

公路工程设计中路线布设及路基设计要点研究

陈彬

广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司, 广东 广州 510000

DOI:10.61369/ME.2026060007

摘 要： 文章围绕公路工程设计中的路线布设与路基设计展开研究。阐述路线布设需遵循安全、经济、环保、协调原则，明确平面、纵断面、横断面线形设计关键指标与技术要点。从填挖方、压实填料、边坡防护、排水设计、软土处理等方面，梳理路基设计核心要点，并结合山区高速公路工程案例，验证设计方案的可行性与实用性，为同类公路工程设计提供参考。

关 键 词： 公路工程；路线布设；路基设计

Research on Key Points of Route Layout and Subgrade Design in Highway Engineering Design

Chen Bin

Guangdong Provincial Transportation Planning and Design Institute Group Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510000

Abstract： This article focuses on the research of route layout and subgrade design in highway engineering design. It expounds that route layout should follow the principles of safety, economy, environmental protection, and coordination, and clarifies the key indicators and technical points of horizontal, vertical, and cross-sectional alignment design. From the aspects of excavation and filling, compaction of fill materials, slope protection, drainage design, and soft soil treatment, the core points of subgrade design are summarized. Combined with mountainous highway engineering cases, the feasibility and practicality of the design scheme are verified, providing a reference for similar highway engineering design.

Keywords： highway engineering; route layout; subgrade design

引言

公路工程设计是保障道路通行安全、提升运营效率的核心环节，路线布设与路基设计作为关键内容，直接决定工程质量、造价及长期稳定性。当前山区及复杂地质条件下，路线选线难度大、路基病害频发，对设计技术提出更高要求。为规范设计流程、规避工程风险、优化建设效益，结合公路设计规范与工程实践，系统梳理路线布设基本原则、线形设计要点及路基设计关键技术，总结典型工程应用经验，为公路工程设计提供技术支撑与实践参考。

一、路线布设基本原则

路线布设应遵循以下基本原则：

- （1）安全原则：路线布设应保证行车安全，线形指标满足规范要求，避免不良地质路段，减少事故多发路段；
- （2）经济原则：在满足技术标准的前提下，尽量缩短路线长度，减少工程数量，降低工程造价和运营成本；
- （3）环保原则：路线布设应减少对生态环境的破坏，避让重要生态敏感区，做好水土保持和景观协调；
- （4）协调原则：路线布设应与沿线城镇规划、土地利用、其他交通方式相协调，便于区域交通组织和转换。

路线方案比选是路线布设的重要环节，应对不同路线方案进

行技术经济比较，综合考虑工程造价、运营成本、环境影响、社会效益等因素，选择最优方案。方案比选的主要内容包括路线长度、工程数量、工程造价、运营费用、环境影响等。

二、平面线形设计要点

（一）直线设计

直线是平面线形的基本要素，具有方向明确、距离最短等优点，但长直线易导致驾驶员疲劳和夜间行车眩光。直线长度应符合规范要求：高速公路、一级公路长直线的长度不宜超过设计速度的20倍行程；两圆曲线间的直线最小长度，当设计速度为100km/h时应不小于600m，80km/h时应不小于480m，60km/h

时应不小于360m^[1]。

（二）圆曲线设计

圆曲线是平面线形的重要组成部分，设计时应合理选择圆曲线半径。圆曲线半径分为不设超高最小半径、一般最小半径和极限最小半径三类。以设计速度100km/h为例，不设超高最小半径为5500m，一般最小半径为700m，极限最小半径为400m。

圆曲线设计要点：（1）圆曲线半径应与设计速度相适应，在条件允许时采用较大半径；（2）圆曲线长度不宜过短，最小长度不应小于设计速度的3s行程；（3）小半径圆曲线应设置超高和加宽，超高值根据半径和设计速度确定，最大超高值一般为8%–10%；（4）圆曲线两侧应设置缓和曲线，使曲率渐变过渡。

（三）缓和曲线设计

缓和曲线是直线与圆曲线之间或两不同半径圆曲线之间的过渡曲线，一般采用回旋线形式。缓和曲线参数A值应根据圆曲线半径和设计速度确定，A值宜取R值（圆曲线半径），最小不应小于R/2。

缓和曲线最小长度应满足以下要求：（1）离心加速度变化率要求：使乘客舒适，离心加速度变化率不超过0.6m/s³；（2）超高渐变率要求：超高渐变率不宜大于1/200，最小缓和曲线长度应满足超高过渡需要；（3）线形协调要求：缓和曲线长度应与圆曲线半径相协调，使线形平顺美观^[2]。

（四）平曲线组合设计

平曲线组合设计应保证线形连续、均衡、协调。常见平曲线组合形式包括：基本型（直线–缓和曲线–圆曲线–缓和曲线–直线）、S型（两反向圆曲线相接）、卵型（大圆包小圆）、凸型（两同向圆曲线相接）、C型（两同向圆曲线通过缓和曲线相接）等。S型曲线两圆曲线半径之比不宜过大，一般不超过3；卵型曲线两圆曲线半径之比不宜大于2。

三、纵断面设计要点

（一）纵坡设计

纵坡设计应满足行车安全、排水通畅、工程经济的要求。最大纵坡应根据公路等级和地形条件确定：高速公路、一级公路最大纵坡一般为3%–5%，二级公路为5%–7%，三级公路为6%–8%，四级公路为7%–9%。山岭重丘区纵坡可适当增大，但最大纵坡不应超过规范极限值。

纵坡设计要点：（1）纵坡应平顺，起伏不宜频繁，避免锯齿形纵断面；（2）连续上坡或下坡路段，应设置缓坡段，使车辆有休息调整机会；（3）长陡坡路段应设置避险车道，保证行车安全；（4）纵坡设计应与平面线形相配合，避免小半径平曲线与陡坡重叠；（5）纵坡设计应考虑排水需要，最小纵坡不宜小于0.3%。

（二）竖曲线设计

竖曲线是纵断面变坡处的过渡曲线，分为凸形竖曲线和凹形竖曲线。竖曲线采用二次抛物线形式，设计时主要控制竖曲线半径和长度。竖曲线最小半径和最小长度应根据设计速度确定，以

设计速度100km/h为例，凸形竖曲线一般最小半径为16000m，凹形竖曲线一般最小半径为12000m，竖曲线最小长度为85m^[3]。

竖曲线设计要点：（1）竖曲线半径在条件允许时应采用较大值，提高行车舒适性；（2）凸形竖曲线半径应满足停车视距要求，凹形竖曲线半径应满足前灯照射距离要求；（3）竖曲线长度应满足安全行驶需要，一般不小于设计速度的3s行程；（4）竖曲线与平曲线组合时，应使竖曲线包含在平曲线之内，避免竖曲线在平曲线起点或终点附近断开。

四、横断面设计要点

公路横断面由行车道、路肩、中间带、边坡、边沟等部分组成。行车道宽度根据公路等级和设计速度确定：高速公路、一级公路行车道宽度一般为2×7.5m或2×7.0m，二级公路为7.0m或9.0m，三级公路为6.5m或7.0m，四级公路为6.0m。

路肩分为硬路肩和土路肩。高速公路、一级公路硬路肩宽度一般为2.5m或3.0m，土路肩宽度为0.75m；二级公路硬路肩宽度为0.75m或1.5m，土路肩宽度为0.75m。路肩具有保护路面、供临时停车、行人通行等功能。

超高设计是横断面设计的重要内容。当圆曲线半径小于不设超高最小半径时，应在圆曲线路段设置超高，使车辆在弯道行驶时获得足够的横向力。超高横坡度根据圆曲线半径和设计速度计算确定，高速公路、一级公路最大超高横坡度为8%–10%，二、三、四级公路为8%^[4]。

五、路基设计要点

（一）路基填挖方设计

路基设计应根据地形地貌、工程地质、填料性质等因素，合理确定填挖方高度和边坡形式。路堤边坡坡率应根据填料性质、边坡高度、地基条件等确定：一般路堤边坡高度不超过8m时，边坡坡率为1:1.5；边坡高度8–20m时，上部8m坡率为1:1.5，下部坡率为1:1.75。

路堑边坡坡率应根据岩土性质、地质构造、边坡高度等确定。土质路堑边坡高度不超过20m时，边坡坡率一般为1:0.75–1:1.5；岩质路堑边坡坡率根据岩石强度和结构面产状确定，一般为1:0.3–1:1.0。高边坡（高度超过20m）应进行专项设计，进行边坡稳定性分析，必要时采取加固措施。

（二）路基压实与填料选择

路基压实度是保证路基强度和稳定性的重要指标。路基压实度应根据公路等级和填挖类型确定：高速公路、一级公路路床压实度不小于96%，上路堤压实度不小于94%，下路堤压实度不小于93%；二级及以下公路路床压实度不小于95%，上路堤压实度不小于94%。

路基填料应满足强度和稳定性要求。路基填料按强度分为A、B、C、D、E五类，A类填料最优，E类填料不宜使用。路床填料应选用A、B类填料，上路堤可选用A、B、C类填料，下路

堤可选用 A、B、C、D 类填料。填料含水量应控制在最佳含水量附近，分层填筑、分层压实，每层厚度不宜超过 30cm。

（三）边坡防护设计

边坡防护是保证路基稳定的重要措施，分为工程防护和植物防护两类。工程防护包括砌石护坡、喷射混凝土、锚杆锚索、挡土墙等；植物防护包括种草、铺草皮、植树等。应根据边坡类型、高度、地质条件选择适宜的防护形式^[5]。

路堤边坡防护：（1）边坡高度小于 3m 时，可采用种草或铺草皮防护；（2）边坡高度 3–6m 时，可采用骨架防护 + 植草；（3）边坡高度 6–10m 时，可采用拱形骨架或菱形骨架防护；（4）边坡高度大于 10m 时，应设置平台，采用综合防护措施。

路堑边坡防护：（1）土质边坡高度小于 3m 时，可采用植草防护；（2）土质边坡高度 3–6m 时，可采用骨架防护 + 植草；（3）岩质边坡可采用喷射混凝土、锚杆加固、柔性防护网等措施；（4）不良地质边坡应采取专项加固措施，如抗滑桩、预应力锚索等。

（四）路基排水设计

路基排水是保证路基稳定的关键措施，包括地表排水和地下排水两部分。地表排水设施包括边沟、截水沟、排水沟、急流槽等；地下排水设施包括盲沟、渗沟、渗井等。

边沟设计要点：（1）边沟底宽和深度不宜小于 0.4m，底坡不宜小于 0.5%；（2）边沟断面形式有梯形、矩形、三角形等，根据地形和排水量确定；（3）边沟出口应与自然沟渠或排水沟衔接，避免水流冲刷路基；（4）边沟长度不宜过长，一般不超过 500m，超过时应增设排水沟或涵洞。

截水沟设计要点：（1）路堑坡顶外侧应设置截水沟，拦截山坡雨水；（2）截水沟距坡顶距离不宜小于 5m，断面尺寸根据汇水面积和降雨强度计算；（3）截水沟底坡不宜小于 0.5%，出口应引入自然沟渠或排水沟。

（五）软土路基处理

软土路基处理是公路工程常见的技术难题。软土具有含水量高、孔隙比大、压缩性高、抗剪强度低等特点，路基填筑后易产生过大沉降和滑移破坏。软土路基处理方法应根据软土厚度、性质、路基高度等选择。

常用软土路基处理方法：（1）换填法：将软土挖除，换填砂

砾、碎石等透水性材料，适用于软土厚度小于 3m 的情况；（2）排水固结法：设置塑料排水板或砂井，配合堆载预压，加速软土固结，适用于软土厚度 3–15m 的情况；（3）复合地基法：采用水泥搅拌桩、CFG 桩、预应力管桩等形成复合地基，适用于软土厚度较大、路基填筑高度较高的情况；（4）反压护道法：在路堤两侧设置反压护道，提高路堤整体稳定性。

六、工程案例分析

某山区二级公路项目，全长约 2.2 公里，设计速度 60km/h，路基宽度 20m，双向四车道。项目穿越山岭重丘区，地形起伏大，地质条件复杂，路线布设和路基设计难度较大。

路线布设方案：路线布设遵循“因地制宜、安全可靠、经济合理”的原则，对沿线地形地貌、工程地质、生态环境等因素进行综合分析，确定了三个路线方案进行比选。最终推荐方案路线长度 2.2km，设中桥一座。路线布设充分利用地形条件，采用展线方式克服高差，最大纵坡控制在 5% 以内。

路基设计方案：高填方路段最大填方高度 20m，采用分级填筑，设置二级平台，边坡坡率上部 1:1.5、下部 1:1.75，采用拱形骨架植草防护。深挖方路段最大挖方高度 35m，采用分级开挖，设置多级平台，边坡坡率根据岩土性质确定，岩质边坡采用锚杆加固 + 喷射混凝土防护。软土路基路段采用换填处理，清淤后换填开山石渣。

项目建成后运营情况良好，路基稳定，行车安全，达到了预期设计目标。

七、结束语

公路工程中路线布设与路基设计是系统性工程，贯穿安全、经济、环保等多重目标。科学的路线方案比选、合理的平纵线形组合、规范的横断面控制，可有效提升行车舒适性与安全性。路基填挖、压实防护、排水及软基处理，是保障结构稳定的核心技术。结合山区公路案例，验证设计要点的实践价值，可为复杂条件下公路工程设计提供借鉴，助力提升公路建设质量与综合效益。

参考文献

- [1] 王珊珊. 公路工程设计中路线布设及路基设计要点研究 [J]. 时代汽车, 2026(6): 157–159.
- [2] 曹刘坤, 王维. 公路工程设计中路线布设及路基设计难点分析 [J]. 运输经理世界, 2024(30): 22–24.
- [3] 张立群. 公路工程设计中路线布设及路基设计研究 [J]. 运输经理世界, 2021(23): 18–20.
- [4] 温涛. 公路工程路线布设及路基设计分析 [J]. 交通世界 (中旬刊), 2020(4): 58–59.
- [5] 谭吉昕. 公路工程设计中路线布设及路基设计要点 [J]. 福建质量管理, 2020(20): 148.