

公路立交生态工程设计研究

蔡志洲 陈会年 孟 强

(交通部公路科学研究所 北京 100088)

摘要 阐述公路生态工程的目的、意义和国内外研究现状,对公路生态工程设计进行了初步研究。

关键词 公路 生态 互通式立交

Research on the Ecological Project Design of Highway Interchange

Cai Zhizhou

(Research Institute of Highway, Beijing)

Abstract The purpose, meaning and status quo at home and abroad of the highway ecological project are elucidated in this paper; the design of highway ecological project is rudimentally studied as well.

Key words Highway Ecology Interchange

1 公路生态工程的意义及现状

1.1 生态工程的意义

环境保护是我国的一项基本国策。环保法中的三同时原则要求环境保护与主体工程同时设计、同时施工、同时验收。公路生态工程主要是基于沿线生态环境的保护、恢复及优化的出发点。遍布全国的公路网,构成环保整体战略中生态绿化的骨架,是国家绿化水平的窗口,是物质文明和精神文明的标志。景观优美的公路提供了沿线地区视野的多样性,碧草如茵、花繁叶茂的景色引人入胜,景观绿化还可以自然地于无形中满足视线引导、缓冲、标志等交通安全方面的要求。而且,绿色植物具有经济、管护方便、生态效益好等优点,非硬性工程材料所能比拟。

交通部历来强调建设和养护并重,提出推广公路标准化美化(GBM)工程的任务,绿化就是其中重要组成部分。前几年许多高等级公路强调先通车,而生态恢复工作滞后。如今管理水平提高,使有条件的公路开始逐步重视生态工程。鉴于目前缺少技术规范来指导公路生态工程的设计、施工,交通部最近已开始编制《公路绿化规范》。选择公路立交区进行生态

工程研究具有公路工程的典型意义,起到带头和示范作用,为技术规范提供参考依据。

1.2 研究现状

生态设计也就是路域生态系统的恢复设计,属于当前迅速发展的恢复生态学研究范畴。近年来,国际上关于陆地生态系统的恢复研究多集中在土地复垦、矿区复垦方面,与农业、水利、矿业等领域形成边缘学科,而在路域生态系统中,公路工程 and 生态学相互交叉,形成公路生态工程边缘科学的研究十分单薄。

我国高等级公路建设的发展及同时带来的环境污染加剧等问题,都要求加强公路建设中的生态工程设计的理论与方法研究,而景观方面的要求亦越来越受到关注。目前,在路域生态系统恢复方面有人工重建和自然恢复两种主要手段。人工恢复与重建,如播草、植树等,见效快、景观好,但成本高,稳定性差;而等待自然恢复,费用低,系统稳定,但见效较慢,景观不佳。采取何种手段才能经济高效而且保持结构和功能的相对稳定,就成为恢复生态学研究的重要课题。我国现有高等级公路1万多公里,估计有1/5的边坡需要生态防护,可以提供6亿元以上的设计和施工产值。未来的新建工程,会提供更多的需

求。同时,几个跨世纪重大工程如长江三峡、南水北调等,生态工程的工作量更加巨大和重要。这个大环境无疑为生态工程的理论和实践提供了广阔的天地。

2 实例研究

2.1 工程环境及施工现场分析

陇西立交位于安徽省合肥市肥东县陇西村附近,占地 40 多公顷,系合肥—南京、合肥—巢湖—芜湖、合肥—徐州三段高速公路的交汇处。这里地处江淮丘陵中部,地貌缓丘起伏。工程所在原为大片水田,其间有几处鱼塘。进行生态工程设计时,大部分主体工程尚未竣工,现场有许多施工废料,几个大小取土坑,稻田已经荒芜。

项目所在地属于北温带和亚热带之间的南北过渡地带,亚热带湿润性季风气候区。本地季风明显,四季分明,气候温和,年均气温 15°C ,无霜期 245 天,年均日照 $1\,800\sim 2\,500$ 小时,光照充足。年平均降水量 $1\,000\text{mm}$,但年度分配不均,尤其工地属于缺水干旱区,旱灾频繁。

当地土壤类型主要有两种,表层原为较肥沃的水稻土,已被剥离或覆盖;下层为粘盘棕壤土,呈微酸性,土质粘重,排水性差,肥力很低,工程上称为膨胀土,遇水化为稀泥,流失严重,干旱又变得十分坚硬,耕作困难。

立交区地下水位深约 150m 以上,无河流经过,撮八灌渠两次经过立交区,干旱时放水农用,绿化施工及养护管理需要的计划外用水余地很小。

动、植物类型及生态系统类型。工地有田鼠、青蛙、蟾蜍、水蛇、龙虾、螃蟹、鱼及一些鸟类和多种昆虫分布。自然植被零星分布,主要是四旁绿化的乔木和一些低矮灌木及地被植物,如杨、槐、柳、桃、野蔷薇、胡枝子、燕麦、结缕草、狗牙根等。据对合肥市园林绿化情况的调查,部分外来引进品种及传统园林绿化材料如雪松、水杉、紫叶李、紫叶小檗、紫荆、小(大)叶女贞等亦表现良好。在长期的农业耕作中,本地区已演替成较单纯的农业生态环境,有待于丰富其生物多样性,增强生态系统的稳定性。

由于大规模的施工已经对原来的生态环境造成根本的破坏,因此亟需恢复生态环境,通过建成后的路域生态系统为周围单纯的农业生态环境提供生态缓冲区,丰富当地环境景观。

2.2 设计宗旨

由于环境条件、交通功能及施工管理等因素的特殊性,高等级公路的生态设计与传统园林或是都市道

路的景观设计,既相似又有别。应在突出交通功能的同时,以长期稳定、景观优美、经济可行、功能高效为宗旨。所谓功能高效,即保证公路的交通功能,并加强水土保持、视线诱导、标志、指示、防眩、遮蔽等功能;经济可行即是要在有限的资金条件下,优化设计,结合自然恢复和人工种植等多种方法,开展生态工程;长期稳定即设计合理的动植物群落演替方向,较快地达到稳定,并能够长期保持生态系统的平衡,从根本上控制生态工程管理成本;景观优美即合理规划公路的人文工程景观和自然景观,相互协调,乡间的公路必须体现质朴、自然的风格,接近城市部适当强调,使公路成为连接城乡的景观走廊。

高速公路是社会发展的产物,与时代息息相关。因此,设计者希望不同于以往立交只将园林设计形式简单化的作法,而通过简洁的线条或色块,组成图案,表现一定的主题。

绿化植物包括常绿、落叶、乔木、灌木和各种自然植被,设计手段上将自然式和规则式有机地结合起来。绿化材料的选择,以乡土树种为主,特别是优先考虑那些体现地方风格的特色植物,如市花、市树等,注重抗性强、绿期长、生长旺盛、覆盖度大的种类,适当引进外来品种,以增加生态系统的多样性。具体选择时应以当地原有自然生态群落组成及当地现有园林绿化材料为依据,并考虑群落演替过程中的景观变化。在绿地范围内还可设置人工鸟巢和放养,培育一些当地常见动物及昆虫。并且融我国传统古典园林设计手法于现代景观生态学理论及交通工程之中。

2.3 立交主区总体设计

陇西立交占地面积 40 多公顷,规模宏大。其中绿化分区比较整齐、对称,尽管过大的面积给生态整体设计带来一定的困难,但更多的是为设计者提供了想象和发挥的丰富空间。表现悠久历史,体现发展风貌,是贯穿陇西立交绿化设计的主线,整个设计主题为欣欣向荣、蓬勃发展。

立交中央有两个环形匝道。一个匝道的图案是用矮灌木蜀桧做成的一队环飞的大雁,它们围绕着红叶小檗作成代表太阳的圆心。图案采用了平面结集构成的原理,动感强烈,使人感到欣欣向荣的蓬勃生机。另一匝道的图案是冲霄的雄鹰,展翅飞翔,使人们心中产生一种奋起的豪气。采用了平面中渐变构成的原理,在动中求变化。两个图案喻言交通公路事业欣欣向荣、鹏程万里的前景。

合徐、合芜两公路下穿合宁公路。在沿线布置了龙和凤的图案。合肥地区有丰富的楚文化积淀,

基于此，设计中选择了凤凰图案。凤“天命玄鸟，降而生商”，是南方多民族、部落图腾中最美部分的综合形象，也被当作“风神”崇拜。凤是楚人的图腾，可以说凤是楚文化的标志，用它来象征合肥的悠久历史是非常合适的。另外，中国古代有“凤凰涅槃”的传说，凤凰在火中涅槃得到新生和永生，故尔，凤凰又有欣欣向荣、蓬勃发展的喻意。龙最早是夏部落的图腾，或者说是中原地区各民族、部落的联合图腾。它腾云驾雾、入海潜洲、行走于海天陆地，是王者的化身，龙能够调风降雨，又是降恶压邪的保护神。

安徽省地处我国南北方之间，文化中体现着过渡和融合。龙骨力矫健、腾光跃影的形象和风温和多姿、绚烂伟丽、雍容大度的姿态，能充分表现本地域特点。并且，龙纹和凤纹图案具有流畅简洁的线条，非常适合于大型公路立交区，施工方便，装饰性强，景观效果好。实际构图采用的植物是小叶黄杨。

图案面积约占整个区域 15%。自由式布置的树丛和灌木，约占整个区域的 10%，设计时借鉴了我国古典园林中“三五成群”的艺术手法。例如在圆形匝道内侧以 7~8 株高耸干直的雪松或马尾松自由散植，其下及周围再从植以高度、叶色、花色及季相表现不同的各种花灌木，灌木丛边缘点缀以宿根花卉，并结合微地形的处理，便可以形成一种层次丰富、色彩绚丽的自然景观，其余 75% 是大面积四季常绿的高羊茅和早熟禾或狗牙根混播的草地。图案、草地和风景树，图案式规则设计和自由式设计相结合，相互衬托，创造出开阔的自然景观，富有田园风格，稳定、优美。

4 个象限的设计在主题、风格统一的前提下又有变化。设计时植物的绿期尽量长，同时也通过不同植物的叶色或花期，表现春花烂漫、夏季浓荫、秋叶如火、冬季常青，在空间三维的基础上，又表现了四季的季相变化，增加了时间的尺度，共同构成了时空四维立体设计。总平面设计方案见图 1。

2 4 其它绿化区域设计方案的探讨

2 4.1 直线段和立交匝道的设计方案

直线段和匝道的护坡绿化，主要是水土保持的工程防护和景观美化功能。由于护坡在防护中使用了大量的水泥蜂窝块，针对蜂窝块空间小、热辐射大等不利条件，特别设计了抗性强、覆盖度大的地被材料，其中草本植物有抗性高羊茅、小冠花、狗牙根等，藤木攀援材料如五叶地锦等，在边坡的上部，设计了匍匐小灌木匍地柏，为高边坡镶上了一条绿边。另外，为避免景观单调，在坡面上按一定的间距点缀迎春、

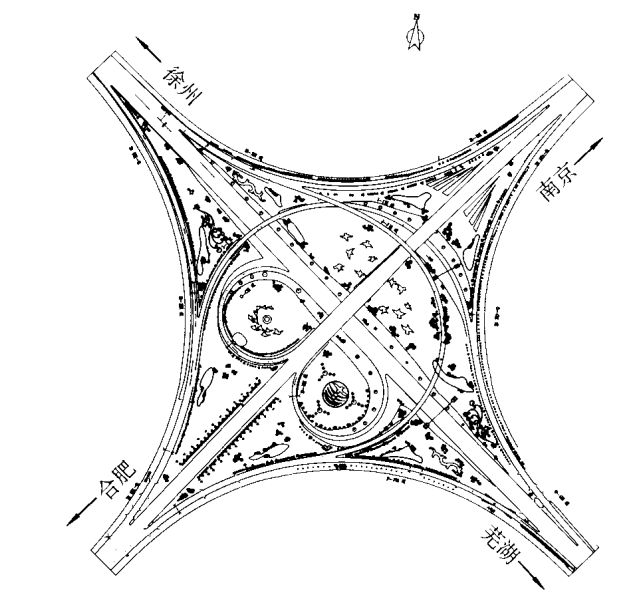


图 1 陇西立交总平面设计方案图

连翘、野蔷薇等匍匐低矮的花灌木。高羊茅和匍地柏都是常绿植物，四季常青，景观优美。既有较好的景观和环保效果又可做到粗放管理。

部分匝道两侧的护坡坡脚，栽植了连续的具有预告线型作用的球灌木。灌木冠幅一般应较大，达到 1.5m 以上，间距定植时为 10m 左右，这样能有明确的视线诱导功能。为保证良好的视距，转弯内侧的植株与地面的相对高度在 1.6m 之内。

2 4.2 分流和汇合的三角端区设计方案

由于立交区线形复杂，生态绿化最好能结合交通功能要求，在关键地点做出明显的标志性设计。陇西立交区内分流和汇合的三角端区设计了指示性的植物以求其标志和景观效果。植物选择了能反映地区或立交特征的树种如雪松、广玉兰、香樟、桧柏等。

从立交外接近立交的分流端，选择树形优美的大型树木，使行驶中的驾驶员能提前具有良好的距离感；在立交区内的分流端，种植 2、3 株之内的中型乔木或较低矮的常绿灌木，既起到标志作用，又保证了视线的通透。

2 4.3 中央分隔带绿化设计

本区域绿化的主要目的是按不同的行驶方向分隔车道，防止车灯眩光干扰，减轻对开车车辆接近时司机心理上的危险感，或因会车而引起的精神疲劳，另外，还有引导视线和改善景观的目的。

中央分隔带绿化由于最接近司乘人员，所以应是人路生态环境中交通功能和景观的重点。采用常绿灌木的规则式整形设计为主，配合其间落叶花灌木的自由式设计，地表面用矮草覆盖。中央分隔带植物生

长土层厚度 60cm，要求表面回填耕作土壤，不含路基加固土。

在增强交通功能并能够持久稳定方面，主要通过常绿灌木来实现。应重点考虑对耐尾气污染、生长健壮、生长速度不快、耐修剪的灌木，选择了蜀桧、小叶女贞和石楠，规格要求初植时可起到对小型车的防眩光作用，生长两年后可全面起到防眩光作用。种植高度由车灯和司机的位置计算，种植间距由车速、车灯照射角、灌木的冠幅决定。

在景观方面，自由式布置的花灌木，增加了色彩和变化。采用了丰花月季、丝兰等，在常绿球灌木的外侧，自由式种植。

地表面用矮草覆盖，有多种设计。第一种是实际采用的设计，即人工种植草籽，选择了某个抗性的高羊茅品种为主，混播少量狗牙根。高羊茅生长旺盛，野草一般竞争不过它，因而除草的工作量不大，它四季常青，与常绿灌木较好地配合一致。第二种是以前采取过的方法，即人工种植草皮，可以选择马尼拉、马蹄金等，质地均匀、美观，但缺点是一年四季不断除草的工作量大，季相变化大，秋冬季枯黄，景观不佳。第三种设计是让野草自然恢复，适当修剪，保持合适的高度。野草常见的有白茅、狗尾草、野燕麦等，即使是冬季，也有少量野草萌芽，枯黄中点缀一些绿色，这尤其对于第一种设计，不失为一种更好的经济实惠的选择。图 2 为一种设计方案。

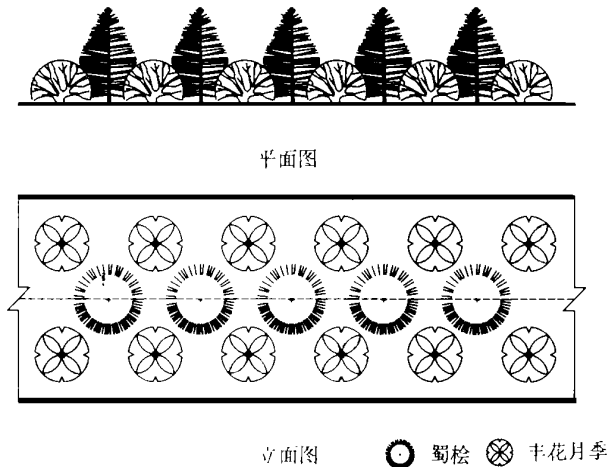


图 2 中央分隔带绿化方案示意图

2 5 地形利用及改造设计、防护工程协调设计

地形设计中首先必须考虑的是对原地形的利用，另一方面针对原有地形地貌受到强烈改变的状况，通过环境分析，合理安排填、挖、排水、防护等各项内容，“高方欲就亭台，低凹可开池沼”。

在工程总体方案论证之初，在新建合芜、合徐公

路上跨或下穿原合宁公路两种选择中，确定了下穿方案。但必须解决四个主要的环保技术问题：一是大量挖方的合理经济弃运；二是有效防护不使边坡因水土流失而失稳；三是排水综合设计不使暴雨汇水阻断交通；四是下穿道路的景观尽量不产生压抑感。

原设计的匝道平均高于地平面 5m，匝道内形成小盆地。而下穿主线有大量的多余土方，同时由于交叉施工，一些土方难以在几个象限之间调运，也造成了设计之外的多余弃方。经反复讨论，最后采用了弃方填低地的设计，仅此就在立交区内部消化了 20 余万方多余土方，避免了废方占地 70 余亩，保护了宝贵的土地资源。

匝道的边坡采用了放缓坡度的设计。下穿主线两侧边坡达到 1:5，局部达到 1:8。坡面上如茵的绿草和几株优美的风景树，创造出诗情画意，同时草地减缓了暴雨的径流，良好的植被覆盖和缓坡地的设计，控制了水土流失。

本地区旱灾频繁，水源是生态工程的关键之一。在 4 个象限的 8 个区域中，分别挖塘蓄水，四周的地形稍向水塘倾斜。这样丰富了生态环境的构成元素，并在很大程度上解决了植物养护管理的困难。如能充分利用水杉等喜水湿植物的生态习性将其栽植于塘边水湿地，这样便可以创造出局部旖旎的江南水乡田园风光。再有，水塘在暴雨时，蓄积了大量汇水，缓冲了主排水系统的压力。

使用大型机械只能基本恢复场地，需要继续平整才能达到绿化要求。设计时要求压实、平整，地表不出现坑洼，局部可以做出隆起的微地形，丰富景观层次。建议施工中采用农用大型拖拉机耕、耙，最后人工精耕。

通过地形利用和地形改造设计，保证了有效的防护，协调的景观，合理的取弃土和高效的水利系统。

公路生态工程的研究与应用具有显著的景观、生态、环保、经济效益。我国公路穿越山川平原，联结城市乡村，路域生态系统与公路同在，其结构和功能的优劣对人类社会、经济发展有直接影响。但由于受观念、经济、技术、信息、人材等方面因素的制约，对于生态工程方面的理论研究近几年才刚刚起步，亟需在理论与实践方面取得有关依据及经验。本文即基于这种情况，通过对安徽省陇西大型立交生态工程设计的研究与实践，初步提出高等级公路立交区生态设计的方法，供同行探讨。

参考文献（略）