

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyh.2020.11.036

海上钻石型索塔液压爬模施工安全风险 管控要点探究

潘宝利

(中交路桥建设有限公司, 北京市 100027)

摘 要: 舟岱跨海大桥主通航孔桥是目前世界上最大跨径的三塔钢箱梁海上斜拉桥。根据在舟岱跨海大桥主塔施工安全管理工作的实践经验, 分析海上高塔液压爬模施工中的主要安全风险。分别从爬模安装、爬模爬升、爬模日常管理等方面进行介绍, 重点阐述海上液压爬模施工安全管理要点和风险防控措施。有关经验可供类似项目专业人员参考。

关键词: 海上液压爬模; 安全风险; 安全管控要点

中图分类号: U445

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2020)11-0130-04

1 工程概况

舟岱跨海大桥主通航孔桥是目前世界上最大跨径的三塔钢箱梁海上斜拉桥, 塔高 180 m, 最大跨径 550 m。如图 1 所示, 主墩索塔为钻石型塔身, 共计 3 个, 分为两个边塔和一个中塔, 由下、中、上塔柱以及下横梁组成。下塔柱为外倾式结构, 下横梁以上部分为内倾结构, 均采用液压爬模体系进行施工, 按 4.5 m 高度分节施工, 共分 41 节。

桥址区位于浙江舟山东北部沿海海域, 全年中, 风力 ≥ 6 级约为 173 天, 风力 ≥ 8 级约为 66 天, 风速最大可达 56.1 m/s。夏秋台风频繁, 冬季季风多, 雷暴、大雾等气象灾害性天气时有发生, 全年有效作业时间短, 一系列不利条件给施工带来极大的挑战。在恶劣的自然环境下, 如何有效加强安全管控以确保主塔施工安全、顺利完成是重中之重。



图 1 舟岱跨海大桥主通航孔桥效果图

2 液压爬模简介

针对本项目的地理环境、塔柱特点以及风力,

收稿日期: 2020-05-26

基金项目: 中交路桥建设有限公司科技研发项目(ZJLJ-2019-16)

作者简介: 潘宝利(1986—), 男, 本科, 工程师, 从事道路、桥梁工程施工工作。

本项目采用 LG-120 型液压重型爬模进行施工, 架体自身重量 2.6 t, 主要包括模板、架体、操作平台、爬升系统、电气系统等。爬模爬升的所有受力点是在预埋在塔柱混凝土里面的爬锥, 混凝土浇筑完成达到的爬模爬升强度条件后, 液压油缸驱动爬升轨道至上一节爬锥处固定, 然后液压油缸驱动爬架沿爬升轨道进行爬升^[1]。

3 海上液压爬模施工存在的主要安全风险

舟岱跨海大桥主通航孔桥索塔高达 180 m, 液压爬模投入共计 6 套。爬模架体结构和工序转换复杂, 施工中还涉及极限高空作业、大型起重吊装作业、立体交叉作业等高风险作业, 且受恶劣海洋环境和气象条件影响大, 这些因素导致舟岱跨海大桥索塔爬模施工作业存在极大的安全风险。

3.1 坍塌安全风险

爬升过程操作不当; 混凝土浇筑爬模模板加固不到位; 在不同工况下, 爬模防抗突风、台风措施不当; 在日常管理中, 平台承载超负荷等情况, 都有可能造成坍塌事故, 甚至会产生群死群伤的严重后果。

3.2 起重伤害安全风险

液压爬模安装和拆除作业、混凝土浇筑、模板安装、劲性骨架安装、钢锚梁安装等, 都涉及大量的起重吊装作业。而塔上施工作业空间有限, 作业过程中违反十不吊禁令、起重设备故障或安全装置失效、吊索具不合格等问题, 均有可能导致起重伤害事故。

3.3 高处坠落安全风险

主塔液压爬模为极限高空作业, 随着液压爬模爬升, 外侧架体临边防护网、防护栏杆会有经常性的损坏; 临边钢筋绑扎作业、内模板安装作业、预埋

件安装作业等施工过程违反劳动纪律,未正确系挂安全带,未规范设置登高攀爬设施等情况,都有可能导致高处坠落事故的发生。

3.4 物体打击安全风险

主塔液压爬模为极限高空作业,作业过程中大到施工材料、工具,小到焊条、扎丝、螺帽等都易发生掉落,造成物体打击伤害,而百米高度下的物体坠击力无疑是致命的。

3.5 触电安全风险

液压爬模架体为钢性结构导体,施工用电线路沿架体布设。作业人员进行电焊施工、混凝土浇筑振捣等作业时,如果防护措施不当,将会引发触电事故。

3.6 高空火灾安全风险

液压爬模施工。需要进动火作业,模板为组合式的木模板,养护采用的是土工布覆盖,高处动火极易引发火灾,高空风力也会助长火势,高空火灾逃生安全风险高。

4 海上液压爬模施工安全管控要点

液压爬模施工涉及危险因素多,造成后果严重。为此,分别从爬模进场及安装、爬模爬升施工、爬模混凝土浇筑、爬模日常管理四个方面,依次阐述安全控制的重点及措施。

4.1 爬模进场安装安全管控要点

液压爬模进场前要查验爬模设备的清单、所使用各类钢材的材质合格证明、爬模装置安装试验报告、爬升性能试验报告和承载试验的报告、完整的设计图纸、出厂的产品合格证。对于爬锥、高强受力螺栓、架体等重要受力材料,还应进行材料复检。如果发现有架体结构变形、焊缝开裂等现象的构件,则要及时退回,不得进行拼装;发现材料缺失要及时补齐。架体要先进行预拼装,检查是否存在问题,液压系统安装完成后要进行调试,检查油管是否存在渗漏。液压爬模所有组件包括防护设施安装完成后,投入运行前,由项目部、厂家、作业班组和监理单位进行四方检查验收,确保后续施工安全。

4.2 爬模爬升安全控制要点

(1) 锚固系统

锚固系统是液压爬模受力的关键,包括预埋件、高强螺杆、爬锥、挂座等。

预埋爬锥总成:预埋爬锥时要准确定位,作业班组预埋完成后,现场技术人员进行检查,确保无偏差、无遗漏。在浇筑混凝土时,要避免预埋件被振捣棒碰触,可以通过在 2 个埋件板之间焊接定

位钢筋,并在螺杆后面捆绑扎丝,使其无法转动。如果浇筑完成后的预埋件发生了严重偏位,应报项目总工和技术部门,制定具体补救方案。

高强受力螺栓:普通螺栓用于埋件板和高强螺杆的定位,高强受力螺栓是液压爬模爬升锚固系统中的主要受力部件,两者大小相似,但材质及长度不同,要做好标记,严防错用。

挂座组件:在预埋爬锥上安装挂座时,特别注意连接板与高强螺栓之间的垫片不能缺失;项目上反复使用的挂座应在每次安装前重点检查,如有焊缝开裂立即更换,确保后续轨道爬升和架体爬升安全。

(2) 导轨及导轨爬升

安排专人查看导轨爬升,确保轨道准确无误进入挂座。在每次导轨爬升前对导轨进行全面检查。导轨的梯挡如果出现焊缝开裂,要进行焊接补强。导轨如果出现扭曲变形,严重时要及时更换。当导轨爬升过程中受阻或者因偏位无法准确进入挂座时,严禁使用塔吊强行斜拉、拖拽。

(3) 爬模爬升前

液压爬模爬升前,做好以下检查工作(如图 2 所示):混凝土强度达到爬升条件的要求;落物风险半径内设立警戒区域;对轨道挂靠挂座上的情况进行再次确认;提前清除爬架上零星材料和不必要的重物;排除影响爬升障碍物;检查模板的防滑移加固措施;对液压系统进行检查;防坠双重保险吊带要安装到位;施工电缆预留一定的长度,防止爬模爬升时电缆被拉拽;检查通讯设施,正常合理爬模分工,确认指挥人、监控人员、爬模操作员等有关人员。当以上工作完成后,才能拔出挂座上的限位销,进行液压系统试运行^[2]。

除此之外,爬模作业前还要提前关注天气情况是否满足爬模条件要求;合理规划爬模作业时间,避免爬升工作延伸至夜间作业。



图 2 组织液压爬模爬升前检查

(4) 爬模爬升过程中

刚开始爬模爬升时,不能同时操作四面架体

同时脱离承重销,要独立单面操作,防止剧烈晃动。当各面架体顺利脱离承重销后,再次认真检查系统。爬升过程中的指挥信号要清晰明确,如遇阻碍或异常要及时发出警告并停止作业,排除故障。液压系统管路不能漏油,如果出现漏油,必须及时处理,否则液压顶升力不足,爬模将出现险情。当爬升进入最后两个行程时,同样要操作单面架体,独立挂入挂座的承重销内,防止架体整体晃动。

(5)爬模爬升完成后

爬模爬升到位后,要及时安装承重销。如图 3 所示,在确认架体完全挂在承重销上受力均衡后,翻转爬升防坠器上下换向位置,插入挂座上的保险销,关闭液压电源系统。需要特别注意的是,承重销和保险销如有变形扭曲,应在安装前及时更换。如图 4 所示,工作完成后,及时对架体附墙撑进行加固,使得架体从爬模状态转入施工固定状态,尽快恢复防护设施,恢复内侧翻板,加固相邻面的防护网。



图 3 爬模爬升到位后插入保险销



图 4 架体防倾调节支腿顶撑混凝土

4.3 混凝土浇筑安全控制要点

混凝土浇筑前,对模板加固情况进行全面检查验收,务必按方案设计的要求布置拉杆数量,不能漏缺。模板背楞上的垫片、螺母要垫实、居中、紧固,如果有变形及时更换,如有偏位及时调整,确保钢背楞均衡受力。如果钢背楞形变则进行调整或加固。此外,木工字梁随意切断、开孔,会严重影

响模板结构安全,此类现象要杜绝。

混凝土浇筑时,混凝土对模板的侧向压力和底口会很大,转角处和底口处模板爆模风险高,所以加固工作特别重要。混凝土浇筑时分层浇筑,分层振捣,并不断变换浇筑方向,顺时针逆时针交错进行。浇筑过程中,派专人监控模板情况,如有异常现象,首先停止浇筑作业,再对模板进行补强加固。

4.4 液压爬模日常安全管理

(1)高空作业的安全管理

爬模各层架体全高范围设置护栏及防护网。因为每一次爬升时,各平台相邻面防护网都需要拆除、割除,所以爬升完成后,还要注意及时恢复,并做好检查。

主塔钢筋作业时,顶层平台内侧无防护,人员高坠的安全风险较大,但如果设置防护栏杆,绑扎箍筋时又受影响。通过分片设置抽插式防护栏杆进行防护(如图 5 所示)。在爬模完成后,实施竖向主筋安装前,必须安装插入防护栏杆形成内侧防护;当竖向主筋安装完成后,由于安装完成竖向主筋密集,已形成内侧防护墙,故可以逐片拆除防护栏杆,不影响横向箍筋安装^[3]。



图 5 钢筋绑扎平台顶层设置插入式护栏

(2)预防落物的安全管理

为了防止落物事件发生,在模板操作层、液压操作层、养护平台层底部内侧与结构表面之间连续设置三层内翻板;在爬模与塔柱的倒角处、轨道预留口位置和输送拌管处,特别加工制作异形通道板和抽拉板防护;针对循环拆除使用的拉杆、螺栓、锚具等设施,设置专用材料箱;针对频繁使用的小型工具、材料,设置工具箱;对拆除、割除的废材设置临时材料存放点,爬升前应尽可能清除。

(3)临时用电的安全管理

液压爬模主电缆沿塔吊布线,采用绝缘瓷瓶固定,布线时应充分考虑下次爬升时的余量,作业过程中避免挤压或拉拽电缆线;进入液压爬模架体的主电缆合理分布,绝缘挂设,不集中盘绕。

对液压系统供电、照明等长时间固定一处使

用的电源线路,采取绝缘穿管和架空保护;各转角层面电线应留有一定富余,防止爬升过程出现拉拽电缆线现象;开关箱采用工业固定式防水插座和插头,消除因频繁接电而导致的安全风险。

(4) 动火作业安全管理

液压爬模动火涉及到爬模各层,按照规范要求配置干粉灭火器和设置消防水源。同时,在钢筋作业平台动火作业时,应及时收起下方的土工布或在土工布上喷洒养生用水,防止火灾;在模板上动火,要铺垫防火毯。

(5) 防风、防台安全管理

地区公众气象与海洋专业气象不同,海上施工要与专业气象服务机构建立合作,提前准确掌握大风天气情况,避免盲目进行爬模爬升施工。同时,施工现场安装无线风速仪(如图 6 所示),实时监测阵风的风速情况,为爬模施工条件提供参考。

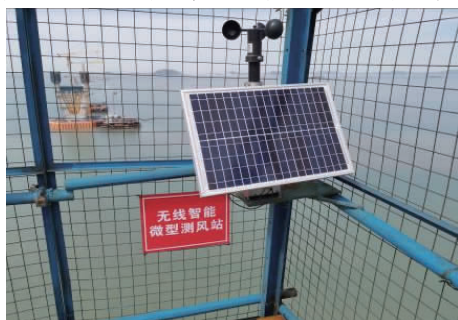


图 6 无线智能微型测风站

液压爬模上不安装大型标识牌,小型标志牌不做连续布置,标牌采取“洞洞牌”设计,可以有效卸除风阻。

遇六级及以上大风要停止爬模,如果处于爬模准备阶段时,要及时合模,拉上阳角斜拉杆;如果遇到无法合模情况,要锁闭爬模各架体。如果在爬模中遇到大风,立即暂停爬模作业,把附墙撑起来,尽可能把架体四面连成一个整体。爬模结束后,插上承重销和保险,把模板合起来,把附墙撑起。

(6) “工点工厂化”管理模式

工点工厂化,顾名思义是现场作业工点按照工厂化模式进行管理。液压爬模各层按照工厂的标准预先规划功能区,固化材料、机具、设备存放区域,实施区域网格化管理;通道口、凸出材料实施软保护措施;在液压爬模各层悬挂承载标识牌、安全警示牌和风险防控引导标牌,同时安装太阳能

无线风险语音提示器,引导班组规范操作行为^[4](如图 7 所示)。



图 7 通道口采取的软保护措施

5 结 语

舟岱跨海大桥主通航孔桥共计三座主塔,分为 41 节,高 180 m,于 12 月 15 日顺利实现全部封顶(如图 8 所示)。

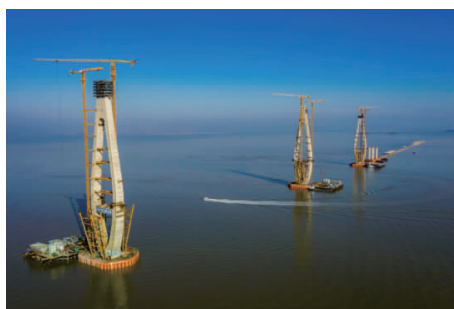


图 8 舟岱跨海大桥主塔封顶

项目努力在液压爬模工点工厂化和标准化方面持续做功,在过程中取得了一些不错的成绩,但从来不敢放松警惕。液压爬模施工是高风险作业,在液压爬模的每一道工序上,都要严格按照方案和规范进行施工,严格落实检查和验收程序,对于出现的隐患和难题,制定科学可行的措施,认真对待处理,从而杜绝安全事故的发生。

参考文献:

- [1] 黄金彪. 浅谈“液压爬模”技术在超高层建筑中的应用[J]. 神华科技, 2018, 16(5):91-95.
- [2] 刘小勇, 蒋伟. 液压爬模在泰州大桥南塔施工中的安全控制[J]. 中国安全生产科学技术, 2011, 7(1):144-147.
- [3] 陈竹. 爬模在高墩施工中的应用探讨 [J]. 城市建设, 2011 (15):209-210.
- [4] 李宝健. 索塔液压自爬模施工安全风险识别与控制 The Safety Risk Identification and Control for Hydraulic Self-climbing Formwork in Cable Bent Tower Construction [J]. 工业安全与环保, 2012, 38(7):37-39,56.