

SIMPLIFIED SERIES OF
CIVIL ENGINEERING

清华大学土木工程系组编

丛书主编 崔京浩

丁继辉 王维玉 李军 王谊 著

简明土木工程系列专辑

浅基础工程及程序设计

中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

知识产权出版社
www.cnipr.com



Simplified Series of Civil Engineering

清华大学土木工程系组编

丛书主编 崔京浩

丁继辉 王维玉 李军 王谊 著

简明土木工程系列专辑

浅基础工程及程序设计

中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

知识产权出版社
www.cnipr.com



内容提要

本书依据国家颁布的有关地基基础设计规范,系统地给出了浅基础工程的设计的计算方法,并提供了用 Visual Basic 6.0 编制的相应的计算界面和计算程序。全书共分六部分,浅基础设计的基本原理、扩展基础及程序设计、柱下条形基础及程序设计、柱下交梁基础及程序设计、片筏基础及程序设计和箱形基础及程序设计等。

本书全部计算程序都包括程序界面和程序代码,并配有工程实例。计算程序充分利用了 Windows 的友好界面,使操作更为灵活、直观。易于接受掌握,便于用户修改。

本书可作为从事岩土工程、土木工程、水利工程以及相关专业的工程技术人员进行基础工程设计和工程计算软件开发的主要工具书,亦可作为高等院校有关专业的研究生和本科高年级学生专业课、毕业设计(或论文)和课程设计的主要参考书之一。

选题策划: 阳 淼 张宝林 E-mail: yangsanshui@vip. sina. com; z_baolin@263. net

责任编辑: 阳 淼 张宝林

文字编辑: 董拯民

图书在版编目(CIP)数据

浅基础工程及程序设计/丁继辉等著. —北京: 中国水利水电出版社: 知识产权出版社, 2007

(简明土木工程系列专辑/崔京浩主编)

ISBN 978-7-5084-4211-2

I. 浅… II. 丁… III. ①基础(工程)—建筑设计②基础(工程)—计算—程序设计 IV. TU47

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 008293 号

简明土木工程系列专辑

浅基础工程及程序设计

丁继辉 王维玉 李军 王谊 著

中国水利水电出版社 出版发行 (北京市西城区三里河路 6 号; 电话: 010-68331835 68357319)
知识产权出版社 (北京市海淀区马甸南村 1 号; 传真、电话: 010-82000893)

北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643

全国各地新华书店和相关出版物销售网点经销

中国水利水电出版社微机排版中心排版

北京市兴怀印刷厂印刷

850mm×1168mm 32 开 8.375 印张 225 千字

2007 年 1 月第 1 版 2007 年 1 月第 1 次印刷

印数: 0001—4000 册

定价: 18.00 元

ISBN 978-7-5084-4211-2

版权所有 侵权必究

如有印装质量问题,可寄中国水利水电出版社营销中心调换

(邮政编码 100044, 电子邮件: sales@waterpub. com. cn)

土木工程是一个历史悠久、生命力强、投入巨大、对国民经济具有拉动作用、专业覆盖面和行业涉及面极广的一级学科和大型综合性产业，为它编一套集新颖性、实用性和科学性为一体的“简明系列专辑”，既是社会的召唤和需求，也是我们的责任和义务。

新颖性——反映新标准、新规程、新规范、新理论、新技术、新材料、新工艺、新方法

实用性——深入浅出，让人一看就懂，一懂能用，不是手册，胜似手册

科学性——编写内容均有出处

——摘自《简明土木工程系列专辑》总序

清华大学土木工程系组编

简明土木工程系列专辑

编 委 会

名誉主编 陈肇元 袁 驷

主 编 崔京浩

副 主 编 石永久 宋二祥

编 委 (按汉语拼音排序)

陈永灿 胡和平 金 峰 李庆斌

刘洪玉 钱稼茹 王志浩 王忠静

武晓峰 辛克贵 阳 森 杨 强

余锡平 张建民 张建平

编 辑 办 公 室

主 任 阳 森

成 员 张宝林 董拯民 彭天赦 莫 莉

张 冰 邹艳芳

总 序

国务院学位委员会在学科简介中为土木工程所下的定义是：“土木工程（Civil Engineering）是建造各类工程设施的科学技术的统称。它既指工程建设的对象，即建造在地上、地下、水中的各种工程设施，也指所应用的材料、设备和所进行的勘测、设计、施工、保养、维修等专业技术”。土木工程是一个专业覆盖面极广的一级学科。

英语中“Civil”一词的意义是民间的和民用的。“Civil Engineering”一词最初是对应于军事工程（Military Engineering）而诞生的，它是指除了服务于战争设施以外的一切为了生活和生产所需要的民用工程设施的总称，后来这个界定就不那么明确了。按照学科划分，地下防护工程、航天发射塔架等设施也都属于土木工程的范畴。

土木工程是国家的基础产业和支柱产业，是开发和吸纳我国劳动力资源的一个重要平台，由于它投入大、带动的行业多，对国民经济的消长具有举足轻重的作用。改革开放后，我国国民经济持续高涨，土建行业的贡献率达到1/3；近年来，我国固定资产的投入接近甚至超过GDP总量的50%，其中绝大多数都与土建行业有关。随着城市化的发展，这一趋势还将继续呈现增长的势头。

相对于机械工程等传统学科而言，土木工程诞生得更早，其发展及演变历史更为古老。同时，它又是一个生命力极强的学科，它强大的生命力源于人类生活乃至生存对它的依赖，甚至可以毫不夸张地说，只要有人类存在，土木工程就有着强大的社会需求和广阔的发展空间。

随着技术的进步和时代的发展，土木工程不断注入新鲜血液，呈现出勃勃生机。其中工程材料的变革和力学理论的发展起

着最为重要的推动作用。现代土木工程早已不是传统意义上的砖瓦灰砂石，而是由新理论、新技术、新材料、新工艺、新方法武装起来的为众多领域和行业不可或缺的大型综合性学科，一个古老而又年轻的学科。

综上所述，土木工程是一个历史悠久、生命力强、投入巨大、对国民经济具有拉动作用、专业覆盖面和行业涉及面极广的一级学科和大型综合性产业，为它编写一套集新颖性、实用性和科学性为一体的“简明系列专辑”，既是社会的召唤和需求，也是我们的责任和义务。

清华大学土木工程系是清华大学建校后成立最早的科系之一，历史悠久，实力也比较雄厚，有较强的社会影响和较广泛的社会联系，组编一套“简明土木工程系列专辑”，既是应尽的责任也是一份贡献，但面对土木工程这样一个覆盖面极广的一级学科，我们组编实际起两个作用：其一是组织工作，组织广大兄弟院校及设计施工部门的专家和学者们编写；其二是保证质量的作用，我们有一个较为完善的专家库，必要时请专家审阅、定稿。

简明土木工程系列专辑包括以下几层含义：简明，就是避免不必要的理论证明和繁琐的公式推导，采用简洁明快的表述方法，图文并茂，深入浅出，浅显易懂；系列，指不是一本书而是一套书，这套书力争囊括土木工程涵盖的各个次级学科和专业；专辑，就是以某个特定内容编辑成册的图书，每本书的内容可以是某种结构的分析与计算，某个设计施工方法，一种安装工艺流程，某种监测判定手段，一个特定的行业标准，等等，均可独立成册。

这套丛书不称其为“手册”而命名为“系列专辑”，原因之一是一些特定专题不易用手册的方法编写；原因之二是传统的手册往往“大而全”，书厚且涉及的技术领域多，而任何一个工程技术人员在某一个阶段所从事的具体工作又是针对性很强的，将几个专业甚至一个项目的某个阶段集中在一本“大而全”的手册势必造成携带、查阅上的不方便，加之图书的成本过高，编写机构臃肿，组织协调困难，出书及再版周期过长，以致很难反映现

代技术飞速发展、标准规范规程更新速度太快的现实。考虑到这些弊端,这套系列专辑采用小开本,在选题上尽量划分得细一些,视专业、行业、工种甚至流程的不同,能独立成册的绝不合二为一,每本书原则上只讨论一个专题,根据专题的性质和特点有的书名仍冠以“手册”两字。

这套系列专辑的编写严格贯彻“新颖性、实用性、科学性”三大原则。

新颖性,就是充分反映有关新标准、新规程、新规范、新理论、新技术、新材料、新工艺、新方法,老的、过时的、已退出市场的一律不要。体现强劲的时代风貌。

实用性,就是避免不必要的说理和冗长的论述,尽可能从实用的角度用简洁的语言以及数据、表格、曲线图形来表述;深入浅出,让人一看就懂,一懂能用;不是手册,胜似手册。

科学性,就是编写内容均有出处,参考文献除国家标准、行业标准、地方标准必须列出以外,尚包括引用的论文、专著、手册及教科书。

这套系列专辑的读者对象是比较宽泛的,它包括大专院校师生,土木工程领域的管理、设计、施工人员,以及具有一定阅读能力的建筑工人。它既可作为土建技术人员随身携带及时查阅的手册,又可选作大专院校、高职高专的教材及专题性教辅材料。

崔京浩

2005年10月于清华园

崔京浩,男,山东淄博人。1960年清华大学土建系毕业,1964年清华大学结构力学研究生毕业,1986~1988年赴挪威皇家科学技术委员会做博士后,从事围岩应力分析的研究。先后发表论文150多篇,编著专业书4本,参加并组织编写巨著《中国土木工程指南》,任编辑办公室主任,并为该书撰写绪论;主持编写由清华大学土木工程系组编的“土木工程新技术丛书”和“简明土木工程系列专辑”,并任主编。曾任清华大学土木系副系主任,现为中国力学学会理事,《工程力学》学报主编,享受国务院特殊津贴。

前 言

随着建筑事业的蓬勃发展,所遇到的基础工程问题日益增多、日益复杂,如何将所学的计算机知识与基础工程的设计和计算结合起来解决复杂的实际工程问题,是本书的主要目的之一。本书反映了作者多年教学 and 实际工程经验,并采用了国家颁布的有关基础设计的最新规范和规程。本书各章均配有相应的程序界面和工程实例,并在章后附有源程序,所有程序代码均由 Visual Basic6.0 编写。本书为读者提供了一个浅基础工程设计的平台,读者可以在此基础上添加或引用程序中的有关窗体、模块和子程序,形成自己特色的工程设计程序。

本书系统地给出了浅基础工程设计的计算方法,并提供了相应的计算界面和计算程序。全书内容共分六部分,主要包括:浅基础设计的基本原理、扩展基础及程序设计、柱下条形基础及程序设计、柱下交梁基础及程序设计、片筏基础及程序设计和箱形基础及程序设计等。其中,第1章由张艳萍、杨辉完成,第2章由王维玉、张艳萍完成,第3章由丁继辉、张建平完成,第4章由李军、洪毅完成,第5章由王谊、刘海军完成,第6章由丁继辉完成。书中所有程序的界面设计和程序代码由丁继辉、王维玉、麻玉鹏和李军设计并编制,读者可到中国水利水电出版社网站的下载中心下载,网址:<http://www.waterpub.com.cn>。

本书在完成的过程中,引用了许多专家、学者的科研成果,由于篇幅所限,文献目录未能全部列出,在此一并表示衷心的感谢。

限于作者水平,书中不妥之处,恳请读者批评指正。

作 者

2006 年 11 月

出版者的话

尊敬的读者：

为适应国家建设发展的需要，为及时反映有关“新标准、新规程、新规范、新理论、新技术、新材料、新工艺、新方法”，为有志于在土木工程领域传播和推广科学技术知识的人士构筑学术出版平台，为渴求知识的读者在工作实践中的学习交流和继续教育创造机会，由中国水利水电出版社和知识产权出版社与清华大学土木工程系联手，倾力推出的“简明土木工程系列专辑”中的第一批出版物正式与您见面了。

在此，我们特别感谢您对本套专辑的热切关注。

为使您对本套专辑有更多的了解，以下一并列出2006年和2007年两年内本套专辑即将陆续出版的图书。如果您有什么要求，有什么意见和建议，真诚地希望和欢迎您随时与我们取得联系。具体联系方式详见版权页上的E-mail地址。

再次感谢您对本套专辑的支持与厚爱！

“简明土木工程系列专辑”

系列出版物

- | | |
|---------------|--------------------|
| 伟大的土木工程 | 结构原理与结构概念设计 |
| 原位测试 | 桥梁施工技术及质量控制 |
| 客运站设计与智能化客运站 | 城市污水处理及回用技术 |
| 建筑消防系统 | 预应力加固法理论与实践 |
| 土坡稳定分析 | 土力学与地基基础应试要点 |
| 建筑装饰材料 | 高层建筑基础实用设计方法 |
| 建筑工程结构荷载学 | 新型建筑防水材料实用手册 |
| 品味钢筋混凝土 | 预应力混凝土圆池结构设计 |
| 轻钢结构新技术 | 拱坝整体地质力学模型试验 |
| 土力学与地基基础 | 建筑施工常见质量问题及对策 |
| 空间钢结构新技术 | 混凝土结构加固实用技术手册 |
| 高性能膨胀混凝土 | 抗氯盐高性能混凝土技术手册 |
| 水泥混凝土及外加剂 | 区域性特殊土的地基处理技术 |
| 水电站设计的新进展 | PKPM 系列程序在土木工程中的应用 |
| 建筑抗震鉴定与加固 | 结构工程师常用计算数据速查手册 |
| 多高层钢结构住宅设计 | 房屋建筑加固实用方法及其新技术 |
| 浅基础设计及程序设计 | 高层建筑结构地震响应的时程分析法 |
| 弹性地基梁板实用计算 | 公路桥涵钢筋混凝土受弯构件的计算 |
| 建筑的灾害与安全设防 | 工程事故与安全·结构裂损机理 |
| 钢-混凝土组合梁设计 | 工程事故与安全·后桩基础时代 |
| 自密实混凝土技术手册 | 工程事故与安全·结构加固技术 |
| 城市生活垃圾处理工程 | 工程事故与安全·典型事故实例 |
| 框架结构的计算与构造 | 工程事故与安全·结构方案论证 |
| 房屋改造工程原理与应用 | 在役桥梁检测、可靠性分析与寿命 |
| 火灾后建筑物鉴定与加固 | 预测 |
| 基础隔震结构设计及施工指南 | 平面结构弹塑性地震响应分析软件 |
| 剪力墙结构的分析与设计 | NDAS2D 及其应用 |
| 钢筋混凝土圆容器设计 | |

目 录

总序

前言

第 1 章 浅基础设计的基本原理..... 1

第 1 节 概述/ 1

第 2 节 基础埋置深度的选择/ 5

第 3 节 地基承载力的确定/ 7

第 4 节 基础底面尺寸确定/ 10

第 5 节 地基变形验算/ 13

第 6 节 地基稳定性验算/ 17

第 7 节 浅基础设计常用计算程序设计/ 18

第 8 节 工程实例/ 21

第 9 节 小结/ 32

第 10 节 源程序代码/ 33

第 2 章 扩展基础及程序设计 73

第 1 节 刚性基础/ 73

第 2 节 钢筋混凝土扩展基础的构造要求/ 75

第 3 节 墙下条形基础/ 76

第 4 节 柱下独立基础/ 78

第 5 节 扩展基础的程序设计/ 84

第 6 节 工程实例/ 86

第 7 节 小结/ 95

第 8 节 源程序代码/ 95

第 3 章 柱下条形基础及程序设计..... 108

第 1 节 构造要求/ 108

第 2 节 柱下条形基础的设计步骤/ 109

第 3 节 简化计算方法/ 111

第 4 节 弹性地基梁的解析解法/ 112

第 5 节	弹性地基梁的有限元解法 / 119	
第 6 节	弹性地基梁的有限差分法 / 124	
第 7 节	配筋计算 / 128	
第 8 节	柱下条形基础的程序设计 / 129	
第 9 节	工程实例 / 130	
第 10 节	小结 / 142	
第 11 节	源程序代码 / 143	
第 4 章	柱下交梁基础及程序设计	165
第 1 节	概述 / 165	
第 2 节	柱下交梁的设计计算 / 165	
第 3 节	柱下交梁基础的程序设计 / 169	
第 4 节	工程实例 / 170	
第 5 节	小结 / 179	
第 6 节	源程序代码 / 179	
第 5 章	片筏基础及程序设计	197
第 1 节	构造要求 / 197	
第 2 节	片筏基础的设计计算 / 198	
第 3 节	片筏基础的内力计算 / 199	
第 4 节	片筏基础的程序设计 / 202	
第 5 节	工程实例 / 203	
第 6 节	小结 / 211	
第 7 节	源程序代码 / 212	
第 6 章	箱形基础及程序设计	223
第 1 节	构造要求 / 223	
第 2 节	箱形基础的设计计算 / 224	
第 3 节	箱形基础的程序设计 / 227	
第 4 节	工程实例 / 228	
第 5 节	小结 / 232	
第 6 节	源程序代码 / 232	
参考文献		247
主要作者简介		251

第1章 浅基础设计的基本原理

第1节 概 述

地基为支承基础的土体或岩体。基础为将结构所承受的各种作用传到地基上的结构组成部分。基础是连接工业与民用建筑上部结构或桥梁墩、台与地基之间的过渡结构。基础的作用是将上部结构承受的各种荷载安全传递至地基，并使地基在建筑物允许的沉降变形值内正常工作。地基基础设计必须坚持因地制宜、就地取材、保护环境和节约资源的原则，根据岩土工程勘察资料，综合考虑结构类型、材料情况与施工条件等因素，精心设计，以保证基础工程安全可靠、经济合理。

地基分为天然地基和人工地基。未经加固处理的地基称为天然地基；用换土、夯实、化学加固、加筋技术等方法加固处理的地基称为人工地基。基础一般按埋置深度，施工方法为有浅基础和深基础。荷载相对传至浅部受力层，采用普通基坑开挖，敞坑排水施工方法，基础埋置深度一般小于5m的浅埋基础称为浅基础，如砖混结构的墙下条形基础、柱下单独基础、柱下交梁基础、筏形基础，高层结构的箱形基础等。采用较复杂的施工方法埋置深度一般大于5m的基础称为深基础，如桩基础、沉井基础、地下连续墙等。在天然地基上的浅基础，一般施工简单、经济；人工地基或深基础，往往工期长、造价高。因此，在保证建筑物安全可靠的条件下，应优先选用天然地基上浅基础的设计方案。

1.1 地基基础的设计等级

《建筑地基基础设计规范》（GB 50007—2002）根据地基复

杂程度、建筑物规则和功能特征以及由于地基问题可能造成建筑物破坏或影响正常使用的程度,将地基基础设计分为三个设计等级,设计时应根据具体情况,按表 1.1 选用。

表 1.1 地基基础设计等级

设计等级	建筑 and 地基类型
甲级	重要的工业与民用建筑 30 层以上的高层建筑 体型复杂,层数相差超过 10 层的高低层连成一体的建筑物 大面积的多层地下建筑物(如地下车库、商场、运动场等) 对地基变形有特殊要求的建筑物 复杂地质条件下的坡上建筑物(包括高边坡) 对原有工程影响较大的新建建筑物 场地和地基条件复杂的一般建筑物 位于复杂地质条件及软土地区的 2 层及 2 层以上地下室的基坑工程
乙级	除甲级、丙级以外的工业与民用建筑物
丙级	场地和地基条件简单、荷载分布均匀的 7 层及 7 层以下民用建筑及一般工业建筑物;次要的轻型建筑物

1.2 地基基础的设计规定

根据建筑物地基基础设计等级及长期荷载作用下地基变形对上部结构的影响程度,地基基础设计应符合下列规定:

(1) 所有建筑物的地基计算均应满足承载力计算的有关规定。

(2) 设计等级为甲级、乙级的建筑,均应按地基变形设计。

(3) 表 1.2 所列范围内设计等级为丙级的建筑物可不作变形验算,如有下列情况之一时,仍应作变形验算:

1) 地基承载力特征值小于 130kPa,且体型复杂的建筑。

2) 在基础上及其附近有地面堆载或相邻基础荷载差异较大,可能引起地基产生过大的不均匀沉降时。

3) 在软弱地基上,存在偏心荷载时。

4) 相邻建筑距离过近,可能发生倾斜时。

表 1.2 可不作地基变形计算的丙级建筑物范围

地基主要受力层情况	地基承载力特征值 f_{ak} (kPa)		$60 \leq f_{ak}$ <80	$80 \leq f_{ak}$ <100	$100 \leq f_{ak}$ <130	$130 \leq f_{ak}$ <160	$160 \leq f_{ak}$ <200	$200 \leq f_{ak}$ <300
	各土层坡度 (%)		≤ 5	≤ 5	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10
建筑类型	砌体承重结构、 框架结构 (层数)		≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 6	≤ 6	≤ 7
	单层 排架 结构 (6m 柱距)	吊车额定 起重量 (t)	5~10	10~15	15~20	20~30	30~50	50~100
		厂房跨度 (m)	≤ 12	≤ 18	≤ 24	≤ 30	≤ 30	≤ 30
		吊车额定 起重量 (t)	3~5	5~10	10~15	15~20	20~30	30~75
		厂房跨度 (m)	≤ 12	≤ 18	≤ 24	≤ 30	≤ 30	≤ 30
	烟囱	高度 (m)	≤ 30	≤ 40	≤ 50	≤ 75		≤ 100
	水塔	高度 (m)	≤ 15	≤ 20	≤ 30	≤ 30		≤ 30
		容积 (m ³)	≤ 50	50~100	100 ~200	200 ~300	300 ~500	500 ~1000

- 注 1. 地基主要受力层系指条形基础底面下深度 $3b$ (b 为基础底面宽度), 独立基础下为 $1.5b$, 且厚度均不小于 5m 的范围 (二层以下一般的民用建筑除外)。
2. 地基主要受力层如有承载力特征值小于 130kPa 的土层时, 表中砌体承重结构的设计, 应符合《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2002) 第 7 章的有关要求。
3. 表中砌体承重结构和框架结构均指民用建筑, 对于工业建筑可按厂房高度、荷载情况折合成与其相当的民用建筑层数。
4. 表中吊车额定起重量、烟囱高度和水塔容积的数值系指最大值。

5) 地基内有厚度较大或厚薄不均匀的填土, 其自重固结未完成时。

(4) 对经常承受水平荷载作用的高层建筑、高耸结构和挡土墙等, 以及建造在斜坡上或边坡附近的建筑物等, 尚应验算其稳定性。

(5) 基坑工程应进行稳定性验算。

(6) 当地下水埋藏较浅, 建筑地下室或地下构筑物存在上浮问题时, 尚应进行抗浮计算。

基础内力计算是根据基础顶面作用的荷载与基础底面地基的反力作为外荷载, 运用静力学、结构力学的方法进行求解。荷载组合要考虑多种荷载同时作用在基础顶面, 又要按承载力极限状态和正常使用状态分别进行组合, 并取各自最不利组合进行设计计算。一般荷载效应组合的规定如下:

(1) 确定基础底面积及埋深时, 传至基础底面上的荷载效应应采用按正常使用极限状态下荷载效应的标准组合。相应的抗力应采用地基承载力特征值。

(2) 计算地基变形时, 传至基础底面上的荷载效应应采用按正常使用极限状态下荷载效应的准永久组合, 不应计入风荷载和地震作用。相应的限值应为地基变形允许值。

(3) 验算地基稳定性时, 传至基础底面上的荷载效应应按承载力极限状态下荷载效应的基本组合; 但其分项系数均为 1.0。

(4) 确定基础高度、内力和验算材料强度时, 传至基础底面上的荷载效应应按承载力极限状态下荷载效应的基本组合, 采用相应的分项系数。

当需要验算基础裂缝宽度时, 应按正常使用极限状态荷载效应标准组合。

(5) 基础设计安全等级、结构设计使用年限、结构重要性系数应按有关规范采用, 但结构重要性系数 γ_0 不应小于 1.0。

1.3 浅基础的设计步骤

天然地基上的浅基础设计和计算, 既要保证基础本身有足够的强度和稳定性, 同时又要考虑地基的强度、稳定性及变形条件, 其主要设计步骤如下:

(1) 选择基础的材料、类型和平面布置。

(2) 选择基础的埋置深度。