

# Development & Application of On-Load Telescopic Hanging Beam

Lei Yu, Peirong Gao

Transportation Department of Baosteel Co. Ltd., Shanghai  
Email: yulei080454@baosteel.com

Received: Aug. 1<sup>st</sup>, 2012; revised: Aug. 30<sup>th</sup>, 2012; accepted: Sept. 8<sup>th</sup>, 2012

**Abstract:** Now at the dock during the loading and discharging of steel tubes, such as UOE pipes and ERW pipes. Because of lacking specialized hanging beam, it's very inconvenient, hard and dangerous for loading and discharging of steel tubes. Especially it's impossible for steel tubes to be directly hoisted into the dark cabin of freighter. In order to solve this problem, we particularly develop a new type of hanging beam.

**Keywords:** Hanging Beam; Telescopic; Dark Cabin

## 带负荷伸缩吊梁的研制及应用

于 磊, 高培容

宝钢股份运输部设备管理室, 上海  
Email: yulei080454@baosteel.com

收稿日期: 2012年8月1日; 修回日期: 2012年8月30日; 录用日期: 2012年9月8日

**摘 要:** 目前国内外港口码头对于装卸 UOE、ERW 等钢管时, 由于无专用吊梁, 造成整个吊运过程十分烦琐、劳动强度大、安全隐患众多, 尤其在作业大型船舶装卸时存在钢管无法直接吊入船舶暗舱导致码头的装卸作业效率降低。为此特研制一种新型的带负荷伸缩吊梁来解决此问题。

**关键词:** 吊梁; 伸缩; 暗舱

### 1. 引言

目前国内外港口码头以及钢铁企业对于船舶装卸钢管, 特别是在大型船舶装卸以及堆垛 UOE(大口径直缝焊管)或 ERW(中口径直缝焊管)等大而长的钢管时, 由于没有专用的钢管吊具, 只能通过起重机把钢管 1 从船舱 2 舱口垂直吊下(如图 1 所示), 并吊运至舱口的正下方处, 而无法把钢管 1 直接吊入船舶的暗舱 3 内或舱壁处(因船舱的舱口尺寸小于船舱内部, 而在舱壁至舱口正下方之间部位即称为暗舱), 然后再通过铲车在船舱 2 内进行反复倒驳, 将钢管 1 搬运至暗舱 3 内或舱壁处, 并进行多次堆垛。整个吊运过程十分烦琐、劳动强度大、安全隐患众多, 并且严重影

响了码头的装卸作业效率, 另外, 采用铲车进行多次倒驳搬运, 极易造成钢管 1 受损, 引起产品质量问题, 最终造成企业的经济损失为了解决这一问题, 我们就必须研制一种新型、安全、高效的管类专用装船吊具, 来填补目前国内外港口业对大型船舶暗舱装卸吊具的空白。

### 2. 研制的目的及设计要求

#### 2.1. 研制的目的

宝钢(股份)公司运输部成品码头和综合码头承担了宝钢分公司 40%的产成品的外运。成品码头和综合码头配置有 30 t 装卸桥六台、45 t 装卸桥一台、55 t

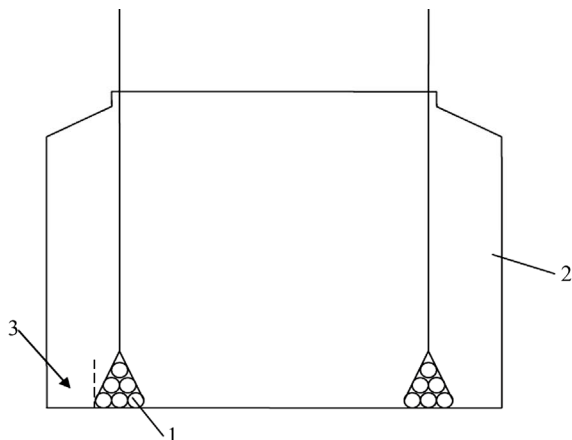


Figure 1. The sketch map of loading  
图 1. 装载示意图

装卸桥二台，60 t 装卸桥一台、16 t 装卸桥二台。目前大型船舶在装卸 UOE、ERW 等钢管时，由于无专用钢管吊具，造成钢管无法直接吊入船舶的暗舱如图 1 所示。在作业大型船舶时，起重机所吊的物体落点距船舱壁还有一段距离  $a(a=3\sim 4.5$  米)，需要铲车在船舱内进行倒驳作业，才能把钢管挪到船舱壁处。这样不仅码头钢管装卸作业效率低下，而且安全隐患众多。由于多次倒驳往往会造成钢管受损，引起产品质量异议等问题。为解决该问题，故需研制一种新型的管类专用装船吊梁来解决此问题。

## 2.2. 设计要求(根据船型及装载工艺制定)

- 1) 外形尺寸：6450(12,000) × 4550 × 2400
- 2) 吊梁自重： $q \leq 12$  t
- 3) 起重负荷：吊梁最大负荷  $Q = 18$  t，主体吊梁负荷  $Q = 30$  t
- 4) 吊运周期： $T \leq 5$  min/吊
- 5) 控制方式：司机室线控 + 现场遥控
- 6) 供电方式：蓄缆筐电缆收放供电(动力及控制)
- 7) 安全装置：机械、电气限位加灯光提示

## 3. 计算选用

### 3.1. 方案拟定

由于钢管装船过程中，需要将钢管装入船的暗舱，而起重机直接吊运装船无法实现，为了提高装船效率需设计一种带载荷伸缩吊梁，该吊梁特点：带载荷伸缩；自动通过载荷平衡不倾斜；吊梁重量轻、吊

运能力大；可以多个钢管同时起吊；吊点位置较多，可以选择不同吊点起吊重物；伸缩机构带常闭式制动器；同时设置过载和极限位置保护；使用安全可靠。见图 2。

## 3.2. 伸缩组合梁的设计

### 3.2.1. 固定梁设计

固定梁为整个吊梁的主体，是整个吊梁的基础。因此我们采用双梁“井”字形布置，横放的“日”字形矩形横切面，见图 3。这样既有利于加工制作，也有利于整个吊梁的生产和储运。在图 3 的左右二个孔中各安装一根延大梁长度方向相反运动的伸缩梁。另外，在矩形横切面梁的上下部，布置导向轮 8 对。用于承载伸缩梁，及伸缩梁的导向。

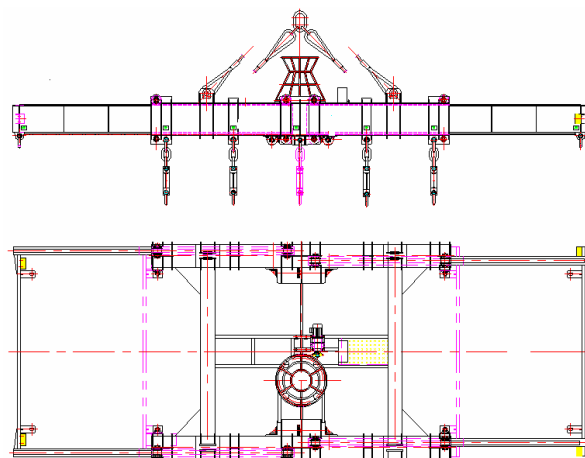


Figure 2. The sketch map of hanging beam  
图 2. 吊梁示意图

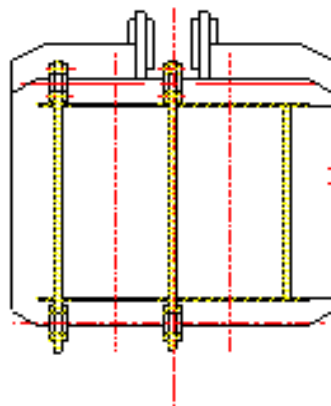


Figure 3. The main beam of hanging beam  
图 3. 吊梁主梁

### 3.3. 吊梁伸缩的驱动力计算

伸缩梁是采用工字梁的下部装有导轨与三个滚轮实现梁的伸缩动作的。其伸缩梁的驱动必须克服运行摩擦阻力(滚轮的滚动摩擦阻力;滚轮轴承中的摩擦阻力;滚轮轮缘与导轨间的附加摩擦阻力),导轨的变形产生的坡道阻力等。

#### 3.3.1. 摩擦阻力 $F_w$

滚动摩擦阻力,滚轮中的摩擦阻力及滚轮轮缘与导轨间的附加摩擦阻力在实际工程中其相关制约的因素极其复杂,均不能精确计算得到,故实际应用中以“单位”运行摩擦阻力“ $W$ ”或“ $W_{ge}$ ”进行计算运行总摩擦力。 $W$ 表示克服轮压 1000 N 时的滚动阻力和轴承阻力所需要的驱动力。对于轮缘的摩擦阻力以附加部分予以考虑。所以单根伸缩梁的阻力

$$F_{w1} = (M_e + M_1) \times g \times W_{ge}^{[1]} \quad (1)$$

$M_e$  工字梁的自重 =  $(141.1 \times 6 + 150)$  kg,  $M_1$  负载 = 18,000/4 kg;  $g$  重力加速度 =  $10 \text{ m/s}^2$ ,  $W_{ge} = 6.5/1000$  工字钢选用 63 号

$$1) \text{ 计算后得} = (996.6 + 4500) \times 10 \times 6.5/1000 = 357.3 \text{ N}$$

#### 3.3.2. 坡度阻力 $F_p$

$$F_p = (M_e + M_1) \times g \times \alpha \quad (2)$$

$\alpha$  轨道铺设质量有关的系数  $\alpha = 0.001$

$$2) \text{ 计算后得} = (996.6 + 4500) \times 10 \times 0.001 = 54.9 \text{ N}$$

#### 3.3.3. 驱动单根伸缩梁伸缩的总的驱动力 $E_p$

$$E_p = F_{w1} + F_p + F_z \quad (3)$$

$F_z$  轮缘的摩擦阻力以附加部分 5/1000

$$= F_{w1} + F_p + (F_{w1} + F_p) \times 5/1000$$

$$3) \text{ 计算后得} = 357.3 + 55 + (357.3 + 55) \times 5/1000 = 417 \text{ N}$$

### 3.4. 驱动齿轮齿条的设计选用

由于本项目是专用吊梁(具)的研制,安全可靠作为首先考虑的因素。因此齿轮、齿条的设计选用,只要在传动及空间允许的情况下尽可能的选用标准的

齿轮,所以我们拟定的齿轮参数如下:见图 4。

模数  $M = 8$ , 齿数  $Z = 27$ , 分度圆直径  $D = 216$ , 齿宽  $B = 50$ 。

### 3.5. 传动轴的设计计算

#### 轴径计算

a) 传递力矩计算

$$M = E_p \times D^{[1]} \quad (4)$$

$$4) \text{ 计算后得} = 417 \times 0.216/2 = 45 \text{ Nm}$$

b) 由于所传动的力矩很小,只要保证其相应的扭转刚度、相应的挠度及偏转角在允许范围内即可。因此,我们在空间允许的情况下尽可能的选用更为安全的轴径。所以我们拟定的轴径为

$$D = 55 \text{ mm}$$

### 3.6. 电动机的选用

#### 3.6.1. 驱动伸缩梁伸缩的总驱动力 $E_{p\text{总}}$

$$E_{p\text{总}} = E_p \times 4 \quad (5)$$

$$5) \text{ 计算后得} = 417 \times 4 = 1668 \text{ N}$$

#### 3.6.2. 驱动伸缩梁伸缩的总驱动功率 $E_{N\text{总}}$

$$E_{N\text{总}} = E_{p\text{总}} \times v / \eta^{[1]} \quad (6)$$

吊梁的伸缩线速度  $v = 0.2 \text{ m/s}$ , 机械传动总效率  $\eta = 0.55$

$$6) \text{ 计算后得} = 1668 \times 0.2 / 0.55 = 606.5 \text{ w}$$

由于本项目是专用吊梁(具)的研制,为了安全可靠地作为 A8 级的起重机相配套的附件使用,因此在选用电动机时,首先考虑足够的安全储备因素。

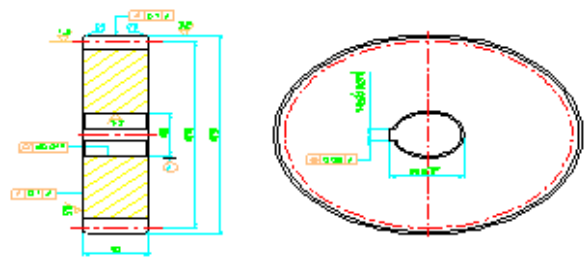


Figure 4. The drive gear  
图 4. 驱动齿轮

$$N = E_{N_{\text{总}}} \times n \quad (7)$$

安全储备因素  $n = 8$

$$\begin{aligned} &= 606.5 \times 8 \\ 7) \text{ 计算后得} &= 4.852 \text{ kw} \end{aligned}$$

所以选定此伸缩吊梁驱动的电动机的功率为 5.5 kw。

#### 4. 应用

新型的伸缩型钢管吊梁，能在小于或等于额定的额定平衡负荷的状态下，吊梁可以伸缩。主体吊梁在起吊负荷小于或等于额定的起重量的情况下，适应于(起吊负荷 + 吊梁自重)小于或等于额定起重量的不同起重机使用。宝钢股份运输部成综码头通过本新型钢管专用装船吊梁的应用，与原有装卸工艺的比较，较为明显地显示了本新型钢管专用装船吊梁采用了带负荷伸缩技术的优越性，解决了各类长大件钢管的吊运，摒弃了铲车在船舱内倒驳的装卸工艺，特别是解决大型船舶暗舱钢管直接装卸及堆垛的难题。该吊梁能满足码头面二辆送货车辆同时和只有单二辆送货车辆吊远作业的需求。图 5 为作业外轮实况，通过新型吊梁的使用，提高了大件钢管船舶装卸效率，有效地确保了船舶装卸的安全可靠性及产品质量。



Figure 5. The working field  
图 5. 作业实况

#### 5. 结束语

通过对带负荷伸缩吊梁的研制及应用，降低了铲车在船舱内倒驳钢管的次数，避免了由于驳运所产生的产品质量异议，大大提高了钢管的装卸效率。同时也填补目前国内外港口业对大型船舶暗仓装卸吊具的空白。

#### 参考文献 (References)

- [1] 机械工程师手册编委会. 机械工程师手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.