



四川省精品课程配套用教材
国家示范性高等职业院校优质核心课程改革教材

道路桥梁工程技术专业

建筑材料试验

主 编 / 韦 琴

副主编 / 王闰臣

主 审 / 周 萍

JIANZHU
CAILIAO
SHIYAN



人民交通出版社

China Communications Press

四川省精品课程配套用教材
国家示范性高等职业院校优质核心课程改革教材

建筑材料试验

主 编 韦 琴
副主编 王 闰 臣
主 审 周 萍



人民交通出版社

内 容 提 要

本教材是根据国家示范性高职院校课程资源建设要求,在《道路建筑材料》教材的基础上编写的。全书由5个学习任务组成,学习任务一为砌体工程材料性能检测;学习任务二为无机结合料材料性能检测;学习任务三为钢筋混凝土材料性能检测;学习任务四为沥青混合料材料性能检测;学习任务五为防水材料性能检测。

图书在版编目(CIP)数据

建筑材料试验/韦琴主编. —北京:人民交通出版社,2010.3

ISBN 978-7-114-08258-0

I. ①建… II. ①韦… III. ①建筑材料—材料试验—高等学校:技术学校—教材 IV. ①TU502

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 042321 号

四川省精品课程配 ~~用~~ 教材
书 名:国家示范性高等职业院校优质核心课程改革教材
建筑材料试验

著 作 者:韦 琴

责任编辑:戴慧莉

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpress.com.cn>

销售电话:(010)59757973,59757969

总 经 销:人民交通出版社发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京市密东印刷有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:9.25

字 数:221 千

版 次:2010 年 3 月 第 1 版

印 次:2010 年 3 月 第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-08258-0

定 价:24.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

序

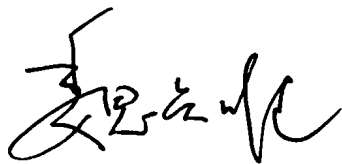
为贯彻教育部、财政部《关于实施国家示范性高等职业院校建设计划,加快高等职业教育改革与发展的意见》(教高[2006]14号)和《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号)精神,作为国家示范性高等职业院校建设单位,我院从2007年开始组织探索如何设计开发既能体现职业教育类型特点,又能满足高等教育层次需求的专业课程体系和教学方法。三年来,我们先后邀请多名国内外职业教育专家,组织进行了现代职业技术教育理论系统学习和职业技术教育课程开发方法系统的培训;在课程开发专家团队指导下,按照“行业分析,典型工作任务,行动领域,学习领域”的开发思路,以职业分析为依据,以培养职业行动能力为核心,对传统的学科式专业课程进行解构和重构,形成了以学习领域课程结构为特征的专业核心课程体系;与企业专业技术人员共同组成课程开发团队,按照企业全程参与的建设模式、基于工作过程系统化的建设思路,完成了10个重点建设专业(4个为中央财政支持的重点建设专业)核心课程的学材、电子资源、试题库、网络课程和生产问题资源库等内容的建设和完善,在课程建设方面取得了丰厚的成果。

对示范院校建设工程而言,重点专业建设是龙头;在专业建设项目中,课程建设是关键。职业教育的课程改革是一项长期艰苦的工作,它不是片面的课程内容的解构和重构,必须以人才培养模式创新为核心,实训条件的改善、实训项目的开发、教学方法的变革、双师结构教师团队的建设等一系列条件为支撑。三年来,我们以课程改革为抓手,力图实现全面的建设和提升;在推动课程改革中秉承“片面地借鉴,不如全面地学习”,全面地学习和借鉴,认真地研究和实践;始终追求如何在课程建设方面做出中国特色,做出四川特色,做出交通特色。

历经1000多个日日夜夜的辛劳,面对包含了我们教师团队心血,即将破茧的课程建设成果的陆续出版,感到几分欣慰;面对国际日益激烈的经济的竞争,面对我国交通现代化建设的巨大需求,感到肩上的压力倍增。路漫漫其修远兮,吾将上下而求索!希望更多的人来加入我们这个团结、奋进、开拓、进取的团队,取得更多更好的成果。

在这些教材的编写过程中,相关企业的专家给予了很多的支持与帮助,在此谨表示衷心的感谢!

四川交通职业技术学院院长



前 言

本学习材料是根据国家示范性高职院校课程资源建设要求,在《道路建筑材料》教材的基础上编写的,本教材具有以下特点:

(1)按道路工程建设过程及由易到难的学习认知过程编写各学习任务内容,以具体的工程设计资料贯穿整个学习过程。

(2)按现行国家标准、部颁行业标准和最新规范编写。

(3)本教材语言精炼、条理清晰、选材合理、图文并茂。

(4)本教材兼具试验指导书的功能,学生可通过阅读本教材,独立完成相关试验操作。

本书由四川交通职业技术学院韦琴担任主编,并负责全书统稿,王闰臣担任副主编。学习任务一由韦琴编写,学习任务二由王闰臣、韦琴编写,学习任务三由韦琴、黄梅编写,学习任务四由韦琴、敬庭智编写,学习任务五由韦琴、吴琦编写。

全书由周萍主审,在此表示感谢。

在编写过程中,四川交通职业技术学院的阮志刚、盛湧对本书提出了许多宝贵的意见和建议,在此表示深深的谢意。尤其感谢四川交通职业技术学院道路与桥梁工程系建材教研室的所有老师。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中错漏之处在所难免,恳请广大读者批评指正,以利我们修订重印。

编 者

2010年3月

课程成绩的考核与评定

课程成绩的考核与评定采用多途径综合评分、过程评价与结果评价相结合的方式。过程评价在任务学习过程中进行,占总成绩的 60%,结果评价在课程学习完成后集中进行,占总成绩的 40%。

1. 过程考核:60 分

(1)出勤:迟到、早退或中途擅自离开者,每次扣 0.5 分;病假、事假而未申请补做试验者,以旷课论,每学时扣 1 分。

(2)表现:要求预习学习材料,认真听取老师讲解,遵守实验室规则,认真操作,违者酌情扣分。

(3)试验报告:按完整、正确、整洁清晰、按时上交 4 个方面评分。不交报告或缺某次试验而未补写者,该次试验报告成绩为 0 分;迟交者扣 5 分。每个试验项目总分为 60 分,全期试验报告以各次得分的算术平均值计算。

以上 3 项平时考核总分为 60 分,凡不足 36 分者,取消期末考试资格。

2. 期末考试:40 分

期末考试采用闭卷方式,为理论考试,总成绩为 100 分。

3. 学期课程总成绩

本课程期末总成绩计算方式为:全期实验报告得分的算术平均值 + 理论考试卷面成绩 $\times 40\%$ 。

目 录

学习任务一	砌体工程材料性能检测.....	1
学习任务二	无机结合料稳定材料性能检测	40
学习任务三	钢筋混凝土材料性能检测	57
学习任务四	沥青混合料材料性能检测	95
学习任务五	防水材料性能检测.....	132
参考文献		137

学习任务一 砌体工程材料性能检测

一、任务描述

砌体工程广泛应用于道路桥梁工程中的砌筑圬工桥涵、沿线挡土墙和隧道衬砌当中。它主要是由岩石和砂浆砌筑而成。本次的学习任务是针对具体的工程设计资料,完成相关的原材料的试验检测、砂浆的配合比设计及根据设计结果配制混合料,并对其进行性能检测及结果评价。

二、学习目标

- (1)能辨别常用道路用岩石制品的种类及阐述其适用范围;
- (2)描述岩石的物理常数指标的定义、测定方法及工程意义;
- (3)分析密度、孔隙率对岩石各项性能的影响;
- (4)描述砂的级配、物理常数指标的定义、测定方法及工程意义;
- (5)描述水泥的概念、常用道路水泥的种类;
- (6)描述水泥的各项技术指标的定义、测定方法及工程意义;
- (7)按照试验规程,正确使用仪器、设备等进行岩石、砂、水泥及砂浆各项技术指标的测定;
- (8)完成砌筑砂浆的配合比设计;
- (9)根据试验数据,分析判断原材料性能是否满足工程要求,如不满足要求,可根据设计要求选择合格的材料;
- (10)正确填写试验报告。

三、内容结构(图 1-1)

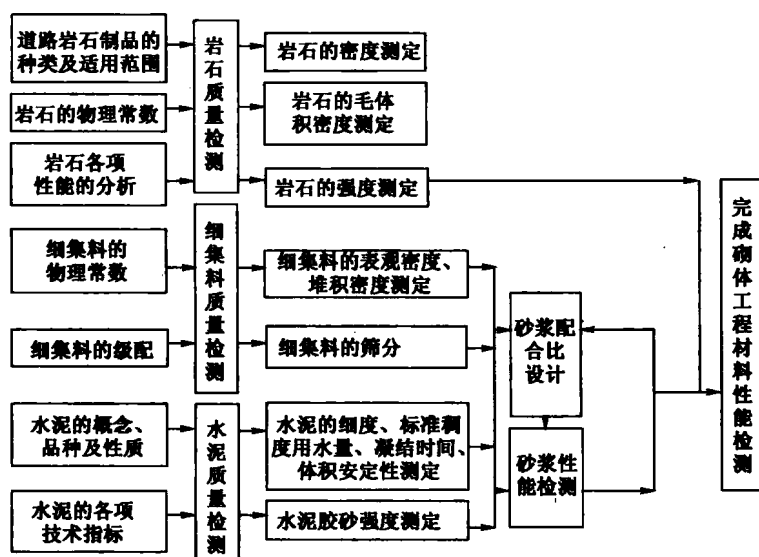


图 1-1 内容结构图

四、任务实施

(一)项目引入

某道路工程采用浆砌片石挡土墙,材料为 M7.5 水泥砂浆砌筑 MU30 片石石料。

材料要求:

(1)石料。石料应符合设计规定的类别和强度要求,石质应均匀,不易风化,无裂纹;石料强度、试件规格及换算应符合设计要求,石料强度的测定应按现行规程执行。

片石一般是用爆破或楔劈法开采的石块,卵形和薄片者不得采用。用作镶面的片石,应选择表面较平整、尺寸较大者,并应稍加修整。

(2)砂。①砂的质量标准应符合混凝土工程相应的质量标准;②砂的最大粒径:用于砌筑片石时的砂,最大粒径不宜超过 5mm;③砂的含泥量:因本工程砌筑砂浆强度等级为 M7.5,因此,砂的含泥量应不大于 3%。

(3)水泥。水泥进场应有产品合格证和出厂检验报告,进场后应对其强度、安定性及其他必要的性能指标进行取样复试。其质量必须符合国家现行标准《通用硅酸盐水泥》(GB 175—2007)等的规定。

(4)水。砌筑砂浆所用的水宜采用饮用水,当采用其他水源时,应按有关标准确认合格后,方可使用。

砂浆按设计规定,片石挡土墙砌筑采用强度等级为 M7.5 的水泥砂浆砌筑、勾缝、抹面,砂浆的配合比应通过试验确定,砂浆应有良好的和易性,圆锥体沉入度为 50~70mm,气温较高时可适当增大。

(二)任务分解

任务一:岩石质量检测

根据设计资料,对岩石的质量要求是:岩石单轴抗压强度 MU30。

1. 学习准备

引导问题:根据所给设计资料,要完成任务需要哪些方面的知识?

(1)在道路桥梁工程中,砌体工程的主要原材料有哪些?

思考:

常用道路岩石制品有哪些?其各自的适用范围是什么?

(2)查阅资料,回答下列问题:

①根据岩石的结构图(图 1-2),填写岩石的内部结构组成,并回答相关问题:

拓展知识:

表观密度,即单位体积(含材料的实体矿物成分及闭口孔隙体积)物质颗粒的干质量,用 ρ_0 表示。按下式计算:

式中: ρ_0 ——表观密度, kg/m^3 ;

m ——岩石的质量, kg ;

V_0 ——岩石内部孔隙和矿质实体的体积, m^3 。

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0}$$

岩石密度的计算公式是_____；毛体积密度的计算公式是_____。
岩石密度_____毛体积密度(大于、等于、小于)。

根据各密度计算公式,分别把密度、表观密度、毛体积密度所包含体积填充(涂黑)于图 1-3 中。

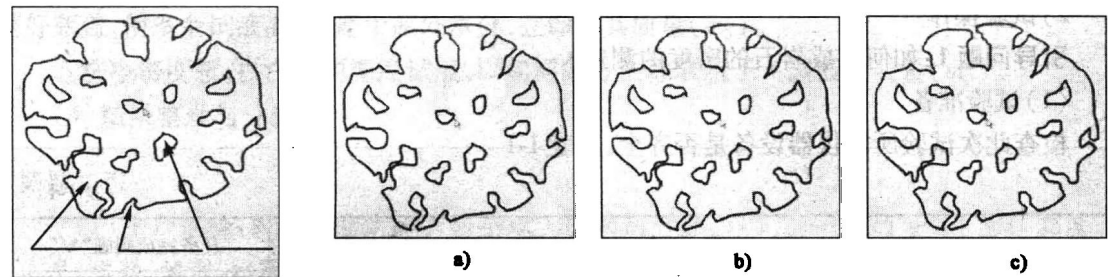


图 1-2 岩石结构图

图 1-3 岩石密度图

a) 密度; b) 表观密度; c) 毛体积密度

②岩石吸水性的两个指标是:_____和_____。

③ 岩石吸水性的两个指标有何异同?

④岩石的耐候性包括_____和_____。

⑤ 根据罗斯分类法,按照岩石中_____含量可以把岩石分为酸性石料、碱性石料和中性石料。

⑥ 根据所学知识,分析岩石的物理常数对岩石的吸水性、耐候性、力学性质如何产生影响?

2. 计划与实施

1) 试验方案选择

引导问题:根据《公路工程岩石试验规程》(JTG E41—2005)选择合适的试验方法对岩石进行检测。

①岩石密度试验采用_____法。

②岩石毛体积密度的试验方法有_____、_____、_____。

三种试验方法各自适用于什么材料?

根据所给设计资料,请你选择适当的试验方法并说明你选择该方法的原因。

你最终选择的试验方法为_____。

请说明你选择本试验方法的原因:_____

③岩石强度试验采用_____法。

2) 试验操作

引导问题 1: 如何完成岩石的密度的测定?

(1) 试验准备

检查此次试验所需仪器设备是否齐全, 见表 1-1

表 1-1

仪 器 设 备	任务完成则画“√”
密度瓶: 短颈量瓶, 容积 100mL	☐
天平: 感量 0.001g	☐
轧石机、球磨机、瓷研钵、玛瑙研钵、磁铁块和孔径为 0.3mm 的筛子	☐
砂浴、恒温水槽(灵敏度 $\pm 1^{\circ}\text{C}$) 及真空抽气设备	☐
烘箱: 能使温度控制在 $105 \sim 110^{\circ}\text{C}$	☐
干燥器: 内装氯化钙或硅胶等干燥剂	☐
锥形玻璃漏斗和瓷皿、滴管、中骨匙和温度计	☐

(2) 试样制备

取代表性岩石试样, 置于球磨机中磨细, 过筛。

根据已学知识, 分析为何要将岩石磨细: _____

根据不同的原材料, 如何选择试液?

(3) 试验步骤

① 将制备好的岩粉置入烘箱中烘干至恒重, 再置入干燥器中备用。

烘干温度为_____; 烘干时间为_____。

② 取两份试样, 每份 15g(m_1), 用漏斗灌入洗净烘干的密度瓶中, 并注入试液至瓶的一半处, 摇动密度瓶使岩粉分散。

取样方法是_____; 称量精度为_____。

提示:

(1) 进行试验操作前, 用一张白纸置于密度瓶下。

(2) 使用漏斗时, 注意保持干燥, 使用中骨匙取试样时, 注意一次取少量即可。

(3) 用中骨匙轻轻击打漏斗壁, 使岩粉在振动作用下灌入密度瓶。

(4) 把掉落在白纸上的岩粉、粘在漏斗及中骨匙上的岩粉都用刷子扫入密度瓶中, 整个过程尽量减少岩粉的质量损失。

(5) 如果岩粉堵塞在漏斗口, 可用铁丝进行疏导。

③排除试液内气体;

当使用洁净水作试液时,采用_____或_____法排除气体;当使用煤油作试液时,采用_____法排除气体。

④将密度瓶擦干,冷却至室温,再注入同温度的试液,使其接近满瓶。待上部悬液澄清后,塞好瓶盖,使多余试液溢出,擦干瓶外水分,立即称其质量(m_3)。

⑤洗净密度瓶,再注入同温度试液,以相同的方法称取瓶子+试液的质量(m_2)。

(4)结果整理与分析

拓展知识:

(1)平行试验:同一批号试样取两个以上相同的样品,以完全一致的条件(包括温度、湿度、仪器、试剂,以及试验人)进行试验,比较其结果的一致性,两样品间的误差应符合国标或其他标准要求。

(2)重复性试验:用相同的方法,同一试验材料,在相同的条件下获得的一系列结果之间的一致程度。相同的条件是指同一操作者、同一设备、同一实验室和相同的时间间隔。

(3)再现性试验:用相同的方法,同一试验材料,在不同的条件下获得的单个结果之间的一致程度。不同的条件是指不同操作者、不同实验室、不同或相同的时间。

提示:

(1)计算结果精确至 0.01g/cm^3 。

(2)取两次试验结果的平均值为测定值,两次试验结果之差不能大于 0.02g/cm^3 ,如超过则应重新进行试验。

计算岩石密度值:

$$\rho_t = \frac{m_1}{m_1 + m_2 - m_3} \cdot \rho_w \quad (1-1)$$

式中: ρ_t ——岩石的密度, g/cm^3 ;

m_1 ——岩粉的质量, g ;

m_2 ——密度瓶与试液的合质量, g ;

m_3 ——密度瓶、试液与岩粉的总质量, g ;

ρ_w ——与试验同温度试液的密度, g/cm^3 。洁净水密度由《公路工程岩石试验规程》(JTG E41—2005)附录查得,煤油的密度按下式计算:

$$\rho_w = \frac{m_5 - m_4}{m_6 - m_4} \cdot \rho_v \quad (1-2)$$

式中: m_4 ——密度瓶的质量, g ;

m_5 ——瓶与煤油的合质量, g ;

m_6 ——密度瓶与经排除气体的洁净水的合质量, g ;

ρ_v ——经排除气体的洁净水密度(由《公路工程岩石试验规程》(JTG E41—2005)附录查得), g/cm^3 。

岩石密度试验记录表,见表 1-2。

岩石密度试验记录表

表 1-2

试样编号			石料产地			
岩石名称			用 途			
试验次数	岩粉的质量 m_1 (g)	密度瓶与试液的合质量 m_2 (g)	密度瓶、试液与岩粉的总质量 m_3 (g)	密度 ρ_i (g/cm ³)		备注
				单值	平均	
1						
2						
计算过程:						

试验者_____ 计算者_____ 校核者_____ 试验日期_____

引导问题 2:如何完成岩石的毛体积密度的测定? (以蜡封法为例,如需使用其他方法,请查阅相关试验规程)

(1) 试验准备

检查此次试验所需仪器设备是否齐全,见表 1-3。

表 1-3

仪 器 设 备	任务完成则画“√”
物理天平(感量 0.01g)	☐
石蜡(密度一般为 0.93g/cm ³)	☐
软毛刷、细线、大烧杯	☐
烘箱:能使温度控制在 105 ~ 110℃	☐

(2) 试样制备

按照使用条件,将石料试样锤打成粒径约为 50mm 的不规则形状试件至少 3 块,或将石料试样制成边长为 50mm 的立方体试件(或直径与高均为 50mm 的圆柱体试件)3 个,洗净烘干,注明编号备用。

(3) 试验步骤

①从干燥器中取出试件,放在天平上称其质量 m_0 (精确至 0.01g)。

②将石蜡加热熔化,在石蜡温度为 55 ~ 58℃ 时,用软毛刷在石料试件表面涂上一层厚度不大于 1mm 的石蜡层,冷却后准确称出空气中涂有石蜡试件的质量 m_1 。

提示:

(1) 石蜡冷却至表面形成一层薄膜时,方可进行操作。因为如果石蜡温度太高,会进入到岩石开口孔隙,使所测定毛体积不准确;而如果石蜡温度过低,则会在岩石表面形成过厚的石蜡层,从而影响试验精度。

(2) 试验操作时,注意涂刷均匀,封蜡层厚度不宜过薄或过厚。

③将涂有石蜡的试件系于天平上,称出其在水中的质量 m_2 。

提示:

(1) 加水时,应注意控制水温,不宜过热或过冷。过热会使石蜡融化,导致浸水;过冷会使石蜡开裂,也会引起浸水。

(2) 称量时,水位应高出试件 1cm 左右,避免试件露出水面。

(3) 试件浸入水中时,注意使试件位于容器中部,不要碰到容器底部或容器壁,同时要检查烧杯外壁不要与天平吊盘架立柱接触,以免影响读数。

④擦干试件表面的水分,在空气中重新称取蜡封试件的质量,检查此时蜡封试件的质量是否大于浸水前的质量 m_1 ,如超过 0.05g 时,应取件重新测定。

(4) 结果整理与分析

提示:

(1) 计算结果精确至 0.01g/cm³。

(2) 组织均匀的岩石,其密度应为 3 个试件试验结果之平均值;组织不均匀的岩石,应记录其密度的最大与最小值

计算石料毛体积密度:

$$\rho_h = \frac{m_0}{V} \quad (1-3)$$

$$V = \frac{m_1 + m_2}{\rho_v} - \frac{m_1 - m_0}{\rho_p} \quad (14)$$

式中: ρ_b ——石料毛体积密度, g/cm^3 ;

m_0 ——烘至恒重时的试件质量, g;

m_1 ——涂石蜡后的试件在空气中的质量,g;

m_2 ——涂石蜡后的试件在水中的质量, g;

V ——石料体积, cm^3 ;

ρ_p ——石蜡的密度, g/cm^3 ;

ρ_v ——水的密度,计算时取 1g/cm^3 。

岩石毛体积密度试验记录表见表 1-4。岩石的孔隙率计算表见表 1-5。

岩石毛体积密度试验记录表

表 1-4

试样编号			石料产地				
岩石名称			用 途				
试验 编号	烘干试件的质量 m_0 (g)	涂蜡试件在空气中的质量 m_1 (g)	涂蜡试件在水中的质量 m_2 (g)	石料体积 V (cm ³)	毛体积密度 ρ_b (g/cm ³)		备注
					单值	平均值	
1							
2							
3							

岩石的孔隙率计算表(精确至1%)

表 1-5

孔隙率	石料密度 ρ_t (g/cm ³)	石料毛体积密度 ρ_h (g/cm ³)	石料孔隙率(%) $n = \left(1 - \frac{\rho_h}{\rho_t} \right) \times 100\%$	备注
计算过程:				

试验者_____ 计算者_____ 校核者_____ 试验日期_____

引导问题 3:如何完成岩石的强度测定?

(1) 试验准备

检查此次试验所需仪器设备是否齐全,见表 1-6。

表 1-6

仪 器 设 备	任务完成则画“√”
压力试验机或万能试验机	☐
钻石机、切石机、磨石机等岩石试件加工设备	☐
干燥器、游标卡尺、角尺及水池等	☐
烘箱:能使温度控制在 105 ~ 110℃	☐

(2) 试样制备

取 6 个规则试件进行平行试验。

①建筑地基用的岩石试件,标准尺寸为:直径_____、高径比为_____。

②桥梁工程用的岩石试件,标准尺寸为:_____。

③路面工程用的岩石试件,标准尺寸为:_____。

试件尺寸对岩石强度将产生什么影响?

(3) 试验步骤

① 用游标卡尺量取试件尺寸(精确至 0.1 mm)。

提示:

注意不同形状试件尺寸的量取方法。

②试件状态应符合《公路工程岩石试验规程》(JTG E41—2005)T 0205 相关条款的规定。

试件的含水状态根据需要可以选择:_____、_____、_____。

③将试件置于压力机的承压板中央,对正上、下承压板,注意不得偏心。

④进行破坏试验,记录破坏荷载及加载过程中出现的现象。

加荷速率为_____。

提示:

加压过程应尽量保持匀速。

加荷速度如何对试验结果产生影响?

(4) 结果整理与分析

提示:

(1) 计算结果精确至 0.01MPa。

(2) 单轴抗压强度试验结果,应同时列出每个试件的试验值及同组岩石单轴抗压强度的平均值。

岩石的抗压强度和软化系数按下式计算：

$$R = \frac{P}{A}$$

式中： R ——岩石的抗压强度，MPa；

P ——试件破坏时的荷载，N；

A ——试件的截面积，mm²。

岩石抗压强度试验记录表，见表 1-7。

岩石抗压强度试验记录表

表 1-7

试样 编号	试件处 理情况	试件尺寸(mm)				试件截 面面积 (mm ²)	极限荷载 P (N)	抗压强度 (MPa)	平均抗 压强度 (MPa)	备注
		长	宽	直径	高					
1										
2										
3										
4										
5										
6										
计算过程：										

试验者_____计算者_____校核者_____试验日期_____