



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

普通高等教育土建学科专业“十二五”规划教材

高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材

(第三版)

# 地基与基础

(土建类专业适用)

本教材编审委员会组织编写

杨太生 主编

中国建筑工业出版社

高等教育“十一五”国家级规划教材  
高等教育土建学科专业“十二五”规划教材  
全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材

# 地基与基础

## (第三版)

(土建类专业适用)

本教材编审委员会组织编写

杨太生 主编

胡兴福 主审

中国建筑工业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

地基与基础 (土建类专业适用)/杨太生主编. —3 版. —北京: 中国建筑工业出版社, 2012. 6

普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 普通高等教育土建学科专业“十二五”规划教材. 全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材.

ISBN 978-7-112-14411-2

I. ①地… II. ①杨… III. ①地基②基础 (工程) IV. ①TU47

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 128130 号

本书根据本课程的教学基本要求和国家颁布的有关新规范、新标准进行编写, 并按照高职高专土建施工类专业“十二五”规划教材修订要求, 在广泛征求意见的基础上进行修订。全书共分十章, 包括工程地质常识、土的物理性质及工程分类、地基中的应力计算、土的压缩性与地基沉降计算、土的抗剪强度与地基承载力、土方边坡与基坑支护、建筑场地的工程地质勘察、浅基础设计、桩基础、地基处理等内容。为便于教学与学习, 书中附有学习重点、本章小结、实践教学内容、土工试验指导等内容。

本书紧密结合高职高专土建施工类专业毕业生岗位知识、能力要求, 可作为高职高专建筑工程技术专业、建筑工程监理专业及相关专业的教学用书, 也可作为相关工程技术人员参考书。

为更好地支持本课程的教学, 我们向使用本书的教师免费提供教学课件, 有需要者请与出版社联系, 邮箱: jzsgjskj@163.com。

\* \* \*

责任编辑: 朱首明 刘平平

责任设计: 陈 旭

责任校对: 肖 剑 刘 钰

普通高等教育“十一五”国家级规划教材  
普通高等教育土建学科专业“十二五”规划教材  
全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材

### 地基与基础 (第三版)

(土建类专业适用)

本教材编审委员会组织编写

杨太生 主编

胡兴福 主审

\*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京建筑工业出版社印刷

\*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 18 字数: 443 千字

2012 年 8 月第三版 2012 年 8 月第二十一一次印刷

定价: 33.00 元 (赠课件)

ISBN 978-7-112-14411-2

(22488)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

## 修订版教材编审委员会名单

主任：赵 研

副主任：危道军 胡兴福 王 强

委员（按姓氏笔画为序）：

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 丁天庭 | 于 英 | 卫顺学 | 王付全 | 王武齐 |
| 王春宁 | 王爱勋 | 邓宗国 | 左 涛 | 石立安 |
| 占启芳 | 卢经杨 | 白 俊 | 白 峰 | 冯光灿 |
| 朱首明 | 朱勇年 | 刘 静 | 刘立新 | 池 斌 |
| 孙玉红 | 孙现申 | 李 光 | 李社生 | 杨太生 |
| 何 辉 | 张 弘 | 张 伟 | 张若美 | 张学宏 |
| 张鲁风 | 宋新龙 | 陈东佐 | 陈年和 | 武佩牛 |
| 林 密 | 季 翔 | 周建郑 | 赵琼梅 | 赵慧琳 |
| 胡伦坚 | 侯洪涛 | 姚谨英 | 夏玲涛 | 黄春蕾 |
| 梁建民 | 鲁 军 | 廖 涛 | 熊 峰 | 颜晓荣 |
| 潘立本 | 薛国威 | 魏鸿汉 |     |     |

## 本教材编审委员会名单

主 任：杜国城

副主任：杨力彬 张学宏

委 员：（按姓氏笔画为序）：

丁天庭 于 英 王武齐 危道军 朱勇年  
朱首明 杨太生 林 密 周建郑 季 翔  
胡兴福 赵 研 姚谨英 葛若东 潘立本  
魏鸿汉

本套教材第一版是 2003 年由原土建学科高职教学指导委员会根据“研究、咨询、指导、服务”的工作宗旨，本着为高职土建施工类专业教学提供优质资源、规范办学行为、提高人才培养质量的原则，在对建筑工程技术专业人才培养方案进行深入研究、论证的基础上，组织全国骨干高职高专院校的优秀编者按照系列开发建设的思路编写的，首批编写了《建筑识图与构造》、《建筑材料》、《建筑力学》、《建筑结构》、《地基与基础》、《建筑施工技术》、《高层建筑施工》、《建筑施工组织》、《建筑工程计量与计价》、《建筑工程测量》、《工程项目招投标与合同管理》等 11 门主干课程教材。本套教材自 2004 年面世以来，被全国有关高职高专院校广泛选用，得到了普遍赞誉，在专业建设、课程改革和日常教学中发挥了重要的作用，并于 2006 年全部被评为国家及建设部“十一五”规划教材。在此期间，按照构建理论和实践两个课程体系，根据人才培养需求不断拓展系列教材涵盖面的工作思路，又编写完成了《建筑工程识图实训》、《建筑施工技术管理实训》、《建筑施工组织与造价管理实训》、《建筑工程质量与安全管理实训》、《建筑工程资料管理实训》、《建筑工程技术资料管理》、《建筑法规概论》、《建筑 CAD》、《建筑工程英语》、《建筑工程质量与安全管理》、《现代木结构工程施工与管理》、《混凝土与砌体结构》等 12 门课程教材，使本套教材的总量达到 23 部，进一步完善了教材体系，拓宽了适用领域，突出了适应性和与岗位对接的紧密程度，为各院校根据不同的课程体系选用教材提供了丰厚的教学资源，在 2011 年 2 月又全部被评为住房和城乡建设部“十二五”规划教材。

本次修订是在 2006 年第一次修订之后组织的第二次系统性的完善建设工作，主要目的是为了适应专业建设发展的需要，适应课程改革对教材提出的新要求，及时吸取新标准、新技术、新材料和新的管理模式，更好地为提高学校的人才培养质量服务。为了确保本次修订工作的顺利完成，土建施工类专业分指导委员会会同中国建筑工业出版社于 2011 年 9 月在西安市召开了专门的工作会议，就本次教材修订工作进行了深入的研究、论证、协商和部署。本次修订工作是在认真组织前期论证、广泛征集使用院校意见、紧密结合岗位需求、及时跟进专业和课程改革进程的基础上实施的。在整体修订方案的框架内，各位主编均提出了明确和细致的修订方案、切实可行的工作思路和进度计划，为确保修订质量提供了思想和技术方面的保障。

今后,要坚持“保持先进、动态发展、强调服务、不断完善”的教材建设思路,不片面追求在教材版次上的整齐划一,根据实际情况及时对具备修订条件的教材进行修订和完善,以保证本套教材的生命和活力,同时还要在行动导向课程教材的开发建设方面积极探索,在专业专门化方向及拓展课程教材编写方面有所作为。使本套教材在适应领域方面不断扩展,在适应课程模式方面不断更新,在课程体系上继续上下延伸,不断提高高职土建施工类专业人才培养质量做出贡献。

全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会

土建施工类专业分指导委员会

2012年5月

高等学校土建学科教学指导委员会高等职业教育专业委员会（以下简称土建学科高等职业教育专业委员会）是受教育部委托并接受其指导，由建设部聘任和管理的专家机构。其主要工作任务是，研究如何适应建设事业发展的需要设置高等职业教育专业，明确建设类高等职业教育人才的培养标准和规格，构建理论与实践紧密结合的教学内容体系，构筑“校企合作、产学结合”的人才培养模式，为我国建设事业的健康发展提供智力支持。在建设部人事教育司的领导下，2002年，土建学科高等职业教育专业委员会的工作取得了多项成果，编制了土建学科高等职业教育指导性专业目录；在“建筑工程技术”、“工程造价”、“建筑装饰技术”、“建筑电气技术”等重点专业的专业定位、人才培养方案、教学内容体系、主干课程内容等方面取得了共识；制定了建设类高等职业教育专业教材编审原则；启动了建设类高等职业教育人才培养模式的研究工作。

近年来，在我国建设类高等职业教育事业迅猛发展的同时，土建学科高等职业教育的教学改革工作亦在不断深化之中，对教育定位、教育规格的认识逐步提高；对高等职业教育与普通本科教育、传统专科教育和中等专业教育在类型、层次上的区别逐步明晰；对必须背靠行业、背靠企业，走校企合作之路，逐步加深了认识。但由于各地区的发展不尽平衡，既有理论又能实践的“双师型”教师队伍尚在建设之中等原因，高等职业教育的教材建设对于保证教育标准与规格，规范教育行为与过程，突出高等职业教育特色等都有着非常重要的现实意义。

“建筑工程技术”专业（原“工业与民用建筑”专业）是建设行业对高等职业教育人才需求量最大的专业，也是目前建设类高职院校中在校生人数最多的专业。改革开放以来，面对建筑市场的逐步建立和规范，面对建筑产品生产过程科技含量的迅速提高，在建设部人事教育司和中国建设教育协会的领导下，对该专业进行了持续多年的改革。改革的重点集中在实现三个转变，变“工程设计型”为“工程施工型”，变“粗坯型”为“成型型”，变“知识型”为“岗位职业能力型”。在反复论证人才培养方案的基础上，中国建设教育协会组织全国各有关院校编写了高等职业教育“建筑施工”专业系列教材，于2000年12月由中国建筑工业出版社出版发行，受到全国同行的普遍好评，其中《建筑构造》、《建筑结构》和《建筑施工技术》被教育部评为普通高等教育“十五”国家级规划教材。土建学科高等职业教育专业委员会成立之后，根据当前建设类高职院校对“建筑工程技术”专业教材的迫

切需要；根据新材料、新技术、新规范急需进入教学内容的现实需求，积极组织全国建设类高职院和建筑施工企业的专家，在对该专业课程内容体系充分研讨论证之后，在原高等职业教育“建筑施工专业”系列教材的基础上，组织编写了《建筑识图与构造》、《建筑力学》、《建筑结构》（第二版）、《地基与基础》、《建筑材料》、《建筑施工技术》（第二版）、《建筑施工组织》、《建筑工程计量与计价》、《建筑工程测量》、《高层建筑施工》、《工程项目招投标与合同管理》等 11 门主干课程教材。

教学改革是一个不断深化的过程，教材建设是一个不断推陈出新的过程，希望这套教材能对进一步开展建设类高等职业教育的教学改革发挥积极的推进作用。

土建学科高等职业教育专业委员会

2003 年 7 月

随着高等职业教育的深入发展，在一批示范院校、骨干院校建设浪潮的推动下，各院校都在人才培养模式、校企合作、课程体系、教学内容等方面实施改革。在此前提下，编者按照本课程的教学基本要求和高职高专土建施工类专业“十二五”规划教材修订要求，在广泛征求意见的基础上进行了修订。

本教材前两版经过八年的使用，虽得到广大读者的认可，但随着时间的推移，离当前教改趋势尚有相当差距。本次修订中，针对专业人才培养目标，精简了一些理论性较强的内容，淘汰了一些过时或应用面不广的内容，增加了一些与职业能力密切相关的内容，力求做到理论与实践相联系，反映高职高专土建施工类专业毕业生岗位知识、能力要求。

本教材绪论、第一章、第二章、第三章、第六章由山西建筑职业技术学院杨太生修订，第四章、第五章由大连水产学院职业技术学院苏德利修订，第七章、第九章由泰州职业技术学院陈鹏修订，第八章由黑龙江建筑职业技术学院王秀兰修订，第十章、土工试验指导书由湖北城建职业技术学院陈松才修订。全书由杨太生任主编，王秀兰任副主编，四川建筑职业技术学院胡兴福教授和山西省建设工程质量监督管理总站梁建民教授级高工任主审。在修订过程中，得到不少院校的教师和读者的关注与支持，在此一并致谢。

限于编者水平，以及对当前高职教改的把握，恳请广大读者对书中不妥之处提出宝贵意见。

# 前言

本书是根据高等学校土建学科教学指导委员会高等职业教育专业委员会制定的建筑工程技术专业教育标准、培养方案及主干课程教学基本要求，并按照国家颁布的《建筑地基基础设计规范》（GB 5007—2002）等有关设计新规范、新标准编写的。

编写过程中，编者结合长期教学实践的经验，以培养技术应用能力为主线，对基本理论的讲授以应用为目的，教学内容取材以必须够用为原则，注意针对性和实用性，强调基本概念、基本原理和基本方法，并尽力做到理论与工程实际相联系，力求反映高等职业教育的特点。

本书由杨太生任主编，王秀兰任副主编。参加本书编写工作的有杨太生（绪论、第一、二章）、苏德利（第三、四章）、袁萍（第五章、土工试验指导书）、陈鹏（第六、八章）、王秀兰（第七章）、陈松才（第九、十章及实践教学内容与要求）。

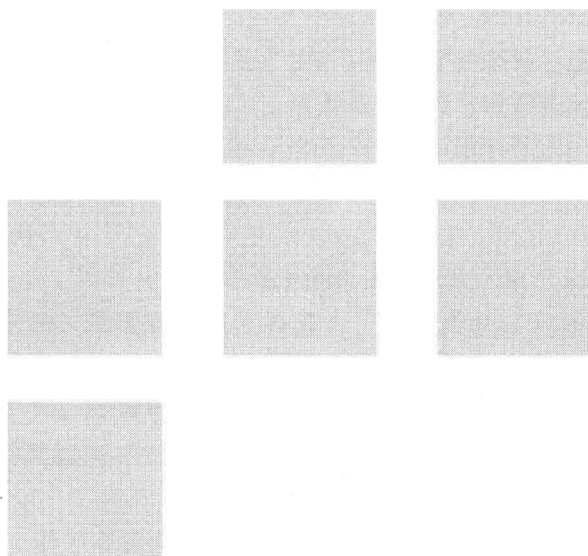
本书由四川建筑职业技术学院胡兴福副教授担任主审，并提出了许多宝贵意见，编者非常感谢主审胡兴福严谨、认真的审稿工作。在本书的编写过程中得到了山西建筑职业技术学院、黑龙江建筑职业技术学院、四川建筑职业技术学院、大连水产学院职业技术学院、湖北城建职业技术学院、泰州职业技术学院等单位的大力支持，并参考了一些公开出版和发表的文献，在此一并致谢。

限于编者的理论水平和实践经验，加之编写时间仓促，书中不妥之处在所难免，恳请广大读者和同行专家批评指正。

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| 绪论 .....                      | 1         |
| <b>第一章 工程地质常识 .....</b>       | <b>7</b>  |
| 第一节 地质年代与不良地质简介 .....         | 9         |
| 第二节 第四纪沉积物 .....              | 12        |
| 第三节 地下水对地基基础工程的影响 .....       | 16        |
| 第四节 地震区的地基基础问题 .....          | 18        |
| 复习思考题 .....                   | 22        |
| <b>第二章 土的物理性质及工程分类 .....</b>  | <b>23</b> |
| 第一节 土的组成 .....                | 25        |
| 第二节 土的物理性质指标 .....            | 28        |
| 第三节 土的物理状态指标 .....            | 31        |
| 第四节 土的压实性与渗透性 .....           | 34        |
| 第五节 地基岩土的工程分类 .....           | 37        |
| 第六节 岩土的野外鉴别方法 .....           | 40        |
| 复习思考题 .....                   | 43        |
| 习题 .....                      | 43        |
| <b>第三章 地基中的应力计算 .....</b>     | <b>45</b> |
| 第一节 土体自重应力的计算 .....           | 47        |
| 第二节 基底压力的计算 .....             | 49        |
| 第三节 竖向荷载作用下地基附加应力计算 .....     | 52        |
| 复习思考题 .....                   | 59        |
| 习题 .....                      | 59        |
| <b>第四章 土的压缩性与地基沉降计算 .....</b> | <b>61</b> |
| 第一节 概述 .....                  | 63        |
| 第二节 土的压缩性 .....               | 63        |
| 第三节 地基最终沉降量的计算 .....          | 68        |
| 第四节 建筑物的沉降观测与地基允许变形值 .....    | 74        |

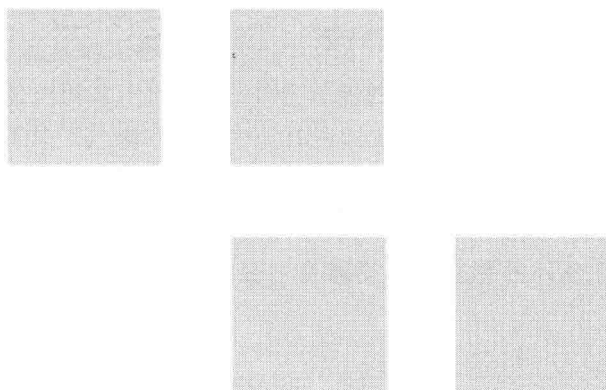
|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 复习思考题 .....                   | 77  |
| 习题 .....                      | 77  |
| <b>第五章 土的抗剪强度与地基承载力</b> ..... | 79  |
| 第一节 概述 .....                  | 81  |
| 第二节 土的抗剪强度 .....              | 81  |
| 第三节 土的抗剪强度试验方法 .....          | 86  |
| 第四节 地基的破坏形式与地基承载力 .....       | 89  |
| 复习思考题 .....                   | 95  |
| 习题 .....                      | 95  |
| <b>第六章 土方边坡与基坑支护</b> .....    | 97  |
| 第一节 土压力 .....                 | 99  |
| 第二节 挡土墙设计 .....               | 103 |
| 第三节 土方边坡与稳定 .....             | 107 |
| 第四节 基坑支护结构 .....              | 111 |
| 复习思考题 .....                   | 117 |
| <b>第七章 建筑场地的工程地质勘察</b> .....  | 119 |
| 第一节 概述 .....                  | 121 |
| 第二节 工程地质勘察报告 .....            | 124 |
| 第三节 基槽检验与地基的局部处理 .....        | 131 |
| 复习思考题 .....                   | 137 |
| <b>第八章 浅基础设计</b> .....        | 139 |
| 第一节 概述 .....                  | 141 |
| 第二节 基础埋置深度的确定 .....           | 145 |
| 第三节 基础底面尺寸的确定 .....           | 150 |
| 第四节 无筋扩展基础设计 .....            | 155 |
| 第五节 扩展基础设计 .....              | 158 |
| 第六节 塔式起重机基础 .....             | 168 |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 第七节 基础施工图的表达与识读 .....  | 178 |
| 第八节 钢筋混凝土梁板式基础简介 ..... | 192 |
| 第九节 减少不均匀沉降的措施 .....   | 198 |
| 复习思考题 .....            | 202 |
| 习题 .....               | 203 |
| <b>第九章 桩基础</b> .....   | 205 |
| 第一节 概述 .....           | 207 |
| 第二节 桩的承载力 .....        | 211 |
| 第三节 桩基础设计要点 .....      | 221 |
| 复习思考题 .....            | 228 |
| 习题 .....               | 228 |
| <b>第十章 地基处理</b> .....  | 229 |
| 第一节 概述 .....           | 231 |
| 第二节 机械压实法 .....        | 233 |
| 第三节 强夯法 .....          | 235 |
| 第四节 换土垫层法 .....        | 236 |
| 第五节 排水固结法 .....        | 238 |
| 第六节 挤密法和振冲法 .....      | 241 |
| 第七节 化学加固法 .....        | 246 |
| 第八节 区域性地基 .....        | 250 |
| 复习思考题 .....            | 258 |
| 习题 .....               | 259 |
| <b>土工试验指导书</b> .....   | 261 |
| <b>主要参考文献</b> .....    | 273 |



---

## 绪 论





## 一、土力学、地基与基础的概念

土是地壳岩石经过物理、化学、生物等风化作用的产物，是各种矿物颗粒组成的松散集合体，是由固体颗粒、水和空气组成的三相体系。土从大类上可以分成颗粒间互不连接、完全松散的无黏性土和颗粒间虽有连接，但连接强度远小于颗粒本身强度的黏性土。土的最主要特点是它的松散性和三相组成，这是它在强度、变形等力学性质上与其他连续固体介质根本不同的内在原因。

土力学是运用力学基本原理和土工测试技术，研究土的生成、组成、密度和软硬状态等物理性质以及土的应力、变形、强度和稳定性等静力、动力性状及其规律的一门学科。由于土与其他连续固体介质的根本不同，仅靠具备系统理论和严密公式的力学知识，尚不能描述土体在受力后所表现的性状及由此引起的工程问题，而必须借助经验、现场实验、室内试验辅以理论计算，因此也可以说土力学是一门依赖于实践的学科。

土层受到建筑物的荷载作用后，其原有的应力状态就会发生变化，使土层产生附加应力和变形，并随着深度增加向四周土中扩散并逐渐减弱。我们把土层中附加应力和变形所不能忽略的那部分土层称为地基，把埋入土层一定深度的建筑物向地基传递荷载的下部承重结构称为基础。由于土的压缩性比建筑材料大得多，我们通常把建筑物与土层接触部分的断面尺寸适当扩大，以减小接触部分的压强。

地基具有一定深度与范围，当地基由两层及两层以上土层组成时，将直接与基础接触的土层称为持力层，持力层以下的土层称为下卧层，对承载力低于持力层的下卧层称为软弱下卧层。上部结构、地基与基础的相互关系如图0-1所示。

良好的地基一般应具有较高的承载力与较低的压缩性，以满足地基基础设计的两个基本条件（强度条件与变形条件）。软弱地基的工程性质较差，需经过人工地基处理才能达到设计要求。我们把不需处理而直接利用天然土层的地基称为天然地基；把经过人工加工处理才能作为地基的称为人工地基。人工地基施工周期长、造价高，因此建筑物一般宜建造在良好的天然地基上。

基础根据不同的分类方法可以有多种形式（在后续章节中将详细介绍），但不论是何种基础形式，其结构本身均应具有足够的承载力和刚度，在地基反力作用下不发生破坏，并应具有改善沉降与不均匀沉降的能力。

## 二、地基基础在建筑工程中的重要性

由房屋荷载传递路径可知，上部结构荷载将通过墙、柱传给基础，再由基础传给地基。由此可见，没有一个坚固而耐久的地基基础，上部结构即使建造的再结实，也是要

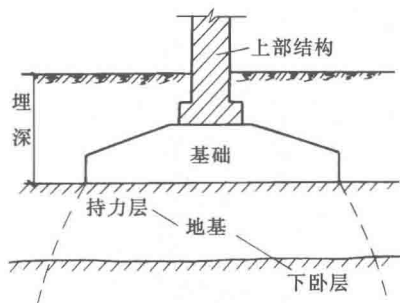


图0-1 上部结构、地基与基础示意图