

基于吊车限位联锁保护系统的优化

韩长威 庞玉超 靳献伟

中海石油(中国)有限公司深圳分公司

DOI: 10.32629/jpm.v7i1.8702

[摘要] 在海上钻采平台吊车的设计中,安全特性至关重要,尤其是各种限位动作的联锁保护机制。然而,由于吊车使用频繁且工作环境恶劣,主、副钩的上限位装置(如电气行程开关或液压换向阀)经常发生故障,导致提升和下放动作失效。这些限位装置安装于吊臂头部,使得检修作业既困难又高风险,严重阻碍了吊装作业进度。为解决这一问题,我们对起重机的限位动作联锁保护系统进行了优化,增设了应急操作装置,并制定了相应的应急操作程序。经过多次调试,吊车的安全保护系统得到了有效完善,提高了在异常情况下的可操作性。这不仅方便了现场使用,确保了紧急情况下吊装作业的顺利完成,还为后续的检修作业提供了更加安全、便捷的位置。

[关键词] 吊车; 液压; 限位装置; 联锁保护; 应急操作装置

Optimization of the Crane Limitation Interlock Protection System by

Han Changwei Pang Yuchao Jin Xianwei

Shenzhen Branch of China National Offshore Oil Corporation (China) Co., Ltd.

[Abstract] In the design of cranes for offshore drilling and production platforms, safety features are crucial, especially the interlock protection mechanisms for various limitation actions. However, due to frequent crane usage and harsh working environments, the upper limit devices of the main and auxiliary hooks (such as electrical limit switches or hydraulic directional valves) often malfunction, leading to failure in lifting and lowering operations. These limit devices are installed at the head of the boom, making maintenance work both difficult and high-risk, severely hindering the progress of lifting operations. To address this issue, we optimized the crane's limitation action interlock protection system, added emergency operation devices, and established corresponding emergency operation procedures. After multiple adjustments, the crane's safety protection system was effectively improved, enhancing operability under abnormal conditions. This not only facilitates on-site use and ensures the successful completion of lifting operations in emergencies but also provides a safer and more convenient location for subsequent maintenance work.

[Key words] crane; hydraulic; limit device; interlock protection; emergency operation device;

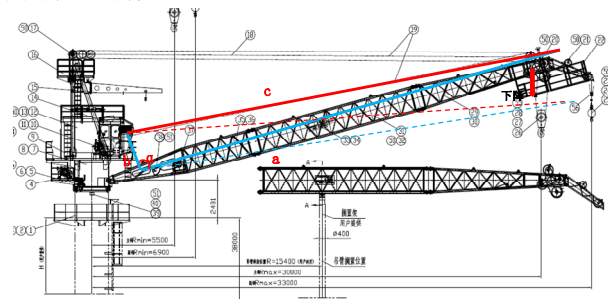
一、吊车上限位动作的联锁保护原理

海上钻采平台使用的是(中国)中船华南船舶机械有限公司的海洋平台基座式吊车,具体型式为钢丝绳变幅,桁架式吊臂,驱动型式为柴油机-液压驱动,主要用于平台与供给船之间的货物装卸以及人员输送,平台作业中的负载装卸。

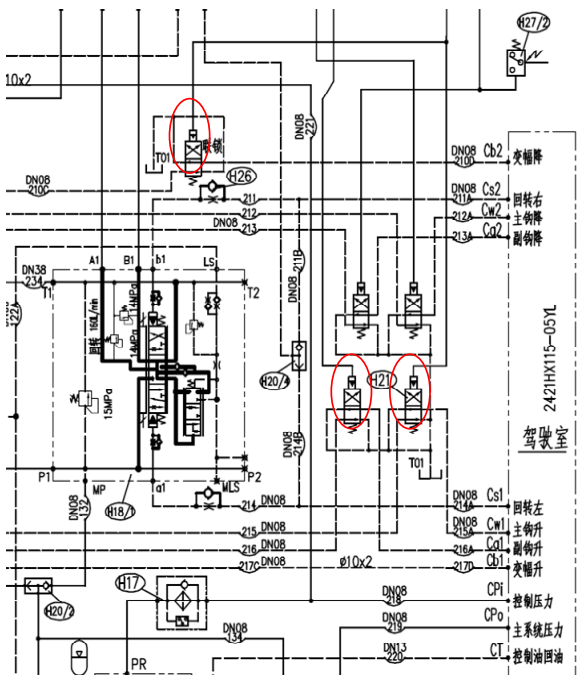
鉴于海上平台吊车的功能要求和工作环境,在设计开发中有充分的安全特性考虑,如过载保护安全阀、自动复零位操作手柄、液压制动阀、上升变幅的防吊臂倾覆的限位机构、变幅锁定机构以及用电气控制的安全保护装置,如主绞车的上、下限位;副绞车的上、下限位;变幅角度的最大、最小限位;各限位动作的联锁和负载力矩限制器等。

对于各限位动作的联锁保护,可以参考吊车的简易结构图1来做具体的理解。如图1.吊车的简易结构图,任何两个零部件或一个组成结构都有物理长度,如从吊臂根部到吊臂头为吊臂长度;对于吊臂根部至主钩或副钩在吊臂头的滑轮之间的长度尺寸,可标识为 a , 为常量;不同起重机的绞车位置不同,

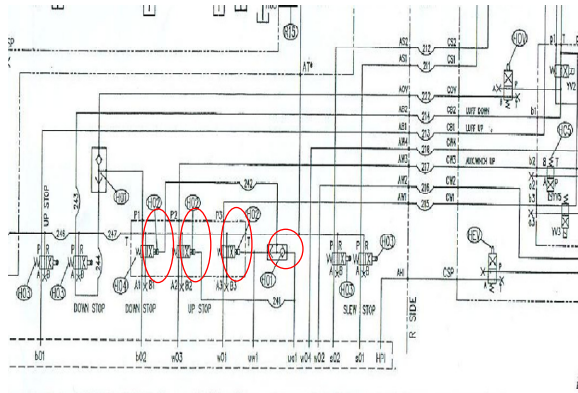
图中主绞车在回转平台上,其钢丝绳与吊臂成一定角度,对于吊臂根部至主绞车钢丝绳出绳位置之间的长度尺寸,可标识为 b , 为常量;主绞车钢丝绳出绳位置至吊臂头部滑轮之间的长度尺寸呢,可标识为 c , 为变量; a 边与 b 边之间的角度,可标识为 α , 为变量。



吊车的简易结构图 1



液压限位图 2.2.3 液控换向阀和联锁换向阀



液压限位图 2.2.4 液控换向阀和梭阀

无论安装在何种位置，其联锁保护的原理大体相似。当主钩（副钩）钢丝绳提升到限定位置，重锤或凸轮会触发上限位行程阀产生动作，切断或导通对应的液控换向阀的先导油路。液控换向阀动作，切断通往主钩（副钩）上升以及吊臂下降的主控多路阀的控制油路，主钩（副钩）上升以及吊臂下降的动作停止，从而起到联锁保护的作用。

当主钩（副钩）下放后，上限位行程阀在内部机械力的作用下恢复，液控换向阀导通去往主控多路阀的控制油路，可以进行正常的主钩（副钩）提升动作和吊臂下方动作。

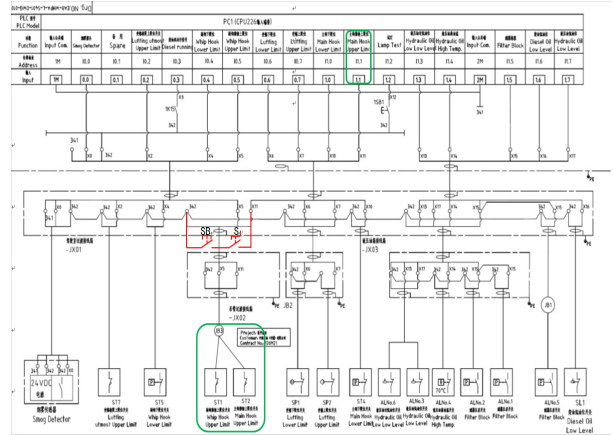
三、吊车上限位动作联锁保护的优化

对于现代吊车的安全保护设计，一般来讲，电气保护和液压保护是同时存在的，这样就有双重的全面的安全保护。因此在吊装作业进行中，限位机构发生故障或误动作，可以考虑对联锁保护系统进行优化，加装应急操作装置，补充应急操作程序。在确保安全保护的前提下，可通过应急操作，保证能完成短时间的吊装作业，并把吊臂摆放到合适的位置以便后续的检修作业。

（一）电气限位联锁保护的优化

根据电气限位联锁保护的原理可知，当安装在重锤的上限位开关故障或者误动作发生时，PLC 采集到的信号为异常断开

信号，然后经逻辑计算输出。故而，可以考虑在采集的信号和输出的信号两方面来改造。在 PLC 输出端有报警指示灯，蜂鸣器以及对应的继电器，而在 PLC 输入端只有一个上限位开关信号，改造难度相对简单，改造成本较低，效果也显著。



电气限位图 3.1-应急操作电路

具体方案为，如电气限位图 3.1 所示，加装一组应急操作电路与上限位行程开关线路并联以实现对其功能的旁通，即在主钩（副钩）上限位开关的两端接线点并联一组常开的旋钮开关和带灯自锁按钮开关。在正常状态下为断开，而在异常情况下，确定电气上限位开关的故障点后，可手动强制接通旋钮开关，并按下带灯自锁按钮开关，显示灯亮表示已经旁通电气上限位行程开关。此时，PLC 采集到的信号是正常接通信号，相对应的输出皆为正常信号，声光报警消除，继电器得电，电磁换向阀正常导通去往主控多路阀的控制油路，电气限位保护和联锁保护消除，临时恢复正常的主钩（副钩）的提升动作和吊臂的下降动作。

（二）液压限位联锁保护的优化

由于液压限位的安装位置不同，绞车侧面的限位阀检修位置较好和难度较易，而吊臂头部限位阀的检修作业具有较高风险和难度。因此，对于液压限位联锁保护的优化，只是针对于限位阀安装在吊臂头部的情况。

四、结语

通过对吊车上限位动作联锁保护的优化以及对应急操作的补充，我们可以快速地恢复主钩（或副钩）的提升功能以及吊臂的下放功能，避免吊臂带载悬空不下的险情。在保证安全的前提下，方便了现场使用，可继续完成吊装作业，并将吊车摆放到更加安全便捷且易于检修的位置。

经多次测试，该项优化改造不影响吊车的日常使用，有效地完善了吊车的安全保护系统，提升了吊车异常情况下的可控性，彻底解决了吊车主钩（副钩）上限位装置故障或误动作时吊车无法动作的安全隐患，也使吊车在限位动作联锁保护出现异常故障时的检修工作更加快速、高效且安全。同时，该项优化同样适用于海上油田其他设施的吊车，提供了一种可借鉴的安全保护系统优化思路。

【参考文献】

[1]中船华南船舶机械有限公司.海洋起重机用户手册.2013
 [2]李新和主编.机械维修工程学.机械工业出版社, 2010
 [3]GB/T 3811-2008 起重机设计规范
 [4]GB6067.1-2010 起重机械安全规程 第1部分:总则