

文章编号:1006—2106(2002)03—0077—06

铁路集装箱结点站装卸设备选型研究

白瑞海\*      杨   筠

(铁道部中铁集装箱运输中心,北京 100073)

**提 要:**铁道部计划在十五期间建设一批集装箱结点站。本文从铁路集装箱结点站的生产工艺流程特点,分析适用的装卸设备类型;用单元面积法分析各种装卸机械的场地利用率;用设备全寿命期投入产出分析运营成本。选择最优的装卸机械品种。

**关键词:**装卸;设备;选型

中图分类号:u272.66    文献标识码: A

1 引言

由于全球集装箱海运的飞速发展,近几年我国沿海港口的集装箱吞吐量年均增长 30% 以上,集装箱码头的建设也达到了与国际接轨的水平。但是我国铁路集装箱运输的能力很低,从港口接运的集装箱不到港口吞吐量的 1%。随着我国改革开放的深入发展、加入世贸后国际间物流的大幅度增长,铁路运输必须跟上全球集装箱化运输发展的形势,才能更好地为国民经济发展服务。为此铁道部决定在十五期间建设一批集装箱结点站和相应配套工程,提高铁路集装箱运输的能力和服务水平。

目前各铁路设计院正在进行集装箱结点站的设计调研工作,结点站选用何种装卸机械是关系到整体布局的关键问题,也是关系到结点站建成后经营效果的

重要问题,应当进行深入讨论。本文分析了结点站的功能特点和结点站内的集装箱移动作业流程,提出了降低运营成本、选择适用的装卸机械的观点和方法,供设计、工程、运用部门参考。

2 集装箱铁路运输作业流程和结点站的功能

设备应服从和满足作业流程的需求,又是作业流程的组成部分。方便、快捷、经济、安全地把集装箱从一个货主送达另一个货主,是运输部门的工作宗旨,也是对运输工艺流程的基本要求。

2.1 宏观流程

集装箱离开货主(发货人)通过铁路到达另一个货主(收货人)的双向路径流程如图 1。

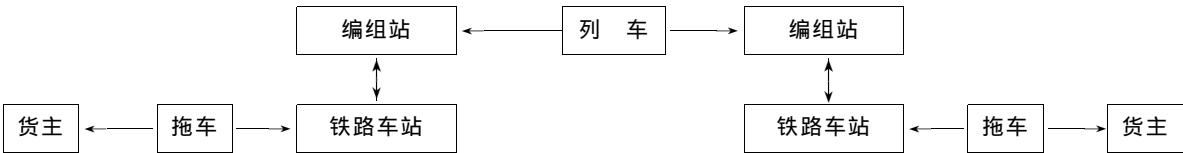


图1

为了提高铁路段的运输效率,铁道部拟建设一批大型集装箱结点站,集中办理集装箱运输业务,结点站之间互开集装箱班列,形成以下流程,如图 2 所示。

图 2 中的货主,可以是另一家铁路、公路、水运部门。除班列以外的零星车流仍通过编组站办理。

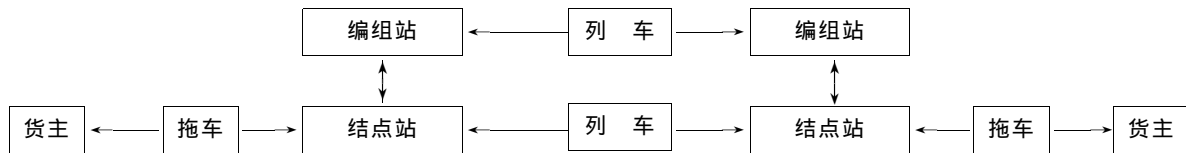


图2

## 2.2 结点站的功能

结点站不同于铁路货场,从运输角度看它能力更强、服务更周全,业务更专业化。

(1)直接发、到集装箱班列,具有每日多列集装箱装卸、堆存的能力。

(2)集中办理集装箱运输,以结点站为中心,组织周边几十至几百公里范围货源,接纳地区箱集结和干线箱中转,年到、发30万标箱以上。

(3)办理公铁衔接的集装箱接取、送达,实现门到门运输。

(4)直接办理进出口箱的运输,设海关监管区。

(5)联合办公、综合服务。货代公司入驻;海关、商检、动植物检、卫检等口岸监管机构入驻;金融服务,电子商务服务,餐饮住宿服务入驻等。

(6)信息管理、交换、服务中心,用计算机对货车、集装箱进行动态管理,并与发、到站,与货主,与上级主管单位及其它相关部门进行电子数据交换和信息服务。

(7)集装箱维护设备齐全,有洗箱、修箱设备和冷藏箱的维护设施。

(8)物流中心,提供拆箱、拼箱、储存、配送、商贸等综合服务。

## 2.3 结点站内部的作业流程

目前铁路货车在站内的流程有到达、调车、送车、卸车、装车、取车、编挂、发车等程序,结点站整列到发作业可节省大量的调整车作业,铁路站场设计人员对这些都熟悉。关键是箱子在结点站内的流程,是一个新事物,应认真研究。箱子怎样从火车上到达货主手里?

(1)换装直取,是最简洁最理想的流程,箱子从火车上直接装拖车送达货主,流程如图3所示。

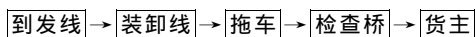


图3

从铁路列车到货主家(反之亦然)箱子不落地,在铁路货车和拖车之间换装;由于火车和汽车运输的不均衡性,只有极少量的箱子能实现上述换装直取流程。如果大批箱子都换装,需要铁路列车和公路拖车有很大的富裕能力,而这两项恰是全系统占用资金最多的

项目,过裕的装备必然利用率低,不经济,财力也不允许。多数货主也做不到昼夜均衡接、发箱子。实际上大批的箱子必须落地堆存,才能使铁路列车和公路拖车两个系统更有效地相衔接,才能适应列车到发的不均衡性。落地堆存有即卸即堆和转堆两种方式。

(2)即卸即堆,落地存取,流程如图4所示。

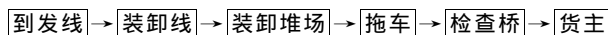


图4

这种堆放方式使装卸和堆存两个步骤在一个“场”内实现,箱子移动的距离最少,因而成本消耗最少。这也是目前铁路货场的习惯做法。只有个别车站运量大场地小,把箱子转移到站外的堆场,增加了转场费用和取、送箱的路程、时间,货主怨声载道。新建的结点站要获得好的经济效益,必须使箱子在货场内转移的最少、移动的距离最短,即卸即堆工艺可以满足这个要求。根据畅通高效的原则,装卸线都是按整列长度设置,只需选择合适的堆存宽度即可实现即卸即堆工艺。这种方式的特点是铁路货车和公路拖车在同一个“场”装卸,有时顾此失彼相互干扰,为此,要针对公、铁两方面的需求配置足够的装卸能力,对堆场合理分区并设计合理的行车路线,保证铁路货车和公路拖车双方的运输效率。

(3)转堆存取,流程如图5。

转堆工艺也能实现铁路与公路之间的衔接,生产秩序上公路铁路分明;与即卸即堆相比,发、到箱多了拖车装卸和水平运输作业,增大了成本,且占地面积较大。但是在港口,转堆是普遍通行的工艺。因为集装箱船的容量很大,一次可装载7000标箱(TEU),甚至可达到15000多标箱。码头泊位要连续作业装卸船,岸船相接的长度只有200~300m,岸边堆不下这么多箱子,必须转移到纵深的堆场区。

码头的纵深堆场一般距岸边数百米,都是由拖车转运过来。码头后方几十公里范围内还有若干堆场(货运站),与港口合作,为大货主和船公司服务。

铁路集装箱结点站也需要转堆存取工艺,把危险品箱、冷藏箱,长期滞留的重箱、备用的空箱等由装卸线、装卸堆场转移到储存堆场。两场之间相隔几十米即可。这些箱从总量上看是少数,然而从安全和专业管理、维护方面看是必要的;从提高装卸堆场的效率方面

看也是有益的。

铁路一列货车技术长度不超过 1 050 m,约载运 100 个标箱(将来实现双层装载可达 200 标箱),装卸线旁的箱位足够使用。如果把大量的箱子都从装卸线

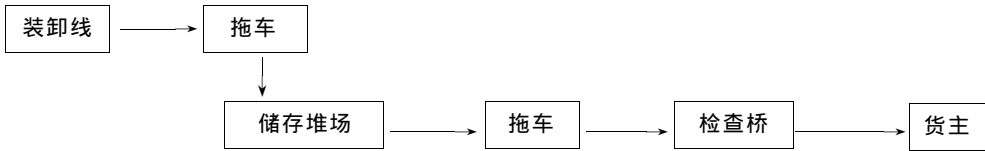


图5

上述作业流程是框架式的,每一个环节如装卸火车、装卸拖车、通过检查桥等还有具体的工序工步及作业标准。

从经济合理性来看,即卸即堆落地存取是主选方案,转堆存取可作为辅助配置。装卸线和装卸机械应适应高效率大容量的装卸、堆取作业。

集装箱转堆为什么用拖车?用正面吊、叉车行不行?拖车是专业的水平运输设备,正面吊、叉车是专业的装卸设备。正面吊、叉车虽然可负载走行,那是为装卸工艺服务。少量的和短距离的水平运输可偶而为之,从经济性安全性考虑,万不可作为水平运输工具使用。

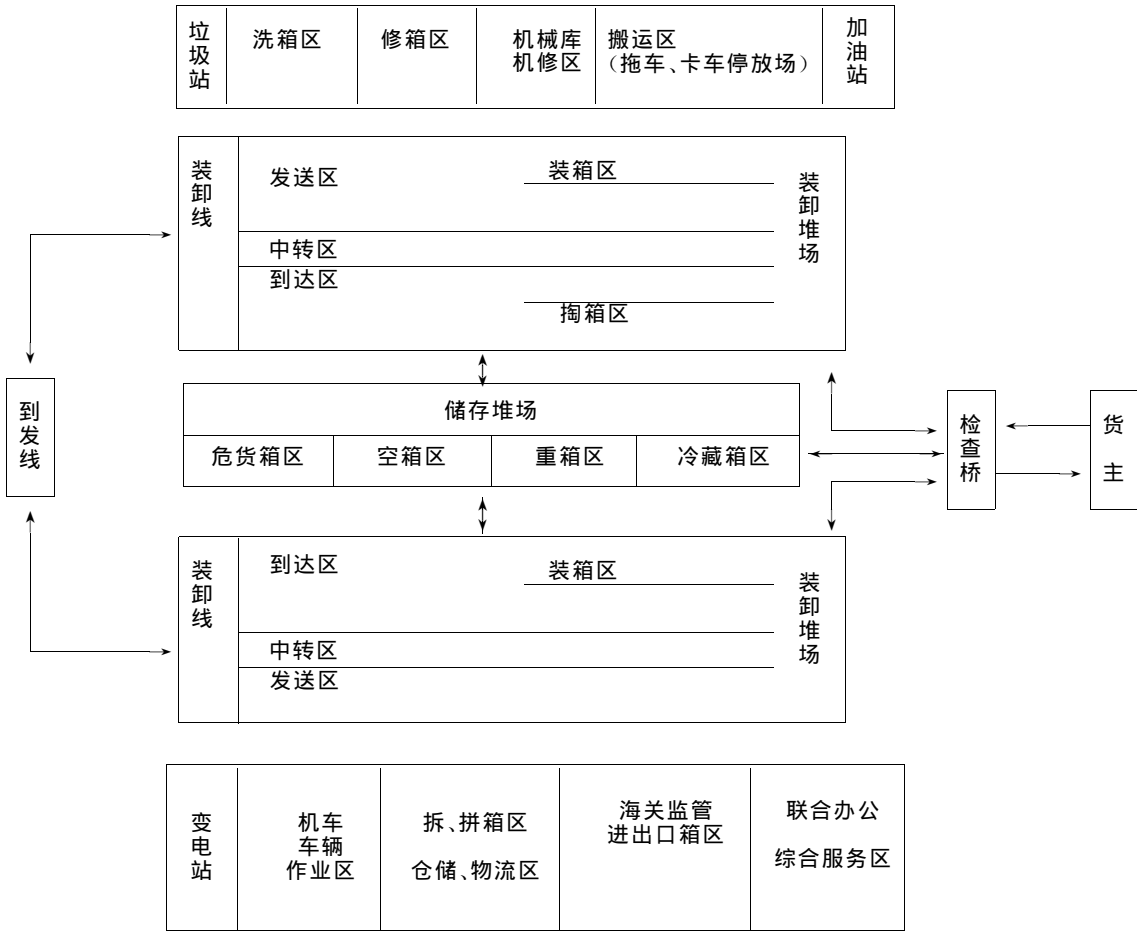


图6

## 2.4 结点站的平面区位布置

结点站的平面布置要体现结点站的功能,满足生产工艺要求,与所在地的地理环境相协调。一定的占地面积要使堆箱容量最大,箱子移动的距离最少。有两条

装卸线的结点站平面区位布置示意图如图 6。

装卸线的条数根据到发的箱数确定,一般日均到发 600 个箱子就应设一条装卸线。改造老的货场面积紧张时,变电站、办公区车库可布置在地面之下,货物仓储区和搬运区车场也可考虑立体结构。

### 3 选择装卸机械的条件和方法

装卸能力对结点站的运行至关重要,使用什么样的装卸机械应认真比选。总的原则是满足生产工艺要求,成本消耗尽量低,符合环保标准等。

国内外港口、铁路的堆场普遍使用的装卸机械是轨道式龙门起重机、轮胎式龙门起重机、正面吊运机(简称轨道门吊、轮胎门吊、正面吊);也有些单位使用叉车。应注意这些都是吊具式集装箱专用机械。目前国内铁路货场普遍用单勾式起重机装卸集装箱,造成箱子大量破损,省了机械投入,却增加了用箱困难和修箱支出,得不偿失。

#### 3.1 装卸机械的性能应符合堆场的作业特性

集装箱堆场按运行模式可分为两类:拣选式和整取式。拣选式就是按箱型、箱种、货主、箱主、移动去向等分类堆码;取出箱子时是随机选择,在大批箱子中可能拣选其中一个。整取式是堆积魔方式大垛,取出时从外侧顺序扒取,不能(也不需要)特意挑选垛中的某个箱。显然在现行运输模式中,结点站的成百上千个集装箱不可能是同一家的,铁路结点站内的堆场,是拣选式的。为装船服务的码头、货运站堆场是整取式的。铁路结点站的空箱堆场是整取式的,重箱发送区有一些整取的性质。相同的发、收货人,单一货物品名大批量发到的集装箱办理站,其堆场是整取式的。

两类堆场对装卸机械的性能要求不同,叉车、正面吊一类的装卸机械在拣选式堆场使用要大打折扣。

#### 3.2 定性比较几种装卸机械的特点(见表1)

表1 主要机械性能比较表

项 目	轨道龙门 起 重 机	轮胎龙门 起 重 机	正面吊运机
动力	电力	内燃机	内燃机
购建投资	中	大	中
作业效率	高	较高	中
操作难易	易	较易	较难
司机劳动条件	好	较好	较差
故障、维修费	低	中	高
运营费用	低	高	高
噪 音	低	高	高
排放有害气体	无	有	有
作业安全性	好	好	较差
机动性	差	较好	最好

项 目	轨道龙门 起 重 机	轮胎龙门 起 重 机	正面吊运机
使用年限	19 年以上	10 年	10 年
实现自动化	易	难	最难
兼容 10t 箱	较易	较易	较难
场地利用率	高	较高	低

表1中评判各项性能特点只是给出了定性的概念,对于某些重要性能指标,还应该进行定量的分析。

#### 3.3 场地堆箱利用率(以下简称场地利用率)

(1)场地利用率是满足结点站运行条件下,有效堆箱面积与占地总面积的比。虽然堆箱数还与堆码层高有关,因拣选堆场不要求很多的层高,各种机械也都能作到重箱4~5层,在堆高相同的条件下,场地利用率只需比较面积利用率。

$$n=\frac{S_1}{S_{总}}$$

上式中: $n$ ——场地利用率;

$S_1$ ——堆箱面积(箱底面积+间隙面积);

$S_{总}$ ——总面积(堆箱面积+各通道面积)。

##### (2)单元面积法

参照设计蓝图,上式中的面积利用率是很容易计算出来的。但为了更简明地判断几种机械的场地利用率,可以用单元面积法来分析,选取12 m宽、50 m长的矩形面积,按即卸即堆方式让这几种机械在上面施展能力,计算场地利用率。因为12 m近似一个40 ft箱的长度,故计算50 m内扣除火车、拖车通道剩余有几个箱宽的尺寸,即可比较出它们的场地利用率,容箱数多者场地利用率高。50 m长度都满足它们的作业需求,是公平的;再大的面积也是由单元面积组成的,所以单元面积法是普遍适用的。

$$Z=\frac{L-(L_2+L_3+L_4)}{L_1}$$

式中: $Z$ ——单元面积容箱数(40 ft箱);

$L$ ——单元面积长=50 m;

$L_1$ ——集装箱宽=2.538 m(含间隙);

$L_2$ ——铁路装卸线宽4.88 m(建限-1);

$L_3$ ——拖车通道宽3.5m~4.5 m;

$L_4$ ——机械走行占用宽度:门式4 m,正面吊10.5 m。

$$n=\frac{Z\times 2.538}{50}$$

通过上式计算,

轨道龙门起重机: $Z=14.4$   $n=73\%$ ;

轮胎龙门起重机: $Z=9.9 \quad n=50\%$ ;  
正面吊运机:  
 $Z=6.0 \quad n=30\%$ 。

由此可见,轨道龙门起重机的场地利用率比正面吊运机高一倍多。计算方法及说明如下:

轨道龙门起重机  $Z=(50-4.88-4.5-4)/2.538=14.4$  拖车通道取 4.5 m 宽以利拖车行走。

轮胎龙门起重机  $Z=(50-4.88-4.88-3.5-3.5-4-4)/2.538=9.9$  拖车通道取 3.5 m 宽,是拖车可借用起重机的通道行走、横穿。受功率限制,轮胎龙门起重机的主梁长度均在 25 m 以内,所以在 50 m 长的单元面积上必须设两条装卸作业线,同时用两台起重机或用一台起重机去转场作业。而轨道龙门起重机的主梁长度可达 50 m 以上,且走轮部宽度偏小。

正面吊运机  $Z=(50-4.88-10.5-10.5)/$

$2.538=9.5$  这是不能实用的理论数字。正面吊运机在拣选式货场只能堆码 3 排,第 4 排就够不到了,第二、第三排的箱重也有折扣限制。正面吊运机本身的最小转弯半径 8 m,加上一个箱子的宽度 2.5 m,需 10.5 m 的通道才能作业(拖车通道与正面吊的转弯通道共用,不另扣除)。为满足拣选堆码要求,必须设两个转弯通道,这两个通道之间须有联络路径。所以正面吊运机只能堆码 6 个 40 ft 箱(在单元面积上是 3 个 40 ft 加 6 个 20 ft 箱)。另外,正面吊运机不能总以最小转弯半径作业,那会增大机械磨损、降低作业效率。

实际生产中  $Z$  必须是整数,如有余数可留做纵向检查通道。 $Z$  余数的大小、有无,可在选购装卸机械时从技术参数上予以控制。

正面吊运机单元面积堆码示意图(俯视)如图 7 所示。



图7

另一种布局方式是在单元面积上设两条装卸线,每条线旁各有一条机械走行通道和 3 个箱位,总共也是 6 个箱位。但这种布局方式在装卸线和机构投入上都增加很多,应慎重采用。

3.4 每箱次装卸作业成本

每一个箱次的作业成本,是衡量结点站设计和运用管理水平的重要指标。成本受多种因素的影响:运量饱满程度、土建的规模和价格、机械设备的数量和价格、能源消耗数量和价格、职工人数的多少和工资水平等等。本文单就不同的机械对成本的影响做分析比较。机械特性以外的因素、条件视为充足的,相同的(运量饱满、工资相同)。各种机械每一箱的作业收入是一样的,算出了成本,就算出了经济效益。

由表 2 可见不同种类机械每箱次装卸作业成本相差较大,以年到发 30 万标箱(作业 60 万次)的结点站推算,仅装卸成本即可因选用机型不同而每年相差 580 万元以上。虽然选用的数据和计算是轮廓性的,但足以说明问题。

万方数据

表 2 不同机械作业成本比较表

项 目		轨道门吊	轮胎门吊	正面吊
投入(万元)	购价人民币	350	664	270
	基 础	100	80	
	电 源	20		
	车库、油库		10	20
	维 修 费	300	532	400
产 出	技术经济寿命(年)	19	10	10
	寿命期作业量(万箱次)	250	132	88
每箱次设备费(元)		3.08	9.74	7.84
每箱次能耗(元)		7	10	10.4
每箱次成本(元)		10.08	19.74	18.24

注:

(1)每箱次成本=每箱次能耗+每箱次设备费;  
每箱次设备费=设备及配套投入/寿命期作业箱次;  
寿命期作业箱次=寿命期工作日×12 h×每小时工作箱次。

(2)每箱次能耗根据现行油、电价格和设备功率计算得出。

(3)设备价格系根据近几年厂家投标报价估算得出(进口产品设计关税);维修费系指全寿命期的修理费用,根据铁路车站现行使用经验估算得出。

(4)设备寿命来自财政部对固定资产实行分类折旧的规定。轨道门吊的实际寿命还要长得多。

(5)表 2 是反映机构特性的静态的不完全成本。若计算某种设备的全面成本、效益,则还应计入人工费用、银行(贷款)利率等因素,考核总收支情况。

## 4 结 论

结点站选择何种装卸设备,都应说出理由和根据。从作业成本和场地利用率来看,轨道门吊有着非常明显的优势,作业成本是轮胎门吊的 51%,场地利用率是正面吊的 2.4 倍。从环境保护角度看也是轨道门吊最好。至于灵活机动性差的问题,只要装卸线 10 年不搬家,这个缺点就可忽略不计。铁路集装箱结点站的机械设备,应以轨道门吊为主,每条装卸线配 4~5 台,采取既卸即堆工艺;同时配少量正面吊运机辅助使用,处理转场的集装箱。空箱区配一台空箱叉车,掏、装箱配一些小型的内燃叉车(燃气为佳);为搬运装卸 10 t 箱,再配少量中型普通叉车或小型正面吊运机。

轨道门吊的技术参数(现有多种参数组合)应专项讨论研究,一般应达到每小时作业 30 次循环以上,跨

度 30~50 m,堆高 4~5 层,吊具下额定起重能力 30.5 t 或 61 t(一次吊两个 20 ft 箱)。

轨道门吊的优越性如此明显,为甚国外(主要是美国、加拿大)很多单位仍热衷于使用轮胎式门吊和正面吊?这是由于受管理体制的影响,他们的运输经营者和装卸经营者是临时契约关系,不便使用搬迁难度大的轨道式机械;再有是当地的设备价格与国内不同,例如加拿大太平洋铁路公司多伦多车站使用 4 台轨道门吊总价 1 500 万加元,折合 225 万美元一台,比轮胎门吊和正面吊贵了 3~5 倍;该公司其他几十个车站都不使用轨道门吊。

中国铁路集装箱结点站的建设,既要学习国外的先进经验,又应结合中国的国情。结点站的装卸设备选择轨道式门吊为主型机械,有充足而坚实的根据。

## 参考文献

- [1] 郭文超. 中国铁路集装箱运输[M]. 北京:中国铁道出版社,1994.
- [2] 于汝民. 集装箱码头经营管理[M]. 北京:人民交通出版社,1999.
- [3] 龙前. 集装箱码头设备工程管理[M]. 北京:人民交通出版社,2000.

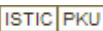
# CHOICE OF LOADING AND UNLOADING EQUIPMENTS USED IN RAILWAY CONTAINER TERMINALS

BAI Rui-hai, YANG Jun

China Railway Container Transportation Center Attached to Ministry of Railways

**Abstract:** According to the characteristic of technical process, the suitable types of loading and unloading equipments are recommended here. The article analyzes also the space utilization ratio of all kinds machinery with the method of unit area and the cost of running from expense and work load during the machines' service life. In this way, the best machinery equipments can be chosen.

**Key words:** loading and unloading; equipment; types choice

作者: 白瑞海, 杨筠  
作者单位: 铁道部中铁集装箱运输中心, 北京, 100073  
刊名: 铁道工程学报   
英文刊名: JOURNAL OF RAILWAY ENGINEERING SOCIETY  
年, 卷(期): 2002 (3)  
被引用次数: 9次

## 参考文献(3条)

1. 郭文超 [中国铁路集装箱运输](#) 1994
2. 于汝民 [集装箱码头经营管理](#) 1999
3. 龙前 [集装箱码头设备工程管理](#) 2000

## 本文读者也读过(10条)

1. 莫骏 [铁路集装箱结点站装卸工艺及设备选型的研究](#)[期刊论文]-[铁道工程学报](#)2003(1)
2. 戴明宏, 雷庆秋 [铁路集装箱货场装卸机械合理配置与结构选型](#)[期刊论文]-[起重运输机械](#)2009(10)
3. 陶思宇, 彭其渊, 蒋朝哲 [基于Rough Set的铁路集装箱结点站布局评价研究](#)[会议论文]-2007
4. 马玉珍, MA Yu-zhen [铁路集装箱中心站装卸机械的选择](#)[期刊论文]-[铁道运输与经济](#)2005, 27(10)
5. 康壮苏, 徐茂峰, 王静, KANG Zhuang-su, XU Mao-feng, WANG Jing [基于VRML辅助运输设备虚拟选型系统的研究](#)[期刊论文]-[煤矿机械](#)2006, 27(4)
6. 闫伟 [铁路集装箱专办站运输组织研究](#)[学位论文]2005
7. 谢建平, 杨刚军, 蒙云, XIE Jian-ping, YANG Gang-jun, MENG Yun [释能法在大件通过桥梁时的加固运用](#)[期刊论文]-[山西建筑](#)2008, 34(8)
8. 于书平, 王(王争), YU Shu-ping, WANG Cheng [铁路装卸机械的安全运用管理](#)[期刊论文]-[铁道货运](#)2007(5)
9. 崔崇学 [公路工程施工机械选型与施工进度、成本控制](#)[期刊论文]-[内蒙古公路与运输](#)2004(2)
10. 买媛媛, 刘作义, MAI Yuan-yuan, LIU Zuo-yi [我国铁路双层集装箱专用车辆选型分析](#)[期刊论文]-[铁道货运](#)2007(4)

## 引证文献(9条)

1. 裴冀陵 [关于铁路装卸机械的管理问题探讨](#)[期刊论文]-[华章](#) 2009(21)
2. 程钢, 盖宇仙 [嘉峪关集装箱办理站装卸机械选型探讨](#)[期刊论文]-[铁道货运](#) 2007(1)
3. 兰建华, 严余松, 靳银屏 [集装箱中心站的规划设计](#)[期刊论文]-[铁道运输与经济](#) 2006(6)
4. 霍建勇, 谢辉, 胡波 [铁路枢纽集装箱中心站装卸设备的选择](#)[期刊论文]-[铁道运输与经济](#) 2006(6)
5. 金鑫, 叶飞 [铁路集装箱中心站装卸机械配置优化](#)[期刊论文]-[起重运输机械](#) 2013(5)
6. 李宗泽, 程文明, 吴晓, 张则强 [铁路集装箱中心站装卸机械性能与布局研究](#)[期刊论文]-[交通运输工程与信息学报](#) 2005(2)
7. 房新智 [铁路集装箱中心站规划与建设](#)[期刊论文]-[集装箱化](#) 2008(3)
8. 郭鹏, 程文明, 张则强 [铁路集装箱物流中心系统建模与仿真分析](#)[期刊论文]-[计算机工程与应用](#) 2011(17)
9. 李涛 [铁路集装箱货场物流可视化仿真研究](#)[学位论文]硕士 2005

引用本文格式: 白瑞海, 杨筠 [铁路集装箱结点站装卸设备选型研究](#)[期刊论文]-[铁道工程学报](#) 2002(3)