自动化码头双 40 ft 桥吊上架形式比选

金　毅，黎志勇，田晓峰
（上海国际港务（集团）股份有限公司，上海 200080）

摘要：针对自动化码头双 40 ft 桥吊上架形式选择问题，对目前主流双起升桥吊和单起升双吊具上架桥吊进行研究，通过双起升桥吊实际使用数据分析 3 种主流双 40 ft 吊具的上架系统结构、性能，确定洋山四期双 40 ft 桥吊采用单起升双吊具结构形式。

关键词：双起升桥吊；单起升双 40 ft 桥吊；单起升双 40 ft 吊具上架

中图分类号：U 652.7+2　　**文献标志码：**A　　**文章编号：**1002-4972(2016)09-0107-04

Selection of twin 40 ft spreader's headblock system in automatic container terminal

JIN Yi, LI Zhi-yong, TIAN Xiao-feng
(Shanghai International Port(Group) Co., Ltd., Shanghai 200080, China)

Abstract: Based on the selection of twin 40 ft spreader's headblock system in automatic container terminal, we study the dual hoist and single hoist type of quayside container crane(QC), and analyze the practical data of the usage of dual hoist QC, compare the structure and performance of three main headblock systems in twin 40 ft container spreader. It is preferable to use single hoist dual spreader structure in Yangshan port's twin 40 ft container QC.

Keywords: dual hoist type of quayside container crane; single hoist type of quayside twin 40 ft container crane; single hoist type of twin40 ft spreader's headblock system

20 世纪 90 年代以来，随着全球经济的复苏，国际航运市场进入了一个新的发展时期，其中集装箱运输市场发展最为迅猛。近年来，随着集装箱船舶大型化趋势的发展，对港口装卸效率提出了更高要求[1-2]。

码头装卸效率主要取决于岸边集装箱桥吊的装卸效率，多年来设备制造厂商都以提高机构运行速度来提高效率，但其提升空间已经不大，而随着双起升桥吊(两套起升机构，独立驱动，简称“双起升桥吊”)和单起升双吊具桥吊(单套起升机构，配剪式上架或可分离上架+双吊具，简称“单起升双吊具桥吊”)的诞生，为桥吊作业效率的进一步提升提供了另一条途径。目前新设计的自动化码头或在建码头采用单起升双吊具桥吊的较多，但实际使用上述方案且投产运行的码头并不多，而双起升桥吊在国内外却占有较大市场份额，特别是在洋山深水港区二、三期工程就拥有 29 台的成功应用经验。

本文从实际运用角度对双起升桥吊和单起升双吊具桥吊进行比较分析，为自动化码头桥吊双吊具形式的选型作参考。

1　双起升桥吊简介

1.1　双起升桥吊应用实例

2004 年首台可装卸 2 个 40 ft(12.2 m)或 4 个 20 ft(6.1 m)的双起升集装箱桥吊研制成功

收稿日期：2016-06-16

作者简介：金毅（1970—），男，高级工程师，从事港口设备技术管理。

(图 1)，其作业效率理论上可提升 50% ~ 60%[3]，它的诞生引起世界港口的普遍关注。2006—2010 年，阿联酋迪拜、新加坡、韩国釜山、德国汉堡、马来西亚 PTP、深圳盐田港、上海洋山港等使用数量达到 277 台[4]，其中洋山深水港区二、三期码头所配置的 42 台集装箱桥吊中就有 29 台此类型双起升桥吊，如此大规模的双起升桥吊的批量集中使用，在国内、外港口码头中还属首创，这对提高码头整体装卸效率和装卸工艺的改革起到决定性的作用，也使洋山深水港区的集装箱装卸工艺处于世界一流水平。

图 1　双起升桥吊形式

1.2　双起升桥吊效率实例

2007 年 5 月 18 日洋山二期码头在中海“泽布吕赫号”集装箱轮的装卸作业中共投入了 10 台双起升桥吊，在 7.5 h 作业过程中，共完成作业量 5 182 自然箱，船时量达 690.93 自然箱，桥吊最高台时量达 97.70 自然箱，船时量和单机最高台时量两项指标均创造了新的世界记录。至 2015 年底，洋山港双起升桥吊作业连续八次刷新集装箱装卸世界纪录(桥吊单机:135.75 TEU/h)。由此可见，双起升桥吊在作业效率提升上有着显著的优势。

1.3　双起升桥吊使用情况

虽然双起升桥吊在单首船次的作业效率可以达到较为可观的水平，但由于双起升桥吊并未普及，装船港并没有采用双吊具工艺作业，所以能适合连续使用双吊具作业的机会不多，实际使用时受到船型、配载、堆场布置、集卡资源和系统协调，以及操作对位难度大等条件限制，使得双吊具作业模式实际利用率并没有想象的那么高，还没有成为码头主要作业模式，仅是作为桥吊兼有的辅助功能或是一种功能储备。同时，由于其采购成本高、单箱能耗高和较高的故障台次等因数，给码头营运带来较大压力，实际使用数据见表 1。

表 1　双起升桥吊实际使用数据

工程	双吊具卸、装比例/%	单箱能耗	维修成本	故障台次
洋山二期	22.2、18.1	1.13	1.08	1.67
洋山三期	13.98、0.59	1.14	1.06	1.63

注：单起升桥吊的维修成本、能耗、故障台次定义为 1.0。

2　单起升双吊具上架

由于双起升桥吊价格高昂(比单起升桥吊高出 100 多万美元)、实际利用率不高、能耗大和使用成本高等原因，目前新设计的或在建码头基本上都放弃选用双起升桥吊，而改为更为经济的单起升双吊具桥吊，以满足日常单起升作业要求，同时兼顾双吊具操作。双起升桥吊和单起升双吊具桥吊与常规岸桥的比较见表 2[5]。

表 2　双起升桥吊、单起升双吊具桥吊与常规桥吊的比较

桥吊	整机质量	小车自质量	起升系统	机房大小	大梁总宽	价格
双起升桥吊	大很多	大 15 t	多 1 套	长 4 m 左右	宽 1 m 左右	贵很多
单起升双吊具桥吊	稍大	大 5 t	一样	一样	一样	稍高

目前，各大主流设备制造商和吊具厂商生产的双 40 ft 吊具上架有：BROMMA 公司生产的双吊具联列上架、Stinis 公司开发的双吊具剪式上架和 RAM 公司研发的双吊具可分离上架等。

2.1　BROMMA 双吊具联列上架

BROMMA 公司的双吊具上架系统机构比较简单(图 2)，其原理是在常规上架下面连接一个过渡梁，再通过 8 根链条与下方 2 只吊具相连。由于其机构简单，该系统仅能实现双吊具分离、八字功能、操作高低箱等功能，吊具左右侧平移等功能无法实现，另外其上架与吊具采用链条柔性连接，使得作业时吊具会产生晃动，着箱对位较为困难，同时会存在两个集装箱相互碰撞的危险。目前，此类型吊具只在个别小规模码头少量使用，并没有得到推广应用。

图 2　BROMMA 双吊具联列上架

2.2　Stinis 双吊具剪式上架

作为全球最大的集装箱吊具供应商之一的荷兰 Stnins 公司推出的剪式上架采用全液压控制技术，通过上架上的 4 个油缸实现前后两个集装箱的水平分离、左右平移、前后上下偏移、前后倾转等功能，能够满足现场的实际工况，其各项技术参数指标都能名列同类产品的前列(图 3)。由于吊具上架与吊具连接采用独特的单销轴设计，只能适用于 Stinis 自由吊具系统，与其它品牌的吊具使用兼容性不能得到满足，且在更换吊具时虽然能做到全自动操作，但其专用移动拖运架给吊具更换带来不便，特别是在自动化码头的实际操作中会带来一定的影响。

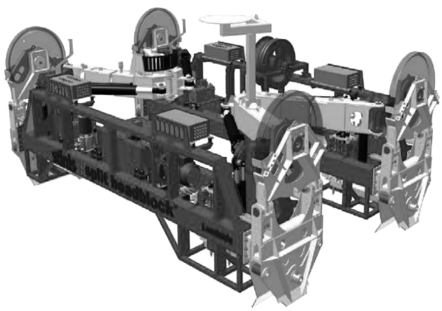

图 3　Stinis 双吊具剪式上架

2.3　RAM Singflex 双吊具可分离上架

RAM 公司最新研发的 Singflex 双 40 ft 双吊具可分离上架(图 4)能够从容满足双吊具的前后分离、上下错位、水平平移等实际操作工况，其采用双独立的上架结构形式，解决了与其它吊具厂商吊具的通用性问题(不兼容 Stinis 吊具的单销轴连接形式)。由于采用平移分离形式，其结构较为轻巧和紧凑，高度仅为 3 m，双吊具模式时上架质量为 12.7 t，单箱模式时上架质量为 9.8 t，这对桥吊起升高度和负荷设计带来益处。RAM Singflex 双吊具可分离上架的单/双吊具模式转换采用安装在桥吊海侧下横梁上的专用转化平台完成，整个转化过程在 90 s 内完成，完全不需要人工干预。

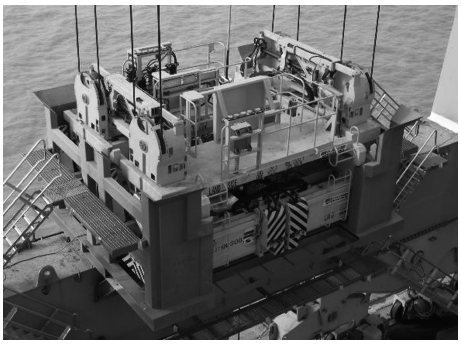

图 4　RAM Singflex 双吊具可分离上架

2.4　双吊具上架比较

3 种双吊具上架由于设计理念的不同，其结构特点和实际作业工况也有所差异(表 3)。

从 2012 年开始，单起升双吊具系统已经逐渐替代双起升双吊具系统，成为双吊具系统桥吊的主流配置。

表 3　3 种上架主要技术参数

上架	外形高度/m	操作方式	前后偏载	双吊具间前后距/m	双吊具高低差/m	双吊具左右侧平移/m	吊具兼容性
BROMMA	4.0	手动	上架倾斜,链条受力不均	1.0	0.7	0	非标,不兼容
RAM	3.0	自动(专用架)	上架保持水平	1.5	1.0	0.25	标准,兼容
Stinis	3.6	自动(专用拖架)	上架保持水平	1.8	1.4	0.90	Stinis 专用

3 双起升桥吊与单起升双吊具桥吊比选

在理论测算下，在额定起吊质量 130 t 以上的工况下，双起升桥吊在能耗功率上优于单起升双吊具桥吊，在额定起吊质量 65 t 的工况下，当双 40 ft 比例达到一定数量，单起升双吊具桥吊的能耗优势将非常明显，而码头双吊具作业大多数情况下以空箱作业为主。现在在建码头采用单起升双吊具桥吊较多的原因可能就是出于这种考虑。

洋山四期自动化码头作为目前全球最大的自动化码头，在建设初期就以装卸设备的高效和可靠运作为目标。在自动化桥吊上大量设置小车目标检测系统（TDS）、吊具检测系统（SDS），并采用吊具自动防摇、自动防扭、自动定位等技术，这为双吊具作业提供了技术保证。在综合参考上港集团双起升桥吊的实际使用情况后，洋山四期工程在干线泊位主力桥吊选型上放弃了双起升桥吊，改选为单起升桥吊配双吊具上架的形式。

经综合评定，洋山四期自动化双 40 ft 桥吊上架采用 RAM 公司生产的 Singflex 上架，其主要特点是：1）价格较低——与双起升桥吊相比可节约采购成本近 100 万美元。2）结构简洁，高度最低（仅为 3 m）——同样高度的桥吊能获得更高的起升高度的利用率。3）质量较轻（双吊具模式下比双起升桥吊降低 50%）——较高的能耗优势。4）配备固定安装的双吊具模式转换架——实现高效的自动转换。5）配有过度上架形式——实现多品牌吊具的兼容。

4 结语

1）双起升桥吊高昂的运营成本和实际使用率、作业效率间的矛盾已被各方所认知，而其两套独立起升机构降低了因单套起升机构故障而停机的风险。

2）单起升双吊具桥吊由于其成本较低、结构简单、切换方式灵活便捷，已被越来越多的新建集装箱码头所接受，同时也为现有码头单起升桥吊实现双吊具作业提供了技术可选方案。

3）单起升双吊具桥吊在自动化码头使用过程中，还需要在双吊具转换、双吊具作业流程等方面与 ECS 系统、TOS 系统相融合，才能达到最佳的使用效果。

4）洋山四期自动化码头桥吊选用单起升双吊具结构形式（RAM Singflex 系统），是以洋山港现有双起升桥吊实际运行数据为基础，并参考了目前主要在用和在建自动化码头桥吊选用案例得出的结果，其选型依据可为类似新建自动化集装箱码头桥吊选型提供参考。

参考文献：

[1] 罗跃华.集装箱船舶的大型化发展趋势[J].水运管理, 2011, 33(7): 37-39.

[2] 田洪, 山建国.可吊双 40 ft 箱的岸边集装箱起重机[J].港口装卸, 2005(2): 1-3.

[3] 虞哲人.集装箱岸桥新型组合式吊具上架的技术与应用介绍[J].港口科技, 2014(5): 26-30.

[4] 王志利, 王光辉, 徐诚瑜.双 40 英尺集装箱吊具上架系统的对比分析[J].港口装卸, 2011(5): 1-4.

[5] 王光辉.新型 Stinis 上架吊具在岸桥上的应用[J].港口科技, 2011(9): 9-14.

（本文编辑 武亚庆）

编辑部声明

近期不断发现有人冒用《水运工程》编辑部名义进行非法活动，他们建立伪网站，利用代理投稿和承诺上刊等手段进行诈骗活动。《水运工程》编辑部郑重声明，从未委托第三方为本编辑部约稿、投稿和审稿。《水运工程》编辑部唯一投稿网址：www. sygc. com. cn，敬请广大读者和作者周知并相互转告。