

支座位置上移对焦炭塔塔体变形的影响

朱永安, 王 帆, 刘人怀

(暨南大学应用力学研究所, 广东 广州 510632)

[摘 要] 用有限元方法研究支座上移对焦炭塔塔体变形的影响, 与支座在下时塔体的变形相比较, 分析支座上移能否克服塔身下体鼓胀. 在一个工作循环下, 针对 3 种工况进行模拟计算, 通过对结果的比较分析, 发现在支座上移并不能显著降低塔体下部的径向位移.

[关键词] 焦炭塔; 塔体变形; 塔身下体鼓胀; 支座; 有限元

[中图分类号] TQ051 [文献标识码] A [文章编号] 1000-9965(2005)01-0123-04

Effect on the deformation of the body of coke drums due to the ascending of supports

ZHU Yong-an, WANG Fan, LIU Ren-huai

(Institute of Applied Mechanics, Jinan University, Guangzhou 510632, China)

[Abstract] The deformation effect of the body of coke drums due to ascending of supports is studied by using finite element method. Whether the problem of bulge can be solved due to ascending of supports is discussed by comparing with the deformation when the supports are in the former location. Three kinds of load conditions are calculated in one operating circle. It is concluded that, the radial deformation can not be decreased remarkably due to the ascending of supports.

[Key words] coke drum; deformation of the body of coke drum; bulge of the lower part of drum; supports; finite element

焦炭塔是延迟焦化装置的关键设备, 一般是板焊结构的薄壁塔式容器, 塔顶封头向上开有除焦口, 在其 60° 锥体下封头的下端设有排焦用的大开口. 整个塔体由圆筒型裙座支承, 如图 1 所示.

国内焦炭塔的工作周期为 48 h, 压力周期性波动为 0~0.23 MPa, 操作温度周期变化大, 从

[收稿日期] 2004-06-15

[基金项目] 国家自然科学基金(10372035)资助项目

[作者简介] 朱永安(1979-), 男, 硕士研究生, 研究方向: 板壳力学

常温到 475 °C, 随后有急剧冷却. 在运行若干年后, 塔体会出现环向裂缝, 下段塔体出现鼓胀现象, 尤其是裙座以上 8 m 的充焦段, 鼓胀现象特别严重^[1].

鼓胀现象已成为困扰世界石油工业的难题. 如何克服鼓胀, 国内外对此问题进行了一定的研究. 美国通过改变塔体材料, 用低铬—钼钢代替低碳钢, 一定程度上改善了鼓胀变形^[2]. 国内许多工程技术人员认为, 焦炭塔在操作过程中, 受热荷载的影响最大, 在升温阶段, 塔体会沿轴向向上伸长, 但是筒体自重以及介质重力阻碍其伸长, 充焦段受到的阻碍最大, 在连续的工作循环中, 频繁的升温 and 降温, 使筒体发生鼓胀变形^[1], 若能将裙座上移, 如图 1 所示, 使充焦段的轴向伸长不受限制, 是解决鼓胀问题的一个方法, 但是, 这种方法至今没有在工程上付诸实施, 支座上移后塔体的变形情况也没有计算过.

本文用有限元方法模拟计算一个工作周期中, 支座位置上移时塔体的变形, 特别是充焦段的径向变形, 并与支座位置在下时的变形相比较, 分析支座上移能否解决鼓胀.

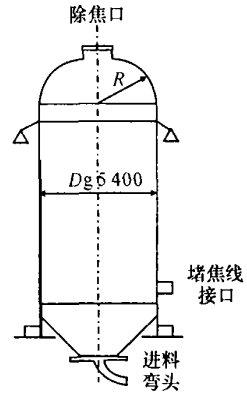


图 1 支座上移位置示意图

1 计算模型及结果

塔体结构尺寸如图 2 所示^[2], 用耦合场单元对模型进行轴对称分析, 即认为在外载及温度场作用下塔体变形是轴对称的. 塔体材料是 20 g, 密度是 7 833 kg/m³, 内部介质总重为 336 t, 塔体承受的内压为 0.23 MPa^[3~6]. 工作循环周期为 48 h, 分为 3 个阶段: 升温阶段, 保温阶段和降温阶段.

本文共计算了下列 3 种工况的变形:

- (1) 内压及塔体自重, 介质作用, 内壁施加表 1 所示的温度场^[3].
- (2) 内压及塔体自重, 介质作用, 内壁仅充焦段施加表 1 所示的温度场.
- (3) 内压及塔体自重, 介质作用, 内壁外壁施加表 1 所示的温度场.

表 1 塔体内外壁温度场

壁类	t/h	θ/°C	壁类	t/h	θ/°C	壁类	t/h	θ/°C
内壁	0	20	内壁	10	482	内壁	38	360
	2	150		34	482		44	20
	4. 64	316		36	380		48	20
外壁	0	20	外壁	10	452	外壁	38	390
	2	120		34	452		44	452
	4. 64	286		36	410		48	410

因鼓胀主要发生在充焦段最下端 8 m, 本文主要分析该段塔体的径向变形. 所取坐标系如图 3 所示.

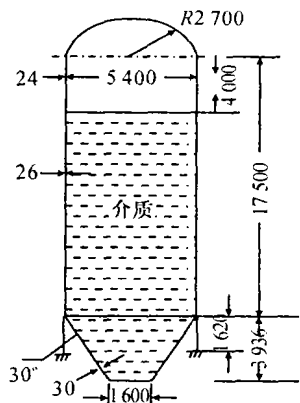


图 2 塔体结构尺寸(mm)图

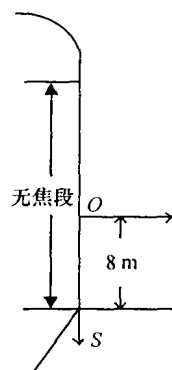


图 3 轴向剖面示意图

通过计算 3 种工况, 所得结果如图 4~ 图 9.

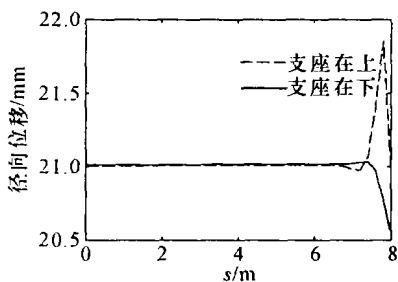


图 4 工况(1) $t = 34$ h

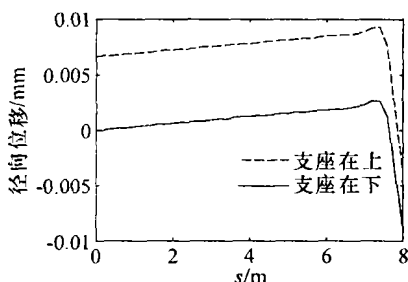


图 5 工况(1) $t = 48$ h

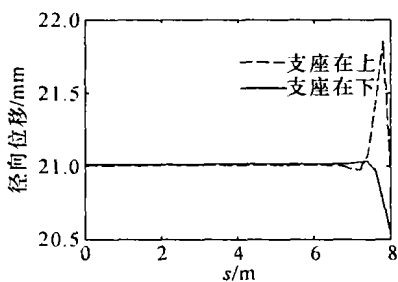


图 6 工况(2) $t = 34$ h

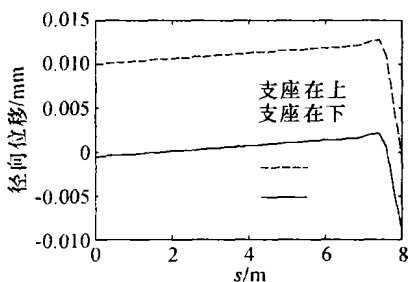


图 7 工况(2) $t = 48$ h

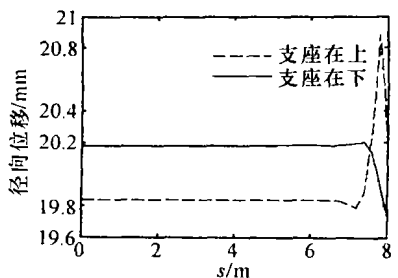


图 8 工况(3) $t = 34$ h

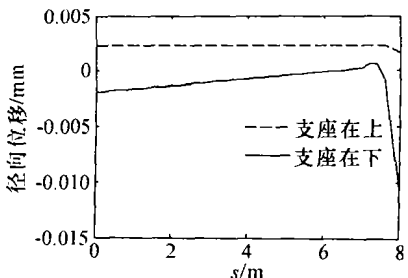


图 9 工况(3) $t = 48$ h

2 结论

从工况(1)的计算结果比较可见,在图3所示的坐标系下,支座位置不同时,裙座向上1 m处的变形差别相对显著,最大差别是在34 h时,支座在下时的径向位移比支座在上时大1.3 mm,其余7 m的变形相差不大,径向位移曲线几乎重合.二者最终残余变形都很小,支座在下时最大残余变形为0.009 3 mm,支座在下时最大残余变形为0.002 6 mm.

工况(2)的变形情况与工况(1)类似.

从工况(3)的计算结果比较可见,在第34 h时,除裙座向上1 m处外,其余7 m支座在上时的变形比支座在下时的变形大,第48 h时,支座在下时的残余变形要比支座在上时的残余变形略大一些.

对3种工况进行计算可知,支座上移并不能显著降低径向变形,3种工况的最终残余变形支座在上时比支座在下时要小,但是很不显著.一个工作循环结束时刻,支座在下时,径向变形出现负值.本文仅仅计算了一个工作循环,对此结果进行比较,可知支座上移并不能有效克服鼓胀.

[参考文献]

- [1] 陈吉成. 焦炭塔筒体的鼓胀变形及其防止方法[J]. 石油化工设备, 1998, 27(3): 49- 51.
- [2] 谭 粤, 陈柏暖. 防止焦炭塔失效的若干措施[J]. 机电工程技术, 2003, 32(6): 72- 73, 76.
- [3] 清华大学工程力学系. 长岭炼油化工延迟焦化装置焦炭塔(T202)应力场有限元计算报告[R]. 北京: 清华大学, 1993.
- [4] 陈吉成. 防止焦炭塔筒体“糖葫芦变形”的方法[J]. 炼油, 1998, 3(1): 59- 63.
- [5] 林建鸿, 陈孙艺, 魏学安. 焦炭塔变形防治对策的研究总结报告[R]. 上海: 华东理工大学化工机械研究所, 1997.
- [6] 陈孙艺. 焦炭塔防变形设计的数值分析方法及应用[J]. 石油机械, 2003, 31(10): 29- 32.

[责任编辑: 王蔚良, 黄建军]