

LUJI GONGCHENG XINJISHU QUANSHU

路基工程新技术实用全书

(公路·铁路·机场场道)

主编：刘宝兴



海潮出版社

路基工程新技术实用全书

(公路·铁路·机场场道)

(第一卷)

主编 刘宝兴

海潮出版社

图书在版编目(CIP)数据

路基工程新技术实用全书/刘宝兴主编. —北京:海潮出版社,2001

ISBN 7-80151-459-9

I. 路... II. 刘... III. ①铁路路基—工程施工—技术②公路路基—工程施工—技术 IV. ①U213.1②U416.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 24730 号

路基工程新技术实用全书

刘宝兴 主编

☆

海潮出版社出版发行 电话:(010)66969738

(北京市西三环中路 19 号 邮政编码 100841)

北京义飞福利印刷厂印刷

开本:787×1092 毫米 1/16 印张 256 字数:5914 千字

2001 年 5 月第 1 版 2001 年 5 月第 1 次印刷

印数:1—3000 册

ISBN 7-80151-459-9/G·173

定价:1160.00 元

路基工程新技术实用全书

(公路·铁路·机场场道)

编委会

顾问

- 李仲才 中国铁道学会原铁道工务委员会秘书长、中国铁道学会重载运输委员会委员、享受国家特殊津贴的专家、铁道部科学研究院原线路研究室主任、研究员
- 彭宝华 中国交通部公路规划设计院原总工程师、中国土木工程学会桥梁及结构工程学会副理事长,教授级高级工程师。
- 王 珊 清华大学土木系教授
- 王晓东 铁道建筑研究设计院建筑设计事务所设计二部主任、高级工程师
- 沈 宏 德国汉堡哈堡科技大学(Technische Universität Hamburg Hamburg)岩土工程专业、博士

主编

- 刘宝兴 中国铁道学会高级会员、中国地路委员、中国岩石力学及岩土工程学会委员、铁道建筑研究设计院(原铁道工程研究所所长)副总工程师、中国铁道建筑总公司深圳工程部总工程师、教授级高级工程师

编委

马建国	马文华	冯 娜	李金明	李东海	李雪芳	李 强
王振文	王洪波	白 伟	王丽萍	刘 冬	刘 童	刘振平
刘洪涛	刘晓军	赵 洋	赵金峰	张志诚	张海涛	吴丽娟
石 磊	商志远	高 峰	陈 宏	袁志平	陈永大	齐 琳
魏 强	李 月	周小妹	程 诚	严淑芬	张小艾	欧阳珊
黄 莉	庞建格	曹小岐	崔小敏	李 静	周 永	胡晓光
闫 萍	刘东升	陈卫东	许 艳	冯成龙		

前 言

改革开放以来,我国国民经济发展迅速,国家不断增加对基础设施建设的投资,特别是去年年初江泽民总书记提出“西部大开发”战略,将加大投入力度。交通设施建设在西部尤为重要,路基作为公路、铁路、机场场道的基础,对其影响最大。据调查统计,公路、铁路自然灾害大部分发生在路基上。

路基和地表岩土广泛接触受到地层构造、岩土性质、地下水和地形气候的影响。为此,路基工程设计必须符合地质与岩土的实际情况,才能保证安全与经济。修建完工后发生意外变形、坍塌、滑坡,既要抢修通车又要根本整治,养护工作十分繁重。所以路基工程的设计、施工、养护是息息相关的,早年修建路基虽也采用古代礅工、夯实等方法,但未采用力学工程地质学等学科,遇到问题多凭经验处理,缺乏理论指导,因而发生过许多破坏与错误,延误工期、影响运输、浪费资金。目前,国内虽已出版若干土力学或者工程地质以及有关路基方面的著作,但专门系统地介绍岩土工程应用于路基尚不多见。为满足广大路基工作者的需要,向他们提供最新的、实用性较强的较完整的路基技术和施工工艺,我们组织了数十位专家学者组成《路基工程新技术实用全书》(公路·铁路·机场场道)编委会,历经近两年时间编写这套《全书》。本《全书》不仅对路基理论有较系统的阐述,而且也介绍了国外的先进经验,同时还列举了大量工程实例,以供参考。本《全书》是一套理论联系实际、比较完整的、符合国情的路基工程技术工具书。

本《全书》共分八篇,包括路基土质学、边坡稳定、桥梁与涵洞、隧道、地基处理、公路及高速公路路基、铁路路基、机场场道。

路基土质学篇:介绍了土的工程分类、物理性质等,重点阐述了土的渗透性、抗剪强度、压缩性和地基沉降及土的应力和地基应力分布。并突出了特殊土的工程物理力学性质,包括:软土、膨胀土、黄土、盐渍土及盐岩、人工充填土及湿陷性黄土。针对西部大开发,又特别介绍了沙漠土、多年冻土、岩石的物理力学性质、岩体现场试验和原位测试等。

边坡稳定篇:是路基工程最重要部分,本篇详细介绍了土侧压力朗肯土压力、库伦土压力、多种挡土墙(重力式挡土墙、加筋土挡土墙、悬臂式挡土墙、锚定板挡土墙等),着重阐述边坡稳定的基本理论和滑坡地段公路、铁路的整治方法,并对高边坡、岩坡稳定性进行了分析,同时有针对性地选择了几个典型工程实例加以说明,以供读者参考。

桥梁与涵洞篇:详细阐述桥涵的基本知识、勘测以及桥墩、桥台、涵洞的设

计与施工,特别介绍了桥梁在曲线上及坡道上的布置、桥跨结构的架设及桥梁机械和检测设备。

隧道篇:阐述隧道勘测设计原则、爆破设计、抗震设计及黄土、多年冻土地区隧道设计等。在隧道施工部分,重点介绍了膨胀土围岩等特殊地质地段的施工和事故预防与处理,并对隧道工程设计施工最新发展进行了探讨。

地基处理篇:详细介绍了现在应用较为广泛的路基工程中地基处理方法,包括:浅层处理法、排水固结法、灌浆法、高压喷射注浆法、强夯法等。并介绍了加固边坡的锚固技术和土钉技术及路基工程中的桩基。本篇引用大量最新工程实例供读者分析。

公路及高速公路路基篇:本篇从路基土的分类入手,详细介绍了公路路基的基本构造、路基的附属设施、填方路基设计、挖方路基设计、特殊路基设计(浸木路基、水库地区路基、滑坡地段路基、滨海路堤、崩塌和岩堆地段路基、泥石流地区路基、岩溶地区路基、软土及泥沼地区路基、多年冻土地区路基、膨胀土地区路基、黄土路基、盐渍土地区路基、风沙地区路基、雪害地区路基、冻胀与翻浆地区路基等)、土质路基施工、石质路基施工以及路基排水、防护、加固和支挡结构等。同时对路基大维修施工及技术安全进行了探讨,并附有最新典型的工程实例。

铁路路基篇:详细介绍了铁路工程地质勘测、路基构造、路基设计以及路基的稳定分析,重点突出了沙漠地区特殊路段路基设计方法、施工工艺和养护措施。并对青藏铁路路基问题进行了专题研究。该篇列举几十个典型实例,以供读者参考分析。

机场场道篇:本篇通过对机场场道的基层与垫层、压实度检测、路面抗滑能力的测定、道路结构层强度与模量检测、排水工程、道面水泥砼工程的介绍和分析,提出了机场场道新的设计方法和施工工艺,并附有最新工程实例以供参考。

本《全书》站在路基技术发展的前沿,集中反映了当前国内外路基技术发展的最新动态,不仅考虑了路基工程的设计问题,更注重了实际施工工艺,突出了科学性、先进性、全面性、可操作性。本《全书》体例严谨、章节清晰、理论起点高、实用性强、图表和实例丰富,适合在公路、铁路、机场场道建设中从事路基的设计、施工、监理等相关专业人员使用以及各大专院校相关专业的师生参考。

本书涉及面广、跨度大,在编辑过程中难免有疏漏和不当之处,敬请读者批评指正。在此也谨向给予我们热情关怀的领导和给予帮助的同志表示由衷感谢。

《路基工程新技术实用全书》(公路·铁路·机场场道)编委会

2001年5月北京

总 目 录

第一篇	路基土质学	(1)
第二篇	边坡稳定	(485)
第三篇	桥梁与涵洞	(1375)
第四篇	隧道	(1637)
第五篇	地基处理	(2017)
第六篇	公路及高速公路路基	(2361)
第七篇	铁路路基	(3105)
第八篇	机场场道	(3699)

分 目 录

(第一卷)

第一篇 路基土质学

第一章 土的物理性质	(3)
第一节 土的粒径组成和矿物成分	(3)
一、土的粒径组成	(3)
二、土的矿物成分	(6)
第二节 土中的水和气体	(11)
一、土中水的类型和性质	(11)
二、土中的气体	(13)
第三节 黏粒与水溶液的表面作用	(13)
一、吸附作用和离解作用	(13)
二、结合水的形成	(14)
三、双电层及扩散层	(14)
四、离子交换	(15)
第四节 土的结构及其联结	(16)
一、粗粒土结构及粉土结构的特点	(16)
二、黏性土结构及其联结	(17)
三、不均匀土的混合结构	(19)
四、土结构的受力变化	(20)
第五节 土的三相含量指标	(21)
一、土的质量密度和重力密度	(22)
二、含水量	(22)
三、土粒重度和土粒比重(土粒相对密度)	(23)
四、孔隙比和孔隙率	(23)
五、饱和度	(24)
六、土的饱和重度、浮重度、干重度	(24)

七、最大干重度和最优含水量·····	(25)
第六节 土的物理状态及其有关指标 ·····	(26)
一、粉土及粗粒土的密实程度·····	(26)
二、黏性土的状态和可塑性·····	(28)
第七节 土的膨胀、收缩及冻胀 ·····	(33)
一、土的膨胀和收缩·····	(33)
二、土的冻胀·····	(35)
第八节 土的工程分类及野外鉴别 ·····	(37)
一、土的工程分类·····	(37)
二、土的野外鉴别·····	(46)
第二章 土的渗透性、固结理论及水的渗流 ·····	(51)
第一节 土的渗透性 ·····	(51)
一、渗透定律·····	(51)
二、粘性土的渗透性·····	(52)
三、渗透力·····	(53)
四、渗透系数的测定·····	(53)
第二节 土的渗透定律 ·····	(55)
一、土中渗流的总水头差和水力梯度·····	(55)
二、达西渗透定律·····	(57)
第三节 渗透系数及其测定 ·····	(58)
一、渗透系数的实用意义及影响因素·····	(58)
二、成层土的平均渗透系数·····	(60)
三、渗透系数的室内测定方法·····	(61)
四、渗透系数的原位测定方法·····	(62)
第四节 饱和粘性土的单向固结 ·····	(64)
一、孔隙水压力和有效应力·····	(64)
二、孔隙水压力的计算模型·····	(68)
三、饱和粘性土的单向固结微分方程式·····	(69)
四、单向固结微分方程的解·····	(71)
五、饱和土的固结度·····	(73)
六、固结系数的确定方法·····	(77)
第五节 太沙基二维、三维固结理论 ·····	(79)
一、太沙基三维固结微分方程式·····	(79)
二、二维及三维固结微分方程式的解·····	(82)

第六节 比奥固结理论	(89)
第七节 砂土振动液化	(92)
第八节 渗透力及临界水力梯度	(93)
一、渗透力	(93)
二、临界水力梯度	(94)
三、土的渗透破坏	(94)
第九节 二维稳定渗流问题	(96)
一、二维稳定渗流的连续方程	(96)
二、连续方程的解及流网	(97)
三、流网的应用	(100)
第三章 土中应力和地基应力分布	(102)
第一节 土中一点的应力状态和应力平衡方程	(102)
第二节 饱和土的有效压力和孔隙水压力	(105)
第三节 部分饱和土的孔隙压力及有效压力	(108)
第四节 孔隙压力系数	(109)
一、孔隙压力系数 B	(110)
二、孔隙压力系数 A	(111)
第五节 在简单受力条件下地基中的应力分布	(113)
一、关于垂直总应力 σ_z	(113)
二、关于垂直自重有效压力 q_z	(114)
第六节 基底的接触应力	(117)
一、理论分析	(118)
二、实际观测	(121)
第七节 刚性基础基底压力简化算法	(122)
一、中心荷载	(122)
二、偏心荷载	(122)
第八节 弹性半无限体内的应力分布	(126)
一、垂直集中荷载	(126)
二、垂直线状荷载	(128)
三、带状荷载	(129)
四、局部面积荷载	(135)
第九节 天然地基土的自重应力	(140)
一、自重应力的计算公式	(140)
二、地下水与不透水层对自重应力的影响	(141)

第十节 地基土中附加应力计算	(143)
一、按弹性理论计算	(143)
二、按应力扩散角分布理论计算	(159)
第十一节 软弱下卧层顶面的应力计算	(160)
一、基底附加应力的计算	(160)
二、软弱下卧层顶面的应力计算	(161)
第四章 土的压缩与地基沉降计算	(163)
第一节 土的压缩性	(163)
第二节 土的形变模量	(166)
一、土的侧压力系数 K_0 和侧膨胀系数(泊松比) μ	(166)
二、土的形变模量	(168)
第三节 荷载试验	(169)
第四节 地基沉降计算——分层总和法	(171)
第五节 应力历史对粘性土压缩性的影响	(176)
一、前期固结压力	(176)
二、原始压缩曲线	(177)
三、地基固结沉降的计算	(179)
第六节 填土压实	(180)
一、土的击实试验	(181)
二、压实施工	(182)
第七节 分层总和法计算地基沉降量	(185)
一、分层总和法的基本计算公式	(186)
二、分层总和法的分层原则	(187)
三、分层总和法计算地基沉降的步骤	(187)
第八节 基础的沉降差与倾斜	(190)
第九节 地基随时间变化的沉降计算	(191)
一、单向渗透固结理论的基本公式	(192)
二、固结度	(193)
三、沉降量与时间变化关系的修正	(196)
第十节 饱和黏土的渗透固结和太沙基一维固结理论	(196)
第十一节 确定固结系数 C_v	(202)
一、时间平方根法	(202)
二、时间对数法	(203)
第十二节 饱和黏土地基的沉降过程	(205)

第十三节 多维固结理论简介	(210)
一、太沙基的多维固结理论	(211)
二、比奥(Biot)固结理论简介	(212)
第十四节 黏土的流变性质	(213)
一、流变模型与黏土流变性质的关系	(213)
二、流变方程建立和运用	(215)
第五章 土的抗剪强度	(217)
第一节 土的抗剪强度的基本概念与直剪试验	(217)
一、土的剪切破坏	(217)
二、土的直剪试验与库仑定律	(218)
第二节 应力圆与莫尔——库仑破坏准则	(221)
一、应力圆	(221)
二、莫尔——库仑破坏准则	(223)
第三节 轴压试验和十字板试验	(225)
一、无侧限抗压强度试验	(225)
二、三轴试验	(226)
三、十字板剪力试验	(228)
第四节 孔隙压力系数	(230)
一、等向压力 $\Delta\sigma'_3$ 作用下的孔隙压力 Δu_1	(230)
二、偏应力作用下的孔隙压力 Δu_2	(231)
第五节 剪切试验中土的性状	(234)
一、砂土在剪切试验中的性状	(234)
二、粘性土在剪切试验中的性状	(235)
第六节 砂土的抗剪强度	(246)
一、砂土强度试验和强度机理	(246)
二、砂土强度与紧密度的关系	(247)
三、高压下砂土的强度	(248)
四、影响砂土强度的因素	(249)
第七节 黏性土的抗剪强度	(249)
一、不排水剪或快剪强度	(250)
二、固结不排水剪或固结快剪强度	(252)
三、排水剪或慢剪强度	(254)
第八节 应力路径及其影响	(255)
第六章 特殊土	(260)

第一节 软土	(260)
一、软土的成因类型及分布特征	(260)
二、软土的性质	(261)
三、软土地区工程地质勘测	(267)
四、软土地区的地基处理	(271)
第二节 膨胀土	(277)
一、膨胀土的特性及判定标准	(277)
二、膨胀土地区的场地与地基评价	(280)
三、膨胀土地区的勘测	(283)
四、膨胀土地区的工程处理	(286)
第三节 黄土	(287)
一、黄土的基本特征及分类	(287)
二、黄土的工程性质	(291)
三、新近堆积黄土	(306)
第四节 盐渍土及盐岩	(307)
一、盐渍土	(307)
二、盐岩	(320)
第五节 多年冻土	(323)
一、多年冻土概述	(323)
二、多年冻土的工程性质	(333)
三、多年冻土地区的工程地质勘测	(344)
四、多年冻土地区铁路工程的主要病害及其整治原则	(347)
第六节 人工弃填土	(353)
一、人工弃填土的分类及性质	(353)
二、人工弃填土的勘测与工程处理	(355)
第七节 湿陷性黄土地基的勘测与设计	(356)
一、勘探工作	(357)
二、设计工作	(365)
第八节 沙漠土	(367)
一、概述	(367)
二、沙漠土的物理性质	(368)
三、沙漠土的力学性质	(368)
第七章 原位测试	(370)
第一节 原位测试的方法及其适用条件	(370)

第二节 载荷试验	(371)
一、载荷试验的分类	(371)
二、平板载荷试验	(371)
三、其它载荷试验	(377)
第三节 静力触探	(381)
一、测试设备	(381)
二、测试方法	(382)
三、成果应用	(384)
第四节 孔压静力触探	(391)
一、测试设备	(391)
二、测试方法	(392)
三、成果应用	(392)
第五节 动力触探	(395)
一、动力触探的类型、适用范围和影响因素	(395)
二、测试设备	(397)
三、测试方法和击数校正	(397)
四、动力触探成果的应用	(399)
五、标准贯入试验成果的应用	(400)
第六节 剪切试验	(401)
一、十字板剪切试验	(401)
二、大面积直剪试验	(403)
第七节 旁压试验简介	(404)
第八章 土动力学和液化分析	(406)
第一节 地震波的传递	(406)
第二节 地震波的反射、折射和放大作用	(409)
第三节 往复荷载和土的永久变形	(414)
第四节 饱和沙土地震液化	(418)
第九章 岩石的物理力学性质	(421)
第一节 岩石的物理性质	(421)
第二节 岩石的强度特征	(425)
一、岩石的破坏形式	(425)
二、岩石的抗压强度	(426)
三、岩石的抗拉强度	(428)
四、岩石的抗剪强度	(432)

第三节 岩石的强度理论	(439)
一、最大正应力理论	(441)
二、最大正应变理论	(441)
三、最大剪应力理论	(441)
四、八面体剪应力理论	(442)
五、莫尔强度理论	(443)
六、格里菲斯(Griffith)强度理论	(445)
七、伦特堡(Lundborg)理论	(452)
第四节 岩石的变形特性	(452)
一、岩石在单向荷载下的变形特性	(452)
二、应力-应变曲线类型	(455)
三、反复加载与卸载条件下的变形特性	(457)
四、岩石在三向荷载下的变形特性	(457)
五、岩石的变形指标	(459)
六、岩石的蠕变	(462)
第十章 岩体现场试验	(467)
第一节 岩体变形特性	(467)
一、承压板法	(467)
二、狭缝法(刻槽法)	(468)
三、环形加荷法	(469)
四、现场变形试验资料的分析	(472)
第二节 岩体强度特性	(473)
一、岩体的直接剪切试验	(473)
二、现场岩体三轴强度试验	(476)
第三节 岩石反力系数的确定	(477)
一、岩石反力(弹性抗力)系数	(477)
二、确定岩石反力系数的方法	(479)
第四节 岩体试验的地球物理法	(479)
一、弹性波法	(479)
二、电阻率法	(481)

第二篇 边坡稳定

第一章 土压力和挡土墙	(487)
--------------------------	-------

第一节 极限平衡和土压力状态·····	(487)
第二节 朗肯土压力理论——水平地面·····	(489)
一、朗肯公式及适用条件·····	(489)
二、主动土压力——沙性土、浸水、有超载·····	(491)
三、主动土压力——粘性土,有超载·····	(491)
四、被动土压力——粘性土、有超载·····	(493)
第三节 朗肯土压力理论——斜坡地面·····	(494)
第四节 库仑土压力理论·····	(496)
一、砂性土主动土压力·····	(496)
二、砂性土被动土压力·····	(501)
三、粘性土的土压力·····	(501)
第五节 库尔曼图解法·····	(503)
第六节 第二破裂面土压力数解法·····	(504)
第七节 复杂情况下土压力计算·····	(506)
一、路基面上超载·····	(506)
二、折线形地面·····	(506)
三、折线形墙背·····	(508)
四、不同土层·····	(508)
五、地震区·····	(509)
六、浸水区·····	(509)
第八节 挡土墙的类型、构造及布置·····	(510)
一、挡土墙的使用场合及类型·····	(510)
二、挡土墙的构造·····	(514)
三、挡土墙的布置·····	(520)
四、材料要求及施工注意事项·····	(521)
第九节 重力式挡土墙计算·····	(522)
一、重力式挡土墙计算的要求·····	(522)
二、滑动稳定验算·····	(523)
三、倾覆稳定验算·····	(525)
四、基底应力及偏心验算·····	(526)
五、墙身截面强度计算·····	(535)
六、算例·····	(541)
七、常用重力式石砌挡土墙截面尺寸参考表·····	(574)
第十节 浸水及地震地区挡土墙设计·····	(676)

一、浸水地区挡土墙设计	(676)
二、地震区挡土墙设计	(682)
第十一节 加筋土挡土墙	(687)
一、概述	(687)
二、加筋体的材料与构件	(691)
三、加筋土挡土墙构造设计	(697)
四、加筋土挡土墙的计算	(702)
五、算例	(720)
六、几种特殊情况下的加筋土挡土墙计算	(732)
第十一节 其它公路常用挡土墙示例	(746)
一、悬臂式挡土墙	(746)
二、扶壁式挡土墙	(760)
三、锚定板挡土墙	(779)