

برنام آن که جان را فکرت آموخت

آنالیز دینامیک غیرخطی به کمک نرم افزار

LS-DYNA

www.ketab.ir

تالیف:

دکتر مجید شهری

دکتر احمد رحمتی علائی

(عضو هیات علمی دانشگاه علم و صنعت)

(دکترای مهندسی مکانیک - راه آهن)



سرشناسه : رحمتی علایی، احمد، ۱۳۶۸ -
 عنوان و نام پدیدآور : آنالیز دینامیک غیر خطی به کمک نرم افزار LS-DYNA / مولفین احمد رحمتی علایی، مجید شهری
 وضعیت ویراست : [ویراست ۲].
 مشخصات نشر : تهران: دانش بنیاد، ۱۴۰۱.
 مشخصات ظاهری : ۳۲۶ ص: مصور (بخشی رنگی)، جدول، نمودار.
 شابک : ۹۷۸-۶۲۲-۶۰۵۴-۹۵-۹
 وضعیت فهرست نویسی : فیا
 یادداشت : ویراست قبلی کتاب حاضر توسط فدکا ایستاتیس، ۱۳۹۳ (۲۰۸ ص) منتشر شده است.
 یادداشت : در ویراست قبلی نویسنده اول مجید شهری بوده است.
 یادداشت : کتابنامه.
 موضوع : نرم افزار ال. اس. داینا
 موضوع : LS-DYNA (Computer software)
 موضوع : روش المان های محدود -- نرم افزار
 موضوع : Finite elements method -- Software
 موضوع : دینامیک غیر خطی -- نرم افزار
 موضوع : Nonlinear dynamics -- Software
 شناسه افزوده : شهری، مجید، ۱۳۵۷ -
 رده بندی کنگره : TA۳۴۷
 رده بندی دیویی : ۶۲۰/۰۰۱۵۱۵۳۵
 شماره کتابشناسی ملی : ۹۱۱۰۰۷۱
 اطلاعات رکورد کتابشناسی : فیا

آنالیز دینامیک غیر خطی به کمک نرم افزار

LS-DYNA



مولفان : احمد رحمتی علایی، مجید شهری
 مدیر تولید : رضا کرمی شاهنده
 نوبت چاپ : اول - ۱۴۰۲
 تیراژ : ۲۰۰
 قیمت : ۲۴۵۰۰۰ تومان
 شابک : ۹۷۸-۶۲۲-۶۰۵۴-۹۵-۹

دفتر انتشارات : تهران - خیابان انقلاب - خیابان اردیبهشت - بین لیاقی نژاد و جمهوری - ساختمان ۱۰
 تلفن : ۶۶۴۸۲۲۲۱ - ۶۶۴۸۱۰۹۶ - ۶۶۴۶۵۸۳۱
 فروشگاه یزد : میدان آزادی (باغ ملی) - ابتدای خیابان فرخی - جنب مجتمع ستاره
 تلفن : ۳۶۲۲۶۷۷۲ - ۳۶۲۲۶۷۷۱ - ۳۶۲۲۷۴۷۵

ایمیل و وبسایت : www.fadakbook.ir - fadakbook@gmail.com

کلیه حقوق و حق چاپ متن و عنوان کتاب که به ثبت رسیده است؛ مطابق با قانون حقوق مولفان و مصنفان مصوب ۱۳۴۸ محفوظ و متعلق به انتشارات دانش بنیاد می باشد. هرگونه برداشت، تکثیر، کپی برداری به هر شکل (چاپ، فتوکپی، انتشار الکترونیکی) بدون اجازه کتبی از انتشارات دانش بنیاد ممنوع بوده و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار خواهند گرفت.

معاونت حقوقی
 انتشارات دانش بنیاد

پیشگفتار مؤلفان

امروزه روش اجزای (المان) محدود به عنوان یکی از کارآمدترین روش‌های عددی در حل مسائل مختلف مهندسی به کمک رایانه شناخته می‌شود. نرم‌افزارهای متعددی در حوزه‌های متفاوت از جمله صنایع خودروسازی، حمل و نقل ریلی و صنایع نظامی-دفاعی بر این روش استوارند. یکی از حل‌گرهای اجزای محدود بسیار قدرتمند که برای شبیه‌سازی پدیده‌های دینامیکی پیچیده مورد استفاده قرار می‌گیرد، حل‌گر *LS-DYNA* است. حوزه‌ی کاربرد نرم‌افزار *LS-DYNA* بسیار گسترده‌تر از تألیف یک کتاب می‌باشد، لذا کتاب حاضر ضمن معرفی مبانی نرم‌افزار *LS-DYNA*، کاربردهای صنعتی این نرم‌افزار را در پدیده‌های ضربه، نفوذ و انفجار بررسی می‌نماید و اطلاعات مفیدی را در اختیار مهندسان مکانیک، خودرو، راه‌آهن، هوافضا، عمران (سازه، سازه‌های دریایی، زلزله، ژئوتکنیک)، معدن و مهندسی پزشکی قرار خواهد داد.

متأسفانه با وجود قابلیت‌های زیاد این نرم‌افزار تاکنون مرجع آموزشی فارسی مناسب برای آن ارائه نشده است و احتمالاً این اثر اقدامی نوین در آموزش آن به شمار می‌آید. به رغم تلاش و وسواس صورت گرفته در تألیف اثری با کمترین خطا و اشتباه، از شما خوانندگان گرامی تقاضا می‌کنیم با ارائه‌ی نظرات خود ما را در تصحیح و تکمیل این کتاب در ویرایش‌های بعدی یاری فرمایید.

در نگارش این کتاب سعی شده است از شیوه‌ی کتاب کار استفاده شود، به این صورت که پس از معرفی کلیاتی از نرم‌افزار، منوها و دستورات در قالب مثال‌های حل‌شده بیان شده است. هرچند مطالب هر فصل این کتاب به صورت مجزا و بدون ارجاع به فصول قبلی ارائه گردیده است، توصیه می‌شود در مطالعه‌ی این کتاب ترتیب فصول رعایت شود. نتایج به دست‌آمده در شبیه‌سازی‌های کتاب حاضر همانند تمامی کد منبع‌های المان محدود قابل اطمینان جهت کاربردهای بعدی نیست و ضرورتاً باید با نتایج تست‌های آزمایشگاهی و یا پاسخ‌های تحلیلی، اعتبارسنجی و کالیبره شوند.

به‌منظور استفاده‌ی بهتر از این کتاب، دریافت فایل‌های مرتبط و همچنین انجام پروژه‌های صنعتی و آموزش نرم‌افزار می‌توانید از ایمیل و وب‌سایت زیر استفاده نمایید، امید

است این اثر بتواند سهمی هرچند ناچیز در توسعه و پیشرفت علمی - صنعتی کشور عزیزمان داشته باشد. در پایان از زحمات تمامی بزرگوارانی که ما را در تدوین این کتاب به صورت مستقیم و غیر مستقیم یاری نمودند تشکر و قدردانی می‌نماییم.

دکتر مجید شهبوی

دکتر احمد رحمتی علانی

www.A-Rahmati.ir

m_shahravi@iust.ac.ir

ahmadrahmati16@gmail.com

www.ketab.ir

فهرست مطالب

۱ تئوری‌های کاربردی برای شبیه‌سازی در LS-DYNA

فصل ۱

- ۱.۱ مقدمه ۲
- ۲.۱ مبحث اول: معرفی روش المان محدود ۳
- ۳.۱ مبحث دوم: معرفی انواع المان‌ها ۸
- ۴.۱ مبحث سوم: معیارهای کیفیت المان و همگرایی شبکه‌بندی ۱۱
- ۵.۱ مبحث چهارم: قفل‌شدگی برشی و ساعت شنی (هاورگلاس) ۱۶
- ۶.۱ مبحث پنجم: تنش صفحه‌ای، کرنش صفحه‌ای و تقارن محوری ۱۹
- ۷.۱ مبحث ششم: آنالیز خطی و غیرخطی ۲۳
- ۸.۱ مبحث هفتم: مسائل اساسی شبیه‌استاتیکی و دینامیکی ۳۰
- ۹.۱ مبحث هشتم: روش‌های صریح و ضمنی ۳۶
- ۱۰.۱ مبحث نهم: روش‌های عددی برای آنالیز مسائل با نرخ کرنش زیاد ۴۱
- ۱۱.۱ مبحث دهم: نمودار تنش-کرنش و منحنی هیسترزیس ۴۶
- ۱۲.۱ مبحث یازدهم: مکانیک انفجار ۵۹

۶۷ معرفی نرم‌افزار LS-DYNA

فصل ۲

- ۱.۲ مقدمه ۶۸
- ۲.۲ تاریخچه‌ی پیدایش نرم‌افزار LS-DYNA ۶۹
- ۳.۲ توانمندی‌های نرم‌افزار LS-DYNA ۶۹

آشنایی با ANSYS LS-DYNA ۷۵

فصل ۳

- ۱.۳ الگوریتم کلی فرآیند شکل‌دهی با ANSYS LS-DYNA ۷۶
- ۲.۳ شبیه‌سازی فرآیند فرم‌دهی غلتکی با ANSYS LS-DYNA ۷۸

۹۷ شبیه‌سازی از پیش‌پردازش تا پس‌پردازش در LS-DYNA

فصل

- ۱.۴ آشنایی با LS-PrePost و LS-DYNA ۹۸
۲.۴ آشنایی گام به گام با روند شبیه‌سازی در LS-DYNA ۱۰۴

۱۶۳ آشنایی با دستورات کاربردی برنامه LS-PrePost

فصل

- ۱.۵ ویرایش و اصلاح مدل المان بندی ۱۶۴
۲.۵ پس‌پردازش گر LS-PrePost ۱۸۱

۲۰۱ تحلیل‌های کاربردی در صنایع مختلف

فصل

- ۱.۶ شبیه‌سازی پدیده‌ی انفجار ۲۰۲
۲.۶ شبیه‌سازی پدیده‌ی نفوذ: گلوله‌ی میله‌ای بلند ۲۵۰
۳.۶ شبیه‌سازی کپسول‌های خودرو ۲۵۸
۴.۶ شبیه‌سازی تماس چرخ و ریل ۲۷۹

پیوست‌ها ۲۹۱

- پیوست الف: ساختار k، فایل مسئله‌ی تیر یک سر گیردار ۲۹۲
پیوست ب: سیستم‌های اندازه‌گیری سازگار در LS-DYNA ۲۹۳
پیوست ج: سایت‌های مرتبط با نرم‌افزار LS-DYNA ۲۹۴
پیوست د: مدل‌های مواد موجود در نرم‌افزار LS-DYNA ۲۹۵
پیوست و: مدل‌های تماس (برخورد) موجود در نرم‌افزار LS-DYNA ۳۰۶
پیوست ه: مجموعه ابزارهای محیط پیش و پس‌پردازش گر LS-PrePost ۳۱۰
پیوست ی: انواع فرمول‌بندی المان‌ها در نرم‌افزار LS-DYNA ۳۱۱

مراجع و منابع ۳۱۹