

新功能介紹: Nastran 2008r1

隱式非線性 – SOL600

- 支援超大節點與單元編號 (可為 10 位數)
- 支援在同一個子工况中使用多張 RFORCE 卡片，從而可以對結構的不同部分定義不同的轉速及旋轉方向
- 可以選擇在某些子工况中關閉接觸檢查
- 單元庫中新增加了三角形平面應力元，實體殼元及五面體 15 節點實體元
- 廣義 Alpha 方法，對於涉及接觸的非線性動力問題具有卓越的性能
- 增強的複合積分方法以降低計算時間
- 支援各鋪層具有塑性及溫度敏感性的完全非線性複合材料

優化

- DRESP3 增強了以下功能 – 提供了用於回應計算的採用解析函數計算的梯度，能夠使用一張 DRESP3 卡片進行多回應輸出的計算以及對有限差分敏感度係數進行重新排序的選項
- Topometry 尺寸優化可應用於所有可用 DVPREL1 與 DVMREL1 卡修改尺寸的單元
- 形貌優化 (bead 或 stamp 優化)的增強型 bead 模式
- 對輸入資料進行自動隨機化處理以進行隨機分析
- 隨機性地按照一定比例去除模型中的焊接元 CWELD 用於在設計過程中評估部分焊接缺陷或部分失效後的結構完整性
- 支援以 PCOMPG 卡片上所定義的性能參數為設計變數
- 使用流體模態作為設計約束條件

數值方法與高性能計算

- 線性及非線性接觸分析的計算效率大大提高，尤其對於使用基於 CASI 單元的疊代求解器的體元
- CASI 求解器可以用於結構的非線性瞬態回應分析
- 基於矩陣的疊代求解器可用於結構的非線性靜力及瞬態回應分析
- 將矩陣系統緩存方法用於 Lanczos 法模態分析及非線性瞬態分析從而改進了計算性能
- 使用 TAUCS 不定矩陣求解器改進 Lanczos 法模態分析的計算性能
- 對於靜力分析共用記憶體平行算法的加速比提高

氣動彈性與轉子動力學

- 氣動力插值計算的方法得到改進，對廣義氣動力矩陣中的每個係數單獨進行插值計算

對樣條函數矩陣採用疏鬆陣列存儲格式以節省記憶體

MSC Nastran 2007 r1 釋放版本對求解大模型的數值方法和高性能計算，動力學和 NVH 模擬，隱式非線性分析，裝配體建模，設計優化，轉子動力學和氣彈等領域提供了新的特徵和功能增強。具體如下：

數值方法和高性能計算:

- 兩個新的稀疏求解器; TAUCS (靜力學) 和 UMFPACK (非對稱)
- 改進的 Lanczos 求解器可以充分利用記憶體
- 對於實體模型，具有自動最優重排序選項
- 釋放了 CASI 反覆運算求解器對於大規模實體模型靜力學求解的限制，可用於汽車發動機，動力總成和飛機引擎分析
- 自動部件模態綜合法拓展到外部超單元，使得 NVH 求解可以縮減計算時間，I/O 和 scratch 空間
- 支援 Microsoft Compute Cluster，最優化的 Intel 和 AMD 系統 x86_64 內核平臺

隱式非線性:

- 支援熱傳導和自動化熱應力分析
- 複合材料熱分析可以包含沿厚度方向的熱梯度
- 增強的建模功能包括大變形運算式的 CFAST, CWELD 和 CBUSH
- 可以使用 VCCT 或者 Lorenzi 方法和分層預測計算應力強度係數
- 多方面性能的提高

裝配建模:

- 新的縫焊 (CSEAM) 連接單元可用於裝配建模
- 焊點單元(CWELD, CFAST)終點位移輸出可以觀察焊點和連接殼之間的關係
- 一種新的連接類型 RBE2GS 可以在指定的搜索半徑內隨意的搜索和連接兩個最近的 RBE2 單元的獨立節點

設計優化:

- 綜合拓撲，尺寸和形狀優化找到可能的最佳設計
- 針對結構的多個設計部件以不同的品質目標進行拓撲優化
- 自動外部超單元優化 (AESO) 可以自動的把模型分成優化設計和非優化設計部分 (外部超單元)，從而更有效的進行優化

轉子動力學:

- 轉子動力學頻回應分析可以考慮不平衡負載
- 處理多個 RGYRO 工况
- 簡化阻尼的定義允許使用新的阻尼運算式如混合阻尼

氣彈:

- 控制點現在可以更新和總計
- 新型控制點(MONCNM)用於監控 stripwise 氣動結果
- 氣動結構分析中變化的 SPLINE 技術

新功能介紹: Nastran 2007 r2

MD Nastran R2 和 R2.1 在接觸，非線性，振動、雜訊、舒適性 (NVH) 和聲學，汽車動力總成，碰撞和乘員安全性，高性能計算，裝配體建模，優化，轉子動力學和氣彈等領域都提供了強大的全新分析特徵和功能增強。MD Nastran R2 和 R2.1 這兩個版本的增加的新功能概括如下：

線性和非線性求解中的接觸

MD Nastran 在線性和非線性求解中都引入了接觸，具有便捷的從 SOL 101 的線性接觸轉到 SOL 400 的非線性接觸的功能。

- **SOL 400 中的非線性接觸**. 提供了完全非線性條件的廣義多體接觸，包含大接觸變形，非線性材料，大轉角和大應變。SOL400 可定義變形體對變形體的接觸，變形體對剛體的接觸，以及接觸摩擦。
- **SOL 101 中的線性接觸**. 提供了近似於 SOL 400 的接觸演算法應用於 SOL 101 的線性分析。SOL 101 的線性接觸模型可以轉換到 SOL 400 的非線性模擬，無需重新定義接觸。
- **線性求解序列中的永久粘接 (Glued)**. 當模型的接觸面在法向和切向沒有相對運動的時候，程式提供了一種特殊類型的接觸模型。在大部分線性求解 (除 SOL200) 中，都可以定義永久粘接觸，由此即提供了一種便捷的方法來連接非協調網絡。粘接，線性和非線性接觸都使用同一個使用者介面定義。
- **(R2.1 的新功能) 簡化的接觸定義**. 一個新的 ALLBODY 接觸選項可以有效的節約輸入模型定義的準備時間。
- **(R2.1 的新功能) 改進的性能**. 接觸計算性能大大提高，尤其是對大模型。
- **(R2.1 的新功能) (預釋放)粘接觸用於優化分析**. 作為預釋放版本，粘接觸可以用於 SOL 200。

高級綜合非線性分析 (SOL 400)

SOL 400 在考慮大應變，材料非線性特性，接觸和非接觸的多步非線性分析方面有相當大的提高。

- **非線性接觸模型**. SOL 400 引入一種新的接觸演算法，實現包含大接觸變形，非線性材料，大轉角和大應變的廣義多體接觸。這種演算法同樣可以用於非線性靜力學和非線性瞬態分析。
- **非線性單元和材料**. 包括了三維正交材料特性和平面應變特性，非線性墊圈材料的壓變特性，考慮大變形分析的彈塑性材料特性，線彈性材料的失效模式定義功能的增強。相應的 MD Nastran 中的大部分單元都具有有限應變特性。同時，現在還可以定義軸對稱複合鋪層，板殼和實體複合材料單元。CQUADR 和 CTRIAR 單元可以擴展到非線性分析。

- **非線性解算過程.** 全新的分析鏈步驟引入 MD Nastran，可以在一次運算中方便定義多個載荷步，運行多個獨立的載荷工況，定義多個混合類型的分析。舉個例子，使用者可以在非線性分析中將螺栓預緊作為第一個載荷步。自我調整分步定義的引入可自動修改載荷增量步或時間步長從而加速非線性分析的收斂。
- **裂紋和分層.** 新的虛擬封閉裂紋技術 (VCCT) 可用於計算尖銳裂紋的能量釋放率。另外，新的介面單元庫 (粘著帶模型) 可以用於模擬分層裂紋的萌生和擴展。
- **動力學單元.** 新的拉格朗日剛性單元現在可用於考慮大轉角的幾何非線性分析。這些單元既可用於非線性靜力學也可用於非線性瞬態分析。
- **(R2.1 的新功能) 微分剛度.** 現在可以通過改進的非線性微分剛度擴展項選擇關閉微分剛度 (NLDIFF) 以加速收斂。
- **(R2.1 的新功能) 相對邊界條件.** 新增了相對強迫位移功能 (見 Bulk Data 部分的 SPCRA 卡)，這一功能主要用於螺栓建模。

隱式非線性(SOL 600)

- **熱傳導.** 現在 SOL 600 可以進行高級熱分析，包括有效的半立方體視角係數計算方法，基於預先熱傳導模擬的自動熱應力分析進程。另外，複合材料的熱分析包括了沿板厚方向的熱梯度計算。
- **建模功能增強.** 連接單元技術的進一步提高包含了 CFAST, CWELD 和 CBUSH 單元的大變形。斷裂力學模型的提高包括使用 VCCT 或者 Lorenzi 方法計算應力強度係數，預測分層。
- **性能的提高.** 新的流動輸入選項可以消除檔傳遞過程，流動輸入對於不支援的分析會自動關閉。複合材料板殼分析性能的提高使得裝配時間通常縮短為 1/10，記憶體的要求也同樣得到充分的縮減。其它性能提高包括核外運行的反覆運算求解，直接支援 PLOAD4 卡片等。
- **(R2.1 的新功能) 粘接接觸.** 支持永久粘接接觸便於連接不匹配網格。
- **(R2.1 的新功能) 求解選項.** 混合派生求解器作為選項加入程式。

顯式非線性分析(SOL 700)

多個新的 SOL 700 分析功能引入這個釋放版本。

- **安全氣囊和乘員安全性.** SOL 700 現在可以定義流固耦合面 (FSI) 用於模擬碰撞過程中複雜的多隔斷氣囊性能和氣囊與假人試驗裝置 (ATDs) 之間的相互作用。氣囊膨脹基於全氣體動力學和有限體積 (Eulerian) 技術，採用自我調整網格功能。當氣體流入氣囊，安全氣囊表面作為耦合面和自身相匹配並跟隨展開的歐拉單元一同展開。除全氣體動力學方法外，SOL 700 也支援常規的均勻壓力法模擬安全氣囊。
- **時域的振動，雜訊，嘯叫(NVH).** 這一技術是基於快速傅利葉轉換法 (FFT) 來計算高度非線性動力學系統的頻率和模態振型，如車輛經過起伏的路面。時域 NVH 分析的優點是可以考慮接觸，標量彈簧，套筒彈簧，輪胎和懸架特性的非線性效應。
- **預應力.** 預應力在隱式求解器中現在以雙精度實現，計算結果可用於顯式非線性模擬的預狀態，如用於鳥撞和扇葉外偏分析。

- **Nastran 本產品檔案格式輸出.** 這個版本 SOL 700 可以生成 MD Nastran 格式的輸出檔，可以無縫的用於 MD Patran 進行顯式計算結果的後處理。
- **新的材料和單元.** SOL 700 中增加了十三種新的材料模式和五種新的單元類型。
- **接觸特徵.** SOL 700 現在支持各種新的接觸功能，如粘接接觸，節點和麵約束，板殼邊界和麵約束，面和麵約束，點焊接觸，單邊接觸，以及力感測器。

NVH 和雜訊

- **頻回應函數 (FRFs) 和基於裝配的頻回應函數(FBA).** MD Nastran R2 具有強大的新功能可以基於部件頻回應函數進行頻回應分析，然後通過 FBA 方法裝配這些部件。基於 FRF 的裝配模型提供了有效的途徑，算出裝配結構中某一個部件的激勵對其它部件響應的影響。
- **外雜訊.** MD Nastran R2 版本釋放了外雜訊計算功能。它將雜訊分析擴展到無限區域，如發動機的聲輻射。新的疏鬆陣列求解器可以有效的求解外雜訊頻回應分析中的非對稱矩陣運算。

數值計算方法的增強

- **稀疏求解器.** 引入兩個新的稀疏求解器: TAUCS (靜力學) 和 UMFPACK (非對稱). UMFPACK 求解器大大提高了外雜訊計算性能。另外，Lanczos 方法改進後可以有效利用記憶體。實體模型自動最優重排序選擇消除了用戶自訂標號的需求。
- **反覆運算求解器.** 釋放了 CASI 反覆運算求解器對於大規模實體模型靜力學求解的限制 (例如，發動機)。這一功能包括擴展清單支援的單元類型。
- **ACMS.** 自動部件模態綜合法拓展到外部超單元，有效的縮減計算時間，I/O 和 scratch 空間。典型案例測試驗證了這是數量級上的大幅度縮減。
- **其他 HPC 功能增強.** MD Nastran R2 支援 Microsoft Compute Cluster 系統，Intel 和 AMD 系統 x86_64 平臺內核已實現最優化。改進的用戶診斷程式提供 pivot 條狀比率表以實現模型奇異局部化。
- **(R2.1 的新功能) 非線性分析的反覆運算求解器.** 一種類似線性接觸的反覆運算求解選項現在可以用於大規模實體模型非線性接觸分析，可以達到提高 5 倍求解速度的效果。
- **(R2.1 的新功能) 記憶體管理.** 使用者針對 UMFPACK 求解器可以控制記憶體的數量以確保運算時間內有足夠的記憶體
- **(R2.1 的新功能) (預釋放) 稀疏求解器資訊輸出 (MDTSTATS).** 新的 MDTSTATS 特徵可以輸出矩陣對角線項用於決定模型的品質。

單元和連接元

- **連接元.** 一種新的縫焊連接單元 (CSEAM) 現在可以用於裝配建模；連接元的特性擴展到高階單元的連接；由單元特性編號或單元編號定義的上下板塊獨立網格的連接；剪裁部分的連接；和各項異性材料的連接。對於點焊單元 (CWELD, CFAST)，

終點位移輸出可以觀察焊點和連接板殼之間的關係。一種新的連接類型 RBE2GS 的引入可以在指定的搜索半徑內隨意的搜索和連接兩個最近的 RBE2 單元的獨立節點。

- **用漸變法定義的複合材料梁(VAM)**. 任意梁截面功能提高到支援複合材料。一種新的三節點複合梁單元（見 Bulk Data 部分的 CBEAM3 項）用於表徵橫截面鋪層和鋪層間的相互作用。該單元為類似於梁的複合材料結構的常規三維建模提供了有效的替換方法，如轉子葉片和板筋建模。

優化

- **拓撲優化**. 這個釋放版本提供了綜合拓撲，尺寸和形狀優化找到最佳設計的功能；針對結構的多個設計部件可以定義不同的品質目標；對稱約束擴展到迴圈對稱如車輪；設計靈敏度伴隨矩陣分析方法可用於慣性釋放的尺寸優化；最小元素尺寸控制實現優化性能的顯著提高，尤其對於大量的尺寸設計變數問題。
- **自動外部超單元優化(AESO)**. 這個新功能自動將模型分成優化設計和非優化設計部分（外部超單元）以便更有效的進行優化，在不需要使用者具備超單元知識的情況下使得優化速度實現數量級上的提高。
- **隨機化（預釋放）**. 隨機化功能提供了引入模型隨機不確定因素的功能，如單元連接的容差，單元特性，和載荷，用戶選擇輸出到監控器。這一 beta 版本的功能是開發多種運算環境下生成多個計算任務，收集結果，並且進行統計後處理的第一步。

轉子動力學和氣彈

- **轉子動力學**. 不平衡負載可用於轉子動力學的頻回應分析。由於轉子動力學可以定義多個 RGYRO 工況，頻回應工況控制可直接用於 SOL 146。新版本簡化了阻尼的定義，支持新的阻尼運算式如混合阻尼。另外，作為預釋放功能，轉子剛度，品質，和阻尼的影響可以通過 SOL 200 進行優化。
- **氣彈**. 控制點現在可以更新和總計。新型控制點(MONCNM)用於監控 stripwise 氣動結果諸如升力和俯仰力矩。其他功能增強包括氣動結構分析中變化的 SPLINE 技術。
- **(R2.1 的新功能) SPLINE 應用程式介面(APIs)**. 支持通過 API 用戶自訂 SPLINE(SPLINEX)。

What's New: MD Nastran R3

網格自我調整細化

- 網格自我調整細化功能自動改變和控制局部單元尺寸

熱傳導

- 新加非線性單元，如 3D 複合材料熱分析單元。用 PCOMP 或者 PCOMPG 定義的 2D 複合材料熱分析單元。
- 隨著模型規模的增大，半立方輻射視角係數計算方法的性能優勢也逐漸增大，在測試中發現可以加速 33 倍。
- 新的輸出：新增的複合材料熱分析單元多層輸出。
- 使用 SPCD 和 SPC1 進行瞬態熱分析。
- 鏈式分析現在可以在一次分析中實現從熱分析直接到結構分析
- 對先前的 SOL 153 或者 SOL 159 的輸入檔只需進行很少的改動即可變成 sol400 的輸入檔

材料

- 通過 MATORT 資料卡定義三維和平面應變單元的正交各項異性特性，
- 通過 MATG 資料卡定義非線性墊圈材料的壓縮性能，
- 通過 MATEP 資料卡定義用於大變形分析的彈塑性材料特性，
- 通過資料卡 NLMOPTS 定義一種新的用於分析大應變不可壓縮材料性能的方法，它使用乘法分解對變形**梯度進行分解**
- 各向異性塑性材料 (Hill 和 Barlat 模型),
- 與壓力相關的塑性材料 (線性和拋物線 Mohr-Coulomb),
- 粘塑性材料,
- 迴圈塑性和粘塑性材料(Chaboche 模型),
- 使用高級非線性單元，定義各向同性和正交各向異性材料的非線性應力-應變關係
- 與溫度相關或無關的粘彈性材料 (幕準則, WLF 和 Narayanaswamy 模型),
- 蠕變模型 (Maxwell 和 Kelvin 模型),
- 彈性體材料 (Mooney, Ogden, Arruda-Boyce 和 Gent 模型)
- 形狀記憶合金(用於結構分析的 Aruchhio 模型，用於熱機耦合分析的 Asaro-Sayeedvafa).
- 通過 MATF 選項，增強現有的失效準則，支持漸進失效分析
- 利用 Alphastar 公司的高級複合材料技術進行微觀結構失效分析

單元

- 用於二維分析的低階和高階的平面應力，平面應變，軸對稱單元
- 用於三維分析的四面體，六面體和五面體單元
- 結構分析的平面應力單元包括較低階的用全積分和減縮積分形式的薄殼和厚殼
- 幾種杆單元和梁單元
- CBUSH, CWELD 和 CFAST 功能進一步增強，可以用於 SOL400 的非線性分析和支援幾何非線性分析
- CBUSH 到 FUSE 支持各種失效準則

分析方法

- 增強了准靜態和瞬態動力學的自我調整時間步設置
- 增強了動力接觸分析能力，包括廣義 Alpha 方法和動力學穿透步長縮減
- 線性擾動分析，如正則模態，直接法和模態法複特徵值分析
- 剎車嘯叫分析功能。包括常規接觸功能和非對稱摩擦力剛度矩陣的聯合使用及作為特殊線性擾動工況執行的複特徵值提取

接觸

- 能傳遞力矩的粘接接觸
- 提高板殼接觸的靈活性
- 板殼面內邊對邊的粘接接觸 (glue)
- 梁-梁的接觸以及廣義板殼單元邊 (邊-邊、邊-面) 的接觸
- 接觸約束的優化

- 粘接控制用於釋放指定已粘接的節點和解除粘接關係
- 在所有的實體間便捷地定義接觸

顯式非線性 – SOL700

- 高級流固耦合 (FSI) – 更寬領域的應用
- 基於分散式記憶體並行技術的 FSI 並行功能
- 基於 AlphaStar 公司- GENOA 技術的高級複合材料分析
- SPH 方法 – 光滑質點流體動力學方法
- 鈹金成形的回彈分析
- 綜合多學科的扇葉外偏分析和轉子動力學模擬分析
- 分析鏈：選項包括了隱式到顯式（預應力），顯式到顯式（多次跌落）和顯式到隱式（回彈）的分析
- 新的單元和材料模型
- FAA 混合 II 和 III 型假人

隱式非線性 – SOL600

- 支援非常大的節點和單元的 ID 號（節點和單元的編號可以有 10 個數位）
- 在同一個工況中支援多個 RFORCE 卡片，這樣結構的不同部分可以以不同的角速度或者繞著不同的方向旋轉
- 在選擇的工況中關閉接觸檢查
- 新的單元類型，包括三角形平面應力單元，實體-殼單元和五面體 15 節點的實體單元
- 對於包含接觸的複雜動力學問題優先選用廣義 Alpha 方法
- 增強的計算複合材料的積分法可以縮短計算時間
- 支援完全非線性複合材料，材料的每一層都支援塑性和隨溫度變化的特性

振動和雜訊

- 使用 FBA 時所有的資料卡片中 COMPID/COMPNAME 項可互換使用
- 在 FBA 過程中支援用戶載荷指定
- 支援單位載荷和使用者指定載荷的回應輸出
- 支持標量點和一致節點的顯式連接
- 在自由度之間的靈活連接
- 自由度的接地連接
- 在 FBA 的過程中可以釋放連接節點的指定自由度

數值方法和高性能計算

- 線性和非線性接觸分析，尤其是實體單元在使用了基於單元的 CASI 疊代求解器之後，大大提高了計算效率和性能

- CASI 求解器可以用於非線性瞬態結構分析
- 基於矩陣的反覆運算求解器可以用於非線性靜力學和瞬態結構分析
- Lanczos 法和非線性瞬態分析用係數矩陣存儲可以提高性能
- TAUCS 不定求解器可以提高 Lanczos 法的計算性能
- 對於靜力學分析使用共用記憶體並行 (SMP) 可以加大計算規模

MD Nastran – MD Adams 協同工作能力

- MD 資料庫在同一個檔中支持多個柔性體，不需要產生多個 MNF 檔
- 優化
- DRESP3 增強包括 – 提供回應分析梯度輸出的功能，能夠從一個 DRESP3 的命令生成多個響應輸出，並且有選項重排有限差分靈敏度
 - Topometry 優化可以通過資料卡 DVPREL1 和 DVMREL1 指定所有需要調整尺寸的單元
 - 形貌優化(加延筋或印痕優化) 用於加固的起筋形狀的設計
 - 所有的 SOL200 分析包括尺寸，形狀，拓撲優化，topometry 優化和形貌優化都支持永久粘接接觸
 - 輸入檔自動的自身隨機化來進行隨機分析
 - 隨機消除資料檔案中指定百分比的 CWELD 單元進行設計完整評估
 - 支援將 PCOMPG 的特性作為設計變數
 - 可以直接調用外雜訊分析的響應
 - 利用流體模態作為設計約束
 - 在 SOL400 中基於等效靜力學載荷概念的非線性回應優化功能 }

氣彈和轉子動力學

- 改進的插值方法在各個廣義氣動矩陣的每一項中進行插值
- 以疏鬆陣列的格式存儲 spline 矩陣以節省記憶體

SCA 使用者服務

- 以使用者自訂服務的形式在外部執行的客戶化非線性力單元

鈦思科技-最專業之 MSC Software 技術服務團隊

技術支援：(04)2358-7685

業務聯絡：(04)2358-7685

傳真：(04)2358-9134

地址：台中市西屯區中港路三段 123 號 12 樓之 8

Email：msc@terasoft.com.tw