

有限元专题调研—— 后屈曲分析

力5 陈一彤

2017有限元课程专题调研

Contents

- 引言
 - 经典屈曲理论
 - 近代后屈曲研究：渐进屈曲理论
 - 现代后屈曲理论
 - 离散坐标后屈曲分析（有限元法）
 - ABAQUS的后屈曲分析
 - 结语、致谢及参考文献
-

一、引言：后屈曲分析的背景

- 什么是屈曲？
 - 什么是后屈曲？
 - 为什么要研究后屈曲？
-

二、经典屈曲理论



Euler



von Karman



钱学森

三、近代后屈曲理论

- 渐进屈曲理论（摄动法）

$$\frac{P}{P_c} = 1 + a\zeta + b\zeta^2 + \dots$$



Warner Tjardus Koiter

四、现代后屈曲理论

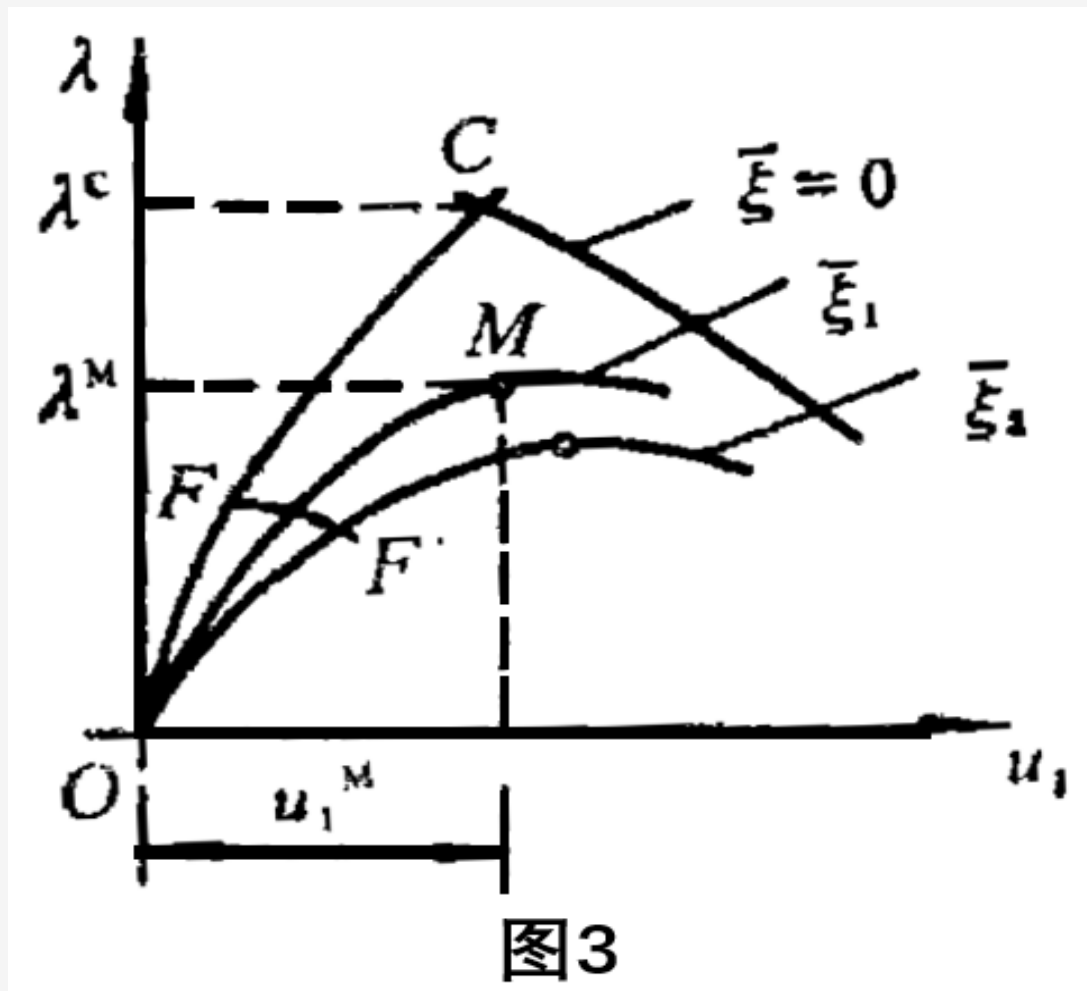
- 各种壳体在轴力、外压、扭转等载荷下缺陷敏感度的计算；
 - 随着计算机发展而提出的后屈曲离散坐标分析；
 - 分析了前屈曲变形和边界条件对临界压力的影响，从而对后屈曲计算的简化等
-

五、离散坐标后屈曲分析

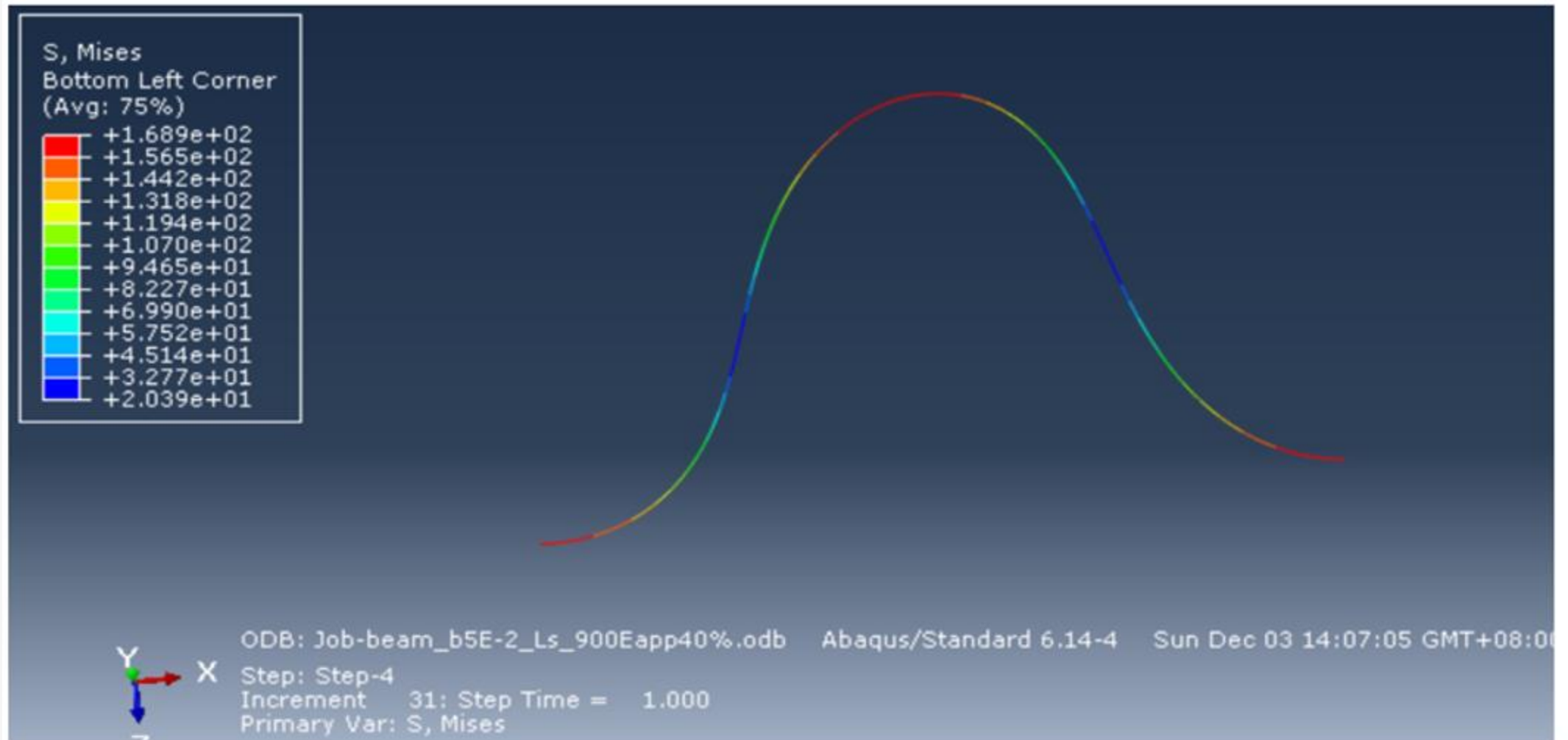
- 离散坐标的分析方法，最后都归结到数值计算
- 结果与Koiter理论吻合

$$\left(1 - \frac{\lambda^M}{\lambda^c}\right)^2 = -4\lambda^{(1)c} \frac{\dot{A}_1^c}{(\lambda^c)^2 A_{11}^{'c}} \psi$$

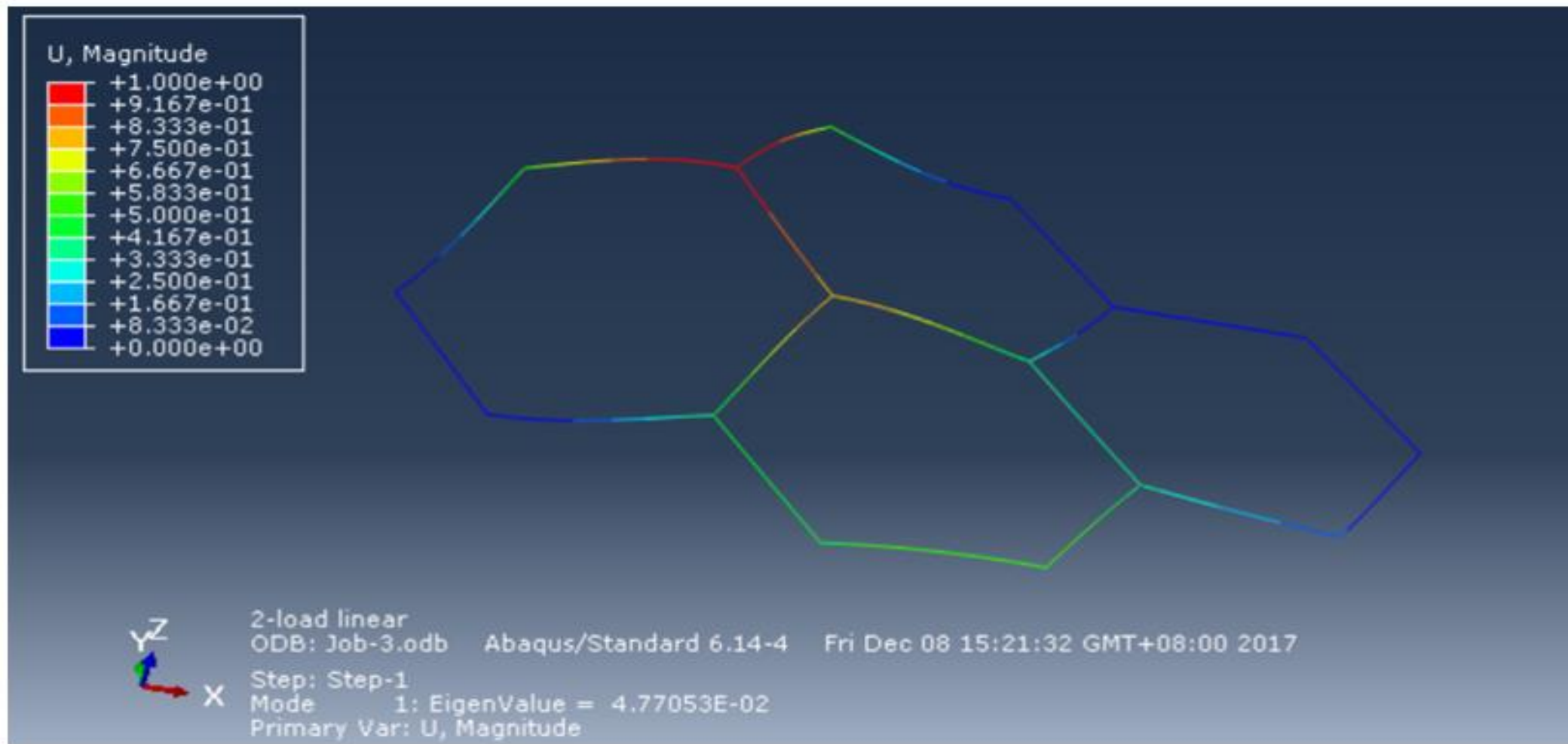
$$\left(1 - \frac{\lambda^M}{\lambda^c}\right)^{3/2} = \frac{3\sqrt{-1.5\lambda^{(2)c}}}{2} \frac{\dot{A}_1^c}{(\lambda^c)^{3/2} A_{11}^{'c}} \psi$$



六、 ABAQUS后屈曲分析尝试



六、 ABAQUS后屈曲分析尝试



总结与致谢

参考文献

- [1] Bushnell D., Buckling of shells-pitfall for designers, AIAAJ., 19,9(1981): 1193-1226.
- [2] Koiter W.T. Over de stabiliteit van het elastisch evenwicht (on the stability of elastic equilibrium). Thesis, Delft H J Paris, Amsterdam, 1945, English translation issued at NASA TTF-10,1967,833.
- [3] Tsien H S. A Theory for the Buckling of Thin Shells. J.Aero.Sci.,1941,8
- [4] Kaman Th von, Dunn L G, Tsien H S. The buckling of spherical shells by external pressure, J.Aero.Sci.,1937,7
- [5] 黄玉盈, 金梦石, 雷国璞. 弹性后屈曲理论及其发展趋势[J]. 固体力学学报, 1981(3):132-143.
- [6] 庄茁 等. ABAQUS非线性有限元分析与实例[M]. 科学出版社, 2005.
- [7] 梁珂, 孙秦, zafer, 等. 结构非线性屈曲分析的有限元降阶方法[J]. 华南理工大学学报(自然科学版), 2013(2):105-110.
- [8] 黄宝宗, 任文敏. Koiter稳定理论及其应用[J]. 力学进展, 1987(1):32-40.
- [9] 范钦珊, 殷雅俊, 唐靖林. 材料力学.第3版[M]. 清华大学出版社, 2015.