



结构工程 设计杂记

JIEGOU GONGCHENG
SHEJI ZAJI

姚育华 著



浙江工商大学出版社
ZHEJIANG GONGSHANG UNIVERSITY PRESS

结构工程 设计杂记

JIEGOU GONGCHENG
SHEJI ZAJI

姚育华 著



浙江工商大学出版社
ZHEJIANG GONGSHANG UNIVERSITY PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

结构工程设计杂记 / 姚育华著. — 杭州: 浙江工商大学出版社, 2017.9

ISBN 978-7-5178-2320-9

I. ①结… II. ①姚… III. ①建筑结构—结构设计
IV. ①TU318

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 191673 号

结构工程设计杂记

姚育华 著

责任编辑	何小玲
责任校对	王文舟
封面设计	林朦朦
责任印制	包建辉
出版发行	浙江工商大学出版社 (杭州市教工路 198 号 邮政编码 310012) (E-mail: zjgsupress@163.com) (网址: http://www.zjgsupress.com) 电话: 0571-88904980, 88831806 (传真)
排 版	风晨雨夕工作室
印 刷	虎彩印艺股份有限公司
开 本	710 mm×1000 mm 1/16
印 张	8
字 数	115 千
版 次	2017 年 9 月第 1 版 2017 年 9 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-5178-2320-9
定 价	25.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换
浙江工商大学出版社营销部邮购电话 0571-88904970

前 言

做了几十年的结构设计，好不容易积累起来的一些经验，不想让它随人的回归自然而消失，想让它继续在人间发挥点作用，也算为社会做点贡献吧！

本书第一部分精选自笔者几十年设计工作的经验杂谈，其中涉及的技术业务经验知识，大多是笔者自己分析、研究总结的，或是在已有的资料基础上经笔者分析重新归纳的，也有的是笔者认为较有实用意义，为方便工程设计人员借鉴使用，从相关的资料中引用的。

第二部分为专题论述，并非都是笔者新创，但都是经过工程实践检验的较为实用的资料（部分篇目已在相关的期刊上公开发表过）。期望读者能由此得益并给予改进、创新。

本书在编辑过程中蒙孙玺玺同志协助，特此感谢！

孙玺玺

2017年2月4日

特 别 说 明

书中各篇文章，常涉及对多种国家标准、行业标准或规范等的引用和解说。有的标准或规范，从现时的角度看，已有更新的版本，或已用其他标准代替。读者使用时，宜与相关现行标准或规范核对。

考虑到本书各篇写作时间有先有后，时间跨度很大，若采用最新版本更改文中的数据或文字，则文本无法体现过去时点的原貌和思想。为体现本书乃作者从事结构设计多年之经历的结晶，文中继续采用写作时的适用版本，但会以脚注形式做出注解。

特此说明！

2017年8月



目 录

第一部分 结构工程设计经验杂谈

- ◎ 结构工程设计宜树立的基本理念 002
- ◎ 充分理解、合理应用好概念设计 002
- ◎ 建筑工程基础方案的选择 003
- ◎ 上、下基础水平重叠时的处理办法 004
- ◎ 同一桩基承台不宜采用承载力不同的桩 005
- ◎ 平面斜交梁下柱应重视的问题 006
- ◎ 柱悬出桩承台外的处理 006
- ◎ 柱基础改建时的注意点 007
- ◎ 桩顶直径调整的运用 008
- ◎ 单桩承台不应按一般的多桩承台方式配筋 009
- ◎ 单桩承台适用性讨论 010
- ◎ 在设计中合宜地估算地基梁与地基的关系 010
- ◎ 柱基与地下式底板之间的关系 011
- ◎ 改建中增加柱的问题 011

◎ 换填土法的适用性	012
◎ 地下室底板的内力、配筋计算	012
◎ 框架柱配筋计算模式的选择	013
◎ 对配筋率的理解及应用	013
◎ 钢筋抢位置问题的处理	014
◎ 框架梁端部加密箍筋的抗剪能力的应用	015
◎ 在混凝土框架梁中因次梁致主梁端部大扭矩问题	015
◎ 在原有混凝土构件上连接新构件时应注意的问题	016
◎ “后浇带”与所谓“加强带”的区别	017
◎ 混凝土构件裂缝成因分析要谨慎	017
◎ 高层建筑结构中楼梯与主体结构的连接型式	018
◎ 重锤夯实法处理浅层地基	018
◎ 桩数多时要注意荷载的传递	019
◎ 关于试桩检测数值的使用	019
◎ 桩筏结构模式的基础使用要谨慎	020
◎ 筏板基础的含义与理解	020
◎ 对剪力墙结构体系的认知	021
◎ 剪力墙中的布筋方式	023
◎ 高层建筑中框剪墙下桩基的布置	023
◎ 土的侧向压力理论与适用状况	023
◎ 水泥粉煤灰碎石桩的认知	025
◎ 计算的柱轴压比超出规定时的弥补措施	025
◎ 地基承载力特征值的修正	026
◎ 混合式地基的应用	027
◎ 同一建筑物下不同基础类型的应用问题	028
◎ 合理分析使用电脑计算成果	029

第二部分 技术专题论述

◎ 钢柱下的基墩	032
◎ 钢结构设计的认知	033
◎ 浅聊钢屋盖及支撑	036
◎ 人工挖孔桩、桩距的讨论	039
◎ 人工挖孔桩设计中常遇到的问题	042
◎ 桩承载力安全系数的理解及应用	045
◎ 怎样判别建筑形体及其构件布置的规则性	048
◎ 柱位偏置一侧时柱基的近似计算	051
◎ 混凝土构件上的后锚固要求	053
◎ 浅谈烟气脱硫、脱硝工程结构设计	056
◎ 高层建筑结构设计概论（讨论发言稿）	062
◎ 水泥粉喷搅拌的应用与测试	074
◎ 圆形顶管工作井实用内力计算探索	077
◎ 梯形水平曲梁内力公式的变换、简化及制表	081
◎ 闲谈别墅式建筑的结构设计	092
◎ 三个卸料口的砵煤斗的结构计算模型分析	101
◎ 某电厂烟道框架结构改造设计简述	104
◎ 建筑设计中的结构意识	109
◎ 地下水浮托力计算的探索	114

结构工程设计宜树立的基本理念

第一，我国实行的是规范设计制度，即所有设计内容均必须符合现行规范的要求或精神，绝不能以某已建工程为标准来判定其正确与否。（即所谓的样板设计！）

第二，必须以能反映工程实际情况的勘察、建筑、工艺生产等资料或报告为设计依据。（用已建工程的资料做设计的依据，必须有证实其可用的详细说明。）一切口传信息均属无法律效力的信息。

第三，结构计算在进入电脑运算阶段前，宜持下述观念来取用设计荷载数值：

进行结构工程设计计算需要很多基本数据，这些数据在结构工程投入使用前，常属近似取值，会有误差。因而，设计人可能会在计算时留有一定的安全余地。

但笔者建议，设计人要进行充分而周密的分析，力求符合实际，取值准确些，尽量不在此阶段预留安全余地，因为这样的预留是模糊的，难以用来准确评估、比较、判断后续增减所需储备量。如考虑到后来可能有需要，宜在配筋计算以后加以处理（即增加计算后的配筋量或调整构件截面面积），这样可以明确其后增加的能力，以及对结构安全影响的程度，可较清楚地了解结构的安全余度，从而做出合理的判断。

充分理解、合理应用好概念设计

概念设计是从总的结构体系出发（包括与分体系的关系），以达到结构设计人所理想的承载能力、刚度、延性为宗旨的设计思维方式，可称为结构设计过程中的最高思维方式。

概念设计,如果要用文字来定义(笔者至今还没有发现有很明确的文字定义的资料),暂定义为:设计人依靠自身拥有的对结构体系功能及其受力、变形特征的整体概念,去构思结构总的体系,并以承载力、刚度和延性来主导总结结构体系和分体系之间关系的(符合技术规定)有客观成果的设计思维活动。在这过程中,那些被设计人理解并掌握的科学试验成果,工程实践的经验与教训,以及自身拥有的综合理论知识,也必然被设计人所应用。

概念设计中,当然包含了设计人所拥有的广博的基础知识、经验和判断力,所以,结构设计没有唯一的方案,只有依托着设计人自身的素质而有好中选优的趋势。

概念设计也会需要做一些简单的近似计算。在初步设计阶段,通过概念近似计算来不断反馈和优化,直至最后确定该结构设计方案的可行性,以及其主要分体系和构件的基本尺寸。这样,在施工图设计阶段,就不会再引起反复的、较大的变更。

建筑工程基础方案的选择

通常情况下,决定一个工程的基础方案的主要因素或客观条件,是场地的地质条件和上部建筑荷载的大小。

当工程场地的岩土承载能力不能满足支承建筑物产生的荷载要求,或沉降过大时,就要考虑采用人工地基,即进行地基处理或采用桩基。

地基处理的方法,一般适用于软弱岩土承载力需要有一定量的提高,上部荷载又不是十分大,而且允许基础有较大占地面积的情况。地基处理时,需要处理一个较大平面范围内一定深度的岩土层。

桩基方案适用于天然地基承载能力不足,但工程场地有支承桩体的岩土条件的所有工程。

所以,有时在上部荷载不是十分大时,需要进行地基处理和采用桩基

两种方案进行各方面（施工技术条件、进度、经济利益等）的比较，以决定对本工程的基础方案的取舍。

上、下基础水平重叠时的处理办法

工业建筑工程设计中常遇到的问题有：

在天然地基的条件下，室内有较大设备基础，如在平面上与房屋基础重叠，哪种基础宜在下？为什么？

为什么上、下基础间要有间隔空间？上、下基础的空间相隔宜为多少？这个数值的大小，工程经验上有何可参考的经验值？定性上怎么控制？

对于以上问题，笔者的看法如下：

基础问题主要是受地基沉降影响决定的，而影响地基沉降变形的因素主要是长期作用的荷载。

永久性的房屋建筑基础，是以自重恒载为主的，荷载变动较少，是地基沉降的主因，宜布置在下。而设备总荷载中物料及其他活载虽占比较大，但对永久沉降的影响相对较少。所以，永久性的房屋建筑基础宜布置在下，设备基础宜布置在上。

上、下基础之间预设一个垫层间隔，是为了减轻、扩散上层基础对下层基础集中传递的影响，从而使重叠部分的地反力尽量与设备基础其他地方相近，使设备基底反力较为均匀，从而使其计算模式较为接近实际。

依据工程上的经验，常按两者上、下间隔不小于 500 mm 为限，当然是越大越有利，可由设计人视工程实际而定，但应以客观条件为主。当原地基坚硬、设备荷载又不十分大时也可再小些，但也不宜小于 300 mm。特别是，在软土地基（如淤泥）上不应减小，即仍应不小于 500 mm。

对下面的基础进行复核时，应在计算中增加考虑重叠面积的上部传递荷载。

同一桩基承台不宜采用承载力不同的桩

所谓承载力不同，也分几种情况：

第一种，桩径相同，桩端持力层岩性也相同，只是由于桩长不同，承载力有差异。这种状况下，若是以基岩为持力层的桩，会因基岩出露标高有较大差异而形成不同的桩长。它们的承载能力是充裕的，桩受到设计承载力后沉降也很小。实践表明，在工程应用中忽略其沉降差，并不影响建筑物的安全。

第二种，桩径相同，持力层是非基岩，较短的桩也能满足设计特征值。此时，一般宜将长、短桩的持力端的高差控制在一个桩距以内，设计承载力统一取短桩值。

第三种，桩径不同，桩长也不同，就是那种想用承载力小的桩来凑足设计数值要求的情况。应该说，这不是一种合理的技术方案，所有的技术规则对此都不提倡就是例证。不应提倡用这种方式来节省工程造价。要知道，工程计算只是利用假定的结构模型所做的近似估算，对地基基础的估算更是粗略的，对桩的沉降差的估算就更是难以精确了。

如果一定要在同一桩基承台上共用这种承载力差异很大的桩，在布置桩时，必须（在理论上）使柱传下的力按它们（不同的桩）各自的能力来分担，也就是说，不仅仅桩距要遵守桩基规范中的最小桩距要求，而且要使柱中心处于大、小桩（它们的承载能力）的合力点上。这一般难以做到，因为桩的位置并不是可以任意布置的。另外，这样做还存在一个问题：它们即使同时达到了各自的极限值，其沉降也是有差异的！

所以，笔者认为，不宜在同一桩基承台上采用承载力不同的桩，更不宜当作省钱的措施来利用！

平面斜交梁下柱应重视的问题

平面分布不是矩形的柱网（即柱两侧的梁平面不是 90° 夹角的、不等距的柱网），在计算机程序中算得的梁柱节点处内力——弯矩、轴力、剪力等，是相对梁平面图布置的梁杆件轴中心线而言的（即梁的作用平面是与梁的平面轴线垂直的），对柱的截面来讲，它并不是通常的与柱截面正交的关系！

这样的情况（即斜向受力）下，程序并不会自动校正，在接下去的构件强度计算（包括混凝土的配筋、钢结构中的截面应力强度复核）中，都还是按照设计人提供的杆件的正规截面进行的。

例如，混凝土矩形截面的梁，是相对于梁的平面分布的轴线而言的，对柱截面是斜向受力，H 截面柱的型钢实际并不是按正常的 H 形截面来承受的，这在与柱的连接区就会产生很大的误差，甚至是错误！

对于实心的混凝土构件，当误差不大时，尚可用在角区多配筋来弥补一下。对于钢构件，由于杆件很薄，又是斜向受力，而引用的公式却是正向推导而得的，所以，应力与实际会相差很大。还有侧向稳定问题，所以钢柱遇到这种情况，大都不用 H 型钢而选用箱型或圆钢管（以后者为佳）。对混凝土柱就要采取适当构造措施来保证节点处的安全。

柱悬出桩承台外的处理

第一，它是一种杠杆型的受力状态（见图 1.1），即以紧靠柱的桩 A（轴线）为杠杆的支点，以较远处的桩 B 为平衡柱荷载的平衡力（为抗拔力）。

第二，注意桩 A 对承台的作用力（向上）绝对值，是柱荷再加上桩 B 对承台的作用力绝对值（与桩 A 受力方向相反，与柱荷方向相同）。

第三,可参与抗衡的因子为桩 B 的抗拔力、桩 B 的自重及部分承台自重(可人为调节)。承台上部也要配置受拉筋。当利用承台另一侧与相邻承台连接的拉梁时要验算拉梁的抗弯拉力、抗剪力。

第四,在复核抗倾覆时,其抗倾覆安全系数应符合地基规范中重力式挡土墙的安全系数 K 大于等于 1.6 ($K \geq 1.6$) 的要求。

第五,由于这是一种以定性分析为基础的验算,理论上大原则是正确的,但实际设计人能得到的数据资料的准确性难以保证,必然有较大误差。具体核算时宜留有余地,并为安全计,建议在用相邻基础拉梁方案复核抗倾覆时,宜只选用抗拔桩或拉梁两者中的一项。

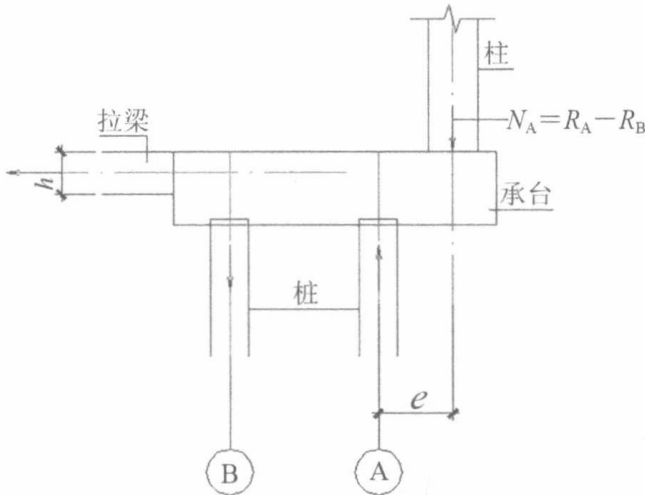


图 1.1 柱悬出桩承台外的处理

柱基础改建时的注意点

第一,在原柱基础上新扩建的基础,为了保障改建后的基础是整体工作,其新基顶面宜尽量抬高。顶面标高宜置于较高位置,以增加新浇的混凝土基础与原柱体侧面的连接接触面的面积,有利于使扩建后的新基础从柱体侧面就开始承受传递扩建后的柱传荷载的效果,而不是仅靠基础横向传递

的效果。

第二,当新基底下为原回填土,又无专门处理措施时,改建中应将疏松部分挖除,回填低标号的素混凝土。对不能挖除的区域,要采取灌浆密实处理,并经测试达到设计要求的承载力时,方可施工。

桩顶直径调整的运用

紧靠已建天然地基的大直径桩基(原设计大直径为 D),当承台边距不能满足规范要求的 $D/2$ 时怎么办?

首先,要理解并接受这样一个条件:规范认为,只有满足了这个构造要求的尺寸,承台才能把由柱传给它的荷载再有序、安全地由承台传给桩体。

为了满足这一条件,可做如下处理:

假设能满足要求的新桩直径为 d ,设计桩中心离已建天然地基外边缘的距离为 a 。按规范,这个 a 应符合 $a - 100 = d$ 。

只要我们把新承台以下的局部桩径,由桩顶 d 向下逐渐增大为 D 后,便能满足规范要求了。

但还应复核以下情况:

第一,要复核承台下部与桩接触处的局部承压能力(因为桩的承载力并未减小,而桩顶与承台的承压面积减小了),可能因此要提高承台的混凝土局部承压强度等级。

第二,复核桩身混凝土强度承载能力(按最小的直径 d 来验算),也可能要提高桩顶变直径这一段的混凝土强度等级和加大配筋面积。

第三,桩顶配筋构造要专门配置。

第四,桩顶宜留一段100 mm高的等直径桩身,以便与承台连接。桩径渐变的坡度宜满足 $\frac{h - 100}{0.5(D - d)} \geq 2.5$ 。

利用前述条件 $d = a - 100$,可求得

$$\frac{h - 100}{0.5 (D - a + 100)} \geq 2.5$$

$$(h - 100) \geq 1.25 (D - a + 100)$$

$$h \geq 1.25 (D - a + 100) + 100$$

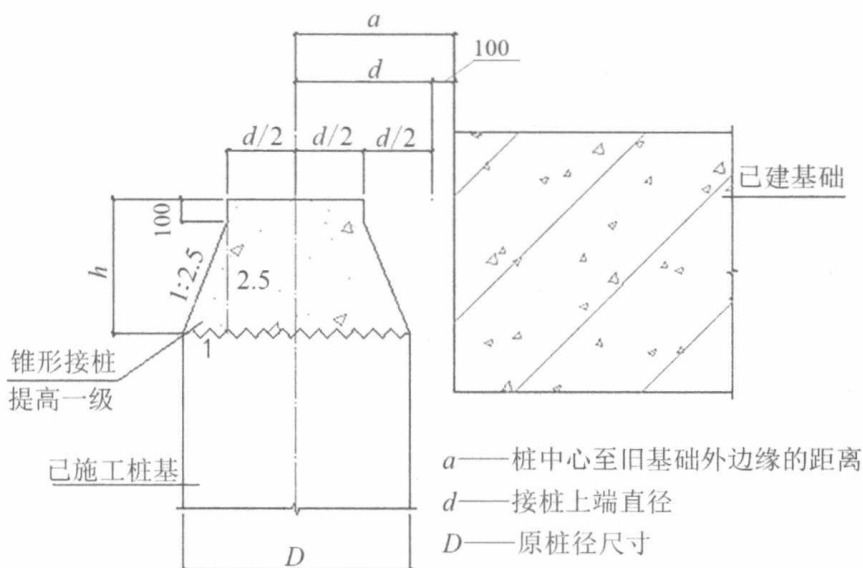


图 1.2 桩顶直径调整的运用

单桩承台不应按一般的多桩承台方式配筋

单桩承台能否按一般的多桩承台方式，只配底部钢筋？

对这一问题，确切的答复是不能。因为理论上，上层柱底只支承在一个支点（桩）上，柱底（两个方向）的弯矩、剪力也会使其产生弯、扭现象（即使有连梁，也是要先通过承台自身变形才能传递转换）。所以，既要配抗弯筋，也要配抗扭筋，形成一个空间的钢筋笼。

据有关资料，承台配筋计算用的弯矩值，可近似地取用 1/2 柱底弯矩。

顺便提一下：多柱联合的桩承台，如果承台上面有出现拉应力趋势状况，上层也应配筋。多柱联合的天然地基也应类似处理。