

文章编号: 1674—8247(2019)03—0060—05  
DOI:10.12098/j.issn.1674-8247.2019.03.013

## 巴西至秘鲁两洋铁路换装站研究

毕强 王建 胡建平

(中铁二院工程集团有限责任公司, 成都 610031)

**摘要:**规划建设的巴西至秘鲁两洋铁路是沟通太平洋和大西洋的国际铁路通道,巴西采用1 600 mm宽轨、秘鲁采用1 435 mm准轨,两国铁路轨距不一致,需设置换装站进行货物换装。本项目主要以集装箱和散装货物(粮食)为主,货物品种相对单一,且换装站位于亚马逊雨林腹地、环境保护压力较大,两国财政能力有限,对控制投资、提高换装效率 and 经济效益要求较高。结合这一特点,文章对现有国境换装站进行调查,对换装站的换装模式、换装站布局方案等进行研究。提出了整列换装模式及“一关两检”的通关模式,符合巴西和秘鲁两国实际情况,对提高运输效率,保证运输通畅具有现实意义,也可为国际口岸建设和运营提供参考。

**关键词:**两洋铁路; 运量; 预测; 换装; 模式

中图分类号:U291.5<sup>+</sup>8 文献标志码:A

## Study on Transshipment Station of Brazil-Peru Bi-ocean Railway

BI Qiang WANG Jian HU Jianping

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

**Abstract:**The planned Brazil-Peru Bi-ocean Railway is an international rail link between the Pacific and Atlantic oceans. As Brazil adopts 1600mm broad gauge and Peru adopts 1435mm gauge, the railway gauge of the two countries are not consistent, so it is necessary to set up transshipment station for cargo. This project mainly composes of containers and bulk goods (grain). The variety of goods is relatively single, and the transshipment station is located in the hinterland of Amazon rainforest. The environmental protection pressure is great. The financial capacity of the two countries is limited. The two countries have high requirements for controlling investment, improving transshipment efficiency and economic benefits. Based on this characteristic, the paper makes a research on transshipment mode and layout plan according to the investigation of the existing border transshipment station. This paper puts forward the whole train replacement mode and the customs clearance mode of "one customs and two inspections", which is in line with the actual situation of Brazil and Peru, has practical significance for improving transportation efficiency and ensuring smooth transportation, and can provide reference for the construction and operation of international ports.

**Key words:**bi-ocean railroad; freight volume; forecast; replacement; mode

### 1 巴西至秘鲁两洋铁路概况

巴西至秘鲁两洋铁路自秘鲁北部太平洋沿岸港

口,向东翻越秘鲁北部安第斯山脉,及两国边境的热带雨林至巴西中部,与巴西在建FIOL铁路接轨至大西洋沿岸港口。根据两国法律规定,秘鲁境内为

收稿日期:2018-07-30

作者简介:毕强(1985-),男,高级工程师。

引文格式:毕强,王建,胡建平. 巴西至秘鲁两洋铁路换装站研究[J]. 高速铁路技术,2019,10(3):60-64.

BI Qiang, WANG Jian, HU Jianping. Study on Transshipment Station of Brazil - Peru Bi - ocean Railway [J]. High Speed Railway Technology, 2019, 10(3): 60 - 64.

1 435 mm准轨、巴西境内为 1 600 mm宽轨,为满足货物跨境运输需求,需设置换装站进行货物换装。

2 运量预测

经预测,本线太平洋方向主要运送巴西中部的粮食(大豆和玉米)等散装货物;大西洋方向主要运送磷矿石(散装货物)、电子设备、机械产品等生产生活物资(采用集装箱运输)<sup>[1]</sup>,如表 1 所示。预测集装箱货物近期约 765 万 t、约 56.3 × 10<sup>4</sup>TEU,远期 1 045 万 t、约 76.9 × 10<sup>4</sup>TEU。

表 1 承担重点物资运量构成汇总表(万 t)

方向	品名	近期	远期	备注
太平洋方向	粮食(大豆、玉米)	1 860	2 542	散装货物
	合计	1 860	2 542	
大西洋方向	磷矿石	500	600	集装箱类货物
	电子设备	70	80	
	机械产品	200	290	
	汽车及零件	315	450	
	生产生活	180	225	
	合计	1 265	1 645	

3 换装模式研究

3.1 换装工艺流程适应性分析

从工艺流程的角度换装模式可简单分为落地换装和不落地换装 2 种模式。具体采用哪种模式,一般根据货运品种及运输方式进行选择,既有换装站换装模式适应性<sup>[2]</sup>,如表 2 所示。

表 2 换装模式适应性对照表

换装方式	落地换装	不落地换装	
		直接换装	更换转向架换装
货物适应种类	矿石、粮食等散装货物	集装箱	油料等罐装类货物

3.2 货物的适应性、配套机械设备设施构成分析

(1) 集装箱货物

配套机械一般为龙门吊、集装箱吊车,其他设施主要为集装箱堆场;散装货物:装车设备主要有固定式定量装车系统、移动式定量装车系统、装载机等,卸车设备主要有螺旋卸车机、翻车机、扒料机,其他配套设施主要有堆场、仓储设施等。

(2) 磷矿石

对运输时效性要求不高,换装效率高对货物影响不大,且可露天存储。另外本线磷矿石运量规模总体不大,因此建议采用翻车机与装载机组合的方式进行换装。

(3) 粮食

换装站地处热带雨林、潮湿多雨,对于粮食需配备仓储设施;本线粮食运量规模较大,运用定量装车系

统,采用整列换装模式,可提高换装效率。

3.3 换装设备的效能分析

不同的货物常用机械设备效能对比<sup>[3]</sup>,如表 3 所示。

表 3 集装箱换装设备效能对比

项目	龙门吊	集装箱吊车
效率	高	低
设备基建投资	高	低
使用费用	低	高
自动化程度	高	低
灵活性	差	高
占地面积	小	大

(1) 集装箱货物

采用龙门吊换装的效率较高,但设备投入较大,采用汽车吊换装的效率较低,但投入较小,因此应根据集装箱规模灵活选用<sup>[4]</sup>。

(2) 散装货物

在装车设备中,装载机的工作效率较低,设备基建投资较低,但使用费用高,环境污染重,自动化程度低,灵活性好,快速定量装车系统具有与之相反的性能特点;在卸车设备中,扒料机工作效率较高,设备基建投资低,使用费用高,环境污染严重,自动化程度低,但是灵活性好,翻车机有与之相反的性能特点。

3.4 本线采用的换装模式

综合上述分析,本线换装站为新建站,不涉及既有设备的改扩建,建设难度较低;本线货物品种相对单一,且规模相对较大。因此,配合仓储及定量装车系统,本线粮食可采用落地整列换装模式,从而提高换装效率;本线年集装箱运输量达 56.3 × 10<sup>4</sup>TEU、集装箱专列达17 列/d,集装箱货运量大,为提高换装效率、降低投资,可依靠龙门吊等换装设备采用整列换装模式进行换装。

4 换装站规模研究

根据车站的功能,目前换装站一般主要由准轨到发场、准轨调车场(调车线、存车线)、宽轨到发场、宽轨调车场、换装场等主要部分组成,而本线采用整列换装,不需要调车作业,因此可省去了调车线的设置,但存车线仍需要设置。

4.1 列车开行对数

区段货物列车对数按式(1)计算:

$$N_{\text{H}} = \frac{C \times \beta}{360 \times G \times \lambda} \times 10^4$$

(1)

式中: $N_{\text{H}}$ ——区段货物列车对数(对/d);

$C$ ——区段货流密度(万 t/年);

$\beta$ ——货运波动系数,由经济调查确定,本次取 1.15;

$G$ ——列车牵引质量(准轨 4 300 t、宽轨 8 000 t);

$\lambda$ ——列车净载系数,本次取 0.6~0.72。

本线散装货物主要为玉米及大豆,容重一般取 0.7 t/m<sup>3</sup>,本线粮食专用车容量准轨为 98 m<sup>3</sup>、宽轨为 110 m<sup>3</sup>,根据准轨 23 t 轴重及宽轨 32.5 t 轴重计算,列车净载系数取 0.6~0.72。

经计算,货物列车对数及运量,如表 4 所示。

表 4 货物列车对数及运量

区段		近期	远期
巴西段	对数/(对/d)	11	14
	运量/t	1 860	2 542
秘鲁段	对数(对/d)	23	30
	运量/t	1 265	1 645

4.2 准轨到发场、存车线

(1) 准轨到发场

准轨到发场需办理秘鲁方向始发和巴西方向终到的货物作业。其到发线数量跟始发终到列车数量以及占用到发线的时间有关,其数量可根据式(2)计算。

$$M = \frac{N \times T_{\text{总}}}{1\,440k} \tag{2}$$

式中: $M$ ——到发线的数量(条);

$N$ ——到发列车对数(对);

$T_{\text{总}}$ ——每对列车占用到发线的时间(min),  
 $T_{\text{总}} = T_{\text{到}} + T_{\text{发}}$ ;

$k$ ——到发线的利用率,根据经验一般情况下取 0.7;

$T_{\text{到}}$ ——到达货物列车占用到发线的总时分(min);

$T_{\text{发}}$ ——出发货物列车占用到发线的总时分(min)。

货物列车占用到发线的总时分跟到发场作业项目、各项作业时间及其作业效率有关,根据我国与俄罗斯各口岸的作业过程调查<sup>[5]</sup>,到发列车作业流程及其作业时间,如图 1、图 2 所示。

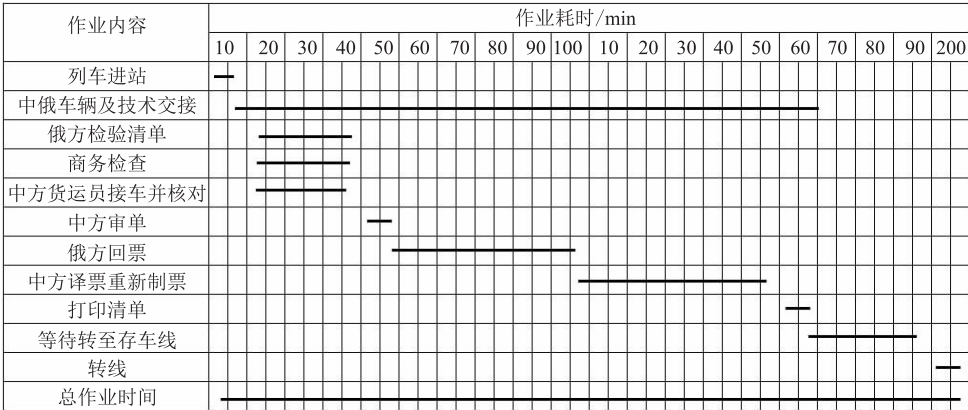


图 1 到达列车占用到发线时间

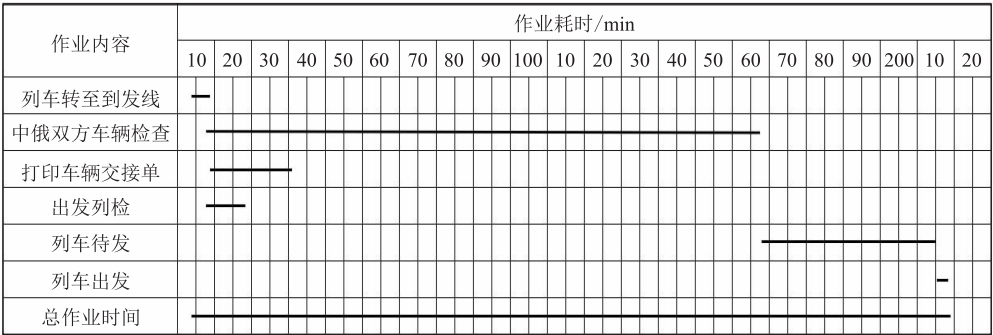


图 2 出发列车占用到发线时间

从调查的情况来看,到达列车的总作业时间约为 198 min,出发列车的总作业时间约为 215 min,本线到

发场作业流程与中俄国境口岸换装站基本一致,故可参考其数值。根据式(2)准轨到发线数量计算,如表 5

所示。

表5 准轨场到发列车对数表及到发线数量

列车类别	列车对数(近/远)/条	占用到发线数量(近/远)/条
始发	21/27	9/12
终到	23/30	10/13
合计	44/57	19/25

(2) 存车线

存车线的设置规模主要受提报到站综合作业时间控制,存车线规模一般按照式(3)计算,结果如表6所示。

$$M_{存} = \frac{N_{到} \times T_{综} \times K_{存}}{24}$$

(3)

式中: $M_{存}$ ——存车线的数量(条);

$N_{到}$ ——到达列车的列数;

$T_{综}$ ——提报到站综合作业时间(h);

$K_{存}$ ——货物不均衡波动系数,根据现有国境站的统计数据,一般取1.2~1.4。

表6 准轨存车线数量计算

存车线	近期/条	远期/条
准轨	5	7
宽轨	3	4

由于各种货物的提报到站时间不同,列车需在本列列车各种货物提报到站后才能进行取送作业。因此提报到站综合作业时间为本列车各种货物提报到站作业时间之和,即:

$$T_{综} = \sum n_i \times t_i$$

(4)

式中: $T_{综}$ ——提报到站综合作业时分(h);

$n_i$ ——各种货物在到达货物中的比例(%);

$t_i$ ——各种货物的提报时分(h)。

4.3 宽轨到发、存车线

可参考准轨到发场、存车线计算,到达列车的总作业时间约为198 min,出发列车的总作业时间约为215 min,如表7、表8所示。

表7 宽轨场到发列车对数表及到发线数量

列车类别	列车对数(近/远)/对	占用到发线数量(近/远)/条
始发	16/20	7/9
终到	11/14	5/6
合计	27/34	12/15

表8 宽轨存车线数量计算

存车线	近期/条	远期/条
宽轨	3	4

4.4 换装场

换装场按货物品类和装卸设备的不同划分区域,即粮食类及磷矿石等散装货物在粮食换装区及矿石换

装区换装、集装箱类货物在集装箱换装区换装。各种换装线数量按式(5)计算,结果如表9所示。

$$M_{换} = \frac{N_{到} \times T_{综} \times K_{换}}{24}$$

(5)

式中: $M_{换}$ ——换装线的数量(条);

$N_{到}$ ——到达列车的列数;

$T_{综}$ ——换装综合作业时间(h),与设备配置和作业效率等有直接关系,根据现有换装站调查数据,一般取4~8 h,集装箱类一般可取4 h、粮食可取6 h、矿石类可取8 h;

$K_{换}$ ——货物不均衡波动系数,根据现有国境站的统计数据,一般取1.2~1.4。

表9 换装线数量计算

换装线	近期/条	远期/条
粮食换装线(宽/准)	4	5
矿石换装线(宽/准)	2	3
集装箱换装线(宽/准)	6	8
合计(宽/准)	12	16

5 通关模式及换装站布局

5.1 通关模式

目前常见的2种通关方式为:“两关两检”、“一关两检”<sup>[6-7]</sup>,如表10所示。

表10 2种通关模式对比表

模式	一关两检	两关两检
口岸站数量	1处	2处
检查区设置数量	设1个检查区,各部门合署办公	设2个检查区,各自独立办公
检查次数	1次检查	2次检查
通关时间	短	长
作业流程及效率	流程简化,效率高	流程重复,效率低
实现条件	在政策、司法、技术上方面需要创新,在两国签订协议达成共识后才能实现	国际上此类模式较多,有较丰富的经验
难度	较大	较小
投资额	较小	较大
占地面积	小	大
环保压力	小	大

本线特点:①运量规模大(近期:1 860万 t,远期:2 542万 t),需要较高的通关效率予以适应;②根据调查巴西与秘鲁两国法律体系相类似,两国法律障碍少,易于达成协议;③两国口岸站地处亚马逊雨林区,地域敏感,对环保的要求高;④巴西秘鲁两国政府财政能力有限,对项目投资及效益高低及为看重,项目投资低、效益高容易获得民众支持,也有利于规避政治风险。

因此,合设1处口岸站,并采用一关两检模式,对

节约用地、保护环境、降低工程投资、提高效益有利。

5.2 换装站布局

根据2种轨距的到发场、调车场和换装场的相互位置,国际换装站可分为横列式、纵列式和混合式3种<sup>[8]</sup>,优缺点对比,如表11所示。

表 11 换装站布局优缺点对比表

布局形式	优点	缺点
横列式	布置紧凑,便于管理、联系和统一指挥,调车干扰少	调车行程大,换装线长度较短,横向发展受到制约
纵列式	各车场交叉干扰少,工艺流程顺畅;满足直进直出要求,既能满足不落地直接换装,也能满足落地换装,使用较灵活方便,换装能力强可进行整列取送,对整列换装有利	设备分散,管理、联系和指挥不便,对非整列货物列车换装作业、占地多
混合式	准轨到发场及调车场有一端直接通往换装场,可直接进行取送车作业,行程短、减少了取送车转线作业;宽、准轨到发场及调车场相对集中,工作联系、设备管理及行车指挥方便;宽、准轨车场及换装场具有扩建条件,发展时互不影响	宽到发场及调车场去换装场取送车作业行程较远,并有转线作业

综上所述,混合式方案列车到发、换装场取送条件均较好,管理集中,占地长宽适度,并有发展余地,因此,新建换装站建议采用混合式。

6 结束语

巴西至秘鲁两洋铁路货物品种相对单一,且运量规模较大,换装站站址对换装效率、效益以及换将保护要求较高。因此,采用整列换装、同时采用“一关两检”两国边检人员合署办公的模式可提高通关效率、降低投资;此外,新建换装站采用混合式,具有列车到发、换装场取送条件均较好,管理集中,占地长宽适度,并有发展余地等优势,适合巴西秘鲁的具体情况。

参考文献:

[1] 中铁二院工程集团有限责任公司. 巴西至秘鲁两洋铁路可行性研

究最终报告[R]. 成都:中铁二院工程集团有限责任公司,2016.  
China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd. Feasibility Study Final Report of Brazil-Peru Bi-ocean Railway [R]. Chengdu: China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., 2016.

[2] 孙文乐,张凌. 口岸站运输作业流程优化研究[J]. 铁道运输与经济,2011,33(6):22-26.  
SUN Wenle, ZHANG Ling. Optimization of Transportation Operation Process at Port Station [J]. Railway Transportation and Economy, 2011, 33 (6): 22-26.

[3] 杨雪. 考虑换装时间的集装箱多式联运路径优化问题研究[D]. 成都:西南交通大学,2013.  
YANG Xue. Study on the Optimization of Container Multimodal Transport Routing Considering Reloading Time [D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2013.

[4] 吕凯. 面向集装箱多式联运的运输优化研究[D]. 北京:北京交通大学,2008.  
LV Kai. Study on Transportation Optimization for Container Multimodal Transport [D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2008.

[5] 李梦丹. 中俄边境口岸体系研究[D]. 长春:东北师范大学,2008.  
LI Mengdan. Research on Sino-Russian Border Port System [D]. Changchun: Northeast Normal University, 2008.

[6] 朱婷婷. 国际铁路联运的换装、通关模式及特许经营的研究[D]. 成都:西南交通大学,2012.  
ZHU Tingting. Research on International Railway Transport Reloading, Customs Clearance Mode and Franchise [D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2012.

[7] 向泽伟,魏瑜. 我国铁路口岸站(换装站)建设与发展的建议[J]. 铁道运输与经济,2002,24(6):48-49.  
XIANG Zewei, WEI Yu. Suggestions on the Construction and Development of China's Railway Port Stations (Replacement Stations) [J]. Railway Transportation and Economy, 2002, 24 (6): 48-49.

[8] 奚文媛. 国境站货物列车整列换装区作业流程[J]. 铁道标准设计,2006,50(9):28-30.  
XI Wenyuan. Operation Flow of Freight Trains in Reloading Area at Border Stations [J]. Railway Standard Design, 2006, 50 (9): 28-30.

(编辑:车晓娟 苏玲梅)