



全国高等院校土建类专业实用型规划教材

路基路面工程

LUJI LUMIAN GONGCHENG

袁玉卿 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn



全国高等院校土建类专业实用型规划教材

路基路面工程

主 编 袁玉卿
副主编 王朝辉 王树伟
参 编 董 祥 李丽慧 蔚旭灿 黎 鹏



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

全书共 18 章, 包括路基路面的基本概念和基础知识、路基稳定性、防护, 挡土墙设计, 路基排水, 路基施工, 路面结构类型, 沥青路面, 水泥混凝土路面, 复合式路面, 新型路面, 路面排水, 路面使用性能评价, 路面养护等内容。

本书适用于土建类专业(公路工程、城市道路工程、桥梁与隧道工程、机场工程、土木工程等专业)本科生的学习, 也可供从事道路工程相关专业的工程技术人员及管理人员参阅。

图书在版编目 (CIP) 数据

路基路面工程/袁玉卿主编. —北京: 中国电力出版社, 2010
全国高等院校土建类专业实用型规划教材
ISBN 978 - 7 - 5083 - 9668 - 2

I. ①路… II. ①袁… III. ①路基 - 道路工程 - 高等学校 - 教材
②路面 - 道路工程 - 高等学校 - 教材 IV. ①U416

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 208938 号

中国电力出版社出版发行

北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>

责任编辑: 关童 未翠霞 E-mail: guan_tong@cepp.com.cn

责任印制: 陈焊彬 责任校对: 常燕昆

北京丰源印刷厂印刷·各地新华书店经售

2010 年 4 月第 1 版·第 1 次印刷

印数: 0001 ~ 3000 册

787mm × 1092mm 1/16 · 24 印张 · 595 千字

定价: 39.80 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签, 加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

本社购书热线电话 (010 - 88386685)

前 言

本书是中国电力出版社全国高等院校土建类专业实用型规划教材之一，针对土建类专业（公路工程、城市道路工程、桥梁与隧道工程、机场工程、土木工程等专业）的人才培养目标和培养模式，在总结教学实践经验的基础上，吸收同类教材的优点编写而成。

《路基路面工程》是高等学校交通土建类专业的重要必修课，课程涉及的内容广泛并与工程实践联系密切。

本书以我国现行最新的相关工程技术标准和规范为依据，大量汲取国内外最新的研究成果和工程实践经验，重点阐述路基路面的基本概念、基本理论和基本方法，并融入新理论、新技术、新方法及新进展。

全书共分 18 章，包括路基路面的基本概念和基础知识，路基稳定性、防护，挡土墙设计，路基排水，路基施工，路面结构类型，沥青路面、水泥混凝土路面，复合式路面，新型路面，路面排水，路面使用性能评价，路面养护等内容。

本教材由袁玉卿任主编，王朝辉、王树伟任副主编，长安大学王选仓教授任主审。参加编写的有：蔚旭灿、袁玉卿合编第 1 章，王树伟（第 2、3、13 章），李丽慧（第 4、5、6 章），黎鹏（第 7 章），袁玉卿（第 8、11、12、15 章），董祥（第 9、10、16 章），王朝辉（第 14、17、18 章）。

本书在编写的过程中，参考了有关标准、规范、教材和论著，在此谨向有关编著者表示衷心的感谢！

由于作者水平有限，书中难免有不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第 1 章 总论	1
1.1 我国公路的发展概况	1
1.2 公路的基本组成	1
1.3 路基路面工程及其特点	2
1.4 路基路面的影响因素	4
1.5 公路自然区划	5
复习思考题	7
第 2 章 路基工程概论	8
2.1 路基的标准横断面	8
2.2 路基的典型横断面	9
2.3 路基干湿类型	12
2.4 路基的常见病害	15
2.5 路基的稳定性	18
复习思考题	19
第 3 章 路基稳定性设计	20
3.1 路基设计基本原理	20
3.2 边坡稳定性分析方法	24
3.3 陡坡路堤稳定性验算	31
3.4 浸水路堤稳定性验算	33
复习思考题	36
第 4 章 路基防护与加固	38
4.1 坡面防护	38
4.2 冲刷防护	43
4.3 软土地基加固	45
4.4 支挡建筑物	47
复习思考题	47
第 5 章 挡土墙	48
5.1 挡土墙的类型及作用	48

5.2 挡土墙的一般要求	51
5.3 挡土墙设计步骤与方法	55
5.4 衡重式挡土墙设计	63
5.5 浸水路堤挡土墙设计	65
复习思考题	69
第6章 路基排水	70
6.1 排水的目的与意义	70
6.2 路基路面排水设计的一般原则	70
6.3 排水设计的降雨重现期	71
6.4 地面排水设计	71
6.5 地下排水设计	79
6.6 综合排水设计	82
复习思考题	83
第7章 路基施工	84
7.1 路基施工特点	84
7.2 路基施工的一般准备工作	84
7.3 土质路基施工	85
7.4 石质路基施工	92
7.5 土石混填路基施工	102
7.6 其他特殊路基施工	104
复习思考题	114
第8章 路面工程概论	115
8.1 路面特点	115
8.2 路面构造	117
8.3 路面类型及适用范围	119
8.4 路面材料强度	120
复习思考题	123
第9章 路面基(垫)层	124
9.1 路面基(垫)层的特性	124
9.2 路面基(垫)层施工及质量控制	146
复习思考题	154
第10章 简易路面	156
10.1 块料路面	156
10.2 级配碎(砾)石路面	162
10.3 无机结合料稳定路面	165
复习思考题	166

第 11 章 沥青路面	167
11.1 沥青路面的组成.....	167
11.2 沥青路面的要求.....	167
11.3 沥青路面的分类.....	168
11.4 沥青路面的稳定性与耐久性.....	170
11.5 沥青路面材料的要求.....	173
11.6 沥青路面施工技术.....	177
复习思考题.....	191
第 12 章 沥青路面设计	192
12.1 设计工作内容.....	192
12.2 设计遵循的原则.....	193
12.3 结构设计方法.....	193
12.4 沥青路面破坏状态与设计标准.....	193
12.5 轴载分析与交通分级.....	197
12.6 沥青路面结构组合设计.....	201
12.7 沥青路面新建设计.....	208
12.8 沥青路面改建设计.....	220
复习思考题.....	226
第 13 章 水泥混凝土路面	227
13.1 水泥混凝土路面的主要特点.....	227
13.2 水泥混凝土路面的分类.....	227
13.3 水泥混凝土路面对材料的要求.....	228
13.4 水泥混凝土路面的构造.....	231
13.5 水泥混凝土路面结构设计.....	234
13.6 水泥混凝土路面施工及质量控制.....	243
复习思考题.....	250
第 14 章 复合式路面	251
14.1 概述.....	251
14.2 CC-AC 复合式路面材料.....	252
14.3 CC-AC 复合式路面设计.....	255
14.4 CC-AC 复合式路面施工关键技术.....	264
复习思考题.....	270
第 15 章 新型路面	271
15.1 融雪化冰路面.....	271
15.2 低噪声路面.....	280
15.3 彩色沥青路面.....	285

复习思考题	296
第 16 章 路面排水	297
16.1 水对路面的损坏	297
16.2 路面表面排水	298
16.3 路面内部排水	302
16.4 中央分隔带排水系统	306
16.5 边缘排水系统	308
16.6 排水基层的排水系统	311
16.7 排水面层的排水系统	313
复习思考题	316
第 17 章 路面使用性能评价	317
17.1 路面数据采集	317
17.2 路面使用性能单项评价指标与标准	326
17.3 常用路面使用性能综合评价	334
17.4 路段合理划分	336
复习思考题	340
第 18 章 路面养护	341
18.1 预防性养护	341
18.2 沥青路面养护	349
18.3 水泥路面养护	363
复习思考题	372
参考文献	373

第 1 章

总 论

1.1 我国公路的发展概况

尽管中国曾经创造了领先于世的古代道路文化。但是由于长期的封建制度和近百年帝国主义列强的侵略和掠夺，束缚了生产力的发展，中国公路的兴建迟至 20 世纪初才开始，并且在旧中国发展十分缓慢。

公路交通是发展现代经济的重要基础设施之一，也是衡量一个国家经济发展水平的重要标志。截至 2008 年底，全国公路总里程达 373.02 万 km。其中，国道 15.53 万 km，省道 26.32 万 km，县道 51.23 万 km。全国等级公路里程 277.85 万 km，其中二级及以上高等级公路里程 39.97 万 km，占公路总里程的 10.7%。按公路技术等级分，各等级公路里程分别为：高速公路 6.03 万 km，一级公路 5.42 万 km，二级公路 28.52 万 km，三级公路 37.42 万 km，四级公路 200.46 万 km，等外公路 95.16 万 km。按公路路面类型分，各类型路面里程分别为：有铺装路面 146.48 万 km，其中沥青混凝土路面 44.11 万 km，水泥混凝土路面 102.37 万 km；简易铺装路面 53.08 万 km；未铺装路面 173.45 万 km。

路基路面工程作为一个学科分支，在我国随着交通运输的发展，正在以较快的速度逐步接近国外同类学科的前沿。进入 21 世纪，交通运输不论是在中国，还是在其他发达国家，仍然是一个重要的科技领域。我国道路科技工作者从中国的实际出发，不断汲取交叉学科的新成就以及世界各国的有用经验，全面推动路基路面工程学科的发展，为我国交通运输现代化建设做出贡献。

1.2 公路的基本组成

公路是设置在大地表面供各种车辆行驶的一种线形带状结构物，因此，公路是由线形和结构两部分组成。公路是指城市间、城乡间、乡村间主要供汽车行驶的公共道路，主要有路基、路面、桥梁、涵洞、隧道、公路渡口、防护及支撑工程、公路用土地及公路附属设施组成。

路基是行车部分的基础，它是由土、石按照一定尺寸、结构要求建筑成的带状土工结构物。路基必须具有一定的力学强度和稳定性，又要经济合理，以保证行车部分的稳定性和防止自然破坏力的损害。公路路基的横断面组成有：行车道、路肩、路缘带、边坡、截水沟、

边沟和碎落台等组成。

路面是铺筑在公路路基上与车轮直接接触的结构层，承受和传递车轮荷载，承受磨损，经受自然气候和各种自然灾害的侵蚀和影响。对路面的基本要求是具有足够的强度、稳定性、平整度、抗滑性能等。路面结构一般由面层、基层、底基层与垫层组成。

桥涵是指公路跨越水域、沟谷和其他障碍物时修建的构造物。按照《公路工程技术标准》(JTG B 01—2003)规定，单孔跨径小于 5m 或多孔跨径之和小于 8m 称为涵洞，大于这一规定值则称为桥梁。

公路隧道通常是指建造在山岭、江河、海峡和城市地面下，供车辆通过的工程构造物。按所处位置可分为山岭隧道、水底隧道和城市隧道。

公路渡口是指以渡运方式供通行车辆跨越水域的基础设施。码头是公路渡口的组成部分，可分为永久性码头和临时性码头。

公路防护工程是对路基进行防护和加固，以保证路基的强度和稳定性，从而维持正常的汽车通行和行车安全。

公路交通工程及沿线设施是保证公路功能、保障安全行驶的配套设施，是现代公路的重要标志。公路交通工程主要包括交通安全设施、监控系统、收费系统、通信系统四大类，沿线设施主要是指与这些系统配套的服务设施、房屋建筑等。

1.3 路基路面工程及其特点

路基和路面是道路的主要工程结构物。路基是在天然地表面按照道路的设计线形(位置)和设计横断面(几何尺寸)的要求开挖或堆填而成的岩土结构物。路面是在路基顶面的行车部分用各种混合料铺筑而成的层状结构物。

路基是路面结构的基础，坚强而又稳定的路基为路面结构长期承受汽车荷载提供了重要的保证，而路面结构层的存在又保护了路基，使之避免了直接经受车辆和大气的破坏作用，长久处于稳定状态。路基和路面相辅相成，实际上是不可分离的整体，应综合考虑它们的工程特点、解决两者的强度、稳定性等工程技术问题。

路基与路面工程是道路工程的主要组成部分，工程数量十分可观，例如微丘区的三级公路，每千米土石方数量为 8000~16 000m³，山岭、重丘区的三级公路每千米可达 20 000~60 000m³，对于高速公路，数量更为可观。路面结构在道路造价中所占比重很大，一般都要达到 30%左右。

路基路面是一项线型工程，有的公路延续数百千米，甚至上千千米。公路沿线地形起伏、地质、地貌、气象特征多变，再加上沿线城镇经济发达程度与交通繁忙程度不一，因此决定了路基与路面工程复杂多变的特点。

现代化公路运输，不仅要求道路能全天候通行车辆，而且要求车辆能以一定的速度、安全、舒适而经济地在道路上运行。这就要求路面具有良好的使用性能，提供良好的行驶条件和服务水平。

为了保证公路与城市道路最大限度地满足车辆运行的要求，提高车速、增强安全性和舒适性，降低运输成本和延长道路使用年限，要求路基路面具有下述一系列基本性能。

1. 承载能力

行驶在路面上的车辆,通过车轮把荷载传给路面,由路面传给路基,在路基路面结构内部产生应力、应变及位移。如果路基路面结构整体或某一组成部分的强度或抗变形能力不足以抵抗这些应力、应变及位移,则路面会出现断裂,路基路面结构会出现沉陷,路面表面会出现波浪或车辙,使路况恶化,服务水平下降。因此要求路基路面结构整体及其各组成部分都具有与行车荷载相适应的承载能力。

结构承载能力包括强度与刚度两方面。路面结构应具有足够的强度以抵抗车轮荷载引起的各个部位的各种应力,如压应力、拉应力、剪应力等,保证不发生压碎、拉断、剪切等各种破坏。路基路面整体结构或各个结构层应具有足够的刚度,使得在车轮荷载作用下不发生过量的变形。保证不发生车辙,沉陷或波浪等各种病害。

2. 稳定性

在地表上开挖或填筑路基,必然会改变原地面地层结构的受力状态。原来处于稳定状态的地层结构,有可能由于填挖筑路而引起不平衡,导致路基失稳。如在软土地层上修筑高路堤,或者在岩质或土质山坡上开挖深路堑时,有可能由于软土层承载能力不足,或者由于坡体失去支承出现路堤沉落或坡体坍塌破坏。路线如选在不稳定的地层上,则填筑或开挖路基会引发滑坡或坍塌等病害出现。因此在选线、勘测、设计、施工中应密切注意,并采取必要的工程措施,以确保路基有足够的稳定性。

大气降水使得路基路面结构内部的湿度状态发生变化,低洼地带路基排水不良,长期积水,会使得矮路堤软化,失去承载能力。山坡路基,有时因排水不良,会引发滑坡或边坡滑塌。水泥混凝土路面,如果不能及时将水分排出结构层,会发生唧泥现象,冲刷基层,导致结构层提前破坏。沥青混凝土路面中水分的侵蚀,会引起沥青结构层剥落,结构松散。砂石路面,在雨季时,会因雨水冲刷和渗入结构层,导致强度下降,产生沉陷,松散等病害,因此防水,排水是确保路基路面稳定的重要方面。

大气温度周期性地变化对路面结构的稳定性有重要影响,高温季节沥青路面软化,在车轮荷载作用下产生永久性变形,水泥混凝土结构在高温季节因结构变形产生过大内应力,导致路面压曲破坏。北方冰冻地区,在低温冰冻季节,水泥混凝土路面、沥青路面、半刚性基层由于低温收缩产生大量裂缝,最终失去承载能力。在严重冰冻地区,低温引起路基的不稳定是多方面的,低温会引起路基收缩裂缝,地下水源丰富地区,低温会引起冻胀,路基上面的路面结构也随之发生断裂。春天融冻季节,在交通繁重的路段。有时引发翻浆,路基路面发生严重的破坏。

3. 耐久性

路基路面工程投资昂贵,从规划、设计、施工至建成通车需要较长的时间,对于这样的大型工程都应有较长的使用年限,一般的道路工程使用年限至少数十年。承重并经受车辆直接碾压的路面部分要求使用年限20年以上,因此路基路面工程应具有耐久的性能。

路基路面在车辆荷载的反复作用与大气水温周期性的重复作用下,路面使用性能将逐年下降,强度与刚度将逐年衰变,路面材料的各项性能也可能由于老化衰变,而引起路面结构的损坏。至于路基的稳定性也可能在长期经受自然因素的侵袭后,逐年削弱。因此,提高路基路面的耐久性,保持其强度、刚度、几何形态经久不衰,除了精心设计、精心施工、精选材料之外,要把长年的养护、维修、恢复路用性能的工作放在重要的位置。

4. 表面平整度

路面表面平整度是影响行车安全，行车舒适性以及运输效益的重要使用性能。特别是高速公路，对路面平整度的要求更高。不平整的路表面会增大行车阻力，并使车辆产生附加的振动作用。这种振动作用会造成行车颠簸，影响行车的速度和安全，驾驶的平稳和乘客的舒适。同时，振动作用还会对路面施加冲击力，从而加剧路面和汽车机件的损坏和轮胎的磨损，并增大油料的消耗。而且，不平整的路面还会积滞雨水，加速路面的破坏。因此，为了减少振动冲击力，提高行车速度和增进行车舒适性、安全性，路面应保持一定的平整度。

优良的路面平整度，要依靠优良的施工装备，精细的施工工艺，严格的施工质量控制以及经常和及时地养护来保证。同时，路面的平整度同整个路面结构和路基顶面的强度和抗变形能力有关，同结构层所用材料的强度，抗变形能力以及均匀性有很大关系。强度和抗变形能力差的路基路面结构和面层混合料，经不起车轮荷载的反复作用，极易出现沉陷，车辙和推挤破坏，从而形成不平整的路面表面。

5. 表面抗滑性能

路面表面要求平整，但不宜光滑，汽车在光滑的路面上行驶时，车轮与路面之间缺乏足够的附着力或摩擦力。雨天高速行驶，或紧急制动或突然启动，或爬坡、转弯时，车轮也易产生空转或打滑，致使行车速度降低，油料消耗增多，甚至引起严重的交通事故。通常用摩擦系数表征抗滑性能，摩擦系数小，则抗滑能力低，容易引起滑溜交通事故。对于高速公路高速行驶车道，要求具有较高的抗滑性能。

路面表面的抗滑能力可以通过采用坚硬、耐磨、表面粗糙的粒料组成路面表层材料来实现，有时也可以采用一些工艺措施来实现，如水泥混凝土路面的刷毛或刻槽等。此外，路面上的积雪、浮冰或污泥等，也会降低路面的抗滑性能，必须及时予以清除。

1.4 路基路面的影响因素

路基路面裸露在大气中，其稳定性在很大程度上由当地自然条件所决定。因此，深入调查公路沿线的自然条件，从总体到局部，从大区域到具体路段的自然情况，分析研究，掌握其规律及对路基路面稳定性的影响，因地制宜地采取有效的工程措施，以确保路基路面具有足够的强度和稳定性。路基路面的稳定性与下列因素有关。

1. 地理条件

公路沿线的地形，地貌和海拔高度不仅影响路线的选定，也影响到路基与路面的设计。平原、丘陵、山岭各区地势不同，路基的水温情况也不同。平原区地势平坦，排水困难，地表易积水，地下水位相应较高，因而路基需要保持一定的最小填土高度，路面结构层应选择水稳定性良好的材料，并采取一定的结构排水设施；丘陵区 and 山岭区，地势起伏较大，路基路面排水设施至关重要，否则会导致稳定性下降，出现破坏现象，影响路基路面的稳定性。

2. 地质条件

沿线的地质条件，如岩石的种类、成因、节理，风化程度和裂隙情况，岩石走向，倾向、倾角、层理和岩层厚度，有无夹层或遇水软化的夹层，以及有无断层或其他不良地质现象（岩溶、冰川、泥石流、地震等）都对路基路面的稳定性有一定的影响。

3. 气候条件

气候条件如气温、降水、湿度、冰冻深度、日照、蒸发量、风向、风力等都会影响公路沿线地面水和地下水的状况，并且影响到路基路面的水温情况。

在一年之中，气候有季节性的变化，因此路基路面的水温情况也随之变化。气候还受地形的影响，例如山顶与山脚，山南坡与山北坡气候有很大的差别。这些因素都会严重影响路基路面的稳定性。

4. 水文和水文地质条件

水文条件如公路沿线地表水的排泄，河流洪水位，常水位，有无地表积水和积水时期的长短，河岸的淤积情况等。水文地质条件如地下水位，地下水移动的规律，有无层间水、裂隙水、泉水等。所有这些地面水及地下水都会影响路基路面的稳定性，如果处理不当，常会引起各种病害。

5. 土的类型

不同的土类含有不同粒径的土颗粒，砂粒成分多的土，强度构成以内摩擦力为主，强度高，受水的影响小，但施工时不易压实。较细的砂，在渗流情况下，容易流动，形成流沙。粘粒成分多的土，强度形成以黏聚力为主，其强度随密实程度的不同，变化较大，并随湿度的增大而降低。粉土类土毛细现象强烈，路基路面的强度和承载力随着毛细水上升，湿度增大而下降，在负温度坡差作用下，水分通过毛细作用移动并积聚，使局部土层湿度大幅度增加，造成路基冻胀，最后导致路基翻浆，路面结构层断裂等各种破坏。

1.5 公路自然区划

在选择路基和路面各项设计参数及路面使用性能指标时，应根据交通部颁发的《公路自然区划标准》(JTJ 003—1986)的规定，按照公路工程所在地的自然区划特点选定各项参数或指标。

1. 公路自然区划的原则

为了区分各地自然区域的筑路特性，经过长期研究，制定了《公路自然区划标准》(JTJ 003—1986)，见图 1-1，该区划是根据以下三原则制定的：

(1) 道路工程特征相似的原则。在同一区划内，在同样的自然因素下筑路具有相似性，例如，北方不利季节主要是春融时期，有翻浆病害，而南方不利季节在雨季，有冲刷、水毁等病害。

(2) 地表气候区划差异性的原则。地表气候是地带性差异与非地带性差异的综合结果。通常，地表气候随着当地纬度而变，如北半球，北方寒冷，南方温暖，这称为地带性差异。除此之外，还与高程的变化有关，即沿垂直方向的变化，如青藏高原，由于海拔高，与纬度相同的其他地区相比，气候更加寒冷，这称为非地带性差异。

(3) 自然气候因素既有综合又有主导作用的原则。自然气候的变化是各种因素综合作用的结果，但其中又有某种因素起着主导作用。有时例如道路冻害是水和热综合作用的结果，但是在南方，只有水而没有寒冷气候的影响，不会有冻害，说明温度起主导作用；西北干旱区与东北潮湿区，同样都有负温度，但前者冻害轻于后者，说明水起主导作用。

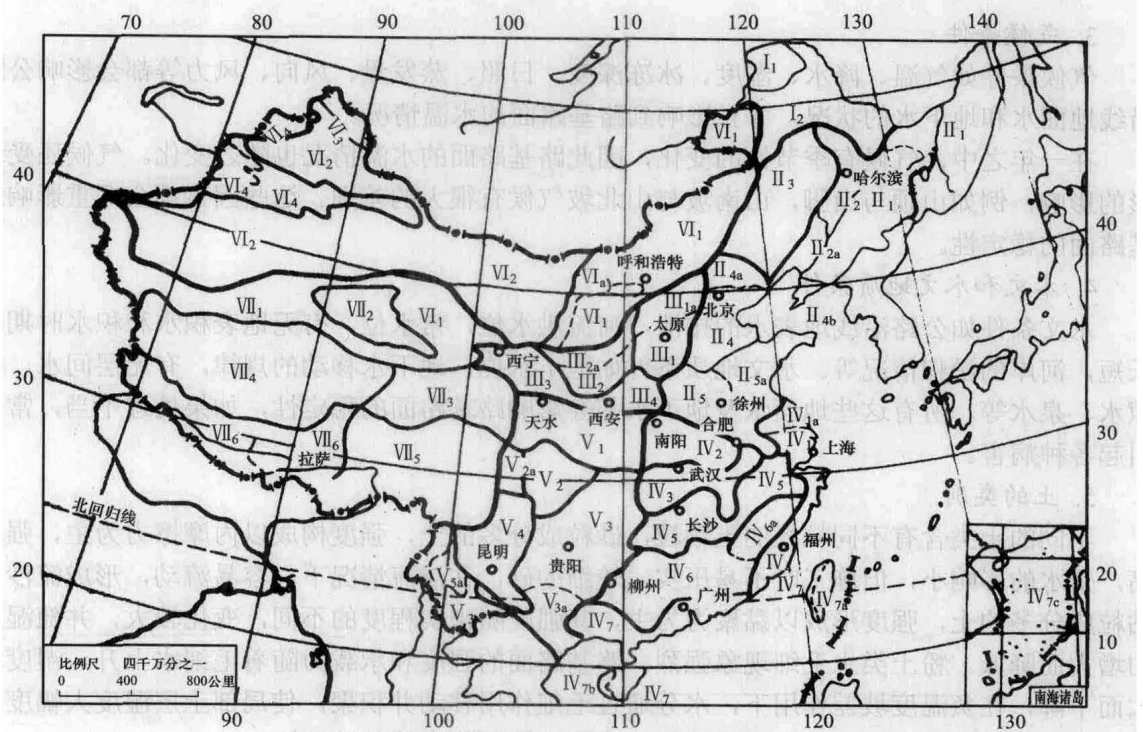


图 1-1 全国公路自然区划图

2. 一级区划

“公路自然区划”分三级进行区划，首先将全国划分为多年冻土、季节冻土和全年不冻土三大地带，然后根据水热平衡和地理位置，划分为冻土、湿润、干湿过渡、湿热、潮暖和高寒 7 个大区（一级区）。

(1) 北部多年冻土区（I 区）。该区北部为连续分布多年冻土，南部为岛状分布多年冻土。对于泥沼地多年冻土层，最重要的道路设计原则是保温，不可轻易挖去覆盖层，使路堤下保持冻结状态，若受大气热量影响融化，后患无穷。对于非多年冻土层的处理方法则不同，须将泥炭层全部或局部挖去，排干水分，然后填筑路堤。该区主要是林区道路，因表土湿度大，地面径流大，最易翻浆，应采取换土、稳定土、砂垫层等处理方法。

(2) 东部湿润季冻区（II 区）。该区路面结构的突出问题是翻浆和冻胀，其轻重程度取决于路基的潮湿状态，可根据不同的路基潮湿状态采取措施。该区缺乏砂石材料，采用稳定土基层已取得一定的经验。

(3) 黄土高原干湿过渡区（III 区）。该区特点是黄土对水分的敏感性，干燥土基强度高、稳定性好。在河谷盆地的潮湿路段以及灌区耕地，土基稳定性差，强度低，必须认真处理。

(4) 东南湿热区（IV 区）。该区雨量充沛集中，雨型季节性强，台风暴雨多，水毁、冲刷、滑坡是道路的主要病害，路面结构应结合排水系统进行设计。该区水稻田多，土基湿软，强度低，必须认真处理。由于气温高、热季长，要注意黑色面层材料的热稳定性和防透水性。

(5) 西南潮暖区（V 区）。该区山多，筑路材料丰富，应充分利用当地材料筑路，对于水文不良路段，必须采取措施稳定路基。

(6) 西北干旱区（VI 区）。该区大部分地下水位很低，虽然冻深多在 100~150cm 以上，

但一般道路冻害较轻。个别地区，如河套灌区，内蒙草原洼地，地下水位高，翻浆严重。丘陵区 1.5m 以上的深路堑冬季积雪厚，雪水浸入路面造成危害，所以沥青面层材料应具有良好的防透水性，路肩也应作防水处理。由于气候干燥，砂石路面经常出现松散、搓板和波浪现象。

(7) 青藏高寒区 (VII区)。该区局部路段有多年冻土，须按保温原则设计。由于地处高原，气候寒冷，昼夜气温相差很大，日照时间长，沥青老化很快，又因为年平均气温相对偏低，路面易遭受冬季雪水渗入而破坏。

3. 二级区划

二级区划是在每个一级区内，以潮湿系数为依据，分为 6 个等级，见表 1-1。

表 1-1 潮湿等级

潮湿系数	潮湿等级	潮湿等级名称
$K > 2.0$	1 级	过湿
$1.5 < K \leq 2.0$	2 级	中湿
$1.0 < K \leq 1.5$	3 级	润湿
$0.5 < K \leq 1.0$	4 级	润干
$0.25 < K \leq 0.5$	5 级	中干
$K < 0.25$	6 级	过干

注：潮湿系数 K 为年降雨量 R 与年蒸发量 Z 之比，即： $K=R/Z$ 。

除了这 6 个潮湿等级外，还结合各个大区的地理、气候特征（如雨季、冰冻深度）、地貌类型、自然病害等因素，将全国分为 33 个二级区和 19 个二级副区（亚区），共 52 个二级自然区。

4. 三级区划

三级区划是对二级区划的进一步划分。三级区划的方法有两种，一种是继续以水热、地理和地貌等为标志将二级区划细分为若干个区域，另一种是以地表的地貌、水文和土质类型为依据将二级自然区进一步划分为若干类型单元，由各省、自治区自行划定。

复习思考题

1. 简述公路的基本组成有哪些？
2. 简述路基路面有哪些特点？
3. 路基路面有哪些影响因素？
4. 公路自然区划是如何划分的？

第2章

路基工程概论

2.1 路基的标准横断面

根据设计交通量、交通组成、设计车速、通行能力和满足交通安全的要求，按公路等级、断面的类型、路线所处地形规定路基横断面各组成部分横向尺寸，如图 2-1 所示。

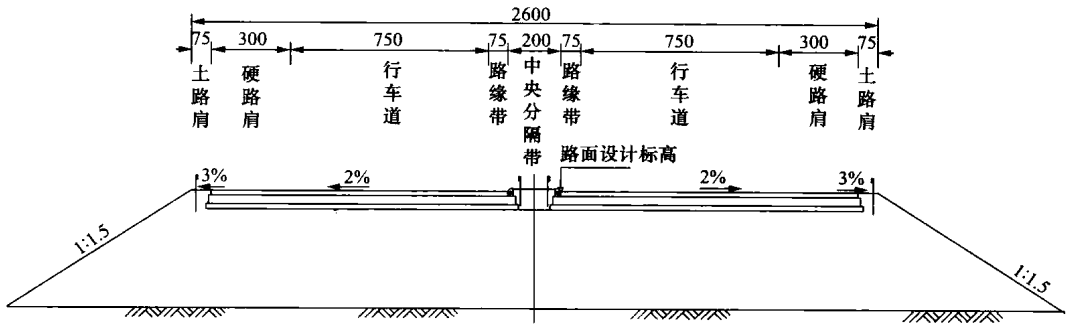


图 2-1 路基标准横断面

高速公路和一级公路的路基横断面上下行用中央分隔带分开，其横断面由行车道、中间带、路肩以及紧急停车带、爬坡车道、变速车道等组成。

二、三、四级公路的路基横断面由行车道、路肩以及错车道组成。

我国《公路工程技术标准》(JTG B 01—2003) 规定路基宽度、行车道宽度见表 2-1。

表 2-1 路基宽度

公路等级		高速公路、一级公路								
设计速度/(km/h)		120			100			80		60
车道数		8	6	4	8	6	4	6	4	4
路基宽度/m	一般值	45.00	34.00	28.00	44.00	33.50	26.00	32.00	24.50	23.00
	最小值	42.00	—	26.00	41.00	—	24.00	—	21.50	20.00
公路等级		二级公路、三级公路、四级公路								
设计速度/(km/h)		80	60	40	30	20				
车道数		2	2	2	2	2 或 1				
路基宽度/m	一般值	12.00	10.00	8.50	7.50	6.5 (双车道)		4.5 (单车道)		
	最小值	10.00	8.50	—	—					

一般情况下采用表中的“一般值”，只有在地形特别困难和其他特殊情况限制时，局部路段才能使用“变化值”。

2.2 路基的典型横断面

通常根据公路路线设计确定的路基高程与天然地面高程是不同的，路基设计高程低于天然地面高程时，需进行挖掘；路基设计高程高于天然地面高程时，需进行填筑。由于填挖情况的不同，路基横断面的典型形式可归纳为路堤、路堑和填挖结合三种类型。路堤是指全部用岩土填筑而成的路基，路基表面高于原地面高程；路堑是指全部在天然地面开挖而成的路基，路基表面低于原地面高程；此二者是路基的基本类型。当天然地面横坡较大，且路基较宽，需要一侧开挖而一侧填筑时，为填挖结合路基，也称为半填半挖路基。在丘陵或山区公路上，填挖结合是路基横断面的主要形式。

2.2.1 路堤

图 2-2 为路堤的几种常见横断面形式，按路堤的填土高度不同，可分为矮路堤、高路堤和一般路堤。填土高度小于 1.5m 者，属于矮路堤；填土高度大于 18m（土质）或 20m（石质）的路堤属于高路堤；填土高度在 1.5~18m 范围内的路堤为一般路堤。随其所处的条件和加固类型的不同，还有浸水路堤、护脚路堤及挖沟填筑路堤等形式。

矮路堤 [图 2-2 (a)] 常在平坦地区取土困难时选用。平坦地区地势较低，水文条件较差，易受地表水和地下水的影 响，设计时应注意满足最小填土高度的要求，力求不低于规定的临界高度，使路基处于干燥或中湿状态。路基两侧均设置边沟。

矮路堤易受地面水和地下水的影 响，路堤容易处于潮湿状态，设计要特别注意满足路基水稳定性，要采取一定的地基处理措施，以保证路基的稳定。同时，矮路堤的高度往往接近或小于路基工作区的深度，除填方本身要求满足规定的施工要求外，天然地面也需注意清除基底并按规定要求进行压实，达到要求的压实度，必要时需换填好土或采取其他处置措施，以保证路基路面的强度和稳定。

一般路堤 [图 2-2 (b)] 位于地面横坡较缓的地段，在路堤边坡低矮和迎水的一侧，应设置边沟和截水沟等排水沟渠，以防止地面水浸湿和冲刷路堤，一般可在路基两侧设置取土坑，使之与排水沟渠结合，同时可作为农田水利引排水加以利用。

浸水路堤 [图 2-2 (c)] 一般位于河流、沟渠一侧，易受地面水和地下水的影 响，路基容易处于潮湿状态，设计时应注意满足路基水稳定性，要采取一定的地基处理措施，以保证路基的稳定。路堤堤身与路侧取土坑或水渠之间，还有高路堤或浸水路堤的边坡中部，可视需要设置宽至少 1m（并高出设计水位 0.5m）的平台，称为护坡道，以保证路堤边坡的稳定。

高路堤 [图 2-2 (d)] 由于路堤填土高度较大，填土石方数量大，边坡稳定性差，占地宽，行车条件差，施工困难，一方面造价较高，另一方面处理不当极易造成沉陷、失稳。为使路基边坡稳定和横断面经济，需做个别设计和稳定性验算，以合理确定边坡形式。高路堤的边坡，常按其受力情况采取上陡下缓的折线形边坡或台阶形边坡。台阶形边坡是在边坡中部每隔 8~10m 设置护坡平台一道，平台宽度为 1~3m，用浆砌片石或水泥混凝土预制块防护。并将平台做成 2%~5%向外倾斜的横坡，以利于排水。