

铁路装卸机械合理选型与配置分析

张瑀

中铁十一局集团有限公司勘察设计院

摘要：合理选型和配置铁路装卸机械，可以提高装卸效率，保证装卸质量，节省装卸作业时间，降低装卸作业成本，从而提升铁路运输效率和效益，同时也进一步促进铁路现代化发展。本文结合铁路运输货物的类型，论述了铁路装卸机械的选型原则和方法，计算和分析了铁路装卸机械的生产能力，并以某铁路综合货场为例，进行了装卸机械选型和配置。

关键词：铁路装卸机械；生产效率；选型分析；合理配置

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.18.046

一、概况

随着铁路现代化的快速发展，社会对铁路物流服务业的需求和期望不断提高，装卸机械化已经成为铁路运输工作中的重要环节。因此，合理选配装卸机械，充分发挥机械效能，对不断提高铁路运输质量和运输效率，具有十分重要的意义。

本文首先分析了铁路装卸机械的选型原则，然后对长大笨重货物、集装箱、包装成件货物、散堆装货物的装卸机械进行了选型分析，并介绍了常用装卸机械的生产能力。最后以某铁路综合货场货物为例，进行了实例分析。为以后铁路货场装卸机械的选型和配置提供了一定的参考意义。

二、铁路装卸机械选型分析

（一）装卸机械选型原则

（1）铁路运输货物按其特点，一般可以分为长大笨重货物、集装箱货物、包装成件货物和散堆装货物等。在选择装卸机械时，应根据货物品类、装卸总量、装卸流程、站场设计和投资预算等因素综合确定。

（2）适应货运量需求。装卸机械的选配，既要满足近期生产要求，又能适应远期货运量增长的需求。

（3）投资、生产经济性原则。根据货运量，按需配置装卸机械数量。对于货运作业量大的货场，配备生产效率高的大型装卸机械；反之，可选择生产效率较低但投资较小的中小型装卸机械，也可根据实际发展一机多能。

（4）方便运营和管理。对于同类货物，应尽量采用同一类型、规格的装卸机械，以便于组织生产，精简机械维保设施，节省劳动成本，提高管理效率。

（5）保证货物完整和作业安全。

（6）节能环保原则。选择生产效率高、能耗低的

机械，优先考虑使用清洁能源。当生产作业不可避免产生污染时，必须采取相应的污染防治措施。

（二）长大笨重货物的装卸机械

长大笨重货物主要包括各种钢材、原木、大型机器、大型构件和大型设备等。

长大笨重货物的装卸作业主要采用起重机，可分为轮胎式起重机、轨道式起重机和桥式起重机。桥式起重机需建立两条架空横梁用于设置走行轨，露天设置时土建基础投资很大，所以多用于厂房等室内作业场所。铁路货场以露天作业为主，因此本文重点比较轨道式起重机和轮胎式起重机两种作业方式。

轨道式起重机：采用电机驱动，无噪音，无污染；起重能力大，生产效率高；可靠耐用，维护较少，维修保养成本低；堆场利用率高；自动化操作程度高。缺点是工作场所固定，不方便转场。

轮胎式起重机：采用柴油驱动，动力性能好；起重能力大，生产效率高；机动性强，使用方便灵活；堆场利用率高。缺点是使用和维修保养成本高，对空气有一定污染。

当装卸作业量不大时，可单独设置长大笨重货物作业区，宜采用轮胎式起重机，作业区宜按一线一平货位布置。

当装卸作业量较大时，应采用轨道式起重机。轨道式起重机的跨度和悬臂长度，应与铁路装卸线有效长度、装卸作业量和堆场面积相匹配。

根据行业标准，起重机常用的额定起重量和走行轨跨度参数如下表。起重机的起升高度和悬臂长度可根据实际需求定制。

表2.1 起重机额定起重量和跨度系列表

类型	箱型/桁架式起重机	集装箱起重机
额定起重 量 (t)	10、16、20、32、36、40、 50、75、100、160	32、36、40、 50、65
跨度 (m)	18、22、26、30、35、40、 50	26、30、35、 40、50
说明	适用于铁路货场、材料场、 仓库、工厂、施工场地等众 多场所，应用范围广	适用于铁路集装 箱货场、集装箱 码头等集装箱作 业量大的场所

（三）集装箱的装卸机械

铁路集装箱运输是以集装箱为容器，将货物组合成集装单元，利用铁路进行运输的一种新型物流方式，具有安全、高效、标准化和系列化等优点。同时也方便运

用大型机械进行装卸、搬运作业，是当前铁路物流运输发展的大趋势。

根据货物作业量多少，集装箱作业区可采用轨道式集装箱门式起重机（简称“集装箱起重机”）或集装箱正面吊运起重机（简称“正面吊”）进行装卸作业，在堆场可采用正面吊进行集装箱搬运和堆码等作业，空箱的作业也可采用空箱堆垛机。

集装箱起重机最高堆码层数一般不超过3层，工作效率约为20~30TEU/h；正面吊最高堆码层数为4层，工作效率约为20~25TEU/h。

当采用集装箱起重机作业时，装卸线宜设置在跨内靠近走行轨一侧。集装箱起重机设悬臂时，可在跨内或者两侧悬臂下设置汽车运输通道；不设悬臂时，应在跨内设置汽车运输通道。各构筑物之间的间距应满足规范要求，以保证作业和运输安全。

当采用正面吊作业时，作业通道宽度应能满足正面吊运输、中转和转弯作业要求。

（四）包装成件货物的装卸机械

包装成件货物一般是指怕湿、怕晒、且有包装的货物，如日用百货、副食产品、五金器件、化学药品以及其他各类物品，多用铁路棚车运输，需在仓库内存放。

因包装成件货物重量较轻、体积较小，需要在仓库和棚车内频繁进行货物搬运和堆垛等各项作业，因此一般采用叉车作为主要作业机械，另外可配备托盘、牵引挂车、皮带输送机来帮助完成货物的搬运工作。

叉车作为一种小型移动机械，有着工作平稳可靠、操作灵活、机动性强、作业范围广等诸多优点。叉车按动力可分为电瓶叉车和内燃叉车。电瓶叉车相比于内燃叉车，无空气污染，使用成本低，但初期建设成本较高。

近年来，随的电池技术的快速发展和磷酸铁锂电池等的广泛应用，电瓶叉车在市場中的占比逐年增长，是当前行业发展的方向。在仓库内和站台作业时，优先选择电瓶叉车；对于一些以露天作业为主的场所，也可选用内燃叉车。

（五）散堆装货物的装卸机械

散堆装货物（以下简称“散货”）是指在运输和保管中不加包装而成堆堆放的各种块状、粒状和粉末状货物。本文研究对象为以煤炭、矿石为主的铁路大宗运输货物。它们在铁路货运总量中占有较大的比例，也是港口多式联运中的主要货物。

根据散货作业量的不同，装卸机械的选择也随之变化。由于散货装车和卸车作业所采用的机械设备通常不同，本文从散货装车和散货卸车作业两方面，分别介绍相关机械选型。

装车机械选型建议：当货物年作业量≤200万t时，可采用装载机取料和装车；当200万t<货物年作业量≤1000万t时，可采用取料机取料，皮带输送机运输，轨道移动式装车机或快速定量装车楼装车；当货物年作业量>1000万t时，可采用取料机取料，皮带输送机运输，快速定量装车楼装车。

轨道移动式装车机和快速定量装车楼的对比分析如下：

轨道移动式装车机：生产能力1500~2000t/h，装车时列车静止，装车机移动装车，最大行走速度21m/min，平均装车速度9.3m/min。装车精度<1%。优点：需要铁路线短，占地面积小，投资较低。缺点：装车效率低，计量精度低，自动化程度不高，污染相对较大。

快速定量装车楼：生产能力3000~8000t/h，装车时，装车楼静止，列车移动，速度为0.8~2.0km/h。装车重复精度为单车±200kg。优点：装车效率高，自动化程度高，计量精度高。缺点：投资大，需要铁路线长，占地面积多。

卸车机械选型建议：当货物年作业量≤300万t时，可采用移动卸车机械（如刮板式挖掘机等）卸车，推土机堆料，卸车时配人工辅助；当100万t<货物年作业量≤500万t时，可采用螺旋式卸车机或链斗式卸车机卸车，皮带输送机运输，堆料机堆料；当货物年作业量>300万t时，可采用翻车机进行卸车，皮带输送机运输，堆料机堆料。

散货装卸机械选型和配置数量还应结合铁路站场平面布置等因素综合考虑。

三、装卸机械生产能力分析

（一）装卸机械生产定额

机械生产定额是指以合理劳动组织与合理使用机械为前提，在正常的工作班内使用机械完成搬运的货物总量。它同时考虑了工作时间和货物载荷等方面对机械的影响因素，可按下列公式进行计算：

$$Q_0 = k_1 k_2 T Q_1 = k_1 k_2 T \cdot 3600G / T_1 \quad (3-1)$$

式中， Q_0 ——机械生产定额，t/工作班，可以定为t/h、t/d、t/m、t/y等； Q_1 ——机械技术生产率，t/h； k_1 ——机械时间利用系数，即一个工作班内，机械平均实际工作时间与总时间的比值； k_2 ——机械载荷利用系数，即平均一个作业循环内，机械实际搬运货物的重量与机械额定载重量的比值； T ——一个工作班持续的时间，h； G ——机械额定载重量，t； T_1 ——机械一个作业循环需要的时间，s。

（二）装卸机械配置数量

装卸机械选型确定后，还需估算机械配置数量。各货物作业区内装卸机械配置数量应综合货物作业量、生

产能力等因素确定，计算原理如下。该公式可根据各类装卸机械的工作原理和特点，作进一步优化。

$$N = \frac{\alpha G}{wQ} \quad (3-2)$$

式中，N——机械数量；G——货物作业区日作业量，t；α——货物到发波动系数，一般取1.1~1.3；w——机械完好率，根据不同机械类型可取0.6~1；Q——机械生产定额，t/d。

另外，因为装卸机械通常是对整列或半列铁路车辆进行装卸作业，装卸线股道很长，在计算装卸机械数量时，既要考虑车辆装卸停留占用股道的时间要求，还要考虑装卸机械的工作范围。如电缆卷盘供电的轨道式起重机，其走行范围受电缆长度限制，两侧走行距离各约150~200m，具体以厂家提供参数为准。

(三) 常用装卸机械的生产能力分析

1. 起重机

(1) 36t轨道式起重机，装卸货物为钢材。将计算参数^[2]k₁=0.4、k₂=0.3、T₁=300s、T=350×24h、G=36t代入公式3-1，得到单台36t通用门式起重机装卸钢材的年生产能力约为43.5万t/a。

(2) 集装箱装卸机械

40.5t集装箱起重机，工作效率约20~30 TEU/h；正面吊工作效率约20~25 TEU/h。

2. 移动叉车

1.5t(2t)叉车。将计算参数^[2]k₁=0.4、k₂=0.8(0.7)、T₁=100s、T=350×8h、G=1.5t(2t)代入公式3-1，得到单台1.5t(2t)叉车的年生产能力约为4.83万t/a(5.65万t/a)

3. 散货装卸机械

单台散货装卸机械生产能力的参考值，如下：

装车机械：ZL50装载机为13万t/a，抓斗式挖掘机为200~300t/h，轨道移动式装车机为1500~2000t/h，快速定量装车楼为3000~8000t/h。

卸车机械：刮板式挖掘机为200~360t/h；螺旋式卸车机为300~400t/h；链斗式卸车机为300~500t/h；单翻翻车机为1000~3000t/h，15~30节/h。

四、实例分析

(一) 项目背景

某铁路综合货场采用整列车，在设计研究年度近期、远期的货物类型及到达、发送量统计如下：

表4.1 铁路货物到达、发送量统计表

单位：万t，万TEU

年度	2020年		2030年	
	到达	发送	到达	发送
货物品名				

煤炭	50	180	80	230
金属矿石	50	100	70	150
粮食	30	10	40	15
钢铁	50	20	80	40
集装箱	47	50	190	225
集装箱箱量	3.3	3.3	14.6	14.6

(二) 装卸机械选型配置

(1) 集装箱采用集装箱起重机进行装卸作业，根据3.3.1节分析，可近期配置2台40.5t集装箱起重机。

(2) 钢铁属于长大笨重货物，近、远期装卸量分别为70万t、120万t，根据3.3.1节分析，可近期配置2台、远期配置3台36t轨道式起重机。在钢铁和集装箱货物车辆装卸作业互不干扰，堆场面积足够的情况下，也可考虑钢铁和集装箱合用一条装卸线，钢铁利用集装箱起重机进行装卸，以节省场地面积，减少设备投资。

(3) 粮食属于包装成件货物，采用1.5t、2t电瓶叉车进行搬运，近期配置叉车数量约40/5=8台。

(4) 煤炭、矿石属于散堆装货物，近、远期散货装车量分别为280万t、380万t；近、远期散货卸车量分别为100万t、150万t。装车作业可采用1台轨道移动式装车机或者1座快速定量装车楼；卸车作业可采用6台刮板式挖掘机+6台推土机、或者2螺旋式/链斗式卸车机。由于不同的装卸方案对铁路站场平面布置的要求也不同，具体采用哪种装卸方案应结合站场平面设计和投资预算等因素综合确定。

(三) 装卸机械辅助设施

为了满足装卸机械正常使用和维修保养需要，在铁路站场还应设置相关辅助设施，如装卸机械维修所、钳工间、叉车充电保养间等。

五、结论与展望

本文对铁路长大笨重货物、集装箱、包装成件货物、散堆装货物的装卸机械的选型和生产能力进行了分析，并以某铁路综合货场货运量为实例，给出了装卸机械选型和配置数量建议。本文所使用的思路和方法有助于合理设计铁路装卸机械，对于充分发挥装卸机械效能，提高铁路货场装卸效率也具有一定的指导意义。

参考文献

[1] 胡朋志. 浅谈铁路装卸机械及维修设施的合理配置[J]. 科技信息, 2012(19): 140-141, 53.
 [2] 刘文斌. 装卸机械的合理配置[J]. 起重运输机械, 2001(11): 30-31.
 [3] 盖宇仙. 铁路装卸机械化(第2部)[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2010.
 [4] 铁道第四勘察设计院. 站场及枢纽[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2004.