

China Architecture & Building Press

5

An Anthology
Of Residential

Housing Design

住宅设计
资料集

《住宅设计资料集》编委会
中国建筑工业出版社

TU241-67

291

5-

5

Of Residential

住宅设计

Housing Design

资料集

《住宅设计资料集》编委会

中国建筑工业出版社

(京)新登字 035 号

图书在版编目 (CIP) 数据

住宅设计资料集(5)/《住宅设计资料集》编委会编.
-北京: 中国建筑工业出版社, 1999

ISBN 7-112-03757-3

I. 住… II. 住… III. 住宅-建筑设计-资料 IV.
TU241

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 13658 号

责任编辑 常燕

AN ANTHOLOGY OF RESIDENTIAL HOUSING DESIGN

住宅设计资料集

5

《住宅设计资料集》编委会

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京市兴顺印刷厂印刷

开本: 880×1230 毫米 1/16 印张: 27³/₄ 字数: 877 千字

1999 年 6 月第一版 1999 年 6 月第一次印刷

印数: 1—8000 册 定价: 74.00 元

ISBN 7-112-03757-3
TU·2900 (9060)

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)

本书是《住宅设计资料集》的第五分册，为住宅工程施工部分。

本施工分册较以往施工手册类书籍所涉及的工程施工面更宽，并以住宅施工为主要对象，内容涵盖了地基处理、土方工程、工程测量、模板工程、钢筋工程、混凝土工程、预应力工程、砌筑工程、垂直运输机械、脚手架工程、防水工程、装饰工程、住宅电照、管道工程、工程招标承包、施工组织以及工程造价等多方面内容。在具体编写中溶入了我国最新的规范标准要求、最新的施工技术以及最新的组织管理等内容，使本分册内容新、涉及面广，具有一定的实用性。

This is one of the anthology of residential housing design concerning residential project construction.

This book involves more content of construction than all the preceding construction manuals, whose main content is residential construction, including Ground treatment, Earthwork, Engineering survey, Formwork, Reinforcement work, Concrete works, Prestress works, Masonry works, Vertical-transporting equipment, Scaffolding work, Waterproofing work, Decoration work, Electric lighting of residence, Pipework, Bidding contract of works, Construction management, Construction cost, and so on. In addition, this book conforms to the latest code and incorporates the latest construction technology and management, which make this book have the following features: new content, wide range, and great practicality.

《住宅设计资料集》

总编委员会

顾 问

叶如棠

(以下按姓氏笔画为序)

丁大钧 来增祥 陆耀庆 郑光复 赵志缙
赵冠谦 姜文源 洪太杓 唐念慈 宰金珉

总 主 编

陈德文

副总主编

(按姓氏笔画为序)

于 婧 朱象清 刘慈慰 汪 杰 陆伟良
陈华发 赵冠谦 班 焯 郭正兴 常 燕

编 委

(按姓氏笔画为序)

于 婧 朱象清 刘金祥 刘慈慰 孙伟民 孙建民 汪 杰
沈 杰 陆伟良 陈立民 陈华发 陈德文 赵冠谦 侯善民
班 焯 郭正兴 梅 凯 常 燕 梁书亭 曾西痕 樊德润

主编单位

南京市民用建筑设计研究院

5 《住宅工程施工资料集》

分编委员会

顾 问

赵志缙 同济大学

主 编

郭正兴 东南大学

副 主 编

沈 杰 东南大学

李维滨 东南大学

责任编辑

常 燕

技术设计

于佳瑞

《住宅工程施工资料集》

编写单位和编写人员

项 目	编写单位	编写人员
地基处理	南京测绘勘察研究院 河海大学 东南大学	樊有维 刘汉龙 顾长存 李维滨
土方工程	南京建筑工程学院 南京市政勘察设计院 东南大学	李俊才 樊有维 李维滨
桩基础工程	东南大学	李维滨
工程测量	东南大学	胡伍生
模板工程	东南大学	郭正兴
钢筋工程	中建八局三公司	汪仲琦
混凝土工程	南京第一建筑构件厂 东南大学	刘立新 刘家彬
预应力工程	东南大学	郭正兴
砌筑工程	扬州大学	殷为民
垂直运输机械	南京第一建筑工程公司	杜 靖
脚手架工程	锡山市建设委员会	陈亚平
防水工程	南京市民用建筑设计研究院	孙家齐
装饰工程	扬州大学	殷为民
住宅电照	锦州市建筑工程质量监督站	刘宝珊
管道工程	辽宁省地矿厅 重庆建筑专科学校 沈阳市煤气工程公司	黄剑敌 郎嘉辉 尹效文
工程招标承包	东南大学	沈 杰
施工组织	东南大学	陆惠民 沈 杰
工程造价	东南大学	沈 杰

序

住宅作为人类直接生存的空间与环境，与人民生活最为密切。改善人民居住条件是我国党和政府最为关注的问题。国务院领导最近指出，加快住房建设特别是加快经济适用型住房建设，是本世纪末人民生活实现小康的关键，是刺激国内有效需求，拉动经济增长的重要措施。因此，加快住房建设，不仅决定着本世纪末小康居住水平的实现，而且与我国经济的持续快速增长密切相关。

近十余年来，我国住宅建设在发展速度和技术提高方面取得前所未有的成就，但要使全体城镇居民达到小康居住水平进而实现住宅产业的现代化还要做出极大的努力。为了满足人民群众日益增长的住房需求，在今后相当长的时期里，我们既要保持较大规模的住宅建设量，还必须下大力气提高住宅整体水平（包括工程质量、科技含量、功能质量、环境质量、服务质量的提高）。这里的关键是住宅设计。设计水平上不去，什么质量都落空。

尽管这些年来我们在住宅建筑设计方面有了一定的进步，不少城市涌现出一些优秀的住宅小区和住宅单体，突破了“千城一面”、“几十年一贯制”的沉闷局面，但与汪洋大海般的平庸设计相比，仍势单力薄成不了气候。在经济市场化、住宅商品化的趋势下，建筑师、工程师们应以对每一住户高度负责的态度，精心创作、刻意求新，努力营造和谐、安祥、舒适、优美的文明居住环境。但光有设计者的努力还远远不够。开发商（投资者）的深谋远虑、开明豁达往往是设计成功的前提；而承包商（施工单位）的精心施工又是使一切美好蓝图得以实现的基础；现代化住宅产业的形成还要无数企业和科研院所投入新产品、新技术的开发，而这些新产品、新技术又有赖于设计者及时运用到住宅设计中去。中国住宅建设的明天要靠广大建设者去共同创造。

5卷本的《住宅设计资料集》，经各位专家的辛勤劳作，三易其稿，修编两年，今天终于和广大读者见面了。希望这对中国住宅设计水平的提高会有所贡献，也希望通过实践，不断完善充实，使《住宅设计资料集》成为住宅建设者案头必备工具书，在住宅建设中发挥更大作用。



前 言

自古以来,衣、食、住、行是人类赖以生存的必需的物质条件。住宅——从古代“掘土为穴”的“穴居”、“构木为巢”的“巢居”,到现代的高楼别墅——作为城市的起源和主体,都是人类休养生息的主要场所。故人类对住宅向来都有一种强烈的渴望和企求。谁不想有一个家?谁不想拥有一套适用、舒适、温馨而美丽的住宅!从古至今,人们在住宅建筑上也费尽心机,世界上各类不同风格的住宅无不反映出各民族的习俗和智慧,成为人类历史文化的重要组成部分。

随着我国社会主义市场经济的发展,人民生活水平不断提高,住宅建设已成为国民经济的支柱产业和新的增长点,也是建设系统今后一个时期的重点工作;而住宅由“福利”转为“商品”正在成为城市居民的消费热点,住宅的套型、面积、层次、朝向、环境、设备、装饰、物业管理……等的优劣成为消费者和开发商共同关注的焦点。由此对住宅的规划、设计、装饰和施工提出了更高的要求,建筑师、工程师和其它专业技术人员该如何设计建造现代化的住宅以满足居民对高质量住宅的需求,成为目前建筑业的主要问题。为此,中国建筑工业出版社于1996年12月委托南京市民用建筑设计研究院主持,组织编撰出版一套“内容丰富、技术先进、实用简明、印装精美”的综合性大型工具书——《住宅设计资料集》,供广大设计、施工人员参考、借鉴和使用,以适应当前住宅建设的需要。

受中国建筑工业出版社委托由南京市民用建筑设计研究院承担组织工作,邀请陈德文教授级高级工程师任总主编,并邀请全国从事设计、科研、教学、施工、管理的二十多名专家组成总编委员会,邀请建设部叶如棠副部长和知名专家丁大钧等十名教授担任总编委员会顾问。组织了全国各地近百名专家和教授参加了本套书的编写、审查工作。

1997年1月18日~19日在南京召开了《住宅设计资料集》第一次编委会,会议讨论了该套书的编写原则、编写计划和程序,确定了各分册的书名、篇幅和主编人选,提出和协调了各分册的编写设想。

1997年11月29日在南京召开了第二次编委会,着重研究了电脑排版的版式设计问题及如何提高书稿的内容质量等问题。检查了各分册编写的内容完成情况,并对有关章节的内容衔接(如遗漏、重复等)进行了协调。

1998年8月1日~2日在南京召开了第三次编委会和联合审稿会。会上各分册主编汇报了各分册的编写情况及需要协调的问题,并分组对稿件

进行了审查,各分册的顾问丁大钧、唐念慈、郑光复、来增祥、赵冠谦、宰金珉、陆耀庆等教授结合国内外住宅建设和国际交流情况,对资料集的编撰提出了许多新的重要建议,要求各位主编和副主编对书稿的内容进行调整、补充。

《住宅设计资料集》共五卷,分列如下:

1.《住宅建筑设计资料集》

主 编 班 焯 中国建筑技术研究院

2.《住宅结构设计资料集》

主 编 陈德文 南京市民用建筑设计研究院

3.《住宅设备设计资料集》

主 编 陆伟良 南京建筑工程学院

副主编 孙建民(电气) 南京建筑工程学院

副主编 梅 凯(给排水) 南京建筑工程学院

副主编 刘金祥(采暖通风) 南京建筑工程学院

副主编 曾西痕(燃气) 南京市民用建筑设计研究院

4.《住宅装饰设计资料集》

主 编 于 婧 同济大学

5.《住宅工程施工资料集》

主 编 郭正兴 东南大学

五卷专辑组合成一套综合性的大型工具书,范围涉及国内外,内容涵盖设计(建筑、结构、设备、装饰)和施工的各个方面,既有住宅小区规划,又有住宅单体设计;既有低层、多层住宅,又有高层住宅,并适当拓展及与此相关的各项技术。作为资料集,汇集了各种行之有效的设计方案、计算方法、构造做法、施工技术措施等。各专业技术依据现行标准规范,注重现实的实用性,又适当超越前瞻。凡国内普遍采用的优秀设计方案、施工方法,国外可资借鉴的住宅设计新形式、新技术均纳入其中。

该套“资料集”涉及专业多,各分册内容取舍上以本专业表达清楚、明确、使用方便为原则,既保持各分册的独立性、专业的系统性,又要考虑各分册之间相关专业的互补性,使整套图书的内容在深度和广度上协调一致。

本“资料集”的技术内容、名词术语完全符合国家或行业的现行标准、规范。超越标准、规范规定的,各地成熟的经验和习惯做法也作了适当介绍。计量单位全部使用法定计量单位。

作为工具书,在编写方式上,以图表为主,文字力求条文化,数据力

求表格化，不作理论、原理、公式的讨论和推导，力求做到简明、适用、查阅方便。

本书的读者对象是建筑设计（建筑、结构、设备、装饰）、施工及房地产开发行业中的技术人员和管理人员，也可供大专院校师生、科研单位的技术人员和政府管理部门的有关人员参考。

参加本“资料集”编写的作者、审稿人，都是在各自的学科领域享有一定声誉的专家教授，平时也都担任了繁重的设计、施工、科研和管理任务，参加本“资料集”的编写，几乎全部利用业余时间，由于时间紧、任务重，往往挑灯奋战到夜尽更阑，尤其是各位主编、副主编更是为此书呕心沥血，付出了艰辛的劳动。但因我们经验不足、水平有限，加之交稿时间紧迫，错误在所难免，我们热切期望使用本书的读者赐予斧正。具体意见请寄南京市民用建筑设计研究院（210004）陈德文收。

本“资料集”在编写过程中除得到南京市民用建筑设计研究院的全力支持外，还得到江苏省建设委员会、南京市建设委员会、南京市房产管理局、中国建筑技术研究院、东南大学、同济大学、南京建筑工程学院、南京市建筑设计研究院、江苏省建筑设计研究院、南京华夏实业有限公司、上海冠龙阀门集团公司等单位在人力、物力、财力上的支持和资助，同时得到全国各地许多单位和专家的支持，帮助审阅、提供信息资料并提出宝贵意见和建议。对以上为本“资料集”的编写出版作出贡献的所有单位和个人在此一并鸣谢！

安得广厦千万间，让人民安居得欢颜！若能借此为国家的住宅设计、施工和建设尽一点绵薄之力，其愿足矣！

《住宅设计资料集》总编委员会

目 录

序			
前言			
1			
地基处理			
换填法施工	1		
深层搅拌桩施工	6		
高压喷射注浆法			
施工	11		
振冲法施工	18		
预压法施工	21		
强夯法施工	27		
托换法施工	30		
2			
土方工程			
降低地下水	42		
基坑支护工程	50		
土方开挖与回填	87		
3			
桩基础工程			
灌注桩施工	92		
钢筋混凝土预制桩			
施工	112		
4			
工程测量			
施工测量概述	137		
建筑施工控制			
测量	140		
多层住宅施工			
测量	144		
高层住宅施工			
测量	146		
变形观测	150		
竣工总平面图			
编绘	153		
5			
模板工程			
模板工程材料	154		
模板工程设计	163		
各种构件施工			
模板构造	166		
模板安装与拆除	189		
6			
钢筋工程			
钢筋材料进场	191		
钢筋加工	193		
钢筋焊接	195		
钢筋机械连接	202		
钢筋安装	204		
7			
混凝土工程			
混凝土制备	208		
混凝土运输	223		
混凝土浇筑	226		
混凝土养护	230		
混凝土质量检查	235		
冬期施工	237		
8			
预应力工程			
预应力材料	240		
预应力机具设备	246		
后张法预应力			
施工	248		
先张法预应力			
施工	255		
土建配合要求、			
工程验收	257		
9			
砌筑工程			
砌体材料准备与			
运输	258		
砖砌体施工	259		
小型砌块施工	261		
10			
垂直运输机械			
塔式起重机	263		
施工电梯	273		
11			
脚手架工程			
概述	274		
外脚手架	275		
里脚手架	288		
脚手架设计计算	289		
安全技术	295		
12			
防水工程			
屋面防水要求及材料			
选用	296		
卷材防水屋面			
施工	304		
涂膜防水屋面			
施工	311		
刚性防水屋面			
施工	316		
保温隔热屋面			
施工	319		
13			
装饰工程			
抹灰工程	322		
饰面工程	325		
涂料和裱糊工程	327		
玻璃幕墙	329		
14			
电照工程			
配管材料选择	333		
配线材料选择	334		
开关盒设置	335		
插座盒设置	336		
灯位盒、中间接线盒			
设置	337		
照明配电箱设置	338		
暗配管	339		
管内穿线、导线连			
接	343		
照明器具、配电箱			
安装	345		
接地装置安装	348		
防雷引下线、避雷			
带	350		
15			
管道工程			
公共	354		
室内给水管道	359		
室内排水管道	362		
卫生设备安装	364		
室内消防	368		
室内供热管道	370		
通风与空调	373		
燃气管道安装	377		
16			
施工招标承包			
建设管理的基本概			
念	382		
施工招投标的一般			
概念	384		
施工招标程序	385		
施工投标程序	386		
施工合同的一般			
概念	387		
合同双方的一般			
责任	388		
施工合同的主要			
条款	389		
17			
施工组织			
施工组织设计			
概述	392		
施工方案的确定	394		
流水施工组织	396		
施工进度计划	401		
网络计划	405		
施工平面图	411		
单位工程施工组织			
设计说明	417		
18			
工程造价			
工程造价概述	418		
建筑面积计算	421		
工程量计算及其项			
目	422		
造价参考资料	428		
名词索引	430		
参考文献	432		

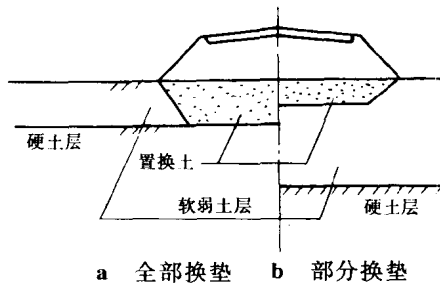
CONTENTS

Foreword			
Perface			
1			
Ground treatment			
Earth-changing construction method	1		
Deep agitating pile construction	6		
High-pressure gunite construction method	11		
Vibratory drilling construction method	18		
Precompressing construction method	21		
Powerful ramming construction method	27		
Underpinning construction method	30		
2			
Earthwork			
Ground-water lowering	42		
Base pit's supporting engineering	50		
Earth excavation and backfilling	87		
3			
Pile foundation work			
Compresol pile construction	92		
Precast feinforced concrete pile construction	112		
4			
Engineering survey			
Summary of construction survey	137		
Construction control survey	140		
Construction survey of multiplestory residence	144		
Construction survey of highrise residence	146		
Deformation observation	150		
Drawing of overall completion site plan	153		
5			
Formwork			
Formwork materials	154		
Formwork designing	163		
Form construction of various members of structure	166		
Form installation and removal	189		
6			
Reinforcement work			
Marching into site of reinforcement materials	191		
Reinforcement processing	193		
Reinforcement welding	195		
Mechanical connection of reinforcement	202		
7			
Concrete works			
Concrete preparation	208		
Concrete transit	223		
Concrete depositing	226		
Concrete curing	230		
Concrete quality inspection	235		
Construction in winter	237		
8			
Prestress works			
Prestress materials	240		
Prestressing mechanical system	246		
Post-tensioned prestressing construction	248		
Pretensioned prestressing construction	255		
Demand of mixture and acceptance of works	257		
9			
Masonry works			
Preparation and transportation of masonry materials	258		
Brickwork construction	259		
Small block construction	261		
10			
Vertical-transporting equipment			
Tower crane	263		
Construction elevator	273		
11			
Scaffolding work			
Summary	274		
Outer scaffold	275		
Inner scaffold	288		
Scaffold designing	289		
Safety technology	295		
12			
Waterproofing work			
Waterproofing demand and material selection of roof	296		
Construction of roll waterproofing roof	304		
Construction of waterproofing roof under film coating	311		
Construction of rigid waterproofing roof	316		
Construction of heat-insulating roof	319		
13			
Decoration work			
Rendering work	322		
Facing work	325		
Paint and past work	327		
Glass curtain wall	329		
14			
Electric lighting of residence			
Material selection of matching pipe	333		
Wiring material selection	334		
Installation of switch box	335		
Installation of socket box	336		
Installation of intermediate wiring box of lighting position box	337		
Setting of lighting distribution cabinet embedded distribution pipe	338		
embedded distribution pipe	339		
Conduct wiring and wire connection	343		
Installation of illuminating apparatus and lighting distribution box	345		
Installation of ground apparatus	348		
Lighting leading-down wire and lighting belt	350		
15			
Pipework			
Public pipeline	354		
Interior water supply			
pipeline	359		
Interior drainage pipeline	362		
Sanitary equipment installation	364		
Interior fire protection	368		
Interior heating duct	370		
Ventilation and air conditioning	373		
Gas duct installation	377		
16			
Bidding contract of works			
Enforcement procedure of works	382		
General concept of competitive bidding and tender of construction	384		
Procedure of calling for bids of construction	385		
Bidding procedure of construction	386		
General concept of construction contract	387		
General liability of both contracting sides	388		
Main item of construction contract	389		
17			
Construction management			
Summary of construction management plan	392		
Determination of construction scheme	394		
Flow process of construction	396		
Detailed construction schedule	401		
Network schedule	405		
Construction plan	411		
Explanation of unit project's construction organizing	417		
18			
Construction cost			
Calculation method of construction cost	418		
Calculation of construction work	420		
Calculation item of subdivisional work	422		
Reference index of construction cost	428		
Index	430		
Bibliography	432		

概述

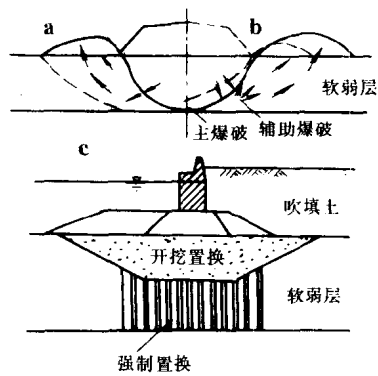
当软弱土地基的承载力和变形满足不了建筑物的要求，而软弱土层的厚度又不是很大时，将基础底面下处理范围内的软弱土层部分或全部挖去，然后分层换填强度较大的砂、碎石、素土、灰土、高炉干渣、粉煤灰或其它性能稳定、无侵蚀性的材料，并压（夯、振）实至要求的密实度，这种地基处理方法称为换填法。它还包括低洼地域筑高（平整场地）或堆填筑高（道路路基）。

换填法按其置换方式可分为开挖换土垫层法和强制换土垫层法。后者是利用换填土的自重将软土向侧向挤出，只适用于地基土非常软的情况。



a 全部换垫 b 部分换垫

1 换土垫层法示意（道路工程）



a 堆土置换 b 爆破置换 c 强制置换

2 强制换土垫层法示意

不同回填材料形成的垫层，命名为该种材料的垫层，如砂垫层、碎石垫层、素土垫层、干渣垫层和粉煤灰垫层等。其主要作用为：

一、提高地基承载力，减少沉降量

用强度、密实性较大的垫层代替软弱土层，既可提高地基的承载能力，又可减少地基的沉降量，另外，由于垫层对基底压力的扩散作用，也会相应地减少下卧土层的沉降量。

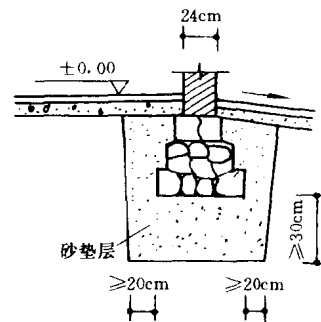
二、加速软弱土层的排水固结

砂或碎石垫层可使基础下的孔隙水压力迅速消散，避免地基土的破坏，还可以加速垫层下浅层软弱土层的固结及强度的提高。

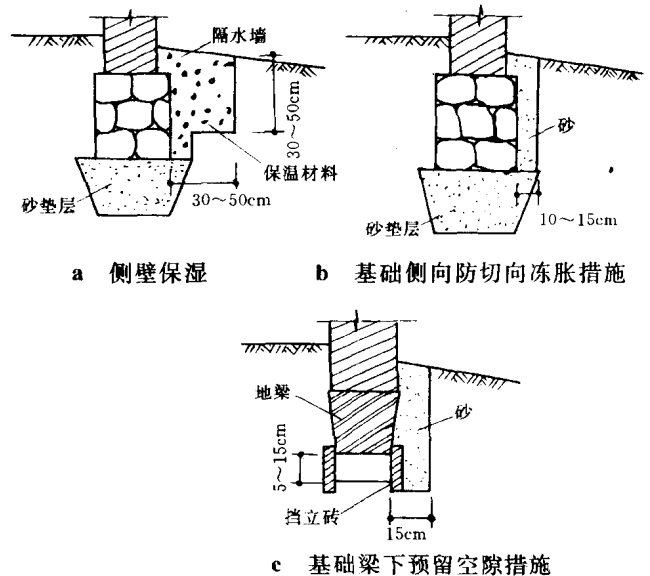
三、消除膨胀土地基上的胀缩作用

可选用砂、碎石、块石、煤渣、二灰或灰土等作为垫层，厚度一般不少于30cm，且宽度应大于基础宽度，基础两侧应用与垫层相同的材料回填（图3）。

四、防止季节性冻土的冻胀作用（图4）



3 膨胀土地基上换土垫层示意



4 季节性冻土地基上换土垫层示意

五、消除湿陷性黄土的湿陷作用

素土、灰土或二灰垫层可消除1~3m厚黄土层的湿陷性。

六、用于处理暗浜和暗沟的建筑场地

适用于需处理范围较大，深度不大，土质较差情况。

地基处理[1]换填法施工

换填材料要求

一、砂或砂(碎)石垫层

宜采用级配良好,质地坚硬的粒料(如中粗砂),不均匀系数宜 ≥ 10 ,可掺适量且均匀的碎(卵)石。细砂宜掺入30%~50%的碎石(含泥量应 $\leq 5\%$),不得含草根、垃圾等有机杂物,且不应夹有过大的石块或碎石(粒径 $\leq 50\text{mm}$)。

二、素土(或灰土、二灰)垫层

宜采用基槽中挖出的土,土料粒径不得大于15mm。2:8和3:7的灰土最佳,通常CaO+MgO所含总量宜达到8%左右。石灰宜过筛使用,粒径 $\leq 5\text{mm}$,不得夹有未熟化的生石灰。垫层不得使用淤泥、耕土、冻土、膨胀土及有机质含量超过8%的土。

三、碎石和矿渣垫层

碎石一般为5~40mm的自然级配,含泥量 $\leq 5\%$ 。大面积垫层多采用不经筛分的高炉混合矿渣,粒径最大不超过200mm;小面积垫层用粒径20~60mm的分级矿渣。在垫层底部,应先设置一层15~30mm厚的中、粗砂垫层,再铺筑碎石或矿渣垫层。

分层铺土厚度、宽度、压实遍数、最优含水量

一、砂(或砂石、碎石)垫层

砂垫层的宽度既要满足应力扩散的要求,又应根据垫层侧面土的容许承载力来确定。垫层顶面每边宜比基础底面大300mm,或从垫层底面两侧向上按当地开挖基坑经验的要求放坡。

砂垫层施工要求在基坑内分层铺砂,然后逐层振实或压实,分层的厚度视振动力的大小而定,一般为150~200mm。每层铺筑厚度不宜超过表1数值。施工时应重叠半板往复振实,由四周逐步向中间推进,每层压实量以50~70mm为宜。经检验合格后,方可进行上层施工。

砂、砂石垫层底面宜在同一标高上,如深度不同,

砂和砂石垫层每层铺筑厚度及最优含水量

项次	捣实方法	每层铺筑厚度(mm)	施工时最优含水量(%)	施 工 说 明	备 注
1	平振法	200~250	15~20	用平板式振动器往复振捣	不宜用于细砂或含泥量较大的砂所铺筑的砂垫层
2	插振法	振捣器插入深度	饱 和	1. 用插入式振捣器,插入间距由振幅大小决定 2. 不应插至下卧粘性土层 3. 插入振捣器完后所留的孔洞,应用砂填实	
3	水撼法	250	饱 和	1. 注水高度应超过每次铺筑面 2. 钢叉摇撼捣实,插入点间距为100mm 3. 钢叉分四齿,间距80mm,长300mm,重40N	湿陷性黄土、膨胀土地区不得使用
4	夯实法	150~200	8~12	1. 木夯或机械夯,木夯重400N,落距400~500mm 2. 一夯压半夯,全面夯实	
5	碾压法	250~350	8~12	60~100kN压路机往复碾压	1. 适用于大面积砂垫层 2. 不宜用于地下水位以下的砂垫层

注:在地下水位以下的垫层其最下层的铺筑厚度可比上表增加50mm。

应挖成踏步或斜坡搭接,各分层搭接位置应错开0.5~1.0m距离,并注意捣实,施工应按先深后浅的顺序进行。

人工级配的砂石垫层,应将砂石拌和均匀后,再铺填捣实。捣实时不要破坏基坑底面和侧面土的强度。对基坑下灵敏度大的地基土,在垫层最下一层宜先铺设一层15~20cm的松砂,只用木夯夯实,不得使用振捣器。采用细砂作为垫层的填料时,应注意地下水的影响,且不宜使用平振法、插振法和水撼法。

水撼法施工时,在基槽两侧设置样桩,控制铺砂厚度,每层为25cm。铺砂后,灌水与砂面齐平,再用钢叉插入砂中摇撼十几次,如砂已沉实,便将钢叉拔出,在相距10cm处重新摇撼,直至一层全部结束,经检查合格后再铺第二层。每铺一次,灌水一次进行摇撼,直至设计标高。

二、素土(或灰土、二灰)垫层

素土、灰土或二灰垫层总称为土垫层。

在非自重湿陷性黄土地基的土垫层上载荷载板为1m²的浸水载荷试验(表2)指出:素土垫层厚度小于1m。

土垫层厚度与湿陷量关系

表2

序号	土垫层尺寸 长×宽×厚 (cm)	垫层材料	基底压力 (kPa)	实测湿陷量 (cm)	与天然地基相比 减小的百分数 (%)
1	200×200×50	素土	200	24.05	38
2	200×200×100*	素土	200	6.49	83
3	200×200×150	素土	200	1.29	97
4	天然地基		200	38.85	
5	210×210×68	素土	200	0.23	99.6
6	200×200×100	灰土	225	0.07	99.9
7	天然地基		200	55.24	

* 此时土垫层厚度与基础底面宽度相同。

的地基湿陷变形仍然较大,且湿陷速率较快,地基所产生的湿陷量主要在1.5倍基础范围内,因此素土垫层厚度不应小于1m。灰土垫层比素土垫层的效果好,因而处理非自重湿陷性黄土地基时,可适当减小其厚度。当设置土垫层是为了消除地基的全部湿陷时,则土垫层的容许承载力应根据其下部各天然土层的湿陷起始压力确定,亦即使天然黄土层所受的压力小于其湿陷起始压力值。

设置在自重湿陷性黄土地基上的土垫层只能消除其上部土层的湿陷性,未经处理的下部土层,仍有可能产生湿陷。因此,其土垫层厚度应大于非自重湿陷性黄土地基上土垫层的厚度,或控制剩余湿陷量不大于20cm,才能取得较好的效果。当控制剩余湿陷量不超过20cm,或需消除地基的全部湿陷性时,土垫层的容许承载力一般采用200kPa。

素土垫层的容许承载力可达200kPa以上,灰土垫层可达300kPa以上。当土垫层以下天然土层的容许承载力较低(如对新近堆积黄土地基)时,土垫层容许承载力的取值应使垫层底部总应力(附加应力与自重应力之和)不超过下卧天然土层的容许承载力。

未经处理的湿陷性黄土地基,在地基土的外荷载作用下受水浸湿发生的湿陷变形,由土的竖向变形和侧向挤出两部分组成。因此,垫层每边超出基础底面的宽度不得小于基础厚度的40%,并不得小于0.5m。整片土垫层每边超出外墙基础的宽度不宜小于基础厚度,并不得小于1.5m。

施工时选用的含水量应接近最优含水量。最优含水量应通过击实试验确定,若缺乏试验资料,可采用 $w_p \pm 2\%$ (w_p 为土的塑限)作为土的施工控制含水量。一般含水量控制在16%左右。工地检验方法是用手将灰土紧握成团,两指轻捏即碎为宜,如水分过多或不足,应晾干或洒水润湿。

灰土应拌和均匀,颜色一致,拌好后及时铺好夯实,不得隔日夯打。

灰土的铺设厚度,可根据不同的施工方法按表1选用。每层灰土的夯打遍数,应根据设计要求的干土重度在现场试验确定。

灰土最大虚铺厚度

表1

项次	夯实机具种类	夯具重量(t)	虚铺厚度(cm)	备注
1	石夯、木夯	0.04~0.08	20~25	人力送夯,落高40~50cm,一夯压半夯
2	轻型夯实机械	—	20~25	蛙式(柴油)打夯机
3	压路机	6~10	20~30	双轮

在地下水位以下的基坑(槽)内施工时,应采取排

水措施。夯实的灰土,在三d内不得受水浸泡,所以灰土垫层打完后,应及时修建基础和回填基坑(槽),或作临时遮盖,防止日晒雨淋。雨天施工时,应采取防雨及排水措施。刚打完毕或尚未夯实的灰土,如遭受雨淋浸泡,则应将积水及松软灰土除去并补填夯实;受浸湿的灰土,应在晾干后再夯打实。

三、碎石和矿渣垫层

施工采用分层压实法。压实可用平板振动法或机械碾压法。小面积宜用平板振动器振实,电动功率大于1.5kW,每层虚铺厚度200~250mm,振捣遍数由试验确定,以达到设计密实度为准。大面积宜采用8~12t压路机,每层虚铺厚度不大于300mm;也可采用振动压路机碾压,碾压遍数可由现场试验确定。

压实方法

一、机械碾压法

机械碾压法是采用压路机、推土机、羊足碾或其他压实机械来压实地基土。此法常用于基坑面积宽大和开挖土方量较大的工程。

在工程实践中,对垫层碾压质量的检验,要求获得填土最大干密度。当垫层为粘性土或砂性土时,其最大干密度宜采用击实试验(击实仪)确定。击实仪锤重为2.5kg,锤底直径50mm,落距460mm。土料粒径小于5mm,分三层夯实,每层击数:砂土和粉土为20击;粉质粘土和粘土为30击。为了将室内击实试验的结果用于设计和施工,必须研究室内击实试验和现场碾压的关系。所有施工参数(如施工机械、铺筑厚度、碾压遍数与填筑时土的含水量等)都必须由工地试验确定。在施工现场相应的压实功下,施工现场所能达到的干密度一般都低于击实试验所得到的最大干密度,由于现场条件终究与室内试验的条件不同,因而对现场应以压实系数 λ_0 与施工含水量进行控制。在不具备试验条件的场合,也可按表2选用。

垫层的每层铺填厚度及压实遍数

表2

施工设备	每层铺填厚度(mm)	每层压实遍数
平碾(8~12t)	200~300	6~8
羊足碾(5~16t)	200~350	8~16
蛙式夯(200kg)	200~250	3~4
振动碾(8~15t)	600~1300	6~8
振动压实机(2t,振动力98kN)	1200~1500	10
插入式振动器	200~500	
平板式振动器	150~250	

地基处理[1]换填法施工

二、重锤夯实法

重锤夯实法是用起重机械将夯锤提升到一定高度，然后自由落锤，不断重复夯击以加固地基。该法可提高地基表层土的强度，一般适用于地下水位距地表0.8m以上稍湿的粘性土、砂土、湿陷性黄土、杂填土和分层填土。当夯击对邻近的建筑物、设备以及施工中的砌筑工程和浇筑混凝土等产生有害影响时，不得采用。

重锤夯实法施工前，一般应在建筑场地附近先行试夯，选定夯锤重量、底面直径和落距、土的最优含水量，以确定最后下沉量及相应的最少夯击遍数和总下沉量。

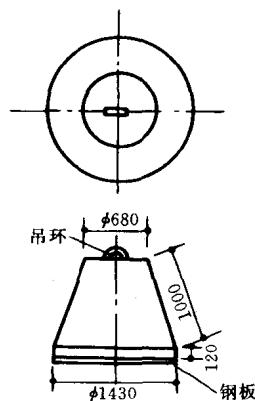
试夯后应挖深井检查试坑内的夯实效果，测定坑底以下2.5m深度内每隔0.25m处夯实土的密实度，与试坑外天然土的密实度相比较。对分层填土应测定每层填土试夯后的最大、最小及平均密实度。试夯结果达不到设计要求时，应适当提高落距，增加夯击遍数，必要时增加锤重，再行选点试夯。

1. 主要机具设备

主要机具设备为起重机、夯锤、钢丝绳和吊钩等。

起重机械可采用履带式起重机、打桩机、装有摩擦绞车的挖土机、龙门架或桅杆式起重机等。当直接用钢丝绳悬吊夯锤时，吊车的起重能力一般应大于锤重的3倍；采用脱钩夯锤时，起重能力应大于锤重的1.5倍。桅杆式起重机等起重设备的机械损耗较小，且机械简单，便于推广。

夯锤的形状宜采用截头的圆锥体，可由C20以上的钢筋混凝土预制而成，底部可填充废铁并设置钢底板以降低锤的重心。夯锤重量宜采用1.5~3.0t，落距一般2.5~4.5m。锤重与底面积的关系应使锤底面的静压力为15~20kPa。



1 夯锤

2. 土的最优含水量

施工时宜控制土的最优含水量，使土粒间有适当的水分滑润，在夯击时易于互相滑动，挤压密实，可获得较大的加固深度，而所需夯击遍数较少。土的最优含水

量可通过试验确定。

施工前应检查基坑（槽）中土的含水量，如需加水，应待水渗入土中一昼夜后方可夯击。如土的表层含水量过大，夯击成软塑状态时，可采取铺撒吸水材料（干土、碎砖、生石灰等）、换土或其它有效措施处理。

分层填土时，应取含水量相当于最优含水量的土料。如含水量太低，可加水调整到最优含水量。每层土铺填后应及时夯实。

3. 夯击遍数

施工时应尽量采用保证夯实的最少夯击遍数，一般可通过现场试夯确定之，夯击遍数通常为8~12遍（同一夯位夯击一下为一遍），而夯密的影响深度约为锤底直径的一倍左右。对于湿和稍湿的、稍密和中密的建筑垃圾，如采用锤重1.5t，底面直径为1.5m，落距3~4m，夯击6~8遍，其影响深度为1.1~1.2m，经过夯密处理后的杂填土地基的容许承载力可达到100~150kPa。

最后下沉量系指夯锤最后二击时地基土表面的平均夯沉量，一般粘性土及湿陷性黄土的最后下沉量为10~20mm，砂土为5~10mm。

4. 地下水位

拟加固的土层必须高出地下水位0.8m以上。当地下水位在夯击的影响深度范围时，需采取降水措施，否则易形成“橡皮土”。

5. 施工要点

(1) 在基坑（槽）周边应作好排水措施，防止地面水流入基坑（槽）。

(2) 每层虚铺厚度一般相当于锤底直径，夯击遍数应由试夯确定。试夯的层数不宜少于2层。

(3) 基坑（槽）的夯实范围应大于基础底面。开挖时，坑（槽）每边比设计宽度加宽不宜小于0.3m，以便夯击工作的进行。坑（槽）边坡应适当放缓。夯击前，坑（槽）底面应高出设计标高，预留土层的厚度可为试夯时的总下沉量加50~100mm。

(4) 在条形基槽和面积基坑内夯击时，宜先按一夯挨一夯顺序进行，在一次循环中同一夯位应连夯二下，下一循环夯位与前一循环错开半个锤底直径，如此反复进行。独立柱基一般采用先周边后中间或先外后里的方法进行夯击。当基坑（槽）底面的标高不同时，应先深后浅逐层夯实。

(5) 夯击过程中，应随时检查坑（槽）壁有无坍塌的可能，必要时应采取防护措施。

(6) 夯实完后，应将基坑（槽）表面拍实至设计标高。

(7) 冬季施工时, 必须在非冻结状态下进行夯击, 一般可采取下列措施:

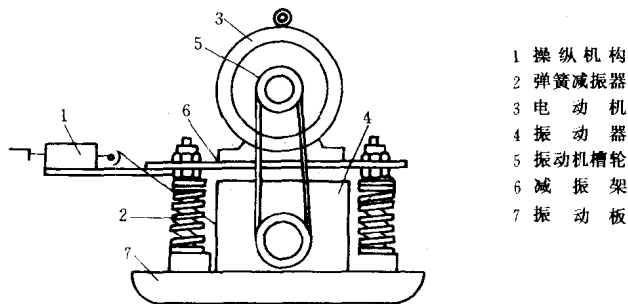
- 1) 逐段开挖、逐段夯实, 互相紧密衔接;
- 2) 开挖时适当增加预留土层厚度, 临夯前挖除;
- 3) 坑(槽)已冻结时, 可采取地表加热解冻措施;
- 4) 必须加水时, 宜采用盐水, 其浓度由当时的最低气温决定;
- 5) 随时清除积雪, 避免融化后渗入坑(槽)中。

(8) 重锤夯实地基的验收, 除应符合试夯最后下沉量的规定外, 垫层表面的总下沉量以不小于试夯时总下沉量的 90% 为合格。也可在地基上选点夯击, 检查其最后下沉量。

夯击检查点数, 每一单独基础至少应有一点; 基槽每 30m² 应有一点; 整片地基每 100m² 不得少于两点。检查后, 如质量不合格, 应进行补夯, 直至合格为止。

6. 平板振动法

平板振动法是使用振动压实机来处理无粘性土或粘粒含量少、透水性较好的松散杂填土地基。振动机的频率为 1160~1180r/min, 振幅为 3.5mm, 自重 2t, 振动力可达 50~100kN, 并能通过操纵机构前后移动或转弯。



1 振动压实机示意图

振动压实的效果与填土成分、振动时间等因素有关, 需要在施工前进行试振, 以得出稳定下沉量和时间的关系。对于主要由炉渣、碎砖、瓦块组成的建筑垃圾, 振动时间约在 1 min 以上。对于含炉灰等细颗粒的填土, 振动时间约为 3~5 min, 有效振实深度为 1.2~1.5 m。

振实范围应从基础边缘放出 0.6m 左右, 先振基槽两边, 后振中间。其振实质量检验以振动机原地振实不再继续下沉为合格, 辅以轻便触探试验检验其均匀性及影响深度, 触探深度不小于 1.5m。振实后地基承载力宜通过现场载荷试验确定。一般经振实的杂填土地基承载力可达 100~120kPa。

地下水位过高会影响振实效果, 当地下水位距离振实面小于 60 cm 时, 应降低地下水位。另外, 振动前应

对邻近建筑物进行调查, 如有危房需事先采取加固措施, 一般情况下振源离建筑物不应小于 3m。

质量控制

一、砂或砂(碎)石垫层的质量检验

1. 环刀取样法

在夯(压、振)实后的砂垫层中用容积不小于 200cm³ 的环刀取样, 测定其干土重度, 以不小于该砂料在中密状态时的干土重度为合格。中砂在中密状态时的干土重度一般为 15.5~16.0kN/m³。

对砂石或碎石垫层, 可在垫层中设置纯砂检查点, 在同样施工条件下, 按上述方法进行检验, 或用灌砂法进行检查。

2. 贯入度测定法

检查时应先将表面的砂刮去 30mm 左右, 用贯入仪、钢筋或钢叉等以贯入度大小检查砂垫层的质量, 以不大于试验所确定的贯入度为合格。

钢筋贯入测定法是用直径为 20mm, 长 1250mm 的平头钢筋离砂面 700mm 处自由下落, 插入深度应根据该砂的控制干土重度确定。

钢叉贯入测定法是采用水撼法使用的钢叉, 离砂层面 500mm 处自由下落, 插入深度亦应根据该砂的控制干土重度确定。

二、素土(或灰土、二灰)垫层的质量检验

土垫层的质量检验, 一般采用环刀取样, 测定其干重度。质量标准可按压实系数 D_y 进行鉴定 (D_y 为土在施工时实际达到的干土重度 γ_d 与其最大干土重度 γ_{dmax} 之比, 即 $D_y = \gamma_d / \gamma_{dmax}$), 一般 $D_y = 0.93 \sim 0.96$ 。如设计对土垫层质量标准提出要求, 应按设计规定进行检验, 也可按表 1 规定执行。

灰土质量要求

表 1

土料种类	灰土最小干重度 (kN/m ³)
粉土	15.5
粉质粘土	15.0
粘土	14.5

如用贯入仪检验, 应先进行现场试验以确定贯入度的具体要求。

施工中应分层取样检验, 取样位置应在每层表面下 2/3 厚度处, 取样数量不应小于下列数字:

整片土垫层, 每 100m² 二处;

独立基础土垫层, 每个一处;

条形基础土垫层, 每 30m 一处, 每一施工段二处;

管道基础土垫层, 每 50m 一处, 每一施工段二处;

如质量不符合要求, 应进行补夯。