

公路工程
基本知识

公路基

(第 二 版)

人 民 交 通 出 版 社

公路工程基本知识

公路路基

(第二版)

南京工学院《公路路基》编写组

人民交通出版社

内 容 提 要

本书是《公路工程基本知识》丛书中的一册。内容介绍公路路基基本知识,其中包括:路基的强度与稳定性,路基设计方法,路基排水、防护、加固工程,以及路基施工基本知识等。这次重版,为了满足读者要求,又请原作者对该书内容进行修改和补充。

本书可供公路、城市道路以及森林、厂矿部门修建、养护道路的工人及管理干部阅读,也可作为培训上述人员的教材。

公路工程基本知识

公 路 路 基

(第 二 版)

南京工学院《公路路基》编写组

人民交通出版社出版

(北京市安定门外和平里)

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

宣化印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 6 字数: 135千

1977年12月 第1版

1981年11月 第2版 第4次印刷

印数: 40501—47000册 定价: 0.95元

第二版说明

为了适应公路部门广大工人及管理干部学习专业技术的需要，我社特约请有关单位组织力量编写这套“公路工程基本知识丛书”。这套丛书共分为《公路工程》、《公路路线》、《公路路面》等若干分册。这本《公路路基》系南京工学院道路教研组《公路路基》编写组编写（编写组由庄海涛、周宪华、李峻利三人组成，由周宪华执笔）。

这套丛书第一版出版以来，受到公路部门广大职工的欢迎，有些单位还将本丛书作为培训工人的教材，多次要求重印。为了更好地满足广大读者的要求，我社又请作者对这套丛书的内容进行修订补充，并对第一版中疏漏之处加以纠正。

本书修订时，新《公路工程技术标准》尚未颁布，书中仍采用1972年试行标准，有关内容只能待以后再按新标准修改。

对这套丛书的内容，欢迎广大读者提出宝贵意见，径寄北京安定门外和平里人民交通出版社，以便重印时修改。

目 录

第一章 公路路基的基本概念	1
第一节 路基工程的一般特点	1
第二节 路基的典型断面	2
第三节 路基设计的基本要求	6
第四节 路基的常见病害	7
第五节 路基设计的基本内容	11
第二章 路基的强度与稳定性	12
第一节 路基受力与强度	12
第二节 路基的水温状况	18
第三节 路基用土与压实	26
第四节 土的抗剪强度	37
第三章 一般路基设计	43
第一节 路基横断面设计	43
第二节 土路基边坡稳定性验算	58
第三节 路基稳定措施	76
第四节 路基工程的附属设施	79
第四章 路基排水	85
第一节 路基排水的要求与设备分类	85
第二节 地面排水设置	89
第三节 排水沟渠的水文与水力计算	99
第四节 地下排水	109
第五章 路基防护与加固	114

第一节	防护与加固工程的要求和分类·····	114
第二节	坡面防护·····	117
第三节	堤岸防护·····	126
第六章	路基挡土墙的设计·····	133
第一节	分类与构造·····	138
第二节	土压力计算·····	147
第三节	挡土墙的稳定性验算·····	153
第四节	挡土墙计算示例·····	158
第七章	路基建筑·····	169
第一节	路基建筑的基本内容·····	169
第二节	土质路基施工·····	175
第三节	岩石路基施工·····	186

第一章 公路路基的基本概念

内 容 提 要

本章着重说明什么是公路路基,扼要介绍公路路基的一般特点与断面形式,说明路基设计的基本原则与要求,简要分析路基常见病害,概括路基设计内容,目的是介绍路基工程的基本概念,并为以下各章提出要解决的问题。

第一节 路基工程的一般特点

公路路基是路面的基础,目的是为路面提供一个平整层,并承受路面传递下来的荷载,是保证路面强度与稳定性的重要条件之一。因此,路基应在行车荷载和自然因素的综合作用下,具有良好的使用品质。

从工程性质和结构特点来说,公路路基主要是为土壤或石块等修建而成的一种线型结构物,它的结构型式比较简单,但工程数量很大,而且往往比较集中,施工时需要集中较多的人力和设备,常是控制公路施工进度的关键。特别是由于路基长距离地敷设在地表面上,它的稳定性受到地形、地质、土壤、水文和气候的影响极大,如果设计和施工不当,容易产生经常性的各种病害,导致路基路面破坏,影响交通和行车安全,耗费较大投资进行抢险和修复。此外,由于公路路基占地面积很大,不可避免地要占用一些农田和改变原有的农业排灌设施,必须妥善处理同农田水利基本建设的关系。由此可见,搞好路基工程并非轻而易举,那种把路

堑设计工作，仅仅看做是“戴帽子”（画路基横断面图）、算土石方，而其他方面很少考虑，这种认识显然是片面而有害的。

重视和搞好路基工程，关键在于加强调查研究，摸清沿线自然条件，尤其要查明地质和水文情况，了解农田基本建设现状和发展规划，因地制宜，抓住重点，综合考虑。

第二节 路基的典型断面

路基按其横断面的挖填情况，大致可分为路堤（填方路基）、路堑（挖方路基）和半挖半填三种基本类型。

路基是设在自然条件千变万化的地面上，挖填标高要按纵向坡度的需要而定，又由于设有排水和防护等工程设施，因此路基横断面的型式变化很大，但是按其结构特点大致可归纳如图1-1~1-3所列的几种典型断面。

图1-1是几种填方路基，称为路堤。其中填方高度 h 不超过1.0米时，属于矮路堤，它的质量关键是水温状况的调节，要求地基有一定承载力，按规定标准严格控制最小填土高度，保证地下水及两侧沟渠积水，不致浸湿路基，以防路基路面（特别是黑色路面）受害而破坏。填方高度大于6~8米的一般路基，边坡要相应放缓。填方高度大于12米的高路堤，边坡应进行个别设计，并进行稳定性验算。沿河路堤的浸水部分，边坡应按规定放缓和加固，同时还可考虑设置宽度 ≥ 1.0 米的平台，称为护坡道，以保证边坡稳定。当原地面横坡较陡，有时甚至与填方路基边坡接近平行，以致路基不稳定，填方有可能沿山坡向下滑动，或者填方数量太大及占地太宽，可考虑设置石砌护脚。从路基的强度与稳定性出发，各种路堤的质量关键是填料的选择和土基的压实，同时要注意排水及防护与加固。

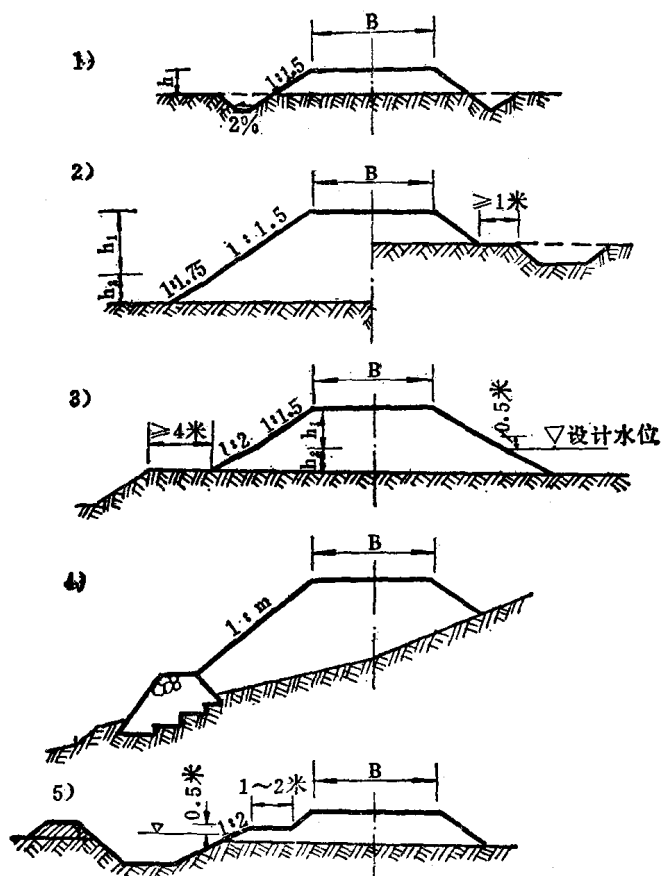


图1-1 填方路基典型断面图

1)矮路堤；2)一般路堤；3)沿河路堤；4)护脚路堤；5)挖渠填筑路堤

图1-2是挖方路基的几种典型断面，称为路堑。路堑开挖后破坏了原地层的天然平衡状况，它的质量关键主要是取决于地质条件与挖方深度，并且集中表现在边坡稳定性上。地质条件愈差，挖方愈深，则边坡宜愈缓，必要时还应予以加固。深路堑碰到岩性变化时，边坡亦宜相应改变而成折线

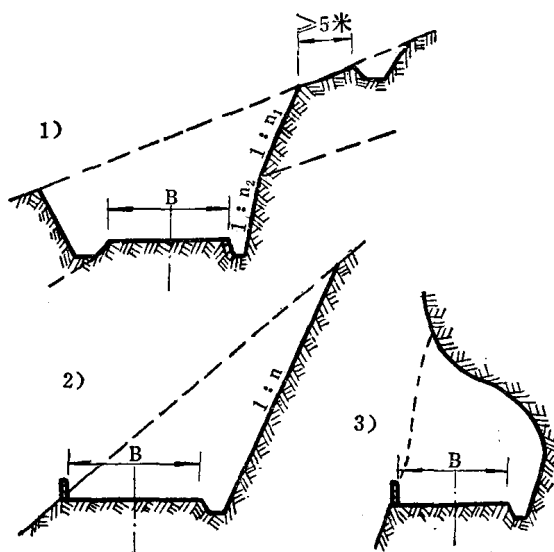


图1-2 挖方路基典型断面图

1)挖方路基；2)台口式路基；3)半山洞路基

形。陡峭山坡上的半路堑，可挖成台口式路基，力求避免少量的局部填方。整体性的坚硬岩层，为节省石方工程，有时可采用半山洞路基，但要确保安全可靠，不得滥用。除地质条件而外，路堑边坡的稳定性，还同时取决于水文状况。地质条件愈差，水的破坏作用愈明显。因此，路堑的排水，尤其地质条件不良的深路堑排水，要特别注意，一般应设置必要的边沟、截水沟及地下排水结构物。

图1-3是半挖半填路基的几种典型断面，它是路堤和路堑的综合形式，主要是设在较陡的山坡上。此类路基横断面的形式及其稳定性，同原地面的倾斜度有密切关系。其中填方部分，在自重作用下有可能沿原地面下滑，要求在填筑前将地面上的杂草、松动浮土和石块，加以清除，并做好排水设施，有时还应将地面拉毛，增强填方与原地面的抗滑能

力，必要时对边坡脚进行支撑。一般要求，当原地面倾斜度陡于1:5时，填方部分的土质地面应挖台阶；如原地面陡于1:2，以致无法填筑或占地太宽、填方数量太大，则可根据实际情况，充分利用废石方，修筑支撑式路基，其中包括叠

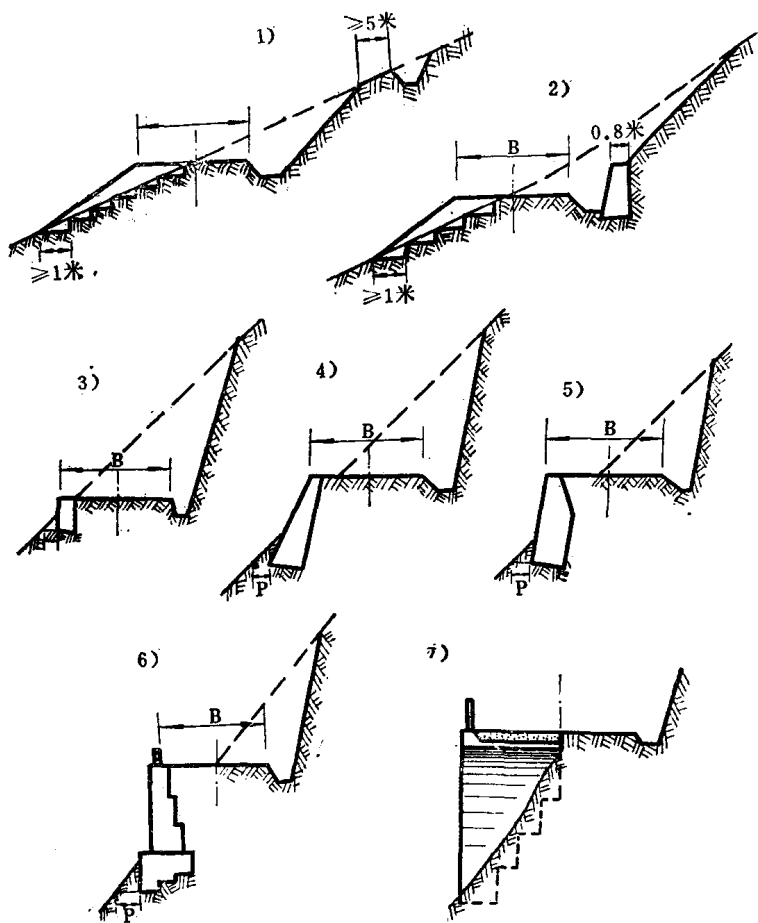


图1-3 半挖半填路基典型断面图

1) 一般半挖半填路基；2) 矮挡墙路基；3) 护肩路基；4) 砌石路基；5) 护墙路基；6) 挡土墙路基；7) 半山桥

砌、护墙、护脚、挡土墙和半山桥等。

总之，我国幅员广阔，地形、地质等自然条件差别很大，长期以来各地民间有着大量的具有地方性独特的建筑经验，尤其是解放以后在群众性筑路实践中，各地创造出很多经济、实用和美观的公路路基结构物，其中如黄土地区的“土桥”、广大山区利用地方性材料在陡坡上砌筑卵石护墙及干砌片石高挡墙等，值得总结提高和就地推广采用。

第三节 路基设计的基本要求

路基设计必须遵循公路基本建设的方针政策，满足路基使用的需要，结合当地自然条件，调查研究，坚持先设计后施工，严格掌握技术标准，确保工程质量，以免遗留后患，影响交通，造成浪费。

路基是公路的主要结构物之一，除其结构尺寸必须符合设计标准外，还应在各个方面保证满足以下几点要求：

1. 具有足够的整体稳定性。路堤是直接修筑在地面上，路堑本身就是地层的一部分，因此路建成后，实际上改变了原地层的天然平衡状态，就有可能导致路堤沿较陡或较润滑的山坡上下滑，或路堑边坡在失去天然支撑的情况下产生崩塌，使路基失去整体稳定性。因此，采取适当的工程措施，如排水、支撑与加固等，确保路基整体稳定性，是公路正常使用的先决条件之一。

2. 具有足够的强度。公路上的行车荷载，通过路面传给路基一定的压力，路基自身及路面的重量，亦给路基下层和地基一定的压力，均可能使路基产生变形，直接损坏路面的使用品质。因此，要求路基具有足够的强度（坚固性），以保证在外力作用下，不致产生超过容许范围的变形。

3. 具有足够的水稳定性。路基在地面水和地下水的作用

下，如浸湿、冲刷和掏空等，将使路基的强度显著降低。在季节性冰冻地区，还会发生周期性冻融作用，使路基土体内的水分聚积，造成路基填土松软和翻浆，强度急剧下降。因此，对于土质路基不仅要求具有足够的强度，而且要保证在最不利的水温状况下，强度不致显著降低，以保证路面处于正常的稳定状态，亦即要求路基具有足够的水稳定性。

第四节 路基的常见病害

路基的破坏现象是多种多样的，其原因亦是错综复杂的。其中常见的破坏现象，可扼要归纳和分析如下。

一、常见病害

1. 路堤的沉降

路基因填料（主要指土壤）不当，填筑方法不合理，压实不足，在荷载和水温的综合作用下，堤身可能向下沉陷，如图1-4。所谓填筑方法不合理，包括不同土壤混杂、未分层填筑和压实、土中含有未经打碎的大土块或冻土块等。填石路堤亦因石料规格不一，性质不匀，或就地爆破堆积，乱石中空隙很大，在一定期限内（例如经过一个雨季），亦可能产生局部的明显下沉。此外，原地面比较软弱，例如遇到泥沼、流沙或垃圾堆积等，填筑前未经换土或压实，地基下沉，亦可能引起路堤下陷。路堤不均匀下陷，造成局部路段破坏，影响公路交通。

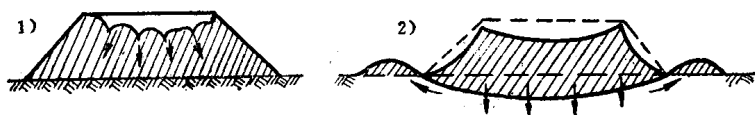


图1-4 路堤沉降示意图

1) 堤身下陷；2) 地基下陷

2. 路基边坡的坍方

路基边坡的坍方是最常见的路基病害，亦是水毁的普遍现象。按照破坏规模与原因的不同，路基边坡坍方可以分为剥落、碎落、滑坍、崩坍及塌坍等，如图1-5。

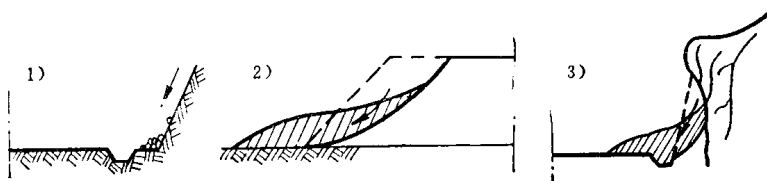


图1-5 路基边坡坍方示意图

1)剥(碎)落；2)滑坍；3)崩坍

剥落是指边坡表土层或风化岩层表面，在大气的干湿或冷热的循环作用下，表面发生胀缩现象，零碎薄层成片状或带状，从边坡上剥落下来，而且老的脱落后，新的又不断产生。此种破坏现象，对填土不均匀和易溶盐含量大的土层（如黄土等），及泥灰岩、泥质页岩、绿泥岩等松软岩层，较易产生。路堑边坡剥落的碎屑，堆积在坡脚下，堵塞边沟，影响路基的稳定和妨碍交通。

碎落是岩石碎块的一种剥落现象，其规模与危害程度，比剥落严重，产生的主要原因是路堑边坡较陡（大于 45° ）、岩石破碎和风化严重，在胀缩、震动及水的浸蚀与冲刷作用下，块状碎屑沿坡面向下滚落。如果落下的岩块较大（直径在40厘米以上），以单个或多块落下，此种碎落现象，可称为落石或坠落。落石的石块较大，降落速度极快，所产生的冲击力，可使路基结构物遭到破坏，亦会威胁到行车和行人的安全，有时还会引起其他病害同时发生。

滑坍是指路基边坡土体或岩石，沿着一定的滑动面成整体状向下滑动，其规模与危害程度，较碎落更为严重，有时

滑动体可达数百方以上，造成严重阻车。产生滑坍的主要原因，是边坡较高（大于10~20米）、坡度较陡（陡于 50° ），填方不密实，缺少应有的支撑与加固，挖方的岩层对公路成顺向坡，岩层倾角在 $50^\circ\sim 75^\circ$ 之间，夹有较弱和透水的薄层，或岩石严重风化等，在水的浸蚀和冲刷作用下，形成滑动面，致使土石失去平衡，产生滑坍。

崩坍的规模与产生原因，同滑坍有共同之处，亦是比较常见而且危害较大的路基病害之一。它同滑坍的主要区别，就在于崩坍无固定滑动面，亦无下挫现象，即坡脚线以下地基无移动现象，崩坍体的各部分相对位置，在移动过程中完全打乱，其中较大石块翻滚较远，边坡下部形成倒石堆或岩堆。

此外，还有塌坍（亦称为堆塌）等，其成因与形态同崩坍相似，但塌坍主要是土体（或土石混杂的堆积物）遇水软化，在 $45^\circ\sim 60^\circ$ 的较陡边坡无支撑情况下，自身重量所产生剪切力，超过粘结力和摩擦力所构成的抗剪力，沿松动面坠落散开，它的变形速度比崩坍慢，很少有翻滚现象。

3. 路基沿山坡滑动

在较陡的山坡填筑路基，如果原地面较光滑，未经凿毛或人工挖台阶，或丛草未清除，坡脚又未进行必要的支撑，特别是同时又受水的润滑，填方与原地面之间抗剪力很小，填方在荷载作用下，有可能使路基整体或局部沿原地面向下移动，使路基失去整体稳定性，如图1-6。此种破坏现象，虽不普遍，但亦不应忽视，如果不针对上述产生原因，采取预防措施，整体稳定性的破坏亦将会出现。

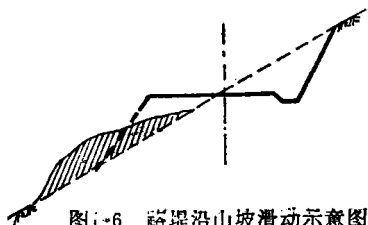


图1-6 路基沿山坡滑动示意图

4.特殊地质水文情况下的毁坏

公路通过不良地质和水文地带，或遇较大的自然灾害，如滑坡、岩堆、错落、泥石流、雪崩、岩溶（即喀斯特地区）、地震及严重冰冻与特大暴雨等，均能造成路基结构物的大量破坏^①。

二、原因的综合分析

由上面简要介绍可知，路基病害的原因是多方面的，各种病害既有各自特点，又往往是具有共同原因，大致可归纳为以下几个方面。

1.不良的工程地质与水文地质条件。如地质构造复杂，岩层走向及倾角不利，岩性松软，风化严重，土质较差，地下水位较高，以及其他特殊不良地质灾害等。

2.不利的水文与气候因素。如降雨量大、洪水猛烈、干旱、冰冻、积雪或温差特大等。

3.设计不合理。如断面尺寸不合要求，其中包括边坡值不当、挖填布置不符要求、最小填土高度不足，以及排水、防护与加固不妥等。

4.施工不合规定。如填筑顺序不当，土基压实不足，盲目采用大型爆破，以及不按设计要求和操作规程进行施工，工程质量不合标准等。

上述原因中，地质条件是影响路基工程质量和产生病害的基本前提，水是路基病害的主要原因，为此必须强调设计前进行地质与水文的勘察工作，针对具体条件及各种因素的综合作用，采取正确的设计方案与施工方法才能消除和尽可能减轻路基病害，确保路基工程达到规定的质量要求。

① 参考有关专门书籍，本书因篇幅所限，不予详述。

第五节 路基设计的基本内容

综合以上所述,根据路基工程的特点和使用要求,为了搞好路基工程,消除病害,保证路基具有足够的强度与稳定性,路基设计应包括下列工作内容。

1.做好沿线自然情况的勘查工作,收集必要的设计资料,作为路基设计的依据。

2.结合公路勘测设计,确定路基中心位置,算出路基填挖深度。

3.确定路基横断面,其中包括路基宽度、最小填土高度及边坡坡度,必要时对高路堤、深路堑及其他特殊路基,进行个别设计与稳定性验算。

4.路基排水设计,包括排水系统的总体布置,以及地面排水和地下排水结构物的设计与计算。

5.路基防护与加固设计,包括坡面防护、堤岸防护与支挡建筑,如砌石、石笼、丁坝、护墙及挡土墙等结构物的布置与计算。

6.路基附属工程的布置,其中包括取土坑、弃土堆、护坡道、碎落台及辅道等。

7.施工组织设计,主要是确定施工方案,选择施工方法,安排施工进度,以及调配施工人力与设备等。

8.编制施工预(概)算与有关设计文件。

以上内容是公路设计的重要项目,设计完成后经上级审批后,即为路基施工的依据。