



M 融会贯通·工程软件
Master Engineering Software

SAP

2000



技术指南及工程应用

北京筑信达工程咨询有限公司 编著

(下册)

Technical Guides & Engineering Applications of SAP2000
Chinese Version



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

SAP

2000



技术指南及工程应用

Technical Guides & Engineering Applications of SAP2000 Chinese Version

北京筑信达工程咨询有限公司 编著

(下册)



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

SAP2000 中文版是专门为中国工程设计人员和科研人员开发的具有中文界面和中国最新规范的通用结构分析与设计软件系统。本书内容涵盖了 SAP2000 概述、建模功能、分析功能和设计功能，并且针对 SAP2000 的高级分析技术和各种类型的结构形式，阐述了其在工程中的具体应用和二次开发。

本书可供从事结构工程设计的工程师和科研人员、高等学校的本科生及研究生参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

SAP2000 中文版技术指南及工程应用 : 全 2 册 / 北京筑信达工程咨询有限公司编著 . — 北京 : 人民交通出版社股份有限公司 , 2018.8

ISBN 978-7-114-14575-9

I . ① S… II . ①北… III . ①结构设计—应用软件
IV . ① TU318-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 049950 号

书 名 : SAP2000 中文版技术指南及工程应用 (下册)

著 作 者 : 北京筑信达工程咨询有限公司

责任编辑 : 杜 琛 李 梦

责任校对 : 尹 静 孙国靖

责任印制 : 张 凯

出版发行 : 人民交通出版社股份有限公司

地 址 : (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址 : <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话 : (010) 59757973

总 经 销 : 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销 : 各地新华书店

印 刷 : 大厂回族自治县正兴印务 (有限) 公司

开 本 : 787×1092 1/16

印 张 : 51.25

字 数 : 1094 千

版 次 : 2018 年 8 月 第 1 版

印 次 : 2018 年 8 月 第 1 次印刷

书 号 : ISBN 978-7-114-14575-9

定 价 : 148.00 元 (含上、下两册)

(有印刷、装订质量问题的图书, 由本公司负责调换)

第四部分 设计功能

第 25 章	设计条件	3
25.1	测站	3
25.2	荷载组合	3
25.3	材料定义	6
25.4	设计对象	6
25.5	$P-\Delta$ 效应	7
25.6	计算长度	9
第 26 章	混凝土框架设计	11
26.1	混凝土设计的一般流程	11
26.2	设计首选项及覆盖项	12
26.3	设计组合	13
26.4	交互式设计	14
26.5	设计结果输出	16
26.6	中国规范相关要求的实现	27
第 27 章	钢结构设计	29
27.1	钢结构设计一般流程	29
27.2	钢结构设计首选项	30
27.3	钢结构设计覆盖项	31
27.4	选择设计组合	34
27.5	交互式钢结构设计	35
27.6	设计结果显示输出	35
27.7	钢结构自动优化设计及交互式设计	41
第 28 章	混凝土壳配筋	45
28.1	混凝土壳配筋的基本原理	45
28.2	混凝土壳配筋的基本流程	48

第五部分 工程应用

第 29 章	复杂高层钢结构	53
29.1	复杂高层钢结构分析的基本内容.....	53
29.2	复杂高层钢结构有限元分析的关键问题.....	56
29.3	工程实例——CCTV 新台址主楼.....	58
29.4	本章小结.....	74
第 30 章	复杂高层混合结构	75
30.1	转换层结构.....	75
30.2	连体结构.....	76
30.3	体型收进结构.....	77
30.4	悬挑结构.....	78
30.5	加强层结构.....	79
30.6	钢—混凝土混合结构.....	80
30.7	复杂高层结构算例分析.....	82
30.8	复杂混合结构施工全过程模拟及预变形分析.....	90
第 31 章	多塔与高位连桥	100
31.1	概述.....	100
31.2	塔楼参数化建模与 ETABS 接口.....	100
31.3	应用 SAP2000 进行多塔结构建模与分析.....	104
31.4	连桥结构分析与后处理.....	106
31.5	空中连桥结构体系和塔楼连接.....	108
31.6	连桥与其减隔震支座设计方法.....	109
31.7	连桥与其减隔震支座方案分析与减隔震设计参数选取.....	111
31.8	本章小结.....	114
第 32 章	索结构幕墙	115
32.1	概述.....	115
32.2	预应力索结构幕墙分析的关键问题.....	115
32.3	工程实例.....	117
32.4	本章小结.....	130
第 33 章	体育场馆	131
33.1	概述.....	131
33.2	体育场馆设计基本原则.....	131
33.3	体育场馆结构分析.....	137

33.4	体育场馆结构设计	143
33.5	工程案例	146
33.6	本章小结	155
第 34 章	大型高铁站房结构	156
34.1	概述	156
34.2	主要分析内容	156
34.3	站房结构分析的关键技术及工程实例	157
34.4	本章小结	166
第 35 章	复杂结构参数化设计及 BIM 应用	167
35.1	概述	167
35.2	参数化设计的特点	167
35.3	模型创建	168
35.4	模型导入	171
35.5	模型编辑	173
35.6	定义荷载工况与组合	178
35.7	分析结果提取	183
35.8	BIM 应用	187
第 36 章	火力发电厂结构物	190
36.1	概述	190
36.2	火力发电厂主厂房	191
36.3	弹簧隔振汽机基座	196
36.4	钢筋混凝土筒仓结构	201
36.5	钢结构冷却塔	205
36.6	本章小结	209
第 37 章	海外项目的欧美规范应用	210
37.1	概述	210
37.2	欧美标准	210
37.3	结构工程应用实例	234
37.4	动力基础应用实例	241
第 38 章	消能减震结构	245
38.1	概述	245
38.2	消能减震结构及其工作原理	245
38.3	消能器的类型及应用范围	246
38.4	工程实例 (一)	251
38.5	工程实例 (二)	254
38.6	本章小结	260

第 39 章	土—结构相互作用实践	261
39.1	概述	261
39.2	考虑共同作用的 Winkler 弹性地基分析讨论	262
39.3	考虑共同作用的弹塑性地基整体分析讨论	266
39.4	本章小结	273
第 40 章	桥梁结构分析及 CSiBridge 应用	275
40.1	程序与案例简介	275
40.2	程序建模流程	281
40.3	施工阶段分析	287
40.4	规范设计验算	294
40.5	自动抗震设计	297

第六部分 二次开发

第 41 章	SAP2000 API 功能及使用	309
41.1	SAP2000 API 的功能范围	309
41.2	SAP2000 API 入门	310
41.3	本章小结	321
第 42 章	筑信达工具箱	322
42.1	概述	322
42.2	功能介绍	322
42.3	建模工具	322
42.4	统计查询	328
42.5	设计校核	330
42.6	模型转换	332
42.7	开发综述	332
第 43 章	变电站构架设计软件 CiSGTCAD	333
43.1	CiSGTCAD 概述	333
43.2	建模	335
43.3	分析与设计	344
43.4	施工图编辑	346
43.5	开发综述	353
第 44 章	模型转换软件 CiSModelCenter	354
44.1	概述	354
44.2	功能介绍	354
44.3	ETS 模块	354
44.4	ETPDB 模块	357

44.5	STM 模块	359
44.6	MTS 模块	362
44.7	PTE 模块	365
44.8	YTE 模块	368
44.9	开发综述	371
第 45 章	截面设计软件 CiSDesigner	372
45.1	概述	372
45.2	功能及特点	372
45.3	功能详解	373
45.4	设计方法	377
45.5	开发综述	384
附录 A	SAP2000 功能版本	385
附录 B	筑信达技术支持	388
	参考文献	389

The background features a complex, layered design. At the top, there is a grid of squares in various shades of gray. Below this, a semi-transparent mesh structure with oval-shaped openings is visible, creating a sense of depth and texture. The overall aesthetic is modern and architectural.

— 第四部分
设计功能 —

SAP2000 是一个集成化的结构分析设计软件,在运行分析之后, SAP2000 可进行结构设计,设计范围包括:混凝土框架设计、钢结构设计、冷弯薄壁型钢结构设计以及铝结构设计,也可以完成混合结构的设计。除此之外, SAP2000 还可以进行混凝土壳的配筋计算。

SAP2000 实现了自动设计和交互优化设计的结合。用户可以修改设计参数对整体或局部构件进行设计控制或调整。设计参数的设置与设计规范相关,第四部分的内容主要以中国规范的要求为基础,介绍相关设计参数的含义和作用。当然, SAP2000 内嵌的国际规范非常丰富,覆盖了美洲、欧洲、亚洲、澳洲等绝大多数国家标准。其它国家规范的相关信息,用户可查阅程序自带的设计手册。

在设计结果表达方面, SAP2000 提供了多种方式,包括视图显示、数据表格统计以及各个构件在各种荷载组合下设计细节的查询。这部分将详细介绍这些设计结果的输出方法。

第四部分各章的内容简述如下。

第 25 章主要介绍 SAP2000 结构设计相关的基本概念和技术条件,包括测站、荷载组合、如何考虑 $P-\Delta$ 效应以及计算长度等等。

第 26、27 章分别介绍混凝土框架设计、钢框架设计的基本流程以及设计首选项和覆盖项的意义,同时解读各种设计结果输出的含义。第 27 章还介绍了钢结构自动优化设计的实现,基于钢结构构件的自动选择截面列表, SAP2000 根据位移目标或周期目标自动进行优化设计,帮助用户筛选出同时满足目标值和应力比要求的最优截面。

需要特别说明的是,在编写本书期间,新的《钢结构设计规范》还未正式公布实施,故第 27 章相关的内容仍按照现行规范 (GB 50017—2013) 的要求进行说明。待新规范颁布后,程序随即按新规范的要求更新设计功能,相关说明请工程师阅读程序自带的中国规范设计手册。

第 28 章主要介绍混凝土壳配筋的基本原理和操作流程。SAP2000 采用钢筋层和混凝土层组成的“三明治”模型对混凝土壳进行配筋计算并输出单位宽度的钢筋面积。

第 25 章 设计条件

在 SAP2000 中进行构件设计之前,应预先完成一些基本的前置工作,如定义荷载组合以及定义材料与截面,必要时还应对如何指定测站、如何处理 $P-\Delta$ 效应以及构件计算长度有足够的了解。

本章涉及的基础主题和高级主题分别为:

基础主题

- ◆ 测站
- ◆ 荷载组合
- ◆ 材料定义
- ◆ 设计对象

高级主题

- ◆ $P-\Delta$ 效应
- ◆ 计算长度

25.1 测站

对所有的设计组合,程序会在每一个测站处对构件进行一次设计或校核,并且可以在设计细节中查询到相应结果。测站均匀分布于构件的净长度内。默认情况下,柱和支撑至少有三个测站,而梁各测站的间距为 0.5m,这满足绝大多数工程设计的需求。测站不会影响分析内力结果,但是可能对设计结果产生影响,因此如果想得到更加精确的结果,需要用户在运行分析之前重新对测站数进行指定,具体指定可参考第 8 章。

25.2 荷载组合

设计荷载组合是对各工况下的荷载效应进行组合。程序可以自动生成默认的荷载组合,用户也可以自定义荷载组合。

25.2.1 默认荷载组合

命令路径:【定义】>【荷载组合】>【添加默认设计组合】。

SAP2000 可以根据结构类型和工程师所选的规范自动生成荷载组合。默认生成的荷载组合满足所选规范要求。如果所选规范为中国规范,那么 SAP2000 可以根据《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2012) 3.2 节以及《建筑抗震设计规范》(GB 50010—2010) 和《高

层建筑混凝土结构设计规程》(JGJ 3—2010)《高层民用建筑钢结构技术规程》(JGJ 99—2015)中的相关规定,生成默认设计荷载组合。默认的荷载组合仅包含恒荷载、活荷载、风荷载以及地震作用等工况。主要考虑的设计荷载组合如表 25-1 所示。

中国规范的默认荷载组合

表 25-1

组合类型	备注	DL	LL	WL	E_hL	E_vL
重力荷载 + 活荷载	恒荷载控制	1.4	0.7×1.4	—	—	—
	活荷载控制	1.2	1.4	—	—	—
	恒荷载有利	1.0	1.4	—	—	—
重力荷载 + 风荷载	仅考虑风荷载	1.2	—	± 1.4	—	—
	仅考虑风荷载	1.0	—	± 1.4	—	—
	活荷载控制	1.2	1.4	$\pm 0.6 \times 1.4$	—	—
	活荷载控制	1.0	1.4	$\pm 0.6 \times 1.4$	—	—
	风荷载控制	1.2	0.7×1.4	± 1.4	—	—
	风荷载控制	1.0	0.7×1.4	± 1.4	—	—
重力荷载 + 水平地震	—	1.2	$1.2\gamma_{EG}$	—	± 1.3	—
	—	1.0	$1.0\gamma_{EG}$	—	± 1.3	—
重力荷载 + 水平地震 + 风荷载	—	1.2	$1.2\gamma_{EG}$	$\pm 0.2 \times 1.4$	± 1.3	—
	—	1.0	$1.0\gamma_{EG}$	$\pm 0.2 \times 1.4$	± 1.3	—
重力荷载 + 竖向地震	—	1.2	$1.2\gamma_{EG}$	—	—	± 1.3
	—	1.0	$1.0\gamma_{EG}$	—	—	± 1.3
重力荷载 + 水平地震 + 竖向地震 (9 度, $H \leq 60m$)	—	1.2	$1.2\gamma_{EG}$	—	± 1.3	± 0.5
	—	1.0	$1.0\gamma_{EG}$	—	± 1.3	± 0.5
重力荷载 + 水平地震 + 竖向地震 + 风荷载 (9 度, $H > 60m$)	—	1.2	$1.2\gamma_{EG}$	$\pm 0.2 \times 1.4$	± 1.3	± 0.5
	—	1.0	$1.0\gamma_{EG}$	$\pm 0.2 \times 1.4$	± 1.3	± 0.5
重力荷载 + 水平地震 + 竖向地震 + 风荷载 (水平长悬臂和大跨度)	—	1.2	$1.2\gamma_{EG}$	$\pm 0.2 \times 1.4$	± 0.5	± 1.3
	—	1.0	$1.0\gamma_{EG}$	$\pm 0.2 \times 1.4$	± 0.5	± 1.3

注: DL 为恒荷载; LL 为活荷载; WL 为风荷载; E_hL 为水平地震作用; E_vL 为竖向地震作用; γ_{EG} 为可变荷载组合系数 (来自质量源的定义)。

在对话框中勾选结构设计类型 (图 25-1), 按【确定】键退出, 就可以在运行设计之前查看自动生成的荷载组合的信息。

在图 25-2 对话框列表中列出了根据已有荷载工况自动生成的荷载组合名称。荷载组合名称的首字母“U”, 代表是用户可以自定义修改的组合。其他字母部分是结构设计类型的英文字母简写, 数字部分代表组合的编号。例如, 混凝土设计组合表示为 DCON1; 钢框架设计组合表示为 DSTL1; 冷弯型钢框架设计组合表示为 DCLD1 等。这些名称都是默认生

成的,因此在自定义其他荷载组合名称时不要与已有的默认名称相同。此外,亦不能以名词“MODE”作为自定义组合的名称,因为这与默认生成的振型工况名称相同。

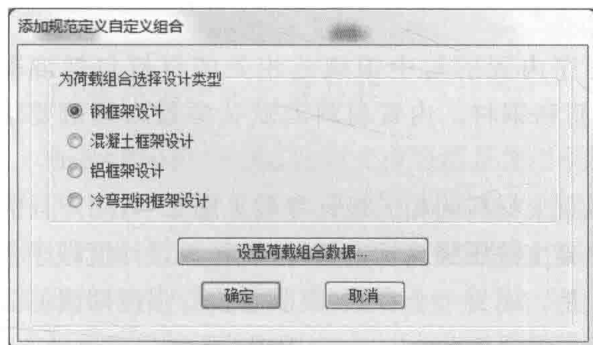


图 25-1 添加默认荷载组合

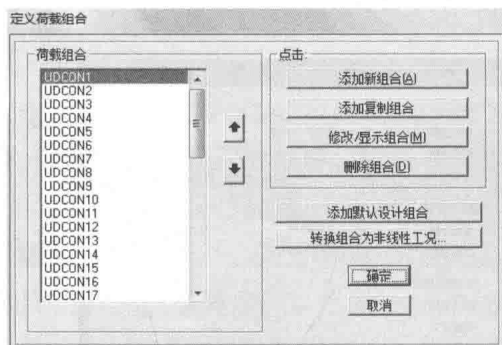


图 25-2 生成默认荷载组合

25.2.2 自定义荷载组合

命令路径:【定义】>【荷载组合】>【添加新组合】。

当所需荷载组合中包含雪荷载、温度作用、移动荷载以及时程分析等工况时,用户需要自定义荷载组合。对于多值的设计组合,例如,包含反应谱、移动荷载以及包络等工况,程序会依据最大值和最小值生成相应的子工况,而不考虑中间数值。对于自动风荷载工况以及自动地震荷载工况,用户应分别定义荷载组合来考虑由于工况作用方向不同而导致的组合系数变号的情况(图 25-3)。但反应谱工况不必这样处理,因为程序会自动将最小值考虑为最大值的负值进行组合。

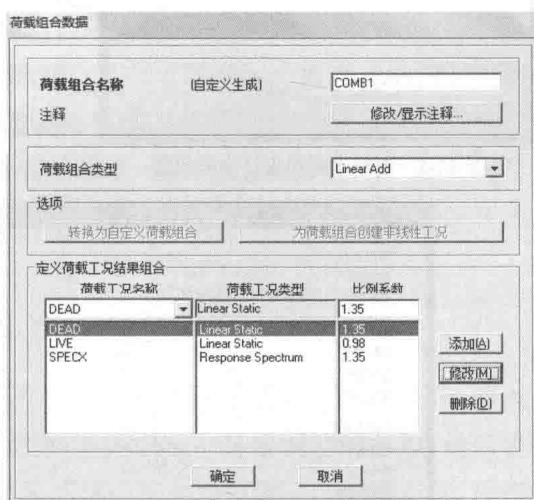


图 25-3 添加自定义荷载组合

自定义荷载组合有 5 种组合形式,各组合类型的具体组合方式详见表 25-2,也可参见第 10 章。

荷载组合类型与释义

表 25-2

Linear Add	叠加型。组合值取各分析工况值的代数和
Envelope	包络型。组合值取各分析工况值的最大值
Absolute Add	绝对值相加型。组合值取各分析工况值的绝对值和
SRSS	平方和开方型。组合值取各分析工况值平方求和再开平方
Range Add	同符号组合。组合的最大值为每一个参与工况正的最大值之和(负的最大值将不被考虑),相应的组合最小值为每一个参与工况负的最小值之和(正的最小值将不被考虑)。可用于考虑活荷载不利布置

25.3 材料定义

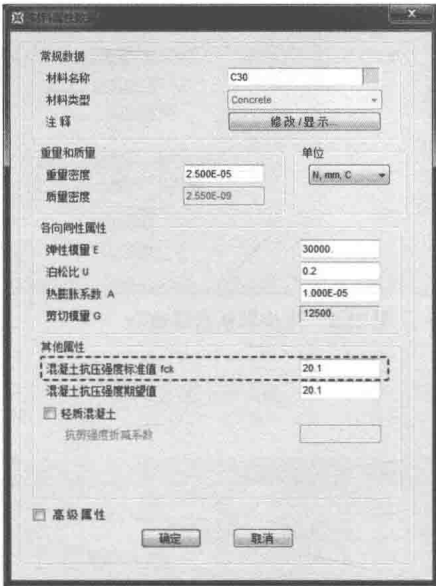


图 25-4 混凝土材料设计参数设置

程序内置的与中国规范相关的材料包括混凝土、钢筋和钢材。内置材料的默认参数与规范要求一致。

混凝土材料的相关设计参数见图 25-4, 用户只需输入混凝土抗压强度标准值即可, 相关设计值程序将自动转换。而另一个参数, 混凝土抗压强度期望值会被用于美国规范设计中, 与中国规范无关。

钢材材料的相关设计参数见图 25-5, 用户只需输入屈服强度最小值 (即中国规范的钢材屈服强度标准值) 即可, 相关设计值程序将自动根据板件最大厚度进行转换。对于其他参数, 抗拉强度最小值会在欧洲规范和美国规范中被使用到, 而屈服强度期望值和抗拉强度期望值仅用于美国规范。

钢筋材料的设计参数(图 25-6)同钢材, 不再赘述。

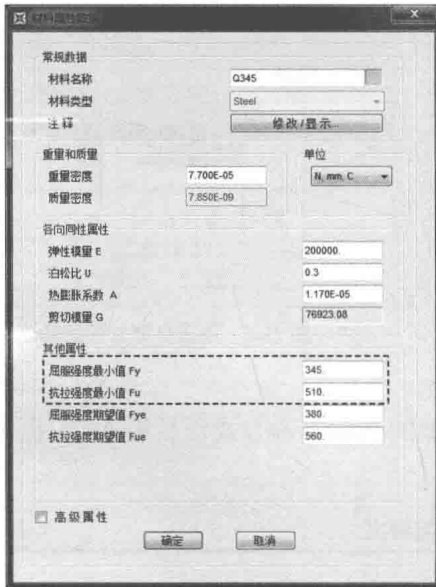


图 25-5 钢材材料设计参数设置

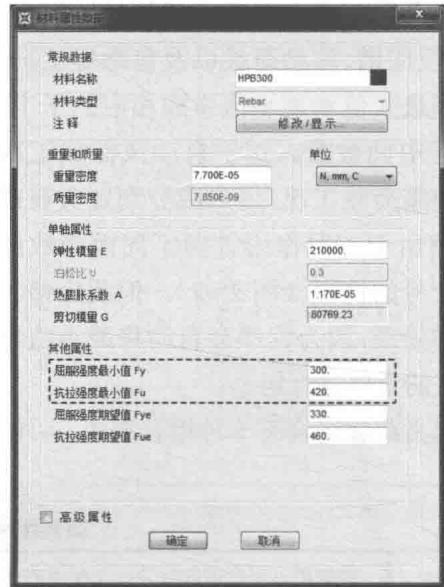


图 25-6 钢筋材料设计参数设置

25.4 设计对象

在 SAP2000 中进行构件设计时, 应确保设计对象的设计属性和设计范围是正确的。构

件的设计属性与其截面定义、空间位置或设计覆盖项相关。设计对象的范围与其几何长度、相关长度系数有关,这将在本章“计算长度”一节中重点讨论。对于设计属性,用户应注意以下问题:

1) 程序如何识别梁与柱?

在 SAP2000 中,梁、柱和支撑等都是使用框架单元建模,但是设计时是要将梁和柱区别对待的。对于混凝土框架,需要在截面定义时选择设计类型,程序会按照截面定义中的设计类型进行设计,对于支撑则建议用户选择按柱(即压弯构件)进行设计。对于钢框架,程序默认是通过构件两端的节点坐标来识别梁、柱或支撑的。当构件两端节点的水平坐标相同,但竖向坐标不同时,程序将之判定为柱;当构件两端节点的水平坐标不相同,但竖向坐标相同时,程序将之判定为梁;其余判定为支撑。用户也可以在设计覆盖项中修改构件的设计类型,参见第 27 章。

2) 混凝土柱设计时为何要提前输入配筋信息?

在 SAP2000 中,所有的柱均按照双偏压构件进行设计,与《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)附录 E 的要求吻合,这是柱最一般的受力状态。单偏压设计仅为双偏压设计的一个特例。与单偏压设计不同,双偏压设计是无法得到唯一解的,因此需要用户输入初始配筋方案,程序会依据此配筋方案迭代分析得到最终的配筋面积。如果用户无法确定柱的初始配筋方案,也可使用 CiSDesigner 软件进行配筋设计,详见第 45 章的介绍。

3) 混凝土柱设计中“设计”与“校核”有哪些区别?

在截面定义时,用户可以选择对混凝土柱进行设计或者校核。如果用户选择设计,输入的配筋信息将会作为一个初始配筋方案,程序会按比例增大或减小每根钢筋的面积,最后确定柱的计算配筋等信息;如果用户选择校核,输入的配筋信息将会作为唯一的配筋方案,程序只会输出柱校核的承载比,如果承载比小于 1,表示满足规范要求,如果承载比大于 1,则表示需要提高配筋面积、提高材料强度或增大柱截面。对于梁只能进行设计,无法进行校核。

25.5 $P-\Delta$ 效应

对于多数建筑结构,特别是高层建筑,人们比较关注重力荷载下柱的 $P-\Delta$ 效应。柱在受压时,会使结构的侧向刚度变小,侧向变形加大。

$P-\Delta$ 效应由两个不同的部分组成,分别称为 $P-\Delta$ 贡献和 $P-\delta$ 贡献,用图 25-7 加以说明。 $P-\Delta$ 贡献是指:荷载作用在结构发生(整体)位移 Δ 后的结点位置,所产生的效应; $P-\delta$ 贡献是指:荷载对结点间构件(局部)变形 δ 所产生的效应。这种整体和局部的效应分别称为大、小 $P-\Delta$ 。

为考虑 $P-\Delta$ 效应,通常的做法就是:①在结构分析时,考虑 $P-\Delta$ 贡献,这只需要考虑与

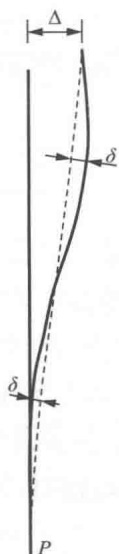


图 25-7 P-Δ 贡献与 P-δ 贡献

P-Δ 贡献相关的几何刚度就可以了;②在构件设计阶段,通过考虑稳定系数(钢结构)或考虑二阶效应的弯矩放大系数(混凝土结构),来考虑 P-δ 贡献。

SAP2000 可以在结构分析中考虑 P-Δ 贡献,原理就是计入了重力荷载下的几何刚度。程序可以指定 P-Δ 荷载组合(通常是恒荷载和活荷载的组合),采用迭代的方法,来逐个构件地考虑 P-Δ 效应,这可以高效地捕捉局部屈曲。

结构整体刚度计入 P-Δ 荷载组合的几何刚度后,可以基于此刚度进行各种静力工况分析(如恒荷载、活荷载、风荷载等)、反应谱分析、静力推覆分析、非线性动力时程分析等,也就可以用来进行设计组合。做法如图 25-8 和图 25-9 所示,首先定义一个初始的非线性重力工况,考虑 P-Delta 效应,荷载类型与比例系数可以根据相应的工况确定,也可保守的按 1.2 倍恒载加上 1.4 倍的活载取用;然后定义其他的静力工况(恒荷载、活荷载、风荷载及模态工况)时,结构初始刚度来自于先前定义的非线性重力工况的终点刚度。如果这些后续定义的工况都基于同一个初始非线性重力工况的终点刚度,则这些后续工况的效应具备可叠加性,即可以进行荷载组合。



图 25-8 初始非线性重力工况定义



图 25-9 后续静力工况定义

下面以列出的我国规范常用荷载组合为例(表 25-3),来说明如何确定 P-Δ 荷载组合。

我国常用设计荷载组合

表 25-3

序 号	荷载组合	序 号	荷载组合
1	$1.2DL+1.4LL$	4	$1.2DL+0.98LL\pm 1.4WL$
2	$1.2DL\pm 1.4WL$	5	$1.2DL+0.6LL\pm 1.3E_hL$
3	$1.2DL+1.4LL\pm 0.84WL$	6	$1.2DL+0.6LL\pm 0.28WL\pm 1.3E_hL$

注: DL 为恒荷载; LL 为活荷载; WL 为风荷载; E_hL 为水平地震作用。

如果考虑风荷载作为引发结构整体侧移 $P-\Delta$ 效应的主要原因的话, 将 $1.2DL+1.4LL$ 作为 $P-\Delta$ 荷载组合是合适和保守的。因为这对组合 3 而言是准确的, 对组合 2、4、6 是保守的, 而组合 1 没有侧向荷载, 不关注 $P-\Delta$ 效应。

如果考虑水平地震作用作为引发结构整体侧移 $P-\Delta$ 效应的主要原因的话, 将 $1.2DL+0.6LL$ 作为 $P-\Delta$ 荷载组合是合适的。因为这对组合 5、6 是准确的, 而组合 1 没有侧向荷载, 不关注 $P-\Delta$ 效应。

如果笼统考虑侧向荷载, 不区分其控制作用的是风荷载还是水平地震作用, 那么就应该采用 $1.2DL+1.4LL$ 作为 $P-\Delta$ 荷载组合。这就是《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2010)第 5.4 节中对重力荷载设计值的规定的注解。

在 SAP2000 中, 也可以将构件进行细分, 来在分析过程中考虑 $P-\delta$ 贡献, 因为构件细分, 比如将柱子都细分为两个以上的对象, 可以捕捉到柱子的 $P-\delta$ 贡献。但这种方法不是推荐方法, 只是说明 SAP2000 具备这样的分析能力, 推荐的还是在构件设计时采用规范的放大系数。

25.6 计算长度

计算长度是计算柱或支撑稳定性的重要参数, 程序中有两组长度系数与之对应, 即无支撑长度系数和有效长度系数。对于钢框架, 构件的计算长度等于无支撑长度系数、有效长度系数以及构件几何长度(构件两端节点间距离)三者之积。对于混凝土框架则略有不同, 有效长度系数用于计算柱轴心受压承载力, 参见《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010) 6.2.20 条, 而无支撑长度系数用于考虑 $P-\delta$ 效应, 参见《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010) 6.2.3 条。

25.6.1 无支撑长度

在 SAP2000 中, 无支撑长度等于无支撑长度系数与构件几何长度之积。为考虑构件弯曲屈曲, 构件有两个无支撑长度, 分别为图 25-10 所示的 l_{22} 和 l_{33} 。其中, l_{33} 对应的是构件 3-3 轴(主轴)方向上支撑点间的长度, l_{22} 对应的是构件 2-2 轴(次轴)方向上支撑点间的长度。 l_{LTB} 是用于考虑构件在主轴(3-3 轴)方向受弯引起的横向扭转屈曲, l_{LTB} 并没有在图 25-10 中示意出来。默认情况下, l_{LTB} 与 l_{22} 相等, 并且 l_{22} 、 l_{33} 以及

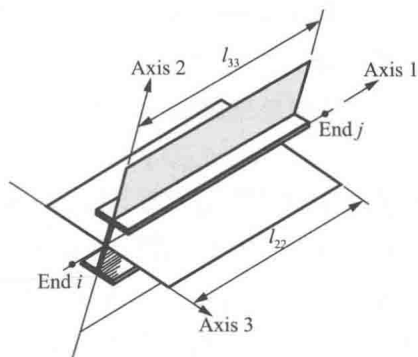


图 25-10 无支撑长度示意图