

混凝土结构学

中册

丁大钧 主编

东南大学《混凝土结构学》编写组编

路湛沁 审校

中国铁道出版社

1992年 北京

序

《混凝土结构学》上册已于1988年5月出版。这本书专门介绍混凝土建筑设计，属中册，其主要内容为楼盖、单层厂房、预埋件、梁柱节点、多高层建筑及基础等。为了使读者首先对建筑设计有一个总体的认识，故增加了结构设计的一般原则。

书中除有关混凝土构件及结构计算和上册一样，按新的《混凝土结构设计规范》(GBJ 10-89)进行外，对荷载规定和高层建筑结构设计则分别按新修订的《建筑结构荷载规范》(GBJ9-87)和《钢筋混凝土高层建筑结构与施工规程》(JGJ3-88)送审稿编写。由于在高校工业与民用建筑专业已开设《建筑结构抗震设计》课并出版有相应的教材，故本册除高层部分外，都不包括抗震内容。如果采用本书作为教材，⑦~⑬可作为选修课内容。

本册编写分工如下：①程文灏、黄兴棣；②袁必果；③黄兴棣、朱万福；④陈祖述、高振世；⑤唐九如；⑥陈祖述；⑦⑧⑨⑪程文灏；⑩高振世；⑬蒋永生。

本册由程文灏教授担任副主编。

西南交通大学路湛沁教授在百忙中拨冗对本书惠予审校，并提出许多宝贵意见，使我们得以进行必要的修正，表示衷心的感谢。

全书由李漪浓同志描绘了全部插图，在此谨表示编者等的感谢。

由于我们水平的限制，特别是主编者水平的限制，书中错误和失当处，敬请批评指正。

丁大钧 于南京工学院
一九八九年五月

(京)新登字063号

内 容 简 介

本书是按照建设部(89)建标字第141号文件批准的《混凝土结构设计规范》GBJ10-89编写的。中册专门介绍混凝土建筑结构设计,主要阐述楼盖、单层厂房、多层框架、板柱结构的类型和组成、设计原则和方法。书中更以大量的篇幅阐述高层建筑结构的基本类型和概念、设计原则和方法。其中包括高层建筑常用的框架、剪力墙、框架-剪力墙、筒体结构和箱形基础等。还用一定篇幅阐述预埋件、梁柱节点等。

书后附有设计常用的各种系数表。

混 凝 土 结 构 学

中 册

丁大约 主编

路湛沁 审校

*

中国铁道出版社出版、发行

(北京市东单三条4号)

责任编辑 翁大厚 装帧设计 安宏

各地新华书店经售

北京京辉印刷厂印

开本: 787×1092mm 1/16 印张: 25.5 字数: 624千

1991年5月 第1版 1992年12月第2次印刷

印数: 4001—6000册

ISBN7-113-00837-2/TU·191 定价: 14.60元

目 录

| | |
|--------------------------|---------------------------------|
| ① 结构设计的一般原则 | 1 |
| 1.1 建筑结构的类型和组成 | 1 |
| 1.1.1 建筑结构的类型 | 1.1.2 建筑结构的组成 |
| 1.2 结构设计的内容和要求 | 2 |
| 1.2.1 设计阶段的划分和要求 | 1.2.2 设计前的准备工作 |
| 1.2.3 初步设计阶段结构设计的主要内容和要求 | 1.2.4 施工图设计阶段结构设计的主要内容和要求 |
| 1.3 结构设计的一般原则 | 7 |
| 1.4 结构上的作用 | 8 |
| 1.4.1 作用的定义和分类 | 1.4.2 荷载代表值 |
| 1.4.3 荷载效应组合 | 1.4.4 温度作用 |
| 1.4.5 偶然作用简述 | |
| ② 楼 盖 | 19 |
| 2.1 概 述 | 19 |
| 2.2 单向板肋梁楼盖 | 20 |
| 2.2.1 楼盖的结构布置 | 2.2.2 按弹性理论计算单向板肋梁楼盖 |
| 2.2.3 塑性内力重分布的基本原理 | 2.2.4 弯矩调幅法及连续板、梁的内力计算 |
| 2.2.5 塑性内力重分布计算方法的适用范围 | 2.2.6 单向板肋梁楼盖的截面计算和构造要求 |
| 2.2.7 单向板肋梁楼盖设计 | |
| 2.3 双向板肋梁楼盖 | 53 |
| 2.3.1 概述 | 2.3.2 按弹性理论计算双向板 |
| 2.3.3 双向板的非弹性工作特性与直接设计法 | 2.3.4 塑性铰线法 |
| 2.3.5 双向板的截面计算特点和构造要求 | 2.3.6 双向板支承梁的计算 |
| 2.4 装配式钢筋混凝土楼盖 | 61 |
| 2.4.1 装配式钢筋混凝土楼盖的型式 | 2.4.2 装配式构件的计算特点 |
| 2.4.3 预制板的布置 | 2.4.4 铺板式楼盖的连结 |
| 2.5 楼梯和雨篷 | 63 |
| 2.5.1 楼梯 | 2.5.2 雨篷 |
| 小 结 | 77 |
| ③ 单层厂房 | 81 |
| 3.1 概 述 | 81 |
| 3.1.1 单层厂房的特点 | 3.1.2 单层厂房的结构分类 |
| 3.2 单层厂房的结构组成和结构布置 | 83 |
| 3.2.1 结构组成 | 3.2.2 结构布置 |
| 3.2.3 支撑的作用和布置原则 | 3.2.4 抗风柱、圈梁、连系梁、过梁和基础梁的作用和布置原则 |
| 3.3 排架计算 | 96 |
| 3.3.1 计算简图 | 3.3.2 排架荷载计算 |
| 3.3.3 排架分析 | 3.3.4 排架计算的荷 |

| | | | | |
|----------------------------|----------------------------|-----------------------|------------------------|-----------|
| 载效应组合(内力组合) | 3.3.5 单层厂房排架考虑整体空间作用的计算 | 3.3.6 不 等高排架的内力分析 | 3.3.7 排架计算中的几个问题 | |
| 3.4 单层厂房柱 | | | | 120 |
| 3.4.1 柱的形式 | 3.4.2 矩形、工字形柱的设计 | 3.4.3 牛腿 | 3.4.4 双肢柱的 设计特点 | |
| 3.5 柱下单独基础 | | | | 129 |
| 3.5.1 概述 | 3.5.2 平板式单独基础的设计 | 3.5.3 带短柱的平板式单独基础设计要点 | | |
| 3.6 屋盖结构 | | | | 138 |
| 3.6.1 概述 | 3.6.2 屋面构件 | 3.6.3 屋架和屋面梁 | 3.6.4 板梁(架)合一的 屋盖结构 | 3.6.5 天窗架 |
| 3.6.6 托架 | | | | |
| 3.7 吊车梁 | | | | 152 |
| 3.7.1 常用形式 | 3.7.2 吊车梁的受力特点和设计原则 | 3.7.3 构造要点 | | |
| 3.8 预埋件 | | | | 158 |
| 3.8.1 概述 | 3.8.2 构造要点 | 3.8.3 预埋件计算 | 3.8.4 吊环 | |
| 小 结 | | | | 161 |
| ④ 现浇多层框架 | | | | 163 |
| 4.1 概 述 | | | | 163 |
| 4.2 结构布置方案 | | | | 163 |
| 4.2.1 柱网和层高 | 4.2.2 多层框架的结构布置 | | | |
| 4.3 框架截面尺寸及计算简图 | | | | 165 |
| 4.3.1 梁柱截面尺寸的初步确定 | 4.3.2 框架梁的截面抗弯刚度 | 4.3.3 计算简图 | | |
| 4.4 按弹性理论计算现浇多层框架的内力和水平位移 | | | | 168 |
| 4.4.1 竖向荷载作用下的框架内力近似计算—分层法 | 4.4.2 水平荷载作用下的框架内力近 似计算 | 4.4.3 水平荷载作用下的侧移近似计算 | | |
| 4.5 内力组合及构件截面设计 | | | | 181 |
| 4.5.1 内力组合 | 4.5.2 框架梁、柱截面设计 | | | |
| 4.6 现浇框架节点设计 | | | | 185 |
| 4.7 条形基础、整片基础设计 | | | | 186 |
| 4.7.1 多层框架房屋基础类型的选择 | 4.7.2 柱下条形基础的简化计算方法 | | | |
| 4.7.3 柱下交梁基础 | 4.7.4 整片基础 | | | |
| 4.8 现浇框架设计计算示例 | | | | 191 |
| 4.9 框架弹塑性分析简介 | | | | 201 |
| 4.9.1 基本概念 | 4.9.2 框架弹塑性全过程分析方法 | | | |
| 小 结 | | | | 209 |
| ⑤ 装配式多层框架 | | | | 211 |
| 5.1 结构形式和结构布置 | | | | 211 |
| 5.1.1 结构方案 | 5.1.2 构件划分 | 5.1.3 构件选型 | | |
| 5.2 内力计算 | | | | 216 |
| 5.2.1 施工阶段内力计算 | 5.2.2 使用阶段内力计算 | | | |
| 5.3 构件设计 | | | | 219 |
| 5.3.1 框架柱 | 5.3.2 框架梁 | 5.3.3 梁上挑耳 | | |
| 5.4 节点设计 | | | | 221 |

| | | | |
|------------------------------|------------------------|--------------------|------------------|
| 5.4.1 概述 | 5.4.2 柱与柱樨式接头 | 5.4.3 明牛腿式梁柱刚性节点 | |
| 5.4.4 齿槽式梁柱节点 | 5.4.5 整浇式梁柱节点 | | |
| 小 结 | | | 236 |
| ⑥ 板柱结构 | | | 237 |
| 6.1 概 述 | | | 237 |
| 6.2 现浇无梁楼盖 | | | 237 |
| 6.2.1 无梁楼盖的组成及受力特点 | 6.2.2 无梁楼板的冲切计算 | 6.2.3 无梁楼盖的内力计算 | |
| 6.2.4 无梁楼盖的构造 | | | |
| 6.3 升板结构 | | | 244 |
| 6.3.1 概述 | 6.3.2 板的设计 | 6.3.3 柱的设计 | 6.3.4 节点设计 |
| 6.4 预应力板柱结构简介 | | | 253 |
| 6.4.1 预应力板柱结构的组成与构造 | 6.4.2 计算方法简述 | | |
| 小 结 | | | 257 |
| ⑦ 高层建筑结构设计的基本概念 | | | 259 |
| 7.1 概 述 | | | 259 |
| 7.2 高层建筑的结构类型 | | | 261 |
| 7.2.1 按材料划分的结构类型 | 7.2.2 钢筋混凝土高层建筑的结构类型 | | |
| 7.2.3 各种结构类型水平位移曲线的型式 | 7.2.4 结构类型的选择 | | |
| 7.3 高层建筑结构设计的一般原则 | | | 267 |
| 7.3.1 作用在高层建筑上的水平力 | 7.3.2 高层建筑的体型和结构方案 | | |
| 7.3.3 内力与位移计算的一般原则 | 7.3.4 构件截面的承载能力及结构抗震等级 | | |
| 7.4 高层建筑技术经济分析 | | | 278 |
| 小 结 | | | 278 |
| ⑧ 剪力墙的性能与截面承载力计算 | | | 280 |
| 8.1 概 述 | | | 280 |
| 8.1.1 对剪力墙的要求 | 8.1.2 剪力墙的分类 | | |
| 8.2 剪力墙的受力特点 | | | 282 |
| 8.2.1 墙肢的受力特点 | 8.2.2 连梁的受力特点 | | |
| 8.3 剪力墙的截面承载力计算 | | | 286 |
| 8.3.1 剪力墙正截面承载力计算 | 8.3.2 剪力墙斜截面抗剪承载力计算 | | |
| 8.3.3 连梁的截面承载力计算 | | | |
| 小 结 | | | 290 |
| ⑨ 剪力墙结构 | | | 291 |
| 9.1 剪力墙的布置和有效翼缘宽度 | | | 291 |
| 9.1.1 剪力墙的布置 | 9.1.2 剪力墙翼缘的有效宽度 | | |
| 9.2 剪力墙的构造 | | | 293 |
| 9.2.1 材料、截面尺寸和形状 | 9.2.2 剪力墙的配筋构造 | 9.2.3 连梁的截面尺寸和配筋构造 | 9.2.4 预制板与剪力墙的连接 |
| 9.3 水平力的分配 | | | 298 |
| 9.3.1 剪力墙截面的等效抗弯刚度 EI_{eq} | 9.3.2 水平力的分配 | | |
| 9.4 水平力作用下剪力墙的内力和水平位移计算 | | | 302 |

| | | |
|---------------------------------------|----------------------------|-----------------|
| 9.4.1 整体墙的内力和水平位移计算 | 9.4.2 小开口墙的内力和水平位移计算 | |
| 9.4.3 双肢墙的内力和水平位移计算 | | |
| 9.5 水平力作用下壁式框架按 D 值法的计算 | | 312 |
| 9.5.1 概述 | 9.5.2 带刚域的梁考虑剪切变形后的抗弯线刚度 | 9.5.3 带刚域的宽 |
| 柱考虑剪切变形后的 D 值 | 9.5.4 壁式框架柱及弯点高度比 y 值的修正 | |
| 9.6 剪力墙的分类判别 | | 316 |
| 9.6.1 剪力墙整体性系数 α 的物理意义 | 9.6.2 剪力墙的分类判别 | |
| 小 结 | | 318 |
| ⑩ 框架—剪力墙结构 | | 320 |
| 10.1 结构布置、框架与剪力墙的协同工作 | | 320 |
| 10.1.1 概述 | 10.1.2 协同工作的基本概念 | 10.1.3 剪力墙的布置 |
| 10.2 水平力作用下内力和水平位移的计算 | | 324 |
| 10.2.1 基本计算假定和计算简图 | 10.2.2 基本微分方程的建立和求解 | |
| 10.2.3 总框架的剪切刚度 C_f | 10.2.4 总剪力墙的等效刚度 | 10.2.5 总连梁的等效剪切 |
| 刚度 C_l | 10.2.6 内力和位移计算中的几个问题 | |
| 10.3 带边框剪力墙的截面设计与构造 | | 339 |
| 10.3.1 受力性能 | 10.3.2 截面设计 | 10.3.3 配筋构造 |
| 10.4 计算例题 | | 342 |
| 小 结 | | 348 |
| ⑪ 筒体结构简述 | | 350 |
| 11.1 筒体的种类 | | 350 |
| 11.2 筒体—框架结构 | | 350 |
| 11.3 筒中筒结构 | | 354 |
| ⑫ 箱形基础设计 | | 357 |
| 12.1 概 述 | | 357 |
| 12.2 箱形基础的结构布置 | | 358 |
| 12.3 地基计算 | | 359 |
| 12.4 结构计算 | | 360 |
| 12.4.1 基底反力计算 | 12.4.2 考虑上部结构与箱形基础的共同作用 | |
| 12.4.3 构件承载能力计算 | | |
| 12.5 构造要求 | | 374 |
| 12.6 施工要求 | | 376 |
| 小 结 | | 376 |
| 附录一 均布荷载和集中荷载作用下等跨连续梁的内力系数 | | 378 |
| 附录二 承受均布荷载时双向板计算系数表 (按弹性理论计算方法) | | 384 |
| 附录三 钢筋混凝土结构伸缩缝最大间距 | | 387 |
| 附录四 单阶柱柱顶反力与位移系数表 | | 388 |
| 附录五 规则框架和壁式框架承受均布及倒三角形分布水平力作用时的反弯点高度比 | | 392 |
| 附录六 箱形基础计算用表 | | 396 |

混凝土结构学 (中册)

① 结构设计的一般原则

1.1 建筑结构的类型和组成

1.1.1 建筑结构的类型

人类从事建筑活动的最初目的,是为了战胜大自然对人类生存的各种威胁。早在约70万年前,我国周口店北京猿人就已群居洞穴,以避风雨和野兽的伤害。我国发现的陕西半坡村遗址就是在5000~7000年前仰韶文化时期的一种简陋的居舍。后来,随着社会生产的发展和人们需求的提高,逐渐地形成了比较坚固、耐久、舒适、美观的现代建筑。并且建筑业一直是人类活动中一个很重要的内容。

一幢建筑物的结构是由许多结构构件组成的,它们除了承受材料的自重外,还要承受人和设备以及风、雪等荷载,有时也要承受地基沉陷以及可能发生的地震等对它们的作用。

按结构所用材料的不同,建筑结构主要有木结构、砖石结构、钢结构和混凝土结构等四种结构类型,其中混凝土结构又包括钢筋混凝土结构和预应力混凝土结构两种。

凡是由两种或两种以上结构材料所组成的结构称为混合结构。例如,现时我国许多住宅大都采用的是砖石、混凝土组成的混合结构。

我国是世界上采用木结构最早的国家之一。木构架是中国古典建筑的主要结构型式。木材是一种质轻,既耐压又耐拉的材料。然而木材是天然生长的材料,我国森林资源相对于人口来说是比较少的,随着工农业生产的发展,木材的需要量远远不能满足建筑业的要求,再加上木结构易燃,易腐蚀等缺点,所以现在我国很少使用木结构。

砌体结构具有很好的耐火性和耐久性,以及有较好的隔热,隔声性能。且具有就地取材,价格低廉和不需模板等优点;但砌体结构自重大,砌筑劳动量也大,同时砌体的抗压能力不高,而抗拉能力更低,抗震性能较差,因此也限制了它的使用范围和发展。

钢结构,特别是混凝土结构的出现,给建筑业的发展开创了新的局面。

我国现时多层住宅大都采用砖石、混凝土混合结构;除了在个别冶金厂房和吊车吨位很大的厂房以及高层或大跨建筑中采用钢结构外,大量的民用和工业建筑大都采用混凝土结构。

1.1.2 建筑结构的组成

建筑结构由上部结构和下部结构两部分组成。通常,天然地坪以上,或±0.00以上的称

为上部结构，以下的称为下部结构。下部结构主要包括地下室、地道和基础等。上部结构由水平结构体系和竖向结构体系两部分组成。

水平结构体系主要是指楼盖和屋盖，将在第二章中讲述，另外在第四章中也讲述单层厂房的屋盖结构体系。水平结构体系主要有三个结构作用：一是承受作用在楼盖和屋盖上的竖向荷载，并把它们传递给竖向结构体系；二是把作用在整个结构上的水平力传递或分配给竖向结构体系；三是与竖向结构体系构成整体，提高了整个结构的抗侧刚度。对于水平结构体系的后两个作用，在学习了单层厂房空间工作，以及多、高层建筑以后，读者将会逐步理解。

竖向结构体系有各种型式，例如单层厂房中柱与屋架构成的铰接排架结构，多层建筑中柱与各层横梁构成的框架结构，高层建筑中的剪力墙结构、框架-剪力墙结构和筒体结构等。

竖向结构体系往往是整个结构设计中的主要内容，所以整个结构体系的名称往往取决于竖向结构体系，例如排架结构，框架结构，剪力墙结构，框架-剪力墙结构和筒体结构等等。

竖向结构体系承受上部结构中的所有荷载，包括作用在楼、屋盖上的竖向荷载；直接作用在竖向结构上的荷载；如风荷载，设备荷载（如吊车荷载）以及地震作用等。并把它们传递给基础。

竖向结构的承载能力和刚度对于保证整个结构的安全可靠和经济合理关系很大。所以结构设计中选择哪一种类型竖向结构，以及竖向结构的布置，各部分的尺寸关系等，通常是首先要解决的问题之一。

1.2 结构设计的内容和要求

1.2.1 设计阶段的划分和要求

基本建设有勘察、设计和施工三个环节，必须严格遵守先勘察后设计，先设计后施工的程序。实践表明，违反这一程序，例如边勘察边设计，或者边设计边施工等都不妥当，往往造成浪费或被动，甚至会导致严重的后果。

建筑工程设计一般分为初步设计和施工图设计两个阶段。大型民用建筑工程设计在初步设计之前，应进行方案设计。小型建筑工程设计可以用方案设计代替初步设计。对于技术上复杂而又缺乏设计经验的工程，经主管部门指定，或由设计部门自行确定，可采用三阶段设计，即在上述两个设计阶段之间增加一个技术设计阶段，用来深入解决各专业之间的协调等技术问题。

我国国务院1984年11月10日批转的国家计委《关于工程设计改革的几点意见》中指出：“工程设计是工程建设的首要环节，是整个工程的灵魂。先进合理的设计，对于改建、扩建和新建项目缩短工期、节约投资、提高经济效益，起着关键性的作用。”

建筑工程设计应贯彻适用、经济、美观的方针，因此结构设计的指导思想应该是安全可靠、经济合理和施工方便。

安全可靠是指建筑物的主体结构能以适当的可靠度满足各种预定的功能要求，即具有足够的安全性、适用性和耐久性。

经济合理是指不仅造价低，而且消耗的建筑材料少，特别是三材（木材、钢材和水泥）。此外，也应一并考虑减少建筑物在使用期间的养护修理费用。

施工方便是指从施工场地的安排、材料供应和施工能力出发，使所设计的结构容易建造，并能节省劳动力和缩短工期。

在设计中，对结构设计人员的基本要求是：

一、规范与程序

必须贯彻执行国家有关工程建设的政策和法令，遵守国家现行的建筑工程建设的标准、设计规范和设计工作程序。

二、调查研究，确保质量与进度

在设计前，应进行调查研究，把与工程设计有关的原始资料和基本条件搞清楚，收集必要的技术资料，这是保证文件质量，加快设计进度的前提条件。

三、先进性和经济性

要密切结合国情和当地的情况，积极采用先进技术；对于环境保护、节约用地、节约能源、建筑防火、结构抗震等重要问题，设计中要采取切实有效的技术措施；要正确掌握设计标准，努力提高社会、环境和经济效益，使之符合经过批准的设计任务书或初步设计文件的要求。

四、完整性

各阶段设计文件要完整。内容、深度要符合我国《建筑工程设计文件编制深度的规定》（试行），文字说明、图纸要准确清晰。整个文件经过严格校审，避免“错、漏、碰、缺”。

五、配合与听取意见

与其他专业，例如建筑、水、暖、电等专业的设计人员紧密合作，并经常听取施工人员和建设单位的意见。

施工过程中，结构设计人员除了应参加图纸会审及作详细的技术交底以外，还应对施工提出的有关材料和技术等方面的意见进行处理，必要时修改原设计。建筑物建成后，应及时做好技术总结，以提高设计水平并作为以后的技术借鉴。

1.2.2 设计前的准备工作

在具体进行设计之前，必须认真地做好各项设计准备工作，主要是：

一、明确设计任务

接受设计任务必须以建设单位的主管部门对设计项目的批准文件为依据，因为它不但是

必要的行政管理手续，而且在批准文件中还规定了设计项目的性质、投资和规模等。对此必须认真地进行研究，明确建设项目的设计要求，例如占地面积、建筑面积、土建投资、建筑物的等级、抗震等级以及是否有人防等特殊要求。同时考虑设计期限、主要建筑材料的供应情况、施工进度要求等。

二、收集有关的设计资料

主要有以下三方面：

(一) 对民用建筑应进一步了解功能要求，对工业厂房应进一步了解生产工艺要求。为此最好到同类型建筑物去作深入的调查研究，吸取类似建筑物的设计、建造和使用方面的经验作为借鉴。

(二) 收集建设地点方面的资料，包括：

1. 地形地貌情况。

2. 工程地质和水文地质情况，例如土的性质、成因和构造情况；是否地震区以及地震的基本烈度；有无滑波、溶洞等地质现象，并分析他们对建筑场地稳定性的影响；地下水的埋深、变化幅度以及对建筑材料有无侵蚀性；最高和常年洪水位和地下冰冻线深度等，以便做好地基处理、基础设计和选择合适的基础施工方案。

3. 气象条件，如常年气温变化、雨量、日照、积雪深度和风力、风向等。

4. 建筑基地的周围环境，主要了解拟建的建筑物是否会与周围建筑物产生相互影响，例如引起基础的不均匀沉降，风力改变的影响以及周围有无飞机场等限制建筑物高度的要求等。

(三) 施工条件及材料供应情况 主要包括：

1. 施工单位的技术、设备条件和施工经验；

2. 混凝土制品厂的预制构件品种、规格和供应情况等；

3. 商品混凝土厂的位置及供应能力、主要建筑材料的供应和运输条件，特别是钢材的品种和规格等；

4. 施工场地情况，如构件、材料的堆放场地，施工机械进出的道路，水、电供应和场地平整情况等。

1.2.3 初步设计阶段结构设计的主要内容和要求

结构设计的基本内容和步骤是：结构选型、结构布置、结构计算与设计、绘制结构施工图，其中结构选型和结构布置又可统称为结构设计方案，并且通常要在初步设计阶段完成。结构计算和设计，绘制结构施工图则在施工图设计阶段中完成。

初步设计阶段的主要任务是提出设计方案，并应对本工程的设计方案或重大技术问题进行综合技术经济分析，论证技术上的先进性、可能性和经济上的合理性。

初步设计文件由设计说明书（包括设计总说明和各专业的的设计说明书）、设计图纸、主要设备、材料表和工程概算等四部分组成。其中设计总说明是初步设计文件的主要组成部分。

一般情况下，在初步设计阶段，结构专业是以结构设计说明书作为交付的文件（特殊情

况除外)；有少数需要用概略图表示的，可提供有关资料，由建筑专业在建筑图上表示。

初步设计阶段结构设计人员的工作主要包括两项：内部作业和编写结构专业的初步设计说明书。

一、内部作业

内部作业的内容和要求是：

(一) 与建筑及其他专业配合，确定设计方案。

(二) 提出结构草图，包括结构布置、采用结构材料及构件截面估计等，并作为资料提供编制概算。

(三) 对复杂的建筑或构筑物应进行结构方案比较，并作必要的计算工作，对确定的方案应有平面布置和必要的剖面图；计算书应经审校后妥为保存，以便查对。

二、设计说明书

初步设计阶段结构专业说明书的内容和要求是：

(一) 设计依据和设计的要求

1. 自然条件：风荷载、雪荷载；工程所在地区的地震基本烈度、工程水文地质情况，其中着重对场地的特殊地质条件（如软土地基、膨胀土、滑坡、溶洞、冻土、抗震的不利地段等）分别予以说明。

当已有的工程地质勘察报告不够详尽时，应明确提出补充勘察的要求。

2. 设计要求：根据建筑物等级或根据使用功能、生产需要所确定的使用荷载、抗震等级等，并阐述对结构设计的特殊要求（如耐高温、防爆、防震、防蚀等）。

3. 施工条件：说明施工条件，如附近商品混凝土厂的情况、吊装能力、结构构件的预制能力（预制厂或现场预制），采用新的施工技术的可能性等。若尚未确定施工单位，应提出对施工条件配合的要求。

(二) 结构设计说明

重点阐述结构设计的主要内容、方案的比较和确定，如

1. 结构选型；
2. 地基处理和基础型式；
3. 伸缩缝、沉降缝和抗震缝的设置；
4. 为满足特殊使用要求的结构处理；
5. 新技术、新结构、新材料的采用；
6. 主要结构材料的选用；
7. 其他，如特殊构造、构件规格的统一、标准图纸的采用等。

(三) 需在设计审批时提请解决或确定的主要问题。

1.2.4 施工图设计阶段结构设计的主要内容和要求

施工图设计应根据已批准的初步设计文件进行，它的主要任务是满足施工要求，所以设

设计的深度应满足编制施工预算；安排材料、设备和非标准设备的制作；进行施工和安装等要求。

施工图设计阶段的设计文件以子项工程为单位，内容应包括：封面、图纸目录、设计说明（或首页）、图纸、预算等，其中图纸是主要的。

当需要增加技术设计阶段时，可根据工程的特点和需要，制定其文件的内容和深度。

结构设计的主要工作量是在施工图设计阶段，主要有结构计算与绘制设计图纸两项内容。

一、结构计算

结构计算书应完整、清楚、整洁、要绘出计算简图、计算步骤要有条理，引用数字要有依据，采用计算图表及不常用的计算公式应注明其来源或出处。构件编号、计算结果（确定的截面、配筋等）应与图纸相一致，以便核对。

当采用电子计算机计算时，计算书中应注明所采用的计算程序名称、荷载简图、原始数据，电算结果应整理成册，与其他计算书一起归档。

采用标准图时，应根据图集的说明，进行必要的选用计算，作为结构计算书的内容之一。采用重复利用的图纸时，应进行必要的核算和因地制宜的修改，以切合工程的具体情况。

计算书应经校审，并由设计、校对、审核人员分别签字。计算书作为技术文件归档，不外发。

二、设计图纸

施工图设计阶段的设计图纸应包括：图纸目录、首页（即结构设计说明）、基础平面图、基础详图、结构布置图、构件详图、构件节点详图以及其他图纸（如预埋件图、特种结构和构筑物图等）。设计图纸的绘制，应按国家现行的有关建筑制图标准进行。

在绘制钢筋混凝土构件详图时应符合以下要求：

（一）现浇构件：现浇梁、板、柱及框架、楼梯、剪力墙、电梯井筒等详图，要绘出：

1. 纵剖面、长度、轴线号、标高及配筋情况，梁和板的支座情况。
2. 横剖面：轴线号、断面尺寸及配筋。
3. 若钢筋较复杂不易表示清楚时，在纵剖面侧面将钢筋分离绘出。
4. 多跨梁完全对称时可绘一半。
5. 若有留洞、预埋件时应注明位置、尺寸或预埋件编号等。
6. 附注说明：混凝土等级、钢筋种类、对施工要求、混凝土保护层厚度，现浇板注明分布筋直径及间距。

（二）预制构件：预制梁、板、柱、框架、剪力墙、楼梯等详图（包括复杂的预制梁垫）要绘出：

1. 复杂构件的模板图：表示模板尺寸、轴线关系、预留洞、预埋件位置、尺寸或预埋件编号等，以及必要的标高。
2. 配筋图：纵剖面表示钢筋形式、箍筋直径、间距；钢筋复杂时，将钢筋分离绘出，

简单的可不绘大样图，但应说明钢筋长度。横剖面注明钢筋直径、数量及断面尺寸等。

3. 附注说明：混凝土等级、钢材种类、焊条型号、预埋件详图索引以及施工安装、吊装的要求等。

对于形状简单、规则的现浇或预制构件，在方便施工的前提下，可以用列表的方法绘制，以适当简化图纸。

1.3 结构设计的一般原则

建筑结构设计的基本原则是技术先进，安全适用，经济合理。为此应符合以下的一般原则。

一、遵守设计程序

除了应遵守勘察、设计、施工的基本建设程序外，结构设计本身也应遵守先初步设计，后施工图设计，即先方案、后计算、再绘施工图的设计程序。先出施工图，后补计算书，或者不作认真的核算和修改就生搬硬套其他工程的图纸等都是不允许的。

结构设计中也必须严格遵守设计、校核、审批的手续。自己设计自己校核，或者不听取校核和审批人员的意见等都是错误的。

在与其他专业配合时，一般应遵守先建筑，后结构的程序。

二、符合设计规范

国家颁布的各种设计规范（包括标准、规范、规程和规定等）都是科学研究和工程实践的经验总结，是进行设计的法律性文件，也是工程技术人员进行设计的共同依据。因此在没有足够的科学依据和实践经验时，无论计算还是构造都必须切实符合有关设计规范条款的规定。有些设计部门或单位往往结合当地的具体情况和工作经验制定出一些“技术规定”，设计时应也遵守。

为了更好地符合设计规范，就应该学习它，熟悉它，以便正确地运用它。只有对规范条文的意义有很好的理解，才能充分发挥设计人员的分析能力和主动性，正确地解决实际问题。

三、提高统一化、标准化和工业化的程度

统一化就是要使建筑物和构、配件的尺寸符合《建筑统一模数制》和《工厂建筑统一化基本规则》的要求。统一化是实现设计标准化和建筑工业化的前提。

《建筑统一模数制》规定，我国以100mm作为基本模数，以10、20、50mm为分模数，以300、600、1500、5000、6000mm为扩大模数。所以各组成部分、建筑构、配件和建筑制品尺寸，一般都应是100mm的倍数或分数。厂房跨度和柱距尺寸则采用扩大模数。

设计标准化是指两方面：一是要求设计人员应努力从事于建筑物的全部、部分或某些构件的标准化设计；另一是要求设计人员应尽可能地选用国家颁布的或部、省、市颁布的标准

构件图纸。这些标准图往往是比较成熟，并经过科学试验和工程实践检验，经济指标和材料消耗指标通常也是比较好的。

设计标准化是建筑工业化和施工机械化的前提，也是提高设计速度，节约成本的正确途径。结构设计人员应为提高设计标准化的程度而努力。

建筑工业化是指建筑构件、配件、制品生产的工厂化以及施工的机械化。建筑工业化对于提高质量、降低成本、减轻体力劳动、加快施工速度、改变建筑业的落后面貌等都有很大的意义，因此是建筑工业化的发展方向。

四、选择合理的结构设计方案

结构设计方案包括结构选型和结构布置两部分内容。结构设计方案是结构设计中带全局性的问题，应仔细研究，慎重对待，通常应选择几个方案进行比较后才能确定。在选择结构方案时，首先应满足建筑功能的要求；同时结构设计方案应该是合理的、安全可靠的（例如对抗震、抗爆的特殊要求等），还必须考虑到施工的条件以及经济的要求。从结构角度出发，一般讲，受力明确、传力路线短、刚度大而均匀、整体性和延性好、轻质而又高强的结构设计方案比较理想。

五、减轻结构自重

在有些混凝土结构中，如大跨结构，结构自重往往要占很大比重（大致占全部荷载的80%）。减轻结构自重不仅对于节省材料，降低造价重要，对于减小地震对结构物的作用也是很重要的。所以在结构设计中应尽可能地采用轻质高强的结构材料和建筑材料，并且适当地减小结构构件的尺寸是设计人员应该注意的。例如，美国休斯敦贝壳广场大厦是应用轻质高强材料的一个范例。如果采用普通混凝土，因受地耐力限制只允许建造35层，而全部采用高强轻质混凝土后，由于结构重量减轻而建造了52层，而且单位面积造价也没有增加。

六、采用先进技术，方便施工

结构设计不能墨守成规，而要尽可能地采用先进的科学技术研究成果，把设计与研究有机地结合起来。这不仅对于降低工程造价，提高工程质量是很重要的，而且对于提高建筑业的技术水平和设计人员的技术水平都是很重要的。结构设计也必须为方便施工创造条件。应该认识到只有方便施工才能达到结构设计的意图，保证工程的速度和质量。

1.4 结构上的作用

结构设计的一个重要目的，是保证房屋建筑在使用期间内具有必需的可靠度，因此必须研究引起结构失效的主要因素——作用。施加在结构上作用值的大小就是结构设计的重要依据之一。如果作用值规定得过大，将使结构多用材料，导致浪费；如果规定得偏小，则将导致结构不可靠，影响正常使用。由此可见，在结构设计中，根据实际情况恰当地确定作用值十分重要的。

1.4.1 作用的定义和分类

一、定 义

结构上的作用，是指能使结构产生效应（如内力、应力、变形、应变及裂缝等）的各种原因的总称。亦即，施加在结构上直接作用的力（包括集中力和分布力），以及引起结构外加变形或约束变形的原因，总称为结构上的作用。作用的含义比工程上长期沿用的“荷载”这一术语更为广泛和合理。

结构构件的自重、楼面上的人群和各种物品的重量或工业厂房中的设备重量、风压及雪压等，一般称为直接作用，习称荷载；温度变化、结构材料的收缩和徐变、地基变形及地震等现象，也能使结构产生效应，但它们不是直接以力的集结形式出现，故一般称为间接作用，习称结构的外加变形或约束变形。在结构设计时，一般说来，除应考虑直接作用即荷载外，有时尚应考虑间接作用。

二、分 类

结构上的作用，可按下列原则分类：

（一）按随时间的变异分类

作用按随时间变异的分类，是对作用的基本分类。因为它在结构可靠度分析中，将关系到其概率模型的选择，而且按各类极限状态设计时，将涉及作用代表值及其效应组合的选择。按随时间的变异性和出现的可能性，可分为：

1. 永久作用 指在结构上其值不随时间变化，或其变化与平均值相比可以忽略不计的作用，例如结构自重、土压力、焊接变形等。永久作用的特点是其统计规律与时间参数无关，故可用随机变量概率模型描述。

2. 可变作用 指在结构上其值随时间变化，且其变化与平均值相比是不可忽略的作用。例如安装荷载、楼（屋）面活荷载、风荷载、雪荷载、积灰荷载、吊车荷载及温度变化等。可变作用的特点是其统计规律与时间参数有关，故必须用随机过程概率模型描述。

3. 偶然作用 指在结构使用期间不一定出现的作用。它的出现带有偶然性，特点是一旦出现其量值很大而持续时间很短。例如地震、爆炸、撞击、龙卷风等。

（二）按随空间位置的变异分类

1. 固定作用 指在结构空间位置上具有固定分布的作用，但其量值可能是随机的。例如楼面上位置固定的设备、水箱等。

2. 可动作用 指在结构空间位置上的一定范围内可以任意分布的作用，其出现的位置及量值都可能是随机的。例如楼面上的人员荷载、吊车荷载等。

（三）按结构的反应分类

作用按结构反应的分类，主要是因为进行结构分析时，对某些出现在结构上的作用需要考虑其动力效应（加速度反应）。

1. 静态作用 指对结构或结构构件不产生动力效应，或其动力效应可以忽略不计的作用。例如结构自重、住宅与办公楼的楼面活荷载、雪荷载等。