

热溢流阀在岸桥挂舱系统中的应用

霍刚, 魏岳川

(宁波舟山港股份有限公司北仑第二集装箱码头分公司, 浙江 宁波 315899)

摘要: 宁波舟山港股份有限公司北仑第二集装箱码头分公司岸桥近二十年的使用故障累现, 特别是挂舱系统的应用, 随着天气由凉转热, 挂舱系统假挂舱故障频发, 且每次检查均是温度升高导致油缸内部压力升高无法及时泄压导致, 这严重影响岸桥在夏天高温时候使用。虽故障解决难度不大却需一段时间去处理, 对作业效率影响较为明显。通过对液压系统分析和液压元器件的筛选, 我们在挂舱系统中加入热溢流阀, 微弱溢流解决因温度升高引起压力升高的问题, 有效避免岸桥假挂舱故障的发生。

关键词: 挂舱系统; 热溢流阀; 岸桥

中图分类号: U656 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2021) 08—0067—04

随着国家“一带一路”战略和长三角一体化的提出, 宁波舟山港作为“长江经济带”的南翼“龙眼”, 面朝繁忙的太平洋主航道, 背靠中国大陆最具活力的长三角经济圈, 坐拥“服务世界”的全球视角, 整个宁波舟山港港口产业集群竞争基础及优势已日趋明显。在这样的大环境下, 对我们老码头来说已从快速增长期转变为高质量的发展, 努力提升集装箱装卸效率等服务指标成为研究的方向, 同时也是港口保障自身市场竞争力的一个重要标志。

1 背景

岸桥的发展经历几十年的发展, 从第一代到第四代岸桥, 从普通岸桥到双起升双小车岸桥, 再到智慧型远控岸桥、全自动岸桥, 各类高科技的变化使得岸桥电控部分科技日新月异, 但是岸桥机械使用和保护上技术均未得到实质性大幅度的提升, 甚至在原地踏步, 而其恰恰是岸桥作业的关键因素。

岸桥作业完全通过钢丝绳来实现吊装, 在实际作业过程中许多位置是无法直接或第一时间判断, 容易导致岸桥在吊装过程中出现超载钩挂等情况, 这样需要挂舱系统来规避超载钩挂等故障。在实际生产过程中, 发现天气超过 35℃ 时, 特别是夏天正午时分, 挂舱系统总是报假挂舱故障, 使得岸桥无法正常作业, 需要维修人员上岸桥进行压力释放, 方可恢复作业。每次发生故障虽然时间不长, 但是故障次数较多, 严重影响到岸桥的作业完好率, 甚至对船时效率也存在较大的影响。随着高质量发展要求的提出, 对设备维护要求更加精细化, 针对这种不仅严重影响岸桥作业效率同时存在一定安全

隐患的故障, 必须及时消除。从而缩短岸桥维修保养时间, 减少人力和财力消耗, 提升岸桥单机作业完好率, 消除岸桥挂舱故障而产生的作业隐患, 提高作业的可靠性和安全性。

2 挂舱系统工作原理

挂舱系统液压图如下, 通过电机、油泵进行压力输出, 4 个挂舱油缸同时得到压力, 按照既定的方向和速度向外侧推移, 通过限位开关 (T1,T2,T3,T4) 来判断挂舱油缸位置是否到位, 到位后油泵停止工作。当任意一个油缸的压力继电器 (H1,H2,H3,H4) 达到预先设定的压力 (18MPa) 时, 压力继电器触点将断开, 并发讯以立即切断主起升, 并报警, 系统认为发生挂舱故障, 需要修理人员复位后方可恢复作业。

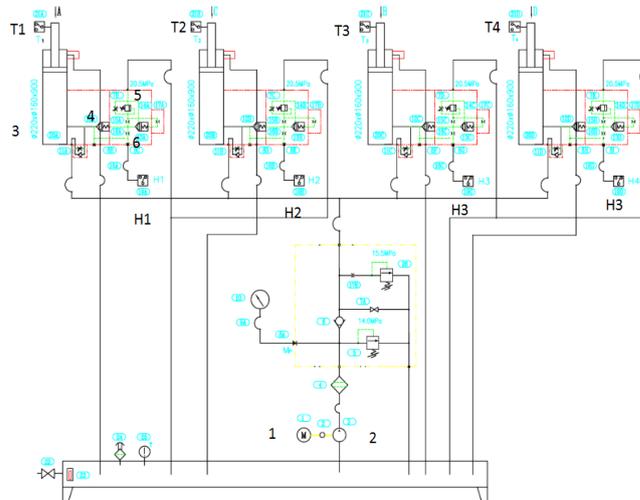


图1 挂舱液压系统原理图

(1 电机 2 泵 3 挂舱油缸 4 插装阀 5 溢流阀 6 阻尼 T1 ~ T4 限位开关 H1 ~ H4 压力继电器)

挂舱系统功能是在发生挂舱紧停后将处于高速转动的起升机构系统的动能通过本装置的液压系统将它转化为热能释放掉。这样就能防止破坏性事故的发生如钢丝绳拉断、岸桥结构变形甚至倾覆或倒塌。典型的挂舱工况发生在吊具上升时挂或碰在某个障碍物，如集装箱船舱导架及货舱舱盖口等。当挂舱发生时，钢丝绳的拉力将迅速增大，挂舱液压油缸的压力也相应地增大。当四个液压缸中任何一个压力达到压力继电器预设值时，相应压力开关动作，控制系统将紧急停止起升电机，与此同时，溢流阀将打开，使液压缸收缩。

3 问题提出

通过前一年故障统计分析，岸桥挂舱故障共计发生34次，其中真挂舱10次，假挂舱故障达到24次，特别是1-4#岸桥达到了15次。假挂舱故障引发的原因也较多，其中电气故障引起3次，油缸内压力升高报故障达到16次，其他原因5次。每次处理故障均是释放压力来解决，延误作业时间平均约21分钟。期间2#岸桥同一时间段连续发生3次，严重影响到作业效率，降低设备作业完好率，岸桥考核指标MMBF因该故障下降17.2%，严重影响到团队绩效成绩和公司船时效率考核。该故障发生时，会使得岸桥突然停止动作，对岸桥整机有不小的冲击，长期受到这种不正常作业的冲击容易使得岸桥出现钢结构疲劳开裂，对岸桥寿命也有一定的影响。外加故障频发，导致司机作业情绪受到影响，出现烦躁心态，对作业的安全性存在一定的隐患。

4 问题分析

在故障统计时我们发现，假挂舱故障基本集中在7-10月期间发生，且每天12-14点也是高发的时间段。通过现场的查看，油缸内的压力确实升高，该时间岸桥作业仅仅进行起升动作并未进行其他的动作运行。该时段均为高温时节，那么我们认为在实际使用过程中，挂舱系统完全裸露没有遮挡，特别是挂舱油缸完全暴露在太阳下，随着气温的升高长期光照导致油缸内的压力也随之升高。通过测量，当环境温度达到35℃以上暴晒2小时以上，油缸的温度达到51.4℃，这样使得油缸内的压力自动升高到16.7MPa，离设定的故障点压力仅差1.3MPa。当在油缸内部随温度升高压力缓慢时进行吊装作业时，油缸的活塞向无杆腔压缩进一步使得油缸内部

的压力升高，这样就容易导致岸桥报挂舱故障。

通过分析，我们认为消除油缸内因温度升高而压力升高的情况即可解决假挂舱频发的问题，解决液压系统在出厂时存在的设计缺陷。第一，我们通过系统图纸（图1）发现系统中未设置冷却装置，这样导致在系统长期使用运行中升高温度，仅能依靠环境的温度去降低液压系统的温度，不利于液压系统的散热。第二，溢流阀、阻尼和插装阀的压力设定存在偏差，其中阻尼和插装阀集成于阀块中，无法自行调定，唯独溢流阀可以调整压力，适当降低溢流阀的溢流值可以解决假挂舱的问题，但是过早溢流对油缸的承载能力有一定的影响，且该溢流阀为大流量溢流阀（330 L/min），降压速度较快。第三，压力换向阀的选择不当，若选择可回流的比例阀和滑阀组合也可以适当起到回流的作用。第四，在系统回路中再设置一个热溢流阀，去释放回路中因温度升高而产生的压力。

对于上述的几种方案，通过施工难度、经济成本考虑，在系统中设置冷却装置和改造电磁阀的改动较多工作量较大，调整原溢流阀对系统的承载能力有较大的影响，容易出现油缸力不足的情况。鉴于此，我们认为在系统中新增一个热溢流阀，对系统改造工作量小，性价比较高，又能有效解决因温度升高引起油缸内压力升高的问题。

5 热溢流阀在挂舱系统中的应用

5.1 热溢流阀的工作原理

热溢流阀机构如下图2所示，其由1阀体、2弹簧、3阀芯、4密封件等构件组成。阀芯采用球形阀芯，可适用于小流量的溢流回路中，满足我们挂舱油缸因压力升高需要小流量泄压的要求。当液压油的压力小于工作需要压力时，阀芯被弹簧压在液压油的流入口（1）中。通过调节弹簧力设定压力，允许压力从油口（1）流到油口（2）中，同时截止油液反向流动。即当随着温度升高液压油的压力超过其工作允许压力即大于热溢流阀的设定压力时，阀芯被液压油顶起，少量油液将从油口（1）流向油口（2），从而流回油箱。

我们通过热溢流阀的性能图可以看出，当我们设定的压力为16.5MPa（165Bar），从中可以看出，阀口全开的溢流速度为1.9L/min，流量比较小，能起到缓慢降压的过程，调压偏差速率低，压力振荡小，可以保证挂

舱油缸内降压平稳过渡，切实保护好挂舱油缸，不影响挂舱使用，完全符合解决挂舱油缸因环境温度缓慢升高致使油缸压力也缓慢升高的问题。

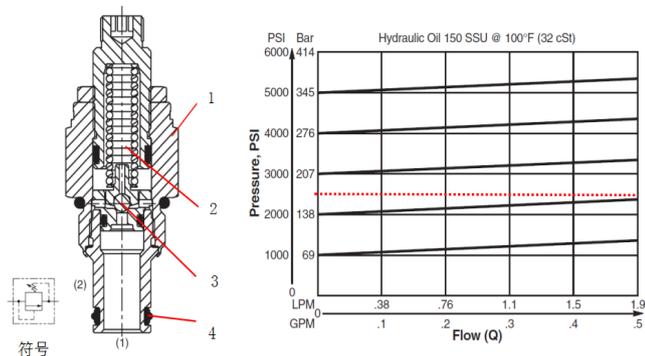


图2 热溢流单向阀

图3 性能图

5.2 热溢流阀在挂舱系统中的应用

挂舱系统中液压回路均以集成块为主，在液压站和阀块上无法进行直接改造，必须进行整体阀块加工安装，对加工和安装精度等要求较高。为此，我们认为在系统的外置油管管路中增置热溢流阀性价比最高，既可以满足使用且成本又低，同时考虑到热溢流阀的流量较小，在测压管路上进行安装最方便。鉴于此，为方便热溢流阀和测压软管的连接，专门设计一阀块，方便现场的安装改造（如下图4所示）。

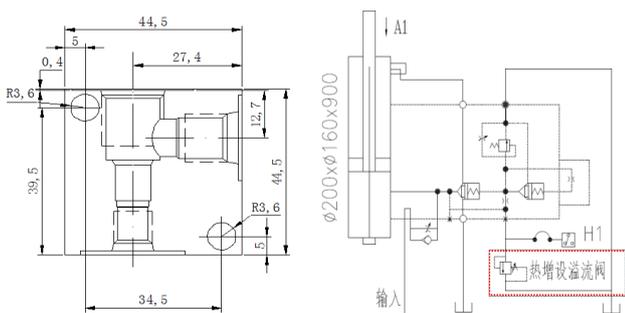


图4 阀块图纸

图5 液压系统改造图

图5为热溢流阀增设在系统中的改造图纸，在原压力继电器测压软管位置处设置三通和阀块，阀块上接热溢流阀，这样热溢流阀与挂舱油缸的无杆腔联通，与油缸内的压力相同，溢流回流则与回流管进行串联。压力继电器和三通相连可保持着原来的功能，对原系统不产生任何的影响，便于热溢流阀出现问题可以快速恢复成原设置。当随着环境温度的升高光照加强油缸内的压力也缓缓升高，油缸内部的压力升高到16.5MPa时，热溢流阀开始工作，将油缸内虚压进行缓慢释放。这样既保证油缸内压力始终保持在一个平稳的压力，不会报挂舱

故障，同时也不会因热溢流阀溢流而造成油缸内部的压力下降过快致使油缸力不足，无法进行正常的作业。图6为现场改造图。

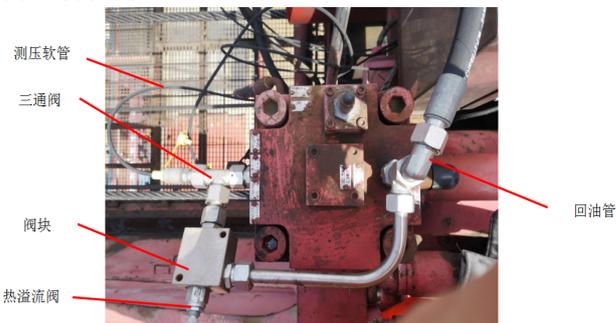


图6 实物安装图

6 改造完成后效果

本次改造完成1-4#岸桥的改造，在不改变原岸桥挂舱系统功能的同时，解决岸桥挂舱系统中的设计缺陷，有效消除挂舱系统在天气炎热的情况下频繁报假挂舱故障的问题。改造完成后该4台岸桥假挂舱故障由原平均每年15次下降到2次，说明热溢流阀在挂舱系统中的应用切实可行。通过热溢流阀在挂舱系统中的应用不仅提高设备的作业完好性和稳定性，同时降低设备作业的安全隐患，提升司机作业的舒适度，消除安全隐患。

7 总结

通过研究热溢流阀在岸桥挂舱系统的应用，在不改变原岸桥挂舱系统功能的同时，消除液压系统设计的缺陷，有效解决岸桥挂舱系统假挂舱故障频发的问题，提升设备的稳定性和安全可靠，减少日常维修人力物力投入，为公司带来收益。通过自主研究和创新，降低岸桥在作业过程中的风险，保障了公司的设备完好率和安全性，同时对港口老旧设备的维护起到借鉴意义。

参考文献：

- [1] 蒋晓波. 装卸机械电气设备与维修 [M]. 大连海事大学出版社, 2005.
- [2] 濮良贵, 纪名刚. 机械设计 (第9版) [M]. 高等教育出版社, 2013.
- [3] 宏章甲, 黄谊. 液压传动 [M]. 机械工业出版社, 2000.
- [4] 岸桥维修使用手册. 2012.
- [5] 岸桥液压维护手册. 2001.