

# 一艘 2200 吨起重船主起重机的设计

曹辉, 周成秀

(招商局重工(深圳)有限公司, 广东深圳 518054)

**摘要:** 共用主船体和机械设备的条件下, 设计出两种类型的起重船, 满足相应的工作环境和工程内容; 针对不同的工况, 可实现两种类型起重船的转换, 能够节约成本并实现经济效益最大化。

**关键词:** 起重船; L 臂架; 直臂架; 铰座; 绞车

**中图分类号:** U674.35 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 02—0101—02

## 1 前言

澳氹第四条跨海大桥建设工程, 钢箱梁等大型桥体构件的吊装需要起重船进行施工作业。针对此型吊装施工任务, 需根据桥梁的具体设计建造方案、环境条件等确定吊装作业要求, 开发出一型 L 臂架起重船(图 1), 以符合澳氹大桥建造项目; 并可在澳氹项目结束后, 酌情改造为适合风电安装等近海作业的直臂架起重船(图 2), 可最大程度利用船体拓展业务市场, 更好地发挥其经济性。

澳氹项目钢箱梁最大重量为 2000t, 考虑工装和索具重量, 并略有裕度, 拟定最大起重能力为 2200t。该船需要相对长期在一个作业现场进行施工, 不需远距离自航能力, 但需要现场移位能力和锚泊定位能力。考虑该起重船的功能需求和经济性, 选用变幅桁架式起重机。

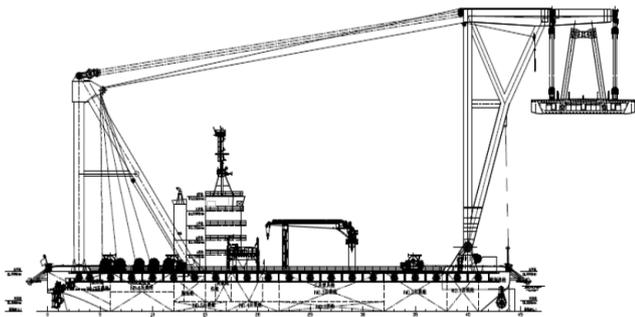


图 1 L 臂架起重船

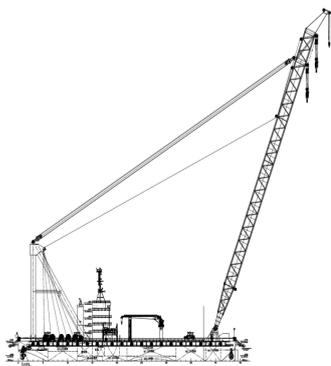


图 2 直臂架起重船

## 2 L 臂架 2200 吨起重船的主要结构及绞车配置

起重船主要结构件包括 L 臂架、人字架、臂架铰座等。

起重船人字架采用焊接性能良好的 355Mpa 级高强度钢材, 优化结构设计, 有效减轻起重船自重。

人字架与船体采用焊接连接, 拉杆距离船艏 7.5m, 与船体焊接的人字架支腿左右间距 24m, 前后距离 27.5m。人字架总成(含主结构、滑轮组、梯子平台等)自重不超过 780 吨。

单个 L 臂架采用箱形桁架结构形式, 主材料采用 Q690 材料。单个 L 型臂架通过 2 个铰点与臂架铰座铰接, 铰点距离船艏 10m, 距离主甲板面高度 5m, 铰点左右间距 15m。铰点销轴采用锻件, 铰轴与轴套间需配备滑动轴承。

臂架铰座与船体采用焊接连接, 主材料采用焊接性能良好的 355Mpa 级高强度钢材; 与船体焊接后, 需机加工保证四个铰座孔的同轴度及位置度, 确保满足安装要求; 四个臂架铰座结构总重量不超过 300 吨。

L 型臂架构件外型美观, 线条流畅, 受力明确。单个 L 型臂架总成(含主结构、滑轮组、梯子平台等)自重不超过 870 吨。

另外, 该船还配有 4 套主钩起升绞车, 每个 L 型臂架配备 2 套主钩起升绞车; 4 套变幅绞车, 每个 L 型臂架配备 2 套变幅绞车; 2 套索具钩绞车以及 2 套稳货绞车; 2 套副钩起升绞车(直臂架时使用), 每个臂架配备 1 套副钩起升绞车。

每套主钩起升绞车由一个变频调速电机驱动, 电机通过内藏式行星减速箱驱动一个单联卷筒组成, 然后通过钢丝绳缠绕, 连接动、定滑轮组, 进行吊钩作业; 卷筒为筒式多层缠绕卷筒; 绞车高速轴设置常闭式盘式制动器, 低速端设置低速制动器。在出现卷筒超速、非

正常断电等意外时,所有制动器立即制动;主起升速度采用交流变频无级调速,可实现空钩和轻载时的恒功率快速起升;主起升机构吊钩分别设有高度行程限位装置,并可在接近极限行程位置时自动限速;主起升机构设有起升载荷限制器,误差小于5%额定载荷。正常作业时载荷达90%额定载荷时声光警示,载荷达105%额定载荷时声光报警并起升作业自动进入只降不升状态。

每套变幅机构由变频电机通过内藏式行星减速箱驱动一个单联卷筒组成,再由钢丝绳缠绕牵引臂架进行变幅作业;卷筒为筒式多层缠绕卷筒;机构高速轴设置常闭式盘式制动器,低速端设置低速制动器;机构的低速端设有棘轮、棘爪装置;变幅机构设有机械角度显示器和数字显示角度指示,数字显示在司机室能使驾驶员清晰看见;机械角度显示器精度1度,数显角度指示器精度0.1度;钢丝绳绕绳静态、动态时都不得直接摩擦主要承载钢结构件;变幅钢丝选用要考虑臂架能够放下的强度和长度。

主甲板人字架区域设置2套索具钩绞车,每个L型臂架配备1套索具钩绞车;起升速度采用交流变频无级调速,可实现空钩时的恒功率快速起升;索具起升机构由一台变频电机连接联轴节经减速器驱动卷筒,用单根钢丝绳连接吊索进行作业;高速轴装有可靠的盘式制动器。

在L型臂架前端设置2个稳货绞车,每个L型臂架配备1套稳货绞车。

每套副钩起升绞车由一个变频调速电机驱动,电机通过内藏式行星减速箱驱动一个单联卷筒组成,然后通过钢丝绳缠绕,连接动、定滑轮组,进行吊钩作业。

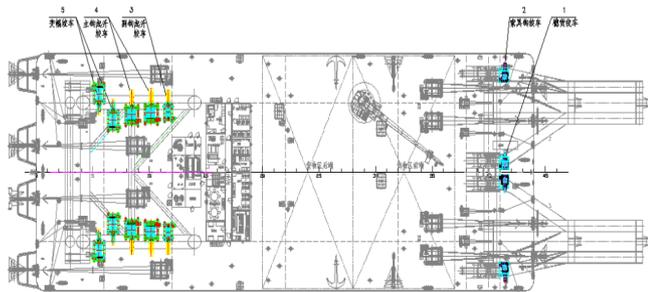


图3 起重机绞车布置图

### 3 2200吨直臂架起重机的改造

L型臂架起重机在完成澳丞大桥施工后,可改造为2200吨变幅直臂架式起重机,除满足变幅直臂架式起

重船的基本功能外,还要满足其他桥梁、海上风机基础单桩起吊及施打等作业。

改造只涉及起重机作业系统,包括:更换臂架,增设主钩的钩头、副钩、导向滑轮,更换绞车钢丝绳,控制系统进行适应性改造。其中,一期时副钩绞车已预先安装。

改造时船上所有设备布置均不需改动,只需拆除L型臂架及其上面的所有钩头装置即可,原L型臂架上的钩头滑轮组继续使用。拆除L型臂架后,安装直臂架。直臂架采用桁架结构形式,主弦管材料采用Q690或同等级别材料,单个直臂架总成(含主结构、梯子平台等)自重不超过710吨。

## 4 结论

(1) 根据特定工程项目,定制一艘起重船,打造最适合工作环境下的高性能船舶。

(2) 特定项目结束后,对现有起重船进行改造,以达到经济效益最大化。

(3) 两种类型起重船共用主船体和机械设备的的设计是可行的。

(4) 两型起重船的转换改造简单可靠,可节省大量时间和人力。

## 参考文献:

- [1] 朱万忠. 大型起重船臂架制作的质量控制 [J]. 内燃机与配件, 2018(06):112-114. DOI:10.19475/j.cnki.issn1674-957x.2018.06.058.
- [2] 李朝阳, 姚海, 于蓓莉. 重型全回转起重船: 海洋资源开发利器 [J]. 上海信息化, 2017(12):28-30.
- [3] 朱武华, 史虎彬. 港珠澳大桥超长大节段钢箱梁双船抬吊施工技术 [J]. 中国港湾建设, 2017, 37(09):78-80.
- [4] 许璠璠, 夏利娟, 李朝阳. 12000吨自航全回转起重船强度分析和评估 [J]. 船舶工程, 2015, 37(12):5-8. DOI:10.13788/j.cnki.cbgc.2015.12.005.
- [5] 韩海林, 宋健. 1600t起重船设计 [J]. 江苏船舶, 2009, 26(06):5-8. DOI:10.19646/j.cnki.32-1230.2009.06.002.