

船闸反弧门联门轴拆装工装设计及强度分析

杜超, 马武杰, 谭勇

(长江三峡通航管理局, 湖北 宜昌 443002)

摘要: 为解决某大型高水头船闸反弧门联门轴拆装困难, 通过查阅反弧门图纸、实地勘测及合理结构选择, 设计出一款船闸反弧门联门轴拆装专用工装, 并通过有限元计算结果进行强度核算。最后, 将所设计校核的联门轴拆装专用工装用于大型高水头船闸反弧门, 工装提高了联门轴拆卸效率并保障了安全。

关键词: 船闸检修; 工装设计; 强度分析; 工程应用

中图分类号: U641 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2021) 09—0109—03

大型高水头船闸闸室充泄水是通过输水廊道来进行的, 而输水廊道的开关控制主要由两侧的反向弧形门来实现, 反弧门的动力是依靠液压油缸。液压油缸带动吊杆组、吊杆组通过联门轴将力传递给反弧门使其完成开关门动作^[1]。

在反弧门开关门运行系统中, 联门轴是其中易损部件, 在联门轴的换损过程中, 常常会遇到拆卸困难, 这给船闸检修工作增添了许多麻烦^[2]。本文设计的反弧门联门轴拆装工装能较好地解决目前存在的拆卸问题。

1 反弧门联门轴拆装工装结构设计

通过前期的实地尺寸测量和反弧门耳板图纸数据对比, 设计了如图 1、图 2 所示销轴式反弧门联门轴拆装工装。

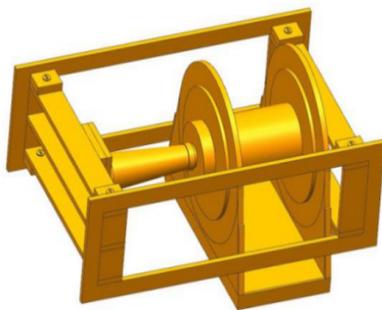


图 1 反弧门联门轴拆卸工装图

反弧门联门轴拆卸工装由五部分组成, 分别为左右支撑板、前后支撑板和 16t 机械千斤顶。通过查阅图纸资料及现场测量可知: 16t 机械千斤顶顶高为 385mm, 吊耳宽为 406mm, 联门轴直径为 220mm、长为 500mm, 构件 1、构件 2 为截面 150mm × 20mm 的板钢, 前后支撑板为截面 100mm × 20mm 的板钢。吊耳长约为 740mm, 故工装宽度为 740mm。故拆卸工装内径总长为

$385+406+(500-406)/2=838\text{mm}$, 设计尺寸为 890mm, 承压板厚度为 52mm。

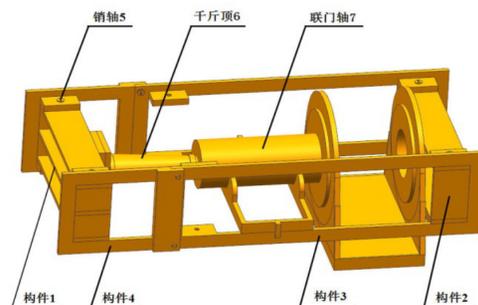


图 2 反弧门联门轴回装工装图

反弧门联门轴回装工装在拆卸工装的基础上增加一块长度方向板和一个销轴托架, 此时回装工装内径总长为 $385+406+500=1291\text{mm}$, 设计尺寸为 1343mm, 承压板厚度为 52mm。

2 联门轴拆卸工装有限元强度分析

2.1 模型建立及前处理

对于联门轴拆卸工装, 在三维软件 ANSYS 中建立其模型, 并建立实际工作情况的吊耳与之装配^[3]。装配完成后, 得到的三维实体模型如图 3 所示:

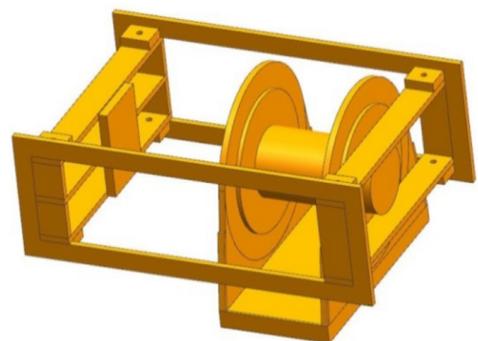


图 3 销轴式固定工装三维实体模型图

将三维实体模型导入 ANSYS 中, 采用 solid187 单元进行四面体网格划分, 工装材料选用 Q235 号钢材, Q235 号钢材料特性参照 GB/T 700-2006 如表 1 所示:

表 1 Q235 钢的力学性能

材料	密度 /kg·m ⁻³	弹性模量 /GPa	抗拉强度 /MPa	屈服强度 /MPa
Q235	7830	210	375	235

在 ANSYS 软件中将工装和吊耳各部分 glue, 随后再对各个体进行网格划分, 得到整体有限元模型如图 4 所示, 其中, 单元数为 176163 个, 节点数为 295951 个。

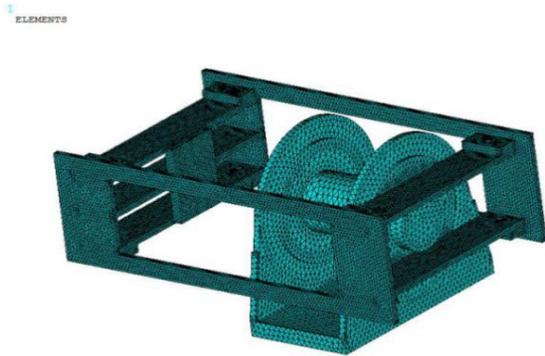


图 4 整体有限元模型图

2.2 工装有限元分析边界条件

实际工作过程中, 将千斤顶放在承力板上, 将吊耳中间的轴顶出去。故可施加如下边界条件: ①在工装与千斤顶接触面上所有节点施加水平向左的 16t 的力; ②工装与吊耳所有体进行 glue; ③吊耳底板底面节点施加全约束。图 5 给出了工装有限元分析的边界条件:

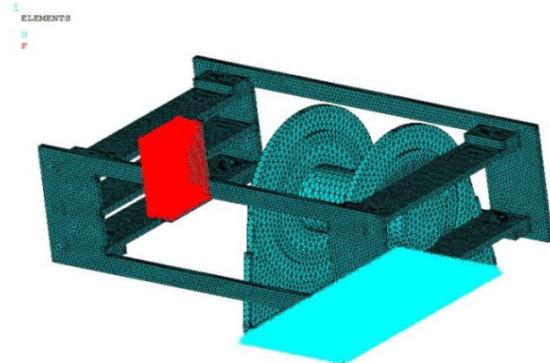


图 5 工装工作时边界条件

2.3 联门轴工装有限元结果分析

图 6 给出了联门轴工装的整体等效应力云图, 图 7 给出了联门轴工装的整体综合位移云图。由图可知, 整体等效应力的最大值为 570MPa, 出现在吊耳与工装接触的位置, 表现为应力集中, 其他地方的最大应力在 187MPa 左右; 整体综合位移最大值为 1.212mm, 出现在与千斤顶接触的构件 1 上。

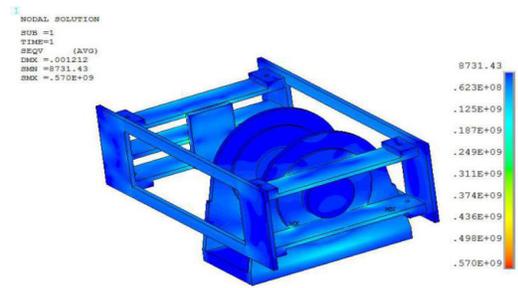


图 6 联门轴工装整体应力分布图

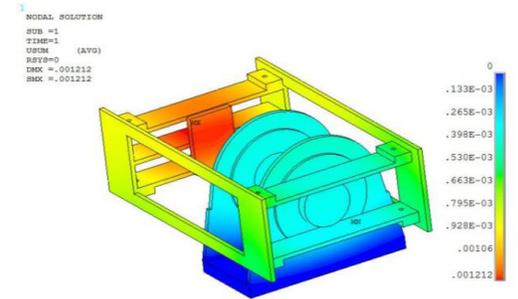


图 7 联门轴工装整体综合位移云图

图 8 给出了联门轴工装等效应力云图, 图 9 给出了联门轴工装综合位移云图。由图可知, 工装等效应力的最大值为 433MPa, 出现在与支撑板接触的中间杆的位置, 表现为应力集中, 其他地方的最大应力在 190MPa 左右; 整体综合位移最大值为 1.212mm, 出现在与支撑板相连的中间杆上。

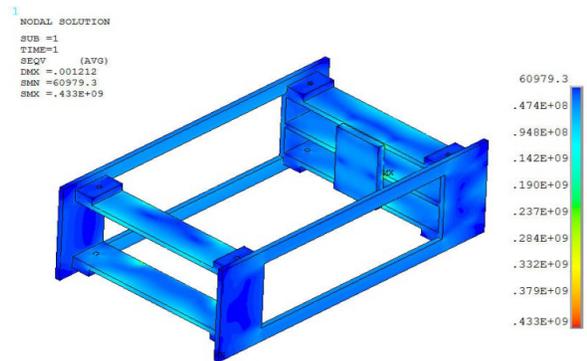


图 8 联门轴工装应力分布图

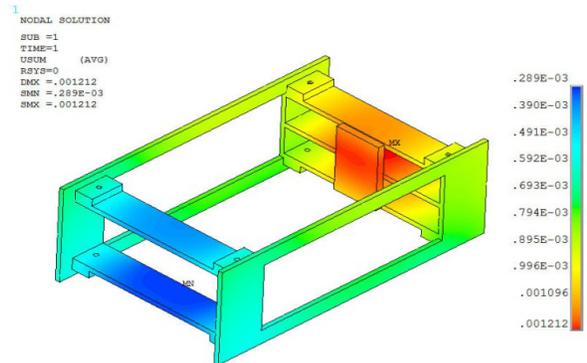


图 9 联门轴工装位移分布图

图 10 给出了吊耳等效力云图, 图 11 给出了吊耳综合位移云图。由图可知, 吊耳等效力最大值为 302MPa, 出现在吊耳与工装接触的边缘位置, 表现为应力集中, 其他地方的最大应力在 100MPa 左右; 吊耳位移最大值为 0.426mm, 出现在吊耳右侧顶部。

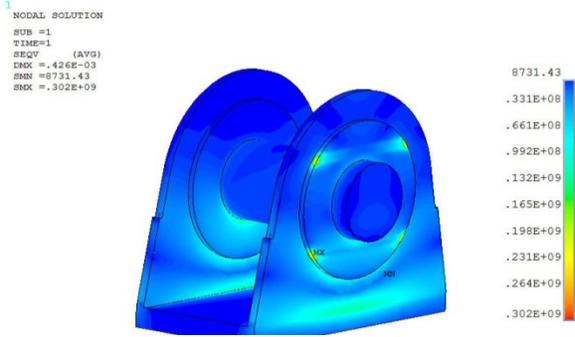


图 10 联门轴工装销轴应力分布图

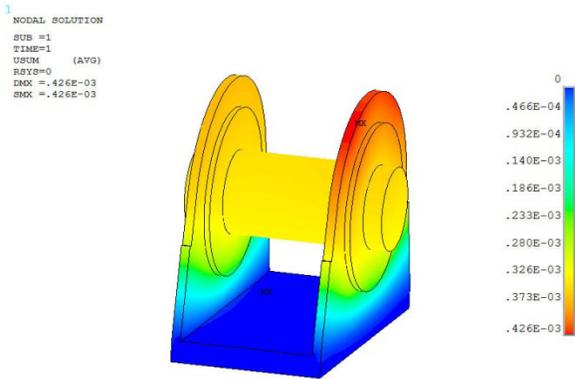


图 11 联门轴工装销轴位移分布图

应力集中是由于接触面积过小导致局部应力过大, 只出现在受力的一瞬间, 这种现象会随着工件材料的弹性变形进而受力均匀得到解决。以上分析可知, 工装和吊耳上的最大应力均在 190MPa 左右, 小于材料许用应力, 且与理论计算值相符; 工装和吊耳上的最大位移为 1.212mm, 为弹性形变, 不影响工装使用。

3 联门轴拆卸工装工程应用

将设计出的船闸反弧门联门轴拆卸工装应用于某大型船闸反弧门联门轴拆卸, 效果良好, 仅用了不到半小时就将反弧门联门轴取了出来, 安全性和时效性均得到提高。如图 12 所示。

4 结论

通过对船闸反弧门联门轴拆装工装设计研究、强度校核及实际应用, 可以得到如下结论:



图 12 某大型船闸反弧门联门轴拆卸

(1) 综合考虑反弧门检修场地尺寸、吊耳及千斤顶实际尺寸设计了满足实际需要的联门轴拆装工装。

(2) 采用材料力学理论计算工装各部分强度, 利用有限元软件 ANSYS 对工装强度进行仿真分析, 其结果与理论计算吻合良好。

(3) 实际应用了所设计校核的联门轴拆卸工装, 提高了联门轴拆卸效率并保障了安全, 满足了船闸检修实际需求。

参考文献:

- [1] 高雄. 葛洲坝船闸计划性大修实践 [J]. 水运工程, 2001(5): 5-9.
- [2] 长江三峡通航管理局. 船闸检修技术规程: JTS 320-3-2013[S]. 北京: 人民交通出版社, 2013.
- [3] 李万全. ANSYS 14.5 机械与结构分析实例详解 [M]. 机械工业出版社, 2014.

