



国家开放大学  
THE OPEN UNIVERSITY OF CHINA

(第2版)

YANTU LIXUE

# 岩土力学

刘汉东 主编



中央广播电视大学出版社



国家开放大学  
THE OPEN UNIVERSITY OF CHINA

# 岩 土 力 学

(第 2 版)

刘汉东 主编

中央广播电视大学出版社·北京

## 图书在版编目 (CIP) 数据

岩土力学/刘汉东主编. —2 版. —北京: 中央广播电视大学出版社, 2014. 6

ISBN 978 - 7 - 304 - 06555 - 3

I. ①岩… II. ①刘… III. ①岩土力学—高等学校—教材 IV. ①TU4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 118999 号

版权所有, 翻印必究。

## 岩土力学 (第 2 版)

YANTU LIXUE

刘汉东 主编

---

出版·发行: 中央广播电视大学出版社

电话: 营销中心 010 - 66490011

总编室 010 - 68182524

网址: <http://www.crtvup.com.cn>

地址: 北京市海淀区西四环中路 45 号

邮编: 100039

经销: 新华书店北京发行所

---

策划编辑: 申 敏

版式设计: 赵 洋

责任编辑: 王 可

责任校对: 张 娜

责任印制: 赵联生

---

印刷: 北京密云胶印厂

印数: 0001~5000

版本: 2014 年 6 月第 2 版

2014 年 6 月第 1 次印刷

开本: 787 × 1092 1/16

印张: 20.25 字数: 477 千字

---

书号: ISBN 978 - 7 - 304 - 06555 - 3

定价: 29.00 元

---

(如有缺页或倒装, 本社负责退换)

## 第2版前言

本书第1版于2003年出版,距今已十年有余。在此期间,岩土力学的知识有所更新,特别是国家颁布了新版的《建筑地基基础设计规范》《岩土工程勘察规范》《土的工程分类标准》等。因此,本书中一些老版规范的内容已不再适应目前的教学需要。

本书第2版在保持第1版原有风格和特色的基础上,主要做了如下修订工作:

(1) 删去了“按工程规范确定地基承载力”一节。此内容属于老版规范的内容,在新版规范中已舍去。

(2) 删去了“应力路径对强度的影响”一节。此内容较难理解,不宜在本科阶段讲解,并且多数其他土力学教材中均没有这部分内容。

(3) 删去了“非极限土压力的计算”一节。

(4) 增加了“水压致裂法”地应力测试方法。

(5) 删去了其他较为落后的知识点。

(6) 对全书的文字表达进行了斟酌和修改。

全书共分13章,主要内容包括绪论;岩土的物理性质及工程分类;岩土体的渗透特性;土体的应力与变形;土的抗剪强度;土压力计算;地基承载力;岩石的基本力学性质;岩体初始应力及其测量;边坡的稳定性分析;地下工程围岩的稳定性分析;坝基的稳定性分析;水利水电工程中的地基处理。

本书第2版由华北水利水电大学刘汉东教授担任主编,华北水利水电大学黄志全教授、姜彤教授、王安明副教授、毕庆涛副教授、贾景超副教授等参加了本书的修订编写工作。其中,刘汉东编写了绪论部分,姜彤编写了第1章,毕庆涛编写了第2~4章,黄志全编写了第5章,贾景超编写了第6、11、12章,王安明编写了第7~10章,全书由刘汉东审阅定稿。此外,华北水利水电大学王四巍副教授、李幻副教授、王江锋、杨永香、张玉敏等也参加了本书的修订编写工作,在此对他们表示特别感谢。

在本书修订编写的过程中,华北水利水电大学李华晔教授、黄河勘测规划设计有限公司

路新景教授级高级工程师和王宝成教授级高级工程师提供了大力指导和帮助。路新景总工担任主审，审定专家在百忙之中认真审阅了书稿，提出了许多宝贵的意见和建议。此外，本书还引用了许多学者与单位的资料和文献。中央广播电视大学出版社对本书的出版做了大量工作，在此一并致谢。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中的纰漏和不足之处在所难免，恳请读者不吝赐教，以利于本书的进一步完善。

编 者

2014 年 5 月

# 第1版前言

---

岩土力学 (Geotechnics) 是一门理论性和应用性很强的学科, 1922 年由瑞典岩土委员会最早提出来。80 多年来, 该学科不断吸取其他学科的新思想和新观念, 在理论和工程实际应用方面有了很大的进展。1925 年美籍奥地利土力学专家太沙基 (Karl Terzaghi) 出版了《土力学》, 1948 年创立了国际土力学和基础工程协会, 1966 年在里斯本召开了第一届国际岩石力学会议, 可以说, 岩土力学是近代发展起来的一门新兴学科, 也是一门应用性的基础学科。它的理论基础涉及固体力学、流体力学、弹塑性理论、应用数学和工程地质学等学科。

岩土力学是研究岩土力学性能理论和应用的科学, 也是一门边缘学科。为了能用力学的观点对自然存在的岩土体进行性质测定和理论计算, 并为工程建设服务, 岩土力学的研究方法包括科学实验、理论分析及工程验证等环节, 这三者是紧密结合并且相互促进的。现代土力学起源于 20 世纪初关于滑坡原因的调查, 1959 年法国马尔帕赛 (Malpassat) 坝的破坏和 1963 年意大利瓦依昂 (Vajont) 坝的大滑坡造成水库失效, 促成了岩石力学学科的产生。岩土力学解决了工程建设中存在的岩土力学问题, 大规模的工程建设又促进了岩土力学的发展。

岩土力学包括土力学和岩石力学, 两者的研究对象有所不同, 一个是土, 而另一个是岩石 (岩体), 但它们的研究方法和体系是一致的, 岩石力学大多引用了土力学的研究方法和体系, 两者同样服务于地壳表面和地壳内的工程建设。过去土力学和岩石力学是两个学科, 用两本不同的教材, 作者将其合并起来是一种尝试。

2002 年 12 月, 中央广播电视大学教务处、水利部开放教育试点办公室邀请有关专家对“岩土力学”课程教学大纲进行了认真的研究和审定, 通过了水利水电工程专业开放式教学层次的“岩土力学”课程教学大纲。2003 年 3 月对《多媒体一体化设计方案》进行了审定和修改, 2003 年 6 月对初稿进行了讨论和修改。

全书共分13章,主要包括绪论;岩土的物理性质及工程分类;岩土体的渗透特性;土体的应力与变形;土的抗剪强度;土压力计算;地基承载力;岩石的基本力学性质;岩体初始应力及其测量;边坡稳定性分析;地下工程围岩稳定性分析;坝基稳定性分析;水利水电工程中的地基处理。

本书由华北水利水电学院刘汉东教授主编,华北水利水电学院孙文怀教授、黄志全副教授、殷淑华副教授、姜彤副教授参加了本书的编写工作。

在本书编写过程中,承蒙华北水利水电学院李华晔教授、黄河水利委员会勘测规划设计研究院路新景教授级高级工程师与王宝成教授级高级工程师的指导和帮助,在百忙之中认真审阅了书稿,提出了许多宝贵意见和建议,路新景担任主审。本书得到了河南省创新人才基金和河南省杰出青年科学基金的资助。本书编写时引用了许多学者和单位的资料和文献。中央广播电视大学出版社对本书的出版做了大量工作。对于上述单位和人员的帮助和指导,在此一并致谢。

由于编者水平有限,时间仓促,本书内容多有不当之处,恳请读者不吝赐教。

编 者

2003年6月

# 目 录

---

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 第0章 绪 论 .....               | 1  |
| 0.1 岩土力学的概念 .....           | 1  |
| 0.2 岩土力学的研究对象 .....         | 1  |
| 0.3 岩土力学的研究内容 .....         | 4  |
| 0.4 岩土力学在工程建设中的作用和任务 .....  | 4  |
| 0.5 岩土力学的研究方法 .....         | 7  |
| 0.6 岩土力学的发展简介 .....         | 8  |
| 第1章 岩土的物理性质及工程分类 .....      | 10 |
| 1.1 岩土体的特性 .....            | 10 |
| 1.1.1 土的物理性质 .....          | 10 |
| 1.1.2 岩（石）体的特性 .....        | 15 |
| 1.2 岩土的物理性质指标 .....         | 16 |
| 1.2.1 土的物理性质指标 .....        | 16 |
| 1.2.2 岩石（体）的基本物理性质 .....    | 20 |
| 1.2.3 岩石的水理性质 .....         | 22 |
| 1.3 土的物理状态指标 .....          | 26 |
| 1.3.1 黏性土（细粒土）的物理状态指标 ..... | 26 |
| 1.3.2 砂土的物理状态指标 .....       | 28 |
| 1.4 岩土的工程分类 .....           | 29 |
| 1.4.1 岩体的工程分类 .....         | 29 |
| 1.4.2 岩石的工程分类 .....         | 34 |
| 1.4.3 土的工程分类 .....          | 35 |
| 本章小结 .....                  | 37 |
| 思考题 .....                   | 37 |
| 习题 .....                    | 37 |

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 第2章 岩土体的渗透特性 .....             | 39 |
| 2.1 概述 .....                   | 39 |
| 2.2 岩土体的渗透性 .....              | 40 |
| 2.2.1 土的渗透性 .....              | 40 |
| 2.2.2 岩石的透水性 .....             | 41 |
| 2.2.3 岩体的渗透性 .....             | 42 |
| 2.2.4 岩土渗透性分级 .....            | 43 |
| 2.2.5 在冻融过程中土中水分的迁移与积聚 .....   | 43 |
| 2.3 渗流场理论 .....                | 46 |
| 2.3.1 土的渗流连续方程 .....           | 46 |
| 2.3.2 流网及其特征 .....             | 47 |
| 2.4 渗透破坏 .....                 | 48 |
| 2.4.1 渗透破坏的类型 .....            | 48 |
| 2.4.2 渗透变形产生的条件 .....          | 49 |
| 2.5 渗透变形的防治措施 .....            | 52 |
| 本章小结 .....                     | 54 |
| 思考题 .....                      | 54 |
| 习题 .....                       | 55 |
| 第3章 土体的应力与变形 .....             | 56 |
| 3.1 概述 .....                   | 56 |
| 3.2 土的自重应力 .....               | 57 |
| 3.2.1 地基中的自重应力 .....           | 57 |
| 3.2.2 土坝的自重应力 .....            | 59 |
| 3.3 基底接触压力 .....               | 60 |
| 3.3.1 竖直中心荷载作用下的基底接触压力 .....   | 61 |
| 3.3.2 竖直偏心荷载作用下的基底接触压力 .....   | 62 |
| 3.3.3 倾斜荷载作用下的基底接触压力 .....     | 63 |
| 3.4 附加应力 .....                 | 64 |
| 3.4.1 竖直集中荷载下的附加应力 .....       | 64 |
| 3.4.2 矩形面积竖直均布荷载作用时的附加应力 ..... | 66 |
| 3.4.3 矩形面积竖直三角形荷载时的附加应力 .....  | 71 |
| 3.4.4 矩形面积水平均布荷载时的附加应力 .....   | 72 |
| 3.4.5 条形面积竖直均布荷载时的附加应力 .....   | 74 |

|                                           |            |
|-------------------------------------------|------------|
| 3.4.6 圆形面积竖直均布荷载时中心点下的附加应力 .....          | 78         |
| 3.5 有效应力原理 .....                          | 79         |
| 3.5.1 有效应力原理的基本概念 .....                   | 79         |
| 3.5.2 饱和土中自重应力作用下的孔隙水压力 and 有效应力的计算 ..... | 80         |
| 3.5.3 侧限条件下附加应力时的孔隙水压力 and 有效应力 .....     | 81         |
| 3.5.4 轴对称三维应力状态的孔隙水压力 and 有效应力 .....      | 82         |
| 3.6 土的变形特征 .....                          | 83         |
| 3.6.1 土的压缩性 .....                         | 83         |
| 3.6.2 侧限压缩试验和压缩指标 .....                   | 83         |
| 3.6.3 土的弹性变形与残余变形 .....                   | 85         |
| 3.6.4 土体的受荷历史对土的压缩性的影响 .....              | 86         |
| 3.7 地基最终沉降量的计算 .....                      | 87         |
| 3.7.1 单一压缩土层的沉降量计算 .....                  | 87         |
| 3.7.2 单向压缩分层总和法的原理、计算方法和步骤 .....          | 89         |
| 3.8 应力历史对地基沉降的影响 .....                    | 90         |
| 3.8.1 现场压缩曲线的推求 .....                     | 90         |
| 3.8.2 用 $e - \lg p$ 曲线法计算地基最终沉降 .....     | 93         |
| 3.9 土的渗透固结理论 .....                        | 98         |
| 3.9.1 饱和土的渗透固结 .....                      | 98         |
| 3.9.2 饱和土的单向固结理论 .....                    | 99         |
| 3.9.3 地基土的固结度 .....                       | 102        |
| 3.9.4 地基变形与时间的关系计算 .....                  | 103        |
| 本章小结 .....                                | 104        |
| 思考题 .....                                 | 105        |
| 习题 .....                                  | 105        |
| <b>第 4 章 土的抗剪强度</b> .....                 | <b>109</b> |
| 4.1 概述 .....                              | 109        |
| 4.2 抗剪强度的基本理论 .....                       | 110        |
| 4.2.1 直剪试验 .....                          | 110        |
| 4.2.2 土的抗剪强度规律 .....                      | 111        |
| 4.2.3 土的破坏准则 .....                        | 111        |
| 4.3 抗剪强度的试验方法 .....                       | 114        |
| 4.3.1 直接剪切试验 .....                        | 114        |

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| 4.3.2 三轴压缩试验                 | 115        |
| 4.4 土的抗剪强度指标与主要影响因素          | 118        |
| 4.4.1 土的抗剪强度指标               | 118        |
| 4.4.2 影响土的抗剪强度的主要因素          | 118        |
| 4.5 土的天然强度及软土强度增长规律          | 119        |
| 4.5.1 土的天然强度                 | 119        |
| 4.5.2 软土强度增长规律               | 122        |
| 4.6 土的强度特性                   | 124        |
| 4.6.1 砂土的强度特性                | 124        |
| 4.6.2 黏土的强度特性                | 126        |
| 本章小结                         | 129        |
| 思考题                          | 129        |
| 习题                           | 130        |
| <b>第5章 土压力计算</b>             | <b>131</b> |
| 5.1 概述                       | 131        |
| 5.1.1 土压力的产生及计算简述            | 131        |
| 5.1.2 土压力的类型                 | 132        |
| 5.1.3 影响土压力的因素               | 133        |
| 5.2 静止土压力的计算                 | 133        |
| 5.3 主动土压力及被动土压力计算的朗肯理论       | 134        |
| 5.3.1 朗肯基本理论                 | 134        |
| 5.3.2 朗肯主动土压力的计算             | 135        |
| 5.3.3 朗肯被动土压力的计算             | 137        |
| 5.4 主动土压力及被动土压力计算的库仑理论       | 138        |
| 5.4.1 基本原理                   | 138        |
| 5.4.2 主动土压力的计算               | 138        |
| 5.4.3 被动土压力的计算               | 141        |
| 5.4.4 关于朗肯土压力理论和库仑土压力理论的简单说明 | 141        |
| 5.5 常见情况的土压力计算               | 141        |
| 5.5.1 墙后填土表面有连续均布荷载的情况       | 141        |
| 5.5.2 墙后填土为成层土的情况            | 142        |
| 5.5.3 墙后填土内有地下水的情况           | 143        |
| 5.6 挡土墙的设计与计算                | 145        |

|                      |            |
|----------------------|------------|
| 5.6.1 挡土墙的类型选择       | 145        |
| 5.6.2 挡土墙断面尺寸的确定     | 147        |
| 5.6.3 挡土墙的稳定验算       | 147        |
| 5.6.4 墙后填土材料的选择      | 149        |
| 5.6.5 墙后排水措施         | 149        |
| 本章小结                 | 151        |
| 思考题                  | 151        |
| 习题                   | 151        |
| <b>第6章 地基承载力</b>     | <b>152</b> |
| 6.1 概述               | 152        |
| 6.2 地基的破坏模式          | 153        |
| 6.2.1 现场载荷试验         | 153        |
| 6.2.2 地基变形的破坏形式和阶段   | 153        |
| 6.3 地基的临塑荷载和临界荷载     | 156        |
| 6.3.1 地基的临塑荷载        | 156        |
| 6.3.2 地基的临界荷载        | 158        |
| 6.4 地基承载力的确定方法       | 159        |
| 6.4.1 地基极限承载力        | 159        |
| 6.4.2 确定地基承载力设计值的方法  | 165        |
| 6.5 地基承载力特征值         | 167        |
| 本章小结                 | 167        |
| 思考题                  | 168        |
| 习题                   | 168        |
| <b>第7章 岩石的基本力学性质</b> | <b>169</b> |
| 7.1 概述               | 169        |
| 7.2 岩石的强度性质          | 170        |
| 7.2.1 岩石的抗压强度        | 170        |
| 7.2.2 岩石的抗拉强度        | 174        |
| 7.2.3 岩石的抗剪强度        | 176        |
| 7.3 岩石的强度准则          | 183        |
| 7.3.1 最大正应力理论        | 184        |
| 7.3.2 最大正应变理论        | 185        |
| 7.3.3 最大剪应力理论        | 185        |

|       |                    |     |
|-------|--------------------|-----|
| 7.3.4 | 八面体剪应力理论 .....     | 185 |
| 7.3.5 | 莫尔-库仑强度理论 .....    | 186 |
| 7.3.6 | 格里菲斯强度理论 .....     | 188 |
| 7.4   | 岩体强度分析 .....       | 189 |
| 7.4.1 | 均质岩体强度分析 .....     | 189 |
| 7.4.2 | 节理岩体强度分析 .....     | 190 |
| 7.4.3 | 结构面方位对强度的影响 .....  | 193 |
| 7.4.4 | 结构面粗糙度对强度的影响 ..... | 194 |
| 7.5   | 岩石的变形性质 .....      | 197 |
| 7.5.1 | 岩石变形的概念和特征 .....   | 197 |
| 7.5.2 | 岩石变形性质的室内测定 .....  | 201 |
| 7.5.3 | 岩石的现场变形试验 .....    | 203 |
| 7.5.4 | 岩石的蠕变 .....        | 207 |
|       | 本章小结 .....         | 208 |
|       | 思考题 .....          | 208 |
|       | 习题 .....           | 208 |
| 第8章   | 岩体初始应力及其测量 .....   | 210 |
| 8.1   | 概述 .....           | 210 |
| 8.2   | 岩体的初始应力 .....      | 211 |
| 8.2.1 | 自重应力 .....         | 211 |
| 8.2.2 | 构造应力概述 .....       | 212 |
| 8.2.3 | 初始应力的分布特点 .....    | 212 |
| 8.3   | 岩体初始应力的量测方法 .....  | 215 |
| 8.3.1 | 应力解除法 .....        | 215 |
| 8.3.2 | 应力恢复法 .....        | 222 |
| 8.3.3 | 水压致裂法 .....        | 222 |
|       | 本章小结 .....         | 226 |
|       | 思考题 .....          | 226 |
| 第9章   | 边坡的稳定性分析 .....     | 227 |
| 9.1   | 边坡的变形与破坏类型 .....   | 227 |
| 9.1.1 | 概述 .....           | 227 |
| 9.1.2 | 岩坡的破坏类型 .....      | 229 |
| 9.2   | 影响边坡稳定性的因素 .....   | 232 |

|                            |            |
|----------------------------|------------|
| 9.3 边坡稳定性分析与评价             | 236        |
| 9.3.1 边坡稳定性分析方法简介          | 236        |
| 9.3.2 圆弧法岩坡稳定性分析           | 238        |
| 9.3.3 平面滑动稳定分析方法           | 241        |
| 9.3.4 双平面滑动岩坡稳定性分析         | 244        |
| 9.3.5 力多边形法岩坡稳定性分析         | 246        |
| 9.3.6 近代理论计算法              | 247        |
| 9.4 边坡的处理措施                | 249        |
| 9.4.1 边坡的防治原则和防治措施         | 249        |
| 9.4.2 边坡处理的一般方法            | 250        |
| 本章小结                       | 251        |
| 思考题                        | 251        |
| 习题                         | 251        |
| <b>第 10 章 地下工程围岩的稳定性分析</b> | <b>252</b> |
| 10.1 概述                    | 252        |
| 10.2 地下洞室开挖引起的围岩应力重分布      | 253        |
| 10.3 地下洞室围岩的变形破坏           | 254        |
| 10.3.1 脆性围岩的变形破坏           | 255        |
| 10.3.2 塑性围岩的变形破坏           | 258        |
| 10.3.3 围岩变形破坏的累进性发展        | 259        |
| 10.4 地下工程岩体稳定性的影响因素        | 260        |
| 10.5 山岩压力与洞室围岩稳定性计算        | 262        |
| 10.5.1 山岩压力概述              | 262        |
| 10.5.2 太沙基理论               | 264        |
| 10.6 有压隧洞围岩的稳定性            | 267        |
| 10.6.1 围岩内的附加应力            | 267        |
| 10.6.2 有压隧洞围岩和衬砌的应力计算      | 270        |
| 本章小结                       | 275        |
| 思考题                        | 276        |
| 习题                         | 276        |
| <b>第 11 章 坝基的稳定性分析</b>     | <b>277</b> |
| 11.1 概述                    | 277        |
| 11.2 岩基承载力的计算方法            | 278        |

|               |                           |            |
|---------------|---------------------------|------------|
| 11.2.1        | 倾斜荷载下岩基的承载力 .....         | 279        |
| 11.2.2        | 垂直荷载下岩基的承载力 .....         | 281        |
| 11.2.3        | 根据规范或经验确定岩基的承载力 .....     | 282        |
| 11.3          | 坝基岩体的稳定性分析 .....          | 283        |
| 11.3.1        | 表层滑动稳定性计算 .....           | 285        |
| 11.3.2        | 深层滑动稳定性计算 .....           | 286        |
| 本章小结          | .....                     | 291        |
| 思考题           | .....                     | 292        |
| 习题            | .....                     | 292        |
| <b>第 12 章</b> | <b>水利水电工程中的地基处理 .....</b> | <b>293</b> |
| 12.1          | 概述 .....                  | 293        |
| 12.2          | 土坝软弱地基土的排水固结处理 .....      | 293        |
| 12.3          | 水利工程中的截渗墙防渗处理 .....       | 296        |
| 12.3.1        | 截渗墙的结构 .....              | 296        |
| 12.3.2        | 截渗墙的材料 .....              | 297        |
| 12.3.3        | 截渗墙的施工技术 .....            | 298        |
| 12.4          | 高压固结灌浆处理 .....            | 299        |
| 12.4.1        | 高压喷射灌浆流程 .....            | 299        |
| 12.4.2        | 灌浆材料 .....                | 301        |
| 12.4.3        | 灌浆方法与工艺 .....             | 304        |
| 12.4.4        | 灌浆机制 .....                | 306        |
| 12.4.5        | 高压固结灌浆设计 .....            | 307        |
| 12.4.6        | 高压灌浆的应用 .....             | 307        |
| 本章小结          | .....                     | 307        |
| 思考题           | .....                     | 307        |
| <b>参考文献</b>   | .....                     | <b>308</b> |

# 第 0 章

## 绪 论

### 0.1 岩土力学的概念

人类在生存与发展过程中，不断适应自然与改造自然。在改造自然的过程中，人们兴建了许多大型土木工程、水利水电工程等，提出了许多岩土工程问题，如地下洞室围岩的稳定性问题、边坡的稳定性问题、坝基的稳定性问题、水库渗透变形破坏问题等。解决这些问题需要许多知识与理论，其中，岩土力学是解决此类问题基本的、必备的知识。

岩土力学是由土力学和岩石（体）力学组成的，是研究地壳表层岩土性态的科学。

(1) 土力学是研究土的物理性质、渗透性质及力学性质的科学，重点研究地壳表层土体在受力后的变化特征，包括土的压缩性、渗透性、变形、强度等。它是一门技术基础科学，是力学的一个分支。学习土力学是为了能正确进行建筑物的地基与基础设计，以及合理进行土坝、堤防、挡土墙、路堤等构筑物的设计与计算。

(2) 岩石力学是研究岩石力学性态的理论和应用的科学，是探讨岩石对其周围物理环境中力场反应的学科，即研究岩石在荷载作用下的应力、变形和破坏规律以及工程的稳定性等问题。它是固体力学的一个分支。工程所作用的地壳表层的岩体是一个复杂的地质体，含有节理、裂隙、断层等不连续结构面，它赋存于一定的地质环境之中，并随着地质环境的变化和地质作用的持续，仍在不断地变化着。由于研究对象的复杂性，因此，岩石力学是一门较复杂的学科。由于岩石力学中许多研究对象是岩体，所以岩石力学也称为岩体力学。

### 0.2 岩土力学的研究对象

岩土力学的研究对象是土和岩石。

## 1. 土及土体的概念

土是母岩风化的产物。地表土层是岩石在漫长的地质年代中,经过风化、剥蚀、搬运、沉积后形成的,是由固体颗粒、水和气体组成的三相体。

土具有强度低、受力后压缩变形大、透水性差、不均匀及固结时间长等一系列特点。土体即土的集合体。工程上用来支撑上部结构物全部重量的那部分土体通常称为地基。在丘陵地带及山区,由于基岩埋藏较浅,甚至裸露于地表,因此,结构物通常建造在岩石地基上;在平原地区,由于基岩埋藏很深,因此,结构物通常建造在土体地基上。解决岩石地基的工程问题属于岩石力学的任务,解决土体地基的工程问题则属于土力学的范畴。

## 2. 岩石(岩块)和岩体的基本概念

岩石(岩块)和岩体是岩体力学的直接研究对象。要学习和研究岩体力学,首先要建立岩石(岩块)和岩体的基本概念。什么是岩石?由工程地质学可知,岩石是组成地壳的基本物质,它是由矿物或岩屑在地质作用下,按一定的规律聚集而成的自然体。例如,我们通常所见到的花岗岩、石灰岩、片麻岩等,都是指一定成因类型的、具有一定矿物成分及结构构造的岩石。岩石可由单种矿物组成(如纯洁的大理石由方解石组成),但多数岩石由两种以上的矿物组成(如花岗岩主要由石英、长石和云母三种矿物组成)。按照成因,岩石可以分为三大类:岩浆岩、沉积岩和变质岩。

岩石的物理力学性能指标通常是在试验室内,用一定规格的试件进行试验而测定的。这种岩石试件是由钻孔中获取的岩芯,或是在工程范围内用爆破和其他方法所获得的岩石碎块经加工而制成的。这种采集的岩芯或标本仅仅是自然地质体中间的岩石小块,称为岩块。岩块就成了相应岩石的代表。我们平时所称的岩石,在一定程度上都指的是岩块。

什么是岩体呢?我们所指的岩体是在一定工程范围内的自然地质体,它经历了漫长的自然历史过程,经受了各种地质作用,并在地应力的长期作用下,在其内部保留了各种永久变形的形象和各种各样的地质构造形迹,如假整合、不整合、褶皱、断层、层理、节理、劈理、细微裂隙等,所以把岩体称为多裂隙岩体。

由此可见,岩体是受到各种性质的软弱面切割而形成的综合体。由于软弱面的存在,岩体的强度要远低于岩石的强度,因此,对于设置在岩体上或岩体中的各种工程所关心的岩体稳定性问题来说,起决定作用的是岩体强度,而不是岩石强度。例如,在以往的围岩压力研究中,曾有人错误地认为,洞室的稳定性取决于岩石强度与围岩应力之间的矛盾。但许多工程实践表明,在某些岩石强度很高的围岩中,仍然会产生大规模的变形和破坏。分析其原因,是由于围岩的整体强度不够,即由于岩体中存在软弱