文章编号：2097-5899(2025)11-0046-06　　**中图分类号**：U292　　**文献标识码**：A
DOI：10.16669/j.cnki.issn.2097-5899.202508150003
引用格式：游艳雯，王道奇，郑平标，等. 技术站服务中间站质量评价指标及方法研究[J]. 铁路物流，2025，43(11)：46-51.
YOU Yanwen，WANG Daoqi，ZHENG Pingbiao，et al. Quality Evaluation Indicators and Methods for Technical Stations Serving Intermediate Stations[J]. Railway Logistics，2025，43(11)：46-51.

技术站服务中间站质量评价指标及方法研究

游艳雯[1]，王道奇[2]，郑平标[1]，秦　胜[1]

(1. 中国铁道科学研究院集团有限公司 运输及经济研究所，北京　100081；2. 中国国家铁路集团有限公司 运输部，北京　100844)

摘　要：近年来国铁集团大力推进技术站服务中间站工作，有效降低了中间站调车作业风险，提高了枢纽车流组织效率。由于不同技术站场站布局、设施设备配置、车流结构特征等差异较大，影响技术站服务中间站质量的因素众多，构建科学、合理的评价体系十分重要。以保障中间站调车安全、提高中间站调车效率、压缩枢纽调车作业成本、助力中间站扩大服务范围为导向，从规模、效率、经济性3个关键要素出发，构建技术站服务中间站质量评价指标体系。针对指标特征，规模评价因具有多投入、多产出系统特性，采用数据包络分析法；而效率和经济性评价指标内部存在显著相关性，采用主成分分析法；最后运用层次分析法对技术站服务中间站质量进行综合评价。

关键词：铁路运输；技术站；中间站；调车作业；评价指标；评价方法

0　引言

2022年，为充分发挥技术站功能作用，中国国家铁路集团有限公司(以下简称“国铁集团”)着力推进“技术站服务中间站”运输组织模式，鼓励技术站在能力允许的条件下，按专用线、货物线、品类、收货人等，为中间站编开高质量摘挂列车和小运转列车。由于各技术站在场站布局、到发车流结构、设施设备配置及运输组织管理水平等方面存在较大差异，影响因素众多且关系复杂，技术站服务中间站模式下为相关工种带来的作业量、作业难度也各不相同，因而科学、合理、客观地评价技术站服务中间站质量尤为重要。

自2022年4月1日起，国铁集团将全路主要技术站服务中间站编开高质量列车工作纳入《铁路运输组织考核办法》运输工作质量差异化考核中。考核范围为44个全路主要编组站、区段站。考核方法是对高质量摘挂列车和小运转列车中高质量车辆按10元/辆标准进行奖励。该考核方法以“编开高质量车辆数”为核心指标，直观反映各技术站在服务中间站方面的工作成效，便于管理者快速掌握运营情况。然而，单一指标难以全面覆盖技术站服务中间站的主要影响因素，在提供改进建议方面存在一定的局限性。因此，综合考虑技术站服务中间站对运输效率、效益、能力与安全等方面的影响，构建技术站服务中间站质量评价指标与方法，实现技术站服务中间站质量的科学评判，为提升枢纽车流组织效率提供决策依据。

1　技术站服务中间站的核心目标

技术站服务中间站的核心目标，在于充分发挥技术站功能作用，最大限度减少中间站调车作业量，从源头管控中间站调车安全风险，并全面提升运输综合效益，具体体现在以下4个方面。

(1) 保障中间站调车安全。中间站受站场条件、设施设备等因素限制，调车作业存在固有安全风险。通过将调车作业向技术站集中，可大幅减少枢纽内中间站调车作业量，有效规避相关安全隐患，从根本上

收稿日期：2025-08-15
基金项目：中国铁道科学研究院集团有限公司科研项目(2023YJ275)

提升中间站安全保障水平[1]。

（2）提高中间站调车效率。技术站承担枢纽内中间站主要调车作业，车组到达中间站后可以直接进行取送调车作业，缩短货车在中间站入线前停留时间，加快车流在枢纽运输周转效率[2]。同时，减少接发列车与调车作业的干扰，避免到发线使用进路频繁交叉、影响接发列车作业能力等情况，进而提升枢纽点线能力。

（3）压缩枢纽调车作业成本。技术站服务中间站模式从控制成本的角度，由技术站一次性满足中间站货场或专用线成组取送的需求，减少了车流到达中间站再次利用调车机或本务机车重复进行调倒作业的工作[3]，有效降低枢纽内调车作业成本。

（4）助力中间站扩大服务范围。随着运输需求的不断增长和多样化，中间站面临着越来越大的挑战。技术站服务中间站模式下枢纽内运输资源得到整合，技术站能够为中间站扩大服务范围、吸引更多客户、提升服务质量提供有效的支持和补充。

2　技术站服务中间站质量评价指标和评价方法

技术站服务中间站质量评价的主要目标是全面、客观地评估技术站服务中间站工作开展过程中，在保障安全、提高效率、节约成本、提升能力等方面的实际成效，发现运输组织过程中存在的问题，并提出针对性的改进建议。基于此，评价体系应重点围绕服务的覆盖范围、运输组织提升水平以及综合价值创造3个维度构建，相应划分为规模评价、效率评价、经济性评价3个方面。

2.1　技术站服务中间站规模评价

技术站服务中间站规模，指技术站在完成疏解路网中转车流服务并存在能力富余的情况下，可将其富余能力用于对中间站提供服务的深度和广度，即能够为多少个中间站提供服务以及服务的精细化程度。

（1）规模指标说明。选取技术站富余能力、编开高质量列车辆数和列数、服务货运站数量及组号数量等指标，评价技术站服务中间站的规模。其中，技术站富余能力由峰尾编组能力、有调中转车流大小、有调中转车平均停留时间3个指标反映，分别对应处理能力、作业量和作业效率；服务成效则通过编开高质量列车辆数和列数、服务货运站数量及组号数量体现，共同表征技术站服务中间站的广度与深度。

①技术站峰尾编组能力。技术站能力包括通过能力(咽喉、到发线)和改编能力(驼峰解体、峰尾编组)。由于到发场技术作业的对象为车辆或列车，驼峰解体耗时主要取决于车列长度以及推峰速度标准的设定，组号数量和结构影响甚小。技术站服务中间站会增加组号数量，对技术站调车线运用影响显著，因而选取技术站峰尾编组能力指标来衡量技术站能力。

②有调中转车流大小。进入枢纽的车流，分为中转车流和到发车流，中转车流又分为无调中转车流和有调中转车流。有调中转车流大小体现了技术站在路网中的地位和繁忙程度，直接影响技术站能力占用情况，进而决定技术站还富余多少能力来服务到发车流。故以评价周期内技术站有调中转车流大小来衡量技术站能力利用情况。

③有调中转车平均停留时间。有调中转车平均停留时间反映货车一次有调中转作业的平均停留时间，是衡量技术站作业效率和综合质量的关键指标。

④编开高质量列车列数和辆数。高质量列车指在既有编组计划规定的按到站和站顺编组规则之外，进一步按专用线、货物线、品类、收货人等为中间站集结编开的摘挂、小运转列车[4]。编开高质量列车列数和辆数指标指评价周期内技术站编开高质量列车的列数和列车中高质量车辆数，该指标体现技术站利用富余能力服务中间站的工作成效。

⑤服务货运站数量及组号数量。服务货运站数量指标指评价周期内技术站编开的高质量车辆的到站数量，反映了该技术站服务的覆盖范围和可达性。服务货运站组号数量指标指评价周期内技术站编开的高质量列车中车组的数量。服务货运站数量及组号数量越多，表示该技术站的精细化服务能够覆盖更广的区域路网，能够为更多的货运站提供高质量服务。

（2）规模评价方法。技术站服务中间站规模评价是一个有投入、有产出的过程，适合采用数据包络分析法(DEA)进行相对有效性评价[5]。该方法既可以以自身为参照系进行历史分析，也可以以同类为参照系进行横向比较。

考虑到技术站服务中间站是在其完成核心任务后利用富余能力进行的，其目标是在现有基础设施和设备条件下最大化服务产出，因而采用基于产出导向的C^2R模型更为合理。输入指标为技术站峰尾编组能力、有调中转车流大小、有调中转车平均停留时间；输出指标为编开高质量列车辆数和列数、服务货运站数量及组号数量。此外，由于输入指标为越小越好的指标，输出指标为越大越好的指标，故须对有调中转车流大

小指标利用倒数法作逆向化处理。

2.2　技术站服务中间站效率评价

技术站服务中间站效率评价主要体现在2个方面，一是有效减少枢纽内中间站调车作业量，缩短货车在中间站入线前停留时间，加快车流在枢纽运输周转效率；二是通过减少接发列车与调车作业的干扰，提升枢纽点线能力。

（1）效率指标说明。选取中间站调车作业钩数、中间站入线前停留时间、车流在枢纽内总停留时间、技术站改编能力利用率、枢纽点线能力协调度等指标，评价技术站服务中间站的效率。

①中间站调车作业钩数。中间站调车作业钩数是衡量中间站调车作业效率的重要指标，指统计周期内中间站所完成的调车作业钩数。过去，技术站在选编摘挂列车时多采用“到站成组”或“站顺成组”方式，导致不同装卸作业地点的车组在中间站混杂的现象，取送前需进行大量倒钩调车作业以理顺车流。经测算，中间站调车工作量中有60%是取送前的倒钩调车作业所产生的。技术站服务中间站模式下，技术站深入考虑车流到达中间站后的接续作业要求，实现车流在技术站与中间站间的有序衔接。

②中间站入线前停留时间。货物作业停留时间是指货车在站线、段管线、区间、专用线等进行货物装卸作业，从到达车站时起至作业完毕后离开车站时止在站停留的全部时间[6]，车站货物作业车的货物作业过程如图1所示，按作业过程和性质可分为3个部分：入线前停留时间、站线和专用线等装卸地点作业停留时间、出线后停留时间。技术站服务中间站模式下，技术站编组的高质量列车到达中间站后，可以直接进行取送调车作业，无需重复进行倒顺调车作业，从而缩短了被服务的中间站货车入线前停留时间。

③车流在枢纽内总停留时间。车流在枢纽内总停留时间[7]指车流开始进入枢纽(即到达技术站)时起，至车流在枢纽内消失(即到达中间站装卸地点)时止所需时间，此处车流仅指枢纽内到发车流，与中转车流无关。技术站服务中间站模式下，中间站把作业难度大、安全系数低的倒钩调车作业向技术站转移，尽管在一定程度上可能会增加货车在技术站的中转作业停留时间，但相比中间站，技术站能够更高效地处理该部分倒钩调车作业，整体来看，车流在枢纽内总停留时间将大大缩短。

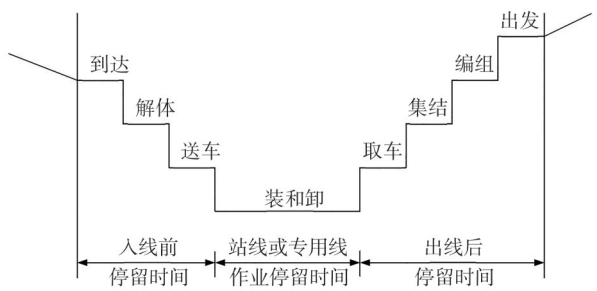


图1　车站货物作业车的货物作业过程

Fig.1　Cargo operation process of freight cars at a station

④技术站改编能力利用率。技术站服务中间站模式下，技术站服务中间站组号数量增加，对技术站调车线运用影响显著，因而重点关注技术站改编能力利用率情况。技术站改编能力利用率越高，说明技术站的资源(设备、设施、人员)的利用程度越高。

⑤枢纽点线能力协调度。枢纽点线能力协调度主要是枢纽内部各系统能力的相互适应程度[8-9]。技术站服务中间站模式优化了中间站作业组织，有助于提升枢纽线路区间与中间站通过能力间协调度、中间站车场和货场间协调度。其中，枢纽线路区间与中间站通过能力间协调度计算公式可表示为

$$\rho_{\text{货}}^{\text{线}}=\frac{\min\left[z_{\text{干线}}(t_i),\ z_{\text{通}}(t_i)\right]}{\max\left[z_{\text{干线}}(t_i),\ z_{\text{通}}(t_i)\right]} \tag{1}$$

式中：$\rho_{\text{货}}^{\text{线}}$为枢纽线路区间与中间站通过能力间协调度；$z_{\text{通}}(t_i)$为时间$t_i$内中间站系统内的车流量状态；$z_{\text{干线}}(t_i)$为枢纽线路区间系统内的车流量状态。

同理，中间站车场和货场间协调度计算公式可表示为

$$\rho_{\text{货}}^{\text{货}}=\frac{\min\left[z_{\text{场}}(t_i),\ z_{\text{货}}(t_i)\right]}{\max\left[z_{\text{场}}(t_i),\ z_{\text{货}}(t_i)\right]} \tag{2}$$

式中：$\rho_{\text{货}}^{\text{货}}$为中间站车场和货场间协调度；$z_{\text{货}}(t_i)$为时间$t_i$内中间站车场内的车流量状态；$z_{\text{场}}(t_i)$为中间站货场内的车流量状态。

（2）效率评价方法。技术站服务中间站效率评价指标之间存在较大的相关性，通过加权方法得到的效率评价结果，会造成信息的大量重叠，覆盖技术站服务中间站效率的真正特征和内在规律。主成分分析法通过降维，将信息重叠的多个指标转换为几个不相关的综合指标，通过抓住主要矛盾，解释事物之间的规律。

因此，技术站服务中间站效率评价采用主成分分析法，首先从效率评价指标中提取方差解释比例大于85%的主成分，其次计算各技术站的主成分得分和综合得分，通过得分结果评价技术站服务中间站效率情况。

2.3　技术站服务中间站经济性评价

技术站服务中间站经济性评价主要体现在“降本增量保安全”，一是通过从源头上降低安全风险，减少了因事故导致的直接经济损失，如赔偿、设备修复费等，以及运营中断、品牌形象受损导致的潜在经济损失等；二是通过减少重复作业，有效降低枢纽内调车作业成本；三是提高枢纽内调车作业效率，有效释放路网运输效能以提升中间站装卸量，为铁路带来更多收入。

（1）经济性指标说明。选取减少枢纽内中间站调车作业钩数、减少枢纽内中间站穿正调车钩数、减少枢纽内调机/机班数量、节省调车作业成本、中间站装卸车数等指标，评价技术站服务中间站的经济性。

①减少枢纽内中间站调车作业钩数。减少枢纽内中间站调车作业钩数指标，指统计周期内技术站编组的高质量列车到达中间站后，可以直接进行取送调车作业，无需再进行倒顺调车作业，所减少的中间站调车作业钩数。假设，技术站i编组有发往A，B，C这3个中间站的列车，A站共有3条专用线，未细化前的列车编组内容为：A专1/2-A专2/2-A专1/1-A专3/4-A专2/3-B/12-C/26，列车在到达中间站A后，中间站需对到达车组进行倒钩作业，而技术站服务中间站模式下该列车的编组内容为：A专1/3-A专2/5-A专3/4-B/12-C/26，可以减少在中间站调车作业钩数7钩。

②减少枢纽内中间站穿正调车钩数。由于部分中间站未设牵出线，调车作业时大多占用及穿越正线，因而调车作业通常只能利用列车间隙时间进行，时间紧、作业量大、分布广泛，对接发列车安全造成直接影响。随着列车密度的不断增大，穿越正线调车对接发列车的干扰增加，十分影响行车安全。因而，减少枢纽内中间站调车作业钩数，尤其是中间站穿正调车作业钩数，对整体调车安全保障系数提升都是有利的。

③减少枢纽内调机/机班数量。枢纽内调机配置台数、机班设置数量[10]，直接关系到枢纽内调车作业成本。技术站为中间站提供优质服务的同时，相关调车设施设备可以被更加充分地利用，提高了设备的利用率；由于技术站承担了更多的调车作业任务，中间站的调车作业量显著减少，所需调机和机班的数量也相应减少。这种服务模式不仅实现了调车资源的整合和优化配置，还实现了区域合作共赢。

④节省调车作业成本。据统计，技术站中转车调车作业成本平均为25.1元/车，中间站货物作业车调车作业成本平均为0.77元/t[11]，可见，技术站服务中间站模式在降低成本方面效果明显。

⑤中间站装卸车数。随着技术站服务中间站工作的不断推进，技术站作为铁路枢纽的重要节点，其统筹作用和运输效率的重要性越发凸显，可以有效释放铁路网运输效能以提升中间站装卸量，对于完成日益增长的运输生产任务具有重要作用。

（2）经济性评价方法。技术站服务中间站经济性评价同样使用主成分分析法，首先从经济性评价指标中提取方差解释比例大于85%的主成分，其次计算各技术站的主成分得分和综合得分，通过得分结果评价技术站服务中间站经济性情况。

3　技术站服务中间站质量综合评价

技术站服务中间站质量评价指标体系如图2所示。

技术站服务中间站质量评价分为2个步骤，首先分

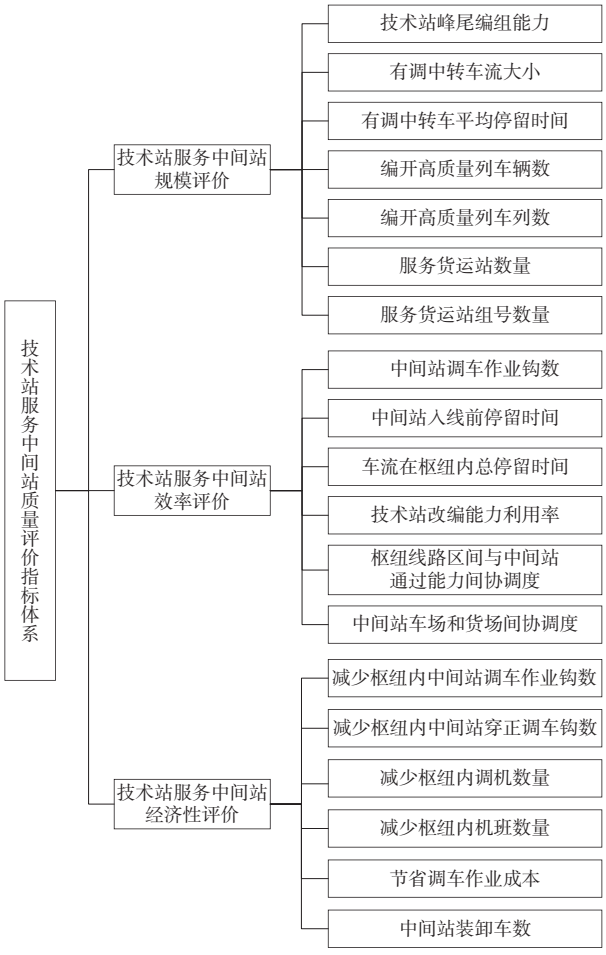


图2　技术站服务中间站质量评价指标体系

Fig.2　Quality evaluation index system for technical stations serving intermediate stations

别对技术站服务中间站规模、效率、经济性进行评价，其次对技术站服务中间站质量进行综合评价。

（1）技术站服务中间站规模评价。记输入指标为$\{X_{t1},X_{t2},\cdots,X_{tn}\}$，输出指标为$\{X_{l1},X_{l2},\cdots,X_{ln}\}$，采用基于产出导向的$C^2R$模型，计算出每个技术站相对有效性，记为$\alpha$。

（2）技术站服务中间站效率评价。记效率评价指标为$\{Y_1,Y_2,\cdots,Y_n\}$。首先，提取主成分$\{P_1,P_2,\cdots,P_{n'}\}$，其中$n'<n$；其次，计算各主成分得分$\{F_{11},F_{12},\cdots,F_{1n'}\}$和综合得分$F_1$。其中$F_1$由$n'$个主成分加权得出，权重为各主成分方差解释与所有主成分方差解释的比例。

（3）技术站服务中间站经济性评价。记经济性评价指标为$\{Z_1,Z_2,\cdots,Z_m\}$。首先，提取主成分$\{P_1,P_2,\cdots,P_{m'}\}$，其中$m'<m$；其次，计算各主成分得分$\{F_{21},F_{22},\cdots,F_{2m'}\}$和综合得分$F_2$。

（4）技术站服务中间站质量综合评价。使用层次分析法得出3个因子规模X、效率Y、经济性Z的权重分别为W_1，W_2，W_3，各技术站综合评价为E，使用E值的大小对技术站进行综合评价。

$$E=W_1\times\alpha+W_2\times F_1+W_3\times F_2 \tag{3}$$

技术站服务中间站质量评价宜采用横向评价与纵向评价相结合的方法。横向评价时，可基于日均办理车数、有调车数、无调比重、中转车平均停留时间等指标对技术站进行聚类分析，选取与评价对象同类型的技术站进行对比分析，找出评价对象与同级别的技术站在服务中间站方面的差距与相对优势。纵向评价则通过分析评价对象连续评价时期的相关数据，考察同一对象在不同时间点的表现，揭示技术站服务中间站质量的动态演进。由于技术站服务中间站考核还在探索推进中，相关指标的全面获取面临现实挑战，研究旨在构建一套方法论框架，为未来的实践应用提供理论依据。

4　结束语

通过构建一套涵盖规模、效率与经济性的技术站服务中间站质量评价体系，为科学衡量技术站服务中间站质量的综合水平提供了有效的分析工具。该评价体系不仅能够客观反映技术站在服务中间站过程中的资源配置、作业组织优化以及成本控制等方面的实际成效，还可为技术站优化作业流程、调整资源投入提供理论依据和实践指导。通过横向评价与纵向评价相结合的方法，有助于管理者精准把握技术站服务质量的动态演进，识别不同技术站之间的差距与优势，明确改进方向。未来，随着评价体系的持续完善与应用，将有力推动技术站服务中间站运输组织模式的不断优化，促进技术站与中间站的协同发展，从而全面提升铁路枢纽整体运作效率，为铁路构建现代化物流体系奠定坚实基础。

参考文献：

[1] 杨济隆. 关于深化技术站服务中间站工作的探索[J]. 铁道运营技术，2023，29(2)：13-15.
YANG Jilong. Exploration on Deepening the Work of Technical Stations Serving Intermediate Stations[J]. Railway Operation Technology，2023，29(2)：13-15.

[2] 吴　杰. 基于服务组号的技术站调车组织优化研究[D]. 北京：中国铁道科学研究院，2021.

[3] 郭垂江. 提高铁路中间站调车作业效率的对策[J]. 铁道运输与经济，2012，34(7)：30-33.

[4] 王道奇，祖鑫雨，赵　军，等. 开行技术站服务中间站列车对运输组织效率影响研究[J]. 铁道运输与经济，2025，47(2)：119-130.
WANG Daoqi，ZU Xinyu，ZHAO Jun，et al. Influence of Operating Trains Making Technical Stations Service Intermediate Stations on Transportation Organization Efficiency[J]. Railway Transport and Economy，2025，47(2)：119-130.

[5] 高宇虹. 我国编组站评价指标体系构建研究[D]. 北京：北京交通大学，2012.

[6] 吴志伟. 基于重要性评估的铁路货车终到站停留时间压缩策略研究[J]. 铁道货运，2024，42(9)：56-64，72.
WU Zhiwei. Dwell Time Compression Strategy for Railway Freight Vehicles at Terminal Stations Based on Importance Assessment[J]. Railway Freight Transport，2024，42(9)：56-64，72.

[7] 林柏梁. 铁路车流理论[M]. 北京：中国铁道出版社，2022.

[8] 李光晔，何世伟，迟居尚，等. 考虑线路能力协调利用的车流径路与配空组织优化模型[J]. 铁道科学与工程学报，2024，21(5)：1783-1792.
LI Guangye，HE Shiwei，CHI Jushang，et al. Optimization Model on Loaded & Empty Car Flow Routing Considering Coordinated Utilization of Railway Capabilities[J]. Journal of Railway Science and Engineering，2024，21(5)：1783-1792.

[9] 边利平. 国家能源集团铁路网扩能改造方案与车流径路联合优化模型[J]. 铁道运输与经济，2022，44(S1)：148-156.
BIAN Liping. Joint Optimization Model for Network Capacity Expansion Revamping Scheme and Car Flow Routing of China Energy[J]. Railway Transport and Economy，2022，44(S1)：148-156.

[10] 党湉湉，宋　瑞，迟居尚. 铁路枢纽区域调机集中调度模式研究[J]. 综合运输，2024，46(7)：82-88，124.
DANG Tiantian，SONG Rui，CHI Jushang. Research on the Centralized

Dispatching Mode of Regional Shunting Locomotive in the Railway Terminal[J]. China Transportation Review，2024，46(7)：82-88，124.
[11] 唐天祥，林　涛，莫文莉. 基于作业成本法的铁路货运标准成本探讨[J]. 铁道货运，2020，38(6)：42-47.
TANG Tianxiang，LIN Tao，MO Wenli. A Study on the Approach to Reduce the Railway Freight Standard Cost Based on Activity-Based Costing[J]. Railway Freight Transport，2020，38(6)：42-47.

（责任编辑：魏　然）

Quality Evaluation Indicators and Methods for Technical Stations Serving Intermediate Stations

YOU Yanwen[1]，WANG Daoqi[2]，ZHENG Pingbiao[1]，QIN Sheng[1]

(1. Transportation & Economics Research Institute，China Academy of Railway Sciences Corporation Limited，Beijing 100081，China；
2. Transportation Department，China State Railway Group Co.，Ltd.，Beijing 100844，China)

Abstract: In recent years, China State Railway Group has vigorously promoted the initiative of technical stations serving intermediate stations, effectively reducing shunting risks at intermediate stations and enhancing the efficiency of traffic organization within railway hubs. Given the significant variations in yard layout, facility configuration, and traffic flow patterns among different technical stations, the quality of their service to intermediate stations is influenced by numerous factors. Therefore, it is particularly important to establish a scientific and reasonable evaluation system. Guided by the objectives of ensuring shunting safety at intermediate stations, improving shunting efficiency at intermediate stations, reducing the cost of hub shunting operations, and assisting intermediate stations in expanding their service scope, this paper constructed a quality evaluation index system based on three key elements: scale, efficiency, and economy. Based on the characteristics of indicators, appropriate analytical methods were selected. Due to the multi-input and multi-output system characteristics of scale evaluation, data envelopment analysis was used for evaluation. As there is a significant correlation between efficiency and economic evaluation indicators internally, principal component analysis was used for evaluation. On this basis, the analytic hierarchy process was used to comprehensively evaluate the quality of the service provided by technical stations to intermediate stations.

Keywords: Railway Transportation; Technical Station; Intermediate Station; Shunting Operation; Evaluation Indicator; Evaluation Method