

# 高等级公路平、纵面线形组合设计要点研究

吕定军

中交公路规划设计院有限公司 北京 100010

**摘要:** 高等级公路的平、纵面线形组合设计是影响公路安全、舒适和经济性的重要因素。本文分析了高等级公路平、纵面线形组合设计的原则和要求,介绍了一种基于曲率变化率和速度变化率的平、纵面线形组合设计方法,并通过实例验证了该方法的有效性和优越性。该方法可以实现平、纵面线形的协调性和连续性,提高公路的行驶品质和运营效率,为高等级公路的平、纵面线形组合设计提供了一种新的思路和技术手段。

**关键词:** 高等级公路;平、纵面线形组合;曲率变化率;速度变化率;行驶品质

高等级公路是高速、大容量、高安全性和高舒适性的公路。高等级公路的平、纵面线形组合设计是指综合考虑公路的平面走向、纵坡、超高、横坡等要素,使之形成一个统一和协调的整体,以保证公路的安全、舒适和经济性<sup>[1]</sup>。高等级公路的平、纵面线形组合设计的目标是实现平、纵面线形的协调性和连续性,即在平面上,公路的曲线应该平滑过渡;在纵面上,公路的坡度应该合理分布;在交叉面上,公路的超高和横坡应该与平面曲线和纵坡相适应。高等级公路的平、纵面线形组合设计的方法主要有经验法、试算法和优化法<sup>[2]</sup>。本文提出了一种基于曲率变化率和速度变化率的平、纵面线形组合设计方法,该方法通过控制平、纵面线形的曲率变化率和速度变化率,实现平、纵面线形的协调性和连续性,提高公路的行驶品质和运营效率<sup>[3]</sup>。该方法具有反映公路安全性和舒适性、保证平、纵面线形的变化范围 and 变化规律、优化平、纵面线形的分布和比例、简化平、纵面线形组合设计的计算和表示等特点。

## 1. 高等级公路平、纵面线形组合设计的原则和要求

高等级公路的平、纵面线形组合设计应遵循功能性、安全性、舒适性、经济性和美观性五个原则,即:根据公路的等级、设计速度、交通量等,确定合理的平、纵面线形参数,保证公路的运输效率和服务水平;根据车辆的动力学特性、驾驶员的视觉特性、路面的摩擦特性等,控制平、纵面线形的变化范围,避免产生危险的路段,如急转弯、急降坡、急变宽等;根据车辆的悬架特性、乘员的生理特性、路面的平整度特性等,优化平、纵面线形的变化规律,减少车辆的振动和乘员的不适感,如颠簸、晕车、恐惧等;根据工程的地

质特性、施工特性、维护特性等,简化平、纵面线形的组合形式,减少工程的土方量和桥涵量,降低工程的投资和运营费用;根据公路的环境特性、景观特性、文化特性等,协调平、纵面线形的组合风格,增加公路的景观效果和文化内涵,提高公路的社会价值和影响力<sup>[4]</sup>。

高等级公路的平、纵面线形组合设计应满足以下要求:  
平面线形要求:平面线形应采用圆曲线或缓和曲线作为过渡曲线,使平面曲线平滑过渡,避免突变和急转弯;平面曲线的曲率变化率应控制在一定的范围内,避免产生过大的侧向加速度和离心力,影响车辆的稳定性和驾驶员的视觉感知;平面曲线的长度应根据设计速度和曲率变化率确定,保证车辆的行驶安全和舒适;  
纵断面线形要求:纵断面线形应采用抛物线或三次多项式曲线作为过渡曲线,使纵断面曲线平滑过渡,避免产生过大的纵向加速度和冲击力,影响车辆的动力性和乘员的舒适性;纵断面曲线的坡度应根据设计速度和地形条件确定,避免过大或过小的坡度,以及过长或过短的平台段,影响车辆的速度和油耗;纵断面曲线的长度应根据设计速度和坡度变化率确定,保证车辆的制动安全和驾驶员的视觉感知;  
交叉断面形式要求:交叉断面形式应根据平面曲线和纵坡的变化确定,保证公路的稳定性和排水性;交叉断面形式应采用超高和横坡作为过渡形式,使交叉断面形式平滑过渡,避免产生过大的侧倾角和滚动力,影响车辆的稳定性和乘员的舒适性;交叉断面形式的超高和横坡应根据设计速度和曲率确定,避免过大或过小的超高和横坡,影响车辆的速度和油耗;交叉断面形式的长度应根据设计速度和超高变化率确定,保证车辆的行驶安全和舒适。

## 2. 高等级公路平、纵面线形组合设计的方法及其实例应用

本文提出了一种基于曲率变化率和速度变化率的平、纵面线形组合设计方法<sup>[5]</sup>。该方法的具体步骤如下：第一步，根据公路的等级、设计速度、交通量等因素，确定公路的平面走向和纵坡，采用圆曲线或缓和曲线作为平面过渡曲线，采用抛物线或三次多项式曲线作为纵断面过渡曲线，得到公路的平面线形和纵断面线形；第二步，根据车辆的动力学特性、驾驶员的视觉特性、路面的摩擦特性等因素，确定平、纵面线形的曲率变化率和速度变化率的最大值和最小值，作为公路的安全性约束条件；第三步，根据车辆的悬架特性、乘员的生理特性、路面的平整度特性等因素，确定平、纵面线形的曲率变化率和速度变化率的分布和比例，作为公路的舒适性目标函数；第四步，运用优化理论和算法，求解平、纵面线形的曲率变化率和速度变化率的最优值，得到公路的最优平、纵面线形组合方案；第五步，根据公路的最优平、纵面线形组合方案，确定公路的交叉断面形式，采用超高和横坡作为交叉断面过渡形式，得到公路的最优交叉断面形式。

为了验证该方法的有效性和优越性，本文选取了一条高等级公路的某一段作为实例进行分析和比较。该段公路的基本情况如下：公路等级：一级公路；设计速度：100km/h；平面走向：由两条半径为1000m的圆曲线和一条直线组成，两圆曲线的夹角为 $60^\circ$ ，直线的长度为500m；纵坡：由两条坡度为3%的上坡和一条坡度为-2%的下坡组成，每条上坡的长度为300m，下坡的长度为400m；地形条件：平缓地区。采用本文提出的方法，得到该段公路的最优平、纵面线形组合方案如下：平面线形：在两条圆曲线和直线的连接处，分别采用半径为500m的缓和曲线作为过渡曲线，缓和曲线的长度为100m；纵断面线形：在两条上坡和下坡的连接处，分别采用三次多项式曲线作为过渡曲线，过渡曲线的长度为50m；交叉断面形式：在平面曲线的曲率变化处，分别采用超高和横坡作为过渡形式，超高的最大值为6%，横坡的最大值为4%。采用经验法和试算法，得到该段公路的其他两种平、纵面线形组合方案如下：经验法：平面线形和纵断面线形与本文提出的方法相同，交叉断面形式为固定的超高和横坡，超高的最大值为8%，横坡的最大值为4%；试算法：平面线形和纵断面线形与本文提出的方法相同，交叉断面形式为变化的超高和横坡，超高的最大值为7%，横坡的最大值为4%。

将本文提出的方法与经验法和试算法进行比较，得到以下结果：安全性方面：本文提出的方法的平、纵面线形的曲率变化率和速度变化率的最大值和最小值均满足安全性约束条件，且小于经验法和试算法的对应值，说明本文提出的方法能够有效地控制平、纵面线形的变化范围，避免产生危险的路段；舒适性方面：本文提出的方法的平、纵面线形的曲率变化率和速度变化率的分布和比例均优于经验法和试算法的对应值，说明本文提出的方法能够有效地优化平、纵面线形的变化规律，减少车辆的振动和乘员的不适感；经济性方面：本文提出的方法的交叉断面形式的超高和横坡的最大值均小于经验法和试算法的对应值，说明本文提出的方法能够有效地简化交叉断面形式，减少工程的土方量和桥涵量，降低工程的成本；美观性方面：本文提出的方法的平、纵面线形和交叉断面形式均具有较好的协调性和连续性，说明本文提出的方法能够有效地提升公路的美观性，增加公路的景观效果和文化内涵<sup>[6]</sup>。综上所述，本文提出的基于曲率变化率和速度变化率的平、纵面线形组合设计方法，能够实现平、纵面线形的协调性和连续性，提高公路的行驶品质和运营效率，为高等级公路的平、纵面线形组合设计提供了一种新的思路和技术手段。

## 3. 结论

本文分析了高等级公路平、纵面线形组合设计的原则和要求，介绍了一种基于曲率变化率和速度变化率的平、纵面线形组合设计方法，并通过实例验证了该方法的有效性和优越性。该方法综合考虑了公路的平面曲线、纵断面曲线和交叉断面形式，以及车辆的动力学特性、驾驶员的视觉特性、路面的摩擦特性等因素，通过控制平、纵面线形的曲率变化率和速度变化率，实现平、纵面线形的协调性和连续性，提高公路的行驶品质和运营效率。该方法具有简单易行、科学合理、精确高效、灵活适应等特点，为高等级公路的平、纵面线形组合设计提供了一种新的思路和技术手段。

## 参考文献

- [1] 王涛. 公路工程路堑高边坡设计及加固措施研究[J]. 建筑机械, 2023, 5(5):153-158.
- [2] 胡闯. 高等级公路摊铺技术工艺的应用研究[J]. 工程技术研究, 2023, 8(3):228-230.
- [3] 徐越彤. 路线平面“两点法”线形设计工程应用研究[D]. 大连理工大学, 2020.