

四立柱式平板硫化机拉耳处应力分析及结构改进

孟兆明, 李 杰, 代博兴

(青岛科技大学 机电工程学院, 山东 青岛 266061)

摘要:传统四立柱式平板硫化机底座采用铸铁材料铸造,底座拉耳处通常采用翻砂口下置式结构,因材料分布不合理、底座拉耳抗拉能力较低,导致出现底座拉耳处断裂的现象。通过常规应力分析与 ANSYS 建模分析,对比下置式与上置式翻砂口底座拉耳处应力分布规律。结果表明,充分利用铸铁的抗拉能力远小于抗压能力这一特性,将拉耳处翻砂口改为上置式结构,能够有效地改善底座拉耳的受力,防止底座在拉耳处断裂。

关键词:平板硫化机;底座;底座拉耳;ANSYS 分析;翻砂口

中图分类号:TQ330.4⁺7 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-890(2015)10-0618-04

四立柱式平板硫化机常用于加工橡胶、塑料制品,在橡塑行业得到广泛应用。目前,四立柱式平板硫化机(如图 1 所示)底座多采用铸铁材料铸造,底座拉耳处通常采用翻砂口下置式结构^[1],受拉位置材料分布少,由于结构设计不合理,导致使用中经常出现断裂现象。

针对这一问题,本研究通过常规应力分析^[2]和 ANSYS 建模分析^[3],分别采用下置式和上置式底座拉耳处翻砂口,分析底座拉耳处应力分布的规律,找出底座拉耳处断裂原因,对拉耳处翻砂口位置进行优化设计,以防止断裂现象的发生。

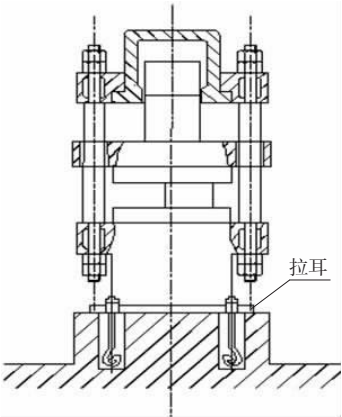


图 1 立柱式平板硫化机结构示意图

1 传统设计存在的问题

在传统设计中,四立柱式平板硫化机的底座

拉耳处通常采用下置式翻砂口,如图 2 所示。下置式翻砂口结构设计存在如下问题:在使用过程中平板硫化机立柱承受拉力,底座拉耳处下部受拉应力、上部受压应力作用。处于工作状态时,平板硫化机底座拉耳受拉部位材料分布较少,受压部位材料分布较多,因其主要应用材料为铸铁,而铸铁材料的抗压能力远远大于抗拉能力,造成材料分布不合理,从而容易导致平板硫化机底座在拉耳处断裂^[4]。

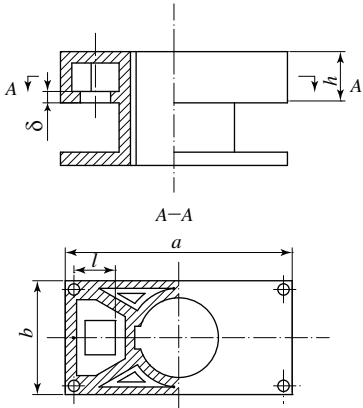


图 2 传统底座结构示意图

2 改进设计

针对传统设计中四立柱式平板硫化机底座拉耳处翻砂口位置不合理,将底座拉耳处铸造结构的翻砂口改为上置式,充分利用铸铁材料抗压能力远远大于抗拉能力的特点;针对翻砂口上置式结构可能影响底座平面的美观度需求,结构设计

作者简介:孟兆明(1957—),男,山东莱芜人,青岛科技大学教授,硕士,主要从事教学和科研工作。

采用马口铁封闭翻砂口的措施。改进后的立柱式平板硫化机拉耳处翻砂口上置式结构如图 3 所示。

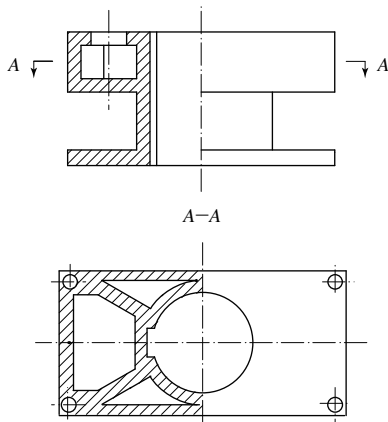


图 3 改进后铸铁底座结构示意图

3 底座拉耳危险点常规应力分析

如图 2 所示,翻砂口下置式四立柱平板硫化机底座的受力力学模型简化为受载荷作用的悬臂短梁,底座拉耳危险截面、危险点为 A-A 断面位置的下底端,此处弯矩较大,翻砂口下置导致抗弯能力最薄弱。由于底座采用铸铁材料制造,根据最大拉伸强度理论,略去纵向的剪切应力 τ 校核(如果悬臂很短,还将独立校核剪切应力,须满足条件: $\tau_{\max} \leq [\tau]$, $[\tau]$ 为许用剪切应力)。翻砂口下置式底座拉耳危险截面断面形状如图 4 所示。翻砂口上置式底座拉耳危险截面断面形状如图 5 所示。理想状态下无翻砂口底座拉耳危险截面断面形状如图 6 所示。

危险点 A-A 断面位置的下底端最大应力 $\sigma_{\max}$ 为

$$\sigma_{\max} = \frac{My}{I} = \frac{KFl y}{2I} \quad (1)$$

式中 M ——危险截面弯矩;

y ——截面下底端到中性轴的距离;

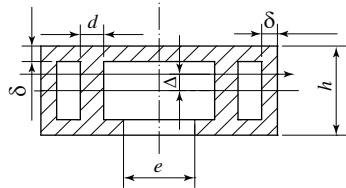
I ——危险截面对中性轴的惯性矩;

K ——载荷系数;

F ——硫化机最大工作载荷;

l ——作用载荷至危险截面的力臂。

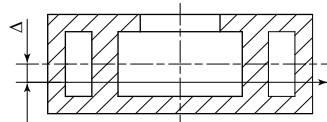
A-A 断面位置下底端强度条件为 $\sigma_{\max} \leq [\sigma]$, $[\sigma]$ 为材料许用应力。



箭头线为截面中性层位置; δ —底座铸造壁厚,依据铸造等壁厚原则,有 $d \approx \delta$; h —底座厚; e —翻砂口开口尺寸;

Δ —有无翻砂口时中性层偏离距离。

图 4 翻砂口下置式 A-A 断面几何示意



注同图 4。

图 5 翻砂口上置式 A-A 断面几何示意

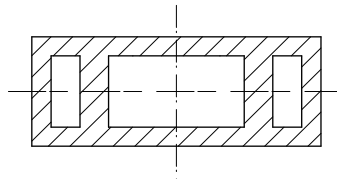


图 6 无翻砂口 A-A 断面几何示意

针对图 4~6 不同结构, A-A 断面弯曲应力计算如下。

(1)理想状态下、底座无翻砂口,断面下底端最大弯曲应力为

$$\sigma_{\max 1} = \frac{My_1}{I_1} = \frac{KFl y_1}{2I_1} \quad (2)$$

$$y_1 = \frac{h}{2} \quad (3)$$

$$I_1 = \frac{bh^3 - (b-4\delta)(h-2\delta)^3}{12} \quad (4)$$

(2)底座翻砂口下置, A-A 断面下底端最大弯曲应力为

$$\sigma_{\max 2} = \frac{My_2}{I} = \frac{KFl y_2}{2I} \quad (5)$$

$$\Delta = \frac{e(h-\delta)}{2(2b+4h-8\delta-e)} \quad (6)$$

$$y_2 = \frac{h}{2} + \Delta \quad (7)$$

$$I = \frac{bh^3 - (b-4\delta)(h-2\delta)^3}{12} + 2(8\delta-2h-b) \cdot$$

$$\delta \Delta^2 - \frac{(h+2\Delta)^3 - (h-2\delta+2\Delta)^3}{24} \cdot e \quad (8)$$

(3)底座翻砂口上置, A-A 断面下底端最大

弯曲应力为

$$\sigma_{\max 3} = \frac{My_3}{I} = \frac{KFl y_3}{2I} \quad (9)$$

$$y_3 = \frac{h}{2} - \Delta \quad (10)$$

比较公式(4)和(8),有 $I_1 \approx I$;

比较公式(3),(7)和(10),有 $y_2 > y_1 > y_3$;

比较公式(2),(5)和(9),有

$$\sigma_{\max 2} > \sigma_{\max 1} > \sigma_{\max 3} \circ$$

综上所述,得出如下结论:图2所示翻砂口下置式结构,A-A截面底端位置处的弯曲应力最大,铸铁材料的抗拉能力又弱,底座拉耳容易被拉断;图3所示翻砂口上置式,A-A截面底端位置处的弯曲应力相对最小,底座拉耳不易被拉断,这与工程实际相吻合。

对于底座翻砂口上置式结构,虽然A-A截面上端位置处分布的材料少,压应力相对比较大,但是由于铸铁材料的抗压能力远远大于抗拉能力,因此A-A截面上端不会产生破坏。

4 底座拉耳危险位置 ANSYS 软件应力分析

采用 ANSYS 软件分别对下置式翻砂口和上置式翻砂口两种情况进行建模和应力分析。

4.1 翻砂口下置式结构

对图2所示的底座拉耳进行 ANSYS 建模,建造的简化模型如图7所示,右端面与A-A断面固定连接,左端两个螺栓处受集中载荷拉伸作用,形成悬臂弯曲。对简化模型进行应力分析,得到的A-A断面的模拟应力分布如图8所示,清晰可见最大应力就在翻砂口开口处,加之该处的材料抗拉能力弱,该处容易被拉断。

4.2 翻砂口上置式结构

将图3的底座拉耳进行 ANSYS 建模,建造的简化模型如图9所示,右端面与A-A断面之间

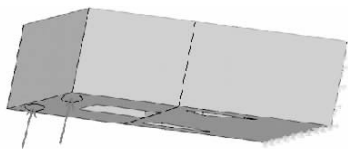


图7 下置式底座拉耳的简化模型

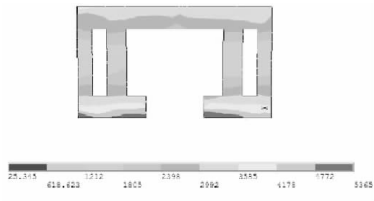


图8 下置式A-A断面的应力分布

固定连接,左端两个螺栓处受集中载荷拉伸作用,形成悬臂弯曲。对简化模型进行应力分析,得到的A-A断面的模拟应力分布如图10所示,可以清晰地看到断面的下端应力值并不大,断面的下端不是危险点,该处不容易被拉断。

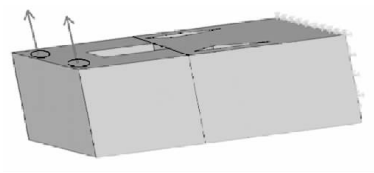


图9 上置式底座拉耳的简化模型

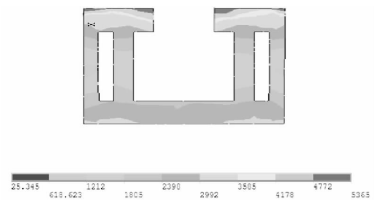


图10 上置式A-A断面的应力分布

4.3 两种结构对比

从图8可以看出:底座模型的上部所受的应力较小,但是铸铁材料的许用压应力值 $[\sigma]$ 却很大,材料没有得到充分利用;下部翻砂口周围的应力较大,但是铸铁材料的许用拉应力值 $[\sigma]$ 却很小。这表明下置式结构设计不合理。从图10可以看出模型的上部翻砂口周围的应力较大,铸铁材料的许用压应力值 $[\sigma]$ 也大;底座下部铸铁材料的许用拉应力值 $[\sigma]$ 较小,但是对应的拉伸应力也较小。这表明上置式结构设计合理。将上述设计理论应用于工程实际,对某平板硫化机企业的产品进行了结构改进^[5],仅仅将平板硫化机底座的翻砂口由下置式改为上置式,就很好地避免了硫化机底座经常被拉断的现象,收到了极佳的效果。

5 结论

(1)传统四立柱式平板硫化机底座采用铸铁材料,底座拉耳处采用翻砂口下置式设计,材料分布不合理,结构设计不妥当,底座拉耳易被拉断。

(2)底座拉耳处采用翻砂口上置式设计,能提高材料利用率,提高抗拉能力和承载能力,有效地避免底座拉耳的断裂。

(3)底座拉耳处翻砂口采用上置式,将翻砂口用马口铁封闭,能有效美化外观。

参考文献:

- [1] 马占兴,何月梅. 橡胶机械设计[M]. 北京:化学工业出版社, 1984:6.
- [2] 刘鸿文. 材料力学(I)[M]. 4 版. 北京:高等教育出版社, 2004:1-142.
- [3] 邢静忠. ANSYS 应用实例与分析[M]. 北京:科学出版社, 2006:114-119.
- [4] 施阳,滕跃宇,付振海. XLB-1800×6000×1 平板硫化机设计[J]. 橡塑技术与装备,2014,40(5):40-45.
- [5] 白好胜. 平板硫化机的最新进展[J]. 世界橡胶工业,2006,33(11):21-29.

收稿日期:2015-04-30

Stress Analysis and Structure Improvement of Pull Ring of Four Pillar Plate Vulcanizing Machine

MENG Zhao-ming, LI Jie, DAI Bo-Xing
(Qingdao University of Science and Technology, Qingdao 266061, China)

Abstract: The base of traditional four pillar plate vulcanizing machine was made from cast iron and the pull ring was usually formed under the level of casting gate entry point. Due to the improper distribution of material, the tensile strength of pull ring was low, which resulted in easy fracture of pull ring. In this study, the stress distribution of pull ring was analyzed through conventional stress analysis and ANSYS modeling analysis, considering the cases that pull ring position was under and above the level of gate. The analysis results showed that since the tensile strength of the cast iron was much lower than the compression strength, when the pull ring was formed above the level of the gate, the stress distribution of pull ring was improved and the easy fracture was prevented.

Key words: plate vulcanizing machine; base; pull ring; ANSYS analysis; sand-cast gate

一种粉料气力输送槽

中图分类号:TQ330.4+3 文献标志码:D

由芜湖万向新元环保科技有限公司申请的专利(公开号 CN 103612911A, 公开日期 2014-03-05)“一种粉料气力输送槽”,涉及的粉料气力输送槽的粉料腔左上方设有进料口、下方设有过滤板,进料口处设有进料阀门,过滤板下方设有压缩气腔,压缩气腔下方设有压缩空气输送管。通过倾斜状的输送槽,粉料从高处经过进料阀门进入内壁有橡胶内衬的粉料腔,通过底部的压缩空气进行输送。此外,粉料腔内设有填充量传感器,粉料填充量较大时,传感器便会通过进料阀门控制粉料的输送速度,从而保证粉料的顺利输送。装置底端的可伸缩支架可以调节整个装置的倾斜角度,能够根据粉料的性质调整倾斜角度。

(本刊编辑部 赵 敏)

一种绝缘耐油密封垫材料及其制备方法

中图分类号:TQ336.4+2;TQ333.7 文献标志码:D

由铜陵市肆得科技有限责任公司申请的专利(公开号 CN 103613801A, 公开日期 2014-03-05)“一种绝缘耐油密封垫材料及其制备方法”,涉及的密封垫配方为:丁腈橡胶(牌号 N41) 85~90,活性氯型丙烯酸酯橡胶 10~15,沉淀法白炭黑 24~28,炭黑 N330 26~30,海泡石粉 12~15,改性凹凸棒土 10~12,四丁基溴化铵 2~5,氧化镁 3~4,氧化钇 3~4,硅烷偶联剂 KH-550 1~2,防老剂 OD 1~2,防老剂 ODA 1~2,2-巯基苯并咪唑 1~2,促进剂 DM 3~4。该配方添加了改性凹凸棒土,改善了胶料的工艺性能。该发明配方合理,工艺简单,产品具有良好的绝缘以及耐油性能。

(本刊编辑部 赵 敏)