

基于智慧交通理念的城市道路设计思路分析

吴小冬

中都工程设计有限公司黄石分公司，湖北 黄石 435000

[摘要]文章着重探讨黄石市经济技术开发区铁山区太子镇黄太公路维修改造工程，该项目路线全长 6.457 公里，原有路面宽 5m，路基宽 6m，设计行车速度为 15 公里/小时，改造后将路面拓宽至 6.5m，路基升级至 7.5m，以此推动四好农村公路建设，改善居民基本通行条件。文章深入剖析智慧交通理念的内涵以及关键技术体系，研究传统城市道路设计在病害频发、排水不畅、安全设施不足等挑战下的现状，提出以感知层、网络层、平台层、应用层为核心的的整体设计思路，详细说明智慧交通安全保障、效率提升、基础设施管养、出行服务等关键子系统的具体设计方案，借助智能化手段优化道路服务水平，推动沿线农村经济发展。

[关键词]智慧交通；城市道路设计；农村公路；智能化升级；数据驱动

DOI: 10.33142/ec.v8i9.18009

中图分类号: U491.26

文献标识码: A

Analysis of Urban Road Design Ideas Based on the Concept of Intelligent Transportation

WU Xiaodong

Huangshi Branch of Zhongdu Engineering Design Co., Ltd., Huangshi, Hubei, 435000, China

Abstract: This article focuses on the maintenance and renovation project of Huangtai Highway in Taizi Town, Tieshan District, Huangshi Economic and Technological Development Zone. The project has a total length of 6.457 kilometers, with an original road width of 5 meters and a roadbed width of 6 meters. The designed driving speed is 15 kilometers per hour. After the renovation, the road surface will be widened to 6.5 meters and the roadbed will be upgraded to 7.5 meters, in order to promote the construction of four good rural roads and improve the basic traffic conditions for residents. The article deeply analyzes the connotation and key technical system of the concept of smart transportation, studies the current situation of traditional urban road design under challenges such as frequent diseases, poor drainage, and insufficient safety facilities, and proposes an overall design concept with perception layer, network layer, platform layer, and application layer as the core. It elaborates on the specific design schemes of key subsystems such as smart transportation safety guarantee, efficiency improvement, infrastructure management and maintenance, and travel services, and optimizes road service level through intelligent means to promote rural economic development along the route.

Keywords: smart transportation; urban road design; rural roads; intelligent upgrade; data-driven

当前我国农村公路建设正从基本通行功能向高质量服务转型，黄石市太子镇黄太公路维修改造工程作为典型项目，其路线编码为 X306 且全长 6.457 公里，原有路面结构为 20cm 厚水泥砼面板与煤研石基层，但经过多年运营已出现破碎板、错台和接缝损坏等多种病害，严重影响行车安全与舒适性；这一现状凸显传统设计在应对复杂交通需求时的不足。智能交通是人工智能与互联网技术迅猛发展的必然产物，通过交通与信息管理无缝集成，可以显著提升交通建设与运营信息使用效率，最终达到对基础设施交通设施的全面管理，从而为类似项目提供创新设计方向。

1 智慧交通理念的内涵与关键技术

1.1 智慧交通的基本概念

智慧交通属于一种现代化的管理方式，它是借助信息技术和交通系统相互融合来达成的，其能够促使道路设施、车辆以及行人在协同方面变得更为高效。它的关键之处就在于运用数据采集以及智能分析这两项举措来提高交通

运行的效率并且增强其安全性。就黄太公路项目而言，智慧交通的理念能够在一定程度上解决原有平面交叉口数量较多且视距不好的问题，依靠实时监测以及预警机制来降低交通事故的发生概率，与此凭借智能化的相关手段对道路排水以及防护设施加以改进，从而实现完善区域公路网并且推动农村经济发展的目的。

1.2 核心关键技术体系

智慧交通所涉及的关键技术，像物联网传感器、云计算平台、人工智能算法以及多模式通信网络等，这些技术一起形成了从数据采集到决策应用完整的体系^[1]。就好比物联网传感器能够布置在道路沿线去监测路面状况以及交通流量，云计算平台可以处理大量的数据并且生成优化方案，人工智能算法也能够预测病害的发展趋势并且自动调度养护资源。在黄太公路这类农村公路项目当中，这些技术能够有效地解决原有排水设施不完善以及交通安全设施缺失的难题，进而提升道路的整体服务水平。

2 传统城市道路设计的现状与挑战

2.1 现状分析

传统城市道路设计在黄太公路项目里呈现出一些特点，其路基宽度仅仅只有 6m，而路面宽度也只有 5m，在平面曲线方面，最小半径为 50m 的地方共有四处，在纵断面情况上，最大纵坡达到了 9.31%，并且最小坡长为 45m，这些指标虽说符合四级公路 I 类标准，然而在长期运用的过程当中，路面损坏状况指数 PCI 出现了较为明显的下降情况，依照公路技术状况评价标准 JTG5210—2018 来计算，由于破损率有所增加，PCI 值不断呈现恶化的态势。与此原有的道路排水方式主要以散排为主，并且有一部分路段存在严重的积水状况，交通安全设施仅仅设置了 3280m 的 A 级波形护栏，而且标志标牌并不完整，再加上沿线分布着大量的居民点以及 34 处平面交叉口，使得视距不佳以及超速行驶的问题变得格外突出，对居民出行安全以及道路服务功能产生了极为严重的影响。

2.2 面临的挑战与不足

传统设计方法在应对复杂环境的时候，展现出了比较明显的不足之处。就好比黄太公路原本所采取的防护措施，主要是以灌木作为主体，并且还缺少系统的排水方面的设计。如此一来，就致使路基在遭遇暴雨季节的时候，特别容易受到冲刷，进而出现损坏的情况。并且，像路面结构层当中的材料，比如煤矸石基层，已经没有办法再承受住一天天不断增加的交通负荷了^[2]。除此之外，在交通安全方面，由于交叉口的设置并不合理，而且还有警告标志存在缺失的情况，这就使得事故的风险不断升高。这些诸多的因素综合到一起，对道路的长期使用效益形成了制约作用，迫切需要借助智能化升级的方式来应对设计固化以及维护滞后所带来的各种挑战。

3 智慧交通理念下的城市道路设计思路

3.1 总体架构与设计原则

在智慧交通理念指导下的道路设计，应当把数据驱动当作核心要素来着力构建起一个包含感知层、网络层、平台层以及应用层这四个层次的架构体系，而且要严格依照安全性、经济性还有可持续性这些原则来开展相关工作。就黄太公路改造这一具体案例而言，在设计方面充分地利用了原有老路的路基，尽力避免出现大面积的填方和挖方情况。通过在路面加铺相应的结构层，以此来提升其纵断面的标高。与此还将平面线型做出局部性的调整，目的是为了进一步优化行车视距。这样的做法一方面能够有效降低整个工程的造价成本，另一方面又借助集成智能传感器以及通信设备的方式实现了对道路状态的实时动态监控，进而使得路网的整体效益得以充分发挥出来，同时也切实改善了乡村地区的出行条件。

3.2 感知层设计：全要素状态实时监测

感知层的设计需要部署多种多样的传感器，以此来采

集道路环境以及交通流方面的数据。在黄太公路这个项目当中，可以安装路面温度传感器、湿度传感器以及应变传感器，借助这些传感器来监测板块出现破损的情况以及积水的情况，并且还要利用视频监控设备去跟踪交叉口处车流还有人流动的动态变化。这些传感器应当把整条线路都覆盖起来，其总长度是 6.457 公里，在此期间要着重把这些传感器布置在那些关键的地段，比如最小半径达到 50m 的曲线段以及最大纵坡为 9.31% 的路段。通过对 PCI 相关指标展开连续不断的监测，像是对破损率等指标进行监测，进而能够及时地发出关于病害发展的预警信息，同时也能够为养护决策给出相应的依据，如此一来便能够有效地去应对原来存在的排水不顺畅以及路面抗滑能力有所下降等诸多问题。

3.3 网络层设计：多模式融合通信体系

网络层的设计是把有线方式和无线方式相结合起来，以此来保证感知数据能够稳稳当当地传送到处理中心。黄太公路沿线的地形主要是村落和农田，针对这样的特点，可以将光纤通信和 5G 无线网络融合起来，进而构建起一条带宽比较高的链路^[3]。这一整套体系是要把所有的传感器以及控制系统都连在一起的。比如说在 K7+698 到 K13+385 这段排水比较薄弱的地方，要强化网络的覆盖程度，这样才能够支持实时数据的传输以及远程指令的下发，进而达成对道路状况的快速响应以及智能管理，防止因为通信出现延迟而产生的安全隐患。

3.4 平台层与应用层设计：数据驱动与智慧服务

平台层借助云计算来整合感知数据并且运行分析模型，应用层会为管理部门以及用户给予智能服务，在黄太公路项目当中，该平台能够计算路面使用状况指数 PCI 并且制定养护计划，与此同时还能通过移动应用向驾驶员传达实时路况以及警示信息，这样的设计能够对原有安全设施存在不完备的情况加以优化，比如在视距不佳的交叉口推送减速提醒信息，或者依据气象数据来调整排水泵站的运行状态，以此最终提高道路的服务水平并且推动沿线地区的经济发展。

4 智慧道路系统关键子系统设计

4.1 智慧交通安全保障系统设计

智慧交通安全保障系统的关键在于把原先的被动防护转变成主动预警，力求从源头上降低交通事故的发生概率，此系统需要综合运用感知、通信以及控制方面的技术。就黄太公路而言，其平面交叉口数量达到了 34 处，而且部分路段还存在着视距不佳的情况，针对这一突出的问题，一定要在这些重要的节点安排具备物体识别功能的视频监控单元以及雷达传感器，以此来实时抓取交通参与者的行信息。当系统凭借算法判定存在碰撞的风险时，就会立刻启动路侧的智能发光警示标志以及声光报警装置，给驾驶员和行人发出不容忽视的强烈预警信号。对于全线原

本存在的 3280m A 级波形梁护栏，在对其展开改造的过程中应当融入智慧化的考量，将护栏升级成为具备压力感知功能的智能护栏，要是发生了碰撞事件，系统可以自动获取事故发生的具体位置并且第一时间向管理中心发出警报，如此一来便能大幅度缩短应急救援的响应时间。考虑到本项目沿线分布着大量的居民点这一特点，在行人密集的路段设置智能人行横道系统显得格外有必要，该系统借助地磁感应或者热成像技术来检测等待通行的行人，并且自动点亮嵌入式的地面灯光与警告信号，借此来大幅提升夜间以及恶劣天气条件下行人过街的安全性，有效地填补原有设计中警告与防护措施的欠缺之处。

4.2 智慧交通效率提升系统设计

智慧交通效率提升系统旨在优化道路时空资源的利用情况，缓解由于线形条件以及交叉口密集所引发的通行阻力，其主要是借助动态管理和协同控制的方式来达成这一目标。鉴于黄太公路全线存在着 4 处最小半径为 50m 的平曲线以及 1 处最大纵坡达到 9.31% 的纵坡路段，这些几何线形方面的劣势从客观层面限制了通行效率，所以该系统能够依据实时采集所得的车流速度与密度数据，凭借可变信息标志给驾驶员提供具有建议性质的安全车速，以此实现交通流的顺畅过渡。针对全线 34 处平面交叉口而言，系统需要摒弃传统的固定优先通行规则，转而采用根据实时交通需求所设定的自适应控制策略，借助安装在路口的感知设备来判断各个方向的车流状态，动态地对通行权加以分配，进而有效地降低车辆在交叉口的无效等待时间。再进一步来讲，系统还能够构建起一个区域级的协同控制模型，把多个连续的交叉口当作一个整体来开展联动优化工作，依靠算法计算得出最佳的信号配时方案与相位差，让车辆能够在最大程度上遇到绿灯，形成所谓的“绿波带”，这特别适用于 K13+400 至 K14+154 段这类已经埋设雨水管道且路况相对不错的段落，通过提高平均行程速度来充分释放该段落的示范效应。

4.3 智慧基础设施与管养系统设计

智慧基础设施和管养系统对于确保道路能长时间良好运行以及降低其整个生命周期里的成本而言极为关键，其设计主要围绕着状态感知、数据分析以及预测性维护等方面展开。在黄太公路路基拓宽至 7.5m 并且加铺新的结构层的施工期间，需提前在关键部位埋设一系列传感器，像是用来监测路基沉降的静力水准仪、用于感知路面结构应变的光纤传感器，还有用于检测基层含水量的湿度传感器等。这些传感器就像一个隐形的神经网络，会持续不断地把基础设施的健康状态数据传送到管理平台。平台层依照公路技术状况评价标准来构建专门针对路面损坏状况指数 PCI 的自动计算模型，以此对传回来的数据加以分析，

不但可以客观地评估当前路面状况，而且还能依据历史数据的趋势去预测未来一段时间内 PCI 指数的衰减状况以及各类病害的发展概率^[4]。这种预测性维护的能力让养护部门能够从容不迫地制定出既科学又经济的养护计划，提前安排资源对潜在病害进行干预，而不是等到路面出现严重破碎板或者错台之后才进行被动修复，进而达成从“坏了再修”到“未坏先防”的重大转变，这对延长采用新路面结构层的道路使用寿命有着极为重要的意义。

4.4 智慧出行服务系统设计

智慧出行服务系统直接面向道路使用者，目的是让出行体验变得更为便捷、更加舒适且更具可预见性，其设计着重于信息的实时性、准确性以及服务的个性化。系统得把感知层的实时道路状态信息、气象部门的气候数据，还有交通效率提升系统的动态控制信息整合起来，再借助统一且用户友好的移动应用或者车载终端界面推送给用户。对于行驶在黄太公路上的驾驶员来讲，他们能提前知晓前方哪个交叉口正在开展动态优先控制、哪个路段因暴雨出现临时积水需谨慎驾驶、哪个区域正在进行基于预测性维护决策的养护作业需要绕行^[5]。系统还能给出个性化的出行路线与速度建议，帮用户规避风险、节省时间。该系统可服务于更广泛的社会经济目标，比如向沿线居民和游客推送太子镇周边的农副产品信息或旅游景点介绍，把交通出行和区域经济发展紧密关联起来，切实体现四好农村公路建设里“运营好”的核心理念，让这条焕然一新的道路变成推动沿线农村经济发展的智慧走廊。

5 结束语

智慧交通理念给城市道路设计带来了创新的方向，在黄太公路维修改造工程里，借助集成感知监测、智能通信以及数据平台，可有效地处理传统设计于排水、安全以及维护方面存在的不足之处；未来需要进一步对技术应用加以优化，以便适应复杂的地形与气候条件，促使农村公路朝着智能化、可持续化方向发展，达成完善区域路网以及提升服务水平的目的。

【参考文献】

- [1] 刘艳辉,张晓梅.基于绿色环保理念的城市道路优化设计及工程应用[J].绿色中国,2025(4):46-48.
 - [2] 杨国辉,尚增辉,刘中庆.关于绿色交通理念的道路交通改善规划设计[J].人民公交,2025(5):76-78.
 - [3] 张庆霞.公路市政化改造中交通工程技术应用研究[J].现代工程科技,2025,4(9):161-164.
 - [4] 陈超.城市道路交叉口提升改造方案研究[J].工程技术研究,2025,10(15):184-186.
- 作者简介：吴小冬（1990.11—），男，汉族，本科，毕业院校：武汉工程大学，专业：交通土建。