

ماکرونویسی در ANSYS
بر پایه زبان APDL
با نگرشی بر مهندسی زلزله و سازه

تألیف

دکتر محمد بنیاد جبارزاده

بهار ۱۳۹۵

سرشناسه	: جبارزاده، محمد جواد، ۱۳۵۳.
عنوان و نام پدیدآور	: ماکرونویسی در ANSYS بر پایه زبان APDL با نگرشی بر مهندسی زلزله و سازه / تألیف محمد جواد جبارزاده.
مشخصات نشر	: تهران: انتشارات فرشچی، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	: ۳۳۶ ص، مصور، جدول، نمودار .
شابک	: 978-600-92520-5-3 : ۳۰۰۰۰ ریال
وضعیت فهرست‌نویسی : فیپا	
یادداشت	: کتابنامه.
موضوع	: انسیس (سیستم کامپیوتری)
موضوع	: دستورالعمل‌های ماکرو (کامپیوتر)
موضوع	: زلزله-مهندسی-نرم‌افزار
رده‌بندی کتبی	: ۱۳۹۵ ج۲۵ الف/۵/۸ TA۳۴۵
رده‌بندی دهه‌یی	: ۶۲۰/۰۰۲۸۵۵۳۶
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۲۰۰۰۸۱



انتشارات فرشچی

ماکرونویسی در ANSYS بر پایه زبان APDL با نگرشی بر مهندسی زلزله و سازه

مؤلف: دکتر محمد جواد جبارزاده

ویرایش: اول، ۱۳۹۵.

چاپ: اول، ۱۳۹۵.

شمارگان: ۱۰۰۰ جلد.

چاپ: پیشگام

ویراستار: ساره شهرستانی

طراح جلد: عاتکه احمدی

بهاء: ۳۰۰/۰۰۰ ریال

مرکز پخش: انتشارات سیمای دانش- تهران خیابان انقلاب، ۱۲ متری فروردین، پلاک ۳۱۸.

تلفن: ۵-۶۶۹۶۶۱۱۴- تلفکس: ۶۶۴۶۴۷۷۹.

www.Simayedanesh.ir

کلیه حقوق برای مؤلف محفوظ است.

فهرست مطالب

پیشگفتار.....	ش
آشنایی با ANSYS و ماکرونویسی در آن.....	۱
۱. مقدمه.....	۱
۱.۲. روش اجزای محدود چیست؟.....	۲
۱.۳. مدل سازی در ANSYS.....	۳
۱.۴. آشنایی با برنامه.....	۴
۱.۴.۱. روشن کردن برنامه و ورود به آن.....	۴
۱.۴.۲. پنجره های اصلی نرم افزار.....	۶
۱.۴.۳. منوی اصلی Main Menu.....	۷
الف. بخش Preprocessor در Main Menu.....	۸
ب. بخش Solution در Main Menu.....	۱۰
ب. بخش General PostProc در Main Menu.....	۱۱
ت. بخش TimeHist PostPro در Main Menu.....	۱۴
۱.۴.۴. منوی ابزارها یا Utility Menu.....	۱۵
الف. بخش File در Utility Menu.....	۱۵
ب. بخش Select در Utility Menu.....	۱۸
ب. بخش List در Utility Menu.....	۱۹
ت. بخش Plot در Utility Menu.....	۲۰
ث. بخش PlotCtrls در Utility Menu.....	۲۲
ج. بخش WorkPlane در Utility Menu.....	۲۴
ج. بخش Parameters در Utility Menu.....	۲۶
ح. بخش Macro.....	۲۷
خ. بخش Help.....	۲۸
۱.۴.۵. نحوه خروج از برنامه و ورود مجدد به آن.....	۲۹
۵.۱. المان های کاربردی ANSYS در مهندسی سازه.....	۳۰

۳۴	۱. ۶. آشنایی با دستورات متنی
۳۶	۱. ۶. ۱. ویژگی‌های یک دستور متنی
۴۰	۱. ۶. ۲. انواع دستورات متنی
۴۱	۱. ۶. ۳. نحوه استفاده از دستورات متنی - ماکروها
۴۳	۱. ۷. خطایابی
۴۳	۸. ۱. ماکرونویسی در ANSYS ویژه مهندسی زلزله و سازه
۴۶	۱. ۹. مباحث
۴۷	مبانی برنامه‌نویسی در ANSYS
۴۷	۱. ۲. مقدمه
۴۸	۲. ۲. ایجاد یک ساکس را اجرای آن
۵۰	۲. ۳. توضیح نوشتن و جدا کردن بخش‌ها
۵۱	۲. ۴. پاک کردن یک پروژه
۵۱	۲. ۵. پارامترها
۶۱	۲. ۶. دستور شرطی
۶۳	۲. ۷. دستور حلقه
۶۵	۲. ۸. دستور پرسش
۶۶	۲. ۹. کپی و حذف فایل‌ها
۶۸	۲. ۱۰. نوشتن داده‌ها در یک فایل متنی
۷۰	۲. ۱۱. ذخیره تصویر از پنجره گرافیکی با فرمت مشخص
۷۳	۲. ۱۲. جمع‌بندی
۷۵	مدل‌سازی و تحلیل ارتعاش آزاد سیستم یک درجه آزاد دینامیکی
۷۵	۱. ۳. مقدمه
۷۶	۲. ۳. ارتعاش آزاد سیستم یک درجه آزاد نامیرا
۷۶	۳. ۲. ۱. مبانی دینامیکی

۲.۲.۳. مدل سازی سیستم جرم و فنر نامیرا.....	۷۷
۳.۲.۳. تعریف تکیه گاه ها و تحلیل استاتیکی.....	۸۸
۴.۲.۳. تحلیل مودال سیستم جرم و فنر.....	۹۳
۵.۲.۳. پاسخ ارتعاش آزاد.....	۹۸
الف. اعمال آهسته جابجایی اولیه.....	۹۸
ب. استفاده از دستور IC.....	۱۰۴
۳.۳. پاسخ سیستم یک درجه آزاد میرا.....	۱۰۵
۱.۳.۳. مبانی دینامیکی.....	۱۰۵
۳.۳. تعریف میرایی.....	۱۰۷
۳.۳.۳. کنترل لرزه با ابطه کاهش لگاریتمی دامنه.....	۱۰۹
۴.۳. جمع بندی.....	۱۰۹
۵.۳. مرجع.....	۱۱۰
تحلیل سیستم یک درجه آزاد دینامیکی تحت بار هارمونیک و لرزه ای.....	۱۱۱
۱.۴. مقدمه.....	۱۱۱
۲.۴. پاسخ سیستم یک درجه آزاد نامیرا تحت بار هارمونیک.....	۱۱۲
۱.۲.۴. مبانی تئوری.....	۱۱۲
۲.۲.۴. مدل سازی و تحلیل سیستم یک درجه آزاد میرا تحت بار هارمونیک.....	۱۱۴
۳.۴. پاسخ سیستم یک درجه آزاد میرا تحت بار هارمونیک.....	۱۲۱
۱.۳.۴. مبانی دینامیکی.....	۱۲۱
۲.۳.۴. مدل سازی و تحلیل سیستم یک درجه آزاد میرا تحت بار هارمویکی.....	۱۲۳
۴.۴. ترسیم نمودار R_h	۱۲۸
۱.۴.۴. تعیین پاسخ حداکثر با استفاده از دستور IF.....	۱۳۶
۵.۴. تحلیل لرزه ای سیستم یک درجه آزاد.....	۱۳۹
۱.۵.۴. مبانی تئوری.....	۱۳۹
۲.۵.۴. آماده کردن فایل زمین لرزه.....	۱۴۱

۱۴۴	۴.۵.۳. وارد کردن فایل زلزله به ANSYS
۱۴۵	۴.۵.۴. تحلیل و مشاهده نتایج
۱۴۹	۴.۵.۵. رکورد جابجایی به جای رکورد شتاب
۱۵۵	۴.۵.۶. تهیه انیمیشن از حرکت دینامیکی سازه
۱۵۸	۴.۶. جمع‌بندی
۱۵۸	۴.۷. مراجع
۱۵۹	مدل‌سازی و تحلیل استاتیکی غیرخطی یک دیوار بنایی
۱۵۹	۵.۱.۱. مقدمات
۱۶۱	۵.۲. مدل‌سازی
۱۶۱	۵.۲.۱. ساختار حجمی مدر
۱۸۱	۵.۲.۲. تعیین مش‌های معیاری
۱۸۶	۵.۲.۳. انتخاب نوع المان و تعریف ماطع
۱۸۹	۵.۲.۴. اختصاص دادن مشخصات به اشیاء هندسی
۱۹۵	۵.۲.۵. المان بندی
۲۰۳	۵.۳. بارگذاری و تحلیل
۲۱۰	۵.۴. مشاهده نتایج
۲۱۵	۵.۵. جمع‌بندی
۲۱۷	بهینه‌سازی شکل با گشتن المان‌ها
۲۱۷	۶.۱. مقدمه
۲۱۸	۶.۲. مدل‌سازی و تحلیل اولیه
۲۲۶	۶.۲.۱. بارگذاری و تحلیل اولیه
۲۳۰	۶.۳. الگوریتم بهینه‌سازی شکل
۲۴۴	۶.۴. جمع‌بندی
۲۴۷	تحلیلی طیفی و ثقلی یک قاب سه طبقه و ترکیب نتایج با Load Case
۲۴۷	۷.۱. مقدمه

۲۴۸.....	۲.۷. مدل سازی
۲۶۰.....	۳.۷. بارگذاری و تحلیل
۲۶۰.....	۱.۳.۷. بارگذاری و تحلیل بارهای مرده و زنده
۲۶۰.....	الف. تعریف بارهای مرده و زنده
۲۶۴.....	ب. تعریف حالت بار یا Load Case
۲۶۵.....	ب. ترکیب بار مرده و زنده
۲۶۹.....	۲.۳.۷. بارگذاری و تحلیل طیفی
۲۶۹.....	الف. د. بانی تئوری
۲۷۳.....	ب. تحلیل طیفی
۲۸۶.....	ب. اصلاح برش ۱.۴. طیفی
۲۸۷.....	۳.۳.۷. ترکیب بار
۲۹۰.....	۴.۷. جمع بندی
۲۹۱.....	۵.۷. مرجع
۲۹۳.....	تحلیل احتمالاتی یک تیر کنسول ف. دی با رفتار غیرخطی
۲۹۳.....	۱.۸. مقدمه
۲۹۵.....	۲.۸. مدل متعین
۲۹۵.....	۱.۲.۸. ساخت مدل
۳۰۳.....	۲.۲.۸. بارگذاری و تحلیل
۳۰۶.....	۳.۲.۸. مشاهده نتایج
۳۱۰.....	۳.۸. تحلیل احتمالاتی تیر فولادی با رفتار غیرخطی
۳۱۰.....	۱.۳.۸. مبانی تئوری
۳۱۸.....	۴.۸. جمع بندی
۳۱۹.....	۵.۸. مراجع
۳۲۱.....	فهرست دستورات منتخب در زمینه مهندسی زلزله و سازه
۳۲۱.....	الف. ۱. مقدمه

- الف. ۲. دستورات متنی Session ۳۲۲
- الف. ۳. دستورات متنی Database ۳۲۲
- الف. ۴. دستورات متنی گرافیکی ۳۲۳
- الف. ۵. دستورات متنی APDL ۳۲۴
- الف. ۶. دستورات متنی /PREP7 ۳۲۵
- الف. ۷. دستورات متنی /SOLU ۳۲۹
- الف. ۸. دستورات متنی /POST1 ۳۳۱
- الف. ۹. دستورات متنی /POST26 ۳۳۲
- الف. ۱۰. دستورات متنی DISPLAY ۳۳۲
- راهنمای تهیه فایل ورودی در مین لرزه از بانک اطلاعاتی PEER ۳۳۳
- ب. ۱. راهنمای تهیه فایل ورودی زلزله از بانک اطلاعاتی PEER ۳۳۳

پیشگفتار

در کتاب قبلی با عنوان "راهنمای کاربردی نرم افزار ANSYS در مهندسی زلزله و سازه" با روش های مختلف مدل سازی و تحلیل انواع سازه های مهندسی و مشاهده نتایج آن ها آشنا شدیم. اغلب آموزش های ارائه شده مشتمل بر آدرس های گرافیکی برای دسترسی به گزینه های مناسب بود. گام بعدی که در این کتاب دنبال می شود دستیابی به دیدگاهی عمیق تر از نرم افزار و آشنایی به رموز برنامه نویسی در آن است. زیرا با این دیدگاه می توان عملیات پیچیده تری را در مراحل چهارگانه مدل سازی، بارگذاری، تحلیل و مشاهده نتایج به اجرا در آورد.

اساس برنامه نویسی در نرم افزار ANSYS آشنایی با دستورات متنی بر پایه زبان برنامه نویسی APDL یا ANSYS Parametric Design Language است. دستورات متنی اغلب در قالب یک فایل نوشته شده و به اجرا در می آیند که به این فایل ماکرو گفته می شود. هنگامی که کاربر بر نحوه استفاده از دستورات متنی مسلط شود، می تواند هدایت نرم افزار پیچیده ANSYS را در دست گرفته و با کارایی بیشتر، آنرا در جهت اهداف طراحی و پژوهشی خود بکار برد.

در این کتاب نحوه استفاده از این دستورات و ساختار برنامه نویسی در ANSYS v17 آموزش داده می شود. برای آشنایی اولیه با اندک آن در فصل اول بخش های مختلف ANSYS مختصراً معرفی و عملکردهای آن توضیح داده شده است. پس از آن و در فصل های دوم تا هشتم تمرکز اصلی بر نحوه استفاده از دستورات متنی خواهد بود در ماکروهای این کتاب علاوه بر تنوع روش های تحلیلی، به انواع روش های مدل سازی و مشاهده نتایج نیز پرداخته می شود. گام های اولیه بر تحلیل های دینامیکی مدل های ساده جرم و فنر معطوف است، اما در ادامه به روش های مدل سازی و تحلیلی متنوع تری پرداخته و مصالح غیرخطی نیز بکار می رود. علاوه بر آن سعی شده است که در هر پروژه با گونه جدیدی از دستورات استخراج سایچ آشنا شده و نحوه استفاده از آن ها نمایش داده شود. ماکروهای ارائه شده در این کتاب با نسخه ۱۵ برنامه ANSYS سازگار است.

در پایان لازم است از جناب آقای مهندس فرشچی که زحمات فراوانی جهت آماده سازی و نشر کتاب متقبل شده اند، تشکر نمایم. امیدوارم این کتاب بتواند کمک کوچکی در پیشبرد اهداف پژوهشی دانشجویان و محققین عزیز کشورمان باشد.

دکتر محمد جواد جبارزاده - بهار ۱۳۹۵

AnsyzHelp.ir@gmail.com