

# 长大拱肋竖转施工的扣索形式

肖仁富 向宝成 唐建国 韦振良 翟玲 顾寅

**【摘要】** 本文通过广西桂江三桥和广东丫髻沙大桥拱肋竖转的工程实例,介绍了竖转长大拱肋时所采用的两种扣索形式及对拱肋竖转安全的重要意义。

**【关键词】** 长大拱肋 竖转施工 扣索形式

## 一、概述

先后于今年七月份和十月份,成功地采用竖转施工技术的广西桂江三桥和广东丫髻沙大桥均为长大型拱桥。

桂江三桥主桥桥型为40+175+40米三孔自锚中承式钢管混凝土砼系杆拱桥,矢跨比为1/4。广州西南环高速公路丫髻沙大桥是主桥跨度为360米的钢管混凝土砼系杆拱桥,其跨度属同类桥型世界第一。该桥矢跨比为1/4.5。上述两座桥主桥的拱轴线均为悬链线。

桂江三桥拱肋竖转施工由柳州OVM工程有限公司承担。广东丫髻沙大桥拱肋竖转由同济大学负责。两项工程竖转设备均采用机、电、液压一体化技术。OVM工程有限公司使用的是连续竖转系统。

钢管混凝土砼系杆拱桥的力学性能独特,长大拱肋结构轻柔,空间刚度较差。竖转过程中,在竖转牵引力作用下,拱肋受一弦向压力,易使拱肋结构发生竖向弯曲变形。为使弯曲变形控制在设计范围内,保证拱肋轴线线形符合设计要求,扣索(或吊点)在拱肋上的精心布置设计,控制变形的技术措施的采用,对于确保拱肋竖转安全,避免拱肋变形破坏施工事故的发生,是非常必要的。本文主要介绍三种扣索形式。

## 二、分散型扣索

桂江三桥主拱肋竖转的扣索设计为分散型扣索。

如图1所示,第一扣索的钢缆与主拱肋的捆绑点距拱肋合拢端10米,第二扣索设置点与第一扣索点相距10米。两扣索通过一连接钢丝绳索与起重钢绞线束的铰接装置组成一个竖转起重吊点(拱肋另一侧的竖转起重吊点的设置与此相同)。在钢绞线与铰接装置上的锚固端之间的过渡段,灌注环氧砂浆,有利于消除钢绞线振动对锚固端的影响,提高钢绞线锚固端的可靠性。

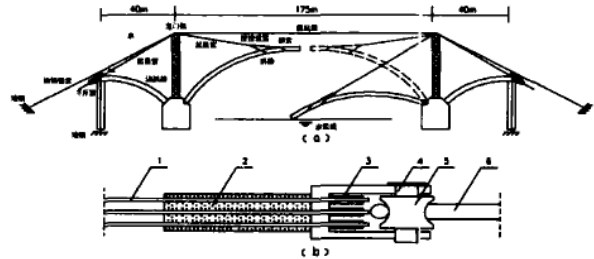


图1 (a) 桂江三桥竖转拱肋的扣索形式 (b) 铰接装置  
1 钢绞线 2 环氧砂浆 3 P锚 4 轴 5 滚轮 6 钢缆

随着竖转过程的进行,牵引索与拱肋之间的相对位置发生变化,与起重索和扣索钢缆相连的铰接装置能自动调整在钢缆上的位置。在竖转过程中始终保持铰接装置两侧扣索索力均衡。

该型扣索的特点是:拱肋两侧四点受力的分散型扣索设置,通过铰接装置的变换,形成两个竖转起重吊点。对于起重设备来讲,由于是两点起吊,更易于实现拱肋的同步竖转控制。

采用上述分散型扣索设计,拱肋在竖转过程中的应力变化得到控制。通过对贴在拱肋各受力节点上应变片的应变过程的监测,结果表明:拱肋的应力变化完全控制在设计允许范围内。

## 三、平衡型扣索

广州西南环高速公路丫髻沙大桥拱肋竖转采用的扣索形式,为平衡型扣索。如图2所示。

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 顾寅 柳州欧维姆工程有限公司 助工

拱肋竖转

在距合拢端一定距离的拱肋上设有一竖杆(钢桁架),扣索从竖杆顶端的索鞍上通过。扣索过索鞍时,在索鞍两侧形成一个钝角。竖杆下部与拱肋固定。拱肋两侧的竖杆顶部用钢管连结,以增强竖杆横向稳定性。

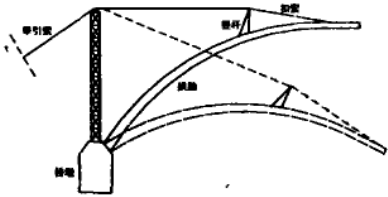


图2 Y警沙大桥拱肋竖转的扣索形式

1、作用机理

平衡型扣索的作用机理与下拱式拱桥的受力机理相似。如图3所示。图3(a)中,桥面荷载作用到其下方的拱顶上,使拱肋的拱顶与拱脚之间受到一个弦向压力。在弦向压力作用下,拱肋弯曲。因此有图3(b)的在拱肋与桥面之间对称设置1到数个立柱的情况的出现。

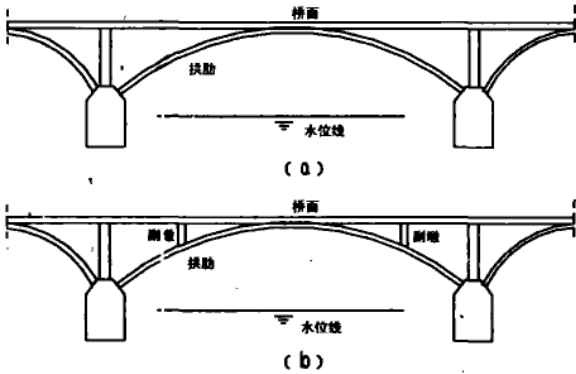


图3 下拱式拱桥

拱肋竖转时受到弦向压力作用与下拱式拱桥承受荷载时拱肋受力情况相似。所不同的是:下拱式拱桥平衡拱肋竖向弯曲力的,是桥面恒载通过立柱实现。拱肋竖转过程平衡拱肋竖向弯曲力的,是扣索过索鞍时,扣索在索鞍两侧所形成的钝角产生的向下合力,通过竖杆来实现。

2、竖杆设计

竖杆长度及在拱肋上的位置,应满足下列条件:

(1) 在拱肋达到标高前的竖转全过程,保证扣索过索鞍时所产生的合力,其方向沿竖杆向

下。

(2) 保证扣索过索鞍时所产生的合力应能平衡拱肋的竖向弯曲力。

竖转过程中,牵引力不断变化(由大变);能部分平衡竖向弯曲力的拱肋重力与拱肋轴线的夹角不断变化,其平衡效果亦在不断变化;扣索过索鞍时所产生的合力随着竖转的进行,因扣索夹角变化而变化。因此,由竖杆设置所提供的平衡力的设计,应是综合考虑多种因素的折衷。

(3) 竖杆在拱肋上的位置设计,应选择在拱肋易产生较大弯曲变形的地方。

四、混合型扣索

图4(a)、(b)是分散型扣索与平衡型扣索相结合的扣索型式。扣索的精心设计,将会使牵引力在拱肋上的分布更合理,并使拱肋竖向弯曲变形得到更有效的控制。

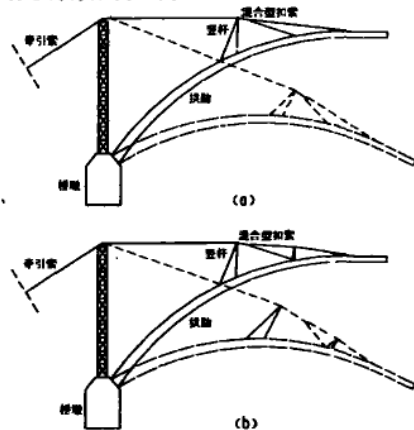


图4 混合型扣索

五、结束语

本文结合工程实例介绍了竖转长大拱肋时所采用的扣索形式及对拱肋竖转安全的重要意义。

随着我国桥梁建设事业的发展 and 广大桥梁建设工程技术人员的努力,我国桥梁施工技术将会获得更大进步。广西梧州桂江三桥和广州Y警沙大桥拱肋竖转施工中的扣索设计,就是这些技术进步中的成功范例。

注:本文成稿过程中,曾得到公司专家田裕甲先生和总厂技术中心朱万旭的指导,谨表感谢!