

普通高等教育“十三五”规划教材

土木工程类系列教材

# 建筑结构与 PKPM2010



张晓杰 王中心 周涛 编著

清华大学出版社

— 普通高等教育“十三五”规划教材 —

— 土木工程类系列教材 —

# 建筑结构与 PKPM2010

张晓杰 王中心 周涛 编著



清华大学出版社

北京

## 内 容 简 介

作者根据长期从事建筑结构 CAD 教学及工程实践的经验体会,结合 PKPM2010 V3.2 版本,在本书编写过程中,采用规范条文、设计方法、软件操作和设计示例四条主线同时推进,设计原理和 PKPM 操作两个层面顺序展开的写作思路,实现了由简至全、由易到难、方法与应用并举、操作与示例同存的写作模式。本书采用了活泼多样的体例形式,内容条理性、层次性十分明显。全书共分 CAD 基本知识、PKPM 系列软件介绍、结构模型中的特殊构件结构建模基本方法及操作、坡屋面与错层结构建模、用 SATWE 软件分析设计上部结构、弹性动力时程分析、施工图绘制及基础设计等 9 章。本书可作为高等院校土木工程专业本科建筑结构 CAD 课程教材及研究生课外读物,也可作为初、中级建筑结构设计人员的设计参考书。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

### 图书在版编目(CIP)数据

建筑结构设计 with PKPM2010/张晓杰,王中心,周涛编著. —北京:清华大学出版社,2018  
(普通高等教育“十三五”规划教材 土木工程类系列教材)  
ISBN 978-7-302-50088-9

I. ①建… II. ①张… ②王… ③周… III. ①建筑结构—结构设计—计算机辅助设计—应用软件  
IV. ①TU318-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 097802 号

责任编辑:秦 娜  
封面设计:陈国熙  
责任校对:刘玉霞  
责任印制:宋 林

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质量反馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印 装 者:北京嘉实印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:21.75 字 数:525 千字

版 次:2018 年 8 月第 1 版 印 次:2018 年 8 月第 1 次印刷

定 价:55.00 元

产品编号:077175-01

PKPM 软件是目前国内应用最广、用户最多、功能最强大的建筑结构 CAD 系统之一，PKPM2010 V3.2 是 PKPM 于 2017 年推出的执行所有新编设计规范的版本。

本书依照 PKPM 软件操作顺序，通过一个贯穿全书的坡屋面多层框架结构设计示例，对钢筋混凝土框架结构 CAD 的基本方法和相关概念进行了详细论述，并把相关设计规范条文应用融入设计方法、软件操作和设计示例中，使读者不仅能更加直观地了解 PKPM 的操作，同时也能更好、更快地掌握结构设计的基本方法和原理。

在建模操作相关章节，简述了用 Spas+PMSAP 创建复杂大空间组合结构设计模型的方法，详细论述了以建筑条件图作为衬图的轴网、构件及荷载输入方法；讨论了建立网格时的力学关系与结构模型的协调性问题、标准层划分原则；叙述了短柱、短肢墙、框支墙、剪力墙、深梁、深受弯梁、浅梁、连梁、设缝连梁等诸多构件类型的概念及应用；讲解了这些构件的甄别及相应的建模策略、主次梁设置及相应的设计方法；讲解了框架结构地框梁结构方案、地下柱墩结构方案、普通筒支基础梁结构方案的优缺点；叙述了上部结构嵌固部位的强柱根、弱柱根设计概念；叙述了虚梁、虚板、虚柱及刚性杆的应用；讲解了基于房间属性的活荷载布置策略及方法；叙述了板及梁上荷载统计与输入，普通风荷载、特殊风荷载及板上局部荷载的建模处理的方法，楼梯与主体结构关系处理，错层和结构下沉、坡屋面结构设计方法等诸多概念，以及与 SATWE 专项多模型包络和用户自定义多模型包络设计相应的建模概念及方法。

在结构分析软件相关章节，论述了结构分析模型的选择原则，介绍了 SATWE 及弹性动力时程分析等软件的基本功能，叙述了软件主要设计参数的基本含义及选取方法，并讲解了如何通过 SATWE 输出结果对所设计的结构进行评价，判断结构各项指标是否满足规范要求。介绍了进行结构弹性动力时程分析以及如何把分析结果导入 SATWE 的方法，重点描述了 SATWE 专项多模型包络设计及用户自定义包络设计的基本概念及操作方法，并介绍了设计优化的基本概念。

在绘制建筑结构施工图相关章节，介绍了“砼结构施工图绘制”和“AutoCAD 版砼施工图 PAAD”两个施工图绘制软件的操作，叙述了图纸的基本组成及表达深度，在讲解了梁柱板施工图的不同表达方式之后，重点叙述了利用软件绘制施工图、平法施工图的表达方式及绘图操作。

在基础设计相关章节，讲解了 JCCAD 用于独立基础设计时，如何创建基础模型、附加荷载处理、基础分析与计算及平法图纸绘制的基本方法和软件操作，讲解了柱下独立基础平法施工图的表达方式及绘制方法。

本书第 1~5 章、第 7 章、第 8 章由张晓杰编写，第 6 章由周涛、张晓杰编写，第 9 章由王

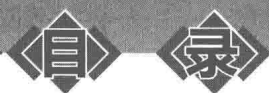


中心编写。张晓杰对全书进行最后统稿及修改。山东省城镇建筑设计院的辛崇东院长对本书的写作提出了十分宝贵的建议和帮助,在此表示深深的谢意。

限于作者水平,书中难免有不妥之处,恳请读者批评指正。

编者

2018年2月



<b>第 1 章 建筑结构 CAD 基本知识</b> .....	1
1.1 建筑结构设计 with PKPM2010 .....	1
1.1.1 建筑结构 CAD 的概念与发展现状 .....	2
1.1.2 建筑结构 CAD 的基本内容 .....	2
1.1.3 CAD 的意义和作用 .....	3
1.1.4 建筑结构设计 with PKPM .....	3
1.2 建筑结构 CAD 的基本环节要求 .....	3
1.2.1 建筑结构 CAD 的基本过程及内容 .....	4
1.2.2 计算分析结果出现异常错误的原因及类型甄别 .....	9
1.2.3 CAD 软件的选用原则 .....	13
1.3 建筑结构 CAD 的工作与思维方式 .....	15
1.3.1 建筑结构 CAD 与传统手工设计之间的区别 .....	15
1.3.2 建筑结构 CAD 与设计经验、设计规范的关系 .....	16
1.4 本章小结 .....	16
思考与练习 .....	17
<b>第 2 章 PKPM 软件的组成及界面</b> .....	18
2.1 PKPM 研发历史及 PKPM 的基本组成 .....	19
2.1.1 PKPM 软件的历史与特点 .....	19
2.1.2 PKPM 软件的多版本安装 .....	20
2.1.3 PKPM 的主界面 .....	21
2.1.4 PKPM 的图形平台 .....	22
2.1.5 PKPM 的软件模块及集成设计主线 .....	24
2.2 建筑结构的类型及 PKPM 集成设计主线的选择 .....	25
2.2.1 建筑结构的类型及 PKPM 软件模块的选择 .....	25
2.2.2 建筑结构设计时的结构分析方法 .....	28
2.2.3 选择合适的集成设计主线 .....	30
2.3 用 PKPM 软件进行建筑结构设计的操作流程 .....	34
2.3.1 PKPM2010 V2.X 的设计操作流程 .....	34
2.3.2 PKPM2010 V3.X 的设计操作流程 .....	36
2.4 “SATWE 核心的集成设计”主要软件界面及菜单 .....	37

2.4.1	“结构建模”模块的菜单及工具面板 .....	37
2.4.2	SETWE 分析与设计菜单及多模型多性能包络设计 .....	38
2.4.3	“砼结构施工图”及“AutoCAD 版砼施工图 PAAD”菜单介绍 .....	39
2.5	了解“结构建模”并创建一个简单设计模型 .....	41
2.5.1	“结构建模”的适用范围及基本功能 .....	41
2.5.2	创建工程文件及工程名 .....	42
2.5.3	利用“结构建模”初创一个简单结构模型 .....	44
2.5.4	“结构建模”的界面环境 .....	45
2.5.5	“结构建模”的【基本工具】菜单及坐标定点方式 .....	49
2.6	本章小结 .....	53
	思考与练习 .....	53
<b>第 3 章</b>	<b>结构模型中的特殊构件 .....</b>	<b>54</b>
3.1	建筑结构普通构件和特殊构件的甄别 .....	55
3.1.1	主体结构的一级结构构件和二级结构构件 .....	55
3.1.2	钢筋混凝土框架结构的梁、柱、板及短柱、细长柱、深受弯梁 .....	55
3.1.3	剪力墙结构中的墙、框支墙、短肢墙、连梁及边缘构件 .....	58
3.1.4	基础部位的基础、柱墩、基础梁、拉梁及地框梁 .....	60
3.1.5	砌体结构的构件 .....	62
3.1.6	钢筋混凝土框架结构中的非主体结构构件 .....	62
3.2	上部结构的嵌固端及嵌固部位 .....	62
3.2.1	上部结构的嵌固层、嵌固部位及嵌固端 .....	62
3.2.2	地框梁层、基础梁、柱墩及基础方案选择 .....	64
3.3	扭转零刚度设计方法和协调扭转设计方法 .....	65
3.3.1	主梁、次梁的划分及 PMCAD 房间的概念 .....	65
3.3.2	次梁按主梁布置的扭转零刚度设计方法与协调扭转设计方法 .....	73
3.4	虚梁、虚板、虚柱及刚性梁的概念及作用 .....	77
3.4.1	虚梁、虚板、虚柱的概念及作用 .....	77
3.4.2	刚性梁、刚域的概念及作用 .....	78
3.5	本章小结 .....	80
	思考与练习 .....	80
<b>第 4 章</b>	<b>结构建模基本方法及操作 .....</b>	<b>81</b>
4.1	结构设计基本参数及结构方案的确定 .....	81
4.1.1	设计条件及建筑条件图举例 .....	82
4.1.2	结构选型 .....	87
4.1.3	结构层数和结构标准层数的确定 .....	88
4.1.4	设计参数、本层信息定义 .....	91

4.2	定位轴网建模方法及交互识别操作	93
4.2.1	轴网的基本概念及作用	93
4.2.2	确定轴网方案及轴网交互输入	95
4.2.3	利用 DWG 建筑图交互识别轴网	100
4.2.4	定位网格对力学模型的影响	104
4.3	梁柱墙建模方法与建模交互操作	105
4.3.1	梁柱构件布置与编辑	105
4.3.2	梁截面类型、截面尺寸的初选	110
4.3.3	基于衬图的梁输入、编辑与校核	113
4.3.4	经济柱距、柱截面初选及柱交互输入	117
4.3.5	混凝土墙、连梁及洞口的处理与布置	119
4.4	楼板建模方法与建模交互操作	120
4.4.1	初估楼板厚度	120
4.4.2	自动生成现浇板与交互修改楼板	121
4.5	创建主体结构模型时对楼梯的处理	126
4.5.1	“结构建模”时考虑楼梯对主体结构影响的参数化楼梯输入	126
4.5.2	处理楼梯荷载及导荷方式	128
4.6	“实例商业建筑”构件模型	130
4.7	荷载统计与荷载输入	131
4.7.1	“结构建模”的导荷特点与方式	132
4.7.2	楼面、屋面、楼梯间恒荷载的统计与布置	134
4.7.3	楼面、屋面、楼梯间活荷载的取值与布置	138
4.7.4	梁上荷载统计方法及交互输入操作	143
4.7.5	节点荷载、墙间荷载、柱间荷载、吊车荷载	147
4.7.6	实例商业建筑荷载的输入	149
4.8	楼层组装	151
4.8.1	楼层组装的普通组装及广义层组装	151
4.8.2	退出保存与数检定位	154
4.8.3	对“结构建模”模型数据异常损坏的恢复	155
4.9	本章小结	155
	思考与练习	156
<b>第 5 章</b>	<b>坡屋面、错层结构及多塔结构</b>	<b>158</b>
5.1	坡屋面结构	159
5.1.1	坡屋面的分类	159
5.1.2	构件空间位置与节点之间的关系	162
5.1.3	坡屋面结构方案的选择及多模型包络设计的概念	167
5.1.4	坡屋面结构恒活荷载、特殊风荷载及地震作用	176



5.2	错层结构 .....	178
5.2.1	错层结构的概念 .....	178
5.2.2	梁错层结构的建模方法与注意问题 .....	180
5.3	多塔结构或分缝结构的建模策略 .....	185
5.3.1	多塔结构建模 .....	185
5.3.2	多塔结构整体建模和多塔结构分拆建模的异同点 .....	187
5.4	本章小结 .....	188
	思考与练习 .....	188
<b>第6章</b>	<b>SATWE 软件分析设计上部结构 .....</b>	<b>189</b>
6.1	SATWE 软件的基本功能与使用范围 .....	190
6.1.1	SATWE 软件的特点和适用范围 .....	190
6.1.2	SATWE 软件的基本功能 .....	190
6.2	参数设置及定义 .....	191
6.2.1	【总信息】中的整体性能控制与多模型包络设计参数 .....	192
6.2.2	SATWE 多模型及包络设计策略控制选项 .....	196
6.2.3	计算控制信息中传基础刚度及自定义补充风荷载 .....	197
6.2.4	风荷载信息中的水平风荷载和特殊风荷载信息参数 .....	198
6.2.5	地震信息中的地震区划图等参数 .....	199
6.2.6	活荷信息中的按房间属性折减活荷载 .....	201
6.2.7	【调整信息】中的地震作用调整及自动读入动力时程分析结果 .....	203
6.2.8	【设计信息】定义结构重要性系数及梁柱配筋方式等参数 .....	205
6.2.9	地下室信息 .....	207
6.2.10	性能设计中的专项包络设计参数 .....	208
6.2.11	需要经过多重分析修改的 SATWE 分析设计参数总结 .....	208
6.3	设计模型补充处理 .....	208
6.3.1	特殊梁及特殊柱补充定义 .....	209
6.3.2	弹性板补充定义 .....	210
6.3.3	结构局部抗震等级调整 .....	213
6.3.4	特殊风荷载补充定义 .....	214
6.4	多塔结构或分缝结构的多塔定义 .....	216
6.4.1	多塔定义 .....	216
6.4.2	多塔多模型控制信息及生成多模型 .....	218
6.5	多模型包络设计与构件性能指标定义 .....	219
6.5.1	SATWE 多模型包络设计功能 .....	219
6.5.2	SATWE 多模型包络设计操作 .....	220
6.6	SATWE 分析计算与包络设计 .....	223
6.6.1	生成 SATWE 数据与分析计算 .....	223

6.6.2	分析计算及包络设计	224
6.6.3	PM次梁内力与配筋计算	224
6.7	SATWE输出结果查看	225
6.7.1	SATWE计算结果图形显示查看	225
6.7.2	SATWE计算结果文本查看	228
6.8	结构整体性能指标评价与控制	229
6.8.1	不规则结构的界定及超限结构的处理	229
6.8.2	控制结构整体性能的七大宏观指标和七方面判断	230
6.8.3	设计信息校核及质量信息、舒适性验算	232
6.8.4	层刚比、刚重比及结构竖向规则性、抗倾覆和薄弱层判断	233
6.8.5	抗震性能的自震周期、周期比、剪重比及地震力分析	236
6.8.6	变形验算的位移比、层间位移角及最大层间位移分析	238
6.8.7	结构体系指标及二道防线调整	240
6.9	结构构件性能判断与设计优化	241
6.9.1	结构构件设计需要检查或注意的六大微观指标	241
6.9.2	结构变形性能观察、内力图观察及构件变形检查	244
6.10	本章小结	245
	思考与练习	246
<b>第7章</b>	<b>结构弹性动力时程分析</b>	<b>247</b>
7.1	结构弹性动力时程分析计算及依据	247
7.1.1	弹性动力时程分析的基本概念	248
7.1.2	为何要对结构进行弹性动力时程分析	248
7.1.3	弹性动力时程分析与弹塑性动力时程分析的应用范围	249
7.2	动力时程分析有关规范条文的运用及操作示例	249
7.2.1	需要做动力时程分析的结构	249
7.2.2	弹性动力时程分析时初始地震波选择	250
7.2.3	弹性动力时程分析参数	252
7.2.4	弹性动力时程分析结果有效性分析及波形筛查	254
7.2.5	动力时程分析结果利用	256
7.3	本章小结	257
	思考与练习	258
<b>第8章</b>	<b>绘制结构施工图</b>	<b>259</b>
8.1	建筑结构施工图的基本组成及表达方式	260
8.1.1	建筑结构施工图的基本组成及表达深度	260
8.1.2	梁柱墙结构施工图的不同表达方式	263
8.1.3	结构施工图平面整体表示方法制图规则介绍	266

8.2	“砼结构施工图”软件模块的主要功能及界面 .....	272
8.2.1	“砼结构施工图”软件模块的主要功能 .....	272
8.2.2	“砼结构施工图”软件模块的人机交互界面 .....	274
8.3	用“砼结构施工图”软件模块绘制楼板配筋图 .....	275
8.3.1	绘制楼板平法配筋图的操作流程 .....	275
8.3.2	确定绘制平法表示的楼板配筋图的楼层和参数 .....	276
8.3.3	楼板计算及配筋设计 .....	281
8.3.4	多设计模型楼板设计计算结果的比对分析 .....	283
8.3.5	依据制图标准设定图线宽度 .....	284
8.3.6	楼板配筋图绘制与编辑 .....	285
8.4	用“砼结构施工图”软件模块绘制梁柱配筋图 .....	290
8.4.1	“砼结构施工图”绘制平法表示的梁配筋图的主要操作 .....	290
8.4.2	配筋结果的验算、修改与梁配筋图的绘制 .....	290
8.4.3	柱施工图绘制、校核与改选钢筋 .....	296
8.5	用“AutoCAD 板砼施工图 PAAD”软件模块绘制板梁柱施工图 .....	302
8.5.1	初识 PAAD 与 PAAD 功能介绍 .....	302
8.5.2	用 PAAD 绘制楼板配筋图 .....	305
8.5.3	用 PAAD 绘制梁平法表示的配筋图 .....	307
8.5.4	用 PAAD 绘制柱平法表示的配筋图 .....	309
8.6	楼梯设计与楼梯施工图绘制 .....	310
8.6.1	楼梯图纸组成方式 .....	310
8.6.2	用平法绘制楼梯施工图 .....	312
8.7	本章小结 .....	316
	思考与练习 .....	316

**第 9 章 基础设计** .....

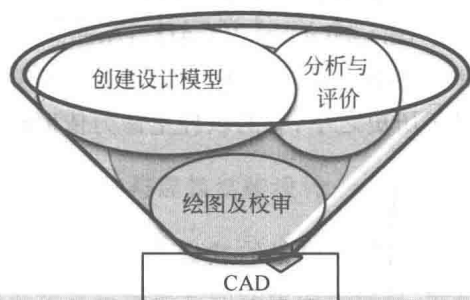
9.1	JCCAD 的基本功能及软件菜单 .....	317
9.1.1	JCCAD 模块的基本功能 .....	318
9.1.2	用 JCCAD 进行基础设计 .....	318
9.2	基础模型的准备 .....	319
9.2.1	读取上部结构分析程序数据 .....	319
9.2.2	基础荷载 .....	320
9.2.3	定义基础设计参数 .....	322
9.2.4	独基设计的上部构件 .....	324
9.2.5	基础设计时的网格节点修改 .....	326
9.3	柱下独立基础设计 .....	326
9.3.1	柱下独立基础自动布置与交互布置 .....	326
9.3.2	更新上部结构或进行基础重新设计 .....	327

---

9.4	地基沉降控制相关及柱下独立基础沉降控制 .....	328
9.4.1	地基沉降的有关规范条文及基础沉降控制 .....	328
9.4.2	柱下独立基础沉降计算 .....	328
9.5	基础施工图的绘制与修改 .....	329
9.5.1	用 JCCAD 绘制基础施工图 .....	329
9.5.2	在传统基础施工图基础上绘制平法图纸 .....	330
9.6	本章小结 .....	332
	思考与练习 .....	332
	参考文献 .....	333

### 学习目标

了解建筑结构 CAD 的三个基本内容；  
掌握结构分析结果的评价方法；  
了解人为错误和软件 BUG 的甄别方法；  
理解 CAD 软件的选用原则。



建筑结构CAD包括创建设计模型，分析计算并对分析结果进行评价，绘制施工图纸及图纸校审三个主要内容。

建筑结构CAD过程中的建模、分析与评价、绘图与校审是既彼此独立又存在密切关联的三个过程。

学习CAD的三个层面：

**入门层面：**熟悉建筑结构CAD软件各个模块的功能及关系，会使用常用模块进行建模、分析、绘图。

**见习工程师层面：**了解规范重要条文，熟悉常遇结构的设计方法，掌握软件的操作方法及技巧，能绘制基本合格的施工图纸。

**工程师层面：**熟悉设计规范条目，有应对较复杂结构设计的知识和经验，能正确进行分析、设计结果评价并绘制合格的建筑施工图纸。

熟知设计规范，用力学和工程思维处理复杂的工程问题

学习建模、分析的基本方法，熟悉常用图纸表达方式，了解各类图纸表达深度

掌握CAD软件各模块间的衔接关系，学习CAD软件操作

### 1.1 建筑结构设计 with PKPM2010

自 20 世纪 80 年代至今，经过近 40 年的发展，CAD 为结构设计方式方法带来了深刻变革。CAD 软件功能越来越完善，CAD 技术已经发展到了前所未有的新高度。

### 1.1.1 建筑结构设计 CAD 的概念与发展现状

掌握和了解建筑结构设计 CAD 的基本方法,掌握 CAD 方面的从业技能,会用 CAD 设计思维进行工作和学习,已经是时代对当代学子提出的最基本的要求。

#### 1. 什么是建筑结构设计 CAD

CAD 是计算机辅助设计的英文缩写。建筑结构设计 CAD 是设计师借助 CAD 软件,在计算机上进行建模、分析、绘图的过程,是计算机机器特点和设计师人文特征高度和谐统一的过程。单独利用计算机进行图形绘制与编辑或单独利用计算机进行数值分析计算都仅仅是 CAD 的一个部分。在 CAD 过程中,设计人员的专业技能、人文特征始终占据主导地位,同样一款 CAD 软件,同样一个设计样本对象,不同的设计师会设计出不同技术经济指标、不同文化及美学特征的产品。

#### 2. 建筑结构设计 CAD 软件的发展历程

建筑结构设计 CAD 从 20 世纪 80 年代至今,已经经历了从萌芽、发展到普及的过程。在 CAD 发展过程中,国内的 CAD 研发工作者研发了许多实用有效的 CAD 软件,出现在用户视野的有清华 TUS、STRAT、MTTCAD、TBSA、TB、ABD、HOUSE、BICAD、TArch、GSCAD、PKPM、YJK、Revit 等,在此对曾经为我国 CAD 发展做出贡献的各种软件的研发人员致以崇高敬意。多少年的沧桑浮沉,有的软件已经消弭于历史之中,有的软件生命力依旧旺盛。

### 1.1.2 建筑结构设计 CAD 的基本内容

CAD 的普遍应用促进了建筑业的快速发展,也改变了现代的教育方式,了解和掌握 CAD 技术是从业者必须具备的一门技能。

#### 1. 建筑结构设计 CAD 的三个基本内容

创建设计模型,对设计模型进行分析并对分析结果进行评价,绘制施工图纸及图纸校审是建筑结构设计 CAD 的三个基本内容。

#### 2. 建筑结构设计 CAD 的两层循环

建筑结构设计 CAD 包括创建设计模型,对设计模型进行分析并对分析结果进行评价,绘制施工图纸及图纸校审等三个基本内容。创建设计模型、对设计模型进行分析,与评价、绘图和校审间既彼此独立又存在密切关联,它们之间的关系如图 1-1 所示。

从图 1-1 可以看到,建筑结构设计 CAD 过程由两层循环过程组成。首先进行的工作是创建结构设计模型,选用合适的结构分析软件或模块进行结构设计,之后再对分析设计结果进行评价,依据评价结果决定是回到结构建模软件修改模型,还是向下进行图纸绘制工作。这个过程构成了 CAD 的第一层循环。



图 1-1 CAD 各关键环节间的关系

当第二层循环的施工图绘制工作结束后,还要对图纸进行校审,进一步研判结构模型是否需要修改,如要修改结构模型,则从第二层循环退回到第一层循环,如果图纸校审通过,则整个 CAD 设计过程宣告完毕。

### 1.1.3 CAD 的意义和作用

与施工项目管理、概预算电算化一样,CAD 是建筑行业计算机应用的一个重要方面。CAD 技术提高了设计的效率和质量,缩短了设计周期,给设计方法、设计理念、设计思维带来了变革,使得设计师可以借助计算机和 CAD 软件设计出功能更加复杂、形式更加多样的建筑产品。

对初学者而言,通过学习 CAD 软件的基本操作,可以初步具备利用计算机进行结构设计的操作能力;通过学习 CAD 的基本方法,可以初步具备处理复杂工程设计问题的创新能力;通过学习 CAD 计算分析结果的评价和图纸校审的基本技巧,可以初步具备综合运用专业知识进行设计评价的思辨能力。同样还需要指出的是,学习 CAD 可以使我们掌握图纸的合理表达方式和表达深度,提高对工程图的读识能力,这对于土木工程专业的学生也是十分重要的。

### 1.1.4 建筑结构设计 with PKPM

在建筑结构 CAD 领域,国内目前拥有用户居于首位的是大型建筑工程综合 CAD 系统 PKPM。

#### 1. PKPM 与建筑结构设计

PKPM2010 V3.2 是 PKPM 推出的 2017 版本,通过 PKPM2010,用户可以完成所有结构类型任意结构形式的建筑结构建模、分析与设计和施工图绘制。

由于 CAD 技术的不断成熟及普及,当今的建筑结构设计与传统的手工设计相比,从设计思维到设计手段,从分析手段到评价方式都发生了深刻的变革。目前,在设计企业层面上,能通过设计网络管理平台或 CAD 软件本身的工程数据库实现 CAD 设计数据的共享、交流、审核工作。

#### 2. PKPM 与 BIM

随着 BIM 技术、建筑装配化产业化的进一步发展,CAD 设计活动适应时代的变革,参与到整个建筑生命周期中。由于建筑结构设计在项目建设及使用过程中处于龙头地位,且结构设计要进行大量复杂的结构计算分析、方案优选及评价,目前通常是首先通过专门的 CAD 设计软件创建设计模型并完成设计,之后通过 CAD 软件的数据转化菜单,实现 CAD 模型与其他 BIM 软件间的 BIM 数据转换及互传。PKPM2010 拥有 BIM 数据转换接口。

## 1.2 建筑结构 CAD 的基本环节要求

我们已经知道结构设计阶段包括创建设计模型、对设计模型进行分析、对分析结果进行评价、绘制施工图纸及图纸校审等五个基本环节,下面进行详细论述。

## 1.2.1 建筑结构设计 CAD 的基本过程及内容

要成为一个优秀的设计师,不仅需要渊博的专业知识,熟练掌握 CAD 软件的操作技巧,还需要进行大量的设计实践。只有进行大量的练习,才能在学习中掌握 CAD 方法。

### 1. 熟悉建筑结构设计所需的规范、规程和标准

在进行建筑结构设计时,应掌握和了解的基本规范、规程如表 1-1 所示,这些都是结构设计依据。

表 1-1 建筑结构设计需要学习参考的规范、规程

类别	常用的设计规范及资料名称	后文简称
制图 标准类	《建筑制图统一标准》(GB 50104—2010)	《制图标准》
	《建筑结构设计制图标准》(GB 50105—2010)	
设计 规范类	《工程建设标准强制性条文》(2013 年版)	《强条》
	《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB 50068—2001)	《可靠度标准》
	《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2012)	《荷载规范》
	《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)	《混凝土规范》
	《建筑工程抗震设防分类标准》(GB 50223—2008)	《抗震设防分类标准》
	《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)	《抗震规范》
	《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2010)	《高层规范》
	《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011)	《地基基础规范》
	《砌体结构设计规范》(GB 50003—2011)	《砌体规范》
	《钢结构设计规范》(GB 50017—2014)	《钢结构规范》
行业 标准类	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)(16G101-1)	《16G101 图集》
	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)(16G101-2)	
	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)(16G101-3)	
	混凝土结构施工钢筋排布规则与构造详图(混凝土框架、剪力墙、梁、板)(12G901-1)	《12G901 图集》
	混凝土结构施工钢筋排布规则与构造详图(楼梯)(12G901-2)	
	混凝土结构施工钢筋排布规则与构造详图(基础)(12G901-3)	
验收 规范类	《建筑地基基础工程施工质量验收规范》(GB 50202—2009)	《验收规程》
	《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB 50204—2015)	
	《砌体工程施工质量验收规范》(GB 50203—2011)	
地方法规	山东省关于进一步加强房屋建筑和市政工程抗震设防工作的意见	鲁政办发(2016)21 号
	甘肃省人民政府关于进一步加强全省建设工程抗震设防工作的通知	甘建设(2013)664 号

### 2. 收集并详细了解与结构设计有关的设计条件

在进行一个建筑结构具体的设计之前,首先要收集如图 1-2 所示的必要设计条件,并对各设计条件进行统筹,确定结构的设计方案。



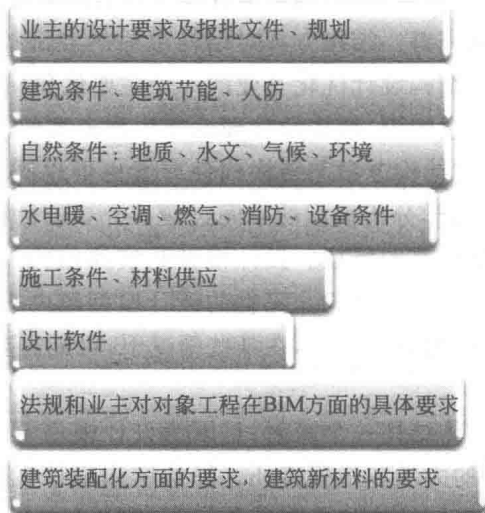


图 1-2 结构设计的必要设计条件

建筑条件包括建筑的总平面图、建筑平面图、建筑立面图、建筑剖面图、屋面平面图等，它们是确定结构方案、结构总信息、结构层的划分、结构层高、结构标高、结构构件布置方式等信息的重要依据。建筑节能详图对结构构件的选型与布置也有至关重要的影响。建筑节能设计、消防设计和人防设计要求也是选定结构材料、确定结构设计参数的重要依据。

设备条件包括给水、排水、暖通、空调、设备、工艺等方面的方案图纸、设备参数等，它们影响着结构构件的截面尺寸、结构构件的布置、荷载的统计等。如采用地暖的建筑物，现浇楼板要预留位置以便布置地暖管道及保温隔热层；设有电梯的建筑，要考虑电梯设备、机房控制设备的放置及其产生的相应载荷；有大型机械设备的楼层，要考虑机器设备的隔振，设计设备基础，统计设备载荷，考虑其他结构的预埋件及开洞等。

水文地质资料包括建设场地的土层分布、地耐力、常年地下水位、水质、冻土深度、气候及环境条件等，它们对基础设计、建筑材料选择、结构载荷、结构首层层高、风荷载、地震荷载、筏板抗浮设计、地下室外墙水压力载荷都有影响；温度变化剧烈的建筑物需要计算温度载荷等。

在建筑装配化产业化背景下，要了解业主对对象工程建造过程中，使用诸如 PK 叠合板、轻质内墙条板、膜壳密肋楼盖、模盒空腔楼板、装配化梁柱构件等新材料和新构件的使用要求；了解业主对对象工程 BIM 设计方面的具体要求。

另外，某些复杂的建筑物，在进行结构设计时要预先考虑施工企业采用的施工方案、材料供应等。施工工艺、混凝土模板类型、施工机械、工期要求、施工时的气候环境等，不仅影响建筑的造价构成，也影响建筑物的质量。

### 3. 进行结构选型，建立结构设计模型

选择一个合理的结构方案是设计取得成功的前提，结构方案选择包括选定可行的结构形式和结构体系。结构形式要结合工程实际情况，考虑结构规范、建筑、设备、节能、施工技术等多方面因素，结构体系要传力简捷、受力明确、能简不繁、能齐不乱。从结构选型到结构