

* 书刊评介 *

一部与地质密切结合的岩体力学理论 专著——《岩体结构力学》

谢 洪 源

(科 学 出 版 社)

中国科学院地质研究所孙广忠教授撰写的一本专著——《岩体结构力学》，于 1988 年 10 月由科学出版社出版。此书获中国科学院 1990 年自然科学一等奖。

岩体结构力学是研究经受过变形、遭受过破坏的地质体在环境应力条件改变时，产生再变形和再破坏的规律并运用这些规律解决工程建筑中的地质工程问题的一门应用性基础科学。

人类在工程建设，尤其是矿山、水利、铁路以及大型地下洞室等建设中，都与地球的表层岩体密切相关。在工程规模日趋增大的今天，岩体力学的研究越来越受到有关专家的关注。

岩体力学作为一门学科，大约出现于本世纪 30 年代，它的发展大致经历了三个发展时期。第一个时期是从 30—60 年代，这个时期的主要观点是将岩体看成是一种岩石材料，把材料力学的理论和方法机械地引入到岩体力学中来，再将岩体力学作为一种连续介质力学处理，这显然是不符合岩体实际的。因为它忽视了岩体内部存在大量的节理、断裂、层间错动等运动。60 年代以后，这个问题开始引起一批工程地质岩体力学工作者的重视，他们提出不能将岩体看成是一种连续介质，在岩体力学研究中，应重视节理裂隙作用的研究，并提出了碎裂岩体力学的观点。其核心工作是进行节理裂隙对岩体力学性质影响的研究，这是岩体力学发展的第二个时期。70 年代以后，一些工程地质工作者，如谷德振和 L. Muller 提出了岩体结构的概念。谷德振和孙玉科并提出了定义切割岩体的各种不连续面为结构面，被结构面切割成的岩块为结构体。结构面和结构体在岩体内的不同组合排列构成不同的岩体结构。孙广忠和他的同事们，在此基础上系统地研究了岩体结构的力学效应，提出了岩体可划分为连续介质、碎裂介质、块裂介质和板裂介质 4 种力学介质，岩体力学是由这 4 种介质岩体构成的力学体系，从而形成了一整套比较完整的理论体系，受到了国内外同行的注目。这是岩体力学发展的第三个时期，即岩体结构力学阶段。可以说，《岩体结构力学》专著就是这个时期的代表作。

《岩体结构力学》提出的理论新颖，体系相当完整，而且内容丰富，文字流畅。全书由 3 部分 13 章组成，约 56 万字，图 364 幅，表 42 个，照片 52 张，公式 957 个，是一部图文并茂的大作，是从事地质、地震、土木、水利、电力、矿山科研、工程设计、教学等方面的重要参考书籍。

岩体结构力学理论的创立时间并不长，令人兴奋的是已经有力地指导了工程地质及岩体工程生产实践。作者运用这一理论，在“728”工程研究（获 1978 年中国科学院优秀成果奖）、二滩水电站坝基岩体力学研究（获中国科学院科技进步奖）等多项国家重大工程的实践中，产生了明显的社会效益和巨大的经济效益。1983—1985 年，作者运用这一理论研究大同煤矿坚

硬难冒顶板管理时,提出了采用有控压裂技术,进行了顶板岩体结构改造,变难冒顶板为易冒顶板,为解决这个问题建立了科学的技术路线(获中国科学院科技进步三等奖),作者在运用该理论于“大秦线军都山隧道快速施工地质超前预报”、“煤与瓦斯突出综合研究”、“煤矿突水预测预报”、“地下开采中突出预报和防治”等项目中也做出了优异的成绩。在这些研究工作中,作者还纠正了过去存在的一些片面和错误的观点,受到了有关产业部门和科技界的好评。

孙广忠在本书中所提出的观点和方法,是在较长时间与有关科研单位、生产部门协作中积累了大量数据、资料,再经与有关专家进行反复讨论后形成的。所以,《岩体结构力学》一书也可以说是中国工程地质、岩体力学、地质工程专家集体智慧的结晶,是中国地质工程实践的产物,具有浓厚的中国特色。

二

本书以“岩体结构控制论”为基本观点,对岩体力学中的一系列问题进行了深入的讨论,对岩体力学这门年轻的学科作出了一定的贡献。大致可概括为以下6点:

(一)对岩体的变形、岩体破坏及岩体力学性质结构效应进行了10多年一系列的研究之后,建立了完整的岩体结构力学理论体系,奠定了《岩体结构力学》的理论基础。

(二)1985年补充将岩体划分为连续、碎裂、块裂及板裂4种力学介质,提出了岩体力学系由四种介质岩体力学构成的力学体系,并对碎裂介质岩体力学及板裂介质岩体力学进行了系统的研究。

(三)将岩体力学性质结构效应概括为3个法则:爬坡角效应法则、尺寸效应法则、各向异性法则,并建立了各自的规律,从而为岩体力学性质分析建立了理论基础。

(四)提出了岩体破坏系岩体结构改组及受岩体结构控制的基本观点,并建立了多种破坏机制和多种破坏判据体系,研究了岩石材料破坏和岩体结构改组的各种破坏判据。

(五)提出了岩体变形由岩石材料变形和岩体结构变形共同构成的概念,并分别研究了这两种变形的规律以及岩体变形分析的原理和方法,从而完成了岩体结构力学理论体系的建立。

(六)以岩体结构力学观点为指导,进行了工程地质力学预报及岩体改造的研究,推动工程地质和岩体力学研究进入了一个新的领域和新的阶段。

上述6点也是本书的重要内容。

作者在综合前人及自己的研究成果的基础上,将岩体力学的核心内容总结为如下5条:

(一)岩体是经过变形、遭受过破坏,由一定的岩石成分组成,具有一定的结构和赋存于一定地质环境中的地质体。岩体力学是研究环境应力改变时岩体再变形和再破坏的科学。

(二)岩体在结构面控制下形成自己独特的不连续结构。岩体结构控制岩体变形、破坏及其力学性质。岩体结构控制作用远远大于岩石材料的作用。

(三)“岩体结构控制论”是岩体力学基础理论,“岩体结构力学效应”是岩体力学的力学基础,“岩体结构分析方法”是岩体力学研究的基本方法。

(四)岩体赋存于一定的地质环境中,岩体赋存环境条件可改变岩体结构力学效应和岩石力学性能。

(五)在岩体结构、岩石及环境应力条件控制下,岩体具有多种力学介质和力学模型,岩体

力学是由多种力学介质和多种力学模型构成的力学体系。

三

目前,在岩体工程领域中存在着一种看法,认为岩体力学的研究是重要的,但又对它解决实际问题的能力表示怀疑。作者的看法是,产生怀疑的关键在于岩体力学的理论与地质实际的脱节。为了探讨上述问题,作者有计划地针对岩体结构力学中的地质问题,开展了结构面和岩体结构的规律及其力学效应的研究。在工作过程中,逐渐形成了自己的认识,即岩体力学的基础是岩体的地质特征及其力学效应,特别是岩体结构及其赋存条件的规律和力学效应,控制着岩体变形和破坏机制,影响着岩体力学性能,规定着岩体力学介质特征及岩体力学作用分析的原理和方法。这也是岩体结构力学与其它介质力学的区别之处。

岩体结构力学效应是岩体力学理论的中心内容。如果没有这一特点,岩体力学与其它固体力学也就没有区别,或可以说,如果没有结构面也就没有岩体力学。因此,在本书中作者选定以岩体结构控制作用分析为主线,将岩体力学研究 with 地质研究紧密地结合起来,简明扼要地论述了岩体地质特征及其力学效应,以此为基础对岩体结构力学展开了全面的论述。

工程地质人员迫切要求与力学相结合发展工程地质,使工作定量化,同样,岩体力学工作者也殷切希望与工程地质相结合发展岩体力学理论。这个理论与实践结合的问题如何解决呢?作者认为需从两个方面着手:首先,必须对岩体的地质特征有一个充分的认识,然后再研究其力学作用规律,探讨解决地质工程问题的理论和技术方法,为地质工程设计及施工服务。目前工程地质研究者都认为地质资料对岩体力学研究来说是十分重要的。但由于地质资料与岩体力学的作用、性质、规律间的关系没有解决好,因此使十分有用的地质资料不得不搁置起来。这也是理论研究 with 地质研究脱节的一个表现。岩体中存在节理、断裂等不连续面造成岩体与其它固体间的巨大区别。这就要求在研究岩体力学作用和性质时,必须考虑岩体结构的力学效应。根据岩体结构规律研究岩体力学作用的规律,这是作者的一个重要基本观点。

岩体力学研究由两部分组成:即将地质模型转化为力学模型;将力学模型转化为数学语言。前一个转化主要依赖于岩体结构及力学效应的研究,后一个转化则主要依赖于岩体结构力学效应定量得到的本构规律和破坏判据。这是岩体力学中的一个核心问题。这个问题不解决,岩体力学的研究就会脱离实际。近几年出版的岩体力学著作中在这两个转化上,尤其是将地质模型转化为力学模型上解决得很不理想,不少著作中还只把岩体作为连续介质处理。实际上,岩体中存在大量节理、断裂,它们使岩体具有不连续性,这是岩体区别于其它固体的主要方面。而目前的有关教科书中相当一部分似乎还不承认这个特点。为了使读者对岩体力学问题有较全面的了解,作者从岩体地质特征的探讨入手,着重阐述了岩体变形、破坏及力学性质等基本规律,并介绍和分析了地质工程问题的力学方法,即岩体结构力学分析方法。

岩体结构力学是一门新的应用基础学科,它的研究领域虽然相当广泛,但有关大型工程的许多问题必须靠多学科协同作战才能解决,随着本门学科的不断进展,它将对工程实践发挥越来越大的作用。孙广忠教授《岩体结构力学》的出版为拓展这门新学科奠定了一定的基础。