

国际岩石力学学会实验室和
现场试验标准化委员会

岩石力学试验建议方法

上 集



煤炭工业出版社

国际岩石力学学会实验室和
现场试验标准化委员会

岩石力学试验建议方法

上 集

郑雨天 傅冰骏 卢世宗等译校

煤炭工业出版社

INTERNATION SOCIETY FOR ROCK
MECHANICS COMMISSION ON STADARDIZTION
OF LABORATORY AND FIELD TESTS
SUGGESTED METHODS ROCK MECHANICS TESTS
COMMITTEE ON LABORATORY TESTS
COMMITTEE ONFIELD TESTS

1974~1979

*

国际岩石力学学会实验室和
现场试验标准化委员会
岩石力学试验建议方法
上 集

郑雨天 傅冰骏 卢世宗等译校

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ 印张 $11^{11/16}$

字数 253 千字 印数1—3,520

1982年7月第1版 1982年7月第1次印刷

书号15035·2471 定价1.80元

2W38/15

内 容 提 要

本书是国际岩石力学学会编制的有关岩石性质试验、岩体工程量测和监控方面文件的译文。这些文件主要发表在《国际岩石力学与矿业科学》杂志上。全部文件约卅余篇，将分上、下两集出版。本集包括：实验室内岩石材料单向和三轴抗压强度、抗拉和抗剪强度、岩石变形性质、声波速度、硬度和磨蚀性、含水量、膨胀和耐崩解性等的试验方法；现场岩体抗剪强度、变形性质、几种岩体移动和压力监控技术，以及岩体结构面定量描述方法，等等。下集将包括：岩石不均一性质、渗透性质的测定；现场锚杆试验；扁千斤顶、变形计和水力压裂法等岩体应力和变形的量测，以及钻孔地球物理测井等方法。文件中对各种试验方法的应用范围、设备、试验程序、结果计算和数据处理，以及成果报告内容等都作了明确的规定。

考虑到试验技术的发展和改进，这些标准不称为“规程”，而称“建议方法”。

读者对象为矿山、水电、铁道、地质、建筑和国防等从事岩体工程勘测、设计、施工和科研人员的重要参考文献，也可供大专院校有关师生学习参考。

责任编辑：鲍 仪

译者的话

ISRM的这套“建议方法”共30余篇，将分上、下集翻译出版。上集13篇，包括迄今已在公开杂志上发表的全部文件，共12篇。1篇原稿系由国际岩石力学学会中国小组从国外带回。译文中，将原稿中各篇都有的大致相同的前言删去，集中刊登在全书前面。在书后附有书中涉及的国际单位制及换算表、国内无统一译法的专门术语汉英对照表。

全书由东北工学院郑雨天总审校，北京水利水电科学研究院傅冰骏、东北工学院卢世宗在组织译校本书中做了大量的工作。参加各篇译校的人员还有：南京水利科学研究所蒋彭年，阜新矿业学院研究所朱之芳、陶在朴，水利水电科学研究院黄仁福，长江水利水电科学研究院任代礼，电力部西北勘测设计院刘承健，电力部成都勘测设计院杨子文，东北工学院刘海宴、宋琳、赵湛宇、赵研斌、张景芳、牛成俊、费寿林、韩书和、张晶瑶、蔡葛令、王善伟、文先保、王忠、王维纲、林韵梅、黄士芳、高福聚、赵洪迪等人。译校工作得到了国际岩石力学学会中国小组和北京水利水电科学研究院的大力支持，受到陈宗基教授，长江水利水电科学研究院周思孟工程师的指导帮助，在此致以谢意。

译稿中难免有错误和缺点，敬请广大读者批评指正。

译校者

1980.12.

序 言

当前，随着各国经济建设和能源开发的要求，兴建了一系列地表和地下工程，而且规模越来越大。国际上已建的高坝，高度已达300米，大型地下电站，隧道和矿山井巷的开挖深度已超过3,000米，而且，随着水力资源的开发，核能源的利用，油田、矿山的开采，铁道交通等事业的迅猛发展，更为巨大、复杂的岩石工程将日益增多。但是有的工程由于对岩石力学缺乏足够的研究，往往造成大坝失事、岩坡滑动、隧道破坏、矿山坍塌、井巷冒顶等事故。其中法国马尔帕塞及意大利瓦依昂两坝发生失事的惨剧之人所共知的。这些事例充分说明能否安全、经济地进行上述工程建设，很大程度上依赖于我们运用近代岩石力学知识来研究解决工程上的问题。因此，对岩石力学这门新兴学科的研究，已日益引起各国的重视。

建国以来，我国就开始了岩石力学试验工作。1958年以来，结合长江三峡岩基的研究，开展了大规模的室内和现场实验研究工作，并成功地解决了像长江葛州坝，大冶露天铁矿等一系列巨大工程中复杂的岩石力学问题。在岩石流变及岩体结构方面的研究也起步较早，在国际上占有一定的地位。但总的看来，我国岩石力学的发展还远远不能满足四化建设的需要。有待广大岩石力学科技工作者继续努力。

当前，岩石基本性质的测试手段和方法比较落后、近几年来国内外都注意岩石力学测试方法的研究。为此，国际岩石力学学会 (ISRM) 早在1967年就成立了专门的委员会，编

制了室内外岩石力学试验《建议方法》，并建议各会员国译成本国语言，以便在世界范围内推广试行。

但须指出，岩石力学还是一门新兴的学科，在试验方法中还有不少待改进的地方。因此这份国际文件不称规程，而称《建议方法》是恰当的。我国水利部、电力工业部组织编写的《岩石试验规程》（试行本），对于一般中小型工程的常规试验在目前是可行的，但应随着岩石力学的发展不断加以修改补充。对于大型工程，不宜受规程的限制，而应根据具体情况专门制定试验方案和方法。对于国内外这两个文件，希望读者取长补短，并在试行中提出宝贵意见，进一步提高我国岩石力学测试水平，促进岩石力学学科的发展。

陈宗基

1981年11月18日于北京

引 言

岩石实验室和现场试验标准委员会酝酿成立于1967年。1968年10月在马德里召开了第一次会议，这个委员会征求了国际岩石力学学会所有成员的意见，回答清楚的表明了：使试验方法标准化是普遍的愿望。接着于1969年9月在奥斯陆会议上一致同意制定了标准方法的分类和次序，见表1。

同时，还决定正在探索的方法，包括一些岩石的物理试验方法，不考虑在标准化范围之内。随后，于1970年9月在贝尔格莱德，1971年10月在南希，1972年9月在卢塞恩，1973年10月在卡托维兹，1974年9月在丹佛，1975年9月在明尼波里斯，1976年10月在萨尔茨堡，1977年9月在斯德哥尔摩等地陆续召开会议。在卢塞恩会议上，这个委员会又分为两个委员会，一个是实验室试验方法标准化委员会，另一个是现场试验标准化委员会。

应当着重指出，“建议方法”的目的在于对岩石试验方法给予详细说明，并实现一定程度上的标准化，但并不限制测试技术的发展和改进。

如对这个建议方法感兴趣和愿意对它进行补充和修改，请写信寄给国际岩石力学学会秘书长。地址是：葡萄牙里斯本国立土木工程研究所 (Laboratorio Nacional de Engenharia Civil, Avenida do Brasil, Lisboa-5, Portugal)。

标准化试验方法分类表

第 I 类：岩石分级和特性试验

岩石材料（实验室试验）

- （1）密度，含水量，孔隙度，吸水性。
- （2）单轴压缩下的强度和变形，点载荷强度。
- （3）各向异性指标。
- （4）硬度，磨蚀性。
- （5）渗透性。
- （6）膨胀和耐崩解性。
- （7）声速。
- （8）岩相微观描述。

岩体（现场测试）

- （9）节理组，产状，间距，张开程度，粗糙度，几何形状，填充物情况和蚀变程度。
- （10）岩芯获得率，岩石质量指标和裂隙间距。
- （11）为地质测绘和提供岩石质量指标的地震波测试。
- （12）地球物理测井

第 II 类：工程设计试验

实验室试验

- （1）强度包络线的测定（三轴和单轴抗压和抗拉强度试验）。
- （2）直剪试验。
- （3）时间效应和塑性。

现场试验

- （4）变形性能试验。
- （5）直剪试验。

(6) 野外渗透性试验, 地下水压力和流动监测, 水样采取。

(7) 岩石应力测定。

(8) 岩石移动, 支护反力, 锚固荷载, 岩石声发射和振动监测。

(9) 单轴、双轴和三轴压缩试验。

(10) 岩石锚固试验。

目 录

引言

标准化试验方法分类表

实验室试验标准化委员会文件

CLT-1*	测定岩石材料单轴抗压强度和变形性质的建议方法	2
CLT-2	测定含水量、孔隙度、密度、吸水性和有关性质, 以及膨胀和耐崩解性指标的建议方法	11
CLT-3	实验室测定直接抗剪强度的建议方法	(编入105页CFT-1的二)
CLT-4	测定声波速度的建议方法	47
CLT-5	测定岩石硬度和磨蚀性的建议方法	58
CLT-6	岩相鉴定的建议方法	73
CLT-7	测定岩石材料三轴抗压强度的建议方法	78
CLT-8	测定岩石材料抗拉强度的建议方法	85

现场试验标准化委员会文件

CFT-1**	测定抗剪强度的建议方法	94
CFT-3	应用倾角计和倾斜计监测岩石移动的建议方法	121
CFT-4	岩体结构面定量描述的建议方法	154

* “CLT” 为实验室试验标准化委员会缩写, “-1” 为文件号。——译者

** “CFT” 为现场试验标准化委员会缩写。——译者

CFT-5	应用钻孔引伸计监测岩石移动的建议方法	267
CFT-6	应用液压枕监测压力的建议方法	295
CFT	现场测定岩石变形性质的建议方法	314
附录一	国际单位制及其换算表.....	353
附录二	专门术语 汉英 对照表.....	353

实验室试验标准化委员会文件

CLT-1~8

CLT 第1号文件(修订本)*

测定岩石材料单轴抗压强度和 变形性质的建议方法

一、测定岩石材料单轴抗压强度的建议方法

1. 范 围

这种试验方法是指测定规则形状岩石试样单轴抗压强度的方法。主要用于完整岩石的强度分级和岩性描述。

2. 设 备

(a) 应采用适宜的试验机给试件施加轴向载荷并进行量测。这种试验机应具有足够大的出力,并能很好地按第3段所要求的速率加载。试验机应定期标定检验并应遵守国家规程要求。可以按照美国材料试验学会(ASTM)规程E₄中有关试验机检验标准,或英国标准1610, A类,或德国标准DIN51 220, DIN51 233中1类和DIN51300 检验方法中的一种方法来检验试验机。

(b) 试验机的球面座(如果有的话)若没有遵守2(d)的规定,应该卸去或定位闭锁。试验机两加载平面保持相互平行。

(c) 试件两端放置洛氏硬度不低于HRC58的圆盘状钢压板。压板直径在试件直径D和D+2毫米之间,压板厚度至

* 此文件系由实验室试验标准化委员会制定的,属于分类表中I(2),这是1972年发表的原版本的第一次修订本。点载荷指标试验已做为单独修订本不包括在本文内。

少为15毫米或 $D/3$ 。圆盘表面应该磨光,其平整度应优于0.005毫米。

(d) 两压板之一是球面座。球面座应该放在试件的上端面。它应该用矿物油稍加润滑,以致在滑块自重作用下仍能闭锁。试件、压板和球面座要精确的彼此对中,并与加载机器设备对中,球面座的曲率中心应与试件端面的中心相重合。

3. 程 序

(a) 试件应是整齐的圆柱体,其高与直径之比为2.5~3.0,直径最好不少于NX型岩芯尺寸*,大致为54毫米。试件直径与岩石内最大颗粒尺寸的比值至少是10:1。

(b) 试件端面应平整到0.02毫米,对于试件轴的垂直度不应超过0.001弧度(大约为3.5分)或每50毫米不超过0.05毫米。

(c) 试件周边应光滑而平整。试件全部长度上应平整到0.3毫米。

(d) 不允许使用覆盖材料或端面不用机械加工。

(e) 试件直径的测量应在试件高度的上部、中部和下部分别测量两个相互正交的直径。其平均值的精度为0.1毫米。直径平均值是用来计算横截面积的。试件高度的测定精度应为1.0毫米。

(f) 试样保管期不超过30天,应当尽可能的保持天然含水量,使试验在这种环境下进行**。这种湿度环境规定见ISRM委托的实验室试验方法第2号文件第一次修订本“测

* NX型为一种钻具型号。——译者

**在某些情况下,对于某些材料可以要求试件具有其他的含水量。例如,饱和的或在105℃条件下绝对干燥的含水量。这种含水量要备注在实验报告中。

定岩石试样含水量的建议方法”第(一)种方法, 1977年12月定稿。

(g) 施加在试件上的载荷要始终保持一定的应力速率, 使破坏过程发生在加载的5~10分钟以内。亦即应力速率在0.5~1.0兆帕/秒的限度内。

(h) 试件的最大载荷记录用牛顿(或千牛顿、兆牛顿)为单位, 精度1%。

(i) 试验的试件数量应根据实际条件决定, 但最好不少于五块。

4. 计 算

(a) 试件的单轴抗压强度应按在试验中试件承受的最大载荷除以试件截面积计算。

5. 成 果 报 告

(a) 岩性描述。

(b) 加载轴线方向与试件各向异性的关系, 例如: 层面、片理, 等等。

(c) 样品的原始资料, 包括: 地理位置、深度和取向, 取样的日期和方法, 保存的过程和环境。

(d) 试件数目。

(e) 试件直径和高度。

(f) 试验时的含水量和饱和度。

(g) 试验的持续时间及应力速率。

(h) 试验日期和试验机型号。

(i) 破坏的类型, 例如剪坏, 轴向张裂等等。

(j) 其他观察到的或有用的物理指标, 如试件的比重, 孔隙度和渗透率, 并列举上述指标的决定方法。

(k) 岩样的单个试件的单轴抗压强度, 至少有3个有效

的数据, 以及岩样的平均值。用帕 (pa) 或其倍数表示应力和强度的单位。

(1) 试验在某些情况下如果不遵守上述技术要求, 其实际情况应记载在试验报告中。

参 考 文 献

1. Obert L., Windes S.L. & Duvall W. I. Standardized tests for determining the physical properties of mine rocks. *U. S. Bureau of Mines Report of Investigations*. No. 3891, 1946, 67p.

2. International Bureau for Rock Mechanics. Richtlinien Zur Durchführung Von Druckversuchen an Gesteinen im Bergbau. *Bericht*, 5. *Ländertreffen des I.B.G.*, Akademie-Verlag, Berlin, 1964, pp.21-25.

3. U. S. Corps of Engineers. Strength parameters of selected intermediate quality rocks—testing procedures. *Missouri River Division Laboratory Reports*. No. 64/493 July 1966, pp.1A-6A, 1B-7B.

4. ASTM. Standard method of test for unconfined compressive strength of rock core specimens. *American Society for testing and Materials*. ASTM Designation D-2938-71a

5. Hawkes I. & Mellor M. Uniaxial testing in rock mechanics laboratories. *Engng. Geol.* 4, July 1970, pp.177-285.

二、测定岩石材料在单轴压缩下 变形性质的建议方法

1. 范 围

这种试验方法用来测定规则形状的岩石试件在单轴压缩