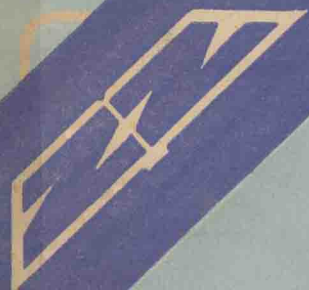


中等专业学校教材

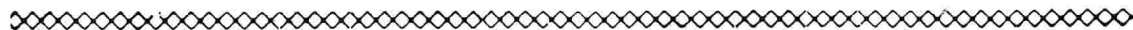


水土保持工程

山西省水利学校 王玉德 主编



中等专业学校教材



水土保持工程

山西省水利学校 王玉德 主编

中国水利水电出版社

内 容 提 要

本书系中等专业学校水土保持专业的通用教材。全书分三篇共十二章，主要内容包括：水土保持工程（如坡面、沟壑治理工程，淤地坝、小水库工程，泥石流防治、治滩工程及山地灌溉工程等）的规划设计、施工技术和工程概算方法。考虑到本专业基础知识的需要，对工程建筑材料和建筑结构也做了必要的介绍。

本书主要供中等专业学校教学用书，亦可供广大水土保持工作者学习参考。

中等专业学校教材

水 土 保 持 工 程

山西省水利学校 王玉德 主编

*

中国水利水电出版社 出版
(原水利电力出版社)

(北京市三里河路6号 100044)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

河北三河市艺苑印刷厂印刷

*

787×1092 毫米 16 开本 21.5 印张 488 千字
1992 年 6 月第一版 2000 年 10 月河北第三次印刷
印数 4831—6930 册
ISBN 7-120-01529-X/TV·553
定价 22.00 元

前 言

本书是水利中等专业学校水土保持专业的通用教材，它是根据水利部“1990~1995年中等专业学校水利水电类专业教材选题和编审出版规划通知”和1988年报批的“水土保持工程教学大纲”而编写的。

本教材主要讲述水土保持工程设计原理、计算方法和工程施工管理。考虑到本课程专业基础知识的需要，在第一、二章编写了工程建筑材料和建筑结构，对水土保持工程中常用的工程建筑材料和钢筋混凝土结构作了必要地介绍。

在编写过程中，注意体现我们国家对水土保持工作的方针政策，反映国内外的先进水平 and 有关法规。在内容上着重阐述基本理论和基本方法，同时注意联系实际，以培养学生分析和解决实际工程问题的能力。

参加本书编写的有辽宁水利学校周凯（第七章），郑州水利学校陆根深（第六、十章）和山西省水利学校王玉德（绪论、第一、二、三、四、五、八、九、十一、十二章），王玉德任主编。

全书由陕西省水利学校王宝山副教授主审。中国科学院西北水土保持研究所石玉洁、陕西省水利学校杨正华、高安基、徐伯荣等也对初稿提出了宝贵意见。另外，在编审过程中还得到山西省水利厅副厅长孙建轩、山西省水土保持工作局高级工程师王广任、离石地区水利水保局副局长霍兆林等同志的热情帮助和指导。在此，一并表示衷心的感谢！

限于编者水平所限，书中难免存在疏漏或不妥，敬请广大读者批评指正。

编 者

1991年4月

目 录

前 言

绪 论..... 1

第一篇 工程建筑材料与建筑结构

第一章 水土保持工程常用建筑材料	5
第一节 常用建筑材料基本性质	5
第二节 常用建筑材料	9
第三节 水泥	18
第四节 水泥混凝土	22
第五节 砂浆	32
第二章 钢筋混凝土结构一般知识	34
第一节 概述	34
第二节 材料及计算原理	36
第三节 单筋矩形受弯构件正截面强度计算	44
第四节 双筋矩形受弯构件正截面强度计算	52
第五节 T形受弯构件正截面强度计算	56
第六节 受弯构件斜截面强度计算	63
第七节 梁的钢筋骨架构造与材料图	70

第二篇 工 程 设 计

第三章 坡面工程	78
第一节 坡面工程的作用	78
第二节 梯田的作用与分类	80
第三节 梯田设计	81
第四节 截流沟及蓄水沟设计	89
第五节 水窖与蓄水池设计	94
第四章 沟壑治理工程	97
第一节 沟头防护工程	97
第二节 谷坊	105
第五章 淤地坝工程	111
第一节 淤地坝的作用与分类	111
第二节 淤地坝运用方式	112
第三节 淤地坝规划	114
第四节 溢洪道设计	119
第五节 清(放)水建筑物设计	128

第六章	小型水库	137
第一节	概述	137
第二节	特征库容与特征水位	139
第三节	放水建筑物	146
第四节	溢洪道	157
第七章	土坝	160
第一节	土坝的类型与构造	160
第二节	土坝的渗流计算	167
第三节	土坝的稳定计算	177
第四节	土坝的地基处理	184
第八章	泥石流防治	186
第一节	泥石流形成与分类	186
第二节	泥石流参数计算	188
第三节	泥石流拦挡工程	192
第四节	泥石流排导工程	200
第九章	护岸及治滩造田工程	204
第一节	河流横向侵蚀	204
第二节	河道整治的几个基本概念	206
第三节	护岸工程	208
第四节	治滩造田	215
第十章	山地灌溉工程	225
第一节	灌溉渠系布置	225
第二节	灌溉渠道设计	230
第三节	渠系建筑物	243
第四节	泵站	260

第三篇 工程施工与工程概算

第十一章	水土保持工程施工	268
第一节	砌石施工	268
第二节	钢筋混凝土施工	278
第三节	坡面工程施工	293
第四节	基坑排水与开挖	304
第五节	碾压式土坝施工	307
第六节	水坠坝施工	314
第十二章	施工组织设计与概(预)算	321
第一节	施工组织设计	321
第二节	定额	323
第三节	工程概(预)算	325
附录	333
参考文献	337

绪 论

一、我国水土流失概况与水土保持工程

随着人类社会的发展,对物质需求量日益增多。许多国家由于不合理开发利用自然资源,使水土流失日益严重,给社会造成多方面的危害,人口增长、环境污染、水土流失、资源枯竭、粮食缺乏,是当今世界影响社会发展的五大问题。

水土流失属全球性问题,世界各国都存在着程度不同的水土流失现象。特别是近百年来人口恶性膨胀,人类活动对破坏自然资源日趋严重,面积不断扩大,全世界水土流失面积 6000 万 km^2 , 占全世界陆地总面积的 40%, 每年因土壤侵蚀而损失的土地为 10~20 万 km^2 , 这是人类不合理的活动过分干预环境的恶果。

我国是世界上水土流失最严重的国家之一。解放初期,全国受水力侵蚀的面积为 150 万 km^2 , 风蚀面积为 130 万 km^2 , 共占国土面积的 29.17%。建国 40 年来,全国的水土保持工作以小流域治理为单元,采用综合治理、集中治理的成功经验治理水土流失面积 45 万 km^2 , 占水土流失面积的 16.1%。在经过治理的地区,对防治水土流失,改良与合理利用水土资源,提高山地农田单位面积产量,调节河流洪峰流量,减少水、旱、风沙灾害,充分发挥水土资源的经济效益、社会效益和生态调控效益,起到了积极作用。

但是,近年来在经济建设中,有些地区只重视短期效益,忽视对环境的保护,一边治理一边破坏的局面十分严重,水土流失面积有增无减,每年流失土壤达 50 亿 t, 相当破坏农田 100 万 ha, 其中荒芜面积 40 多万 ha。

一场史无前例的环境危机正在席卷中国,全国草场产草量下降 1/3~1/2, 土地沙化面积增加到 6130 km^2 , 土壤侵蚀为世界之最,其中黄河流域土壤侵蚀更为严重,每年流失土壤 16 亿 t。长江流域土壤侵蚀也逐渐严重起来,每年流失土壤 24 亿 t, 照此下去,再过 200 多年,流域大部分地区将沦为光山秃岭和乱石荒滩。再过 10 年左右,中国将无木材可砍,全国年径流总量 70% 的淡水资源将遭受污染,不少人们无法生存下去。

影响水土流失的原因是多方面的,流失的过程也极为复杂,可归纳为自然因素和人为因素两个方面。自然因素有气象、地形、地质、植被等,是水流发生、发展的潜在条件。人为因素是水土流失发生、发展的主导因素,人类不合理的活动将加速水土流失的发生与发展。

土壤自然生成非常缓慢,200 多年才能形成 1cm 厚的土层,即 0.1mm/年,自然侵蚀速度常小于成土速度,它不但不破坏土壤结构,反而对土壤有更新作用。由人为造成土壤加速侵蚀,对土壤结构破坏极为严重,往往一年或一场暴雨,其土壤流失量相当于自然侵蚀的几百年流失量。如我国西北黄土丘陵沟壑区年平均土壤侵蚀深度为 14.8mm,由此可见,土壤加速侵蚀速度远远超过土壤自然形成速度。

土壤侵蚀是一个漫长、司空见惯的蚕食过程，因而长期引不起人们足够重视。时至今日，土壤侵蚀已经束缚了生产继续发展，威胁到人类的生存。严重的水土流失使水土流失区耕地面积不断缩小，地形支离破碎，土壤肥力下降，自然灾害加剧，破坏交通，阻塞江河，农业产量下降，人民生活贫困。给下游人民也带来了巨大的灾难。黄河下游河床由于泥沙的淤积，已高出地面3~5m，有的地方超过10m，成为世界上有名的“悬河”。解放前2000多年中，黄河决口1500次，较大的改道26次，损失惨重。解放后，黄河虽未曾决口，但河道逐年淤高，潜在危险并未消除。据统计，由于下游河床淤高一项，就使我国每年有500~600万ha的耕地经常遭受水灾。因此，保持水土，根除灾害，发展农业生产，对于我们这个农业在国民经济中占重要地位的国家来说，更具有特别重要的意义。

我国山区人民在长期的生产实践中，尤其是新中国成立后的40多年，在党的领导下大规模开展水土保持工作以来，付出极大的人力物力，取得丰富成就，也有深刻教训。总结出来的综合治理措施：以小流域为单元，因地制宜，因害设防，沟坡兼治，运用农业、林草和工程综合措施，达到防治水土流失，发展生产，改善水土流失地区的自然面貌。

水土保持工程措施是小流域水土保持综合治理体系的组成部分，它与农业耕作技术措施、植物措施同等重要。各项措施分担负起山、坡、沟、川滩各部位的防治任务，只能互相配合，不能互相代替。工程措施是在有水土流失的山坡、沟壑、河道修建水土保持工程，滞洪拦沙，达到防治水土流失的目的，同时改变小地形的自然生态环境，为新的生态提供水、肥、热、气的优良条件。

在水土保持工作中，工程措施见效快，初期蓄水拦沙效益显著，但后期拦蓄效益降低；植物措施初期保持水土功能差，但后期保持水土效益日益增强；农业技术措施，就地拦蓄效益较高。因此，在规划布设水土保持防治体系时，应考虑工程措施、植物措施与农业耕作措施，三者之间的有机结合和合理配置，以发挥其蓄水保土，合理利用水土资源的最大效益。

二、我国当前水土保持工作的主要任务和方针政策

明确我国当前水土保持工作的主要任务和基本方针，树立正确的指导思想和工作方向。

《水土保持工作条例》指出：当前我国水土保持的主要任务是：“防治水土流失，保护和合理利用水土资源，是改变山区、丘陵区、风沙区面貌，治理江河，减少水、旱、风沙灾害，建立良好生态环境，发展农业生产的一项根本措施，是国土整治的一项重要内容”。

在现时期水土保持的工作方针是：“防治并重，治管结合，因地制宜，全面规划，综合治理，除害兴利”。

开展水土保持的指导思想是：

(1) 水土保持必须发展大农业生产，增加山区人民的收入。大搞基本农田建设，积极发展农、林、牧、副多种经营，以改善群众生产生活为首要目标，发展大农业合理利用水土资源和劳力资源，把防止与调节地表径流放在首位，从根本上解决水土流失问题。

(2) 防止水土流失，必须以小流域治理为单元，实行全面规划，综合治理，集中治理，连续治理。植物措施与工程措施相结合；坡面治理与沟道治理相结合；田间工程与蓄

水土保持耕作措施相结合；治理与生产、管护相结合；当前利益与长远利益相结合。

(3) 开展水土保持工作，不仅要树立长远治理思想，还有近期治理的紧迫感。因地制宜，针对不同的水土流失类型区的自然条件制定不同的防治体系。调整农业生产结构和布局，挖取土地生产潜力，提高水土资源的利用率、产出率，转化为现实的增产能力。

(4) 水土保持面广、量大、任务重，一要依靠群众，二要运用科学技术。尊重群众自创精神，结合当前生产、生活迫切需要，充分调动群众的积极性，统分结合，多层次进行治理，把水土保持工作推向一个快速、高效的发展新局面。

(5) 水土保持以土壤侵蚀研究为基础，以蓄水保土、效益研究为任务，以最优综合防治体系研究为中心，以最佳工程措施配合为目的的科学体系，采取“防护”与“拦蓄”的主要形式，解决对水土资源的保护、开发与持续利用的原则。

三、水土保持工程研究对象

水土保持工程是一门应用工程的原理，防治山区、丘陵区水土流失，保护、改良与合理利用水土资源，发挥经济效益、社会效益、生态效益，建立良好的生态环境的科学。其研究对象是坡面与沟道中的水土流失机理，即在水力、重力、风力、冰川等多种外营力和各种侵蚀形式的作用下，研究水与土的损失过程及其工程防治措施。

水土保持工程是一门基础宽厚、综合性强的边缘学科，它与一些基础自然科学、应用科学和环境科学均有密切的关系。在基础科学方面，如气象学、水文学、地貌学、地质学、土壤学及应用力学等。各种气候因素对水土流失都有直接或间接的影响，并形成不同的水文特征，对径流、泥沙运行规律，采取相应措施，抗御暴雨、洪水、干旱、风灾的危害，并使其变害为利，通过综合治理，对局部地区的小气候及水文特征加以调节和改善。地形是影响水土流失的重要条件，而风蚀及水蚀等侵蚀过程又对塑造地形起重要作用，地面上各种侵蚀都受地貌的影响。水土流失与地质构造、岩石特性有很大关系，如滑坡、泥石流等，均与地质条件有关。水土保持工程的设计施工，需要地质学、水文地质学及工程地质学的专业知识。土壤是水土流失的主要对象，不同土壤具有不同渗水、蓄水和抗蚀能力，改良土壤性状，保持与提高土壤肥力与防治有很大的关系。水土保持工程与工程力学、水力学、土力学、岩石力学等均有密切关系。在应用科学方面，与农学、林学、农田水利学及环境学更有不可分割的关系。

四、水土保持工程的主要内容与特点

水土保持工程包括坡面治理工程、沟道治理工程、山洪排导工程和小型蓄水引水工程等。

坡面治理工程，采取改变小地形如修梯田、截水沟、蓄水沟、水窖、蓄水池，以及稳定斜坡的挡土建筑物等，防治坡地的水土流失，将雨水及融雪就地拦蓄入渗，减少或防止形成地面径流。未能就地拦蓄的径流，引入小型蓄水工程。在有发生重力侵蚀的坡地，可修排水工程或修筑支撑设施的建筑物，防止滑坡。

沟道治理工程，是治理水土流失区域的最后一道防线。涉及沟道治理工程有沟头防护工程、谷坊工程和淤地坝工程。其作用在于防止沟头前进，拦蓄和调节径流泥沙，巩固抬高侵蚀基点，削减山洪洪峰流量，减少泥石流固体物质含量，使山洪安全排泄。

山洪排导工程包括排洪沟、导流堤等。其作用在于防止山洪泥石流危害，保护冲积扇上的村庄、农田、工矿企业及交通道路。

小型蓄水引水工程，如塘坝、小型水库、引洪灌溉工程、淤滩造田设施等，蓄洪拦沙或引用山坡沟洼径流，利用洪水灌溉农田。

水土保持工程设计标准，根据工程种类，防护和拦蓄标准来确定。《水土保持技术规范》规定：坡面工程按5~10年一遇24小时最大暴雨标准设计。防治工程的淤地坝、拦沙坝、小型水库及引洪漫地工程的防洪标准：库容在1~10万 m^3 的按10年一遇洪水设计，50年一遇洪水校核；库容在10~50万 m^3 的按10~20年一遇洪水设计，50~100年一遇洪水校核。

水土保持工程与一般水利工程不同，它们对待水沙利用各有侧重。水利工程主要是蓄水用水，常采用泄洪冲沙的运用方式，以提高工程效益，延长使用寿命。水土保持拦蓄工程主要是蓄洪拦泥，结合淤地生产。这就使水土保持拦蓄工程在规划布置、设计标准、库容要求及泄水设施各方面与水利工程有所不同。但是，水土保持工程与水利工程存在着密切的关系。例如淤地坝工程，在未淤成坝地之前，它是一个临时的蓄水工程，它与小型水库有着相同的勘测、设计理论基础。因此，需要具备一般水利工程的基本知识。

水土保持工程与农业有着密切关系。从发展山区农业生产方面说，它们是一致的，往往紧密交织在一起。例如修筑梯田、淤地坝、治滩造田等，既是水土保持工程，又是农田基本建设。工程措施为农业大幅度增产创造条件，在农业增产的基础上又可让出更多的山坡土地造林种草，发展多种经营，促进农业持续发展，形成农、林、牧良性循环。

水土保持工程还具有小、多、群体的特点。最小的工程，其工程量还不足1 m^3 （如结合植树造林的鱼鳞坑），最大的工程，如骨干淤地坝，就其库容来说相当一个小型水库。在水土流失区域内的小流域上，根据因地制宜、因害设防的原则，从山坡至沟口需布设成百乃至上千个工程，形成一个完整体系，才能有效地控制径流、洪水。企图用一两个工程来防治大面积的水土流失是不可能的，也注定要失败。晋西中阳县白草沟，流域面积为68 km^2 ，流域内没有其它工程配合，林草措施也没跟上，在沟口修建了一个库容为36万 m^3 的淤地坝，屡建屡垮，连续7次均遭水毁。经验告诉我们，应当从山坡至沟道，由上而下，集中修建水保工程，以便在小流域内形成一个立体交叉的工程群体，并同步配合林草种植措施，进行综合治理，即可达到基本控制水土流失的目的。

第一篇 工程建筑材料与建筑结构

第一章 水土保持工程常用建筑材料

学习水土保持工程建筑材料的目的是, 为了获得有关建筑材料的基础知识, 在水土保持工程建筑中具有合理选择与使用建筑材料的能力, 并为后续各章提供有关方面的知识。

建筑工程是由各种建筑材料组成的。建筑材料的性质直接影响建筑工程的质量, 因此, 在选择和使用材料时, 必须了解材料的技术性能和使用要求, 同时, 对材料的储运与防护也应有所了解。

实验课是重要的教学环节之一, 其目的是学习材料试验的基本方法, 提高实际操作能力。

第一节 常用建筑材料基本性质

一、材料的物理性质

(一) 密度

密度是材料单位体积内的质量, 用下式表示:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1-1)$$

式中 ρ ——密度 (g/cm^3 或 kg/m^3);

m ——材料质量 (g 或 kg);

V ——材料体积 (cm^3 或 m^3)。

材料质量, 一般是指干燥状态下的质量。对有孔隙的材料(如砖、石、木材等), 当孔隙内含有水分时, 质量增大, 其密度亦增大, 这种状态下的密度需注明含水率。

材料的体积, 一般是指自然状态下材料的外形体积。散粒材料(如土、砂、石子、水泥等)的体积, 随散粒的紧密程度改变。材料堆积松散, 体积增大, 其密度减小。材料堆积紧密, 体积减小, 其密度增大。绝对密实体积, 是指不包含孔隙的材料体积, 这时密度达到最大值。因此, 在给定散粒材料密度时, 除注明含水率外, 还需注明密实程度。

另外, 材料的体积还随温度、压力变化而发生相应的变化。但是, 对于固体材料这种变化很小, 一般不予以考虑。

(二) 孔隙率

孔隙率是指材料中的孔隙体积与总体积的百分比。材料中的孔隙体积等于自然状态体积与绝对密实体积之差。孔隙率可表示为:

$$e = \frac{V_1 - V_0}{V_1} \times 100\% \quad (1-2)$$

也可用下式计算材料的孔隙率:

$$e = \left(1 - \frac{\rho}{\rho_0} \right) \times 100\% \quad (1-3)$$

式中 e ——空隙率(%) ;

V_0 ——绝对密实状态材料体积 (m^3) ;

ρ_0 ——绝对密实状态材料密度 (kg/m^3) .

密度和孔隙率是材料的基本特性。密度能反映出材料的紧密、坚实程度。孔隙率及孔隙特征(孔隙大小, 封闭或连通), 对材料的强度、耐久性及导热性有着密切关系。几种常用材料的密度和孔隙率见表1-1。

表 1-1 几种常用材料的密度和孔隙率

材 料	(绝对密实)密度 ρ_0 (kg/m^3)	(自然状态)密度 ρ (kg/m^3)	孔 隙 率 (%)
花 岗 岩	2600~2900	2500~2800	0.5~1.0
普通粘土砖	2500~2800	1500~1800	20~40
普通混凝土		2300~2500	5~20
沥青混凝土		2300~2400	2~4
松 木	1550	380~700	55~75
建 筑 钢	7850	7850	0

二、材料的力学性质

材料的力学性质, 是指材料及其制品在外力作用下的变形性质和抵抗外力破坏的能力。

(一) 强度

强度是指材料受压、受拉、受弯及受剪直至破坏时, 单位面积上所能承受的最大荷载。按受力情况不同, 分别为抗压、抗拉、抗弯及抗剪几种强度。抗压强度、抗拉强度及抗剪强度可用下式表示:

$$R = \frac{P}{A} \quad (1-4)$$

式中 P ——材料破坏时的荷载, kN;

A ——中心受压、受拉或受剪面积, m^2 .

材料的抗弯强度 (R_f) 可用下式表示:

$$R_f = \frac{M}{W} \quad (1-5)$$

式中 W ——抗弯截面模量 (m^3), 对于矩形截面 $W = \frac{1}{6}bh^2$, b 、 h 分别为试件截面的宽和高, 参看图1-1;

M ——最大弯矩 ($N \cdot m$), 对于中心荷载 $M = \frac{1}{4}L \cdot P$, L 为跨度, 见图1-1。

(二) 变形

变形是材料在外力作用下发生的形状和体积的变化。可分为弹性变形、塑性变形和徐变。

1. 弹性变形 材料在外力作用下产生变形, 当外力去除后, 材料又能恢复原来的状态的变形, 称为弹性变形。产生弹性变形的原因, 是外力作用使材料内部质点偏离了平衡位置, 但未超过质点间相互作用力, 外力所做的功转变为内能, 当外力除去后, 内能又使质点恢复到原来平衡位置, 变形消失。

2. 塑性变形 材料在外力作用下产生变形。当外力去除后, 材料不能恢复到原来的状态的变形, 称为塑性变形。产生塑性变形的原因, 是外力作用超过了质点间的相互作用力, 造成材料的部分结构和构造的破坏, 外力所做的功, 未能转换成内能, 而是消耗于部分结构和构造的破坏, 外力除去后, 材料变形不再消失。

各种固体材料在破坏前都将产生一定的弹、塑性变形, 根据破坏前的变形情况, 将材料分为脆性材料与塑性材料。在破坏前无显著变形的材料, 称为脆性材料, 如石料、混凝土等。脆性材料的抗拉强度很低, 一般应用于结构的受压部位。在破坏前有显著变形的材料, 称为塑性材料。如低碳钢、有色金属等。

3. 徐变 材料在永久荷载作用下, 变形随着时间推移而逐渐增大的现象, 称为徐变。徐变现象与材料本身性质和温度有关, 如木材、金属材料和沥青等。

三、其它性质

(一) 吸水性与吸湿性

1. 吸水性 材料与水(液相)接触吸收水分的性能称为吸水性。产生吸水的原因, 主要是亲水材料中的毛细管作用。材料在水中吸水达到饱和时的含水率, 称为吸水率。吸水率一般小于孔隙率, 这是因为材料内存在着一部分密闭的小孔隙, 水分不易进入, 对非贯穿性的孔洞, 水分也不易充满。材料的吸水率用下式表示:

$$w_0 = \frac{m_0 - m}{m} \quad (1-6)$$

式中 m_0 ——材料吸水至饱和状态的质量(g或kg)。

材料吸水性与材料孔隙率大小和孔隙特征有关。一般孔隙率越大, 吸水性越强。封闭的孔隙, 水分不易渗入; 粗大的孔隙, 水分不易存留, 吸水率都低。组织疏松, 多开口且孔隙细小的材料, 吸水率高。

吸水率大的材料, 易受环境水侵蚀, 抗冻性能低。如砖的吸水率较高, 不宜用于修筑水下和水位变化区域的构件。

2. 吸湿性 材料在空气中吸收水分的能力称为吸湿性。材料的吸湿性用含水率表示:

$$W = \frac{m_1 - m}{m} \times 100\%$$

式中 m_1 ——材料吸收空气中水分时的质量, (g或kg)。

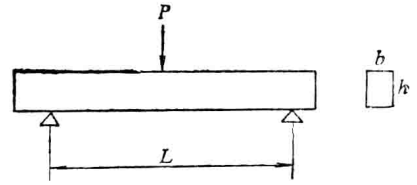


图 1-1 矩形梁抗弯试验示意图
 P —荷载; L —跨度; b —梁宽; h —梁高

材料吸湿性，与材料本身亲水性、组织构造和空气湿度有关。对易吸湿变质的材料（如石灰、水泥、炸药等），在储运过程中应注意通风防潮。

（二）抗渗性

在压力水作用下，材料抵抗渗透的能力。材料抗渗性用渗透系数表示。根据达西定律，具有孔隙的材料，在压力水作用下，透过材料试件孔隙的水量为：

$$Q = K \frac{H}{d} A$$

或
$$K = \frac{Q}{A} \cdot \frac{d}{H} \quad (1-7)$$

式中 K —— 渗透系数， cm/h ；

Q —— 通过试件的渗透流量， cm^3/h ；

A —— 试件的面积， cm^2 ；

H —— 压力水头， cm ；

d —— 试件厚度， cm 。

对于石料和混凝土的抗渗性能，常用抗渗标号表示（见第四节）。

材料的抗渗性高低，主要与材料的孔隙率和孔隙特征有关。孔隙率大、开口孔隙多的材料，抗渗性低；密实无孔或具有封闭孔隙的材料，抗渗性高。受压力水作用的建筑物，所用材料应具有一定的抗渗能力。

（三）抗冻性

材料在水饱和状态下，能经受反复冻融而不破坏，同时也不严重降低强度的性能，称为材料的抗冻性。冻结对材料的破坏作用，主要是由于材料孔隙中的水结成冰而引起的。孔隙中的水结成冰时，体积膨胀，使孔壁开裂。随着反复冻融次数的增加，材料表面出现碎屑、剥落现象、强度逐渐降低。

材料抗冻性大小，用抗冻标号表示。将材料试件，按规定方法进行冻融试验，以强度降低不超过25%时的最大冻融循环次数确定标号。材料抗冻性的大小，与材料的成分、构造、强度、吸水性有关。对于憎水性材料和构造密实、强度高、吸水率低的材料，抗冻性大。

四、影响材料性能的主要因素

影响材料性能的主要因素是材料的成分、结构和构造。

（一）材料的成分

材料是由各种化学成分组成，组成材料的化学成分及其含量多少，不但决定材料的化学性质，也影响到材料的物理力学性质。如在混凝土中加入一些外加剂，会改变混凝土的物理、力学性能；又如建筑钢材是铁碳合金，增加钢材中的碳元素含量，会使钢材变脆，提高硬度。在炼钢时加入少量铬和镍，可提高防锈能力。

材料的组成成分直接影响着材料的性质。在使用时，可根据需要调整材料的组成成分，改善材料的性能。

(二) 材料结构

材料的许多物理、力学性质，如弹塑性、硬度、强度等，都与材料的结构状态有着密切关系。材料的结构分为晶体、玻璃体和胶体三类。

晶体结构的内部质点是按照特定的规则排列在空间的，它是有一定结晶形状的固体，例如金属、石英等。晶体在外力作用下具有弹性变形的特点。当外力达到一定程度时，由于晶面上剪应力达到一定限度，晶体沿晶面发生相对移动，因而发生塑性变形。晶体结构中，其原子团可以联接成为空间结构、平面网状结构和链状结构。空间结构形体，整体性好，较坚固。平面网状结构易分解成片状物质，如云母、石墨等。链状结构多形成纤维状物质，如石棉。

玻璃体结构是无定形物质，质点排列没有规律，因此没有一定的几何外形，而具有各向同性的性质。玻璃体是化学性质不稳定的结构，容易与其它物质起化学作用，如火山灰、粒化高炉矿渣等。

胶体是一些细小分散粒子（直径 $1\sim 100\mu\text{m}$ ）分散在介质中的结构。它有很强的吸附能力。胶体由于脱水作用或质点凝聚而产生的凝胶体，它既具有固体的性质，在长期应力作用下又具有粘性液体的流动性质。

(三) 材料的构造

材料的构造是指宏观的组织状态。材料的宏观组织状态有完全密实的（如玻璃、钢材）、多孔的（如泡沫塑料、砖）、层状的（如三夹板）和纤维状的（如木材、石棉）。同一品种材料，构造密实、均匀的强度高，容重大。孔隙率愈大，强度愈低。如在混凝土中掺入加气剂，其强度降低。层状和纤维构造，表现为各向异性。如木材的物理、力学性质随木纹方向而改变。

第二节 常用建筑材料

一、砖

砖的种类很多，在工程建筑中最常应用的是普通粘土砖。普通粘土砖（以下简称为砖）是用粘土制成普通砖坯，风干后经烧制而成。

(一) 砖的技术性能

砖的标准外形尺寸为 $240\times 115\times 53\text{mm}$ ，呈直角六面体，密度（自然状态）约为 $1700\text{kg}/\text{m}^3$ 。但在干燥焙烧过程中有收缩，因此外形和尺寸常有偏差。砖的尺寸、弯曲、缺棱、掉角、裂纹、颜色、完整面均有规定范围。

焙烧火候不足的砖，称为欠火砖。欠火砖颜色淡灰，强度低、吸水率大，受潮后极易软化，抗冻性差，成品中不允许混杂有欠火砖。焙烧时温度过高，生成过火砖。过火砖颜色深暗、强度高、吸水率小、绝热保温性能差。外形合格的过火砖可以使用。

(二) 砖的强度与标号

砖的抗压性能较好，其抗拉、抗剪、抗折性能较差。根据砖的抗压强度，并参考其抗折强度分为200、150、100、75四个标号。与石料相比，砖的绝热保温性能好，吸水率大，

表 1-2

普通砖的等级与标号

等级	标号	抗压强度 (MPa)		抗折强度 (MPa)		吸水率不大于
		五块平均值不小于	单块平均值不小于	五块平均值不小于	单块平均值不小于	
特等	200	19.62	13.73	3.92	2.55	25%
	150	14.72	9.81	3.04	1.96	
一等	100	9.81	5.69	2.26	1.28	27%
二等	75	7.36	4.41	1.17	1.08	

抗冻性能低，能满足墙体材料要求，不宜用于修筑水下和水位变化区的建筑物。表 1-2 列出了普通砖的等级与标号。

二、天然石材

在我国用天然石材作为工程建筑材料，历史悠久，许多著名古老建筑物都是用石材建筑而成。近几十年来，虽然由于钢筋混凝土的应用与发展，在很大程度上代替了天然石材，但是在山区，它具有就地取材，造价低廉的优点，仍然是修建水土保持工程的主要建筑材料。

水土保持工程中常用的石材，都是天然石材。天然石材是将天然岩石用机械或人工加工，或不加工而获得的各种块状或散粒状石料，统称为天然石料。

天然石料的特点是，抗压强度高，耐久性好，硬度高，脆性大，开采困难。

由于岩石的形成条件不同，它们分别具有不同的矿物成分，不同的结构和构造。各种天然石料的建筑性能与使用，主要由它们的矿物成分、结构和构造所决定。

(一) 常用建筑石材

1. 花岗岩 花岗岩的主要矿物成分有石英、长石及少量的暗色矿物和云母。花岗岩为全晶质（岩石中所有成分都为晶体）岩石，通常呈灰色、黄色、蔷薇色及红色。优质花岗岩，晶粒细、均匀，构造紧密，石英含量多，云母含量少，不含有害杂质，无风化。

花岗岩密度为 $2300\text{kg/m}^3 \sim 2800\text{kg/m}^3$ ，抗压强度 $120 \sim 250\text{MPa}$ ，孔隙率小（ $0.19\% \sim 0.36\%$ ），吸水率低（ $0.1\% \sim 0.3\%$ ），耐磨性好，耐久性高。但不耐火，温度在 $573 \sim 870^\circ\text{C}$ 时易发生开裂。

花岗岩是较好的建筑材料，也是城市建筑的装饰材料。

2. 石灰岩 石灰岩的主要矿物成分为方解石。石灰岩的构造有致密的，多孔的和疏散的。构造致密的即普通石灰岩。石灰岩的颜色随所含杂质而不同。含粘土杂质时，呈灰色、黄色、蔷薇色或红色。含有机物质时，颜色变深。致密石灰岩密度为 $2000\text{kg/m}^3 \sim 2600\text{kg/m}^3$ ，抗压强度 $20 \sim 120\text{MPa}$ 。当含粘土杂质超过 $3\% \sim 4\%$ 时，抗冻性能显著降低。含有氧化硅的石灰岩硬度高，强度大，且耐久性好。

石灰岩分布广，易开采加工，被广泛用于砌筑工程，亦大量用于混凝土骨料。

3. 闪长岩 闪长岩矿物成分有斜长石、角闪石及少量黑云母与辉石。闪长岩为均粒结晶，颜色有黑色、灰色、黑绿色。闪长岩密度为 $2800\text{kg/m}^3 \sim 3000\text{kg/m}^3$ ，强度 $150 \sim 280$

MPa, 韧性大, 硬度高, 耐久性好, 是一种优良的承重材料。

4. 辉长岩 辉长岩主要矿物成分有斜长石, 辉石和少量橄榄石。辉长岩为等粒状结构, 块状构造, 密度 $2900\text{kg/m}^3 \sim 3300\text{kg/m}^3$, 抗压强度 $200 \sim 350\text{MPa}$, 韧性好。

5. 玄武岩 玄武岩的矿物成分与辉长岩相似, 为玻璃质或微晶质结构, 气孔状或杏仁状构造, 密度 $2900\text{kg/m}^3 \sim 3500\text{kg/m}^3$, 抗压强度 $100 \sim 500\text{MPa}$, 硬度高, 脆性大, 耐久性好。一般用于混凝土骨料, 经熔化、浇铸、结晶后, 可制成铸石。

6. 石英岩 石英岩是由砂岩变质而成, 主要矿物成分为结晶三氧化硅, 构造均匀致密, 强度 $250 \sim 400\text{MPa}$, 硬度高、耐久性好, 是很好的建筑材料。

(二) 石材的主要技术性能

用于水土保持工程的天然石料, 主要的技术性能指密度、抗压强度和抗冻性。

1. 密度 一般密度大的石料, 都比较密实, 它的强度较高, 吸水率较小, 抗冻性也较好。因此, 可把密度的大小作为石料质量的粗略估价。

2. 抗压强度 石料的抗压强度是用 $20 \times 20 \times 20$ 立方体(cm^3)试块, 在水饱和状态下抗压强度的极限值。依据石料的抗压强度值, 可评定它的标号等级。天然石料的标号分为50、75、100、150、200、300、400、500、600、800、1000等。

3. 抗冻性 石料的抗冻性除与孔隙率和孔隙特性有关外, 还取决于其矿物成分、结构和构造。当石料中含有较多的黑云母、黄铁矿、粘土等物质时, 抗冻性差。具有等粒结晶结构的石料, 其抗冻性比玻璃质或斑状结构的石料为好。疏松多孔或具有层理构造的石料, 抗冻性远较均匀致密的石料为差。

石料的抗冻标号分为5、10、15、25、50、100及200等。

(三) 石材的分类

按对石材的开采加工程度不同分类如下。

1. 乱毛石 爆破后直接得到的外形不规则, 厚度不小于 15cm 的石块。用于建筑物的次要部位, 如石谷坊、堆石坝、挡土墙、护坡等。

2. 平毛石(块石) 至少具有两个大致平行面, 较方正, 高度不小于 20cm 的石块。用于砌筑建筑物的主要部位。

3. 粗料石 经过加工, 外形规则, 表面凹凸深度不大于 2cm , 宽度和厚度不少于 20cm , 且不小于长度的 $1/3$ 。用于拱、涵、墩墙等建筑物。

三、石灰

石灰有生石灰和熟石灰之分。用以碳酸钙为主要成分的石灰岩为原料, 经高温($1000 \sim 1200^\circ\text{C}$)煅烧后生成的白色块状物质, 称生石灰。生石灰与水化合消解生成白色粉状物质, 称为熟石灰。

(一) 石灰的技术性能

1. 石灰的熟化 生石灰与水化合生成熟石灰的过程叫熟化。生石灰熟化时, 放出热量, 同时伴之以显著的体积膨胀。石灰熟化反应的性状, 与石灰石的煅烧程度有关。煅烧不足的欠火石灰, 不具有熟化的能力, 成为硬块状残渣。煅烧过度的过火石灰, 由于结构紧密, 熟化速度缓慢。往往在正常煅烧的石灰已熟化并硬结之后, 过火石灰还在继续熟化,