

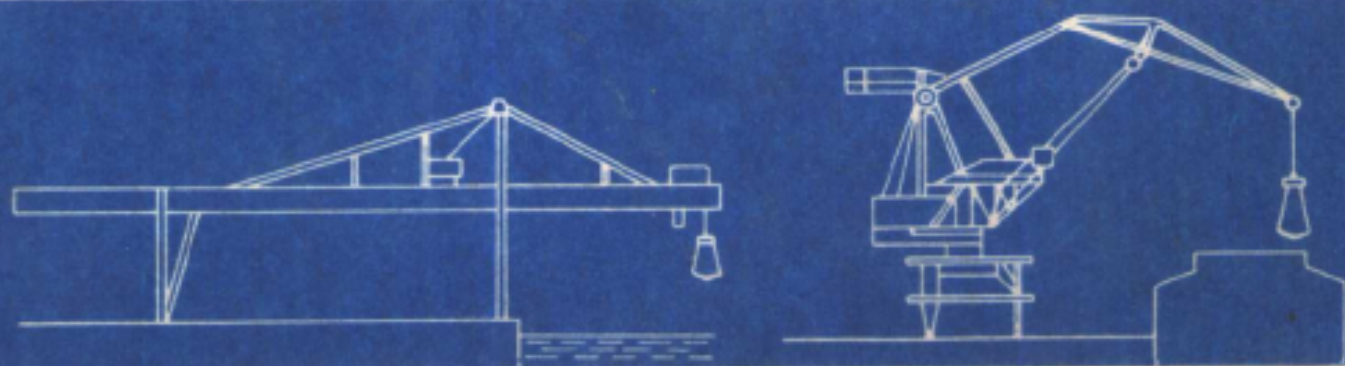


港口装卸机械技术丛书

抓斗卸船机

李士瀛 沈元浩 李久霖 编著

ZHUADOU XIECHUANJI



港口装卸杂志社

责任编辑 李伯安
封面设计 夏根焰

9400932

抓斗卸船机

李士瀛 沈元浩 李久霖 编著

港口装卸杂志社

1991年4月

内 容 提 要

本书阐述了抓斗卸船机的作用、主要类型和发展趋势及设计计算方法,介绍了这种机械的典型结构和部件、典型的电气线路等,对抓斗卸船机的总装和调试也作了较详细的论述。

全书内容简明扼要,避免了冗长的论述和烦琐的推导,重论联系实际,深入浅出。

本书可供港口散货装卸专业工程技术人员和技术管理人员参考。

抓 斗 卸 船 机

李士瀛 沈元浩 李久霖 编著

※

港口装卸杂志社出版

(武汉市武昌余家头)

武汉市北湖印刷厂印刷

※

开本: 787×1092 1/16 印张: 20 字数: 419000

1991年4月第一版 1991年4月第一次印刷

印数: 1—1000 工本费: 10.00元

准印号: 1990年鄂图内字第81号

前 言

本书阐述了抓斗卸船机的作用、类型、发展趋势和设计计算的一般原则；对典型的零部件、结构型式和电路，以及抓斗卸船机的安装、调试和管理等作了较详细的介绍。

在编写过程中，我们力求从实际需要出发，做到全书重点突出，内容精炼，把基本理论阐述透彻，避免了冗长的论述和烦琐的推导。

本书由上海港口机械制造厂李士瀛主编。参加编写人员有：李士瀛（第一、二章），沈元浩（第三、五章），张崇安（第三章第五节（二）及第六节），李久霖（第四、七章），腾云彪（第六章），第八章由李久霖、腾云彪、胡开贵、陈新发集体编写。

上海交通大学孙鸿范教授对全书进行了认真的审阅并提出了不少宝贵意见，商伟军同志参加统稿工作和文字工作。在此表示衷心的感谢。

限于编者的水平，书中缺点和错误在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

1989年6月

目 录

第一章 概论	1
第一节 抓斗卸船机在卸船作业中的地位和作用	1
第二节 抓斗卸船机的主要类型	5
第三节 物料	8
第四节 港口卸船能力与卸船设备的关系	11
第五节 价格	15
第六节 抓斗卸船机的发展趋势	21
第二章 抓斗卸船机的结构型式	22
第一节 抓斗卸船机的两种主要型式	22
第二节 抓斗卸船机的技术规格	43
第三章 桥式抓斗卸船机的设计计算	45
第一节 设计计算一般准则	45
第二节 计算载荷	46
第三节 总体设计和计算	57
第四节 桥式抓斗卸船机工作机构的设计计算	77
第五节 抓斗卸船机典型工作部件的设计与选型	120
第六节 机上胶带输送机的设计计算	152
第四章 桥式抓斗卸船机的金属结构设计	197
第一节 结构的总体设计	197
第二节 载荷分析和计算简图	203
第三节 主要结构中的截面设计计算	206
第五章 抓斗卸船机的安全辅助装置	208
第一节 限位保护装置	208
第二节 防风装置	215
第三节 自动称量与保护装置	226
第四节 防尘装置	238

第六章 抓斗卸船机的电气装置	242
第一节 概述	242
第二节 供电型式选择	244
第三节 主电路特性	246
第四节 控制装置的特性	253
第五节 通讯及保护	256
第六节 典型电路图	257
第七章 抓斗卸船机典型结构介绍	260
第一节 16t (500t/h) 门座抓斗卸船机	260
第二节 34t (1250t/h) 桥式抓斗卸船机	262
第三节 国外桥式抓斗卸船机机型介绍	264
第八章 抓斗卸船机的安装、调试和管理	268
第一节 门座抓斗卸船机的调试和验收	268
第二节 门座抓斗卸船机的使用及管理	273
第三节 桥式抓斗卸船机的安装、调试和验收	278
附表一 门座抓斗卸船机技术参数	
附表二 桥式抓斗卸船机技术参数 (一)	
附表三 桥式抓斗卸船机技术参数 (二)	
参考文献	

第一章 概 论

抓斗卸船机是目前世界上普遍用于散货接卸港（站）的主要机械设备。无论什么样的物料流程，都必须有前沿机械将货物从船舱内取出来。尽管近年来世界各国争先研制连续式卸船机，以代替抓斗卸船机，但抓斗卸船机固有的优点，如技术成熟可靠，作业受波浪影响小等，致使在目前国内外现有的或将建设的散货接卸港（站）大多数仍用间歇式作业的抓斗卸船机。可以预见，抓斗卸船机在一定时期内仍将在散货卸船作业中占主要地位。为此，本书着重介绍抓斗卸船机的各种有关技术要求、性能和设计计算方法。

第一节 抓斗卸船机在卸船作业中的地位和作用

一、物料工艺流向

对散货接卸港（站）而言，物料的工艺流向绝大多数是相似的，即物料由卸船机从船上卸下来后有如下的去向：

1. 直接经胶带输送机输送到装船机，装上船舶转运出港。
2. 直接经胶带输送机输送到火（汽）车装车塔，装上火（汽）车转运出港。
3. 经由胶带输送机到堆料机，暂时堆存在堆场上。
 - 1) 在堆场经取料机，通过胶带输送机送到装船机，装上船舶转运出港。
 - 2) 在堆场经取料机，通过胶带输送机送到火（汽）车装车塔，装上火（汽）车转运出港。
 - 3) 在堆场经取料机或卸船机本身取料，通过装料漏斗和胶带输送机直接送到使用现场。

以上系物料被卸下后的一般流向，其主要工艺流程见图1-1-1。

随着技术的进步和用户需求的提高，目前散货接卸港（站）一般尚需设置除尘系统、计量系统、抽样检验系统、通讯系统、故障诊断系统和报警系统，并且这些系统大多数由一个集中的中央控制室统一控制。各系统设备的建立点则要求根据实际情况在全部流程的不同部位设立。一切设备的信息处理和指挥全部由中央控制室控制。

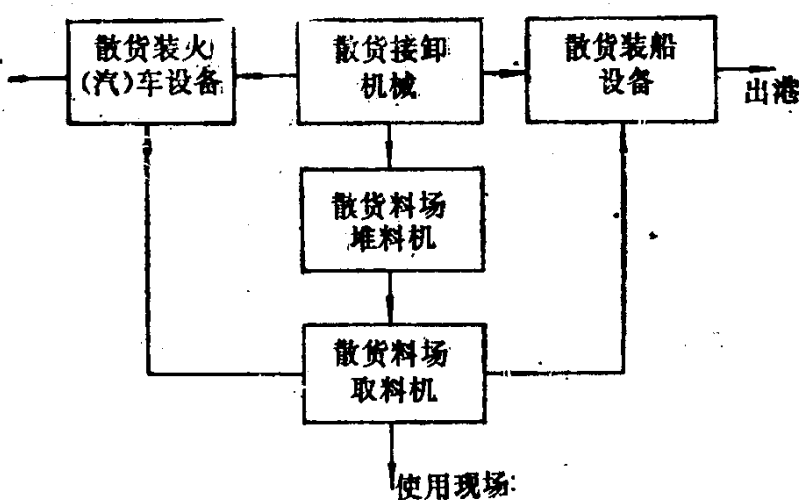


图1-1-1 物料卸下后主要工艺流程

二、吞吐量与卸料工艺的关系

对一个散货接卸港（站）来说，它的吞吐量理所当然地取决于需求，但又不是一个简单直接的关系，往往在确定吞吐量时还要考虑可能性这一重要因素。这种可能性因素包括了地理环境、气候等综合因素，因为这些因素将在工艺流程的制定中起决定性的作用。例如一个年

吞吐量500万吨的煤炭接卸中转码头，因受水文的影响只能有10个月可以停靠运煤船舶，却能全年12个月停靠驳船和用车辆转运煤炭。尽管它的年吞吐量是500万吨，但它的接卸能力显然要集中在10个月内完成，而输出能力则可考虑为12个月完成。因此就需要有一个较大的贮存场地，以解决10个月所卸物料供12个月装船之用。这样就由总吞吐量和所在港(站)地理条件确定了其工艺流程中有一个较大的贮存场所，且需配备卸船能力大于装船能力的设备。当然也会出现装船能力高于卸船能力的情况，这将需要设计另一种工艺流程，以适应年吞吐量的需要。在为实现年总吞吐量而制定工艺流程时，必须遵循下述原则：

1. 所有的交通工具，包括船舶、火车、汽车等应充分利用，尽量减小其在码头上等待作业的时间，以充分发挥投资的作用。
2. 所有码头设备应尽量充分利用，可有可无的设备尽量不要设置。
3. 物料流程应尽量设计成直接转运的，以缩小物料堆存场地。
4. 散货接卸应尽量设计成专用作业线，与其它作业分开。
5. 尽量避免外界因素对作业线的影响，保证不致使作业停止。
6. 码头装备应尽量适合本身的作业特点，最好不用或少用通用标准机型。

以上六条在制定工艺方案过程中要全面考虑，但在确保一定的吞吐量的条件下要想各方面都很协调、没有矛盾，也是不可能的。这就需要在利弊之间权衡协调。最重要的是在保证年吞吐量实现的工艺流程基础上，选择适当的装卸设备，这是关键的一步。卸船机械的选择一般按下述原则进行：

1. 门座抓斗卸船机的使用范围限于中小型船舶，其卸船效率一般不超过600~700t/h，若要更高的生产率则会使整机自重过大。门座抓斗卸船机自重与生产率之间的关系见图1-1-2。

2. 桥式抓斗卸船机的使用范围比较广泛。最小的起重量可为5t，卸船效率约400t/h，而最大的起重量可达85t，卸船效率可高达4200t/h(煤)~5100t/h(矿)，其作业对象可为30万吨级以内的船舶。为了扩大抓取范围，减少清舱作业量，降低整机运行的功率消耗，在某些大型桥式抓斗卸船机上还设有抓斗起重小车横移机构，使抓斗起重小车可以在桥架上沿弧线横向摆动约2m距离。也有的在抓斗起重小车上设置抓斗回转装置，使抓斗可回转90°。因此，吞吐量、作业效率要求高的码头目前大多数选用桥式抓斗卸船机。

众所周知，抓斗卸船机作业时，抓斗的开斗卸料实际上是一次扬尘动作，对环境造成的污染是非常严重的。尽管目前在卸料口和物料转载点设置了喷水或吸尘装置，收到了较好的效果，但开斗卸料扬起的粉尘现时还无法彻底消除。

3. 随着对环境净化要求的提高，近年来，人们正致力于开发新的卸船机种。连续

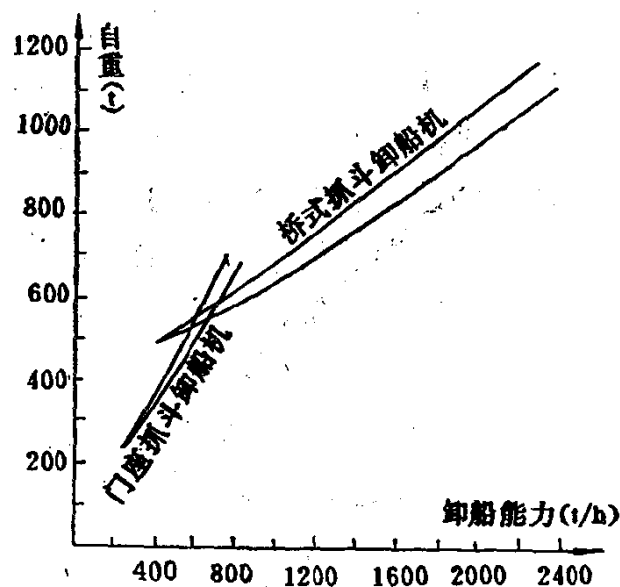


图1-1-2 抓斗卸船机卸船能力与整机自重的关系曲线

式卸船机具有高效、连续、对环境污染小等优点。目前已开始投入使用的有气吸式、绳斗式、链斗式、斗轮式、双带式、螺旋式、波形挡边带式等等。生产效率一般在600~1200t/h左右。由于这些机型大多数具有结构复杂、技术要求高等特点,所以目前推广使用还受到一定的限制。

三、卸船工艺的合理选择

卸船工艺的选择实际上就是卸船机种类和数量的选择与匹配,机种的选择可能出现多种组合。可以是连续式与抓斗式的组合,可以是桥式和门座式混合,当然也可以是单一机种。各种机型的数量则因地、因条件而异。通常在选择卸船工艺时,必须考虑以下几个因素:

1. 接卸的船型和尺度(包括船的宽度、型深、吃水和干舷高度、舱口尺寸、舱口结构情况、甲板上建筑物情况等等)

船型、尺度和结构决定了所选卸船机的种类及其参数。一般来说,对中小型通用船采用带斗门机较为合适。因为它具有回转功能,操作灵活,适于在各种内部结构的船体内作业,有适应性强等特点。对大型专用散货船舶宜选用连续式卸船机或桥式抓斗卸船机。因为这两个机种具有高效和专用的特点,用于大型专用船舶更有利于发挥它的特点。

2. 所卸散货的品种和特征

散货品种很多,有谷物、煤炭、矿石、化肥、食糖等等。它们的物理性质各不相同,有的比重大,有的比重小;有的粒度均匀,有的粒度相差很大;有的粘性大,有的比较松散;有腐蚀性大的,也有无腐蚀性的。总之,性质上差异很大。一般地讲,对谷物大多数选用吸粮机、门座式抓斗卸船机和双带式卸船机等等,而对煤炭和矿石则不宜选用气吸式机种,对粒度较均匀的散货选用连续式卸船机更为合适,而对于粒度相差较大的物料则宜选用抓斗式卸船机。

3. 泊位工作时间(年营运天、工作班次等)

在一定的年吞吐量条件下,泊位工作时间决定了卸船能力(即小时生产率)。由此可选择合适的机型。如前所述,生产率不超过600~700t/h时,一般选用门座抓斗卸船机;生产率超过700t/h则应选用桥式抓斗卸船机或连续式卸船机。

4. 泊位条件(包括水深、标高、潮位、波浪大小及气象等)

码头泊位的水文、气象条件往往直接或间接地影响到卸船机种类的选择。直观地看,这些条件只对卸船机的尺度参数有影响,然而当尺度超过某种限度时,将迫使人们改变机种。例如对过大潮差的码头,要求货物出舱高度很大。若选用门座抓斗卸船机则需加大整机高度,因而导致自重过大、司机视野差等,迫使人们改用桥式抓斗卸船机。对于风浪较大的码头若选用连续式卸船机则会有一定的困难。

5. 码头类型及承载能力

码头的类型及构造决定了它的承载能力,即决定了它停靠船舶的能力及承受上部装卸设备重量和轮压的能力,因此它影响卸船所需设备的选择。通常情况是门座式抓斗卸船机自重较轻、轮压较小。生产率在500t/h左右的门座抓斗卸船机,自重为400t左右,最大轮压一般不超过350kN;而桥式抓斗卸船机,生产率同为500t/h左右,其自重则为600t,最大轮压则在350kN左右。可见,在卸船工艺和机型选择中,码头结构的类型和承载能力是必须作为主要因素来考虑的。

6. 拟采用的清舱方式

散货卸船中清舱作业始终是个突出的难题。一般清舱作业时间占全船作业时间的20~30%，这时的设备效率不到额定生产率的20%。有的港口宁可不清舱让船舶带一部分物料返回，也不愿花许多工时进行这种低效的清舱作业。由此可见，选择适当的清舱工艺具有重要的意义。清舱工艺的选择将直接影响卸船设备的选择，在选机时必须考虑到清舱机械能下舱，并具有机动灵活等优点，以便配合主力设备进行作业，更充分地发挥机械设备的效率。

7. 对环境的要求

散货卸船作业中，物料、粉尘对环境的污染是个非常突出的问题。现有机型对环境保护方式有洒水、吸尘和隔离三种。对抓斗式卸船机大多数采用洒水和吸尘方式，而对连续式卸船机则普遍采用隔离式，把物料封闭在卸料系统中，不让粉尘飞扬出来，其效果比另外两种方式更好。

8. 其它

影响卸船工艺的因素很多，主要是上述七条。但同时应考虑的还有码头的工艺布置，包括是否兼作别的货种以及未来的发展规划等。货种的变化、船舶类型的变更将直接影响作业效率的发挥。在选择卸船工艺和卸船设备时，这些因素应一并加以考虑。

四、抓斗卸船机的地位和作用

在散货卸船作业中，除谷物较广泛地运用气吸式连续卸船机外，其它货种大多数还是以抓斗卸船机作业为主。抓斗作业方式又称之为间歇式作业，它与连续式卸船机相比有明显的缺点。如作业不连续、能耗比较高、对环境保护较难实现等。但是，它具有连续式卸船机不可比拟的诸多优点，如：

1. 技术成熟可靠。目前世界上采用抓斗式卸船机进行散货作业的占了绝大多数，各种机型均有了成功的经验。最大的桥式抓斗卸船机生产率可达5000t/h左右，门座式抓斗卸船机亦可达1000t/h左右。在设计、制造和使用等方面都积累了丰富的经验。就桥式抓斗卸船机而言，无论是全绳索式还是半绳索式或起重小车式，都具有丰富的成功经验，在可靠性上能得到绝对的保证。

2. 作业受波浪影响小。由于抓斗是通过柔性钢丝绳进入船舱进行抓取作业的，船舶波动对其影响不大，而连续式卸船机则必须考虑波浪对作业的影响。为了解决这个问题，必须在连续式卸船机上装设相应的保护装置或伺服装置，以确保卸船机安全作业，而在波浪较大时则必须停止作业。

3. 机动灵活性好。对多船型泊位，因到达的船舶大小、结构各不一致，有的甚至是两层舱的老式船舶，这就要求卸船机有较大的灵活性，以应对不同船舶的作业。抓斗卸船机是用柔性钢索作为抓取或提升物料的传动件，它有灵活性、随机性好等特点，只要抓斗能张开放进舱口，就可以进行作业。而连续式卸船机对作业对象船型条件有严格的限制。

抓斗卸船机的主要缺点是间歇作业，作业中有一半是空程。间歇式作业也容易造成堵料、溢料等现象。尽管接料斗在物料输送环节中起缓冲作用，但终究不能完全使物料均匀输送。此外，开斗卸料这一扬尘过程对环境保护极为不利，虽然目前已采取了许多防尘、抑尘措施，但都没有达到理想的境地。

综上所述，抓斗卸船机有许多优点，也有其缺点。从长远来看，在一些大型专业化码头上将会陆续采用一些连续式卸船机。但限于技术可靠性、船舶型式较复杂和码头负荷能力较

低等情况，可以预言，在今后相当长的时期内，抓斗式卸船机仍将占主要地位。就我国今后十余年的发展情况看，一些大型接卸港（站）或发电厂将会选用一些连续式卸船机械，但大多数的中小型港（站）或用户码头仍将大量选用抓斗式卸船机。某些采用连续式卸船机的码头为了充分发挥机械效率，还将考虑配备若干台抓斗式卸船机。因此，抓斗式卸船机的需求量将不会因连续式卸船机的出现而减小。我国北煤南运的客观条件和南方水路交通便利条件适宜于在南方建设中小型煤炭接卸码头，因而抓斗卸船机的需求量将会大幅度增加，抓斗卸船机系列化配套问题将是当务之急。我国北煤南运的现实情况决定了在北方的秦皇岛、石臼所等装煤码头要形成年装煤一亿吨的能力，而南方各港各电厂年卸煤400~500万吨的煤炭接卸码头将会相继建成。这些码头中除少数环保要求较高的地区需选用连续式卸船机外，绝大多数仍将选用抓斗式卸船机，尤其是在投资较少、码头水工建筑较差的地方，大量地选用门座式抓斗卸船机势在必行。目前，我国的机种还较单一，尚不能满足用户不同作业条件的要求。因此，尽快制定抓斗式卸船机的机型系列是很有必要的。

第二节 抓斗卸船机的主要类型

抓斗卸船机的作业如图1-2-1所示。从图1-2-1可知，抓斗的运行路线是 $A \rightarrow B$ ，而物料的运行路线是 $B \rightarrow A$ 。在 $B \rightarrow A$ 的运行中，抓斗的升降是依靠起升机构来实现的，而抓斗的水平移动则有两种型式：一种是依靠臂架系统的变幅动作来实现，另一种则是依靠小车沿水平桥架运行来实现。这样就形成了两种不同的抓斗卸船机。前者基本结构与通用门座起重机相同，故称门座抓斗卸船机；而后者称为桥式抓斗卸船机。现将这两个机种分述如下：

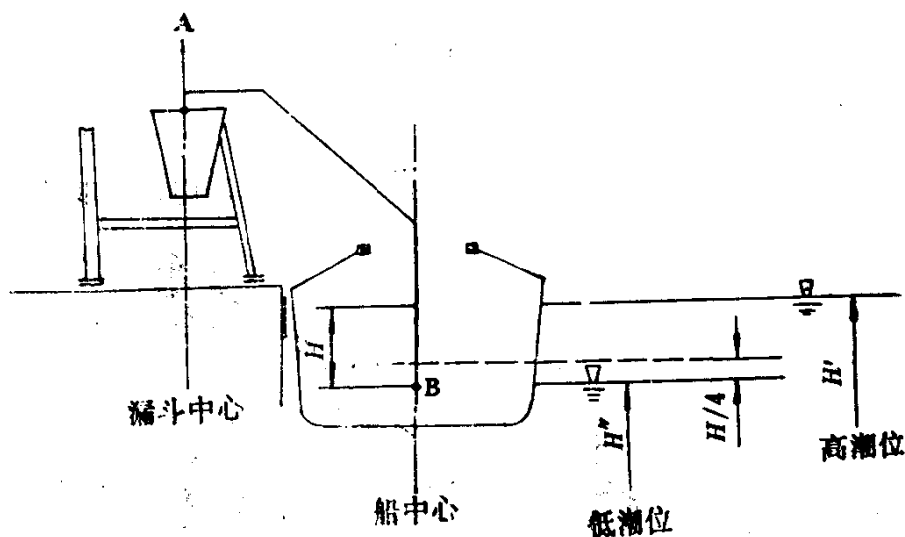


图1-2-1 抓斗与物料运行路线

一、门座抓斗卸船机

从图1-2-2可知，门座抓斗卸船机除具有一般门座起重机的运行机构、回转机构、起升机构、变幅机构和臂架系统、机房、人字架、门座等外，还具有物料落料系统、水平输送系统及防尘系统等。其落料系统由漏斗、破拱器、振动给料器和金属检出器等组成；而水平输送系统则由胶带输送机、伸缩装置和卸料装置等组成；防尘系统大多数采用喷雾装置，但也有采用吸尘除尘装置的。

这种门座抓斗卸船机的特点在于它有一个回转机构，可使抓斗在船舱内较自由地作业，对清舱工作有较大益处。其特点是，由于它依靠臂架系统变幅来实现抓斗的水平位移，因此其变幅速度不可能太大，所以它的生产率一般限制在700t/h左右。它与通用门座起重机的区别在于变幅速度较高。一般在80~100m/min之间。

门座抓斗卸船机自重一般在400t以下，对中小型码头较为合适。它具有自重较轻、结

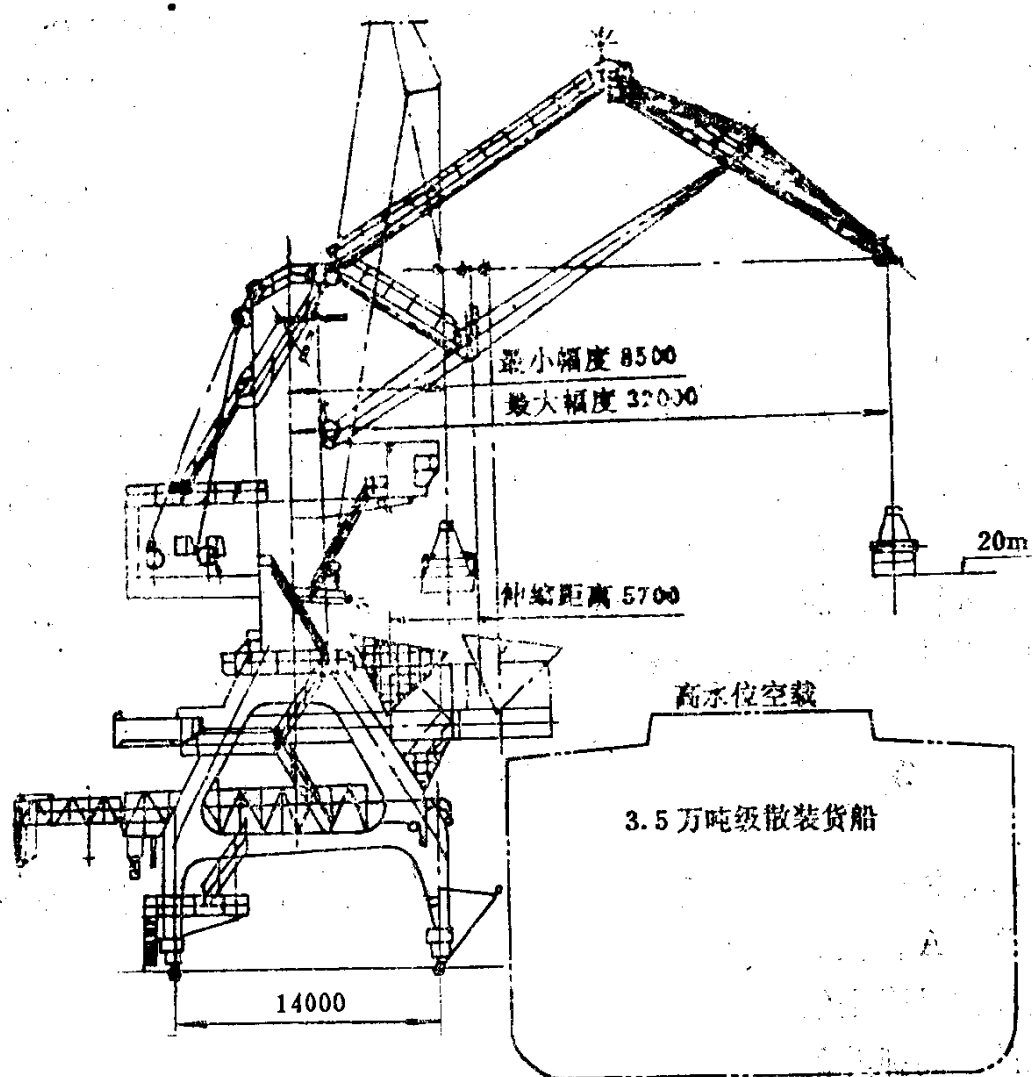


图1-2-2 门座抓斗卸船机

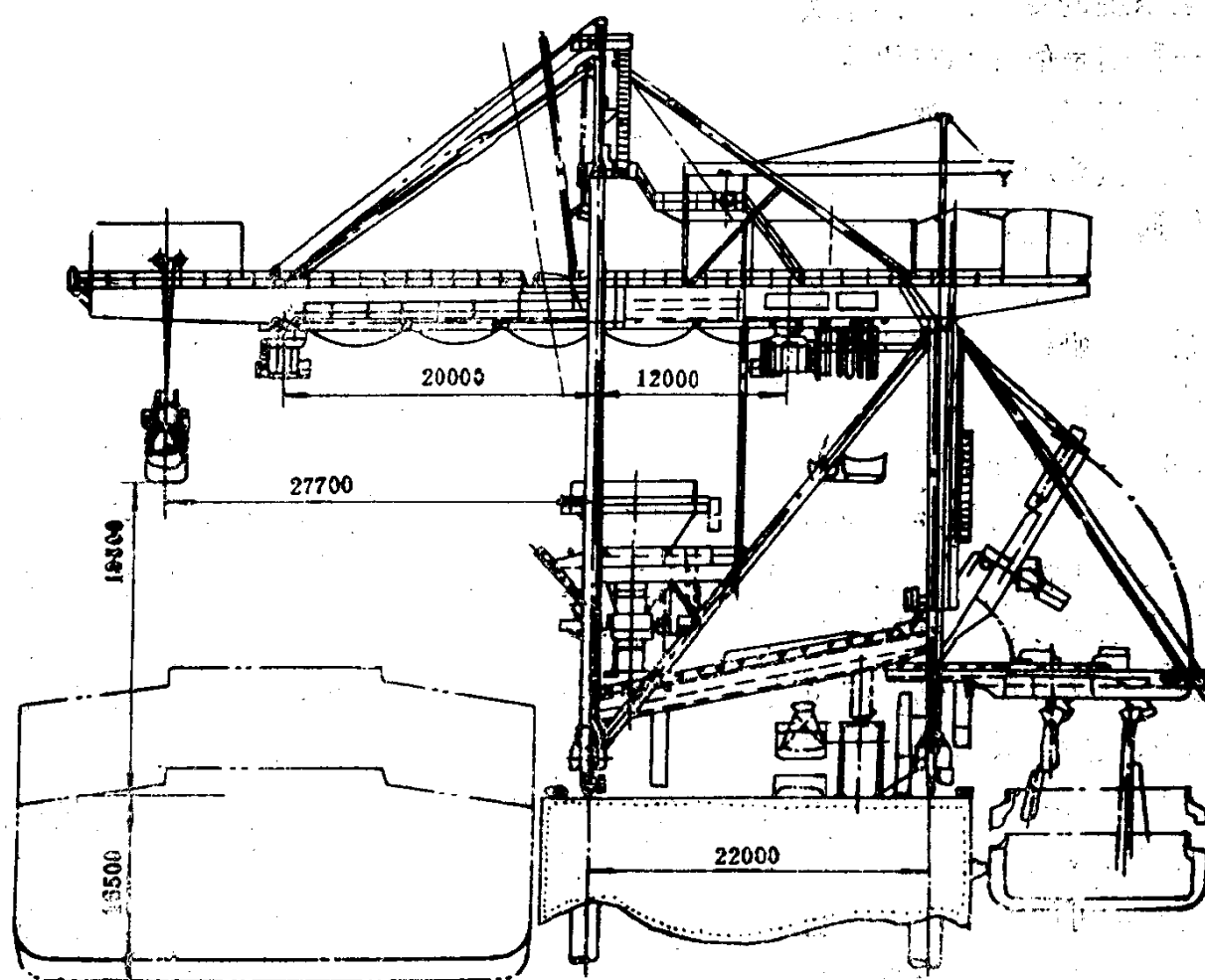


图1-2-3 自行小车式桥式抓斗卸船机

构和电控较简单、动作灵活等优点，是目前国内需求量较大的一种机型。

二、桥式抓斗卸船机

桥式抓斗卸船机依靠小车运行来实现抓斗的水平移动。一般小车运行速度为 $150 \sim 180 \text{ m/min}$ ，外伸距为 $30 \sim 40 \text{ m}$ 左右，因此它具有较高的生产效率。桥式抓斗卸船机可按其小车的驱动方式分为自行小车式和绳索牵引小车式两大类。

图1-2-3所示为自行小车式桥式抓斗卸船机。它的结构特点是抓斗起升、开闭和小车运行驱动装置均装设在小车上，小车上的动力一般靠滑线或电缆供电。这种结构的小车虽然钢丝绳磨损较小，但由于小车上集中了主要的起升、开闭和小车运行机构，所以自重较大。为了减轻这种机型的小车自重，有的只在小车上装设起升、开闭机构，而小车驱动机构则设在机房内，通过钢丝绳来牵引小车运行。

图1-2-4为一种绳索牵引小车式桥式抓斗卸船机简图。它的结构特点是在小车上除滑

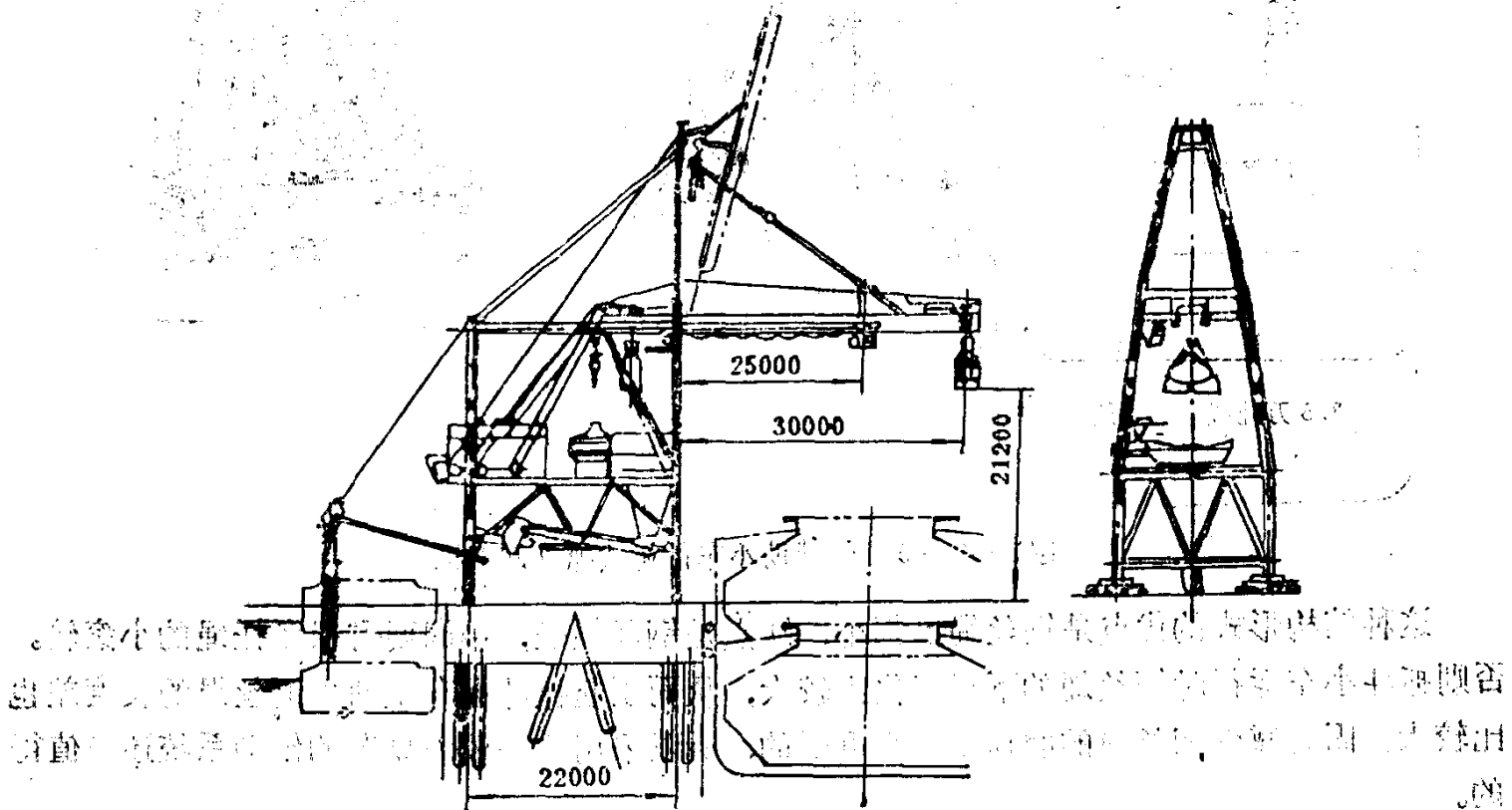


图1-2-4 绳索牵引小车式桥式抓斗卸船机

轮组之外没有任何驱动装置。在小车运行时，为了补偿起升绳、闭合绳长度的改变，一般采用下述两种方式。

1. 带辅助小车式（见图1-2-5）

其特点是，当主小车的运行速度为100%时，辅助小车的运行速度是50%，以此来补偿起升绳、闭合绳长度的变化。由于小车上既无电源又无驱动装置，所以它的自重比自行小车式轻得多，它适用于码头允许负荷较小的地方。

2. 无辅助小车式

它只有一个小车，小车上装有导向用的滑轮系统。通常，卷扬和运行采用三台电动机和三个卷筒组成的驱动装置；也有采用四个卷筒，两组传动用一根轴连接，一共五个电动机的驱动装置的。采用特制的行星差动减速器，小车运行的同时抓斗起升机构也动作，通过差速传动，实现小车运行时抓斗走水平线。钢丝绳分别从卷筒的上、下方通过滑轮绕到抓斗上。

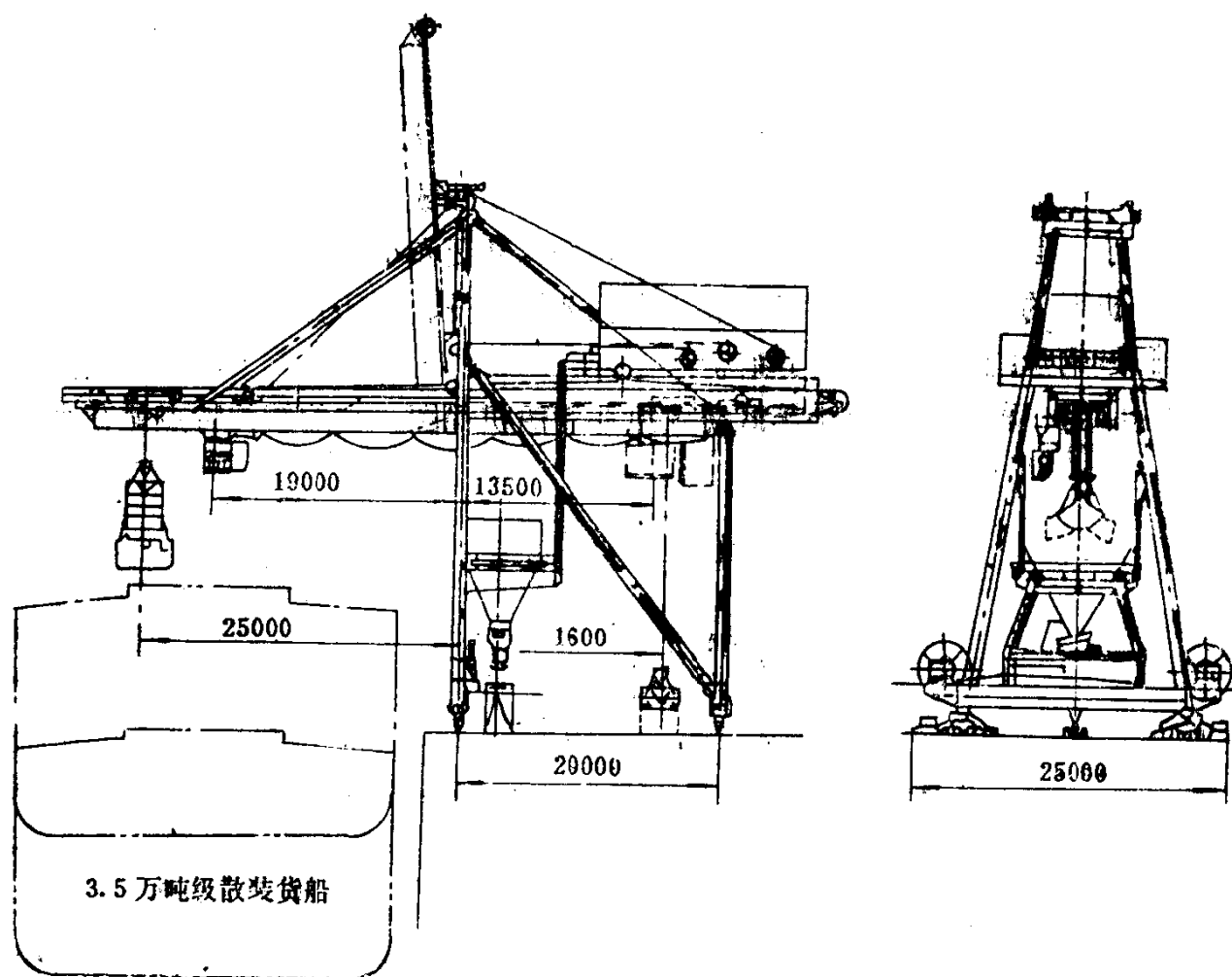


图1-2-5 带辅助小车的桥式抓斗卸船机

这种结构形式的优点是钢丝绳磨损小，缺点是钢丝绳长，中间要有很多托绳的小滚轮。否则抓斗小车运行时钢丝绳的下垂变化比较大，从而引起抓斗小车上两根钢丝绳的长度差也比较大。因为减少钢丝绳的磨损是相当重要的，所以采用这种较为复杂的传动系统还是值得的。

第三节 物 料

抓斗卸船机的生产率固然与整机性能参数有直接关系，但不可忽视的还有索具——抓斗的合理选择和配置。因为选择恰当的、自重轻的抓斗实际上等于提高了设备的生产率。而抓斗的抓取能力及容积尺寸均取决于物料的特性。与抓取能力和容积尺寸有关的物料特性较多，目前通常按表1-1或表1-2对物料进行分类。

物料粒度大小是按下列尺度区分的：

- 160mm以上的称大块物料；
- 60~160mm为中块物料；
- 10~60mm为小块物料；
- 0.5~10mm为粒状物料；
- 0.5mm以下为粉尘状物料。

根据容积密度对物料的分类

表1-1

组	容积密度	一般特性	物 料
1	0.40~0.63	极 轻	一切干燥的颗粒状农作物(其中包括豆类)、干石灰、熟石灰、配合饲料粒、煤屑、湿的和风干的泥煤、锅炉层煤渣和粒渣
2	0.80~1.00	轻	无烟煤、粉末状氧化铝、焦炭白粉末、焙烘碳酸钠、干燥熔渣、小块及中块碎砖、一切标号的煤
3	1.20~2.00	中	小块石膏、雪花石膏、磷灰石精矿、铁矾石、砾石、干燥小块的粘土、鹅卵石、干燥土、型砂、中块石灰石、石灰、岩石、粉碎的砖、干砂、盐块、水泥、大块的碎砖
4	2.50~3.20	重	熔结块、坚硬的岩石、小块及中块的铁矿和锰矿
5	4.00~4.50	极 重	极大的铁矿和锰矿、钨矿和所有其他金属矿石

根据粒度组成对散粒物料的分类

表1-2

类 别	状 态
粉尘状、粉米状、细粒、大粒	压实的 未压实的 新堆的料
小块、中块、大块	压实的 未压实的 新堆的料

尺寸的度量方法见图1-3-1。

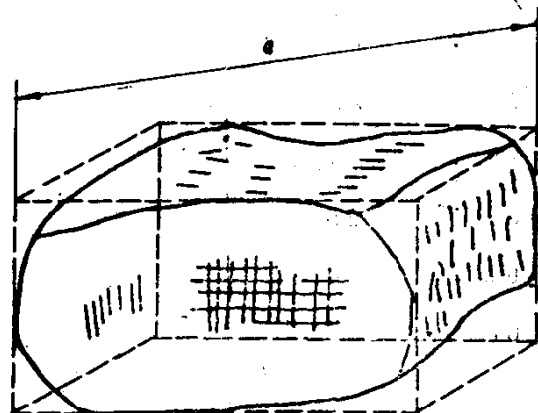


图1-3-1 散粒物料颗粒尺寸的度量

常见物料的比阻力、容重、堆积角、内摩擦系数见表1-3、1-4。

堆积料堆的挖掘比阻力

表1-3

种	类	粒 度(mm)	比阻力(N/cm)
砂			50~200
砂	砾	0~120	120~220
小砾	石	100~300	200~350
碎	石	0~100	100~250
小砾	壤		50~150
磷	酸 盐		50~200
铝	土 矿		100~300
矿 石	(铁、锰、铬)	0~150	200~400
矿 石	(铁、锰、铬)	0~300	200~500
矿 石	(铁、锰、铬)	0~500	200~800
煤	(松 散 的)	0~300	50~300
煤	(密 实 的)	0~300	150~400
褐	煤	0~300	50~250
焦	炭		50~300
粉末物料	(矿粉、水泥)		50~250
石	灰 石	0~150	100~250
石	灰 石	0~300	150~300
煤	渣		50~250
碎	石	100~400	200~400

散料常用特性表

表1-4

物 料 名 称	堆积密度 (t/m ³)	堆 积 角 (°)		对钢的摩擦系数	
		动	静	动	静
稻 谷	0.55~0.57	35~45		0.33	0.57
大 米	0.80~0.82	22~28		0.37	0.58
小 麦	0.70~0.83	25	35	0.36	0.58
花 生	0.62~0.64		29	0.31	
面 粉	0.56~0.67		56	1.0	2.77
砂 糖	0.72~0.88		51	0.85	1.0
尿 素(粒)	0.78		31		0.58
磷 矿 粉	1.47		38		
细 盐	0.9~1.3	42	47.7	0.49	0.7
粗 粒 盐	0.64~0.88	36			