

铁路编组站运输效率影响因素与对策分析

台德清

中国铁路成都局集团有限公司成都北车站 四川成都

【摘要】为提高铁路编组站运输效率，对其影响因素进行汇总，主要包括人、设备、环境 3 个方面。围绕以上影响因素，从运输组织安排、行车设备使用、施工计划执行、恶劣天气和站场环境影响等方面，建立三级评价指标体系，利用层次分析法对各级指标构造比较矩阵，求出特征向量和最大特征值，得出三级指标相对目标层的权重，制定影响运输效率的对策措施。主要通过减少调车作业对接发车干扰、缩短技检作业时间、强化列尾安撤及检测维修、合理安排枢纽装卸车、减少施工对行车干扰、加强行车设备维保 6 条措施来提高编组站运输效率，进一步为铁路运输管理和行车组织提供决策参考。

【关键词】编组站；运输效率；影响因素；层次分析法；对策

【基金项目】四川省科学技术厅重点研发课题（20ZDYF2926）

【收稿日期】2024 年 12 月 16 日

【出刊日期】2025 年 1 月 18 日

【DOI】10.12208/j.jer.20250006

Analysis of influencing factors and countermeasures on transport efficiency of railway marshalling station

Deqing Tai

Chengdu North Railway Station, China Railway Chengdu Bureau Group Co., Ltd., Chengdu, Sichuan

【Abstract】In order to improve the transport efficiency of railway marshalling station, the influencing factors are summarized, mainly including three aspects: people, equipment and environment. According to the above influencing factors, from the aspects of transportation organization and arrangement, use of driving equipment, implementation of construction plan, severe weather and environmental impact of stations and yards, the evaluation index system is established, the comparison matrix is constructed by using the analytic hierarchy process (AHP), the eigenvectors and the maximum eigenvalues are obtained, and the weights of the three-level indexes relative to the target layer are obtained, formulate measures to affect the efficiency of transportation. The transport efficiency of marshalling stations can be improved mainly by adopting six measures, namely, reducing the interference of shunting operations, shortening the working time of technical inspection, strengthening the removal of train tail arrangement and detection and maintenance, reasonably arranging loading and unloading vehicles at hubs, reducing the interference of construction to traffic, and strengthening the maintenance of traffic equipment, it will provide decision-making reference for railway transportation management and operation organization.

【Keywords】Marshalling station; Transport efficiency; Influence factor; Analytic hierarchy process; Countermeasure

1 编组站运输效率影响因素分析

铁路编组站是铁路枢纽的重要组成部分，是铁路货运集散办理的中转站，为枢纽地区货运中间站提供了源源不断的货物，也疏散了货运中间站的大量货源，为拉动地方经济发展做出了贡献。近年来，随着社会对物质需求的增长，铁路编组站行车办理辆数大幅增加，已经达到甚至超过编组站原定设计

能力，为提高编组站运输效率，从人、设备、环境 3 个方面进行重点分析影响原因。原因分析如下：

(1) 人的因素。一是接发车闭塞办理、信号关闭、车机联控、调度命令执行、列尾安撤要及时，枢纽及时装卸车，保证正点接发车。二是要减少调车作业干扰，严格卡控调车牵引推送作业时机，防止机外停车及对接发车影响。三是缩短技术检查作业

时间,要把列检、货检、车号核对等作业时间降到标准用时以下。四是缩短货运机车辅时。要严格控制机车出入库、挂头拔头、机走线、转线用时,将机车辅助时间降到最低。主要原因分析:接发车安排不当、调车作业干扰、技检作业超时、机车辅助时间超时是造成运输组织效率不高的主要原因。

(2) 设备因素。一是主要行车设备,例如 CIPS、TDCS、列车无线调度通信电话、调车手持机、平调管理台、机控器等要有质量保障,确保行车指挥万无一失。二是脱轨器、驼峰减速器、减速顶、尾部停车器、列尾等设备要及时检修,防止因设备故障造成接发车和调车作业时间滞后。三是列尾安撤要到位,列尾防脱链要有质量保障及与尾部车辆衔接良好,列尾主机电池要充电充足,列尾其他零部件要质量良好,要及时检测及调配回送,确保列尾安撤检测规范标准。主要原因分析:行车设备临时故障、行车设备检修不及时,列尾安撤检测不规范是造成运输组织效率不高的主要原因。

(3) 环境因素。一是施工及综合维修作业要按

计划落实,防止施工维修作业落空,造成运输组织计划再次变更及对行车二次干扰。二是施工维修期间,要合理安排车流计划,接发车要避开施工股道、处所干扰,同时做好安全防护。三是施工卡控措施及应急预案要高质量、高标准,要做好施工维修前安全预想,做到卡控措施得当,应急处置合理及时,防患于未然,进而减少对运输秩序干扰。四是编组站站场要确保树木不侵入限界,不得影响股道正常接发车和调车,杂草不能超高影响信号机观测。五是要正确应对恶劣天气环境影响,做好对风、雪、雨、雾、沙尘暴、地震等环境影响应急预案,及时收发执行调度命令,严格控制恶劣天气对运输组织的干扰。主要原因分析:施工计划落空或变更、车流计划及接发车安排不合理、卡控措施及应急预案质量不高、站场没有及时清除障碍物、恶劣天气环境下应对处理不当是干扰运输组织效率的主要原因。通过归类以上影响编组站运输效率的主要因素,结合现场实际,从人、设备、环境^[1-5]3个方面分析得出影响运输效率因素汇总表,如表1所示。

表 1 编组站运输效率影响因素汇总表

目标层		<i>M</i> 编组站运输效率影响因素		
一级指标	<i>U</i> ₁ 人	<i>U</i> ₂ 设备	<i>U</i> ₃ 环境	
其他指标				<i>U</i> ₃₁ 施工计划落空或更改
二级指标	<i>U</i> ₁₁ 运输组织安排不及时 <i>U</i> ₁₂ 运输组织安排不合理 <i>U</i> ₁₃ 运输组织安排无序	<i>U</i> ₂₁ 行车设备无保障 <i>U</i> ₂₂ 行车设备检修不及时 <i>U</i> ₂₃ 行车设备安撤检测作业不规范	<i>U</i> ₃₂ 施工期间车流计划及接发车安排不合理 <i>U</i> ₃₃ 施工卡控措施及应急预案不当 <i>U</i> ₃₄ 站场有障碍物干扰行车 <i>U</i> ₃₅ 恶劣天气环境影响行车	
三级指标	<i>U</i> ₁₁₁ 闭塞办理不及时 <i>U</i> ₁₁₂ 信号开闭不及时 <i>U</i> ₁₁₃ 车机联控不及时 <i>U</i> ₁₁₄ 调度命令执行不及时 <i>U</i> ₁₁₅ 列尾安撤不及时 <i>U</i> ₁₁₆ 枢纽装卸车不及时 <i>U</i> ₁₂₁ 调车推车时机不合理 <i>U</i> ₁₂₂ 调车牵车时机不合理 <i>U</i> ₁₂₃ 调车机转线安排不合理 <i>U</i> ₁₃₁ 技检作业顺序安排不当、用时超标 <i>U</i> ₁₃₂ 货运机车摘挂安排不当、辅时超标	<i>U</i> ₂₁₁ CIPS 无保障 <i>U</i> ₂₁₂ TDCS 无保障 <i>U</i> ₂₁₃ 列车无线调度电话无保障 <i>U</i> ₂₁₄ 调车手持机无保障 <i>U</i> ₂₁₅ 平调管理台无保障 <i>U</i> ₂₁₆ 机控器无保障 <i>U</i> ₂₂₁ 脱轨器检修不及时 <i>U</i> ₂₂₂ 驼峰减速器检修不及时 <i>U</i> ₂₂₃ 减速顶检修不及时 <i>U</i> ₂₂₄ 尾部停车器检修不及时 <i>U</i> ₂₂₅ 列尾检修不及时 <i>U</i> ₂₃₁ 列尾安撤不到位 <i>U</i> ₂₃₃ 列尾主机电池充电不足 <i>U</i> ₂₃₄ 列尾检测、调配不当	<i>U</i> ₃₄₁ 站场有树木侵入限界干扰行车 <i>U</i> ₃₄₂ 站场杂草超高影响观测信号机 <i>U</i> ₃₅₁ 大风影响行车 <i>U</i> ₃₅₂ 大雪影响行车 <i>U</i> ₃₅₃ 暴雨影响行车 <i>U</i> ₃₅₄ 大雾影响行车 <i>U</i> ₃₅₅ 沙尘暴影响行车 <i>U</i> ₃₅₆ 地震影响行车	

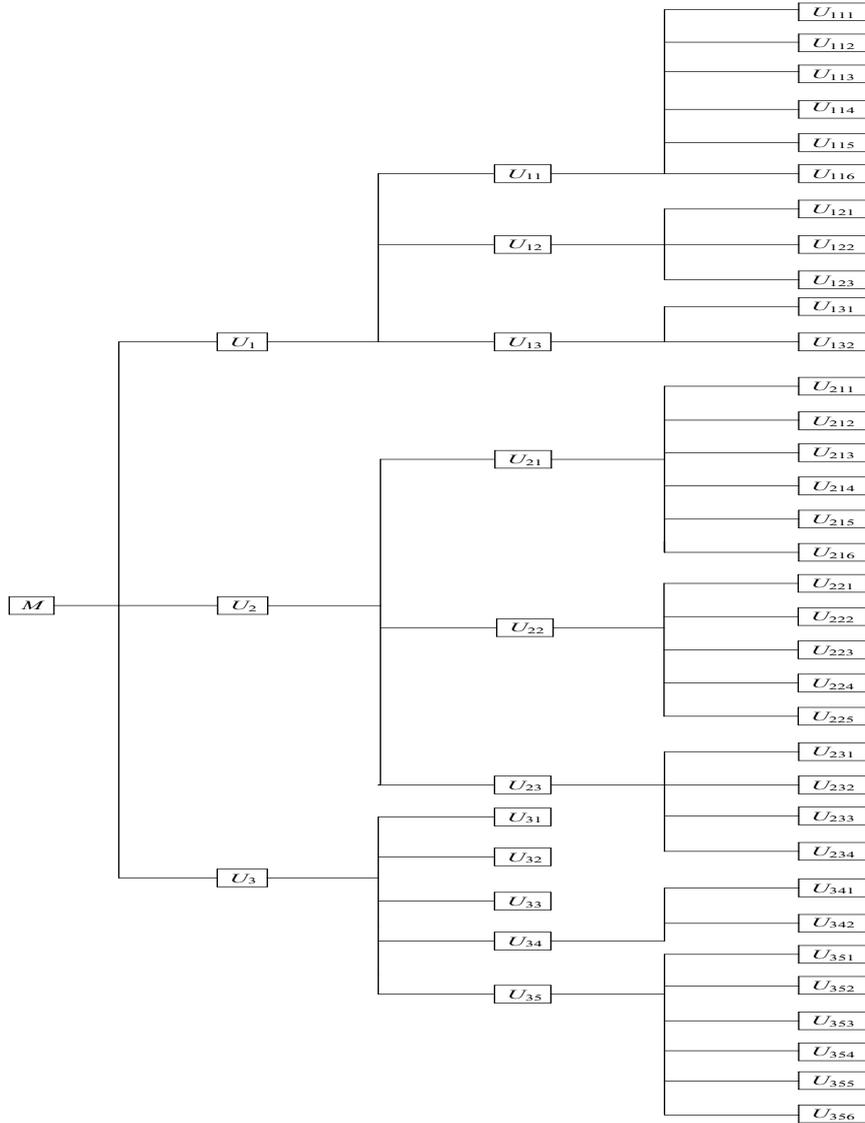


图 1 编组站运输效率影响因素评价指标体系模型

2 构建编组站运输效率影响因素评价指标体系模型

构建编组站运输效率影响因素评价指标体系是有条有序的分析具体的影响指标与目标层的关系而建立的结构模型，首先确定目标层，即评价对象编组站运输效率影响因素。

其次，对影响运输效率的因素进行分析研究，将影响因素分类为一级指标，即人、设备、环境 3 个方面。然后，对一级指标进行逻辑判断推演，人的因素主要包括运输组织安排不及时、不合理和无序，设备因素主要包括行车设备无保障、检修不及时、安撤检测作业不规范，环境因素主要包括施工影响、站场障碍物以及恶劣天气环境影响，这些构成影响

运输效率的二级指标。

然后，再根据二级指标中的每项指标进行细化分析其影响因素，比如二级指标运输组织安排不及时的影响因素主要包括闭塞办理、信号开闭、车机联控、调度命令、枢纽装卸车不及时 5 个三级指标。以此类推表 1 中的其它三级指标。

最后，逐项确认影响因素是否超出边界允许范围，确定三个层次指标的逻辑关系，画出评价指标模型，即下图 1。

3 用层次分析法对上述各级评价指标进行综合评价

(1) 构造比较矩阵。

利用层次分析法^[6-8]及专家打分评价法，将一级

指标、二级指标、三级指标中的元素各自进行两两比较，即可得出单一元素与其他相邻元素相对于目标层 M 的重要程度，记为 a_{ij} ， a_{ij} 为一致性尺度。

$$a_{ij} = u_i : u_j$$

$$a_{ij} = 1 / a_{ji}$$

(其中 $i=1, 2, 3, \dots; j=1, 2, 3, \dots$)

根据 Stanty 提出的 1-9 尺度， a_{ij} 的取值如表 2 所示：

表 2 a_{ij} 的取值

a_{ij}	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$u_i : u_j$	相同	稍强	强	明显强	绝对强				

根据比较结果得出一致阵 A ：

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}$$

首先，对一级指标中的 3 个因素进行两两比较，把结果按顺序排列成一致性矩阵 A_0 ：

$$A_0 = \begin{pmatrix} 1 & 7 & 9 \\ 1/7 & 1 & 3 \\ 1/9 & 1/3 & 1 \end{pmatrix}$$

根据编组站运输效率影响因素评价指标体系模型，通过对人、设备、环境因素进行比较分析，得出一致性矩阵 A_0 。由 A_0 可以看出，在运输效率影响因素中，人的因素明显强于设备因素，设备因素稍强与环境因素，人的因素绝对强于环境因素。这说明，在运输组织时，人的因素占主导地位，而设备和环境因素容易被忽略。

然后用同样的方法，针对 3 个一级指标建立评价矩阵 A_1, A_2, A_3 ，针对 11 个二级指标建立评价矩阵 $A_{11}, A_{12}, A_{13}, A_{21}, A_{22}, A_{23}, A_{31}, A_{32}, A_{33}, A_{34}, A_{35}$ 。

(2) 求出 A_0, A_1, A_2, A_3 及 $A_{11}, A_{12}, A_{13}, A_{21}, A_{22}, A_{23}, A_{31}, A_{32}, A_{33}, A_{34}, A_{35}$ 的特征向量和最大特征值。

首先，运用列向量的归一化处理公式将一致阵 A 转化为矩阵 B ，归一化处理公式如下：

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{k=1}^n a_{kj}}$$

其次，根据公式 $W_{Ai} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n b_{ij}$ ，求出一致阵

A 的特征向量 W_A ，即 A 的每个相应元素对目标 M 的重要性或权重。

然后，由公式 $\lambda W = AW$ 得出最大特征值 λ_{max} 。

最后，根据一致性指标 $CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$ ，求出一致性比率 $CR = \frac{CI}{RI}$ ，对一致阵 A 作一致性检验。若 $CI < 0.01$ ，则一致阵 A 具有满意的一致性；若 $CI > 0.01$ ，要对一致阵 A 进行调整。根据 Stanty 的计算对应不同的 n 值， RI 值分别如表 3 所示：

表 3 RI 值与 n 值的对应关系

n	12	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
RI 值	0.0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.58	1.61

在通过一致性检验的基础上建立每个二级指标对目标层 M 的综合权重 W 。

按照上述步骤，依次可以得出归一化处理后的特征向量 W_{A0} ：

$$W_{A0} = (0.797 \quad 0.114 \quad 0.089)$$

然后，类似求出 W_{A1}, W_{A2}, W_{A3} 及 $W_{A11}, W_{A12}, W_{A13}, W_{A21}, W_{A22}, W_{A23}, W_{A31}, W_{A32}, W_{A33}, W_{A34}, W_{A35}$ 。

以上 15 个特征向量中的数字，分别反映出了一级指标中的因素在目标层、二级指标中的因素在相应一级指标中、三级指标中因素在相应二级指标中的重要性。根据数据分析得知，一级指标中的人的因素在目标层中的占据较为重要的地位。二级指标中的运输组织安排不合理、运输组织安排无序、运输组织安排不及时在一级指标人的因素中的重要程度依次递减；行车设备安撤检测作业不规范、行车设备无保障、行车设备检修不及时在一级指标设备因素中的地位依次降低；施工期间车流计划及接发车安排不合理、施工计划落空或更改、站场有障碍物干扰行车在一级指标环境因素中的重要程度依次减弱。特别强调的是这些数据只是反映了所列举指标间的相对重要性，而非绝对重要性。例如在 W_{A1} 中，运输组织安排不合理为 0.652，而运输组织安排无序和运输组织安排不及时分别为 0.217 和 0.130，数字并不是说运输组织安排不合理比后两者绝对重

要的程度，只是为了更好的进行量化分析而得出的相对重要程度。

然后，对一致性矩阵 A_0, A_1, A_2, A_3 及 $A_{11}, A_{12}, A_{13}, A_{21}, A_{22}, A_{23}, A_{31}, A_{32}, A_{33}, A_{34}, A_{35}$ 进行一致性检验，经检验，15 个一致性矩阵的 CR 值都小于 0.01，一致性矩阵 A_0, A_1, A_2, A_3 及 $A_{11}, A_{12}, A_{13}, A_{21}, A_{22}, A_{23}, A_{31}, A_{32}, A_{33}, A_{34}, A_{35}$ 都通过了一致性检验。这说明赋予一级指标、二级指标和三级指标的权重数值没有冲突或冲突极小以至可以忽略不计。

通过对特征向量 W_{A1}, W_{A2}, W_{A3} 及 $W_{A11}, W_{A12}, W_{A13}, W_{A21}, W_{A22}, W_{A23}, W_{A31}, W_{A32}, W_{A33}, W_{A34}, W_{A35}$ 中权重的综合分析和计算，得出 34 个三级指标相对目标层 M 的权重：

$$W=(0.015 \quad 0.016 \quad 0.021 \quad 0.019 \quad 0.014 \\ 0.031 \quad 0.057 \quad 0.058 \quad 0.049 \quad 0.047 \quad 0.046 \quad 0.049 \\ 0.048 \quad 0.047 \quad 0.037 \quad 0.031 \quad 0.037 \quad 0.015 \quad 0.027 \\ 0.019 \quad 0.018 \quad 0.035 \quad 0.044 \quad 0.014 \quad 0.015 \\ 0.038 \quad 0.025 \quad 0.028 \quad 0.017 \quad 0.020 \quad 0.021 \\ 0.011 \quad 0.019 \quad 0.012)$$

W 中的数据反映了每个指标在目标层中的重要性，依次来调节每个指标对总体评价结果的影响程度。调车机牵车时机不合理、调车机推车时机不合理和调车机转线不合理在编组站运输效率影响因素评价中占据较为重要的地位，影响程度较大。

4 制定影响编组站运输效率的对策

(1) 减少调车作业对接发车干扰^[9]。一是提前确定接车股道，对闭塞办理、信号开放、车机联控等接车准备时间严格把控，确保尾部车辆要越过警冲标，把接车对调车的影响控制到最小。二是严格把握调车机牵车时机和转线时分，严格把控调度指挥系统中调车指令集，对不合理的指令提前进行修改优化，确保转线进路与接发车进路不冲突。三是严格把控调车机推峰时机，确保推峰作业不影响邻线接发车，及时腾出空闲股道，为接车提供线路安排。四是提前做好发车准备，严格把控发车用时，确保机车挂车开车用时在标准用时范围内，在规定时间内出清股道。具体实施需要由调度楼车站总值班员指挥车场值班员办理，在值班站长的领导下，与车站调度员核对作业计划，同时与机车司机、调车长、连接员等其他工种做好作业配合。所需资源为 CIPS 计

算机联锁操作系统、列控电话、平调管理台、机控器、手持机等信息设备。预期效果：接发车效率得以大幅度提高，调车作业对接发车影响降低。

(2) 缩短技检作业用时。一是从车号核对上下功夫。车号员要及时将列车编组计划表进行现车核对，确保车号核对校准无误，为调度计划编制打好基础。二是严格货检作业标准，确保货物装载安全、车辆车门正常关闭、作业记录仪摄录完整，特别是对危险货物、重点车的检查要严格把关。三是列检作业要严格卡控作业用时，发现车辆故障及时报修扣车处理，作业完毕及时在系统勾画标记。具体实施需要车号员、货运检查员、列车检查员各司其职，分工明确地在规定时间完成整个作业流程。所需资源为 CIPS 计算机联锁操作系统。预期效果：编组站技检作业用时得以大幅压缩，为行车办理打下良好基础，畅通编组站车流集散。

(3) 做好列尾安撤及检测。一是列车终到时，撤除列尾后，严格执行列尾销号制度，严格执行列尾检测程序，发现故障后及时送列尾维修点进行维修。二是在终到列尾进行检测完毕确保可正常使用后，按照列尾建联作业程序执行，用建联仪或系统查询确保建联成功，机车查询到列尾风压（600KPa）正常后进行发车。三是确保列尾维修点列尾维保质量，减少因防脱链损坏、电池锁故障、天线接触不良等列尾故障对发车的影响。具体实施需要列尾作业人员、列尾维修工在作业岗位上严格把关，做到列尾“管、用、修”一体化管理，发挥好设备检修作用。所需资源为列尾主机及附属设备、列尾建联设备等。预期效果：提升列尾安撤效率，提高列尾检测质量，列尾设备得到很好的运用，服务好行车组织^[10-11]。

(4) 合理安排枢纽装卸车。一是加强装卸工外包人员人力资源管理，确保枢纽中间站装卸力量充足，督促枢纽中间站各专用线装卸车进度，缩短中停时，减少大点车数量。二是压缩枢纽各中间站保有量，加强到发车运输组织，合理安排枢纽小运转列车开行和空车外排，缓解车站接发车压力。三是从枢纽一盘棋的角度，合理组织货流分流，可对集中到达货流进行就近分流，缓解装卸压力。具体实施需要货运装卸工在确保劳动安全的前提下，提升装卸质量、效率，中间站车站值班员、编组站值班站长做好与货运调度员协调联系，共保枢纽装卸车计

划兑现。所需资源为 CIPS 计算机联锁系统、装卸车计划表。预期效果：枢纽装卸车计划得以良好兑现，中间站取送车、终到始发车组织效率得以提高，进而为编组站运输组织畅通打下良好基础。

(5) 减少施工对行车的干扰。一是做好施工期间车流计划安排，充分发挥上下行系统接车互补优势，用好交换场和灯泡连接线，将施工对接车影响降到最低。二是严格执行施工计划，坚决禁止超范围施工和无计划施工，防止施工计划落空，做好施工期间安全预想，避免事故带来的行车影响。三是做好施工应急预案及卡控措施执行。为避免劳动人身安全事故发生，要做好工、电、供施工“三会”，即施工协调会、准备会、总结会，对安全风险进行研判，制定应急预案。具体实施需要编组站车站总值班员认真核对施工计划，做好与施工单位的协调联系，同时做好施工期间行车组织。所需资源为 CIPS 计算机联锁系统、施工管理系统。预期效果：施工计划得以如期开展，行车安全得以保证，施工对行车干扰降低。

(6) 加强行车设备维保。一是对确保车站行车设备质量良好，能正常使用。车站主要的行车设备，例如 CIPS、TDCS、CTC、列车无线调度通信电话、调车管理台、机控器、手持机等要有质量保证，当这些设备发生故障时，要有备用设备应急使用。二是要对车务自管设备，如减速顶、列尾、平调手持机等设备进行日常维护，有计划的将这些设备进行分类维修维护，防止因小失大，耽误行车。三是加强与设备管理单位联系，建立设备维修台账，落实责任人整改销号，做好维修保养记录。具体实施需要行车主设备主管单位电务通信部门与行车主设备使用车务车站部门做好配合联系，车站自管设备做好内部日常巡检维修。所需资源为行车主设备及车站自管设备。预期效果：行车设备得以良好维护使用，确保编组站行车组织畅通高效，同时行车安全得以保证。

5 结束语

通过大量的搜集编组站运输效率影响因素有关资料，并进行现场实证分析，利用科学的分析方法，得出影响运输效率的关键因素，为提升编组站运输效率提供了决策参考。由于对编组站运输效率影响因素的调查掌握具有一定局限性，有些技术指标不成熟或者还没投入运用，导致对涵盖的影响因素可

能总结的不全，致使评价指标体系模型和理想模型有差距。目前，从人、设备、环境因素来分析运输效率，用层次分析法来分析三级指标权重，是运输效率分析的一种科学方法，对提升运输效率、加强运输组织管理具有一定的借鉴价值。今后，强化编组站运输效率影响指标分析，增加三级指标个数，比如信息化 5G 技术、定位导航技术等指标，为更加科学的分析编组站运输效率提供强有力的支撑条件和依据。特别是在当前国家“公转铁”背景和国铁企业要向现代物流企业转型升级背景下，研究作为“后厂”的编组站运输效率影响因素和关键技术越发显得紧迫和重要。

参考文献

- [1] 陈鹏.提高铁路编组站作业效率的问题探讨[J].科学技术创新,2020,(22): 172-173.Chen Peng. Discussion on improving operational efficiency of railway marshalling station [J] . Scientific and technological innovation, 2020, (22) : 172-173.
- [2] 刘立存.江村站运输组织优化对策探讨[J]铁道货运 .2019,37(07):26-30. Liu Licun. Discussion on optimization of Transport Organization in Jiangcun Railway Station[J]. Railway freight.2019,37(07) : 26-30.
- [3] 娄正良. 编组站作业优化研究[J].中国铁路,2020,(09): 62-68.Lou Zhengliang. Optimization of marshalling station operation [J] . China railway, 2020, (09) : 62-68.
- [4] 陈宝运.湖东编组站运输能力优化研究[D].北京:中国铁道科学研究院,2020.
- [5] 徐永梅,余淮,王晶.编组站综合自动化系统大数据平台构建及应用探究[J]. 铁道运输与经济.2020.42(12):49-53. Xu Yongmei, Yu Huai, Wong Jing. Construction and application of big data platform in marshalling yard integrated automation system [J] . Railway Transportation and economy. 2020.42(12) : 49-53
- [6] 吴锋,赵军,符佳芯,等.基于 AHP 的合资铁路运营管理模式选择研究[J].交通运输工程与信息学报,2020,18(04): 153-165. Wu Feng, Zhao Jun, Fu Jiixin, etc. . Research on mode selection of joint venture railway operation management based on AHP. Journal of Transportation Engineering and information, 2020,18(04) : 153-165.

- [7] 薛锋,范千里,胡萍,等. 基于遗传层次分析法的高速铁路运营统计指标筛选[J].交通运输工程与信息学报,2021,19(01): 168-176. Xue Feng, Fan Qianli, Hu Ping, etc. . Selection of statistical indexes for high-speed railway operation based on genetic analytic hierarchy process[J]. Journal of Transport Engineering and information, 2021,19(01): 168-176.
- [8] 樊校.铁路运输网络的区域经济适应性评价方法研究[D].成都:西南交通大学,2018.
- [9] 台德清. 浅谈事故树在铁路调车脱轨事故分析中的应用[J].铁道运输与经济,2021,43(3):117-121.
- [10] 台德清. 铁路列尾调配和管理的影响因素及对策分析[J].综合运输,2023,45(1):103-107.
- [11] 台德清. 铁路货运站站机一体化模式下列尾运用效率提升研究[J].铁道货运,2024,42(5):63-68.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

