

团 体 标 准

T/ EERT ***—2022

生态超疏水土路工程技术标准

Technical Standard for ecological super-hydrophobic soil road engineering

(征求意见稿)

2022 - ** - **发布

2022 - ** **实施

浙江省生态与环境修复技术协会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 建设原则	3
5 基本规定	4
6 路线	7
7 路基	9
8 路面	11
9 排水	12
10 路线交叉	13
11 施工	14
12 质量控制与验收	16
13 后期维护和保养	17

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件中的某些内容可能涉及专利，文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由疏科纳米疏水科技(嘉兴)有限公司提出。

本文件由浙江省生态与环境修复协会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：疏科纳米疏水科技(嘉兴)有限公司、自然资源部土地工程技术创新中心、交通运输部公路科学研究院、浙江大学、国家环境保护水污染控制工程技术（浙江）中心、浙江省生态环境科学设计研究院、浙江万维空间信息技术有限公司、北京林业大学、中国电建华东勘测设计研究院有限公司、浙江省建工集团有限责任公司、嘉兴经济技术开发区园林市政建设有限公司、平湖市交通投资（集团）有限公司。

本文件主要起草人：宋永生、李红举、王凯、林达明、童菊儿、徐礼根、牛健植、李永建、谭映宇、孙燕飞、王谷洪、金平、吕令强、吴家龙、王海燕、李若华、姚斌、赵昌华、印文彪、王剑平、周文怡、蒋万洋、宣贤龙、郭琳、苏梦园、沈灵之、丁晓妹、张君尉、吴淑信、刘阳华、钱璨，王睿、何挺、秦晟、张芳艳、石鑫、胡争杰、刘尊景、江孝先、周永松、龚云涛，李欣，金云超，朱鹏飞、应丰、陈启婷、严桥、江潮、贾洋海、洪远远。

本文件为首次发布。

生态超疏水土路工程技术标准

1 范围

本文件规定了生态超疏水土路工程的术语和定义、基本规定、路线、路基、路面、排水、路线交叉、施工、质量控制与验收、后期维护和保养等技术要求。

本文件适用于国土空间全域土地综合整治与生态修复、土地整治、高标准农田建设、现代农园、农业基础设施建设中的生态田间道路建设，河道生态修复中的滨水步道以及停车场、料场、施工便道、临时路、庭院、立体农业大棚地面等。其他设计速度 $\leq 15\text{km/h}$ 的四级及以下公路可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 1589 汽车、挂车及汽车列车外廓尺寸、轴荷及质量限值

GB 5768 道路交通标志和标线

GB 15618 土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）

GB 50201 防洪标准

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 30600 高标准农田建设通则

JTG 2111 小交通量农村公路工程技术标准

JTG A04 公路工程标准编写导则

JTG B01 公路工程技术标准

JTG B05-01 公路护栏安全性能评价标准

JTD E42 公路工程集料试验规程

JTG F90 公路工程施工安全技术规范

JTG/T 3311 小交通量农村公路工程设计规范

JTG/T 5190 农村公路养护技术规范

JC 1066 建筑防水涂料中有害物质限量

建标[2011] 124 号 公路工程项目建设用地标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

泥土超疏水乳液 Super-hydrophobic emulsion for soil

指用于建造不怕雨水浸泡、保护土地生态环境的生态超疏水土路的乳白色的绿色环保水性乳液，具有对水极强的稳定性。

3.2

超疏水土 Super hydrophobic soil

指用泥土超疏水乳液与任何土以适当比例混合并干燥后，形成具有荷叶效应的超疏水表面的土样。

3.3

原状土 Undisturbed soil

指保持天然含水量及天然结构的土样。

3.4

素土 Plain soil

指天然沉积形成的土层中没有掺杂白灰（石灰）、砂石、有机物、建筑垃圾的土，其密度均匀，有一定粘稠度。

3.5

生态超疏水土路 Ecological super-hydrophobic soil road

指以乡村日常交通活动和农业生产、生活为主要目标，把自然环境作为依托，利用超疏水土建造的生态路，实现道路路线、结构及建设材料与自然环境的和谐统一。

3.6

滨水步道 waterfronttrail

指以水岸与水系要素为依托和构成基础，有机串联滨水绿色开敞空间及活动节点，以亲水观景为主要功能，兼具休闲健身、绿色出行、农业生产、河道防汛、生态环保、社会文化、旅游经济、安全预警等功能的道路。

3.7

临时道路 Temporary road

指施工区域内的简易车行道和人行道，不包括其上部的道路结构层，如：混凝土面层等结构。

3.8

施工便道 Construction access

指在道路修桥施工过程中，为保证原道路的畅通，需架设一座临时便道或便桥，以方便交通。

3.9

路基 Subgrad

指按路线位置和一定技术要求修筑的带状构造物，是路面的基础，承受由路面传递下来的行车荷载。

3.10

路肩 Road shoulder

指位于行车道外缘路基边缘，具有一定宽度的带状结构部分。

3.11

路缘石 Curb stone

指路面边缘与其他构造物分界的标志，一般用石块或混凝土砌筑，同时用于保护生态路面。

3.12

磨耗层 Wearing layer

指生态路面层顶部用坚硬的细料和结合料铺筑的薄层结构，作用是改善行车条件，防止行车对路面的磨耗，延长行车时间。

3.13

路面平整度 Pavement evenness

指路表面纵向的凹凸量的偏差值。

3.14

道路（网）密度 Density of roads (networks)

指在一定区域内，道路网的总里程与该区域面积的比值。

3.15

受限路段 Restricted roads

指受地形、地质等自然条件和经济条件限制，技术指标无法完全达到等级公路标准的局部特殊困难路段。

3.16

道路预防养护 Preventive maintenance of roads

指道路整体性能良好但有轻微病害，为延缓性能过快衰减而采取的主动防护工程。

3.17

道路修复养护 Road repairment and maintenance

道路零星处出现病害或部分丧失使用功能，为恢复技术状况而进行的功能性、结构性修复或定期更换工程。

4 建设原则

4.1 生态超疏水土路应确保使用寿命，提高抗灾能力，合理选用建设标准，提升农业、农村及乡野滨水路网服务水平。

4.2 应坚持“统筹规划、保护环境、因地制宜、经济实用、保证质量、注重安全”的原则。

4.3 农田田间道、生产路改造，应充分利用旧路资源，着重提高路面等级，完善防排水及交通安全设施，增强生产、生活通行能力，逐步改善交通条件。

4.4 乡村内部道路建设与美丽乡村、未来乡村建设相结合，提高综合服务水平，适应社会主义新农村建设需求。

4.5 道路建设应与当地扶贫开发，山、水、林、田综合整治，农业综合开发，美丽乡村建设及资源利用相结合。

4.6 农业、农村道路建设项目应综合设计、施工、养护、管理等成本效益，分析其安全、环保、运营等社会效益，选用综合效益最佳的方案。

5 基本规定

5.1 路用材料技术要求

5.1.1 泥土超疏水乳液

5.1.1.1 泥土超疏水乳液的原料应使用符合国家相关标准的安全环保要求，不得使用对人体和生态环境特别是土壤有毒有害的化学物质。

5.1.1.2 泥土超疏水乳液的主要性能指标应符合表 1 的要求。

表 1 泥土超疏水乳液的主要性能指标

序号	项目	技术指标	
		浓缩产品	标准产品
1	外观	无漂油、无沉淀，呈均匀状态	无漂油、无沉淀，呈均匀状态
2	气味	无明显气味	无明显气味
3	乳液稳定性/25°C (5min/3000rpm)	无分层、无漂油、无明显沉淀	无分层、无漂油、无明显沉淀
4	pH (25°C)	6~8	6~8
5	粘度 (25°C)	≤500 cP	≤10 cP
6	有机挥发物 VOC 值	≤0.1%	≤0.1%
7	固体含量	≥30%	≥5%

5.1.1.3 泥土超疏水乳液中 Toxic 有害控制指标应符合《建筑防水涂料中有害物质限量要求》(JC 1066) 的规定。

5.1.1.4 泥土超疏水乳液应选用适当的包装物，以保证在正常运输和存放过程中不进水或其他杂物，液体包装桶盖应采用标准透气盖，包装标志应符合《包装储运图示标志》(GB/T 191) 的有关规定。

5.1.1.5 泥土超疏水乳液在运输时，应持有产品的陆路运输许可或海运 SDS 安全技术文件，远离强酸和强碱及强氧化物，不得在高温 (>35 °C) 或太阳直接暴晒下运输，不得受剧烈的撞击、摩擦和重压。

5.1.1.6 泥土超疏水乳液应附有产品合格证，合格证主要内容包括合格证、检验人员代号、检验日期等。

5.1.1.7 泥土超疏水乳液存放场地应平整，储存仓库要具备良好的通风条件，储存温度为 10 °C~25 °C，存放场地应有明显的“禁止烟火”标志。贮存和使用过程中，应防止利器刮碰，应远离高温热源或明火，远离强酸和强碱或强氧化物，不得露天曝晒。

5.1.2 土料

5.1.2.1 用于建造超疏水土的土料可以是原状土、素土、或其他不含植物、化学污染的土料。

5.1.2.2 土料含水量应小于 6%；pH 值 6.5~8(中性或弱碱性)，酸性土质应掺适量的熟石灰或其他材料中和。

5.1.2.3 所用土料中 90 % 以上的土料颗粒直径 ≤10 mm。

5.1.3 磨耗层

5.1.3.1 质地为沙性土壤的超疏水土路或用于重型车辆行驶的超疏水土路，宜增加磨耗层。

5.1.3.2 磨耗层应具有足够的坚持性和稳定性，采用坚硬、耐磨、抗冻性强的级配粒料来铺筑。磨耗层级配组成可按表2选用。

表2 磨耗层矿物质的级配

编号	通过下列筛孔 (mm) 的重量 (%)						厚度 (cm)	适用地区
	25	20	10	5	2	/		
1	10	80~100	55~75	40~60	25~50	18~30	3~4	南方湿润地区
2		100	75~90	50~70	38~56	18~35	2~3	南方湿润地区
3		100	75~90	50~75	38~56	25~40	2~3	南方半干旱地区
4		100	70~85	55~70	44~55	30~45	3~4	西北干旱地区
5			100	75~100	45~75	20~45	1~2	南方湿润地区
6			100	80~95	60~80	35~50	2~3	南方半干旱地区
7				90~100	60~80	35~50	1~2	南方半干旱地区

5.1.3.3 磨耗层厚度根据所用材料和交通量大小确定。采取坚硬小砾石或石屑时，厚度宜控制 2~3 cm；用砂土时，厚度宜控制在 1~2 cm；采取软质材料时，厚度宜控制 3~4 cm；施工便道厚度宜控制 5~10 cm。

5.2 等级类型

5.2.1 田间道路根据服务面积与功能的不同，可划分四个等级：干道、支道、田间道、生产路，生态超疏水土路主要适用于田间道、生产路和路面宽度小于 6 m 的田间支道。

5.2.2 生态超疏水土田间支道、田间道、施工便道工程等级小于等于四级公路标准，生态超疏水土生产路、滨水道、临时道路工程等级小于四级公路标准。

5.2.3 道路可靠度设计标准、设计车辆、设计时速应执行四级公路标准要求。

5.3 可靠度设计标准

超疏水土路路面结构的设计安全等级及相应的设计基准期、目标可靠指标与目标可靠度，应符合表3的规定。

表3 可靠度设计标准

公路等级	四级
安全等级	三级
设计基准期 (a)	10
目标可靠度 (%)	70
目标可靠指标	0.52

5.4 工程指标

生态超疏水土田间道路工程指标应符合表4的规定。

表4 生态超疏水土路工程指标

区域	道路类型	工程等级	路面宽度, m	路面高度, m
北方漫岗旱作区	田间支道	≤IV (双车道)	4.0~6.0	≥0.5
	田间道	≤IV (单车道)	3.0~4.0	
	生产路	<IV (单车道)	1.5~2.5	≥0.3
	滨水道	<IV (单车道)	1.5~2.0	≥0.3
北方丘陵山地旱作区	田间支道	≤IV (双车道)	4.0~6.0	≥0.5
	田间道	≤IV (单车道)	3.0~4.0	
	生产路	<IV (单车道)	1.0~2.0	≥0.3
	滨水道	<IV (单车道)	1.5~2.0	≥0.3
南方丘陵山地水田区	田间支道	≤IV (双车道)	4.0~6.0	≥0.5
	田间道	≤IV (单车道)	3.0~4.0	
	生产路	<IV (单车道)	1.0~2.0	≥0.3
	滨水道	<IV (单车道)	1.5~2.0	≥0.3
平原灌溉区	田间支道	≤IV (双车道)	4.0~6.0	≥0.5
	田间道	≤IV (单车道)	3.0~4.0	
	生产路	<IV (单车道)	2.0~2.5	≥0.3
	滨水道	<IV (单车道)	1.5~2.0	≥0.3

注：工程等级栏中，“IV”为四级公路建设标准

5.5 设计车量

5.5.1 设计车辆外廓尺寸应符合表5的规定。

表5 车辆外廓尺寸

车辆类型	总长 (m)	总宽 (m)	总高 (m)	前悬 (m)	轴距 (m)	后悬 (m)
小客车	6	1.8	2	0.8	3.8	1.4
中型客车	7	2.3	3	1	4	2
轻型载重汽车	6	2	2.5	1.1	3.4	1.5
中型载重汽车	8	2.5	4	1.5	4.5	2
四轮农用车	6	2	2.5	1.2	3.3	1.5
三轮汽车	4.6	1.6	2	—	—	—
摩托车	2.5	1	2.25	—	—	—

5.5.2 有特殊车辆通行需求时，应验算确定是否可通行。

5.6 设计速度

5.6.1 生态超疏水土路设计速度应执行四级公路标准，四级公路的设计速度采用 15 km/h。

5.6.2 对于不受地形地势条件限制，在路网起重要作用或有升级改造规划的农村公路应参照《公路工程技术标准》(JTG B01)的相关要求选用。

5.7 防灾减灾

5.7.1 生态超疏水土路灾害防治应遵循预防为主、防治结合的原则。

5.7.2 路线位不应设在泥石流、滑坡、崩塌、地面沉降、塌陷、风吹雪、多年冻土、地震断裂活动带等自然灾害易发区；当不能避开时，应采取综合处治措施。

5.8 用地范围

5.8.1 道路宜衔接原有道路布设，避让敏感生境、少占耕地，避免挖填土方过大，不宜破坏原生植被。

5.8.2 雪害、滑坡、多年冻土等不良地质地带需设置防护整治设施时，应根据实际需要确定用地范围。

5.8.3 桥梁、路线交叉、安全设施、服务设施、管理设施、绿化以及其他线外工程等，应根据实际需要确定用地范围。

6 路线

6.1 一般规定

6.1.1 选线应结合区域环境、工程地质、水文条件，尽量绕避冻土或其他地质灾害路段。

6.1.2 详细调查和分析现有公路、干道、支道、田间道、生产路等各级道路密度和空间结构和未来需求，合理确定新建道路位置。

6.1.3 路线线位应考虑同农田、水利建设的配合，避让不可移动文物，尽量绕避水源地与自然保护区。

6.1.4 路线设计时应综合考虑平、纵、横要素，整体均衡并注重与环境和自然景观的协调。

6.1.5 路线设计应贯彻保护耕地、节约用地原则，尽量少拆房屋、少动迁公用事业管线，注意与沿线地形、环境和景观相协调，保护自然生态环境和文物古迹。

6.1.6 路线设计应充分考虑当地生态环境，减少生境破碎化，降低对生态环境的扰动，注意生物多样性保护，布置“生态洞”和“生态管涵”等生态通道。

6.1.7 路线应考虑车辆行驶安全，构建多样化的开阔空间，并加强道路两侧地被护坡、缓冲带建设。

6.1.8 圆曲线半径较小或纵坡较大的路段，应设置安全设施。

6.1.9 路线设计应对旧路平、纵面线形进行实测并拟合，对不满足相关规范要求的急弯、连续长陡下坡、视距不良等路段应进行详细调查。

6.2 路面和路肩宽度

路面宽度和路肩宽度应符合表6的规定。对需要设置安全设施的路段，路肩宽度应满足安全设施设置所需的宽度。

表6 路面宽度及路肩宽度要求

道路类型	田间支道	田间道	生产路	滨水道
车道数	2	1	1	1
路面宽度 (m)	4.0~6.0	3.0~4.0	1.0~2.5	1.5~2.0
肩宽度 (m)	0.25~1.0	0.2~0.5	0.1~0.25	0.1~0.2

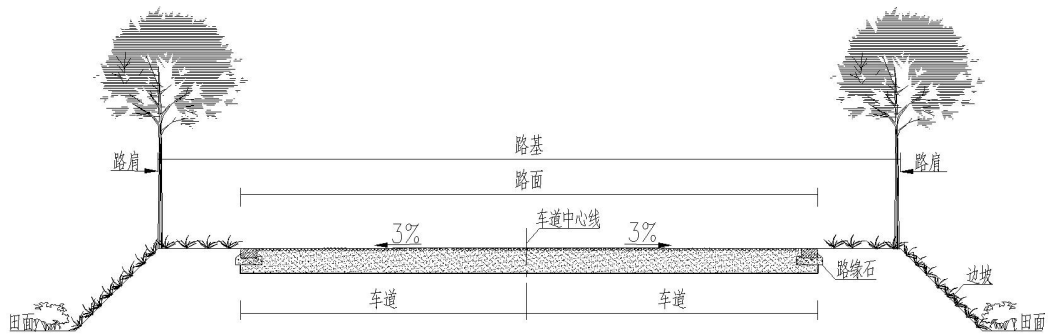
注1：对于村庄路段，为保证行车安全及通行能力，结合村庄规划，横断面可按实际需求布置。

注2：对于农业区、林区内的田间道、生产路、滨水道，结合农林生产管理实际交通量需求，横断面可按实际需求布置。

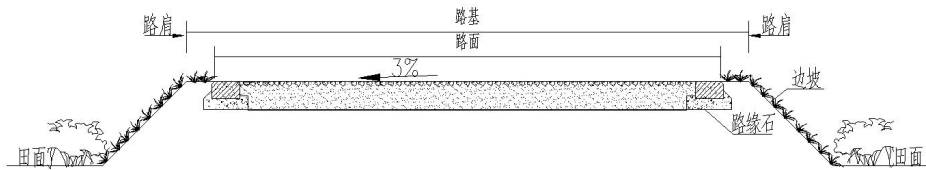
6.3 特殊地形限制

6.3.1 受地形地势条件等特殊情况限制的路段，在采取安全防护措施的情况下，可以分段采用不同的路基宽度，但应合理控制段落长度，避免频繁变换路基宽度给行车安全带来不利影响。

6.3.2 不同路基宽度之间应做好渐变设计，渐变段长度应能满足停车视距的要求。典型横断面见图 1。



a) I 类横断面



b) II 类横断面

图 1 道路典型横断面示意图

6.4 道路纵坡

6.4.1 田间支道最大纵坡不应大于 9%，田间道最大纵坡宜取 6~8%。田间道最小纵坡以满足雨雪排除要求为准，一般地区宜取 0.3~0.4%，多雨地区宜取 0.4~0.5%。

6.4.2 田间支道最小坡长为 60 m，当纵坡为 9%时最大坡长 300 m。

6.4.3 村镇路段纵坡不宜大于 4%。

6.4.4 应避免小半径圆曲线与大纵坡相重合的线形。

6.4.5 滨水道、施工便道、临时道路、停车场等纵坡参照 6.4.1、6.4.2、6.4.3 和 6.4.4 执行。

6.5 道路横坡

6.5.1 田间支道应设置双向横坡，坡度宜采用 3%，路肩坡度可采用 2%；田间道、生产路宜设置单项横坡，坡度宜采用 3%，外侧路肩应设置反向横坡。

6.5.2 滨水道、施工便道、临时道路、停车场等横坡参照 6.5.1 执行。

6.6 视距

停车视距、会车视距与超车视距不应小于表 7 的规定。

表 7 停车视距、会车视距与超车视距

设计时速 (km/h)	15
停车视距 (m)	20
会车视距 (m)	30
超车视距 (m)	75

6.7 圆曲线最小半径

圆曲线最小半径应符合表 8 的规定。

表 8 圆曲线最小半径

设计时速 (km/h)	15	
极限最小半径 (m)	双车道	15
	单车道	12 (10)
一般最小半径 (m)	20	

6.8 竖曲线

竖曲线最小半径和最小长度应符合表 9 的规定

表 9 竖曲线最小半径和最小长度

设计速度 (km/h)	15
凸形竖曲线最小半径 (m)	75
凹形竖曲线最小半径 (m)	75
竖曲线最小长度 (m)	15

7 路基

7.1 一般规定

7.1.1 路基应具有足够的强度、稳定性和耐久性。

7.1.2 路基设计应重视排水设施与防护设施的设计，防止水土流失、堵塞沟渠和诱发路基病害。

7.1.3 路基应根据当地自然条件和工程地质条件，因地制宜，统筹考虑安全、环境、土地、经济等因素，选择合理的断面形式和边坡坡度。

7.1.4 路基通过特殊地质和水文条件的路段，应结合当地实践经验，采取综合治理措施，提高路基的防灾、抗灾能力。

7.1.5 路基断面形式应与沿线自然环境相协调，避免因深挖、填高对其造成不良影响。

7.1.6 路基设计洪水频率应参考当地水文要素，结合村镇发展规划、排洪、泄洪等情况综合确定。

7.2 路肩

7.2.1 路肩分为硬化路肩和土质路肩，农田生态系统区域宜选用土质路肩。路肩应与路旁的沟渠衬砌结合修筑，压实度不宜小于 90%，有错平需求的土路肩压实度不应小于 92%。

7.2.2 路肩宜结合绿化设计，在不影响周边地基基础的前提下，宜利用道路边沿区域构建下凹式绿地、植草排水沟。

7.2.3 路肩宜结合绿化设计，在土质路肩上种植草皮、花草、绿篱等本土植物。田间道两侧路肩合理搭配乔灌木，生产路路肩合理选择花草配置。

7.3 路基高度

7.3.1 路基设计高度应使路肩边缘高出路基两侧地面积水高度，同时考虑地下水、毛细水和冰冻的作用，不使其影响路基的强度和稳定性。

7.3.2 填土高度受限时，应做好排水设计，并采取换填、设置隔离层等处治措施。

7.3.3 沿河及受水浸淹的路基边缘高程，应满足设计洪水频率的计算水位加壅水高、波浪侵袭高和 0.5m 的安全高度。

7.4 路基处理

7.4.1 路堤基底应清理和压实。在一般土质地段，基底压实度不应小于 85%（重型击实）。基底强度、稳定性不足时，应进行处理，以保证路基稳定，减少工后沉降。

7.4.2 路基填料最小承载比应符合表 10 的规定，路基压实度应符合表 11 的规定。

表 10 路基填料最小承载比要求

路基部位	路面底面以下深度 (m)	填料最小承载比 (CBR) (%)
路床	0~0.3	5
	0.3~0.8	3
路堤	0.8~1.5	3
	>1.5	2

表 11 路基压实度要求

路床顶面以下深度 (m)	路基压实度 (%) (重型压实)
0~0.3	≥93
0~0.8	≥93
0.8~1.5	≥92
>1.5	≥90

7.4.3 路基填筑填料的选择应贯彻因地制宜、就地取材的原则，优先采用粗颗粒土、砂类土等水稳定性较好的材料。细粒土填料强度不满足要求时，可采用无机结合料进行综合处治。

7.4.4 应高度重视废旧混凝土、废旧砖石及其他废旧圬工砌体的有效利用，宜在上路床填筑中优先使用。

7.4.5 路基挖方设计应在地质勘探报告的基础上，合理确定边坡开挖分台阶高度、边坡坡率、平台宽度等。

7.4.6 填石路基应通过试验路段确定合适的填筑层厚、压实工艺以及质量控制标准，宜采用孔隙率法。

7.4.7 水田、湿地、冻土、季节性冻土、涎流冰等不良地质地段，应结合地质勘察报告、工程具体情况和实际条件确定相适宜的处理措施。

7.4.8 路基宜按“零弃方”原则进行设计。取、弃土场的设计应综合考虑沿线地形、地质情况，并进行详细的防护、绿化设计，减少水土流失。取土场表层耕植土应予以剥离，用于取农田复垦的再利用或绿化用土。

7.5 路基边坡

7.5.1 应根据当地自然条件和工程地质条件，选择适当的边坡坡率。边坡防护应与道路沿线自然景观相协调。

7.5.2 利用原有道路路基边坡时，边坡的形式、坡率及防护可综合工程实际情况合理确定。

7.5.3 有条件时宜采用缓边坡，与原地形相协调。

7.5.4 梯田区路基边坡宜结合田坎断面形式设计。

7.6 路基防护

7.6.1 路基防护类型应根据当地气候环境、工程地质和材料等情况确定，宜采用植物防护，并与适当的圬工防护相结合。

7.6.2 路基防护应针对不稳定边坡、易冲刷的沿河路段等，采取设置挡土墙、护坡、护岸、石笼、抛石等工程措施。

7.6.3 土质填方或挖方边坡坡面宜采取乔灌木绿化防护。填方高度大于 6.0 m 和挖方高度大于 4.0 m 的土质边坡宜采用生物与工程相结合防护。

7.7 路基拓宽改建

7.7.1 应根据沿线的地形地貌和地质特点、原有路基现状，综合比较确定既有路基的利用与拓宽拼接方案，采取合理的工程措施，控制新老路基之间的差异沉降，保证拓宽改建路基的强度和稳定性。

7.7.2 旧路加宽时，宜采用单侧加宽，应采取有效措施，减少纵向沉降差异变形的发生。

8 路面

8.1 路面

8.1.1 路面设计标准轴载为双轮组单轴 100 KN。

- 8.1.2 路面应具有足够的强度、稳定性和耐久性，面层应满足平整度要求。
- 8.1.3 路面设计应充分利用旧路强度。
- 8.1.4 田间支道路路基中潮湿路段，应设置功能层，宜满足防冻要求。
- 8.1.5 路面设计使用年限不宜小于 15 年；临时道路、施工便道应回收表面磨耗层再进行复垦。

8.2 路面结构与材料

- 8.2.1 路面结构应由面层、基层组成，根据需要可选择设置底基层或功能层。石质路基路段的水泥混凝土路面可由调平层和面层组成。
- 8.2.2 基层和底基层材料可参照表 12 选用。

表 12 基层和底基层材料

类型	材料	适用道路类型
天然沉积类	素土	田间道、生产路、滨水道、停车场、临时道路、施工便道
无机结合料稳定类	水泥稳定碎石	田间支道及其他道路不良地质段处理
	水泥稳定砂砾	田间支道及其他道路不良地质段处理
	石灰粉煤灰稳定碎石	田间支道及其他道路不良地质段处理
	石灰粉煤灰稳定砂砾	田间支道及其他道路不良地质段处理
粒料类	级配碎石或砂砾	田间支道及其他道路不良地质段处理
废旧路面再生类	再生沥青混合料	田间支道、田间道
	再生无机结合料稳定材料	田间支道、田间道

8.3 改扩建道路设计

- 8.3.1 应对现有路面状况进行调查评估，有针对性地开展设计。
- 8.3.2 旧水泥混凝土路面改造时，应充分利用旧路面结构材料。

9 排水

9.1 一般规定

- 9.1.1 排水设施应综合设计、合理布局，与沿线构造物通畅衔接，注重与自然水系和农田水利设施相结合，注重环境保护，生态化设计，防止水土流失。
- 9.1.2 排水设施应注重与村镇排水设施衔接。
- 9.1.3 排水设施应根据沿线气象、地形、地质、水文等自然条件进行设计，宜结合当地材料及经济情况选择合理形式。
- 9.1.4 排水设施尺寸应考虑降水量、汇水面积、地形特点等计算确定，村镇路段排水设施尺寸确定时应充分考虑清淤和通畅的需求。
- 9.1.5 特殊性岩土和不良地质路段应加强排水设计。
- 9.1.6 有条件时，在满足排水功能前提下，宜采用宽、浅形式的排水设施。

9.2 边沟、排水沟

9.2.1 山岭重丘区、年降水量大于或等于 250 mm 的挖方路基和低路堤应设置边沟，冲刷严重路段应设置硬化边沟；年降水量小于 250 mm 或无集中排水要求的平原区路段可不设置边沟。

9.2.2 边沟、排水沟可采用图 2 所示的浅碟形、三角形、矩形等横断面形式。地形平缓的低填浅挖路段宜采用浅碟形、三角形等形式；土质边沟可采用天然弧形横断面。

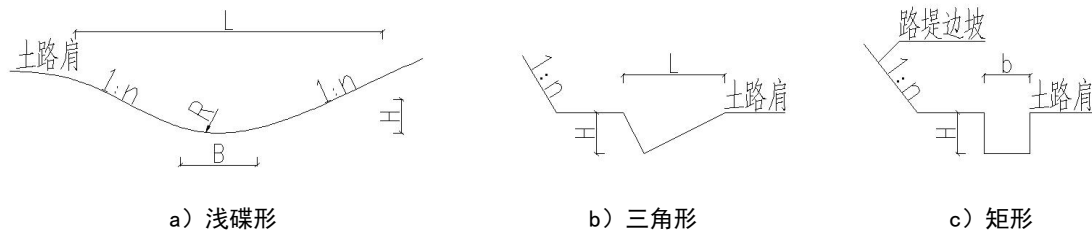


图 2 典型边沟或排水沟形式示意图

9.2.3 村镇路段宜选择盖板边沟、暗埋式边沟等形式。

9.2.4 边沟砌筑宜充分利用当地材料，可采用浆砌卵石、现浇混凝土或混凝土预制块等方式。浅碟形土质边沟可选用砂砾、石渣、卵石等当地材料加固。

9.2.5 边沟纵坡应结合路线纵坡、地形、地质、出水口位置等情况选定，宜与路线纵坡一致且不宜小于 0.3%。

9.2.6 汇水面积较大、纵向边沟连续长度超过 500 m 的路段，应设置排水设施将水引流到路基之外。

9.3 截流沟

9.3.1 截流沟应结合地形条件及汇水面积等设置。

9.3.2 截流沟断面形式及尺寸应结合设置位置、排水量、地形及边坡情况确定。

9.3.3 冲刷严重段落应进行加固。

9.3.4 受地下水影响的路堑路段可设置盲沟、渗沟等地下排水设施。

9.3.5 设置过水路面时，路面下宜设置涵洞，两侧应设置防护设施。

10 路线交叉

10.1 一般规定

10.1.1 超疏水土路与农村公路相交时，应根据地形条件、被交公路的技术等级、交叉设计原则，选择合理的交叉方式。

10.1.2 超疏水土路与铁路、管线相交时，应执行现行《公路工程技术标准》（JTG B01）关于四级公路与铁路、管线交叉的规定。

10.1.3 有条件时超疏水土路宜适当归并后再与公路交叉。被交道上交叉口设置间距应满足相关规范要

求。

10.1.4 超疏水土路与农村公路相交时，宜采用平面交叉；地形条件有利时，可采用立体交叉。平面交叉宜正交，需要斜交时，交叉角宜大于 45° 。

10.2 平面交叉范围路线平、纵面技术指标

10.2.1 交叉口范围内的路线宜采用直线。需采用曲线时，其曲线半径不宜小于不设超高的最小圆曲线半径。

10.2.2 交叉口范围内的超疏水土路纵坡不宜大于 3% ，困难路段不宜大于 6% 。

10.3 平面口视距

10.3.1 在每条岔路的转弯车道上都应提供与行驶速度相适应的引道视距，如图 3a 所示。

10.3.2 两相交公路间，各自停车视距所组成的三角区内不得存在任何有碍通视的物体，如图 3b 所示。

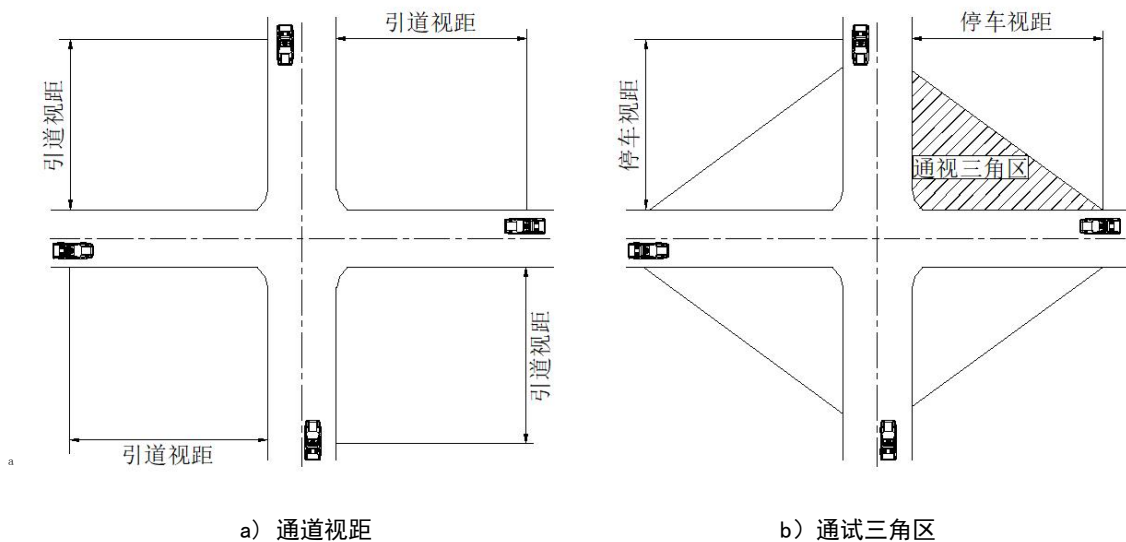


图 3 平面口视距要求示意图

10.3.3 安全交叉停车视距值应符合表 13 的规定。

表 13 安全交叉停车视距

设计速度 (km/h)	15
停车视距 (m)	15
安全交叉停车视距 (m)	25

11 施工

11.1 一般规定

- 11.1.1 道路应有稳固的路基，路基压实度和承载比应符合设计标准。
- 11.1.2 超疏水乳液应满足性能指标和运输贮存要求，施工设备应齐备，并满足使用要求。
- 11.1.3 建路的土料应满足指标要求，土料含水量应小于 6%，pH 值 6.5~8(中性或弱碱性)。
- 11.1.4 超疏水土路应在晴天施工。施工前线路应进行测绘、划线、分段。
- 11.1.5 施工前应对现场土料进行采样试验，根据采样结果配置泥土乳液并做试验段，明确施工的控制要点。
- 11.1.6 施工应执行《公路工程施工安全技术规范》(JTG F90)中相应规定。

11.2 施工准备

- 11.2.1 施工现场勘查的内容主要包括土料点位置、路线、工程地质、水文条件、特殊地形限制、沿线障碍、排水条件、管线等，以及属地天气气候等。
- 11.2.2 施工前应确定可靠干燥土源，并采取代表性土样送实验室检验。
- 11.2.3 施工前应做好机械配置，超疏水土路建造主要机械为乳液洒水车、旋耕机、稳定土拌和机和压路机。
- 11.2.4 施工前应根据施工现场的具体条件，编制施工技术方案和施工组织方案。

11.3 施工工艺流程

施工工艺流程如图4所示。

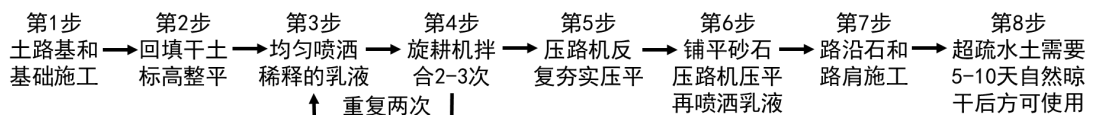


图 4 施工工艺流程示意图

11.4 路拌法施工

- 11.4.1 在晴天、土料含水率满足设计要求 $\leq 6\%$ ，应采取路拌法施工。
- 11.4.2 面层土料铺设前应先对路基压实度进行检测满足设计标准，土料摊铺厚薄应均匀，经稳定拌和机打碎后，土料颗粒直径和含石量应满足设计标准。
- 11.4.3 泥土超疏水乳液与土料拌合均匀是保证施工质量的基本条件。泥土超疏水乳液采用洒水车均匀喷洒后再用旋耕机进行拌和，如此工序重复 2~3 次，以保证乳液和土料均匀拌和，所有土都被湿润，再用压路机找平压实达到设计标准。
- 11.4.4 路面在碾压和整平过程中应及时铲高补低，以保证路面平整度。

11.5 厂拌法施工

11.5.1 汛期或雨季阴晴间歇路面施工，在保证路基压实度达到设计标准前提可采用厂拌法施工，根据路线分布配置采用移动式拌合机组进行土料和乳液的均匀拌和。

11.5.2 厂拌法完成乳液和土料的拌和后再运输到摊铺、碾压。

11.6 磨耗层施工

11.6.1 磨耗层配比应满足设计标准要求。

11.6.2 磨耗层施工工艺流程依次为：均匀铺撒砂石、机械刮平、压路机压实、喷洒乳液。

11.7 路缘石施工

超疏水土路面层施工完成后，可在生态路边沿划线并用切割机切割合适路缘石的深度和宽度，把路缘石镶入进去，并用切割出来的超疏水土在路缘石两边填充夯实。

11.8 路面养护

11.8.1 疏水土生态路施工完成后，道路要封闭晾干管理，任何车辆不许使用。

11.8.2 刚建造完的超疏水土路需要自然晾干，晾干时间取决于环境温度和气候及现场环境。一般环境温度高于 20℃度时，需要 3~5 d 可形成表干，环境温度低于 20℃，需要 5~10 d 天可形成表干，表面干燥后即可开放投入使用。

11.8.3 路面施工完成后如遇降雨宜采用可回收利用的薄膜覆盖，待雨后再揭开薄膜晾晒路面。

12 质量控制与验收

12.1 一般规定

12.1.1 为保证超疏水土路工程的施工质量，在施工过程中应建立起质量检验与控制的体系。

12.1.2 超疏水土路施工现场应设专职的技术与质量检验人员；设有必要的质量检验机具设备，或委托第三方专业检测机构跟踪检验，对施工过程有完备的记录和档案。

12.2 质量控制

12.2.1 应控制土料的含水率和颗粒粒径，施工过程中根据实际土料情况及时调整配比或更换土源。

12.2.2 超疏水土路施工过程中的主要质量控制指标为超疏水土混合料质量、摊铺质量及压实土体质量、吸水率，其中吸水率 $\leq 8\%$ 。

12.3 检验与验收

12.3.1 超疏水土路工程检查验收的主控项目有原材料质量、压实度、弯沉值、承载比、回弹模量和路面吸水率六项。

12.3.2 参考公路等相关道路规范，应对道路结构层的弯沉值进行检测验收。当设计对承载比和回弹模量不做检测要求时，超疏水土路可不做承载比和回弹模量检测。

12.3.3 路面层干燥后，可采用泼水检验方法目视观察水是否在路面面自由流动，表面是否成泥。

12.3.4 吸水率指标按《吸水率公路工程集料试验规程》(JTD E42)规定进行测试。

13 后期维护和保养

13.1 路面破损处修复

超疏水土生态路的破损处不得直接填超疏水土夯实，应在破损处挖深度为100~150mm的垂直的方坑。用挖出来的土与适量的干土混合，按照每100 kg干土添加10~12 kg标准浓度的泥土超疏水乳液的比例，在现场拌合均匀后填入到方坑中，采用冲击夯夯实即可，修复示意图见图5。



图5 破损的超疏水土路面的修复方法

13.2 日常保养

13.2.1 路面日常保养同其他公路类似，路面应保持清洁，有垃圾和土沉积在路面应及时清理。

13.2.2 路面如发现积水现象，应采取适当的排水措施。

13.2.3 交通量大的路线经行车形成的轮迹带部分磨耗层磨损，宜及时添加磨耗层。

13.2.4 除施工便道外，其他超疏水土生态路和停车场应限制履带式车辆和超重货车行驶，以防路面被破坏。