

JTG

中华人民共和国行业标准

JTG XXX-XXXX

小交通量农村公路工程 设计规范

Design Specification for Low Volume Rural Highway Engineering

(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中华人民共和国交通运输部发布

中华人民共和国行业标准

小交通量农村公路工程设计规范

Design Specification for Low Volume Rural Highway Engineering

JTG

主编单位：北京交科公路勘察设计研究院有限公司

批准单位：中华人民共和国交通部

实施日期：XXXX 年 XX 月 XX 日

人民交通出版社股份有限公司

前 言

根据交通运输部交公路函【2020】19号《关于做好2020年度公路工程行业标准制修订项目准备工作的通知》的要求，由北京交科公路勘察设计研究院有限公司承担《小交通量农村公路工程设计规范》（JTG ×××—××××）（以下简称《规范》）的制定工作。

《规范》在总结各地农村公路建设经验的基础上，综合考虑我国自然环境、交通特性、气象气候等条件，对现行《小交通量农村公路工程技术标准》（JTG 2111）进行细化完善。

规范主要包括：

1. 规定了分段选用不同技术等级类型的技术要求，细化了设计车辆、交通量、建筑限界等内容。
2. 规定了总体设计的原则、主要内容和设计要点。
3. 给出了选线的原则，细化了平面、纵断面、横断面设计指标。
4. 明确了路基各项技术要求，细化了路肩设计要求和特殊路基处理措施。
5. 明确了简易铺装形式，简化了设计流程。
6. 明确了排水设计，明确了路界排水设计降雨重现期。
7. 细化了桥梁及其附属构造、涵洞的设计要求，明确了漫水桥和过水路面的设计要求。
8. 细化了单车道隧道衬砌、错车道等设计要求。
9. 明确了交叉形式选择，细化了交叉角度、视距及平交口范围内路线指标。
10. 细化了交安设施的设置要求，给出了常见安全设施示例。
11. 细化了沿线设施及其他的设计内容与设计要点。

《规范》由13章和3个附录等内容。分别是总则，术语，基本规定，总体设计，路线，路基，路面，排水，桥涵，隧道，路线交叉，交通安全设施，沿线设施及其他。附录A最小填土高度计算，附录B路基横断面，附录C路基防护工程冲刷计算。

请各有关单位在执行过程中，将发现的问题和意见，函告本标准日常管理组，联系人：宋琦（地址：北京市海淀区花园东路15号旷怡大厦12层，北京交科公

路勘察设计研究院有限公司, 邮编: 100191; 电话: 010-82010859, 传真: 010-62370155; 电子邮箱: q.song@rioh.cn), 以便修订时参考。

主 编 单 位: 北京交科公路勘察设计研究院有限公司

参 编 单 位: 交通运输部公路科学研究院

山东省交通规划设计院有限公司

浙江省交通规划设计研究院有限公司

同济大学

贵州省交通规划勘察设计研究院股份有限公司

主 编:

主要参编人员:

主 审:

参 加 单 位:

参与审查人员:

参 加 人 员:

目次

1	总则.....	- 1 -
2	术语.....	- 2 -
3	基本规定	- 3 -
3.1	公路技术等级类型	- 3 -
3.2	设计车辆	- 4 -
3.3	交通量	- 5 -
3.4	设计速度	- 7 -
3.5	建筑限界	- 7 -
3.6	公路用地范围	- 9 -
4	总体设计	- 11 -
4.1	一般规定	- 11 -
4.2	总体设计要点	- 11 -
5	路线.....	- 14 -
5.1	选线.....	- 14 -
5.2	平面.....	- 15 -
5.3	纵断面	- 20 -
5.4	横断面	- 22 -
5.5	线形设计	- 26 -
6	路基.....	- 28 -
6.1	一般规定	- 28 -
6.2	路基设计	- 29 -
6.3	路基防护与支挡	- 38 -
6.4	特殊路基	- 42 -

6.5	路基改扩建	- 43 -
7	路面.....	- 45 -
7.1	一般规定	- 45 -
7.2	设计方法	- 47 -
7.3	路面材料与结构选择	- 47 -
7.4	推荐的典型路面结构组合	- 52 -
8	排水.....	- 55 -
8.1	一般规定	- 55 -
8.2	地表排水	- 56 -
8.3	地下排水	- 60 -
8.4	村镇路段排水	- 60 -
8.5	特殊地区及特殊路段排水	- 61 -
9	桥涵.....	- 63 -
9.1	一般规定	- 63 -
9.2	桥涵总体设计	- 63 -
9.3	桥涵分类及孔径	- 65 -
9.4	人行道设计	- 65 -
9.5	桥涵设计洪水频率	- 66 -
9.6	桥梁净空	- 67 -
9.7	桥上线形与桥头引道	- 67 -
9.8	桥梁附属构造	- 68 -
9.9	桥涵改扩建	- 70 -
9.10	桥涵主体结构和可更换部件的设计使用年限	- 71 -

9.11	涵洞.....	- 71 -
9.12	漫水桥与过水路面	- 74 -
10	隧道	- 77 -
10.1	一般规定	- 77 -
10.2	单车道隧道总体设计	- 78 -
10.3	单车道隧道洞口及洞门设计	- 79 -
10.4	单车道隧道衬砌结构设计	- 80 -
10.5	单车道隧道防排水设计	- 81 -
10.6	隧道路基与路面设计	- 82 -
10.7	单车道隧道改扩建	- 83 -
10.8	单车道隧道交通工程及附属设施	- 84 -
11	路线交叉	- 85 -
11.1	一般规定	- 85 -
11.2	平面交叉	- 85 -
11.3	立体交叉	- 93 -
12	交通安全设施	- 97 -
12.1	一般规定	- 97 -
12.2	交通标志	- 97 -
12.3	交通标线	- 108 -
12.4	护栏.....	- 115 -
12.5	视线诱导设施	- 118 -
12.6	其他安全设施	- 121 -
13	沿线设施及其他	- 126 -

13.1	一般规定	- 126 -
13.2	服务设施	- 126 -
13.3	管理设施	- 128 -
13.4	绿化.....	- 129 -
13.5	其他.....	- 130 -
附录 A	最小填土高度计算	131
A.1	最小填土高度	131
A.2	波浪侵袭高度	131
附录 B	路基横断面	134
附录 C	路基防护工程冲刷计算	135
C.1	路基直接防护工程的一般冲刷计算	135
C.2	防护工程的局部冲刷（斜冲刷）计算	137

1 总则

1.0.1 为规范和指导小交通量农村公路设计，保证工程质量，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于小交通量农村公路新建和改扩建工程设计。

1.0.3 小交通量农村公路设计应遵循安全耐久、经济适用、利于养护、因地制宜、景观美化的原则。

1.0.4 小交通量农村公路设计应综合考虑其功能定位，并与相关规划充分结合。

1.0.5 小交通量农村公路设计应贯彻执行环境保护和土地资源合理利用的基本国策，保护沿线生态环境。

1.0.6 小交通量农村公路改扩建时，应合理并充分利用既有工程。

1.0.7 小交通量农村公路设计应结合地方特点，综合考虑建设、管理和养护需求实施标准化设计。

条文说明：

鼓励地方因地制宜，结合地方特点，考虑建设养护需求，制定适宜的设计标准图集，并作为标准化依据进行设计。

1.0.8 小交通量农村公路设计应充分吸收地方成熟经验，积极采用新材料、新设备、新工艺、新技术。

1.0.9 小交通量农村公路设计除应符合本规范的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准规范的规定。

2 术语

2.0.1 简易铺装路面 simple pavement

砂石类路面、沥青表面处治类路面、块体类路面的统称。

2.0.2 硬化路面 hard pavement

沥青混凝土路面、水泥混凝土路面、简易铺装路面以及废旧沥青再生路面的统称。

条文说明：

根据《国务院关于印发“十三五”现代综合交通运输体系发展规划的通知》(国发〔2017〕11号)中关于硬化路表述为：注：①硬化路一般指沥青(水泥)路，对于西部部分建设条件特别困难、高海拔高寒和交通需求小的地区，可扩展到石质、砼预制块、砖铺、砂石等路面的公路。按照技术规范的表述方式，给出该术语。

2.0.3 简易互通式立交 simple interchange

通过一条或两条连接匝道连接两条相交公路，以完成两条相交公路交通转换的公路设施。

3 基本规定

3.1 公路技术等级类型

3.1.1 应根据自然环境、经济条件、环保要求，交通特性等特点综合分析，并结合交通量论证确定公路的技术等级类型。

3.1.2 交通组成中无大型、重载型车辆的小交通量农村公路可选用四级公路（I类）、四级公路（II类）两个类型。

1 四级公路（I类）为适合中小型客车、中型载重汽车、轻型载重汽车、四轮低速货车（原四轮农用车）、三轮汽车、摩托车、非机动车交通混合行驶的双车道公路。年平均日设计交通量宜在1000辆小客车及以下。

2 四级公路（II类）为适合中小型客车、中型载重汽车、轻型载重汽车、四轮低速货车（原四轮农用车）、三轮汽车、摩托车、非机动车交通混合行驶的单车道公路。年平均日设计交通量宜在400辆小客车及以下。

条文说明：

3.1.1~3.1.2 年平均日设计交通量小于等于1000pcu/d的小交通量农村公路其服务的公路功能相对单一，即满足出入通达的支线公路。小交通量农村公路具体技术等级的选取，需根据自然环境、经济条件、环保要求、交通特性等特点，并结合交通量论证确定。当小交通量农村公路项目交通组成中有大型、重载型车辆时，要选用《公路工程技术标准》（JTG B01）规定的技术等级，具体技术等级的选择按照《公路工程技术标准》（JTG B01）执行。当小交通量农村公路项目交通组成中无大型、重载型车辆，可选用《公路工程技术标准》（JTG B01）规定的技术等级，也可选用《小交通量农村公路工程技术标准》（JTG 2111）规定的等级类型。在地形、地质等自然条件、经济条件允许时，鼓励选用《公路工程技术标准》（JTG B01）中的技术等级，条件受限时，选用《小交通量农村公路工程技术标准》（JTG 2111）规定的等级类型。具体选取要符合相应技术标准的要求。

3.1.3 可根据项目沿线地形、地质与自然条件变化，分段选用不同的技术等级类型，并应符合下列规定：

1 同一技术等级类型的最小路段长度不宜过短，不同技术等级类型变化不应频繁。

2 不同技术等级类型相互衔接的位置或地点，应选择在平面交叉、沿线主

要村镇节点的前后，或大型构造物、路侧环境条件明显变化处。

条文说明：

小交通量农村公路采用不同的技术等级类型时，需分析各个路段是否能够满足交通量的需求，优先采用沿线交叉口、村镇节点等交通流变化处作为分界点。

小交通量农村公路选用四级公路（I类）、四级公路（II类）两种技术等级类型时，同一技术等级类型的路段长度建议尽可能长，条件受限时，考虑到驾驶员在不同设计速度路段的适应时间，按照设计速度15km/h，最短行程时间30s进行控制，同一技术等级类型的最小路段长度为125m；结合设计速度与运行速度的最高速度差20km/h，同一技术等级类型的最小路段长度按照最高运行速度35km/h，最短行程时间30s进行控制，同一技术等级类型的最小路段长度为300m。不同技术等级类型避免连续采用最短长度值，同一公路中不同技术等级类型频繁变化的建议优化合并路段，采用相同技术等级类型。

3.2 设计车辆

3.2.1 设计车辆外廓尺寸应符合表 3.2.1 的规定。

表 3.2.1 设计车辆外廓尺寸

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	6.0	1.8	2.0	0.8	3.8	1.4
中型客车	7.0	2.3	3.0	1.0	4.0	2.0
轻型载重汽车	6.0	2.0	2.5	1.1	3.4	1.5
中型载重汽车	8.0	2.5	4.0	1.5	4.5	2.0
四轮低速货车 (原四轮农用 车)	6.0	2.0	2.5	1.2	3.3	1.5
三轮汽车	4.6	1.6	2.0	-	-	-
摩托车	2.5	1.0	2.25	-	-	-

3.2.2 应根据服务对象、交通组成，确定设计车辆。

- 1 小交通量农村公路设计一般应满足中型载重汽车和中型客车的通行要求。
- 2 经综合调查分析，交通组成中确实无中型载重汽车和中型客车及以上车型时，可按各专业相应规定选取技术指标。
- 3 有特殊车辆通行要求时，应验算确定。

1) 当交通组成中有特殊车辆时, 应根据特殊车辆的尺寸、性能特性进行针对性设计, 各项设计指标均应符合特殊车辆的通行需求。

2) 当公路项目有季节性大型农用机械等特殊车辆通行需求时, 应验算确定是否可以通行, 并采取必要的技术措施或管理措施。

条文说明:

根据现场调查, 并结合公路项目所在地区特点、社会经济发展、乡村布局与规模、路网结构与规划、建设目标等综合论证确定公路交通量及交通组成后, 对标《小交通量农村公路工程技术标准》(JTG 2111-2019) 3.2 中的设计车辆选定设计项目具体的设计车辆。首先, 当小交通量农村公路交通组成中有大型、重载型车辆时, 已要求按照《公路工程技术标准》(JTG B01) 执行。一般情况下, 小交通量农村公路设计要求满足中型载重汽车和中型客车的通行要求, 经综合分析, 确定小交通量农村公路交通组成中确实最大车型仅为小客车或轻型载重汽车时, 可以按照各专业规定的只针对小客车的特殊规定选用技术指标。当交通组成中有经常性的特殊车辆时, 如特殊尺寸的货车、农用车等, 需要根据特殊车辆的尺寸、性能特性进行针对性设计, 平曲线半径、最大纵坡、连续下坡等各项设计指标均需符合特殊车辆的通行需求。当交通组成中未考虑, 但可能有季节性大型农用机械等特殊车辆通行需求时, 需在设计阶段进行验算确定是否可以通行, 明确受限位置, 需要通行时要采取的技术措施或管理措施。技术措施如设置临时标志、临时加宽路面等, 管理措施如弯道路段单向通行、连续下坡路段强制停车等。

3.3 交通量

3.3.1 四级公路 (I 类)、四级公路 (II 类) 的设计交通量宜按 10 年预测。

3.3.2 宜根据现场调查, 并结合公路项目所在地区特点、社会经济发展、乡村布局与规模、路网结构与规划、建设目标等综合分析确定公路交通量及交通组成。

条文说明:

经调查, 目前小交通量农村公路基本没有专门的交通量观测点, 交通量及交通组成的确定主要是依据公路外业阶段的调查。而且调研显示相当一部分地区农

村公路设计文件无交通量和交通组成确定的相关内容。为了小交通量农村公路的建设更加的科学、更能适应农村地区的实际需求和发 展需求,本节规定了根据现场调查,并结合公路项目所在地区特点、社会经济发展、村庄布局与规模、路网结构与规划、建设目标等综合分析确定公路交通量及交通组成的内容。在现状交通量调查的基础上,根据以上影响因素,按照10年预测年限,确定适宜的增长系数,确定公路项目的交通量及交通组成;现状交通量调查受限的地区,根据以上影响因素,类比相似项目确定,作为公路设计的基本依据。

3.3.3 交通量换算采用小客车为标准车型。各汽车代表车型及车辆折算系数应符合表 3.3.3 的规定。

表 3.3.3 各汽车代表车型及车辆折算系数

汽车代表车型	车辆折算系数	说明
小客车	1.0	座位≤9 座的客车
中型客车	1.0	9 座<座位≤19 座的客车
轻型载重汽车	1.0	载质量≤2t 的货车
中型载重汽车	1.5	2t<载质量≤7t 的货车
四轮低速货车 (原四轮农用车)	1.0	-
三轮汽车	1.0	-
摩托车	0.5	-

3.3.4 非机动车和拖拉机交通量换算应符合下列规定:

1 畜力车、人力车、自行车等非机动车按路侧干扰因素计。路侧干扰等级及交通量增长系数应符合表 3.3.4 的规定。

2 拖拉机按外廓尺寸对应车型选择折算系数。

表 3.3.4 路侧干扰等级及交通量增长系数

路侧干扰等级	交通量增长系数	典型状况描述
1 轻微干扰	1.02	公路交通状况基本正常、各类路侧干扰因素很少
2 较轻干扰	1.06	公路设施两侧为农田、有少量自行车、行人出行或横穿公路
3 中等干扰	1.12	公路穿过村镇或路侧偶有停车、被交支路有少量车辆出入
4 严重干扰	1.18	公路交通流中有较多的非机动车混合行驶
5 非常严重干扰	1.25	路侧设有集市、摊位、交通管理或交通秩序很差

条文说明:

3.3.3~3.3.4 本规范车辆折算系数在《小交通量农村公路工程技术标准》(JTG 2111)的基础上,补充了非机动车的路侧干扰等级及交通量增长系数。农村公路上不可避免地存在一定的畜力车、人力车、自行车等非机动车通行,将诸如此类车按路侧干扰因素计,在交通量预测的基础上,根据路侧干扰等级及交通量增长系数修正预测交通量。拖拉机的型号较多,且外廓尺寸范围较大,要求拖拉机根据外廓尺寸对应车型尺寸选定折算系数。

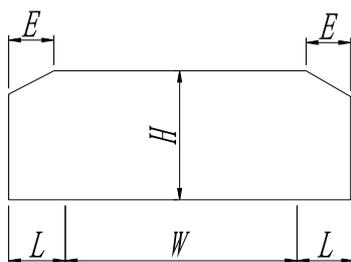
3.4 设计速度

3.4.1 四级公路(I类)、四级公路(II类)的设计速度应为15km/h。

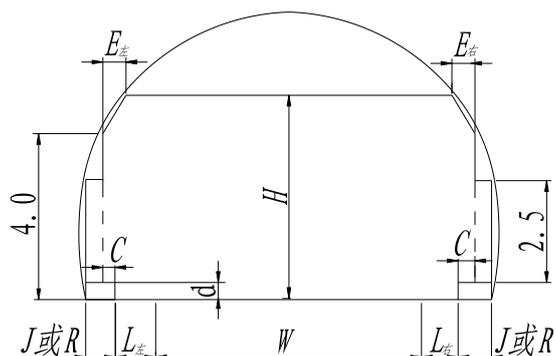
3.5 建筑限界

3.5.1 公路建筑限界范围内不得有任何障碍物侵入。公路标志、护栏、照明灯柱、电杆、管线、绿化、行道树以及跨线桥的梁底、桥台、桥墩等的任何部分也不得侵入公路建筑限界。

3.5.2 四级公路(I类)、四级公路(II类)的建筑限界应符合图3.5.2的规定,并应符合下列规定:



a) 四级公路 (I类)、四级公路 (II类)



b) 四级公路 (I类)、四级公路 (II类) 隧道

图 3.5.2 四级公路 (I类)、四级公路 (II类) 建筑限界 (尺寸单位: m)

W——行车道宽度;

L——侧向宽度, 四级公路 (I类)、四级公路 (II类) 侧向宽度为路肩宽度减去 0.25m, 设置护栏时, 应根据护栏需要的宽度加宽路基;

$L_{左}$ ——隧道内左侧侧向宽度;

$L_{右}$ ——隧道内右侧侧向宽度;

C——余宽;

J——检修道宽度;

R——人行道宽度;

d——检修道或人行道高度;

$E_{左}$ ——建筑限界左顶角宽度, 当 $L_{左} \leq 1m$ 时, $E_{左} = L_{左}$; 当 $L_{左} > 1m$ 时, $E_{左} = 1m$;

$E_{右}$ ——建筑限界右顶角宽度, 当 $L_{右} \leq 1m$ 时, $E_{右} = L_{右}$; 当 $L_{右} > 1m$ 时, $E_{右} = 1m$;

H——净空高度。

- 1 四级公路 (I类)、四级公路 (II类) 的净高应为 4.50m。
- 2 检修道、人行道、自行车道与行车道分开设置时, 其净高应为 2.50m。
- 3 设置错车道路段的行车道宽度应包括车道及错车道部分的宽度。

- 4 桥梁、隧道设置检修道、人行道时，建筑限界应包括相应部分的宽度。
- 5 隧道最小侧向宽度应符合 10.2 的规定。
- 6 路基、桥梁、隧道相互衔接处，其建筑限界应按过渡段处理。

3.5.3 公路建筑限界的边界应按图 3.5.3 划定，并应符合下列规定：

1 在不设超高的路段，建筑限界的上缘边界线应为水平线，其两侧边界线应与水平线垂直。

2 在设置超高的路段，建筑限界的上缘边界线应与超高横坡平行，其两侧边界线应与路面超高横坡垂直。

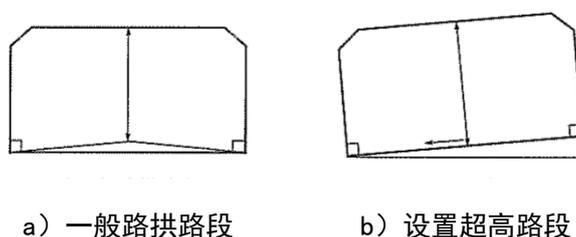


图 3.5.3 建筑限界的边界规定

3.5.4 公路净空高度应符合下列规定：

1 公路路面采用沥青贯入、沥青碎石、沥青表面处治或砂石路面时，净空高度宜预留 20cm。

2 路肩上设置桥梁墩台、标志立柱时，其前缘除不得侵入公路建筑限界外，且不得紧贴建筑物设置，宜留有护栏缓冲变形的余宽。

3 凹型竖曲线上方设有跨线构造物时，其净高应满足设计车辆有效净高的要求。

4 公路下穿宽度较宽或斜交角度较大的跨线构造物时，其路面距跨线构造物下缘任一点的净高均应符合相应净空高度的规定。

3.6 公路用地范围

3.6.1 四级公路（I类）、四级公路（II类）用地范围为公路路堤两侧排水沟外边缘以外，无排水沟时为路堤或护坡道坡脚以外，或路堑坡顶截水沟外边缘以外，无截水沟为坡顶以外，均不小于 1m 范围内的土地。

3.6.2 在风沙、雪害、滑坡、泥石流等不良地质地带设置防护、整治设施时，以及在膨胀土、盐渍土等特殊土地带采取处治措施时，应根据实际需要确定用地

范围。

3.6.3 桥梁、隧道、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用地，应根据实际需要确定用地范围。

4 总体设计

4.1 一般规定

4.1.1 小交通量农村公路宜进行总体设计，规模较小、技术简单的工程可不进行总体设计。

4.1.2 总体设计宜确定公路功能、交通组成、技术等级类型、建设规模及建设方案，并落实环境保护、交通安全的相关要求。

4.1.3 总体设计宜统一协调路线、路基、桥涵、隧道、路线交叉、交通工程与沿线设施等各专业内、外部的关系。

4.2 总体设计要点

4.2.1 应根据公路的服务对象，结合乡村布局与规模、沿线路网布置与规划、资源开发利用、桥隧构造物等因素，研究路线起终点、主要控制点、路线长度、交叉数量、沿线设施配置等，确定建设规模。

4.2.2 路线设计应减小对沿线生态环境的影响，节约土地资源，避免高填、深挖，防止水土流失，保护环境。

4.2.3 应根据公路技术等级类型、设计车辆、沿线地形、地质、环境和交通需求等因素，合理确定路线平面、纵断面、视距、以及公路横断面等主要技术指标。

4.2.4 公路路基横断面布置应满足安全设施设置的需求。

4.2.5 应结合公路交通组成、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、经济、环境、土地等因素，合理确定路基设计方案，提高防灾抗灾能力。

4.2.6 应结合村镇发展规划，针对材料、经济、养护、环境等因素，合理选择硬化路面形式。

4.2.7 应根据沿线水文、气象、地形、地质、路基状况进行排水设计，保障公路结构稳定性和耐久性。

4.2.8 应充分考虑地质、水文等建设条件，合理确定桥涵设计方案，提高抗灾能力。

4.2.9 应综合考虑地形、地质、施工等条件，合理设置隧道洞门形式、衬砌、防排水方案，保障结构稳定性和安全性。

4.2.10 应根据相交公路的功能、技术等级、区域路网的现状和规划，以及交叉区域的地形、地貌条件，选择合理的交叉方式，平交口应满足视距要求。

4.2.11 应依据公路功能、技术等级、交通量，结合当地的自然条件、建设成本、道路风险等级等因素，优先设置主动引导设施，根据需要设置被动防护设施。
对

4.2.12 应对设计指标取低值、存在较大行车安全风险的路段如连续长下坡、弯坡组合、路侧临水、临崖、高填方等提出针对性的处置要求。

条文说明：

设计中需对设计指标取低值的路段如纵坡大于9%、平曲线半径小于15m等、存在较大行车安全风险的路段如连续长下坡、弯坡组合、路侧临水、临崖、高填方等提出针对性的处置要求或处置方案。对连续长陡下坡路段的指标突破《小交通量农村公路工程技术标准》(JTG 2111-2019)中建议性要求的路段，要求在总体设计中进行相关安全分析，提出相关的交通安全保障方案。

4.2.13 应根据公路沿线需求，统筹考虑村庄布局与规模、当地经济、环境等因素，合理设置服务设施和管理设施。

4.2.14 应对桥梁、隧道、大型防护工程及不良地质等加强地质勘察，保障工程质量。

4.2.15 改扩建公路应遵循利用与改造相结合的原则，合理、充分地利用原有工程，并应满足下列要求：

- 1 改扩建应考虑人员出行需求，分析提出项目建设期间交通流组织与疏导方案，最大限度减少项目施工对人员出行的影响，保障交通安全。
- 2 公路改扩建项目应充分利用公路废旧材料，节约工程建设资源。

5 路线

5.1 选线

5.1.1 选线应符合下列规定：

- 1 选线应包括确定路线基本走向和主要控制点，拟定路线方案、踏勘核定路线方案，确定勘测设计线位全过程。
- 2 路线起、终点及主要控制点应为村庄、乡镇、重要桥隧构造物及其他公路。
- 3 大桥及中长隧道隧道为农村公路的主要控制因素，原则上路线布设应顺应桥位及隧道轴线。
- 4 中小桥、涵洞、短隧道布设位置应服从路线走向。
- 5 路线布设应符合区域路网规划，并与当地农田水利布局相适应。

条文说明

现阶段农村公路主要为连接乡与村、村与村、村与组的道路，这些道路一般里程不长，存在既有的能够通行或简易通行的道路，农村公路建设绝大多数为在既有的道路上改建升级，控制点首先是要连接的乡镇、村庄及农民集中居住的村组，其次是控制路线的桥位、隧址、山顶垭口、农田、林地等制约因素。其中大桥、隧道在农村公路建设中投资比重较大，也是主要的控制因素，路线布设要服从大桥桥位和中长隧道和单车道短隧道隧址需求。

5.1.2 选线应符合下列基本原则：

- 1 结合区域特性和项目特点，因地制宜，合理拟定路线方案。
- 2 结合路网规划和功能需求，灵活选取技术指标，合理控制工程规模。
- 3 充分利用沿线自然条件和既有道路、桥涵等工程设施，集约利用资源，降低工程造价。
- 4 重视地质选线，避让不良地质区域。
- 5 重视山区农村公路抗水毁能力。
- 6 少拆迁、少占耕地，保护环境。
- 7 重视交通安全，保证行车顺畅性。

条文说明

农村公路是公路网的最基础组成部分，其分布广泛、受自然条件、生活出行习惯及当地经济发展水平影响，建设条件差异较大，因此农村公路建设要充分结合当地的区域特点，顺应地形，合理控制指标，充分利用既有公路设施，摸清当地的出行需求和制约因素，制定出符合当地实际情况的路线方案。

5.2 平面

5.2.1 平面线形应符合下列规定

1 平面线形一般由直线、圆曲线和缓和曲线三种线形要素组成，缓和曲线应采用回旋线。

2 平面线形应与地形、地物、景观、环境等相协调，同时注意线形的连续与均衡性，并同纵断面、横断面相互配合。

5.2.2 平面要素应符合下列规定：

1 直线的长度不宜过长。受地形条件或其他特殊情况限制而采用长直线时，应结合沿线具体情况采取相应的技术措施。

2 两平曲线间以直线径向相连接时，直线的长度不宜过短。同向平曲线间最小直线长度不宜小于 30m，反向平曲线间最小直线长度宜不小于 15m；条件受限时，对于不设缓和曲线的同向（反向）平曲线间直线长度应满足超高、加宽过渡所需要的长度。

3 四级公路（I类）和四级公路（II类）平面不论转角大小，一般均应设置圆曲线。

4 当转角位于平面交叉点时，为便于交通转换，可不设圆曲线，按交叉口进行设计，并应符合平面交叉相关要求。

5 圆曲线最小半径应符合表 5.2.2 的规定。

表 5.2.2 圆曲线最小半径

设计速度 (km/h)		15
一般最小半径 (m)		20
极限最小半径 (m)	单车道	12 (10)
	双车道	15
不设超高最小半径 (m)	路拱 $\leq 2\%$	90
	路拱 $> 2\%$	120

注：1、当交通组成中无中型载重汽车和中型客车时，单车道极限最小半径可采用括号内数值。

2、一般最小半径为正常情况下采用值，极限最小半径为条件受限时可采用的值。

6 直线同小于表 5.2.2 不设超高的圆曲线最小半径径向相连接，或半径不同的同向圆曲线或反向圆曲线径相连接，且小圆半径小于表 5.2.2 不设超高最小半径的规定时，有条件时宜设置缓和曲线，条件受限时可不设缓和曲线。

7 缓和曲线长度应不小于超高、加宽过渡段长度。

8 缓和曲线长度应随圆曲线半径的增大而增大，缓和曲线最小长度应不小于 12m。

5.2.3 圆曲线超高应符合下列规定：

1 圆曲线半径小于表 5.2.2-1 规定的不设超高圆曲线最小半径时，应在曲线上设置超高，并符合下列规定：

1) 圆曲线最大超高应采用 4%。

2) 圆曲线部分的最小超高值应与直线部分的正常路拱横坡坡度值一致。

2 公路接近城镇且混合交通量较大的路段，最大超高值可采用 2%。

3 各圆曲线所设置的超高值应根据设计速度、圆曲线半径，公路条件和自然条件等经计算确定。

4 当路拱横坡度发生变化时，必须设置超高过渡段。其超高渐变率应根据旋转轴位置按下表 5.2.3 确定。

表 5.2.3 超高渐变率

设计速度 (km/h)	超高旋转轴位置	
	中线	边线
15	1/75	1/25

条文说明

根据《小交通量农村公路工程设计规范调研表》调研的七个省市（安徽、福建、河南、江苏、江西、上海、浙江）532条小交通量农村公路的数据，从中筛选出设置超高过渡段的208条道路，可以得到现有的农村公路对于超高渐变率设置情况如表5-1，图5-1。

表 5-1 调研农村公路超高渐变率设置情况

	数量	超高渐变率	累计百分比
绕中线	76	≤ 0.01	59.21%
		≤ 0.013	60.53%
		≤ 0.04	78.95%
绕内侧	130	≤ 0.02	13.08%
		≤ 0.04	18.46%
		≤ 0.05	93.08%
绕外侧	2		

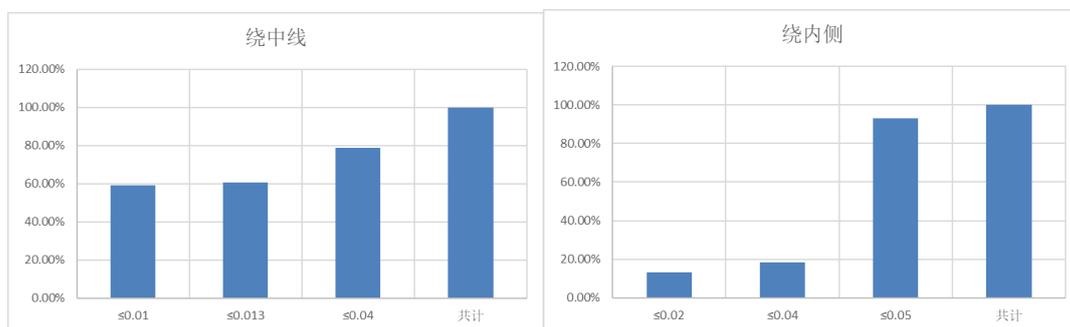


图 5-1 调研农村公路超高渐变率设置情况

应用行车动力学仿真及驾驶模拟器试验在 $V=15\text{km/h}$ 下，分别测试设置绕中线超高渐变率为 0.013 (1/75) 以及绕边线超高渐变率为 0.04 (1/25) 的弯道，测试结果表明小客车及中型载重汽车均能安全通过。

曲线半径与超高对应关系可参考表 5-2。

表 5-2 圆曲线半径与超高的对应关系

设计速度 (km/h)	15
超高值 (%)	对应半径 (m)
2	<90 (120) ~ 50
3	<50 ~ 20
4	<20 ~ 12 (10)

5 当超高横坡度等于路拱坡度时,将外侧车道绕路中线旋转,直至超高横坡度;当超高横坡度大于路拱坡度时,可采用绕内侧车道边缘线旋转、绕路中线旋转或绕外侧车道边缘线旋转的方式。设计中应视情况确定:

- 1) 单车道宜采用绕内侧车道边缘旋转的方式;
- 2) 双车道可采用绕路中线旋转或绕内侧车道边缘旋转的方式;
- 3) 条件受限路段,可采用绕外侧车道边缘旋转的方式。

5.2.4 圆曲线加宽应符合下列规定:

1 圆曲线半径小于或等于 250m 时,应设置加宽,加宽值应符合表 5.2.4 的规定。

表 5.2.4 平曲线加宽值 (m)

曲线半径	250~ ≥200	<200~ ≥150	<150~ ≥100	<100~ ≥70	<70~ ≥50	<50~ ≥30	<30~ ≥25	<25~ ≥20	<20~ ≥15	<15~ ≥10
四级公路 (I类)	0.40	0.50	0.70	0.90	1.20	1.80	2.00	2.60	3.20	-
四级公路 (II类)	0.20	0.25	0.35	0.45	0.60	0.90	1.00	1.30	1.60	2.30
四级公路 (II类)仅 通行小车	0.15	0.20	0.30	0.35	0.50	0.65	0.75	0.90	1.20	1.70

条文说明

《小交通量农村公路工程技术标准》(JTG 2111-2019)中已给出四级公路中型载重汽车对应的加宽值(A=6.0m)。根据公式,代入《小标准》表 3.2.1 小客车设计车辆外廓尺寸数据 A=4.6m,计算出仅通行小客车时对应的加宽值并取整结果如表 5.2.4。表 5.2.4 中四级公路(I类)给出的是双车道的加宽值,当圆曲线半径大于 30m 时,可平均分配给内外侧车道,当圆曲线半径小于 30m 时,根据加宽形式(内侧加宽或外侧加宽)计算内外侧车道加宽值分摊比例。

2 圆曲线上的路面加宽一般应设置在圆曲线的内侧,条件受限时,可设置在圆曲线的外侧。

3 加宽渐变率不大于 1:5,且不小于 6m。

5.2.5 超高、加宽的过渡应符合下列规定:

1 超高、加宽过渡段长度应分别按超高和加宽的有关规定计算,取其较长

者。

2 超高、加宽过渡宜采用线性过渡方式。

3 当不设置缓和曲线时，超高、加宽过渡段应设在紧接圆曲线起点或者终点的直线上。条件受限时，可将超高、加宽过渡段的一部分插入曲线，不同半径的同向圆曲线径向连接构成的复曲线，其超高、加宽过渡段应设置在衔接处的两侧。（反向圆曲线径向连接构成 S 型曲线，其超高、加宽过渡段应设置在衔接处的两侧）

4 当设置缓和曲线时，超高、加宽过渡段宜在回旋线全长范围内进行。当回旋线较长时，其超高过渡段应设在回旋线的某一区段范围内，超高过渡段的纵向渐变率不得小于 1/330，全超高断面宜设在缓圆点或圆缓点处。

5 设人工构造物处，当应设置超高、加宽过渡段而在圆曲线起、终点内侧边缘产生明显转折时，可采用路面加宽边缘线与圆曲线上路面加宽后的边缘圆弧相切的方法予以消除。

5.2.6 平曲线最小长度应符合表 5.2.6 的规定。

表 5.2.6 平曲线最小长度

设计速度 (km/h)		15
平曲线最小长度 (m)	一般值	50
	最小值	15 (10)

注：1. 当交通组成中无中型载重汽车和中型客车时，单车道极限最小半径可采用括号内数值。

2. “一般值”为正常情况下的采用值，“最小值”为条件受限时可采用的值。

5.2.7 视距应符合下列规定：

1 停车视距、会车视距与超车视距不应小于表 5.2.7 的规定。

表 5.2.7 停车视距、会车视距与超车视距

设计速度 (km/h)	15	
停车视距 (m)	15	
会车视距 (m)	30	
超车视距 (m)	一般值	75
	最小值	55

2 四级公路（I 类）应间隔设置满足超车视距的路段。

3 积雪冰冻地区的停车视距宜适当增长。

4 路线设计应对采用较低几何指标、线性组合复杂、路侧设有高边坡或构造物、公路两侧各类出入口、平面交叉、隧道等各种可能存在视距不良的路段和区域，进行视距检验。不符合对应的视距要求时，应采用相应的技术和工程措施予以改善。

5.2.8 回头曲线应符合下列规定：

- 1 越岭线应尽量利用有利地形自然展线，当条件受限时，可采用回头曲线。
- 2 两相邻回头曲线之间，由一个回头曲线的终点至下一个回头曲线起点的距离宜不小于 75m。
- 3 回头曲线各部分的技术指标应符合表 5.2.8 的规定。

表 5.2.8 回头曲线技术指标

设计速度 (km/h)		15
圆曲线最小半径 (m)	单车道	12 (10)
	双车道	15
超高横坡度 (%)		4
最大纵坡 (%)		6

注：1、当交通组成中无中型载重汽车和中型客车时，单车道极限最小半径可采用括号内数值。

4 回头曲线前后的线形应连续、均匀、通视良好，两端宜布设过渡性曲线，且应设置必要交通安全设施。

5.3 纵断面

5.3.1 纵断面设计应符合下列规定：

1 公路纵断面由直线和竖曲线两种线形组成，在直线的坡度转折处应设置竖曲线，竖曲线线形采用圆曲线。

2 公路纵断面的设计高程可采用路基边缘位置或行车道中线位置；在设置超高或加宽的路段应为设超高或加宽前该处位置。

5.3.2 纵坡应符合下列规定：

1 最大纵坡不应大于 12%。对交通组成中无中型载重汽车和中型客车的四级公路 (II类)，经论证并在保证安全的前提下，最大纵坡可增加 2 个百分点。

2 路面有积雪、结冰的地区，最大纵坡不应大于 8%。对于出现积雪、结冰情况时，能够及时封闭道路并清除冰、雪的公路，可不受此限制。

3 回头曲线纵坡不应大于 6%。

4 村镇路段纵坡不宜大于 5%。

5 纵坡不宜小于 0.3%，长路堑及横向排水不畅路段，当纵坡小于 0.3 时，边沟应作纵向排水设计。在干旱地区及横向排水良好不产生路面积水的路段，设计时可不考虑最小纵坡的限制。

6 在海拔 3000m 以上的高原地区，最大纵坡值应按表 5.3.2 的规定折减。

表 5.3.2 高原纵坡折减值

海拔高度 (m)	3000~4000	4000~5000	5000 以上
折减值 (%)	1	2	3

5.3.3 坡长应符合下列规定：

1 纵坡的最小坡长不应小于 45m。

2 不同纵坡的最大坡长应符合表 5.3.3 的规定。

表 5.3.3 不同纵坡的最大坡长

坡度 (%)	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
坡长 (m)	1100	900	700	500	400	300	250	200	150	100

3 连续上下坡路段，在不大于表 5.3.3 规定的纵坡长度之间应设置缓和坡段，缓和坡段长度不应小于 45m。缓和坡段纵坡不宜大于 3%，特殊困难路段经论证后不应大于 4%。

5.3.4 越岭路线连续上坡（或下坡）路段，一般情况下，相对高差为 200~500m 时平均纵坡不宜大于 5.5%；相对高差大于 500m 时平均纵坡不宜大于 5%，且任意连续 3km 路段的平均纵坡不宜大于 5.5%。不能满足上述要求，应进行安全分析论证，并采取增设货车临时停车区、速度控制设施等措施。

5.3.5 一般路段最大合成纵坡不应大于 13%。对交通组成中无中型载重汽车和中型客车的四级公路（II类），经论证并在保证安全的前提下，最大合成纵坡可增加 2 个百分点。

5.3.6 公路纵坡变化处应设竖曲线，竖曲线最小半径和最小长度应符合表 5.3.6 规定。

表 5.3.6 竖曲线最小半径和最小长度

设计速度 (km/h)		15
凸型竖曲线半径 (m)	一般值	150
	极限值	75
凹型竖曲线半径 (m)	一般值	150
	极限值	75
竖曲线长度 (m)	一般值	40
	极限值	15

注：“一般值”为正常情况下的采用值；“极限值”为条件受限制时可采用的值。

5.4 横断面

5.4.1 四级公路路基的标准横断面应由车道、路肩两部分组成。

5.4.2 车道应符合下列规定：

1 车道宽度和车道数应符合表 5.4.2 的规定。对需要设置安全设施的路段，路肩宽度尚应满足安全设施设置所需的宽度。

表 5.4.2 车道宽度及车道数

公路等级	四级公路 (I类)	四级公路 (II类)
车道数	2	1
车道宽度 (m)	3.0	5.0、4.5、3.5

注：1. 四 II 级公路，行车道宽度有条件时宜值采用 4.5m，当条件受限时，可采用 3.5m，当中型载重汽车较多时，宜采用 5.0m。

2 对于条件受限的四级公路 (II 类) 公路，车道宽度可以根据地形条件灵活控制，但不应小于路段最低设计宽度。不同宽度的车道之间过渡渐变率不应大于 1/15。

条文说明

调研地区 (重庆、福建、贵州、河北、甘肃) 单车道行车道宽度以 3.5m 居多，其次是 4.5m，行车道宽度最小为 3.5m。

根据现有农村公路现场调研，行车道宽度为 5.0m 时，能够实现一辆中型载

重汽车与一辆轻型载重汽车（或小客车）的低速错车，行车道宽度为 4.5m 时，能够实现 2 辆轻型载重汽车（或轻型载重汽车与小客车）的低速错车。

四 II 级为单车道，提出了 3.5m、4.5m、5.0m 三种行车道宽度，4.5m 为行车道宽度的一般值，可实现小型车（小客车、农用车、轻型载货汽车）间的低速错车需求，对于中型载重汽车与其他车辆错车，需借助错车道来实现；当条件许可时，中型载重汽车较多时，行车道宽度值宜采用 5.0m，可实现中型车（中型载货汽车、中型客车）与小型车（小客车、农用车、轻型载货汽车）的低速错车需求，只有中型载重汽车与中型载重汽车的错车，需要借助错车道；对于有中型载重汽车通行需求，但条件受限或交通量较低路段，行车道宽度值可采用 3.5m，所有的错车需求，均需要借助错车道来实现。

对于条件受限的四级公路（II 类）公路，车道宽度可根据地形条件，按照“能宽则宽”的原则，灵活确定车道宽度，充分利用路侧多余空地，以提高单车道公路的错车、停车能力及行人、非机动车通行能力。

5.4.3 单车道公路应设置错车道。错车道宜保持通视，灵活设置，每公里设置不宜少于 3 处；对于不通视路段，间距不宜大于 200m。错车道路段尺寸应符合表 5.4.3 的规定，平面布置如图 5.4.3 所示。错车道可以借用客运停靠站、观景平台及停车区等。

表 5.4.3 错车道路段尺寸

公路等级	四级公路（II 类）	
	中型载重汽车及以下汽车	轻型载重汽车及以下汽
通行车型	中型载重汽车及以下汽车	轻型载重汽车及以下汽
错车道行车道宽度（m）	6	5
错车道的路肩宽度（m）	0.25	0.25
错车道有效长度（m）	10	8
每端错车道渐变段长度（m）	9	7

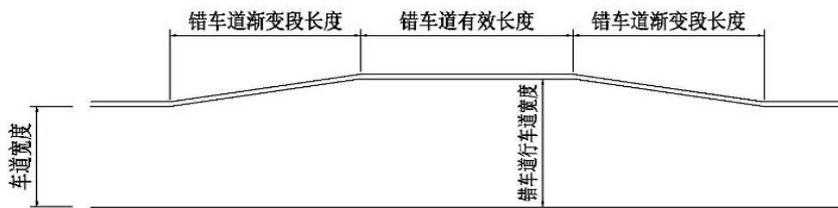


图 5.4.3 错车道平面布置图

条文说明

错车道的间距是根据地形条件、通视条件、交通量等确定，并尽可能保持错车道间能够通视，对于无法通视的困难路段，错车道间距宜不大于 200m，并可通过相互鸣笛方式提醒对面的车辆进行避让。

根据各等级道路适应的车型情况，经过计算，确定不同等级的道路所需错车道的有效长度和渐变段长度。

从调研情况来看，错车道设置还不够规范，差异性比较大。从调研地区座谈情况来看，普遍对错车道每公里宜不少于 3 处，错车道路基宽 6.5m 的做法，还是认可的。

5.4.4 路肩应符合下列规定：

- 1 路肩宽度应符合表 5.4.4 的规定：

表 5.4.4 路肩宽度

公路等级	四级公路 (I 类)	四级公路 (II 类)
车道数	2	1
路肩宽度 (m)	0.25	0.50

- 2 路肩上设置的安全设施不得侵入公路建筑界限，必要时加宽路肩。

5.4.5 路基宽度为行车道宽度与路肩宽度之和，当设有汽车停靠站、停车带、错车道等时，应计入其宽度。对于设置安全设施路段，应满足安全设施设置需求。

图 5.4.5 为典型的农村公路横断面形式。

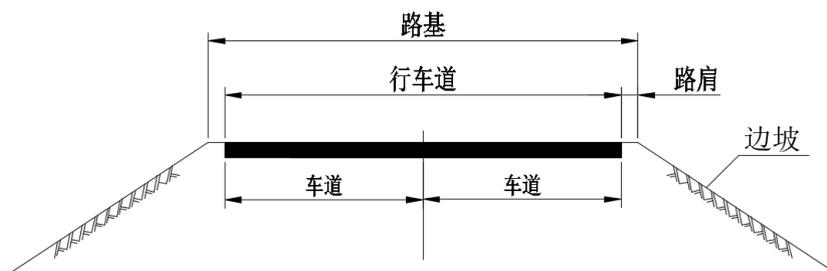


图 5.4.5-1 四级公路（I类）典型横断面

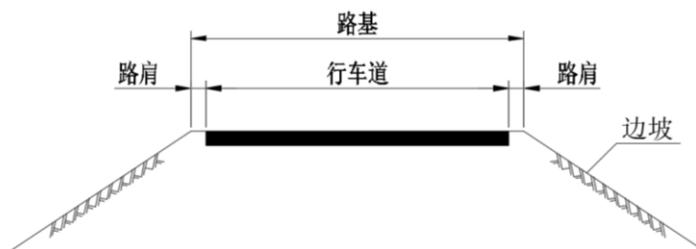


图 5.4.5-2 四级公路（II类）典型横断面



图 5.4.5-3 四级公路（II类）村镇横断面

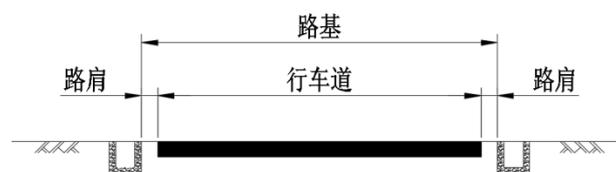


图 5.4.5-4 四级公路（II类）村镇横断面

5.4.6 过村路段宜硬化近宅基地的单侧或双侧路肩，有条件时宜设置人行道。

5.4.7 路拱横坡应符合下列规定：

1 四级公路应设置路拱，双车道宜采用双向路拱，单车道宜采用单向路拱。路拱坡度应根据路段类型、当地自然条件和路面类型确定，但不应小于 1.5%。

2 位于直线路段或曲线路段内侧,且车道的横坡值大于或等于 3%时,土路肩的横坡应与车道横坡值相同;小于 3%时,土路肩的横坡应比车道的横坡值大于 1%或 2%。

3 位于曲线路段外侧的土路肩横坡,应采用 3%或 4%的反向横坡值。

5.4.8 路基宽度过渡段形式可采用直线过渡。过渡段渐变率应不大于 1/15,过渡段长度不小于 15m。

5.5 线形设计

5.5.1 平面线形设计应符合下列规定:

- 1 平面线形宜连续、均衡,并与地形相适应,与周围环境相协调。
- 2 受条件限制采用长直线时,应结合具体情况采用相应的技术措施。
- 3 连续的圆曲线间宜采用适当的曲线半径比。
- 4 宜选用较大的圆曲线半径。转角过小时,不应设置较短的圆曲线。
- 5 双车道供超车路段宜采用直线或不影响视线的大半径曲线。
- 6 避免小半径平曲线与陡坡相重合的线形。

5.5.2 纵断面线形设计应符合下列规定:

1 纵面线形应平顺、圆滑,并与地形相适应,与周围环境相协调。

2 纵坡设计应考虑填挖平衡,并利用挖方就近作为填方,以减轻对自然环境的影响。

3 相邻纵坡坡差较小时,应采用大的竖曲线半径。

4 连续设置长、陡纵坡的路段,下坡方向应考虑行车安全。

5 竖曲线应选用较大的半径。当条件受限制时,宜采用大于或接近于竖曲线最小半径的一般值;地形条件特殊困时,方可采用竖曲线最小半径的极限值。

6 四级公路(I类)在有超车需求的路段,应考虑超车视距要求,采用较大的凸形竖曲线半径或设置必要的标志、标线等设施。

5.5.3 横断面设计应符合下列规定:

1 公路横断面设计应最大限度地降低路堤高度,减小对沿线生态的影响,保护环境,使公路融入自然。

2 路基横断面布设应结合沿线地面坡度、自然条件、工程地质条件、既有

道路情况等进行设计，充分利用既有道路的相关设施。

3 四级公路（Ⅱ类）路基横断面宽度宜结合沿线地形、地质条件，灵活布设，不同宽度之间做好渐变处理。

4 公路横断面设计应注重路侧安全，做好错车道、平交口、服务站、汽车停靠站、小型停车区等路侧安全设计。

6 路基

6.1 一般规定

6.1.1 路基是路面的承载体，路基质量直接影响工程质量，路基应有足够的强度、稳定性和耐久性。

条文说明

通过调研，目前部分农村公路仍然存在路基强度低、压实度缺乏有效控制等问题，造成道路后期的耐久性不足等情况的发生。

6.1.2 路基设计应贯彻因地制宜，就地取材的原则，不宜深挖、高填，尽量减少对自然、生态环境的影响。

6.1.3 路基应重视防护设施的设计，防止水土流失、堵塞河道和诱发地质灾害。

6.1.4 路线通过特殊地质和水文条件的路段，应查明其规模及对公路的危害程度，尽量绕避，当为唯一通道不能绕避时，应结合《公路路基设计规范》(JTG D30)、其它相关规范及当地实践经验进行综合处理。

条文说明

根据调研，水毁、滑塌、沉陷、盐渍土等不良地质极大地影响道路的路用状况，对车辆的通行和交通安全造成较为严重的影响，进而影响当地正常的生产、生活，因此，尽量选择绕避特殊地质、水文条件路段，当路线选择受限，只能从特殊地质路段穿过不能绕避时，采取经济有效的措施进行特殊地质的处理。

6.1.5 路基可采用技术方案成熟的工业废料、路面铣刨料、建筑废弃料等填筑路基，在节约筑路成本的同时，保护生态环境，实现废旧材料的循环利用。

条文说明

废料材料在路基中的应用可以极大地保护环境，降低公路建设成本，在已有

成熟技术方案和应用案例，经检测各项性能满足路基填料的前提下，鼓励废旧材料作为公路路基填料，实现废旧材料的循环利用。

6.1.6 路基改扩建应采取合理的工程措施，避免新旧路基的差异化沉降，保证路基的强度和稳定性。

条文说明

改扩建的原有路基一般标准较低，在进行工程实施前，要对旧有路基进行全面的检测和评估，确保旧路各项标准满足相关要求；重视差异化沉降对道路造成的影响，选择经济合理的工程措施以保证路基的强度和稳定性。

6.2 路基设计

6.2.1 路基高度设计应符合下列规定：

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。

2 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，不宜低于 1/15。

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、波浪侵袭高及 0.5m 的安全高度。

4 水文地质条件不良地段的路基最小填土高度，应考虑路基土的性质、土体干湿状态、冰冻作用，并结合地形及排水条件确定，不应小于路床处于中湿状态的临界高度。

5 当路基设计高程受限制、难以达到最小填土高度时，应采取隔离层、排水层等措施以保证路基稳定。排水层可采用粒料、开级配或半开级配混合料等，隔离层可采用土工膜、土工板等土工材料或粒料类材料。

6 穿村路段路基高度应充分考虑沿线房屋及交叉口处路段的影响，满足排水要求。

7 路基高度计算参考附录 A 确定。

条文说明

路基最小高度要满足设计洪水频率、路基干湿状态的要求，路基干湿状态的划分参见《公路路基设计规范》(JTG D30)附录C中C.0.1条，不满足要求时，采取相应措施，以保证路基安全。

6.2.2 路肩设计应符合下列规定：

1 双车道四级公路(I类)路肩宽度应不小于0.25m，且应进行硬化处理；单车道四级公路(II类)应不小于0.5m，可采用土质材料培填处理，条件允许时，宜进行硬化处理；在路肩设置护栏时，路肩宽度应满足护栏的设置宽度要求。

条文说明

根据调研，对农村公路的路肩硬化处理普遍认为是一项行之有效的措施，既可以起到保护行车道的作用，还可以有效防止行车道两侧雨水下渗导致路基路面破坏，在需要设置交安设施路段，硬路肩的宽度设计要充分考虑与交安设施相协调，确保满足相关技术要求。

2 路肩硬化材料可选用水泥混凝土类、沥青结合料类或粒料材料等。硬化路肩结构组合和材料设计应不影响路面结构中水的排出。

3 土路肩应符合下列要求：

- 1) 路肩用土应符合施工技术规范要求，不合格的土不得直接用于路肩培土。
- 2) 路肩培土应分层填筑，压实度不应小于90%，层面平整。
- 3) 土路肩宜采用植草绿化，且不能阻挡路面排水。

条文说明

土路肩各项性能略低于硬化路肩，因此本条细化规定土路肩材料、压实度和排水等要求，减少因路肩损坏造成的路基路面损坏。路肩的绿化设计要充分考虑与周围环境的协调、美观。

6.2.3 路基技术要求应符合下列规定：

1 填料要求

1) 路基填料应优先选用满足质量要求的当地筑路材料，优先选用级配较好的砾类土、砂类土等粗粒土，填料中不应含有草皮、生活垃圾、树根、腐殖土等；路基填筑不得使用泥炭、淤泥、冻土、强膨胀土、有机质土及易溶盐超过允许含

量的土。

2) 液限大于 50%、塑性指数大于 26 的细粒土，不得直接作为路堤填料。

3) 浸水路堤、桥涵台背和挡土墙背宜采用渗水性良好的填料。在渗水材料缺乏的地区，采用细粒土填筑时，可采用无机结合料进行稳定处治。

4) 硬质岩石、中硬岩石可用作路床、路堤填料；软质岩石可用作路堤填料，不得用于路床填料；膨胀性岩石、易溶性岩石和盐化岩石等不得直接用于路堤填筑。

5) 季节冻土地区的路床不应直接采用粉质土填筑。

6) 路基填料最小强度和最大粒径应符合表 6.2.3-1 的规定。

表 6.2.3-1 路基填料最小强度和最大粒径要求

路基部位	路面底面以下深度(m)	填料最小承载比	最大粒径(mm)
路床	0~0.30	5	100
	0.30~0.80	3	100
路堤	0.80~1.50	3	150
	>1.50	2	150

条文说明

路基填料设计要求不得低于《公路路基设计规范》(JTG D30) 中填料的技术指标，填料最小强度和最大粒径要求是路基性能的保障，本条给出了路基填料设计的各项要求值，对于膨胀性岩石、易溶性岩石和盐化岩石等路用性能较差的石料，通过技术处理达到路用性能技术要求后用作路基填料，但在未进行处理前，不得直接用作路基填料。

2 压实度要求

1) 采用沥青路面、水泥混凝土路面时，路基压实度应符合表 6.2.3-2 的要求，当采用砂石路面、块体路面、沥青表面处治类路面等简易铺装路面结构，特殊干旱或特殊潮湿地区的路基压实度可适当降低 1%~2%。

表 6.2.3-2 路基压实度

填挖类型	路面底面以下深度(m)	路基压实度(%)
零填及挖方	0~0.30	≥94
填方	0.30~0.80	≥94
	0.80~1.50	≥93
	>1.50	≥90

注 1: 表列数值以重型击实试验法为准。
注 2: 桥台背、涵台背、挡墙背≥94%。

2) 填石路堤压实质量标准宜用孔隙率作为控制指标, 并符合表6.2.3-3、6.2.3-4和6.2.3-5的要求。施工压实质量可采用孔隙率与压实沉降差或施工参数联合控制。

表 6.2.3-3 硬质岩填石路基压实控制标准

分区	路面底面以下深度(m)	摊铺厚度 (mm)	最大粒径	压实干密度 (kg/m ³)	孔隙率(%)
上路堤	0.8~1.50	400	小于层厚 2/3	试验确定	≤23
下路堤	>1.50	600	小于层厚 2/3	试验确定	≤25

表 6.2.3-4 中硬石料填石路基压实控制标准

分区	路面底面以下深度(m)	摊铺厚度 (mm)	最大粒径	压实干密度 (kg/m ³)	孔隙率(%)
上路堤	0.8~1.50	400	小于层厚 2/3	试验确定	≤22
下路堤	>1.50	500	小于层厚 2/3	试验确定	≤24

表 6.2.3-5 软质石料填石路基压实控制标准

分区	路面底面以下深度(m)	摊铺厚度 (mm)	最大粒径	压实干密度 (kg/m ³)	孔隙率(%)
上路堤	0.8~1.50	300	小于层厚	试验确定	≤20
下路堤	>1.50	400	小于层厚	试验确定	≤22

条文说明

路基压实质量是公路工程施工质量管理中最重要的内在指标之一, 路基压实标准主要与施工中的施工能力、道路荷载状况、压实设备条件等相关联, 是施工控制的重要指标, 由于填石路基压实较为困难, 推荐采用大功率推土机与重型压实机具相匹配的施工方法。冲击式碾压、强夯施工填石路堤, 能保证其施工质量, 也有成熟的工程经验。有条件时, 设计采用该施工方案。

填石路基分为硬质石料、中硬石料和软质石料, 其具体分类标准参照《公路路基设计规范》中的有关规定进行界定。

压实沉降差为采用重型振动压路机(建议 14t 以上)按规定碾压参数(强振, 4km/h 以下速度)碾压后各测点的高程差。建议压实沉降差检测采用如下标准: 压实沉降填石路基平均沉降差是 5mm, 标准沉降差是 3mm。

在施工过程中, 为了保证平整度和为后续修筑提供良好的支撑面, 填石路堤顶部最后一层填石料的铺筑层厚不得大于 0.40m, 最大粒径不得大 150mm, 其中小于 5mm 的细料含量不应小于 30%, 且铺筑层表面应无明显孔隙、空洞。填石路

堤上部采用其他材料填筑时，视需要设置土工布作为隔离层。

3 路床顶面回弹模量要求

路床顶面回弹模量值不应低于 30MPa，当采用沥青混凝土路面和水泥混凝土路面时不应低于 40MPa。

条文说明

以路面弯沉为设计指标，按《小交通量农村公路技术标准》附录 A 对有铺装的路面结构取各结构层最小厚度初拟路面结构，求得满足设计要求的路基回弹模量值为 29MPa（四级公路（I 类））和 31MPa（四级公路（II 类））；利用 AASHTO 使用性能方法求得满足设计要求的路基回弹模量值为 22MPa（四级公路（I 类））和 23MPa（四级公路（II 类））。

基于小交通量农村公路资金情况和耐久性要求，在目前施工设备条件普遍提高的情况下，对沥青混凝土路面和水泥混凝土路面，适当提高路床的强度，可大幅度延长道路的使用寿命，因此，选取 40MPa 作为控制标准。对于简易铺装的路面，由于其重要程度相对较低，按 30MPa 要求相对较为安全。

当采用贝克曼梁进行路床验收时，按照《公路路基路面现场测试规程》进行弯沉和回弹模量的测试。

6.2.4 路基边坡设计应符合下列规定：

1 边坡设计原则

1) 路基边坡形式、坡率及防护，应根据工程实际地形、地质与水文条件、边坡高度、排水措施、施工方法及筑路材料，并参考当地同类条件下稳定的路基边坡设计和施工经验综合确定。

2) 路基边坡坡面应平整、坚实、无坍塌等。有条件时，应尽量放缓边坡，并采用自然适宜的边沟形式与原地貌融为一体，形成路侧缓冲地带，提高行车安全性、美化环境。

条文说明

路基边坡设计是否合理不仅影响边坡的稳定，同时也影响环保和景观效果。在进行边坡设计时，边坡设计要依据边坡地质条件和周围用地条件灵活确定，尽

量采用缓边坡。

缓坡比陡坡更稳定更安全，也有利于植物的种植，便于养护，既美化环境，又提高行车安全感。(据研究，边坡缓于1:4时，车辆不至于完全失控，可减少潜在危险。)

2 路堤边坡

路堤边坡形式和坡率应根据填料的物理力学性质、边坡高度和工程地质条件确定，并符合下列规定：

- 1) 当地质条件良好时，其边坡坡率不宜陡于表6.2.4-1规定值。

表 6.2.4-1 路堤边坡坡率

填料类别	边坡坡率	
	上部高度 (H≤8m)	下部高度 (H≤12m)
细粒土	1:1.5	1:1.75
粗粒土	1:1.5	1:1.75
巨粒土	1:1.3	1:1.5

- 2) 浸水路堤在设计水位以下的边坡坡率不宜陡于1:1.75。

- 3) 砌石路基的内、外坡率不宜陡于表6.2.4-2规定值。

表 6.2.4-2 砌石边坡坡率

序号	砌石高度 (m)	内坡坡率	外坡坡率
1	≤5	1:0.3	1:0.5
2	≤10	1:0.5	1:0.67
3	≤15	1:0.6	1:0.75

- 4) 填石路基的边坡坡率不宜陡于表6.2.4-3规定值。

表 6.2.4-3 填石路堤边坡坡率

填石料种类	边坡高度 (m)			边坡坡率	
	全部高度	上部高度	下部高度	上部高度	下部高度
硬质岩石	20	8	12	1:1.1	1:1.3
中硬岩石	20	8	12	1:1.3	1:1.5
软质岩石	20	8	12	1:1.5	1:1.75

3 路堑边坡

- 1) 土质路堑边坡坡率不宜陡于表6.2.4-4规定值。

表 6.2.4-4 土质路堑边坡坡率

土的类别		边坡坡率
黏土、粉质黏土、塑性指数大于 3 的粉土		1:1
中密以上的中砂、粗砂、砂砾		1:1.5
卵石土、碎石土、圆砾土、角砾土	胶结和密实	1:0.75
	中密	1:1

2) 岩质路堑边坡无外倾软弱结构面的边坡坡率可按表 6.2.4-5 确定。对有外倾软弱结构面的岩质边坡、坡顶边缘附近有较大荷载的边坡、边坡高度超过表 6.2.4-5 范围的边坡等, 边坡坡率应按《公路路基设计规范》第 3.7 节有关规定通过稳定性分析计算确定。

表 6.2.4-5 岩质路堑边坡坡率

边坡岩体类型	风化程度	边坡坡率	
		H<15m	15m≤H≤30m
I 类	未风化、微风化	1:0.1~1:0.3	1:0.1~1:0.3
	弱风化	1:0.1~1:0.3	1:0.3~1:0.5
II 类	未风化、微风化	1:0.1~1:0.3	1:0.3~1:0.5
	弱风化	1:0.3~1:0.5	1:0.5~1:0.75
III 类	未风化、微风化	1:0.3~1:0.5	—
	弱风化	1:0.5~1:0.75	—
IV 类	弱风化	1:0.5~1:1	—
	强风化	1:0.75~1:1	—

条文说明

《公路路基设计规范》(JTG D30) 3.4 节给出土质路堑和岩质路堑边坡坡率的要求, 农村公路可采用相同指标进行设计, 岩质边坡岩体分类按《公路路基设计规范》(JTG D30) 附录 E 确定。

6.2.5 原地面处理要求应符合下列规定:

1 稳定的斜坡上, 地面横坡缓于 1:5 时, 清除地表草皮、腐殖土后, 可直接填筑路堤; 地面横坡为 1:5~1:2.5 时, 原地面应挖台阶, 台阶宽度不应小于 2m。当基岩面上的覆盖层较薄时, 宜先清除覆盖层再挖台阶; 当覆盖层较厚且稳定时, 可予保留。

2 地面横坡陡于 1:2.5 地段的陡坡路堤, 在无法绕避时, 应验算路堤整体沿基底及基底下软弱层滑动的稳定性, 不满足规范要求时, 应采取改善基底条件或设置支挡结构物等防滑措施。

- 3 原地面清表处理的种植土应充分利用。
- 4 当地下水影响路堤稳定时,应采取拦截引排地下水或在路堤底部填筑渗水性好的材料等措施。
- 5 孤石、石笋应清除。
- 6 地基表层应碾压密实。一般土质地段,地基压实度(重型)不应小于 85%。低路堤应对地基表层土进行超挖、分层回填压实,其处理深度不应小于路床深度。
- 7 稻田、湖塘等地段,应视具体情况采取排水、清淤、晾晒、换填、加筋、外掺无机结合料等处理措施。
- 8 在非岩石地基上填筑填石路堤前,宜设置砂石、碎石等过渡层。

条文说明

原地面处理的优劣对公路各项性能影响较大,小交通量农村公路技术指标相对较低,在实际工程设计和施工时,普遍对原路面处理未能引起足够重视,而原路面处理的质量好坏,对保证路面的耐久性至关重要,原地面处理费用相对不高,但对后期路面质量影响巨大,借鉴《公路路基设计规范》(JTG D30) 3.3.6 条给出地基表层处理设计的要求,强化对原地面处理的要求,并根据农村公路实际情况进行了调整。

6.2.6 路床处理措施要求应符合下列规定:

当路基湿度状态、路床填料 CBR 和路床回弹模量等不能满足要求时,应根据气候、土质、地下水赋存和料源等条件,经技术经济比选后,对路床采取下列处理措施:

- 1 可采用粗粒土或低剂量无机结合料稳定土等进行换填,并合理确定换填深度。
- 2 对细粒土可采用砂、砾石、碎石等进行掺和处治,或采用无机结合料进行稳定处治。细粒土处治设计应通过物理力学试验,确定处治材料及其掺量、处治后的路基性能指标等。
- 3 在水文地质条件不良的土质挖方路基或者潮湿状态填方路基,应采取设置排水垫层、毛细水隔离层、地下排水渗沟等措施。
- 4 季节冻土地区路基中湿、潮湿路段,宜设置防冻垫层。防冻层宜采用粗

砂、砂砾和碎石等粒料类材料。

条文说明

路基平衡湿度状况可依据路基的湿度来源分为潮湿、中湿、干燥三类，按《公路路基设计规范》附录 C 中 C.0.1 条划分湿度状况，在路床技术指标不满足要求时，可参照本节进行路床处理。

6.2.7 路基填挖交界处理要求应符合下列规定：

1 挖方区为土质或软质岩石时，应对挖方区路床范围不符合要求的土质或软质岩石进行超挖换填或改良处治；填方区宜采用渗水性好的材料填筑。当挖方区为硬质岩石时，填方区宜采用填石路堤。

2 填挖交界处基底处理应符合下列规定：

1) 应从填方坡脚起向上设置向内侧倾斜的台阶，台阶宽度不小于 2m，在挖方一侧，台阶应与每个行车道宽度一致、位置重合。

2) 石质山坡，应清除原地面松散风化层，开凿相应台阶。

3) 有地下水或地面水汇流的路段，应采用合理措施导排水流。

3 路基纵向填挖交界结合部宜设置过渡段。

条文说明

填挖交界处是路基损坏的敏感位置，合理的处理填挖交界位置可以减少路面结构损坏，填挖交界处路基损坏造成的路基差异沉降变形破坏、路基滑塌等病害修复较困难，因此在设计施工时应充分重视。在路基纵向填挖交界结合部设置过渡段，并采用渗水性较好的砂砾、碎石土填筑，能较好地防治路基病害。

6.2.8 取弃土设计应符合下列规定：

1 修筑路基取土和弃土时，应符合环保要求，原则上采用集中取（弃）土，取（弃）土场应设置必要的防护及排水设施，防止水土流失。

2 应合理考虑取土场与路基之间的距离，避免取土影响路基边坡稳定。

3 弃土不应影响路基稳定及斜坡稳定；沿河弃土时，应防止加剧下游路基与河岸的冲刷，避免弃土侵占河道，并视需要设置防护支挡工程。

条文说明

在修筑小交通量农村公路时，由于工程量一般不大，普遍对取弃土的处理重视程度不够，随着环保意识的增强，修筑道路时要尽量减少对沿线环境的破坏，保护绿水青山。

6.3 路基防护与支挡

6.3.1 边坡防护设计应符合下列规定：

1 有条件的路段，可适当放缓边坡，不进行边坡防护，条件受限时，应采取的措施进行边坡防护。

2 边坡防护宜采用植物防护，并与适当的工程防护相结合，应根据气候条件、岩土性质、边坡高度、边坡坡率、水文地质条件、环境保护、水土保持等因素，按表 6.3.1 经技术经济比较后选择适宜的防护措施。

表 6.3.1 边坡防护工程类型及适用条件

防护类型	亚类	适用条件
植物防护	植草	可用于坡率不陡于 1:1 的土质边坡防护，当边坡较高时，植草可与土工网、土工网垫结合防护
	种植灌木	可用于坡率不陡于 1:0.75 的土质、软质岩石和全风化岩石边坡防护
工程防护	防护网	可用于坡率不陡于 1:0.5 的岩石边坡防护
	干砌片石护坡	可用于坡率不陡于 1:1.25 的土质边坡或岩石边坡防护
	浆砌片石护坡	可用于坡率不陡于 1:1 的易风化的岩石和土质边坡防护
	护面墙	可用于坡率不陡于 1:0.5 的土质和易风化剥落的岩石边坡防护

3 植物防护

- 1) 宜采用草灌结合，应选用当地优势群落，并与沿线环境相协调。
- 2) 植草的最小土层厚度不应小于 0.15m；灌木最小土层厚度不应小于 0.30m。
- 3) 灌木应种植在不影响视距的边坡上，或在边坡以外的河岸及漫滩处，宜选择路侧禁区以外种植。

4 防护网

1) 应采用锚杆和支撑绳固定方式将钢丝绳网和钢丝网覆盖在具有潜在地质灾害的坡面上，实现坡面加固或限制落石的运动范围。

2) 防护网所用钢丝绳、钢丝、支撑绳、锚杆等构件应满足《公路边坡柔性防护系统构件》的要求。

4 护坡

1) 干砌片石护坡适用于易受水流侵蚀的土质边坡、严重剥落的软质岩石边坡的坡面防护，厚度不宜小于 0.25m。

2) 浆砌片(卵)石护坡适用于易风化的岩石和土质边坡防护，厚度不宜小于 0.25m，并应设置伸缩缝和泄水孔。

3) 护坡底面应设厚度 0.10~0.15m 的碎石或砂砾垫层。

5 护面墙

1) 护面墙适用于防护易风化或风化严重的软质岩石或较破碎岩石的挖方边坡以及坡面易受侵蚀的土质边坡。基础应设置在稳定的地基上，埋置深度应根据地质条件确定，冰冻地区，应埋置在冰冻深度以下不小于 0.25m。护面墙前趾应低于边沟铺砌的底面。

2) 单级护面墙的高度不宜超过 10m，墙厚视墙高而定，并应设置伸缩缝和泄水孔。

条文说明

通过调查，农村公路边坡防护主要有植草、种植灌木、防护网、护坡和护面墙，本《规范》细化各防护形式，以使设计人员能够根据规范完成路基防护的设计。

6.3.2 冲刷防护设计应符合下列规定：

1 沿河路基和桥头锥坡受水流冲刷时，应根据河流特性、水流性质、河道地貌、地质等因素，结合路基位置，按表 6.3.2 经技术经济比较后，选用适宜的防护工程类型。

表 6.3.2 冲刷防护工程类型及适用条件

防护类型	适用条件
植物防护	可用于允许流速为 1.2~1.8m/s、水流方向与公路路线近似平行、不受洪水主流冲刷的季节性水流冲刷地段防护
干砌片石护坡	可用于周期性浸水及允许流速为 2~4m/s 的河岸边坡防护
浆砌片石护坡	可用于允许流速为 3~6m/s，波浪作用较强，有流冰、漂浮物等撞击的边坡
抛石防护	可用于经常浸水且水深较大的路基边坡或坡脚以及挡土墙、护坡的基础防护
石笼防护	可用于允许流速为 4~5m/s 的沿河路堤坡脚或河岸防护

2 经常浸水或长期浸水的路堤边坡，不宜采用种草防护。用于冲刷防护的

树种应具有喜水性。

3 用于冲刷防护的干(浆)砌片石(混凝土块)护坡除应符合 6.3.1 条的有关规定外,基础应埋置在冲刷线以下 0.5~1.0m。对过分潮湿或冻害严重的土质边坡应先采取排水措施再行铺筑。

3 抛石防护一般多用于抢修工程。大块石料缺乏的地区,也可用预制混凝土异型块作为抛投材料。

4 石笼防护

1) 沿河路堤坡脚或河岸,当受水流冲刷和风浪侵袭,且防护工程基础不易处理或沿河挡土墙、护坡基础局部冲刷深度过大时,可采用石笼防护。

2) 石笼内所填石料,应选用容重大、浸水不崩解、坚硬且未风化石块,块径应大于石笼的网孔。

3) 石笼下宜设置碎石、砾石或卵石垫层,厚度宜为 0.2~0.4m。

条文说明

通过调查,农村公路沿河地段路基防护主要有护坡、抛石、石笼等,桥头锥坡受水冲刷时也应采取防护措施。本《规范》细化各防护形式,以使设计人员能够根据规范完成路基防护的设计。

6.3.3 挡土墙设计应符合下列规定:

1 挡土墙设计应根据路基横断面、地形、地质条件和地基承载力,合理确定挡土墙位置、起讫点、长度和高度,并按表 6.3.3-1 进行技术经济比较后,选择适宜的挡土墙类型。

表 6.3.3-1 挡土墙类型及适用条件

挡土墙类型	适用条件
重力式挡土墙	适用于一般地区、浸水地段的路堤和路堑等支挡工程。墙高不宜超过 12m,干砌挡土墙的高度不宜超过 6m
半重力式挡土墙	适用于不宜采用重力式挡土墙的地下水位较高或较软弱的地基上。墙高不宜超过 8m
石笼式挡土墙	可用于地下水较多的土质、风化破碎岩石、边坡容易垮塌等路段

2 挡土墙设计应采用以极限状态设计的分项系数法为主的设计方法,车辆荷载计算应采用附加荷载强度法。挡土墙设计应进行其承载能力极限状态计算和正常使用极限状态验算,以及挡土墙抗滑稳定、抗倾覆稳定和整体稳定性验算。

3 挡土墙基础的埋置深度应符合下列要求:

1) 基础最小埋置深度不应小于1.0m。风化层不厚的硬质岩石地基，基底应置于基岩未风化层以下。

2) 当冻结深度小于或等于1.0m 时，基底应在冻结线以下不小于0.25m，且最小埋置深度不小于1.0m 。冻结深度大于1.0m 时，基础最小埋置深度不应小于1.25m，并应对基底至冻结线以下0.25m深度范围的地基土采取措施，防止冻害。

3) 路堑挡土墙基底在路肩以下不应小于1.0m，并低于边沟砌体底面不小于0.2m。

4) 基础位于稳定斜坡地面上时，前趾埋入深度和距地表的水平距离应满足表6.3.3-2的规定。位于纵向斜坡上的挡土墙，当基底纵坡大于5% 时，基底应设计为台阶式。

表 6.3.3-2 斜坡地面基础埋置条件

土层类别	墙趾最小埋入深度h (m)	距地表水平距离L (m)
硬质岩石	0.60	1.50
软质岩石	1.00	2.00
土层	≥1.00	2.50

5) 浸水地区挡土墙基础埋置深度应在冲刷深度以下1.0~2.5m。

4 挡土墙构造设计

1) 应做好挡土墙与路基或其他构造物的衔接处理。挡土墙与路堤之间可采用锥坡连接，墙端应伸入路堤内不小于0.75m；路堑挡土墙端部应嵌入路堑坡体内，其嵌入原地层的深度，土质地层不应小于1.5m，风化软质岩层不应小于1.0m，微风化岩层不应小于0.5m。

2) 墙身应设置倾向墙外且坡度不小于4%的排水孔，墙背应设置反滤层。排水孔的位置及数量应根据挡土墙墙背渗水情况合理布设，排水孔可采用管型材料，进水口应设置反滤层。

3) 重力式和半重力式挡土墙应设置伸缩缝和沉降缝。沿墙长度方向在墙身断面变化处、与其他构造物相接处应设置伸缩缝，在地形、地基变化处应设置沉降缝。伸缩缝和沉降缝可合并设置。

4) 路肩式挡土墙的顶面宽度不应侵占路面宽度；当顶面设置护栏时，应满足护栏的设置需求。

5) 浸水地区挡土墙在墙身前趾部位应采取防冲刷的措施，如墙前抛石、石笼、挂混凝土块排、打板桩等。

5 不同类型挡土墙技术要求如表6.3.3-3。

表 6.3.3-3 不同类型挡土墙技术要求

挡土墙类型	技术要求
重力式挡土墙	1) 墙顶宽度,当墙身为混凝土浇筑时,不应小于0.40m;浆砌片石时,不应小于0.50m;干砌片石时,不应小于0.60m。 2) 墙高小于10m的挡土墙可采用浆砌片石,墙高大于10m的挡土墙和浸水挡土墙宜采用片石混凝土。
半重力式挡土墙	1) 应按弯曲抗拉强度和刚度计算要求,确定立壁与底板之间的转折点数。 2) 端部厚度不应小于0.40m,底板的前趾扩展长度不宜大于1.5m。
石笼式挡土墙	1) 永久工程应采用重镀锌钢丝;使用年限8~12年时,可采用镀锌铁丝;使用期限3~5年时,可采用普通铁丝石笼。 2) 石笼内填充物应采用质地坚硬、不易崩解和水解的片石或块石,石料粒径宜为100~300mm,小于100mm的粒径不应超过15%,且不得用于石笼网格的外露面,空隙率不得超过30%。 3) 墙背应设置一层透水土工布,以防止淤堵。

条文说明

挡土墙作为有效的路基防护措施单独列一节进行介绍,在考虑成本、适用条件的情况下,本节主要介绍了重力式、半重力式、石笼式挡土墙的各项指标,可以给设计人员提供设计依据。

6.4 特殊路基

6.4.1 路线通过特殊土(岩)、不良地质以及特殊气候和水文条件路段时,应尽量绕避,无法绕避时,宜选择相对较优的位置穿过,避免高填深挖,并结合当地经验对路基进行综合处置。

条文说明

当路线通过特殊土(岩)、不良地质以及特殊气候和水文条件路段时,优先选择避让,以降低工程成本,无法避让时,对特殊地段地质情况进行综合分析,确定最有利的路线布设位置,尽量减少不良地质、特殊土(岩)对路基的影响。

6.4.2 特殊路基设计应遵循预防为主、防治结合的原则,采取有效的工程处理措施,保证路基稳定。

6.4.3 滑坡、泥石流、冻土、软土等地段宜设置砂石类路面过渡,其他特殊

地质路段可就地取材，根据当地成功的工程经验进行原地表的换填处理。

6.4.4 特殊路基应加强防排水设计，防止地表水和地下水对路基稳定性造成影响。

6.4.5 滑坡、崩塌、泥石流、岩堆、岩溶等不良地质地区路基设计时，应判断不良地质对公路的危害性和公路施工对地质的扰动，减少相互影响。

6.4.6 软土、冻土、膨胀土、黄土、盐渍土等特殊岩土地区路基设计应综合考虑特殊土利用的可行性，在填料缺乏时，可通过预处理等方式增加原位土的利用率。

条文说明

对于小交通量农村公路，在经过特殊土基路段时，由于受到施工条件等的限制，一般很难大面积采用彻底的工程处置措施，因此，本节要求选线时尽量绕避特殊地段，不能绕避时，推荐采用简易铺装路面过渡或根据当地成功的经验进行浅层换填处理；在换填料缺乏时，弱、中等膨胀土可以采用无机结合料改性，黄土可以采用预浸等预处理措施，提高土的利用率。在工程实施过程中未能彻底处理的不良地质等路段，在公路通车后，要切实加强对这些路段的跟踪观察，加强后期的养护管理，对出现问题及时上报和处置，确保道路的安全畅通。

6.5 路基改扩建

6.5.1 既有路基状况调查评价应符合下列规定：

1 路基调查应包括下列内容：

- 1) 应调查既有路基填料的物理性质及力学性质。
- 2) 应调查既有路基病害和隐患情况，整理分析病害的类型、规模、分布、成因等数据。
- 3) 应调查既有路基支挡、防护工程的地基地质条件、基础形式和使用状况，必要时应对支挡工程地基进行勘探试验。
- 4) 应调查既有路基排水系统状况。

2 既有路基的分析评价应包括下列内容：

- 1) 根据调查、测量、试验和水文分析资料, 确定既有路基高程能否满足路基设计洪水频率规定。
- 2) 确定既有路基填料能否满足路基土最小 CBR 值、路基压实度的要求。
- 3) 分析评价路基边坡的稳定状态、各种防护排水设施的有效性及其改进措施。
- 4) 分析评价既有路基病害的类型、分布范围、规模、成因, 以及既有路基病害整治工程设施的效果。

条文说明

小交通量农村公路拓宽改建实际上是机耕路或无铺装路面改建为四级公路(I类、II类), 关键是对既有路基及地基填料情况进行勘察、试验与分析评价, 对防护、排水设施情况进行深入调查, 在后期设计时要做到因地制宜, 精准设计。

6.5.2 路基改扩建设计应符合下列规定:

- 1 路基加宽时, 宜采用单侧加宽, 充分利用既有路基, 合理处置既有路基病害, 确保路基扩建后的整体使用性能。
- 2 新老路基应采取台阶拼接、增强补压或铺设土工合成材料等工程措施, 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。
- 3 应维持或改善既有公路排水设施功能, 排水设施损坏的应进行修复, 排水设施功能不满足改建后的使用要求时应进行改造。
- 4 对单一通道的路段, 路基设计时应考虑施工组织要求, 分时段施工以满足当地人员的出行需求。
- 5 拓宽路基的原地面处理、边坡形式和坡度、路基填料的最小强度和压实度等应满足改建后相应等级公路的要求。
- 6 拓宽改建路堤的填料, 宜选用与既有路堤相同, 且符合要求的填料或较既有路堤渗水性强的填料。

条文说明

路基拓宽改建要最大程度利用原有路基, 修复原有路基病害; 拓宽改建主要问题为路基差异沉降, 本节给出路基拼宽设计处理要求, 以减少差异沉降。

7 路面

7.1 一般规定

7.1.1 路面设计应遵循“因地制宜、就地取材、便于养护、保护环境”的原则，根据公路功能、技术等级、路基状况、当地材料及自然条件等进行综合设计，宜优先选用沥青路面和水泥混凝土路面结构形式，条件受限时，可选用简易铺装路面形式。

条文说明：

通过调研，由于条件受限等原因，目前部分农村公路路面使用状况不佳，设计中要充分考虑当地材料及自然条件等状况，在经济适用的基础上充分比选，合理选用简易铺装路面形式。

7.1.2 路面应具有足够的强度、稳定性和耐久性，面层应满足平整及抗滑要求。

7.1.3 路面设计使用年限应符合表 7.1.3 的规定。

表 7.1.3 路面结构设计使用年限

面层类型		设计使用年限 (年)	
简易铺装路面	砂石类路面	泥结碎石	3
		泥灰结碎石	3
		级配砂砾	3
		级配碎石	3
	沥青表面处治类路面	碎石封层	4
		稀浆封层	4
		微表处	5
		纤维封层	5
		复合封层	6
	块体路面	块石	8
		弹石	8
		砖块	4
		预制混凝土块	8
沥青路面	贯入式沥青碎石	8	
	上拌下贯式沥青碎石	8	
	沥青混凝土	8	
水泥混凝土路面		10	
废旧沥青路面再生类	厂拌热再生沥青混合料	8	
	厂拌冷再生沥青混合料	8	
	就地冷再生沥青混合料	8	

条文说明:

复合封层主要指采用 2 层及以上沥青表面处治技术组合而成的面层结构形式, 如双层碎石封层, 三层式碎石封层、碎石封层+稀浆封层 (微表处)、碎石封层+纤维封层等成熟的表处结构组合。

7.1.4 路面类型的选择应充分考虑生态环境保护。

7.2 设计方法

7.2.1 路面结构设计宜根据当地经济、交通特点、地域特点、道路功能等情况采用典型结构的设计方法。

7.2.2 应综合考虑交通组成、材料、经济、养护、环境等因素，合理选择路面材料与结构厚度组合。

条文说明：

为了突出简化和明确，在国内外前期研究的基础上，本规范路面结构设计采用典型结构的设计方法，路面类型宜充分利用地方材料，结构厚度选择主要考虑经济性和适用性。

7.3 路面材料与结构选择

7.3.1 路面结构应由面层、基层组成，路基承载力及路基填筑高度达到要求可直接铺装面层，但应根据需要选择设置底基层或功能层；对于石质路基路段的水泥混凝土路面，可由调平层和面层组成。

7.3.2 基层和底基层设计应符合下列规定：

- 1 基层和底基层材料类型可参照表 7.3.2-1 选用。

表 7.3.2-1 基层和底基层材料

类型	材料
无机结合料稳定类	石灰稳定细粒土
	水泥稳定细粒土
	石灰粉煤灰稳定细粒土
	水泥稳定碎石或砾石
	石灰粉煤灰稳定碎石或砾石
粒料类	级配碎石或砂砾
	填隙碎石
	泥结或泥灰结碎石
废旧路面再生类	再生沥青混合料
	再生无机结合料稳定材料
其他类	固化剂稳定细粒土

2 不同材料基层和底基层厚度宜符合表 7.3.2-2 的要求。

表 7.3.2-2 基层和底基层厚度

结构层类型	施工最小厚度 (mm)	结构层适宜厚度 (mm)
无机结合料稳定细粒土	150	160~200
无机结合料稳定碎石或砾石	150	160~200
级配碎石、级配砂砾	80	150 (100) ~200
泥结碎石、泥灰结碎石	80	100~150
填隙碎石	100	100~120
厂拌冷再生混合料	60	60~160
乳化沥青、泡沫沥青就地冷再生	80	80~160
无机结合料稳定就地冷再生	150	150~220
固化剂稳定细粒土	150	160~200

注：当交通组成中无中型载重汽车和中型客车时，可选择括号内数值。

7.3.3 面层设计应符合下列规定：

1 面层材料类型参照表 7.3.3-1 选用。

表 7.3.3-1 面层材料

类型	材料
沥青类	沥青表面处治
	沥青碎石封层
	贯入式沥青碎石
	上拌下贯式沥青碎石
	沥青混凝土
水泥混凝土	水泥混凝土
块体类	块石
	弹石
	砖块
	预制混凝土块
废旧沥青路面再生类	厂拌热再生混合料
	厂拌冷再生
	就地冷再生
砂石类	泥结碎石
	泥灰结碎石
	级配砂砾
	级配碎石

2 沥青混凝土（包括厂拌热再生沥青混合料）面层的厚度宜符合表 7.3.3-2 的规定，其他类型路面面层厚度宜符合表 7.3.3-3 的规定。

表 7.3.3-2 沥青混凝土面层的施工最小厚度与结构层适宜厚度

沥青混合料类型	公称最大粒径 (mm)	施工最小厚度 (mm)	结构层适宜厚度 (mm)
中粒式沥青混凝土	16	40	50~80
	19	50	60~100
细粒式沥青混凝土	9.5	25	30~40
	13.2	35	40~60
砂粒式沥青混凝土	4.75	15	15~30

表 7.3.3-3 其他类型路面面层施工最小厚度与结构层适宜厚度

结构层类型	施工最小厚度 (mm)	结构层适宜厚度 (mm)
沥青表面处治	10	层铺法 10~30 拌和法 20~40
贯入式沥青碎石	40	40~80
上拌下贯沥青碎石	60	50~100
沥青碎石封层	10	10~20
水泥混凝土路面	150	180~250
块石路面	150	-
弹石路面	120	-
砖块路面	120	-
水泥预制块路面	100	-
厂拌冷再生混合料	60	60~160
就地热再生沥青混合料	20	20~50
乳化沥青、泡沫沥青 就地冷再生	80	80~160
泥灰结碎石	80	100~150
砂石路面	100	-

3 水泥混凝土路面面层材料设计强度应采用 28d 龄期的弯拉强度, 水泥混凝土抗弯拉强度标准值应不低于 4.0MPa, 若检测条件不具备时, 可采用 C30 及以上混凝土。

7.3.4 结构层厚度应根据交通组成、路基承载能力等因素选择。交通组成中货车比例较高、路基承载能力弱时宜取面层推荐厚度中靠近高限的厚度，反之可靠近低限取值。

7.3.5 应考虑环境保护要求，充分利用公路路面维修改造中产生的废旧材料。

7.3.6 对于填方较高、软弱地基等不利状况路基，宜采用砂石类路面作为过渡，待路基沉降稳定后再铺筑新路面。

条文说明

考虑到填方较高、地基软弱等情况，路基常会出现较大的工后沉降，导致路面变形破坏，因此，宜采用砂石类路面作为过渡，待工后沉降稳定后，重新调整标高，修建新的路面结构。

7.3.7 在急弯、陡坡路段以及易积雪结冰路段，应采取措施提高路面抗滑性能。

条文说明

水泥混凝土路面通过增加刻槽深度等措施提高路面抗滑性能，沥青路面选择粗粒式混凝土路面，或采用块体类等抗滑性能较好的路面。

7.3.8 过水路面材料应防冲刷，可用块体路面，如缺少石材，也可采用水泥混凝土路面，推荐路面结构如表 7.3.8。

表 7.3.8 过水路面厚度范围 (mm)

面层类型	块体路面	水泥混凝土路面
面层	100~150	180~250
基层（浆砌片石）	300~400	
底基层（砂砾）	100~200	
路基	碎砾石路基（片石防护、涵洞）	

7.3.9 地质灾害高风险路段，宜采用造价相对较低的路面类型。

条文说明

考虑到地质灾害高风险路段，地质灾害较为频繁，采用造价较低的路面可以减少地质灾害发生时的经济损失。

7.3.10 路拱坡度应符合下列规定：

- 1 路面应设置路拱，可采用双向路拱坡度或单向路拱坡度。
- 2 路拱坡度宜按表 7.3.10 确定。

表 7.3.10 路拱坡度建议值

路面类型	路拱坡度
沥青路面、水泥混凝土路面	1.5%~3%
块体路面、砂石路面	2%~4%

注：干旱或冰冻积雪地区取低值，多雨地区取高值。

条文说明

对于块体路面、砂石路面，除路面不平整的影响，路面表面相对粗糙，适当加大路拱横坡度，保证排水顺畅。

- 3 路肩横坡度宜较行车道横坡度增大 1%~2%。

7.3.11 改扩建路面设计应符合下列规定：

- 1 路面改扩建设计应对现有路面状况进行调查评估，有针对性地开展设计。
- 2 路面改扩建应充分利用既有路面结构，充分利用路面回收材料。
- 3 既有路面不能满足性能要求时，应选用补强、再生利用、重建等措施进行处理。
- 4 改扩建路面设计年限应与新建路面相同。

7.4 推荐的典型路面结构组合

沥青路面结构层厚度组合可参照表 7.4.1~表 7.4.5 选用，也可根据当地工程经验确定。

表 7.4.1 无机结合料稳定类基层(粒料类底基层)路面厚度范围

面层类型	砂石类 (mm)	沥青表面 处治路面 (mm)	块体路面 (mm)	沥青路面 (mm)	水泥混凝 土路面 (mm)	废旧沥青 路面再生 类(mm)
面层	100~150	5~30	100~150	15~100	180~250	20~160
基层(无机结合料 稳定类)	-	160~200	160~200	160~200	160~200	160~200
底基层(粒料类)	-	100~200	100~200	100~200	100~200	100~200

注：1. 根据需要可选择设置功能层。

2. 路基潮湿或受冰冻影响较大时，应设置功能层。

表 7.4.2 无机结合料稳定类基层(无机结合料稳定类底基层)路面厚度范围

面层类型	砂石类 (mm)	沥青表面 处治路面 (mm)	块体路面 (mm)	沥青路面 (mm)	水泥混凝 土路面 (mm)	废旧沥青 路面再生 类(mm)
面层	100~150	5~30	100~150	15~100	180~250	20~160
基层(无机结合料 稳定类)	-	160~200	160~200	160~200	160~200	160~200
底基层(无机结合 料稳定类)	-	160~200	160~200	160~200	160~200	160~200

注：1. 根据需要可选择设置功能层。

2. 路基潮湿或受冰冻影响较大时，应设置功能层。

表 7.4.3 粒料类基层(粒料类底基层)路面厚度范围

面层类型	砂石类 (mm)	沥青表面处 治路面(mm)	块体路面 (mm)	沥青路面 (mm)	水泥混凝土 路面(mm)	废旧沥青路 面再生类 (mm)
面层	100~150	5~30	100~150	15~100	180~250	20~160
基层(粒料类)	-	150(100)~ 200	150(100)~ 200	150(100)~ 200	150(100)~ 200	150(100)~ 200
底基层(粒料 类)	-	150(100)~ 200	150(100)~ 200	150(100)~ 200	150(100)~ 200	150(100)~ 200

注：1. 根据需要可选择设置功能层。

2. 路基潮湿或受冰冻影响较大时，应设置功能层。

3. 当交通组成中无中型载重汽车和中型客车时，可选择括号内数值。

表 7.4.4 废旧沥青路面再生类基层(粒料类底基层)路面厚度范围

面层类型	砂石类 (mm)	沥青表面 处治路面 (mm)	块体路面 (mm)	沥青路面 (mm)	水泥混凝 土路面 (mm)	废旧沥青 路面再生 类(mm)
面层	100~150	5~30	100~150	15~100	180~250	20~160
基层(废旧沥青路 面再生类)	-	60~160	60~160	60~160	60~160	60~160
底基层(粒料类)	-	100~200	100~200	100~200	100~200	100~200

- 注：1. 根据需要可选择设置功能层。
2. 路基潮湿或受冰冻影响较大时，应设置功能层。

表 7.4.5 废旧沥青路面再生类基层(无机结合料稳定类底基层)路面厚度范围

面层类型	砂石类 (mm)	沥青表面 处治路面 (mm)	块体路面 (mm)	沥青路面 (mm)	水泥混凝 土路面 (mm)	废旧沥青 路面再生 类(mm)
面层	100~150	5~30	100~150	15~100	180~250	20~160
基层(废旧沥青路 面再生类)	-	60~160	60~160	60~160	60~160	60~160
底基层(无机结合 料稳定类)	-	160~200	160~200	160~200	160~200	160~200

- 注：1. 根据需要可选择设置功能层。
2. 路基潮湿或受冰冻影响较大时，应设置功能层。

8 排水

8.1 一般规定

8.1.1 排水设计根据地形地质、路基状况、当地材料及自然水文条件等充分考虑排水设施的适用性，因地制宜，合理布局，注重与自然水系和农田水利设施结合，防止污染水体。

8.1.2 排水设计包含地表排水、地下排水等，应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

条文说明

根据调研，农村公路建设不重视排水设施，导致路面病害频发，使用寿命骤减，必要的排水设施关系到公路的正常使用，绝非简单的附属设施，《小交通量农村公路工程技术标准（JTG 2111）》明确规定排水设施应与主体工程三同时。

8.1.3 村镇路段的排水工程应与村镇现有或规划的排水系统相协调。

条文说明

全国范围来看，村镇人口、经济、规模不同，村镇城市化程度不平均，村镇现有排水系统不统一，且未来村镇规划根据当地政策、经济等诸多因素会进行各种调整、优化，因此农村公路村镇路段设计充分考虑这一特点，避免与村镇现有或规划排水系统冲突而导致排水系统服务性降低甚至重建等。

8.1.4 多年冻土、膨胀土、黄土、盐渍土等特殊岩土及不良地质路段，应将排水设计作为处治措施的组成部分，进行综合设计。

条文说明

合理设计的排水工程能够降低公路病害的发生，保护公路的结构稳定。山洪、泥石流等自然灾害频发路段要加强排水设施，并应重视施工期间临时排水措施。

8.1.5 排水设施材料宜就地取材，易于养护。

条文说明

排水设施材料以就地取材为主，降低造价，且便于施工和养护。

8.2 地表排水

8.2.1 地表排水可采用边沟、排水沟、截水沟、跌水及急流槽等设施。

8.2.2 农村公路设计降雨重现期应结合地形、地貌以及设施的重要性决定，可按下表确定。

表 8.2.2 地表排水设施设计降雨重现期

排水设施	设计降雨重现期 (单位: 年)
边沟、排水沟	3~5
截水沟	3~10
跌水及急流槽	3~10

注：地势平坦，植被良好地区取低值，反之，取高值。

条文说明

排水设施的设计降雨重现期非常重要，现行《公路排水设计规范》(JTG/T D33)的设计降雨重现期按照路表（路面和路肩表面排水）和路界内坡面排水规定的，而不是按照排水设施的类型分类。本次根据农村公路排水设计的特点，为方便选取，按照设施类型，针对性给出设计降雨重现期。

现行《公路排水设计规范》(JTG/T D33)规定路界范围内设计降雨重现期，二级公路及二级以下公路路面和路肩表面排水为 3 年，坡面排水为 10 年。日本道路协会对路面、小坡面、一般道路的排水设计降雨重现期规定为 3 年。法国《道路排水设计指南》中地表排水结构的设计降雨重现期为 5~10 年。考虑小交通量农村公路排水要求，根据地形、地貌情况不同，建议边沟、排水沟的设计降雨重现期为 3~5 年。

8.2.3 边沟、排水沟设计应符合下列规定：

- 1 断面形式、尺寸及衬砌类型宜根据设计流量、沟底纵坡、地形地质条件

以及对路侧安全与路域环境的影响程度确定。一般采用三角形、碟形、U形、矩形、梯形以及暗埋式边沟等，条件许可时，宜采用三角形或浅碟形等宽浅形排水设施。

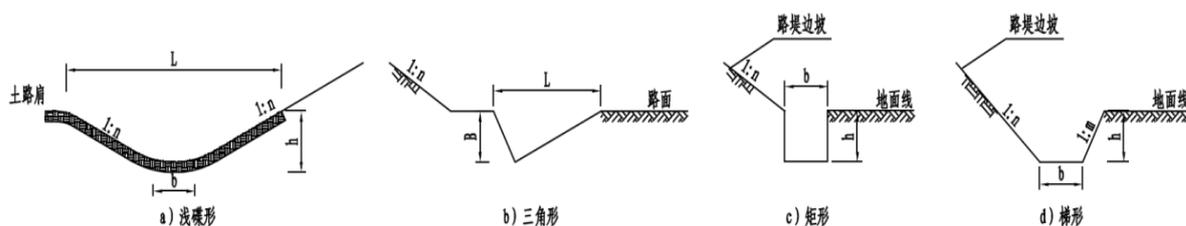


图 8.2.3 边沟、排水沟断面形式

2 边沟、排水沟设置宜按表 8.2.3 确定。

表 8.2.3-1 边沟、排水沟设置表

年降水量 (mm)	设置情况
≤ 250	无集中排水要求的平原区路段可不设置
250mm~500mm	可设置土质边沟，条件许可时宜选用三角形、碟形断面等宽、浅形式
≥ 500	冲刷严重路段应设置加固边沟，可选用浆砌卵石、浆砌片石、混凝土预制块及现浇混凝土等当地材料加固

注：对于特殊性岩土、不良地质等地区应进行特殊设计。

条文说明

沈金安根据年降水量制订了中国的“沥青路用性能气候分区图——雨量图”，将年降水量大于 1000mm、500~1000 mm、250~500 mm、小于 250 mm 的地区分别称为潮湿区、湿润区、半干区和干旱区。结合调研，根据年降水量推荐适宜的农村公路排水设施，并引用了沈金安提出的年降水量分界值。

3 边沟、排水沟加固类型宜根据当地气候及材料合理选择。

表 8.2.3-2 加固类型及适用条件

加固类型	适用条件
植草	气候湿润地区的三角形或碟形
砂砾、石渣、卵石、石块、砖块等	排水量大、水流速度较高的三角形或碟形
浆砌卵石、浆砌片石、现浇混凝土、混凝土预制块、石板等	适用于所有断面

4 石质边沟应找平沟底，靠近路基侧沟壁宜采用水泥砂浆抹面等防冲刷措

施。

5 边沟、排水沟纵坡宜与路线纵坡保持一致,不宜小于 0.3%,困难情况下,不应小于 0.1%。

条文说明

调研表明,平原区农村公路多利用老路基,一般不能满足最小纵坡大于 0.3%的要求,根据当地降雨量及经验,合理选择最小纵坡。

6 边沟、排水沟出水口的间距不宜超过 300m,最长不宜超过 500 米,三角形和碟形边沟不宜超过 200m。若受条件限制排水距离过长时,应设置必要的排水设施将水引流至路基之外或调整排水设施的截面尺寸,矩形和梯形水沟的深度和宽度宜不小于 0.3m。

条文说明

边沟、排水沟依靠沟底纵坡排水,合理的截面尺寸、纵坡坡度与长度一方面保证排水的流畅避免造成积水甚至外溢,另一方面避免排水距离过长造成排水能量过大对沟壁、路基造成冲击损害。

8.2.4 截水沟设计应符合下列规定:

1 在流入路界的地表径流量大或坡体稳定性较差、有可能形成滑坡的路段,宜设置拦截地表径流的截水沟。

条文说明

农村公路一般不设截水沟,地方根据养护经验,在汇水量大、边坡冲刷严重的局部路段设截水沟,既能降低造价,也能避免严重病害。

2 土质截水沟一般采用梯形,冲刷严重路段宜进行加固,可采用梯形或矩形,特殊性岩土路段应做好防渗设计。

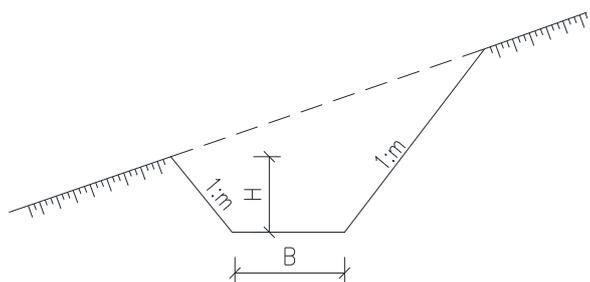


图 8.2.4-1 土质截水沟示意图

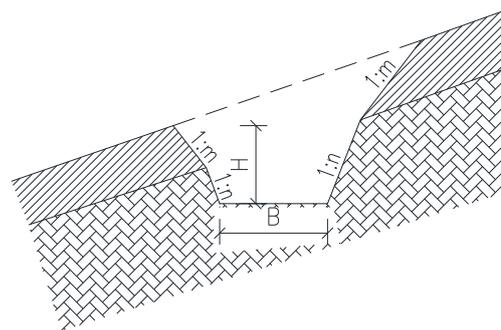


图 8.2.4-2 石质截水沟示意图

8.2.5 跌水、急流槽设计应符合下列规定：

- 1 水流通过坡度大于 10%、水头高差大于 1.0m 的陡坡地段或特殊陡坎地段时，宜设置跌水或急流槽。
- 2 边沟、排水沟纵坡较大时，宜设置跌水等消能结构物。
- 3 当陡坡路段较长时，为减缓水流速度，宜采用多级跌水，长度、宽度可根据需要灵活设置。

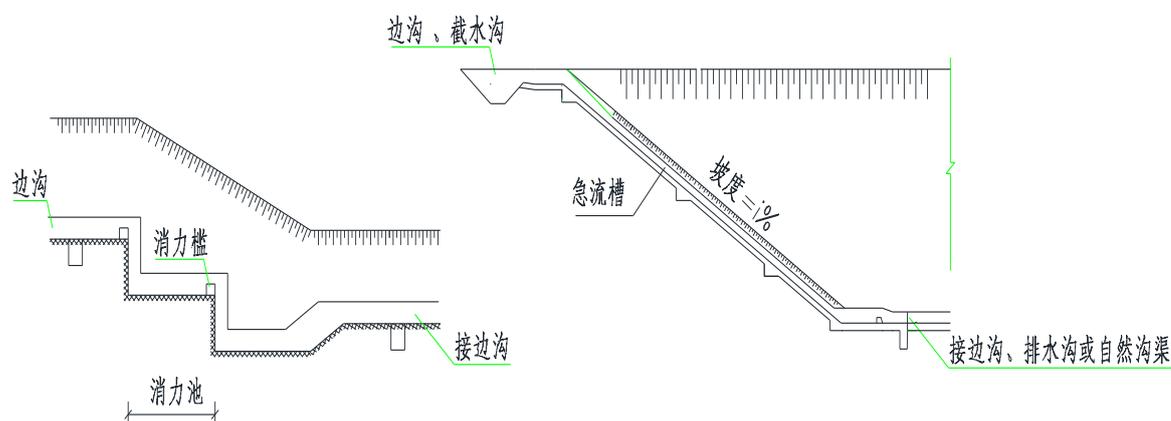


图 8.2.5-1 跌水示意图

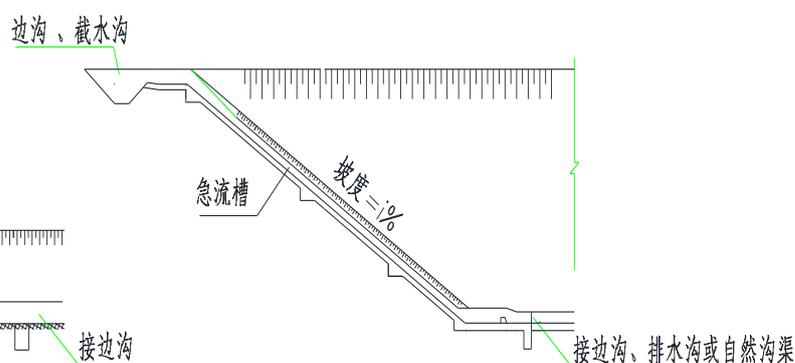


图 8.2.5-2 纵向急流槽示意图

条文说明

跌水是在陡坡和深沟地段设置的沟底为阶梯，水流呈瀑布式跌落的沟槽，可在较短的距离内降低水流流速，消减水流能量，进而防止冲刷。跌水的构

造,有单级和多级之分。单级跌水适用于排水沟渠连接处。多级跌水的台阶高度根据地形、地质等条件决定,台阶的各级高度可以不同,其高度与长度之比与排水纵坡相适应。

8.3 地下排水

8.3.1 当地下水位较高,应采用砂砾、卵石等材料换填,并抬高路基使路床工作区处于干燥或中湿状态。

8.3.2 当地下水位较高,而路基高度受限时,可加大加深两侧的边沟,对于重冰冻地区、盐渍土地区等宜在路基顶面铺设砂垫层,必要时可沿两侧边沟设置地下排水设施。

8.3.3 有地下水出露的挖方路基、斜坡路堤、路基填挖交界结合部,无固定含水层时,宜采用渗沟、盲沟等地下排水设施。

8.4 村镇路段排水

8.4.1 村镇路段应设必要的排水设施。

条文说明

农村公路村镇路段排水不畅等问题严重影响村民出行,通畅、环保的排水设施,不仅能实现路宅分离,也是美丽新农村的重要组成部分。

8.4.2 村镇路段排水设施宜选择盖板边沟,有条件时可采用暗埋式边沟、排水管道等形式。

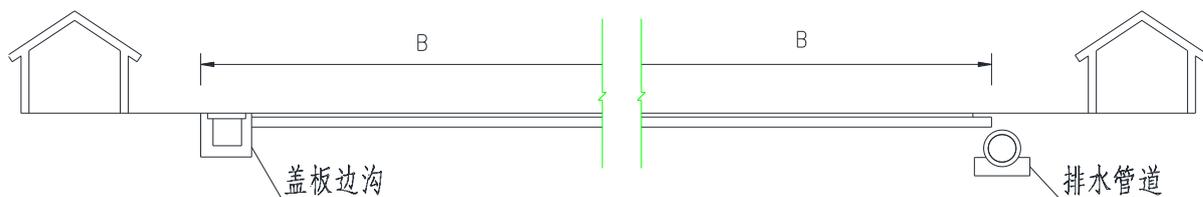


图 8.4.2-1 盖板边沟示意图

图 8.4.2-2 排水管道示意图

8.4.3 有排水管网收集系统的村镇，公路排水应接入村镇排水系统，雨水和污水分开排放。

条文说明

村镇路段排水设计在考虑排水工程基础需求的同时，要考虑与沿线村镇现有或规划的排水系统的统一，兼顾生活、生产的便利，同时还要考虑与周边环境的和谐与美观。

8.5 特殊地区及特殊路段排水

8.5.1 黄土、膨胀土、盐渍土、多年冻土、滑坡、软土等特殊地区（段），其排水设计应结合工程的处治措施综合进行，并符合相关《公路排水设计规范》（JTG/T D33）的要求。

8.5.2 环境敏感区路段的排水应以保护水体为基本原则，结合工程具体条件，分别采取相应的排水设计和处理措施。

条文说明

水环境敏感区公路建设主要以保护当地水环境为主，要避免小交通量农村公路因等级、规模等条件限制而简化排水工程设计，致排水不当污染当地水体。

8.5.3 桥面排水应符合本规范 9.8.4 条的规定，隧道排水应符合本规范 10.5

节的规定，交叉排水应符合本规范 11.2.1 条和 11.3.1 条的规定，。

9 桥涵

9.1 一般规定

9.1.1 桥位宜选择河道顺直、水流稳定、河床地质良好的河段。

9.1.2 桥梁设计的汽车荷载等级不应低于公路-II级。

9.1.3 桥面应有完善的防排水系统。

9.1.4 桥涵应做地质勘察及水文调查计算，勘探方法及工作量应根据现场地形地质条件、工程结构设置等综合确定。

9.1.5 改扩建项目既有桥梁应进行检测和评价，本着安全、经济、可用尽用的原则合理利用。

9.2 桥涵总体设计

9.2.1 桥涵设计应充分考虑地质、水文、通航等条件，合理确定桥梁规模、基础形式及埋置深度，加强桥涵结构及桥头引道路基的防护，提高抗冲刷、抗水毁能力，可按如下要求进行设计：

1 宽浅河谷区桥梁跨径布设时不宜压缩河床，当根据流量可适当压缩河床时以及游荡性的河床应结合河道情况设置导流工程，并尽量减少设置斜交桥梁。

2 桥长及跨径布设应避免桥梁锥坡落空或墩台基础悬空，桥台高度不宜过高。

3 存在冰锥、冻胀丘、冰漫、流冰、融冻泥流及上限较深的高含冰量冻土的地段，宜采用桥梁跨越常流水的河沟，桥梁孔径及桥下净空除应满足正常水文要求外，还应适当加大跨径和桥下净空，并增加防撞措施。

4 当跨越泥石流高发区域时，宜修建单孔大跨桥梁或采用过水路面。

条文说明

跨越泥石流高发区域的单孔桥，考虑排水泄洪要求，其跨径不宜过小。

5 小交通量农村公路在跨越深沟、大河、通航河道、海域等情况时，当桥梁长度较长或主跨跨径大于 60m 时，桥梁宜结合规划提高技术等级。

条文说明

跨深沟大河的桥梁、平原水网地带的航道桥、海岛联通工程中跨海桥梁，往往桥梁长度较长或者需采用主跨大于 60m 的桥型，采用三级公路 30km/h 技术等级的桥梁断面宽度与采用四级公路（I 类）相比增加 1m，40km/h 时增加 2m，总造价相差并不大，但大跨径桥梁或长桥建设完成后改造难度大，适当超前建设有利于农村公路升级改造。

9.2.2 桥梁上部结构应按照因地制宜、就地取材、便于施工和养护的原则，按下列要求合理选用：

1 不大于 50m 跨径的桥梁宜采用标准跨径、技术成熟、装配化程度高的 T 梁、板梁等桥型。

2 中小桥宜采用标准跨径装配式 T 梁、板梁等简支桥面连续结构，大桥宜采用简支变连续结构或连续结构。

3 当基础承载力满足要求时可修建拱式桥涵，当地石材丰富时，可采用石拱桥涵。

条文说明

拱桥造型优美，是最古老的一种桥型，农村公路建设石材丰富地区以及地基承载力较好时，结合美丽乡村建设和文化传承，鼓励就地取材，采用石拱桥涵。

4 多年冻土、膨胀土、黄土等不良地质地区或地基承载力不易满足桥涵设计要求的高填方路段，可采用钢波纹板桥涵。

条文说明

钢波纹板桥涵抗地基扰动性好，适应变形能力强，结构不易发生开裂破坏，适用于多年冻土、膨胀土、黄土等不良地质条件的地区，或地基承载力不易满足桥涵设计要求的高填方路段。

5 交通容许有限度的中断时，可修建漫水桥和过水路面。

9.2.3 桥梁下部结构与基础应根据水文、地质、地形和施工条件等情况，按

下列要求合理选用：

- 1 应选用构造简单的扩大基础实体墩台或桩柱式墩台。
- 2 双车道桥梁不应选用独柱墩或横向单支座桥墩，单车道桥梁根据受力情况可设计独柱墩或横向单支座桥墩。
- 3 墩台基础顶面高程宜根据桥位情况、施工难易程度、美观与整体协调综合确定。

9.2.4 应加强桥梁抗倾覆设计，满足《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG 3362)的相关要求。对于常用的小半径曲线梁桥应采取如下措施：

- 1 连续长度不宜过长。
- 2 应避免采用连续两个以上的单支座独柱墩。
- 3 应适当加大端横梁处双支座间距。
- 4 如条件允许可将梁与其中一个桥墩进行固结。
- 5 应考虑扭转对桥墩的影响。

条文说明

小交通量农村公路设计速度低、桥宽交窄、平曲线半径较小，常采用独柱式桥墩，上部采用连续箱梁等结构时需加强抗倾覆设计。

9.3 桥涵分类及孔径

9.3.1 桥涵分类按《公路工程技术标准》JTG B01 执行。

9.3.2 桥涵标准化跨径规定如下：0.5m、0.75m、1.0m、1.25m、1.50m、2.0m、2.5m、3.0m、4.0m、5.0m、6.0m、8.0m、10m、13m、16m、20m、25m、30m、35m、40m、50m。

9.4 人行道设计

9.4.1 村镇路段桥梁宜在两侧设置人行道，人行道宽度宜为 1m，大于 1m 时，按 0.5m 的级差增加。

9.4.2 人行道与行车道宜分离设置，可通过路缘石等分隔设施进行分离，路缘石高度可取用 0.25~0.35m，并与桥面连接牢固，护栏设置在人行道外侧。

9.4.3 管线随桥设置时，可设置在人行道板下面或护栏外侧。

9.4.4 应根据排水要求及桥梁结构形式设置竖向或横向排水孔。

9.4.5 设置人行道的桥梁设计计算应计入人群荷载，并符合以下规定：

1 标准值按表 9.4.5 采用，对跨径不等的连续结构，以最大计算跨径为准。

表 9.4.5 人群荷载标准值

计算跨径 L_0 (m)	$L_0 \leq 50$	$50 < L_0 < 150$	$L_0 \geq 150$
人群荷载 (kN/m^2)	3.0	$3.25 - 0.005L_0$	2.5

2 非机动车、行人密集的桥梁，人群荷载标准值应为上述标准值的 1.15 倍。

9.5 桥涵设计洪水频率

9.5.1 大中桥设计洪水频率按 1/50。

9.5.2 小桥设计洪水频率按 1/25。

9.5.3 涵洞及小型排水构造物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，不宜低于 1/15。

9.5.4 对于进村镇唯一通道的桥梁，在河床比降大、易于冲刷的情况下，宜提高一级洪水频率。

条文说明

对于进村镇唯一通道的桥梁，为提高防灾救灾能力，宜提高一级洪水频率设计，即大中桥按 1/100，小桥按 1/50。

9.5.5 漫水桥和过水路面的设计洪水频率，应根据容许阻断交通的程度和时间

长短,桥梁结构形式,水文情况,引道条件和对上、下游农田、村镇的影响等因素确定。

9.6 桥梁净空

9.6.1 桥面净空应符合本规范关于公路建筑限界的规定,并应符合下列规定:

1 不设置人行道的四级公路(II类)桥面净宽不应小于4.5m,大中桥车行道宽度可按四级公路(I类)净宽6m设计。

2 路、桥不同宽度间应顺适过渡,渐变率不应大于1/15,渐变段长度不应小于15m。

条文说明

根据道路交通标志和标线 第3部分:道路交通标线第6.2节路面(车行道)宽度渐变段要求,渐变段长度不应小于 $V^2W/155$ m,其中V为设计速度(km/h),W为渐变宽度(m)。并提出最小长度要求如下表所示:

设计速度V(km/h)	20	30	40
渐变段长度(m)	20	25	30

采用设计速度为15km/h时,参照上述表格,定为15m。

3 桥上设置的各种管线、安全设施等不得侵入公路建筑限界。

9.6.2 桥下净空应符合下列规定:

1 通航或流放木筏的河流,桥下净空应符合通航标准或流放木筏的要求。

2 跨线桥桥下净空应符合被交叉的公路、铁路、其他道路等建筑限界的规定。

3 桥下净空应考虑排洪、流水、漂流物、冰塞以及河床冲淤等情况。

9.7 桥上线形与桥头引道

9.7.1 桥梁及其引道的平、纵、横技术指标应与路线总体布设相协调,并应符合下列规定:

1 大中桥上纵坡不宜大于4%,桥头引道纵坡不宜大于6%;小桥处纵坡应随

路线纵坡设计, 但不应大于 9%, 并应采取纵向防滑措施。

- 2 对于易结冰、积雪的桥梁, 桥上纵坡宜适当减少。
- 3 位于村镇混合交通繁忙处的桥梁, 桥上纵坡和桥头引道纵坡均不应大于 3%。
- 4 桥头两端引道的线形应与桥梁的线形相匹配。

9.7.2 桥头锥体及引道边坡应满足《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60) 的相关要求, 对洪水泛滥区域应按本规范 6.3.2 条相关规定, 采用植被防护、工程防护或者两种防护方式相结合的防护措施。

条文说明

锥坡的植被防护是通过在锥坡上种植相适的植被来达到加固防护的目的。锥坡的工程防护是通过在锥坡坡面上铺设混凝土模袋、片石、预制混凝土块、六角空心砖、浆砌块石等材料来达到防护的目的。

9.7.3 填土高度大于 3m 的桥头可设置搭板, 搭板设置应符合下列规定:

- 1 搭板长度不宜小于 3m; 桥台高度不小于 8m 时, 搭板长度不宜小于 5m。
- 2 搭板宽度宜与桥台侧墙内缘相齐, 并用柔性材料隔离, 最小宽度不应小于行车道宽度。
- 3 搭板厚度不宜小于 0.25m; 长度不小于 6m 的搭板, 其厚度不宜小于 0.30m。

条文说明

当桥头填土较高或存在软土地基等情况, 桥头不均匀沉降可能造成行车有安全隐患时, “可” 设置搭板。

9.8 桥梁附属构造

9.8.1 伸缩缝宜根据桥型形式和联长选用模数式伸缩装置, 也可采用经验证可靠的无缝式伸缩装置。

9.8.2 护栏与栏杆设计应符合下列规定:

- 1 桥梁应设置护栏, 防护等级不应低于二 (B) 级。

2 有人行道的桥梁，应设置栏杆，高度不应小于 1.1m，栏杆和护栏可组合设置。

条文说明

根据《公路桥涵设计通用规范》3.6.7 条要求，规定栏杆高度不下于 1.1m，可以在护栏高度基础上增设扶手，形成组合护栏。

3 护栏端部应做好过渡处理。

9.8.3 桥梁支座设计应满足下列要求：

1 可根据结构要求选用普通板式橡胶支座、四氟滑板式橡胶支座、盆式橡胶支座或球型支座。

条文说明

板式橡胶支座、四氟滑板式橡胶支座适用于标准跨径在 50m 以下的简支、简支桥面连续以及连续梁桥等；盆式橡胶支座适用于支座承载力较大的桥梁；球型支座适用于曲线桥和斜桥，以及低温地区的桥梁。

2 橡胶支座应根据地区气温条件选用， -25°C ~ $+60^{\circ}\text{C}$ 地区可选用氯丁橡胶支座； -40°C ~ $+60^{\circ}\text{C}$ 地区可选用三元乙丙橡胶支座或天然橡胶支座。

3 简支变连续等桥梁的纵桥向单个支承点上不宜设置双排支座。

4 梁底、墩帽（盖梁）顶面应采取调平措施，使支座上、下传力面保持水平。

条文说明

支座上、下传力面不水平会导致支座受力不均，对支座会产生横向剪切力，支座易受损，且主梁会产生滑移。

5 活动支座处应设置可靠的限位构造。

6 墩台构造应满足支座的检查、养护、更换要求，在墩台帽顶面与主梁梁底处预留支座更换所需空间。

9.8.4 桥面铺装、防水和排水应符合下列规定：

1 桥面铺装设计包括桥面板处理、防排水、铺装结构层、路缘带和伸缩缝接触部位的填封设计等，设计时应综合考虑桥梁类型、公路等级、交通荷载等级和气候条件等因素。

2 沥青混凝土桥面铺装层厚度不宜小于 50mm。水泥混凝土桥面铺装面层的厚度不宜小于 80mm。

3 桥面防水体系应具有足够的耐久性。

4 桥面排水系统应与桥梁结构及桥下排水条件相适应，避免水流下渗对桥梁结构耐久性造成影响。

5 桥面应有足够的横向和纵向排水坡度。桥面横向排水坡度宜与路面横坡度一致，当设有人行道时，人行道应设置倾向行车道 0.5% -1.5% 的横坡。当桥面纵坡小于 0.5% 时，人行道与车行道之间的路缘石应根据排水要求设置排水孔。

6 当桥梁纵坡大于 3%，单面坡桥梁长度小于或等于 20 米时，可不设置泄水孔，通过桥梁下坡侧路基排水。

7 泄水口宜设置在桥面行车道边缘处，间距可依据设计径流量计算确定，且最大间距不宜超过 20m。在桥梁伸缩缝的上游方向应增设泄水口，在桥面凹形竖曲线的最低点及其前后 3-5m 处应各设置一个泄水口。

8 伸缩缝结构应能避免桥面水下落至梁端、盖梁和墩台等结构上。伸缩缝两侧的现浇混凝土应采取浇筑微膨胀混凝土、抗渗混凝土等防渗漏的措施，避免雨水下渗影响到梁端、盖梁和墩台等桥梁结构。

9 经过水环境敏感路段时，应采取相应的桥面水收集、处理措施。

9.9 桥涵改扩建

9.9.1 桥涵拼接新建部分应满足现行标准的要求。

9.9.2 对直接利用或拼接加宽利用的原有桥涵，应进行检测评估并满足原设计荷载标准要求，其极限承载力应满足或采取加固措施后应满足现行标准要求。对于不满足荷载标准要求，但使用状况良好，因经济、技术和其他因素暂不加固时，应限载通行。

9.9.3 桥梁加宽宜采用与原有桥梁相同或相近的结构形式和跨径。

9.9.4 对既有桥涵的调查应采用资料收集、现场调查、测量、试验检测等手段。资料收集宜包括建设期和运营期的设计、施工、养护、运营管理等相关资料。

9.9.5 对既有桥涵的检测包括材质状况、变形变位情况、耐久性相关参数等，还应根据需要进行桥涵承载能力试验鉴定。

9.10 桥涵主体结构和可更换部件的设计使用年限

9.10.1 桥涵主体结构和可更换部件的设计使用年限规定如下表 9.10.1 所示：

表 9.10.1 桥涵设计使用年限（年）

公路等级	主体结构			可更换部件	
	大桥	中桥	小桥 涵洞	吊索、吊杆等	栏杆、伸缩缝、支座等
四级公路 (I类、II类)	100	50	30	20	15

注：表中大桥、中桥及小桥按单孔跨径分类确定。

9.11 涵洞

9.11.1 涵洞设置应满足路基排水及泄洪要求，充分考虑农田水利设施并尽量衔接周围灌溉系统，涵洞布设应遵循以下原则：

1 根据涵洞位置所处地形地势、地质、排水及农田灌溉情况，可采用圆管涵、盖板涵、箱涵、钢波纹管涵、拱涵等。

2 狭窄河谷泥石流多发区、流冰发育地段涵洞应采用较大孔径，若产生涵洞淤塞的可能性较大则应考虑“改涵设桥”。

3 冻土涵洞类型的选择应根据涵位冻土特征、上限深度、涵洞地基设计原则、路基填土高度、施工季节、施工条件等因素综合分析确定。

4 涵洞根据所处环境跨越条件如基础状况、建筑高度及道路排水要求等，设置不同孔数的涵洞，分为单孔涵洞、双孔涵洞和多孔涵洞。涵洞的构造相较于桥梁更为简单，条件允许的情况下可用多孔涵洞取代桥梁，降低工程造价。

5 涵洞沟底进出口高程及夹角应与实际地形一致。

9.11.2 涵洞分类如下：

- 1 按建筑材料,涵洞分为石涵、混凝土涵、钢筋混凝土涵、钢波纹管涵等。
- 2 按构造形式,涵洞分为管涵、盖板涵、拱涵、箱涵等,如图 9.11.2 所示。

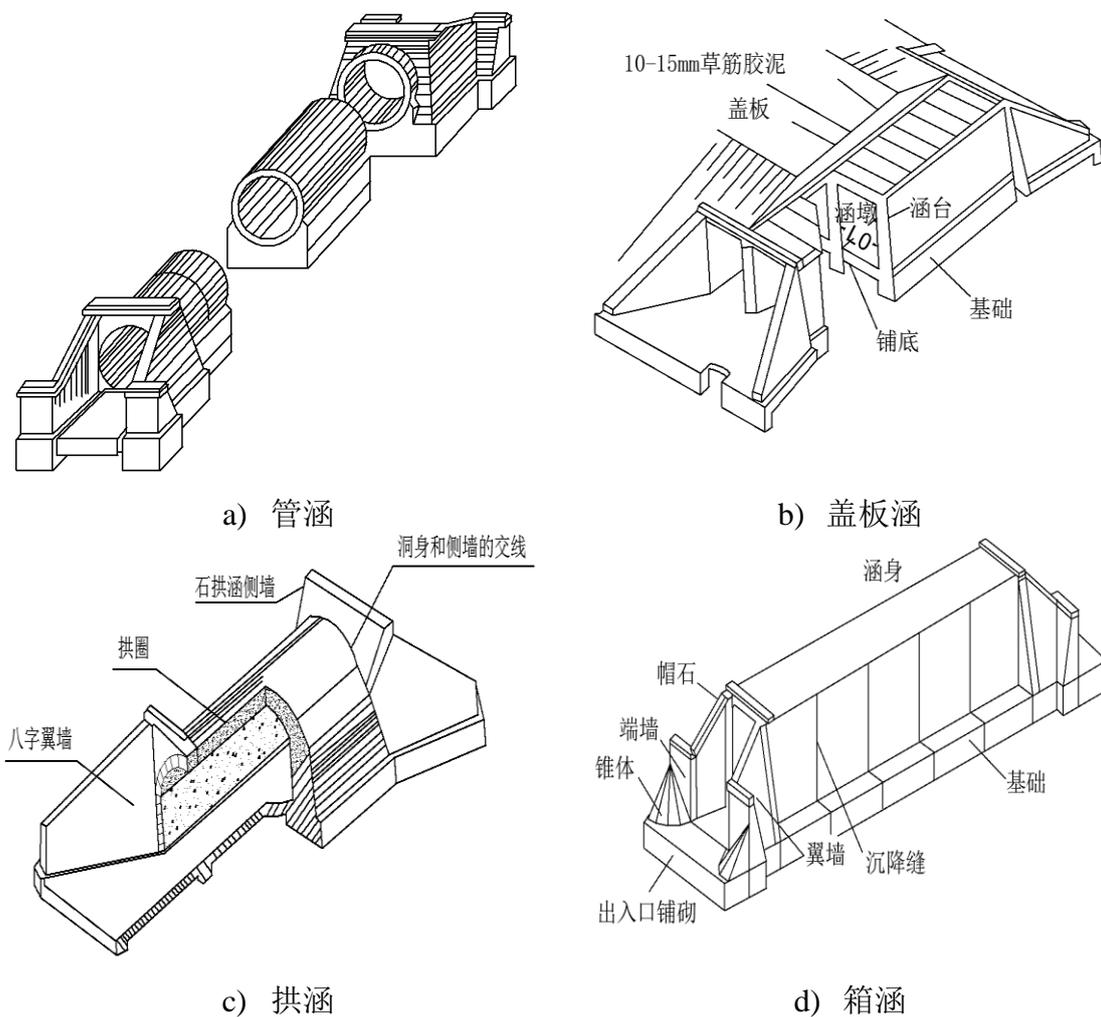


图 9.11.2 涵洞构造形式

- 3 常见的涵洞适用跨径应符合下表 9.11.2 规定。

表 9.11.2 各类涵洞适用跨径 (m)

构造形式	适用跨径	构造形式	适用跨径
钢筋混凝土管涵	0.5、0.75、1.0、1.25、 1.5、2.0	石盖板涵	0.5、0.75、1.0、 1.25
钢筋混凝土盖板涵	1.50、2.0、2.50、3.0、4.0	倒虹吸管涵	0.75、1.0、1.25、 1.5
拱涵	1.5、2.0、2.5、3.0、4.0	钢波纹管涵	1.5、2.0、2.5、 3.0、4.0、5.0、 6.0、8.0
钢筋混凝土箱涵	1.5、2.0、2.5、3.0、4.0、 5.0、6.0		

条文说明

根据《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60)相关要求,涵洞跨径为小于5m,但管涵及箱涵不论管径或跨径大小、孔数多少,均称为涵洞。本规范删除了涵洞设计细则中5m盖板涵和拱涵,对常用的6m箱涵、6m和8m的钢波纹管涵以及适用于小交通量农村公路的0.5m钢筋混凝土管涵、石石盖板涵列入相应适用跨径中。

9.11.4 涵洞地基承载力应符合下列要求:

- 1 涵洞地基承载力应根据实际填土高度计算,当承载力达不到设计要求时,应采用换填或整体式基础等措施。
- 2 高填方涵洞基础宜采用多层基础或支撑梁等方法,降低对地基承载力要求。

9.11.5 特殊性岩土基础

- 1 冻土区涵洞基础应符合下列规定:
 - 1) 涵洞基础选择应与冻土地基类型相适应。强融沉、强冻胀及不良冻土地段,应采用钢筋混凝土基础,并采取相应的防冻措施。
 - 2) 涵洞基础埋置深度应根据冻土的工程地质特征、涵洞的过水情况、涵洞结构类型、孔径等因素确定,并应满足现行《公路桥涵地基与基础设计规范》(JTG

3363) 的相关规定。

2 湿陷性黄土地区涵洞基础应符合下列规定：

1) 在湿陷性黄土地区，对涵洞基础进行施工，应根据湿陷性黄土的特点和设计要求采取措施防止用水和场地雨水流入涵洞基础引起湿陷。

2) 当地基的湿陷变形、压缩变形或承载能力不能满足设计要求时，应针对不同地质条件和涵洞类别，在地基压缩层内或湿陷性黄土层内采取处理措施，将基础设置在非湿陷性黄土层上或者消除地基湿陷量。

3 膨胀土地区涵洞基础应符合下列规定：

1) 膨胀土涵洞基础的处理可采用换土、土性改良、砂石或灰土垫层等方法。

2) 膨胀土地基换土可采用非膨胀土、灰土或改良土，换土厚度应通过变形计算确定。膨胀土土性改良可采用掺和水泥、石灰等材料，掺和比例和施工工艺通过试验确定。

9.11.6 高斜坡路堤段设置填方涵洞时，应对基底进行可靠处理，保证基础承载力要求，防止涵洞沉降，并做好涵底防水设计。

9.11.7 涵洞进出口结构形式设计要求如下：

1 常用的洞口形式有：八字墙、锥形护坡、一字墙护坡、上游急流坡（或跌水井）、上游边沟跌水井，下游急流坡、下游接挡土墙附跌水、倒虹吸等结构形式。应用时应根据现场情况分别选择上、下游洞口形式与洞身组合使用。

2 山区涵洞进出口外的河沟均应铺砌，上游不小于 2 米，下游不小于 3~5 米，流速大时应适当加长。在纵坡陡、流速大的情况下，应据情况采取相应的消力措施，设置急流槽、跌水及消力池，端部应设隔水墙。涵洞进出口应设置检修阶梯。

9.11.8 涵洞设计未尽事宜应满足《公路涵洞设计细则》(JTG/T D65-04) 要求。

9.12 漫水桥与过水路面

9.12.1 设计原则如下：

1 漫水桥一般与过水路面配合使用。

2 气象水文应为季节性河流，雨季分明，雨量集中，洪水历时短暂，常水位与洪水位高差较大。

3 桥面或路面处最大水深大于 1.2m 时不宜设置漫水桥与过水路面。

4 洪水期有较大漂浮物时，不应设置漫水桥。

5 需加强上下游和两侧构造防冲刷措施，上下游河道 100m 范围内应保持河道通畅。

9.12.2 平、纵、横设计应符合下列要求：

1 桥式漫水桥平面线型宜为直线，宜与河流正交。

2 桥式漫水桥纵坡宜为平坡，接线过水路面的纵坡不宜大于 5%，且起坡点距离漫水桥桥台两侧不应小于 5m。

3 涵式漫水桥平、纵指标可随路线总体设计要求，但在涵洞段宜设计为较缓纵坡。

4 应在顺水流方向设置不小于 2%的单向横坡。

条文说明

漫水桥与过水路面一般要求要与洪水位流向垂直，斜的桥式漫水桥会增加工程量和阻水面积，但也不要强求正交，造成桥头线形标准过低，行车不便；涵式漫水桥规模小可随路线设计要求，为提高行车安全，在流水区域的涵洞顶纵坡不宜过陡。

9.12.3 桥式漫水桥设计应充分考虑侧向水压及浮力影响，尽量减少上部结构和桥墩的阻水面积，上部结构与墩台的连接应可靠，可采取下列必要的措施：

1 上部结构断面时应采用截面高度小的结构形式，侧面宜增设倒角，宜采用整体式现浇结构。

2 桥墩应采用薄壁型实体墩或柱接扩大基础等阻水面积小的结构形式，实体桥墩端部宜采用圆端形或尖端型。

3 上下部应采用锚栓等措施连接牢靠，必要时可采用连续刚构等墩梁固结结构。

9.12.4 涵式漫水桥及过水路面设计应符合下列规定：

1 涵洞应顺水流方向埋设。

2 管身基础应牢固可靠，两端用一字墙或八字墙固定，宜采用混凝土基础及墙身，如当地石材丰富，也可采用浆砌片石等圬工材料。

3 涵洞进出水口应设置截水墙，出水口以及过水路面上、下游边坡铺砌和消力防冲的设施宜采用混凝土铺砌，如当地石材丰富，也可采用浆砌片石等圬工材料。

4 上游边坡不宜陡于 1:1.5，下游边坡不宜陡于 1:3。

9.12.5 漫水桥与过水路面应保持桥(路)面平整坚实，桥式漫水桥应采用通透式护栏，其余应设警示桩，护栏或警示桩上宜标明最大允许通车水深的水位警戒线或水位标尺。最大允许通车的漫水深度见表 9.12.5。

表 9.12.5 最大允许通车的漫水深度

水流速度 (m/s)	最大允许通车漫水深度 (m)
<1.5	0.4~0.5
1.5~2.0	0.4
>2.0	0.2~0.3

10 隧道

10.1 一般规定

10.1.1 隧道设计应满足公路功能和发展需要，遵循“安全、耐久、经济、节能、环保”的基本原则。

10.1.2 隧道设计应符合路线总体要求，根据自然地理、地形、地貌、地质、气象、环境、社会和人文等因素进行技术经济综合比选。

10.1.3 隧道设计应通过收集、调查和测绘，辅以勘探和试验取得必要的基础资料，调查资料应齐全、准确，满足设计要求。

条文说明

考虑农村公路建设的现状和条件，隧道勘察宜以地质调查、物探为主，在物探异常区、断层破碎带等特殊地段辅以必要的钻探验证，为隧道的设计提供较为准确的勘察基础资料。

10.1.4 四级公路（I类）、四级公路（II类）隧道宜采用中、短隧道。

条文说明

据调研情况，四级公路中、短隧道占比超98%，其中短隧道超过92%。结合农村公路隧道建设和运行的实际情况，规定四级公路隧道宜采用中、短隧道型式，中、短隧道平面在采用直线或大半径平曲线的情况下可满足通视条件，且工程经济较为合理；需设置长隧道路段应优先采用绕行方案。

10.1.5 四级公路（II类）隧道宜采用双车道。条件受限时，长度不大于500m的短隧道可采用单车道。

10.1.6 四级公路（I类）隧道应采用双车道。双车道隧道设计应执行现行《公路工程技术标准》（JTG B01）、《公路隧道设计规范 第一册 土建工程》（JTG 3370.1）关于四级公路隧道的相关规定。

10.1.7 当路基中心开挖深度大于 30m 时,宜进行路堑与隧道方案的技术、经济和环保论证,择优选定。

10.1.8 中、短隧道设计洪水位频率标准为 25 年一遇;当观测洪水位高于频率标准洪水位值时,应按观测洪水位设计。

10.1.9 隧道主体结构设计使用年限应为 50 年,隧道内水沟、电缆沟槽、盖板等可更换部件设计使用年限应为 30 年。

10.2 单车道隧道总体设计

10.2.1 隧道位置应根据地形、地质、周边环境、施工条件等因素合理确定。

条文说明

隧道位置应选择在稳定的地层中,避免穿越工程地质和水文地质极为复杂以及严重不良地质地段。

10.2.2 隧道线形设计应符合下列规定:

1 隧道平面线形宜采用直线或大半径平曲线,保障隧道两端洞口的通视条件。

2 隧道最小纵坡不应不小于 0.3%,最大纵坡宜控制在 3%以内,受条件限制时可采用 4%,短于 100m 的隧道可不受此限制。

10.2.3 隧道横断面设计应符合下列规定:

1 应考虑人行、车行需求合理确定隧道横断面,隧道建筑限界内不得有任何土建工程部件侵入。

2 可根据需要设置人行道。

3 隧道建筑限界基本宽度应符合表 10.2.3 的规定,建筑限界高度 H 应不小于 4.5m。

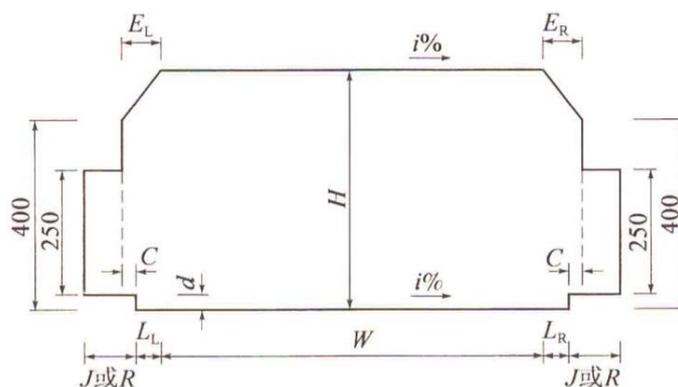


图 10.2.3 隧道建筑限界

表 10.2.3 隧道建筑限界横断面组成及基本宽度 (m)

公路等级	设计速度 (km/h)	行车道宽度 W	侧向宽		余宽 C	人行道宽度 R		基本宽度	
			左侧 L_L	右侧 L_R		单侧	双侧	不设人行道	设人行道
四级公路 (II类)	15	3.5×1	0.25	0.25	0.25	1.25	0.75	4.50	5.50

注：人行道宽度 R 含余宽 C ，高度不宜小于 20cm，并不宜大于 40cm。

10.2.4 隧道错车道

1 单车道隧道两端洞口应设置错车道，洞口错车道应根据地形条件灵活设置，其路基宽度不应小于 6.5m，有效长度不宜小于 15m。

2 长度大于 250m 的单车道短隧道，宜在隧道中部设置 1 处错车道，洞内错车道宜优先布置于平曲线内侧。错车道宽度为行车方向右侧加宽不小于 2.5m，且错车道与右侧侧向宽度之和不应小于 3.0m。错车道有效长度应不低于 15m，渐变段长度不宜低于 10m。

10.3 单车道隧道洞口及洞门设计

10.3.1 隧道洞口设计应遵循“早进洞、晚出洞”的原则，洞口不得大挖大刷。

10.3.2 洞口位置应根据地形、地质条件、洞外相关工程及施工条件，结合环境保护、运营要求，通过经济、技术比较确定。

10.3.3 应根据地形、地质条件合理选择洞门型式，单车道隧道常用洞门型式有明洞式洞门、端墙式洞门、翼墙式洞门、削竹式洞门等。

10.3.4 应结合洞口地形、洞口防护和路基排水，设置排水系统。

10.3.5 洞门结构应能防止洞口边仰坡的碎落、滚石、坍塌物等掉落路面。

10.3.6 洞口及洞门设计宜考虑便于检查和维护的条件。

10.3.7 洞口及洞门设计应与周边自然环境相协调。

10.4 单车道隧道衬砌结构设计

10.4.1 单车道隧道衬砌应符合下列规定：

1 单车道隧道可根据隧道围岩级别、施工条件选择采用喷锚衬砌、整体式衬砌、复合式衬砌。

2 隧道洞口段、IV~VI级围岩洞身段宜采用复合式衬砌或整体式衬砌；I~III级围岩洞身段可采用喷锚衬砌。

3 采用喷锚衬砌时，可预留二次衬砌施作空间。

4 隧道衬砌可采用直墙拱形断面或曲墙拱形断面。

5 隧道开挖断面应考虑围岩及初期支护的变形，并预留适当的变形量。预留变形量的大小可根据围岩级别、断面大小、埋置深度、施工工法和支护情况等采用工程类比法预测，并根据现场监控量测结果进行调整。预留变形量宜为3~8cm。

10.4.1-1 单车道隧道喷锚衬砌支护参数表

	I级	II级	III级	IV级
单车道隧道	喷射混凝土厚5cm	喷射混凝土厚5cm，拱部局部设置锚杆	喷射混凝土厚6~10cm，锚杆L=2.0~2.5m，拱部设置钢筋网	喷射混凝土厚10~20cm，锚杆L=2.5~3.0m，设置钢筋网
单车道隧道错车道	喷射混凝土厚5~8cm	喷射混凝土厚8~12cm，拱部锚杆L=2.0~2.5m，局部设置钢筋网	喷射混凝土厚10~15cm，锚杆L=2.5~3.0m，设置钢筋网	---

10.4.1-2 单车道隧道整体式衬砌支护参数表

	IV级	V级一般段	V级地质较差段、浅埋偏压段
单车道隧道	---	混凝土衬砌，厚30~40cm	钢筋混凝土衬砌，厚40~50cm
单车道隧道错车道	钢筋混凝土衬砌，厚40~50cm	---	---

10.4.1-3 单车道隧道复合式衬砌支护参数表

		IV级	IV级浅埋、偏压	V级
单车道 隧道	初期支护	——	——	喷射混凝土厚 8~15cm, 锚杆 L=2.5~3.0m, 设置钢筋网
	二次衬砌			35cm~45cm 厚混凝土
单车道 隧道错 车道	初期支护	喷射混凝土厚 8~ 15cm, 锚杆 L=2.5~ 3.0m, 设置钢筋网	喷射混凝土厚 10~ 20cm, 锚杆 L=2.5~ 3.0m, 设置钢筋网	喷射混凝土厚 10~20cm, 锚 杆 L=3.0~4.0m, 设置钢筋 网、钢拱架
	二次衬砌	30~40cm 厚混凝土	35cm~45cm 厚混凝 土	40cm~50cm 厚钢筋混凝土

条文说明

洞口段衬砌设置长度不小于 10m。

10.5 单车道隧道防排水设计

10.5.1 隧道防排水应符合下列规定：

1 隧道防排水设计应遵循“防、排、截、堵相结合，因地制宜，综合治理”的原则，保证隧道结构物和运营设备的正常使用和行车安全。应妥善处理地表水、地下水，洞内外防排水系统应完整畅通。

2 农村公路隧道防排水应满足下列要求：拱部不滴水，边墙不淌水，设备箱洞不渗水，路面不积水、不淌水，有冻害地段的隧道衬砌背后不积水、排水沟不冻结。

3 采取的隧道防排水措施，应注意保护自然环境。当隧道内渗漏水可能引起地表水减少，影响居民生产、生活用水时，应对围岩采取堵水措施。

10.5.2 隧道防水应符合下列规定：

1 地表水可能渗入隧道时，宜采取防止措施，废弃的坑穴、钻孔等应填实封闭。

2 隧道采用复合式衬砌时，应在初期支护与二次衬砌之间设置防水层，防水层宜采用防水板与无纺布的组合。防水板宜采用易于焊接的防水卷材，厚度不应小于 1.0mm，接缝搭接长度不应小于 100mm；无纺布密度不应小于 300g/m²；无纺布不宜与防水板黏合使用。

3 隧道模筑混凝土衬砌应满足抗渗要求，混凝土的抗渗等级不宜小于 P8。

- 4 隧道模筑混凝土衬砌施工缝、沉降缝、伸缩缝应采取可靠的防水措施。
- 5 围岩渗水、涌水较大的地段，可采取向围岩内注浆堵水措施。

条文说明

参照《公路隧道设计规范》(JTG 3370.1) 10.2 节。

10.5.3 隧道排水应符合下列规定：

1 隧道涌水量较小的隧道，可在路面两侧应设路侧边沟进行排水。路侧边沟排水坡度宜与隧道纵坡一致；路侧边沟沟底低于路面结构层底不宜小于 50mm；应采取措施防止电缆沟积水。

2 隧道排水量较大时宜优先选用中心水沟。中心水沟可设在隧道中央，断面尺寸应根据隧道长度、纵坡、地下水涌水量确定。

条文说明

参照《公路隧道设计规范》(JTG 3370.1) 10.3 节。

10.5.4 洞口及明洞防排水应符合下列规定：

1 隧道洞口及明洞边坡、仰坡开挖线 3~5m 以外应根据实际情况和需要设置截水沟。

2 隧道洞口出洞方向的路堑为上坡时，可在洞口外路基两侧设置反向排水边沟或采取引排措施，洞外水不应流入隧道。

3 明洞防排水设计应符合下列规定：明洞衬砌外缘应敷设外贴式防水层；明洞与暗洞连接处防水层接头应密封搭接；回填土顶面宜铺设黏土隔水层，并与边仰坡夯实连接，黏土隔水层以上宜设厚度不小于 20cm 的耕植土；明洞回填顶面应根据情况设排水沟；明洞式洞门的明洞拱背裸露时，应在拱背设防水砂浆层；靠山侧边墙底或边墙后宜设置纵向和竖向盲沟，将水引至边墙泄水孔排出。

条文说明

参照《公路隧道设计规范》(JTG 3370.1) 10.4 节。

10.6 隧道路基与路面设计

10.6.1 隧道路基应符合下列规定：

- 1 隧道路基应为稳定、密实、匀质路基，为路面结构提供均匀的支承。
- 2 设仰拱的隧道，仰拱填充层可为路基基层；不设仰拱的隧道，路基应为稳定的石质地基。

10.6.2 隧道路面应符合下列规定：

- 1 应根据隧道结构和地质条件确定隧道路面结构，应具有足够的强度、平整、耐久、抗滑、耐磨等性能。
- 2 不设仰拱的隧道路面应设置基层和面层，可根据需要增设整平层；设仰拱的隧道可只设基层和面层。
- 3 隧道路面可采用沥青混凝土面层、水泥混凝土路面，洞内路面宜与洞外路面一致；水泥混凝土面层厚度宜为 200~220mm，抗折强度宜为 4.0~4.5Mpa。
- 4 采用沥青混凝土路面时，应考虑阻燃。
- 5 不设仰拱的隧道路面基层应置于坚实的地基上；基层宜采用素混凝土，厚度宜为 150~200mm，弯拉强度不应低于 1.8Mpa；增设整平层时，整平层平均厚度不宜小于 150mm。

条文说明

参照《公路隧道设计规范》(JTG 3370.1) 15 章部分内容。

10.7 单车道隧道改扩建

10.7.1 隧道改扩建设计应结合路线总体设计、隧道接线条件、工程地质、既有隧道现状、交通组织、建设条件等进行经济技术比较，充分利用既有隧道，合理确定改扩建形式和技术标准。

10.7.2 既有隧道扩建时，隧道线位应与既有隧道保持一致，扩建隧道净空应尽可能利用既有隧道净空。隧道路面设计高程宜与既有隧道保持一致。既有隧道扩建宜采用单侧扩挖方式。

10.7.3 隧道改建应按现行《公路工程技术标准》(JTG B01) 执行；受技术和经济条件限制时，可采用原有技术标准。既有隧道土建结构在能保证通行能力和运营安全的前提下，应尽可能利用，不宜改变既有结构和衬砌背后的排水系统。

10.7.4 隧道改扩建应做好交通组织设计和安全措施。

条文说明

参照《公路隧道设计规范》(JTG 3370.1) 17.2节、17.3节、17.4节部分内容。

农村公路隧道改扩建期间,应结合当地交通状况制定适宜的交通组织方案及安全措施。

10.8 单车道隧道交通工程及附属设施

10.8.1 交通工程及附属设施应根据隧道长度、交通量和交通量增长情况统筹设计,照明设施可分期实施,隧道预留预埋、供配电、接地与防雷等后期增加或调整较困难的设施,应按远期设计年限一次性设计并实施。

10.8.2 有条件时隧道可设置照明,并选择经济、合理的照明及供电方式。

10.8.3 隧道内应设置双向轮廓标,可设置隧道轮廓带等设施加强行车诱导。

10.8.4 隧道两侧应设置隧道开灯标志及会车让行标志。

11 路线交叉

11.1 一般规定

11.1.1 四级公路（I类）、四级公路（II类）与公路相交时，应根据相交公路的功能、技术等级、区域路网的现状和规划，以及交叉区域的地形、地貌条件，选择合理的交叉方式。

11.1.2 与二、三、四级公路相交时，宜采用平面交叉。地形条件有利时，可采用立体交叉。

11.1.3 与一级公路相交叉宜采用立体交叉。当一级公路上有设置平交口的条件时，可采用平面交叉。与一级公路T形相交且一级公路上无设置平交口的条件时，可采用右进右出接入口。

11.1.4 被交道上平交口设置间距应满足相关规范要求。

11.1.5 与高速公路相交叉应采用分离式立体交叉。

11.1.6 有条件时四级公路（I类）、四级公路（II类）及机耕路等宜适当归并后再与公路交叉。

11.1.7 四级公路（I类）、四级公路（II类）与铁路、管线交叉时，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。

11.2 平面交叉

11.2.1 一般规定

1 平面交叉位置的选择应综合考虑公路网现状和规划、地形、地物和地质条件、经济与环境因素等，选在地形平坦、视野开阔处，在交叉范围内应尽量通视。

2 平面交叉的型式应根据相交公路的功能、等级、交通量、交通管理方式、用地条件和工程造价等因素确定，选用主要公路或主要交通流畅通、冲突点少、冲突区小且分散的形式。

3 平面交叉的间距应综合考虑公路网的结构和车辆通行条件，满足交织长度、视距、转弯车道长度等的最小距离，保证车辆通过交叉时不受前面交叉处等待的最大候车列队的干扰，非村镇路段最小间距不宜小于150m。

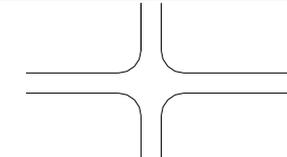
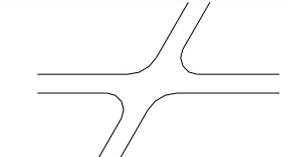
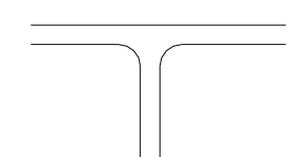
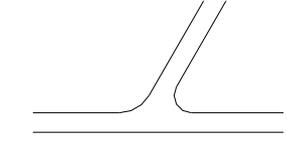
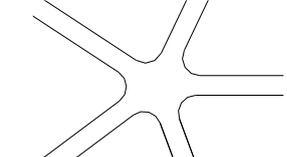
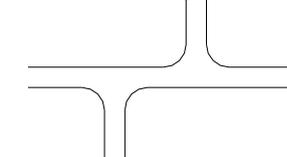
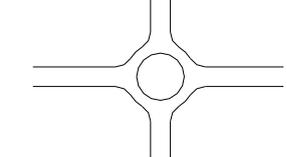
条文说明

未颁布实施的《公路路线设计细则》(总校稿)第12.1.3条规定,平交口最小间距应不小于150m;现行《城市道路路线设计规范》CJJ193-2012第9.2.3条规定,平交口最小间距不宜小于150m。

考虑到村镇路段平交口需根据公路及巷道等分布灵活设置,故只对非村镇路段的平交口间距进行规定。

4 平面交叉口按几何形状可分为十字形、T形、Y形、X形、多叉形、错位形及环形交叉口。可根据路网结构、地形条件等,参考表11.2.1选择。

表 11.2.1 平面交叉形式

序号	交叉形式	图示	适用条件	注
1	十字形		两条公路十字正交	宜采用
2	X形		两条公路十字斜交	宜采用
3	T形		两条公路丁字正交	宜采用
4	Y形		两条公路丁字斜交	宜采用
5	多叉形		多岔公路相交	避免采用
6	错位形		三条公路 错位丁字相交	可采用
7	环形		用于村镇 或村镇附近	可采用

条文说明

常用的交叉口形式包括十字形、T形、Y形及X形交叉口，环形交叉口一般设置在村镇路段。

5 平面交叉应根据相交公路的等级、功能、地位、交通量等采用主路优先和无优先交叉两种交通管理方式。

1) 四级公路(I类)、四级公路(II类)与三级及其以上等级的公路相交，一般采用被交道优先的交通管理方式；

2) 与四级及等外公路相交，一般采用无优先交叉管理方式。

6 无铺装路面道路与水泥混凝土或沥青路面公路平面相交时，距被交路边线10m~20m范围内应铺装相应路面。

7 平交口应做好排水设计。

11.2.2 平面交叉岔数和交叉角应符合下列规定：

1 平面交叉的岔数不宜多于四条，新建公路不宜直接与已建的四岔或四岔以上的平面交叉相连接。

2 平面交叉的交角宜为直角并避免错位交叉、多叉和畸形交叉。当斜交时，其锐角一般不小于 70° 。当受地形条件及其它特殊情况限制时，不宜小于 45° 。

条文说明

《标准》规定：“平面交叉宜正交，当需要斜交时，交叉角宜大于 45° ”。本次给出交叉角度的一般值 70° 及极限值 45° ，以便设计者合理选取。

3 当交叉角度小于 45° 时，可将交叉的次要公路改线，使交角满足要求。无法改线时，应加强交通安全设施设计。

条文说明

位于平原微丘区等地形条件较好的平交口，当交叉角度小于 45° 时，可将交叉的次要公路改线，使交角不小于 45° 。

4 T形交叉中次要公路改线(如图11.2.2-1)时，引道曲线与交叉中转弯曲线间宜保留长度不小于20m的直线。次要公路引道曲线半径不宜小于45m。

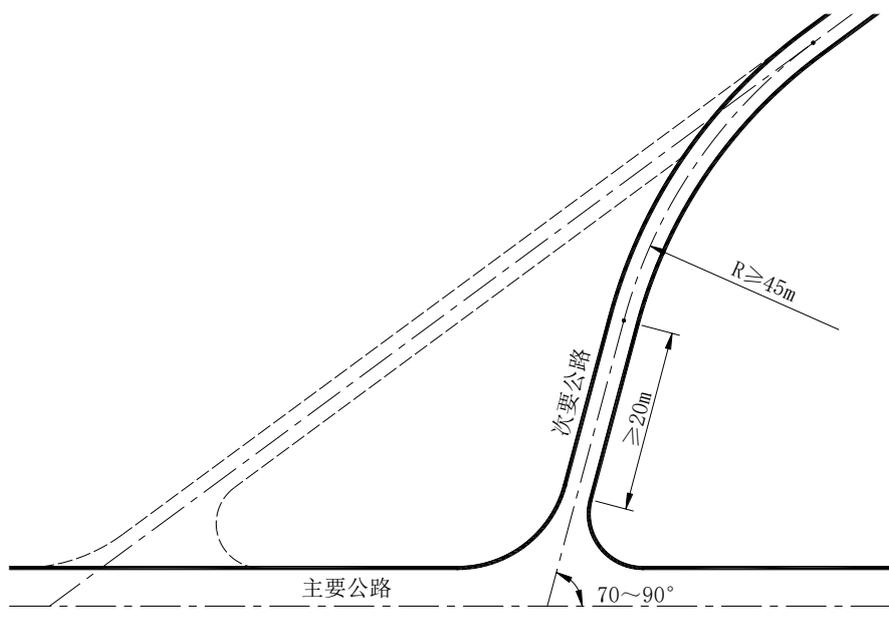


图 11.2.2-1 T形交叉的改线图示

5 斜交十字交叉中次要公路改线时应符合图 11.2.2-2 的要求。交点不变时(图 11.2.2-2-a)，次要公路的每一岔中需增设两个曲线，其中离交叉较远的曲线，其半径不宜小于该公路的一般最小半径，并按要求设置缓和曲线；靠近交叉的曲线，其半径不应小于 45m，并在远离交叉一端设置缓和曲线。改移交点时(图 11.2.2-2-b)，只在次要公路的一岔上设置 S 曲线，半径的要求同上。

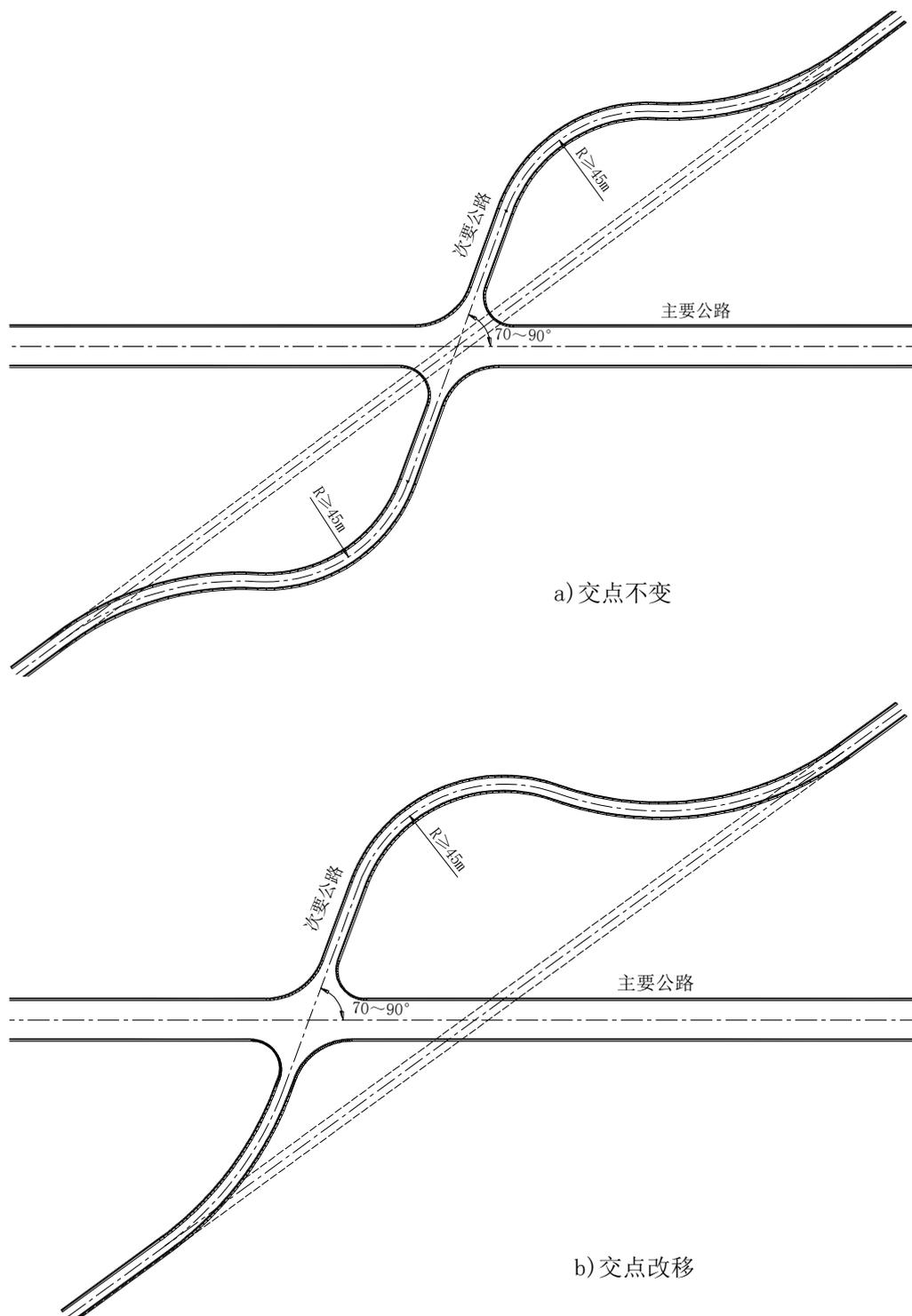


图 11.2.2-2 十字交叉的改线图示

11.2.3 平面交叉范围路线平纵面技术指标应符合下列规定：

- 1 交叉口范围内的路线宜采用直线。当需采用曲线时，其曲线半径不应小于表 11.2.3 的规定值。

表 11.2.3 平面交叉范围内公路圆曲线最小半径

直行公路设计速度 (km/h)		80	60	40	30	20	15
圆曲线最 小半径 (m)	一般值	1050	670	320	160	80	50
	极限值	660	400	170	80	50	25

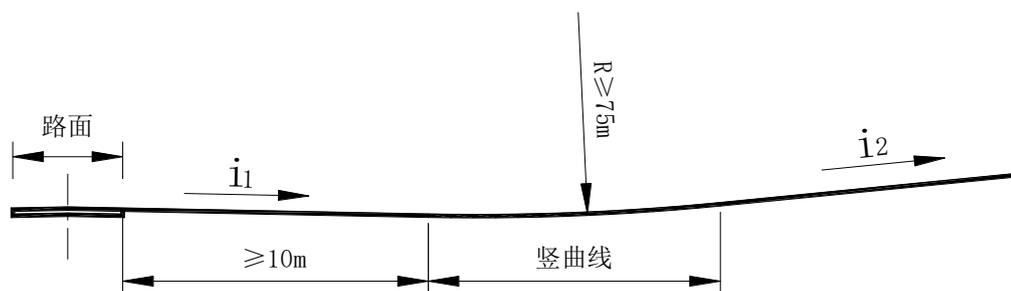
条文说明

《小交通量农村公路工程技术标准》(JTG 2111-2019)规定：“交叉口范围内的路线宜采用直线。当需采用曲线时，其曲线半径不宜小于不设超高的最小圆曲线半径。”本次细化为一般值及极限值。

表中圆曲线最小半径确定依据为：一般值按超高不大于 2%取值，极限值按超高不大于 3%取值。30km/h~80km/h 圆曲线半径取值与现行《公路立体交叉设计细则》JTG/TD-2014 一致，20km/h 圆曲线半径取值参考现行《公路路线设计规范》JTG D20-2017 条文说明表 7-1 选取，15km/h 圆曲线半径取值根据计算确定。

2 交叉口范围内主要公路的纵坡不应大于 3%，当主要公路为四级公路（I 类）、四级公路（II 类）时纵坡不宜大于 3%，困难路段不宜大于 6%。

3 交叉口范围内次要公路纵断面设计如图 11.2.3 所示，设置顺接主要公路横坡长度宜不小于 10m 的直坡段，坡度应不大于 3%，之后再接竖曲线。竖曲线最小半径不应小于 75m，长度不宜小于 15m。



注：i1-主要公路路面横坡坡度；i2-次要公路纵坡坡度

图 11.2.3 次要公路纵断面设计图示

条文说明

2~3 《小交通量农村公路工程技术标准》(JTG 2111-2019)规定：“交叉口范围内的四级公路（I 类）、四级公路（II 类）纵坡不宜大于 3%，困难路段不宜

大于6%。”规范细化为主要道路的纵断面要求及次要道路的纵断面要求。

11.2.4 平交口视距应符合下列规定：

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 11.2.4-1 所示。

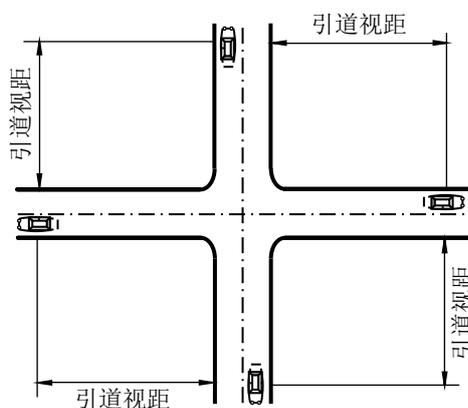


图 11.2.4-1 引道视距

注：引道视距在数值上等于停车视距。

2 两相交公路间，由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 11.2.4-2 所示。

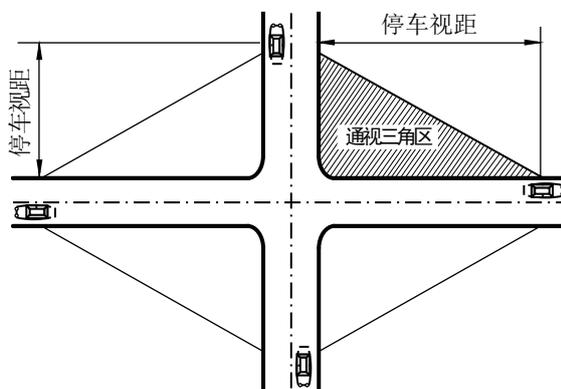


图 11.2.4-2 通视三角区

3 条件受限制不能保证由停车视距所构成的通视三角区时，应保证主要公路的安全交叉停车视距和次要公路至主要公路边车道中心线 5~7m 所组成的通视三角区，如图 11.2.4-3 所示。安全交叉停车视距值应符合表 11.2.4 的规定。

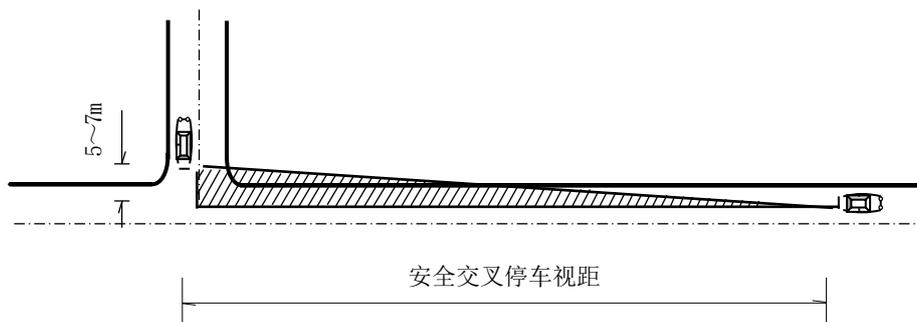


图 11.2.4-3 安全交叉停车视距通视三角区

表 11.2.4 安全交叉停车视距

设计速度 (km/h)	100	80	60	40	30	20	15
停车视距 (m)	160	110	75	40	30	20	15
安全交叉停车视距 (m)	250	175	115	70	55	35	25

4 四级公路 (I类)、四级公路 (II类) 与三级及其以上等级道路相交的改建工程平交口, 视距不能满足前 1~3 条规定时, 可采取被交道优先的交通管理方式, 四级公路 (I类)、四级公路 (II类) 进入平交口应设置停车让行标志, 被交道应设置道口标柱。

5 四级公路 (I类)、四级公路 (II类) 及四级公路相交的平交口, 视距不能满足前 1~3 条规定时, 所有进入平交口的道路可设置停车让行标志。

条文说明

4~5 《小交通量农村公路工程技术标准》(JTG 2111-2019) 规定: 改建工程平交口视距不能满足前 1~3 条规定时, “应采取限速并设置必要的警告标志等措施, 保证行车安全”。规范明确了不能满足视距要求时, 应采取的具体措施。

11.2.5 平面交叉加铺转角时, 转角半径不应小于 5 米。平原微丘区转弯速度可采用 10km/h, 转角半径可参考表 11.2.5 选取。山岭重丘区及村镇路段, 平交口转角半径可结合地形条件灵活选取。

表 11.2.5 平面交叉加铺转角半径

交叉角 (°)	45	60	80	90	100	120	135
转角半径 (m)	7	8	9	12	15	20	27

条文说明

《小交通量农村公路工程技术标准》(JTG 2111-2019)规定:“平面交叉加铺转角时,转角半径不应小于5米”。规范给出了加铺转角半径的建议值。

11.2.6 环形交叉口设计应符合下列规定:

1 四级公路(I类)、四级公路(II类)与四级公路(I类)、四级公路(II类)及等外路相交,可采用环形交叉口。采用环形交叉时,岔路不宜多于五条。坡向交叉口的道路,纵坡坡度大于或等于3%时,不宜采用环形平面交叉。

条文说明

环形交叉口具有明显的减速功能,环岛内可种植植物、花草等,有利于改善公路环境,可设置在村镇路段,特别是在进入村庄前。

2 中心岛宜采用圆形实体岛,半径宜不小于5m,并满足转弯要求。

3 中心岛宜绿化,绿化不应影响行车视线,保证环道上绕行车辆的行车视距要求。

4 环道横断面宜设计成外倾的单向坡,一般设置1条车道并应按照规定进行加宽。环道纵坡不宜大于2%。

5 环形交叉口应设置配套的交通设施。

11.3 立体交叉

11.3.1 一般规定

1 立体交叉的设置应根据公路网规划、相交公路的功能、等级、交通量、地形和地质条件,经济与环境因素等综合确定。

2 四级公路(I类)、四级公路(II类)与一级~四级公路相交采用立体交叉时,一般采用分离式立交。当地形条件容许时,可设置为简易互通式立交。

3 主要公路的平、纵面线形应保持直捷、顺适。两相交公路不得因设置立体交叉而使平、纵面线形过于弯曲、起伏。

4 两相交公路应以正交或接近正交为宜,且交叉近平面线形宜为直线或不设超高的大半径曲线。

5 应合理选择立体交叉上跨或下穿交叉方式。

条文说明

应综合考虑以下因素，合理选择立体交叉上跨或下穿交叉方式。

- 1) 两相交公路的平面线形和纵坡设计的组合，应使整个工程的造价最低，占地拆迁数量最少；
- 2) 不良工程地质条件下，主要公路宜下穿；
- 3) 排水问题难以解决时，主要公路应采用上跨；
- 4) 交叉附近需与现有公路设置平面交叉或为路旁用户提供出入口的公路宜下穿；
- 5) 技术等级高、交通量大的公路宜下穿；
- 6) 与已街道化的公路相交时，新建公路宜上跨；
- 7) 结合地形，已建工程现状或发展规划，与周围景观相协调。

6 采用立体交叉时，应充分利用现有通道和桥梁进行穿越。

7 新建工程通道净空应符合本规范 3.5 公路建筑限界的规定。改建工程利用既有构造物下穿公路、铁路等工程净空不符合要求时，应设置限高、限宽设施及绕行指路标志。

8 下穿通道应做好排水设计并符合下列规定：

- 1) 新建通道宜采用自流排水方式。
- 2) 改建工程利用既有通道时，如既有通道为下挖通道且雨季可能有积水可能时，应设置过水路面标志。

11.3.2 四级公路（I类）、四级公路（II类）与一级~四级公路相交采用分离式立体交叉时，应执行现行《公路工程技术标准》（JTG B01）关于四级公路与一级~四级公路交叉的规定。

11.3.3 简易互通式立体交叉

1 当被交道上可以设置平交口时，应采用图 11.3.3-1 所示的单匝道简易互通式立交，即设置一条连接匝道连接四级公路（I类）、四级公路（II类）与被交道，连接匝道与四级公路（I类）、四级公路（II类）及被交道相接时，均设置平交口。

条文说明

未颁布实施的《公路路线设计细则》（总校稿）第 14.2.20 条第 7 规定，“一

级公路与较低等级公路相交，因交通转换而需要设置互通式立体交叉时，宜采用菱形、半苜蓿叶形互通立交。在特殊情况下，可采用独象限式互通立交；”第8规定，“属于地形需要而设互通式立体交叉时，可采用匝道布置简单，造价低廉的独象限式互通立交或菱形互通立交等”。规范提出的单匝道简易互通式立交，即《公路路线设计细则》中的独象限式互通立交。

2 当被交道上不宜设置平交口时，应采用图 11.3.3-2 所示的双匝道简易互通式立交，即在被交道两侧各设置一条连接匝道，连接匝道与农村公路相接时设置平交口，与被交道相接时采用右进右出接入口。

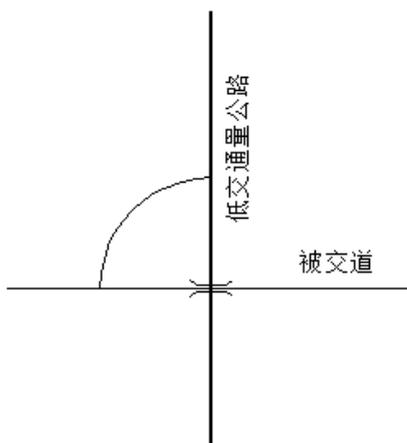


图 11.3.3-1 单匝道简易互通式立交

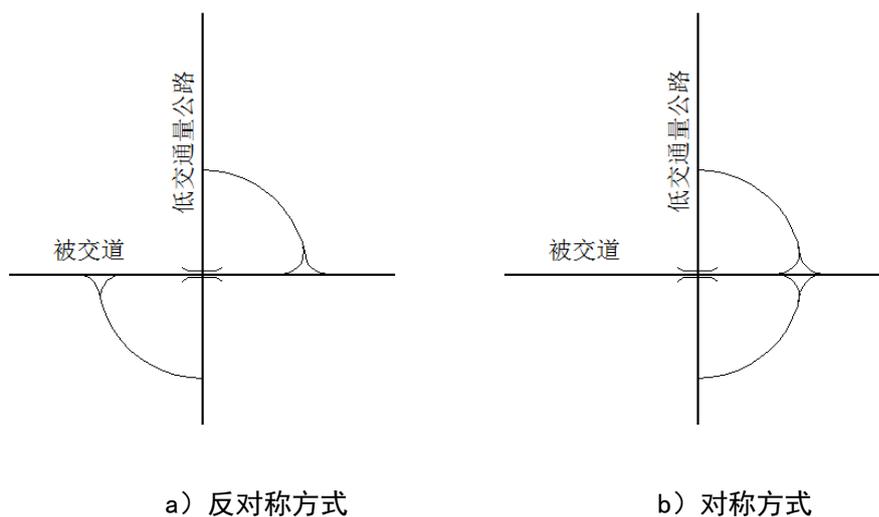


图 11.3.3-2 双匝道简易互通式立交

3 连接匝道设计速度宜采用 15 km/h，平面技术指标按照本规范四级公路（I 类）选取。

4 连接匝道纵断面技术指标按照本规范四级公路（I 类）选取，但纵坡不

宜大于 6%，最大不应大于 8%。

5 四级公路（I 类）连接立交匝道宜采用双车道断面。行车道宽度采用 $2 \times 3\text{m}$ ，土硬路肩宽度采用 $2 \times 0.25\text{m}$ ，路基总宽度 6.5m 。四级公路（II 类）连接匝道宜采用单车道断面。行车道宽度采用 3.5m ，土硬路肩宽度采用 $2 \times 0.5\text{m}$ ，路基总宽度 4.5m 。

12 交通安全设施

12.1 一般规定

12.1.1 交通安全设施主要包括交通标志、交通标线（含突起路标）、护栏、视线诱导设施和其他交通安全设施（含限高限宽设施、积雪标杆、凸面镜、减速丘、减速垄）等。

12.1.2 交通安全设施设计应依据小交通量农村公路的使用功能、技术等级、交通组成，结合当地的自然条件、建设成本、道路风险等级等因素，在交通安全综合分析的基础上，优先设置主动引导设施，根据需要设置被动防护设施。

12.1.3 各类交通安全设施应按需使用、互为补充，合理控制工程规模。

12.1.4 小交通量农村公路应设置必要的速度控制设施，加强急弯陡坡、临水临崖、村镇路段等段落及通客运班车的小交通量农村公路的安全保障。

12.1.5 改扩建路段应对交通事故易发段进行调查分析或安全性评价，有针对性地设置安全设施。

12.1.6 交通标志、防护设施、视线诱导设施等不得侵入建筑限界。

12.2 交通标志

12.2.1 交通标志设置应符合下列规定：

1 交通标志应满足《道路交通标志和标线》（GB 5768）对标志颜色、图案和形状的要求。交通标志所提供的信息应全部和交通安全、服务和管理需求有关，交通标志版面及支撑结构不应附带商业广告和其他无关的信息。

2 交通标志设置位置应符合现行《道路交通标志和标线》（GB5768）的规定，并不得影响公路视距和妨碍交通安全；不得过近、相互遮挡；不得被上跨道路结构、绿化等其他设施遮挡。

3 交通标志设置应总体布局、突出重点、合理设置。交通标志的设计应综合考虑公路功能、技术等级、交通条件、环境条件和公路使用者及交通管理需求,并充分考虑公路的建设目的、条件、服务对象等因素。对于同一条公路,同类交通标志的设计原则、设置规模、外形风格应保持一致。并且交通标志应与交通标线等设施配合使用,不得相互矛盾或产生歧义。

条文说明

12.2.1 在调研中发现,小交通量农村公路标志设置经常存在未按 GB5768 的要求进行设置的情况。如颜色、形状的使用,标志排列顺序等。

对于多种标志在同一结构上设置时,应严格按照禁令、指示、警告的顺序,先上后下,先左后右排列。警告标志则不宜多设,同一地点同一方向要设置两个以上警告标志时,原则上只设置其中最重要的一个。

停车让行、减速让行标志应严格采用倒三角和八角形标志,不得套用于其他形状的标志内。

12.2.2 交通标志结构形式及标志材料应符合下列规定:

1 交通标志结构形式宜采用单柱式。柱式标志内边缘不应侵入建筑限界,一般距土路肩宜不小于 25cm。

条文说明

单柱标志适用于小交通量农村公路,柱式标志一般设置在挖方段或者边坡斜率缓于 1:1 的边坡上,如行车方向右侧无法设置,在不影响标志视认性时可在行车方向左侧合适位置设置。在版面较大时,也可设置多柱标志。

柱式标志下缘距离路面高度一般为 150cm~250cm,设置在有行人和非机动车通行需求路侧时,设置高度不宜低于 180cm。当有需要设置悬臂标志时,标志下缘距离地面高度应大于净空高度。

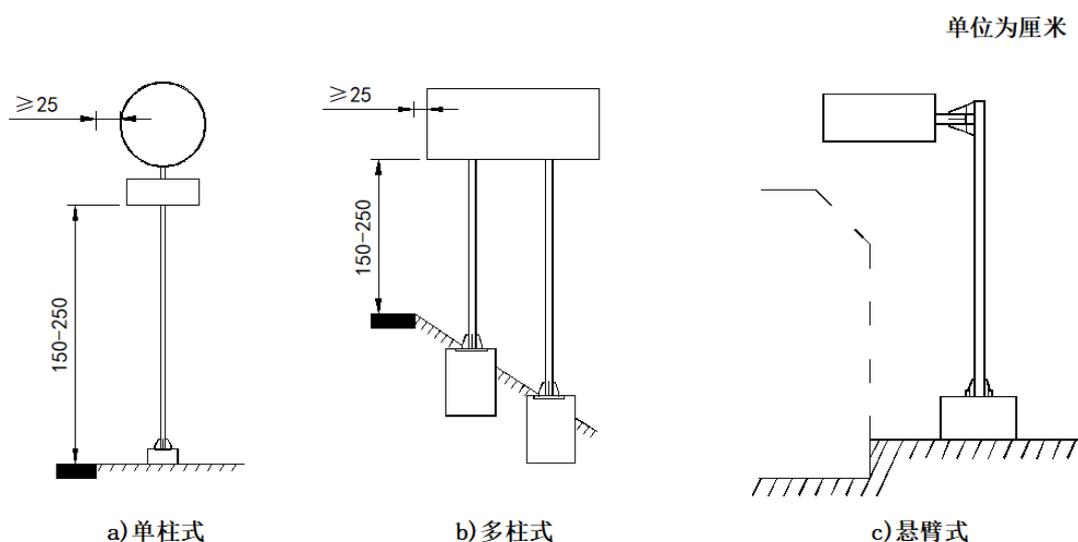


图 12.2.2-1 标志设置位置

2 单柱标志立柱可采用非金属材料或再生材料。交通标志板可采用铝合金、合成树脂类板材、玻璃钢等材料制造。小型标志可将标志板和结构一次性整体生产。交通标志版面应粘贴逆反射性能好的反光膜材料。所有交通标志材料应具有足够的强度、耐久性和抗腐蚀能力，并应因地制宜地采用适用、经济、轻型、环保的材料和结构，适当兼顾美观性。

条文说明

小交通量农村公路的标志结构可灵活使用钢管、玻璃钢管、预制混凝土立柱等，并且常用标志大多为警告标志、禁令标志，结构尺寸相对单一，也可通过将标志板和结构一次性生产，现场贴反光膜使用，减少标志版丢失，利于养护更换。



图 12.2.2-2 非金属材料

3 特殊情况下，标志结构可利用山体岩石、木板、砖砌体、混凝土等，也可在路面设置路面文字标记和路面图形标记。

条文说明

当路侧有合适结构时，可利用作为标志结构的一部分。

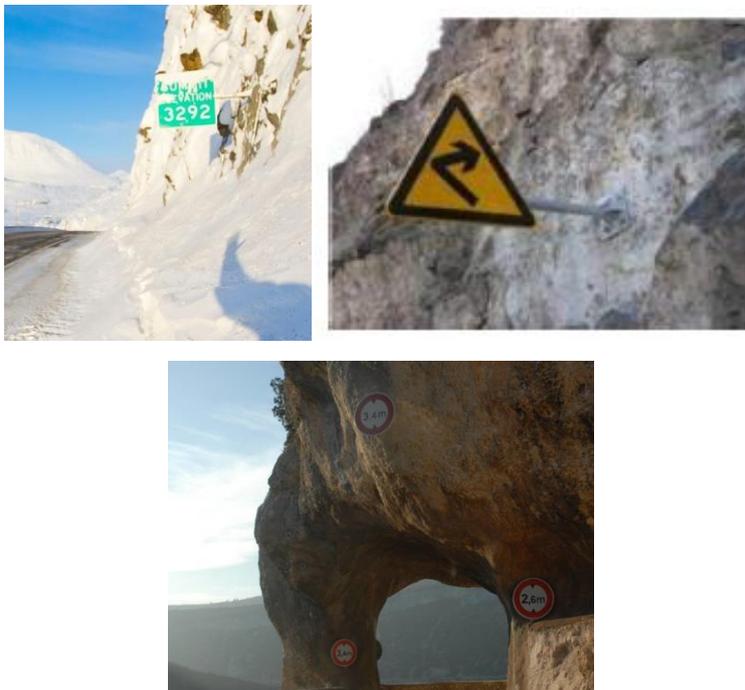


图 12.2.2-3 标志利用路侧结构

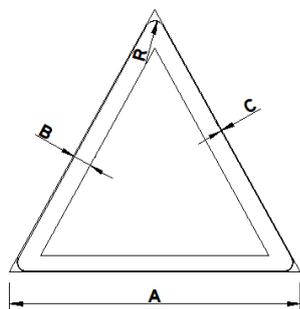
沥青路面上坡路段，因车辆较少、路面条件好，可采用路面文字标记和路面图形标记的方式减少标志的设置，但对于积雪冰冻地区不适宜。小交通量农村公路可将最高限速的标志以路面图形标记的方式设置在路面上，图形为长短轴之比为 2.5:1 的椭圆，长轴与行车方向平行，长轴最长不超过 3m。小交通量农村公路警告标志可以路面图形标记的方式设置在路面上，。施划于路面的警告标志版面图形为纵向拉伸至 2.5 倍的等腰三角形，纵向与行车方向平行，高不超过 3m。路面图形标记均为反光标记，并应注意应用抗滑的标线材料。



图 12.2.2-4 路面图形标记 12.2.3

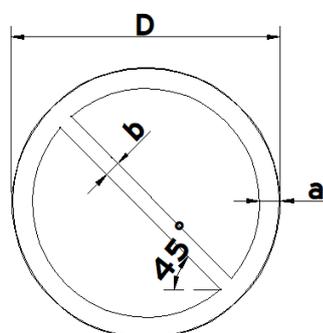
交通标志版面应能简洁、清晰地传递信息，其中汉字字高宜采用 25cm，数字宜和汉字等高，字母高度宜采用汉字字高的 1/2。

12.2.4 警告标志边长最小不应小于 60cm，圆形禁令标志直径最小不应小于 50cm，三角形禁令标志外径最小不应小于 60cm，八角形禁令标志边长不应小于 50cm，指示标志的直径（或短边边长）最小不应小于 50cm。如图 12.2.4 所示。



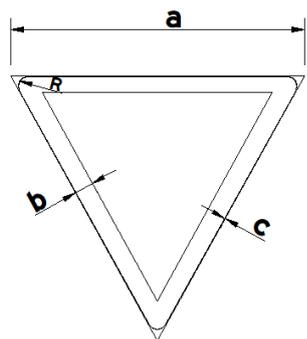
速度 (km/h)	15
三角形边长A (cm)	60
三黑边宽度B (cm)	4
黑边圆角半径R (cm)	2.5
衬边宽度c (cm)	0.3

a) 警告标志



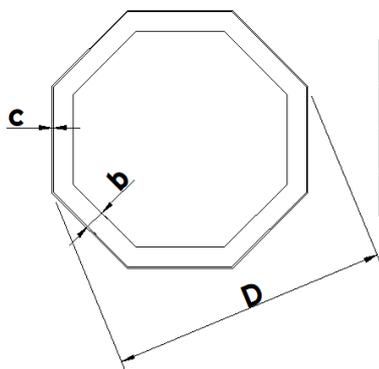
速度 (km/h)	15
标志外径D (cm)	50
外边宽度a (cm)	5
红杠宽度 (如有) b (cm)	3.75
衬边宽度C (cm)	0.3

b) 圆形禁令标志及指示标志



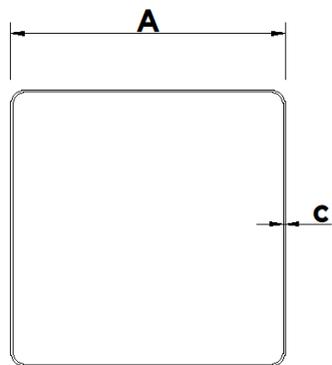
速度 (km/h)	15
三角形边长A (cm)	60
三黑边宽度B (cm)	4
黑边圆角半径R (cm)	2.5
衬边宽度c (cm)	0.3

c) 三角形禁令标志



速度 (km/h)	15
标志外径D (cm)	50
白边宽度b (cm)	2
衬边宽度c (cm)	0.3

d) 八角形禁令标志



速度 (km/h)	15
标志边长A (cm)	50
衬边宽度c (cm)	0.3

e) 矩形指示标志

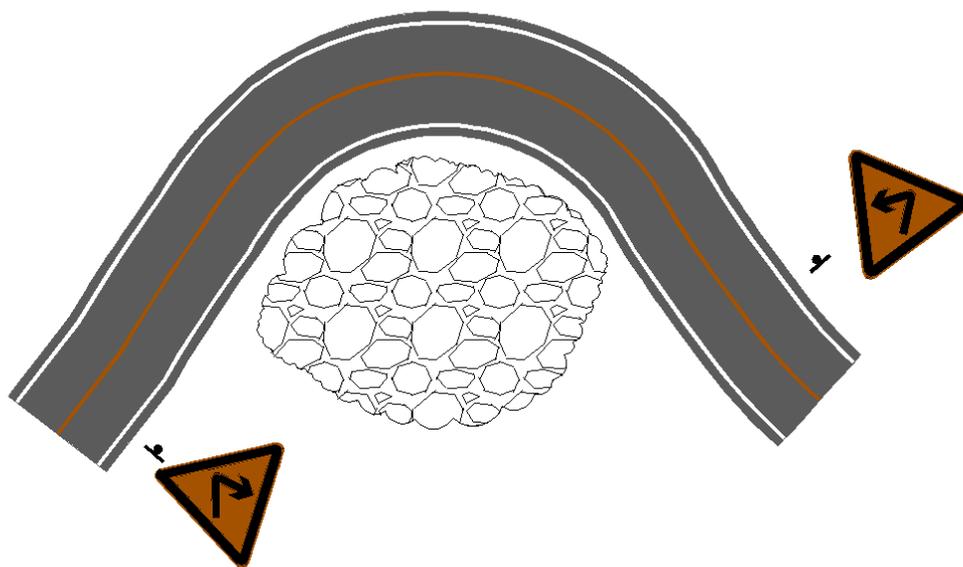
图 12.2.4 标志最小尺寸

12.2.5 急弯、连续弯道、陡坡、村镇、经学校、隧道等路段应根据需求设置相应的交通标志。

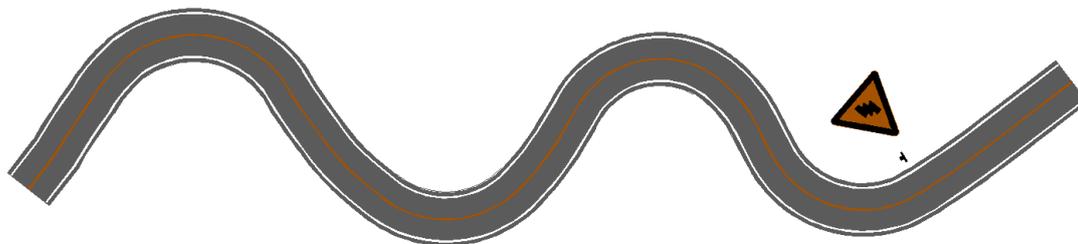
1 单个平曲线半径不足 20m 且不能满足 15 米停车视距的急弯路段宜设置急弯标志，设置位置为曲线起点外，但不应进入相邻的曲线段。当连续有三个或三个以上反向平曲线，其平曲线半径均小于或有两个弯道平曲线半径小于 20m，

且各圆曲线间的距离均小于或等于 40m 时，宜设置连续弯道标志，设置位置为连续弯路起点外，当连续弯道长度超过 500m 时，宜重复设置连续弯道标志。急弯标志和连续弯道标志均可和限制速度、建议速度、说明文字合并使用。

$R < 20m$



a) 急弯路标志



b) 连续弯路标志



c) 标志组合

图 12.2.5-1 急弯路段

2 纵坡大于 10%，且坡长采用表 12.2.5 里最大坡长的陡坡；相对高差为 200~500m 时平均纵坡大于 5.5%；相对高差大于 500m 时平均纵坡大于 5%，且任意连续 3km 路段的平均纵坡大于 5.5%等情况时，在纵坡坡脚或坡顶以前适当位置宜设置陡坡标志。海拔 5000m 以上的高原地区，上坡坡度应折减 1%。当存在连续两个及以上上述陡坡段且连续下坡长度超过 3km 时，坡顶以前适当位置可设置连续下坡标志。陡坡标志和连续下坡标志可以附着说明坡度和坡长，或将坡度值标在警告标志图形上。

表 12.2.5 不同纵坡的最大坡长

坡度 (%)	10	11	12	13	14
坡长 (m)	300	250	200	150	100



a) 上陡坡

b) 下陡坡

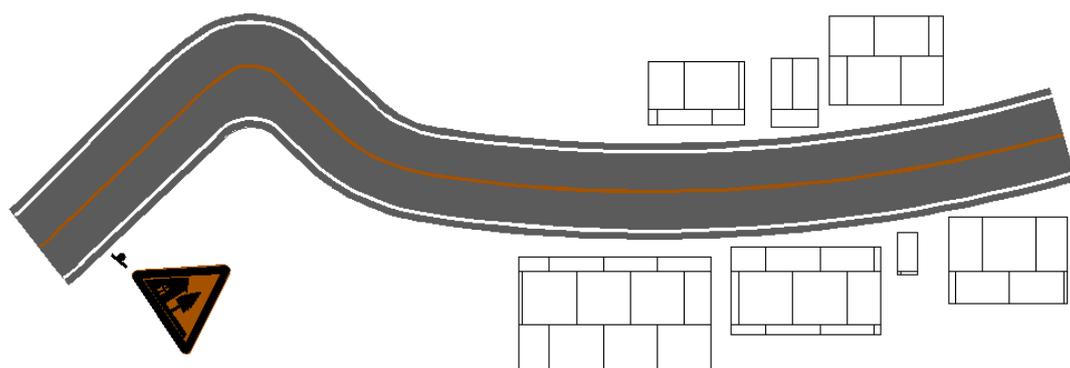
c) 连续下坡

图 12.2.5-2 陡坡标志及连续下坡标志

条文说明

小交通量农村公路较四级公路最大纵坡值增加了 3%，按照《小交通量农村公路工程技术标准》(JTG 2111-2019)，在纵坡大于 10%后，设置陡坡标志是提醒驾驶员前方存在上下陡坡的路段。

3 在紧靠村庄、集镇且视线不良的路段前适当位置，可设置村庄标志。村庄标志可和限制速度、建议速度、村镇名合并使用。



a) 村庄标志



b) 标志组合

图 12.2.5-3 村镇标志

4 在学校、少年宫或其他儿童经常出入路段前后合适位置宜设置注意儿童标志，标志底色可用荧光黄绿。注意儿童标志可和限制速度合并使用。

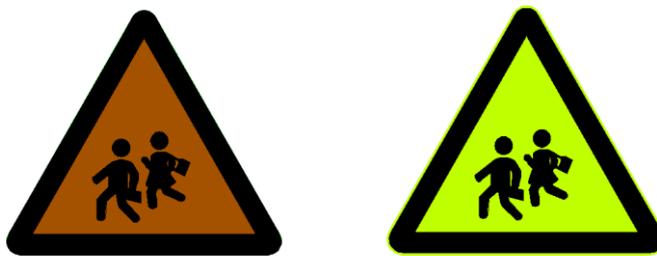


图 12.2.5-4 注意儿童标志

5 在行人密集或不易被驾驶员发现的人行横道以前适当位置，可设置注意行人标志，标志底色可用荧光黄绿。

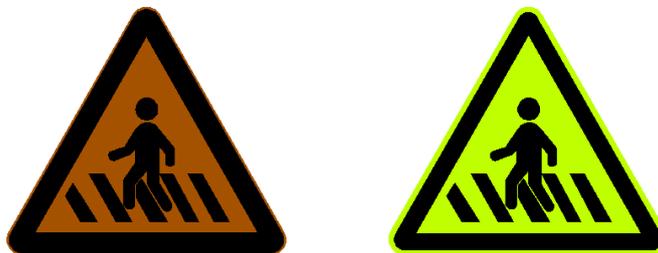


图 12.2.5-5 注意行人标志

条文说明

当人行横道前后视野良好，标线齐全时，该标志可不设置。

6 隧道两侧应设置隧道开灯标志，其中单车道隧道两侧应设置会车让行标志。

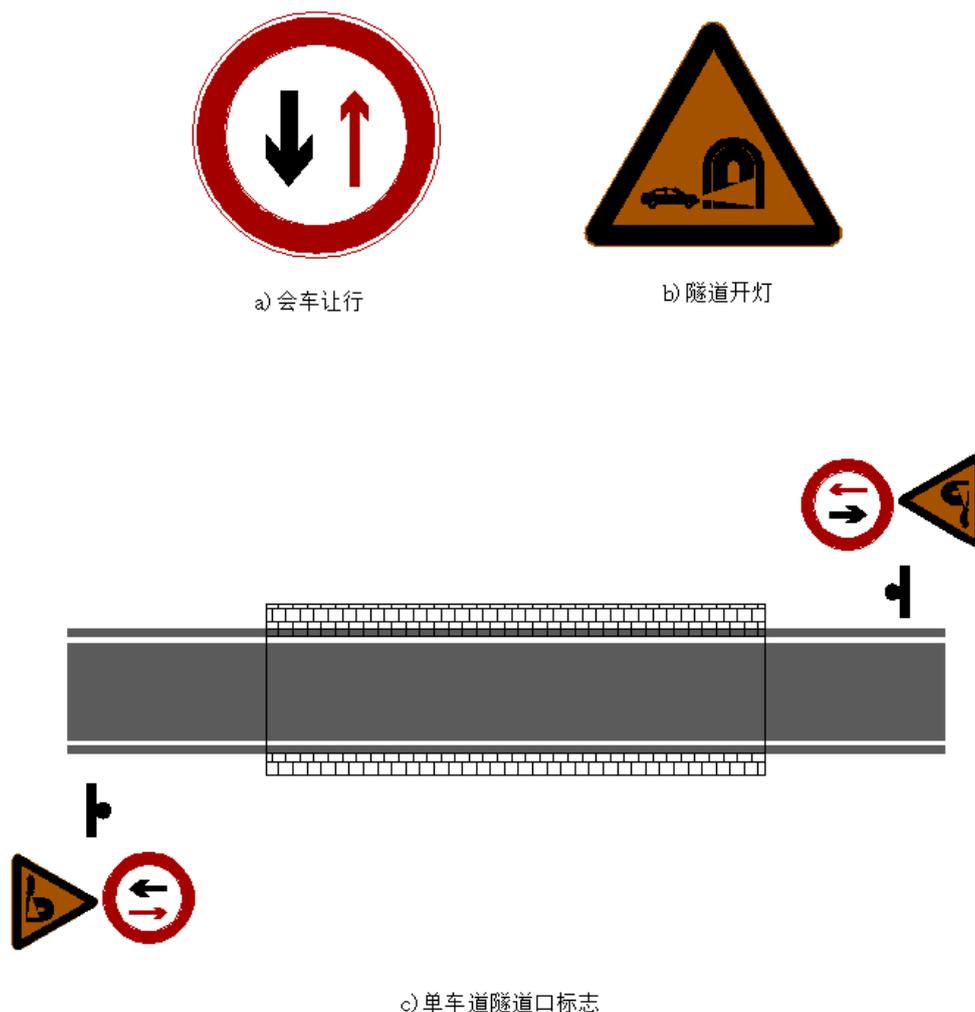


图 12.2.5-6 隧道标志

条文说明

单车道隧道可观测到对面来车，当洞内已经有车辆时，对向车辆应在洞外等候。在《道路交通标志和标线》(GB 5768)中，会车让行标志一般和会车先行标志配套使用，但在小交通量农村公路单车道隧道两侧，都需要驾驶员先观察，再通过，因此两侧均使用会车让行标志。

7 公路起止点宜设置限速标志或建议速度标志，标志间距大于 5km 时，可重复设置或设置路面文字标记和路面图形标记。

8 公路起止点宜根据需要设置限制高度标志、限制宽度标志、限制质量标志、禁止部分车型驶入标志等。

9 四级公路（I类）、四级公路（II类）与三级及以上公路的非灯控平交口，应在四级公路（I类）、四级公路（II类）上设置停车让行标志。四级公路、

四级公路（I类）、四级公路（II类）相互交叉，且条件受限确实不能满足视距的平交口，宜在各方向设置停车让行标志。当路面具备设置标线条件时，应设置配套的停车让行标线。

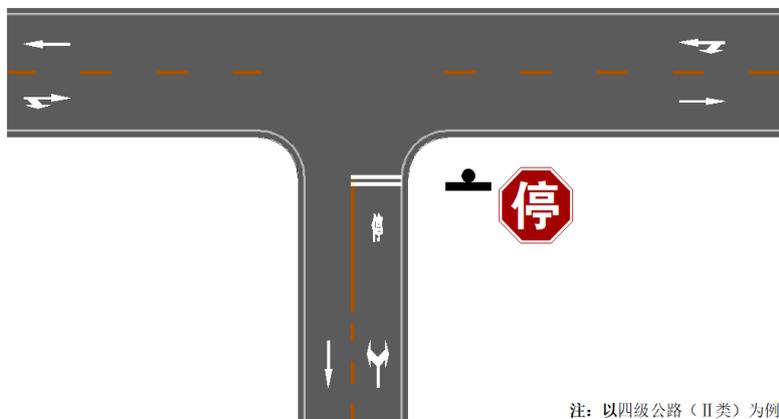


图 12.2.5-7 停车让行

条文说明

结合《道路交通标志和标线》(GB 5768) 附录 E 的说明，停车让行标志表示车辆需要停车瞭望确认安全后，方可通行。当支路为四级公路（I类）、四级公路（II类），主路为三级及以上公路相交且不设置信号灯时，路权分配原则为主路优先通行。而四级公路、四级公路（I类）、四级公路（II类）互相平交，路权平等且设置停车让行可改善交叉口运行安全状况时，宜多路同时设置。

10 四级公路（I类）、四级公路（II类）上的小型环岛，应在各支路上设置环岛标志。

11 漫水桥和过水路面前应设置漫水桥（过水路面）标志。



图 12.2.5-8 漫水桥（过水路面）标志

12.3 交通标线

12.3.1 交通标线包括各类路面标线、导向箭头、文字标记、立面标记和突起路标等，其分类、定义及颜色等应符合现行《道路交通标志和标线》（GB5768）的有关规定。

12.3.2 交通标线的应能正确引导交通、确保车辆有序行驶；沥青混凝土路面和水泥混凝土路面应根据需求设置标线，标线含义不得和标志相互矛盾。

12.3.3 对向车行道分界线的设置应符合以下规定：

1 四级公路（I类），应施划对向车行道分界线，对向车行道分界线线宽应不小于10cm。对向车行道分界线宜设置在相邻对向车行道的几何分界线上，如该位置为水泥混凝土路面的接缝，通过工程研究和判断，对向车行道分界线可偏向接缝一侧，偏移宽度不宜大于对向车行道分界线的宽度。

2 可跨越对向车行道分界线为单黄虚线，分隔对向行驶交通流，间隔长分别为400cm和600cm，如图12.3.3-1。

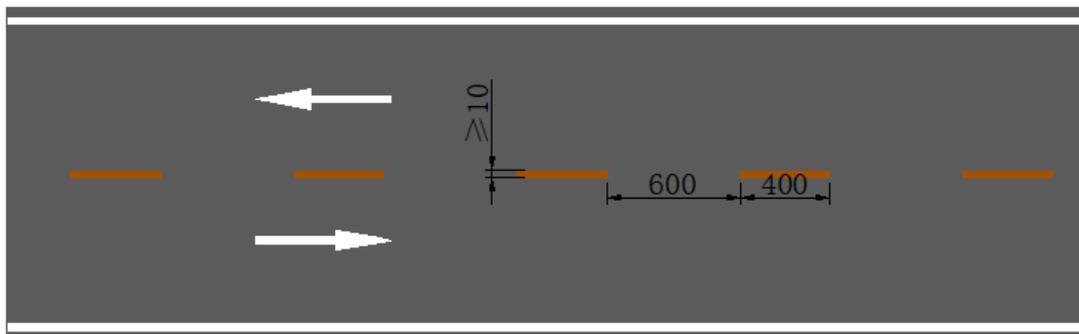


图 12.3.3-1 可跨越对向车行道分界线

3 不能满足会车视距要求的急弯陡坡路段，穿越隧道、大桥、村镇路段，平面交叉驶入段等路段，应施划禁止跨越对向车行道分界线，一般采用单黄实线，也可根据需求采用双黄实线、黄色虚实线。

条文说明

车行道分界线示例（箭头为车行方向示意）。

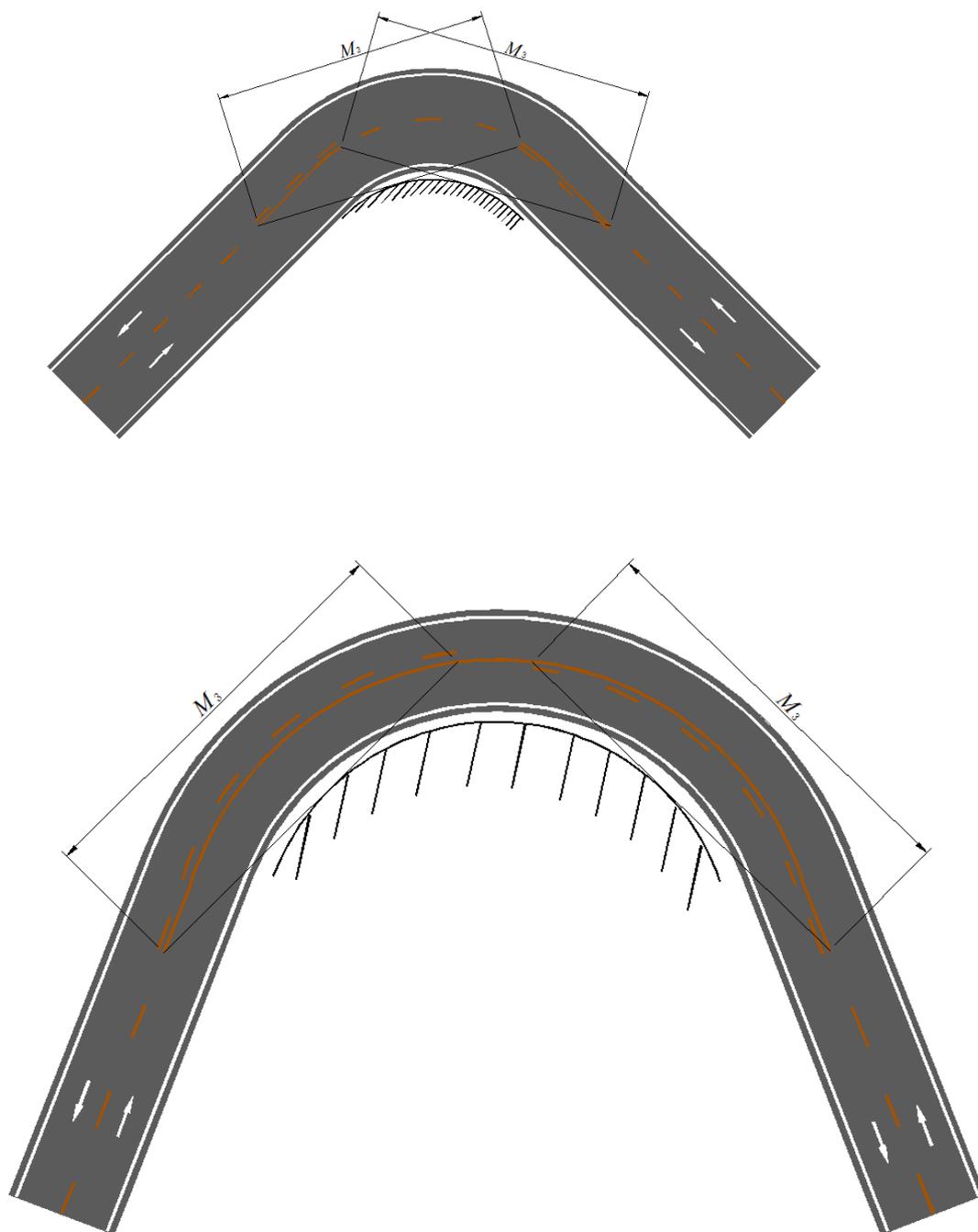


图 12.3.3-2 视距受限时车行道分界线示意 (M3: 超车视距)

12.3.4 车行道边缘线的设置应符合以下规定:

1 隧道、窄桥、路面宽度发生变化的路段、采用本标准极限最小半径的平曲线路段、村镇及学校路段、接近路侧障碍物等需要提示使用者车道边缘的路段及前后 30m 内应施划车行道边缘线。其余路段可施划车行道边缘线。

2 车行道边缘线为白色实线,线宽应不小于 10cm,在需要提示驾驶人注意

路线变化以及路侧较危险的路段，车行道边缘线可采用 15cm。

3 在出入口、交叉口及停靠站点等允许车辆跨越边缘线的地方，可设置车行道边缘白色虚线，线段间隔长分别为 200cm 和 400cm。

条文说明

四级公路（I 类）和四级公路（II 类）车行道边缘线一般设置在路面（建筑限界的 W 值）边缘。

12.3.5 客运汽车停靠站等配套服务设施应在前后设置相应的标线。

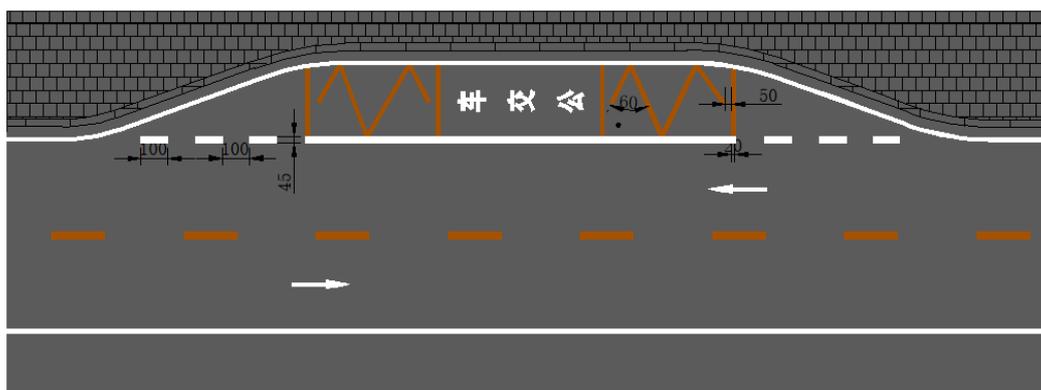


图 12.3.5 港湾式客运汽车停靠站标线

12.3.6 跨线桥墩柱立面、隧道洞口侧墙端面及其他障碍物立面上宜设置立面标记，立面标记为黄黑相间的倾斜线条，线宽均为 15cm，设置时应把向下倾斜的一边朝向车行道，宜施划至距路面 2.5m 以上的高度，如图 12.3.6。

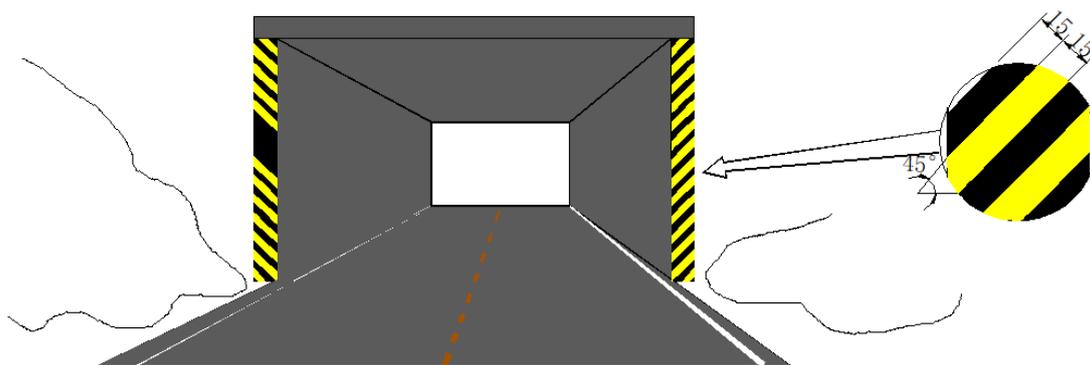


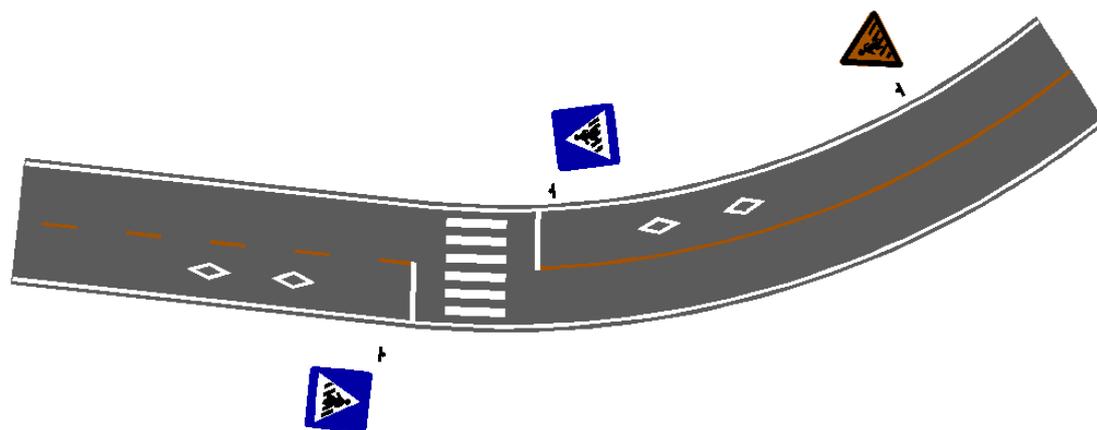
图 12.3.6 立面标记

12.3.7 隧道内应设置路侧反光突起路标，且隧道出入口路段交通标线的设计应与交通标志、护栏、视线诱导等设施统筹考虑，综合设置。

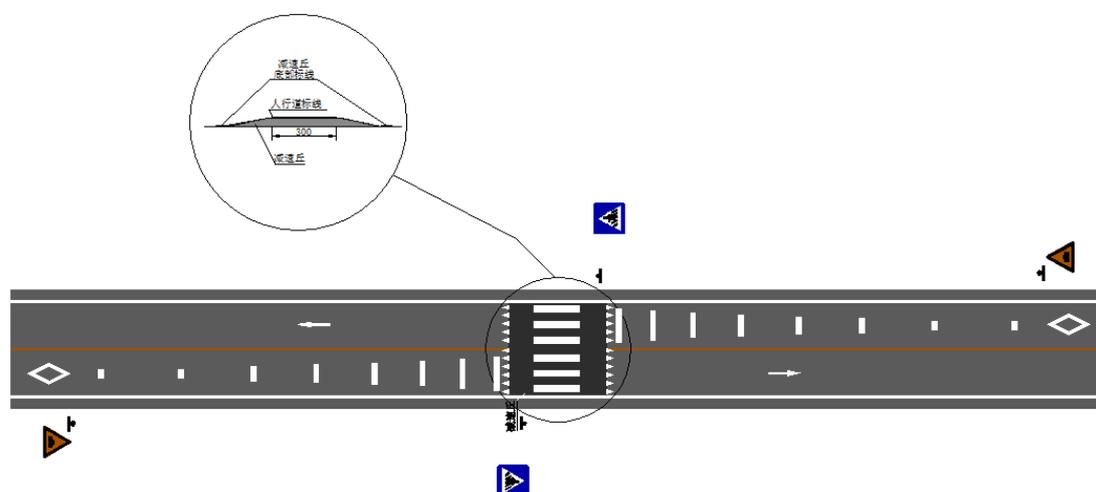
12.3.8 学校、村镇等有行人过街需求的路段，可施划人行横道线。人行横道线的设置间距根据实际需要确定，但路段上设置的人行横道线之间的距离宜大于150m。在无信号灯控制的路段中设置人行横道线时，宜在到达人行横道线前的路面上设置停止线和人行横道线预告标识，并配合设置人行横道指示标志，视需要也可增设人行横道警告标志。人行横道线不宜设置在视距受限制的路段、急弯、陡坡等危险路段和车行道宽度渐变路段。

条文说明

人行横道可结合大型减速丘一并设置，即抬高人行道，如图 12.3.8。



a) 人行横道标线



b) 人行横道和减速丘合并设置标线

图 12.3.5 路侧停靠设施标线

12.3.9 需要车辆减速或提醒驾驶员注意安全行车处，可根据需要设置纵向或横向减速标线。设置减速标线时，应注意标线的排水和防滑。横向减速标线可用振动标线的形式。

12.3.10 路面文字标记和路面图形标记，尺寸宜按以下采用：字高采用 300cm、字宽 100cm、间距 200cm；图形高采用 250cm~300cm、纵宽比 2.5:1。

条文说明

路面文字标记是利用路面文字指示或限制车辆行驶的标记。路面文字标记的

高度应根据道路设计速度确定。小交通量农村公路路面文字标记尺寸为 300cm 高、100cm 宽，纵向间距 200cm，条件受限时可取 0.5~0.7 倍。路面图形标记则将图形按照 1:2.5 拉长，高度宜在 250cm~300cm，条件受限时可取 0.5~0.7 倍。

12.3.11 交通标线可采用热熔标线或其他具有良好的耐久性、抗滑性、施工方便性和经济性的材料，在白天和晚上均应具有良好的可视性。

12.3.12 小半径平曲线、公路变窄、路面障碍物等危险路段可设置突起路标，隧道内应设置路侧反光突起路标，积雪路段可不设置突起路标。

条文说明

突起路标是固定于路面上起标线作用的突起标记块，可用来标记对向车行道分界线、同向车行道分界线、车行道边缘线等，也可用来标记弯道、进出口匝道、导流标线、道路变窄、路面障碍物等危险路段。突起路标与标线配合使用时，应选用主动发光型或定向反光型，其颜色与标线颜色一致，布设间隔为 6m~15m，一般设置在标线的空当中，也可依据实际情况适当加密。与边缘线和中心单实线配合使用时，突起路标应设置在标线的一侧，其间隔应与在车行道分界线设置的间隔相同。

12.3.13 突起路标可单独设置成车行道边缘线和车行道分界线，当使用连续设置的突起路标替代标线时，宜采用 A3 突起路标，设置间距 1m。

条文说明

突起路标单独用作车行道分界线时，其布设间距推荐值为 1m，也可依据实际情况适当加密。突起路标颜色应与标线颜色一致，并使突起路标表面具有足够的摩擦系数。

12.3.14 冰雪地区可采用嵌入式标线，以避免标线在除雪中被损坏。

条文说明

根据黑龙江省在标线设置的经验，在混凝土路面刻槽，将标线嵌入路面，既能降低初雪对标线的损害，又提升了标线和混凝土路面的结合能力。



图 12.3.14 嵌入式标线

12.4 护栏

12.4.1 护栏设置应根据路段的平纵线形、主要风险因素、路侧危险程度、交通事故情况、行车速度和交通流组成等因素确定并合理选择设施的防护形式及防护等级。选取护栏形式时,除考虑护栏的防护性能外,还应考虑护栏的建设成本、投入使用后的养护成本,包括常规养护、事故养护、材料储备和养护方便等。宜结合路面养护方式采用经济适用的护栏形式。鼓励开发适用于小交通量农村公路的护栏产品。

条文说明

对景观有特殊要求的公路可选择外观自然、与周围环境相融合、通透性好的护栏形式,但不得降低护栏防护等级。设置波形梁护栏时,可利用高速公路或者一二级公路上养护更换后的波形梁护栏构件,但防腐情况和基底厚度不应低于设计值。

12.4.2 桥梁段应设置护栏,防护等级不应低于二(B)级。

条文说明

桥梁段当行人和非机动车通行需求较大时,护栏结构也要考虑行人和非机动车的需求,人行道护栏加高至 1.1m 以上,自行车道栏杆加高至 1.4m 以上,常见

结构如图 12.4.2, 也可在波形梁护栏上方加上防护行人的结构。

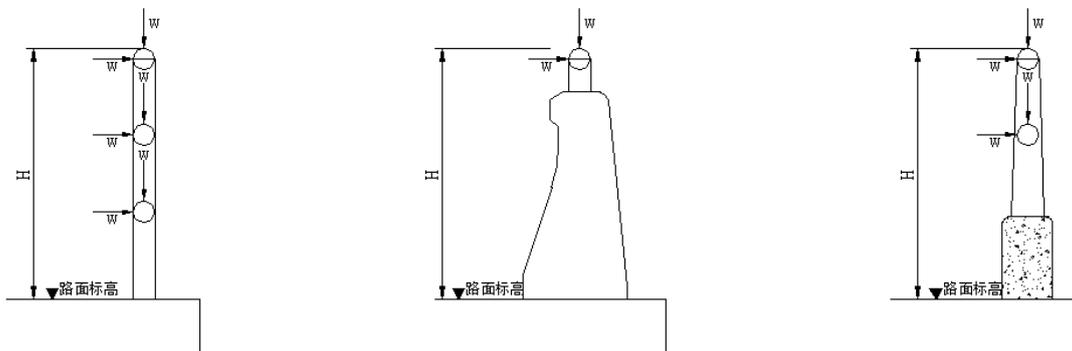


图 12.4.2 桥梁护栏

12.4.3 护栏单独设置时, 其最小长度应满足以下要求或根据护栏产品使用说明确定:

表 12.4.3 护栏设置最小长度

公路等级	护栏类型	最小长度 (m)
四级公路 (I类) 四级公路 (II类)	波形梁护栏	28
	梁柱式护栏	28
	混凝土护栏	12
	缆索护栏	120

条文说明

护栏发挥整体作用的最小结构长度包括标准段, 也包括端头或端部锚固。最小结构长度也可以根据护栏产品设计开发方提供的经实车碰撞试验评定的最小结构长度 (满足评价标准) 决定。这个护栏产品包括了端部锚固的方式。

12.4.4 行车道外侧 3m 内有下列情况时, 应设置护栏, 防护等级不应低于一 (C) 级:

- 1 深度 30m 以上的悬崖、深谷、深沟等的路段;
- 2 江、河、湖、海、沼泽等水深 1.5m 以上水域;
- 3 小半径曲线外侧 3m 内或填方段坡底有居民房屋的路段。

条文说明

根据《公路交通安全设施设计规范》(JTG D81) 条文确定, 并增加小半径曲线外侧 3m 内或填方段坡底有居民房屋的路段这一情况的要求。

12.4.5 行车道外侧 3m 内有下列情况时, 宜设置护栏, 防护等级不应低于一(C) 级:

- 1 边坡坡度陡于 1:1, 且填方大于 4m 的路段;
- 2 急弯、连续急弯或连续下坡路段小半径曲线外侧, 且填方大于 4m 的路段。

条文说明

根据《公路交通安全设施设计规范》(JTG D81) 条文确定, 并增加急弯、连续急弯或连续下坡路段小半径曲线外侧, 且填方大于 4m 的路段这一情况的要求。

12.4.6 达不到护栏设置要求但存在一定危险因素的路段, 可根据需要设置示警桩、示警墩等视线诱导设施, 也可在路侧植树、堆土或设置砌块等。

条文说明

只有设置护栏后较车辆驶出路外造成的事故后果更轻, 才考虑设置护栏。路侧有一定危险因素可以通过设置其他设施来解决。调研中, 部分省份在路侧采用植树、堆土或者设置砌块改造路侧环境, 也起到了一定的作用, 但这类设施不宜距离车道较近, 一般设置在车道 3m 以外。

12.4.7 护栏的设置位置应符合下列规定:

- 1 路侧护栏宜设置在路肩上, 可设置在等于或缓于 1:6 的边坡上。边坡陡于 1:4 且路肩宽度不足时应对土路肩进行加宽。
- 2 特殊情况下, 也可设置于坡度在 1:4~1:6 的边坡上, 护栏距离路面的高度不变, 护栏迎撞面距离变坡点的距离最大不能超过 0.75m, 且应保证护栏结构外侧的土压力, 护栏迎撞面前的边坡应平整, 没有突起部分。

条文说明

根据《公路交通安全设施设计规范》(JTG D81) 条文确定, 尤其对于路肩较窄的四级公路 (I 类) 和四级公路 (II 类), 可以做在满足要求的边坡上。

12.4.8 护栏的过渡段和端头应满足以下要求:

1 上游端头宜外展至土路肩宽度范围外, 位于填挖交界时, 宜外展并埋入挖方路段不构成障碍物的土体内; 无法外展时可采用地锚式端头, 并设置立面标记。

2 四级公路 (I 类) 和四级公路 (II 类) 下游端头宜参照上游端头处理。

3 不同防护等级或不同形式的护栏之间连接时, 应进行过渡段设计。护栏过渡段的防护等级应不低于所连接护栏中较低的防护等级。

12.5 视线诱导设施

12.5.1 常用的视线诱导设施有轮廓标、隧道轮廓带、线形诱导标、示警桩、示警墩、道口标柱等。并满足以下要求:

1 视线诱导设施的反射体, 在正常的入射角、观察角条件下, 应保持恒定的、充足的亮度, 应并能满足大、小型车在近光和远光灯照射下的识别和确认要求。

2 视线诱导设施的支撑结构应能支撑反射体, 且应尽可能降低对误驶撞上的车辆和人员的伤害。

3 在设置多种视线诱导设施的路段, 应协调不同视线诱导设施之间的间距和高度, 宜保证视线上的一致性和连续性。

12.5.2 轮廓标的设置应符合以下规定:

1 夜间通行需求较高或视距不良路段、车道数或车道宽度有变化的路段、急弯路段及连续急弯陡坡等路段, 宜设置轮廓标。

2 轮廓标应设置在公路的土路肩上或附着在路侧护栏上。轮廓标形式可根据公路是否设置护栏以及所设护栏的形式, 选用柱式或附着式轮廓标。轮廓标可分别附着于波形梁护栏、混凝土护栏、隧道侧壁和缆索护栏上, 其他未设置护栏但需设置轮廓标的路段, 可设置柱式轮廓标, 其中设置示警桩、示警墩的路段除外。柱式轮廓标可采用柔性材料。

3 轮廓标宜在公路左、右侧对称设置，视距不良路段可加密设置。轮廓标双面反光，且两侧反光片应为白色。轮廓标反射体应面向交通流，其表面法线应与公路中心线成 $0^{\circ}\sim 25^{\circ}$ 的角度。

条文说明

直线段，轮廓标可按 30-50m 间距设置。在小半径段，如需通过轮廓标标识道路走向，间距宜为 4m（15km/h 下， $S=4.15$ 米）。如图 12.5.2 所示。

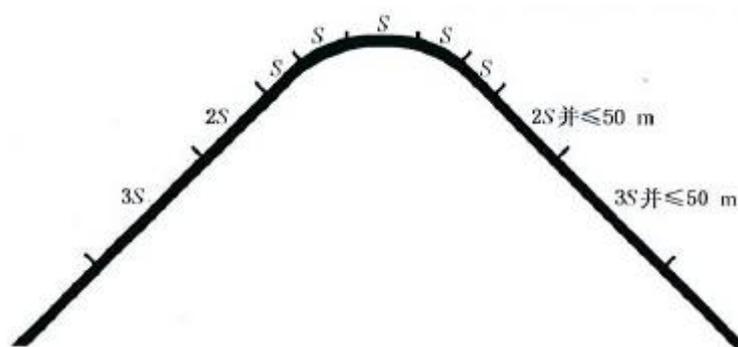


图 12.5.2 轮廓标设置间距

4 隧道内应设置双向轮廓标。可视需要设置隧道轮廓带，隧道轮廓带的逆反射性能应与轮廓标的逆反射性能保持一致，隧道轮廓带应避免产生炫光。

5 在设置轮廓标的基础上，可辅助设置其他形式的轮廓显示设施，如在护栏立柱上粘贴反光膜等。在线形条件复杂的路段应设置反光性能高、反射体尺寸较大的轮廓标。

12.5.3 线形诱导标的设置应符合以下规定：

1 视线不良的弯道路段，需要指出公路轮廓时，宜在平曲线外侧设置线形诱导标。设置间距宜为 10m，最大不应超过 15m，并应保证驾驶人在曲线范围内连续看到不少于三块诱导标。

2 路侧可并设两个方向的线形诱导标。

3 设置线形诱导标后，可不再设置公路平面线形警告标志。

条文说明

尺寸上可以选用 $220\text{mm}\times 400\text{mm}$ ，线形诱导标的设置应根据曲线半径、曲线长度、偏角大小确定。偏角小于或等于 7° 的曲线路段，可在曲线中点位置设一块线形诱导标；偏角大于 7° ，曲线较长的弯道，可根据需要设置若干块诱导标，

并应保证驾驶人在曲线范围内连续看到不少于三块诱导标。

12.5.4 示警桩和示警墩的设置应符合以下规定：

- 1 示警桩或示警墩不得作为防护设施使用。
- 2 对于达不到护栏设置标准但存在一定危险因素的路段，可设置示警桩或示警墩，示警桩或示警墩宜设置在路肩上。
- 3 示警桩、示警墩的颜色应为黄黑相间，安装应线形顺畅。
- 4 示警桩宜采用非金属材料或再生材料，并涂以黄黑相间的反光漆或缠绕黄黑相间的反光膜。

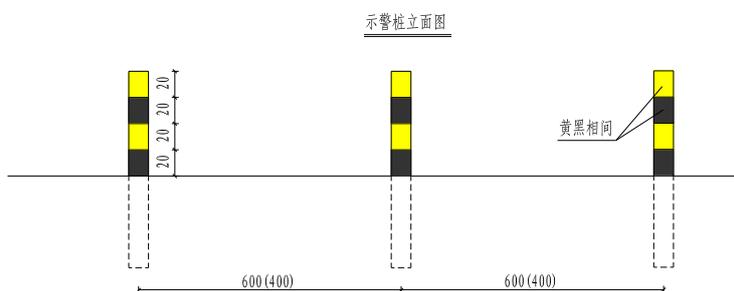


图 12.5.4-1 示警桩

- 5 示警墩采用混凝土预制或者现浇，也可采用当地材料堆砌后覆钢丝笼并以混凝土封固，示警墩上应涂黄黑相间的反光漆。

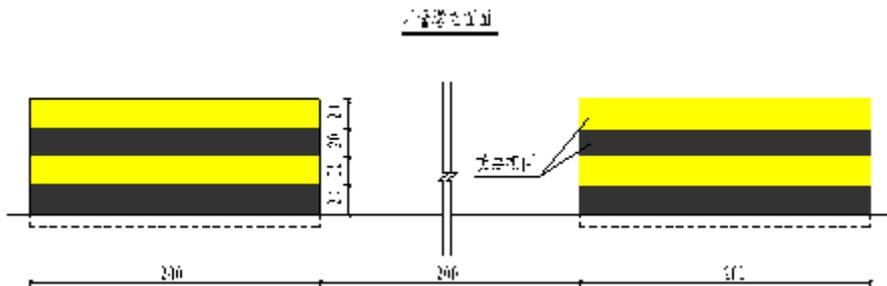


图 12.5.4-2 示警墩

12.5.5 道口标柱的设置应符合以下规定：

- 1 未设置相应指路标志或警告标志的四级公路（I类）、四级公路（II类）与机耕道等的平交口，宜在平交口两侧设置道口标柱。。
- 2 已设置指路标志的交叉路口可不设置道口标柱，通视三角区内无障碍物的路口可不设置道口标柱。
- 3 道口标柱宜采用非金属材料或再生材料，并涂以红白相间的反光漆或缠

绕红白相间的反光膜。

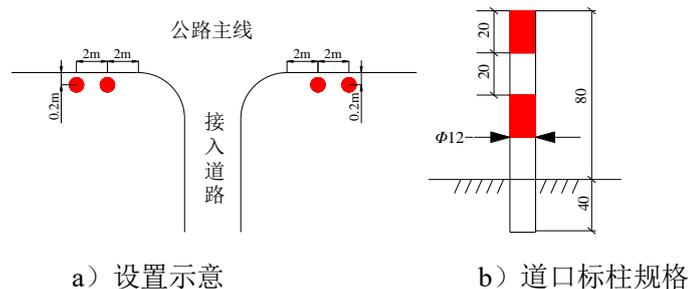


图 12.5.5 道口标柱

条文说明

根据《公路安全保障工程实施技术指南（2007）》，道口标柱为红白相间道口标柱设在公路沿线较小平面交叉两侧，沿主线方向，支路宽度小于 5m 的路口两侧设置一根，支路宽度大于 5m 两侧各设置两根，已经设置指路标志或平面交叉警告标志的路口不再设置道口标柱。

12.6 其他安全设施

12.6.1 块体路面是减速设施的一种，以下路段可设置以提醒驾驶员注意并降低车速。

- 1 进入村镇前的路段、学校前的路段、进入平面交叉的路段。
- 2 急弯、陡坡、连续弯道前合适位置。
- 3 平交口范围内。

条文说明

块体路面设置时，应设置在驾驶员比较易于观察到的位置，距离需要减速的路段宜在 30-80m 的位置。块体路面在路面全幅设置，并做好排水。

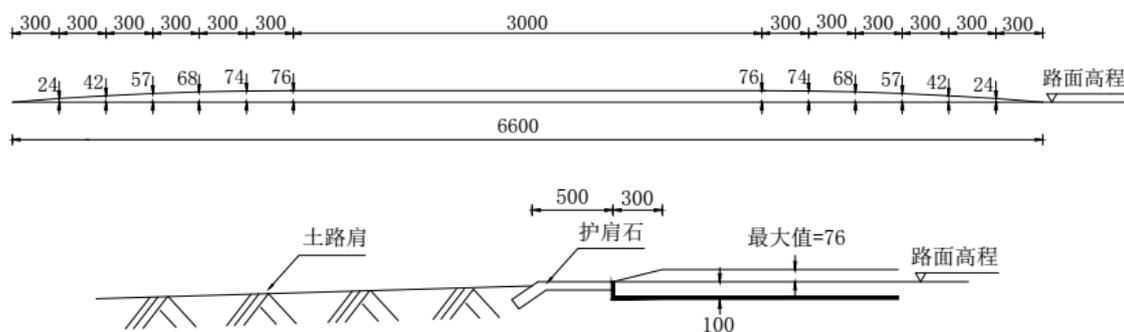
12.6.2 减速垄（丘）可用于四级公路（I 类）、四级公路（II 类）进入城镇、村庄的路段，或者四级公路（I 类）、四级公路（II 类）与干线公路平交时，设置于驶入平面交叉前适当位置。并满足以下要求：

- 1 减速垄（丘）设置前应充分比较、论证。
- 2 在四级公路（I 类）、四级公路（II 类）与干线公路的平面交叉前，可设置减速丘，以控制汇入干线公路的车辆速度。

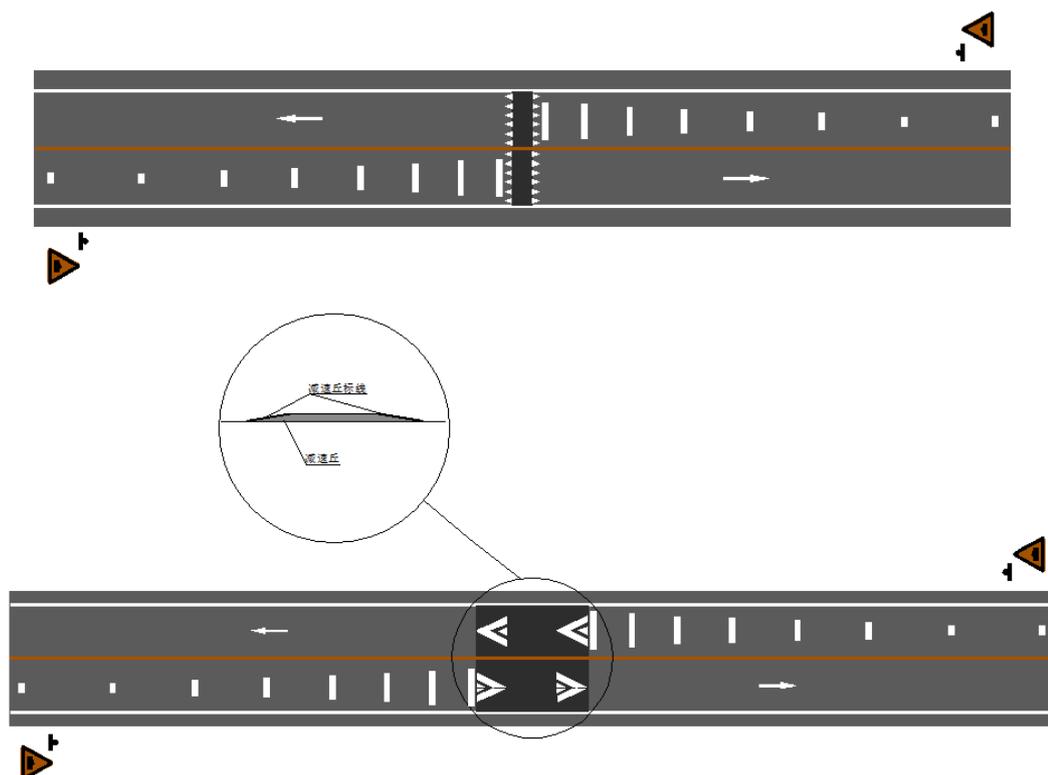
3 在进入村镇前的路段、学校前的路段、进入平面交叉的路段，可设置减速丘，以限制过往车辆车速。

4 减速丘应在路面全幅设置，并应设置相应的减速丘标志、标线、建议速度或限制速度。

5 减速丘的构造宜符合下列规定：大型减速丘的纵向尺寸宜采用 6600mm，中心高宜采用 76mm，减速丘的纵向边缘应逐渐降低至与路肩齐平。小型减速丘可采用预制型和现浇型。预制型减速丘宽度宜为 300~500mm，中心高度宜为 30~50mm；现浇型可采用 C20 以上混凝土现场浇制，宽度宜为 500~600mm，中心高度宜为 50~60mm。



a) 大型减速丘尺寸



b) 减速丘标志和标线

图 12.6.2 减速丘

条文说明

减速丘标线由设置在减速丘上的标记和设置在减速丘上游的前置标线组成。减速丘与人行横道联合设置时，可省略减速丘上的标记部分，但应标示出减速丘的边缘。减速丘设置于交叉口时，宜在交叉口后 5-15m 处。

12.6.3 凸面镜宜设置在视距不良、急弯等危险路段，宜和视线诱导配合使用。凸面镜直径宜不小于 60cm。

12.6.4 限制高度、限制宽度设施应符合以下规定：

- 1 在确有需要限制超出设计车型以外车辆通行时，可在会商、论证并广泛征求意见后设置限高限宽设施。。
- 2 限高架不得影响消防和卫生急救等应急通行需要。可根据需要设计为高度可调节或采用可开启横梁。
- 3 限高架应设置黄黑相间的立面标记，立面标记应采用反光材料。

4 超高车辆碰撞限高架时,限高架构件及其脱离件不得侵入车辆乘员舱,不得对其他正常行驶车辆造成伤害。

条文说明

交通运输部等八部委发布的《关于推动“四好农村路”高质量发展的指导意见》(交公路发〔2019〕96号)提到要“强化路政管理和执法能力建设,加强路产路权保护,加大农村公路超限运输治理力度,按需依法依规设置乡道、村道限高、限宽设施及警示标志,探索通过民事赔偿保护路产路权,将爱路护路要求纳入乡规民约和村规民约。”

部分省份也出台相应的农村公路条例,如2020年3月3日江苏省第十三届人民代表大会常务委员会第十五次会议通过的《江苏省农村公路条例》第二十八条规定:“违法超限运输以及载物超过核定载质量的车辆,不得在农村公路上行驶。县(市、区)交通运输主管部门或者乡镇人民政府可以根据保护农村公路和保障交通安全的需要以及有关技术规范的要求,在乡道、村道的出入口设置必要的限高、限宽设施,但是不得影响消防和卫生急救等应急车辆通行,不得向通行车辆收费。任何单位和个人不得损坏、擅自移动限高、限宽设施。设置限高、限宽设施的,县(市、区)交通运输主管部门、乡镇人民政府应当进行会商、论证,并征求公安机关的意见。乡道、村道出入口可以按照国家有关技术标准和规范,设置限行、禁行、限载等交通标志。”

2018年9月21日山东省第十三届人民代表大会常务委员会第五次会议通过的《山东省农村公路条例》第四十六条规定:“超过村道限载、限高、限宽、限长标准的车辆,不得在村道上行驶。乡镇人民政府可以根据保护村道的需要,在村道的出入口设置必要的限高、限宽设施,但是不得影响消防和卫生急救等应急通行需要。限高、限宽设施应当有明显标志和夜间反光标志。”

小交通量农村公路可选用四级公路(I类)、四级公路(II类)。四级公路(I类)为适合中小型客车、中型载重汽车、轻型载重汽车、四轮低速货车(原四轮农用车)、三轮汽车、摩托车、非机动车交通混合行驶的双车道公路。四级公路(II类)为适合中小型客车、中型载重汽车、轻型载重汽车、四轮低速货车(原四轮农用车)、三轮汽车、摩托车、非机动车交通混合行驶的单车道公路。在确有需要限制超出设计车型以外车辆通行时,可在会商、论证并广泛征求意见后设

置限高限宽设施。

12.6.5 根据需要可设置积雪标杆。公路积雪标杆宜设置在公路路肩上，设置位置不得侵入公路建筑限界以内。积雪标杆的设置间距可参考轮廓标的设置间距，并可以替代轮廓标使用，位于路面之上的高度宜为 1.5m~2.4m。

12.6.6 小交通量宜设置公里桩（牌），可设置百米牌（标），百米牌（标）可喷涂在路面上或附着于轮廓标上。

12.6.7 漫水桥和过水路面，除按 9.12 的要求设置护栏、警示桩外，应在积水最深位置设置水位标尺。观察距离过远时，宜重复设置。水位标尺上宜按表 9.12.5 标识出漫水水位警戒线。



图 12.6.7 水位标尺

13 沿线设施及其他

13.1 一般规定

13.1.1 沿线设施包括服务设施和管理设施。

13.1.2 沿线设施设计应根据公路的功能,结合区域农村客运、农村物流、乡村旅游、产业服务的需求,统筹规划并考虑安全、经济、环保等因素,合理布设。

条文说明

农村公路沿线设施应以统筹规划为前提,着眼远期开展设计,充分考虑当地美丽乡村建设等需求及现有条件,进行建设。

13.1.3 沿线设施设计宜充分利用边角空地灵活设置。

条文说明

沿线设施做到“提供服务、利于管理”的同时,宜多考虑区域功能需求,与周边相关设施相衔接,提升农村公路的整体服务性。

13.1.4 在保证公路视距和交通安全的前提下,可对公路进行绿化、美化,改善路域环境。

13.1.5 小交通量农村公路宜采用适当的隔离措施实现路宅分离和路田分离。

条文说明

小交通量农村公路鼓励公路与房屋、住宅之间,公路与农田、水塘之间利用边沟、植草、植树、绿篱、栽花、文化墙、宣传廊带等措施进行路宅分离、路田分离,实现整洁、美观、舒适的交通环境和路域环境。

13.2 服务设施

13.2.1 服务设施包括客运汽车停靠站、小型停车区、服务站等设施,其数量和规模应根据当地群众出行、当地规划等需求,结合公路里程、沿线村镇分布、经济条件、文化特色、景观特点等因素,灵活设置。

条文说明

服务设施应以提升公路服务品质，满足人民群众出行需求为主，宜灵活利用当地条件进行设置，做到经济、美观、实用。

13.2.2 客运汽车停靠站、小型停车区、服务站的设置应合理利用地形条件，避免设置于长下坡坡底、陡坡急弯等视距不良路段。主线线型指标应符合表 13.2.2 的规定。

表 13.2.2 客运汽车停靠站、小型停车区、服务站等主线线型指标

设计速度 (km/h)	15	
平曲线半径	≥150	
凸形竖曲线最小半径	1000	
凹形竖曲线最小半径	1000	
最大纵坡 (%)	一般值	2
	最大值	3

注：小型停车区、服务站等在地形受限时，经技术经济论证，最大纵坡可增加 1 个百分点。

13.2.3 客运汽车停靠站宜采取港湾式停靠站设计。

条文说明

港湾式停靠站对主路通行影响较小，并具备错车道的功能。

13.2.4 客运汽车停靠站设计一般包含候车亭、站牌、线路导引图、座椅、垃圾桶等乘客候车设施，宜根据实际需求灵活设置。

13.2.5 客运汽车停靠站各项指标应符合表 13.2.5 的规定。

表 13.2.5 客运汽车停靠站设置指标

设计速度 (km/h)	15
加、减速区段长度 (m)	15
停留车道长度 (m)	15 (13)
停留车道宽度 (m)	3.5

注：1.当仅有小型车时，可采用括号内的数据。

2.停靠区与行车道之间用路面标线区分

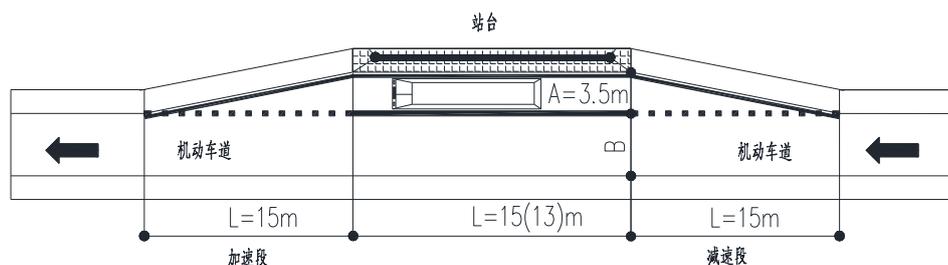


图 13.2.5 客运汽车停靠站示意图

条文说明

客运汽车停靠站要做到选址合理、上下客方便、安全，设计上与当地风景、人文、历史相结合，突出地方特色，设施管理到位、干净、整洁。

13.2.6 风景优美路段、景观点可设置观景台，观景台宜根据需要独立设置或与小型停车区、服务站相结合。服务内容及配套设施可参照表 13.2.6 灵活选用。

条文说明

观景台设计应视野良好，独立设置的观景台进出口应方便、安全，并配置停车场和安全防护设施。观景台设计应与周边风景相融合、不突兀，做到空间布局合理、外型美观。

表 13.2.6 小型停车区、服务站建议服务内容及配套设施。

类型	功能	配套
小型停车区	停车、休息	简易停车场，卫生间等
服务站	旅游公路驿站	供游客短暂停留休息，供骑行者补给必需品，提供地方特色商品
	观景休息区	供游客停留、欣赏周边景观
		停车场，卫生间，地方特色展示销售，餐饮，照明、通信、加油、维修、必需品等供给设施
		停车场、卫生间、观景台、商店、休闲区等

13.3 管理设施

13.3.1 根据公路管理需求可设置养护站点等设施，宜结合场地条件和业务范围与其他沿线设施统筹布置。

13.3.2 管理、养护设施应合理布局、经济适用、环保节能。

13.3.3 管理、养护设施可就近与其他公路管养设施合并建设。

条文说明

根据各地调研，农村公路长期存在重建轻养的现象，且农村公路养护量大面广，简易养护比例大。因此合理布置养护站点，避免浪费。

13.3.4 多雨雪、冻雨地区，陡坡路段，宜利用边角空地规划防滑砂堆放区，堆放区不得影响交通。

条文说明

根据天气情况提前放置防滑砂，可有效改善上坡路段通行，且能保证下坡路段行车安全。

13.4 绿化

13.4.1 公路绿化美化宜以当地物种为主，树木花草结合，且满足行车视距要求，贴近自然设计，方便管养，避免过度绿化。

条文说明

绿化宜以乡土植物为主，外来植物为辅，做到与周边环境和谐统一。

13.4.2 风景优美路段宜遵循疏透原则进行绿化，与路域环境相协调。

条文说明

风景优美路段种植低矮草灌，可避免遮挡路域景观。

13.4.3 小交通量农村公路可利用边角空地等，结合当地风景、人文、历史等特色进行景观设计。

条文说明

小交通量农村公路景观设计宜强化农村特色，不宜搞大拆大建，利用简单的景观小品结合本土苗木绿化，融合周边农村特色旅游环境，体现美丽农村路的乡土气息。

13.5 其他

13.5.1 条件允许时，可根据需要设置绿道。

条文说明

绿道与路侧景观相结合，为周边居民提供步行、慢跑、骑行等健康活动空间。

13.5.2 村镇路段，可根据需要设置照明。

13.5.3 调头车道

1 四级路（II类）农村公路末端，宜设置调头车道，场地尺寸应能满足车辆调头需求，可与小型停车区合并设置。

2 调头场地根据场地情况，可采用圆形或条形。（调头车道）尺寸根据需要调头车辆组成、现场条件灵活确定。

条文说明

下图可作为参考示例。圆形场地可连续调头，条形场地需要倒车调头。



图 13.5.3 调头场地参考示例

附录 A 最小填土高度计算

A.1 最小填土高度

路基最小填土高度按式 A.1 计算。

$$H_{op} = \text{MAX} \{ (h_{sw} - h_0) + h_w + h_{bw} + 0.5, h_l + h_p, 0.8 + h_p, h_f + h_p \} \quad (\text{A.1})$$

式中： H_{op} ——路堤合理设计高度（m）；

h_{sw} ——设计洪水位（m）；

h_0 ——地面高程（m），

h_w ——破浪侵袭高度（m）；

h_{bw} ——壅水高度（m）；

h_l ——中湿状态路基临界高度（m）；

h_p ——路面厚度（m）；

h_f ——季节冻土地区路基冻深（m）。

A.2 波浪侵袭高度

在水面宽阔、路堤边坡受到波浪侵袭时，应计算波浪高度及波浪侵袭高。

1 波浪高度及波长的计算

波浪总高度 $2h$ 和波浪长度 $2L$ ，与水面宽度或吹程 D 、风速 W 和堤前水深 H 等因素有关，可按下列经验公式确定：

①根据某水库公路观测资料整理的经验公式（A.2-1）如下：

$$\begin{aligned} 2h &= 0.0166W^{5/4}D^{5/4} \\ 2L &= 10.8(2h)^{0.8} \end{aligned} \quad (\text{A.2-1})$$

式中： $2h$ ——浪高，即波峰至波谷的高度，m，波峰高出静水水面的高度可近似采用浪高的一半；

$2L$ ——波浪的长度，即相邻两波峰的间距，m；

D ——波浪推进方向的水面宽度，或称吹程，m，一般可采用与边坡坡面

相垂直方向的最大水面宽度；

W ——风速，m/s，可采用汛期研吹程方向的最大风速，一般应不低于15m/s。

②当风速为3~15m/s，水面宽度为3~30km，水深小于10m，波长小于水深的一半时，波浪总高度 $2h$ 和波浪长度 $2L$ ，可按式(A.2-2)计算：

$$\begin{aligned} 2h &= 0.0208W^{5/4}D^{1/3} \\ 2L &= 0.304WD^{1/2} \end{aligned} \quad (\text{A. 2-2})$$

式中符号意义同前。

③河谷形水库地区，对于水面宽度 $D < 100\text{km}$ 、水较深、风速大、浪较高的情况，则可按下式(A.2-3)计算：

$$\begin{aligned} 2h &= 0.073KW\sqrt{D\varepsilon} \\ 2L &= 0.073W\sqrt{D/\varepsilon} \end{aligned} \quad (\text{A. 2-3})$$

式中： W ——风速，m/s；

D ——水面宽度，km， $D = 18.4W^2\varepsilon$ ；

ε ——波浪陡度，

$$\varepsilon = \frac{1}{0.9(100 + W^2)^{\frac{1}{2}}}$$

K ——波浪特性系数，

$$K = 1 + e \frac{-0.4D}{W}$$

e ——自然对数的底，为2.72

2 波浪侵袭高的计算

波浪在路堤边坡上的侵袭高 h_z ，可按式(A.2-4)计算：

$$h_z = 3.20K_0(2h)\tan\alpha \quad (\text{A. 2-4})$$

式中： α ——路堤边坡与水平面的夹角，°；

K_0 ——与边坡坡面粗糙度和透水性有关的综合系数，见表A.2；

$2h$ ——波浪的总高度，m。

表 A.2 K_0 系数表

护坡种类	K_0	护坡种类	K_0
草皮及干砌片石	0.90	植树或设有大块石料的边坡	0.77
一层或两层片石加固的护坡	0.75	抛石	0.60

上式适用于边坡坡角为 $14\sim 45^\circ$ (即 $1:4\sim 1:1$) 及波浪总高 $2h$ 小于 $1.5m$ 的情况。

当路堤设有护坡道或下边坡坡度不同时, 上式中的 $\tan \alpha$ 应改用下式 (A.2-5)、(A.2-6) 计算:

$$\tan \alpha = \frac{1-0.2\sqrt{\frac{b}{2h}}}{m_2} + 2\frac{t}{2L} \left(\frac{1}{m_1} - \frac{1-0.2\sqrt{\frac{b}{2h}}}{m_2} \right) \quad (\text{A.2-5})$$

当护坡道宽度 $b=0$ 时, 则

$$\tan \alpha = \frac{1}{m_2} + 2\frac{t}{2L} \left(\frac{1}{m_1} - \frac{1}{m_2} \right) \quad (\text{A.2-6})$$

式中: b ——护坡道宽度, m ;

t ——静水位距护坡道的高度, m ;

m_1 、 m_2 ——上下边坡坡率;

$2L$ ——波浪长度, m 。

3 不考虑波浪侵袭高的情况

1) 水面宽度 (吹程) 小于 $0.2km$ 者;

2) 水深 $1.0m$ 以下者;

3) 计算波浪高度在 $0.15m$ 以下者;

4) 河滩附近有不被波浪淹没的树林者。

附录 B 路基横断面

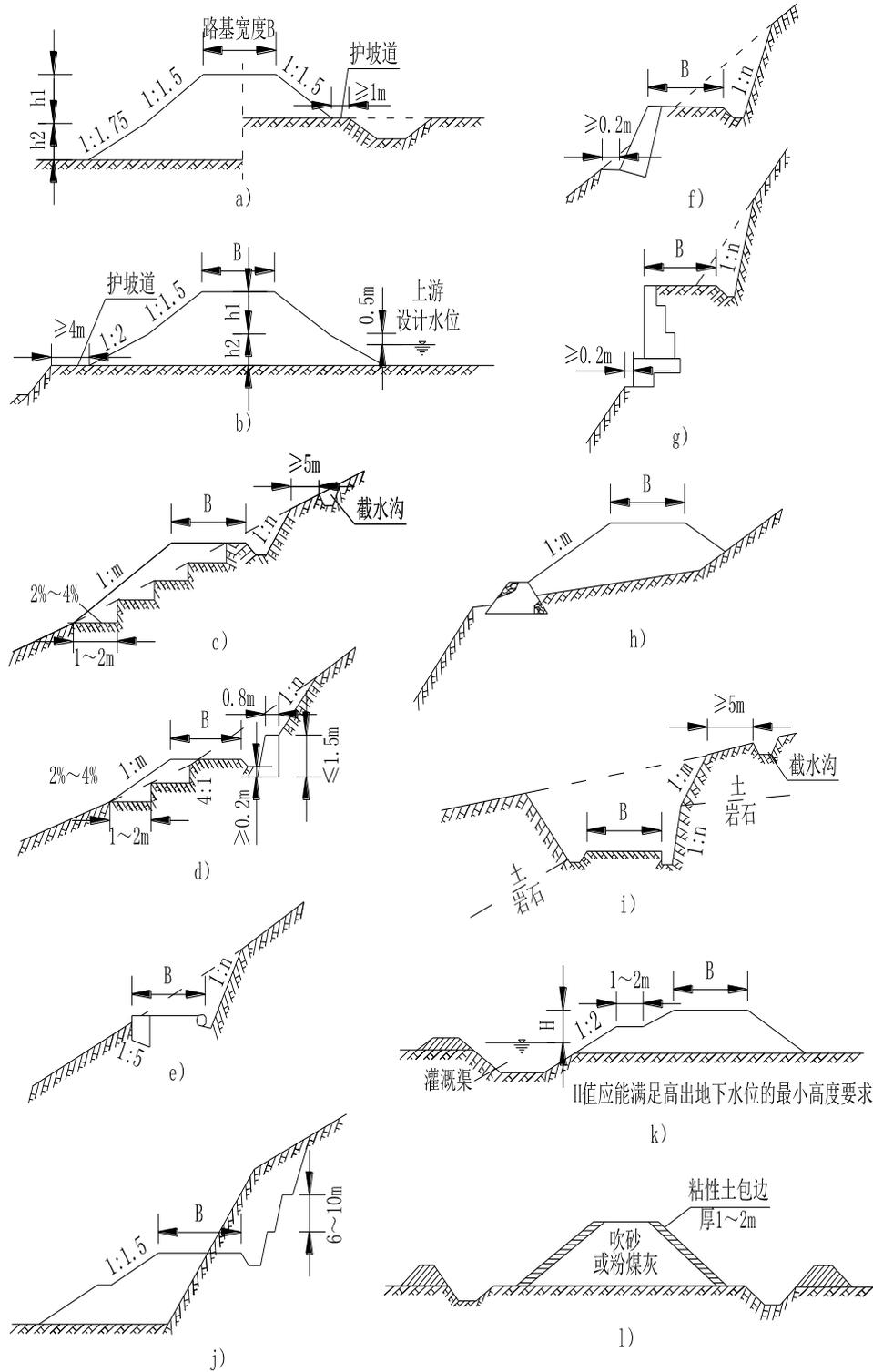


图 B 路基常用的典型横断面图式

- a) 一般路基；b) 沿河路堤（桥头引道、河滩路堤）；c) 半填半挖路基；d) 矮墙路基；e) 护肩路基；f) 砌石路基；g) 挡墙路基；h) 护脚路堤；i) 挖方路基；j) 边坡台阶形路基；k) 利用挖渠的土填筑路基；l) 吹砂或粉煤灰路基

附录 C 路基防护工程冲刷计算

C.1 路基直接防护工程的一般冲刷计算

路基直接防护如片石护坡、混凝土板护坡、石笼防护、挡土墙等顺水构造物，一般只顾及河槽自然变形及一般冲刷；自然变形考虑坡脚可能发生最大的河槽水深；一般冲刷则按坡脚处设计水深计算冲刷深度，用于不同类型河段的计算公式如下：

1) 全国汇总 64-1 式适用于平原次稳定河段、平原游荡性河段、半山区山前区变迁性河段和山区稳定性河段。

$$h_p = \frac{q_{\max}}{V_z} \quad (\text{C. 1-1})$$

式中： h_p ——河道断面（设计断面）一般冲刷后的最大水深，m；

q_{\max} ——冲刷停止时断面上最大单宽流量， m^3/s ；

V_z ——冲止流速，即冲刷停止时的垂线平均流速， m/s 。

根据我国实测资料分析结果：

$$q_{\max} = A \frac{Q_s}{b} \left(\frac{h_{\max}}{h_j} \right)^{5/3}$$

$$V_z = E d_j^{1/6} h_p^{2/3} \quad (\text{C. 1-2})$$

因此，64-1 式的基本形式为：

$$h_p = \left[\frac{A \frac{Q_s}{b} \left(\frac{h_{\max}}{h_j} \right)^{5/3}}{E d_j^{1/6}} \right]^{3/5} \quad (\text{C. 1-3})$$

式中： b ——修建防护构造物后，在设计洪水位时的水面宽度，m；

Q_s ——在 b 宽度范围内的流量， m^3/s ，如为压缩河道则不是设计流量；

h_{\max} ——设计断面冲刷前的最大水深，m；

h_j ——设计断面冲刷前的平均水深，m；

d_j ——河床土的平均粒径, mm;

E ——与含沙量 ρ 有关的系数, 当 $\rho < 1.0\text{kg/m}^3$, $E=0.46$; $1 < \rho < 10\text{kg/m}^3$, $E=0.66$; $\rho > 10\text{kg/m}^3$, $E=0.86$; 含沙量 ρ 采用历年汛期月最大含沙量平均值, 或由实测决定。

A ——单宽流量集中系数;

$$A = \left(\frac{\sqrt{B}}{H} \right)^{0.15}$$

B ——造床流量时河段平均水面宽, m;

H ——造床流量时的平均水深, m。

2) 对于平原稳定河段及山区稳定性河段, 可采用式 (C.1-4) 计算。

$$h_p = p \cdot h = \frac{\Omega}{\Omega'} \cdot h \quad (\text{包尔达柯夫一般冲刷公式}) \quad (\text{C.1-4})$$

式中: h_p ——冲刷停止后的垂线水深, m;

h ——河道压缩前护坡脚附近的天然水深, m;

p ——冲刷系数;

Ω ——未压缩的河道过水面积, m^2 ;

Ω' ——压缩后冲刷前的河道过水面积, m^2 。

公式假定有推移质的天然河道, 当压缩断面的流速恢复到压缩前的天然流速时, 冲刷即停止。

3) 对于无泥沙运动的河滩, 可按式 (C.1-5) 计算。

$$h_p = \frac{q_p}{V_n} \quad (\text{C.1-5})$$

式中: h_p ——河滩上冲刷后的垂线水深, m;

V_n ——在冲刷过程中裸露出来的河滩土的不冲刷流速, m/s;

q_p ——河滩部分的单宽流量, m^3/s 。

在河滩范围内单宽流量再分配现象很微小, 可忽略不计。

$$V_n = V_1 h_p^{1/5} \quad (\text{C. 1-6})$$

式中： V_1 ——当水深为 1m 时，裸露出来的河滩土的容许不冲刷流速，m/s，见表

C. 1。

表 C. 1 河床土的容许不冲刷流速

河床土质	淤泥	细砂	砂黏土	粗砂	粘土	砾石	卵石	漂石
V_1 (m/s)	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.5	2.0

$$q_p = \frac{Q_n}{B_n} \left(\frac{h_{\max}}{h_j} \right)^{5/3} \quad (\text{C. 1-7})$$

式中： B_n ——压缩后河滩部分宽度，m；

h_{\max} ——设计洪水位时冲刷前断面最大垂线水深，m；

h_j ——设计洪水位时冲刷前断面评价水深，m；

Q_n ——河道压缩后河滩部分通过的流量， m^3/s 。

$$Q_n = Q'_n \cdot \frac{Q}{Q_m} \quad (\text{C. 1-8})$$

式中： Q'_n ——河道未压缩前河滩部分通过的流量， m^3/s ；

Q ——设计总流量， m^3/s ；

Q_m ——压缩宽度范围内天然通过的流量， m^3/s 。

由此得河滩上一般冲刷计算公式（安德烈也夫河滩冲刷公式）：

$$h_p = \left[\frac{\frac{Q_n}{B_n} \left(\frac{h_{\max}}{h_j} \right)^{5/3}}{V_1} \right]^{5/6} \quad (\text{C. 1-9})$$

上列三个一般冲刷计算公式，宜根据河段类型及河滩有无泥沙运动，选用其中的一种；必要时，也可用两种公式试算，最后选用一种冲刷深度。

C. 2 防护工程的局部冲刷（斜冲刷）计算

与水流流向交角大于 20° 的直接防护构造物或丁坝等间接防护构造物均需

计算斜向冲刷所引起的局部冲刷，计算公式（雅罗斯拉夫采夫局部冲刷公式）。

对于非粘性土河床：

$$h_b = \frac{23 \tan \frac{\alpha}{2}}{\sqrt{1+m^2}} \cdot \frac{V^2}{g} - 30d \quad (\text{C. 2-1})$$

对于粘性土河床：

$$h_b = \frac{23 \tan \frac{\alpha}{2}}{\sqrt{1+m^2}} \cdot \frac{V^2}{g} - \frac{6V_n^2}{g} \quad (\text{C. 2-2})$$

式中： h_b ——建筑物前局部冲刷坑深度，m；

α ——水流方向与构造物迎水面之间切线的交角，对于丁坝一般用 90° ，在变迁性河段要考虑水位变化时的最大交角，当 $\alpha < 20^\circ$ 时，一般可不计算局部冲刷；

V ——行近水流的平均流速，m/s，对于导流堤可用压缩断面冲刷前的平均流速；对于河滩上的防护构造物宜用河滩上的平均流速，但不小于河滩土的容许不冲刷流速；对于河槽边的防护构造物，可用河槽中的平均流速；

m ——边坡系数，等于构造物边坡角的余切；

g ——重力加速度，为 9.8m/s^2 。

d ——冲刷过程中裸露出来在冲刷坑底的河床土的最大粒径，m；

V_n ——裸露出来的冲刷坑内土的容许不冲刷流速，m/s。