

探析卸船机大梁拱度放样及制造

陈小平

(上海振华港机重工有限公司 上海 201913)

摘要:随着我国进出口贸易的高速发展,码头装卸工作受到了格外重视。保持较高的码头装卸效率,能够大大提高港口自身的吞吐量,这对于提高港口经济效益有着直接作用。卸船机是港口装卸工作的重要设备,不同的卸船机应用于不同货物的装卸作业。卸船机分类众多,目前主要包括抓斗式卸船机、臂架式卸船机、连续式卸船机等。目前桥式抓斗卸船机在各大港口船载货物装卸工作中有着广泛的应用。不同卸船机,其所属的装备种类不同,本文将要研究的桥式抓斗卸船机,属于港口起重机范畴,而连续卸船机则隶属于装卸机范围之内。桥式抓斗卸船机大梁,包括前大梁和后大梁两部分,而该类卸船机在大梁设计及制造过程中,要注意因自身重力和小车造成的向下挠度,为避免小车在运行过程中受向下挠度影响,出现下滑或运行阻力增加的情况,因此必须对大梁进行相应的拱度设计。

关键词:桥式抓斗卸船机;大梁;拱度设计;放样及制造

0 引言

桥式抓斗卸船机是当前港口船舶货物装卸工作中常用的大型起重设备,其对于港口贸易发展有重要影响。桥式抓斗卸船机,在设计制造过程中需要重视大梁拱度,由于其大梁长度相对较长,其自身自重相对较大,而且小车在大梁上运行的过程中,货物、小车的重力也会在大梁产生较大的应力影响,如将大梁设计为完全平直的形态,则随着其作业时间的不断增长,大梁会因向下作用力而出现弹性形变,进而产生向下挠度,如此一来,小车在大梁上运行的过程中,不仅会面临更大的运行阻力而且还可能出现滑车等一系列安全风险问题,因此桥式抓斗卸船机大梁设计制造过程中需重视设计向上的拱度来与之平衡,这也是此类型卸船机设计制造中的重要内容。本文将针对大梁拱度放样和大梁制造相关内容进行详细介绍。

1 设备简介

本文分析的桥式抓斗卸船机是一种典型的钢结构大载荷卸船机。设备本身有钢结构、机械结构、机械零件电气系统和控制系统等组成。本文所研究的大梁就属于钢结构范畴。钢结构包括大梁结构、门框结构、拉杆系统、撑杆系统和各种支架等。该设备在运行过程中大车部分行进至与船头平齐,释放抓斗小车,通过钢绳绕轴的方式来完成船内货物的装卸作业。从设备整体工作运行状态来看,桥式抓斗卸船机不仅具有结构简单可靠的特点,同时其还具有可连续工作、可重载作业等优势。根据大量港口桥式抓斗卸船机实际作业情况来看,该类型卸船机日常故障率低,维修费用相对较低,满足较大的货物装卸需求。目前来看,多数有一定规模的码头都配备了桥式抓斗卸船机,在其较快的工作效率下船舶占位率相对较低,工作运行效率较高。图1所示为桥式抓斗卸船机钢结构部分。

2 桥式抓斗卸船机大梁拱度设计

桥式抓斗卸船机大梁拱度设计需要考虑的相关因素比



图1 桥式抓斗卸船机钢结构部分

较多,而且根据国家现行标准,其在拱度设计过程中需要执行的设计标准和规范也比较多,因此在拱度设计过程中要加强设计进度,做好相应的计算工作。对于桥式抓斗卸船机而言,小车在大梁上运行的过程中由于小车本身有一定重量,加上大梁自身重力影响和装卸的货物重力影响会导致大梁在一定程度上出现下挠的问题,而此时大梁整体呈现出下拱的形态,在这样的形态下,小车在前后运行过程中,容易出现运行阻力增加和滑车的情况,因此在大梁设计制造过程中要让大梁有一定的上拱,如此一来卸船机在运行过程中因弹性形变而出现下挠,此时上拱幅度与下挠之间恰好相抵,小车在运行过程中不会出现阻力增加或滑溜车等情况。根据我国起重机设计规范,GB T3811-2008 标准要求,梁中心上拱值计算公式为 $F = (0.9-1.4) L/1000$ 。悬臂梁由于其两端在整体受力过程中呈现自由上拱的情况,因此悬臂两端上拱值的计算公式为 $F_{\text{梁}} = (0.9-1.4) L/350$ 。图2为后大梁拱度示意图。

3 形成上拱的具体形式

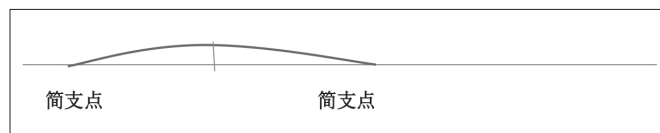


图2 后大梁拱度示意图

3.1 焊缝收缩应力成拱法

焊缝的收缩应力能够在一定程度上改变大梁拱度,根据这一特点控制好相应的焊缝即可有效控制大梁上拱或下拱。由于需要形成一定的上拱,因此在拱度调整过程中,可以增加梁下弦的焊缝,另外还可以通过有效调整腹板和上下翼缘板之间的焊缝焊接顺序,来使大梁向上成拱。还有一些单位采用增焊板条的方式来制造上拱,具体方法为在大梁下翼缘增焊一定数量的板条。想要利用焊缝收缩应力来制造上拱,就要从大梁下弦进行考虑,当大梁下弦焊缝收缩应力增加,则大梁会向上成拱,而焊缝收缩应力的分布情况则直接决定了大梁向上成拱的情况。利用这种方式制造上拱的过程中,要重点考虑梁的预拱度和焊接变形等情况,综合考虑上述因素并进行精确计算后方可利用焊缝的收缩应力来制造上拱。

3.2 加热成拱法

加热成拱法主要是利用金属在加热冷却后所产生的收缩应力来制造上拱,使用这种方式制造上拱需要对大梁进行较长时间的加热。首先需要制造加热带,根据大梁下翼缘与腹板之间的方向沿纵向直接使用火焰加热设备对梁下腹板处进行热处理,通过形成加热区的方式来制造上拱。根据大梁的长度不同在其下制造多个三角形加热区,在此过程中需要注意的是,不仅要重点明确三角加热区的位置,同时在三角加热区下翼缘也应进行相应的火焰加热处理。大梁上下翼缘与腹板之间有明显的应力约束,而在这种情况下对其进行处理能够在一定程度上对这种应力进行释放。温度降低,逐渐冷却后,因金属冷却而产生的收缩应力,又会直接使大梁朝向预定区域上拱。从实际情况上来看,采用火焰加热法来制造上拱优势在于技术难度相对较低,而其弊端也非常明显,由于上拱程度与加热时间、加热位置和加热区域大小都有直接关系,因此其制造出的上拱均匀度稍差。

3.3 腹板预制成拱法

根据当前制造上拱的种种方案来看,不论是采用焊缝收缩应力来制作上拱还是利用火焰加热法,依托于金属冷却而产生的收缩应力来制造上拱,其都存在拱度均匀性相对较差,拱度不容易得到精确控制等问题,这些方式更适合于能够承载的重量相对较小的卸船机大梁上拱制造。除此之外,完全依托于收缩应力来制造的大梁上拱随着使用年限的不断增长其收缩应力会逐渐降低,而在这种情况下随着设备的不断运行其上拱拱度下降,而此时继续进行装卸工作,将会导致大梁进一步出现下挠的情况,因此,当前在卸船机大梁拱度制造过程中,普遍采用焊接加切割的方式,使用这种方式进行上拱制造属于腹板预制上拱法,其具体操作如下,

首先需要依据拱度参数来明确拱度曲线,然后在腹板上进行拱度曲线切割,再通过焊接上下弦都带有拱度曲线的腹板来制成带有一定上拱拱度的大梁。采用这种方式制成的上拱一般不会随使用年限的增长而出现拱度下降的问题。

4 桥式抓斗卸船机大梁制作

4.1 拼板

拼板是卸船机大梁制造过程中非常重要的一步。由于大梁本身体积相对较大,因此需要进行拼接,而在拼接过程中需要注意如下几方面的内容。首先要确保拼焊过程中图纸要求相同的板厚,实际拼接时不能出现板厚有差异,当上下翼板、两侧腹板有薄厚板对接时,需要根据图纸要求开过渡斜势再对接,斜势比率一般控制为1:4。在焊接之前要对零件坡口进行测量,确保所有焊件坡口正确。而且在平板焊接过程中,一定要注意精确测量焊件规格和引弧长度。一般来讲,卸船机大梁拼板焊接过程中主要采用埋弧焊的方式进行焊接,使用二氧化碳作为保护气体。在焊接前应对所有焊件焊缝部位进行检查、清除锈迹,保障其焊接性能。注意焊缝背面焊接过程中要避免对已完成焊接点产生较大的应力影响。焊接过程中注意对其进行探伤检查,探伤检查结果必须符合国标 11345 标准,根据拼板焊接的实际需求,选择 UT 探伤或 UT 联合 RT 探伤的形式对焊接情况进行检查。图 3 所示为焊缝对接形式。

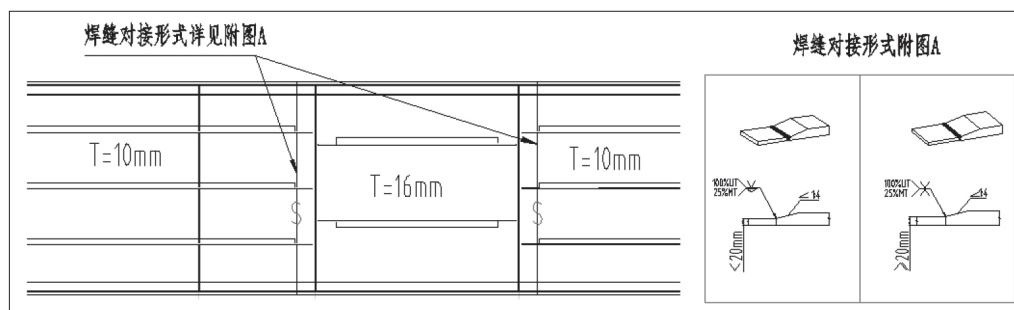


图3 焊缝对接形式

4.2 腹板预拱度放样

腹板方向工作的重点在于计算预拱度值,在分析预拱度值的过程中,不仅要考虑相应的处理方式,同时也要考虑大梁自身重力影响造成的下挠度,以及在焊接加工过程中,因焊缝收缩应力而形成的拱度。综合计算上述参数后得出预拱度放样曲线。一般来讲当放样曲线参数合理时,放样得出的三维模型将完全与最终产品一致,但如果预拱度放样曲线不足,就会导致三维模型与最终产品之间的上拱度存在一定差异,此时就必须采取加热制拱的方式来增加大梁上拱度,而后续加热所增加的拱度容易在后续使用中因应力作用下降而出现形变。一般来讲,放样拱度值应略大于设计之下的拱度值。注意大梁腹板拱度曲线放样应避免间距过小,过小的间距会导致后续加工生产难度增加。根据形成的二维图纸,分析路径剖面并最终形成相应的放样曲线。根据当前卸船机大梁整体情况来看,其放样上拱度值应进行合理控制,

(下转第 37 页)

式中: d_1 —螺栓杆光杆直径

相对刚度 $c_1/(c_1+c_2)$ 越小, 则抗疲劳强度越高。由此可见, 减小应力幅可以通过减小螺栓的刚度或增大被联接件的刚度来实现。而采用厚螺母作为副螺母可减小螺栓杆刚度和应力变化幅度, 相应提高螺栓联接强度。

4 结语

(1) 若的螺母与螺栓在螺纹联接机构中的联接位置相同, 螺距的变化差亦相同;

(2) 在螺纹联接过程中, 长度方向受到的压力的是逐渐变化的, 导致螺距的变化时间与变化量存在差异;

(3) 增加螺母有效厚度可提高其强度。但过度的厚螺母,

并不能起到持续增强的作用;

(4) 薄螺母在下, 厚螺母在上的联接方式对提高螺纹联接可靠性起到重要作用。

参考文献:

- [1] 吴广益. 双螺母防松问题的探讨 [J]. 硅谷, 2010 (14) .
- [2] 吴宗泽. 高等机械设计 [M]. 北京: 清华大学出版社, 1991.
- [3] 山本晃著, 郭可谦等译. 螺纹联接的理论与计算 [M]. 上海: 上海科学技术文献出版社, 1894.

作者简介: 张云 (1976-), 男, 汉族, 江苏徐州人, 高级工程师, 工学硕士, 研究方向: 工程机械研发。

(上接第 34 页)

一般来讲控制在 $1.5 \sim 1.7L/1000$ 之间。

4.3 大梁成型

大梁成型工作需要注意如下事项。首先, 要注意焊接工作的达标性, 在执行焊接工作时, 必须遵照国标 11345 相关标准, 对焊接后的成件进行探伤检查。注意焊接后分析 T 形钢平面度。其次, 要注意做好胎架的准备工作。胎架准备工作, 要在详细了解拱度值的基础之上进行, 要保障隔板位置能够符合设计拱度值的需求。保障胎架的隔板与大梁设计拱度值相契合。而在底板安装过程中, 则需要注意底板与胎架的配合, 在装配底板的过程中注意做好划线准备, 保障底板安装的准确性。而腹板、上盖板和隔板进行组对的过程中要注意其中的间隔和误差。以上盖板为例, 上盖板要与腹板保持一致, 同时要确保上盖板平直度, 避免使用过度的外部应力来压迫上盖板, 要使其保留一定的设计间隙。最后, 在焊接工作完毕后, 应针对焊接组件进行探伤检查, 当确保所有焊接工作完毕且探伤等级达到一级要求后, 方可完成大梁制造。

5 结语

本文针对卸船机大梁拱度放样和相应的制造工作进行了详细分析, 对设备进行了简要介绍, 同时对拱度设计及相

应的成拱方式进行了研究。根据本文所示的工作放样和制造方案所得出的卸船机大梁拱度值符合图纸设计要求, 因而可以说明本文所采用的拱度放样符合设计生产要求, 而上述内容则为卸船机大梁拱度放样和制造工作提供了思路。

参考文献:

- [1] 戚建伟, 崔丹丹. 卸船机大梁拱度放样及制造 [J]. 起重运输机械, 2019,000(001):164-166.
- [2] 刘龙, 刘永生. 基于 EDEM 对连续卸船机盘式给料装置的料流分析 [J]. 起重运输机械, 2020,552(04):82-84.
- [3] 林继钦, 张晴雯. 桥式抓斗卸船机联系横梁开裂的原因分析 [J]. 起重运输机械, 2019,000(010):105-108.
- [4] 林星铭, 秦飞, 张超, 等. 一种适应码头两侧卸船作业的桥式抓斗卸船机, CN111573519A[P]. 2020.
- [5] 程毅飞. 桥式抓斗卸船机状态监测及故障预警研究 [D]. 浙江工业大学, 2020.
- [6] 杨超. 桥式抓斗卸船机风振响应分析及控制研究 [D]. 浙江工业大学, 2019.

作者简介: 陈小平 (1973.12-), 男, 汉族, 本科, 工程师, 研究方向: 工程技术(机械制造)、港口机械数控放样与切割。