

• FANGWUJIEGOU
BYESHEJI
ZHINAN

房屋结构

● 周果行 编著

毕
业
设
计
指
南

中国建筑工业出版社

房屋结构毕业设计指南

周果行 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

房屋结构毕业设计指南/周果行编著. —北京:中国
建筑工业出版社, 2004
ISBN 7-112-06431-7

I. 房... II. 周... III. 房屋结构—结构设计—高
等学校—教学参考资料 IV. TU22

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 029583 号

房屋结构毕业设计指南

周果行 编著

*

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

北京市铁成印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 44 $\frac{3}{4}$ 字数: 1080 千字

2004 年 9 月第一版 2004 年 9 月第一次印刷

印数: 1—4000 册 定价: 55.00 元

ISBN 7-112-06431-7

TU·5678(12445)

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)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书原名《工民建专业毕业设计指南》。此次改版，数学、力学部分的变化不大；与2002年后新版规范有关的部分基本上已改写或重算。新版的内容更丰富，解释更清楚。

本书主要是为土木工程专业本科在校生编写的，作者已经注意到社会青年的成才要求，课文便于自学，选题有难有易，可满足不同程度的需要。书中涉及的内容都是青年学子从在校学习到毕业后3~5年内可能遇到的各种问题。

主要内容包括：砌体房屋、单层厂房、多层框架、高层建筑、网架结构、基础工程等房屋结构的总体设计、单体设计及构件设计，以及电算程序PKPM在多层、高层建筑设计中的应用，共十篇四十章。可以急用先学，也可以循序渐进。书中附有大量毕业设计例题和必备的设计参考资料。

书中重点仍然是讲授房屋结构的设计原理与方法。但书中提到的许多规定、构造要求和设计例题，都是来自现行设计规范、最新的科研成果以及工程设计经验。

本书特点是既讲道理又教用法，引导学生把在课堂上学到的专业知识，通过毕业设计的锻炼，学会如何将书本知识应用到工程实践中去。

学生如能及早结识本书，将有助于学好以后的专业课程。有助于掌握现代化设计方法。不必等到做毕业设计时再来临渴掘井。

* * *

责任编辑：咸大庆 郭 栋

责任设计：崔兰萍

责任校对：王金珠

前 言

本书原名《工民建专业毕业设计指南》，曾两次出版，四次印刷，读者反映良好。随着2002年~2004年新版规范的颁布施行，新形势对作者又提出了新的要求，于是再进行修订。

由于现在专业放宽，原工民建专业与相邻专业合并为土木工程专业，如仍用原书名已不合时宜；改用土木工程专业又不能反映本书主题。再则，本书内容丰富，用途广泛。因此，将原书名改为《房屋结构毕业设计指南》。

作者深感学完专业课程不等于会做设计，而如何进行房屋结构设计，这在一般教科书中是很少讨论的。学生在校时，要做课程设计和毕业设计；毕业以后，还需要经过更多的实践，才能独立工作。完成这个从理论到实践的过渡，往往需要花费很多年时间。

作为四年大学课程最后一个教学环节的毕业设计是至关重要的，将起到承前启后的作用。笔者有幸在从事数十年房屋结构设计之后，又转业到高校投身教育事业，深知其中的矛盾；作者也曾从问题堆里闯过来，深知结构设计的难点、重点和特点；为此，特编写此书。为了给学生答疑解惑，对一些难以理解的地方，往往不厌其烦地阐述，公式的推导和例题的演算也按部就班循序渐进；希望能引导学生学好最基本的设计知识，一出校门就能胜任工作，然后再在实践中逐步提高。

在未来的十年里，随着三峡工程、西电东送、西气东输等规划的实施，我国中、西部地区必将有很大的发展；沿江、沿线也将开发出许多新兴城市；从而促使长江三角洲、珠江三角洲更快的发展；申奥、申博的成功，不仅给北京、上海带来新的机遇，还给周边城市乃至全国带来加速发展的契机；振兴东北老工业基地，很多工厂将面临改造，这比另建新厂难度更大；土木工程专业的毕业生任重而道远。

作者的任务：仍然是引导学生理论联系实际。把在课堂上学到的专业知识，通过毕业设计的锻炼，学会如何将书本知识应用到工程实践中去。

本书的主要内容：包括房屋结构设计的基本知识、钢筋混凝土楼盖设计、砌体房屋结构设计、排架体系房屋结构设计、框架体系房屋结构设计、剪力墙体系房屋结构设计、框架—剪力墙体系房屋结构设计、大跨度房屋结构设计、基础工程设计以及如何应用当前被工程界广泛采用的电算程序PKPM设计多层、高层建筑结构。

本书涉及的领域很广，考虑到学生的时间和精力有限，在编写时，对百家之说已作了必要的筛选；对必备的设计参考资料也是多中选好，好中选优，更加适用。

本书的重点：仍然是讲授房屋结构的设计原理与方法。但书中提到的许多规定、构造要求和设计例题，都是来自现行设计规范、最新的科研成果以及工程实践经验。

本书的特点：教科书侧重讲清道理，学生学了往往还是不会用；参考书侧重传授方法，学生学了只知其然而不知其所以然，很难举一反三。本书的特点就是既讲道理又教用法还介绍经验，理论联系实际。目的只有一个：就是要让学生知道来龙去脉，看得懂，能学以致用。基础再差的学生，只要按照书中的例题，“照猫画虎”也能无师自通。

在“内力图的校核”这一节中,用“零、平、斜、曲”四个字来概括荷载图、剪力图和弯矩图之间的关系,使学生和教师在绘制和校核内力图时,常处于清醒状态。

在“用共轭梁法计算单层厂房铰接排架”这一节中,将复杂的排架简化成竖放的悬臂梁,用共轭梁法计算,不再依赖图表、公式。物理概念既清晰,计算过程又简单,而且计算的结果还是精确值。荷载的种类愈多,其优越性也就愈显著,实际工程正是如此。

诸如此类的独到见解在本书中还有很多。作者都毫无保留的奉献给读者。

作者的心愿:青年工程师出差时,需要携带的图书、资料往往比行李还重,作者在年青时也曾深受其累。希望能有一本既有规范规定又有设计例题还有常用参考资料,小而全少而精的“万宝全书”,随身携带,找不到只好自己编。多年来,作者不敢懈怠,遇到问题抓住不放,点滴经验及时总结,见到有用的资料就长期积累,终于完成心愿。希望将所得知识和经验还给社会,留给后生。希望能减轻您的行囊,伴君走遍神州。同行专家在编写教材时,可以无偿引用或转载。如蒙指正,不胜感激,我的电子邮箱是 cadxzhou@163.com。

此次改版,数学、力学部分变化不大;与规范有关的部分基本上已改写或重算。新版比旧版的内容更精练,解释更清楚,更便于自学。

最近几年,作者发现:学生忽视基本技能的训练,年轻工程师过分依赖电算。然而电脑不是万能的,电脑是听人脑指挥的。设计方案需要设计人来选定,计算结果需要设计人来判断和取舍,如果基本概念不清,就会是否不分,出了问题也不知错在哪里。一旦遇到超出电算程序适用范围的工程时,更不知如何是好。设计人应该做计算机的主人而不是计算机的奴隶,重复劳动可以交给计算机去做,创造性劳动只能由自己来完成。为此,本书特别强调概念设计和构造设计,重视结构体系的选型,避免出现薄弱环节。

本书多处引用了规范的条文,或加以解释或用例题示范,但都不足以代替规范原文。读者应重视阅读规范原文和有关的条文说明,防止以讹传讹。

青年学子在做设计的时候,对待规范的态度,首先想到的应该是遵守而不是突破。规范的规定总是有一定道理的,要突破就得有充分的理由和可靠的依据,并且应通过必要的审批手续。不要在规范的限值边缘做设计,“常在河边走,难免不湿鞋”,做设计不是演杂技,不能走钢丝。

在规范里出现频率最多的两个词:一个是“不宜”,另一个是“不应”。这两个词是经过很多专家多年的实践才写入的。作为设计人应该如何理解这两个词的含义呢?正确的态度应该把“不宜”看做是专家对你的警告;把“不应”看做是国家的禁令。不要打“擦边球”!不要讨价还价!不要去碰“高压线”!设计工作是终身负责制。

学生如能及早结识本书,将有助于学好结构力学、砌体结构、混凝土结构、高层建筑结构、地基基础以及建筑抗震等专业课程;有助于掌握现代化设计方法。不必等到做毕业设计时再来临渴掘井。

周果行

于长安大学建筑工程学院

2003年12月

目 录

第一篇 房屋结构的总体设计

第一章 阅读和应用岩土工程勘察报告	2
第一节 岩土工程勘察报告的主要内容	2
第二节 认真阅读和正确应用岩土工程勘察报告	3
第二章 统一荷载取值	8
第一节 屋面及楼面荷载	9
第二节 吊车荷载	14
第三节 雪荷载	15
第四节 风荷载	17
第五节 荷载效应组合	20
第三章 重视地震作用	24
第一节 抗震设计的基本要求	24
第二节 场地、地基和基础	29
第三节 特征周期和结构基本周期	31
第四节 地震影响系数	37
第五节 地震作用计算	39
第六节 地震作用效应的调整	45
第七节 荷载效应与地震作用效应组合	46
第八节 截面抗震验算	47
第四章 做好总体设计	51
第一节 工艺条件	51
第二节 建筑要求	53
第三节 结构总体设计	53
第四节 设计文件的编制与保存	62
附录一 大中城市风、雪荷载及抗震设防烈度	64

第二篇 钢筋混凝土楼盖及屋盖设计

第五章 楼盖及屋盖设计的先决条件	66
第一节 梁板的截面选择	66
第二节 梁板的计算跨度和 T 形梁的计算宽度	69
第三节 连续梁和框架梁的调幅	70
第四节 内力图的校核	73

第六章 单向板肋形楼盖设计	78
第一节 按线弹性方法计算单向板	78
第二节 按塑性内力重分布计算单向板	79
第三节 单向连续梁板构造设计	84
【毕业设计 6-1】 整体单向板肋形楼盖设计	85
第七章 双向板肋形楼盖设计	92
第一节 按线弹性方法计算双向板	92
第二节 用极限平衡法计算双向板	94
第三节 双向连续板构造设计	98
第四节 双向板肋形楼盖交梁的计算	99
第五节 井式楼盖设计	100
【毕业设计 7-1】 整体双向板肋形楼盖设计	101
第八章 无梁楼盖设计	113
第一节 无梁平板的内力计算	114
第二节 柱帽设计	115
第三节 无梁楼盖构造设计	118
第九章 装配式楼盖设计	120
第一节 排板	120
第二节 装配-整体式连续梁设计	125
附录二 楼盖设计静力计算图表	128

第三篇 砌体房屋结构设计

第十章 砌体房屋平面及竖向设计	142
第一节 砌体房屋的轴线与标高	142
第二节 砌体房屋楼梯间与梯段设计	144
第十一章 砌体房屋结构静力计算	147
第一节 刚性方案与弹性方案的界限	147
第二节 砌体房屋静力计算	147
第十二章 砌体构件承载力验算	155
第一节 砌体房屋墙、柱承载力验算	155
第二节 墙、柱局部均匀受压承载力验算	159
第三节 砌体房屋构造设计	161
【毕业设计 12-1】 五层砖砌房屋受压承载力验算	163
第十三章 砌体房屋抗震设计	170
第一节 震区砌体房屋结构选型	170
第二节 砌体房屋抗震构造设计	171
第三节 砖砌房屋抗震验算	173
【毕业设计 13-1】 六层砖砌房屋抗震承载力验算	176

第十四章 墙壁构件设计	183
第一节 构造柱设计	183
第二节 圈梁设计	185
第三节 墙梁设计	187
第四节 挑梁设计	193
附录三 砌体结构计算用表	197

第四篇 排架体系房屋结构设计

第十五章 单层厂房轴线及标高的定位	204
第一节 轴线定位	204
第二节 确定标高	210
第十六章 单层厂房铰接排架内力分析	213
第一节 用共轭梁法计算单层厂房铰接排架	213
第二节 纵向柱距不等的排架内力分析	218
【毕业设计 16-1】 用共轭梁法计算单跨三段阶形柱单层厂房铰接排架	221
【毕业设计 16-2】 用共轭梁法计算两跨不等高单层厂房铰接排架	229
第十七章 单层厂房基本构件设计	254
第一节 结构构件的选型	255
第二节 阶形柱设计	257
第三节 牛腿设计	267
第四节 支撑设计	271
附录四 单层厂房常用构件数据摘要	283

第五篇 框架体系房屋结构设计

第十八章 框架结构设计的基本要求	286
第十九章 用近似法计算多层框架	289
第一节 计算竖向荷载作用的分层算法	289
第二节 计算水平荷载作用的反弯点法	290
第三节 计算水平荷载作用的“D”值法	292
第四节 水平荷载作用下顶点侧移的简化计算	297
【毕业设计 19-1】 用分层法及反弯点法计算多层框架	300
【毕业设计 19-2】 用分层法及“D”值法计算多层框架	320
第二十章 框架构造设计	336
第一节 “强柱弱梁”设计	336
第二节 “强剪弱弯”设计	337
第三节 节点核芯区设计	339
第四节 框架构造设计	340
附录五 规则框架结构计算用表	345

第六篇 剪力墙体系房屋结构设计

第二十一章 剪力墙设计的基本要求	354
第二十二章 水平荷载作用下内力与位移的计算	357
第一节 计算方法的应用界限	357
第二节 整截面墙计算	360
第三节 整体小开口墙计算	364
第四节 联肢墙的计算	369
第五节 壁式框架计算	379
第二十三章 剪力墙构造设计	382
附录六 剪力墙结构计算用表	389

第七篇 框架-剪力墙体系房屋结构设计

第二十四章 框架-剪力墙结构设计的基本要求	401
第二十五章 框架-剪力墙协同工作计算	403
第一节 基本假定	403
第二节 铰接体系框架-剪力墙的计算参数	404
第三节 刚接体系框架-剪力墙的计算参数	405
第四节 框架-剪力墙在水平力作用下协同工作计算	407
第五节 单片剪力墙与单榀框架的内力计算	408
【毕业设计 25-1】 铰接体系框架与剪力墙协同工作计算	409
【毕业设计 25-2】 刚接体系框架与剪力墙协同工作计算	415
第二十六章 框架-剪力墙构造设计	420
附录七 框架-剪力墙结构协同工作计算用表	422

第八篇 大跨度房屋结构设计

第二十七章 网架结构的选型	460
第一节 不同类型网架的特点	462
第二节 网架结构的经济分析	466
第三节 网架结构的机动分析	472
第四节 网架设计基本要求	473
第二十八章 网架结构计算	477
第一节 交叉梁系网架的基本微分方程	478
第二节 交叉梁系网架的差分算子及其表达式	480
第三节 边界条件的处理	485
第四节 不等步距网架的差分算子及其表达式	492
第五节 杆件内力表达式	499
【毕业设计 28-1】 正方形网格双向正交斜放网架结构计算	501
【毕业设计 28-2】 正三角形网格三向网架结构计算	505

第二十九章 杆件、节点及支座的构造设计	509
第一节 杆件构造设计	509
第二节 节点构造设计	509
第三节 支座构造设计	514
附录八 网架结构计算用表	516

第九篇 房屋结构地基基础设计

第三十章 地基基础设计的基本要求	522
第一节 地基基础的设计等级	522
第二节 地基基础设计的基本要求	523
第三节 基础埋置深度	525
第四节 稳定性计算	525
第三十一章 地基承载力计算	527
第一节 持力层地基承载力计算	527
第二节 软弱下卧层地基承载力验算	529
第三十二章 地基变形计算	532
第一节 地基在附加压力作用下的变形	532
第二节 基础最终沉降量计算	533
第三十三章 墙下条形基础设计	540
第三十四章 柱下独立基础设计	544
第一节 柱下独立基础设计基本要求	544
第二节 确定基础底面积	547
第三节 底板配筋计算	550
第四节 基础受冲切验算	552
第五节 角柱基础和联合基础设计	554
【毕业设计 34-1】 单层厂房柱下独立基础设计	555
第三十五章 柱下条形及交叉条形基础设计	560
第一节 柱下条形基础设计	560
第二节 柱下交叉条形基础设计	564
【毕业设计 35-1】 多层框架房屋柱下交梁基础设计	568
第三十六章 箱形及筏形基础设计	576
第一节 箱形基础设计	577
第二节 筏形基础设计	586
【毕业设计 36-1】 高层建筑箱形基础最终沉降量及整体倾斜计算	589
【毕业设计 36-2】 高层建筑箱形基础总体弯曲作用计算	593
第三十七章 桩基础设计	597
第一节 桩基设计基本要求	597
第二节 单桩设计要点	598
第三节 单桩计算	600

第四节 群桩基础计算	601
第五节 桩基沉降计算	602
第六节 承台设计	603
【毕业设计 37-1】 高层建筑灌注桩基础设计	604
附录九 基础工程计算用表	609

第十篇 PKPM 在高层房屋结构设计中的应用

第三十八章 上机前的准备工作	630
【毕业设计 38-1】 用 PKPM 计算 14 层框剪体系房屋结构	630
第三十九章 PMCAD 建模	636
第一节 人机对话输入数据	637
第二节 输入次梁和楼板信息	644
第三节 输入荷载信息	646
第四节 平面荷载校核	647
第四十章 SATWE 在高层房屋结构设计中的应用	651
第一节 补充设计信息	651
第二节 补充构件定义	656
第三节 检查输入数据	657
第四节 结构分析与配筋计算	657
第五节 阅读输出文件	658
第六节 分析计算结果	662
第七节 调整设计	663
附录十 钢筋混凝土结构构造要求及截面设计用表	666
附录十一 房屋结构毕业设计质量要求及评分标准	687
附录十二 起重机土建设计技术条件	688
附录十三 电梯土建设计技术条件	693
主要参考文献	700

第一篇 房屋结构的总体设计

做好设计的方法:首先要了解国内外房屋建筑结构设计现状与展望;要正确应用岩土工程勘察报告;要熟悉工艺要求;要统一荷载取值;要重视地震作用;要掌握结构选型;要采用先进技术;要关心新型建筑材料;还要落实施工条件等。只有掌握了这些最基本的设计知识和信息,才有可能做好房屋结构设计。

本篇的主要任务是:协助读者复习过去已经学过的基础知识和澄清一些容易模糊的基本概念,引导读者首先做好总体设计。

本篇讲述的内容,读者可能还会感到有些抽象,但这仅仅是一个开头。在以后的章节中,还将反复地与实际联系。

第一章 阅读和应用岩土工程勘察报告

岩土工程勘察是房屋结构设计的上道工序。

在岩土工程勘察阶段,专业负责人应要求勘察人员查明拟建场地内各具体建筑物所在位置的工程地质条件,并作出评价,为基础设计、地基处理及不良地质现象的防治,提供数据和具体建议。

岩土工程勘察报告是房屋结构设计的重要依据。

第一节 岩土工程勘察报告的主要内容

岩土工程勘察报告一般有文字说明和图表两个部分。

一、文字部分

在说明书里,对拟建场地的地形、地貌、地层特征、地质构造、岩土性质、不良地质现象、地下水位、水质、冻结深度以及所在地区的抗震设防烈度、场地类别等,一般都有交待。

各个地层岩土的物理力学性质,通常将室内和野外试验结果列表说明。

在说明书中,对地基承载力、压缩模量、桩端土承载力、桩周土摩擦力等,都会提出建议值。

对建筑场地的稳定性,采用天然地基或是桩基,地下水对混凝土的侵蚀性,施工降水方案等作出评价。

有时还会提出设计建议和施工注意事项。

二、图表部分

一份完整的报告书,通常附有以下图纸:

1. 勘探点平面布置图

不同的设计阶段有不同的设计要求。选址阶段,往往只提供普查资料,勘察点相距甚远,只是在技术设计和施工图设计阶段,才跟踪建筑物密布探点,提供详尽的报告。

在勘探点平面布置图上标有建筑物位置,勘探点(钻孔、探井、标准贯入、动力静力触探和其他原位测试点在位的勘察点)的编号、坐标、孔口标高以及地质剖面图的连线,说明勘探孔用途的图例等。

2. 工程地质柱状图

每一张柱状图都表明一个勘探点(钻孔、探井等)所穿过的地层情况、各层岩土的名称、地质年代、层底深度、取样位置及地下水位等。

3. 工程地质剖面图

柱状图只说明一个点的情况,将相邻点的地层连接起来,就可以联想出点与点之间的地层特征,从而可以推论整个场地的情况。

4. 载荷试验和试桩的 $P-s$ 曲线及触探和标贯等原位测试成果图表及室内试验成果

图表。

第二节 认真阅读和正确应用岩土工程勘察报告

当同学们拿起一张土工试验报告表时,看到那么多数据、指标,似曾相识但又不知道有何用途,现在我们先来复习一下过去学过的地基基础课程。

一、拟建场地范围内地基土的归属

在我国,地基土分为岩石、碎石土、砂土、粉土、一般黏性土、红黏土、软土、黄土和人工填土。

按粒径,碎石土可分为漂石、块石、卵石、碎石、圆砾和角砾;砂土可分为砾砂、粗砂、中砂、细砂和粉砂。

黏性土,按塑性指数可分为黏性土、粉质黏土;

人工填土,按组成和成因可分为素填土、杂填土、冲填土和压实填土。

二、土的基本物理力学性质

土是由固体颗粒、水和空气三个部分组成。

1. 土的含水量 w 、饱和度 S_r 和湿度

土的含水量 w 是指土的孔隙中含水的份量

$$w = \frac{w_w}{w_s} \times 100\% \quad (1.2.1)$$

式中 w_w ——孔隙中水重;

w_s ——干土重(在 105°C 的温度下烘干)。

天然状态下的含水量称为天然含水量。

含水量只能说明孔隙中水的绝对含量,但不能表示孔隙中水的充满程度。用来说明充满程度的指标是饱和度 S_r

$$S_r = \frac{V_w}{V_v} \times 100\% \quad (1.2.2)$$

式中 V_w ——水的体积;

V_v ——孔隙的容积。

根据饱和度 S_r 可将砂土的湿度分为稍湿、很湿、饱和三种状态(表 1.2.1)。

砂 土 的 湿 度			表 1.2.1
砂土的湿度	稍 湿	很 湿	饱 和
饱和度 S_r	$S_r \leq 50$	$50 < S_r \leq 80$	$S_r > 80$

2. 土的重度 γ 、 γ_d 、 γ_{sat} 、 γ' 和相对密度

随着含水量的不同,重度也不同。

天然重度 γ 是天然状态下单位体积土的重力密度(简称重度),等于质量密度 ρ 与重力加速度 g 的乘积(kN/m^3),一般土的天然重度在 $18\text{kN}/\text{m}^3$ 左右。

干重度 γ_d 是孔隙中完全没有水时(在 105°C 的温度下烘干)土的重度,干重度愈大,土愈密实,一般 γ_d 达到 $16\text{kN}/\text{m}^3$ 以上的土就比较密实。

饱和重度 γ_{sat} 是土处于地下水位以下,孔隙中充满了水时的重度。

浮重度 γ' 是土处于地下水位以下时,由于受到水的浮力而减轻了的重度。

$$\gamma' = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w \quad (1.2.3)$$

水的重力密度取 $\gamma_w = 10\text{kN/m}^3$

土的相对密度 G 是土体颗粒单位重量 γ_s 与同体积水重 γ_w (4℃时水的重量)之比。

$$G = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \quad (1.2.4)$$

土的相对密度一般在 2.60~2.80 之间,砂性土的相对密度常在 2.65 左右,黏性土的相对密度常为 2.70~2.75。若土中的有机物含量多时,土的相对密度就小,矿物质多时就大。

3. 土的孔隙率 n 、孔隙比 e 和密实度

孔隙率 n 又称孔隙度,是单位体积土中孔隙所占的份额。

$$n = \frac{V_v}{V} \times 100\% \quad (1.2.5)$$

式中 V_v ——水加空气的体积;

V ——总体积。

孔隙比 e 是单位体积土中孔隙体积与土粒所占体积之比。

$$e = \frac{V_v}{V_s} \quad (1.2.6)$$

式中 V_s ——土的颗粒体积

e 值愈大,说明土中孔隙愈大。这样的地基土变形也愈大,强度也愈低。显然,地基土的孔隙比愈小愈好。

粉土的密实度可以按孔隙比来判别(表 1.2.2)。

粉土的密实度(按孔隙比)

表 1.2.2

密 实 度	密 实	中 密	稍 密
孔隙比 e	$e < 0.75$	$0.75 \leq e \leq 0.90$	$e > 0.9$

砂土的密实度,可以用标贯试验测定。根据 63.5kg 重的穿心落锤每打入土层 30cm 的锤击数 $N_{63.5}$,将砂土分为密实、中密、稍密和松散四种状态(表 1.2.3)。

砂土的密实度(按标贯)

表 1.2.3

密 实 度	密 实	中 密	稍 密	松 散
标贯试验锤击数	$N_{63.5} > 30$	$15 < N_{63.5} \leq 30$	$10 < N_{63.5} \leq 15$	$N_{63.5} \leq 10$

4. 黏性土的塑性和稠度

塑性,就是指黏性土在外力作用下,可以塑造成任何形状而不产生裂缝,并且在外力解除后,保持已有的变形而不恢复原状的一种性质。

稠度,可以理解为黏性土的颗粒在不同含水量时的活动程度。

黏性土的物理状态与含水量有着密切的关系。显然,含水量过大时,土体呈流动状态;含水量过小,土体就失去塑性,呈半固体状态;含水量只是在不大不小时,土体才呈塑性状态(图 1.2.1)。

黏性土由可塑状态进入流动状态的界限含水量称为液限 w_L ; 进入半固态的界限含水量称为塑限 w_p ; 由半固态进入固态的界限含水量称为缩限 w_s (%)。

液限与塑限之间的幅度愈大, 土的塑性愈好; 幅度愈小塑性就愈差, 甚至是松散的; 用塑性指数 I_p 来表示:

$$I_p = w_L - w_p \quad (1.2.7)$$

塑性指数 $I_p > 10$ 称作黏性土。按 I_p 又可分为:

黏土 $I_p > 17$

粉质黏土 $10 < I_p \leq 17$

粉土 $I_p \leq 10$

黏性土按照生成的地质年代^① 又分为:

老黏性土, 第四纪晚更新世 Q_3 (距今约 0.15 百万年) 及其以前沉积的黏性土。

一般黏性土, 第四纪全新世 Q_4 (距今约 0.025 百万年) 及其以前沉积的黏性土。

天然含水量 w 大于液限 w_L , 天然孔隙比 e 在 1.0~1.5 之间的黏性土为淤泥质土; e 大于 1.5 时为淤泥。

5. 每一种黏性土按其软硬程度又可划分为坚硬、可塑等状态(表 1.2.4)。划分黏性土软硬程度的指标是液性指数 I_L 。

$$I_L = \frac{w - w_p}{I_p} = \frac{w - w_p}{w_L - w_p} \quad (1.2.8)$$

黏性土的软硬程度

表 1.2.4

坚 硬	硬 塑	可 塑	软 塑	流 塑
$I_L \leq 0$	$0 < I_L \leq 0.25$	$0.25 < I_L \leq 0.75$	$0.75 < I_L \leq 1$	$I_L > 1$

6. 地基土的承载力

以往确定地基承载力, 一般按承载力表确定, 极少进行必要的力学性能试验。承载力表是用大量的试验数据, 通过统计分析得到的。我国幅员广大, 土质条件各异, 用几张表格很难概括全国的规律。用查表法确定承载力, 在大多数地区可能基本适合或偏于保守, 但也不排除个别地区可能不安全。此外, 随着设计水平的提高和对工程质量要求的趋于严格, 变形控制已是地基设计的重要原则, 新规范要求勘察单位应根据试验和地区经验确定地基承载力等设计参数。

7. 地基土的压缩性

建造房屋总是希望地基很少沉降, 不要出现不均匀沉降。地基沉降量大, 出现不均匀沉降的可能性就大, 墙面就难免要出现裂缝, 严重时管道也被切断, 从而造成更严重的后果。黏性土的压缩性通常用压缩系数 a_{1-2} (MPa^{-1}) 或压缩模量 E_s (MPa) 的大小来衡量

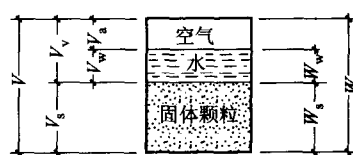


图 1.2.1 土的物理状态与含水量的关系

① 地史的时间顺序是宙、代、纪、世、期、时, 第四纪用 Q 表示。