

高校土木工程专业教材
GAOXIAOTUMUGONGCHENGZHUANYEJIAOCAI

建筑结构 CAD ——PKPM 软件应用

王小红 罗建阳 主编

JIANZHUJIEGOU CAD-PKPM RUANJIAN YINGYONG

中国建筑工业出版社

高校土木工程专业教材

建筑结构 CAD ——PKPM 软件应用

王小红 罗建阳 主 编
郭少华 主 审
王小红 罗建阳 王 方 编 写
杨建军 黄尚安

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑结构 CAD——PKPM 软件应用/王小红, 罗建阳主
编. 北京: 中国建筑工业出版社, 2004
高校土木工程专业教材
ISBN7-112-06164-4

I. 建... II. ①王...②...罗 III. 建筑结构-计算
机辅助设计-应用软件-高等学校-教材 IV. TU318

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 063507 号

高校土木工程专业教材
建筑结构 CAD——PKPM 软件应用

王小红 罗建阳 主 编

郭少华 主 审

王小红 罗建阳 王 方 编 写
杨建军 黄尚安

*

中国建筑工业出版社出版 (北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

北京蓝海印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 20½ 插页: 11 字数: 500 千字

2004 年 7 月第一版 2004 年 7 月第一次印刷

印数: 1—3500 册 定价: 30.00 元

ISBN7-112-06164-4

TU·5431 (12177)

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>

本书介绍了中国建筑科学研究院 PKPM CAD 工程部系列软件 PMCAD、PK、TAT 等的使用。分篇编写，以便根据教学需要选用。

本书主要包括：PMCAD 的概述，建筑结构模型的初步建立，建筑结构模型的补充、修改，画结构平面施工图，砌体结构辅助设计，图形编辑、打印及转换，PK 计算数据输入，PK 结构计算，PK 施工图设计，TAT 前处理-数据准备，内力分析和配筋计算，接 PK 绘制梁柱施工图等。

本书既可作为土木工程专业“建筑结构 CAD”课程教材，也可作为“混凝土结构和砌体结构”、“高层建筑结构分析”等课程设计和毕业设计的上机指导书。

* * *

责任编辑：吉万旺

责任设计：崔兰萍

责任校对：王金珠

前 言

本书编写的目的是为了给土木工程专业学生提供一本建筑结构 CAD 实践教材。本书介绍了用 PKPM CAD 进行建筑结构设计的过程,旨在培养学生综合应用所学的知识解决专业问题的实践能力。

全书共分为三篇:第一篇为 PMCAD,介绍结构建模、钢筋混凝土楼盖结构设计、砌体结构设计、图形编辑等内容,包括:结构设计原始数据的输入,钢筋混凝土楼板受力和配筋计算,结构平面布置图和板配筋图的绘制,砌体结构的设计计算、抗震验算、节点大样图绘制。第二篇为 PK,介绍用平面杆系方法进行平面框架、排架、连续梁设计,包括:数据生成,结构分组内力和组合内力的计算,构件截面验算,梁裂缝宽度和挠度计算,梁、柱施工图的绘制。第三篇为 TAT,介绍用空间杆系方法(剪力墙简化为薄壁柱)进行框架结构、框架-剪力墙结构整体计算,包括:数据准备,结构受力分析,构件截面验算,梁柱施工图绘制。

根据用计算机辅助建筑结构设计的过程,本书结合应用实例编写,既可作为“建筑结构 CAD”课程教材,也可作为“混凝土结构和砌体结构”、“高层建筑结构设计”等课程设计和“毕业设计”上机指导书。

本书的编著,首先要感谢中国建筑科学研究院 PKPMCAD 工程部,他们为本书提供了网络版的 PKPMCAD 软件 and 用户手册,本书的编著参考了其用户手册;还要感谢中南大学给予“土木工程专业学生 CAD 实践能力培养的途径与方法研究”教改项目的支持;湖南大学尚守平教授为本书的编写提出了宝贵的指导,在此深表谢意。最后,还要感谢梁烨同学给予的技术支持和帮助。

本书的出版,要感谢中国建筑工业出版社有关同志的帮助和支持。

由于编著者水平有限,书中难免有疏漏、错误之处,敬请读者指正。

编著者

目 录

绪论.....	1
---------	---

第一篇 PMCAD

第 1 章 PMCAD 的概述	5
1.1 PMCAD 的功能	5
1.2 软件的应用范围	5
1.3 PMCAD 主菜单及工作环境	6
第 2 章 建筑结构模型的初步建立	12
2.1 PM 交互式数据输入 (主菜单 1)	12
第 3 章 建筑结构模型的补充、修改	73
3.1 输入次梁楼板 (主菜单 2)	73
3.2 输入荷载信息 (主菜单 3)	86
3.3 平面荷载显示校核 (主菜单 C)	103
第 4 章 画结构平面施工图	108
4.1 输入计算和画图参数	108
4.2 计算钢筋混凝土板配筋	110
4.3 交互式画结构平面图	115
第 5 章 砌体结构辅助设计	133
5.1 砖混节点大样	133
5.2 砖混结构抗震及其他计算	137
第 6 章 图形编辑、打印及转换	146
6.1 绘制新图、图形编辑	147
6.2 图形拼接	176
6.3 图形转换	177

第二篇 PK 使用说明

第 7 章 PK 计算数据输入	179
7.1 由 PMCAD 主菜单 4 “形成 PK 文件”	179
7.2 由 PK 主菜单 1 “PK 数据交互输入和数检” 生成 PK 数据文件	187
第 8 章 PK 结构计算	204
第 9 章 PK 施工图设计	213
9.1 整框框架绘图	213
9.2 分开画梁柱施工图	229
9.3 画梁柱表施工图	233
9.4 排架绘图	235

9.5 连续梁计算与绘图	238
--------------------	-----

第三篇 TAT 使用说明

第 10 章 TAT 前处理-数据准备	244
10.1 接 PM 生成 TAT 数据	244
10.2 数据检查和图形检查	246
第 11 章 TAT 内力分析和配筋计算	266
11.1 结构内力、配筋计算	266
11.2 PM 混凝土次梁计算	268
11.3 TAT 计算结果输出	269
第 12 章 接 PK 绘制梁柱施工图	281
12.1 梁归并	281
12.2 选择梁的数据	283
12.3 绘制梁施工图	284
12.4 绘制梁表施工图	290
12.5 绘制梁平法施工图	292
12.6 框架梁柱整幅画图	296
12.7 柱归并	296
12.8 选择柱的数据	298
12.9 绘制柱施工图	299
12.10 绘制柱表施工图	303
12.11 绘制柱平法施工图	305
12.12 柱剖面列表画法	313
附录 1 TAT 出错信息表	315
附录 2 框架结构设计实例	插页
附录 3 砖混结构设计实例	插页

绪 论

1. 概述

随着社会经济的发展和人们物质生活水平的提高,现代建筑向复杂化、大型化发展。如何保证计算模型的合理性及计算结果的可靠性,已成为结构工程师们面对的首要问题。

建筑工程结构按其几何特征的不同,主要可分为三类:一类是杆件系统结构;一类是薄壁结构,如薄板结构、薄壳结构等;一类是实体结构,如挡土墙、水坝等。杆系结构按其受力特点的不同,又可分为平面杆系结构(如平面框架结构、排架结构)和空间结构(如网架结构、悬索结构)。按所用材料的不同,建筑工程结构又可分为钢筋混凝土结构、钢结构、砌体结构和木结构等。按结构的受力和构造特点不同,又可分为混合结构、排架结构、框架结构、框架-剪力墙结构、剪力墙结构、筒体结构、壳体结构、网架结构、悬索结构等。所谓设计,就是在有限的时空范围内,在特定的物质条件下,为了满足一定的需求而进行的一种创造性思维活动的实践过程。建筑工程设计就是人们为满足某种功能要求而进行的建筑方案设计、结构设计的过程。在整个设计过程中,方案设计阶段,工程师需要在充分利用所了解信息的基础上,结合自己的经验进行多种方案的比较和优化;在结构设计阶段,根据经验和构造要求,确定构件尺寸,然后采用合理的方法进行内力和配筋计算,分析结构的可靠性。这样整个设计的工作量巨大,需绘制大量图纸,若工程中出现条件变更,还需重新修改设计,重复工作量很大。

传统的设计绘图方式需要设计人员忙忙碌碌地使用十几种常用绘图工具进行图上作业,而且一旦画错,修改很费事;一个成熟的设计人员一天最多只能出一两张图;复杂的计算如框、排架计算,剪力墙计算以及煤矿巷道有限元分析等,更使从事设计的结构师头痛。随着社会的发展,大型工程非常普遍,而且要求设计周期短,传统的设计方法已赶不上时代的步伐。而计算机技术的飞速发展,使得高效实用的通用软件和专业专用软件得到进一步的开发,工程师可以通过人机对话的方式实现交互设计(计算和绘图等),借助数字化仪、绘图仪等外部设备,由计算机辅助进行图形数字转换或图形输出,这样使工程师们从繁杂的设计中解放出来,这也就是所谓的 CAD (Computer Aided Design)。计算机应用于工程结构,最初是用于解决结构的内力计算,随着计算机图形处理技术的日趋完善和工程结构理论不断发展,使计算机辅助设计软件得到长足的进步,它使广大工程设计人员从烦琐、重复的大量计算、绘图中解脱出来的这一愿望成为了现实。绘图方便、简洁、轻松、计算精确、省事;尤其是重复工作越多,工程越大,效率优势就越明显。另外,使用 CAD 设计,图面整洁统一,不受线条、字体优劣影响。

2. 结构设计中的计算机应用

建筑工程中的计算机辅助设计主要体现建筑设计、结构设计、水暖电设计及工程概预算等方面。这里主要讲述结构设计中的计算机应用问题。

结构设计主要任务是建筑结构的选型与布置 结构的优化设计、结构的内力和配筋计

算以及结构图纸的绘制。在结构设计中，最关键的问题在于计算模式的确定和内力计算。由于建筑物是一个实实在在的东西，许多条件都不可能理想化，需考虑实际的情况选定不同的计算模式。通常要使计算模式越接近实际情况，那计算模式越复杂，计算的工作量也就越大。因此在计算机尚未发展的时代，通常都根据经验和初步的受力分析，对计算模式进行大量的简化，将空间受力状态转化为平面状态，将动力问题转化为静力问题，以达到加快设计之目的。计算机技术应用于工程结构后，烦琐的计算已不再是问题，设计也可以少作一些简化，使计算结果更反映实际情况。当然计算机仅仅是一个工具，由于工程本身的复杂性，有些问题该如何计算运行全靠工程师的灵活运用。这就得依靠广大科研人员认真研究计算机辅助设计软件的设计原理，找出结构的受力机理，采用有可靠保证的方法进行设计。

由于受力情况多种多样，在结构设计过程中还需考虑各种可能的荷载组合，以便找出最不利的内力。当内力问题解决后，接下来就要进行结构构件的配筋计算和结构施工图的绘制。在结构设计阶段，无论是结构方案的优化、内力计算还是施工图的绘制，要赶上当今高速发展的时代步伐都离不开计算机的辅助设计。

3. PKPM 系列设计软件简介

我国的建筑工程领域中的计算机应用开发的时间还不算长，为加快这一步伐的建设，早在 1983 年国务院就向城乡建设环境保护部下达了“六五”国家重点科技项目，即“建筑工程设计软件包”的研制任务。随着社会的不断进步，计算机技术和建筑业也得到了飞速的发展，各类工程结构专业软件不断被开发出来。目前，建筑工程计算机辅助设计系统的开发可以说到了相当成熟的程度。大多数软件都有十分友好的用户界面，操作简便。从建筑方案开始采用人机交互式建立建筑物整体的公共数据库，并实现结构与建筑数据库的共享，保证了设计的连续性。由建筑设计自动统计的结构设计所需的荷载，可自动地为上部结构及基础的计算提供数据件，绘制相应的建筑、结构施工图，最后还可以进行工程量和各种材料用量的统计，进而可做出工程造价的概预算等。目前，比较常用的建筑工程系列软件主要有：中国科学研究院开发的 PKPM 系列、TBSA 系列、ABD 系列等等，此外在各个省市还开发了不少优秀的建筑工程辅助设计软件。这里主要介绍 PKPM 系列软件。

中国建筑科学研究院建筑结构研究所 PKPM CAD 工程部开发的 PKPM 建筑计算系统软件是一套集建筑设计、结构设计及设备设计于一体的大型综合 CAD 系统。是目前国内建筑工程界应用很广的一套计算机辅助设计系统软件，它的应用不仅减轻了设计人员的绘图劳动强度，同时也提高了设计文件的质量和工作效率。2002 年，中国建筑科学研究院 PKPM 工程部完成了对 PKPM 系列软件的一系列重大改进，使该软件的整体水平在深度和广度上又上了一个台阶。

4. PKPM 系列软件的主要特点

建筑设计过程一般分为方案设计、初步设计、施工图设计三个阶段。常规配合的工种有建筑、结构、设备（包括水、电、暖通等）。各阶段中往往有大大小小的改动和调整，各工种的配合需要互相提供资料。PKPM 系列 CAD 系统，从建筑方案设计开始，建立建筑物整体的公用数据库，平面布置、柱网轴线等全部数据都可用于结构设计，可自动为上部结构及各种基础提供数据文件，也可为设备软件自动生成设备条件图，做到各专业数据共享，协调一致，大大提高了工作效率，此外，资料的保管和复制以及设计的修改也极为

方便。

如上所述，计算机对于当今的建筑工程设计几乎成了不可缺少的工具，起着重大的作用，为社会节约了大量的人力、物力和财力，而且大大提高了建筑工程设计水平，使设计趋于标准化、规范化。

有一点必须指出，无论软件系统开发得如何完善，计算机只能最大限度地减少设计工程师的工作量，而无法代替工程师。因为实际情况总是千变万化的，计算机只会帮助人“算”，绘图仪也只会帮助人“画”，至于要如何“算”和“画”还是要由工程设计人员去“指挥”。计算机辅助设计决不是单纯的计算机问题，只有在掌握了专业知识的前提下，才能正确自如地应用辅助设计系统。

第一篇 PMCAD

第 1 章 PMCAD 的概述

1.1 PMCAD 的功能

• PMCAD 软件采用人机交互方式, 引导用户逐层布置各楼层, 再输入层高建立建筑整体结构的数据模型。

• PMCAD 具有较强的荷载统计和传导计算功能。除计算结构自重外, 还自动完成从楼板到次梁, 从次梁到主梁, 从主梁到承重柱、墙, 从上部结构传到基础的全部计算, 再加上局部的外加荷载, 建立建筑的荷载数据模型。

• PMCAD 由于建立整栋建筑物的数据模型, 成为 PKPM 系列结构设计各软件的核心, 为 APM、结构设计 CAD 提供必要的接口。

• PMCAD 可完成现浇钢筋混凝土楼板结构计算与配筋设计、结构平面施工图辅助设计。

• PMCAD 可完成砌体结构和底框上砖房结构的抗震计算及受压、高厚比、局部承压计算, 并可完成圈梁布置及圈梁大样、构造柱大样的绘制。

1.2 软件的应用范围

- 层数 ≤ 99
- 结构标准层、荷载标准层各 ≤ 99
- 正交网格: 横向网格、纵向网格各 ≤ 100
斜交网格: 网格线条数 ≤ 2000
- 网格节点总数 ≤ 5000
- 标准柱截面 ≤ 100
标准梁截面 ≤ 40
标准洞口 ≤ 100
- 每层柱根数 ≤ 1500
每层梁根数 (不包括次梁)、墙数各 ≤ 1800
每层房间数 ≤ 900
每层次梁根数 ≤ 600
每个房间周围最多可以容纳的梁墙数 < 150
每个节点周围不重叠的梁墙数 ≤ 6
每层房间次梁布置种类数 ≤ 40

每层房间预制板布置种类数 ≤ 40

每层房间楼板开洞种类数 ≤ 40

说明:

1. 结构平面的房间编号由软件根据墙或梁围成的平面闭合体自动编成房间, 作为输入楼面上的次梁、预制板、洞口和导荷载、画图的一个基本单元。

2. 两节点最多只能安置一个洞口, 安置多个洞口时, 必须增设网格线与节点。

3. 次梁指在房间内布置且在 PMCAD 主菜单 2 次梁输入中布置的梁, 但次梁的截面定义必须在 PMCAD 主菜单 1 主梁定义中进行。

次梁也可以在 PMCAD 主菜单 1 主梁布置中进行 (次梁作为主梁输入), 当工程量较大时, 可能会造成梁的根数、节点数、房间数过多而超界。

由于 PMCAD 主菜单 2 次梁输入中无法布置弧梁, 对于弧形次梁只能作为主梁布置。

4. 墙的输出指结构承重墙或抗侧力墙, 框架填充墙不能作为墙输入, 而应作为外加荷载输入。

5. 平面布置避免大房间内套用小房间, 否则在荷载导算和统计材料时会重叠计算。可在大小房间之间用虚梁连接, 将大房间进行分割。

1.3 PMCAD 主菜单及工作环境

1.3.1 PMCAD 主菜单

双击桌面的 PKPM 图标, 启动 PKPM 主菜单; 点取结构, 启动结构菜单主界面; 点取左侧菜单 PMCAD, 右侧出现 PMCAD 主菜单 (图 1-1)。

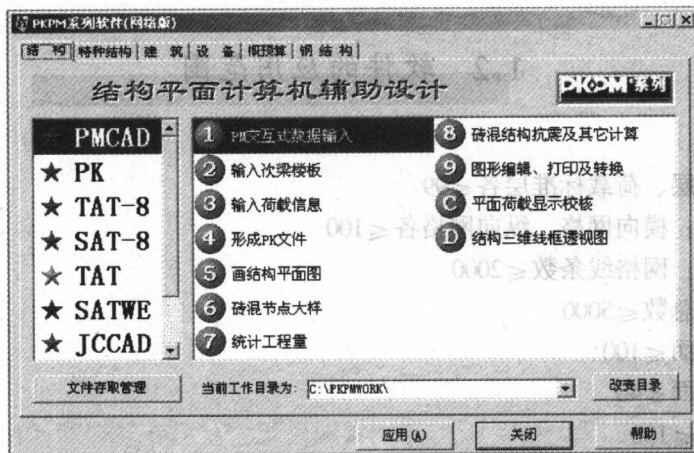


图 1-1 PMCAD 主菜单

1.3.2 工作环境

1.3.2.1 功能热键 (黑体字表示常用热键)

- | | |
|------|-------------------------|
| [F1] | 帮助热键 |
| [F2] | 坐标显示开关 (交替控制光标的坐标是否显示) |
| [F3] | 点网捕捉开关 (交替控制点网捕捉方式是否打开) |
| [F4] | 角度捕捉开关 (交替控制角度捕捉方式是否打开) |

[F5]	重新显示当前图、刷新修改结果
[F6]	充满显示全图
[F7]	放大一倍显示
[F8]	缩小一半显示
[F9]	设置捕捉值
[Ctrl] + [F1]	右下角状态区显示开关
[Ctrl] + [F2]	点网显示开关 (交替控制点网是否在屏幕显示)
[Ctrl] + [F3]	节点捕捉开关 (交替控制节点捕捉方式是否打开)
[Ctrl] + [F4]	光标的十字准线显示开关
[Ctrl] + [F5]	恢复上次显示
[Ctrl] + [F6]	显示全图
[Ctrl] + [F7]	观察点前移
[Ctrl] + [F8]	观察点后移
[Ctrl] + [↑]	上移图形
[Ctrl] + [↓]	下移图形
[Ctrl] + [→]	右移图形
[Ctrl] + [←]	左移图形
[Ctrl] + [~]	具有多视窗时, 顺序切换视窗
[Ctrl] + [E]	具有多视窗时, 将当前视窗充满
[Ctrl] + [T]	具有多视窗时, 将各视窗重排
[S]	绘图过程中, 选择节点捕捉方式
[O]	令当前光标位置为网点转动基点
[U]	后退一步操作
[Page up]	增加键盘移动光标时的步长
[Page down]	减少键盘移动光标时的步长
[Ins]	绘图时键入光标 X、Y、Z 坐标值
[Home]	由键盘输入光标在 X、Y、Z 方向和距离
[End]	由键盘输入光标的偏移方向和距离
[Del]	只用于删除当前字符
[Enter]	与鼠标右键等效, 确认输入等
[Esc]	与鼠标右键等效, 退出执命令
[Tab]	与鼠标中键等效, 功能切换绘图时为输入参考点

1.3.2.2 界面环境和工作方式

(1) 界面环境 (图 1-2)

(2) 工作方式

①箭头: 程序等待输入数据、命令或点取菜单。

②十字叉: 坐标定点状态, 即要求输入一点的坐标。

③方框: 靶区捕捉状态, 用于捕捉一个图素或目标。

1.3.2.3 工作状态的配置

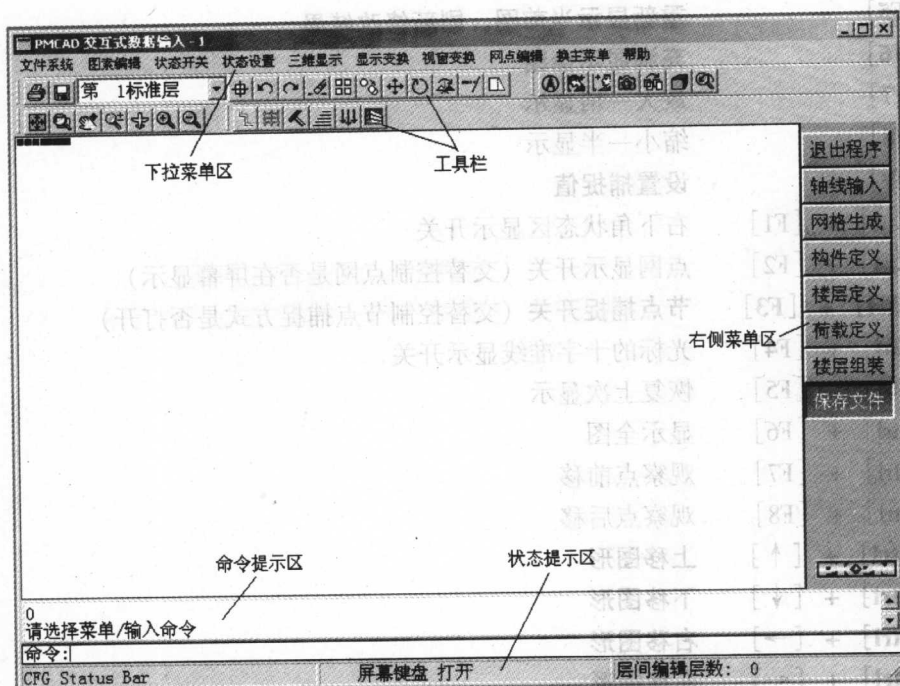


图 1-2 PMCAD 界面环境

WORK.CFG 文件是程序的配置文件。如果工作目录没有该文件，程序将按缺省值建立一个配置文件。在 \PKPMWORK 目录下可以找到 WORK.CFG，可以将它复制到工作目录中，然后修改其中的内容，程序按该文件的设置进行工作。

WORK.CFG 是文本文件，可以用文本编辑软件打开修改其中的内容。该文件的内容如表 1-1 所示（一般不要修改其中的内容）。

表 1-1

关键字	功 能
Width	设定显示区域的宽度所表示的工程平面的长度
Height	设定显示区域的高度所表示的工程平面的宽度
Unit	设定单位，其值为 1，表示毫米。用户不应修改
Ratio	设定比例，暂时不使用
Xorigin	用户坐标原点距屏幕左侧的距离
Yorigin	用户坐标原点距屏幕下侧的距离
Bcolor	绘图区、右侧菜单区和命令提示区的背景颜色值，该值按 6 位整数编码：个位和十位表示绘图区背景色号，百位和千位表示右侧菜单区的背景色号，万位和十万位为命令提示区背景色号。背景色号有效范围是 0~15，分别表示黑 (0)、蓝 (1)、绿 (2)、青 (3)、红 (4)、紫 (5)、黄 (6)、白 (7)、灰 (8) 等，建议用户不要使用 8 以上的颜色号，否则会造成混淆
Status	状态显示开关，一般应为 0
Coord	坐标显示开关，记忆和设置 [F2] 键状态
Snap	点网捕捉开关，记忆和设置 [F3] 键状态
Dsnap	角度捕捉开关，记忆和设置 [F4] 键状态
Targer	捕捉靶大小，记忆和设置 [Ctrl] + [F9] 键状态
Xsnap	点网捕捉值，记忆和设置 [F9] 键状态
Ysnap	点网捕捉值，记忆和设置 [F9] 键状态
Xsnapm	点网捕捉值，记忆和设置 [F9] 键状态
Ysnapm	点网捕捉值，记忆和设置 [F9] 键状态
Distan	角度捕捉值，记忆和设置 [F10] 键状态
Degree	角度捕捉值，记忆和设置 [F10] 键状态
Degree	角度捕捉值，记忆和设置 [F10] 键状态
Degree	角度捕捉值，记忆和设置 [F10] 键状态
Cfgend	配置文件结束

【例】 对于一个长 150m, 宽 70m 的平面, 设 Width150000, Height70000
坐标原点设在屏幕中心, 设 Xorig750000, Yorig35000
(实际可以用显示变换工具对图形显示进行任意的缩放, 一般不要修改此文件的内容)

1.3.2.4 坐标输入方式

(1) 纯键盘坐标输入方式

绝对直角坐标: ! X, Y, Z

相对直角坐标: X, Y, Z

绝对极坐标: ! R < A

相对极坐标: R < A

[Insert]: 键盘输入绝对坐标

[End]: 键盘输入角度和偏移距离

[Home]: 键盘输入相对坐标

[Tab]: 当前输入的点作为参考点

[Del]: 放弃输入的点的坐标或输入方式

(2) 纯键盘光标输入方式 (不精确)

[F2]: 坐标显示开关

[↑]: 使光标上移一步

[↓]: 使光标下移一步

[PageUp]: 增大光标移动的步长

[PageDown]: 减少光标移动的步长

[Enter]: 确定输入点

[Tab]: 当前点作为参考点

[Del]: 放弃输入点

(3) 纯鼠标光标输入方式 (默认方式, 进入键盘坐标输入方式按 [Insert]、[End]、[Home], 返回按 [Del])

[F2]: 坐标显示开关

[鼠标左键] = [Enter]: 确定输入点

[鼠标中键] = [Tab]: 当前点作为参考点

[鼠标右键] = [Del]: 放弃输入点

1.3.2.5 捕捉工具

(1) 点网捕捉工具

[F3]: 点网捕捉开关

[Ctrl] + [F2]: 点网显示开关

[F9]: 设置点网捕捉值 (图 1-3)

(2) 角度和距离捕捉工具 (在平面图窗口有效)

[F4]: 角度捕捉开关

[F9]: 设置角度距离捕捉值 (图 1-3)

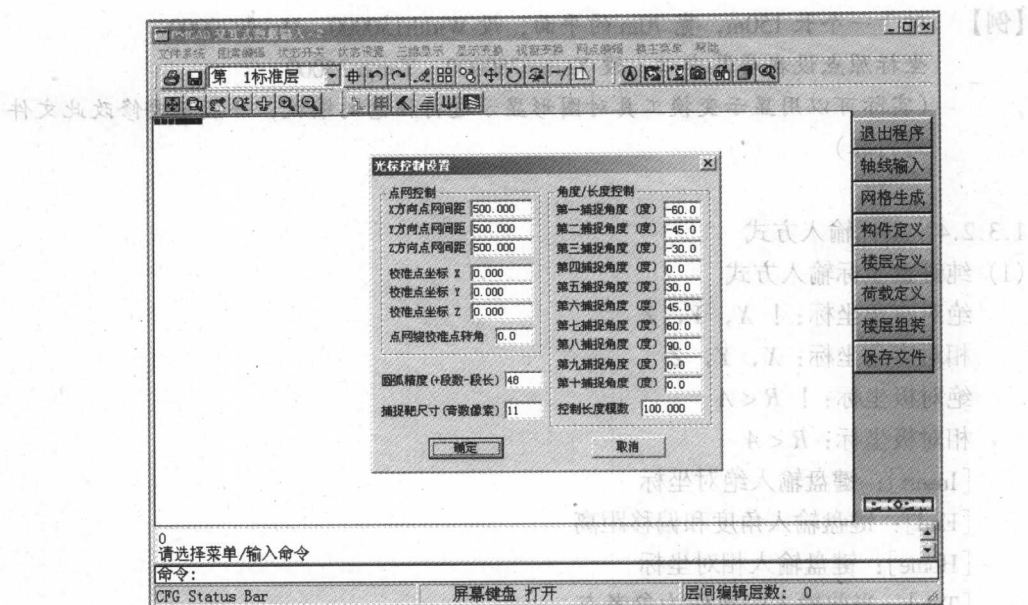


图 1-3 点网、角度/长度控制

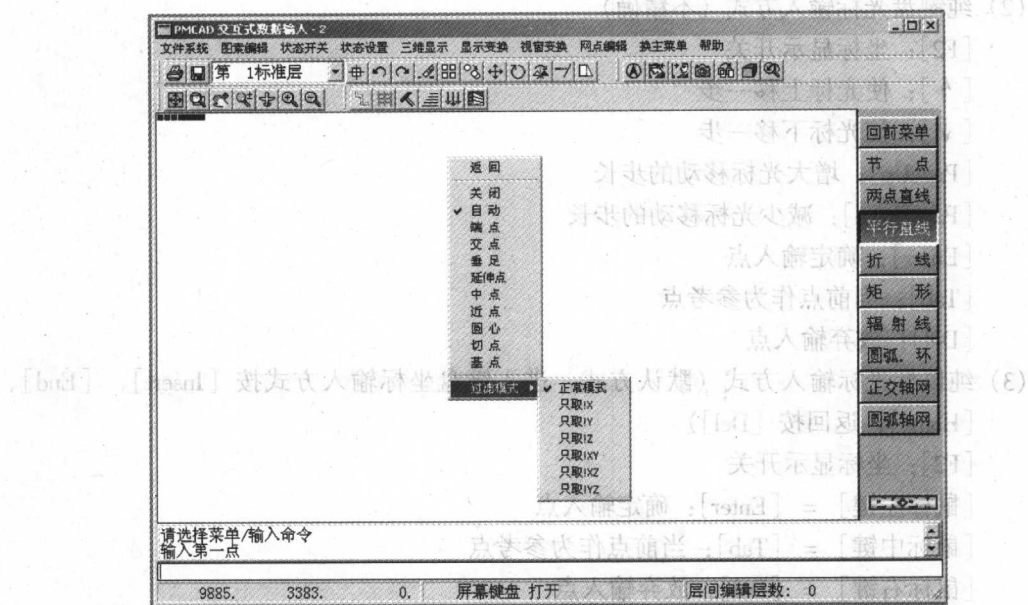


图 1-4 节点捕捉方式

(3) 节点捕捉工具

[Ctrl] + [F3]: 节点捕捉开关

[S]: 绘图过程中, 改变节点捕捉方式 (图1-4, 系统默认为自动方式, 即从上到下自动进行捕捉)

节点捕捉功能:

- 捕捉图素节点 (如端点、圆心等)。