

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyh.2023.07.062

# 液压提升式缆载吊机在恰纳卡莱大桥中的应用

赫勇

(四川公路桥梁建设集团有限公司, 四川 成都 610041)

**摘要:**以450 t 液压提升式缆载吊机在土耳其1915恰纳卡莱大桥的应用为研究对象,首先介绍了缆载吊机的结构设计及采用的主要工程机械技术;然后分析了缆载吊机在空中主缆上行走的原理;最后分别论述了缆载吊机的自安装、自拆卸关键技术,以为缆载吊机的设计以及现场施工提供参考与借鉴。

**关键词:**缆载吊机;结构设计;自安装;自拆卸;关键技术

**中图分类号:** U448.25

**文献标志码:** B

**文章编号:** 1009-7716(2023)07-0263-03

## 0 引言

土耳其1915恰纳卡莱大桥主桥是目前世界上建成的跨径最大的双塔三跨悬索桥。该桥主桥布置为770 m+2 023 m+770 m,主梁共由87个加劲梁组合而成,加劲梁为分离式钢箱梁,两幅箱梁间距9 m,梁段标准尺寸为48 m(长)×45.06 m(宽)×3.5 m(高),梁段重量在323.8~838.8 t之间,梁段总重高达58 091.6 t。

本文以450 t 液压提升式缆载吊机在土耳其1915恰纳卡莱大桥的应用为研究对象,首先介绍了缆载吊机的结构设计以及采用的主要工程机械技术;然后,分析了缆载吊机在空中主缆上行走的原理,并总结了缆载吊机在主缆上行走需要注意的事项;最后,论述了缆载吊机的安拆关键技术。

## 1 缆载吊机总体设计

### 1.1 总体结构组成

450 t 液压提升式缆载吊机结构总体组成主要有一个钢主桁梁、滚轮式行走系统、柴油机一体化的液压提升设备以及提升扁担梁等部分组成<sup>[1]</sup>,其中,滚轮式行走系统主要由牵引千斤顶及其框架、行走滚轮组、荷载转换千斤顶以及行走钢结构主体组成;柴油机一体化的液压提升设备主要由柴油机一体化液压泵站、提升千斤顶、控制集装箱、钢绞线动力收线装置以及钢绞线导向装置组成。吊机总体结构组成见图1,主要性能参数见表1。

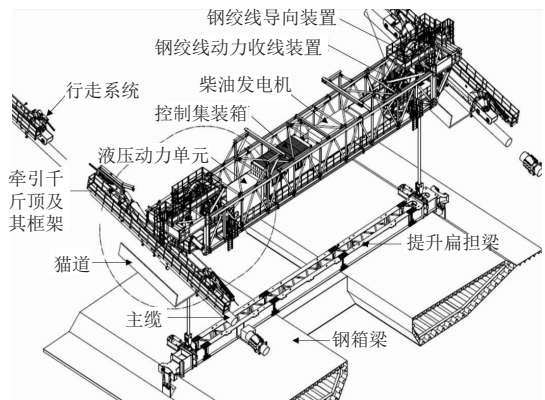


图1 吊机总体结构组成

表1 吊机主要性能参数

项目	主要性能参数	备注
吊机额定提升能力	450 t	不包括钢绞线、提升扁担梁和连接板的重量
最大提升速度	45 m/h	钢箱梁提升时
最大下放速度	45 m/h	钢箱梁下放时
缆上平均行走速度	35 h	—
提升千斤顶	294 t	2台
行走千斤顶	95 t	4台
液压牵引千斤顶	108 t	2台
牵引钢绞线长度	210 m/85 m	上坡(210±100 mm)/下坡最短85 m
工作最大风速	20 m/s	—
缆载吊机重量	260 t	包括提升扁担梁的重量

### 1.2 钢主桁梁

钢主桁梁结构是由中间的桁架梁以及两端的承重梁组成而成,其中,中间桁架梁是对吊机整体的结构起到刚性支撑作用<sup>[2]</sup>,中间桁架空间主要是用来放置液压泵站、控制集装箱、动力收线装置以及收线导向装置,并为操作吊机提供相应的工作平台;两端的承重梁主要是用来放置容量为294 t的液压提升千斤

收稿日期: 2023-02-21

作者简介: 赫勇(1990—),男,本科,工程师,从事路桥建设管理工作。

顶,同时,也是主要的刚性受力构件。

### 1.3 滚轮式行走系统

吊机行走系统主要由钢结构行走主体、行走胶滚轮组、108 t 液压向上牵引千斤顶及其框架、95 t 荷载转换千斤顶、支撑与限位抱箍等组成。缆载吊机又有上坡与下坡之分,不同之处在于,下坡吊机在行走系统尾部增加了 15 t 液压向下牵引千斤顶及其框架。

吊机共有 4 行走胶滚轮组,每个行走系统有 2 个行走胶滚轮组;吊机可通过计算机系统操作 108 t 液压向上牵引千斤顶与 15 t 液压向下牵引千斤顶,可实现吊机在主缆上不同坡度的换向行走。吊机行走系统示意图见图 2。

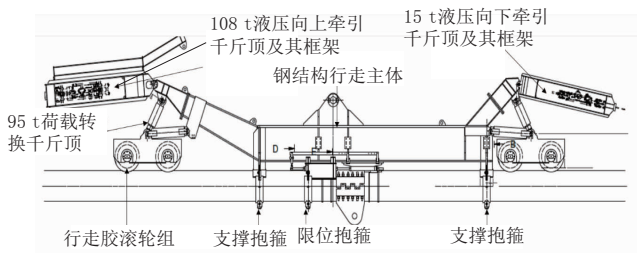


图 2 吊机行走系统示意

### 1.4 液压提升系统

液压提升系统主要由提升设备与控制系统两部分组成。

(1)提升设备。提升设备作为吊机的主要执行机构,主要由 294 t 液压提升千斤顶、钢绞线导向装置、钢绞线收线装置以及钢绞线组成,用于吊装大桥主桥的钢箱梁。

(2)控制系统。控制系统作为吊机的中枢机构,主要由计算机以及传感器控制系统组成,用于控制大桥主桥钢箱梁的吊装、在主缆上行走以及动力系统(牵引、提升、荷载转换千斤顶)的工作状态和操作过程。

### 1.5 提升扁担梁

提升扁担梁采用模块化桁架结构设计,主要有 2 个尾段和 1 个中间段构成,在 2 个尾段端部均设有 1 个滑动梁,通过装在尾段内部的 1 个小型的液压千斤顶来控制滑动梁的移动,其主要作用是在钢箱梁吊装完成后,吊机纵向移动时,提升扁担梁能顺利避开永久吊杆。提升扁担梁示意图见图 3。

## 2 缆载吊机行走原理

吊机的行走原理是在打开支撑、限位抱箍,操作荷载转换千斤顶使荷载逐渐转换到行走胶滚轮组

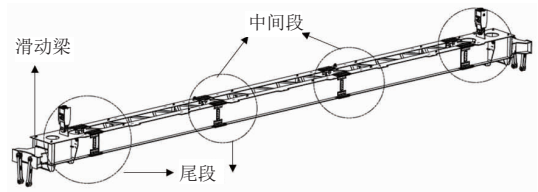


图 3 提升扁担梁示意

上,待行走支撑离主缆有一定距离,完全悬空后,以主缆为行走轨道,通过操作 108 t 向上牵引千斤顶或 15 t 向下牵引千斤顶反复拉伸使胶滚轮向前或向后滚动。当吊机跨过索夹时,通过安装支撑垫片,使胶滚轮顺利通过索夹,从而实现吊机的主缆上行走。支撑垫片示意图见图 4。

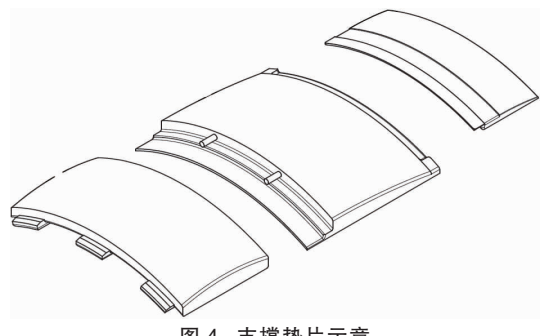


图 4 支撑垫片示意

## 3 缆载吊机安拆关键技术

### 3.1 缆载吊机安装关键技术

由于土耳其 1915 恰纳卡莱大桥主桥钢箱梁的吊装方案为:中跨由跨中向两岸的索塔的方向吊装,边跨则由锚碇向索塔的方向吊装,在索塔处进行合龙,因此,根据缆载吊机的吊装方案以及现场实际情况,中跨处缆载吊机在中跨跨中安装,以便从跨中向索塔吊装钢箱梁;边跨处缆载吊机在边跨桥墩旁边安装,以便从边跨锚碇附近向索塔吊装钢箱梁。

缆载吊机安装采用自安装方案,原理是将缆载吊机拆分为 3 部分,再利用主要由 2 个提升扁担梁、2 个支撑栈桥以及位于角落的 4 个 185 t 自提升千斤顶托架组成的自安装系统将拆分的缆载吊机从驳船上提升至主缆上,完成吊机的安装。主要的自安装步骤如下:

步骤一:将钢绞线锚头固定主缆的索夹上,利用由 2 个提升扁担梁和 2 个支撑栈桥组成吊机的承载平台,通过操作位于角落的 4 个 185 t 自提升千斤顶整体提升承载平台及拆分的吊机至主缆上方 200 mm,承载平台及拆分的缆载吊机提升示意图见图 5;

步骤二:通过由 1 t 卷扬机、反拉钢绳、导向组以及反拉连接块组成的反拉系统,将吊机两端部分左、右移动,使吊机两端部分的胶滚轮的中心线与主缆

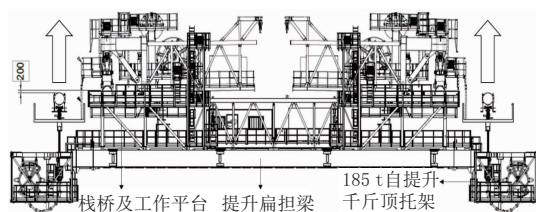


图5 承载平台以及拆分的缆载吊机提升示意

中心线重合,再利用安装在承载平台上的15 t千斤顶提升吊机中间部分,并采用高强螺栓与吊机两端部分连接;

步骤三:将安装好的吊机缓慢降至主缆上,进行荷载转换,并使用294 t提升千斤顶下放自安装系统,完成吊机的自安装。

### 3.2 缆载吊机拆除关键技术

缆载吊机的拆除可分为两种:边跨吊机拆除以及中跨吊机拆除。

边跨吊机拆除。边跨吊机拆除是将吊机移动至靠近边跨桥墩位置,并放在准备好的支撑上,亚洲岸吊机采用300 t的吊车进行拆除;欧洲岸吊机采用1 000 t的吊车进行拆除;

中跨吊机拆除。中跨吊机拆除采用自拆除的方案。首先,是将2个提升扁担梁、2个支撑栈桥以及位于角落的4个185 t自提升千斤顶托架组成的自拆除系统提升至主缆位置;然后,在自拆除系统上将吊机拆分成3部分,该换吊点,将自拆除系统以及拆分的吊机从主缆位置降至钢箱梁的支撑上;最后,利用在钢箱梁上布置好的300 t吊车进行吊机再拆除,将再拆除的吊机构件通过钢箱梁中间的间隙降至靠近承台的驳船上,完成吊机拆除。主要的自拆除步骤如下:

步骤一:将2个提升扁担梁、2个支撑栈桥、工作平台以及位于角落的4个185 t自提升千斤顶托架拼装成自拆除系统,随后通过计算机操作294 t提升千斤顶以10 m/s的速度将整个自拆除系统提升至主缆位置;

步骤二:将185 t提升千斤顶的钢绞线锚头固定主缆的索夹上,打开吊机两侧行走系统的支撑、与限位抱箍,随后通过计算机操作185 t提升千斤顶提升自拆除系统以及整个吊机,使吊机离开主缆一定距离;

步骤三:拆除吊机两端部分与中间部分的支撑以及高强螺栓后,利用15 t的千斤顶将吊机中间部

分下降至自拆除系统中间的正上方,再利用回拉系统(主要由1 t卷扬机、导向装置与钢绳组成)将吊机两端部分往内移动1.5 m,吊机中间部分与两端部分拆分示意图6;

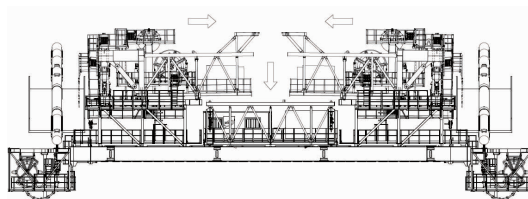


图6 吊机中间部分与两端部分拆分示意

步骤四:操作185 t提升千斤顶将自拆除系统以及拆分的吊机降至钢箱梁上表面的支撑上,随后利用布置好的300 t吊车将吊机再拆除,并将再拆除的吊机构件通过钢箱梁中间的间隙降至靠近承台的驳船上,完成吊机的拆除。自拆除系统以及拆分的吊机降至钢箱梁上方支撑示意图7。

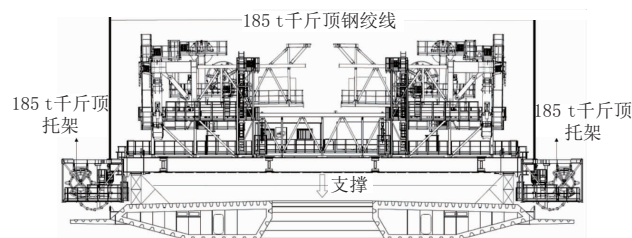


图7 自拆除系统以及拆分的吊机降至钢箱梁上方支撑示意

## 4 结语

为了保证土耳其1915恰纳卡莱大桥主桥钢箱梁的吊装的顺利进行,本项目采用了8台450 t液压提升式缆载吊机,在不到2个月完成了约3.3 km的钢箱梁的架设任务。

开发和成功实施了缆载吊机在主缆上进行自安装、自拆除的创新方案,自拆除、自拆除方案效率高,可在2~3 d内完成吊机的自安装与自拆除。本项目采用自安装方案还可以避免使用大型浮吊以及最大限度地减少对航道的影响,且自安装系统的钢构件稍加改动就可以用于中跨4台缆载吊机的自拆除,可以大大节约钢材的使用,节约成本。

### 参考文献:

- [1] 刘显晖,伍柳毅,李海峰,等.缆载吊机主缆上行走原理和安装工艺的探索与实践[J].施工技术,2015(S2):5213-217.
- [2] 胡阿祥,周乐木,邓海毅.550 t缆载吊机采用模块化设计匹配两座跨长江悬索桥施工的关键技术[J].武汉理工大学学报,2020,42(12):27-33.