

自动化集装箱码头 岸桥远程操控的人因问题

上海冠东国际集装箱码头有限公司 陈斌

上海海事大学 潘洋

上海冠东国际集装箱码头有限公司 夏桢捷, 张润梁, 赵华

近年来, 厦门港、青岛港和上海港的自动化集装箱码头陆续投入使用, 其中岸桥远程操控技术的应用大大减轻了岸桥操控人员的工作强度和职业病损伤, 但同时也引发了新的人因问题。从人因学的角度来看, 远程操控指作业人员在不通过感知器官直接获取作业现场信息的情况下, 操作和控制设备完成作业任务。^[1]取代人类感知器官的技术包括视频拍摄和传输、传感器和通信传输等技术。远程操控技术有助于提高系统的安全性和经济性, 在军事、航空航天、林业巡检、地铁交通等危险性或重要性较高的领域得到广泛应用。本文结合自动化集装箱码头岸桥远程操控的作业特征, 分析岸桥远程操控的人因问题, 并提出相应的解决措施。

1 自动化集装箱码头岸桥远程操控的作业特征

1.1 任务特征

传统集装箱码头岸桥作业由司机在作业现场操控完成, 包括运行大车、运行小车、起升操控和变

幅操控等环节, 其中运行小车和起升操控为主要环节; 而自动化集装箱码头岸桥作业的大部分环节由设备自动完成, 只有对位环节需要作业人员通过远程操控设备完成。由此可见: 传统集装箱码头岸桥作业属于追踪作业, 即作业人员可以对追踪对象进行预测加工, 从而对整个追踪过程中的预期进行补偿^[2]; 相比之下, 自动化集装箱码头岸桥远程操控作业缺乏类似的预检程序, 作业人员必须利用可获得的信息和心理计算工具来预测输入路线^[3]。

1.2 环境和系统特征

1.2.1 分立显示

在自动化集装箱码头岸桥远程操控作业过程中, 作业人员通过闭路电视 (closed-circuit television, CCTV)、辅助操作系统 (operation assistant system, OAS) 和码头操作系统 (terminal operating system, TOS) 来获取作业信息。如图 1 所示, 自动化集装箱码头岸桥远程操控控制台共配备 6 台显示器, 其中: CCTV 显示器有 4 台, OAS 显示器和 TOS 显示器各有 1 台。

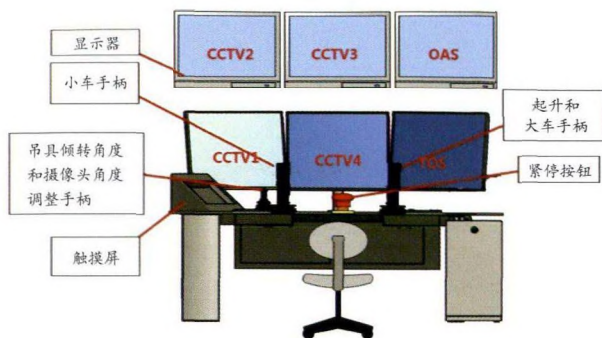


图1 自动化集装箱码头岸桥远程操控控制台示意

CCTV1可显示分屏画面,并且随吊具位置的变化而自动切换画面;因此,CCTV1呈现的信息是跳跃式的而非连续的。

CCTV2呈现稳定的画面:安装于岸桥后大梁的摄像头可帮助作业人员观察岸桥中间框架的情况;安装于岸桥海侧上横梁左右两侧的摄像头可帮助作业人员观察大车运行过程中大梁左侧和下方的情况;安装于岸桥楼梯中部的摄像头可帮助作业人员观察舱盖板存放区域的情况。

CCTV3的画面呈现特点与CCTV1类似,可分屏显示不同摄像头拍摄的画面。

CCTV4呈现固定的画面(不允许切换):安装于岸桥海侧和陆侧鞍梁中部的摄像头可帮助作业人员观察集装箱与吊具或集卡之间的高度差;安装于岸桥小车架前后的摄像头能够自动跟踪吊具,帮助司机观察岸桥小车架下方吊具和车道的情况。

OAS显示器和TOS显示器呈现仿真画面。

1.2.2 多轴控制

多轴控制指在多个坐标轴内对岸桥实施远程操控。在分立显示模式下,由于每台显示器呈现的画面不同,多轴控制的绩效会受到一定影响。

2 自动化集装箱码头岸桥远程操控的人因问题

(1)人机功能分配效果有限。在传统集装箱码头岸桥作业模式下,司机为了追求作业效率,缩短吊运环节的作业时间,倾向于通过手柄的组合动作使吊具在空中形成抛物线的移动轨迹,从而容易引发事故。在自动化集装箱码头岸桥远程操控作业模式下,吊运环节由设备自动完成,而起吊和着箱环节仍然由作业人员手动操控完成,从而通过技术手段限制吊运路线,提高现场作业的安全性。吊运环节由设备自动完成,能够在一定程度上减轻作业人员的工作疲劳;但系统设置上的人机功能分配并未在作业意识中产生人机功能区分的效果,对于无法适应远程操控的作业人员而言,即使在设备自动吊运的过程中,其双手仍然处于紧握手柄的状态,难以完全放松。

(2)作业人员操控技能退化。研究发现,无人船自动化程度的提高导致船舶驾驶人员的判断能力、现场反应能力、技能迁移能力等有所退化。^[4]自动化集装箱码头岸桥远程操控存在同样的问题。岸桥远程操控作业人员的操控技能由心智技能和动作技能构成,其中:动作技能是外在表现,心智技能是内在支撑。从工程心理学的角度分析,心智技能作为长时记忆被保存,而长时记忆再现和再认失败会导致心智技能退化。随着岸桥自动化水平的提高,作业环境和情境发生显著变化,作业人员长时记忆提取线索也会发生变化、转化甚至被遗忘,从而导致作业人员心智技能退化,进而导致其动作技能退化。

(3)系统故障修复成本较高且修复时间较长。



自动化集装箱码头岸桥远程操控系统的集成度较高且元器件价格昂贵,加之系统故障诊断较为复杂,导致其故障修复成本较高且修复时间较长。

(4)作业人员对设备的感知隔离。在传统人工作业模式下,岸桥司机可以随时了解作业信息和作业环境;而在远程操控作业模式下,作业人员远离岸桥,对岸桥震动、移动等缺乏直观感受,即处于感知隔离状态,只能通过可获得的局部信息在头脑中重构整体信息。

(5)显示器呈现的画面信息零散且过于细节化。岸桥远程操控控制台的显示器呈现的画面信息零散且过于细节化,可能导致以下问题:一是作业人员对相关信息缺乏临在感和整体感,从而影响其作出正确判断;二是长时间近距离注视显示器容易引发作业人员眼部疲劳。

(6)作业人员对岸桥远程操控的适应能力不同。对于具备传统岸桥作业经验的人员而言,通过显示器获取的现场作业信息缺乏整体性;而对于不具备传统岸桥作业经验的人员而言,需要熟知集装箱装卸作业的完整流程才能更好地适应岸桥远程操控。

3 自动化集装箱码头岸桥远程操控人因问题的解决措施

(1)遵循以人为中心的岸桥设计原则。在自动化改造的过程中,人机各自承担的功能以及人机功能的切换和衔接都要以人为中心,以人的认知规律为前提。岸桥设计也要遵循以人为中心的原则,利

用先进技术延伸和拓展作业人员的能力,帮助作业人员以安全、高效、经济的方式完成作业任务,从而提高自动化集装箱码头作业的安全性和可靠性。

(2)规范岸桥远程操控作业流程。自动化集装箱码头岸桥远程操控作业需要完善流程控制,使各作业环节密切配合,以免造成不必要的资源浪费。

(3)加强作业人员培训。自动化集装箱码头应当加强对作业人员的自动化技术培训,使作业人员了解岸桥远程操控系统的功能和内在逻辑,帮助他们顺利适应岸桥远程操控作业。

(4)推动人工智能与自动化技术相结合。利用人工智能技术实现机器学习和决策,最终实现岸桥作业的全自动化。

参考文献:

- [1] SHERIDAN T B. Telerobotics, automation, and human supervisory control[M]. Cambridge: MIT press, 1992: 35.
- [2] GRUNWALD A J, ROBERTSON J B, HATFIELD J J. Experimental evaluation of a perspective tunnel display for three-dimensional helicopter approaches[J]. Journal of Guidance, Control, and Dynamics, 1981, 4(5): 623-631.
- [3] 威肯斯 C D, 霍兰兹 J G. 工程心理学与人的作业[M]. 朱祖祥, 译. 上海: 华东师范大学出版社, 2003: 510-512.
- [4] WINGROVE M. What are the challenges for navigating drone ships?[EB/OL]. (2017-03-10)[2018-10-30]. https://www.marine-mec.com/news/view,what-are-the-challenges-for-navigating-drone-ships_46852.htm.

(编辑:张敏 收稿日期:2018-11-21)

