

# 缆索吊装系统在特大型桥梁施工中的应用

卢冬梅

广西路桥工程集团有限公司 广西南宁 530200

**摘要:** 随着我国道路交通建设事业的不断发展, 道路交通类型也越来越多, 特大型桥梁施工也随之出现。缆索吊装系统是特大型桥梁施工中比较常见的施工方式, 其应用性强, 灵活性高, 因此在特大型桥梁施工中应用范围也相对广泛。本文主要结合现有的工作经验, 从缆索吊装系统简介出发, 简述缆索吊装系统在特大型桥梁施工中存在的问题, 并探究缆索吊装系统在特大型桥梁施工中应用, 进而希望给其他学者的研究提供新的参考视角。

**关键词:** 缆索吊装系统; 特大型桥梁施工; 应用

## Application of cable hoisting system in construction of super large bridge

Dongmei Lu

Guangxi Road and Bridge Engineering Group Co., Ltd., Nanning 530200, Guangxi

**Abstract:** With the continuous development of my country's road traffic construction, there are more and more types of road exchanges, and the construction of extra-large bridges is also emerging at any time. The cable hoisting system is a relatively common construction method in the construction of extra-large bridges. It has strong applicability and high flexibility, so it has a relatively wide range of applications in the construction of extra-large bridges. Based on the existing work experience, starting from the introduction of the rope hoisting system, this paper briefly describes the problems existing in the rope hoisting system in the construction of super-large bridges. And it explores the application of the rope hoisting system in the construction of super-large bridges and then hopes to give other scholars advice Research provides new perspectives of reference.

**Keywords:** rope hoisting system; super-large bridge construction; application

### 引言:

我国地域辽阔, 地形类型较多, 部分地形相对平坦, 道路交通施工难度相对较小。但是部分山区, 地势险要, 施工难度较大。但是为了推进当地的经济的发展, 需要完善当地的交通设施, 因此也需要在当地建设交通道路。所以针对地势险要地区需要利用缆索吊装施工系统。比如, 遇到V型峡谷, 就需要考虑应用缆索吊装系统进行施工。缆索吊装系统跨越能力较强, 能够适应恶劣的施工环境。但是在实际施工过程中, 由于受到各项因素的影响, 缆索吊装系统在特大型桥梁施工过程中还存在着一定的问题, 因此需要施工人员了解缆索吊装系统, 并将其更好的应用到特大型桥梁施工之中。

### 1 缆索吊装系统简介

#### 1.1 缆索吊装系统结构

缆索吊装结构具有灵活性, 根据不同的施工场景,

可以灵活变换绳索系统吊装结构, 但是从整体上看, 绳索系统吊装结构主要包含索塔、主索、索架、锚碇这几个部分。每项结构的功能、承载力均有所差异, 因此在施工过程中, 还需要结合特大型桥梁施工的实际需求, 灵活配置各项结构。

第一, 索塔。索塔是缆索吊装系统的重要组成部分, 主要负责承接主索的力量。现阶段比较常用的索塔结构主要有固结式索塔、铰结式索塔和混合式索塔。施工人员可以根据特大型桥梁施工结构去选择合适的索塔结构。首先, 固结式索塔结构是将塔的顶端与底部固结在一起, 所以整体稳定性较强。但是施工人员需要提前测量好固结式索塔结构的相关参数, 然后再进行结构拼装。比较常用的拼装材料主要有万能杆件和型管材<sup>[1]</sup>。其次, 铰结式索塔主要是依靠铰作来控制结构的稳定性, 但是该结构的塔顶变形较大, 因此需要施工人员提前做好

塔位控制工作,将塔位的变化控制在合理范围内。最后,混合式塔索具备固结式索塔、铰结式索塔的双重特征。利用上下混合或者前后混合的方式将固结式和铰结式索塔混合在一起,应用到特大型桥梁施工之中。索塔结构如图1所示。



图1 索塔结构

第二,主索。主索是缆索吊装系统中的重要承重部位。主索的长度选择要与桥梁跨度相结合,桥梁跨度越长,主索的承重力也就越大。钢筋是主索结构的主要材料,在选择钢筋时要选择强度大、抗拉伸能力强、直径长的主索。如果特大型桥梁跨度大,主索承受的压力过强,那么还可以采用分组连接的方式,分散整个工程的重量,让主索能够均匀受力。定长式办法是比较常用的一种主索结构搭建方法。

第三,工作索。起重索、牵引索和扣索是工作索的重要组成部分。纤维钢筋绳是最为常用的工作索材料。起重索、牵引索和扣索所在部位不同,所选用的纤维钢筋绳也有所差异<sup>[2]</sup>。起重索和牵引索在使用过程中主要负责承接整个工作所结构的重力,因此所选用的纤维钢筋绳不仅要符合国家的質量要求,同时,对抗拉伸能力和韧性也提出了较高的要求。扣索主要起到连接作用,一般使用钢绞线作为主要材料。

第四,锚碇。锚碇是埋藏于地下,主要负责承接主索的压力,维持整个主索结构的稳定性。锚碇结构类型较多,不同的锚碇结构构造方式和承重能力也有所差异,比较常用的是复合式锚碇结构。

### 1.2 缆索吊装系统原理

缆索吊装系统主要是负责起吊特大型桥梁施工中所用到的各项构件。其主要运行原理为,借助主索的承重能力,并将其作为构件的牵引和起吊轨道,将构件运输到指定位置。部分构件的重量相对较大,因此整个缆索结构用来分散构件的重量,提升整个缆索吊装系统的承载力,完成相应的施工需求。比如,福建省宁德市坪坑大桥就是比较典型的特大型桥梁施工工程,其缆索吊

系统设计如下图所示。

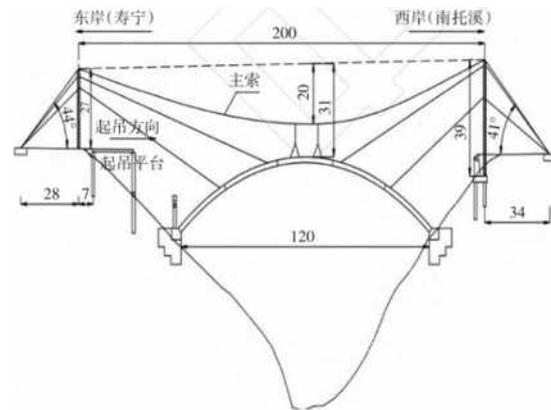


图2 坪坑大桥缆索吊装系统图

## 2 缆索吊装系统在特大型桥梁施工中存在的问题

第一,缆索吊装系统结构的稳定性有待提升。随着我国道路交通事业的不断发展,道路建设范围越来越广,但是由于在开展道路交通建设过程中受到地形条件的限制,需要借助缆索吊装系统完成特大型桥梁施工工作。缆索吊装系统结构搭建技术性强,部分施工人员技术薄弱,在缆索吊装结构搭建上不到位,影响了整个缆索吊装结构的稳定性<sup>[3]</sup>。同时,还有部分施工人员在选择缆索吊装钢筋时,没有测量好缆索吊装系统的整体承重,所选的钢筋无法满足现有的施工需求,因此也会影响整个吊装系统的稳定性。

第二,缆索吊装系统牵引速度有待进一步提升。从诸多学者对缆索吊装系统的研究上看,大部分学者将研究重点放在缆索吊装系统结构上,但是却忽视了对缆索吊装系统牵引速度的研究。缆索吊装系统的牵引速度是影响特大型桥梁施工进度的关键。现阶段,对于缆索吊装系统的速度要求仅仅局限在平稳、匀速方面,但是对吊装速度并没有精准的要求。随着特大型桥梁施工的应用范围越来越广泛,对缆索吊装系统的牵引速度也会提出新的要求,因此需要相关人员在平稳、匀速的基础上,深入对牵引速度的研究,提升缆索吊装牵引速度。

第三,受地形限制较大。缆索吊装系统的跨度较强,因此在特大型桥梁建设之中应用相对广泛,但是由于地锚和缆风绳需要承受的压力较大,所以距离支点较远,与支点的连接难度大。因此现阶段,缆索吊装系统在空旷的区域应用较多,但是在城区或者周边环境比较复杂的地区应用相对较少。随着特大型桥梁施工的种类越来越多,施工范围也越来越广泛,缆索吊装系统也需要根据特大型桥梁施工的要求优化系统结构,让缆索吊装系统的环境适应能力越来越强。

第四,缆索吊装系统整体成本相对较高。虽然缆索

吊装系统在我国的应用范围越来越广,技术也越来越成熟,但是现阶段,国家并没有明确的绳索系统验收规范,因此在绳索吊装系统搭建和验收环节灵活性较强。从目前绳索吊装系统的设计情况看,绳索吊装系统的安全系数普遍偏大,整体搭建成本较高。因此后续国家可以出台相应的行业规范,规范绳索吊装系统的安全系统取值,压缩绳索吊装系统成本,提高绳索吊装系统的经济性。

### 3 绳索吊装系统在特大型桥梁施工中应用

#### 3.1 拱脚扣段的安装

首先,施工人员在安装拱脚铰座和预埋主管之前,需要提前用三维坐标测量好主管预埋的位置,然后再安装铰座。其次,在安装拱脚扣段时,要坚持按顺序安装和对称安装的原则。施工人员可以将安装工作划分为多个环节,先安装第一吊段,然后再依次进行安装。在安装过程中施工人员要一边降吊点,一边张拉扣索,并将拱脚端安置到拱座上,借助拱座上的预埋件,利用链子滑车调整拱脚钢管的位置,让拱脚钢管和拱脚铰座密切连接。吊段安装过程中容易受到外部风力、扣索标高等因素的影响。在安装之前施工人员需要确定安装轴线的位置,合理设计扣索标高,并提前了解当地的风向和风力情况,做好抗风工作。在第一吊段安装完成之后,施工人员要进行强度检查,当吊段符合设计强度之后,施工人员再进行第二吊段的安装。总之,在安装过程中要遵循一边安装一边检查的方式,确保每一吊段的安装质量。

#### 3.2 拱段吊装

首先,施工人员在拱段吊装之前需要测量吊装的强度、悬挂位置、安装结构等参数,然后确定安全系数,保证安全施工。其中,拱圈是吊装施工的关键,所以需要提前做好拱圈安装所需要的各项构件,然后借助起重车等设备将构件运输到指定位置,完成安装工作。其次,扣索安装是拱段吊装的重要环节,扣索主要起到牵引作用,保证整个拱段结构的稳定性。扣索结构具有多样性,既有独立的扣索,也有非独立的扣索,施工人员需要根据拱段吊装的实际情况合理部署扣索结构<sup>[4]</sup>。最后,拱段的宽度是由拱桥跨度而决定的,如果拱桥的跨度大,但是拱段的宽度小,那么拱肋轴线可能会发生横向偏移,此时就需要扣索和缆风索牵引两侧,避免拱肋轴线发生偏移。

#### 3.3 拱肋安装

首先,拱肋安装前要测量好受力数据,避免受力强度不足,导致安全事故。受力数据主要来源于主索、扣索、锚碇的受力和拉力情况,然后做好记录,设计施工环节,保证施工环节的安全性。预抬高值是各个吊段安装过程的抬高值,预抬高值要小于主索、扣索、锚

碇的垂度和位移观测值等。当拱顶合拢段安装完成以后,施工人员进行松索,预抬高值就会自动消失。其次,在拱顶段安装完成之后,需要进行第二段安装,在安装过程中要明确各个构件的安装位置,在借助滑车组运输构件时,既要保证各个构件的接头处能够紧密相接,同时也要做好缓冲工作,避免构件之间的冲击过大给构件带来损坏,影响后续的安装工作。同时,在拱肋安装过程中,也需要做好标记工作,在焊接接头要按照轴线的标高调整焊接工作方式。此外,在拱肋安装过程中还需要借助千斤绳、钢绳等工具,如图3所示。千斤绳的安全系数要求大于8倍,钢绳的索卡数量、索卡间距也需要符合国家相关标准。最后,拱肋安装过程与周边的环境关系密切,气温、风力、天气都是影响拱肋安装的重要因素。一般情况下拱肋合拢安装时温度要控制在15℃作业,温度过低或者过高都不宜进行安装作业。如果出现雷雨天气,或者风力在六级以上,那么也要避免吊装作业。



图3 钢筋绳

### 4 结束语

绳索吊装系统是特大型桥梁施工中的重要工具,绳索吊装系统具有安装便利、结构组合灵活的特征,在特大型桥梁施工中应用相对广泛。但是绳索吊装系统中涉及到的构件较多,所以安装技术性强,这就需要施工人员在开展绳索吊装施工过程中,充分了解绳索吊装系统的结构和实际施工场景,合理配置绳索吊装施工结构,把控绳索吊装施工细节,让绳索吊装系统能够更好的应用到特大型桥梁施工之中。

#### 参考文献:

- [1]余永亮,庄宏飞,马增权,等.大跨度拱桥绳索吊装系统施工技术分析[J].工程与建设,2022,36(1):4.
- [2]李彪,罗天.罗文大桥绳索吊装施工系统力学分析[J].公路交通技术,2021,37(5):6.
- [3]王晓棠.绳索吊装系统索塔结构设计探讨[J].城市建筑,2020,17(9):3.
- [4]邓亭长,卢伟,李清培,周咏凯,陶龙,强永林.绳索吊装系统索塔偏位准确计算方法研究[J].公路,2020,65(8):7.