

1006- 2106(1998) 03- 0035- 40

# 在深水大桥施工中 400 kN 水上浮吊 的使用

苏 斌\*

(铁道部第三工程局三处 太原 030001)

**提 要** 论述铁道部第三工程局修建黎塘 钦州地方铁路飞龙深水大桥,研制和使用水上浮吊施工的做法和经验。对水上浮吊的组成结构、拼装和使用方法作了详细阐述。通过使用,浮吊与缆索吊相比,具有投资少、行动灵活、起重力大、作用范围大、安全性能较好、检修工作量和费用小等优点。使用浮吊是深水大桥施工中,满足施工现场起重、运输工作的一种理想方案,可供借鉴。

**主题词** 深水大桥 浮吊 施工

**分类号** U445.467/文献标识码 A

由铁道部第三工程局五处承揽的广西壮族自治区黎(黎塘)钦(钦州)地方铁路,有飞龙大桥一座,为 10孔跨度 32 m 预应力混凝土梁深水桥。该桥位于郁江支流及横县西津水库库域内,常年有水,最深处为 13 m,最浅处为 6 m,基础为钻孔桩,其中,两个桥台位于岸上;1<sup>#</sup>墩位于岸边,填土筑岛就可作出钻孔场地;2<sup>#</sup>~8<sup>#</sup>墩均位于深水处,而且桩底标高位于水面下 32 m。其中 3<sup>#</sup>墩位由于河底覆盖层薄,钢管桩不能生根,故采用了浮式水上作业平台,即用 10个铁锚将两艘 260 t 大船,锁定在水面上,用万能杆件及工字钢等搭设平台满足钻机施工。其它各墩采用钢管桩水上作业平台;钢护筒均采用 12 mm 厚钢板制作,打入III级硬土,保证钻孔桩正常进行。

水上作业量较多,而且难度也较大,在确定施工方案时,业主为了节省投资,没有同意高架索道方案,这样在水上的大量起重、运输作业就成为一个突出问题。为了解决这一关键,施工单位设计并拼装了水上浮吊,较好地完成了水上作业,而且节约了投资,从 1997年 8月 15日开工到现在,使用正常,效果良好。

## 1 水上浮吊的组成结构

浮吊的组成:主要是由 12个中-60浮箱,3片单层 20 m 长六四式军用便梁、13.6 m 高八

\* 本文收稿日期:1998-05-16 苏 斌 工程师 男 56岁

三式军用便墩及 8台卷扬机组成 ,其中 ,中 -60浮箱主要规格性能如表 1

六四式铁路军用梁 ,是全焊构架、锁接组装、单层或双层多片式、明桥面体系的拆装式上承钢桁梁。杆件种类少 ,便于拆、装、互换 ,结构轻便 ,构造简单 ,可用小型机具拼组 ,架设迅速 ,轮廓尺寸小 ,可以用普通载重汽车装载运送。本次用 3片单层、每片长 20 m ,共 15个标准三角组成。

表 1 中 -60浮箱的规格性能

项 目	单 位	型 号	
		甲型中 -60	乙型中 -60
长度	m	6	6
宽度	m	3	3
高度	m	2	2
重量	kN	494 /( 518)	507 /( 531)
全部排水量	m <sup>3</sup>	34 /( 34)	34 /( 34)
箱体自重吃水	m	0. 29 /( 0. 30)	0. 30 /( 0. 32)
露出水面 0. 5 m时荷载	kN	218 /( 216)	216 /( 212)
甲板、底板厚度	mm	3 /( 4)	3 /( 4)
端板、舷板厚度	mm	4	4

八三式铁路军用桥墩 ,主要是战时抢修临时性铁路桥墩。平时可用于铁路桥梁遭受自然灾害时的应急修复 ;新建铁路工程中用于便桥桥墩 ,架梁临时支墩 ,膺架或脚手 ;组成简易起重设备 ,如桁车塔架 ,龙门扒杆 ,独脚扒杆等 ;也可用于公路桥梁的快速抢修。

浮吊结构如图 1所示。图中 : 1为用八三式军用便墩拼作的塔架 ; 2为用六四式军用便梁拼作的起重臂 ; 3为中 -60浮箱用标准螺栓联接为整体共 12个浮箱 ; 4为压重 ,用砂袋堆码而成 : 349 kN ; 5为 50 kN 慢速卷扬机 ,联结起重臂上的主钩 ,用于单钩起重作业 ; 6为 50 kN 慢速卷扬机 ,用于起重臂的起落 ,以满足施工中不同吊点位置的需要 ; 7 8为 30 kN慢速卷扬机 2台 ,用于起重臂上两个副钩的起重作业 ; 9 10 11 12为 10 kN慢速卷扬机 4台 ,用于起、落固定浮吊的四个铁锚及小范围移动浮吊。

水上浮吊主要技术指标如下:

最大起重量 (kN): 400  
 最大起重高度 (m): 20(水面以上)  
 箱体外形尺寸 (m): 24 × 9 × 2

## 2 浮吊的拼装

首先是联结中 - 60 浮箱, 可以在河岸上搭设拼装台, 拼好后沿滑道入水, 也可在水中直接拼装, 由操作人员在水中作业, 操作人员需穿救生衣; 此项工作要在码头水域进行, 水深不能小于 1 m, 以免由于重量加大, 浮吊下沉而搁浅。

浮箱的接头螺栓联接后, 再将联接板联结, 完成此项工作后, 即将浮箱联结体, 固定在岸边, 由汽车起重机配合人工安装塔架、缆风绳、起重臂、卷扬机、滑车组、铁锚等。

浮吊自身没有水上移动的动力设备, 长距离移动要靠拖轮来牵引。

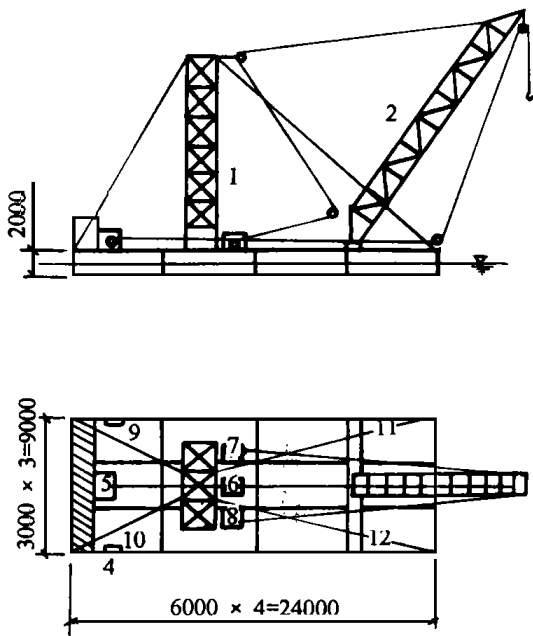


图 1 浮吊组拼形式 (单位以 mm 计)

## 3 浮吊的使用

在全桥的施工过程当中, 浮吊的作用得到了充分的发挥。首先是水中墩的水上作业平台的施工, 水上作业平台施工的关键步骤, 也是第一步, 就是插打钢管桩, 钢管桩需要有足够的承载力, 而且位置要准确, 这就要求有足够的打桩力, 且作好水上定位工作; 我们在制作钢管桩时, 在管外壁对称设置了两个吊耳, 便于用浮吊两个副钩来调整钢管桩的垂直度和位置, 另在振动桩锤上安装插口式桩帽, 这样一个主钩两个副钩协调使用, 就可将钢管桩头送入桩帽, 固定位置, 用 DZ90 振动桩锤将钢管桩打入河床底的 III 级硬土中, 钢管桩为  $\phi 80$  cm 壁厚为 10 mm 的钢板卷制焊接而成。

在钢管桩的插打过程中, 为了使钢管桩准确定位, 就要求浮吊本身在提升振动桩锤、钢管桩以及调整钢管桩垂直度时不能移位。这就通过浮吊四个角上的定位铁锚拉紧锚绳来进行。另外, 每一个水上平台的打桩, 铁锚锚定一次, 就可将全部钢管桩打入, 在打入一棵钢管桩时, 可通过松紧四个锚绳在小范围内移动浮吊。钢护筒的插打也是同样进行。

其次, 是大量的水上转移钻机、吊机作业及其它水上起重作业, 也均由水上浮吊来完成。河道宽 250 m, 而各个水上作业平台距离又较远, 所以, 水上转移机具起重作业量较大。钢管桩打完并割槽之后, 架设 I50 工字钢, 及 I20 工字钢, 铺设平台, 均需要浮吊协助作业; 钻机从一个平台移到另一个平台, 也需要由水上浮吊吊起, 由拖轮拖行。

再次是拔桩。拔桩是浮吊起重能力的最大体现。因为转移吊机、钻机,起重量最大为 160 kN;而拔桩力却需要 400 kN 甚至更大,浮箱吃水深度最大,浮箱本身及浮箱接头处的受力也最大。

拔桩时,浮箱前沿吃水深度为 1.5 m,后沿箱底刚好不露出水面,根据箱体排水量可计算出此时的拔桩力为:

$F_{\text{拔}} = \text{总浮力} - \text{自由状态浮吊重}$

$$= 24 \times 1.5 \times 1/2 \times 9 \times 10 - (349 - 12 \times 53 - 135 - 87 - 3 + 10)$$

$$= 400 (\text{kN})$$

浮箱受力分析参看图 2 和图 3,浮箱剪力计算如图 4

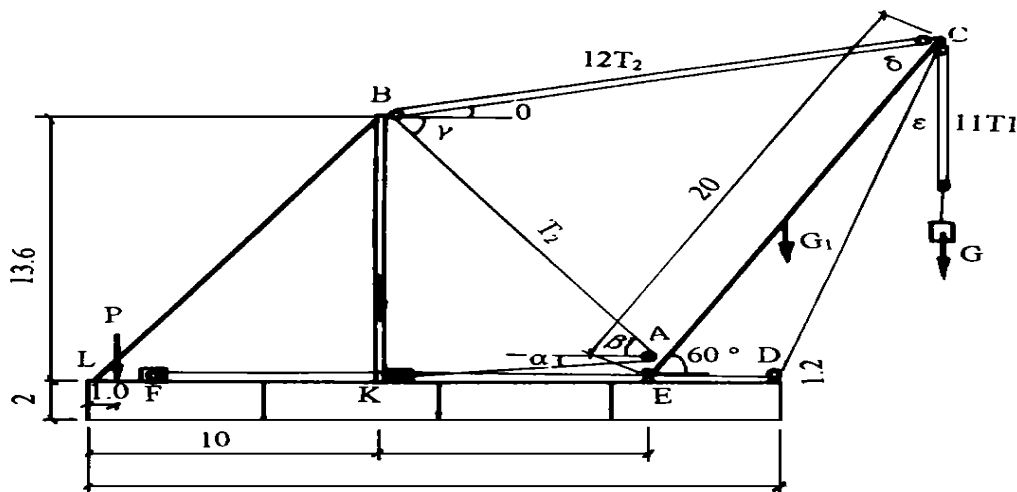


图 2 浮箱受力分析图(尺寸单位以 m 计)

图 2 中的参数计算如下:

$$T = \tan^{-1} \left( \frac{12 - 0.5}{10 - 1.5} \right) = 4.7^\circ$$

$$U = \tan^{-1} \left( \frac{13.6 - 1.2}{10 - 1.0} \right) = 54.0^\circ$$

$$V = U$$

$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{20 \sin 60^\circ - 13.6}{9 - 20 \cos 60^\circ} \right) = 11.1^\circ$$

$$W = 90^\circ - \theta - 30^\circ = 48.9^\circ$$

$$X = \tan^{-1} \left( \frac{20 \cos 60^\circ - 4}{2 \sin 60^\circ} \right) = 19.1^\circ$$

通过分析计算和实际使用检验,浮箱接头的允许内力见表 2

总之,经过使用,浮吊与缆索吊相比有投资少、行动灵活、起重力大、作用范围大等优点,而且安全性能较好,从计算中可以看出安全系数较大。另外,浮吊也不象缆索吊那样需要定时检

表 2 中 -60 型浮箱及浮箱接头允许内力

变形种类	变形方向	计算允许内力因素			甲板、底板厚 (4 mm)		甲板、底板厚 (3 mm)	
		强度名称	水压强度	计算内容	允许力矩 kN - m	允许剪力 kN	允许力矩 kN - m	允许剪力 kN
在内舷挠面曲  在面曲甲内板挠	按端面联结	浮箱强度	$W=20\text{ kN/m}^2$	按强度算	4530	1860	3970	1860
			$W=20\text{ kN/m}^2$	按稳定算	3900	1000	3580	1000
		接头强度		按强度算	4500	不控制	4070	不控制
		浮箱强度	$W=30\text{ kN/m}^2$	按强度算	4180	500	3990	480
			$W=30\text{ kN/m}^2$	按稳定算	3580	1510	1910	640
		接头强度		按强度算	3840	不控制	3840	不控制
在内端挠面曲	按面结舷联	浮箱及接头强度	$W=20\text{ kN/m}^2$	按强度算	1440	820	1170	790
			$W=0$	按强度算	3110	820	2550	820
	按板联甲面结	浮箱及接头强度	$W=30\text{ kN/m}^2$	按强度算	930	490	890	430
			$W=0$	按强度算	4120	1070	4720	880

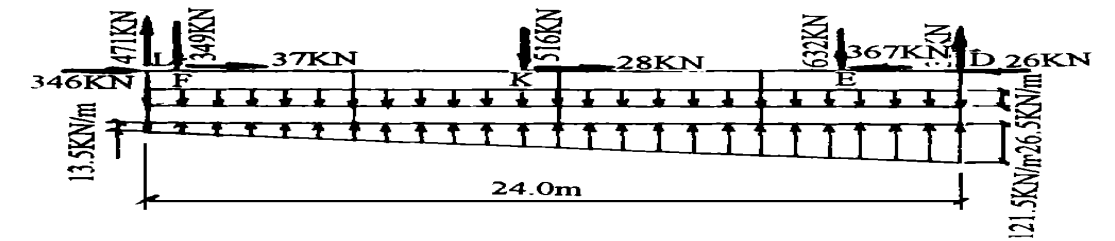


图 3 受力分析计算图式

修、检修工作量大,费用高,可以说,使用浮吊是深水大桥施工中,满足施工现场起重、运输工作的一种理想的方案。

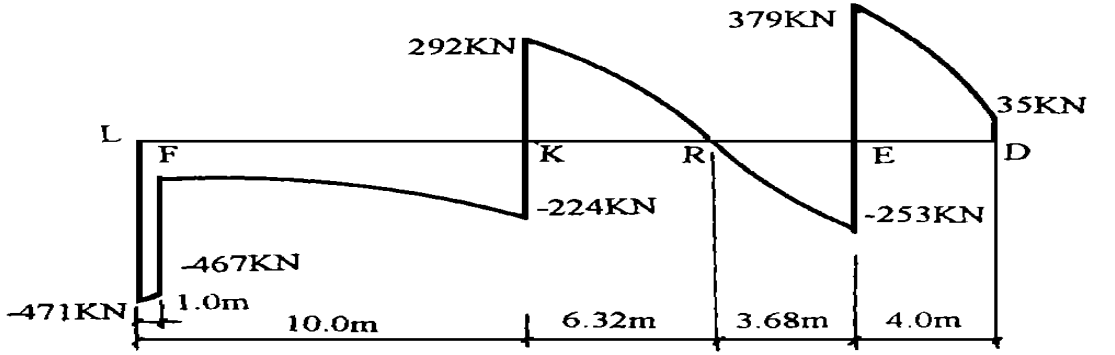


图 4 浮箱剪力图

# APPLICATION OF 400 kN FLOATING CRANE IN CONSTRUCTION OF BRIDGE WITHIN DEEP WATER

SU Bin

Third Engineering Bureau of MOR

**Abstract** The Feilong Bridge on the Litang-Qinzhou local railway was built by the Third Engineering Bureau of MOR. The construction method and the experiences for building this bridge within the deep water by using the floating crane are described in this paper. The structural composition of the floating crane and its assembly and application methods are expounded. Through the application and by comparison with the cable crane, the floating crane has the following advantages, such as the low investment, flexible movement, high hoisting capacity, wide action scope, etc, as well as better safety and low maintenance period and cost. The floating crane is an idea scheme used in the construction of bridge within the deep water to fulfill the lifting and transport works in the construction site.

**Keywords** bridge within deep water; floating crane; construction

## 我国第一组高速道岔在山桥厂问世

我国第一组时速达 300 km, 60kg/m 钢轨 30号新型高速道岔, 目前由铁道部山桥厂、铁道部专业设计院等单位联合开发研制成功, 并顺利通过部级评审验收。该道岔其设计、结构、工艺及制造水平均达到当今世界先进水平。这是我国自行研制的目前号码最大、时速最快、技术含量最高的一组道岔。

山桥厂在开发研制过程中, 依托人才、技术、设备等方面的独特优势, 在清华大学等高校科研部门的帮助下, 一举攻克高速道岔中一系列技术难关。其中有四个方面取得新突破: 一是研制出具有世界领先水平的特种断面翼轨, 并顺利通过 200万次疲劳试验; 二是成功地探索出长达 27.98 m 尖轨的焊接和加工; 三是开发出填补国内空白的集耐水、耐候、防腐于一身的滑床台权减摩材料; 四是实现了小断面淬火由 5 mm 延伸到 3 mm。

该道岔的开发研制成功, 为 2000年我国自行兴建京沪高速铁路和研制更大号码道岔提供了前提。它标志着我国道岔制造水平已跃居世界前列。

(石 树供稿)