

# 液压起重装置在桂江三桥 拱肋提升竖转工程中的应用

肖仁富 向宝成 唐建国 韦振良 翟玲

**【摘要】** 本文介绍了液压起重装置在桂江三桥拱肋提升竖转工程中的应用及其技术关键。

**【关键词】** 液压起重装置 拱肋提升竖转 应用技术

## 一、概述

桂江三桥是梧州市建设中的一环线跨越桂江连接市区东西两区的交通枢纽。桥宽25.6m,双向四车道。主桥桥型为40+175+40m三孔自锚中承式钢管砼拱桥。主拱175m一跨过江。主拱肋为钢管砼构件,边拱肋为钢筋砼构件。主、边拱肋通过系杆连结在一起。主桥墩及边桥墩均采用钻孔灌注桩基础。桥面箱梁通过竖杆由主拱肋承载。

在航运交通繁忙的桂江与西江汇合处,跨桂江架设主拱肋是该项工程建设的关键之一。国内拱桥建设中采用缆索吊装分段起吊的安装架设方法显然不适用于桂江三桥的施工工况。我国近几年发展起来的转体施工方法适应了桥梁建设中上述特殊要求。河南安阳文峰路立交桥、湖北省宜昌县莲沱大桥虽采用了拱肋竖转施工方法,但竖转起吊系统由卷扬机、起重索、滑轮组组成,控

制技术落后,起重力有限。

桂江三桥拱肋竖转工程由铁十八局二处与柳州欧维姆工程公司合作,应用液压千斤顶作牵引力的执行机构,高强度、低松弛钢绞线作柔性起重索,首次将液压起重装置应用于拱肋的提升与竖转施工。并已安全顺利地完成了拱肋跨江架设任务。

## 二、竖转工程基础设施

桂江三桥主拱肋由两个1/2拱肋组成。半拱肋的自重达500吨。由桂江造船厂生产制作,与边拱、桥墩建筑施工平行进行。两个半拱肋制成后用船舶先后运至施工现场;先用液压提升装置将拱脚提升入拱座;再用液压起重装置将半拱肋竖转至设计标高;最后两半拱肋下放合拢并焊接,拱肋跨江架设过程即告完成。为实现上述提升、转体施工,在此之前,需要建设安装好基础设施。

### 1、钢桁龙门架

如图1所示,作为支撑起重索的钢桁龙门架要具有以下功用:

(1) 改变牵引力的方向,适于起

重装置的安装及千斤顶的架设。施工中,千斤顶通过变换底座直接安装于边拱肋的一端,节省了

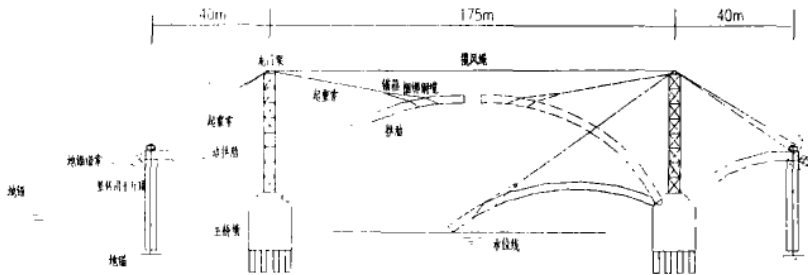


图1 拱肋竖转示意图

肖仁富 柳州欧维姆工程有限公司 高工  
向宝成 柳州欧维姆工程有限公司 项目经理  
唐建国 柳州欧维姆工程有限公司 工程师  
韦振良、翟玲 柳州欧维姆工程有限公司 助工

千斤顶反力架的制作费用。

(2) 降低牵引力幅度。牵引力的大小与主拱拱肋相连接的起重索的水平夹角相关,也与拱肋合拢端起吊初始标高有关。选择适宜的龙门架高度,可使牵引力的最大值得到控制。

(3) 在龙门架两侧索力的合力作用下,在平行与垂直于龙门架平面的两个方向上,龙门架构件要保证不失稳。

本工程起重索是通过安装在龙门架顶部的滚轮,将力传递给龙门架。在竖转过程中,龙门架两侧起重索的合力大体在两侧起重索的夹角平分线方向上(如图2所示)。合力可以分解成竖直和水平方向的两个分力,并非只存在一个竖直向下的力。竖转过程中,在拱肋达到标高之前,作用在龙门架顶部的水平分力越来越大,龙门架的倾复力矩也越来越大。为平衡这一水平分力,在水平分力的相反方向,安装了两束地锚。在竖转过程中通过对龙门架应力变化情况的监测,不断调整地锚的索力,藉以抵消上述水平分力,确保龙门架在竖转过程中结构稳定。

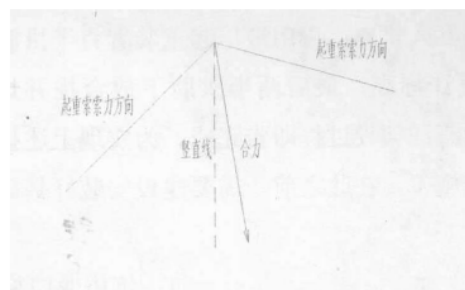


图1 作用于龙门架顶端的力

## 2、千斤顶承力座的地锚配置

竖转用QDCL型千斤顶安放在边拱拱肋的端部(见图1)。实际工况不允许千斤顶水平放置,需与起重索钢绞线的方向保持一致,因而其作用力方向与水平面成一倾角。液压起重装置工作过程中,千斤顶作用力的反力作用到边拱拱肋上,可分解为水平方向和竖直向上的两个分力,

竖向分力对边拱肋影响极为不利。施工中,在边拱拱肋的两个端部分别安装了两束地锚,每束预应力为80吨,藉以部分消除千斤顶牵引力反力产生的竖向分力所造成的不良影响。

以上工程措施经受住了竖转施工的考验,是保证竖转成功必不可少的基础措施。

## 三、液压起重装置的应用技术

该工程应用了两套液压起重装置分别用于两个1/2拱肋的竖转。每套液压装置由一套自动控制系统、三台泵站、六台QDCL型连续提升千斤顶组成。每台泵站与两台千斤顶相连。与两组千斤顶(每组三台)相连的钢绞线束的锚箱通过捆绑于主拱肋两侧的钢缆的铰接装置组成两个竖转起重吊点。

### 1、千斤顶夹持器的精确调整

液压起重装置与用于提升施工所需设备类似。但由于运行工况不同,竖转与提升两种方式的设备安装与操作有所不同。提升作业,千斤顶竖直放置,千斤顶夹持器的夹片因自重自动跟进,“抓”紧承重钢绞线。竖转施工,千斤顶需倾斜安装,千斤顶运行过程中就不具备上述夹片自动跟进、夹紧的条件,致使千斤顶也可能不会正常工作。为解决上述问题,我们借鉴OVM锚具张拉自锚时工作夹片的活动间隙数据,将千斤顶夹持器夹片的活动间隙调整为4~5mm,使夹片既有足够的间隙松开,又能自动跟进,以确保千斤顶正常工作。

### 2、压力控制

#### (1) 压力均衡控制

应用压力均衡控制原理,保证每个起重吊点的三台千斤顶荷载均衡,确保整个系统每个承重单元在竖转过程中均处于最佳工作状态。

#### (2) 限压控制

根据液压起重装置竖转过程中实测的工作油

压,对系统运行的最高油压进行控制,使之较实际工作油压仅高出1~2MPa,以确保系统安全运行,并防止超负荷运行情况的发生。

### 3、同步控制

#### (1) 流量均衡控制

两个起重吊点分布于拱肋的两侧,两侧千斤顶的运行速度快慢直接影响起重装置的同步性。采用系统流量均衡控制方法,使拱肋竖转过程的同步性有了保证。如两岸拱肋竖转过程中,两条中距为17.8m的主肋端部,经实测其同步误差仅为7cm。

#### (2) 仪器监测调控

作为同步控制的辅助手段,竖转过程中用经纬仪对两条中距为17.8m的主肋端部的高差进行跟踪监测,如发现超出同步误差设计要求,则对两个吊点中的一个进行调整,以保证竖转全过程满足同步性要求。

### 四、安全性措施

为了确保拱肋竖转万无一失,此次竖转施工从设备、材料到防护均采取了足够大的安全系数及系统保护措施。

#### 1、安全系数验算

##### (1) 起重能力储备系数

竖转主肋(500吨)的最大牵引力为7500kN,应用了6台、每台额定提升力为2000kN的QDCL型千斤顶。千斤顶总牵引力为 $2000 \times 6 = 12000$ kN。能力储备系数为 $12000/7500 = 1.6$ ,具有足够的起重能力储备。

##### (2) 承重钢绞线的安全系数

该工程选用 $\Phi 15.2$ 高强度、低松弛钢绞线作为柔性起重索,每台千斤顶安装12根,6台千斤顶共安装72根钢绞线,按破断荷载254kN计算,起重索能承受的最大荷载为18288kN,计算安全系数为2.4。

##### (3) 千斤顶夹持装置的安全系数

OVM锚具夹持钢绞线的效率系数大于0.95,即在95%的钢绞线极限破断力下,锚具可以夹持住钢绞线而不使其破断。

夹持装置的安全系数 $18288/7500 \times 95\% = 2.3$

### 2、安全防护措施

#### (1) 千斤顶

千斤顶的进油口均装有液压锁,以防万一出现千斤顶与泵站之间的油路断开,千斤顶活塞能保持原位,被起吊的拱肋不会下降。

#### (2) 安全夹持器

在千斤顶及其承力支座之间均安装有安全夹持器,起重钢绞线从其中穿过,以备千斤顶万一出现意外时,承重钢绞线被安全夹持器夹持住,防止拱肋下坠,并便于更换检修千斤顶。

### 3、竖转过程的应力监测

在主拱肋及龙门架的受力节点处均贴有应变片,随时监测构件各受力点的应力变化情况,确保竖转过程中构件不会发生变形破坏。

### 五、结束语

液压起重装置具有设备简单,起重量大,运行平稳,安全可靠的特点。将液压起重装置用于桂江三桥拱肋提升竖转施工,实践证明是成功的。施工周期短、河道封航时间少、成本低,为长跨距、自重大的拱桥建设积累了宝贵的经验。

### 参考文献

1. 陈宝春 钢管混凝土拱桥发展综述,桥梁建设,1997.2
2. 王道斌. 莲沱大桥钢管拱桥竖转吊装的方案设计与施工,桥梁建设,1997.2
3. 李文东 钢管拱桥竖转施工计算.