

铁路货运车站站内空重车流推算研究

王集鹏¹ 闫海峰²

1. 国能包神铁路有限责任公司 内蒙古鄂尔多斯 017000

2. 西南交通大学 交通运输与物流学院 四川成都 611756

摘要: 本文以铁路货运车站内的空重车为研究对象, 将其按去向不同划分为装车、卸车及排空三类, 分别分析这三类空重车从当前时刻开始至完成各自目的过程中所经历的作业环节及所需时间, 在此基础上分别设计了对这三类车流的推算过程, 并提出相应的更新机制, 最终得到未来一段时间内车站预计能完成的装卸车数及排空车数, 从而指导车站的装卸车作业并对延期的车辆及时提出预警。

关键词: 铁路; 货运车站; 车流推算; 推算更新

Research on the estimation of empty heavy vehicle flow in railway freight station

Jipeng Wang¹, Haifeng Yan²

1. Baoshen Railway Group, China Energy, Baotou 017000, Neimenggu, China

2. School of Transportation and Logistics, Southwest Jiaotong University, Chengdu 611756, Sichuan, China

Abstract: This paper focuses on the study of empty and loaded trains within railway freight stations. Based on their destinations, these trains are categorized into loading, unloading, and emptying. The study analyzes the operational stages and time required for each category of trains from the current moment until they fulfill their respective purposes. Based on this analysis, calculation processes are designed for each type of train flow, along with corresponding updating mechanisms. Ultimately, the study predicts the expected number of loading, unloading, and emptying trains that the station will handle in the near future. This information serves as a guide for the station's loading and unloading operations and enables timely warnings for any delayed trains.

Keywords: Railway; Freight stations; Calculation of traffic flow; Calculation updates

引言

铁路货运的时效性始终是铁路运输的短板, 是铁路扩大市场占有率的根本症结, 实货制的施行更要求客户的货物能够随到随运, 这就需要时刻把握车站内空重车的情况, 对未来一段时间内空重车数变化的预计, 可以为客户提供较为准确的装车和卸车时间、预先优化卸车货位及装卸劳力机具、经济合理地安排汽车取送货物、及时组织排空, 进而指导全站技术作业等。

及时掌握车站内空重车所处的状态, 可以完善车站各项作业流程, 减小不必要的等待时间, 对于这类问题, 许多学者已经进行了研究, 如王忠刚^[1]对影响丰台西站中时、停时等运输指标的主要因素进行了分析, 结合新运行图实施的特点和提效要求, 提出压缩中时指标的对策和压缩停时指标的措施, 优化作业流程、细化作业标准; 王子兰及王慈光^[2]分析了技术站的技术作业内容及各作业工序的统筹关系, 在明确本班列车到达计划信息、装卸排空任务及各作业时间标准等的情况下, 根据各作业工序间的关系及工序的可移性原理, 安排区段站调车机车解体和编组作业计划, 再结合轮廓的装卸计划、排空计划和出发车流需要等, 确定调车机车的

具体取送车时刻和内容, 以完善车站调机运用计划的编制; 高麟, 程秋平^[3]将分散在 TDMS、车号自动识别、确报、货票等信息系统中与运输过程相关的各种原始信息进行自动采集, 通过数据的综合挖掘和分析处理, 形成统一的信息共享平台。同时, 建立铁路局运输生产过程时间标准库, 实现局管内货物作业车的实时追踪和轨迹查询, 以及管内现在车的动态查询和车流预测。

而本文旨在通过获取车站内现车信息、货票信息、到卸重车信息、列车编组顺序表、装车计划、运统八等信息, 以一小时为推算间隔, 即当前时刻开始, 推算未来一小时内车站预计能够组织完成的装卸车数以及排空车数。

一、站内空重车推算过程设计

空重在车站内所要达到的目的主要有三类, 空车用于装车或排空, 重车则用于卸车。理论上车站对于到达的重空车会采取“一卸、二排、三装车”的原则, 然而实际上, 由于推算只在一定时间段内保持较高的准确性, 故无法根据当前时刻的信息准确得到 18:00 前所能到达的所有重空车数, 若先满足排空将可能导致本站当天无法完成装车计划, 故首先考虑将本站的空车以及完成卸车作业的到卸重车均先送

往货物作业地点进行装车。在获取当前时刻现车信息后,根据当日的装车计划以及从货调处了解到当日已完成的装车情况,可以得到待装的不同车种对应的车数。若某车种已完成当日的装车计划,则根据排空计划对该车种空车进行排空,默认在完成当日装车计划以及排空计划后多余空车依然往前方技术站进行排空。因此根据当前时刻的现车信息及当日的装车计划,可以将空车分为用于装车的空车及用于排空的空车。

对于已经在车站内的空重车,均以当前时刻为起点,对于装车,以完成装车作业并取回至调车场的时刻为终点;对于排空,以空车直接送至调车场等待排空的时刻为终点;对于卸车,以完成卸车作业转化为空车为终点。而对于未来将到达车站的到卸重车,在推算时则以预计到达车站的时刻为起点。

从起点至终点的这一过程中,对于装车与卸车,可能经历的作业环节都包括从到达场经到达作业与解体作业进入调车场中等待送车至货物作业地点,进入货物作业地点后,对于空车,可以利用货场的专用调机送往装车地点进行装车,完成装车作业后等待取车回调车场等待集结出发;对于重车,则送往卸车地点进行卸车作业,完成卸车作业后即结束卸车的推算,卸后空车将被调移至装车地点进行装车作业,之后同样等待取回至调车场。而对于用于排空的空车,则直接由当前时刻所在的位置送至调车场等待排空。也就是说,装车的作业环节主要有到达作业+解体作业+送车作业+装车作业+取车作业;卸车的作业环节主要为到达作业+解体作业+送车作业+卸车作业;排空的作业环节则为到达作业+解体作业或者取车作业。可以用图 1 进行描述。

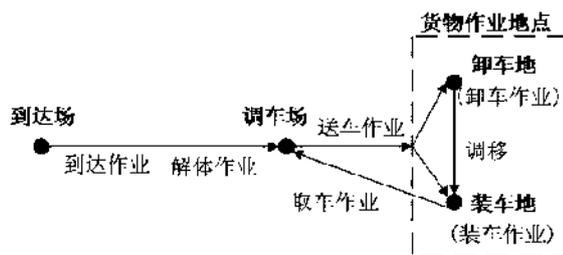


图 1 空重车在站内作业环节

由于当前时刻空重车在车站内的位置不同,则这些车在推算过程中需经历的作业环节的个数是不同的,需按当前时刻所在位置向后进行推算,特别的,当前时刻在卸车地的空车所经历的作业环节为调移+装车作业+取车作业。当然,在各个作业环节间可能存在等待时间,将会在后面进行说明。

二、各个作业环节时间

从上述分析可以得到,推算过程中需要明确时间的作业环节有到达作业、解体作业、取送车作业、装卸车作业以及调移。

对于到达作业与解体作业时间^[4],可以通过查阅各个站的车站技术作业标准来获得。对于取送车作业,这里将涉及取送车时刻与取送车作业时间。取送车时刻是指开始取车或开始送车的时刻,不同车站对于取送车时刻具有不同的确定方法,通常情况下车站每天具有固定的取送车次数与取送车时刻,可以采用大数据的方法,取过去一段时间内车站每日每次取送车时刻的平均值,以此作为每天的取送车时刻,并允许视实际情况前后波动二十分钟。而对于从调车场送至货物作业地点的时间以及从货物作业地点取车回调车场的时间,可以请多名经验充足的司机分别对不同货物作业地点的取送车时间进行估算,并取其平均值,作为取送车作业时间。对于装卸车作业时间,提取全局各个车站在过去一段时间内记录的运统八中的作业时间,筛选去噪后按不同车种分别求其平均值作为装卸车作业时间,并对车站装卸车能力超正常能力的不同范围分别给出相应的装卸车时间。在大规模的货物作业地点,一般会分装车地与卸车地,在卸车地完成卸车作业后的空车若需进行装车作业则需进行调移,调移时间对于不同的货物作业地点也会有不同,但由于调移时间较短,对推算结果的影响不大,且不同货物作业地点的调移时间也不会相差太大,故默认不同货物作业地点的装车地与卸车地之间的调移时间是相同的,可由负责调移的司机根据经验给定。在一些小规模货物作业地点,可能不分装车地与卸车地,对于这种情况,则认为调移时间为 0。文中的推算过程以分装车地与卸车地的情况为例。

三、一般推算过程

按空重车在站内的目的分别就装车、排空、卸车三类首先确定从推算起点至终点所需时间。

(1) 装车所需时间

当前时刻需完成装车目的的空重车在站内位置不同,装车所需时间也不同。

对于当前时刻在到达场中需装车的空车,从当前时刻开始至完成装车作业取回至调车场的总时间 t 用公式 (1) 表示。

$$t = t_{到} + t_{解} + t_{待送} + t_{送车} + t_{装} + t_{待取} + t_{取车} \quad (1)$$

式中: $t_{到}$ 表示到达作业时间, $t_{解}$ 表示解体作业时间, $t_{待送}$ 表示等待送车时间, $t_{送车}$ 表示送车作业时间, $t_{装}$ 表示装车

作业时间, $t_{待取}$ 表示等待取车时间, $t_{取车}$ 表示取车作业时间。

特别说明, 这里的等待取车与等待送车时间需由取送车时刻决定。令 $T_{送车}$ 表示当日的某一次送车时刻, $T_{取车}$ 表示当日的某一次取车时刻, 则 $t_{待送} = \min\{(T_{送车} - T_0) - (t_{到} + t_{解})\}$, 式中 T_0 为当前时刻, 仍记此时的送车时刻为 $T_{送车}$ 。
 $t_{待取} = \min\{T_{取车} - T_{送车} - t_{送车} - t_{装}\}$, 仍记此时的取车时刻为 $T_{取车}$ 。因此, 若采用定时取送车的方法, 则有 $t = T_{取车} - T_0 + t_{取车}$, 满足 $t_{待送} > 0$ 且 $t_{待取} > 0$, 对于当前时刻在到达场中需装车的空车, 将经过 t 时间可以全部完成装车作业并取回至调车场中。

对于当前时刻在调车场中需装车的空车, 同样所需时间可以用公式 (2) 表示。

$t = t_{待送} + t_{送车} + t_{装} + t_{待取} + t_{取车}$ (2) 这里的 $t_{待送} = \min\{T_{送车} - T_0\} > 0$, $t_{待取} = \min\{T_{取车} - T_{送车} - t_{送车} - t_{装}\} > 0$ 。对于当前时刻在卸车地点已完成卸车作业需装车的空车, 所需时间可以用公式 (3) 表示。

$t = t_{调移} + t_{装} + t_{待取} + t_{取车}$ (3) 式中 $t_{待取} = \min\{T_{取车} - T_0 - t_{调移} - t_{装}\} > 0$ 。

对于当前时刻在装车地点还未开始装车作业的空车, 所需时间可以用公式 (4) 表示。

$t = t_{装} + t_{待取} + t_{取车}$ (4) 式中 $t_{待取} = \min\{T_{取车} - T_0 - t_{装}\} > 0$ 。

对于当前时刻在装车地点正在进行装车作业的空车, 所需时间可以用公式 (5) 表示。

$t = 0.5t_{装} + t_{待取} + t_{取车}$ (5) 式中 $t_{待取} = \min\{T_{取车} - T_0 - 0.5t_{装}\} > 0$ 。

对于当前时刻在装车地点已经完成装车作业的重车, 所需时间可以用公式 (6) 表示。

$t = t_{待取} + t_{取车}$ (6) 式中 $t_{待取} = \min\{T_{取车} - T_0\} > 0$ 。

(2) 排空所需时间

对于当前时刻在到达场中需排空的空车, 从当前时刻开始至其进入调车场的总时间 t 可以用公式 (7) 表示。

$t = t_{到} + t_{解}$ (7) 对于当前时刻在调车场中需排空的空车, 则直接在调车场中等待排空。

对于当前时刻在货物作业地点需排空的空车, 所需时间可以用公式 (8) 表示。

$t = t_{待取} + t_{取车}$ (8) 这里的 $t_{待取} = \min\{T_{取车} - T_0\} > 0$ 。

(3) 卸车所需时间

对于当前时刻在到达场中的重车, 从当前时刻开始至其完成卸车作业的总时间 t 可以用公式 (9) 表示。

$t = t_{到} + t_{解} + t_{待送} + t_{送车} + t_{卸}$ (9) 式中: $t_{卸}$ 表示卸车作业时间, 这里的 $t_{待送} = \min\{T_{送车} - T_0 - t_{到} - t_{解}\} > 0$ 。

对于当前时刻在调车场中的重车, 所需时间可以用公式 (10) 表示。

$t = t_{待送} + t_{送车} + t_{卸}$ (10) 这里的 $t_{待送} = \min\{T_{送车} - T_0\} > 0$ 。

对于当前时刻在卸车地点还未开始卸车作业的重车, 所需时间为 $t = t_{卸}$ 。

对于当前时刻在卸车地点正在进行卸车作业的重车, 所需时间为 $t = 0.5t_{卸}$ 。

对于未来 T_i 时刻到达车站的重车, 所需时间可以用公式 (11) 表示。

$t = T_i - T_0 + t_{到} + t_{解} + t_{待送} + t_{送车} + t_{卸}$ (11) 这里的 $t_{待送} = \min\{T_{送车} - T_i - t_{到} - t_{解}\} > 0$ 。

根据上述推算起点至终点所需的时间, 绘制当前时刻车站空重车的推算时间分析图, 如图 2 所示。

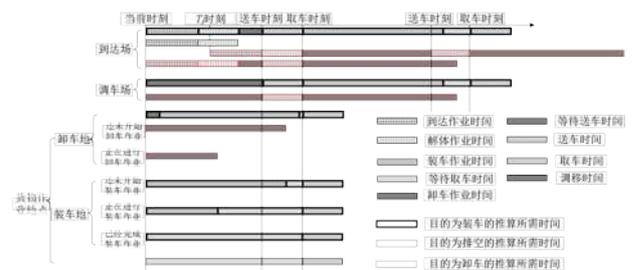


图 2 当前时刻车站空重车推算时间分析图

在该图中画出一小时所能覆盖的区域,完全被覆盖的黑粗线外框所包含的车辆总数即为一个小时后车站能完成的装车数;完全被覆盖的黑细线框所包含的车辆总数加上当前时刻已经在调车场内空车数即为一个小时后已经在调车场等待排空的空车数;完全被覆盖的红细线框所包含的车辆总数即为一个小时后车站能完成的卸车数。

四、推算更新

在依据 T_0 时刻的现车信息分别对装车、卸车以及排空进行推算后,经过一小时,获取 T_0+1h 时刻的现车信息对之前的推算进行更新。

对比 T_0+1h 时刻的现车信息与从 T_0 时刻开始推算得到的推算分析图,对于 T_0 时刻车站内所有用于装车推算的车,将可能出现的情况分为以下两类:

1.若这些车预计在 T_0+1h 时刻将会到达的地点及状态与实际上 T_0+1h 时刻现车信息中相一致,则针对这些车在更新时仍按原推算;

2.若这些车预计在 T_0+1h 时刻将会到达的地点及状态与实际上 T_0+1h 时刻现车信息中不一致,则针对这些车在更新时以 T_0+1h 时刻现车信息中的所处位置及状态为准重新开始推算。此时,若对于这些车预计在 T_0+1h 时刻将会到达的地点及状态,在实际 T_0+1h 时刻现车信息中发现并未达到,则说明这些车没有及时到达车站或者没能及时完成相应的到达作业、解体作业或者装卸车作业,需要对这些车提出预警,督促这些车尽快完成相应作业;若对于这些车预计在 T_0+1h 时刻将会到达的地点及状态,在实际 T_0+1h 时刻现车信息中发现已经提前达到,则说明这些车可能有特殊需求,比如需临时调运走等情况,需要对这些车多加关注。

对于更新时可能出现的一些特殊情况,这里进行特别说明:

(1)对于 T_0 时刻在装车地点还未开始装车作业的空车,若按预计应该还未取回至调车场,而在 T_0+1h 时刻现车信息中显示该车已经在调车场中或者车站无法找到该车信息,则说明这些车已经完成推算,在更新时不再对其进行推算。若有两次更新时间差 $\geq 0.5t_{装}$,则认为这些空车在这

一小时内紧急装车等待发走,并将其数量计入 T_0 时刻至 T_0+1h 时刻之间完成的装车数中;若有两次更新时间差 $\leq 0.5t_{装}$,则认为这些空车因特殊情况临时用于排空取回至调车场,并将其数量计入 T_0 时刻至 T_0+1h 时刻之间完成的排空车数中。

(2)对于 T_0 时刻在卸车地点还未开始卸车作业的重车,若按预计应该还无法完成卸车作业,而在 T_0+1h 时刻现车信息中显示该车已经在调车场中或者无法找到该车信息,则说明这些车已经完成卸车推算,若有两次更新时间差 $\geq 0.5t_{卸}$,则认为这些重车在这一小时内紧急卸车后等待排空发走,并将其数量计入 T_0 时刻至 T_0+1h 时刻之间完成的排空车数中;若有两次更新时间差 $\leq 0.5t_{装}$,则认为这些重车因特殊情况临时需要调运发出,这些车数不属于装车数、卸车数或者排空车数,需要特别标记。

五、算例

假设 A 站只有一个货场,其内部含专用的调车机车,可以随时实现货场内卸车地与装车地之间的调移。送车后即刻取车。每天固定的送车时刻分别为 3:00、7:00、12:30、15:30 及 22:00,各项作业所需统计时间如表 1 所示。

表 1 A 站各项作业统计时间表

作业名称	所需时间 (min)	
取送走行时间	20	
到达作业	35	
解体作业	20	
调移	10	
装车/卸车作业时间	平车	120/100
	敞车	90/80
	棚车	130/120

假设截止到当前时刻 11:00,车站还未完成的装车计划有棚车 20 辆,敞车 15 辆,则对于其他类型的空车可认为已经完成装车计划可以排空。当前时刻的现车信息如表 2 所示。

表 2 A 站 11:00 现车信息

地点		车种	空车数/重车数
到达场		平车	1/0
		棚车	2/22
		敞车	0/18
调车场		敞车	2/15
		棚车	0/20
货场	装车地	棚车	5 (5) /2
		敞车	0/3
	卸车地	平车	1/0
		敞车	0/6 (6)
		棚车	0/5

注：空车数后括号内数字表示其中正在进行装车的车数，重车数后括号内数字表示其中正在进行卸车的车数。

预计 11:00-12:00 间到达的到卸重车有：在 11:32 到达车站 18 辆平车、12 辆敞车、15 辆棚车。

根据上述信息可以对一小时后车站能够完成的装卸车数及排空情况进行推算。从截止到 11:00 的装车计划可得，平车已完成当日装车计划，之后的所有空平车首先考虑进行排空。

对于卸车情况，依据重车完成卸车所需时间的公式分别进行计算，如对于到达场中的 22 辆重棚车，所需时间为 $t = t_{到} + t_{解} + t_{待送} + t_{送车} + t_{卸} = \min\{T_{送车} - T_0\} + t_{送车}$ ，即在 14:50 完成卸车作业转化为空车，类似计算得到到达场中 18 辆重敞车所需时间为 190min，调车场中 15 辆重敞车需 190min，20 辆重棚车需 230min，卸车地 5 辆棚车需 120min，6 辆正在卸车的敞车需 40min。对于 11:32 到达车站 18 辆平车、12 辆敞车、15 辆棚车，分别需 210min, 190min, 230min。

对于装车情况，类似计算得到到达场中 2 辆空棚车完成装车作业并取回至调车场所需时间为 310min，调车场中 2 辆空敞车所需时间为 310min，装车地正在装车的 5 辆棚车需 130min，装车地已完成装车作业的 2 辆重棚车与 3 辆重敞车也需 130min。

对于排空情况，同样可以得到到达场中 1 辆空平车需经 55min 进入调车场等待排空，卸车地 1 辆空平车需 130min。

根据计算所得时间，绘制当前时刻车站空重车推算时间

分析图，如图 3 所示。

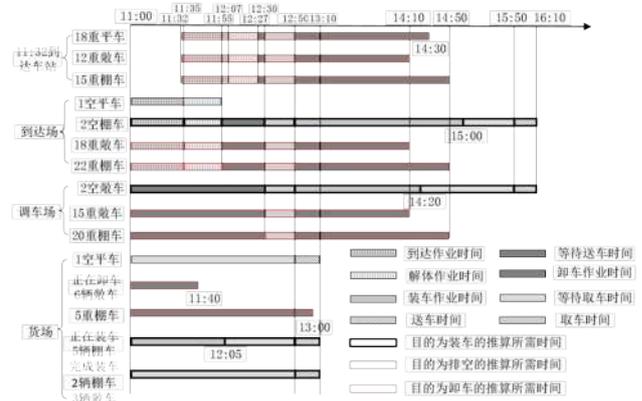


图 3 11:00 车站空重车推算时间分析图

则从该图可以看出 11:00-12:00 间预计能完成的装车数为 0，卸车数为 6，排空车数为 1。

六、结束语

现实生活中，不同时段内到达车站的空重车数量不均衡，利用上述一般的推算过程以及推算更新后的信息处理机制，可以预测未来一定时间内车站可以完成的装卸车数以及排空车数，以此为依据可以实现空重车在车站内的全程追踪，辅助货调及时安排装卸车作业，对无法按时到达车站的车流以及未能及时完成装卸车作业的车辆进行预警。

然而，本文的推算方法针对未来进入车站的空车信息也只能通过现车信息来获取，现车信息的更新若不及时将导致对这部分空车的推算过程产生较大的误差，这将是未来继续研究的方向。

参考文献：

- [1]王忠刚. 丰台西站货车中、停时指标影响因素分析[J]. 铁道运输与经济, 2004,26(10).
- [2]王子兰, 王慈光. 基于统筹法的调车机车运用计划编制方法研究[J]. 铁道运输与经济, 2012,34(1).
- [3]高麟, 程秋平. 构建运输效率分析综合平台实现运输过程精细化管理[J]. 中国铁路, 2014(8):30-32.
- [4]胡思继. 铁路行车组织[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2005:43-44.