文章编号：1003-1421(2026)01-0151-09
引用格式：熊盛. 基于仿真模拟的高铁站所一体化通过能力研究[J]. 铁道运输与经济，2026，48(1)：151-159，172.
XIONG Sheng. Research on Carrying Capability after Integration of High Speed Railway Stations and Depots Based on Simulation[J]. Railway Transport and Economy，2026，48(1)：151-159，172.

基于仿真模拟的高铁站所一体化通过能力研究

熊　盛

(中铁第四勘察设计院集团有限责任公司，湖北 武汉　430063)

摘　要：当前高速铁路进入“超大规模线网”运营时代，新建高铁车站和动车所规模进一步扩大，动走线如何配置、与车站及动车所如何协调、站所一体化通过能力如何计算成为亟待解决的问题。通过对动走线研究现状及通过能力运用进行分析，对站所一体化作业计划流程进行梳理，提出了站所一体化通过能力的概念，建立了某典型站所关系下站所一体化通过能力仿真计算模型，并对站所一体化通过能力仿真系统进行研究及设计，仿真系统对车站、动车所、动走线各设备之间的联系和制约关系进行精确描述。实例验证表明通过仿真分析给定动走线配置下的站所一体化通过能力，可以综合量化分析动走线通过能力、优化动走线配置、实现铁路设备利用率的最大化。

关键词：站所一体化；通过能力；仿真系统模拟；量化分析
中图分类号：U29　　**文献标识码**：A　　**DOI**：10.16668/j.cnki.issn.1003-1421.20250409001

Research on Carrying Capability after Integration of High Speed Railway Stations and Depots Based on Simulation

XIONG Sheng

(China Railway Siyuan Survey and Design Group Co., Ltd, Wuhan 430063, Hubei, China)

Abstract: With the high speed railway entering the era of “ultra-large-scale network” operation, newly-built high speed railway stations and electric multiple unit (EMU) depots are expanding in scale. This brings pressing challenges regarding the configuration of EMU running lines and their coordination with the station and depots, as well as the calculation of carrying capability after integration of the stations and depots. By analyzing the current research and utilization of carrying capacity of EMU running lines and clarifying the operation workflow after integration of the stations and depots, this paper proposed the concept of carrying capacity after integration of stations and depots and established a simulation model for calculating this capacity under a typical station and depot configuration. Furthermore, a simulation system for carrying capability after integration of stations and depots was developed, which accurately described the interconnections and constraints among station facilities, EMU depots, and EMU running lines. Case studies demonstrate that through simulation analysis of the carrying capability after integration of stations and depots under given EMU running line configurations, it is possible to comprehensively quantify the carrying capacity of EMU running lines, optimize their configuration, and ultimately maximize the utilization efficiency of railway infrastructure.

收稿日期：2025-04-09
基金项目：中国铁建股份有限公司科研计划课题(2024-Q09)

Keywords: Integration of Station and Depot; Carrying Capacity; Simulation System Simulation; Quantitative Analysis

0　引言

截至2024年底，我国铁路配属动车组达4 350组，高速铁路进入“超大规模线网”运营时代，车站发车间隔进一步压缩，车站的能力进一步逼近极限。车站能力不仅受到车站设备及作业组织模式的制约，也会受到动走线及动车所能力的影响。将车站、动车所及动走线视作为一个整体，对三者系统协调配合下通过能力进行全面的量化分析，有助于最大化实现铁路设备的利用率，也为动走线配置设计优化提供依据。

目前国内外在本领域的研究较少。在场站通过能力计算方面，研究对象多为单个车站、单个动走线或单个动车所，站所一体化全要素协调下的通过能力研究较少。陈韬等[1-2]分析高速铁路枢纽站技术作业计划与动车所调车作业计划的协同编制过程，提出一体化编制两个计划的思想，以作业效率最大化为优化目标构建模型。在动走线设计方面，梁战鹏[3]分析了动车走行线的设计现状，提出动走线长度较短时，采用列车方式办理与采用调车方式办理通过能力差别不大，但按调车方式设计使用更加灵活；史锦堂等[4]提出动车运用调车作业计划优化的辞典排序目标规划二级模型，在调整动车所内各次检修作业的先后顺序、进度冲突、车场布置型式等实际情况的基础上，求解得出动车所调车作业计划优化方案；丁亮[5]分析了动走线、正线以及疏解线之间的相关关系影响，提出需要重点关注早晚高峰时段动走线通过能力，不应切割正线，应保证动走线的通过能力足够大，减少动车组出入对于正线的影响。

受城市用地条件，国内一批多层车站(如上海宝山站、北京丰台站)和动车运用所新的设计理念出现，基于新设计理念的站所衔接关系更复杂，传统的计算方法无法满足站所能力精确性计算需求。动走线与车站、动车所间的接轨关系、数量进一步复杂化，传统计算方法主要从各站所咽喉股道能力的角度分析计算，未综合考虑站所接发车管理模式、动走线疏解方式、动车所咽喉检测设备影响等，造成实际运用过程中受制于上述因素，车站接发车能力难以达到设计值。

因此，将车站、动车所及动走线作为一个整体，综合性地对其一体化能力进行研究，在给定站型下构建站所一体化通过能力仿真计算模型，并对仿真系统进行设计，在项目前期阶段对接发车管理模式、动走线疏解方式、动车所咽喉检测设备等影响站所一体化能力的因素进行分析并优化，确定最优站所设计方案。

1　站所一体化通过能力分析

站所一体化通过能力是指把车站、动走线、动车所看作一个整体，这3个系统进行最大程度的作业协调后，车站所能接发的最大列车数。在场站设备固定情况下，车站、动走线及动车所作业计划的协调性会直接影响站所一体化通过能力。具体表现为，高铁车站非立折始发、终到列车出入动车所的时刻一般由车站编图人员确定，但仍需征得动车所(段)编图人员同意。尤其是在高峰期运力紧张时，进出所时刻需共同协商确定，若双方经调整后仍无法正常安排作业，则反馈至列车运行图和动车组运用计划编图人员，更改列车运行计划[6-7]。另外车站、动走线以及动车所基础设施工程投资巨大，工程设计阶段需研究车站、动走线以及动车所三者规模、联通关系、运行效能的匹配性，为设计方案提供量化分析支撑，确保站所一体化通过能力达到设计值，提高基础设施投资的利用效率。

目前已有的研究大多将车站技术作业、动走线运用与动车所作业计划单独进行优化[8-10]，很少将三者进行协同编制考虑，极大限制了整体作业方案的编制效率和站所一体化通过能力利用的优化[11-12]。站所一体化作业计划协同编制流程如图1所示。

2　站所一体化通过能力仿真计算模型研究

2.1　研究思路

站所一体化系统下设备规模及作业复杂度很高，通过建立仿真系统模拟站所一体化系统各场景下的作业模式，可精确、高效地确定能力利用情

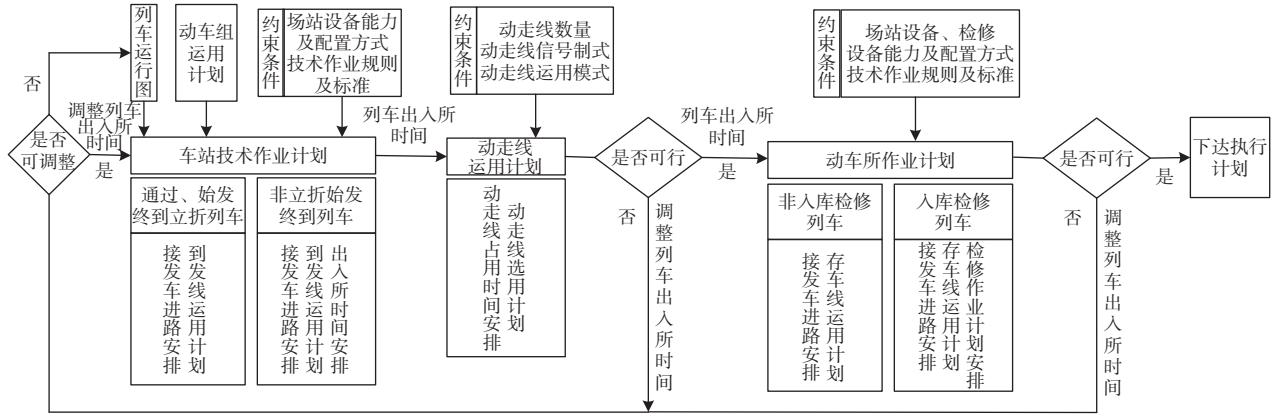

图1　站所一体化作业计划协同编制流程

Fig.1　Operation plan collaboration compilation process for integration of stations and depots

况，而站所一体化通过能力仿真系统的关键是确定有效的站所一体化通过能力仿真计算模型。研究以列车为主体，根据列车始发、终到或立折类型，仿真列车在站所一体化系统中运行全过程，通过模型确定列车在每个技术作业环节所需的设备(车站到发线、动走线、动车所存车线、咽喉进路等)及设备的占用时间，最终确定站所一体化通过能力。在构建模型前，做如下假设。①模型暂不考虑列车多次转线、隔日开行等；②各到发线长度都满足接入条件；③只考虑动车所存车作业，不考虑动车所进行的检修、转线、洗车等作业，且存车场股道数量大于高峰时期接发车数量；④暂不考虑列车偏离计划、发生延误等特殊情况。

2.2　站所一体化通过能力仿真计算模型

2.2.1　仿真优化模型目标

站所一体化系统最终目的是实现高铁车站的正常接发车，站所一体化通过能力是车站、动车线、动车所各子系统能力进行充分协调和配合后的接发车效果。因此，仿真优化目标设定为给定行车组织计划条件下，站所一体化系统协调运用下高铁车站的最大接发车数。

假设某个站所一体化系统中，高铁车站衔接M个接发车方向、共有GZ条到发线、LZ条接发进路，动车所共有GS条存车线、LS条接发进路，动走线有GT条。则优化目标为

$$\max Z=\sum_{i}^{M}\sum_{j}^{M}\sum_{k}^{N_{ij}}n_{ijk} \tag{1}$$

$$n_{ijk}=\begin{cases}1 & t_{ijk}^{到}\in(T_s,\ T_E)\ 或\ t_{ijk}^{发}\in(T_s,\ T_E)\\ 0 & 其他\end{cases} \tag{2}$$

式中：Z表示高铁车站衔接各线路运行方向的接发列车数之和，列；M表示车站衔接的接发车方向数；T_s，T_E分别表示站所系统仿真计算时的高峰时段起始时间和结束时间；n_{ijk}表示车站办理的接车方向为i且发车方向为j的第k列列车是否被安排完毕，$n_{ijk}\in[0,\ 1]$，仿真结束该列车的到达时间或出发时间已经被安排在仿真计算的高峰时段$(T_s,\ T_E)$内，则n_{ijk}取值1，反之为0。

2.2.2　约束条件

（1）列车种类配比约束：列车种类配比约束必须满足车站各接发方向各种类列车的车次。

$$\frac{N_{ij}}{N_{i'j'}}=c_{iji'j'} \tag{3}$$

式中：N_{ij}，$N_{i'j'}$分别表示接车方向为i，i'且发车方向分别为j，j'对应列车类型的列车数；$c_{iji'j'}$为根据行车需求得出的$i\rightarrow j$方向列车占$i'\rightarrow j'$方向列车的比例常数。

（2）列车作业流程约束：列车在站所系统中按照一定的作业流程进行设备占用，且占用前后时间具有连续性，但是第一项作业的起始时间为列车到达站所系统的时间，最后一项作业的终止时间为列车从站所系统出发的时间。

$$\begin{cases}t_{ijk1}^{始}=t_{ijk}^{到}\\ t_{ijk(s-1)}^{终}\leqslant t_{ijks}^{始}\\ t_{ijk1}^{终}=t_{ijk}^{发}\end{cases} \tag{4}$$

式中：$t_{ijk}^{到}$，$t_{ijk}^{发}$表示接车方向为i且发车方向为j的第k列列车的车站到达时间和出发时间；$t_{ijks}^{始}$，$t_{ijks}^{发}$分别

表示i→j方向的第k列列车的第s项作业占用站所系统设备的开始时间和终止时间，其中，s=1，2，…，S，表示共有S项作业。

（3）站所系统股道占用唯一约束：同一时间段内，站所系统任一股道(到发线或存车线)只允许一列列车占用。

$$\sum_{r=1}^{GZ+GS} x_{ijksr} \leqslant 1 \tag{5}$$

$$\left[t_{ijks}^{始}x_{ijksr},\ t_{ijks}^{终}x_{ijksr}\right]\cap\left[t_{i'j'k's'}^{始}x_{i'j'k's'r},\ t_{i'j'k's'}^{终}x_{i'j'k's'r}\right]=\varnothing \tag{6}$$

式中：x_{ijksr}为0–1决策变量，表示i→j方向的第k列列车的第s项作业被安排在到发线或存车线r上取值1，否则为0；GZ表示车站到发线数量；GS表示动车所存车线数量。

（4）站所系统股道占用停留时间约束：每列列车在股道(到发线或存车线)上停留时间应满足规定的最小时间标准，以满足各种技术作业的需要。

$$\left|t_{ijks}^{始}x_{ijkr}-t_{ijks}^{终}x_{ijksr}\right|\geqslant T_{ijksr}^{停} \tag{7}$$

式中：$T_{ijksr}^{停}$表示接车方向为i以及发车方向为j的第k列列车的第s项作业占用站所系统股道r的最小停留时间。

（5）站所系统咽喉进路占用唯一性约束：在同一时间内只允许一列车占用任意一条咽喉进路(车站接发进路或动车所接发进路)，如公式(8)所示。公式(9)—(12)表示两列车如果进路上存在冲突，则必须满足进路占用的最小间隔时间约束。

$$\begin{cases}\sum_{l=1}^{LZ+LS} y_{ijksl}^{接} \leqslant 1\\ \sum_{l=1}^{LZ+LS} y_{ijksl}^{发} \leqslant 1\end{cases} \tag{8}$$

$$\left|t_{ijks}^{始}y_{ijksl}^{接}-t_{i'j'k's'}^{始}y_{i'j'k's'l'}^{接}\right|\geqslant T_{ii'll'}^{dd}\text{且}p_{ll'}=1 \tag{9}$$

$$\left|t_{ijks}^{始}y_{ijksl}^{接}-t_{i'j'k's'}^{终}y_{i'j'k's'l'}^{发}\right|\geqslant T_{ij'll'}^{df}\text{且}p_{ll'}=1 \tag{10}$$

$$\left|t_{ijks}^{终}y_{ijksl}^{发}-t_{i'j'k's'}^{始}y_{i'j'k's'l'}^{接}\right|\geqslant T_{ji'll'}^{fd}\text{且}p_{ll'}=1 \tag{11}$$

$$\left|t_{ijks}^{终}y_{ijksl}^{发}-t_{i'j'k's'}^{终}y_{i'j'k's'l'}^{发}\right|\geqslant T_{jj'll'}^{ff}\text{且}p_{ll'}=1 \tag{12}$$

式中：$y_{ijksl}^{接}$，$y_{ijksl}^{发}$为0–1决策变量，车站或动车所接发i→j方向的第k列列车时，列车的第s项作业被安排在进路l上则为1，否则为0；$p_{ll'}$为0–1变量，表示进路l与l'若存在冲突则为1，否则为0；LZ表示车站接发进路条数；LS表示动车所接发进路条数；$T_{ii'll'}^{dd}$表示接车方向为i，i'的连续两列车在冲突进路l与l'上避免接车冲突的最小到达间隔时间；$T_{ij'll'}^{df}$表示接车方向为i和发车方向为j'的连续两列车在冲突进路l与l'上避免接发车冲突的最小到发间隔时间；$T_{ji'll'}^{fd}$表示发车方向为i和接车方向为i'的连续两列车在冲突进路l与l'上避免接发车冲突的最小发到间隔时间；$T_{jj'll'}^{ff}$表示发车方向为j，j'的连续两列车在冲突进路l与l'上避免发车冲突的最小发车间隔时间。

（6）动走线占用约束：在可选择多条动走线的条件下，一列列车只能同时占用一条动走线，如公式(13)所示。公式(14)—(15)表示多个列车可以同时占用一条动走线，但必须保证安全间隔时间。

$$\sum_{r=1}^{GT} z_{ijksr} \leqslant 1 \tag{13}$$

$$t_{ijks}^{始}z_{ijksr}-t_{i'j'k's'}^{始}z_{i'j'k's'r}\geqslant I_r^{zz} \tag{14}$$

$$t_{ijks}^{终}z_{ijksr}-t_{i'j'k's'}^{终}z_{i'j'k's'r}\geqslant I_r^{zz} \tag{15}$$

式中：z_{ijksr}为0–1决策变量，表示i→j方向的第k列列车的第s项作业被安排在动走线r上则为1，否则为0；I_r^{zz}表示动走线r上列车的最小追踪间隔时间；GT表示动走线数量。

（7）列车距离速度约束：列车在站所系统中按照一定的速度运行，每项作业时间满足相邻作业占用设备距离速度约束。

$$t_{ijks}^{始}=t_{ijk(s-1)}^{发}+pt_{(s-1)s}/v_{ijk} \tag{16}$$

式中：$pt_{(s-1)s}$表示列车从第$(s-1)$项作业转换到s项作业时的走行距离，km；v_{ijk}为i→j方向的第k列列车的平均运行速度，km/h。

3　站所一体化通过能力仿真系统设计及实例验证

3.1　仿真系统设计

3.1.1　仿真系统总体架构设计

基于面向对象的思想，对涉及高铁列车在动走线、动车所、客运站运行的相关对象进行抽象建模，建立各对象的数据模型、仿真模型，实现对高铁线路、动走线、车站、动车组等基础数据和列车运行参数的管理，基于牵引计算、信号系统进行动走线通过能力的仿真模拟，验证研究理论与实际的适应性，并通过仿真实验，验证不同车站、动走线和动车所匹配关系下站所一体化通过能力大

小[12-15]。在模拟列车运行的基础上，根据系统模拟目标和系统需求分析，构建了站所一体化仿真系统的总体架构，仿真系统总体架构如图2所示。

3.1.2　仿真系统仿真流程设计

（1）仿真前准备：根据早高峰时段生成各方向的始发列车集合，并以均衡发车的原则初步生成各列车在车站的始发时刻，作为仿真模型计算的迭代输入，根据车站咽喉占用时间标准、动走线走行时间标准，初步确定各列车在动车所的始发时刻。

（2）仿真阶段：始发列车按照出发顺序，依次从动车所发车，完成动车所存车场→动车所咽喉出站进路→动走线→车站咽喉进站进路→车站到发线→车站咽喉出站进路的仿真过程。仿真过程中列车严格按照行车时间标准、限速标准、间隔标准运行，直到始发列车集合为空。

（3）仿真结束：计算输出并统计列车始发时刻偏差量、动走线设备占用时间及频率、单位时间动车线通过能力、车站股道及道岔占用时间及频率，确定能力瓶颈设备。

仿真流程图如图3所示。

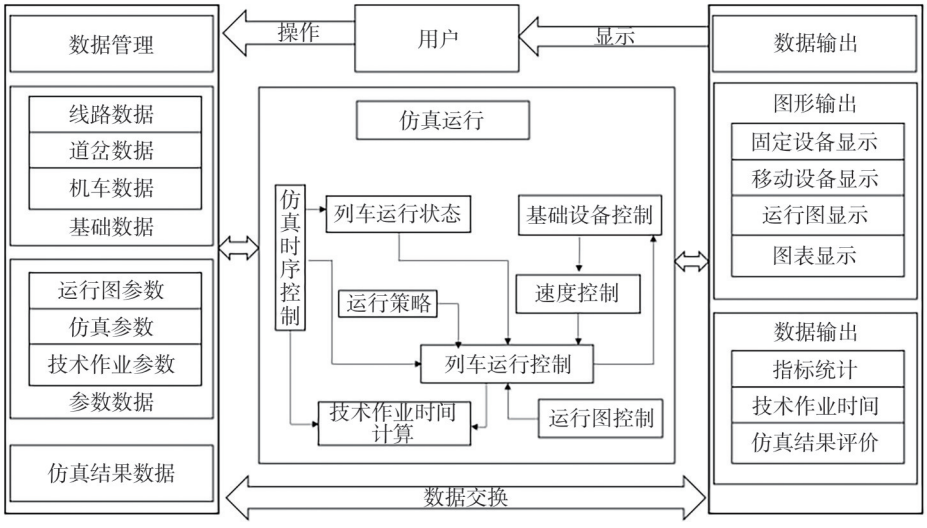

图2　仿真系统总体架构

Fig.2　Overall architecture of simulation system

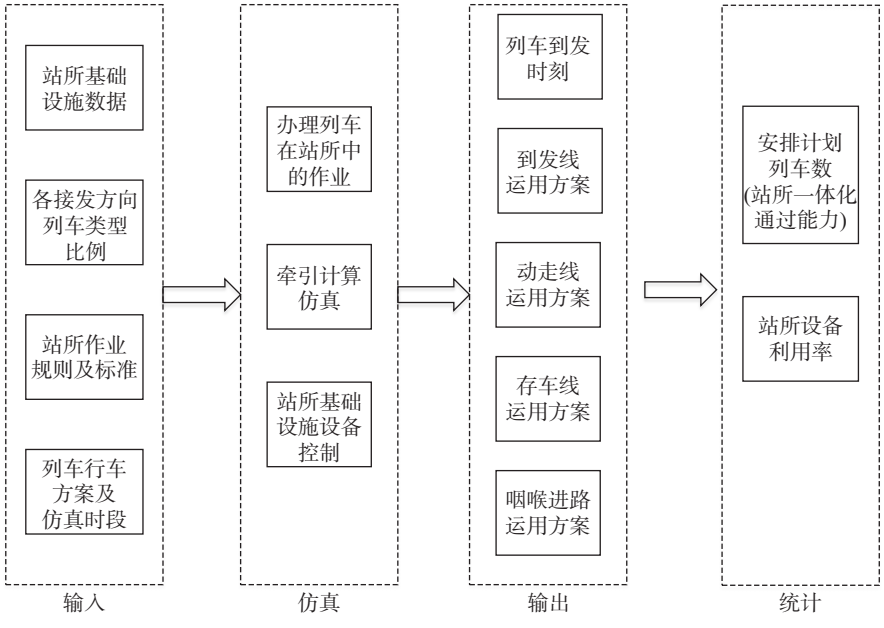

图3　仿真流程图

Fig.3　Simulation process

3.1.3　仿真系统求解流程

按照高峰时段列车类型比例，生成多组列车集合，为每个列车按照作业流程生成初始的各项作业时间，按顺序为列车每项作业安排可用设备，如果没有可用设备，则进行冲突疏解(主要是改变作业起止时间来疏解冲突)，直到可以安排该作业为止。在高峰时段内，能安排作业的列车数即为站所一体化下的通过能力的初始方案值。

算法实现如下。

步骤1：赋初值n=0。

步骤2：生成1组符合列车类型比例的最小列车集合A。

步骤3：从集合A中依次选取没有安排计划的列车，按照该列车在站所一体化系统的作业流程，生成一个作业计划集合，如始发列车就生成“出所咽喉占用、动走线占用、车站到达咽喉占用、车站到发线占用、车站出发咽喉占用”等多项作业。

步骤4：按照该列车第一项作业，寻找已安排同一类作业的相邻列车，并以相邻列车的作业时间为基础，在满足各项作业时间标准的前提下，推算列车的各项作业时间。判断列车到发时间是否在给定时间段内，是则转步骤5，否则转步骤9。

步骤5：为该列车根据作业集合依次安排作业设备(进路安排、到发线安排、动走线安排、动车所存车线安排)，安排作业设备的原则是首先寻找空闲设备，如果找不到空闲的进路，说明该列车的作业与其他列车有冲突，转步骤6，否则转步骤7。

步骤6：通过调整列车作业时间化解冲突(比较所有与安排列车冲突的列车，分别计算冲突化解需要满足的时间调整量，以其中最小值来调整安排列车的作业时间即可，例如推迟列车的出站时间)。调整该列车作业起止时间，转步骤5。

步骤7：将列车作业计划记录回列车集合A，判断列车集合A中的所有列车是否都被安排了作业计划，是则转步骤8，否则转步骤3。

步骤8：将集合A中没有安排计划的列车都复制生成列车集合B，转步骤2。

步骤9：统计列车数n并记录列车作业方案，算法终止并退出。

仿真算法逻辑如图4所示。

3.2　实例仿真验证

选取深圳北西丽站以及其配套的动车所为仿真实例。西丽站位于广东省深圳市，车站设计方案征求意见阶段其站场规模为13个站台，25条到发线，总占地面积约42.08万m^2，衔接线路包括赣深高速铁路(赣州西—深圳北)、深汕高速铁路(西丽—深汕)、深茂铁路(江门—西丽)、深珠城际铁路(前海—西丽)。通过仿真系统测试西丽站、动走线及动车所构成的一体化系统的通过能力，同时对动走线配置数量的影响进行分析，给出不同动走线设施数量下站所一体化下接发车能力的量化分析。

3.2.1　仿真方案设计

具体仿真方案为：对西丽站进行满能力接发车

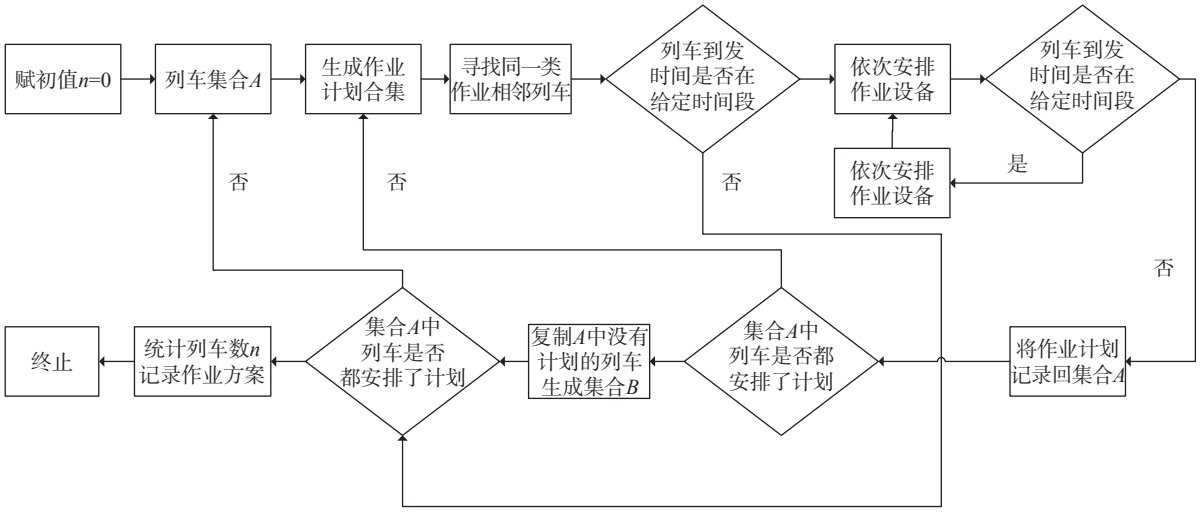

图4　仿真算法逻辑

Fig.4　Simulation algorithm logic

仿真，即不事先设定列车数量，而是在高峰时段起始时间点，早高峰各方向列车按给定最小间隔时间标准发车，晚高峰各方向列车按给定最小间隔时间标准接车，仿真结束后进行结果分析。

基于西丽站日常分时段的开行方案，在既定车场设备设计方案，对早高峰(7:00—10:00)和晚高峰(19:00—22:00)时段进行行车仿真。对仿真参数进行设置，包括调整动走线数量(如2条变3条)、调整列车出入站限速(主要为车站咽喉出入站道岔限速)、调整列车出入段限速(主要为动车所咽喉出入站道岔限速)、调整动走线行车速度等，形成多个仿真方案，对不同仿真方案进行仿真，结果按方案进行存储，结束后对不同方案的仿真结果进行比较分析。车站作业计划参数如表1所示。

表1　车站作业计划参数　　min

Tab.1　Station operation plan parameters

时间参数	通过列车	停站列车	始发列车	终到列车	立折列车
列车在站停站时间	—	3	15	12	20
车站到达间隔时间	4	4		4	4
车站出发间隔时间	3	3	3	—	3

3.2.2　仿真结果分析

仿真得出了近期、远期早高峰和晚高峰时，分别设置2条和3条动走线时站所一体化下车站满能力接发车作业计划图。统计早高峰和晚高峰时段，咽喉能力利用率最低值近60%，西丽站接发车按照最大值考虑。西丽站城际场衔接赣深高速铁路、深汕高速铁路方向的咽喉日均接发列车进路占用咽喉次数超330次，其咽喉高峰小时能力利用率为75%，处于接近饱和的状态。从西丽站及配套动车运用所按小时分段统计的能力利用情况来看，咽喉能力是主要限制车站能力的因素，车站能力受限制进而制约路网能力提升。

在近期、远期西丽站各方向行车数量比例下，动走线最小间隔时间6 min，2条动走线远期晚高峰车站满能力计划图如图5所示，3条动走线远期晚高峰车站满能力计划图如图6所示。

通过仿真结果统计近远期、不同动走线数量、早晚高峰不同时间段条件下8种仿真方案的车站接发车数量，早高峰西丽站站所一体化最大接发车列车数对比如表2所示，晚高峰西丽站站所一体化车站最大接发列车数对比如表3所示。

由表2和表3可知，西丽站站所一体化系统的

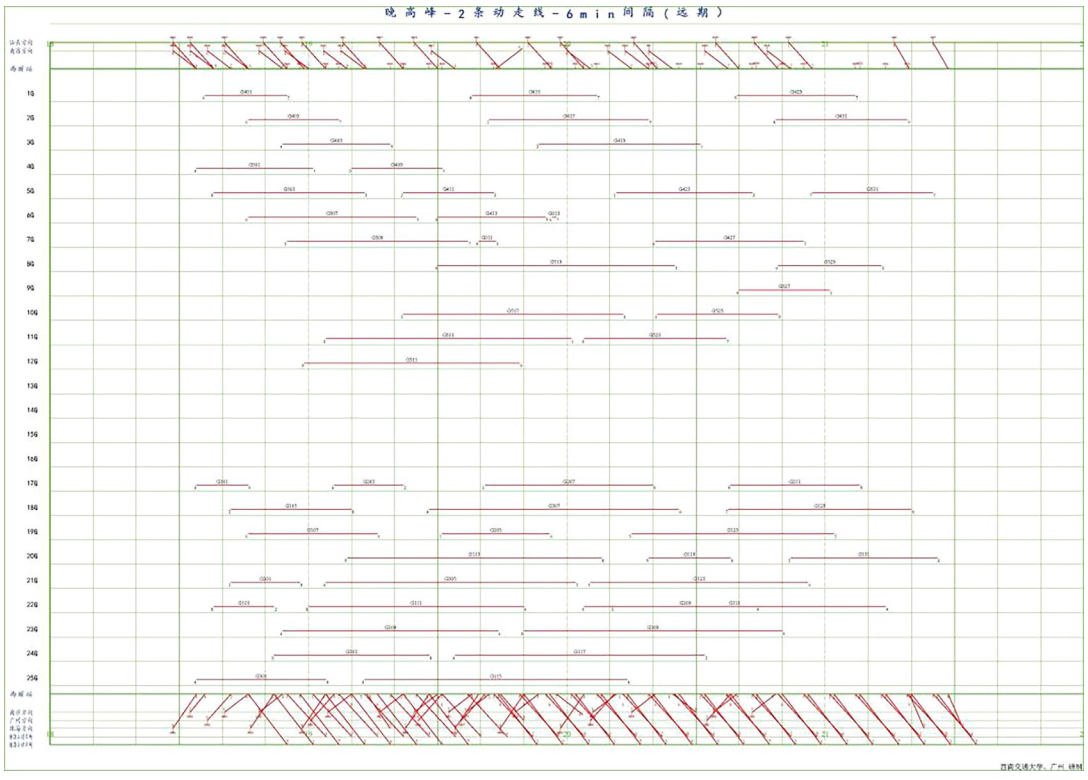

图5　2条动走线远期晚高峰车站满能力计划图

Fig.5　Long-term full capacity plan diagram of station with two EMU running lines during evening peak

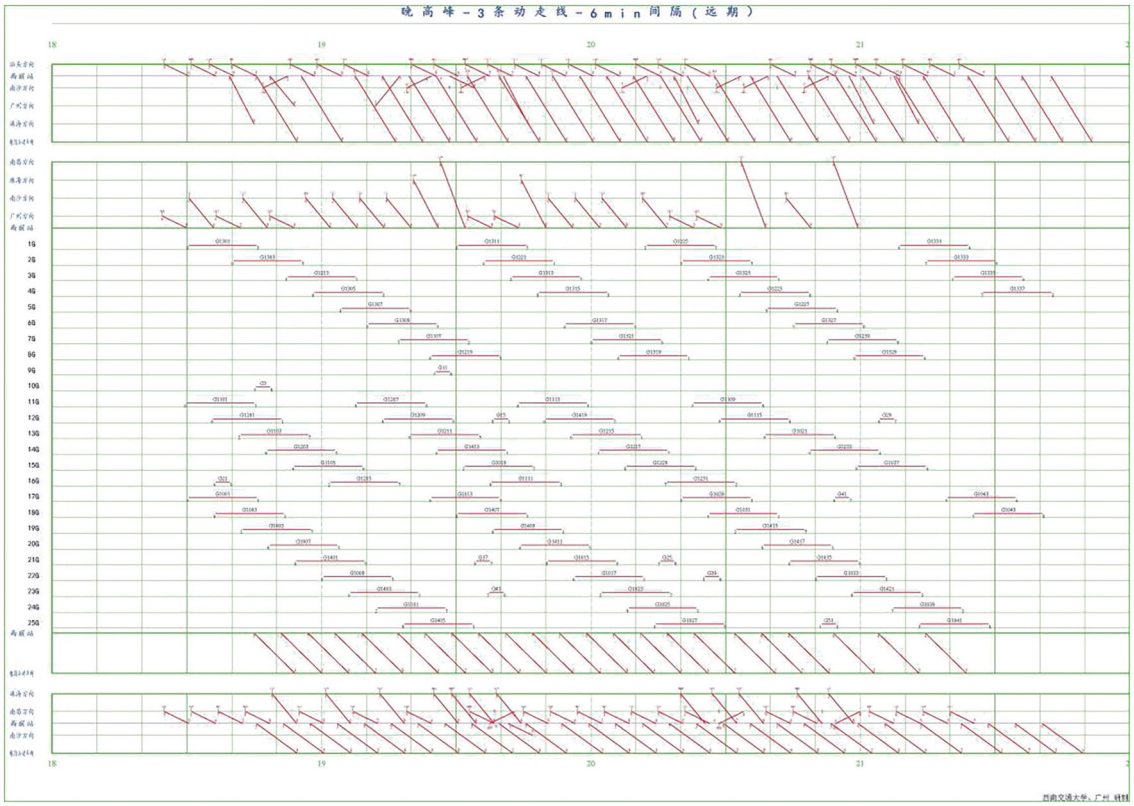

图6　3条动走线远期晚高峰车站满能力计划图

Fig.6　Long-term full capacity plan diagram of station with three EMU running lines during evening peak

表2　早高峰西丽站站所一体化最大接发列车数对比　列

Tab.2　Maximum number of trains received and dispatched at Xili Station during morning peak

设计年度	预计车站接发车需求量	站所一体化下车站最大接发车数 (2条动走线)	站所一体化下车站最大接发车数 (3条动走线)
2035年(近期)	68	68(始发60列，通过8列)	94(始发81列，通过13列)
2045年(远期)	115	76(始发61列，通过15列)	101(始发80列，通过21列)

表3　晚高峰西丽站站所一体化最大接发列车数对比　列

Tab.3　Comparison of maximum number of trains at Xili Station during evening peak after integration of stations and depots

设计年度	预计车站接发车需求量	站所一体化下车站最大接发车数 (2条动走线)	站所一体化下车站最大接发车数 (3条动走线)
2035年(近期)	64	61(终到58列，通过3列)	94(终到88列，通过6列)
2045年(远期)	100	59(终到52列，通过7列)	90(终到79列，通过11列)

通过能力在早晚高峰时段，在动走线行车间隔6 min条件下，当采用2条动走线时，近期和远期的车站接发车需求量都无法满足，根据车站计划铺画图可以看出动走线接发车与车站技术作业需要相互协调；当采用3条动走线时，近期车站接发车需求量都可以满足，动走线通过能力增加，使得车站技术作业更加灵活，但是随着远期接发车需求的增加，远期车站接发车需求量无法满足，需要考虑进一步优化车站技术作业，例如增加部分列车直接存放车站，提高动走线运行速度等。通过以上模拟仿真分析，提出建设3条动走线的必要性，接发车能力可以提升约50%，可疏解近期接发车能力紧张问题。

4　结束语

通过分析高铁大型客运站、动车段(所)及衔接的动走线作为一个整体系统时的作业协同流程，提出了站所一体化通过能力的概念，建立了以站所一

体化通过能力最大为优化目标的仿真模型。基于仿真模型进行了站所一体化仿真系统的设计，选取深圳北西丽站以及其配套的动车所进行实例仿真，计算了深圳北西丽站站所的通过能力并对动走线配置合理性进行了探讨。结果表明，动走线配置数量及配置方式在车站和动车所的能力协调性上起关键性作用，极大影响高铁枢纽站所一体化的通过能力效果。目前，传统设计方案仅基于车站到发线、动走线以及动车所存车线的简单线性比例关系进行动走线配置，忽略了站所技术作业可能造成切割动走线与车站的股道联通平行径路，引起动走线收发车能力的损失，实际工程项目中车站股道联通关系和动走线配置标准受制于较多的外部条件，需要针对具体的多外部性限制性因素分析其对动走线的影响。研究针对性地设计了站所一体化通过能力仿真模型及系统，可通过搭建多种仿真场景有效指导大规模铁路车站枢纽的设计，有助于降低铁路投入成本，同时对提高铁路基础设施利用率具有重要意义。研究未来可进一步应用于动走线配置设计、站所一体化动车组开行方案优化等多种场景。

参考文献：

[1] 陈　韬，王文宪，吕红霞，等. 高速铁路枢纽站技术作业计划与动车所调车作业计划协同编制研究[J]. 铁道学报，2020，42(4)：17-26.
CHEN Tao，WANG Wenxian，LYU Hongxia，et al. Coordinative Planning between Technical Operation of High Speed Railway Hub Station and Shunting Operation of EMU Depot[J]. Journal of the China Railway Society，2020，42(4)：17-26.

[2] 陈　韬，吕红霞，陈钉均，等. 车站作业方案对高铁车站通过能力影响分析[J]. 交通运输系统工程与信息，2016，16(2)：104-112.
CHEN Tao，LYU Hongxia，CHEN Dingjun，et al. Influence Analysis of Station Operation Schemes on HSR Station Carrying Capacity[J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology，2016，16(2)：104-112.

[3] 梁战鹏. 高速铁路动车走行线通过信号机设置及显示方案探讨[J]. 铁道标准设计，2013，57(12)：115-118.
LIANG Zhanpeng. Research on the Scheme of Setting and Displaying Mode of Passing Signal on EMU Running Track of High Speed Railway[J]. Railway Standard Design，2013，57(12)：115-118.

[4] 史锦堂，黎浩东，曹　恒，等. 考虑灵活存车和列位占用的动车所调车作业计划编制[J]. 中国铁道科学，2022，43(1)：152-162.
SHI Jintang，LI Haodong，CAO Heng，et al. Shunting Operation Planning at EMU Depots Considering Train Flexible Storage and Position Occupation[J]. China Railway Science，2022，43(1)：152-162.

[5] 丁　亮. 对铁路车站道岔选择及咽喉区布置问题的分析[J]. 铁道经济研究，2010(1)：19-23.
DING Liang. Analysis on the Switch Selection and Throat Arrangement of Railway Stations[J]. Railway Economics Research，2010(1)：19-23.

[6] 魏　然. 高速铁路尽端式车站接发车能力影响因素研究[J]. 铁道运输与经济，2018，40(10)：21-26，44.
WEI Ran. A Study on the Influence Factors of the Capacity of Train Receiving and Departure of the End Station in High Speed Railway[J]. Railway Transport and Economy，2018，40(10)：21-26，44.

[7] 王　杰. 兰州西动车运用所配套列车运行模式改造关键技术研究与应用[J]. 铁道标准设计，2018，62(9)：161-166.
WANG Jie. Research and Application of Key Technologies in Train Operation Mode Transformation of Lanzhou West EMU[J]. Railway Standard Design，2018，62(9)：161-166.

[8] 陈　韬，倪少权，潘金山，等. 既定列车作业计划下高铁站可用能力算法研究[J]. 交通运输系统工程与信息，2015，15(5)：178-185.
CHEN Tao，NI Shaoquan，PAN Jinshan，et al. HSR Passenger Station Available Capacity Calculation under Train Reception and Departure Plan Established[J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology，2015，15(5)：178-185.

[9] 宋丹丹，周磊山，乐逸祥. 高速铁路车站作业计划优化编制方法研究[J]. 物流技术，2012，31(23)：279-283.
SONG Dandan，ZHOU Leishan，LE Yixiang. Study on Optimized Activity Programming of High Speed Railway Stations[J]. Logistics Technology，2012，31(23)：279-283.

[10] 刘　嫣，杨　浩. 客运专线车站作业计划编制模型与算法研究[J]. 铁道运输与经济，2008，30(7)：17-20.
LIU Yan，YANG Hao. Research on the Model of Station Operation Programming and the Related Computation Algorithm for Passenger-Dedicated Lines[J]. Railway Transport and

（下转第 172 页）