

FROM GRADUATE TO STRUCTURAL ENGINEER



从大学生到结构工程师

——混凝土结构设计 **入门与提高**

王晶 编

中国建筑工业出版社

从大学生到结构工程师 ——混凝土结构设计入门与提高

王 晶 编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

从大学生到结构工程师——混凝土结构设计入门与提高/王晶编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2013. 3
ISBN 978-7-112-15004-5

I. ①从… II. ①王… III. ①混凝土结构-结构设计
IV. ①TU370.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 311875 号

本书内容共分三大篇, 包括设计概况与识图重点、设计流程与实例分析、规范汇总与工程验收。第一篇讲解设计三个阶段的主要内容和相互关系, 建筑施工图和工程地质勘察报告的识读。第二篇以设计流程为主线, 介绍每一步骤的工作内容与注意事项, 并提供典型实例。第三篇则按构件分类汇总规范图集里的相关规定。由此引领一个年轻结构工程师从入门到提高。

本书适合刚入设计院工作的结构设计人员、高年级相关专业大学生阅读学习。也可供有一定工作经验的结构工程师参考使用。

* * *

责任编辑: 王 梅 武晓涛

责任设计: 张 虹

责任校对: 刘梦然 陈晶晶

**从大学生到结构工程师
——混凝土结构设计入门与提高**

王 晶 编

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京天成排版公司制版

北京市书林印刷有限公司印刷

*

开本: 880×1230 毫米 1/16 印张: 19 字数: 598 千字

2013 年 5 月第一版 2013 年 5 月第一次印刷

定价: 46.00 元

ISBN 978-7-112-15004-5
(23075)

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)

前 言

在日趋繁忙的如今，工程量越来越多，但工期却一减再减，由此设计院里的师哥、师姐都忙于自己的工作，很少有时间能够给新来的小师弟、小师妹细致地讲解相关的设计知识。新手设计人员，如果没有师傅指点，仅仅靠自学专业知识，那是有相当难度的。针对这一问题，笔者结合自身的学习经历编撰了本书，以期给众位小师弟、小师妹们一些建议和指导。再有随着日趋激烈的工作竞争，对于即将毕业的大学生，更应提早地安排自身的职场规划，如果想从事土建设计工作，最迟在大学的最后一年就应努力学习相关设计知识，为自己增加筹码，毕业后能更快更好地投入到工作之中。

本书共分成三大篇：

第一篇：设计概况与识图重点

该篇讲解了设计三个阶段的关系及其主要的设计内容，并详细阐述了如何看懂建筑施工图及工程地质勘察报告。

第二篇：设计流程与实例分析

该篇以结构设计整体流程为主线，从模型的建立与调整，到 SATWE 软件的前处理，再到 PKPM 程序中基础的设计步骤，详细介绍了每一个步骤及其注意事项，并将每个设计步骤的规范要求一一陈列出来，真正做到有理有据设计，同时还根据笔者的设计经验，给读者提供一些参数设置建议及设计小窍门。

本篇在最后还列举了三个实例，即框架结构的设计、剪力墙结构的设计和框架-剪力墙结构的设计。在对应的每个结构形式中，分别讲述了其优缺点、应用范围、设计要点及常遇问题处理，切实解决了设计过程中的重点、难点和易忘点。

第三篇：规范汇总与工程验收

该篇以结构构件的柱、梁、墙、板和基础为主要内容，将《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010、《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3—2010、《建筑地基基础设计规范》GB 50007—2011、《人民防空地下室设计规范》GB 50038—2005、《全国民用建筑工程设计技术措施》、《建筑结构设计规范应用图解手册》、《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图(现浇混凝土框架、剪力墙、梁、板)》(11G101-1)、《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图(现浇混凝土板式楼梯)》(11G101-2)、《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图(独立基础、条形基础、筏形基础及桩基承台)》(11G101-3)、《建筑物抗震构造详图(多层和高层钢筋混凝土房屋)》(11G329-1)等规范和图集中对构件的要求，进行了分类、归并和扩展，将同一构件的分散规范要求，统一到一起进行对比和分析，以便读者更好地理解和应用规范。

本篇在最后还讲述了与施工相关的内容，即验槽的内容，钢筋、主体验收的内容和地基处理，让读者更全面地了解工程的构成，以帮助读者能够早日成为一名优秀的结构工程师。

工程设计是一项严谨复杂的工作，限于本人的水平及对国家标准的理解程度，书中难免有不妥之处，希望读者批评指正。

目 录

第一篇 设计概况与识图重点	1
1 规范简称及设计阶段的概述	1
1.1 规范名称的简称	1
1.2 设计阶段的概述	1
1.3 施工图设计阶段详述	4
2 看懂建筑施工图	7
2.1 建筑施工图的组成部分	7
2.2 图纸目录及门窗表	7
2.3 建筑设计总说明	7
2.4 建筑平面图	7
2.5 建筑立面图	7
2.6 建筑剖面图	7
2.7 节点大样图及门窗大样	7
2.8 楼梯大样图	8
3 看懂勘察报告	9
3.1 设计单位向工程地质勘察部门提供的资料	9
3.2 工程地质勘察部门向设计单位提供的勘察报告	9
第二篇 设计流程与实例分析	10
4 模型的建立与调整	10
4.1 依据建筑施工图建立结构模型	10
4.2 校对楼板的裂缝、挠度、剪力	15
5 SATWE 软件的前处理-数据准备	17
5.1 【接 PM 生成 SATWE 数据】	17
5.2 【结构内力, 配筋计算】	33
5.3 【分析结果的图形和文本显示】	34
6 程序 PKPM 中基础的设计步骤	50
6.1 基础设计第一步	50
6.2 基础设计第二步	52
6.3 基础设计第三步	57
7 框架结构设计	65
7.1 框架结构概述	65
7.2 框架结构设计要点	65
7.3 框架结构设计举例	67
7.4 框架结构常遇问题汇总	91
8 剪力墙结构设计	113

8.1 剪力墙结构概述	113
8.2 剪力墙结构设计要点	113
8.3 剪力墙结构设计举例	113
8.4 剪力墙结构常见问题汇总	183
9 框架-剪力墙结构设计	193
9.1 框架-剪力墙结构概述	193
9.2 框架-剪力墙结构设计要点	193
9.3 框架-剪力墙结构设计举例	194
第三篇 规范汇总与工程验收	221
10 规范中柱的基本规定	221
10.1 柱箍筋的相关规定	221
10.2 柱纵筋的相关规定	222
10.3 柱轴压比的相关规定	222
11 图集中柱的相关要求	223
11.1 柱箍筋的相关要求	223
11.2 钢筋保护层厚度及环境类别	223
11.3 钢筋的锚固长度及绑扎搭接长度	223
11.4 抗震 KZ 纵向钢筋连接构造	224
11.5 地下一层增加钢筋在嵌固部位的锚固构造	226
11.6 抗震 KZ 边柱和角柱柱顶纵向钢筋构造	227
11.7 抗震 KZ 中柱柱顶纵向钢筋构造	228
11.8 抗震 KZ 柱变截面位置纵向钢筋构造	228
11.9 抗震 QZ、LZ 纵向钢筋构造	229
11.10 柱箍筋构造要求	229
11.11 柱插筋在基础中锚固构造	230
12 图纸设计总说明中框架柱、填充墙的相关要求	231
12.1 框架柱的要求	231
12.2 砌体填充墙要求	231
13 规范中梁的基本规定	233
13.1 梁箍筋的相关规定	233
13.2 梁纵筋的相关规定	233
14 图集中梁的相关要求	235
14.1 设计时应注意的事项	235
14.2 框架梁纵筋锚固的规定	235
14.3 非框架梁纵筋锚固的规定	239
14.4 梁箍筋构造要求	240
15 规范中剪力墙的基本规定	242
15.1 剪力墙底部加强部位的范围及边缘构件	242
15.2 剪力墙截面厚度的要求	243
15.3 剪力墙及边缘构件的配筋要求	243
15.4 较长剪力墙及短肢剪力墙的要求	244
15.5 剪力墙墙肢轴压比的要求	245

15.6 剪力墙、连梁的钢筋构造	245
15.7 有关剪力墙结构的重点注意事项	246
16 图集中剪力墙的相关要求	248
16.1 设计时应注意的事项	248
16.2 剪力墙、连梁钢筋构造	248
16.3 剪力墙洞口补强钢筋	253
17 规范中板的基本规定	255
17.1 楼板厚度的要求	255
17.2 楼板内钢筋的构造	255
17.3 挑檐板或天沟板的伸缩缝设置、板开大洞的构造措施	257
18 图集中板的相关要求	258
18.1 图集中楼板的基本要求	258
18.2 后浇带、局部升降板的引注	259
18.3 楼面板、悬挑板的钢筋构造	259
18.4 板翻边、板加强带、后浇带、板加腋局部升降板的构造	261
18.5 楼板开洞的洞边加强钢筋构造	264
18.6 板悬挑阳角、阴角钢筋构造	265
19 规范中基础的基本规定	266
19.1 基础的基本概念	266
19.2 基础的种类及要求	266
19.3 基础的选型与设计	270
20 图集中基础的相关要求	273
20.1 图集中基础的基本要求	273
20.2 梁板式筏形基础的平法表达	273
20.3 基础的钢筋构造	275
20.4 板边缘封边构造、集水坑与后浇带构造、墙与柱的插进锚固	279
21 《人民防空地下室设计规范》摘要	283
21.1 规范的适用条件及名词解释	283
21.2 防空地下室的一般规定	284
21.3 人防设计要点	284
22 结构工程师应知的施工知识	289
22.1 验槽到底该验什么	289
22.2 钢筋验收验什么	290
22.3 主体验收验什么	292
22.4 地基处理	293
参考文献	296

第一篇 设计概况与识图重点

1 规范简称及设计阶段的概述

1.1 规范名称的简称

1. 本书中大量引用了规范中的条文, 为了方便阅读, 将相关规范的全称进行了简化, 具体如下:

(1) 《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010, 简称《混凝土规范》。

(2) 《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010, 简称《抗规》。

(3) 《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3—2010, 简称《高规》。

(4) 《建筑地基基础设计规范》GB 50007—2011, 简称《基础规范》。

(5) 《人民防空地下室设计规范》GB 50038—2005, 简称《人防规范》。

(6) 《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图(现浇混凝土框架、剪力墙、梁、板)》(11G101-1), 简称《11G101-1》。

(7) 《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图(现浇混凝土板式楼梯)》(11G101-2), 简称《11G101-2》。

(8) 《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图(独立基础、条形基础、筏形基础及桩基承台)》(11G101-3), 简称《11G101-3》。

(9) 《建筑物抗震构造详图(多层和高层钢筋混凝土房屋)》(11G329-1), 简称《11G329-1》。

(10) 《全国民用建筑工程设计技术措施 结构 2003》, 简称《技术措施》。

(11) 《建筑结构设计规范应用图解手册》, 简称《图解手册》。

2. 本书中大量引用了规范中的条文, 并将条文的代号和在规范中的页码记录在简化全称的后面, 具体表达含义如下:

(1) 例如: 《高规》-6.4.6-P68, 表示所述内容引自《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3—2010, 第 68 页中的第 6.4.6 条。

(2) 例如: 《11G329-1》P9, 表示所述内容引自《建筑物抗震构造详图(多层和高层钢筋混凝土房屋)》(11G329-1), 第 9 页。

1.2 设计阶段的概述

1.2.1 设计阶段的划分

工程项目的设计可根据项目的性质、规模及技术复杂程度分阶段进行。民用建筑工程设计一般分为方案设计、初步设计和施工图设计三个阶段。对于技术要求简单的民用建筑工程, 经有关部门同意, 并且合同中有不做初步设计的约定, 可在方案设计审批后直接进入施工图设计。

1. 方案设计阶段: 建筑专业绘制方案图, 其他专业配合确定结构造型、设备系统等设想方案, 并估算工程造价, 组织方案审定或评选, 写出定案结论, 并绘制方案报批图。

2. 初步设计阶段: 方案设计经审查批准后, 进行初步设计, 初步完成各专业配合, 细化方案设计, 编制初步设计文件, 配合建设单位办理相关的报批手续, 控制投资, 对特殊设备提出订货条件。

3. 施工图设计阶段: 在取得初步设计审批文件后, 根据审批意见和审批文件, 对初步设计进行必要的调整。设计总负责人应和专业负责人协调商定各专业配合进度, 进行施工图设计, 满足施工要求。

1.2.2 初步设计阶段详述

1. 工作目的及成果：

在建筑方案中标并批复后，除技术要求简单的民用建筑工程外，大多数工程需要进行初步设计。此阶段设计文件应满足向政府主管部门报批、控制工程造价、特殊大型设备订货的要求。通过这个阶段，基本确定各专业设计方案，以及各专业间配合等问题，满足下一步编制施工图的需求。这个阶段提交的设计文件包括各专业的的设计总说明、图纸和工程概算。

2. 结构专业设计步骤，见图 1.2.2-1。

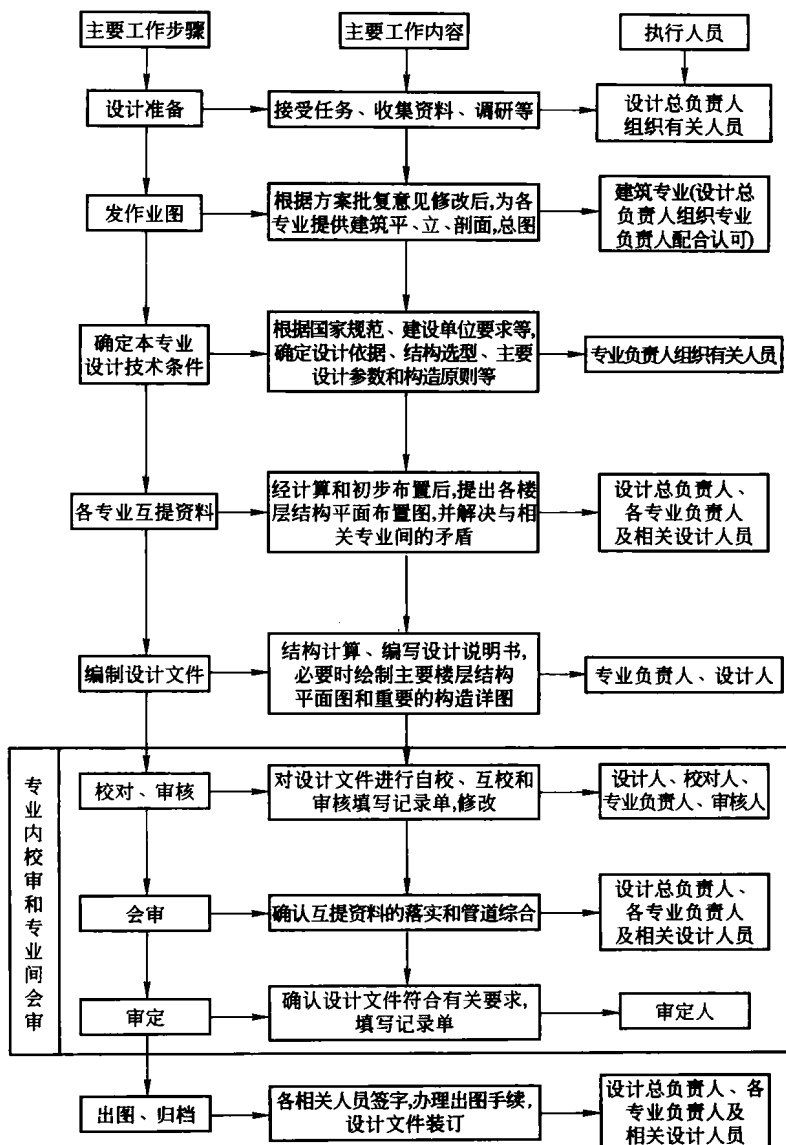


图 1.2.2-1 初步设计阶段结构专业工作流程框图

3. 专业间互提资料的主要内容：

1) 结构专业接收其他专业的主要资料：

(1) 接收建筑专业的主要内容有：

- ① 总平面定位位置，包括量测坐标网、建筑红线、消防车道等；
- ② 建筑物性质、用途、建筑高度、层高、建筑面积、建筑标准、建筑材料等；
- ③ 建筑物的平、立、剖面图及建筑做法；
- ④ 建筑物的防火要求及保温隔热做法。

(2) 接收各设备专业的主要内容有:

- ① 设备用房的位置及尺寸;
- ② 各类设备的位置及荷重;
- ③ 对设备基础的要求;
- ④ 楼板、承重墙、梁上需预留的洞口的位置及尺寸;
- ⑤ 吊(挂)在梁(墙)上的设备的位置及荷重。

2) 结构专业需提供的主要资料:

- (1) 地质勘察资料;
- (2) 主体结构选型;
- (3) 基础选型;
- (4) 承重墙、柱、梁、板布置图;
- (5) 承重墙、柱、梁、板等主要结构构件的截面尺寸;
- (6) 伸缩缝、沉降缝的位置。

3) 具体工程的互提资料内容和深度要求, 详见国家建筑标准设计《民用建筑工程设计互提资料深度及图样——结构专业》05SG105。

4. 编制设计文件:

初步设计阶段, 结构专业的设计文件应包括设计总说明、设计图纸(有必要时)。其编制原则为:

- 1) 应满足编制施工图设计文件的需要;
- 2) 宜因地制宜正确选用国家、行业和地方建筑标准设计;
- 3) 对于一般工业建筑(房屋部分)工程设计, 设计文件编制深度应符合有关行业标准的规定;
- 4) 当设计合同对设计文件编制深度另有要求时, 设计文件编制深度应符合设计合同的要求。

5. 结构专业设计文件主要内容:

1) 设计说明书:

(1) 设计依据:

- ① 本工程结构设计所采用的主要标准及法规;
- ② 相应的工程地质勘察报告及其主要内容;

工程所在地区的地震基本烈度、建筑场地类别、地基液化判别、工程地质和水文地质简况、地基土冻胀性和融陷情况, 着重场地的特殊地质条件分别予以说明。

当无勘察报告或已有工程地质勘察报告不能满足设计要求时, 应明确提出勘察或补充勘察要求。

- ③ 采用的设计荷载, 包括工程所在地的风荷载和雪荷载、楼(屋)面使用荷载、其他特殊荷载;
- ④ 建设方对设计提出的符合有关标准、法规的与结构有关的书面要求;
- ⑤ 批准的方案设计文件。

(2) 设计说明:

① 建筑结构的安全等级和设计使用年限、建筑抗震设防烈度和设防类别;

② 地基基础设计等级、地基处理方案及基础形式、基础埋置深度及持力层名称; 若采用桩基时, 应说明桩的类型、桩端持力层及进入持力层的深度;

- ③ 上部结构选型;
- ④ 伸缩缝、沉降缝和防震缝的设置;
- ⑤ 地下室的结构做法和防水等级, 当有人防地下室时说明人防的抗力等级;
- ⑥ 为满足特殊使用要求所作的结构处理;
- ⑦ 主要结构构件材料的选用;
- ⑧ 高层建筑和大型公共建筑的主要结构特征参数和采用的计算程序及计算模型;
- ⑨ 新技术、新结构、新材料的采用;

⑩ 采用的标准图集、施工特殊要求、其他需要说明的内容。

(3) 提请在设计审批时须解决或确定的主要问题。

2) 设计图纸(较复杂的工程提供):

(1) 标准层、特殊楼层及结构转换层平面结构布置图,注明定位尺寸、主要构件的截面尺寸,条件许可时提供基础平面图;

(2) 特殊结构部位的构造简图。

3) 初步设计阶段建筑结构设计内容,参见《建筑工程设计文件编制深度规定》(2003年版)及《民用建筑工程结构初步设计深度图样》05G104。

1.3 施工图设计阶段详述

1.3.1 工作目的及成果

1. 在初步设计文件经政府有关主管部门审查批复,甲方对有关问题给予答复后,项目组进行施工图设计工作。这个阶段设计文件应满足材料采购和施工的需要,所提交的设计文件包括全套施工图和工程概算。

2. 施工图设计是对初步设计的深化和完善。由于在初步设计阶段已确定了结构的选型,此阶段的工作主要是依据相关文件(或资料)对结构布置、构件尺寸进行必要的调整,对节点构造进行详细设计。必要时,应对结构进行补充计算。

3. 施工图设计文件的编制原则同初步设计。

1.3.2 工作流程

施工图设计阶段的工作流程和各工种之间的配合框图参见初步设计,只是工作内容按施工图设计深度的要求进行。

1.3.3 结构专业施工图设计文件的主要内容

结构专业设计文件应包括图纸目录、设计说明、设计图纸和计算书,具体内容见表 1.3.3-1。

结构专业设计文件主要内容

表 1.3.3-1

设计文件名称	主要内容	备注
图纸目录	1. 列举施工图纸所有内容,并按图纸序号排列; 2. 先列新绘制的设计图纸,并从基础、地下室开始;各个楼层自下而上到屋顶依次编排相关图纸;选用的重复使用图或标准图也依照此顺序在目录中列出。	
设计总说明	1. 本工程设计的主要设计依据; 2. 设计±0.000 标高所对应的绝对标高值; 3. 图纸中标高、尺寸的单位; 4. 建筑结构的安全等级和设计使用年限,混凝土结构的耐久性要求和砌体结构施工质量控制等级; 5. 建筑场地类别、地基的液化等级、建筑抗震设防类别、抗震设防烈度(设计基本地震加速度及设计地震分组)和钢筋混凝土结构的抗震等级; 6. 人防工程的抗力等级; 7. 扼要说明有关地基概况,对不良地基的处理措施及技术要求、抗液化措施及要求、地基土的冰冻深度、地基基础的设计等级,地基验槽要求; 8. 采用的设计荷载,包括风荷载、雪荷载、楼面允许使用荷载、特殊部位的最大使用荷载标准值; 9. 所选用结构材料的品种、规格、性能及相应的产品标准,当为钢筋混凝土结构时,应说明受力钢筋的保护层厚度、锚固长度、搭接长度、接长方法、预应力构件的锚具类型、预留孔道做法、施工要求及锚具防腐措施等,并对某些构件或部位的材料提出特殊要求; 10. 对水池、地下室等有抗渗要求的建(构)筑物的混凝土,说明抗渗等级,需做试漏的提出具体要求,在施工期间存上有上浮可能时,应提出抗浮措施; 11. 所采用的通用做法和标准构件图集,如有特殊构件需做结构性能检验时,应指出检验的方法与要求;需要进行试剂、试片试验的提出相关试验要求; 12. 施工中应遵循的施工规范和注意事项。	每一单项工程应编写一份结构设计总说明,对多子项工程宜编写统一的结构施工图设计总说明。如为简单的小型单项工程,则设计总说明中的内容可分别写在基础平面图和各层结构平面图上。

续表

设计文件名称	主要内容	备注
基础平面图	1. 应标出指北针, 绘出定位轴线, 并在建筑物对角线两端注明坐标, 以便建筑物根据城市坐标体系定位。如为小区或建筑群时, 在图纸角部应附小总图, 在小总图上将本幢建筑涂色, 以明确该幢建筑物在小区或建筑群中的位置。有时也可不注坐标, 仅说明位置见总平面图; 2. 绘制定位轴线、基础构件(包括承台、基础梁等)的位置、尺寸、底标高、构件编号, 基础底标高不同时, 应绘出放坡示意; 3. 标明结构承重墙与墙垛、柱的位置与尺寸、编号, 当为混凝土结构时, 此项可另绘平面图, 并注明断面变化关系尺寸; 4. 标明地沟、地坑和已定设备基础的平面位置、尺寸、标高, 无地下室时±0.000 标高以下的预留孔与预埋件的位置、尺寸、标高; 5. 提出沉降观测要求及测点布置(宜附测点构造详图); 6. 说明中应包括基底持力层及基础进入持力层的深度, 地基的承载力特征值, 基底及基槽回填土的处理措施与要求, 以及对施工的有关要求等; 7. 桩基应绘出桩位平面位置及定位尺寸, 说明桩的类型和桩顶标高、入土深度、桩端持力层及进入持力层的深度、成桩的施工要求、试桩要求和桩基的检测要求(若先做试桩时, 应单独先绘制试桩定位平面图), 注明单桩的允许极限承载力值; 8. 当采用人工复合地基时, 应绘出复合地基的处理范围和深度, 置换桩的平面位置及其材料和性能要求、构造详图; 注明复合地基的承载力特征值及压缩模量等有关参数和检测要求; 当复合地基另有设计资质的单位设计时, 主体设计方应明确提出对地基承载力特征值和变形值的控制要求; 9. 当有后浇带(收缩或沉降)时, 在平面上定出位置、尺寸, 并定出封闭时间和封闭混凝土的要求。	
基础详图	1. 无筋扩展基础应绘出剖面、基础圈梁、防潮层位置, 并标注总尺寸、分尺寸、标高及定位尺寸; 2. 扩展基础应绘出平、剖面及配筋、基础垫层, 标注总尺寸、分尺寸、标高及定位尺寸等; 3. 桩基应绘出承台梁剖面或承台板平面、剖面、垫层、配筋, 标注总尺寸、分尺寸、标高及定位尺寸, 桩构造详图(可另图绘制)及桩与承台的连接构造详图; 4. 筏基、箱基可参照现浇楼面梁、板详图的方法表示, 但应绘出承重墙、柱的位置。当要求设后浇带时应表示其平面位置并绘制构造详图。对箱基和地下室基础, 应绘出钢筋混凝土墙的平面、剖面及其配筋, 当预留孔洞、预埋件较多或复杂时, 可另绘墙的模板图; 5. 基础梁可参照现浇楼面梁详图方法表示; 6. 附加说明基础材料的品种、规格、性能、抗渗等级、垫层材料、杯口填充材料、钢筋保护层厚度及其他对施工的要求。 注: 对形状简单、规则的无筋扩展基础、扩展基础、基础梁和承台板, 也可用列表方法表示。	筏形基础可采用《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图》(独立基础、条形基础、筏形基础及桩基承台)11G101-3 标准图集所示方法绘制, 在平面图上表示配筋要求。
结构平面图	1. 一般建筑的结构平面图, 均应有各层结构平面图及屋面结构平面图。具体内容: (1) 绘出定位轴线及梁、柱、承重墙、抗震构造柱等定位尺寸, 并注明其编号和楼层标高; (2) 注明预制板的跨度方向、板号、数量及板底标高, 标出预留洞大小及位置; 预制梁、洞口过梁的位置和型号、梁底标高; (3) 现浇板应注明板厚、板面标高、配筋(亦可另绘放大比例的配筋图, 必要时应将现浇楼面模板图和配筋图分别绘制), 标高或板厚变化处绘局部剖面, 有预留孔、预埋件、已定设备基础时应示出规格与位置, 洞边加强措施, 当预留孔、预埋件、设备基础复杂时亦可放大另绘; (4) 有圈梁时应注明位置、编号、标高, 可用小比例绘制单线平面示意图; (5) 楼梯间可绘斜线注明编号和所在详图号; (6) 电梯间应绘制机房结构平面布置(楼面与顶面)图, 注明梁板编号、板的厚度与配筋、预留洞大小与位置、板面标高及吊钩平面位置与详图; (7) 屋面结构平面布置图内容与楼面平面类同, 当结构找坡时应标注屋面板的坡度、坡向、坡向起终点处的板面标高, 当屋面上留洞或其他设施时应绘出其位置、尺寸与详图, 女儿墙或女儿墙构造柱的位置、编号及详图; (8) 当选用标准图中节点或另绘节点构造详图时, 应在平面图中注明详图索引号。 2. 单层空旷房屋应绘制构件布置图及屋面结构布置图, 应有以下内容: (1) 构件布置图应表示定位轴线, 墙、柱、天桥、过梁、门撑、雨篷、柱间支撑、连系梁等的布置、编号、构件标高及详图索引号, 并加注有关说明等; (2) 屋面结构布置图应表示定位轴线(可不绘墙、柱)、屋面结构构件的位置及编号、支撑系统布置及编号、预留孔洞的位置、尺寸、节点详图索引号, 有关的说明等。	各层自下而上编制, 如有相同的平面可统一成标准层(即连续几层只绘制一个平面, 仅注明不同层号和标高), 如有个别层局部不同时, 也可只绘制局部不同处, 来表示该层平面图。

续表

设计文件名称	主要内容	备注
钢筋混凝土构件详图	1. 现浇构件(现浇梁、板、柱及墙等详图)应绘出: (1) 纵剖面、长度、定位尺寸、标高及配筋, 梁和板的支座; 现浇的预应力混凝土构件尚应绘出预应力筋定位图并提出锚固要求; (2) 横剖面、定位尺寸、断面尺寸、配筋; (3) 需要时可增绘墙体立面; (4) 若钢筋较复杂不易表示清楚时, 宜将钢筋分离绘出; (5) 对构件受力有影响的预留洞、预埋件, 应注明其位置、尺寸、标高、洞边配筋及预埋件编号等; (6) 由梁或平面折线梁宜增绘平面图, 必要时可绘展开详图; (7) 一般的现浇结构的梁、柱、墙可采用“平面整体表示法”绘制; 标注文字较密时, 纵、横向梁宜分两幅平面图绘制; (8) 除总说明已叙述外需要特别说明的附加内容。 2. 预制构件应绘出: (1) 构件模板图, 应表示模板尺寸、轴线关系、预留洞及预埋件位置、尺寸、预埋件编号、必要的标高等; 后张预应力构件尚需表示预留孔道的定位尺寸、张拉端、锚固端等; (2) 构件配筋图: 纵剖面表示钢筋形式、箍筋直径与间距, 配筋复杂时宜将非预应力筋分离绘出; 横剖面注明断面尺寸、钢筋规格、位置、数量等; (3) 需作补充说明的内容。 注: 对形状简单、规则的现浇或预制构件, 在满足上述规定前提下, 可用列表法绘制。	构件可单独绘制, 或采用《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图》(现浇混凝土框架、剪力墙、梁、板)11G101-1标准图集绘制。
节点构造详图	1. 对于现浇钢筋混凝土结构应绘制节点构造详图(可采用标准设计通用详图集); 2. 预制装配式结构的节点; 梁、柱与墙体锚拉等详图应绘出平、剖面, 注明相互定位关系, 构件代号, 连接材料、附加钢筋(或预埋件)的规格、型号、性能、数量, 并注明连接方法以及对施工安装、后浇混凝土的有关要求等; 3. 需作补充说明的内容。	
其他图纸	1. 楼梯图: 应绘出每层楼梯结构平面布置及剖面图, 注明尺寸、构件代号、标高; 梯梁、梯板详图(可用列表法绘制); 2. 预埋件: 应绘出其平面、侧面、注明尺寸、钢材和锚筋的规格、型号、性能、焊接要求; 3. 特殊结构和构筑物: 如水池、水箱、烟囱、烟道、管架、地沟、挡土墙、筒仓、大型或特殊要求的设备基础、工作平台等, 均宜单独绘图; 应绘出平面、特征部位剖面及配筋, 注明定位关系、尺寸、标高、材料品种和规格、型号、性能; 4. 玻璃幕墙一般都由专业公司设计, 设计单位根据专业公司提供的要求预留埋件; 电梯机房、擦窗机等都由专业公司提出要求, 土建配合设计。	1. 楼梯可单独绘制、或采用标准图《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图》(现浇混凝土板式楼梯)11G101-2; 2. 水池、烟囱、地沟、挡土墙等均有标准图集供选用。
建筑幕墙的结构设计文件	1. 按有关规范规定, 幕墙构件在竖向、水平荷载作用下的设计计算书; 2. 施工图纸, 包括: ① 封面、目录(单另成册时); ② 幕墙构件立面布置图, 图中标准墙面材料、竖向和水平龙骨(或钢索)材料的品种、规格、型号、性能; ③ 墙材与龙骨、各向龙骨间的连接、安装详图; ④ 主龙骨与主体结构连接的构造详图及连接件的品种、规格、型号、性能。 注: 当建筑幕墙的结构设计由有设计资质的幕墙公司按建筑设计要求承担设计时, 主体结构设计人员应审查幕墙与相连的主体结构的安全性。	

2 看懂建筑施工图

2.1 建筑施工图的组成部分

结构设计第一步就是看懂建筑施工图，建筑专业是整个建筑物设计的龙头，没有建筑设计其他专业也就谈不上设计了，所以看懂建筑施工图就显得格外重要。大体上建筑施工图包括以下部分：图纸目录、门窗表、建筑设计总说明、一层~屋顶的平面图、正立面图、背立面图、东立面图、西立面图、剖面图(视情况有多个)、节点大样图、门窗大样图及楼梯大样图。

2.2 图纸目录及门窗表

图纸目录可用来了解建筑设计的整体情况，从其中可以明了图纸数量及出图大小和工程号，还有建筑单位及整个建筑物的主要功能。如果图纸目录与实际图纸有出入，必须与建筑核对情况。门窗表相信大家不会陌生，就是门窗编号以及门窗尺寸及做法，这对大家在结构中计算荷载是必不可少的。

2.3 建筑设计总说明

建筑设计总说明对结构设计是非常重要的，因为建筑设计总说明中会提到很多做法及许多结构设计中要使用的数据，比如：建筑物所处位置(结构中用以确定设防烈度及风荷载、雪荷载)，黄海标高(用以计算基础大小及埋深、桩顶标高等，没有黄海标高，施工中根本无法施工)，墙体做法、地面做法、楼面做法等(做法用以确定各部分荷载)，总之看建筑设计说明时不能草率，这是结构设计正确与否非常重要的一个环节。

2.4 建筑平面图

建筑平面图就比较直观了，主要信息就是柱网布置及每层房间功能、墙体布置、门窗布置、楼梯位置等。而一层平面图在进行上部结构建模中是不需要的(有架空层及地下室等除外)，一层平面图是在做基础时使用。作为结构工程师在看平面图的同时，需要考虑建筑的柱网布置是否合理，不当之处应该讲出理由说服建筑修改。看建筑平面图，了解了各部分建筑功能，基本结构上的活荷载取值，心中就大致有数了；了解了柱网及墙体门窗的布置，柱截面大小、梁高以及梁的布置也差不多有数了，反正有墙的下面一定有梁，除非是甲方自理的隔断，轻质墙也最好是立在梁上。值得一提的是，注意看屋面平面图，通常现代建筑为了外立面的效果，都有层面构架，通常都比较复杂，需要仔细地理解建筑的构思，必要的时候咨询建筑或索要效果图，力求使自己明白整个构架的三维形成是什么样的，这样才不会出错。另外，屋面是结构找坡还是建筑找坡也需要了解清楚。

2.5 建筑立面图

建筑立面图，是对建筑立面的描述，主要是外观上的效果。提供给结构工程师的信息，主要就是门窗在立面上的标高布置、立面布置、立面装饰材料及凹凸变化。通常有线的地方就是有面的变化，再就是层高等信息，这也是对结构荷载的取定起作用的数据。

2.6 建筑剖面图

建筑剖面图的作用是对无法在平面图及立面图表述清楚的局部剖切，以表述清建筑设计师对建筑物内部的处理。结构工程师能够在剖面图中得到更为准确的层高信息及局部地方的高低变化，剖面信息直接决定了剖切处梁相对于楼面标高的下沉或抬起，又或是错层梁，或有夹层梁、短柱等。同时对窗顶是框架梁充当过梁还是需要另设过梁有一个清晰的概念。

2.7 节点大样图及门窗大样

建筑师为了更为清晰地表述建筑物的各部分做法，以便于施工人员了解自己的设计意图，需要对构造复杂的节点绘制大样以说明详细做法，不仅要通过节点图更进一步了解建筑师的构思，更要分析节点画法是否合理，能否在结构上实现，然后通过计算验算各构件尺寸是否足够，配出钢筋。当然，有些节点是不需要结构工程师配筋的，但结构工程师也需要确定该节点能否在整个结构中实现。门窗大

样对于结构工程师作用不是太大，但个别特殊的门窗，结构工程师须绘制立面上的过梁布置图，以便于施工人员对此种造型特殊的门窗过梁有一个确定的做法，避免施工人员理解错误。

2.8 楼梯大样图

楼梯是每一个建筑必不可少的部分，也是非常重要的一个部分。楼梯大样又分为楼梯各层平面及楼梯剖面图，结构工程师也需要仔细分析楼梯各部分的构成，是否能够构成一个整体。在进行楼梯计算的时候，楼梯大样图就是唯一的依据，所有的计算数据都是取之于楼梯大样图，所以在看楼梯大样图时也必须将梯梁、梯板厚度及楼梯结构形式考虑清晰。楼梯可是要写计算书的。

基本上将建筑图看懂了以后，荷载的取定也就不会出错了，整体构思也就出来了，轻轻松松建好模调调柱子就可以计算然后画施工图了。如果不看懂建筑图，哪怕只是一两个小地方，可能的后果就是所有的工作全部重做，白白浪费时间和精力。

3 看懂勘察报告

3.1 设计单位向工程地质勘察部门提供的资料

设计单位向工程地质勘察部门提供的资料，主要包括下列内容：

1. 建设区的总平面图；
2. 各幢房屋的用途，平面位置(坐标)，房屋总高度，房屋平面图等；
3. 上部结构选用的结构形式：排架、剪力墙、框架、框架—剪力墙等，主要柱网尺寸，单柱最大轴向荷载等；（注意：柱网由建筑专业确定，建筑的结构形式、构件的截面尺寸，如柱截面尺寸、墙厚等一般由结构专业负责人确定，等设计员练为成手之后，也会有该能力了，可以根据经验先在模型中输入构件并计算，粗算一下单柱最大轴向荷载。）
4. 选用基础类型的意向；（注：基础类型一般由结构专业负责人确定。）
5. 要求查明的内容：
 - 1) 埋置在地下的管线情况，有无地下古井、古墓，有无回填的大坑，其深度及范围等；
 - 2) 有无地震断裂带，其活动情况等。

3.2 工程地质勘察部门向设计单位提供的勘察报告

工程地质勘察部门向设计单位提供的勘察报告，主要包括：

1. 场地地貌，坑、塘、路及不利地下物等，如：城市地下管线、古井、古墓、已回填的坑、塘等的详细描述；
2. 场地抗震烈度，场地土类别，土层液化判定，地震断裂带及其活动情况等；
3. 地下水位：历史最高水位、抗浮水位、地下水有无侵蚀性以及冰冻深度等；
4. 对地基的评价及对基础选型的建议。

注意：①以上四条为勘察报告的最重要内容，根据以上四条和建筑施工图即可进入软件 PKPM 中 PMCAD 页面，开始建立模型；②对于基础设计，需要等上部模型计算完成并符合规范要求，得到了全部上部荷载后，才有条件计算基础，具体详见“6 程序 PKPM 中基础的设计步骤”。

第二篇 设计流程与实例分析

4 模型的建立与调整

4.1 依据建筑施工图建立结构模型

4.1.1 进入“PMCAD”主页面

1. 双击桌面 PKPM 快捷图标, 启动 PKPM 主菜单, 进入软件 PKPM 中“结构→PMCAD→建筑模型与荷载输入”。

2. 在对话框左上角的专业分页上选择“结构”菜单主页。点击菜单左侧的“PMCAD”按钮, 菜单右侧即出现了 PMCAD 主菜单。进入“建筑模型与荷载输入”(见图 4.1.1-1), 开始建立模型。

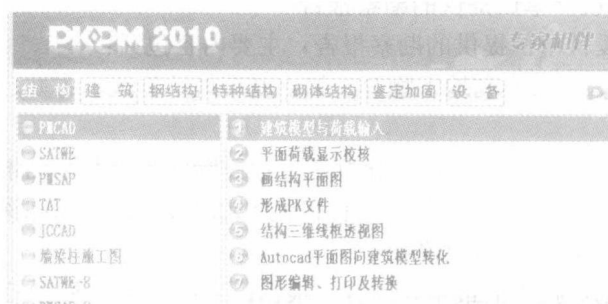


图 4.1.1-1 PMCAD 页面

4.1.2 模型中构件与荷载的输入

PM 建模是逐层录入模型, 再将所有楼层组装成工程整体的过程。其输入的大致步骤如下:

1. 平面布置首先输入轴线(根据建筑施工图的轴网及构件位置, 输入结构构件的轴线)。程序要求平面上布置的构件一定要放在轴线或网格线上, 因此凡是有构件布置的地方一定先用【轴线输入】菜单布置它的轴线。轴线可用直线、圆弧等在屏幕上画出, 对正交网格也可用对话框方式生成。程序会自动在轴线相交处计算生成节点(白色), 两节点之间的一段轴线称为网格线。【轴线输入】菜单的内容见图 4.1.2-1。

2. 构件布置需要依据网格线。两节点之间的一段网格线上布置的梁、墙等构件就是一个构件, 柱必须布置在节点上。比如一根轴线被其上的 4 个节点划分为三段, 三段上都布满了墙, 则程序就生成了三个墙构件。【网格生成】菜单中可以删掉不需要的节点或网格, 也可改变上节点高, 见图 4.1.2-2。

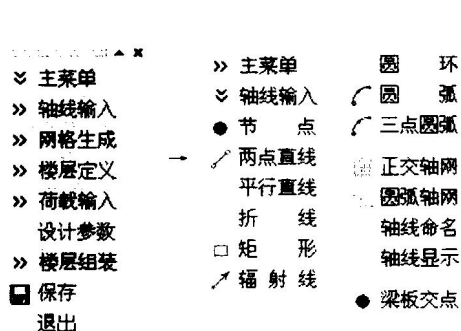


图 4.1.2-1 【轴线输入】菜单

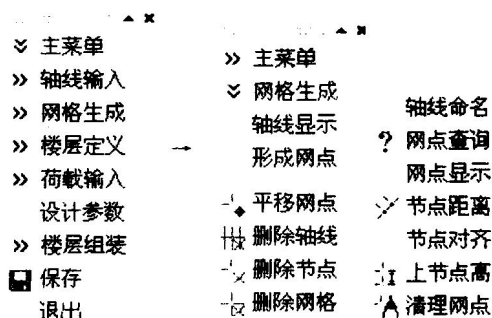


图 4.1.2-2 【网格生成】菜单