

全国“星火计划”丛书

农村水利技术人员培训教材

地基与基础

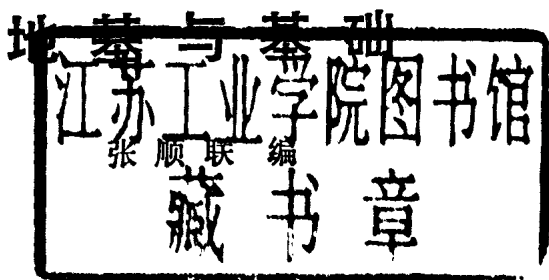
张顺联 编



水利电力出版社

全国

农村水利技术人员培训教材



水利电力出版社

内 容 提 要

本书对土的组成、渗透变形、地基沉降、土的抗剪性能和地基承载力等土力学的基本知识进行了较系统的阐述，并着重对各种类型地基的处理方法做了简明而实用的介绍。

本书主要供基层水利技术人员阅读，同时也可供其他土建类专业以及地质勘探人员参考。

全国“星火计划”丛书
农村水利技术人员培训教材
地基与基础
张顺联 编

水利电力出版社出版、发行
(北京三里河路6号)
水利电力出版社印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 8.125印张 180千字
1985年11月第一版 1991年4月北京第五次印刷
印数91451—99500册
ISBN 7-120-00141-8/TV·30
定价 3.60 元

《全国“星火计划”丛书》编委会

主任委员

杨 浚

副主任委员（以姓氏笔划为序）

卢鸣谷 罗见龙 徐 简

委员（以姓氏笔划为序）

王晓方 向华明 米景九 应日珽

张志强 张崇高 金耀明 赵汝霖

俞福良 柴淑敏 徐 骏 高承增

序

经党中央，国务院批准实施的“星火计划”，其目的是把科学技术引向农村，以振兴农村经济，促进农村经济结构的改革，意义深远。

实施“星火计划”的目标之一是，在农村知识青年中培训一批技术骨干和乡镇企业骨干，使之掌握一、二门先进的适用技术或基本的乡镇企业管理知识。为此，亟需出版《全国“星火计划”丛书》，以保证教学质量。

中国出版工作者协会科技出版工作委员会主动提出愿意组织全国各科技出版社共同协作出版《全国“星火计划”丛书》，为“星火计划”服务。据此，国家科委决定委托中国出版工作者协会科技出版工作委员会组织出版《全国“星火计划”丛书》，并要求出版物科学性、针对性强，覆盖面广，理论联系实际，文字通俗易懂。

愿《全国“星火计划”丛书》的出版能促进科技的“星火”在广大农村逐渐形成“燎原”之势。同时，我们也希望广大读者对《全国“星火计划”丛书》的不足之处乃至缺点、错误提出批评和建议，以便不断改进提高。

《全国“星火计划”丛书》编委会

1987年4月28日

序 言

党的十一届三中全会以来，中央多次提出要加强职工队伍的培训，以提高整个职工队伍的政治素质和业务、技术、文化水平，以适应四个现代化建设的需要。为了具体落实中央的指示精神，推动基层水利干部培训工作的开展，农田水利司会同水利电力出版社，在各个方面的大力支持下，组织了一些既有专业知识，又有实践经验的同志编写了这套“农村水利技术人员培训教材”，全套教材包括《水利工程测量》、《水利工程制图》、《小型工程水力计算》、《工程力学与结构计算》、《地基与基础》、《小型水工建筑物》、《农田水利》、《地下水利用》、《小型抽水站》、《小型水利工程施工》、《小型水利工程管理》十一个分册，内容较为丰富，看来一定会受到水利基层单位同志们的热烈欢迎。在这里，我们也向赞助这项工作的单位和从事编写、审订的同志表示衷心的感谢。

三十多年来，我国水利建设，无论是江河治理，还是农田水利，都取得了巨大成就，这与广大水利基层职工的辛勤劳动、艰苦奋斗是分不开的。党的十二大确定本世纪末的战略目标是工农业年总产值翻两番，各行各业要实现总目标服务，水利工作也必须为实现总目标，提供防洪安全和水资源的保证。这就要求首先要管好用好现有水利设施，充分发挥效益，并在此基础上，进一步提高江河防洪能力；在水利基础差的地方进一步改善水利条件；努力提高水资源的综合

利用水平；大力开展水土保持和水源保护，改善生态环境。总的说来，今后水利工作任务仍然“任重而道远”。

一九八三年全国水利会议确定，今后水利建设方针是“加强经营管理，讲究经济效益”。从全国来说，水利工作重点要转到管理上来，水利发展要走以内涵为主的路子。无论管理还是建设，都要讲究经济效益，讲究科学，力求以社会最小的投入获得最大的产出，形成良性循环。这给我们水利工作者提出了很高的要求，也是我们水利工作者的努力方向。

水利基层单位，是水利工作的基础。他们工作如何，业务、技术水平状况怎样，对整个水利工作，尤其对农田水利工作，关系极大。近几年来，各地水利部门在实际工作中，特别是山区、牧区和边远地区，普遍反映技术力量不足，人才缺乏，现有职工队伍的业务技术水平不能适应当前工作需要。随着水利事业的发展，四化建设的推进，这个矛盾将越来越突出。当然，随着智力投资的增加，教育事业的加强，水利基层队伍将会得到不断的补充。但更重要的是，如何通过各种形式，提高现有几十万水利基层职工队伍的知识水平，这是当前一项迫切的工作，也是水利工作中的一项最基本的建设。

据了解，近几年来，各省、专、县水利水电部门，都在积极落实中央的指示，加强职工培训工作。但许多基层单位，苦于缺乏系统培训教材，以致费力不小，收效不大，这也是组织编写这套教材的重要原因。

我们相信，通过这套教材的编辑、出版，可以进一步推动水利基层职工队伍的培训工作，使我们水利基层队伍的业务、技术水平大大提高一步，水利管理和建设的水平大大提

高一步。

我们国家很大，各地自然条件、经济条件不同，水利基础也不相同，水利基层职工队伍的水平也不一样，这套教材仅供各地基层职工培训班和学员们参考。我们期待各地在实际工作中，对这套教材能够提出补充、修改意见，使这套教材不断完善，真正成为水利基层干部的教科书。

水利电力部农田水利司司长

丁泽民

1985年3月

前 言

《地基与基础》是“农村水利技术人员培训教材”之一。本书是根据1984年3月水利类培训教材编写工作座谈会拟定的大纲进行编写的。

座谈会的纪要明确指出，“培训教材侧重于系统地提高基础理论和专业技术水平”，而且，要使具有初中以上文化程度和有一定实际工作经验的基层水利人员能“看得懂、学得会、用得上，也就是要通俗、易懂、实用”。

为了做到“通俗、易懂”，本书尽可能把文字写得简单明白些，并插入较多图表，力求做到图文并茂。

本书由江苏省水利勘测设计院程美中工程师审稿。审稿人不仅对原稿提出了许多宝贵的修改意见，而且还提供了不少具有实用价值的资料，在此表示感谢。

由于编者水平有限，书中谬误之处在所难免，恳切希望读者多加指正。

编 者

一九八五年四月

目 录

序	
序 言	
前 言	
绪 论	1
第一章 土的物理性质与工程分类	4
第一节 土的三相组成	4
第二节 土的物理性质指标	13
第三节 土的工程分类	23
第四节 填土的压实性	35
第二章 土的力学性质	42
第一节 土的渗透性	42
第二节 土的压缩性与地基沉降	51
第三节 土的抗剪性	97
第四节 浅基础的地基承载力	110
第三章 土压力与土坡稳定	137
第一节 概述	137
第二节 土压力计算	140
第三节 土坡的稳定	169
第四章 地基与地基处理	178
第一节 软弱地基	178
第二节 湿陷性黄土地基	193
第三节 膨胀土地基	198
第四节 冻土地基	205
第五章 基础	210
第一节 基础分类	210

第二节	浅基础	21 ¹
第三节	桩基础	213
第四节	沉井基础	224
第六章	地基勘察	232
第一节	地基勘察的目的和内容	232
第二节	地基勘探方法	234
第三节	地基勘察报告书	245

绪 论

一般建筑物（包括水工建筑物）总是由上部结构和基础两个部分组成，而整个建筑物则是建造在地基上。

谁都知道，要使建筑物坚固耐久，首要的是打好基础。基础打得好的，经千百年后仍屹立不动。但有的刚刚建成，就险象丛生，甚至垮坝（闸）失事。究其原因，十之六七，是由于地基软弱、渗流破坏，再加上工程勘察不周，处理不当，基础失稳所造成的。所以，地基与基础在建筑物中占有十分重要的地位。它的好坏以及地基基础设计是否合理，不仅直接影响工程造价，而且关系到建筑物的安危。

那么，建筑物基础的确切概念应该是怎样的呢？基础是建筑物的一个组成部分，位于建筑物的下部（处于地面以下或水下），它的功用是把建筑物本身的重量和建筑物上承受的荷载（如水压力、风力、波浪冲击力、地震力等）传递给地基，并与地基协调地共同工作。

一般土质地基强度小、容易变形，因而上部结构的荷载不适宜直接由墙、柱传给地基，必须在墙、柱与地基接触处适当放大底脚，把荷载扩散，即缩小单位面积上的基底压力后再传给地基。例如，砖基础通常做大放脚，水工建筑物采用整块底板，它对上部结构和地基两者之间起着协调的作用。

所谓地基，是指承受由基础传来荷载的土（岩）层。修造建筑物后，将使土（岩）层某一范围内的受力状态发生变

化，这一范围内的土（岩）层称为该建筑物的地基

地基按它是否经过人工处理而分为天然地基与人工地基两大类。天然地基是指天然情况下，不必经人工加固就已能满足建筑物要求的地基；人工地基则指必须经人工加固后才能在它上面修造建筑物的地基。一般水工建筑物的地基，不仅要承受垂直荷载，还要受到水压力和土压力的作用，并有防渗的要求。它的受力状态，在许多地方，比房屋建筑的复杂，大多要人工处理。

地基基础跟上部结构相比，不仅功能不同，而且还有许多独特之处。

一是隐蔽性 地基和基础都在地面以下，有的在地下水面以下，一旦发生事故，很难补救。因此，事先必须做好调查研究，即做好地基勘察工作。这是建筑工程的一个极其重要的环节。

二是多样性 在宏观上，土类众多，各种土的工程性质千差万别；在微观上，别看那么细小的土粒和粒间孔隙，却是一个复杂的“世界”。人类通过生产实践和科学研究，在土的物理力学性质、地基的强度和稳定性、土的变形和建筑物沉降、挡土墙的土压力等方面，已经取得了卓越的成就，而且形成了一门独立的学科，即土力学。土力学的基本知识是搞好水工建筑物设计、施工、管理所不可缺少的。

三是没有选择性 构成地基材料的土，虽然复杂多样，但不能按照设计者的愿望，象使用其他建筑材料那样可在一定范围内自由选择。建筑场地一经确定，对地基就没有选择余地。因此，工程技术人员要具有针对不同特点的地基条件采用不同的地基处理方法的基本知识和能力。

土力学与地基基础就是专门研究地基勘察、地基土和上

部结构相互关系以及土的工程性质、地基基础设计的理论和
方法的一门技术性学科。为了保证水工建筑物的安全可靠，
而且，在设计和施工上做到经济合理，我们必须学会和掌握
这门学科的基本知识和应用技术，并运用这些基本知识和技
术去解决地基和基础上出现的一些实际问题。

第一章 土的物理性质与工程分类

第一节 土的三相组成

土是岩石经物理风化、化学风化、生物风化以及水的溶滤作用，在自然环境中生成的松散沉积物。因此，它与连续的固体物质不同，而是由固体颗粒、粒间孔隙中的水与气体三者组成的松散的集合体。在土力学中，称之为三相体系，即固相、液相、气相。各相本身的性质以及它们之间的组合方式，对土的工程性质有着十分重要的影响。所以，土的三相组成是首先要研究的课题。

一、土的固体颗粒

土的固体颗粒，简称土粒，是土的主要组成部分，它构成土中骨架，是影响土的性质最主要因素。

土粒的大小不同，性质也有所不同。颗粒愈细，持水性愈大（持水性是指饱和土在重力作用下，排水后，仍能保持一定数量的水的性能），与水的相互作用也愈强烈。像粒径小于0.005mm的粘粒，浸水后，两者相互作用而使土具有粘聚性、可塑性、膨胀性；而粗粒土类中的砂粒就缺乏这些特性，但砂的透水性比粘土要大得多。由此可见，粒径不同，性质就有差异。

（一）粒组

天然土总是由各种大大小小的土粒组成的，人们为了研究方便起见，把大小和性质相近的土粒并成一组，称为粒

组。划分粒组的分界尺寸称为界限粒径，如图1-1所示。

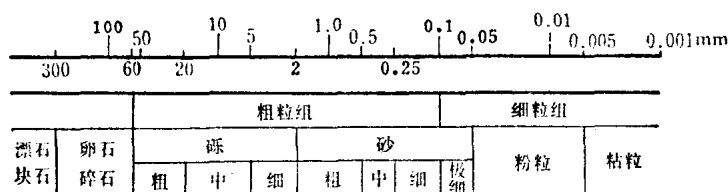


图 1-1 粒组划分图（据《土工试验规程》）

根据粒组在工程性质上的差异，分为六组：漂石（块石）、卵石（碎石）、砾、砂、粉粒和粘粒。通常着重研究后四组，其中砾、砂两者属于粗粒组，粉粒和粘粒属于细粒组，如表1-1所示。

表 1-1 土的粒组特性

粒组名称	粒径 (mm)	一般特性
漂石(块石) 卵石(碎石) 砾石	>300 300~60 60~2	透水性大，无粘性，不能保持水分， 压缩性极小，土体强度大
砂粒	2~0.05	易透水，无粘性，遇水不膨胀，干燥 不收缩，呈松散状，压缩性很小
粉粒	0.05~0.005	透水性小，湿润时有微粘性，遇水时 的膨胀和干燥时的收缩都不显著
粘粒	<0.005	基本不透水，潮湿时呈现可塑性，粘 性大，遇水膨胀，干燥收缩，压缩性大， 土体强度与湿度密切相关

从表1-1可看出，不同的粒组有不同的特性。

(二) 颗粒级配

土中各种粒组的相对含量称为土的颗粒级配。它反映土中颗粒大小及其相互搭配的关系，是确定土类、土的定名和判断土的工程性质以及建材选料的重要依据。例如，土中砂粒组（0.05~2.0mm）重量大于50%的，就称为砂类土。

测定土中粒组相对含量的方法，叫颗粒分析试验。工程上，常用的颗粒分析试验有筛析法和比重计法。前者适用于粒径大于0.1mm的粗粒土，后者适用于粒径小于0.1mm的细粒土，若土中粗细兼有，则需要联合使用筛析法和比重计法。

表 1-2 筛析试验成果表

筛号	孔径 (mm)	累积留筛 土重 (g)	小于该孔径的 土重 (g)	小于该孔径的 土重百分数 (%)	小于该孔径的 总土重百分数 (%)
	40	0	3000	100	100
	20	345	2655	88.4	88.4
	10	915	2085	69.5	69.5
	5	1585	1415	47.2	47.2
	2	2190	810	27.0	27.0
	1	2405	595	19.8	19.8
	0.5	2735	265	8.8	8.8
	0.25	2930	70	2.3	2.3
	0.10	2985	15	0.5	0.5
底盘总计		3000			