障碍,形成破坏性的波动或恶性循环。系统恢复有两种含义:一种是无人工干预下的自然生态恢复,所需时间往往十分漫长;另一种是采取一定的工程、技术等措施的人工恢复。恢复生态学中的生态恢复应该指后者。运用于绿色公路研究的恢复生态学的主要内容包括干扰和受损的受损机理与过程和恢复目标与恢复措施,即非生物或环境要素的恢复技术,通常指运用工程技术或与生物有关的恢复技术改良被损害的土地并恢复其生物学潜力的措施。

4.4 污染生态学理论

污染生态学是环境科学的一个重要分支学科。它是研究生物与污染环境之间相互关系和基本规律的科学。在绿色公路的研究中,通过进行生态系统本底值的普查和污染情况的监测,从宏观和微观两方面深入研究污染物在公路生态系统各个层次上的迁移、转化、积累规律,探索生态系统的净化能力,确定各项有关参数。通过数学模式的建立和电子计算机的运算,将能更好地评价环境质量,预测和控制污染的发展趋势。

4.5 经济学理论

适用于绿色公路的经济学理论主要包括以下两种原理:

(1)生态经济平衡原理

生态经济平衡的基本要求,就是在绿色公路实践中要把经济平衡与生态平衡不断地协调统一起来,使生态系统的动态平衡与经济的持续稳定发展同时得以实现。

(2)循环经济原理

循环经济是按照“资源—生产—消费—废弃物—再生资源”的循环过程运行的,通过对一个封闭的经济循环体系的管理,促进经济体系和生态系统的和谐发展。在交通基础设施建设领域,一方面要大力研究路基填筑技术,包括钢渣、粉煤灰及工业废弃物等原料的再生利用,节约资源,保护环境,同时缩小取土范围,减少占地;另一方面加强旧路改造过程中的材料再生利用,推广使用再生沥青、混凝土等,加强废旧轮胎、车船等回收利用和废旧轮胎翻新利用力度等。另外,加强国土资源的综合开发力度,充分利用旧路资源,尽量在原有道路基础上加宽改造,避免原材料、投资的浪费和对生态环境的二次破坏。

4.6 社会学理论

社会生态系统具有生态平衡的状态特征和动态规律:在一定时期,一个社会生态系统的物质、能量和信息的输入与输出大体保持均衡状态,这个社会生态系统也就达到了生态平衡的状态,也就是社会生态平衡。

然而当物资、能源和信息的供应所制造的产品超过或满足不了社会生态系统的需求时,就出现了社会生态系统非平衡的基本状态。

4.7 系统学原理

系统理论认为,系统是由两个或两个以上相互关系、相互依赖、相互制约、相互作用的要素组成的具有特定功能的有机整体,即整体性。高速公路的建设是一个系统工程,系统工程就要按照系统学的原理进行总体设计,并对全过程进行规划。

系统理论的协调性原理包括明确协调目的、确定协调对象、建立协调基本关系及采用有效的协调方式。按照特定的目标,在一定的限制条件下,对标准系统的构成因素及其关系进行选择、设计或调整,使之达到最理想的效果,称为最优化原理。因此,在高速公路规划布局阶段,力求保持拟建公路与区域运输网和经济中心间的密切关系,重点从优化路线方案入手,通过工程、经济、环保等方面的综合分析,确立最佳的路线方案。