

中华人民共和国地质矿产部

岩石物理力学性质 试验规程

地 质 书 局 社

中华人民共和国地质部地质研究所

岩石物理力学性质 试验规程

— — — — —

地质矿产部文件

地发〔1986〕760号

关于颁发《地质矿产部岩石物理力学性质试验规程》的通知

各省、自治区、直辖市地矿局，有关研究所，地质院校，部有关司局，地质科学院：

为适应地质工作发展的需要，部科学技术司和水文地质工程地质司，组织我部有关单位，编写了《地质矿产部岩石物理力学性质试验规程》，并邀请有关专家和实验工作者，召开了专门会议审查通过，现正式批准颁发执行。

附件：地质矿产部岩石物理力学性质试验规程。

中华人民共和国地质矿产部

1986年12月12日

前 言

《岩石物理力学性质试验规程》是在地质矿产部科学技术司和水文地质工程地质司的主持下,根据“地质矿产部技实 163 号文(1984)的要求进行修编的。本规程是在对原国家地质总局1978年编制的《岩石物理力学性质试验操作规程(试行)》分析研究的基础上,吸取地质矿产部系统多年来岩石物理力学性质试验的经验,经过调查研究、比较试验、广泛搜集意见,并借鉴其它部门现行有关规程,参考国际同类试验标准和方法制订的。

这次修编工作遵循了下述原则:(1)适应地质矿产部工作任务综合性强、服务对象广的特点;(2)所列试验项目紧密结合地质勘探、地质科学研究的需要,力求适用;(3)测试方法的选择,尽量采用国、内外试验工作的新成果;(4)考虑到试验成果的通用性、可比性,在制定各项试验要求和标准时,参照了国内、外岩石力学试验有关规程的规定和要求。

基于上述原则,本规程新增加了溶蚀试验、点荷载强度试验、劈裂试验、声波传播速度测定和声波测井等。为了适应建筑石材勘探和地热地质调查的需要,还编入了光泽度、硬度、耐酸度和耐碱度、击穿电压和击穿强度、体积电阻率和表面电阻率、比热和热导率等试验项目。

本规程的修编工作,自1984年12月开始,至1986年11月基本完成。修编工作的负责单位是地矿部武汉综合岩矿测试中心;主要参加单位有:地矿部水文地质工程地质研究所、地矿部南京综合岩矿测试中心、广东省地质测试研究中心、河北省地矿局岩石矿物测试中心、甘肃省地矿局中心实验室、成都地质学院水文工程地质系、地矿部水文地质工程地质技术方法研究队等。参加编写的人员有:张连生、黄迹英、郑茵、缪元圣、吕明、向桂馥、吴庆曾、吕培倬、朱锡华、林治仁、刘桂英、赵津、王勋烈、丁

志宏、苏道刚，以及周金生、楚占昌等同志。

修编初稿完成后，由张连生、黄迹英、郑茵、缪元圣、向桂馥等同志组成统编小组，对规程的编排、技术内容和文字作了统编。最后，由武汉综合岩矿测试中心总工程师胡理华同志对规程进行了总的校核和统编。

规程全稿完成后，曾打印成征求意见稿分发地质矿产部部属有关单位征求意见；同时、聘请孔德坊、刘宝琛、王兰生、周思孟、李铁汉、潘别桐、孙成栋、兰桑荣、黎青宁、任国林、翟荣廷、戴鸿麟等同志对规程作了全面评审。

因水平有限，本规程肯定存在不少问题，恳切希望有关单位和个人批评指正。对规程的意见和建议，请寄河北省正定县地质矿产部水文地质专业实验测试中心。

目 录

前 言	
总 则	1
DY-01 颗粒密度试验	2
DY-02 块体密度和空隙率试验	10
DY-03 吸水性试验	19
DY-04 含水率试验	23
DY-05 硬度试验	26
肖氏硬度试验	26
磨损硬度试验	29
DY-06 光泽度试验	32
DY-07 抗冻试验	35
DY-08 比热试验	40
DY-09 热导率试验	46
DY-10 击穿电压和击穿强度试验	50
DY-11 体积电阻率和表面电阻率试验	54
DY-12 耐崩解性试验 (试行)	62
DY-13 膨胀试验 (试行)	66
DY-14 溶蚀试验 (试行)	75
DY-15 耐酸度和耐碱度试验 (试行)	80
DY-16 单轴抗压强度试验	84
DY-17 单轴压缩变形试验	89
DY-18 抗拉强度试验 (劈裂法)	104
DY-19 点荷载强度试验	108
DY-20 抗剪强度试验	117
变角板试验	117
双面 (单面) 剪试验	121
携带式剪切仪试验	124

	中型剪试验.....	130
DY-21	抗折强度试验.....	138
DY-22	三轴强度及变形试验.....	142
DY-23	声波传播速度测定.....	151
DY-24	声波测井.....	157
	单孔声波测井.....	157
	跨孔声波测井(试行).....	161
附录一	岩石试样采取要求.....	171
附录二	岩石物理力学性质试验常用物理量及其单 位一览表.....	173

总 则

一、本规程是为地质矿产部各类工程地质勘察、矿产开采技术条件及矿物原料综合利用评价、国土规划整治和地质环境开发与保护的论证，以及地质科学研究等提供所需岩石物理力学性质参数而制定的统一试验标准。

二、进行岩石物理力学性质试验时，试验单位应根据地质勘察设计任务书的要求，结合具体工程地质条件和岩石特征，编制试验大纲或试验计划。

三、试验单位应根据试验大纲或试验委托书的要求，选用合理的试验程序和试验方法。特别是对大型矿床和国家重点工程的勘察进行可行性研究的岩石物理力学性质试验，试验单位应加强与勘察、设计和施工等专业部门的联系，了解需解决的工程地质问题，有针对性地开展试验工作，以确保测试成果质量。

四、本规程所列试验项目，以室内试验为主，仅辅以少量简便易行的现场测试项目；在地质矿产部尚未制订出岩体现场原位试验规程以前，如需进行现场原位试验，可参照有关部门的规程进行，或按委托单位提出的要求进行。

五、本规程中注明“试行”的项目，仅供参考。

DY-01 颗粒密度试验

岩石颗粒密度，是指岩石固体颗粒单位体积的质量。本规程采用比重瓶法和李氏（Lechatelier）比重瓶法测定岩石颗粒密度。

比 重 瓶 法

一、仪器设备

1. 小型颚式破碎机，圆盘粉碎机，玛瑙研钵，瓷研钵，孔径为0.25mm的分析筛；

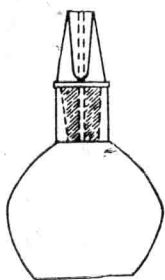


图 1-1 比重瓶

2. 比重瓶：容积为100ml或50ml（见图1-1）；

3. 天平：称量200g，感量0.001g；

4. 恒温烘箱；

5. 真空抽气机，真空干燥器。

二、试样制备

1. 测定颗粒密度的试样，应采用测过块体密度的试样，经粉碎缩分，取150—200g；

2. 不含磁性矿物的岩石，经粗碎缩分后，取150—200g，用圆盘粉碎机细碎，并全部通过0.25mm筛，然后用强磁铁吸去铁屑；

3. 含磁性矿物的岩石，经过粗碎缩分后，取150—200g试样。根据试样的耐磨程度，分别选用玛瑙研钵或瓷研钵进行细碎，并全部通过0.25mm筛。

三、试验步骤

1. 取制备好的试样约50g, 于105—110℃烘6h以上(泥质岩石烘8h以上); 然后放入干燥器中, 冷却至室温备用;

2. 取约15g(或7g)干样装入质量为 m_0 的100ml(或50ml)比重瓶内; 称瓶加干试样的质量 m_1 , 准确到0.001g;

3. 注蒸馏水至比重瓶容积的一半处, 摇动比重瓶, 使颗粒分散;

4. 将盛有试样和水的比重瓶及备用的蒸馏水同置于真空干燥器中; 抽气, 使干燥器的残余压力不大于2.66kPa; 抽气时间不少于1—2h, 至瓶中不再发生气泡为止。停机, 并扭转三通开关与大气连通。若无真空抽气设备, 也可用煮沸法排除试样中的空气。煮沸时间, 从开始沸腾时算起, 不少于1h;

5. 取出比重瓶, 将抽过气的蒸馏水注满比重瓶, 在室温下静置2—3h, 使瓶内温度稳定, 上部悬液澄清;

6. 塞好瓶塞, 使多余的水自瓶塞的毛细管中溢出; 擦干瓶外的附着水, 称取瓶、水和试样的总质量 m_2 ; 然后, 立即测量瓶内悬液的温度;

7. 将瓶内试样倒出, 洗净比重瓶, 注满抽过气的蒸馏水, 称取瓶加水的质量 m_3 。若比重瓶已经过校正, 则不必进行此步骤, 可直接从已绘制的比重瓶校正曲线上查得实测水温下的瓶加水的质量。

四、资料整理

1. 按下式计算岩石颗粒密度:

$$\rho_s = \frac{m_s}{m_s + m_3 - m_2} \rho_w$$

式中: ρ_s ——岩石颗粒密度 (g/cm^3);

$m_s = m_1 - m_0$ (g);

m_0 ——比重瓶质量 (g);

m_1 ——比重瓶加干试样质量 (g);

m_2 ——瓶、水和试样的总质量 (g);

m_3 ——比重瓶加水的质量 (g);

ρ_w ——试验温度下蒸馏水的密度 (g/cm^3)。

2. 本试验必须进行2个试样的平行测定, 结果取算术平均值。计算至小数点后三位。双份平行误差不得大于 $0.02\text{g}/\text{cm}^3$ 。

五、记录格式

表 1-1 颗粒密度试验记录表

试验 编号 号	比 重 瓶 号	试 验 温 度 ($^{\circ}\text{C}$)	水 的 密 度 ρ_w / cm^3 (g)	瓶 的 质 量 m_0 (g)	瓶 加 干 样 质 量 m_1 (g)	干 样 质 量 $m_s = m_1 - m_2$ (g)	瓶 加 水 加 试 样 质 量 m_2 (g)	瓶 加 水 的 质 量 m_3 (g)	岩石颗粒密度 $\rho_s = \frac{m_s \rho_w}{m_s + m_3 - m_2}$ (g/cm^3)	
									单 值	平均值

试验:

计算:

校核:

年 月 日

附一 比重瓶校正

比重瓶的校正分称量校正法和计算校正法两种。本规程建议采用计算法校正。具体操作步骤如下:

1. 将洗净烘干的比重瓶, 称量两次, 准确到 0.001g , 两次称量误差不得大于 0.002g 。取其算术平均值;

2. 将抽过气或经过煮沸的蒸馏水注满比重瓶, 在室温下使瓶内温度稳定。塞上瓶塞, 擦干瓶外附着水。称取瓶加水的质量, 准确到 0.001g 。重复上述步骤, 取两次称量结果的算术平均值。平行误差不得超过 0.002g ;

3. 测量水的温度, 准确到 0.5°C , 按下式计算不同温度下瓶

加水的质量 m_{w_2} :

$$m_{w_2} = (m_{w_1} - m_0) \frac{\rho_{w_2}}{\rho_{w_1}} [1 + C_v (T_2 - T_1)] + m_0$$

令:
$$A = \frac{\rho_{w_2}}{\rho_{w_1}} [1 + C_v (T_2 - T_1)]$$

则
$$m_{w_2} = (m_{w_1} - m_0) A + m_0$$

式中: m_{w_2} ——温度 T_2 (测定时温度) 时的瓶加水的质量 (g);

m_{w_1} ——温度 T_1 (校正时温度) 时的瓶加水的质量 (g);

m_0 ——比重瓶的质量 (g);

ρ_{w_1} ——温度 T_1 时的水密度 (g/cm³);

ρ_{w_2} ——温度 T_2 时的水密度 (g/cm³);

C_v ——比重瓶的体膨胀系数, 采用 2.4×10^{-5} (°C⁻¹)。

4. 将计算结果绘制瓶加水质量与温度关系曲线, 如图1-2所示。

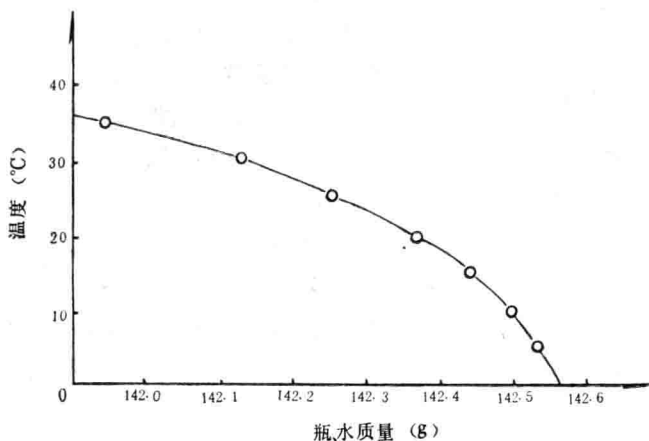


图 1-2 瓶加水的质量与温度的关系曲线

附二 不同温度下水的密度

t (°C)	≤12.2	12.3—18.6	18.7—23.2	23.3—27.1	27.2—30.5	30.6—33.6	33.7—35.9
ρ_w (g/cm ³)	1.000	0.999	0.998	0.997	0.996	0.995	0.994

李氏比重瓶法

含可溶性矿物成分的岩石试样，可采用本法测定其颗粒密度。

一、仪器设备

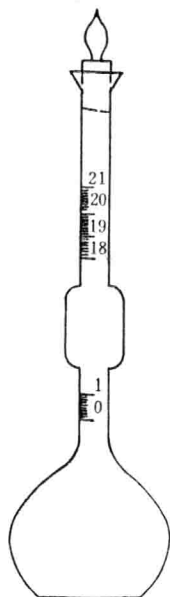


图 1-3 李氏比重瓶

1. 恒温器；
2. 搅拌器；
3. 恒温水槽；
4. 振荡机；
5. 李氏比重瓶（图1-3）；
6. 天平：称量200g，感量0.001g；
7. 真空抽气装置。

二、试样制备

制样方法和比重瓶法相同。

三、试验步骤

1. 将试验用的煤油置于真空干燥器中，在真空度达到760mmHg的负压条件下，抽气2h备用；

2. 向洗净并烘干的李氏比重瓶中注入抽过气的煤油至近零刻度处；

3. 开动恒温器和搅拌机；控制恒温水槽的水温比室温高10℃，水温变化不应超过

0.1℃；

4. 将李氏比重瓶置于恒温水槽中，使瓶中煤油的弯液面在水面以下，恒温1h；

5. 稍提起李氏比重瓶，使其刻度露出水面；准确读出煤油的初始体积 V_1 ，并重复一次读数。两次读数相差不超过0.02 ml。若超过，须检查原因，重新读数，直至不超过前述误差为止；

6. 根据预估试样颗粒密度的大小, 取50—80g的烘干试样。预估颗粒密度大, 则多取; 小则少取。用漏斗小心将试样装入已记录煤油初始体积的李氏比重瓶中。装样时, 严防样品飞扬和散失;

7. 将比重瓶置于振荡机上, 振荡0.5h, 排除试样中的空气;

8. 将瓶置于恒温水槽中, 恒温1.5h。按步骤5规定, 读出油加试样的体积 V_2 ;

9. 每批试样测试完毕后, 须抽取20—30%试样进行检查性测试, 以保证测试成果的准确性。

四、资料整理

1. 按下式计算岩石的颗粒密度:

$$\rho_s = \frac{m_s}{V_2 - V_1} = \frac{m_s}{V_s}; \quad V_s = V_2 - V_1$$

式中: ρ_s ——试样的颗粒密度 (g/cm^3);

表 1-3 颗粒密度试验记录表
(李氏比重瓶法)

室温: $^{\circ}\text{C}$

水槽温度: $^{\circ}\text{C}$

编号	瓶号	试样质量	煤油初始体积	煤油加试样体积	试样颗粒密度	
		m_s (g)	V_1 (ml)	V_2 (ml)	$\rho_s = \frac{m_s}{V_2 - V_1} (\text{g}/\text{cm}^3)$	
					单 值	平 均 值

试验:

计算:

审核:

年 月 日

V_1 ——煤油的初始体积 (ml);

V_2 ——煤油加试样体积 (ml);

V_s ——试样颗粒的体积 (ml);

m_s ——试样的干质量 (g)。

五、记录格式

见表1-3。

试 验 说 明

1. 本规程将原“比重试验”改为颗粒密度试验, 主要鉴于:
(1) 我国颁布法定计量单位时, 考虑到“重量”一词在物理学上的涵义是物体所受的重力, 在日常习惯中的涵义则是物体的质量, 从而使“重量”的词义含混不清, 故在法定单位中未列入“重量”这一术语。因此, 比重一词也不宜保留; (2) 某物质的比重, 原义是该物质的密度与4℃纯水密度之比值, 为无量纲量。比重只是相对密度的特例。因此, “比重”一词的涵义不太确切; (3) 本规程中颗粒密度的表达式是岩石试样的颗粒质量与其体积之比值, 物理概念明确。

2. 试验方法的选择。岩石颗粒密度的测定, 常采用静液力学法、比重瓶法或李氏比重瓶法。三者测试结果基本相同。其差别在于: 静液力学法在液体中称量, 温度条件控制较好, 结果比较稳定; 但测试手续繁杂, 影响因素较多。比重瓶法测试结果稳定, 精度较高, 测试手续简便; 但对含水溶性矿物成分的岩石有局限性(取样较少, 当用中性液体作浸液时, 温度的变化对其体积影响较大, 不易控制, 称量不够稳定, 易使结果产生偏差)。李氏比重瓶法虽也用中性液体煤油作浸液, 但在恒温水槽中可直接观测试样放入李氏瓶后液体体积的变化, 温度易于控制, 操作简便, 影响因素少; 而且, 由于取样多, 尽管精度低于比重瓶法, 但结果重现性好, 稳定可靠。故本规程规定含有水溶性矿物成分的岩石选用李氏比重瓶法。

3. 试样烘干标准问题。一般认为, 试样烘干的标准是达到质量恒定。所谓质量恒定, 有两种标准: 一是前后两次称量之差不超过0.05g; 一是间隔4h, 前后两次称量差小于后一次称量值的0.1%。国内多数规程均采用时间控制, 但烘干时间的规定并不统一。我们根据不同烘干时间对质量影响的对比试验, 认为用时间控制是可行的。一般岩石烘样6—8h, 粘土矿物含量较高的岩石烘样8—10h, 即可达到上述标准。本规程规定, 一般岩石烘样6h, 粘土矿物含量高的岩石烘样8h以上。

4. 试样的恒温条件应与测试条件相一致。若测试时在水中称量, 则应在水中恒温, 如李氏比重瓶法和静液力学法; 若测试时在空气中称量, 则应放在空气中恒温, 以减少测试环境温度的变化对测试值的影响。

DY-02 块体密度和空隙率试验

岩石块体密度是岩石块体（包括空隙在内）的单位体积的质量。根据试样含水状态，岩石块体密度可分为三种：（1）天然块体密度 ρ 是指岩石块体在天然含水状态下单位体积的质量；（2）岩石块体干密度 ρ_d 是指岩石块体在105—110℃温度下烘干时单位体积的质量；（3）块体饱和密度 ρ_{s_r} 是指岩石块体在饱水状态下单位体积的质量。一般未说明含水状态时，即指干密度。

不同的岩石试样，应采用不同的试验方法测定其块体密度。能制成规则试样的岩石，宜采用量积法；除遇水崩解、溶解和干缩湿胀性岩石外，均可采用静液称量法；凡不能采用上述方法测定的岩石，可采用腊封法。

量 积 法

一、仪器设备

1. 切石机、钻石机及其它制样设备；
2. 烘箱；
3. 天平：称量1000g，感量0.01g；
4. 测量平台、百分表、游标卡尺、角尺。

二、试样制备

1. 试样形状，可为圆柱体、立方体或正方柱体；
2. 试样加工精度应满足下列要求：（1）沿整个试样高度方向的直径（或边长），相差不超过0.3mm；（2）两端面不平整度最大不超过0.05mm；（3）两端面应垂直试样轴线，最大偏差不得超过0.25°；（4）立方体或正方体试样，相邻两面应互相垂直，最大偏差不得超过0.25°；