



Midas/Civil



PUTONG GAODENG YUANXIAO  
TUMU GONGCHENG LEI GUIHUA XILIE JIAOCAI  
普通高等院校土木工程类规划系列教材

# 桥梁工程计算机辅助设计

## —— Midas/Civil教程

QIAOLIANG GONGCHENG JISUANJI FUZHU SHEJI  
Midas/Civil JIAOCHENG

主 编 许立英  
副主编 袁 翱 郭金英 姜海燕  
主 审 李文渊



西南交通大学出版社



PUTONG GAODENG YUANXIAO  
TUMU GONGCHENG LEI GUIHUA XILIE JIAOCAI  
普通高等院校土木工程类规划系列教材

# 桥梁工程计算机辅助设计

## ——Midas/Civil教程

---

QIAOLIANG GONGCHENG JISUANJI FUZHU SHEJI  
Midas/Civil JIAOCHENG

---

主 编 许立英  
副主编 袁 翱 郭金英 姜海燕  
主 审 李文渊

西南交通大学出版社  
· 成 都 ·

-----  
图书在版编目 (C I P) 数据

桥梁工程计算机辅助设计: Midas / Civil 教程 / 许立英主编. —成都: 西南交通大学出版社, 2015.11

普通高等院校土木工程类规划系列教材

ISBN 978-7-5643-4203-6

I. ①桥… II. ①许… III. ①桥梁工程 - 计算机辅助设计 - 高等学校 - 教材 IV. ①U44-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 195872 号  
-----

普通高等院校土木工程类规划系列教材

桥梁工程计算机辅助设计

——Midas / Civil 教程

主编 许立英

\*

责任编辑 曾荣兵

封面设计 何东琳设计工作室

西南交通大学出版社出版发行

四川省成都市金牛区交大路 146 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564

<http://www.xnjdcbs.com>

四川森林印务有限责任公司印刷

\*

成品尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 29.5

字数: 735 千

2015 年 11 月第 1 版 2015 年 11 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5643-4203-6

定价: 59.50 元

课件咨询电话: 028-87600533

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

# 前 言

“桥梁工程计算机辅助设计”是土木工程专业的一门选修课。在进行桥梁设计时，运用计算机辅助设计技术能够极大地提高设计人员的工作效率，减轻设计者的工作强度。目前系统介绍桥梁工程计算机辅助设计软件的教材相对较少，因此希望本书的出版，能够对桥梁设计工作者运用 Midas/Civil 软件有所帮助。

本书共分为 7 章，第 1 章主要是将 Midas/Civil 软件与其他桥梁设计软件进行了对比，指出 Midas/Civil 软件的优点所在；第 2 章介绍了软件前处理模式中的材料定义、截面定义、边界条件定义、外荷载定义；第 3 章主要介绍了结构建模助手在建模过程中的运用；第 4 章介绍了前处理模式中的外荷载及边界条件的施加；第 5 章介绍了软件的分析运行和后处理模式下的操作；第 6 章结合具体的工程实例，详细阐述了 Midas/Civil 软件的完整操作流程；第 7 章结合桥梁工程方向的本科毕业设计，介绍了连续梁桥的设计及验算。在此应特别说明的是，工程实例部分，是将 Midas 公司提供的例子加以汇编整理而成。

本书由西南科技大学许立英任主编，成都大学袁翱和四川交通职业技术学院郭金英、姜海燕任副主编。具体编写分工如下：第 1 章、第 3 章、第 6 章由许立英编写，第 2 章由袁翱、许立英编写，第 4 章由郭金英、许立英编写，第 5 章由姜海燕、许立英编写，第 7 章由张姚、许立英编写。成都大学建筑与土木学院院长李文渊教授审阅了本书，并提出了诸多宝贵意见。

在本书的编写过程中，得到了北京迈达斯技术有限公司高校事业部王宇工程师以及西南地区负责人胡原的大力支持，西南科技大学土木工程与建筑学院和西南交通大学出版社的领导提出了诸多宝贵意见，西南交通大学研究生张姚同学参与收集整理了一些重要资料，在此一并表示由衷的感谢。

由于时间仓促，加之编者水平有限，书中难免存在不足之处，恳请读者批评指正。

编 者

2015 年 6 月

# 目 录

第 1 章 桥梁工程常用软件概述 .....	1
1.1 ANSYS 软件 .....	1
1.2 桥梁博士软件 .....	2
1.3 Midas 软件 .....	3
1.4 Midas/Civil 功能概述 .....	4
1.5 安装及安装过程常见问题解析 .....	5
1.6 Midas Civil 软件输入输出文件 .....	6
第 2 章 Midas/Civil 前处理模式 .....	8
2.1 建模所需的基本环境设定 .....	9
2.2 Midas/Civil 软件主菜单各命令介绍 .....	16
2.3 文件的新建、导入与导出 .....	17
2.4 材料定义 .....	20
2.5 截面及截面特性值定义 .....	28
第 3 章 结构模型的建立 .....	37
3.1 节点的建立 .....	37
3.2 单元的建立 .....	38
3.3 梁建模助手 .....	39
3.4 柱建模助手 .....	40
3.5 拱建模助手 .....	42
3.6 框架建模助手 .....	43
3.7 桁架建模助手 .....	44
3.8 板建模助手 .....	47
3.9 壳建模助手 .....	48
3.10 悬索桥建模助手 .....	48
3.11 使用悬索桥建模助手时的注意事项 .....	50
3.12 斜拉桥建模助手 .....	52
3.13 顶推法建模助手 .....	54
3.14 常见问题解析 .....	63
第 4 章 外荷载及边界条件的施加 .....	67
4.1 静力荷载工况 .....	67
4.2 由荷载组合建立荷载工况 .....	69
4.3 自重荷载 .....	70
4.4 节点体力 .....	71
4.5 节点荷载 .....	71
4.6 支座强制位移 .....	72
4.7 梁单元荷载 .....	74

4.8	连续梁单元荷载	74
4.9	标准梁单元荷载	75
4.10	定义楼面荷载类型	75
4.11	压力荷载	76
4.12	温度荷载	77
4.13	施工阶段荷载	80
4.14	移动荷载	80
4.15	一般支承	83
4.16	节点弹性支承	83
4.17	定义一般弹性支承类型	84
4.18	一般弹性支承	85
4.19	面弹性支承	86
4.20	弹性连接	87
4.21	释放梁端约束	87
4.22	刚性连接	88
4.23	刚域效果	88
<b>第 5 章</b>	<b>结构运行分析及结果查看</b>	<b>90</b>
5.1	结构运行分析	90
5.2	荷载组合及结果查看	94
5.3	结构设计	100
<b>第 6 章</b>	<b>典型算例</b>	<b>112</b>
6.1	PSC 变截面箱梁施工阶段及 PSC 设计例题	112
6.2	使用建模助手做悬臂法 (FCM) 桥梁施工阶段分析	132
6.3	预应力混凝土连续 T 形梁桥的分析与设计 (梁格法)	170
6.4	悬臂梁和简支梁	241
6.5	单跨拱桥	272
6.6	悬索桥的成桥阶段和施工阶段分析	303
6.7	斜拉桥成桥阶段和施工阶段分析	360
<b>第 7 章</b>	<b>毕业设计案例</b>	<b>409</b>
7.1	概 要	409
7.2	设置操作环境	411
7.3	定义材料和截面	412
7.4	建立结构模型	418
7.5	输入荷载	431
7.6	定义施工阶段	438
7.7	运行结构分析	444
7.8	输入钢束	446
7.9	PSC 设计	458
	参考文献	465

# 第 1 章 桥梁工程常用软件概述

## 1.1 ANSYS 软件

ANSYS 程序是由美国 ANSYS 公司开发的一个通用设计分析软件。ANSYS 公司成立于 1970 年,其早期的产品只提供热分析和线性结构分析功能,只能在大型计算机上运行,且必须通过编写分析代码按照批处理方式执行。20 世纪 70 年代以后,逐步增加了非线性计算功能以及更多的单元类型以及子结构等技术。随着小型机和 PC 机的出现,操作系统进入图形交互方式以后,为 ANSYS 程序建立了交互式操作菜单环境,极大地简化了分析过程的操作性,使设计分析更加直观和可视化,程序不再仅仅是求解器,同时也是前后处理器,对模型的创建和结果的处理提供了方便。

经过四十多年的发展,ANSYS 软件已经是融结构、流体、电场、磁场、声场分析于一体大型通用有限元分析软件。它的功能包括各种结构的静、动力线性或非线性分析、温度场的稳态或瞬态分析及相变计算、流体动力学分析、声学分析和电磁分析;另外,还提供了目标设计优化、拓扑优化、概率有限元设计、二次开发技术、子结构、子模型、单元生死、疲劳断裂计算等先进技术。

ANSYS 软件主要包括三个部分:前处理模块、分析计算模块和后处理模块。

(1) 前处理模块:提供了一个强大的实体建模及网格划分工具,用户可以方便地构造有限元模型。

(2) 分析计算模块:包括结构分析(可进行线性分析、非线性分析和高度非线性分析)、流体动力学分析、电磁场分析、声场分析、压电分析以及多物理场的耦合分析,可模拟多种物理介质的相互作用,具有灵敏度分析及优化分析能力。

(3) 后处理模块:可将计算结果以彩色等值线显示、梯度显示、矢量显示、粒子流迹显示、立体切片显示、透明及半透明显示(可看到结构内部)等图形方式显示出来,也可将计算结果以图表、曲线形式显示或输出。

ANSYS 软件的特点如下:

(1) ANSYS 软件提供了 100 种以上的单元类型,用来模拟工程中的各种结构和材料。该软件有多种版本,可以运行于个人机到大型机的各种计算机设备上,如 PC、SGI、HP、SUN、DEC、IBM 和 CRAY 等。

(2) ANSYS 软件能与多数 CAD 软件接口,实现数据的共享和交换,如 Pro/Engineer、NASTRAN、Alogor、I-DEAS、AutoCAD 等。

(3) ANSYS 软件具有强大的设计与分析功能,可应用于建筑、勘察、地质、水利、交通、电力、测绘、国土、环境、林业等方面。对于桥梁结构分析来说,应用 ANSYS 有限元分析软件比用专门的桥梁分析软件要复杂得多,尤其对于初学者来说,灵活使用 ANSYS 软件有一定难度。

## 1.2 桥梁博士软件

“桥梁博士”是由同济大学桥梁结构系研制开发的大型桥梁结构分析软件，于 1995 年投放市场，并在 2004 年以后按照《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2004) 和《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG D62—2004) 进行了补充修改。该软件可以计算钢筋混凝土及预应力混凝土连续梁、刚构、连续拱、桁架梁、斜拉桥等多种桥梁。

“桥梁博士”具有以下功能：

(1) 可以分析直线桥梁。

能够计算钢筋混凝土、预应力混凝土、组合梁以及钢结构的各种结构体系的恒载与活载的各种线性与非线性结构响应；对于带索结构，可根据用户要求计算各索的一次施工张拉力或考虑活载后估算拉索的面积和恒载的优化索力，其中活载的类型包括公路汽车、挂车、人群、特殊活载、特殊车列、铁路中-活载、高速列车和城市轻轨荷载；可以按照用户的要求对各种构件和预应力钢束进行承载能力极限状态、正常使用极限状态以及施工阶段的配筋计算或应力和强度验算，并根据规范限值判断是否满足规范。

(2) 可以分析斜、弯和异形桥梁。

采用平面梁格系分析各种平面斜、弯和异形结构桥梁的恒载与活载的结构响应。系统考虑了任意方向的结构边界条件，自动进行影响面加载，并考虑了多车道线的活载布置情况，用于计算立交桥梁岔道口等处复杂的活载效应；最终可根据用户的要求，对结构进行配筋或各种验算。

(3) 可以对基础进行分析。

整体基础：进行整体基础的基底应力验算、基础沉降计算及基础稳定性验算；单桩承载力：计算地面以下各深度处单桩的容许承载力；刚性基础：计算刚性基础的变位以及基础底面、侧面土应力；弹性基础：计算弹性基础（m 法）的变形、内力以及基底和侧面土应力；对于多排桩基础，可分析各桩的受力特征。

(4) 对截面进行计算。

截面特征计算：可以计算任意截面的几何特征，并能同时考虑普通钢筋、预应力钢筋以及不同材料对几何特征的影响；荷载组合计算：对本系统定义的各种荷载效应进行承载能力极限状态荷载组合 I ~ III 和正常使用极限状态荷载组合 I ~ VI 共 9 种组合的计算；截面配筋计算：可以对用户提供的混凝土截面描述和荷载描述进行承载能力极限状态荷载组合和正常使用极限状态荷载组合的计算，并进行各种组合状态下的普通钢筋或预应力钢筋的计算；应力验算：可根据用户提供的任意截面和截面荷载描述进行承载能力极限状态荷载组合和正常使用极限状态荷载组合的计算，并进行各种组合的应力验算及承载能力极限强度验算，其中强度验算根据截面的受力状态按轴心受压、轴心受拉、上缘受拉偏心受压、下缘受拉偏心受压、上缘受拉偏心受拉、下缘受拉偏心受拉、上缘受拉受弯、下缘受拉受弯 8 种受力情况分别给出结果。

(5) 横向分布系数计算。

能运用杠杆法、刚性横梁法或刚接（铰接）板梁法计算主梁在各种活载作用下的横向分布系数。



### (6) 输入方式。

采用标准界面人机交互进行,并配有强大的数据编辑和自动生成工具,使原始数据的输入更加明了和方便;输入数据的过程中可同步以图形或文本查看输入数据的信息;新加了单元、截面、钢束与CAD的互导模块,使得输入更加方便;新增的引用参考线,大大简化了曲线钢束的输入;系统对原始数据采用三级检错以帮助用户确保原始数据的可靠性。

### (7) 输出方式。

系统对计算结果的输出比较详细,通过分类整理,可以按照用户的要求一次或多次输出,便于用户分析中间数据结果或整理最终数据文档。

输出的方式有图形输出、表格输出及可编辑的文本输出。

配有专门的图形结果后处理系统,便于用户打印出图纸规格化的计算结果图形。

报表输出,用户可自定义输出报告格式模板,如各种计算数据、效应图形按用户设定自动输出。

## 1.3 Midas 软件

Midas Information Technology Co., Ltd. (简称 MIDAS IT) 正式成立于 2000 年 9 月 1 日,是浦项制铁 (POSCO) 集团成立的第一个 venture company,它隶属于浦项制铁开发公司 (POSCO E&C)。POSCO E&C 是 POSCO 的一个分支机构,是韩国最具实力的建设公司之一。该公司研发的 Midas 系列软件是以有限元为理论基础的分析和设计软件。目前 Midas 系列软件包含建筑 (Gen)、桥梁 (Civil)、岩土隧道 (GTS)、机械 (MEC)、基础 (SDS)、有限元网格划分 (FX+) 等多种软件。

北京迈达斯技术有限公司为 MIDAS IT 在中国的唯一独资子公司,于 2002 年 11 月正式成立,负责 Midas 软件的中文版开发、销售和技术支持工作。

### 1. 桥梁领域

Midas Civil 桥梁结构通用有限元分析与设计软件——市场占有率第一,广泛应用于各大市政设计院。Midas Bridge 桥梁结构设计一站式解决方案;Midas FEA 土木结构仿真分析软件,主要应用于节点等特殊部位的细部实体分析;Midas FX+有限元前后处理软件;建筑领域 Midas Building 建筑大师 (建筑结构设计一站式解决方案)——支持带有墙单元的静力及动力弹塑性分析;Midas Gen 建筑结构通用有限元分析与设计软件——应用于混凝土收缩/徐变的施工阶段分析,如水立方的动力弹塑性分析以及北京奥运场馆、韩日世界杯主体育馆等的受力分析。

### 2. 岩土领域

Midas GTS 岩土与隧道三维仿真分析软件;SoilWorks 岩土工程二维设计系统。

### 3. 机械领域

Midas NFX 全方位仿真分析软件。

## 1.4 Midas/Civil 功能概述

Midas/Civil 是 Midas 公司开发的桥梁结构通用有限元分析与设计软件,可用于施工阶段分析、水化热分析、静力弹塑性分析、支座沉降分析、大位移分析,是强有力的土木工程分析与优化设计系统。其基本特点如下:

### 1. 适用领域

(1) 适用于钢筋混凝土桥梁、板形桥梁、刚架桥梁、预应力桥梁、联合桥梁、钢箱形桥梁及梁板桥梁;

(2) 适用于按悬臂法、顶推法、移动支架法、满堂支架法等不同施工方法施工的预应力钢筋混凝土箱形桥梁;

(3) 适用于悬索桥、斜拉桥、拱桥等大跨桥梁;

(4) 适用于对预应力钢筋混凝土箱形桥梁、桥台、桥墩、防波堤等进行大体积混凝土的水化热分析;

(5) 适用于地铁、通信电缆管道、上下水处理设施、隧道等地下结构的分析与设计;

(6) 适用于水塔、压力容器、电力输送塔、发电厂等工业建筑的分析与设计;

(7) 适用于飞机场、大坝、港口等国家基础建设的设计。

### 2. 材 料

Midas Civil 软件所用材料是基于《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵及设计规范》(JTG D62—2004)、《公路桥涵钢结构及木结构设计规范》(JTJ025—86)、《混凝土结构设计规范》(GB50010—2010)、《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)、《高层民用建筑钢结构技术规程》(JGJ99—2014)以及其他国家和地区规范(美国、加拿大、德国、英国、日本、韩国等)里规定的材料。

### 3. 截 面

Midas/Civil 软件所选用的截面有:角钢、槽钢、H型钢、T型钢、方形钢管、圆形钢管、圆形钢棒、方形钢棒等型钢截面;角钢-组合截面、槽钢-组合截面等组合截面;角钢、槽钢、H型钢、T型钢、方形钢管、圆形钢管等焊接组合截面以及其他国家(美国、德国、英国、日本、韩国等)标准中规定的截面。

### 4. 车辆荷载

Midas/Civil 软件所选用的车辆荷载有:《公路桥涵设计通用规范》(GD60—2004)的汽车荷载、平板挂车与履带车荷载;《城市桥梁设计荷载标准》(CJJ77—89)的城-A级、城-B级车辆荷载和车道荷载;《铁路桥涵设计基本规范》(TB10002.5—2005)的“中-活载”的普通活载、特种活载。

### 5. 地震设计反应谱

Midas/Civil 软件所选用的设计反应谱有:《公路工程抗震设计规范》(JTG B02—2013)、

《铁路工程抗震设计规范》(GB 50111—2006)、《抗震设计规范》(GB 50011 2010)。

### 6. 收缩和徐变、弹性模量的变化

Midas/Civil 软件采用《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG D62—2004) 以及其他国家和地区(美国、日本、韩国等)规范里关于混凝土收缩与徐变、材料弹性模量变化等的规定。

### 7. 钢筋混凝土构件设计

《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG D62—2004)、其他国家(美国、日本等)规范。

### 8. 钢结构构件设计

《公路桥涵钢结构及木结构设计规范》(JTJ025—86) 以及其他国家(美国、韩国)规范。

## 1.5 安装及安装过程常见问题解析

### 1. 系统配置

Midas/Civil 所需的系统配置如下: 处理器要求“奔腾”或者“奔腾”以上; 内存 64MB 以上; 可供使用的硬盘容量 500MB 以上; Microsoft Windows 95 以上, 或者 Windows XP 操作系统。

### 2. 安装方法

Midas/Civil 的安装方法如下: 在 CD-ROM 驱动器中放入 CD, 如果在放入 CD 时未按【Shift】键, 安装程序会自动运行, 进入主画面后点击“Midas/Civil”安装。按照提示一步步操作即可。如果自动运行功能无法正常运作, 程序安装方法如下: 在“开始”菜单上选择“运行”, 指定 CD-ROM 驱动器之后, 输入以下路径 D:\civil\_install (or civil\_install\_trial)\setup (注: D 为 CD-ROM 驱动器时), 点击“Yes”按钮开始安装程序。安装程序开始运行后画面上会显示提示窗口, 随着指示一步一步地安装。在各安装阶段, 如果要继续, 就按“Next”键; 如果要返回, 就按“Back”键。Midas/Civil 在安装有 Internet Explorer 5.0 以上版本的系统中才能安装。如果系统的 Internet Explorer 不是 5.0 以上版本的, 在安装 Internet Explorer 之后, 再安装 Midas/Civil。如果出现使用权契约对话框, 应根据提示仔细阅读, 如果“同意”, 按“Yes”继续安装。输入用户的登录情报之后按“Next”键, 显示选择安装位置的对话框时, 选择安装 Midas/Civil 的文件夹。如欲安装在基本的设置位置, 就按“Next”键。如欲进行变更, 按“Browse”, 并选择相应的文件夹。出现选择程序文件夹的对话框时, 输入要将 Midas/Civil 及其他相关程序的图标进行登录的文件夹的名字, 按“Next”键之后, 文件的复制便开始了。文件的复制完成之后, 就会出现告知安装完了的对话框。按“Finish”键, 则所有的安装就结束了。此时, 如果选择“浏览例题的动画”之后再按“Finish”, 则安装完后自动运行例题的动画文件。安装 Sentinel/pro 驱动器, 用于驱动 Sentinel 硬盘的注册号。Midas/Civil 和保护

钥匙若要运行,需事先安装驱动器。Sentinel 驱动器会在 Midas/civil 的安装过程中被自动安装。如果 Protection 驱动器损伤或升级而需要再安装时,按如下步骤安装:

(1) 按左侧【Shift】键,同时在 CD-ROM 驱动器中放入 Midas Civil CD。

(2) 在开始菜单中选择“运行”,指定 CD-ROM 驱动器后输入以下路径:

D: \civil\_install\protection drivers\setup (注: D 为 CD-ROM 驱动器时)。

如要卸载 Sentinel 驱动器,则进行以下操作:

(1) 按左键【Shift】键,同时在 CD-ROM 驱动器中放入 Midas Civil CD。

(2) 在开始菜单中选择“运行”,指定 CD-ROM 驱动器后输入以下路径:

D: \civil\_install\protection Drivers\setup/u (注: D 为 CD-ROM 驱动器时)。

只有将保护钥匙插入 parallel port 并登记其授权码, Midas/Civil 才可能正常驱动。

(1) 将保护钥匙与 parallel port 相连接。

(2) 运行 Midas Civil。

(3) 在“帮助”菜单中选择“登记注册”。

(4) 在注册号输入栏中输入 Program CD 封面上保护钥匙的 ID。

## 1.6 Midas Civil 软件输入输出文件

### 1. 数据文件

filename.mcb Midas Civil 的基本数据文件。新建时使用“文件>新项目”,打开现有文件时使用“文件>打开项目”。

filename.mct Midas Civil 的基本数据文件。必要时可以通过 MCT 命令窗口或文本编辑器对其进行修改。该文件在“文件>导出>Midas Civil MCT”文件菜单中生成,通过“文件>导入>Midas Civil MCT”文件可以导入 Midas Civil 的模型数据。

### 2. 输出分析文件

filename.ca1 静力分析过程中生成的数据会被保存起来,是通过“分析>运行分析”功能而自动完成的。

filename.ca2 时间依存性分析过程中所生成的各时间段分析结果会被保存起来,是通过“分析>运行分析”功能而自动完成的。

filename.ca3 移动荷载分析和影响线/影响面分析过程中所生成的所有数据会被保存起来,是通过“分析>运行分析”功能而自动完成的。

filename.ca4 计划非线性分析过程中所生成的所有数据会被保存起来,是通过“分析>运行分析”功能而自动完成的。

filename.ca6 施工阶段分析过程中所生成的所有数据会被保存起来,是通过“分析>运行分析”功能而自动完成的。

filename.anl 用户对结构分析的结果(反力、变形、单元内力、应力等)自行整理的文件,可用于分析结果的检验或者作为结构计算书的附录,是通过“结果>文本输出”功能而自动

完成的。

filename.out 在结构分析进行的过程中输出的各种信息及相关数据会被保存起来，是通过“分析>运行分析”功能而自动完成的。

### 3. 数据互换文件

filename.mgb Midas/Gen V4.3 以上版本中使用的数据文件以及 filename.dxf AutoCAD DXF、filename.S90 SAP90、filename.s2k SAP2000、filename.std STAAD 等的文件，均可用于与 Midas/Civil 进行数据交换。

### 4. 其他文件

filename.bak Midas/Civil 的模型数据备份文件，通过“工具>参数设置”中选择“建立备份文件”，则在保存模型数据时会自动生成。

filename.bom 保存建模中所有构建的重量数据和材料目录，是通过“工具>材料统计”功能而自动生成的。

filename.sgs 保存地震加速度和反应谱生成模块所算出的地震数据，是通过“工具>地震波数据生成器”功能而自动生成的。

filename.spd 保存地震反应谱分析中所需的反应谱数据的文件，是通过“荷载>反应谱分析数据>反应谱函数”功能而自动生成的。

filename.thd 保存时间依存性分析中所需的时间荷载函数相关数据的文件，是通过“荷载>时程分析数据>时间荷载函数”功能而自动生成的。

filename.bog 保存生成批处理结果数据的文件，此文件可以通过使用“结果”菜单查看分析结果功能中的“生成批处理结果”对话框的“导出”键生成，生成的文件可通过“导入”键导入，再通过“荷载>时程分析数据>时间荷载函数”功能而自动生成。

## 第 2 章 Midas/Civil 前处理模式

通过本章的讲解，旨在帮助用户从 Midas 的基本操作过程入手，学习在一般情况下的基本求解过程，系统全面地掌握 Midas 进行有限元分析的基本步骤和要领，建立对 Midas 的系统认识，体会 Midas 的运用规律，为深入学习 Midas 分析功能打下坚实的基础。

从总体上讲，Midas/Civil 对结构所进行的分析包含前处理、求解和后处理三个过程。Midas 的前处理模式主要进行材料定义、截面定义、结构模型建立、边界条件确定、作用荷载的施加等，最终得到一个完整、正确的桥梁结构模型；求解器用于设置求解环境，对结构进行求解，得到求解结果文件；后处理模式可以依据一定规范进行荷载组合后结构支座反力、应力、变形等的查询。有了此计算结果，就可以对桥梁结构进行 PSC (Pre-stressed concrete) 或 RC (Reinforced concrete) 设计验算。

一个典型的 Midas 分析过程可以分为三个步骤：

### 1. 建立模型 (前处理模式)

- (1) 指定所新建的文件名 (filename) 和在电脑中所处的位置 (存储路径)；
- (2) 选择并定义材料；
- (3) 选择并定义截面；
- (4) 建立结构模型 (可以用结构建模助手进行建模)；
- (5) 定义结构边界条件；
- (6) 施加结构荷载。

### 2. 求解过程

- (1) 选择分析类型并施加分析选项；
- (2) 执行求解。

### 3. 查看分析结果 (后处理模式)

- (1) 进行荷载组合；
- (2) 查看分析结果；
- (3) PSC 设计或 RC 设计。

最后还需分析处理并评估结果。

## 2.1 建模所需的基本环境设定

### 2.1.1 坐标系的设定

Midas/Civil 可供使用的坐标系有全局坐标系 (Global Coordinate System, GCS)、单元坐标系 (Element Coordinate System, ECS)、节点坐标系 (Nodal Coordinate System, NCS)。

GCS 使用的是右手法则的垂直坐标系, 各轴分别以大写字母  $X$ 、 $Y$ 、 $Z$  表示。节点数据、节点位移、反力等都按照 GCS 输出。GCS 主要用于输入建筑物的几何位置, 坐标原点由程序自动设定为 ( $X=0$ ,  $Y=0$ ,  $Z=0$ )。

单元坐标系 ECS 也使用右手法则垂直坐标系, 各轴以小写字母  $x$ 、 $y$ 、 $z$  表示。所输入的单元内力、应力等与内力相关的大部分数据都与单元坐标系 ESC 一致。

NCS 是赋予任意节点以特殊方向的坐标系。NCS 也使用右手法则, 各轴以小写字母  $x$ 、 $y$ 、 $z$  表示。

用户坐标系 (User Coordinate System, UCS) 是指用户为了建模方便, 考虑建筑物的几何特征而在 GCS 上附加设定的坐标系。

一般, 实际操作中所接触的大部分建筑物是由多个单元平面结构所组成的。因此将各个平面进行分割, 使用比较便利的坐标系分别建立模型之后, 再将它们以 GCS 为准进行组合来完成三维空间的方法十分有效。UCS 主要适用于这种对各单元结构另行设定坐标系的情况。

### 2.1.2 数据输入方式

Midas/Civil 所有数据的输入是通过对话窗口、表格窗口、MCT 命令窗口、模型窗口来进行的。

对话窗口是同时使用键盘、鼠标的一种输入方式。

表格窗口和 MCT 命令窗口主要是以键盘输入。通过表格窗口, 可以一目了然地了解所有输入资料和设计结果, 并可重新输入或进行窗口修改。

模型窗口主要是以鼠标来输入数据的。

MCT 命令窗口具有使用文本形式的命令语输入数据来建模的特殊功能。

### 2.1.3 单位体系定义

在用 Midas/Civil 软件对一个结构进行建模分析时, 要设定长度单位和力的单位, 如图 2.1 所示。对应命令如下:

从主菜单中选择工具 > 单位体系...



图 2.1 单位体系设定窗口

对话框中用  显示当前使用状态下的“长度”和“力”的单位。在结构建模过程中，可以根据需要，在模型窗口下方根据需要进行单位变换。

#### 2.1.4 MCT (Midas Civil Text) 命令窗口

Midas/Civil 虽可以通过主菜单下的命令或者图标菜单进行模型和参数输入，但是通过 MCT 文件，用户可以更方便地输入所需要的数据，且该数据可以和已有的建模数据整合在一起，如图 2.2 所示。用户使用单独建立的 MCT 文件可以随时输入模型数据，如节点坐标、材料属性、截面数据、指定位移模式和设计参数等。对应操作如下：

从主菜单中选择工具 > MCT 命令窗口...

快捷键：Ctrl+[F12]

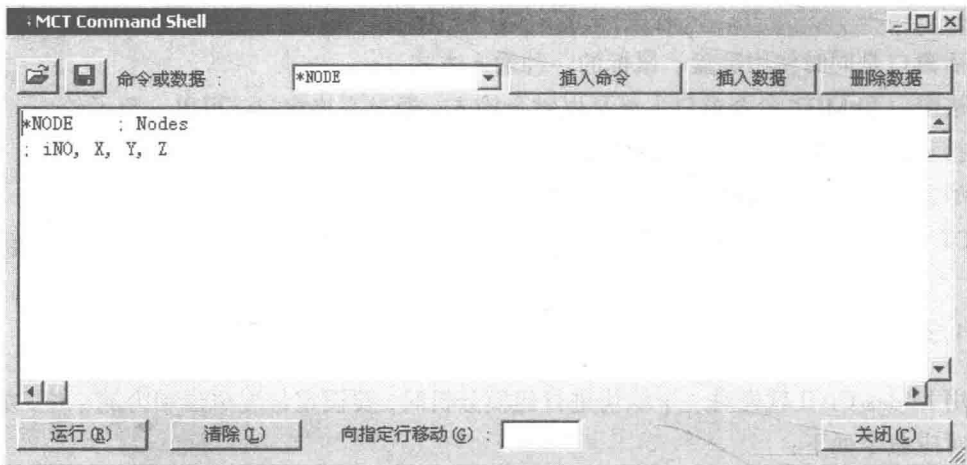


图 2.2 MCT 命令窗口

选择节点之后点击 **插入命令**，按指定格式在命令窗口输入参数，点击底部



第 2 章 Midas/Civil 前处理模式

**运行 (R)**，即可把材料数据并入到已建模型数据中去。命令窗口中的命令和数据将执行并反映在模型数据中。如表 2.1 所示为 MCT 命令的目录，表中左侧为 MCT 命令，右侧为命令的功能。

表 2.1 MCT 命令目录

ANAL-CTRL	Analysis Control
BEAMLOAD	Element Beam Loads
BNDR-GROUP	Boundary Group
BUCK-CTRL	Buckling Analysis Control
CAMBER-CTRL	Camber Control Data
COMPBOXLC	Pre-Combined Load Cases for Composite Bridge
CONLOAD	Nodal Loads
CONSTRAINT	Supports
CREEPCOEF	Creep Coefficient for Construction Stage
CUTLINE	Cutting Line
DYN-NLOAD	Dynamic Nodal Loads
EFF-WIDTH	Effective Width Scale Factor
EIGEN-CTRL	Eigenvalue Analysis Control
ELASTICLINK	Elastic Link
ELEM-DEPMATL	Change Element Dependent Material Property
ELEMENT	Elements
ELTEMPER	Element Temperatures
ENDDATA	End Data
FLOADTYPE	Define Floor Load Type
FLOORLOAD	Floor Loads
FRAME-RLS	Beam End Release
GRIDLINE	Define Line Grid
GROUND-ACC	Ground Acceleration
GROUP	Group
GSPRING	General Spring Supports
GSPRTYPE	Define General Spring System
HYD-AMBTEMPF	Ambient Temperature Function
HYD-CONBNDR	Element Convection Boundary
HYD-CONVCOEF	Convection Coefficient Function
HYD-CTRL	Hydration Analysis Control
HYD-HEATSRG	Assign Heat Source
HYD-HEATSRGF	Heat Source Function
HYD-NODE	Heat of Hydration Node
HYD-PCOOLELEM	Pipe Cooling
HYD-PRTEMPER	Prescribed Temperature