

第一章 绪论

【本章要点】路基路面工程是公路的主体工程，路基路面是公路工程的重要组成部分。路基路面工程是道路与桥梁专业的一门重要专业课。

本章主要对路基路面工程作概括性介绍，提出对路基路面的基本要求，介绍路基路面的常见病害，为今后学习打下基础。建议在以后章节学习中，回过头进一步领会本章内容，做到融会贯通。

本章的学习要求：

了解路基路面工程的基本组成和与其他相关课程的联系。要注意结合公路勘测设计、桥涵水文、桥梁工程等学科的知识，掌握路基路面的基本理论与分析计算方法，以及相应的施工、实验等技术，科学、合理进行设计和施工与管理。

学习本课程，要注意掌握有关的概念、技术要求，熟悉常见病害特征，及产生的原因。

第一节 概述

一、路基路面的基本组成

公路是一个空间带状的建筑物，是由各种各样的构造物组成，根据各构造物的特点、用途，公路一般可以划分为路基工程、防护与加固工程、排水工程、路面工程、隧道工程、桥梁工程、交通安全设施、绿化工程等。

路基路面是构成公路的主体构造物，包括路面、路基、防护与加固结构物、排水构造物等。其常见的断面形式见图 1-1-1，在实际工程中，它还包括更多构造物。

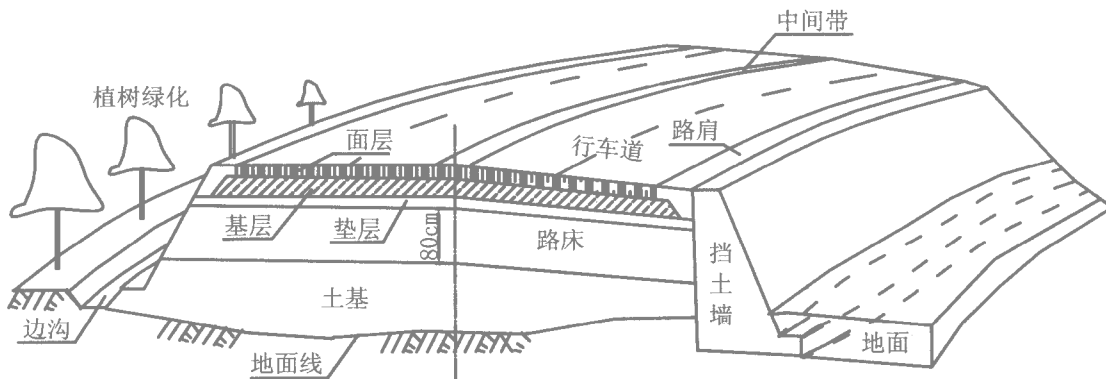


图 1-1-1 路基路面基本构造示意图

路基为路面提供坚实、稳固的基础，要求具有一定的强度、整体稳定性和水温稳定性。路面修筑在路基上，它直接承受汽车荷载的作用，要求具有一定的强度、抗疲劳、耐

温、抗滑等性能和一定的平整度。

对不良的地质水文条件或稳定性不能满足要求的路基，需要修筑防护与加固构造物，对路基进行加固和保护。水对路基路面会产生不良的影响，对可能影响路基路面的各种水，要采取一定的排水措施，将其拦截或迅速排除到路基范围外。

路基路面供汽车行驶，其工程质量和品质直接影响到公路交通的安全、快速、经济和舒适，而且路基路面工程投资大，在公路工程建设中占有十分重要的地位。路基路面受众多自然环境因素影响，受公路所在地区的地理环境、地质水文条件、筑路材料等诸多因素制约。要保证路基路面在使用期内能够满足交通要求，必须深入学习、了解和研究路基路面工程的基本概念、理论方法，掌握必要的计算分析能力、试验技术等技能。所以，本课程是道桥专业的一门重要的专业课。

在本节，主要介绍路基路面的特点、性质，以及它与其他工程之间的关系，以求使读者对路基路面有初步的认识。

二、路基路面工程的特点和性质

1. 特点

(1) 工程量大、投资大。对一般公路，每公里路基的土石方数量多的可以达到数万甚至几十万方，路面则需要大量的沥青、水泥和其他石料等，施工所耗费的材料、人工、机械台班的数量大，施工周期长。

(2) 涉及面广，占地范围大。对当地的农田水利、水土保持和生态环境影响大。

(3) 结构变化多。公路所经过的各个地带的地质水文条件可能不一样，路基断面形式、防护构造物要根据不同的情况设置；路面要根据公路使用要求、当地材料来源和条件，对不同路段的地质水文条件和路基状况，采用相应不同的结构类型和厚度。

(4) 路基与路面相互制约。路基要为路面提供稳固的地基，路基必须有足够的强度和稳定性，它是保证路面强度和稳定性的必要前提，合理设计路基，可以减少路面的厚度，降低路面造价。随着我国高等级公路建设的迅速发展，行车荷载、密度和车速增大，对路基的强度、稳定性和沉降控制等要求也越来越高。因此，路基设计要与路面设计结合起来综合考虑。

(5) 对公路的使用品质影响大。路基路面的强度和稳定性直接影响公路的质量和造价。许多公路出现各种各样的病害，相当多的情况是路面损坏、路基坍塌，有些软土地基地段，出现路基过大的沉降，严重影响车辆通行和行车安全，增加了养护费用。路基路面在公路工程中占有重要的地位。

2. 性质

路基路面工程是一门与其他学科密切结合的技术学科，直接应用于工程设计、试验、施工和管理。这决定了本课程不仅有理论基础知识，还带有相当多实际应用知识，包括技术要求、技术标准，蕴涵着许多技术知识的运用能力和技能培养。由于路基路面修建在大自然环境中，影响其强度稳定性和使用性能的因素很多，也很复杂。所以，研究路基路面的方法有概念判断和理论分析计算两种。概念判断是建立在试验、工程经验积累和大量的调查统计基础上，考虑对路基路面的各种影响因素，作出正确的判断和采取相应的技术措施；理论分析计算是建立在有关的力学理论知识基础上，并借助于各种计算手段，特别是

应用电子计算机，对路基路面进行分析和计算。概念判断和理论分析计算两者是相辅相成，缺一不可。

三、与其他有关工程的关系

1. 与公路线形的关系

公路路线的线形、走向和线位高度决定了路基布设位置、填筑高度和开挖高度，直接影响到了路基工程的规模、难易程度和工程造价。路线的纵坡，弯道几何特性，直接影响行车的速度和安全，要求路面有相应的抗滑性。

公路的线形应充分考虑路基的稳定性、工程数量大小、施工难易程度和工程造价等因素。要合理选择线形，尽量避开不良地质地段和工程困难路段，减少路基填方和挖方数量、防护构造物造价和路基修建难度。同样，合理地进行路基设计，可以使路线线形有充分的选择范围，提高线形质量。因此，路基路面工程与公路线形的关系是相辅相成，互相制约的。

2. 与桥梁、涵洞、通道和立交桥等构造物之间的关系

桥梁、涵洞、通道和立交桥等总是与路基衔接，桥梁的位置、标高选择直接影响路基的高度。桥头路基的工后沉降往往与桥梁、涵洞、通道等构造物不同，特别是在湿软地基地区，或路基填土高度过大，加上有些原地面沉降，使得路基与桥梁沉降不一致而在桥头形成高差，造成桥头跳车现象，严重危及行车安全。因此，在作好路基基底处理的同时，应该考虑路基填土高度对路基影响，选择合适的路面类型。

3. 与农田水利建设之间的关系

公路工程的一个显著特点是线长，占用土地范围大。所以，路基工程的建设，对其周边的农田水利会产生较大的影响。路基穿越地带，会切断原来路基两侧的农田灌溉系统，需要恢复原有的排水设施。有时会占用河道、溪流等，需要经过充分技术论证，以不破坏原有的水利系统为原则。我国是一个人口多、土地资源并不丰富的国家，由于路基会占用大量的土地，在设计时要尽可能少占用农田，注意农田的保护和恢复。

4. 与周边环境和当地生态平衡的关系

人类已进入了 21 世纪，为贯彻可持续发展战略要求，人们越来越重视建筑物对环境的影响。公路，特别是高等级公路的功能，除应满足行车要求外，它实际也是一个建筑构造物，是一个艺术品。搞好路基路面的美观设计如绿化工程等，这对改善行车条件，保护生态平衡有重要的意义。片面采用遇山开山、遇谷填谷方法修建公路，对生态平衡会造成严重后果。所以，路基工程要结合桥梁、涵洞和隧道工程，尽量避免路基的大填大挖，注意对原地貌的保护和恢复工作，对路基的开挖的弃方做妥善处理，尽量减少路基施工中对周边环境的不良影响，使路基工程成为利国利民、利于子孙后代的工程。

总之，路基路面工程与众多因素紧密相关，必须通过大量的实地调查，综合考虑各方面因素，进行充分的科学技术论证，反复比较，精心设计、精心施工和严格管理，达到现代公路建设的要求。

第二节 本课程的任务和学习要求

一、本课程的任务

路基路面工程的任务是研究路基路面工程的基本原理、设计方法、试验手段和施工工艺，介绍如何运用有关的公路技术标准进行路基路面工程设计、试验，使学生具备从事道桥工程必要的专业知识。

路基路面工程是一门直接应用于公路与城市道路工程的专业课。它与道路建筑材料、桥涵水文、土力学与地质基础、公路勘测设计、公路与施工管理等学科紧密相关。

二、本课程的学习要求

《路基路面工程》是道路与桥梁专业的一门重要专业课，它的前修课程为《工程力学》、《建筑材料》、《土力学及地基基础》、《水力学与桥涵水文》。本课程与《道路勘测设计》紧密相关，与《桥梁工程》也存在一定的联系。要学习好本课程，应注意以下几点：

1. 本课程与其他相关课程的关系

本课程中大量的概念来自于前修课程。如路基土的性质、土压力计算原理等来自于《公路工程地质与土力学》等，路面的材料特性、混合料组合设计等概念来自于《建筑材料》在学习中，如果对原有的概念已经遗忘或模糊不清，则对本课程的概念难以理解和接受，这时，最有效的方法是及时复习前修课程的有关内容。

2. 要采用循环学习方法，不断巩固、深入理解有关概念和知识

为了课程内容的完整性和叙述的连贯性，本课程的内容更多是根据学科知识结构要求编排的，许多重要的概念、知识是通过反复学习，逐步深入掌握和巩固的。例如，本章中关于路基路面的基本要求、设计内容的介绍，路基路面病害的介绍等，在初学本章时可以作为一般了解，总体了解对路基路面有什么要求、设计有那些的基本内容、路基路面病害的产生类型和原因，使以后学习有针对性。但是，在本课程学习过程中，可以经常回过头来重新认识这些内容，进一步掌握这些内容，使对路基路面的概念有更加深入的理解。

3. 要重视实践和作业练习，培养专业技能

《路基路面工程》与工程实际紧密结合，本课程的内容为在道路设计、施工和试验中的应用，要创造条件，争取机会多接触和了解工程实际。可以通过观看有关录像、参观施工工地、参加生产实习和试验，增强对路基路面专业的感性认识。本教材配用的《路基路面工程自学指导》有大量的习题和课程作业，在完成一定数量的习题和作业过程中，通过动手计算、作图，锻炼和培养自己的工作能力。

4. 要求掌握的主要内容

通过本课程的各种学习，应掌握以下内容：

- (1) 路基路面工程的特点和基本要求。
- (2) 路基路面常见病害的特点和防治措施。
- (3) 路基路面干湿类型的判断。
- (4) 筑路材料和路面材料的性能与合理选择。

- (5) 路基的断面形式与边坡选择。
- (6) 路基排水、防护工程构造物的类型、用途和设置。
- (7) 路基强度与稳定性的计算与分析。
- (8) 路堤的压实与路堑开挖，路基压实机理。
- (9) 挡土墙设计。
- (10) 石料类、沥青类、水泥混凝土路面的类型、用途和材料组成。
- (11) 沥青路面、水泥混凝土路面结构层组合设计、厚度计算。
- (12) 各种路面的施工工艺流程与施工质量要求。

学习中，要完成路堤稳定性验算、挡土墙设计、柔性路面设计、水泥混凝土路面设计等大型作业或课程设计，以巩固所学的知识。同时，要选择有关的设计规范和施工规范，作为学习的辅助材料。

第三节 影响路基路面的因素

一条道路经过施工完成后投入运营，没有几年，出现了大面积路面破损、路基沉降、坍塌，不能正常使用，那么，我们都说，这条道路质量差，或没有满足有关技术标准。那么，如果某一段道路，路基在开始使用一段时间，或者在地质水文条件较好情况下，通车状况良好，但是，遇到气温骤变、发生连绵雨天，路面开始损坏，路基发生坍方、地基沉降等病害，我们说，这段道路的路基路面的稳定性差，或者不满足使用要求。所以，在这里有必要提出稳定性的概念。

路基路面的稳定性指路基在使用期内，在荷载、温度、水等因素影响下，能保持自身有足够完好的整体性，而不发生过大的变形、沉降的能力，从而满足行车要求。它包括强度稳定性、整体稳定性和水温稳定性等。

为保证公路在设计使用期内正常使用，要求路基必须有足够的稳定性。如有些路基修建一二年后，就发生路基边坡坍滑、路基开裂、路基产生过大沉降或被水冲毁等等，这些都是路基稳定性不足的例子。因此，要对路基进行整体和逐段分析研究，掌握各有关自然因素的变化规律及其对路基稳定性的影响，从而因地制宜地采取有效工程技术措施，以达到正确进行路基设计、施工和养护的目的。

影响路基稳定性的因素很多，也比较复杂，一般可以分为自然因素和人为因素两种。

一、影响路基路面的自然因素

影响路基路面稳定性的自然因素有地形、气候、水文与水文地质、地质条件，及路基土的种类等。

1. 地形

路基所在的地形直接影响路基稳定性。例如，在平原区，地势平坦，对路基稳定性有利，但地面水易于积聚。在水网地带，地下水水位较高，容易造成路基潮湿，从而导致路基强度降低。这时，路基应有足够的填土高度，或采取一定的技术措施，使路基保持一定的干燥程度，以保证路基有足够的强度和稳定性。在丘陵区，地势起伏，山岭区地势陡峻，

地质情况多变，如果防护和排水工程设计不当，将降低路基的强度与稳定性。

2. 气候

气候条件，如气温、降水（包括数量、强度和形态如雨、雪、雹、湿度、冰冻深度、日照、年蒸发量、风向和风力等），都会影响到路基的水温情况。

我国地域辽阔，东西南北气候差异很大，对路基路面影响也不同。南方地区雨季集中，降雨量大，夏季高温，北方地区冬季冰冻等，都会使路基水温情况产生较大变化。这些水温变化经常会对路基产生不利的影响，在道路选线与路基设计中应予以注意。高温使沥青路面强度和抗滑性大大降低，低温会使路面缩裂，要注意不同地区的气候对路面的影响，有针对性采取地采取措施，提高路面的稳定性、耐久性和抗滑性。

3. 水文与水文地质

水文条件，如地面径流、河流洪水位、常水位及其排泄条件、有无积水和积水期的长短、以及河岸的冲刷和淤积情况等。水文地质条件，如地下水位、地下水移动情况、有无泉水、层间水等。所有这些，都会影响路基的稳定性，如处理不当，往往导致路基各种病害。路基过分潮湿，不仅路基本身强度降低，而且直接影响路面的强度。

4. 路基路面材料的性质

土（石）是路基和路面的主要材料，路基填筑土石料的选择对保证路基质量具有十分重要意义，直接影响到路基的稳定性。不同性质类别的土，其水稳定性也不同，选择工程性质良好的土石材料填筑路基，以使路基能够充分压实，地下毛细水上升影响小，路基受水的影响小，从而保证路基强度和整体稳定性。路面的材料主要有沥青、水泥、碎（砾）石和砂等，同样厚度的路面，材料组成不同、各层搭配不同，都会在很大程度上影响路面的各项使用品质。

5. 地质条件

地质条件对路基影响非常大，包括路基所在地段的岩石种类、走向、节理发育情况、以及有无断层等，对沿海地区，往往有好多软土地基，湿软土基下卧层的厚度、软土层分布情况，是影响路基的强度和稳定性的最主要的因素。

6. 植被覆盖

植物覆盖影响地面径流、水土冲刷和导热情况，直接影响地表水对路基的作用。

二、影响路基路面的人为因素

影响路基路面稳定性的人为因素主要有汽车荷载作用、路基的结构形式、路基施工质量、养护管理措施等。

1. 汽车荷载作用

汽车荷载对路基的作用是通过路面传递到路基，这种作用是重复的。当路基填土高度较低时，作用更为明显。要使路基在一定深度范围内充分压实，满足汽车荷载作用需要。汽车轮子直接作用在路面上，繁重的交通量和重型车辆，加剧路面的磨损和疲劳开裂，在现代高等级公路中，对路面的抗滑性提出更高的要求。

2. 路基路面的结构形式

路基的结构形式包括路基的宽度、高度、边坡形式和坡度、防护结构物形式和排水构造物布置和类型等。合理选择路基的边坡形式和坡度，做好防护与排水设计，对路基稳定

性直接相关。路面结构层的选择对路面的整体强度和稳定性有至关重要的作用。合理的路面结构层次的安排，能最大限度发挥各层材料的作用，取得良好的效果。

3. 路基施工

严格施工是保证路基路面工程质量的必要条件，要选择科学施工工艺与方法，精心施工、严把施工质量关。如路基要分层填筑、充分压实，在软土地基地段，要保证路基有足够的沉降预压期，严格控制路基的工后沉降量。对材料配合比、施工铺筑工艺和质量控制措施要予以充分重视。同样的路面设计结果，给不同的施工承包商施工，往往质量有很大差别，说明施工技术对路基路面的影响很大。

4. 养护管理措施

良好的养护管理，对保证道路正常使用，延长使用年限至关重要。对路基保持经常的养护维修，发现问题及早解决，要及时疏通排水设施，使路基保持良好的工作状态，满足行车要求。

总之，路基路面的质量与自然因素和人为因素紧密相关，在实际中，应注重现场调查研究，要因地制宜，因势利导，精心设计、精心施工、严格管理，以保证路基有足够的强度和稳定性。

第四节 路基路面的基本要求和常见病害

一、对路基路面的基本要求

1. 对路基的基本要求

路基要为路面提供坚实、稳固的地基，对路基除要求有正确合理的断面尺寸以外，还有以下基本要求：

(1) 具有足够的整体稳定性。路基是直接天然地面上填筑或挖除部分地面而建成。路基的填筑和开挖往往改变了天然地形地貌的原有平衡状态，可能造成地基或边坡丧失稳定性。路基自身整体性不足，会导致路基整体破坏。因此，为防路基在行车荷载及各种自然因素作用下，不发生过大的变形和破坏，必须针对当地具体情况，采取一定的措施来保证路基整体的稳定性。

(2) 具有足够的强度。路基必须为路面提供稳固的基础，路基的沉降常占路面表面总沉降的大部分。因此，如果路基的地基软弱或路基自身强度不够，就会导致路基变形过大，降低路面的使用品质，甚至会造成路面的损坏。为保证路基在荷载作用下不致产生超过允许范围的变形，要求路基应具有足够的强度。

(3) 具有足够的水温稳定性。路基在地面水和地下水作用下，其强度将显著降低。在多水和季节性冰冻地区，由于周期性的冻融作用，土体会发生冻胀，造成路面隆起开裂；春融期局部土层过湿软化，路基强度急剧下降。因此，路基应具有足够的水温稳定性。要做好路基的排水，尽量阻断流向路基的水源，同时要选用水温稳定性好的土石材料，路基本身要充分压实，使路基在最不利的水温条件下不至于冻胀，在春融期不至于强度显著降低。

2. 对路面的基本要求

路面是铺筑在路基上的结构物，它直接承受汽车荷载的作用，其质量、性能好坏直接影响汽车的行驶速度、行车安全、舒适和运输成本。同时，路面是暴露在大气自然环境中，在使用过程中会受到大气、温度、风蚀等自然因素的影响。所以，为保证路面在设计年限内能够正常使用，对路面有以下要求：

(1) 足够的强度和刚度。汽车在路面上行驶，车轮对路面的垂直作用力和摩阻力，振动和加减速中产生的冲击力，以及车轮后对路面的负压吸力作用等，会使路面产生不同大小的压应力、拉应力和剪应力。如果这些应力超过路面材料的强度，则路面会出现断裂、沉陷、波浪和磨损等破坏。因此，路面结构整体及其各组成部分必须具备足够的强度，以抵抗在行车作用下所产生的各种应力。所谓刚度，是指路面抵抗变形的能力。路面结构整体或某一组成部分刚度不足，在车轮荷载作用下会产生过大的变形，而形成车辙、沉陷或波浪等破坏，影响行车的平稳和安全，严重时可能导致中断交通。因此，必须控制整个路面结构及其各组成部分的变形量（主要是垂直变形）在允许的范围内。

(2) 足够的稳定性。路面结构暴露于大气之中，经常受到温度和水分变化的影响，其材料的力学性能也就随之不断发生变化，造成强度和刚度的不稳定，路况时好时坏。例如，沥青路面在夏季高温时会变软而产生车辙和推挤，冬季低温时又可能因收缩或变脆而开裂；水泥混凝土路面在高温时会发生拱胀破坏，温度急骤变化时会因翘曲而产生破坏；砂石路面在雨季时，会因雨水渗入路面结构而使含水量增多，强度下降，产生沉陷、车辙或波浪。因此，必须保证路面结构的强度和刚度在温度和湿度变化下不至于降低过多，有足够的稳定性。

(3) 足够的耐久性。路面结构要承受行车荷载和冷热、干湿气候因素的大量的重复作用，也就是路面承受不断变化的荷载、温度和水的的作用，由此而逐渐产生疲劳破坏和塑性形变累积。另外，受大气和温度影响，路面还可能由于材料老化而导致破坏。因此，路面结构必须具备足够的抗疲劳强度以及抗老化和抗形变累积的能力。

(4) 足够的平整度。汽车行驶在不平整的路面时会产生上下颠簸，增大行车阻力，并使车辆产生附加的振动作用。这不仅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，为保证行车平稳、舒适和安全。所以，路面应具有足够的平整度。

(5) 足够的抗滑性。汽车行驶过程中，要求轮子与路面表面有足够的吸附力和摩擦力。光滑的路面会对汽车在行驶过程中车轮空转或打滑，导致行车速度降低。同时，在转弯或刹车过程中容易使汽车失控，造成交通事故。随着高等级公路建设的迅速发展，设计行车速度和交通量越来越大，对路面的抗滑性提出更高的要求，以保证行车安全。路面的抗滑性能已是路面使用品质的一个主要技术指标。

(6) 其他。汽车在行驶时，车轮后面所产生的负压吸力会将路面表层中较细材料吸出而飞扬尘土，对砂石类路面这种现象尤其严重。甚至导致路面松散、脱落和坑洞等破坏，加速汽车机件的损坏。扬尘会减短行车视距，降低行车速度，而且造成环境污染。透水的路面，雨水容易渗入路面的结构层和土基中，使路面结构强度和土基强度降低，从而导致路面的破坏。因此，路面还应具有一定的防渗水能力。有些路面采用透水路面，将路面排水层设在下面层，但是，不论何种类型路面，都不允许路面表面的水深入基层，从而导致

路面结构层的损坏。

二、路基的常见病害

路基路面有各种各样的病害，每种病害都有其产生条件和原因。作为设计、施工、养护和研究人员，必须了解这些病害产生的条件和原因，以及相应的防治措施，以使在设计、施工和养护中主动避免、减少和防止病害的产生，提高设计水平和施工技术，搞好公路的养护工作。

路基是处在野外自然环境中的结构物，长期受自然环境因素的影响，同时又受到自重和行车荷载的作用力，路基的各组成部分将产生各种各样的变形，严重时，将引起路基形状过多的改变、边坡失稳，丧失路基各部分的完整性和稳定性，造成路基的各种病害。常见的路基病害有以下几种。

1. 路基的沉陷

路基沉陷的特征是路基表面产生过大的竖向位移，可分为两种类型：

(1) 路基本身的变形引起路基表面沉降。产生这种沉陷的主要原因有路基填筑材料选择不当、路基没有充分压实。这种沉陷一般较为均匀，见图 1-4-1 (a)。另外的原因是填筑路基的材料颗粒大小相差悬殊，路基内各部分强度不一，这种沉陷一般不均匀，将导致路面破坏，见图 1-4-1 (b)。

(2) 路基的自重作用下，地基产生过大沉降或向两侧挤出。产生这种沉陷的主要原因是由于路基的天然地面承载能力不足，地基下有较厚的湿软软卧层，路基修筑前未经处理或处理不当，加上路基填土高度过高使得路基自重加大，导致地面下软弱层产生过大压缩变形而导致，见图 1-4-1 (c)。

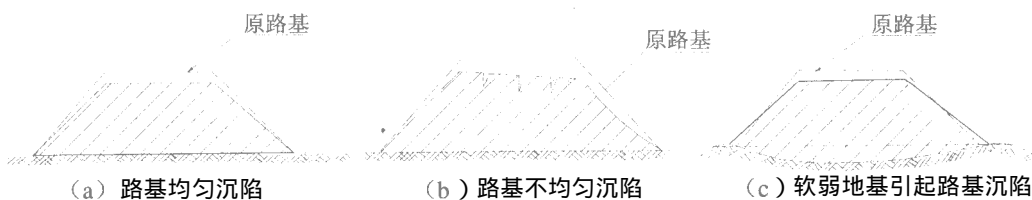


图 1-4-1 路基的沉陷示意图

2. 边坡的滑塌

指路基的部分土体沿边坡向下移动，破坏原有路基边坡的形态。它是路基最常见的病害之一。根据边坡土质类别、破坏原因和滑塌规模不同，可分为以下几种：

(1) 溜方。溜方是少量路基土体沿边坡向下移动形成的，一般指的是边坡上薄的表层土下溜。它的主要原因是由于路面水冲刷边坡而引起的。

(2) 滑坡。滑坡是指路基上较大一部分土体在重力作用下与路基分离，沿某一滑动面滑动。滑坡导致路基整体破坏，这种病害破坏性较大。产生滑坡主要原因有：路堤边坡过陡、施工填筑不当、路基土体强度不够，或由于坡脚被冲刷、路堑开挖边坡坡度选择不当、边坡稳定性不足等，见图 1-4-2 (a)、图 1-4-2 (b)。

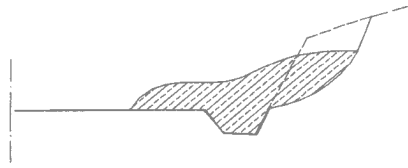


图 1-4-2 (a) 路堑边坡的滑坡

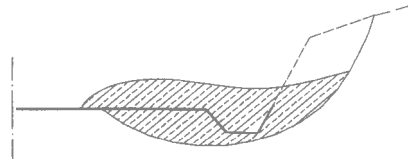


图 1-4-2 (b) 路堑边坡的滑坡 (沿基底)

(3) 剥落和碎落。剥落是指在大气干湿热冷的循环作用、振动或水的浸蚀作用下，路堑边坡风化岩层表层部分岩石从坡面上滚落向下，见图 1-4-3 (a)。碎落是少量土体沿路堑边坡滚落，它会引起边沟堵塞，有时亦会危及行车安全，见图 1-4-3 (b)。

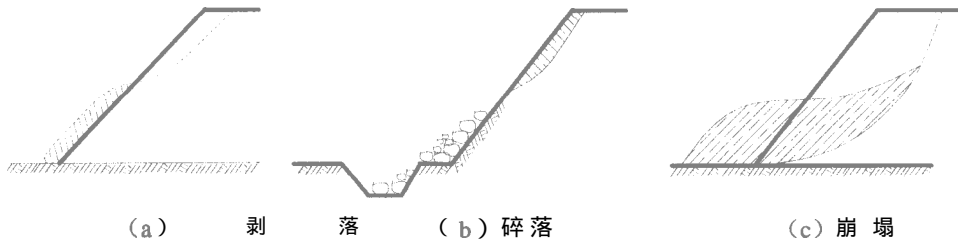


图 1-4-3 路基边坡病害示意图

(4) 崩塌。是大量的土体脱离坡面沿边坡滚落。在路堑中，由于开挖边坡破坏原来岩层结构的稳定，如连续降雨在水作用下，岩层层间丧失稳定，这是对路基破坏程度较大的病害见图 1-4-3 (c)。

(5) 路基沿山坡滑动。在较陡的山坡填筑路基，若路基底部结合处理不当加上排水不畅，路基底部被水浸湿，从而丧失整体稳定性，整个路基可能沿倾斜的原地面滑动，见图 1-4-4。

(6) 路基坍塌。指路基边坡失去其原有的整体形状，以及边坡下沉，路基的大部分毁坏。是较为严重的病害。其主要原因是施工方法不正确，没有作好分层压实，路基整体强度不足，见图 1-4-5。

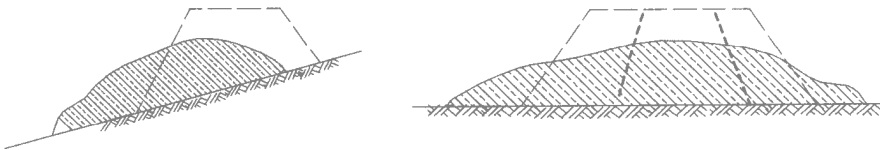


图 1-4-4 路基沿陡坡地基整体滑动体滑动图 1-4-5 路基坍塌

(7) 不良地质和人文条件造成的路基破坏。路基的不良地质水文条件如泥石流、溶洞、大暴雨、地震、自然灾害等，均可能导致路基的大规模破坏。在公路勘测设计过程中，应力求避开这些地区，或采取相应的技术措施，以保证路基的安全和稳定。

三、路面的常见病害

路面的破坏大体上可分为两类：一类是结构性破坏，它是路面结构的整体或其某一个或几个组成的部分的破坏，严重时可能达到不能支承车辆的荷载；另一类是功能性破坏，

即由于路面的不平整,使其不再满足行车要求的功能。这两类破坏不一定同时发生,但都是逐渐积累起来的。对于功能性破坏,可以通过修整、养护来恢复路面的平整性,以满足使用的要求。但对结构性破坏,一般均需进行彻底的翻修。

常见的路面有沥青类路面和水泥混凝土路面。以下主要介绍这两种路面常见的病害,以及产生病害的主要原因。

1. 沥青类路面的病害

沥青类路面是由沥青、碎石、砂和其他细料组成的混合料做成的路面。

产生沥青路面各种病害的成因比较复杂,有内因和外因。内因包括沥青和矿料的质量、配合比,以及施工工艺等,都会影响沥青路面的使用品质,如果某一环节处理不好,均可能导致病害产生;外因有行车荷载、环境、路基状况、气候条件等。

沥青路面主要病害有以下几种:

(1) 泛油。在高温季节行车作用下,沥青矿料下挤,沥青上泛,表面形成一定面积的油层。产生泛油大多是由于沥青混合料中沥青用量偏多或沥青稠度太低等原因引起,也有由于低温季节施工时沥青表面嵌缝料散失过多引起。

(2) 波浪。在汽车荷载反复作用下,路面上形成有规则的波浪起伏的变形,见图 1-4-6 (a)。产生波浪的原因是由于沥青混合料的骨料粒径分布不均匀。

(3) 拥包。在汽车车轮水平力推挤作用下,沥青路面局部产生沿纵向的鼓起。产生拥包的原因是由于沥青用量偏多、稠度偏低,或混合料中细料偏多、矿料级配不好,使得沥青面层材料的抗剪强度不足,见图 1-4-6 (b)。

(4) 裂缝。沥青路面裂缝是常见的病害,其产生的原因很多,裂缝的形式也不同。路基未充分压实使得强度不足和产生过大变形,往往产生较长的纵向裂缝,有时会达到数十米;低温缩裂产生沥青路面裂缝多为横向缝;沥青路面材料老化、整体强度不够产生闭合图形的龟裂、网裂。

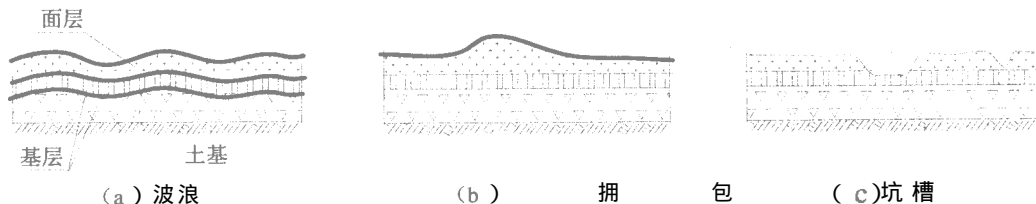


图 1-4-6 沥青类路面的病害纵向剖面示意

(5) 滑溜。是指沥青路面表面的抗滑性明显降低,严重影响行车速度和行车安全。产生滑溜的主原因是沥青混合料中骨料的抗磨耗性能差,汽车轮子对路面的产生较大的磨耗是路面变得较为光滑,或沥青面层中多余的沥青在行车荷载重复作用下泛油。

(6) 坑槽。在汽车荷载作用下,沥青路面表面形成一定面积的坑坑洼洼,是较为严重的病害。产生坑槽的原因是基层局部强度不足,或沥青路面面层的网裂、龟裂未及时养护等,见图 1-4-6 (c)。

(7) 松散。沥青混合料矿料之间的联接强度降低,导致沥青面层部分矿料剥离。产生松散的原因有沥青的用量偏少或稠度偏低,或所用的矿料过湿、铺撒不匀未能被沥青粘牢,还有基层与面层联接不良等。

(8) 啃边。在路面与路肩联接处，路面边缘的缺损。产生啃边的主要原因是路肩加固处理不当，路面边缘强度不足，加上行车对路面边缘过多的作用等。

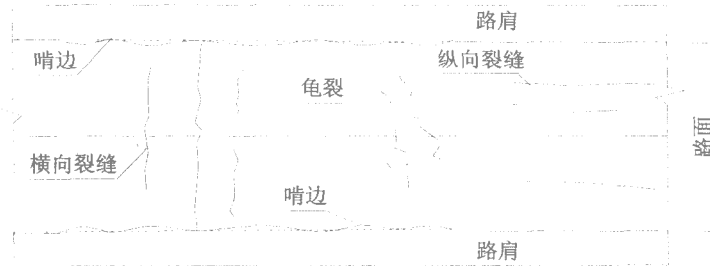


图 1-4-7 沥青类路面的病害的平面示意图

(9) 车辙。路面的行车道由于车轮的反复磨压，沿着行车方向，形成明显的带状下凹痕迹。产生车辙的主要原因是石料强度不够，以及车轮对路面过度的磨耗。

2. 水泥混凝土路面的病害

水泥混凝土路面是由水泥混凝土浇筑而成，刚度大，路面变形小，为防止水泥混凝土干缩变形、温度变形引起裂缝，水泥混凝土路面上必须设置许多接缝。

水泥混凝土路面在汽车车轮荷载的反复作用和各种自然因素的长期作用下，如果接缝处理不当，或板的强度不足、地基承载力不足、有超载车辆作用等，都会使混凝土面板应力过大，出现各种类型的损坏现象，影响使用寿命。

由于水泥混凝土路面存在接缝缝隙，雨水容易侵入，使地基强度减弱。而且，接缝又是处于板的边缘，故应力较大。所以，水泥混凝土路面的病害大部分是从板的接缝开始产生。

(1) 挤碎和拱起。多发生在横向接缝（主要是膨胀缝）位置的两侧数十厘米宽度内。挤碎是由于胀缝失效，如滑动传力杆设置不正确使得滑动功能失效，或施工时胀缝缝内局部有混凝土搭连，或胀缝内落入坚硬的杂屑等原因，阻碍了板的伸长。当温度升高时混凝土会膨胀，接缝处混凝土受到较高的挤压应力，如果板纵向压曲失稳，就会在接缝两侧的板突然向上拱起见图 1-4-8 (a)。当这种挤压应力其超过混凝土的抗剪强度时，板即发生剪切挤碎，见图 1-4-8 (b)。挤碎和拱起往往同时出现。

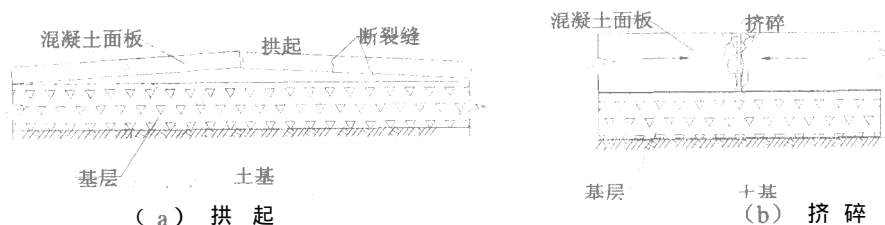


图 1-4-8 水泥混凝土路面接缝病害

(2) 错台和唧泥。错台是混凝土面板接缝附近两侧的地基承载能力下降，在汽车荷载作用下，两侧混凝土面板出现竖向相对位移。产生错台的主要原因有胀缝施工质量较差，

使得嵌缝板与上部缝隙未能对齐，或胀缝两侧混凝土壁面不垂直，或者接缝传荷能力不足，交通量或基础承载力在横向各板缝上分布不均匀，各板缝沉陷不一致时，在缝旁两板在伸胀挤压过程中，会上下错开而形成错台，见图 1-4-9 (a)。唧泥是指汽车行经接缝时，由缝内喷溅出稀泥浆，从而逐步掏空接缝板底的局部地基土。产生唧泥的主要原因是路表水通过接缝渗入基础使其软化，当在轮载的频繁作用下，基层由于塑性变形累积而同面层板脱空，地面水沿接缝下渗而积聚在脱空的空隙内，在轮载作用下积水变成有压水而同基层内浸湿的细料混搅成泥浆，并沿接缝缝隙喷溅出来。唧泥的出现，使面板边缘部分失去支承，很快就会因而往往在接缝附近产生横向裂缝，见 1-4-9 (b)。错台和唧泥往往同时出现。



图 1-4-9 错台和唧泥

此外，纵缝两侧的横缝前后搓开、纵缝缝隙拉宽、填缝料丧失和脱落等也都属于接缝的破坏。

混凝土板本身的破坏主要是板产生裂缝，甚至造成断裂。由于汽车荷载的反复作用，使混凝土板的疲劳强度逐渐，如果板的强度不足，混凝土面板所受内应力超过了混凝土的疲劳强度，板在未达到正常设计使用年限时就发生横向、纵向以及板角的裂缝甚至断裂，破坏了板的结构整体性，使板丧失应有的承载能力。

产生板破坏的原因还有：板的平面尺寸太大，使得温度应力过大；板太薄，实际车辆荷载太重（出现较多的超重车辆作用）；行车荷载的渠化作用，造成荷载作用次数过于集中于某些混凝土面板，并超过允许值；地基过量塑性变形使板底部分脱空失去支承，使板的应力骤增；施工养生期间收缩应力过大，由于材料或施工质量不良，混凝土强度未能达到设计要求等。

第五节 路基路面设计的内容

一、路基设计的内容

1. 收集原始资料

收集沿线地质、水文调查资料，地形地貌、当地的筑路材料供应情况，原有道路路线设计资料（路线的平面、纵断面和横断面等资料），当地修建路基的经验，施工技术水平等，作为设计的原始资料。

2. 路基的结构形式和尺寸拟定与验算

拟定路基的标准断面和特殊断面形式、确定基本尺寸，进行必要的验算。

3. 进行路基防护与加固结构物设计

根据地形、地质水文条件、路基填挖高度，确定如何修建路基防护与加固结构物，对路基加固结构物进行必要的验算。

4. 特殊路基设计

高填路堤、深挖路堑、浸水路堤和软土地基等要进行单独设计

5. 根据路基穿越地带的地面水和地下水流情况和水文地质条件，进行路基排水设计

6. 其他附属设施设计

设置必要的取土坑、弃土堆、护坡道，还有进行绿化和交通安全设施设计等。

7. 绘制设计图，编制设计文件

路基设计的最终结果要以设计文件形式给出。路基的设计内容一般作为整个公路的一个组成部分，包括在公路设计文件中。路基设计文件的内容主要包括：路基典型断面设计图、特殊路基断面设计图、防护工程设计图、路基排水设计图等。对于这些设计图，应有相应的工程数量表。另外，还要编制设计说明，包括设计主要依据和设计技术指标、施工工艺与质量控制要求等。

二、路面设计内容

1. 收集原始资料

原有道路路线设计资料（路线的平面、纵断面和横断面等资料），当地修建路面的经验，施工技术水平等。进行交通量的预估和测算。对旧路改建工程，还需要调查旧路状况。

2. 选择路面结构层组成

根据路基情况和交通量大小，以及当地材料来源，施工技术条件以及经济性等，确定路面采用几层，分别采用什么材料，进行路面厚度计算；

3. 选择施工工艺和确定质量控制指标

路面的质量与施工工艺要求紧密相关，同样的材料组成，路面的施工工艺不同，其相应的路面类型就可能不同，这将在本书路面部分中予以介绍。

4. 绘制设计文件

同路基设计一样，路面设计的最终结果要以设计文件形式给出。路面的设计内容一般作为整个公路的一个组成部分，包括在公路设计文件中。有时作为分期修建工程或路面改造工程，亦需要作为单独设计文件给出。

路面的设计文件一般包括：路面结构设计图、路面排水设计图。另外，需编制设计说明，包括路面设计意图、施工工艺与施工质量指标要求等。

在路基设计中，要尽量为路面提供坚实、稳固的地基，减少路基的不均匀沉降，提高路基的强度和稳定性。对较为潮湿的路基，应采取必要的措施，降低潮湿对路面的影响，增强路面结构的整体稳定性和强度，以满足行车要求。当路基较潮湿，会导致路基强度降低，在路面设计中就应当采取必要的技术措施，来弥补路基的不足。因此，路基与路面是相互依赖的，它们的设计一般也是相互联系在一起的，在公路设计文件的说明书中，它们经常被划分为一个项目。

思考题

1. 路基和路面由哪几部分组成，各作用有哪些？
2. 简述路基路面与其他工程的关系？
3. 对路基有那些要求？对路面有哪些要求？
4. 影响路基路面的主要因素有哪些？
5. 常见的路基路面病害有哪些？在实际生活中，你曾经看见过哪些路基路面病害？
6. 路基路面的设计内容有哪些？

第二章 路基土和路基特性

【本章要点】用不同类型的土，其物理力学性质、工程性质也不同，直接影响路基的强度和稳定性。掌握土的分类以及不同类型土的工程性质是对学习路基路面是必需的。

本章主要介绍填筑公路路基的土的分类，讨论各种类型土的物理力学性质，以及它们的工程性质。介绍水对路基的影响，公路自然区划概念。介绍路基的基本特性，主要包括路基的几个重要的力学特性指标，即路基回弹模量、CBR 等，以及它们的试验测定原理。

本章的学习要求为：

掌握路基土分类，包括路基土按照颗粒大小划分，按照颗粒组成和工程性质划分。

掌握路基潮湿类型概念，并会进行判断，了解影响路基潮湿类型的因素。

了解公路自然区划，各级区划划分依据，熟悉各一级自然区划中自然因素对路基路面工程的影响。理解路基工作区概念，了解汽车荷载对路基的影响。

掌握路基变形特性的重要指标概念，包括路基回弹模量，CBR 指标等。了解路基的其他指标，包括抗剪指标、地基反应模量等。

第一节 概述

公路路基主要是用土修筑的，不同类型的土，其物理力学性质不同，用它来修筑的路基其强度和稳定性也不同。用工程性能好的土修筑路基，能使路基有较好的水温稳定性，抵抗水、温度的侵蚀能力强，能提高路基的整体强度和稳定性，路基施工质量才有可能得到保证。

因此，掌握路基土的特性，能从本质认识路基的设计、施工技术要求。根据公路路基的特点和使用要求，了解各类土的性质、特点、使用条件和用途，用以指导路基的设计、试验和科学研究、施工与管理工作，使我们能够在工程实际中主动采取各种有效措施，保证路基的强度和稳定性。

路基的强度和稳定性受自然因素影响较大，不同的地域自然条件不同，水、气温、湿度等对路基路面强度和稳定性的影响程度也不同。为区别不同地域和不同自然区域的水温状况对路基的影响，为了方便于设计、施工和养护，我国于 1988 年制定了全国公路区划，将全国划分为若干个区，每个区内，修建路基路面有许多共同的特点，这为公路设计提供参考依据。

公路受来自降雨、地面水和地下水的影响，使路基的潮湿状况不断发生变化，直接影响路基的强度和稳定性。研究路基潮湿状况对路基强度和稳定性的影响，掌握判断路基的干湿类型的方法，是确定路基强度的重要前提。

路基特性主要反映在路基的强度和变形特性上，汽车荷载、路基自重对地基的作用，影响地基的稳定性。研究这些特性的目的是更好地把握路基路面设计、施工和管理，以及进一步的试验研究。

第二节 路基土的分类及其工程性质

修建路基路面离不开土，在日常生活中，到处可以见到土，并有了“土”、“砂”、“石子”的一般概念：“土”一般指颗粒较为细小的土颗粒，“土”可以用来种植植物，“石”则用来砌筑建筑物。而在公路工程中所讲的土，指广义的土，它包括了我们日常生活中的大块石，卵石、砂、细粒的土颗粒等。土的种类有很多，为便于工程实际应用，需要对路基用土进行分类。

在路基工程中，对土的分类是以方便于实际应用为原则，现行规范《公路土工试验规程》JTJ051-93 与旧的公路规范《公路土工试验规程》JTJ051-85 相比，在分类方面有较大的修改。鉴于在工程实际中可能要用到过去的有关资料，这里对路基土旧的分类方法也一并予以介绍。

一、路基土的分类

根据使用要求，在公路工程中常见划分土的方法有两种：第一种是按颗粒的粒径、土粒分布和水的相互作用划分；第二种是从施工的难易程度，即按工程开挖难易程度划分。

土的分类总体系，见图 2-2-1。

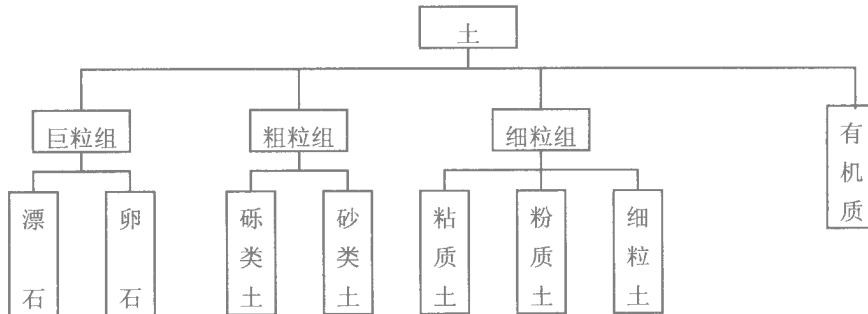


图 2-2-1 土的分类总体系

1. 按土的颗粒大小区分

按土的颗粒大小区分可以分为巨粒组、粗粒组、细粒组三大组类，见表 2-2-1。

表 2-2-1 土的粒组划分表

200		60	20	5	2	0.5	0.25	0.074	0.002	0.001 (mm)
巨粒组		粗粒组						细粒组		
漂石 (块石)	卵石 (小块石)	砾 (角砾)			砂			粉土	粘土	
		粗	中	细	粗	中	细			

为分类表述方便，也为了更好地反映不同类型土的物理特性，公路用土可以根据土的成分，颗粒组成和液限，采用基本代号来表示，见表 2-2-2。