



高等职业教育“十二五”规划教材

路基施工 技术

王红霞 付清华 任小艳 主 编
吴敏刚 王其功 主 审



人民交通出版社
China Communications Press

高等职业教育“十二五”规划教材

Luji Shigong Jishu

路基施工技术

王红霞	付清华	任小艳	主 编
	吴敏刚	王其功	主 审

人民交通出版社

内 容 提 要

本书为高等职业教育“十二五”规划教材之一。主要内容包括:公路基本知识,路基构造及施工准备,路基土石方工程,路基排水工程施工,路基防护与加固工程施工,特殊路基施工,路基的整修与验收,路基施工管理及施工机械,路基边坡稳定性验算,施工图设计文件。

本书可作为高职高专院校道路与桥梁工程技术专业、市政工程技术专业等交通土建类专业教材,也可作为继续教育和职业培训教材,亦可供从事道路与桥梁工程、市政工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

路基施工技术/王红霞,付清华,任小艳主编. —北京:
人民交通出版社,2013. 3

高等职业教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-114-10357-5

I. ①路… II. ①王… ②付… ③任… III. ①公路
路基—工程施工—高等职业教育—教材 IV. ①U416. 104

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 023205 号

高等职业教育“十二五”规划教材

书 名:路基施工技术

著 作 者:王红霞 付清华 任小艳

责任编辑:袁 方 王绍科

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址:<http://www.ccpress.com.cn>

销售电话:(010)59757973

总 经 销:人民交通出版社发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京交通印务实业公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:11.5

字 数:277 千

版 次:2013 年 3 月 第 1 版

印 次:2013 年 7 月 第 2 次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-10357-5

定 价:33.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前 言

本教材主要包括:公路基本知识、路基构造及施工准备、路基土石方工程施工、路基排水工程施工、路基防护与加固工程施工、特殊路基施工、路基整修与验收、路基施工管理与施工机械、路基边坡稳定性验算与分析、施工图文件。其中模块1由公路工程项目切入到具体的路基的性能指标,完成课程的衔接、补充与过渡;模块2~模块5是路基构造与施工的基本项目;模块6~模块8在基本项的基础上分别对特殊路基和路基的检验评定、路基施工过程管理和施工机械组织做了强调;模块9属于拓展提升知识;模块10提供了系统的施工图文件便于综合实训项目的开展。模块设置便于取舍。在每一个教学模块中明确了教学目标及思考训练项目,在教学中可根据学员之前所学课程的情况来设计教学过程,思考训练项目可用于课程的衔接导入、教学中的训练、课后的拓展或学生的课外作业。思考训练项目并不局限于本教材中现有的内容,其深度可由授课教师视需要控制。

全书由甘肃交通职业技术学院王红霞、付清华、任小艳主编。其中模块1、2、8由付清华编写;模块3、4、6由王红霞编写;模块5、7、9由任小艳编写;模块10的综合实训文件由吴雷编写。全书由王红霞统稿并完成教学目标的设定及思考训练项目的设计。

本书特邀甘肃省公路局总工程师兼副局长吴敏刚、副总工程师王其功主审。两位总工程师在百忙之中对本书内容作了全面的审校,提出了宝贵的意见与建议,提高了本书的质量。此外,本书出版得到人民交通出版社卢仲贤主任、袁方编辑的支持与帮助。在此一并致谢。

由于编者水平及认识的局限,本书不当之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者
2012年12月

目 录

模块1 公路基本知识	1
1.1 公路发展概况及其基本组成	1
1.2 路基的特点及基本要求	7
1.3 路基土的分类及工程性质	8
1.4 土工合成材料	14
1.5 公路自然区划与路基干湿类型	15
1.6 道路工程项目建设程序与方法	23
思考及训练	26
模块2 路基构造及施工准备	28
2.1 路基典型横断面	28
2.2 路基基本构造	30
2.3 路基附属设施	32
2.4 路基施工方法及施工准备	34
2.5 施工放样	38
思考及训练	41
模块3 路基土石方工程施工	42
3.1 一般土质路堤填筑	42
3.2 土质路堑开挖	47
3.3 路基压实	50
3.4 石质路基施工	54
思考及训练	59
模块4 路基排水工程施工	60
4.1 地面排水设施施工	60
4.2 地下排水设施施工	68
思考及训练	75
模块5 路基防护与加固工程施工	77
5.1 防护工程施工	77
5.2 挡土墙	86
思考及训练	94
模块6 特殊路基施工	96
6.1 软土地区路基施工	96
6.2 黄土地区路基施工	99
6.3 盐渍土地区路基施工	102

思考及训练	104
模块7 路基整修与验收	105
7.1 公路工程质量检验与等级评定基本方法	105
7.2 路基实测项目	107
7.3 关键项目检测	108
思考及训练	115
模块8 路基施工管理及施工机械	124
8.1 施工组织设计	124
8.2 施工网络计划技术	129
8.3 路基施工机械	135
8.4 路基施工过程的质量控制	140
模块9 路基边坡稳定性验算与分析	142
9.1 边坡稳定性验算方法及相关参数确定	142
9.2 边坡稳定性分析方法	144
思考及训练	151
模块10 综合实训——施工图设计文件	153
参考文献	176

模块 1 公路基本知识



教学目标

通过模块 1 的学习,能够明确公路的基本组成、公路路基的基本性能要求及指标控制,尤其是土和水的控制;明确公路路基建设的行业依据及现行规程。

1.1 公路发展概况及其基本组成

1.1.1 公路运输的特点

现代交通运输由铁路、公路、水运、航空及管道运输五种运输方式组成。铁路运输对于中、远程的大宗货物及人流运输具有运输量大、成本低的特点;水运在通航地区具有运量大、运价低廉的特点;航空运输具有速达作用,但成本高、能耗大;管道运输则多用于运输液体、气态或散装物品。与其他运输方式相比,公路运输具有如下特点:

(1) 机动灵活性强,能迅速集中和分散货物,在规定的的时间和地点可做到直达运输而不需要中转,节约时间和费用,货损少,经济效益高。

(2) 适应性强,服务面广,适应于小批量运输和大宗运输,可以深入到城市、乡村及工矿企业,可独立实现“门到门”的直达运输。

(3) 建设投资相对较省,见效快,经济效益和社会效益显著。

(4) 由于公路运输服务人员多、单位运量小,故运输费用比铁路和水运高。

1.1.2 公路的发展

据史料考证,早在公元前 2000 年,我国已修建有可供行驶牛、马车的道路。西周时期道路建设已初具规模。在道路规划方面,《周礼》中有以下记载:“匠人营国,国中九经九纬,经涂九轨,环涂七环,野涂五轨”;在道路管理方面,《周语》中有以下记载:“司空视途”,“列树以表道,立鄙食以守路”,“雨毕而除道,水涸而成梁”;在道路质量方面,《诗经》中有以下记载:“周道如砥,其直如矢”。唐代是我国古代道路发展的鼎盛时期,初步建成了以城市为中心的四通八达的道路网。其间在道路结构、施工方法等方面作了许多创新。到了清代,已经对道路进行了分级,即“官马大道”、“大路”、“小路”三个等级。其中仅“官马大道”已达 2000km 以上。

20 世纪初,第一辆汽车输入我国后,通行汽车的公路开始发展起来,1908 年建成了我国历史上第一条公路,即广西龙州至那堪公路(长 30km)。从推翻清政府到新中国成立以前,是我国近代道路发展时期,但发展缓慢,且屡遭破坏,30 多年时间仅修建公路 75000km,其中

铺有高级、次高级路面的还不到 350km。这一时期,修建的多为天然泥土路、泥石路或泥结碎石路。施工方式主要是人工挑抬,石碾压实。虽引进了一些筑路机械,但由于机械配件和燃料供应困难,而很少使用。到解放初期,全国仅有推土机 240 台,挖掘机 5 台,压路机 91 台,拌和机 104 台,汽车 118 辆。

新中国成立后,随着我国公路建设事业的蓬勃发展,公路施工技术水平也相应得到了较快的提高。全国从上到下成立了公路专业施工队伍,并颁布了各种公路技术标准,使公路施工及管理迅速地走上正轨。20 世纪 50 年代,由专业施工队伍负责承担施工任务的康藏公路、海南岛公路、成都至阿坝公路等 10 余条重点公路工程相继竣工。这些公路具有自然条件复杂、工程艰巨、工期短等特点,在施工中探索、创造了土石方大爆破施工、泥结碎石路面施工及泥结碎石路面加铺级配磨耗层和保护层施工、软土等特殊地基的处理等一系列的公路施工技术,使我国的公路施工技术水平得到了一个整体上的提升。20 世纪 60~80 年代初,是我国公路发展的普及时期,这个时期共修建公路 80 多万 km,其中高级、次高级路面(主要是渣油表处路面)达 10 万 km。这些公路以三、四级公路为主,当时施工机械的发展和推广应用方面比较缓慢,基本上是采取发动群众、用手工操作方式组织施工。

1988 年,我国高速公路实现了零的突破,结束了中国内地没有高速公路的历史,这是中国公路迈入现代化的新起点。为适应高等级公路高标准和高质量的要求,进入 20 世纪 80 年代以来,我国公路施工技术也获得了前所未有的发展。

2004 年,交通部(现交通运输部)推出了新一轮国家高速公路网规划,如图 1.1 所示。我国将建成布局为“7918”的高速公路网,即 7 条北京放射线、9 条南北纵线、18 条东西横线,总里程约 8.5 万 km。规划的国家高速公路网将连接 319 个现状人口在 20 万以上的城市,包括所有的省会城市以及香港、澳门、台北。规划中,东部地区平均半小时可上高速公路,中部地区平均 1 小时可上高速公路,西部地区平均 2 小时可上高速公路。

此外,国家高速公路网还包括辽中环线、成渝环线、海南环线、珠三角环线、杭州湾环线、台湾环线共 6 条环线,2 段并行线和 35 条联络线,见表 1.1。

“7918”高速公路网 表 1.1

(1)7 条北京放射线:		
北京—上海(1245km) 北京—昆明(2865km) 北京—哈尔滨(1280km)	北京—台北(1973km) 北京—拉萨(3733km)	北京—香港、澳门(2387km) 北京—乌鲁木齐(2582km)
(2)9 条南北纵线:		
鹤岗—大连(1394km) 济南—广州(2110km) 包头—茂名(3132km)	沈阳—海口(3711km) 大庆—广州(3460km) 兰州—海口(2577km)	长春—深圳(3618km) 二连浩特—广州(2685km) 重庆—昆明(838km)
(3)18 条东西横线:		
绥芬河—满洲里(1523km) 荣成—乌海(1880km) 连云港—霍尔果斯(4286km) 上海—成都(1960km) 上海—昆明(2336km) 厦门—成都(2307km)	珲春—乌兰浩特(887km) 青岛—银川(1601km) 南京—洛阳(712km) 上海—重庆(1898km) 福州—银川(2488km) 汕头—昆明(1029km)	丹东—锡林浩特(960km) 青岛—兰州(920km) 上海—西安(1490km) 杭州—瑞丽(3405km) 泉州—南宁(1250km) 广州—昆明(1610km)

国家高速公路网布局方案

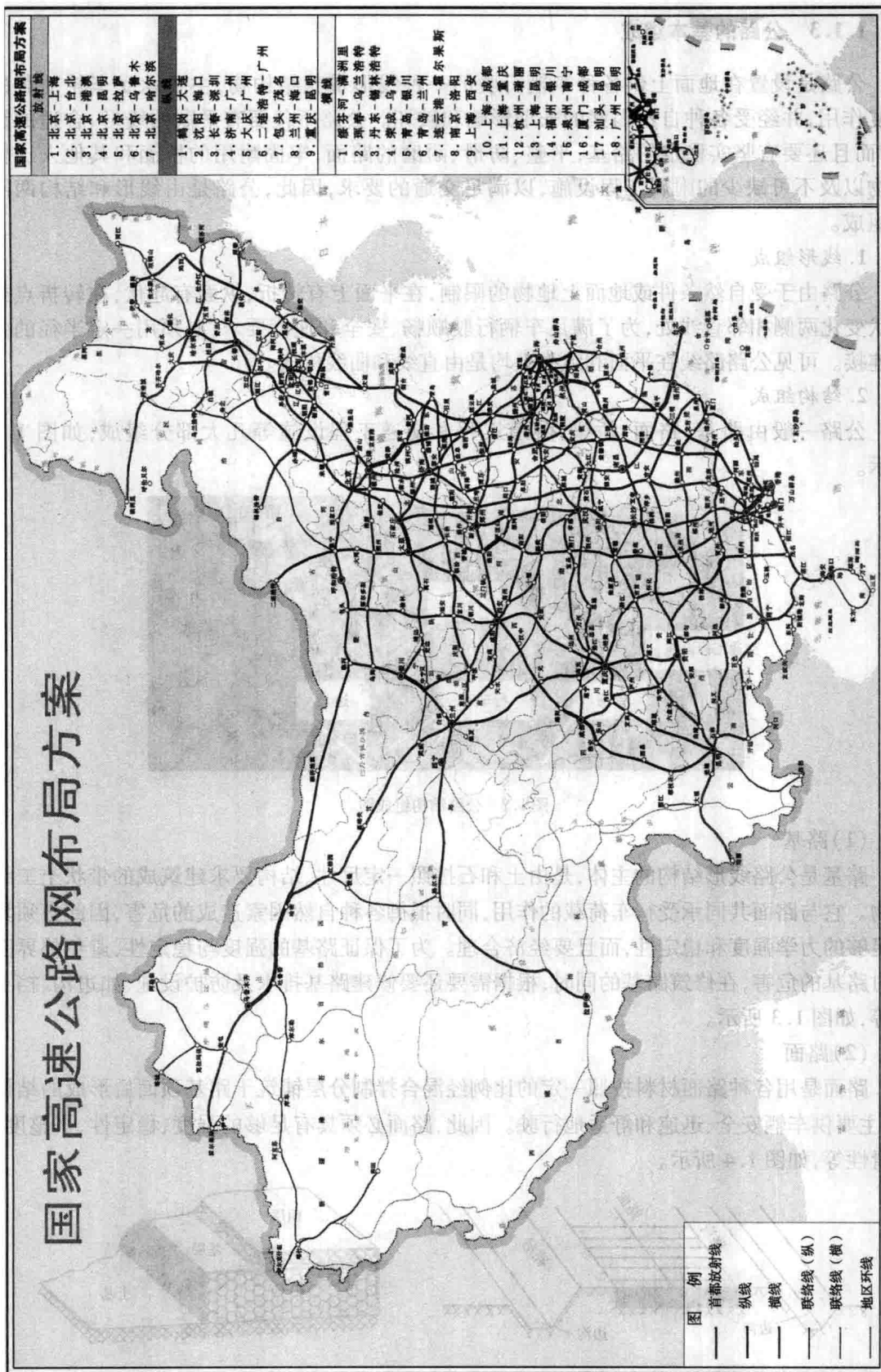


图 1.1 国家高速公路网

1.1.3 公路的基本组成

公路是设置在地面上供各种车辆行驶的一种线形带状结构物,主要承受车轮荷载的反复作用,并经受各种自然因素的长期影响和破坏。公路不仅要有平顺的线形、合适的纵坡,而且还要有坚实稳定的路基,平整、防滑、耐磨的路面,牢固耐用的桥涵和其他人工构造物以及不可缺少的附属工程设施,以满足交通的要求,因此,公路是由线形和结构两部分组成。

1. 线形组成

公路由于受自然条件或地面上地物的限制,在平面上有转折、纵面有起伏,在转折点或起伏变化两侧相邻直线处,为了满足车辆行驶顺畅、安全和速度要求,必须用一定半径的曲线连接。可见公路路线在平面和纵面上均是由直线和曲线构成。

2. 结构组成

公路一般由路基、路面、桥梁、隧道工程和交通工程设施等几大部分组成,如图 1.2 所示。

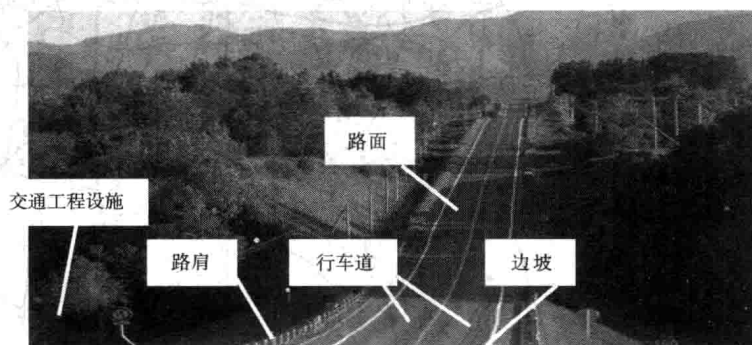


图 1.2 公路结构组成图

(1) 路基

路基是公路线形结构的主体,是由土和石按照一定尺寸、结构要求建筑成的带状土工结构物。它与路面共同承受行车荷载的作用,同时抵御各种自然因素造成的危害,因此必须具有足够的力学强度和稳定性,而且要经济合理。为了保证路基的强度与稳定性,避免外界因素对路基的危害,在修筑路基的同时,根据需要还要修建路基排水及防护设施,如边沟、挡土墙等,如图 1.3 所示。

(2) 路面

路面是用各种路面材料按照一定的比例经混合拌制分层铺筑于路基顶面后形成的结构物,主要供车辆安全、迅速和舒适地行驶。因此,路面必须具有足够的强度、稳定性、平整度、抗滑性等,如图 1.4 所示。

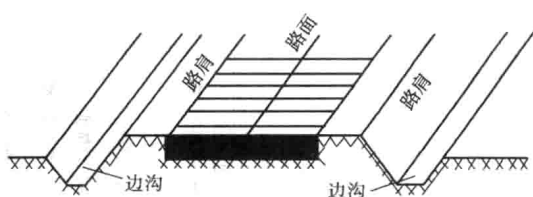


图 1.3 路基示意图

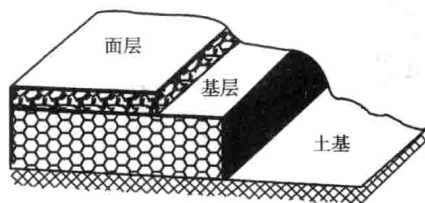


图 1.4 路面示意图

路面底面以下 80cm 范围内的路基部分,承受由路面传来的荷载,称为路床。路床是路面的基础,在结构上分为上路床(0 ~ 30cm)及下路床(30 ~ 80cm)两层。路床,特别是上路床的土质、粒径、压实度都有严格要求,必须均匀、密实、强度高,不得有松散和软弹现象。

(3) 桥梁、涵洞

公路跨越河流、沟谷以及其他线路时,为了保证公路的连续性,需要修建桥梁或涵洞等结构物来跨越。当结构物的单孔跨径小于 5m 或多孔跨径之和小于 8m 时,称为涵洞;当大于上述值时,则称为桥梁,如图 1.5、图 1.6 所示。

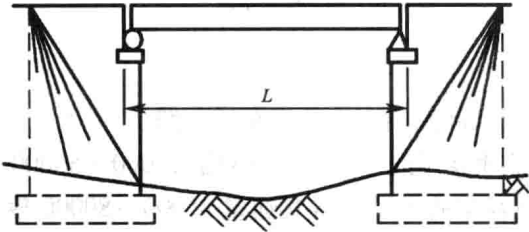


图 1.5 桥梁示意图

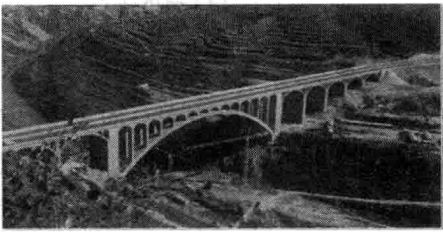


图 1.6 桥梁实景图

(4) 隧道

在山区修筑公路,经常有较高的山岭阻拦,如果选择绕过山岭的方式,有可能造成里程大大增加,而且纵坡陡峻,线形迂回较多,使公路技术标准偏低。在这种情况下,可以考虑在一个适当的高程和地形处,打通一条山洞连接山岭两侧的公路,这样就可以避免上述路线的缺点而取得一条捷径,这类山洞就是隧道,如图 1.7、图 1.8 所示。还有一种情况,当公路需要穿越深水层或所跨越的江海湖泊不适宜修建桥梁时,也可以考虑隧道方案。

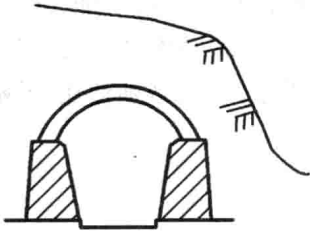


图 1.7 隧道示意图



图 1.8 隧道实景图

(5) 交通服务设施

交通服务设施一般是指公路沿线设置的交通安全、养护管理、服务、环境保护等设施,包括交通标志、交通标线、护栏、护墙、护柱、中央分隔带、隔音墙、隔离墙、照明设备、停车场、加油站、汽车修理站、养护管理房屋和绿化美化设施等。

(6) 特殊结构物

山区公路在翻山越岭时,往往要在横坡陡峻的山坡上修筑公路,为了保证路基稳定和减少工程数量,常需修筑挡土墙,如图 1.9、图 1.10 所示。在悬岩峭壁上修筑公路时,需要修筑悬臂式路台。通过沙漠地带的道路,需要修筑防沙栏栅。

1.1.4 公路等级

现行的国家行业标准《公路工程技术标准》(JTG B01—2003)(以下简称《标准》)根据功能和适应的交通量将公路分为五个等级,即高速公路、一级公路、二级公路、三级公路、四级公路。

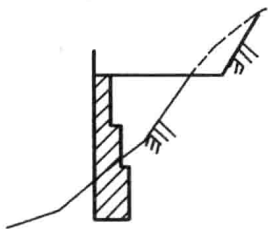


图 1.9 挡土墙示意图



图 1.10 挡土墙实景图

1. 高速公路

高速公路为专供汽车分向、分车道行驶并应全部控制出入的多车道公路。

四车道高速公路应能适应将各种汽车折合成小客车的年平均日交通量 25000 ~ 55000 辆；六车道高速公路应能适应将各种汽车折合成小客车的年平均日交通量 45000 ~ 80000 辆；八车道高速公路应能适应将各种汽车折合成小客车的年平均日交通量 60000 ~ 100000 辆。

2. 一级公路

一级公路为供汽车分向、分车道行驶，并可根据需要控制出入的多车道公路。

四车道一级公路应能适应将各种汽车折合成小客车的年平均日交通量 15000 ~ 30000 辆；六车道一级公路应能适应将各种汽车折合成小客车的年平均日交通量 25000 ~ 55000 辆。

一级公路是连接高速公路或某些大城市的城乡结合部、开发区经济带及人烟稀少地区的干线公路。它实际上具有两种不同的任务和功能：一种是具有干线功能，部分控制出入；另一种是可以采用平交的距离不长的连接线等。一级公路强调必须分向、分车道行驶，《标准》规定一级公路一般应设置中央分隔带。当受特殊条件限制时，必须使用分隔设置，不允许用画线代替。

3. 二级公路

二级公路为供汽车行驶的双车道公路。

双车道二级公路应能适应将各种汽车折合成小客车的年平均日交通量 5000 ~ 15000 辆。

二级公路为中等以上城市的干线公路或者是通往大工矿区、港口的公路。为保证汽车的行驶速度和交通安全，在混合交通量大的路段，可设置慢车道供非机动车行驶。

4. 三级公路

三级公路为主要供汽车行驶的双车道公路。

双车道三级公路应能适应将各种车辆折合成小客车的年平均日交通量 2000 ~ 6000 辆。

5. 四级公路

四级公路为主要供汽车行驶的双车道或单车道公路。

双车道四级公路应能适应将各种车辆折合成小客车的年平均日交通量 2000 辆以下；单车道四级公路应能适应将各种车辆折合成小客车的年平均日交通量 400 辆以下。

三、四级公路为“主要供汽车行驶的双车道公路”，是指公路应按汽车行驶的要求设计，同时也允许拖拉机、畜力车、人力车等非汽车交通使用车道，其混合交通特征明显。

1.2 路基的特点及基本要求

1.2.1 路基的特点

作为公路建筑的主体,路基工程具有工程数量大、耗费劳动力多、涉及面广、投资高等特点。以平原微丘区三级公路为例,土石方数量为 $8000 \sim 16000\text{m}^3/\text{km}$,而山岭重丘区三级公路可达 $20000 \sim 60000\text{m}^3/\text{km}$ 。据资料分析,一般公路的路基修建投资占公路总投资的 $25\% \sim 45\%$,个别山区公路可达 65% ,对于高速公路,数量更为可观。路基施工改变了沿线原有自然状态,挖、填、借、弃土石方对当地生态平衡、水土保持和农田水利等自然环境均有影响。

路基工程对施工期限的影响也较大。在工程地质和水文条件复杂的路段,不但工程技术问题多,施工难度大,工程投资大,而且成为影响全线工期的关键。路基工程质量对公路的质量和运营具有十分重要的影响。路基稳定与否,对路面工程质量影响甚大,关系到公路能否正常投入使用。

1.2.2 路基的基本要求

路基是公路的重要组成部分,它与路面共同承受行车荷载和自然因素的影响,因此它既是路线的主体又是路面的基础,其本身的强度与稳定性直接影响路面的使用寿命和公路的使用质量。为保证公路的使用质量,对路基的基本要求有以下几个方面。

(1) 符合规范要求

路基横断面形式及尺寸,应符合现行国家行业标准《公路工程技术标准》(JTG B01—2003)的有关规定。

(2) 具有足够的强度

路基的强度是指在行车荷载作用下,路基抵抗变形与破坏的能力。行车荷载及路基路面自重会对路基及路基以下的地基产生一定的压力,这些压力可使路基产生一定的变形,当其超过某一限度时,将导致自身的损坏并直接损坏路面的使用品质。为保证在外力因素作用下,不产生超过允许范围的变形,要求路基要具有足够的强度。

根据土基简化的力学模型及破坏原因的不同,国内外表征路基强度的指标主要有土基的弹性模量 E_0 、土基反应模量 K_0 、加州承载比 CBR 及土的抗剪强度指标 c 、 φ 。

(3) 具有足够的整体稳定性

路基的整体稳定性是指路基整体在车辆及自然因素作用下,不致产生不允许的变形和破坏的性能。在地表面上修筑路基,必然产生填筑或开挖,这种不填即挖的结果改变了原地表面的天然平衡状态,有可能导致路基失稳。因此,为保证路基的安全与稳定,必须采用正确的路基断面形式与尺寸,采取有效的路基排水、工程防护与加固等措施,确保路基在最不利的行车荷载与自然因素条件下具有足够的整体结构的稳定性。

(4) 具有足够的水温稳定性

路基的水温稳定性是指路基在水和温度的作用下保持其强度的能力,包括水稳定性和温度稳定性。路基在地面水和地下水作用下,其强度会显著降低。特别是季节性冰冻地区,由于水温状况的变化,路基将发生周期性冻融,形成冻胀和翻浆,使路基强度急剧下降。因此,不仅要求路基具有足够的强度,而且还应保证在最不利的水温状况下,强度不致显著降

低,这就要求路基具有足够的水温稳定性。

影响路基稳定性的因素主要包括自然因素和人为因素。自然因素主要是地形、气候、水文与水文地质、地质条件、植被情况等。人为因素主要指荷载作用、路基结构、施工方法、养护措施。此外还有沿线附近的人为设施,如水库、排灌渠道、水田以及人为活动等。

1.2.3 路基工程与其他工程项目的关系

(1) 路基工程与路面工程的关系

路基是路面的基础,路基的强度与稳定性是保证路面强度与稳定性的基本条件,提高路基的强度与稳定性,可以适当减小路面厚度,降低工程造价。

(2) 路基工程与桥涵工程的关系

桥头引道路基,与桥位选择和桥孔设计关系密切,在设计中必须相互配合。在路线纵断面设计中对路基与桥涵在布置与高程方面应综合考虑。

(3) 路基工程与隧道工程的关系

隧道内的路基应具有足够的承载力,足够的水稳定性,设置良好、完善的排水设施。隧道洞口两端路基与隧道内路基的纵坡、高程、路基材料等要配合恰当。

1.2.4 保证路基强度和稳定性的措施

(1) 合理选择路基断面形式,正确确定边坡坡度。

(2) 选择强度和水温稳定性良好的土壤筑路基,并采取正确的施工方法。

(3) 充分压实路基,提高路基的强度和稳定性。

(4) 搞好地面排水,保证水流畅通,防止路基过湿或水毁。

(5) 保证路基有足够高度,保持路基工作区干燥。

(6) 设置隔离层或隔温层,切断毛细水上升,阻止水分迁移,减少负温差的不利影响。

(7) 采取边坡加固与防护措施,并修筑支挡结构物。

1.3 路基土的分类及工程性质

1.3.1 路基土的分类

(1) 土的分类指标

不同粒径组成的土,其工程性质也不同,如用来修筑路基,不仅使用效果不同,而且对路基的强度和稳定性影响很大。

我国公路用土依据土的颗粒组成特征、土的塑性指标和土中有机质存在的情况,分为巨粒土、粗粒土、细粒土和特殊土四类,并进一步细分为 12 种土,如图 1.11 所示。土的颗

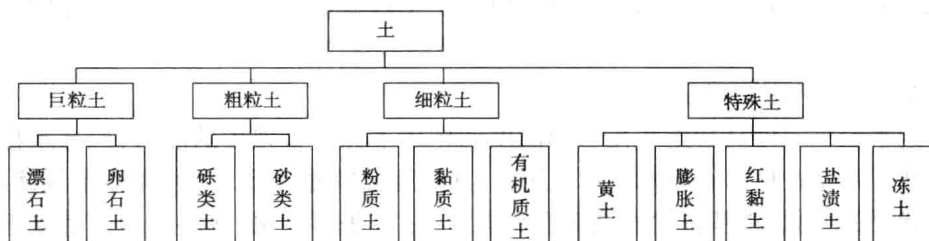


图 1.11 公路用土的分类

粒组成特征用不同粒径粒组在土中的百分率表示。表 1.2 为不同粒组的划分界限及范围。

公路用土粒组划分表										表 1.2
200		60	20		5	2	0.5	0.25	0.075	0.002 (mm)
巨粒组		粗粒组							细粒组	
漂石 (块石)	卵石 (小块石)	砾(角砾)				砂			粉粒	黏粒
		粗	中	细	粗	中	细			

公路用土的成分、级配、液限及特殊土的基本代号规定构成见表 1.3。

公路用土的成分、级配、液限及特殊土的基本代号										表 1.3		
土的成分代号	成分		代号	成分		代号	成分		代号			
	漂石		B	砾		G	黏土		C			
	块石		Ba	角砾		Ga	细粒土(黏土、粉土)		F			
	卵石		Cb	砂		S	(混合)土(粗粒、细粒)		SI			
	小块石		Cba	粉土		M	有机质土		O			
级配代号	级配良好		W			级配不良		P				
液限高低代号	高液限		H			低液限		L				
特殊土代号	黄土	Y	膨胀土		E	红黏土		R	盐渍土	St	冻土	Ft

(2)巨粒土分类

在粗(巨)粒土中巨粒土质量大于或等于粗粒土质量的土称巨粒土,其分类体系示意图见图 1.12。

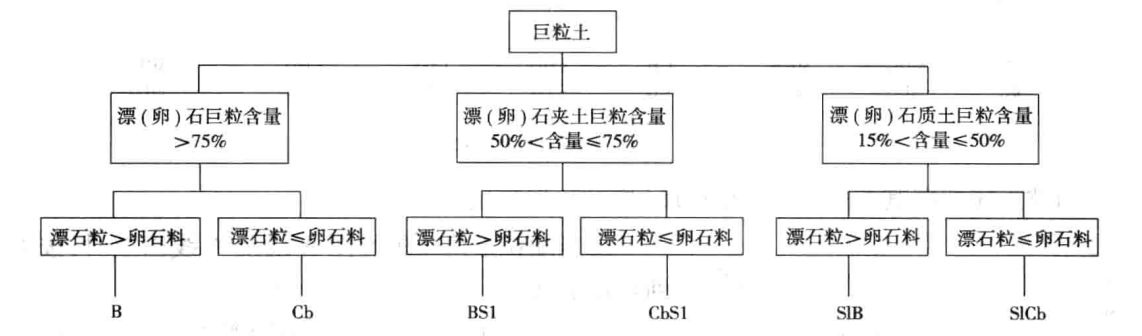


图 1.12 巨粒土分类体系

(3)粗粒土分类

试样中巨粒组中土粒质量小于或等于总质量的 15%,且巨粒组土粒与粗粒组土粒质量之和大于总土质量 50% 的土称粗粒土。粗粒土中砾类组质量大于砂粒组质量的土称砾类土,砾类组质量小于或等于砂粒组质量的土称砂类土。砾类土和砂类土分类体系分别见图 1.13 和图 1.14。

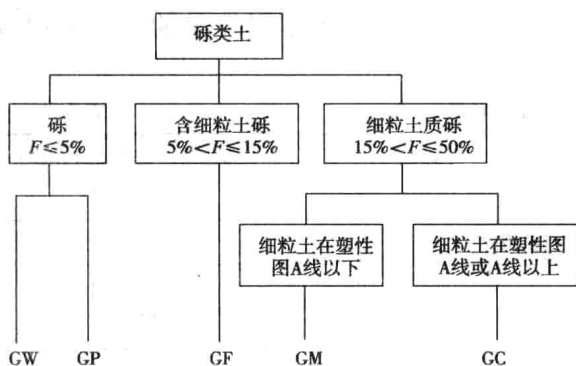


图 1.13 砾类土分类体系

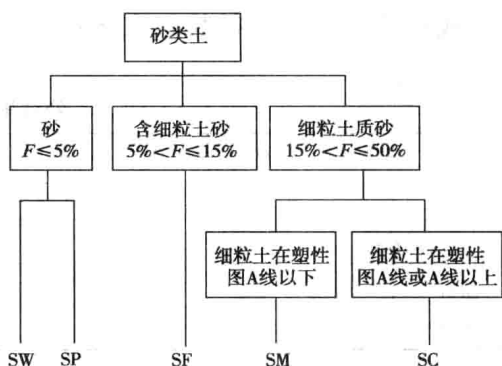


图 1.14 砂类土分类体系

(4) 细粒土分类

试样中细粒组土粒质量大于或等于总质量 50% 的土称细粒土。细粒土中粗粒组质量小于或等于总质量 25% 的土称粉质土或黏质土。细粒土中粗粒组质量为总质量 25% ~ 50% (含 50%) 的土称含粗粒的粉质土或含粗粒的黏质土。试样中有机质含量大于或等于总质量的 5%, 且小于总质量 10% 的土称有机质土。试样中有机质含量大于或等于 10% 的土称有机土。细粒土分类体系见图 1.15。

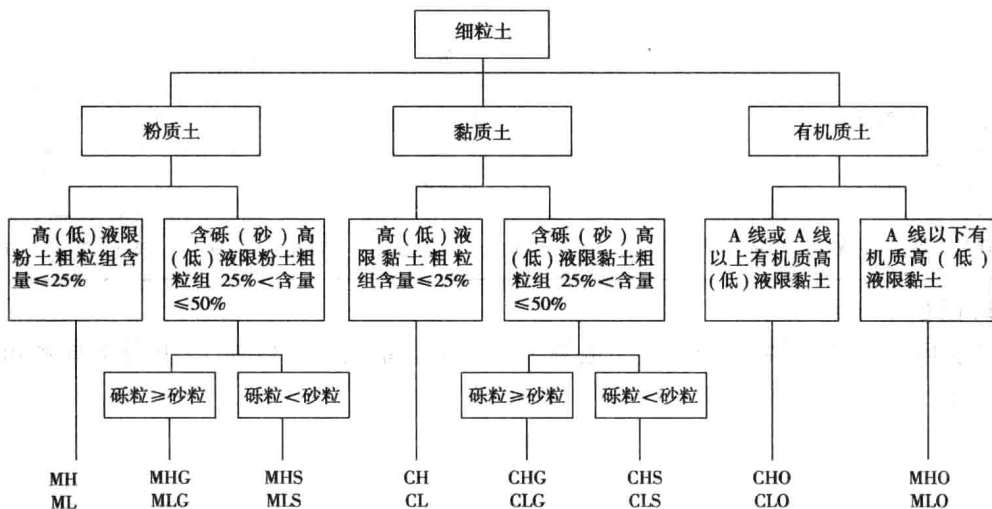


图 1.15 细粒土分类体系

细粒土应按照其在塑性图(图 1.16)中的位置确定土的名称:

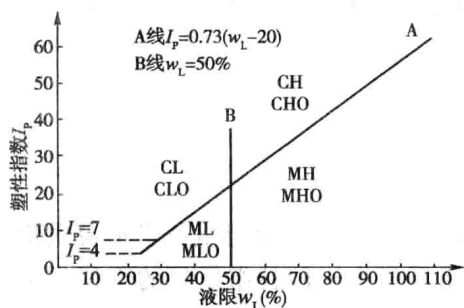


图 1.16 塑性图

①当细粒土位于塑性图 A 线及 A 线以上时,按下列规定定名:

在 B 线或 B 线以右,称高液限黏土,记为 CH;

在 B 线以左, $I_p = 7$ 线以上,称低液限黏土,记为 CL。

②当细粒土位于 A 线以下时,按下列规定定名:

在 B 线及 B 线以右,称高液限粉土,记为 MH;

在 B 线以左, $I_p = 4$ 线以下,称低液限粉土,记为 ML。

③黏土—粉土过渡区 (CL-ML) 的土可以按相邻土层的类别考虑细分。

1.3.2 新老土名对照

土的原有土名中土名是按照颗粒组成机械地划分,不同于新的分类体系,要完全套用新土名和代号有一定的困难,与现分类土名大致对照见表 1.4。

新老土名对照表

表 1.4

老土组	老土名	颗粒组成 (按质量百分比计)		塑性指数 (I_p)	液限 w_L (%)	新土名	土名 代号	砂粒含量 (%)
		砂粒 0.074 ~ 2mm	黏粒 <0.002mm					
砂土	砂土	>80	0 ~ 3			砂 含细粒土砂	S SF	
砂性土	粉质砂土 粗亚砂土 细亚砂土	50 ~ 80 >50 粗砂 多于细砂 >50 细砂 多于粗砂	0 ~ 3 3 ~ 10 3 ~ 10			细粒土质砂	SM	
粉性土	粉质亚砂土粉土	20 ~ 50 <20	0 ~ 10 0 ~ 10	>2 >2	<50	粉质土	MLS ML	
	粉质轻亚黏土 粉质重亚黏土	<45 <40	10 ~ 20 20 ~ 30	>10 >18	<50	粉质土	MLS CL	>25
	轻亚黏土 重亚黏土	>45 >40	10 ~ 20 20 ~ 30	>10 >18	<50	黏土质砂 含砂低液限黏土	SC CLS	>50
	轻黏土 重黏土	<70 <45	30 ~ 50 >50	>26 >50	>50	黏质土 高液限黏土质砂 含砂高液限黏土 高液限黏土	SCH CHS CH	>25

1.3.3 土的工程性质

各类公路用土具有不同的工程性质,在选择路基填筑材料以及修筑稳定土路面结构层时,应根据不同的土类分别采取不同的工程技术措施。

(1) 巨粒土

巨粒土有很高的强度和稳定性,是填筑路基很好的材料,在填筑时,应正确选用边坡值,应保证有足够的密实度,以保证路基稳定。

(2) 粗粒土

粗粒土的可压实性、强度、压缩性和渗透性等均与土的级配有关。 C_u 和 C_c 两指标是国际通用指标。

砾类土由于粒径较大,内摩擦力也大,因而强度和稳定性均能满足要求。级配良好的砾类土混合料,密实度好。对于级配不良的砾类土混合料,填筑时应保证密实度,防止由于空隙大而造成路基积水、不均匀沉陷或表面松散等病害。

砂类土又可分为砂、含细粒土砂(或称砂土)和细粒土质砂(或称砂性土)三种。

砂和砂土无塑性,透水性强,毛细水上升高度小,具有较大的内摩擦系数,强度和水稳定性均较好,但由于黏性小,易松散,因此压实困难,需要用振动法或灌水法才能压实。为了加强压实和提高稳定性,可掺加少量黏土,以改善级配组成,从而改善路基使用质量。

砂性土既含有一定数量的粗颗粒,使路基具有足够的强度和水稳定性,又含有一定数量的细粒土,使其具有一定的黏性,不致过分松散,且一般遇水疏散快,不膨胀,干时有相当的