

文章编号: 1674—8247(2017)06—0050—06

重载铁路煤炭装载系统与车站布局探讨

张巍

(中铁二院工程集团有限责任公司, 成都 610031)

摘要:重载铁路的大型环线煤炭装车站对地形要求高。因此,对于位于山区的煤炭装车站,需要根据实际情况对车站及其装车作业系统进行精心设计,才能既适应山区复杂地形,又满足车站装车作业目标。文章通过对筒仓快装系统和近几年出现的与新型移动式装车系统对应的车站布置形式以及各自作业方式、作业能力、优缺点进行分析比较,结合工程项目实例分析,认为移动装车机半列式装车站具有明显的优点,完全可以替代非筒仓环线装车站,且对地形具有较好的适应性。

关键词:重载铁路;筒仓快装系统;移动式装车机;车站布局;适应性

中图分类号:U291.1 文献标志码:A

Discussion on Coal Loading System and Station Layout of Heavy-haul Railway

ZHANG Wei

(China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., Chengdu 610031, China)

Abstract: The heavy-haul railway circle line coal loading station has a high demand for the terrain. Therefore, for the coal loading station located in the mountains, elaborate design is needed according to the actual situation of the station and its loading operating system to not only adapt the complex mountainous terrain but also meet the need of the loading operation target. By comparing and analyzing silo fast loading system and the station layout corresponding to a new emerging type of portable loading system and their operation mode, operation ability, advantages and disadvantages, combined with the project instance analysis, it is considered that half-row loading station with mobile car loader has obvious advantages, which can completely replace the silo loop line loading station, and adapt to terrain better.

Key words: heavy-haul railway; silo fast loading system; mobile car loader; station layout; adaptability

近年铁路运输占煤炭产量50%~60%。2015年我国煤炭产量突破 37.5×10^8 t,其中铁路煤炭发运量 20×10^8 t。实地调查发现,地形条件较好的矿区,一般已经修建规模相适应的自动化程度较高的煤炭装车站,例如内蒙的矿区和山西盆地区域的矿区,这些地区地势平坦,布置环线装车站较容易实现。而类似山西吕梁山地区、太行山地区,受限于山区地形,往往难以布置环线装车站,而仅有一些小型的,自动化程度较低的铁路煤炭装车站。

如位于山西吕梁山区的柳林县,全县煤炭探明储量 54.3×10^8 t,远景储量达 100×10^8 t以上,原煤生产能力 2400×10^4 t,洗精煤生产能力 2000×10^4 t,铝矾土探明储量 4000×10^4 t;该县有孝柳铁路(5000 t牵引定数)和瓦日铁路(万吨重载铁路)两条铁路线,然而该县仅在孝柳铁路上有一座王家会装车站,年装运量仅 200×10^4 t。因此,当地煤矿的产能极大地受制于铁路装车站运力。由于在该县山区地形修建重载环线装车站投资过大,使得该县到目前还没有自动化重

收稿日期:2017-03-09

作者简介:张巍(1981-),男,工程师。

引文格式:张巍.重载铁路煤炭装载系统与车站布局探讨[J].高速铁路技术,2017,8(6):50-55.

ZHANG Wei. Discussion on Coal Loading System and Station Layout of Heavy-haul Railway [J]. High Speed Railway Technology, 2017, 8(6): 50-55.

载铁路煤炭装车站,也使得瓦日万吨重载铁路运能虚糜。因此,如何根据山区铁路的实际情况,设计机械化、高效率的煤炭装车站是需要探索研究的课题。

1 煤炭的铁路自动化装车方式

自动化的铁路煤炭装车设备目前主要是各种规模的筒仓,受限于筒仓装车的工艺,装车时空车移动,筒仓设备固定,车站布置形式也较局限,因此在实际的设计工作中,根据实地情况,寻找一种不同于筒仓的自动化煤炭装车机械,采用列车不动,装车设备移动的装车方式,即列车固定,可不占用调机,装卸机械移动的移动式装车机。通过考察港口的煤炭装船机械设备,应当通过适当的改造,令其适应铁路敞车的移动装车作业,因此产生第二种机械化的铁路煤炭装车方式:移动装车机装车。

1.1 筒仓快速装车系统

筒仓快速装车系统是以自动控制的方式将煤炭产品仓内的煤炭通过给煤机、胶带输送机、缓冲仓、定量(称重)仓以及装载溜槽装载到以一定速度行进的列车中的一种高效定量装车系统。筒仓快速装车系统自动化程度很高,系统内所有设备都是通过计算机控制系统进行远程集中控制与操作的;装车速度快,装C60、C70、C80型铁路敞车一节一般用时为40~60s,装106节万吨整列车用时为90min;装车精度高,称重仓静称重精度为 $\pm 0.1\%$,每节车皮的装车精度 $< \pm 0.3\%$,整列车装车精度 $< \pm 0.3\%$;装车质量好,车皮表面平整,无偏载,完全符合铁路运行要求。筒仓快速装车系统与铁路车辆关系如图1所示^[1-2]。

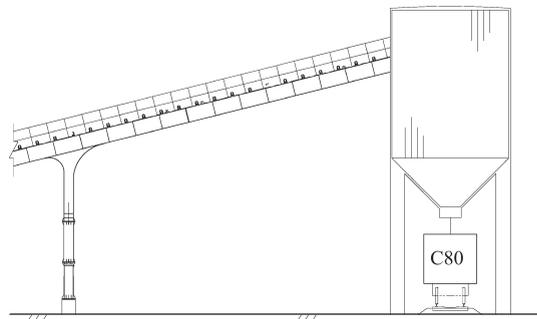


图1 筒仓快速装车系统与铁路车辆关系图

1.2 移动装车机系统

移动式装车系统是移动式装车机和地面皮带机及其他附属装置的统称,是由港口的散料装车设备改进来适应铁路装车工艺的新型煤炭装车设备,改变筒仓式快装系统装车点固定、车箱移动的传统装车理念,采

用车箱固定、装车点移动的方式装车,使铁路站线缩短一半,大大节省了投资;装车过程不需要机车牵引,无需频繁调车。配合非站台侧接触网双线挽臂,可为临近装车站台的1~2条线路的车辆装车。

移动装车机与接触网隔离开关联动并自带非接触式高压报警系统,空气绝缘安全距离满足TB 10009-2016《铁路电力牵引供电设计规范》。系统自带车号识别,控制程序在接受到数据后自动分析并制定装车计划,无需人工干预,大大提高生产效率和安全性,装车精度 $< \pm 1.5\%$,单台设备装焦炭可达1800t/h,4h可完成万吨整列车装载。移动装车机系统与铁路车辆、接触网关系如图2所示^[3]。

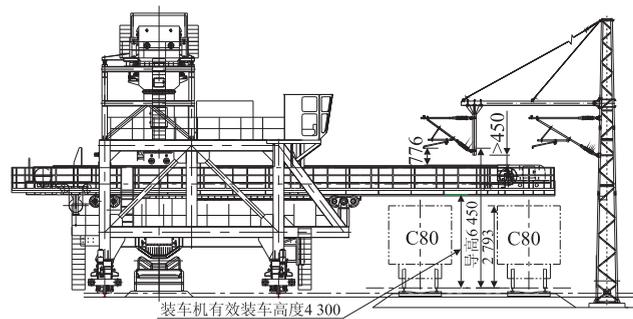


图2 移动装车机系统与铁路车辆关系图(mm)

1.3 两种装车系统优缺点比较

两种装车方式优缺点如表1所示。

表1 筒仓快装系统与移动装车机系统优缺点比较

装车系统	优点	缺点
筒仓快装系统	(1) 装载能力大 (2) 装车精度高,可直接用于商业计量	(1) 装车须列车移动,占用机车 (2) 须2倍列车长度的装车线 (3) 须缓存物料,切换物料复杂 (4) 冬天冻煤可能堵仓 (5) 每台设备只对装1条装车线
移动装车机系统	(1) 列车静止装车,不占用机车 (2) 列车等长站台即可装车 (3) 不缓存物料,更换物料简单 (4) 不存在冻煤堵仓问题 (5) 每台设备可对装1~2条装车线	(1) 装载速度低于筒仓系统 (2) 装车精度不可直接用于商业计量

综上所述,因为移动装车机系统是静态装车,不需要牵出线,地形适应性较好,站场投资相对较小;筒仓快装系统的车站是动态装车,车站规模相对较大,但装车速度较快,适用于地形条件好,装车量极大的矿区、港口。

2 筒仓快速装车系统站场布置方式

利用筒仓进行煤炭装车,一般在车站附近设储煤场地,通过皮带输送至车站装车线上的储煤筒仓内,再通过筒仓向列车装车。筒仓装车自动化程度高、环境污染小、装车计量准确、工艺应用成熟,在我国很多煤矿企业装车站内均有使用,多年来发展了多种站型^[4-7]。

2.1 筒仓半列装车站场布置方式

图3为半列装车方案,需要调车机车从3道每次牵引半列空车,通过5道牵出线调往4道,调车机车通过空闲1或II道掉头挂上空车,牵引半列空车通过筒仓装车,装满后再通过5道牵出线将半列重车推送至1道,然后继续重复刚才步骤将3道上另外半列空车装满,再调往1道与前面半列装满的重车连挂为一列万吨重载列车。此种装车站站型,投资较省,但是调车机车步骤繁琐,一般不会使用本务机车,需自备调车机,装车完毕后等待本务机前来送空取重。

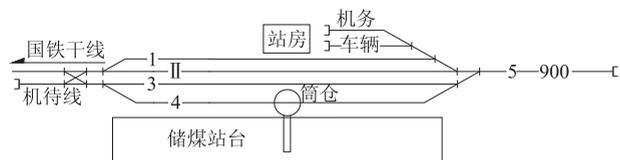


图3 重载半列筒仓装车站场示意图

2.2 筒仓整列装车站场布置方式

图4为较早期的一些整列装车方案,需要调机将整列空车调至5道牵出线,然后牵引空车列车通过筒仓至任意到发线即可完成装车,相比半列装车方案,大大减少调车次数。但是由于牵引万吨整列重车,需要较大功率调机以至于需重联多台调机才能完成牵引装车。但因为调车次数较少,也可由本务机车送来空车时直接牵引装车,这时需要3道、5道均挂接触网。而且该方案需要站坪长度非常长,需要两个1700m有效长以及相应的咽喉区长度,将近4km,即使将5道牵出线改为曲线以缩短站坪长度,实际也很难实施。

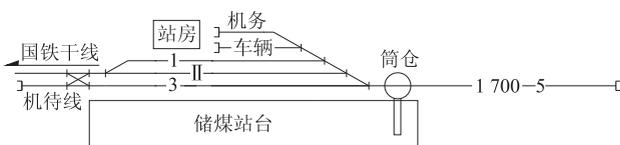


图4 重载整列筒仓装车站场示意图(一)

2.3 双筒仓半列分装站型

图5方案是图3、图4两方案的优化方案,万吨整

列空车停在3道,压交叉渡线,以及5道上,从列车中部解钩,分解为两个半列,分别停在3道、5道上,将5道上的半列通过交叉渡线牵往4道装煤,同样将3道的半列空车通过交叉渡线牵往6道,在通过3道筒仓时完成装车;完成后将4道、6道上两个半列连挂为一个整列即可。该方案比图3的半列方案大大减少调车次数,也比图4的整列一次装车方案减少近一半的站坪长度,虽然增加一个筒仓,也必须自备调车机车,但使用方便,调机走行距离短,成为近年矿区较为满意的一个筒仓装车站站型。

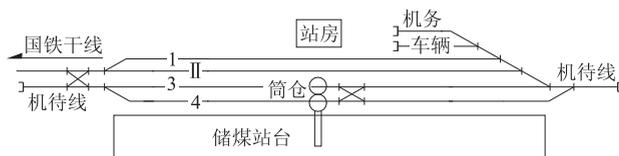


图5 重载整列筒仓装车站场示意图(二)

2.4 筒仓环线装车站场布置方式

筒仓环线装车一般用于年运量大于1000万t的装车站,图6中3道、4道分别作为空重车线,机车从空车线牵引整列空车通过环线筒仓回到重车线,列检后即可发车,没有调车作业,车站作业顺畅,一般不需要自备调机,采用本务机作业即可,节省机力,车站能力大,车皮周转快。

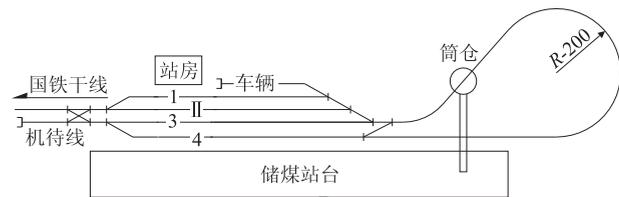


图6 重载整列筒仓环线装车站场示意图

但是其环线内土地一般无法利用,特别是环线对地形要求较特殊,一旦地形不平坦,引起较大工程。

2.5 4种筒仓快装系统站型布置分析

4种筒仓快装系统的站场布置方式优缺点分析如表2所示。

通过以上分析可知,双筒仓半列装车站的站型由于是筒仓牵出线(半列/整列)站型优化而来,改进筒仓半列/整列装车站型,用增加筒仓、压岔作业和调车作业方式换取取消了牵出线,适应性较好,在实际应用中受到好评。筒仓环线装车站型适合地形条件好的地区,装车量大的矿区使用,在双线干线铁路接轨时通常用环线配合接轨站疏解线使作业更加顺畅。

表2 筒仓快装系统车站站型优缺点比较

筒仓站型	优点	缺点
筒仓半列装车站型	(1)投资小 (2)站型简单,易于改造	(1)需要1条半列车长度的牵出线用于装车和调车 (2)调车次数较多 (3)装车时占用3股道:1条空车线、1条重车线、1条牵出线 (4)地形适应性不佳
筒仓整列装车站型	(1)调车次数少	(1)需要1条整列车长度的牵出线用于装车 (2)装车须占用多台调机牵引和推送 (3)装车时占用2股道:1条空车线、1条牵出线 (4)地形适应性不佳;
双筒仓半列装车站型	(1)不需要牵出线 (2)调车次数少 (3)站场投资小 (4)地形适应性好	(1)需要2套筒仓 (2)必须压岔作业 (3)交叉渡线维护工作量大 (4)装车时占用2股道:1条空车线、1条重车线
筒仓环线装车站型	(1)不需要牵出线 (2)作业顺畅,无调车作业 (3)可用本务机牵引装车	(1)车站环线对地形适应性较差 (2)占地最大 (3)一次性投资较大 (4)地形适应性不佳

3 移动装车机系统站场布置方式

3.1 移动装车机整列装车站场布置方式

图7为移动装车机为万吨整列空车装车的基本站型布置。万吨整列空车车列到达后停在1道或3道即可,移动装车机在装车站台上走行,为列车装车。装车同时可进行列检,装车完毕即可发车。也可多台移动式装车机同时作业,缩短装车时间。因移动装车机须在直线上行进,整个装车站也必须布置在直线上,所需站坪较长。

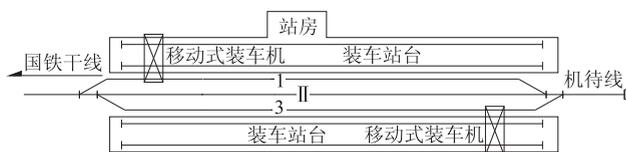


图7 重载整列装车机装车站场示意图

3.2 移动装车机半列装车站场布置方式

图8为移动装车机为分解成两个半列的万吨空车装车的基本站型布置。万吨整列空车到达后压岔停放在7道和2道,中间解钩将7道上的半列调车至1道,形成两个半列同时停放于1道、2道。然后由临近站台上的移动装车机为1道、2道的空车装车,装车同时可进行列检,装车完成后由本务机牵引1道上的半列至7道,再推送与2道的半列合并为万吨整列,即可发车。因用于调车的7道、8道可布置于曲线上,装车场部分站坪仅需半列车长,大大缩短站坪平直段,该站型

相比上一个站型大大降低对地形的要求,调车作业也相对简单,可以实现送空取重的调度安排,适应性有所提高。

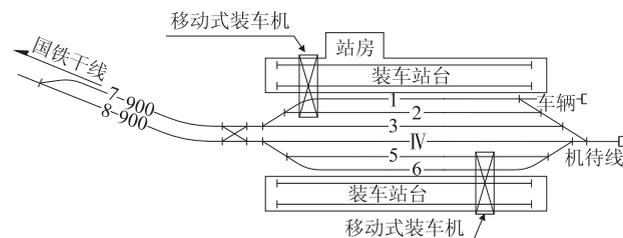


图8 重载半列装车机装车站场示意图

3.3 两种移动装车机系统站型布置分析

两种移动装车机系统的站场布置方式优缺点分析如表3所示。

表3 移动装车机系统车站站型优缺点比较

站型	优点	缺点
移动装车机整列装车站型	(1)不需要调车作业 (2)不需要机车牵引装车,不占用车	(1)需要整列车长度的装车线 (2)装车时占用3股道:1条空车线、1条重车线、1条牵出线 (3)地形适应性不佳
移动装车机半列装车站型	(1)装车站坪只需半列车长 (2)地形适应性好 (3)不需要机车牵引装车	(1)装车须占用多台调机牵引和推送 (2)每次装车需要2次调车 (3)接发车压岔作业

移动装车机站型相比筒仓快装系统站型适应性比较好,移动装车机半列装车站型相比整列装车站型,以增加2次调车次数换取缩短装车场站坪,进一步提高地形适应性。

4 煤炭装车站作业能力匹配

装车站综合作业能力由接发车能力和装车能力组成,接发车能力主要受空重车线数量控制,设计中根据需要增减空重车线即可。因此,每昼夜的装车能力更决定一个煤炭装车站的设计能力。

4.1 对优点突出的双筒半列分装站、筒仓环线装车站、移动装车机半列装车站的作业能力分析

(1) 双筒仓半列分装站型固定作业时间

双筒仓半列分装车站,万吨空车车列须经过调车机车分解为2个半列,分2次牵引装车,然后合并为一个整列,所需作业时间如表4所示^[8]。

(2) 筒仓环线装车站型固定作业时间

筒仓环线装车由本务机牵引装车即可,无调车作业,而且在装车过程中本务机完成掉头作业,以10 000 t重载列车计算,约2.4 h就可完成装车和发车

准备。作业时间如表5所示。

表4 采用双筒仓装车系统作业时间(min)

序号	作业流程	所需时间
1	准备进路至万吨空车进站停车	10
2	空车中部摘钩,换挂调机	10
3	调机将其中半列车牵引越过装车线中部的交叉渡线,将整列车分解为两个半列	5
4	调机掉头至两个半列车中部,连挂其中半列车	10
5	准备装车线进路,调机司机确认进路	5
6	调机牵引半列车经过筒仓装车,经过交叉渡线停在相邻线	60
7	调机掉头至另外半列车中部,连挂半列车	10
8	准备装车线进路,调机司机确认进路	5
9	调机牵引半列车经过筒仓装车,经过交叉渡线停在相邻线	60
10	调机整理两个半列,连挂为一个万吨整列	5
11	列检,换挂本务机准备发车	40
万吨整列装车作业时间合计		220

表5 采用筒仓环线装车作业时间(min)

序号	作业流程	所需时间
1	准备进路至万吨空车进站停车	10
2	准备装车线进路,调机司机确认进路	5
3	本务机牵引半列车经过环线筒仓装车,完成后停于重车线	90
4	列检,准备发车	40
万吨整列装车作业时间合计		145

(3) 移动装车机半列装车站型固定作业时间

移动装车机半列装车站不用本务机牵引装车,万吨空车列车须经过本务机车分解为2个半列,分别停放在相邻的两条装车线上,由移动装车机装车即可,装车完成后由本务机合并为一个整列发车即可,所需作业时间表如表6所示。

表6 移动装车机半列装车作业时间(min)

序号	作业流程	所需时间
1	准备进路至万吨空车进站停车	10
2	空车中部摘钩	5
3	本务机掉头,将后半列车牵引并推送至相邻装车线,将整列车分解为两个半列	15
4	移动装车机准备装车,装车机司机确认接触网断电	5
5	移动装车机为其中半列车装车	120
6	移动装车机准备装车,装车机司机确认接触网断电	5
7	移动装车机为另外半列车装车	120
8	本务机牵引其中半列与另外半列连挂为一个万吨整列	15
9	列检,换挂本务机准备发车	40
万吨整列装车作业时间合计		335

4.2 作业能力与站型布置适应性

装车线一昼夜利用率一般为50%,即工作时间12h,根据上述计算结果,双筒仓半列分装站型每天可装车3列;筒仓环线装车站型每天可办理5列;移动装车机半列装车站型每侧站台每台装车机每天可办理2列,全站每天可办理4列万吨列车。

按C70型敞车计算,C70自重23.8t,载重70t,万吨整列编组106辆,合计载重7420t。车站按每年作业350d计算,双筒仓半列分装站型每年装载量可达 779×10^4 t,筒仓环线装车站型每年装载量可达 1300×10^4 t,移动装车机半列装车站型每年装载量可达 1040×10^4 t。

双筒仓半列分装站型最大年装载量不超过 779×10^4 t/年,并且难以扩大装载能力,实际应用中若年运量 400×10^4 t,也可减化为单筒仓,增加调车次数。

年装运量大于 1000×10^4 t的装车站,须设筒仓环线装车站,若年装载量大于 1300×10^4 t,则须设双环线 and 增加必要的空重车线,装载能力翻番,可以达到年 2500×10^4 t以上的装运量。

移动装车机半列装车站型每年装载量可达 1040×10^4 t,也是这类站型年最大装载能力,但是车站初期所需年装运量在 500×10^4 t以下时,减少一侧装车线、装车站台和装车机即可,几乎减少一半车站工程,远期扩大能力时,修建另一半装车线、装车站台即可把能力提高到 1000×10^4 t/年,并且可以利用本务机进行送空取重一体化的调车作业,进一步降低对本务机的占用,适应性比较好。

5 工程实例

山西汾西矿业矿区铁路专用线接轨于瓦日铁路线上,装车站工程位于吕梁山西麓柳林县山区,设计近期装车量 500×10^4 t/年,远期 1000×10^4 t/年。根据装运量的要求,小运量的筒仓装车站布置形式只能满足近期运量需要,筒仓环线装车站一次性建成可满足近远期作业量需要,移动装车机装车站站型可分步实施分别满足近远期需要,并以此进行研究对比。

筒仓环线装车站方案只需要配置有效长1700m的空(到)重(发)车线各1条(含正线),配合环线和筒仓,即可完成装车和机车掉头,但是受山区地形限制,几乎整个环线都须建在隧道中,约1200m隧道,工程造价较高,如图9所示。

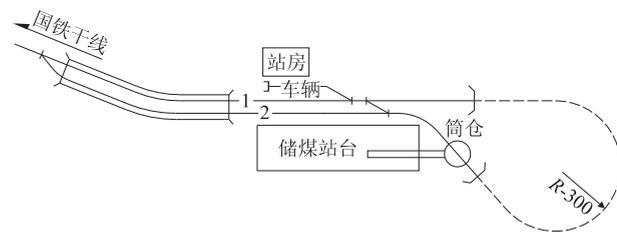


图9 汾西矿业装车站筒仓快装系统环线方案

移动装车机半列装车方案配置将两条万吨整列空重车线分为纵列的两个场,有效长分别为1 050 m和900 m,中间以交叉渡线联通,装车站台侧再分别增加2条装车线1道、2和5道、6道,有效长1 050 m。通过调车作业后,分解的空车停放在1道、2道,由移动式装车机为空车装车,装车完毕后停于1道、2道上等待;待本务机牵引第二列空车到达装车站另一侧线路,并将第二列空车分解后停放在5道、6道装车,本务机即可将1道、2道的重车合并为1个万吨整列并发车。如图10所示。

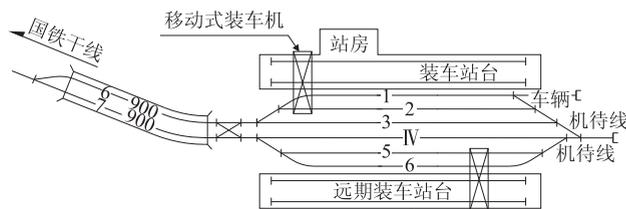


图10 汾西矿业装车站移动装车机系统方案

通过比较,筒仓快装系统环线方案作业顺畅,但环线须建隧道穿过,工程量较大,且装车过程须占用本务机。移动装车机方案因没有环线,缩短站坪长度,避开隧道工程,虽然增加站台和装车线工程,但移动装车机方案总投资仍然低于筒仓环线方案。该方案可以进行送空取重调车组织,调车作业量少,且装车时不需占用本务机车。因此,该装车站推荐采用移动装车机系统站场布置方案。

6 结束语

重载铁路煤炭装车站站型与选用的装载系统密切相关,而选用何种装载系统,需综合考虑煤炭装车工艺流程、煤炭装载量、自然地理条件等多种因素。不同的装载作业方式需要不同的车站作业流程和调车作业组织。本文对重载铁路上广泛使用的各种筒仓快装系统类装车站站型以及近年来新出现的移动装车机系统装车站站型进行综合比选和工程实例分析,研究结论可

供同类工程项目设计参考。

参考文献:

- [1] GB 50091-2006 铁路车站及枢纽设计规范[S]. GB 50091-2006 Code for Design of Railway Station and Terminal [S].
- [2] TB 10625-2017 重载铁路设计规范[S]. TB 10625-2017 Code for Design of Heavy-haul Railway[S].
- [3] 中车青岛四方机车车辆研究所有限公司. 移动式焦炭装车系统技术报告[R]. 青岛:中车青岛四方机车车辆研究所有限公司, 2013. CRRCQingdaosifang Rolling Stock Research Institute Co., Ltd. Technical Report on Mobile Coal Loading System [R]. Qingdao: CRRC Qingdaosifang Rolling Stock Research Institute Co., Ltd., 2013.
- [4] 车骞. 煤矿铁路装车站的布局方案及适应性分析[J]. 科技资讯, 2006, 4(15):100-101. CHE Qian. Layout Scheme and Adaptability Analysis of Coal Mine Loading Station [J]. Science & Technology Information, 2006, 4(15):100-101.
- [5] 王伟,白云峰. 快速装车系统在神东矿区的应用[J]. 煤炭科学技术, 2002, 30(S1):40-41. WANG Wei, BAI Yunfeng. Application Silo Fast Loading System in Shendong Mining Area [J]. Coal Science and Technology, 2002, 30(S1):40-41.
- [6] 李智伟,高海杰,奚文媛. 配煤站车站站型方案探讨[J]. 高速铁路技术, 2011, 2(S1):237-242. LI Zhiwei, GAO Haijie, XI Wenyan. Discussion on station type of unloading coal station [J]. High Speed Railway Technology, 2011, 2(S1):237-242.
- [7] 杨广安. 煤矿装车站设计在纵向场地受限时的平面布置[J]. 山西建筑 2012, 38(25):7. YANG Guangan. Design of Coal Mine Loading Station in Plane Arrangement in Longitudinal Site Restricted [J]. Shanxi Architecture, 2012, 38(25):7.
- [8] 奚文媛. 煤炭装车站股道作业时分及能力的探讨[J]. 铁道标准设计, 2009, 53(11):11-13. XI Wenyan. Discussion on Operation Time and Ability of Coal Loading Station [J]. Railway Standard Design, 2009, 53(11):11-13.

(编辑:苏玲梅)