

# 基于包边角钢加强区的20 000 m<sup>3</sup>内浮顶油罐罐顶结构优化设计

何禹 大庆油田工程有限公司

**摘要:** 针对某20 000 m<sup>3</sup>内浮顶油罐罐顶结构的设计, 可将包边角钢加强区, 即包边角钢以及包边角钢在罐顶及罐壁两侧的各16倍壁厚范围的区域, 考虑到罐顶设计之中。经过计算、分析对比可以看出, 按照包边角钢加强区设计的罐顶结构比常规设计的罐顶结构有效截面积大, 结构稳定性强, 且在包边角钢与罐壁及罐顶连接处结构变化平稳, 没有应力突变问题。

**关键词:** 20 000 m<sup>3</sup>内浮顶油罐; 罐顶; 包边角钢加强区; 结构

doi:10.3969/j.issn.1006-6896.2015.9.022

随着我国石油化工工业的不断发展, 对大型储罐的需求量越来越大, 对于大型储罐的结构设计, 越发显示其重要性, 安全合理的结构设计, 可提高强度且用料省, 譬如, 20 000 m<sup>3</sup>内浮顶油罐的罐顶结构设计, 若将包边角钢加强区的概念引入到其设计当中, 罐顶结构比常规设计的罐顶结构将有很大改进。

## 1 罐顶结构

20 000 m<sup>3</sup>内浮顶油罐罐顶采用双子午网壳顶。双子午网壳顶由空间杆件预制成为球面网架, 然后在球面网架上面铺设钢板形成球壳, 组成完整的密封罐顶。罐顶上的外部荷载全部由网架承受, 球壳只是起密封作用的蒙皮, 在设计中不考虑球壳板的承载能力。在罐顶与罐壁连接处设置包边角钢, 以承受从罐顶传来的横向力, 此横向力是因罐内或罐外压力而产生的水平分力。包边角钢的结构形式有很多种, 设计中采用边锥板的结构形式, 见图1。

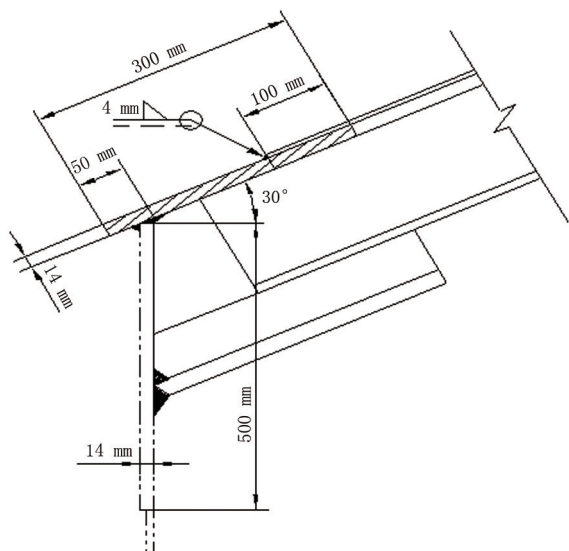


图1 罐顶与罐壁的结构形式

## 2 包边角钢加强区在设计中的应用

包边角钢以及包边角钢在罐顶及罐壁两侧的各16倍壁厚范围的材料共同承受水平力, 此区域成为包边角钢(共同)加强区<sup>[1]</sup>。以本次设计的20 000 m<sup>3</sup>内浮顶油罐为例, 设计基本参数见表1。

表1 设计基本参数

设计基本参数	数值	设计基本参数	数值
储液密度 $\rho / \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	745.4	地震影响系数	0.23
储罐内径 $D / \text{mm}$	38 000	特征周期/s	0.45
储罐总高 $H / \text{mm}$	19 800	场地土类别	Ⅲ类
基本风压值/Pa	400	粗糙度类别	B
基本雪压值/Pa	350	最低设计温度/ $^{\circ}\text{C}$	-19
抗震设防烈度/ $^{\circ}$	7	设计基本加速度	0.1 g

注: 设计地震分组为第一组

按照《立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范(GB 50341—2003)》, 罐壁计算厚度公式  $t_d = [4.9D(H - 0.3)\rho] / \{[\sigma]_d\phi\}$  及相关抗震及抗风计算, 其中腐蚀余量取1 mm, 可得顶圈壁板, 材质为Q235B, 设计壁厚为3.759 mm, 名义厚度取8 mm, 宽度为1 980 mm。罐顶与罐壁板相连接处的边锥板, 按照自支撑式拱顶的有效抗拉截面积校核公式  $A \geq 4.6DR_2$ <sup>[2]</sup>计算。式中  $A$  为固定顶罐罐顶与罐壁连接处有效截面积( $\text{mm}^2$ );  $R_2$  为罐顶与罐壁连接处顶板到罐中心线的垂直距离( $\text{mm}$ )。经计算可得, 材质为Q345R, 边锥板最小长度为300 mm, 厚度为20 mm, 罐壁有效截面积及边锥板有效面积之和为6 767.3  $\text{mm}^2$ 。

当设计外载荷  $> 2.2 \text{ kPa}$  时, 需要的有效截面积应按计算值乘以设计外载荷除以2.2, 有效截面积的计算, 采用《立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范》的规定, 在有效面积上, 当承受外载时为拉应力, 承受内载荷时为压应力。 (下转第53页)

