



普通高等教育土建学科专业“十五”规划教材

高校土木工程
专业指导委员会规划推荐教材

岩石力学

重庆大学 张永兴 主编

中国矿业大学 贺永年 主审



中国建筑工业出版社

CHINA ARCHITECTURE & BUILDING PRESS

普通高等教育土建学科专业“十五”规划教材

高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材

岩 石 力 学

重 庆 大 学	张 永 兴	主 编
中 国 矿 业 大 学	贺 永 年	主 审

中 国 建 筑 工 业 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

岩石力学/张永兴主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2004

普通高等教育土建学科专业“十五”规划教材

高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材

ISBN 7-112-06177-6

I. 岩... II. 张... III. 岩石力学—高等学校—教材 IV. TU45

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 038180 号

**普通高等教育土建学科专业“十五”规划教材
高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材**

岩 石 力 学

重 庆 大 学 张 永 兴 主 编

中 国 矿 业 大 学 贺 永 年 主 审

*

中国建筑工业出版社出版 (北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

北京市兴顺印刷厂印刷

*

开本: 787×960 毫米 1/16 印张: 13 字数: 310 千字

2004 年 7 月第一版 2004 年 7 月第一次印刷

印数: 1—3500 册 定价: 18.00 元

ISBN 7-112-06177-6

TU·5444 (12190)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书根据全国高等学校土木工程专业指导委员会推荐的土木工程专业地下、岩土、矿山类专业《岩石力学》课程教学大纲编写。内容包括：岩石与岩体的基本概念，岩石的基本物理性能；结构面、岩体的基本力学性能及地应力；岩石力学基本理论在岩石地下工程、岩石边坡工程及岩石地基工程稳定分析及设计中的应用。每章附有复习思考题。

本书可作为土木工程、水利工程、矿业工程、石油工程、地质工程、交通运输工程等专业本科生教材，也可供相关专业教师及工程技术人员参考。

* * *

责任编辑：王 跃 朱首明

责任设计：孙 梅

责任校对：张 虹

前 言

本书是依据全国高等学校土木工程专业指导委员会推荐的土木工程专业地下、岩土、矿山类专业课群组核心课程《岩石力学》教学大纲编写的。

本书内容主要分三大部分。第一部分重点介绍了岩石与岩体的基本概念、岩石的基本物理力学性能（第1、2章）；第二部分重点介绍了结构面、岩体的基本力学性能及地应力（第3、4章）；第三部分突出介绍了岩石力学基本理论在岩石地下工程、岩石边坡工程及岩石地基工程稳定分析及设计中的应用（第5、6、7章）。每章附有复习思考题供练习巩固用。

本书可作为土木工程、水利工程、矿业工程、石油工程、地质工程、交通运输工程等专业的本科生教材。也可作为高等学校相关专业的教师、科研院所和工程部门的科研人员、工程技术人员的技术参考书。

本书由重庆大学张永兴教授任主编，阴可副教授任副主编。参加编写工作的还有王桂林、文海家、刘新荣、靳晓光、张波、吴曙光、曾鼎华等。胡居义、谢强、宋静等参加了资料整理并绘制插图。

中国矿业大学贺永年教授、重庆大学周小平博士后仔细审阅了全书并提出了宝贵修改意见，在此表示衷心感谢。

限于水平，难免有欠妥之处，敬请读者指正。

目 录

第1章 绪论	1
1.1 岩石与岩体的基本概念	1
1.1.1 岩石和岩体	1
1.1.2 岩体结构	2
1.2 岩石力学的应用范围	4
1.3 岩石力学的基本内容与研究方法	6
1.3.1 岩石力学的基本内容	6
1.3.2 岩石力学的研究方法	7
第2章 岩石的物理力学性质	9
2.1 岩石的结构和构造	9
2.2 岩石的基本物理性质	9
2.2.1 重力密度和质量密度	9
2.2.2 相对密度	10
2.2.3 孔隙率和孔隙比	10
2.2.4 含水率、吸水率和饱水率	11
2.2.5 岩石的渗透性	12
2.2.6 岩石的膨胀性	12
2.2.7 岩石的崩解性	12
2.2.8 岩石的软化性	12
2.2.9 岩石的抗冻性	13
2.3 岩石的强度	13
2.3.1 岩石抗压强度	13
2.3.2 岩石抗剪强度	15
2.3.3 岩石抗拉强度	17
2.3.4 岩石强度准则	19
2.4 岩石的变形	23
2.5 岩石的流变	30
2.5.1 岩石的蠕变性质	30
2.5.2 岩石的松弛性质	34
2.5.3 岩石的长期强度	35
复习思考题	37

第3章 岩体的力学特性	38
3.1 岩体中的结构面	38
3.1.1 结构面的类型	38
3.1.2 结构面的自然特征	44
3.1.3 结构面的力学性质	48
3.2 工程岩体分类	54
3.2.1 简易分类	55
3.2.2 岩石质量指标 (RQD) 分类	55
3.2.3 岩体地质力学分类 (CSIR 分类)	55
3.2.4 巴顿岩体质量分类 (Q 分类)	57
3.2.5 岩体 BQ 分类	58
3.3 岩体的强度	61
3.3.1 节理岩体强度分析	61
3.3.2 结构面对岩体强度的影响分析	64
3.3.3 岩体强度的确定方法	67
3.4 岩体的变形	71
3.4.1 岩体变形试验	71
3.4.2 岩体变形参数估算	75
3.4.3 岩体变形曲线	78
3.4.4 岩体动力变形特性	80
3.4.5 影响岩体变形特性的主要因素	83
3.5 岩体的水力学性质	84
3.5.1 裂隙岩体的水力特性	84
3.5.2 应力对岩体渗透性能的影响	86
3.5.3 渗流应力	87
复习思考题	88
第4章 岩体地应力及其测量方法	90
4.1 概述	90
4.1.1 地应力的基本概念	90
4.1.2 地应力的成因、组成成分和影响因素	90
4.2 地应力场的分布规律	94
4.3 高地应力区特征	98
4.3.1 高地应力判别准则和高地应力现象	98
4.3.2 岩爆及其防治措施	100
4.4 地应力测量方法	105
4.4.1 地应力测量的基本原理	105

4.4.2 水压致裂法	107
4.4.3 应力解除法	108
4.4.4 应力恢复法	111
4.4.5 声发射法	113
复习思考题	116
第5章 岩石地下工程	117
5.1 概述	117
5.2 地下工程围岩分类及地下工程类型	118
5.2.1 地下工程围岩分类	118
5.2.2 地下工程类型	121
5.3 地下工程围岩应力	123
5.3.1 圆形地下工程围岩应力	124
5.3.2 非圆形开挖体的围岩应力	128
5.4 地下工程围岩体的破坏机理	131
5.4.1 拉伸破坏机理	131
5.4.2 剪切破坏机理	131
5.5 地下工程支护设计	132
5.5.1 概述	132
5.5.2 地下工程围岩压力计算	133
5.5.3 地下工程支护设计	140
复习思考题	146
第6章 岩石边坡工程	148
6.1 概述	148
6.2 岩石边坡破坏	149
6.2.1 岩石边坡的破坏类型	149
6.2.2 边坡稳定的影响因素	150
6.3 岩石边坡稳定性分析	152
6.3.1 圆弧法岩坡稳定性分析	152
6.3.2 平面滑动岩坡稳定性分析	155
6.3.3 双平面滑动岩坡稳定性分析	158
6.3.4 力多边形法岩坡稳定性分析	159
6.3.5 力的代数叠加法岩坡稳定性分析	160
6.3.6 楔形滑动岩坡稳定性分析	161
6.3.7 倾倒破坏岩坡稳定性分析	163
6.4 岩石边坡加固	166
6.4.1 注浆加固	166

6.4.2 锚杆或预应力锚索加固	167
6.4.3 混凝土挡墙或支墩加固	167
6.4.4 挡墙与锚杆相结合的加固	168
6.5 岩石边坡加固实例	169
复习思考题	170
第7章 岩石地基工程	171
7.1 概述	171
7.2 岩石地基的变形和沉降	173
7.2.1 岩石地基中的应力分布	173
7.2.2 岩石地基的沉降	176
7.3 岩石地基的承载力	182
7.3.1 规范方法	182
7.3.2 破碎岩体的地基承载力	183
7.3.3 具有埋深的基础	184
7.3.4 承载力系数	185
7.3.5 边坡岩石地基	186
7.3.6 缓倾结构面岩石地基的承载力	187
7.3.7 双层岩石地基承载力	188
7.3.8 岩溶地基承载力	190
7.4 岩石地基的稳定性	191
7.4.1 岩基的抗滑稳定	191
7.4.2 岩基的加固措施	194
复习思考题	195
参考文献	196

第1章 绪 论

早在远古时代,人们就开始使用岩石制作工具,利用天然岩洞或挖掘岩洞做居室。在约 4700 年前,古埃及就开采岩石建造金字塔,其最大高度达到了 146.5m;公元 1600 年,火药传入欧洲用以采矿和开挖隧道;19 世纪铁路的大发展,要求限制铁道的坡度,导致隧道技术的快速发展;20 世纪大型水电工程的建设对岩石基础、边坡、地下洞室和隧道工程提出了更高的要求。20 世纪 50 年代末法国 Malpasset 拱坝的失事和 60 年代初意大利 Vajont 大坝水库高边坡的崩溃,促成了国际岩石力学学会在 1962 年成立,将岩石力学从土力学的领域中分离出来而成为一门专门学科。

岩石力学是固体力学的一个新的分支,用以研究岩石材料的力学性能和岩石工程的特殊设计方法。岩石材料不同于一般的人工制造的固体材料,岩石经历了漫长的地质构造作用,内部产生了很大的内应力,具有各种规模的不连续面和孔洞,而且还可能含有液相和气相,岩石远不是均匀的、各向同性的弹性连续体,这就决定了必须开发出与之适应的原理、装置和方法。

岩石力学经过 40 多年的发展,在土木工程、水利工程、采矿工程、石油工程、国防工程等领域都得到了广泛的应用,随着科学技术的进步,岩石力学涉及的领域将进一步扩大。

1.1 岩石与岩体的基本概念

1.1.1 岩石和岩体

岩石和岩体是岩石力学的直接研究对象。要学习和研究岩石力学,首先要建立岩石(或岩块)和岩体的基本概念。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规律凝聚而成的自然地质体。例如,我们通常所见到的花岗岩、石灰岩、片麻岩,都是指具有一定成因、一定矿物成分及结构构造的岩石。岩石可由单种矿物所组成,例如,纯洁的大理石由方解石组成;而多数的岩石则是由两种以上的矿物组成,例如,花岗岩主要由石英、长石、云母三种矿物所组成。按照成因,岩石可分为三大类,即:岩浆岩、沉积岩和变质岩。

岩浆岩是由岩浆冷凝而形成的岩石。绝大多数的岩浆岩是由结晶矿物所组成,由非结晶矿物组成的岩石是很少的。由于组成岩浆岩的各种矿物的化学成分和物理性质较为稳定,它们之间的连接是牢固的,因此岩浆岩通常具有较高的力

学强度和均质性。

沉积岩是由母岩(岩浆岩、变质岩和早已形成的沉积岩)在地表经风化剥蚀而产生的物质,通过搬运、沉积和固结作用而形成的岩石。沉积岩由颗粒和胶结物组成,各有不同的成分。颗粒包括各种不同形状和大小的岩屑及不同矿物,胶结物常见的有钙质、硅质、铁质以及泥质等。沉积岩的物理力学特性不仅与矿物和岩屑的成分有关,而且与胶结物的性质有很大关系,例如,硅质、钙质胶结的沉积岩,其强度一般较高,而泥质胶结的和带有一些黏土胶结的沉积岩,其强度就较低。另外,由于沉积环境的影响,沉积岩具有层理构造,这就使沉积岩沿不同方向表现出不同的力学性能。

变质岩是由岩浆岩、沉积岩甚至变质岩在地壳中受到高温、高压及化学活动性流体的影响下发生变质而形成的岩石。它在矿物成分和结构构造上具有变质过程中所产生的特征,也常常残存有原岩的某些特点。因此,它的物理力学性质不仅与原岩的性质有关,而且与变质作用的性质和变质程度有关。

岩石的物理力学指标是在实验室内用一定规格的试件进行实验测定的。这种岩石试件是由钻孔中获取的岩芯,或在工程范围内用爆破或其他方法获得的岩石碎块经加工制成的,这样采集的标本或岩芯仅仅是在自然地质体中的岩石小块,称为岩块。我们平时所称的岩石,在一定程度上都是指岩块,所以我们在这里就不把自然地质体的岩石(岩体)和岩块这两个概念严格加以区分了。因为岩块是不包含有显著弱面的、较均质的岩石块体,所以通常把它作为连续介质及均质体来看待。

岩体是指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和各种各样的地质构造形迹,例如不整合、褶皱、断层、层理、节理、劈理等不连续面。岩石与岩体的重要区别就是岩体包含若干不连续面。由于不连续面的存在,岩体的强度远低于岩石强度。因而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问题来说,起决定作用的是岩体强度,而不是岩石强度。

1.1.2 岩 体 结 构

岩体是地质历史的产物,在长期的成岩及变形过程中形成了它们特有的结构。岩体结构包括两个基本要素,结构面和结构体。结构面即岩体内具有一定方向、延展较大、厚度较小的面状地质界面,包括物质的分界面和不连续面,它是在地质发展历史中,尤其是地质构造变形过程中形成的。被结构面分割而形成的岩块,四周均被结构面所包围,这种由不同产状的结构面组合切割而形成的单元体称为结构体。

结构面是岩体的重要组成单元,岩体质量的好坏与结构面的性质密切相关。

有关结构面的成因及分类在第3章中将详细讨论。结构面的强度取决于它的

特性，即它的粗糙度及充填物的性质。其中，结构面对岩体结构类型的划分常起着主导作用。在研究结构面时，一方面要注意结构面的强度、密度及其延展性，另一方面还需注意结构面的规模大小和它们之间的组合关系。

结构体就是被结构面所包围的完整岩石，或隐蔽裂隙的岩石，结构体也是岩体的重要组成部分。在研究结构体时，首先要弄清结构体的岩石类型及其物理力学属性，然后根据结构面的组合确定结构体的几何形态和大小，以及结构体之间的镶嵌组合关系等。结构体的不同形态称为结构体的形式。常见的单元结构体有块状、柱状、板状体，以及菱形、楔形、锥形体等。

岩体结构是由结构面的发育程度和组合关系，或结构体的规模及排列形式决定的。岩体结构类型的划分反映出岩体的不连续性和不均一性特征。中国科学院地质研究所根据多年的工程实践，从岩体结构的角度提出了岩体结构分类（表 1-1）。根据这个分类，岩体结构分为块状结构、镶嵌结构、层状结构、碎裂结构、层状碎裂结构以及松散结构等。我国不少专门为工程目的的岩体分类，例如为建造地下隧道和洞室的围岩分类（铁路隧道规范分类、岩石地下建筑技术措施分类等），都是以岩体结构分类为基础的。

岩体结构类型及其特征

表 1-1

岩体结构类型	岩体地质类型	主要结构体形式	结构面发育情况	工程地质评价
块状结构	厚层沉积岩 火成侵入岩 火山岩变质岩	块状 柱状	节理为主	岩体在整体上强度较高，变形特征接近于均质弹性各向同性体，作为坝基及地下工程洞体具有良好的工程地质条件，在坝肩及边坡条件虽也属良好，但要注意不利于岩体稳定的平缓节理
镶嵌结构	火成侵入岩 非沉积变质岩	菱形 锥形	节理比较发育，有小断层 错动带	岩体在整体上强度仍高，但不连续性较为显著，在坝基经局部处理后仍为良好地基；在边坡过陡时易以崩塌形式出现，不易构成大滑坡体；在地下工程，若跨度不大，塌方事故很少
碎裂结构	构造破坏 强烈岩体	碎块状	节理、断层 及断层破碎带 交叉劈理发育	岩体完整性破坏较大，强度受断层及软弱结构面控制，并易受地下水作用影响，岩体稳定性较差，在坝基要求对规模较大断层进行处理，一般可灌浆固结；在边坡有时出现较大的塌方；在地下矿坑开采中易产生塌方、冒顶，要求紧跟支护；对永久性地下工程要求衬砌
层状结构	薄层沉积岩 沉积变质岩	板状 楔形	层理、片理 节理比较发育	岩体呈层状，接近均一的各向异性介质。作为坝基、坝肩、边坡及地下洞体的岩体时其稳定与岩层产状关系密切，一般陡立的较为稳定，而平缓的较差；倾向不同时也有很大差异，要结合工程具体考虑。这类岩体在坝肩、坝基及边坡处较易出现破坏事故

续表

岩体结构类型	岩体地质类型	主要结构体形式	结构面发育情况	工程地质评价
层状碎裂结构	较强烈褶皱及破碎的层状岩体	碎块状楔形	层理、片理、节理、断层层间错动面发育	岩体完整性差, 整体强度低, 软弱结构面发育, 易受地下水不良作用影响。稳定性很差, 不宜选作高混凝土坝、坝基、坝肩; 边坡设计角较低, 在地下工程施工中常遇塌方; 作为永久性工程要求加厚衬砌
松散结构	断层破碎带风化破碎带	鳞片状碎屑状颗粒状	断层破碎带、风化带及次生结构面	岩体强度遭到极大破坏, 接近松散介质, 稳定性最差, 在坝基及人工边坡上要作清基处理, 在地下工程进出口处也应进行适当处理

1.2 岩石力学的应用范围

人类生活在地球上, 很多活动都离不开利用岩石进行工程建设。随着我国经济建设的蓬勃发展, 出现了大量岩石工程的建设与开发, 从而岩石力学在建筑、矿山、水工、铁路和国防等领域得到日益广泛的应用与深入研究。

位于地表上建筑物的设计, 需要密切注意工程地质存在的隐患(例如, 可能影响建筑物选址的活断层或滑坡等), 岩石力学就成为减少这种潜在危险的一种有效工具。工程地质学家必须揭露潜在的隐患, 并充分运用已有的岩石力学知识去消除隐患。例如, 在里约热内卢, 花岗岩的剥离层曾对陡岩脚下的建筑物造成威胁, 这时, 工程师就可以设计锚杆系统或者进行控制爆破以消除这种危险; 对于一些轻型建筑物, 用岩石力学的知识便可帮助人们认清页岩地基可能存在的膨胀性; 对于高大的建筑物、大型桥梁和工厂等, 则有可能还需要进行荷载作用下岩体的弹性试验和滞后沉陷试验; 在喀斯特灰岩或深部已采空的煤层上, 则可能要进行大量的试验研究和采用专门设计的基础, 以保证建筑物的稳定性。

爆破的控制也是与岩石力学密切相关的一个方面。在城市中, 新建建筑的基础可能非常靠近已有建筑物, 在爆破时, 就要使振动不致危害邻近的建筑物或扰动附近的住宅。另外, 临时开挖也可能需要设置锚固系统, 防止滑坡或岩块松动。

最苛求于岩石力学的地面建筑物是大坝, 特别是拱坝和支墩坝。它作用在岩基或坝头的应力很大, 同时还承受水压力及水的其他作用。除了必须注意地基内的活断层外, 还要仔细评价可能产生的滑坡对水库造成的威胁。意大利 Vajont 坝失事的严重灾难至今仍让人记忆犹新。在这次事故中, 巨大的滑坡体使库水漫过高大的 Vajont 拱坝, 致使下游两千多人丧生。岩石力学还可以应用于材料的选

择,例如选择保护堤坡免遭波浪冲蚀的抛石、混凝土骨料、各种反滤层材料和填筑石料等。根据岩石试验可以确定这些材料的耐久性和强度特性。由于不同的坝型在岩体上产生的应力状态很不相同。因此,岩体变形和岩体稳定的分析就成为工程设计研究的重要组成部分。

对于混凝土坝,通过室内试验和现场试验所确定的坝基与坝头岩体的变形特性值,可在混凝土坝应力的模型研究或数值分析中综合运用。所有坝体下面的大小楔形岩体的安全性都要通过静力计算来确定。必要时,需要使用锚索或锚杆等支护设备,以便对基岩或坝与基岩的接触面施加预应力。

运输工程在许多方面同样有赖于岩石力学。在铁路、公路、运河、管道和压力钢管管线、路堑边坡等设计中,可能要对断裂的岩体进行试验和分析。根据岩石力学的研究,通过调整后得到的合适的线路方位,很可能会大量降低造价。是否应把上述这些线路埋设在地下,在一定程度上取决于对岩石情况的判断以及对采用隧洞与明挖费用的比较。如果能把压力钢管埋设在隧洞里,让一部分应力由岩石来承担,则可以节省钢材。在这种情况下,就需通过岩石试验测定设计上所需的岩石特性。有时,压力管道可以不要衬砌,这时就需要进行岩石的应力测量,以保证不致因渗漏而发生危险。在市区内,由于地价高昂,地面的运输线可能要采用近似直立的边坡,这时就需要用人工支护以维持边坡的长期稳定。

为了其他目的进行地面开挖时,在爆破控制、开挖坡度、安全台阶位置的选择以及支护措施等方面,也往往需要用到岩石力学的知识。露天矿坑是否合理,取决于使用是否方便和开挖是否经济,这就要求对其边坡岩体进行大量的研究工作以选择出合适的开挖坡度。

地下开挖在很多方面都要依靠岩石力学知识。在采矿中,切割机和钻机必须根据相应实验室试验得到的岩石性状来进行设计。采矿的一个重大决策,是在开采矿石时究竟力图维持洞室的形状不变还是允许岩体有适当变形。这时,岩体性状及应力条件在制定正确决策时是最为重要的,可以基于岩石力学通过数值分析、理论计算和进行全面的岩体试验等研究加以确定。

地下洞室目前除用于运输和采矿外,另有一些用途,其中有些用途需要获得岩体物理力学方面新的资料数据和专门技术。例如,在地下洞室内存贮液化天然气,需要对岩体进行在极端低温条件下性能的测定和对岩体进行热传导性能的分析;在地下洞室内存贮油和气时,需要研究当地岩体的性状以便找到一个能防止渗漏的地下环境。在山区,地下水电厂较地面电厂有较多的优点,地下水电厂有很大的地下厂房和其他许多洞室,是复杂的空间布置,这些洞室的方位和布置,几乎都要根据岩石力学及地质学来研究决定。因此,岩石力学可以说是一种基本工具。用于军事方面的地下洞室必须具有抵抗预定核爆炸产生的动力荷载的能力,因而必须在地壳巨大震动力的作用下能够保持安全牢固,所以岩石动力学在这类工程设计中占有重要的地位。

岩石力学在能源开发领域中也是很重要的。在采油工程中,钻头的设计与岩性有关,因为钻头磨损是采油成本的一个重要组成部分。岩石力学可用来解决深孔和深层采油所发生的问题。

目前,岩石力学的新用途、新领域不断出现。外层空间的探测和开发、地震预报、溶解法采矿、压缩空气的地下存贮以及其他崭新的领域,正要求岩石力学技术的进一步深入发展。但是,即使对于上述一般的应用领域,我们至今仍然没有完全掌握进行合理设计所需要的岩石力学知识;这主要是因为岩体的性质特殊,它与其他工程材料相比在处理上也相当困难。

1.3 岩石力学的基本内容与研究方法

1.3.1 岩石力学的基本内容

岩石力学是研究岩石及岩体在各种不同受力状态下产生变形和破坏的规律,并在工程地质定性分析的基础上定量地分析岩体稳定性的一门学科。从工程实用性来看,它主要进行岩体稳定性以及岩体破碎规律的研究。前者包括岩坡稳定、基岩稳定、洞室围岩稳定等问题的研究,也是本书的主要内容;后者主要讨论机械破岩、爆破破岩、水力破岩等方面的研究。然而,不论是对岩体稳定性还是岩体破碎规律方面的研究,都必须建立在对岩体的物理力学性质有充分而正确的认识的基础上,因此岩体的物理力学性质也是岩石力学中重点探讨的课题之一。

岩石力学是在20世纪50年代初兴起的一门学科。与土力学相比,它的历史很短且与现代化大生产的发展分不开。随着大生产的发展,在对自然界能源的开采、利用以及各项工程建设中,例如采矿、水利、水电、土木工程,铁路交通以及国防建设等,都出现了各种有关岩体稳定性的课题。由于对岩体的稳定性认识不足,在一定程度上带有盲目性,一些大型水坝、岩质边坡、大型地下洞室以及深部采矿等工程,都出现了重大的工程事故,究其原因,都是与各种受力状态下的岩体失稳分不开的,这就引起了人们对岩石力学的重视。目前,现代化工程建设的规模正逐年增大,随之对工程建设的责任性也相应增大,为了使得工程建设达到安全可靠、经济合理,就必须对岩体稳定性问题作出定量的评价。

随着现代化建设的进一步增强和工程规模的逐年扩大,岩石力学对工程实践所起的作用也逐步被人们更深刻地理解。同时,岩石力学毕竟是一门年轻的学科,所以在很多方面还不够成熟,特别是由于岩体作为一种自然地质体,影响其稳定性的各种因素之间的关系纷繁复杂,它们中间的很多规律尚未得到充分认识,这些都迫使我们去进一步探索和研究。正是由于工程实践的需要,50多年来岩体力学得到了高速发展。目前,在试图解决各种岩体稳定性问题的时候,不仅要有现代化的实验设备和方法,而且还要有先进的理论指导和现代化的计算方

法,才能有效地综合各种成果,求得接近于实际的答案。

由此,岩石力学的基本内容,大致可以归纳为以下三个方面:

(1) 基本原理,包括岩石的破坏、断裂、蠕变及岩石内应力、应变理论等的研究;

(2) 实验室试验和现场原位试验,包括各种静力和动力方法,以确定岩块和岩体在静力和动力荷载下的性状以及岩体内的初始应力;

(3) 在实际应用方面,包括地表岩石地基(如高坝、高层建筑、核电站的地基)的稳定和变形问题、岩石边坡(如水库边坡、高坝岸坡、渠道、路堑、露天开采坑等人工和天然岩石边坡)的稳定问题、地下洞室(如地下电站、水工隧洞、交通隧洞、采矿巷道、战备地道等)围岩的稳定、变形和加固问题、岩石破碎(如将岩石破碎成所要求的规格)、岩石爆破、地质作用(如分析因采矿而地表下陷、解释地球的构造理论、预估地震与控制地震)等问题的研究。

1.3.2 岩石力学的研究方法

岩石力学是一门新兴的学科,又是一门重要的交叉学科和边缘学科,是用力学的观点对自然存在的岩石和岩体进行性质测定和理论计算来为具体的工程建设服务的。岩石力学的研究必须采用科学实验与理论分析紧密结合的方法。

岩石力学中的科学实验是岩石力学研究工作的基础。进行岩石和岩体的物理力学参数测定,以及进行各项现场和室内的原型和模型试验,是建立岩石力学概念和理论的基础,因为它不仅能够为工程设计和施工提供必不可少的岩石物理力学性质的第一手资料,而且还能为岩石力学课题的理论分析提供客观的物理基础。现在,从事岩石力学的工作者为了更好地获得这种第一手资料,广泛地采用现代测试新技术来进行岩石的室内试验和现场试验。事实证明,每当用新的技术对岩石进行科学实验而获得成功时,我们对岩石性能的认识也就前进了一步。因此,岩石力学的科学实验必须采用最先进的测试手段。

我们现在所应用的岩石力学理论是建立在前人的基础上的,例如弹性理论、塑性理论、松散介质力学理论等,将这些理论应用于岩石或岩体的分析研究中,其适用性要接受实践检验的。由于一定的理论都是在一定的假设条件下建立的,它与复杂多变的自然岩体之间总是存在一定的差距,理论的适用性总是要受到一定的限制。因此,应用理论时就要注意它的适用性。目前,岩石力学中尚有不少问题应用现有理论知识不能获得完善的解答,只能凭借实践中所获得的经验来进行处理,这在目前仍然是很需要的;应用这些经验决不是阻碍和放弃理论的发展,而是要促进理论的发展。

现代计算技术飞速发展,电子计算机以其惊人的计算速度和处理复杂数据的能力越来越受到众多学者的青睐,其在各个领域的应用,在技术上掀起了一场大革命,电子计算机应用于岩体力学也成为必然。不仅复杂的岩体力学问题要利用

电子计算机进行计算,而且作为自然体的岩体所反映的性能是多变的,带有一定的概率性,大量的科学实验数据和成果也需要利用电子计算机进行统计和处理。因此,电子计算机对岩体力学是十分有用的强大工具。目前,许多学者已经把人工智能运用到岩石力学的各个方面,并取得了显著的成果,其应用有着广阔的发展前景。

由于岩石和岩体是天然地质体,它经历了漫长的自然演变过程,各类岩体有它的地质成因,也经受了各种地质构造变动过程,各种结构面就是在这个过程中形成和演变的,岩体力学的研究脱离不了工程地质的定性研究,各类不同力学性质结构面的形成也是与地质力学的研究成果分不开的,因此,研究岩体力学还要求具备一定的工程地质和地质力学的知识。

另外,岩石力学又是一门应用性很强的学科,因此,在应用岩石力学知识解决具体工程问题的时候又必须与工程的设计与施工保持密切的联系和相互配合。岩石力学应该为设计与施工提出有利于岩体稳定的方案,又能为新的设计和施工提出岩体稳定的理论根据,这是我们努力的目标。