RFEM 6

2 Dluba

大跨空间结构

整体稳定分析指南

Large Span Spatial Structures Overall Stability Analysis Guide

培训手册

Training Manual

Version

2022.2

E	忌
•	

Dlubal

一、 整体稳定分析的意义和难点3-
二、 线性特征值屈曲分析
1. 激活"稳定分析"模块4-
2. 参数设置5
3. 结果查看-最小临界荷载及对应工况9-
三、 几何非线性全过程分析 10 -
1. 参数设置 10 -
2. 结果查看-最小临界荷载系数及对应工况 13 -
3. 结果查看-荷载位移曲线 14 -
4. 结果查看-全过程图形结果 14 -
四、 几何和材料非线性全过程分析 15 -
1. 激活"材料非线性"模块15 -
2. 结果查看-最小临界荷载系数及对应工况
3. 结果查看-塑性发展区域 18 -
五、 缺陷的引入 19 -
1. 按照屈曲模态定义缺陷 19 -
2. 在设计状况中考虑缺陷 21 -

2 Dluba

·、整体稳定分析的意义和难点

我们知道在钢构件验算时,需要腹板和翼缘的稳定性,保证板件的 高厚比或宽厚比在一定限值范围内,这叫局部稳定验算;杆件是由腹板和翼 缘组成的,即使腹板和翼缘不会局部失稳,如果杆件轴压较大,或者长细比 较大,还容易出现杆件层面的稳定问题,因此还需要进行杆件稳定验算;结 构是由杆件组成的,对于某些结构(比如单层网壳)宏观上结构内部存在较 大轴压力,即使我们保证了杆件层面稳定,也不能保证整体层面稳定。这如 同局部稳定和杆件稳定的关系。对于结构而已杆件就是局部的。因此这类结 构需要进行整体稳定验算,而那些宏观来看主要是抗弯的空间结构(比如平 板网架)则无需进行整体稳定验算,保证杆件稳定就可以了。

在对整体结构讲行稳定分析时, 第一个难点就是选择哪个组合来计 算?你会发现许多报告中都有只对一个工况进行了整体稳定分析,这是很不 合理且不安全的,如同杆件验算,我们不可能只算一个组合。之所以你只看 到一个工况是因为许多软件只能一次对一个组合进行屈曲分析或者全过程分 析,无法批量进行计算。而 RFEM 6 中确可以对所有组合进行屈曲分析和全 过程分析,而且是并行运算,同时计算所有稳定分析工况,并且自动找到最 小临界荷载系数和对应的组合工况,这极大的提高了设计效率和安全度;第 **二个难点**就是如何考虑杆件的材料非线性,许多软件只能按照铰模型来近似 考虑材料非线性, 只允许杆件指定铰的位置发生非线性, 而 RFEM 6 中可以 考虑材料非线性和几何非线性进行弹塑性全过程分析,这更加接近实际情况; 第三个难点就是如何考虑缺陷,目前大多软件都是采用更新原始模型的方法 来考虑, 但是这样明显不合适, 因为设计过程中的会有反复修改模型的需要, 这样就得另存模型,模型维护成本很大。而 RFEM 6 中的缺陷不是更新初始 几何模型的,而是更新后台的有限元模型,而且可以在同一个模型中,定义 不同的缺陷来源,来进行对比,并且原始几何模型没有破坏。如此以来,降 低了设计过程中反复修改多个模型的维护成本。







	1000			
列表 ST1 #4 特征值法(线性) Lanc	编号 ST1	稳定性分析设置名称 #41時征值注(纬性) Llancros	5	配给荷载工况/组合
	基本	特征值法	14	
	基本 稳定性分	析类型		(映))] 由临果荷薪系新报出特征向量
	特征的	信法(线性)	~	fo
	■ 特征(值法(线性) (4個分析的)22單法(非线性)		
	■ 非特征	征值分析的增量法(非线性)		」 计算不稳定模型的特征 同重,以便在图形中新 失稳的原因
				教活类型为索/随的杆件/面的最小初始预应力
				最小初始应变
				εmin 0.01 ↓ ▶ [%₀]
	港面」		C	〕如果大于以下设定值,则显示杆件的局部扭转
	るため	拉力的有利畏缩		Φχ 🗘 🕴 []
	备注			
1 🗗 🖉 🕾 🗙			~ 👼	
果要进行几何	非线	性或者双非线性全过 性)"。	程分析, 贝	则需要选择"非特征
1果要进行几何 下析的增量法(^{森和I 深和語音} 基本 商紙IR ()用 設计状況		性或者双非线性全过 性)"。	程分析, 🛛	则需要选择"非特征 "非特征
1果要进行几何 休的增量法(確証Rfue音 基本 確証R fm 後H就R ####128 fm 後H就R ####################################		性或者双非线性全过 性)"。 ^{物面}	程分析,贝	则需要选择"非特征 "非特征
1果要进行几何 休的增量法(森町128/08台 本 商町名 6月 133/161 159/163 133/161 159/163 133/161 159/163 133/161 159/163 133/161 159/164 1555 cc6 133/161 159/163 1555 cc6 133/161 159/164 1555 cc6 133/161 159/164 1555 cc6 133/161 159/163 1555 cc6 1537 1555 cc6 1555 cc6 1537 1555 cc6 1555 cc6 1537 1555 cc6 1555 cc6 15555 cc6 1555 cc6 1555 cc6 1555 cc6 1555 cc6 1555 cc6		性或者双非线性全过 性)"。 ^費 ^費 ^費 ^費 ¹ ¹ ¹ ¹ ¹ ¹ ¹ ¹ ¹ ¹	程分析, ፴	则需要选择"非特征
口果要进行几何 分析的増量法(本紙LR/DB 本 修知足 (用 後日秋 255 CO 139 CG 159 CG 139 CG 139 CG 159 CG 139	(非线) (非线) (非线) (非线) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1	性或者双非线性全过 性)"。 ^費 ^費 ^費 ^費 ¹ ¹ ¹ ¹ ¹ ¹ ¹ ¹ ¹ ¹	程分析, ፴	则需要选择"非特征
コ果要进行几何 休的増量法([非线]非线]非线 ⁽ 非线 ⁽ ⁽ ⁽)) ⁽⁾ ⁽⁾ ⁽⁾ ⁽⁾ ⁽⁾	性或者双非线性全过 性)"。 情的"。	程分析,贝	则需要选择"非特征
1果要进行几何 休的増量法(*#11#408# 基本 *#12 fr/m %Htkz ## *********************************	[非线 [非线 (非线 ⁽¹¹⁾ ⁽¹	性或者双非线性全过 性)"。 (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1)	程分析, Ø 《 ¹ 68 50068] GB 50011] 2014	则需要选择"非特征
1果要进行几何 休的增量法(##12.8/mm ##12.8/mm ##12.8/mm ##13.9/mm ##13	[非线]非线 (非线 ⁽¹¹⁾ ⁽¹	性或者双非线性全过 性)"。 性)"。 ¹ ¹ ¹ ¹ ¹ ¹ ¹ ¹	程分析, Ø 《 GB 50068] GB 50011] 2014	U需要选择"非特尔 ₩ ***
1果要进行几何 小析的增量法(電理1%/08# 電U1%/08# The The The The The The The The The The	[非线 [非线 [非线 ⁽ 非线 ⁽ ⁽) ⁽⁾ ⁽⁾ ⁽⁾ ⁽⁾ ⁽⁾ ⁽⁾	性或者双非线性全过 性)"。 ************************************	程分析,	U需要选择"非特征"
1果要进行几何 小析的增量法(電理IRANA	[非线]非线 (非线)))))))))))))))))))	性或者双非线性全过 性) "。 性) "。 ¹ ¹ ¹ ¹ ¹ ¹ ¹ ¹	程分析, Ø 定 GB 50068 GB 50011 2014	U需要选择"非特尔 [₩] [●] [●] [●] [●] [●] [●] [●] [●]
□果要进行几何 ►析的增量法(##ITRANAA #I	[非线]非线] 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	性或者双非线性全过 性) "。 性) "。 ¹¹ ¹² ¹³ ¹⁴ ¹³ ¹³ ¹³ ¹³ ¹³ ¹³ ¹³ ¹³ ¹³ ¹³ ¹³ ¹⁴ ¹³ ¹³ ¹⁵	程分析, Ø 《B 50068 [GB 50011] 2014	U需要选择"非特征 ^{₩₩} ● [●] [●] [●] [●] [●] [●] [●]
1果要进行几何 分析的増量法(7#117/08年 基本 時間に 作用 受持状を 7#117/08年 1337(1-1)37(1-1)37(1-1) 755(1-1)37(1-1)37(1-1) 755(1-1)37(1-1)37(1-1) 755(1-1)37(1-1)37(1-1) 755(1-1)37(1-1)37(1-1) 755(1-1)37(1-1)37(1-1) 755(1-1)37(1-1)37(1-1) 755(1-1)37(1-1)37(1-1) 755(1-1)37(1-1)37(1-1) 755(1-1)37(1-1)37(1-1) 755(1-1)37(1-1)37(1-1) 755(1-1)37(1-1)37(1-1) 755(1-1)37(1-1)37(1-1) 755(1-1)37(1-1)37(1-1) 755(1-1)37(1-1)37(1-1) 755(1-1)37(1-1)37(1-1) 755(1-1)37(1-1)37(1-1)37(1-1) 755(1-1)37(1-1)37(1-1)37(1-1) 755(1-1)37(1-1)	[非线]非线 (非线))))))))))))))))) ()))) ()))) ()))) ()))) ())))) ()	性或者双非线性全过 性) "。 性) "。 ¹ ² ³ ³ ³ ³ ³ ³ ³ ³	程分析, (J 在350008] GB 50011] 2014 GB 50008] GB 50011] 2014 CB 50008] GB 50011] 2014	U需要选择"非特征
1果要进行几何 所的増量法(*#IIR/IDE# ** **********************************	[非线]非线 (非线)))))))))))))))))))	性或者双非线性全过 性) "。 性) "。 他的 "。 他的 "。 他的 "。 他的 "。 他的 "。 他的 "。 他的 "。 他的 "。 "。 "	程分析, (J で GB 50008] GB 50011 2014 で で で	U需要选择 "非特系
1果要进行几何 林氏的増量法(##IIR M用 数Hkk ## MHIR M用 数Hkk ## MHIR MH 数Hkk ## MHIR MH 33444 ## MHIR MH 334444 ## MHIR MH 34444 ## MHIR MH 344444 ## MHIR MHIR MH 344444 ## MHIR MH 344444 ## MHIR MH 344444 ## MHIR MHIR MH 344444 ## MHIR MHIR MHIR MH 344444 ## MHIR MH 344444 ## MHIR MHIR MH 344444 ## MHIR MHIR MHIR MH 344444 ## MHIR MHIR MHIR MHIR MHIR MHIR MHIR MHIR		性或者双非线性全过 性) "。 性) "。 他的 "。" 他的 "。 他的 "。" 他的 "。 他的 "。" 他的 "。 他的 "。" 他的 "" 他的 "" 他" 他" 他" 他" 他" 他" 他" 他" 他" 他	程分析, (J (B 50008] (G 50011] 2014 (G 50008] (G 50011] 12014 (G 5 0008] (G 50011] 12014 (G 5 0008] (G 50011] 12014 (G 5 0008] (G 5 0011] 12014 (G 5 0008] (G 5 0008] (G 5 0011] 12014 (G 5 0008] (G 5 0008] (G 5 0008) (G 5 008) (G 5 008	U需要选择"非特征
果要进行几何 析的增量法(************************************		性或者双非线性全过 性) "。 性) "。 ¹ ² ³ ³ ³ ³ ³ ³ ³ ³	程分析, (J で GB 50008] GB 50011] 2014 で で で	U需要选择"非特 ₩ **********************************

如果你的项目需要用自定义的组合,不能用"组合向导",那么只需要左

Dluba

边列表选中所有荷载组合,然后右边手动勾选"计算临界荷载|结构稳定 性模块",并手动增加一个特征值分法(线性)分析的参数配置即可。

点击"全部计算",计算进度显示窗口中, SA2 对应的就是用于构件设 计的静力分析。而 ST1 对应的就是线性特征值分析。

US Constraints US Constraints	1001 SA2 11 SA2 22 SA2 23 SA2 24 SA2 25 SA2 26 SA2 27 SA2 28 SA2 29 SA2 2011 SA2 2111 SA2 22 ST1 33 ST1 34 ST1 35 ST1 36 ST1 36 ST1	000-22 000-22 000-22 000-22 000-22 000-22 000-22 000-22 000-22	000	当前计算 荷载 分析类型 分析方法 分析方法 部分步骤 Processing Building syst Determ cont	CO5 - 1.30 * LC1 + 1.50 * LC2 + 0.90 * LC5 稳定性分析 ST1 - 41 特征值法(线性) Lanczos 特征值法(线性)	计算参数 1D 单元(一维单元) 2D 单元(二维单元) 3D 单元(二维单元) 有限元行点 方程 运行时间 剩余时间	42 0 0 0 0 0 0 19 114 0:00:35 0:00:11	1110110
ULS CC ULS CC ULS CC 缺结构	99 ST1 010 ST1 011 ST1		•					

3. 结果查看-最小临界荷载及对应工况

Dluba



算完后,在表格栏中切换工况为"DS1",也即用于生成所有荷载组合的 设计状况,可理解为所有组合的包络,程序自动统计出最小临界荷载系数 的值:7.068,并显示对应的荷载组合编号为2号组合。如果最小的临界 荷载系数小于4.2的话,就不用再往后进行几何非线性/双非线性全过程 分析了,肯定满足不了规范,需要调整方案。



1-表格类型切换为"稳定性分析", 2-工况切换为 CO2, 3-点击表格中对 应振型编号所在行, 图形就会显示该模态的形状, 4-可以设置变形的显示 风格, 5-可以设置变形的大小。

三、几何非线性全过程分析

1. 参数设置

Dluba

- 1. 复制设计状况
- 2. 取消"钢结构设计"
- 3. 新建"组合助手"

如此,可保留前面的结果, 继续进行全过程分析。此设 计状况仅用于稳定分析,不 用于构件设计,因此取消" 钢结构设计"。

编辑静力分析设置,勾选 "计算图",这样才能显 示荷载增量-位移曲线。

	合 荷载组合			
列表 115 DS1 1115 耳本	编号设	计状况名称	-	激活
ULS DS2 ULS基本	DS2 UL	S基本	12	
	基本相	я		
	设置 设计状况类型		GB 50068 GB 50011 2018	
	ULS OLS H	4	~ 0	
	激活			
	● 钢结构资	<u>111</u> 2		
	选项 组合助手		3	
	2 - 几何非	我性全过程分析	~ 🔁 🗗	
0				
	85-33			
All (2)	几何非线性全	过程分析	~ 15	
	1.			
0 📆 📩 /2				计算 全部计算 确定 取消
列表 1 Load combinations SA2 - 二阶	编号 2	名称 几何非线性全过程分析	đ.	分配给设计状况 DS2
列表 1 Load combinations SA2 - 二阶 2 几何非线性全过程分析	编号 2	名称 几何非线性全过程分析	1	分配给设计状况 DS 2
列表 1 Load combinations SA2 - 二阶 2 几何非线性全过程分析	编号 2 基本 林	名称 几何非线性全过程分析 1准选项	<u>Ľ</u>	日 分配给设计状况 DS 2
列表 1 Load combinations SA2 - 二阶 ■ 2 几(何非线性全过程分析	编号 2 基本 林 设置	名称 几何非线性全过程分析 \$准选项	€ }	日 分配给设计状況 DS 2
列表 1 Load combinations SA2 - 二阶 ■ 2 几何非线性全过程分析	编号 2 基本 林 设置 生成	名称 几何非线性全过程分析 *准选项	₹ }	分配给设计状况 DS 2
列表 1 Load combinations SA2 - 二阶 ■ 2 几何事线性全过程分析	编号 2 基本 本 设置 生成 〇 荷教组合	名称 几何非线性全过程分析 :准选项 :(非线性分析)	₹.	分配给设计状况 DS 2
列表 1 Load combinations SA2 - 二阶 ■ 2 几何事线性全过程分析	編号 2 基本 株 设置 生成 ○ 荷數组合 ○ 结果组合	名称 几何非线性全过程分析 *-走送项 (非线性分析) (线性分析)	C.	分配给设计状况 DS 2
列表 1 Load combinations SA2 - 二阶 ■ 2 几何事纬性全过程分析	編号 2 基本 株 设置 生成 ○ 荷戦组名 浄力分析设:	名称 几何非线性全过程分析 朱雀透项 (非线性分析) (线性分析)	R.	分配给设计状况 DS 2
列表 1 Load combinations SA2 - 二阶 ■ 2 几何事纬性全过程分析	编号 2 基本 本 设置 生成 () 荷载组合 () 结果组合 称力分析设 () SA2 - 二	名称 几何非线性全过程分析 \$* 维选项 (非线性分析) (线性分析) (线性分析) 置 防分析 (P-Δ) 牛顿-拉夫森(Newto	Dn-Raphs 🗸 🌴 🚰	分配给设计状况 DS 2
列表 1 Load combinations SA2 - 二阶 ■ 2 几何事线性全过程分析	编号 2 基本 本 设置 生成 ① 荷载组合 ③ 结果组合 静力分析设: SA2-二 注面:	名称 几何非线性全过程分析 *-建造项 (非线性分析) (线性分析) 置 防分析 (P-Δ) 牛顿-拉夫森(Newt	0n-Raphs v 🎢 🚰	分配给设计状况 DS2
列表 1 Load combinations SA2 - 二阶 2 几何事线性全过程分析	编号 2 基本 株 设置 生成 ① 荷载组合 ③ 结果组合 静力分析设: ■ SA2 - 二 达项 !	名称 几何非线性全过程分析 床截透项 (非线性分析) (线性分析) 置 防分析 (P-Δ) 牛顿-拉夫森(Newt	0n-Raphs v 🎢 🍧	」 分配给设计状況 D52 送项Ⅱ □ 用白白古い(206円/20.0
列表 1 Load combinations SA2 - 二阶 2 几何率线性全过程分析	编号 2 基本 株 设置 生成 ● 荷载组合 ● 结果组合 静力分析设 ■ SA2 - 二 达项 1 ■ SA2 - 二	名称 几何非线性全过程分析 : * 建选项 (非线性分析) (线性分析) 置 防分析 (P-Δ) 牛顿-拉夫森(Newton)	on-Raphs v 🏠 🚰	_ 分配给设计状况 DS2
列表 1 Load combinations SA2 - 二阶 2 几何非线性全过程分析	 編号 2 基本 株 设置 生成 荷数组合 结果组合 静力分析设: SA2 - 二 送项 ! 送项 ! 2 稳定性发 ST2 	名称 几何非线性全过程分析 *** 选项 (非线性分析) (线性分析) (线性分析) 置 防分析 (P-Δ) 牛顿-拉夫森(Newt	Con-Raphs ~ ← ← ←	
列表 1 Load combinations SA2 - 二阶 2 几何非线性全过程分析	 编号 2 基本 本 设置 生成 荷数组合 结果组合 静力分析设: SA2 - 二 选项 ! 3 稳定性炎 \$ ST2 考虑缺祸 	名称 几何非线性全过程分析 床卷选项 (非线性分析) (线性分析) (线性分析) 置 防分析 (P-Δ) 牛顿-拉夫森(Newt	Don-Raphs ~ ☆ 🖆	_ 分配给设计状況 DS2
列表 1 Load combinations SA2 - 二阶 2 几何率线性全过程分析	编号 2 基本 年 设置 生成 ① 荷载组合 ③ 结果组合 静力分析设: ⑤ SA2 - 二 送项 Ⅰ ② 稳定性统 ● ST2 ③ 考虑缺照 ● 生成	名称 几何非线性全过程分析 床能选项 (非线性分析) (线性分析) (线性分析) (线性分析) 无 防分析 (P-Δ) 牛顿-拉夫森(Newt	Don-Raphs ✓ 🌤 🚰	
列表 1 Load combinations SA2 - 二阶 2 几何率线性全过程分析	編号 2 基本 年 设置 生成 ① 荷载:组合 ③ 结果组合 静力分析设: ⑤ SA2 - 二 送项 Ⅰ ② 稳定性统 ⑤ 5T2 ⑤ 考虑缺照 ⑥ 生成 ⑦ 二 》 生成 Ⅱ	名称 几何非线性全过程分析 床能选项 (非线性分析) (线性分析) (线性分析) (线性分析) 无 防分析 (P-Δ) 牛顿-拉夫森(Newt 析 - 非特征值分析的增量法 (非线性 AII 및 不会缺陷的相同的荷载组合 红顶段	Don-Raphs ✓ 🍋 🚰	
列表 1 Load combinations SA2 - 二阶 2 几何率线性全过程分析	編号 2 基本 年 设置 生成 ① 荷载组合 ③ 结果组合 静力分析设 ③ SA2 - 二 送项 Ⅰ ② 稳定性统 ④ ST2 ③ 考虑缺照 ④ 生成 □ 只考虑缺 □	名称 几何非线性全过程分析 床能选项 (非线性分析) (线性分析) (线性分析) (线性分析) 无 防分析 (P-Δ) 牛顿-拉夫森(Newt		分配给设计状况 DS2 送项 II 用户自定义的作用组合 有利永久作用 考虑同时/不同时出现的荷载工况 减少生成的组合数目 结果组合 生成"类型的子组合
列表 1 Load combinations SA2 - 二阶 2 几何率线性全过程分析	編号 2 基本 様 设置 生成 可荷载组名 汤 结果组名 静力分析设 SA2 - 二 送页 1 梁 稳定性分 ● ST2 · 考虑缺陷 ● 生成 · 只考虑脱 □ 考虑初面	名称 几何非线性全过程分析 床能选项 (非线性分析) (线性分析) (线性分析) (数分析 (P-Δ) 牛顿-拉夫森(Newt) 析 非特征值分析的增量法(非线性 工 兄 不会缺陷的相同的荷载组合 证 阶段 数状态-	 ▶ ▶ ▶ ★ ★	分配给设计状况 DS2 送项 II 用户自定义的作用组合 有利永久作用 考虑同时/不同时出现的荷载工况 减少生成的独自会教目 结果组合 生成"强加"类型的子组合
列表 1 Load combinations SA2 - 二阶 2 几何率线性全过程分析	編号 2 基本 様 设置 生成 可荷载组名 汤 结果组名 静力分析设 SA2 - 二 选项 Ⅰ 梁 稳定性处 ● ST2 号考虑缺陷 ○ 大考虑前 □ 考虑初 四	名称 几何非线性全过程分析 床能遗项 (非线性分析) (线性分析) (线性分析) 无 防分析 (P-Δ) 牛顿-拉夫森(Newt 析 非特征值分析的增量法(非线性 工 风 不合缺陷的相同的荷载组合 工工阶段 (状态-	Don-Raphs ✓ * * *	_
列表 1 Load combinations SA2 - 二阶 2 几何率线性全过程分析	編号 2 基本 本 设置 生成 可荷载组名 新力分析设 SA2 - 二 达项 Ⅰ 梁 稳定性处 ● ST2 号考虑缺陷 ○ 告末 日 号考虑前 () 考虑的如 ○ 考虑的如 ○ 考虑的如 ○ 考虑的如 ○ 第二 ○ 第二 ○ 第二 ○ 第二 ○ 第二 ○ 第二 ○ 第二 ○ 第二	名称 几何事线性全过程分析 : 此意达项 : (非线性分析) : (线性分析) : (线性分析) : (线性分析) : (线性分析) : (数性分析) : (数性合为析) : (数性合力) : (本) : (************************************	Don-Raphs ~ 🏠 🚰	_
列表 1 Load combinations SA2 - 二阶 2 几何率线性全过程分析	編号 2 基本 本 设置 生成 可荷载组合 第月分析设 SA2 - 二 达项 Ⅰ 梁 稳定性处 ● ST2 号考虑缺照 ○ 生成 □ 号考虑期 □ 考虑期 □ 考虑结者	名称 几何非线性全过程分析 定律线性分析) 含线性分析) 含线性分析) 无 助分析 (P-Δ) 牛顿-拉夫森(Newto 不) 本特征值分析的增量法(非线性 石工兒 不)会缺陷的相同的荷载组合 和工则 段		上 分配给设计状况 DS2
列表 1 Load combinations SA2 - 二阶 2 几何非线性全过程分析	編号 2 基本 木 设置 生成 ④ 荷載组合 節力分析设: ● SA2 - 二 达项 I ③ 稳定性处 ● ST2 ⑤ 考虑缺陷 ○ 生成 ○ ST2 ⑤ 考虑缺陷 ○ 生成 ○ 素素。 () ○ 考虑的如 ○ 素。	名称 几何非线性全过程分析 床准选项 (非线性分析) 含线性分析) 器 防分析 (P-Δ) 牛顿-拉夫森(Newt 析 非特征值分析的增量法 (非线性 石) 风 和 (P-Δ) 牛顿-拉夫森(Newt	Don-Raphs ~ * * *	上 分配给设计状况 DS2
列表 1 Load combinations SA2 - 二阶 2 几何非线性全过程分析	編号 2 基本 本 设置 生成 ④ 荷载组合 ● 结果组合 静力分析设: ● SA2 - 二 达项 I ③ 稳定性处 ● ST2 ③ 考虑缺陷 ○ 生成 ○ ST2 ③ 考虑初 □ 考虑的 篇 ○ 考虑的 四 ○ 考虑结书	名称 几何非线性全过程分析 床准选项 (非线性分析) 含线性分析) 置 防分析 (P-Δ) 牛顿-拉夫森(Newt 析 非特征值分析的增量法 (非线性 石) 风 和 (P-Δ) 牛顿-拉夫森(Newt		上 分配给设计状况 DS2
列表 1 Load combinations SA2 - 二阶 2 几何非线性全过程分析	編号 2 基本 本 设置 生成 ④ 荷載组合 ● 结果组合 静力分析设: ● SA2 - 二 达项 I ③ 稳定性处 ● ST2 ③ 考虑缺陷 ○ 生成 □ 考虑版 □ 考虑的面 □ 考虑结本 ● 音注	名称 几何非线性全过程分析 床准选项 (非线性分析) 含线性分析) 素 防分析 (P-Δ) 牛顿-拉夫森(Newt) 析 非特征值分析的增量法 (非线性 工见 不会缺陷的相同的荷载组合 工则段	Don-Raphs ✓ 🏠 🚰	· 送项 I · 用户自定义的作用组合 · 用户自定义的作用组合 · 有利永久作用 · 考虑同时/不同时出现的荷载工况 · 减少生成的组合数目 · 结果组合 · 生成"蚕加"类型的子组合
 列表 Load combinations SA2 - 二阶 2 几何非线性全过程分析 2 П「何非线性全过程分析 	編号 2 基本 本 设置 生成 前载组合 结果组合 称力分析设 SA2 - 二 达项 1 SA2 - 二 达项 1 ③ 熱定性欠 ⑤ ST2 ③ 考虑教解 ○ 生成 ○ 5T2 ○ 考虑教解 ○ 生成 ○ 5T2 ○ 考虑教解 ○ 4 表示 ○ 5T2 ○ 5T	名称 几何事线性全过程分析 に 注述近 (非线性分析) (3(状性分析)) 素 防分析 (P-Δ) 牛顿・拉夫森(Newt 析 非特征值分析的增量法(事线性 江見 不会缺陷的相同的荷载组合 江助段 (状态-	Don-Raphs ~ 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	· 送项 II · 用户自定义的作用组合 · 有利永久作用 · 考虑同时/不同时出现的荷载工况 · 承述成的组合数目 · 结果组合 · 生成:"叠加"类型的子组合
 列表 Load combinations SA2 - 二阶 2 几何非线性全过程分析 2 几何非线性全过程分析 	編号 2 基本 本 设置 生成 ④ 荷載组合 ● 结果组合 静力分析设: ● SA2 - 二 达项 I SA2 - 二 达项 I ③ 熱定性处 ● ST2 ③ 考虑缺陷 ○ 生成 ○ 考虑缺陷 ○ 考虑缺陷 ○ 考虑成 ○ 考虑的 □ 考虑结本 ● 音注	名称 几何非线性全过程分析 床准选项 (非线性分析) 含线性分析) 素 防分析 (P-Δ) 牛顿-拉夫森(Newt) 析 非特征值分析的增量法(非线性 工见 不会缺陷的相同的荷载组合 工) 所段	► • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	☆ 原 Ⅱ □ 用户自定义的作用组合 □ 有利永久作用 考虑同时不同时出现的荷载工况 □ 减少生成的组合教目 结果组合 □ 生成"强加"类型的子组合 □



计算图横坐标为最大变形 绝对值,纵坐标为增量步。





 初始荷载系数默认为 1.0, 此处改为 0.1,与荷载系数增量 一致,这样荷载增量-位移曲线 会好看些,否则第一段线斜率很 小。

勾选"保存所有荷载增量的结果"。如果只关心临界荷载系数大小,不关心荷载位移曲线和每个增量步的结果的话,就不需要勾选计算图和这里的设置了。

这里无需定义停止条件,程序加 载到不收敛为止,自动返回不收 敛时对应的荷载系数。

編編稳定性分析设置		N					×
列表 ST1 #4 特征值法(线性) Lanc	编号 稳定性分析设置名称 ST2 非特征值分析的增量法(非	13	分 亿 0	配给荷载工况/组合 10 12-22			1
■316 非付证值刀划旧3届重次(非约	基本 增加商载 逐步增加商载 初始商载系数 ko 0.100 : ▶ [] 2		选 2	项 保存所有荷载增量的结果 3			
	 荷数系数增量 Δk 0.100 ↓ [] 細化最后一个荷载增量 10 ↓ 荷载增量的最大数目 100 ↓ 						
	 停止増加荷銭 激活 结果 市占编号 	果 ↓▶ [mm]					
10 10 10 10 X							
Ø 000f\$				确 定 取消	1	应用	1

点击"确定",回到"荷载工况和组合"对话框后,点击"全部计算"。

2. 结果查看-最小临界荷载系数及对应工况



表格结果>静力分析>概况>工况下拉列表选择 DS2。 最小临界荷载系数为 3.8,对应荷载组合为 CO14。按照《空间网格结构 技术规程》要求,此值需要大于 4.2。









2. 结果查看-最小临界荷载系数及对应工况

Dluba



最小临界荷载系数为 2.6,对应荷载组合为 CO14。按照《空间网格结构 技术规程》要求,此值需要大于 2.0。前面没有考虑材料非线性的时候, 此值为 3.8,可见材料塑性的发展降低了一部分极限承载力。 荷载-位移曲线及图形结果查看与前面一章相同,此处不再介绍。相比于 弹性全过程分析,弹塑性全过程分析还多一个结果就是杆件的塑性发展位 置和程度。

3. 结果查看-塑性发展区域

Dluba



非线性率η_{pi}=1.0即代表杆件有材料进入塑性。



设计利用率ηy=0.78 代表杆件截面上 78%的材料进入了塑性。



来源类型:荷载组合



2. 在设计状况中考虑缺陷

Dluba

基本	荷载	工況 作用	设计状况	作用组合	荷载组合						
ሔ					编号	设计状况名称		激活			
JLS	DS1 UL	S基本			DS3	弹塑性全过程分析-有缺陷	17				
JLS	DS2 弹	要性全过程分析	一无缺陷				Loose .	0			
JLS	DS3 399	要性全过程分析	r-有缺陷		基本	戦況		U	政治等		
					设置						
					设计状况	奏型	GB 50068 GB 50011 2018				
					ULSIL	ILS基本	~ 0				
					367F						
					48.49	and a second second					
					U • 1M	结构设计					
							2				
					选项						
					组合助重						
					2 - L	oad combinations I SA2 - 二阶分析 (P-Δ) 牛顿-	時未森(Newton-Raphson) 100 1 🗸 🤭 🏧	72			
						1					
							1	=>/lb		A A A A A A A A A A A A A A A A A A A	
							2	己印		尼欧油	
È.	· •	200		×	荷注						
	All (3)			~	几何事約	财性全过程分析	~ <i>G</i>				
	_										
ō	20 10-	f_x^{φ}							计算 全部计算 确定	取消	

进入"编辑组合向导"对话框,复制一个新的"组合向导",否则直接修改组合向导2的话,DS2也会考虑缺陷,因为DS2引用的是组合向导2。



》编辑组合向导		- 0
列表	编号 名称	分配给设计状况
1 Load combinations SA2 - 二阶 2 Load combinations SA2 - 二阶	3 Load combinations SA2 - 二阶分析 (P-Δ) 牛顿·扎 📝	
3 Load combinations SA2	基本 标准选项	
	设置	
	生成	
	◎ 荷载组合(非线性分析)	
	○ 结果组合(线性分析)	
	静力分析设置	
	选项	选项Ⅱ
	☑ 稳定性分析	□ 用户自定义的作用组合
	ST2 - 非特征值分析的增量法(非线性) ~ 1 6	□ 有利永久作用
		✓ 考虑同时/不同时出现的荷载工况
	□ 生成不含缺陷的相同的荷载组合	
	□ 只考虑施工阶段	
		□ 生成 叠加 尖型的于组合
	U	
	□ 考虑结构调整	
	66	
	备注	
*n 🖬 🐳 🏤 🗙 🗙		2
		确定 取消 应用

组合向导3勾选考虑缺陷工况,然后确定。

第本 液研工口 作用 设计状口 作用:	000 26 0000			
Ma	编号	设计状况名称		遊活
ULS DS1 ULS基本	DS3	弹塑性全过程分析-有缺陷	1.	
UIEI DS3 弹塑性全过程分析-有缺陷	基本	概況		
	设置			
	设计状况	2典型	GB 50068 GB 50011 2018	
	ULS	JLS基本	× ()	
	激活			
	- • #	结构设计		
		A.		
	32.165		0	
	相合助用		Y	
	III 3 - 1	.oad combinations SA2 - 二阶分析 (P-Δ) 牛顿-扎	夫森(Newton-Raphson) 100 1 🗸 * 😁	
	_			
10 · · · ·	× 音注			
All (3)	~		v (a)	
0 000 X= /2				计算 全部计算 職定 取消 应
The second				

设计状况 3 的组合助手选为 3 号组合向导,如此生成的所有组合都会考

虑缺陷。

2 Dluba

基本	荷载工发	2 作用	词	针状况 1	作用组合	荷载组合					
列表						编号	荷载组合名称			ii m	
UL	S CO1	1.30 * LC1				CO23-33			0Ľ		
	S CO2	1.30 * LC1	+ 1.50	* LC2							
U	S CO4	1.30 * LC1	+ 1.50	1104		基本					
UL	S C05	1.30 * LC1	+ 1.50	* LC2 + 0.9	0 * LC5	类别					
UL	S CO6	1.30 * LC1	+ 1.50	1* LC3 + 0.9	90 * LC5	分析类型					
UL	S C07	1.30 * LC1	+ 1.50	1* LC4 + 0.9	90 * LC5	路力	9 16				
100	S COS	1.30 * LC1	+ 1.00	*102+15	50 *1 C5	MP/J					
UL	S CO10	1.30 * LC1	+ 1.05	* LC3 + 1.5	50 * LC5	静力分析	没置				
UL	S C011	1.30 * LC1	+ 1.05	* LC4 + 1.5	50 * LC5	SA2 -	二防分析 (P-Δ) 牛顿-拉夫森(Newton-Raphson) 100	1 🗸 🍾	Ť		
U	S C012	1.30 * LC1									
U	C013	1.30 * LC1	+ 1.50	*1.02							
U	S CO15	1.30 *1.01	+ 1.50	*1 64		影计报告		GR 50068 LGR 50011 L	2018		
UL	S CO16	1.30 * LC1	+ 1.50	* LC2 + 0.9	90 * LC5		。 53.通期社会讨理分析:春种馆				
UL	S CO17	1.30 * LC1	+ 1.50	* LC3 + 0.9	90 * LC5	Baland C	- TELECIENT HAVE				
U	S CO18	1.30 * LC1	+ 1.50	* LC4 + 0.9	90*LC5	选项	•			特殊选项	
	S (020	1.30 * LC1	+ 1.00	*102+14	50+105	1 中市3	801 3			□ 考虑初始状态	
U	S CO21	1.30 * LC1	+ 1.05	* LC3 + 1.5	50 * LC5	But	101	124	100		piji
UL	S CO22	1.30 * LC1	+ 1.05	* LC4 + 1.5	50 * LC5			U	1.000		
UL	S C023	1.30 * LC1				□ 结构)	192 192			□ 考虑施工阶段	
	S CO24	1.30 * LC1	+ 1.50	IT LC2	- 11			1	199		100
	CO25	1.30 ° LC1	+ 1.50	1* LC4							
UL	S CO27	1.30 * LC1	+ 1.50	* LC2 + 0.9	0 * LC5	🕑 计算时	5畀荷载/結构稳定性模块				
UL	S CO28	1.30 * LC1	+ 1.50	* LC3 + 0.9	90 * LC	5	12 - 事特征值分析的增量法(非线性)	× 🛅	C)		
U	S CO29	1.30 * LC1	+ 1.50	* LC4 + 0.9	10 * LC						
	CO30	130*101	+ 1.50	*102+15	50*105	3188	彼的永久蔺载来自				
U	S CO32	1.30 * LC1	+ 1.05	* LC3 + 1.5	50 * LC5						
UL	S C033	1.30 * LC1	+ 1.05	* LC4 + 1.5	50 * LC5						
UL	S C034	1.30 * LC1	+ 1.50	*LC2							
÷ 6	1 24	25		×	m •	香注					
L				~				~	10		
- /	AII (34)				~						

检查 DS3 生成的荷载组合 CO23~CO33,所有组合都考虑了缺陷。

点击全部计算后,结果如下:

Dlubal

🛃 静力分	う析 ~ ◀ ▶ 🛃 概況		~ +	ULS DS2	弹塑性全过程分析-无缺陷	· • • 5
	说明	數值	单位			
最大变形	又至今月上行的	12		+1.0+(#) - 777	w 0.002 m I CO12	
	人口回販入12秒 又方向最大位路	-1.5	mm	什什编号 ///, 杠件编号 873	x: 1.643 m I CO14	
	7方向最大位移	-12.9	mm	杆件编号 788	x: 0.724 m I CO22	
	最大矢軍位移	12.9	mm	杆件编号 788,	x: 0.724 m CO22	
	绕 X 轴最大转动	7.7	mrad	杆件编号 822,	x: 1.808 m CO13	
	绕 Y 轴最大转动	8.3	mrad	杆件编号 848,	x: 1.811 m CO14	
	绕 Z 轴最大转动	1.3	mrad	杆件编号 873,	x: 0.913 m CO22	
19	c					
想走住力化	月 最小に思済新 5 私	2 600		C014		
	40.3 Herring 2000 KM					
转到编	職 选择 视图 设置					_
📑 静力分)祈 🗸 🔸 📃 観況		~ + +	ULS DS3	弹塑性全过程分析-有缺陷	3 9
	3608	44/5	M ()			
最大容形?	(HCH)	新闻	手収			
00000	X方向最大位移	-2.2	mm	杆件编号 777	x: 0.903 m I CO24	
	Y方向最大位移	-0.4	mm	杆件编号 858	x: 1.630 m CO30	
	Z方向最大位移	-15.9	mm	杆件编号 777	, x: 0.903 m CO32	
	最大矢重位移	16.0	mm	杆件编号 777	, x: 0.903 m CO32	
	绕×轴最大转动	8.0	mrad	杆件编号 194	, x: 0.361 m CO26	
	绕 Y 轴最大转动	-10.3	mrad	杆件编号 194	, x: 0.000 m CO26	
	绕Z轴最大转动	1.5	mrad	杆件编号 873	, x: 0.730 m CO26	
	ff					
油定性分析		2 200		CO24		
息定性分析	最小临界荷载系数	2.300		and the second		
急定性分析	最小临界荷载系数	2.300				
急定性分析	最小临界荷载系数	2.300				