

专题情报资料

86—02

河港桥式抓斗起重机

交通部水运科学研究所

情报研究室

一九八六.一

目 录

- 1、对先进结构方案的分析..... 1
- 2、桥式抓斗起重机在河港的应用条件、换装码头机械化和配置方案..... 13
- 3、河港桥式抓斗起重机工艺—结构方案和主要参数..... 16
- 4、16吨桥式抓斗起重机自动控制..... 33
- 5、抓斗保有量和使用寿命..... 37

许多国家的经验证明，高效抓斗——漏斗换装系统乃是散货卸船的有效方式。这种专用散货卸船系统，在货种、服务船型尺度和各种水位方面都有一定的通用特性，就是说作为一种龙门起重机，它较高的生产率，可以实现自动化换装作业，并且可以为库场运输连续机械系统服务。因此，这种换装系统在世界范围内得到广泛应用，成为散货码头前沿主型换装机械。

根据对各国的先进经验的分析，港内采用这种机械的条件以及技术经济研究结果，可以确定抓斗——漏斗换装系统的合理尺度。

1、对先进结构方案的分析

抓斗起重机的结构形式在颇大程度上取决于它们的安装与营运条件以及专业化换装码头总体布局的要求。这些要求由订造单位确定并以供货任务书（供货合同）的形式提出，因此，抓斗起重机的结构形式也就各有千秋。

桥式抓斗起重机分为单悬臂和双悬臂式两种，一般都考虑可以直接向位于后悬臂下方或机身跨度内的缓冲料堆送料。当缓冲料堆设在机身跨度之内时，跨度都加大到30~50米。设置缓冲料堆可以大大提高工艺过程的可靠性，甚至在库场带式输送机 and 机械系统被迫停车和修理时，也可以完成卸船作业。

在拥有库场带式输送机系统的专业化换装码头上，桥式抓斗起重机的工艺方案有：船舶——漏斗——带式输送机（基本方案）以及船舶——料堆和料堆——漏斗——带式输送机（辅助方案）。在无库场带式输送机的码头上，桥式抓斗起重机按照船舶——漏斗——车辆、船舶——漏斗——料堆及料堆——漏斗——车辆等

工艺方案作业。为了缩短抓斗行程和提高向料堆输送物料的生产率，这种桥式抓斗起重机都装有循环堆场带式输送机，保证抓斗始终把物料卸入漏斗之中。某些先进的抓斗桥式起重机的工艺结构示意图见图1和图2。

桥式抓斗起重机金属结构中的主要承载构件均采用箱形焊结构。这种结构刚度高，对应力集中的敏感度低，这对严峻工况十分重要。所有绞车都设在桥身后部抓斗小车运行轨道上方的机械间内。选择机械位置时要考虑岸侧和陆侧支腿载荷的合理分布。

为了便于操作人员的工作，在陆侧支腿上多装有升降电梯。由于这种起重机的司机作业强度很大，所以特别注意改善司机室的舒适条件，其中包括把座椅设计得更加舒适，安装取暖和通风装置，并把这些列为标准要求。为使在整个工班时间内司机都不离开司机室，一些最新式的桥式抓斗起重机（例如西德汉莎港）的司机室内设有食品炊具和厕所。从保证安全和加速作业出发，认为必须保证在整个作业循环过程内都能观察到抓斗的动作，由于采用转动式司机室结构，这一要求得以实现。

桥式抓斗起重机的受料漏斗应尽可能靠近岸侧支腿设置，以便缩短在基本作业中抓斗小车的行程。码头上的带式输送机作业线视当地条件可设在门架下方或设在后悬臂下方。如果设在后悬臂下方，则它们通过门架上的固定带式输送机与漏斗相连。漏斗的容量一般为桥式抓斗起重机起重力的 $1.6 \sim 7.5$ 倍。漏斗设有联锁装置（采用测压计），用来控制抓斗开度，防止过载，在漏斗内物料达到最低数量时便自动停止卸料装置，以避免出现漏斗内无物料的可能。

在许多情况下，特别是在现有轨道上安装桥式抓斗起重机时均采取措施减少漏斗对岸侧钢轨的载荷。其方法是在门架中加装横撑，以将部分压力传导给陆侧钢轨或者在独立轨上加装辅助支承行走部分，藉以承受漏斗的颇大一部分重量。有时将漏斗制成自行式安装在独立轨上，并有自动控制装置保证漏斗始终处于岸侧支腿中部桥式起重机的中心线上。

近来在设制桥式抓斗起重机时特别注意抓斗向受料漏斗卸料的防尘问题。为此目的，抓斗均用专门的遮尘板加以屏蔽（见图2）。装卸粉状和颗粒状物料的桥式抓斗起重机都装有空气吸尘的吸尘罩。

现代化桥式抓斗起重机由于采用大功率电机，所以通常都通过高压软缆供电并由起重机自有变压器变压。

桥式抓斗起重机的抓斗小车可为电动式（自行式）和缆绳牵引式。缆绳牵引式抓斗小车靠牵引缆绳牵引，它自身只承载牵引缆绳滑车。抓斗绞车和牵引绞车都固定安装在机械间内。司机从司机室内操纵绞车。为了便于瞭望，司机室制成移动式（有单独运行轨道），与抓斗小车不相关联。

缆绳牵引可以使小车自重降低五分之四，从而使运行载荷（小车自重和重载抓斗）降低三分之一，缆绳牵引还可以避免走行车轮同轨道之间摩擦阻力对加速的限制。这对高速运行十分重要。因为起动时间和制动时间对总作业时间的影响都在增大；缆绳牵引可以简化程控设备（固定绞车）；缆绳牵引还可以采用使抓斗转动 90° 的设备，从而为卸船创造了方便条件。

缆绳牵引的缺点在于，由于在起重机一个作业循环中缆绳在

滑车组中缠绕次数增多，因而使缆绳磨耗加速。在选定缆绳牵引布局时以及在根据缆绳使用寿命条件确定滑轮和缆绳直径时应该考虑上述情况。

缆绳牵引可以显著减轻起重机重量、降低制造成本。减少对于机下线路的压力和提高生产率。近年来各国制造的桥式抓斗起重机几乎全部采用缆绳牵引并在营运中已经证明效果良好。性能完全可靠。

由于绞车固定安设于抓斗小车之外，所以对于缆绳牵引的布局提出一系列要求。首先必须作到在小车行走时使抓斗按水平投影移动。另外，根据提高抓斗缆绳使用寿命的要求，在小车行走时，这些缆绳不应通过抓斗滑车组滚动。应该保证便于更换抓斗缆绳。为此，应将一根缆绳的接头固定于抓斗中。

三种最为普及的缆绳牵引布局都符合这些总的要求。这三种布局各有利弊。

第一种布局方案

这种布局的主要优点在于缆绳缠绕最为简单。在滑车组内缠绕次数也最少（见图3-a）。抓斗缆绳2、3（闭合缆绳和承载缆绳）在退出抓斗绞车滚筒后和绕过后悬臂上的滑车后固定于抓斗中。成对牵引缆绳1固定在抓斗小车架和牵引绞车滚筒上。形成一个闭合绳环。该闭合绳环加有预拉力 S_0 以减少悬垂挠度。如果没有后悬臂，则缆绳布局更为简化（图中虚线所示），即取消了后方滑车组。在悬垂重载抓斗条件下，缆绳拉力 Q （不考虑有害阻力）等于抓斗的重力。此拉力传导给牵引缆绳的主导分索。主导分索的拉力为 $S = S_0 + Q$ 。

在抓斗小车行走时，所有3个滚筒都应以相同的圆周速度转动，以保证抓斗水平投影的水平。为此目的，应采用3台电动机和2台星形减速器作为驱动装置，它们将3个滚筒联结在一起，并使它们可以共同或分别转动。在抓斗小车行走时，只有牵引电动机工作，它带动所有3个滚筒转动，但抓斗绞车电动机转子并不转动；在这种条件下，齿轮传动装置承受很大的情转功率，这就不仅加重了驱动装置，并且也提高了它的造价。抓斗缆绳滚筒通过齿轮传动装置支承在牵引缆绳滚筒上并同该滚筒一起构成一个闭合的受力系统，在走行机构制动缓解条件下，该受力系统在 Q 和 S 。两力作用下处于平静状态； S 。力在牵引滚筒本身中得到均衡，而 Q 力则在齿圈接触点处得到均衡。

在抓斗小车行走时，牵引电动机应该只是需要克服小车的行走阻力和驱动装置的传动机构中的有害阻力。为此，只要求在齿圈中有一个较小的附加圆周力 ω 以及在圆周速度 v_n 条件下与其相应的功率 $N_1 = \omega \cdot v_n$ 。另外，这里还产生一个很大的情转功率 $N_2 = Q \cdot v_n$ ，该功率虽然不做外功，但是在计算轮齿时应该予以考虑。可以采用电力差动装置替代星形传动装置，完成同样的功能，但是，采用电力差动装置将使电力装置系统更加复杂化和提高造价，这一点乃是第一种布局方案的主要缺点，此外，还有其它一些缺点：

抓斗缆绳长度需要按小车行程长度予以延长，滚筒长度也需相应延长；

在兼备起升和小车行走作业条件下，抓斗缆绳滚筒的转动速度需要提高；

在小车设于水侧悬臂的条件下，闭合缆绳悬垂挠度较大，这就增加了空抓斗的开启困难。而且需要加设承载缆绳，这一点本是要尽力避免的。

第二种布局方案

牵引缆绳绞车和抓斗缆绳绞车都是独立的，它们分别动作并且不要求同步运行，这就简化了驱动装置。这是第二种布局方案的主要优点（见图3-8）。在抓斗小车行走时，只有牵引绞车滚筒转动，而抓斗绞车停止不动。

在这种情况下，靠缆绳布局内特点来保证抓斗投影的水平。不过，这种布局稍微复杂一些，即需要加设辅助（均衡）小车。在辅助小车上装设中间滑车组，牵引缆绳1和抓斗缆绳2、3均需绕过该滑车组。

在牵引绞车工作时，抓斗小车以 $0.5v_T$ 的速度行走，而辅助小车则以 $0.5v_T$ 的速度行走，这样来使抓斗高度保持不变。在小车行走时，牵引缆绳1的滑车组A、B、F，抓斗缆绳2、3的滑车组C和辅助缆绳（拉紧缆绳）4的滑车组C'都在转动。

此外，设置辅助小车可使抓斗缆绳水平部分的悬垂挠度较第一种布局方案减少一半，也不再需要为之设置支承装置。

缆绳拉力如图3-8所示（不考虑有害阻力）。辅助缆绳将主要小车和辅助小车联结在一起，其拉力 S_0 通常系由液压装置造成的。在悬垂重载抓斗的条件下，抓斗缆绳的拉力 Q 等于抓斗的重力。该拉力传导于牵引缆绳的主导分索；因此，绕过滑车组A、B、F的牵引缆绳的拉力 $S = S_0 + Q$ （不考虑有害阻力）。

绕过设在同一根轴上的滑车组 C 和 C' 的抓斗缆绳和辅助缆绳的合拉力也为 $S = S_0 + Q$ 。在确定活动滑车组 B 和 $C - C'$ 中的损失时，应把这些滑车组视为倍数 $m = 2$ 的复滑车组。

设 C_0 为滑车组阻力系数，则在牵引绞车工作条件下滑车组 A 、 B 、 $C - C'$ 、 F 的总损失可用关系式

$\omega_0 = S \Sigma C_0 (S_0 + Q) \Sigma C_0$ 表示。牵引绞车功率的很大一部分要用来克服这些损失。这是第二种布局方案的一个缺点。

第三种布局方案

和第二种布局方案一样，牵引绞车和抓斗绞车都是独立的，也还是那么同样简单；不设辅助小车。缆绳缠绕方式也相应得到简化（见图 3 - ）。为了保证抓斗投影的水平，抓斗小车通过铰接拉杆（杠杆） P 同陆侧支腿构件相联。从小车到抓斗绞车滚筒的抓斗缆绳 2、3 沿着铰接拉杆缠绕。

因为在小车行走和拉杆摆动时缆绳 2、3 的长度保持不变，所以抓斗的高度也保持不变；但是应该考虑到，这时抓斗缆绳却在绕过设在拉杆上的滑车组。利用牵引缆绳 1 和液筒式牵引绞车或者装有齿条驱动装置的拉杆 P 保证小车的行走。拉杆长度取决于小车行程；拉杆承受缆绳拉力造成的挤压力。为了减轻对抓斗小车的压力，拉杆重量可以利用均衡铰加以均衡。机械间通常皆为二层建筑，位于桥架跨度之外陆侧支腿之后，下层内设置抓斗绞车，上层内设置牵引绞车。

这种布局方案的缺点除了设有拉杆系统（小车行程越长，拉杆系统越重）外，还在于对双悬臂起重机不适用以及闭合缆绳可能出现过大的悬垂挠度因而不得不采用承载缆绳（与第一种布局

方案相似)。

根据对上述三种方案的利弊之比较并且考虑到三种方案中缆绳最易磨损部分的缠绕次数实际几乎相同,因此可以得出结论第二种方案最为适宜,因而得到了广泛应用。一般最新式桥式抓斗起重机也都采用这种方案。这种方案本身含有如下显著优点:

通用性:不仅适用于单悬臂起重机,也适用于双悬臂起重机;

驱动方式最简单,采用独立的牵引绞车和抓斗绞车,而且后者只有货物垂直移动时才工作;

抓斗缆绳长度最小(滚筒长度因而也最小);

闭合缆绳悬垂挠度最小,避免使用承载缆绳。

从表1中可以看出,采用缆绳牵引的现代化桥式抓斗起重机在起重力为60吨时的生产率可达3000吨/时。由于货物起升和小车行走迅速(分别达到180和240米/分),每小时完成作业循环次数可达80次甚至更多。

表1见下页

许多高效桥式抓斗起重机的高速动作实际几乎已经达到司机人员体力能力的极限,因此,为了保证这种起重机的有效可靠工作,至少需要采用高水平自动控制系统,即以控制系统输出端参数质量或者采用换程过程的自动控制系统。

可以通过放大指令信号的方式提高控制的精确度,但是,放大系数只能根据对于系统工作稳定性的研究结果加以确定,以期避免可能产生持续振荡。在许多情况下,解决起重运输机械的自动控制问题都要求采用多路系统,采用计算机对复杂的作业过程

进行自动控制，以便根据规定标准进行优化（例如在最短时间内完成作业）。

如果有可能用数学模型相当准确地（考虑干扰影响）描述运输过程，那么将计算机纳入控制系统便可以提高作用速度。否则便应采用具有反馈功能的系统，并将关于过程输出参数质量水平的信息输入计算机。对于不常启动和停车的连续工作的过程，可以采用这种自动控制系统。

对于设有机械联系的独立液筒的双电机抓斗绞车，采用保证两个液筒驱动装置实行联锁的自动控制系统。由闭合液筒操纵抓斗的开闭，而由两个液筒（应同步转动）操纵抓斗的升降。当重载抓斗移动时，利用可控硅控制的单元通过调整电流来平衡对液筒的载荷。

为了获得规定标准条件下的最佳结果（例如最短循环周期），宜对货物移动过程进行模拟。为此就需要掌握该种桥式起重机的数学模型。例如利用抓斗的摇摆，在抓斗小车速度和加速度同抓斗起升（下落）速度之间的合理匹配可以明显缩短工作周期时间。

采用柔性悬吊时，主要由于加速和减速作用使抓斗产生摇摆。这种摇摆对于起重机的工作产生很大干扰。消除这种摇摆的措施包括结构措施（设计一种振频高、衰减时间短的悬吊，诸如锥形悬吊）和起重机抓斗小车行走机构驱动装置的自动控制系统。后一种方法日益得到广泛应用，所有最新自动化缆绳牵引桥式抓斗起重机都采用这种方法。对缆绳悬吊偏离角或其角速度进行测定并输入驱动装置的自动控制系统。也可以利用某些仪表记录抓斗小车行走机构电动机负载电流波动值来测定抓斗的摇摆并将其输

采用绳连牵引四桥式批斗起重机的主要参数

(第二种绳连布局方案, 带均衡小车)

表 7

制造厂	货 种	起重量 (吨)	生产率 (吨/时)	速 度 (米/分)			尺 度 (米)		轨 距
				起升 降落	小车 行走	大车 行走	悬臂伸距		
							水侧	陆侧	
克 房 伯	铁矿石、煤炭、铝矾土	40	2000	$\frac{120}{180}$	240	20	41	—	53
KOKO	铁矿石、煤炭	32	1400	$\frac{127}{167}$	240	30	35	30	15
ERBET	铁矿石、球团矿	50	2200		240	20	38	22	21.5
克 房 伯	矿石	50	2000以下	180	200		27		29
克 房 伯	矿石	42	1500				33		30
M A H	矿石、煤炭	40	2000				42	18	20
克 房 伯	煤炭、矿石、建筑材料 铝矾土、集装箱	32	1300						24
克 房 伯	矿石	60	3100	120	220		36		35
克 房 伯	铝矾土、焦炭	30	1300	$\frac{100}{150}$	200		29		
ГОРНИКОВСКИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬ	生石膏、散货、件货	16		110	180	30	32		20
克 房 伯		16	750	100	150		32	24	20

~11~

入电流控制系统。为了提高控制的精确度，作为辅助措施还对抓斗悬吊高度和重量变化数值加以记录。这些数值对摇摆程度也有影响。

桥式抓斗起重机的主要工艺作业为从船舱向起重机漏斗供给物料（漏斗向带式输送机线送料）和向位于跨度内或后悬臂下方的日常库场料堆送料。向起重机漏斗送料是起重机的主要作业。在类似的重复作业条件下规定抓斗自动运行。例如按照司机所掌握的预先编好程序的路线运行。司机可以根据船舶尺度和其它工作条件选定运行路线。在埃姆登港安装的由西德克虏伯公司制造的40吨自动化桥式抓斗起重机便采用了这种设计。

在司机室内特制的光辐射二极管显示板上向司机显示所选定的路线及抓斗移动情况。为了保证均衡卸船，司机可以通过按钮变换抓斗在船舶横断面内的着落点。在没有其它指令的条件下可以根据前一工作循环的数值形成抓斗下落时开始制动所需的规定值。通过制动将抓斗降落运动降到最低降落速度，并将该速度保持到抓斗落于货物表面和起升绳缆载荷降低到一定的最低值时为止。这时起升电动机内产生的电流降低便成为自动接通抓斗闭合机构的信号。

为了保证这种自动控制系统的顺利工作，必须消除抓斗的随意摇摆；因此，抓斗小车走行机构应该设有止摇摆装置。止摇摆装置乃是一种计算器。它可以找出需要的抓斗小车加速和速度工况。这种工况是在小车停车时刻使抓斗达到平稳状态所必需的。

在汉堡港安装的由西德K. o. K.公司和西德 ПАННЕР公司共同制造的32吨自动化桥式抓斗起重机中也采用了类似的

设备。该系统也考虑了无司机干预时整个工作循环（包括抓斗着落和抓取物料）各个环节实现全部自动化的可能性。

上述克虏伯和K. o. k. o.公司的最新桥式抓斗起重机表明，制造缆绳牵引和程序控制的自动化桥式抓斗起重机（直到整个工作循环实现自动化）是可能的。

2、桥式抓斗起重机在河港的应用条件，换装码头机械化和配置方案

经验表明，经过相应的研究工作，上述桥式抓斗起重机可以在现有港口码头条件下（取代岸边门座式起重机）和在新建的专用换装码头（采用带式输送机和连续式库场机械系统）上成功地完成内河船舶大宗散装货物的卸船作业。

目前港口的主要散货机械卸船作业方案是前方采用10吨和16吨门座起重机及后方采用5吨和10吨门座起重机双线作业。如果换装作业量不大，常常只采用单线作业。在货主码头有时也采用单线或双线机械化装卸作业或者采用与库场带式输送机系统配合工作的门座式起重机（有时为浮吊）一带式输送机混合系统。

根据货物通过码头的特点和货物用途，前沿机械（门座式起重机）目前的散货换装工艺，在港口为船舶——堆场，船舶——陆运车辆和堆场——陆运车辆（车辆、汽车）；在有带式输送机系统的货主码头为船舶——带式输送机，船舶——堆场和堆场——带式输送机。

在码头进行换装的有各种散货，诸如煤炭、矿物性建筑材料、矿石等，它们的堆重从0.8到2.8吨/立方米不等。在许多情况下，这些货物在相邻泊位上进行装卸，有时就在一个泊位上

装卸。不同品种的货物常常会碰到一起：各种粒度的矿物性建筑材料和煤炭或者矿物性建筑材料和矿石。从船舶中同时卸下矿石和煤炭（即堆重大小的货物），目前实际上并无此种作法。将来也不会出现。

散货换装泊位通常都包括在港口泊位的总系统之内。一般前沿都有两条铁路或公路线路。起重机跨度为10·5米。在前沿装车过程中。车辆一般都不移动。按泊位分配车组。在装车完毕后由机车拉走。

在上述散货流量很大和稳定条件下。安排拥有库场带式起重机的专业化码头进行换装作业。这种专用码头可以分为两种：港内从船舶向陆运车辆（车辆和汽车）换装散货的码头和直接需要所卸货物的货主码头。货主码头有时靠近其它码头设置。但有时也可能远离其它码头设置。而且也可以没有铁路专用线。

为了提高码头的作业量。换装码头（特别是在换装港内）应保证能够换装较大和中等堆重的数种（或数个品位）散货（例如矿石、各种型号的矿物性建筑材料）或中等和较小堆重的数种散货（例如矿物性建筑材料和煤炭）。鉴于这种情况。桥式抓斗起重机可以采用两种结构。

目前采用各种尺度的船舶运输散货。这种情况今后也不会改变。但是。设有高效换装设备的专用码头主要是以大型自航船（载重力5000~5300吨；2700吨）和大型船队（由载重力为3000、3750和4500吨的分节船组成）为对象的。

图4所示的布局乃是在前沿用桥式抓斗起重机代替门座式起

重机而在库场保留门机的散货换装作业方案。为了提高库场通过能力，在后方线路上可以安装装车漏斗，从而可以允许使用16吨起重机的装车作业。

采用高效桥式抓斗起重机的换装散货的机械化方案及专用换装码头的可能配置方案见图5。这些专用码头同港口使用自由场地（依当地条件而定）的其它码头配置在一起。在这些方案中都考虑设置车辆装车枢纽（为了按船一车直取方案和从库场供料）和汽车装车枢纽。

后方机械采用双向工作斗轮一带式输送机库场系统（堆取料机）。原则上可以采用单向工作库场机械——堆料机和斗轮取料机或斗轮挖掘机。

换装码头的设计原则是采用最少的换装机械重复完成全部工艺作业。通过安装两条独立工艺路线便可以达到这个目的。同时要保证换装过程高度可靠，避免运输工具的非生产性停留（在一条工艺路线发生故障时）。来自任何一台前方起重机的物流都能流向任何一条库场带式输送机线。

这种采用带式输送机和连续式库场机械系统的换装码头实际上可以为任何规模的库场服务。在泊位长度为200~300米条件下，在专业化码头上采用高效换装机械可以完成任何规模的散货，保证较高的船舶作业强度、码头前沿较大的通过能力和码头工人较高的劳动生产率。

由于没有船舶靠离的时间损失（在其它方案中便有这种损失），双泊位换装码头的通过能力最大。对货主码头亦可建议配置这样的换装码头（可不设车辆和汽车装车枢纽）。

3、河港桥式抓斗起重机工艺——结构方案和主要参数

根据其它国家设计制造高效桥式抓斗起重机的经验以及本国现有和未来新建专业化换装码头采用这类机械的条件，可以确定这种机型的合理工艺结构方案和主要参数以及提出其它技术要求。

根据现有港口散货卸船码头的当地条件和特点以及专业化码头的控制条件，提出对前沿桥式抓斗起重机工艺结构方案和总的配置方案的要求。

准备在前沿设有铁路线路的现有港口内安装的桥式抓斗起重机在工艺方面应该适应它所替代的门座起重机。这种桥式抓斗起重机（I型尺度）应能允许按船舶—堆场、堆场—车辆和船舶—车辆等工艺方案（和门座起重机一样）进行作业。同时，桥式抓斗起重机形成的料堆底部宽度应与前沿门座起重机所形成的料堆相同。为此目的以及为了保证按船舶—堆场方案作业而又不降低生产率，应在桥式抓斗起重机中考虑设置转动抛料带式输送机。推荐的（合理的）I型尺度的桥式抓斗起重机工艺结构方案见图6-a。

苏联中央水路运输经济和管理科学研究所同列宁格勒国家内河运输设计院的联合设计表明，供前沿铺有铁路的现有港口安装使用的桥式抓斗起重机的受料斗应该位于车辆上方，而且在结构处理上并不复杂，所以应该考虑可以设置梭式装车输送机来保证车辆装车作业。这台梭式输送机可以在很大程度上弥补车辆与船舶单位长度容量间的差额并可以保证从桥式起重机的一个位置至少向4节车辆装料。在这种情况下，不移动车辆，桥式起重机按