

# 农村公路改扩建中路基排水设计要点分析

何长城

杭州余杭交通设计有限公司 浙江 杭州 311106

**摘要:**农村公路改扩建中路基排水设计需兼顾功能性与经济性。设计应结合地形、水文条件,因地制宜布设边沟、截水沟、急流槽等设施,确保地表水快速排出。地下排水需采用盲沟、渗沟等降低地下水位,防止路基湿软。同时注重与农田水利协调,避免破坏天然水系。材料选择兼顾环保与成本,如生态敏感区采用植草砖、土工布等环保材料。通过科学规划与合理设计,保障路基稳定性,延长公路使用寿命。

**关键词:**农村公路;改扩建;路基排水;设计要点

引言:农村公路作为连接城乡、促进经济发展的重要基础设施,其改扩建工程对于提升农村交通条件、推动乡村振兴具有重要意义。在改扩建过程中,路基排水设计是确保公路稳定性和耐久性的关键环节。合理的排水设计能够有效排除地表水和地下水,防止路基湿软、边坡失稳等病害的发生,从而保障公路的安全运营。因此,深入分析农村公路改扩建中路基排水设计的要点,对于提高工程质量、降低维护成本具有十分重要的现实意义。

## 1 农村公路改扩建工程特点与排水需求分析

### 1.1 农村公路改扩建的主要特征

(1) 原有道路条件限制:多数农村原有公路建设标准低,线形多贴合自然地形,弯道多、坡度不合理;路基宽度普遍较窄,难以满足当前通行需求;排水设施多为简易边沟、土沟,长期使用后出现坍塌、淤积,部分管材老化破损,排水功能大幅衰减。(2) 施工环境复杂性:农村公路沿线多穿越农田、山地、沟壑等区域,地形起伏大;不同路段水文地质条件差异显著,部分区域地下水位高,部分路段易受暴雨冲刷;施工过程中需兼顾农田灌溉、村民出行等需求,进一步增加了施工难度。(3) 资金与资源约束:农村公路建设资金多依赖地方财政与上级补助,整体预算有限,需严格控制建设成本;同时,受农村地域条件限制,建材运输、施工设备进场等存在不便,对工程的低成本、易维护提出了更高要求<sup>[1]</sup>。

### 1.2 排水设计核心目标

(1) 快速排除地表水与地下水:通过科学布设排水系统,及时排走路面、路基范围内的雨水、冰雪融水及地下水,避免积水长时间浸泡路基路面。(2) 防止路基不均匀沉降与边坡失稳:减少水分对路基填料的软化、侵蚀,降低路基不均匀沉降风险;同时避免雨水冲刷边

坡,防止出现滑坡、坍塌等边坡失稳问题,保障公路结构安全。(3) 兼顾生态保护与景观协调:排水设计需避开沿线生态敏感区域,减少对自然水系、植被的破坏;排水设施造型、材质选择应贴合乡村风貌,实现功能与景观的协调统一。

### 1.3 常见排水问题与成因

(1) 排水不畅导致的水毁病害:雨水无法及时排出时,易引发路基翻浆,导致路面鼓包、开裂;边坡受雨水长期冲刷,会出现冲沟、坍塌;地下水浸泡还会造成路基软化,降低公路承载能力。(2) 设计缺陷案例分析:部分路段排水坡度设计不足,导致雨水滞留路面;选用的排水管材质量差、抗老化性能弱,短期使用后即出现破损;边沟、涵洞等排水结构尺寸不合理,排水能力不足,无法应对暴雨天气,加剧了水毁问题。

## 2 农村公路改扩建中路基排水设计关键技术要点

### 2.1 地表排水设计

(1) 边沟与截水沟设计:断面形式需结合地形选梯形、矩形或U形,山区路段优先用梯形边沟,沟壁坡度1:1.2~1:1.5,增强抗冲刷能力;平原路段可采用U形槽边沟,施工便捷且占地少。坡度设计需满足排水流速要求,一般不小于0.3m/s,防止泥沙淤积,最大流速不超过材料允许值。材料选择兼顾成本与耐久性,普通路段可用浆砌片石、混凝土预制块,生态敏感区优先选用植草砖、生态袋等环保材料,减少对周边环境的破坏。(2) 雨水口与雨水井设计:雨水口采用砖砌结构搭配钢纤维雨水篦,排水管选用D300mm/D400mm II级钢筋砼管。沟槽采用混凝土回填方包处理,减少沉降风险。路面面层加铺后,需对现有检查井井筒同步抬高。雨水口与雨水井衔接处需平滑过渡,保障排水通畅,避免水流滞留或局部冲刷<sup>[2]</sup>。(3) 路面排水系统:路面横坡设置为1.5%~2.5%,确保雨水快速向两侧边沟汇集,避免路面积

水。排水管布局采用双侧布置或单侧布置，单侧布置适用于地形平缓、路基单侧有排水空间的路段，双侧布置适用于多雨地区或路基较高路段。透水材料可应用于路面表层或基层，选用透水混凝土、透水沥青等材料，实现雨水下渗减排，同时减少路面径流对周边环境的影响。

## 2.2 地下排水设计

(1) 盲沟与渗沟设计：盲沟与渗沟核心在于构建合理的透水、反滤体系，透水层选用粒径20-40mm的碎石或卵石，铺设厚度不小于30cm，确保地下水顺利渗入；反滤层采用级配砂砾、土工布等材料，设置在透水层与路基土体之间，防止土体颗粒进入透水层造成堵塞。排水管布置需平行于路基轴线，埋深应低于地下水位0.5m以上，间距根据地下水位高度和土层渗透性确定，一般为10-30m；排水管采用打孔波纹管或混凝土管，管壁打孔率不小于5%，外侧包裹土工布进一步强化反滤效果。

(2) 隔水层与防渗措施：黏土层隔水层适用于土质路基路段，选用塑性指数大于15的黏土，铺设厚度不小于50cm，铺设前需将路基基底平整压实，黏土分层摊铺压实，压实度不小于93%，形成连续的隔水屏障。土工膜防渗适用于黏土资源匮乏或路基基底渗透性强的路段，选用高密度聚乙烯土工膜，厚度不小于0.5mm，土工膜铺设需平整无褶皱，接缝采用热融焊接，焊接强度不低于母材强度的80%；膜上下两侧需设置保护层，防止土工膜被刺破<sup>[3]</sup>。(3) 特殊地质处理：软土路段采用“竖向排水体+水平排水层”组合方案，竖向设置塑料排水板或袋装砂井，间距1.5-2.5m，深度穿透软土层，将地下水引入水平排水层；水平排水层采用碎石铺设，厚度30-50cm，衔接盲沟排出。膨胀土路段重点控制水分入渗，在路基边坡设置防渗涂层，坡脚设置深边沟；路基内部设置膨胀土改良层，掺入3%-5%的石灰或水泥，降低土体膨胀性。岩溶区需先勘察溶洞分布范围，对小型溶洞采用碎石回填并设置渗沟；大型溶洞采用钢筋混凝土盖板封闭，同时在周边设置环形排水系统，防止地下水汇集引发溶洞塌陷。

## 2.3 排水结构物与路基衔接设计

(1) 排水设施与路基边坡的稳定性协同：边沟、截水沟等设施开挖不得破坏路基边坡的稳定坡率，沟壁与边坡衔接处需采用圆弧过渡，减少应力集中；边坡排水可采用植草沟与浆砌边沟结合的方式，植草沟减缓水流速度，浆砌边沟保证排水能力，同时植被根系增强边坡土体抗剪强度。对于高边坡路段，需在边坡分级平台设置截水沟，将上部雨水拦截排出，避免雨水沿边坡整体冲刷，确保排水设施与边坡稳定性相互协同。(2) 过渡

段处理：填挖交界路段在挖方侧设置渗沟，填方侧设置盲沟，两者通过排水管衔接，及时排出交界区域的地下水，防止出现不均匀沉降；同时在填挖交界处铺设土工格栅，增强路基整体性。桥涵衔接处需设置桥头搭板，搭板下方设置排水盲沟，将桥面下渗雨水和路基地下水排出；涵洞口与边沟、急流槽顺畅衔接，洞口设置防护栏杆和消能设施，避免水流冲刷桥涵基础。(3) 耐久性与抗冻胀设计：寒冷地区排水结构物需采用抗冻性材料，混凝土强度等级不低于C30，水泥选用普通硅酸盐水泥，掺加引气剂提高抗冻性。边沟、排水管理深需大于当地冻结深度0.5m以上，避免冬季结冰堵塞；对于无法深埋的路段，采用保温盖板覆盖，盖板下方铺设5-10cm厚的聚苯板保温层。冬季降雪量大的区域，在路面边缘设置积雪融化排水系统，将融化雪水引入专用排水管，防止雪水渗透路基引发冻胀破坏<sup>[4]</sup>。

## 2.4 生态与景观融合设计

(1) 生态排水沟：在路基两侧设置植被缓冲带，宽度不小于2m，种植狗牙根、早熟禾等乡土草本植物，减缓地表径流速度，过滤水中泥沙和污染物。生物滞留设施适用于公路沿线低洼区域，采用“土壤层+砂垫层+碎石排水层”结构，上层种植美人蕉、鸢尾等水生植物，通过植物吸收、土壤渗透实现雨水净化，净化后的雨水通过碎石层中的排水管排出或下渗补充地下水。(2) 低影响开发(LID)理念应用：在公路服务区、村口等节点设置雨水花园，收集周边路面和场地雨水，花园内采用阶梯式地形，种植乡土花卉和灌木，形成自然景观的同时实现雨水调蓄和净化。渗透铺装适用于公路人行道、停车场等区域，采用透水砖、透水混凝土等材料，增强雨水下渗能力，减少地表径流；铺装下方设置砂砾渗透层，进一步提升下渗效果，践行低影响开发理念。(3) 乡土材料与景观协调性：排水设施优先选用本地石材、木材等乡土材料，边沟采用干砌片石砌筑，表面保留天然石材纹理；急流槽采用石笼结构，石笼内填充本地卵石，既增强抗冲刷能力，又与乡村自然风貌相契合。边坡防护采用植草护坡与格宾网结合的方式，格宾网选用镀锌钢丝，内填卵石，外侧种植爬山虎、紫藤等攀援植物，形成绿色防护屏障；排水设施周边搭配种植乡土乔木和灌木，实现排水功能与乡村景观的和谐统一。

## 3 农村公路改扩建中路基排水设计优化策略

### 3.1 基于现状的差异化设计

(1) 旧路排水设施评估与利用：前期开展全面的旧路排水设施普查，通过现场勘察、水力计算等方式，评估边沟、涵洞、盲沟等设施的结构完整性、排水能力及

老化程度。对于结构完好、仅存在局部淤积或破损的设施，优先采用清淤、修补、加固等修复措施；对于排水能力不足但基础结构稳定的设施，实施拓宽断面、增设支管等改造方案；对于严重老化、结构坍塌或无法满足改扩建后排水需求的设施，果断采取重建措施，避免盲目新建造成资源浪费。（2）新旧排水系统衔接技术：衔接设计核心在于实现流量匹配，根据改扩建后公路的汇水面积、设计流量，精准核算新旧排水设施的过流能力，通过设置渐变段、调整坡度等方式，确保水流顺畅衔接。为防止倒灌问题，在新旧系统连接处设置单向阀或溢流堰，当下游水位过高时，单向阀自动关闭阻断倒灌水流，溢流堰则可将超额水流引至备用排水通道；同时在衔接段设置沉沙池，拦截泥沙避免堵塞管道，保障衔接系统稳定运行。

### 3.2 经济性与可实施性平衡

（1）低成本材料选择：积极选用再生材料降低建设成本，如将旧路拆除的混凝土块、沥青混合料加工粉碎后，用于边沟护砌、渗沟透水层填充等；优先采用本地石料、黏土等乡土材料，减少建材运输费用，本地石料可用于干砌边沟、石笼急流槽施工，黏土可用于构建隔水层，兼顾经济性与适用性。同时严格控制材料质量标准，确保低成本材料满足排水设施的抗冲刷、抗老化等核心性能要求<sup>[5]</sup>。（2）简易施工工艺推广：推行模块化设计，对边沟、截水沟、消力池等常用排水构件进行标准化预制，现场仅需拼装衔接，大幅缩短施工周期、降低施工难度。针对农村公路施工场地分散、地形复杂的特点，推广小型机械化作业，采用小型挖掘机开挖边沟、便携式振捣器浇筑混凝土等，替代传统人工施工，提升施工效率的同时降低人工成本；对于地形受限路段，采用人工与机械协同作业模式，确保施工顺利实施。

### 3.3 智能化监测与维护

（1）物联网传感器应用：在边沟、涵洞、盲沟等关键排水节点，布设水位传感器、流量传感器，实时采集

水流深度、流速、流量等数据，通过无线通信模块传输至监控平台。当监测数据超出预警阈值时，平台自动发出警报，提醒运维人员及时处置积水、溢流等问题；同时结合气象数据，实现排水系统运行状态的预判，为防汛调度提供数据支撑。（2）无人机巡查与大数据分析：利用无人机搭载高清摄像头、红外热成像仪，对公路沿线排水设施进行常态化巡查，尤其适用于山地、沟壑等人员难以到达的区域，可快速发现边沟坍塌、涵洞堵塞、边坡冲刷等病害。将无人机巡查数据与传感器监测数据、历史维护记录整合，构建大数据分析模型，通过数据挖掘识别排水系统病害发生规律，精准预判潜在故障，为维护计划制定、设施优化改造提供科学决策依据，提升维护效率与智能化水平。

### 结束语

农村公路改扩建中的路基排水设计，是保障公路质量、延长使用寿命的核心要素。通过科学合理的排水系统布局，能够有效应对复杂地形与多变气候带来的挑战，确保路基稳定安全。设计过程中需兼顾功能性、经济性与生态性，因地制宜选用材料与结构形式。未来，随着技术进步与理念更新，应持续优化排水设计，提升农村公路的适应性与可持续性，为乡村振兴与城乡融合发展提供坚实交通支撑。

### 参考文献

- [1]钱定柱.农村公路路基排水设计与施工技术要点[J].交通世界,2022,(14):86-88.
- [2]薛银.农村公路路基排水设计与施工技术研究[J].交通世界,2021,(07):66-67.
- [3]张波,任育昭.公路路基排水设计计算方法研究[J].北方交通,2023,(07):37-40.
- [4]彭宇.浅谈改扩建路基路面设计优化研究[J].交通科技与管理,2023,(11):110-112.
- [5]柴海峰.改扩建公路路基路面设计要点[J].交通世界,2021,(32):55-56.