

顶升卸荷在某输煤栈桥改造加固中的应用

王超

河北工程大学土木工程学院

DOI:10.12238/btr.v7i5.4531

[摘要] 为改善既有结构受力,提升加固效果,使新旧结构能够协同工作共同受力,本文以山西某网架输煤栈桥改造加固项目为依托,提出采用千斤顶对原网架栈桥进行顶升卸荷处理。结果表明:顶升卸荷方法可行,能够改善既有结构受力,使新旧结构协同工作共同受力,且新旧结构在顶升卸荷过程中应力、变形均满足规范要求。卸荷过程中托架变形较大,建议在之后类似工程中,要适当增加托架设计刚度,卸荷模拟时要考虑围护结构的影响,本研究可为类似工程积累相关经验,提供参考。

[关键词] 顶升卸荷; 输煤栈桥; 改造加固; 施工模拟; 施工监测

中图分类号: U448.18 文献标识码: A

Application of jacking unloading in the renovation and reinforcement of a coal conveyor bridge

Chao Wang

School of Civil Engineering, Hebei University of Engineering

[Abstract] In order to improve the existing structure force, enhance the reinforcement effect, so that the old and new structure can work together to common force, this paper is based on a network frame coal transport trestle renovation and reinforcement project in Shanxi, and proposes to use jacks to jack up and unload the original network frame trestle processing. The results show that: jacking unloading method is feasible, can improve the existing structure force, so that the old and new structure work together common force, and the old and new structure in the jacking unloading process stress, deformation to meet the specification requirements. During the unloading process, the deformation of the bracket is large, it is suggested to increase the design stiffness of the bracket appropriately in similar projects, and the influence of the enclosure structure should be considered during the unloading simulation, and this study can accumulate relevant experience and provide reference for similar projects.

[Key words] jacking unloading; coal conveyor bridge; renovation and strengthening; construction simulation; construction monitoring

引言

输煤栈桥作为煤矿运输系统中的关键组成部分^[1],承担着煤炭运输的重要任务,在高空长距离运输中有着不可替代的作用,是工业生产中的生命线^[2],被誉为“空中走廊,工业动脉”。栈桥在使用过程中由于进行改造升级,会使结构承受荷载增加,导致栈桥承载力不足,需要及时对栈桥进行改造加固,为改善原结构受力,使新旧结构能够协同工作共同受力,提升加固效果,一般会对原结构进行卸荷处理。

大量学者^[3-5]对输煤栈桥加固卸荷进行了研究,并取得了不错的效果,但大都是拆除原结构上的恒载或减少活载进行卸荷,会对生产造成影响,且施工繁琐,效率低。为减少卸荷对生产产生影响,提高施工速度,以山西某输煤栈桥改造加固为背景,在

皮带机正常运行情况下,提出采用千斤顶对原结构进行间接卸荷处理。本研究亦在为其他类似栈桥加固工程积累相关经验,提供参考,具有十分重要的意义。

1 工程概况

该输煤栈桥修建于2011年,共计12跨,栈桥宽5.3m,总高6.0m,栈桥结构形式为螺栓球网架结构,支承形式为多点支承,支座形式为平板压力支座,支架为混凝土与钢结构组合式支架。该栈桥由于改造升级,荷载增加,导致栈桥承载力不足,需进行加固,加固方法为在原网架下方增设托架和中间支架,减小原网架跨度,加固后栈桥如图1。为改善原结构受力,使新旧结构协同工作,提出对原结构进行顶升卸荷处理。

2 顶升卸荷技术原理

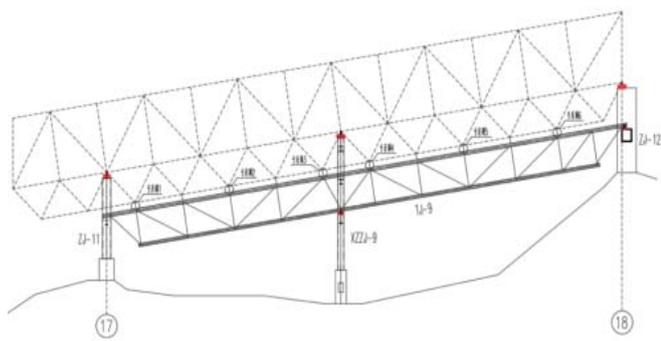


图1 栈桥加固示意图

顶升卸荷原理是利用千斤顶在待加固结构上施加反向力,以减轻或消除原结构所受荷载作用效应,达到消除结构弯曲变形和改善原结构受力的目的。

3 顶升卸荷方案与数值模拟分析

3.1 顶升卸荷方案

采取同步等比例位移卸荷方式进行卸荷,共分3次将上部网架顶升至设计位置,每次顶升量为栈桥理论位移的1/3。栈桥理论位移见表1。顶升点采取“隔一布一”的方式在栈桥南北侧对称布置,共计12个顶升点,具体位置见图1中标注。

表1 栈桥理论位移

顶升点	1(1')	2(2')	3(3')	4(4')	5(5')	6(6')
顶升量(mm)	5	16	22	22	19	10

3.2 数值模拟分析

3.2.1 有限元模型建立

以输煤栈桥改造加固图纸为依据,采用Midas Gen软件进行建模分析。其中网架杆件、支架斜撑、托架腹杆和支座采用杆单元,支架立柱、横梁、门刚和托架上下弦杆采用梁单元,千斤顶采用只受压单元。网架和原支架钢结构钢材强度等级为Q235B,门刚、支座、新增托架和新增支架钢结构钢材强度等级为Q355B,新旧支架混凝土部分材料强度等级为C30。

3.2.2 荷载取值

屋面恒载取 0.3kN/m^2 ,楼面恒载取 0.62kN/m^2 ,侧壁恒载取 0.3kN/m^2 ,皮带活载取 1.5kN/m^2 ,风载取 0.07kN/m^2 ,结构自重软件自动计算。施工阶段荷载组合: $1.0 \times$ 恒荷载 $+1.0 \times$ 活荷载 $+1.0 \times$ 风荷载。

3.2.3 模拟方法

利用Midas Gen软件中的施工阶段模块进行卸荷施工过程计算分析,在软件中定义结构组、边界组和荷载组,并依据实际施工过程定义施工阶段,采用“生死单元法”进行模拟。

3.2.4 数值模拟结果分析

(1) 应力分析。模拟结果表明,在顶升前,原网架最大拉应力为 118.9MPa 。随着千斤顶的顶升,原网架应力在不断减小,托架和支架应力在持续增加,经过三次顶升后,此时原网架结构的最大拉应力为 37.0MPa ,最大压应力为 39.0MPa ,托架的最大拉应力为 48.7MPa ,最大压应力为 35.8MPa ,支架最大拉应力为 96.8MPa ,最大压应力为 38.1MPa 。在卸荷过程中杆件应力均不超过钢材设计强度,满足规范要求。模拟数据也表明,通过顶升卸荷技术,可以将原网架所受荷载效应通过千斤顶和支座传递到下方托架上去,从而实现了上部网架结构卸荷的目的,改善上部网架结构受力。

大拉应力为 37.0MPa ,最大压应力为 39.0MPa ,托架的最大拉应力为 48.7MPa ,最大压应力为 35.8MPa ,支架最大拉应力为 96.8MPa ,最大压应力为 38.1MPa 。在卸荷过程中杆件应力均不超过钢材设计强度,满足规范要求。模拟数据也表明,通过顶升卸荷技术,可以将原网架所受荷载效应通过千斤顶和支座传递到下方托架上去,从而实现了上部网架结构卸荷的目的,改善上部网架结构受力。

(2) 位移分析。由模拟结果可知,在顶升前网架的最大位移为 -23.08mm ,位于原网架跨中位置,随着千斤顶的顶升,原网架位移在持续减小,托架位移在不断增加,经过三次顶升,原网架的位移基本恢复至 $\pm 0\text{mm}$ 附近,托架的最大位移达到 6.60mm ,位于托架右侧跨中部位。在安装完所有支座形成整体结构后,结构的最大位移为 6.47mm ,位移满足规范要求。

4 卸荷全过程监测及结果对比分析

4.1 测点布置

本次监测,应力测点共计10个,位移测点共计20个,各监测点布置位置见图2。

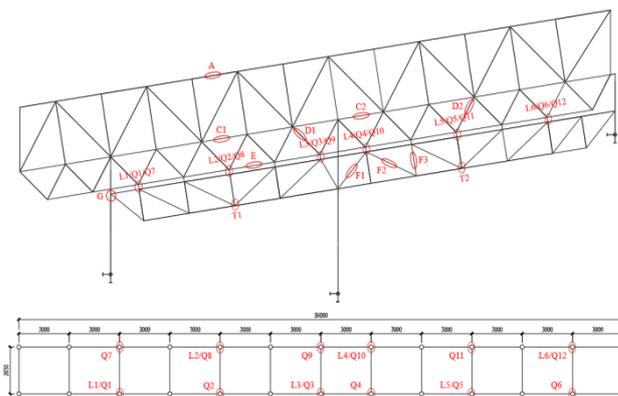


图2 监测点布置

4.2 监测结果对比分析

4.2.1 应力对比分析

由于各杆件初始应力未知,故以各测点应力变化量进行统计分析,以顶升前数据作为初始状态(0MPa)。由图3可知,各测点在三次顶升完成后,各杆件应力产生不同幅度变化,与顶升前理论计算应力相比,顶升后原网架中A、C1和E的应力分别减少了 49.3 、 45.7 和 68.1MPa ,C2、D1和D2出现拉压杆转变的情况。托架F2测点处的应力增长了 88.3MPa ,支架G测点的应力增长了 140.8MPa ,杆件应力均不超设计强度,满足设计要求,且都有较大的安全储备,可以确保结构后续使用过程中的安全性。监测与模拟应力相比误差较大,但监测应力和模拟应力整体变化趋势相似,足以说明经过顶升卸荷后原结构的受力有所改善,新旧结构能够协同工作共同受力。

4.2.2 螺栓球位移对比分析

螺栓球位移数据以各测点位移变化量进行统计分析,规定位移竖直向下为正值,以顶升前数据作为初始状态(0mm)。由图4可知,经过千斤顶顶升后各测点螺栓球均产生竖直向上的位移,

原网架被“抬高”，向下位移减小。在整个顶升过程中绝大部分位置均能被顶升到到位，与模拟值基本一致，仅L2和L5未被顶升到到位，与模拟值相差较大，原因是由于围护结构和皮带设备存在使得现场原结构刚度要比模拟中的刚度要大，且L2、L5位于托架1/4和3/4处，下方无临时支撑，托架向下变形较大。

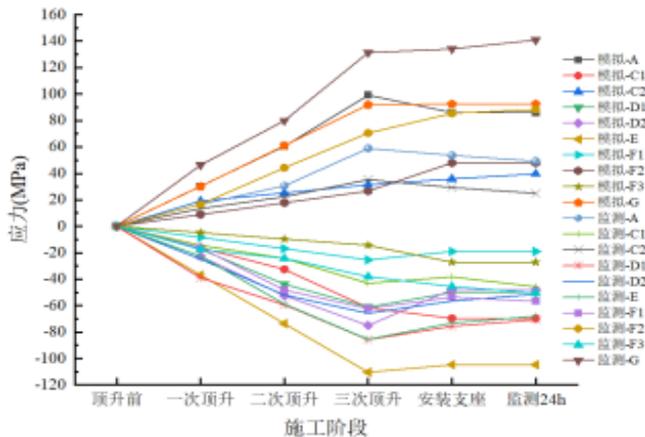


图3 应力变化图

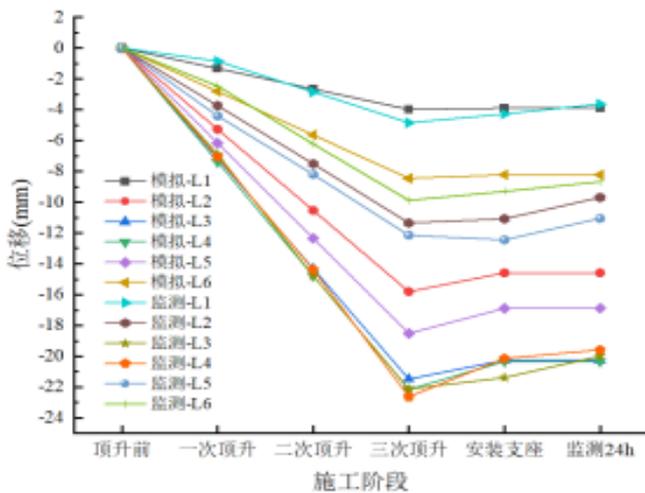


图4 螺栓球位移变化图

4.2.3托架位移对比分析

托架位移数据以各测点位移变化量进行统计分析，规定位移竖向向下为正值，以顶升前数据作为初始状态(0mm)。由图5可知，整个顶升过程中，托架的最大位移达到18.48mm，而模拟结果中托架的位移仅有6.60mm，均位于右侧托架跨中，托架实测位移虽大于模拟位移，但仍满足规范要求。托架实测位移偏大的原因是托架刚度设计偏小，且现场托架本身焊接施工质量可能存在问题，达不到模拟中所需要的刚度。

5 结论

(1) 顶升卸荷技术可行，能够改善原网架受力，使新旧结构能够协同工作共同受力，提升加固效果。且在顶升卸荷过程中新

旧结构应力、变形均满足设计规范要求。

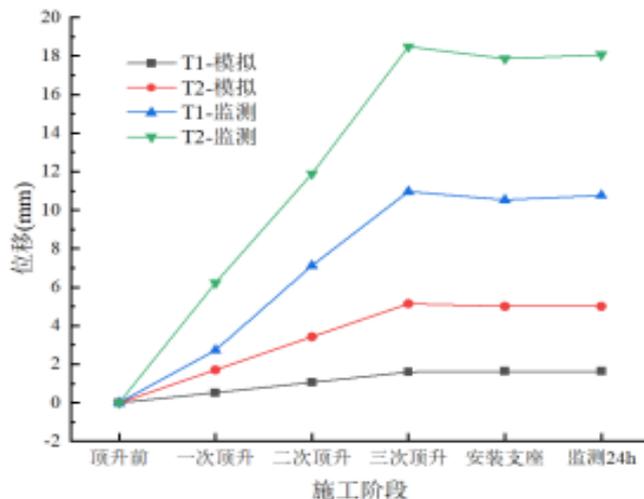


图5 托架位移变化图

(2) 加固设计中卸荷模拟对原结构刚度考虑略有不足，导致托架刚度设计偏小，个别位置顶升不到位，使得监测与模拟结果相对误差较大，但基本可以实现顶升目的，且栈桥加固后使用至今未见异常，结构使用状态良好。

(3) 卸荷过程需要托架有足够的刚度，建议之后在类似工程中，托架的设计要考虑卸荷的影响，要适当增加托架设计刚度，确保顶升卸荷过程顺利。同时卸荷模拟时要考虑围护结构对原结构刚度的影响，充分考虑原结构各部分刚度，使模拟结果更合理更具参考性。

[参考文献]

[1]李斌宇,白明,边艳春.输煤栈桥支架堆煤侧压变形加固探析[J].煤炭工程,2015,47(07):33-35.

[2]崔娟玲,郭昭胜.输煤通廊焊接球节点空间钢管桁架的锈蚀检测及加固修复[J].煤炭工程,2015,47(11):83-86.

[3]刘海卿,艾婧,仇政.输煤栈桥结构碳纤维加固技术及数值模拟[J].建筑结构,2010,40(S2):306-308.

[4]王连永,朱家非.某选煤厂仓及仓间输煤栈桥倾斜问题分析及处理[J].煤矿开采,2001,(S1):78-79+82.

[5]黄建文,姚正治,张焕娥,等.某电厂输煤栈桥结构加固设计[J].建筑结构,2007,37(S1):72-74.

作者简介:

王超(2000—),男,汉族,河北邯郸武安人,硕士研究生,主要从事结构工程方面的研究,河北工程大学土木工程学院,河北邯郸,056038。