



# 翻车机卸车系统能力影响因素分析及优化

刘珊, 吴立新

(中交水运规划设计院有限公司, 北京 100007)

**摘要:** 针对翻车机系统卸车能力影响因素复杂、能力计算缺少理论依据和实际运营数据的问题, 依托实际案例和统计数据, 采用案例分析和计算机仿真的技术手段, 分析研究翻车机利用率、作业效率和铁路车场布置与翻车机系统匹配关系及对卸车能力的影响, 提出提高翻车机利用率、作业效率和减少翻车机非工作时间的对策措施。翻车机系统车场采用纵列式布置、适当增加车场股道数、优化行车组织及生产管理调度系统使翻车机系统各环节能力匹配是提高翻车机系统能力的重要措施。

**关键词:** 翻车机系统; 卸车能力; 影响因素; 对策措施

**中图分类号:** U 653.92

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1002-4972(2021)02-0048-05

## Analysis and optimization of factors affecting capacity of car dumper's unloading system

LIU Shan, WU Li-xin

(CCCC Water Transportation Consultants Co., Ltd., Beijing 100007, China)

**Abstract:** In view of the complexity of the factors influencing the unloading capacity of the car dumper system, the lack of theoretical basis for capacity calculations, and the lack of actual operational data, we carry out a study on main factors influencing the capacity of the dumper's unloading system based on actual engineering cases and statistical data. By the case study and computer simulation, we analyze the utilization rate, operating efficiency, matching of the rail yard layout and the dumper system and the impact on the unloading capacity, and propose countermeasures to improve the utilization rate and operating efficiency of the dumper and reduce its off-hours. It is an important measure to improve the capacity of the dumper system by adopting the vertical layout of the dumper yard, increasing the number of lanes at the yard, optimizing the traffic organization and production management and scheduling system to match the capacity of each part of the dumper system.

**Keywords:** dumper system; unloading capacity; influential factor; countermeasure

由于我国煤炭产地和消费地的差异, 国内煤炭运输形成了西煤东运、北煤南运的运输格局<sup>[1-2]</sup>。渤海湾沿岸相应建设了一批大型煤炭装船码头, 这些码头均采用翻车机卸车系统。我国早期翻车卸车系统均采用进口国外设备, 翻车机系统布置方案也更多地依托设备厂商进行设计<sup>[3]</sup>。因翻车机作业车型、列车编组及铁路车场布置方案的不同, 翻车机设备选型和卸车能力均存在较大差异<sup>[4]</sup>。在国内缺少相关设计规范和研究资料

的情况下, 翻车机系统设计一直是国内散货港口的难题之一。提高翻车机系统的自动化水平及卸车能力、降低企业的运营成本是设计方案追求的目标。笔者结合工程案例、设计经验及现场生产数据, 对影响翻车机系统能力的主要因素进行分析, 提出翻车机系统车场采用纵列式布置、适当增加车场股道数、优化行车组织及生产管理调度系统使翻车机系统各个环节能力匹配是提高翻车机系统能力的重要措施。

**收稿日期:** 2020-05-17

**作者简介:** 刘珊(1979—), 女, 工程师, 从事港口装卸工艺设计。

1 翻车机卸车布置方案及作业流程

1.1 贯通式翻车机

翻车机布置在铁路车场的中部。铁路车场有

2 种布置形式: 1) 折返布置; 2) 环线布置。布置方案见图 1, 作业流程见图 2<sup>[5]</sup>。

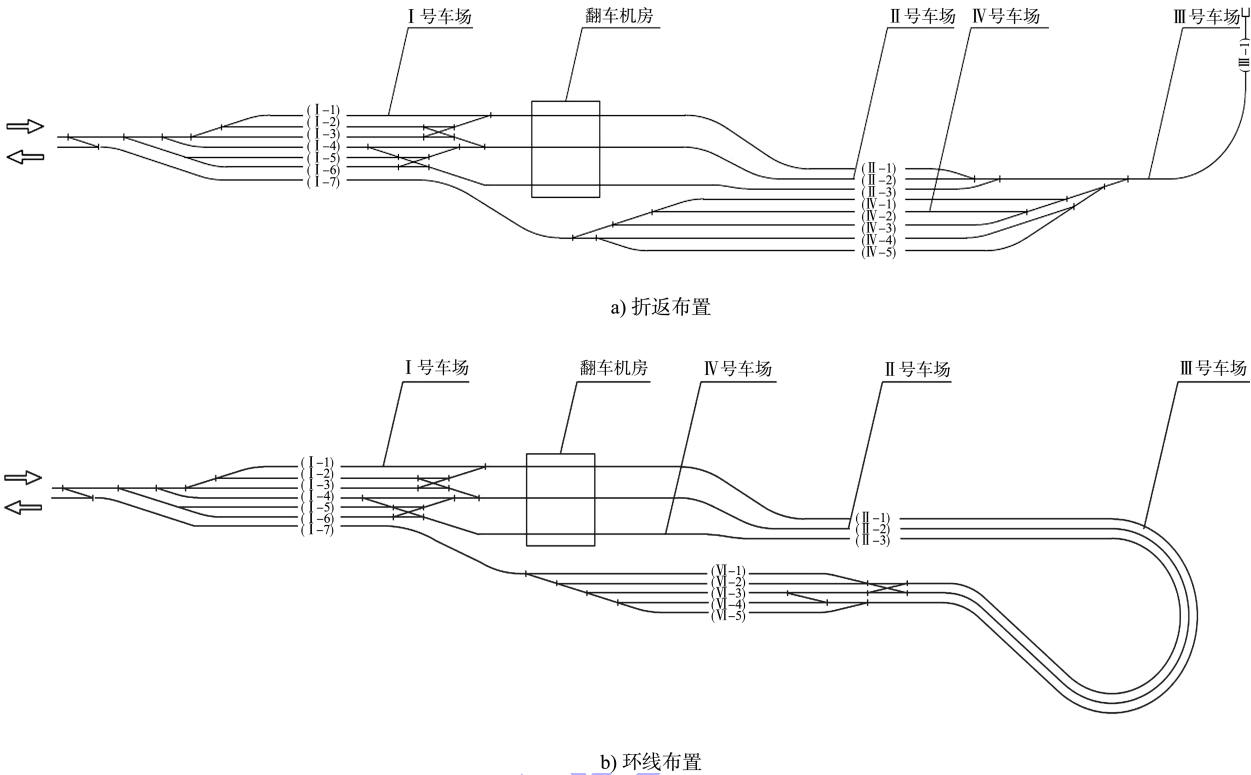


图 1 翻车机铁路线布置方案

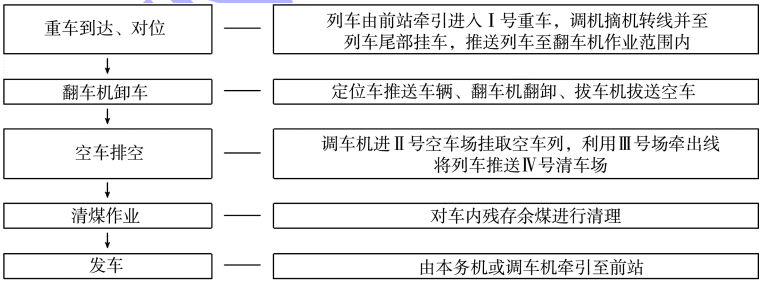


图 2 贯通式翻车机作业流程

1.2 尽头式翻车机

翻车机布置在铁路卸车站场的末端, 空车通

过迁车台牵引进行返空。布置方案见图 3, 作业流程见图 4。

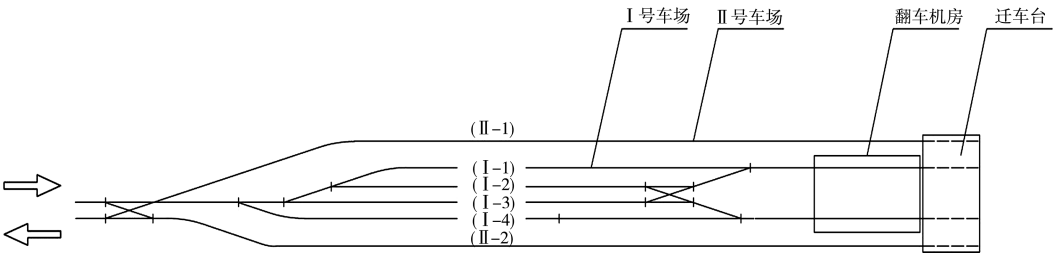


图 3 尽头式翻车机铁路布置方案

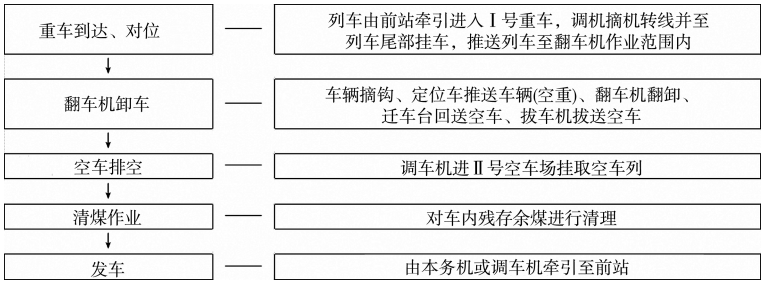


图 4 尽头式翻车机作业流程

2 卸车能力影响因素

2.1 翻车机利用率

对 2018 年某港贯通式翻车机系统的生产时间组成进行统计，结果见表 1 和图 5。铁路线折返布置方案翻车机翻卸作业时间利用率为 37.54%，辅助作业、铁路作业和空闲时间平均利用率分别为 17.60%、27.3%和 9.99%；铁路环线布置方案翻

车机翻卸作业时间平均利用率为 46.23%，铁路辅助作业时间和辅助作业时间平均利用率分别为 40.28%和 6.8%。后者的翻车机利用率明显高于前者，非作业影响因素也不尽相同。虽然各港口的管理模式、统计口径和生产特点不尽相同，但本数据基本反映了国内翻车机卸车作业的普遍性规律和存在的共性问题。

表 1 翻车机系统作业时间占比统计 %

翻车机	翻卸	辅助作业	检修	故障	天气影响	铁路作业	空闲
FC1~FC3	37.34	15.02	4.39	2.73	1.40	28.40	10.80
FC4~FC9	37.75	20.18	3.40	1.36	1.90	26.20	9.20
FC10~FC13	46.23	6.81	3.54	1.96	0.22	40.28	0.97

注：均为铁路线折返布置。

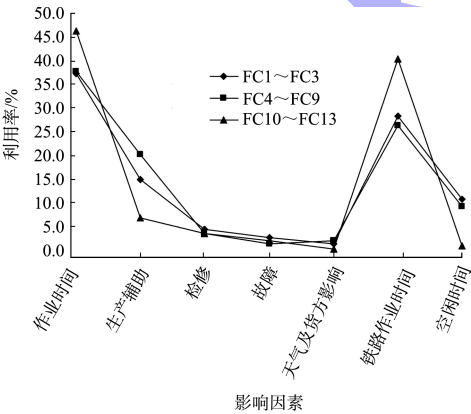


图 5 翻车机卸车能力影响因素及时间占比分析

根据翻车机卸车系统时间占比，对翻车机非作业时间中辅助作业时间和铁路作业时间组成进行细分(表 2)。可见，其中单一因素占用时间较长的是铁路作业、拨车(FC10~FC13)、无车待时和流程冲突等(图 6)。除流程准备、移垛、铁路作业前准备等不可压缩时间，缩短铁路作业时间、减少流程冲突和无车待时是提高卸车系统能力的优化方向之一。

表 2 翻车机卸车系统非工作时间占比统计 %

翻车机	辅助作业				铁路作业				空闲
	流程准备	流程冲突	移垛	合计	作业	作业前准备	拨车	合计	无车待时
FC1~FC3	8.47	6.55	0	15.02	23.04	5.25	—	28.29	10.80
FC4~FC9	7.90	12.27	0	20.17	22.88	3.34	—	26.22	9.20
FC10~FC13	0.39	1.60	4.83	6.82	28.00	1.72	10.51	40.23	0.97
平均	5.59	6.81	4.83	14.00	24.64	3.44	10.51	31.58	6.99

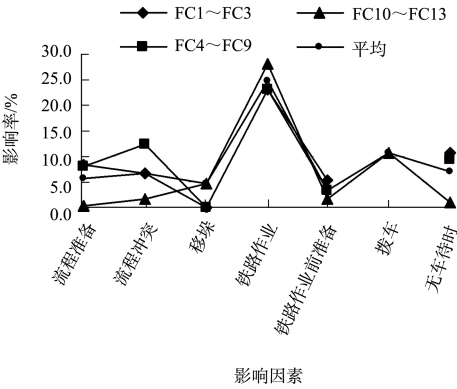


图 6 翻车机非作业时间主要影响因素分析

2.2 翻车机作业效率

1)翻车机单位时间循环次数是翻车机作业效率的直接影响因素,循环次数主要和翻车机系统设计方案有关。目前翻车机系统循环次数从十几次到几十次不等,翻车机本身的循环次数基本为定值,影响翻车机循环次数的主要因素是重车拨送、空车推出所占用的时间。

2)翻车机单次翻卸车辆数是翻车机作业效率的重要影响因素,翻车机选型分为单翻、双翻、三翻和四翻 4 种形式,结合每次翻卸车型载质量 60、70、80 t 不同,折算翻车机的卸车效率为 2 000~8 000 t/h 不等,目前正在研究翻卸车型单节载质量为 100 t 的车型。

3)车辆编组及车型是影响翻车机效率的主要因素,在翻车机卸车方案制定过程中,须综合考虑铁路的列车编组及车型。

2.3 铁路车场布置及运营管理模式

2.3.1 列车编组及作业车型

目前列车编组有 5 000、10 000 和 20 000 t/列,作业车型分为 C60、C70 和 C80 车型。翻卸 C70 及 C80 车型,翻车机基本以“O”形结构端环的形式,翻车机多为三翻或者四翻形式,其翻车机系统卸车能力一般在 6 000~8 000 t/h。翻卸 C60、C64 等摘钩车型,翻车机选型多为“C”形结构端环的形式,空车采用迁车台回空方案。单台翻车机多为单翻或者双翻,卸车能力在 1 500~2 500 t/h。

2.3.2 铁路车场布置

铁路重车场、空车场及清车场布置形式主要

分为纵列式和横列式布置。通常情况下,铁路车场采用纵列式布置:铁路机车直接通过翻车机,且铁路车辆无需摘钩,多节车辆同时翻卸,铁路卸车能力较大;铁路车场采用横列式布置时,铁路机车无法通过翻车机,需要牵引车辆进入重车场后摘钩、返回到车辆尾部再顶推进入翻车机作业范围,单节或者双节车辆翻卸作业,利用迁车台平移空车至空车场,铁路卸车能力普遍偏小。目前,西煤东运主通路上的秦皇岛港、唐山港、黄骅港及日照港铁路车场基本采用纵列平行或者环形布置形式,早期建设的铁路车场少部分为折返线布置形式。

2.3.3 运营管理模式

国内大部分港口、电厂及相关物流园区翻车机卸车系统的管理分界在翻车机房的入口端和出口端,重车、空车的行车组织管理均由铁路部门管理。这种分割式的管理模式造成翻车机卸车系统与铁路运营系统存在一定的矛盾甚至冲突,经常出现铁路压车和翻车机空闲的问题。

3 提高卸车系统能力的对策

3.1 优化铁路布置方案提高翻车机利用率

翻车机卸车作业流程中,列车到达作业与发送作业可平行进行,则全部作业流程达到最紧凑状态时,每列车作业时间计算公式为:

T\_0 = \max(T\_d, T\_f) + T\_x \tag{1}

T\_x = \frac{60M}{mQ} \tag{2}

式中: T\_0 为紧凑状态时每列车作业时间 (min); T\_d 为列车到达作业时间 (min); T\_f 为列车发送作业时间 (min); T\_x 为翻车机卸车时间 (min); M 为列车编组数 (辆); m 为翻车机每次翻卸车数 (辆); Q 为翻车机效率 (次/h)。

根据式 (1), 翻车机翻卸时间 T\_x 基本固定, 提高翻车机卸车能力应尽量减少 T\_d 和 T\_f, T\_d 和 T\_f 主要和铁路车场布置有关。

1)翻车机卸车系统方案应与铁路车场布置统一考虑,在场地条件允许的情况下铁路车场应尽量采用纵列式布置形式,减少重车对位、空车取

送的时间，加快车辆循环，提高翻车机卸车能力。通过分析可知，采用纵列式布置方案较采用横列式布置方案  $T_d$  和  $T_l$  可减少 20%。

2) 翻车机卸车系统重车场、空车场尽量增加股道数，类似码头待泊，利用待卸铁路股道既可以缓解铁路运行调度的压力、加快铁路进车，又可提高翻车机利用率。通过计算机仿真分析和理论计算可知，通过增加空车股道数， $T_d$  和  $T_l$  可以减少 10%。

### 3.2 优化铁路行车组织减少翻车机非工作时间

1) 增加铁路调机，加快空重车的周转效率。在翻车机作业过程中经常出现一列车翻卸完成、重车线有待卸车而空车线被前序翻卸完成的空车占用的情况，造成无法卸车；同理，存在空车线空闲而重车线无车可卸的情况。采取增加相应股道和调机数量的措施可提高周转率。

2) 优化翻车机卸车系统与铁路系统管理模式，加强铁路与翻车机系统协调管理，铁路集运采用预约制，铁路到车计划至少提前 24 h 达到翻车机系统，并建立实时沟通机制，实现翻车机系统平稳高效运行。

### 3.3 优化翻车机设备选型提高翻车机效率

1) 增加翻车机翻卸车数量。提高翻车机卸车系统效率最有效的办法是增加翻车机单次循环翻卸车的数量。目前，国内大型煤炭装船港口三翻和四翻翻车机应用已经较为普遍。但设备及土建基础造价较高，须在建设过程中综合考虑。

2) 提高翻车机的单位时间循环次数。①翻卸须解列作业的混编敞车列，一般采用“C”形结构端环的翻车机，此种翻车机须与拨车机配合使用，国内翻车机多采用拨车机和推车机组合作业的方式提高车辆周转频次，进而提高卸车能力；②翻卸具有旋转车钩的单元列车，一般采用“O”形结构端环的翻车机，由于无需摘钩作业，可以节省大量的时间，进而大幅度提高卸车系统的作业效率。由于专用车辆的长度为定值，这种翻车机很难对混编车辆进行作业。

另外，上述 2 种翻车机系统均可通过适当提

高卸车系统各设备的运行速度、增加设备来实现翻车机能力的提高。

### 3.4 选择合理的翻车机作业车型提高翻车机卸车能力

在铁路运输煤炭的不同车型范围内应尽量选择提高翻车机作业效率的车型。目前，我国铁路煤炭运输的大宗散货铁路货车基本为单元列车<sup>[6]</sup>，少部分为不同车型的混编列车。目前单元列车编组通常有 0.5 万、1.0 万和 2.0 万 t，列车车型分为 C60、C64、C70 和 C80 等型号，其中 C70 和 C80 系列基本为非摘钩车。目前我国西煤东运主通道上的铁路列车均为单元列车，且以 C80 为主力运输车型。从图 7 可知，相同的翻车机系统方案，翻车及翻卸 C80 车辆较 C60 车型效率至少提高 50%。

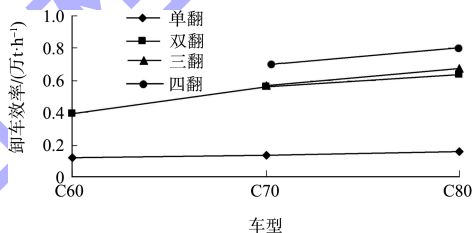


图 7 不同形式翻车机作业不同车型卸车效率

## 4 结论

1) 翻车机铁路车场布置、翻车机利用效率、作业效率是影响翻车机卸车能力的主要因素，其中利用效率主要受辅助作业时间、铁路作业时间和空闲时间等因素影响。

2) 翻车机卸车系统铁路站场采用纵列式环形布置及增加车场股道数的方案可大大提高翻车机的利用效率和翻卸能力，根据仿真分析，铁路采用纵列式布置且增加 1 股空车股道数的情况下，翻车机卸车系统铁路作业时间可以降低 10%。

3) 优化翻车机卸车系统与铁路系统管理模式，加强铁路与翻车机系统协调管理，铁路集运采用预约制，可实现翻车机系统平稳高效运行。

### 参考文献：

[1] 中交水运规划设计院有限公司.黄骅港(煤炭港区)四期工程初步设计[R]. 北京: 中交水运规划设计院有限公司, 2014. (下转第 63 页)