

改扩建公路路线设计关键要素分析

王佳东

宁夏公路勘察设计院有限责任公司

摘要:改扩建公路存在的根本原因是原有的公路路线设计已经不再满足新时期道路交通运输需求,或者原有公路在运营过程中面临着较多的路基病害与软基地质问题,整体的使用寿命大大缩减,并且会对后续道路行车稳定与安全带来不利影响。而路线设计是改扩建公路工程项目建设过程中一个非常重要的环节,其主要是在原有公路基础上,力求保障道路行车安全以及满足大众出现需求。通过有效的路线设计,可以最大程度降低改扩建项目对原有公路沿线周边区域既有居民的正常出现带来不利影响,保证可以从整体上优化改扩建公路路线,以此才能够为原有公路的改扩建项目建设提供更为明确、可靠的依据,避免因为路线设计不到位而直接影响了后续改扩建公路项目顺利建设。此外,路线设计的合理性也会对整个改扩建项目建设的成本投入产生极大影响,为了保障整个路线设计的成本,必须要注意结合改扩建工程项目建设实际情况来优化设计路线,力求最大程度借助线路优化设计来增加改扩建工程项目建设经济效益。随着国内交通运输业的发展,极大增加了道路行车荷载,使得在服役道路已经无法满足道路交通行车需求。如果可以结合当前在服役道路的运行情况,灵活地采用改造与拓宽等手段,这样可以进一步改善道路行车性能,保障道路行车安全与稳定。其中路线设计是决定整个改扩建道路建设成败的一个关键环节,加强其优化设计研讨显得尤为重要。

关键词: 改扩建公路; 路线设计; 设计措施

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.17.064

一、公路路线设计的重要性

在进行公路工程修建时,公路设计通常都是其中的关键环节,路线是公路的主体部分,关系到路基、路面及桥洞设计质量。所以,应先行保证路线设计专业、适宜、符合实际情况。路线设计应有曲线规划、网络对接,设施定位等,其中曲线规划最为重要。在曲线规划完好的基础上,才可正式进入其他设计环节。公路路线设计会涉及纵断面、横断面和截断面等内容。随着经济不断发展和交通行业领域的快速发展,公路修建也设置了更加严格的要求,相关工作也呈现持续向好的发展态势。具体的路线设计应充分结合公路现场客观条件,参与物理及人机工程学等专业常识,在保证完全契合区域性交通要求的基础上,切实保证路线设计的科学性、适宜性。

二、公路路线设计的基本原则

(一) 以安全性为基础,提升路线设计质量

公路路线设计在很大程度上影响着公路安全,当路线设计不合理或路线设计脱节时容易导致公路使用效益受到影响,甚至造成公路事故。因此,在进行路线设计

的过程中,设计人员首先要考虑路线设计的安全性,依照国家制定标准并规范合理设置路线内容,对直线路段和曲线路段进行适当选取,提升公路的安全性。要对公路设计过程中的弯度和坡度进行对应控制,依照安全性指标合理进行调整,最大限度降低弯度、坡度值,减少行车过程中可能出现的路线影响。相关资料显示,公路中弯度值越低,坡度值越小,行车方向越明确,行车安全性越高。

(二) 以环保性为重点,提升路线设计环保效益

我国环境形势较为严峻,环境污染较为严重。在此环境背景下构建可持续发展社会体系,将环境保护渗透到各行各业中已刻不容缓。我国公路路线设计中明确指出要依照环保要求进行路线选取,要最大限度降低路线对周围环境的影响,提升公路环保质量。因此,在公路路线设计的过程中设计人员要以环保性为核心,依照路线周围环境状况对公路路线进行科学选取,最大限度降低施工中过度开垦、乱砍滥伐造成的公路环境破坏。尤其是在景区周围公路路线设计的过程中,设计人员要严格遵循环保性原则,对景区路线进行环保设计。

(三) 以高效性为核心,提升路线设计经济效益

公路修建项目繁琐,所涉成本较高,并且对人员、经济和设备等方面也提出非常严格的要求,特别是对于山路及隧道等修建项目,路线设计都属于其中的必要项目,所涉成本标准的执行程度会关系到工程各方面发展目标能否达成。符合实际的路线设计,会着重强调成本的合理化、最小化设置,或者结合企业经济条件将各个路线区域予以设置,进而使施工体系得到优化。所以,在路线设计时,专业技术人员应对施工成本进行严格掌控,并对线形设计方案做出选择,使施工成本得以更加合理的设置,增加路线设计方面的经济效益。

(四) 因地制宜,统筹兼顾

路线属于公路中的核心区域,该区域的质量会影响到路网显著性能的体现,所以在具体的路线设计时,应当将所有影响因素作出现实性预测。例如,施工现场土质、路线走向的局限、公路修建的外在影响性等,应当采取所有可行措施将路线设计计划进行充分探讨,从而选择最具可行的路线设计计划,确保修建后路线与其周边路线充分、自然地衔接,不会涉及对农田的占用,维护生态系统及城区基本设施良好的状态,进一步合理化、最小化公路修建成本、管护成本。保证公路使用过程中安全,有利于人员通行的稳定、顺畅、快捷,有利于地方经济的快速增长。

(五) 高效性原则

在所有公路修建过程中,盘山公路、穿山隧道、山间桥梁是财力、物力和时间投入最多的3种模式,专业技术人员应精准预测公路路线设计的合理性,根据既定

的施工成本、公路等级等信息数据开展路线设计工作。在合理范围内尽可能避开穿山、盘山、跨山的设计内容，严谨掌控工程成本，以提高工程经济效益，降低公路施工量，减少各方面资源的投入。

三、公路工程路线设计的要点分析

(一) 平面线形设计

(1) 在公路工程平面线形中应用最为广泛的为直线形，由于此种线形的距离较短，能够大大降低建设成本，所以在地形地貌满足要求的基础上应尽量采用此种线形。但是在实际设计时要特别注意，避免长直线路线和陡坡地结合，要特别关注直线和曲线之间的关联性，在路线设计时要将两种线形交替设置，一般情况下，简单的长直线路线更多应用在地形符合要求、对成本要求较高、公路沿线不存在显著障碍的情况下。

(2) 除了直线之外，圆曲线也是平面线形中非常重要的组成部分，具有线形美观、便于测设、适应性等特点，可以应用在多种地形中，所以在公路路线设计中得到了大量应用。需要注意的是，车辆在曲线路线上行驶必然会受到离心力影响而造成稳定性较差，所以对于曲线半径的设计显得非常关键，是确保行驶安全性的核心。

(二) 纵面线形的设计

竖曲线的起终点需要设置在平曲线的两缓和曲线范围内，为了保证行驶在该区域内车辆的安全性，在纵坡设置时务必要确保有效的平顺性，避免出现较大的坡度或严重的起伏路段，尽量避免设置极限纵坡值。在路线纵面设计过程中需要对沿线地形地貌进行充分考量，并同时按照施工要求进行相关技术的应用，以此提高公路的稳定性及质量。

对于公路工程来说，其公路坡长度、纵坡度等指标对车辆行驶的安全性影响非常大，若是坡的长度较长并且纵坡较大，必然会大大影响车辆行驶的安全性。车辆在沿着陡坡行驶的过程中一定要通过较大的牵引力克服坡度升高所增加的阻力，这必然会降低车辆的行驶速度。若是此种坡度距离较长容易造成车辆熄火等情况，所以一定要根据公路地形地貌的具体情况对纵面线形进行合理控制，从而降低安全事故的发生概率。为了提升路线的合理性，可设置实施竖曲线，有效降低纵坡变化所形成的较大冲击力，保证车辆之间的可视距离，保持车辆行驶的平稳性，提升车辆行驶的安全性。需要注意

的是，在竖曲线设计过程中若是坡差保持不变，为了满足施工要求，一定要保证竖曲线具有较大的半径，从而确保纵面线形的质量。

(三) 平纵组合设计

在对平纵线形进行组合设计的过程中，需满足以下关键点：

(1) 从视觉上看一定要保证线形的连续性，确保驾驶人员视线能够得到自然引导。

(2) 设计时一定要遵照标准规范中有关平纵线形方面的技术要求，无论是在视觉方面还是在心理层面都要确保线形准确性。

(3) 要保证两者合成坡度的适宜性，从而进一步提升车辆行驶的安全性，同时也更便于进行路面排水。

(4) 路线的设计要充分考量周边景观和自然环境情况，最大限度降低对自然环境的影响，加强对环境的保护力度。

(四) 线形和桥隧的配合设计

在公路工程建设过程中，不同等级公路采取的施工方式、标准和具体要求也是有所区别的，对于某些限速较高的公路来说，除了某些结构相对特殊的桥梁之外，其他部分要符合路线总体设计指标，从而保证公路的整体性，不会在桥头引道和路线线形之间发生不连续的问题，从而减少由于线形变化所引发的安全事故。一般情况下，桥头引道的纵坡不能在5%以上，如桥头引道纵坡较大将对桥梁结构造成极大损害。

四、改扩建公路路线设计的关键要素

某公路工程全长11.195km，本段旧路为三级道路，设计时速30km/h，路基宽7.5m，路面宽7.5m。路面为全幅式混凝土。由于旧路存在急弯陡坡线路，且路面破损严重，已经难以适应当下的实际需求，所以亟须对该路段进行改扩建，拓宽道路宽度，提升道路的稳固性。

(一) 曲线设计要点

在整个路线设计中，曲线是另一个非常关键的设计内容，主要包括了圆曲线与缓和曲线，如图1所示。它们是保证道路行车过程中对两个不同线路进行有效衔接的过渡段，曲线设计合理性关系道路行车平稳与安全。

对各部分曲线设计的具体要点而言，主要表现如下：

(1) 最小圆曲线半径进行合理确定。无论公路平面涉及多大转角，都要对圆曲线进行合理设计，实际

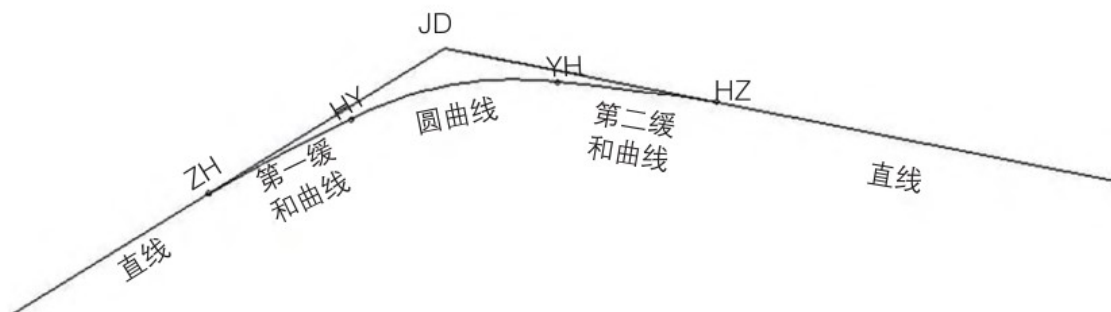


图1 圆曲线和缓和曲线构成简图

设计过程中要最大程度对原有路线进行利用, 所以会涉及比较小的圆曲线半径, 但是该值也不适宜过小, 否则在道路行车的时候会使驾驶者承受过大加速度。而最小圆曲线半径设计时只需要其满足改扩建公路项目相关设计规范中有关规定及要求即可。但是由于改扩建公路项目设计中涉及较多的受限因素, 为了保证道路行车安全, 还需要保障圆曲线半径值比设计时速条件下的极限值更小, 如圆曲线半径大于9km, 视线集中处在300~600m, 那么所形成的视觉效果同直线效果基本保持一致。这就决定了该值同样不宜过大, 一般不宜大于10km。

(2) 缓和曲线设计。在设计缓和曲线期间, 要对道路行车过程中车辆方向盘操作所需长度、离心加速度本身的变化率、行车视觉、线形美学以及超高缓率本身需要长度等进行综合考虑, 保证可以经过综合考虑提高缓和曲线设计的合理性, 这样才能保证最终设计方案的质量。通过对缓和曲线进行优化设计, 可以为道路驾驶人员平稳转弯提供更多的操作空间, 避免因为过于生硬的路线连接, 或者缓和曲线设计角度不足和长度不足而直接影响了道路行车的安全性。

(3) 合理设计圆曲线和平曲线的长度。虽然现阶段公路线路设计规范中没有明确规定圆曲线的具体长度要求, 但是实际设计中需要考虑道路行车安全性, 一般其长度采取3s时间之内设计车速通过所需的距离, 同时还要本着因地制宜的原则对其适宜性和合理性进行有效评估。而现有的道路线路设计规范要求平曲线设计中的最小长度大于2倍缓和曲线长度, 所以在实际的设计过程中要综合考虑曲线设计中各段的设计要求规定, 从保障道路行车安全出发来科学规划路线, 力求更好提高整体路线设计质量。但是也要保证其设计长度不能够过长, 否则会占用过大的占地面积, 浪费过多建设资源。

(二) 路面结构设计

结合当地实际情况, 坚持安全性、经济性等基本理念, 以双轮组单轴载100kN (BZZ-100) 为标准轴载, 使用水泥混凝土路面。路面结构设计必须重视3个要点:

(1) 结构层选择。在结构层选择前, 要了解项目所在区域内的筑路材料, 可以选择碎石、砂砾石等作为路面基层及垫层材料。通过调查分析及施工经验等, 最终确定路面基层、底基层的材料分别为5%水泥稳定碎石与级配碎石, 能保证水泥混凝土路面具有较强的稳定性。

(2) 路面结构的确定。水泥混凝土路面结构设计基准期为20年。车道的标准轴载在设计基准期内为 2738.785×10^4 次, 道路属于重型交通。面层为26cm厚的水泥混凝土; 基层为20cm厚的5%水泥稳定碎石; 底基层为0~18cm的级配碎石。同时要求土基回弹量控制在60MPa以内。

(3) 路面排水。采用分散漫流排水方式作为排水, 沿路线纵坡和路拱横坡路面水会流到路基边坡进入到路基边沟, 并将其排在路基以外。

(三) 路基设计

1. 路面横断面布设及超高、加宽方式

为满足现有的交通运输需求, 公路的横向加宽在改扩建道路中比较常见。在公路加宽时有单侧分离加宽、单侧拼接加宽。该项目公路属于二级公路, 设计速度为40km/h, 路基宽度为12m。其中车道宽度为3.5m, 路肩宽度规范标准与采用标准分别为0.75m与2.5m, 路基总宽度规范标准与采用标准分别为10m与12m, 路拱横坡度规范标准与采用标准分别为 $\geq 1.5\%$ 与2%。超高设置在平曲线半径 $< 600\text{m}$ 的位置, 绕行车道中心线采取超高旋转方式。

2. 路基设计要点

深挖地段的判定标准是路堑边坡高度 $> 20\text{m}$, 土质与石质边坡坡率分别为 $1:0.75 \sim 1:1.2$ 与 $1:0.5 \sim 1:1$ 。将1m宽碎落台设置在路基边沟外, 将截水沟设置在边坡顶水平距 $> 5\text{m}$ 处。填方边坡高度超过8m的路堤地段, 按8m高度在上部边坡分阶, 按12m高度在下部分阶。设2m的平台于边坡处, 在一部分填方边坡坡脚处可以设置路堤墙等。

将过渡段设置在填方和挖方结合部的纵向, 在挖方内设置过渡段, 过渡段长度、深度需分别控制在10m以内、0.8~1.5m开挖结合部的挖方段形成路槽。填方和挖方结合部的横向为加强结合部的整体性, 要求开挖宽 $\geq 2\text{m}$ 的台阶在填方的边坡上, 台阶面属于向内横坡, 坡度为2%~4%。将横向盲沟设置在挖填方高度的交界处, 设置一层透水性材料在路基的回坡脚位置。路槽需在挖方路基设计标高下开挖, 开挖深度为0.3~0.8m。在处理浅层淤泥路段期间, 可以采取“清淤+换填碎石土”的工艺。

结束语

总之, 改扩建公路路线设计直接关系到现有公路能否继续服役以及它们最终的使用年限, 加强路线优化设计具有非常重要的现实意义。在对其路线进行设计中, 可以本着因地制宜、安全、环保和整体几个方面原则, 切实做好线形、纵横断面等方面设计工作, 尤其是要保证各个设计环节中的设计工作契合原有公路的实际条件的同时, 符合道路线路设计规范及要求, 从整体上对整个路线设计过程进行管控, 这样才能全面提升路线设计质量。

参考文献

- [1] 张晗. 高速公路改扩建工程路线设计方案优化研究[J]. 运输经理世界, 2021(36): 46-48.
- [2] 柴金燕. 公路工程中改扩建公路路线以及路面路基设计[J]. 工程建设与设计, 2021(23): 125-127.
- [3] 沈翔. 公路改扩建路线的设计要点分析[J]. 交通世界, 2021(30): 138-139.
- [4] 付文群, 马泽欣, 黎康. 考虑道路线形拟合的高速公路改扩建加辅设计研究[J]. 公路, 2021, 66(10): 97-103.
- [5] 张莉. 公路工程中改扩建公路路线以及路面路基设计[J]. 四川建材, 2021, 47(08): 150+158.