

DOI: 10.7672/sgjs2023140035

某大跨度钢连廊液压同步提升施工技术*

王晨¹, 刘驰², 葛文杰²

(1.江苏华建地产集团有限公司,江苏扬州 225000; 2.扬州大学建筑科学与工程学院,江苏扬州 225127)

[摘要] 为解决部分钢连廊跨度大、自重大、施工复杂且常规设备无法完成整体吊装的问题,以扬州建工科技园 A2-A3 钢连廊项目为例,在钢连廊施工过程中,对超大型构件液压同步提升施工技术进行探究和分析;采用结构分析软件 SAP2000 对提升结构及提升支架进行建模分析,验算各构件在提升过程中的稳定性。这一提升技术不仅可解决大跨度钢连廊整体吊装问题,也可缩短钢连廊施工周期,降低成本,保证施工质量。

[关键词] 钢连廊;液压同步提升;有限元分析;位移;应力比;施工技术

[中图分类号] TU758.11

[文献标识码] A

[文章编号] 2097-0897(2023)14-0035-05

Hydraulic Synchronous Lifting Construction Technology for a Large-span Steel Corridor

WANG Chen¹, LIU Chi², GE Wenjie²

(1. Jiangsu Huajian Real Estate Group Co., Ltd., Yangzhou, Jiangsu 225000, China;

2. College of Civil Science and Engineering, Yangzhou University, Yangzhou, Jiangsu 225127, China)

Abstract: In order to solve the problems of large-span, heavy self weight, complex construction, and the inability of conventional lifting equipment to complete the overall lifting of some steel corridors, taking the A2-A3 steel corridor project of Yangzhou Construction Engineering Science and Technology Park as an example, the hydraulic synchronous lifting construction technology of ultra large components during the construction process of the steel corridor is explored and analyzed. The structural analysis software SAP2000 is used to model and analyze the lifting structure and lifting bracket, and verify the stability of each component during the lifting process. This lifting technology can not only solve the overall lifting problem of large-span steel corridors, but also shorten the construction cycle of steel corridors, reduce costs, and ensure construction quality.

Keywords: steel corridor; hydraulic synchronous lifting; finite element analysis; displacement; stress ratio; construction

0 引言

钢连廊作为连接不同建筑间的通道,由于自重小、造价低等优势,在大型办公大楼、大型商场等建筑中广泛应用。但钢连廊结构一般具有施工复杂、跨度大且常规设备无法整体吊装的特点。因此,液压同步提升技术通常被采用以解决大跨度钢连廊整体吊装问题^[1]。张明亮等^[2]采用液压提升施工方案以解决大跨度钢结构屋盖施工中常见结构不

均匀、吊点多等难题。沙峰峰等^[3]采取液压同步提升等技术,解决了苏州阳澄湖景区配套酒店项目钢连廊施工技术难题。潘桂林等^[4]采用液压同步提升技术以解决温州瓯江北口大桥钢桁梁节段长、吊重大问题。李瑞川等^[5]介绍了液压同步提升系统的研究意义,并对闭环控制下液压同步系统发展趋势提出预测。马张永等^[6]采用分块液压同步提升等技术实现了大悬挑曲面空间网格结构的提升。孙力^[7]对液压同步提升技术原理进行深入分析,并探究了该技术在大型起重机吊装中的实际应用。

本文以扬州建工科技园 A2-A3 钢连廊项目为例,在钢连廊施工过程中,对超大型构件液压同步提升施工技术进行了探究和分析,旨在解决部分钢

*江苏省住建厅建设系统科技资助项目(2018ZD047,2021ZD06);扬州市住建系统科技项目(2022ZD03,202204);扬州市市校合作专项(YZ2022194,YZU212105)

[作者简介] 王晨,高级工程师,E-mail:54866216@qq.com

[收稿日期] 2023-01-20

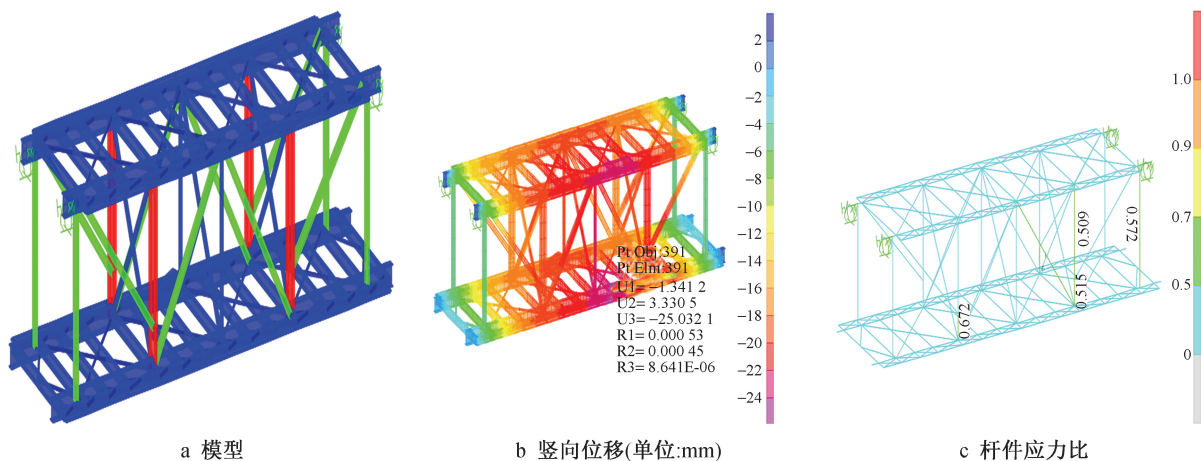


图 4 加固后结构验算结果

Fig.4 Calculation results of structure

向最大变形 $11.96\text{mm} < L/200$, 满足提升要求; 由图 5b 可知, 正式提升过程中支撑结构体系杆件应力比最大值为 0.885, 位置为后拉杆件, 不满足提升要求。

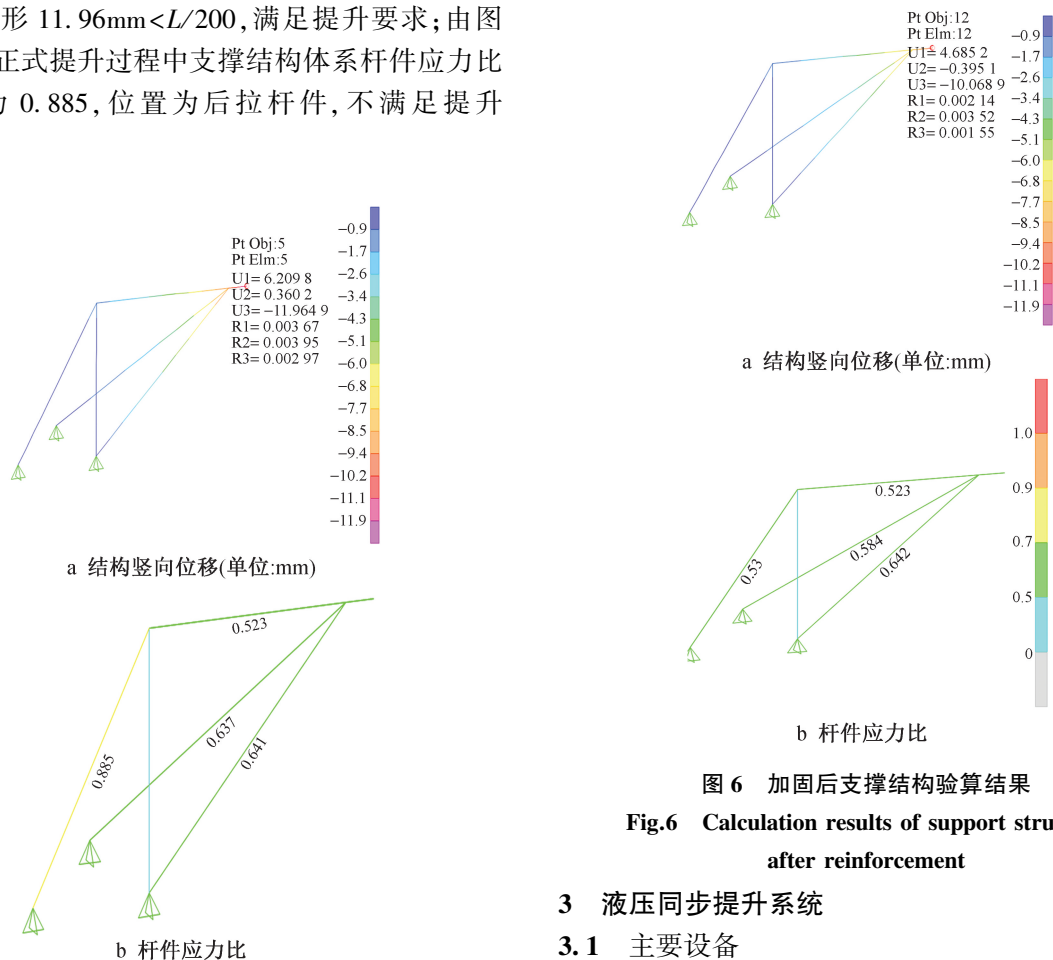


图 5 支撑结构验算结果

Fig.5 Calculation results of support structure

2.2.2 加固后支撑结构验算

由图 6a 可知, 正式提升过程中支撑结构体系竖向最大变形为 $10.07\text{mm} < L/200$, 满足提升要求; 由图 6b 可知, 正式提升过程中支撑结构体系杆件应力比最大值为 0.642, 满足提升要求。

图 6 加固后支撑结构验算结果

Fig.6 Calculation results of support structure after reinforcement

3 液压同步提升系统

3.1 主要设备

液压同步提升系统主要设备包括 TJJ-2000 型液压提升器、TJV-60 型液压泵源系统、YT-1 型计算机同步控制系统。

3.2 主要技术

3.2.1 液压同步提升技术

液压同步提升技术采用液压提升器进行提升, 并通过柔性钢绞线实现承重, 在液压提升器两端采用楔形锚具锁紧, 保证提升过程的安全可靠。液压

提升器行程长度为 250mm,重物通过液压提升器周期重复运动实现整体提升(见图 7,图中 L 为 1 个行程,为 250mm)。相比其他提升设备,液压同步提升系统具有自重小、安装方便等优点,并且适用于一些常规起重设备无法完成的高空安装任务。

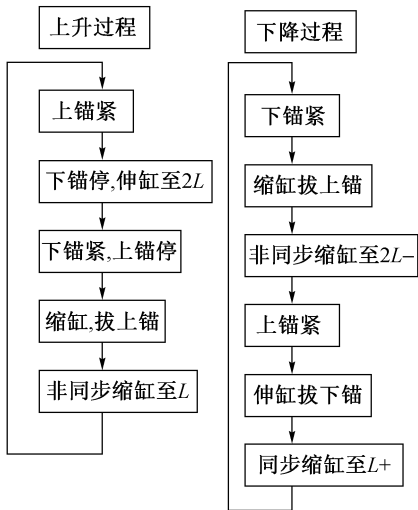


图 7 液压同步提升过程示意

Fig.7 The hydraulic synchronous lifting process

3.2.2 计算机同步控制技术

液压同步提升技术检测设备为行程和位移传感器,并结合计算机控制系统进行自动化操作。该技术为实现同步动作、应力控制、姿态矫正等多种功能,采用数据反馈和控制指令传递方式。液压同步控制系统在中央控制室内,可供操作人员观察提升过程和发布控制指令(见图 8)。该技术具有高度智能化和自动化程度,能大大提高钢连廊提升过程安全性及工作效率。液压同步提升原理如图 9 所示。

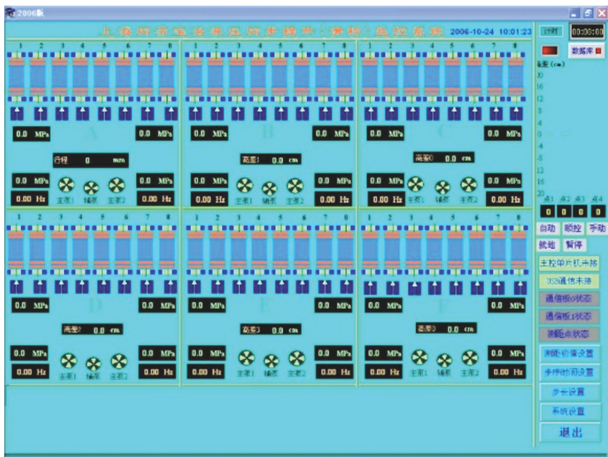


图 8 液压同步提升控制系统人机界面

Fig.8 Hydraulic synchronous lifting control system human-machine interface

4 钢结构液压提升施工

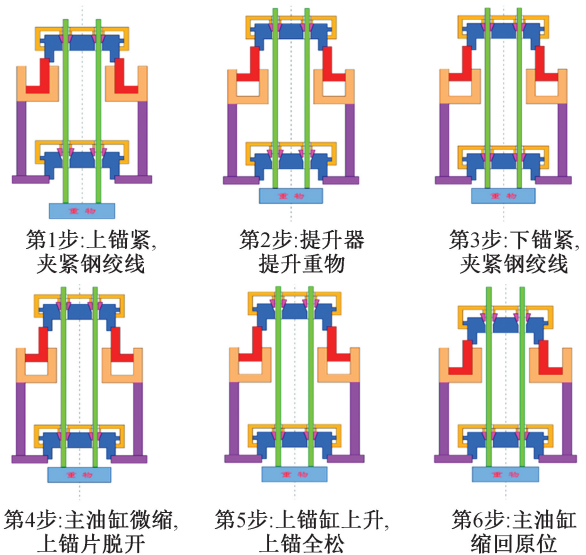


图 9 液压同步提升原理

Fig.9 Principle of hydraulic synchronous lifting

4.1 液压提升设备安装

1) 液压提升器与梁钢绞线孔中心对齐,并根据液压锁方位调整位置。

2) 提升地锚与地锚吊具钢绞线孔中心对齐,底部采用压板进行固定,当固定提升地锚时,为使提升地锚可自由转动,需使提升地锚与下吊具间有一定间距。

3) 须于液压提升器旁安装导向架,并且导出方向需方便安装传感器等,同时不影响钢绞线下坠。导向架最上方横杆需与天锚高度相差 1.5 ~ 2m(总高度约 3.5m),距离液压提升器位置需偏移 0.4m 左右,以确保钢绞线可沿导向架导出及导向架移动。

4.2 提升过程控制要点

为保障钢结构在提升过程中的安全性,采用吊点油压均衡、结构姿态调整、位移同步控制、分级卸载就位策略,采用特定算法以实现对钢连廊提升姿态和荷载控制。钢连廊提升过程中,为确保钢连廊吊装安全性,需保证泵站同一电机的各吊点受力均匀、钢连廊在提升过程中保持稳定、各吊点尽可能保持同步。

4.2.1 提升前准备及检查

提升结构前,须对提升系统及提升设备进行检查和调试,以确保提升过程的安全性和顺畅性。

1) 提升器 在下锚固定情况下,需松开上锚,启动泵站,调节压力。然后检查提升器主油缸油管是否正确连接,并检查截止阀是否正常。还要调试变频器,确保在电流变化时,能调节对应提升器伸缩缸速度。

2) 导向架 需检查其与提升器安装是否正确,同时确保钢绞线能顺畅导出。

3) 钢绞线 提升前必须认真检查钢绞线,确保钢绞线无松股、弯折等问题,并且外表无电焊疤等影响承重缺陷。

4) 地锚 需检查吊具安装是否正确,同时确保锚片能锁紧钢绞线。

5) 管线及阀块 由于运输过程中的振动和摩擦等原因,个别阀块或硬管接头可能会出现松动现象,因此需进行逐一检查,并拧紧。同时检查溢流阀调压弹簧是否处于完全放松状态,并检查各设备电缆线、控制线和油管连接是否正确。检查手动操作同步控制系统主控制器中按钮及各电磁阀和截止阀是否正常。检查截止阀与提升器编号是否逐一对应。

6) 临时设施 检查上、下吊点安装情况,同时还要检查提升构件加固情况。

4.2.2 预提升

在预提升过程中,需观察和监测钢连廊、提升设施和设备系统,以保证与模拟工况计算和设计条件相统一,以保证钢连廊在提升过程中的安全性。

根据主体结构理论荷载对各吊点处设备进行20%、40%、60%、80%分级加载。在确保各情况均正常后,才进行90%、100%加载,直至钢连廊全部离地。在分级加载时,当出现各点离地高度不同情况时,降低钢连廊提升速度,观察各点离地高度,必要时采取单点动提升方式。

钢连廊提升离开拼装胎架约50mm后,暂停提升,并停留12h进行全面检查。停留期间,组织专业人员对提升支架、钢结构及提升设备等进行检查。停留期结束后,经起吊指挥部确认各专业组汇总检查结果无误后,下达正式提升命令。

4.2.3 正式提升

为确保钢连廊提升过程的安全性,整个提升过程需不断对以下方面进行检查和监测。

1) 各吊点提升器需受荷均匀,以确保钢结构受力平衡。

2) 上吊点平台需整体稳定,以防钢结构在提升过程中出现晃动或倾斜。

3) 钢连廊提升过程需整体稳定,包括提升速度、提升高度等,以确保钢结构在提升过程中的安全性。

4) 吊点在计算机控制下需同步,以确保各吊点运动同步。

5) 检查系统噪声情况,以确保各部件的正常运行。

6) 认真检查和仔细观察承重系统,确保其正常运行。

7) 检查液压动力系统运行情况,以确保提升设备稳定性和安全性。

4.2.4 提升就位

一旦钢结构同步提升接近设计位置,应暂停提升,对每个吊点进行微调,以确保结构精确到达设计位置。此时,提升设备应暂停并锁定,以维持结构在空中姿态稳定不变。最后,需进行钢连廊后补杆件对口焊接。

4.2.5 分级卸载

与提升过程相同,卸载过程同样采用20%、40%、60%、80%的分级卸载方式,卸载时需时刻观察各部分状况,确认无异常后才能继续卸载至100%。钢连廊施工竣工效果如图10所示。



图10 钢连廊施工竣工效果

Fig.10 Completion construction effect of steel corridor

5 结语

本工程采用液压同步提升技术,相较于其他施工方式,该技术具有以下优势:①在楼面进行主要钢结构拼装、焊接等工作,施工效率高,质量易保证;②钢连廊构件可在楼面进行预安装,极大地减少了吊装工作量,大大缩短了钢连廊施工周期;③整体提升能减少所需临时设施安装量,有利于降低施工成本。

参考文献:

- [1] 曾令权,郭正兴,罗斌,等.潮汕机场航站楼钢屋盖整体提升技术[J].施工技术,2011,40(1):70-72.
ZENG L Q, GUO Z X, LUO B, et al. Integral lifting technology of steel roof in Chaoshan Airport Terminal [J]. Construction technology, 2011, 40(1): 70-72.
- [2] 张明亮,雷周,刘维,等.液压同步整体提升技术在演播厅钢结构屋盖施工中的应用[J].施工技术,2020,49(14):22-26.
ZHANG M L, LEI Z, LIU W, et al. Application of hydraulic synchronous integral lifting technology in construction of steel structure roof of studio [J]. Construction technology, 2020, 49(14): 22-26.

- 61-67.
- LIU T, YANG K X, JIANG L, et al. Disturbing effect of excavation process of shield tunnel with extremely closed side piles [J]. Hazard control in tunnelling and underground engineering, 2020, 2(1): 61-67.
- [3] 李亚翠,杨新安,裴子钰,等. 土岩复合地层盾构掘进对桥梁变形影响分析[J]. 地下空间与工程学报, 2019, 15(2): 533-542.
- LI Y C, YANG X A, PEI Z Y, et al. Analysis of the effect of shield tunneling on bridge deformation in soil-rock composite strata[J]. Journal of underground space and engineering, 2019, 15(2): 533-542.
- [4] 徐硕,朱永全,徐强,等. 近距侧穿高铁桥桩盾构施工影响规律及加固措施[J]. 科学技术与工程, 2021, 21(31): 13545-13551.
- XU S, ZHU Y Q, XU Q, et al. Influence and reinforcement measures of shield construction of pile foundation for high-speed railway bridge in short distance [J]. Science technology and engineering, 2021, 21(31): 13545-13551.
- [5] 王明年,崔光耀,喻波. 广州地铁西村站近接高架桥桩基影响分区及应用研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2009, 28(7): 1396-1404.
- WANG M N, CUI G Y, YU B. Research on influential partition and application of adjacent viaduct pile foundations in Xicun Station of Guangzhou Metro [J]. Chinese journal of rock mechanics and engineering, 2009, 28(7): 1396-1404.
- [6] 丁智,张霄,周联英,等. 近距离桥桩与地铁隧道相互影响研究及展望[J]. 浙江大学学报(工学版), 2018, 52(10): 1943-1953, 1979.
- DING Z, ZHANG X, ZHOU L Y, et al. Research and prospect of interaction between close bridge pile and metro tunnel [J]. Journal of Zhejiang University (engineering science), 2018, 52(10): 1943-1953, 1979.
- [7] 王国富,孙捷城,路林海,等. 盾构隧道近距离下穿高架桥主动支护研究[J]. 现代隧道技术, 2017, 54(6): 195-202.
- WANG G F, SUN J C, LU L H, et al. Active pre-support technology for a shield tunnel approaching to a proposed viaduct pile [J]. Modern tunnelling technology, 2017, 54(6): 195-202.
- [8] 奚晓广,何君佐,廖少明,等. 软土盾构超近距侧穿桥墩桩基的变形传递分析[J]. 地下空间与工程学报, 2021, 17(4): 1190-1200.
- XI X G, HE J Z, LIAO S M, et al. Deformation transmission law between pier and pile of viaduct caused by adjacent shield tunneling in soft ground [J]. Chinese journal of underground space and engineering, 2021, 17(4): 1190-1200.
- [9] 郭现钊. 地铁盾构隧道近距离下穿广深铁路影响分析及防护措施研究[J]. 铁道标准设计, 2021, 65(8): 107-112, 133.
- GUO X Z. Impact analysis and study on protective measures of shield tunnel closely undercrossing guangzhou-shenzhen railway [J]. Railway standard design, 2021, 65(8): 107-112, 133.
- [10] 郭玉海,李兴高. 大直径盾构下穿北京机场快轨高架桥梁的安全控制技术[J]. 北京交通大学学报, 2014, 38(1): 13-19.
- GUO Y H, LI X G. Safety control technology on large diameter shield under-crossing the viaduct of Beijing airport express [J]. Journal of Beijing Jiaotong University, 2014, 38(1): 13-19.
- [11] 杨晓杰,邓飞皇,聂雯,等. 地铁隧道近距穿越施工对桩基承载力的影响研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2006(6): 1290-1295.
- YANG X J, DENG F H, NIE W, et al. Study on effect of metro tunneling on carrying capacity of pile foundation [J]. Chinese journal of rock mechanics and engineering, 2006(6): 1290-1295.
- [12] 任伟明,彭丽云,刘军. 邻近地铁车站的基坑开挖基于FLAC3D数值模拟[J]. 岩土工程学报, 2013, 35(S2): 276-280.
- REN W M, PENG L Y, LIU J. Numerical simulation of excavation of deep foundation pit adjacent to metro station based on FLAC3D [J]. Chinese journal of geotechnical engineering, 2013, 35(S2): 276-280.

(上接第 39 页)

- [3] 沙峰峰,朱伟明,焦国民,等. 81m 亚洲第一单体超大跨度钢结构廊桥整体提升施工关键技术[J]. 工程质量, 2022, 40(10): 17-21.
- SHA F F, ZHU W M, JIAO G M, et al. Key technology of overall lifting construction of 81 meters Asia's first single super-large span steel structure gallery bridge[J]. Construction quality, 2022, 40(10): 17-21.
- [4] 潘桂林,杨建平,汪仁威. 温州瓯江北口大桥主桥钢桁梁施工技术研究[J]. 施工技术(中英文), 2022, 51(8): 62-66, 75.
- PAN G L, YANG J P, WANG R W. Construction technology of steel truss girder of main bridge for Oujiang River North Estuary Bridge in Wenzhou[J]. Construction technology, 2022, 51(8): 62-66, 75.
- [5] 李瑞川,袁文涛,丁馨铠,等. 闭环控制下液压同步系统研究与发展综述[J]. 现代制造工程, 2023(2): 137-147.
- LI R C, YUAN W T, DING X K, et al. Review of research and development of hydraulic synchronization system under closed-loop control[J]. Modern manufacturing engineering, 2023(2): 137-147.
- [6] 马张永,徐子涵,吴小燕. 大悬挑曲面空间网格结构液压同步提升施工技术[J]. 施工技术, 2016, 45(8): 72-75.
- MA Z Y, XU Z H, WU X Y. Hydraulic synchronous lifting technology of the large cantilever curved space lattice structure [J]. Construction technology, 2016, 45(8): 72-75.
- [7] 孙力. 液压同步提升技术在大型起重机吊装中的应用[J]. 现代制造技术与装备, 2022, 58(9): 116-119.
- SUN L. Application of hydraulic synchronous lifting technology in large crane hoisting [J]. Modern manufacturing technology and equipment, 2022, 58(9): 116-119.