

城市轨道交通企业效能提升策略及应用

黄天印¹ 徐文洁¹ 郭 鹏² 司春宁³ 姜 蔓³

(1. 上海申通地铁集团有限公司, 201103, 上海; 2. 上海申通轨道交通研究咨询有限公司, 200070, 上海;

3. 上海电科智能系统股份有限公司, 200063, 上海//第一作者, 高级工程师)

摘 要 为了满足城市轨道交通行业的高速发展和城市轨道交通企业数字化转型的迫切需求, 弥补现有轨道交通企业效能指标体系在评价方面的不足, 结合国内外城市轨道交通企业效能指标体系的建设现状及上海申通地铁集团有限公司运营的实际情况, 明确了城市轨道交通企业效能的内涵和范围, 构建了反映轨道交通企业效能的评估指标体系。研究了城市轨道交通企业效能指标的提升策略, 并以大数据技术为手段实现典型场景应用, 为城市轨道交通运营管理决策提供科学依据。

关键词 城市轨道交通; 企业效能; 提升策略

中图分类号 F530.7

DOI:10.16037/j.1007-869x.2023.02.002

Efficiency Optimization Strategy and Application for Urban Rail Transit Enterprises

HUANG Tianyin, XU Wenjie, GUO Peng, SI Chun-ning, JIANG Man

Abstract To meet the urgent needs of rapid industry development and enterprise digital transformation of urban rail transit, and to make up for the insufficiency in evaluation aspect of the existing enterprise efficiency index system, considering the current construction status of the index systems at home and abroad and the actual operation of Shanghai Shentong Metro Group, the connotation and scope of urban rail transit enterprise efficiency is defined, and evaluation index system that can reflect rail transit enterprise efficiency is constructed. The improvement strategy of urban rail transit enterprise efficiency index is studied, and application in typical scenarios is realized by big data technology, providing scientific basis for the decision-making of urban rail transit operation managers.

Key words urban rail transit; enterprise efficiency; improvement strategy

First-author's address Shanghai Shentong Metro Group Co., Ltd., 201103, Shanghai, China

和经营效益能级, 更好地满足人民日益增长的生活需要, 打造卓越的全球城市轨道交通企业, 国内城市轨道交通企业纷纷在上一轮转型发展成果的基础上, 积极实施新一轮的企业转型发展战略, 提出了从建设运营的高速增长向高质量发展转型、从单一的交通运输功能向综合服务的城市轨道交通网络转型、从运营地铁向经营地铁转型的重要举措。通过建立城市轨道交通企业效能评价指标体系, 采用科学有效的评价方法对企业生产经营活动进行评判, 有助于发现企业管理缺失, 分析管理举措不足, 进而完善企业管理制度, 转变管理模式, 提升管理水平, 优化服务质量, 最终实现企业核心竞争力的提升。

1 城市轨道交通效能指标体系的建设现状

为有效提高城市轨道交通企业的运营效率, 国内外城市轨道交通相关组织机构和地方企业建立了一系列反映城市轨道交通运营效率的指标体系和标准, 其内容覆盖客运、服务、安全、财务、能耗等城市轨道交通的重要环节。

1) GB/T 38374—2019《城市轨道交通运营指标体系》适用于城市轨道交通运营统计分析和对标管理。该指标体系主要涉及基础指标、客流指标、运行指标、安全指标、服务指标、能耗指标、财务指标等7类共131项指标。

2) T/CAMET 01002—2019《城市轨道交通效能评价指标体系》从城市轨道交通的发展程度、运营组织效率水平、安全可靠运营管理水平、经济投入产出合理程度及服务能力水平等5个方面、共26项指标对城市轨道交通系统的效能进行了综合评价。

3) 《CAMET 城市轨道交通运营指标体系(版本:2.0)》建立了城市轨道交通运营绩效评估体系。

为积极探索城市轨道交通超大规模网络建设运营管理规律, 提高建设运营质量、综合服务功能

该指标体系总计 174 个指标,其中,基础类指标 8 个、绩效类指标 166 个。

4)《关键绩效评价指标体系》建立了关键绩效评价指标体系。该指标体系总计 180 多项指标,其中 KPI(关键绩效指标)有 40 多个,涵盖财务、效率、可靠性、安全性等方面。

通过对国内外城市轨道交通企业效能评价指标体系的研究发现,目前国内外现有指标体系大多是反映城市轨道交通运营效率的指标体系,仅反映城市轨道交通的发展程度、运营组织效率水平、安全可靠运营管理水平,缺少全方位反映城市轨道交通企业自身提升效率、减少成本的效能评价方法和评价体系。

现有城市轨道交通企业效能评价指标体系的内容较为全面,并从客流、运行、服务及安全等方面对企业效能指标进行了划分,但对轨道交通设施设备维护保养和企业管理等方面的评价有所缺失。

因此,需要构建一个针对城市轨道交通企业效能的更为全面、合理的指标体系,为城市轨道交通企业提供一个科学、有效的效能评价标准,实现企业精细化管理,从而优化服务效果、提升经济效益、提高业务效率。

2 城市轨道交通企业效能指标体系研究

2.1 城市轨道交通企业效能的定义

企业效能通常用来衡量一个企业将时间、成本和资源(材料、劳动力和资本)转化为生产收入的能力。

城市轨道交通具有公益性本质,不以营利为最终目的,以提高公共交通效率、提升乘客出行服务为目的。因此,城市轨道交通企业作为轨道交通的运营主体,不仅追求一般企业的生产效率和经营成本,还以不断提高运营水平和服务质量、为乘客提供安全可靠的交通运输服务为宗旨^[1]。截至目前尚无明确的城市轨道交通企业效能的定义。本文借鉴常规企业效能的定义,结合城市轨道交通行业的特点,将城市轨道交通企业效能定义为:城市轨道交通企业在运营服务和企业管理过程中,通过优化公共服务效果、提高企业经济效益、提升业务流程效率,最终实现企业更好地为乘客、公众和社会提供安全、可靠、高效的人性化服务效果的能力。

2.2 城市轨道交通企业效能指标体系的构建

城市轨道交通企业效能主要体现在经济效益、业务效率和服务效果 3 个维度。此外,企业发展能力、安全和环保亦是反映企业效能评价的重要方面。

城市轨道交通企业是以社会效益为主的公益性国企,具有以实现社会效益为第一准则、不以营利为唯一目标的特点^[2]。通过不断深挖企业潜能、提高公共服务能力,缓解城市高速发展带来的交通压力,确保城市交通稳定运行,成为轨道交通企业的责任和义务。

保护环境、节约资源是国家的基本国策。城市轨道交通企业作为国有企业,有责任在发展过程中建设绿色环保的轨道交通体系,走可持续发展之路,为环境保护作出贡献。

城市轨道交通企业本质上是服务类企业,其提供的服务是将乘客安全、准时地送达目的地,安全是服务的根本前提^[3]。一旦发生安全事故,会给乘客带来生命财产威胁,给社会造成不良影响,给企业形象造成严重损害。因此,在构建企业效能指标体系时,安全亦是需要考虑的一个方面。

因此,城市轨道交通企业效能指标体系不仅需包含反映企业财务经营状况的经济效益类指标、反映企业管理及营运效率的业务效率类指标、反映企业客户服务能力的服务效果类指标,还应包含反映企业成长性和未来发展潜力的发展能力类指标、反映企业安全生产能力的安全类指标及反映企业清洁生产体系建设能力的环境保护类指标。

另外,为适应超大规模网络建设运营管理需要,提高建设运营质量、综合服务功能和经营效益能级,实现精细化管理,城市轨道交通企业会根据业务内容进行各业务方向的管理^[4]。以上海轨道交通为例,其企业架构划分为运营服务、设施设备、建设投资、企业管理及资源开发等 5 大板块。其中,运营服务板块主要关注高效的运营服务能力,为乘客提供舒适便捷的客运体验;设施设备板块主要关注可靠的设备服务能力,提供稳定安全的设备运行;建设投资板块主要关注招投标、预算和概算的管控能力;企业管理板块主要关注企业经营成本及财务效益。因此,在构建企业效能指标体系时,需要综合考虑城市轨道交通企业的特性以及企业内部各业务方向的特点。

图 1 为城市轨道交通企业效能指标体系。

城市轨道交通企业能效指标体系												
服务	强度	运营时间服务率			效率	运行	客流密度		效率	成本	完全成本	
		高峰小时平均发车间隔					司机配备率				运营成本	
		全网高峰小时人均候车时间					车 km 利用率				维修成本	
		超载区间占比					运能利用率				管理成本	
		常态限流车站占比					列车上线率				单位长度造价	
		断面满载率					列车完好率				收入全成本比	
		车辆服务率					故障处置率			收入	车 km 收入	
		高峰小时站台单位面积服务人次					故障修复率				人 km 票款收入	
	可靠度	列车正点率			效率	采购	库存周转率		发展	网络运营里程增长率		
		列车运行图兑现率					采购降本率			客运量增长率		
		5 min 及以上延误率					物资采购周期缩短率			城市轨道交通客运分担率		
		满意度	清客频次			建设	进度控制		环保	车 km CO ₂ 排放量		
			设备服务可靠度				新线接收整改率			人 km CO ₂ 排放量		
	满意度		乘客满意度			人员	每 km 人员配比		安全	运营事故频率		
		百万乘客有效投诉率			全员生产率							
		有效乘客投诉回复率										

注:运营时间服务率为每日运营时间占 24 h 的百分比。

图 1 城市轨道交通企业效能指标体系

Fig. 1 Efficiency index system of urban rail transit enterprises

3 城市轨道交通企业效能提升策略及应用

3.1 企业效能提升策略

当前,数字化转型浪潮方兴未艾,以大数据、云计算为代表的新一代数字技术高速发展。城市轨道交通涉及工程建设、运营服务、维修保障、资产经营、企业管理等多项业务^[5],蕴含丰富的数据资源。应用新型技术,深入探索城市轨道交通数据背后的规律,深化数字技术在水城市轨道交通生产、运营、管理等环节的应用,是实现企业、效率、动力等变革的重要途径,对提升城市轨道交通企业的服务质量和管埋效率,充分激发企业的活力,推动企业高质量发展具有十分重要的现实意义^[6]。

城市轨道交通企业效能指标体系建立的目的是帮助城市轨道交通企业优化公共服务效果、提高企业经济效益、提升业务流程效率,因此,城市轨道交通企业应着重将此应用于智慧运营、智慧维保、物资管理、节能环保等方面,实现对城市轨道交通企业效能提升的决策支撑。

3.1.1 智慧运营

在运营方面,通过智能化技术分析乘客进站量、换乘量、客运量、周转量等指标数据的分布规律,为列车开行方案的优化提供基础支撑。通过对交路类型、线路高峰小时最小发车间隔、编组形式、线路实际开行列次等指标进行调整,可以制定更加

优化的列车运行图,实现企业效能的提升^[7]。

在客流密度较高的早、晚高峰,通过大数据分析,科学匹配客流强度与列车开行方案,增加小交路列车的开行对数,提高列车运行图兑现率、列车旅行速度及车辆上线率,从而降低列车高峰小时最大拥挤度、列车空载率,实现提高服务效果的目标;在客流密度较低的客流非高峰时段,通过降低列车开行频率、延长列车发车间隔等措施实现提高企业收益的目的^[8]。通过两个目标的平衡优化,在满足城市交通正常运营的条件下,实现提升运输组织的运行效率、提高运输企业效益和服务水平的目的。

3.1.2 智慧维保

设施设备的维护维修策略、日常检修生产组织、故障诊断效率直接关系到城市轨道交通的运营安全和服务效能水平^[9]。通过智慧维保对城市轨道交通设施设备的运行状态数据、维护数据进行处理和分析,结合故障诊断模型和趋势预测算法,有效提高设施设备的可靠性,减少运营事故/事件的发生和影响,实现企业效能的提升。

智慧维保利用数据分析处理海量异构数据,以提升数据分析的智能化程度。通过研究其故障关联度,充分利用日检、均衡修中的各类信息及时感知设备状态变化,以进行故障趋势预测和隐患排查,从而减少维保设施设备一类、二类故障数,提高车辆、通号、供电、工务及运营等专业的设备运行可

靠度。运用采集数据进行综合分析以及精确故障诊断与定位,提高设备故障的检测效率和故障处置速度,减少设备故障停用数,降低列车退出正线运行故障率,解决设施设备复杂多样、特征不一引起的运维效率和准确度降低、行业经验无法固化积累等问题。依托基础数据进行聚类分析,为业务人员提供维修策略建议,形成更为合理的经验型计划修,实现精准维修,从而提高工时利用率,提升故障处置率和修复率,降低设备运维成本。因此,智能维保可以有效提升运维效率,达到提高设备服务质量、保证运营安全的目的。

3.1.3 物资管理

对城市轨道交通企业而言,各类物资备件是关系到地铁运营和安全的重要保障。为了满足城市轨道交通设施设备日常和紧急维护的需求,会耗费大量的人力、物力、财力在采购、物流、存储的各环节上^[10]。在物资管理方面,帮助企业制定合理的采购策略,实现供需平衡,保证企业资金的最大利用率,达到挖掘降本空间、提高企业效能的目的。

上海申通地铁集团有限公司物资采购流程是由各专业公司按年度、月度、紧急上报采购需求与计划,采购人员按照采购计划进行采购。在整个采购过程中,极易产生采购需求不清、采购成本较高、采购周期偏长、采购效率较低的问题。通过对物资消耗计划兑现率、库存周转率、库存总量及物资采购效率等指标分析后实现需求预测,解决需求与采购的平衡问题,以降低库存积压。通过对集中采购率、集中采购金额占比、采购降本率、物料复选率等指标的分析来降低采购成本,避免企业资金的巨大浪费和规避审计风险。通过对仓储周转时间、库房资产利用率、存货在库天数等指标的分析来提高企业仓储规划和管控的能力。

3.1.4 节能降耗

城市轨道交通是由电力驱动的交通形式,轨道交通网络规模的不断扩大为乘客提供了便利的出行条件,同时也带来了巨大的能源消耗。据统计,上海所有轨道交通线路的平均能耗为 22.5 亿 kWh/年,费用超 15 亿元,占城市轨道交通企业总运营成本的 20% ~ 30%^[11]。因此,通过降低能耗可以直接减少企业支出,以获得更高的经济效益,从而提升企业收益。

城市轨道交通能耗主要是由列车、通风空调系统、自动扶梯、动力照明等产生的能耗构成。上海

轨道交通的能耗占比中,列车牵引能耗约占总能耗的 60%,通风空调系统等其他设备能耗约占 40%。列车牵引能耗受线路物理条件、列车属性、客运量、列车发车间隔等指标的影响^[12],因此,可通过信息化技术优化行车组织、合理调整在车乘客分布和列车开行方案有效减少列车牵引能耗。车站通风空调系统能耗受室外环境温度、客流量、列车开行频率的影响,其中客流量是影响车站能耗的最主要因素。通过对客流量进行预测,实现能量供给与需求的平衡匹配,达到降低通风空调系统能耗的目的。

3.2 大数据技术在城市轨道交通企业效能提升中的应用

基于城市轨道交通企业效能提升的策略,依靠大数据技术,通过深度挖掘轨道交通企业背后的数据规律,优化工作流程和工作方法,可以实现企业效能的显著提升。

以上海申通地铁集团有限公司物资采购和设施设备运维为例,该公司通过对物资供应全过程管理,实现物资库存指标的定额分析与评价;通过分析各专业分公司库存管理的现状和历史库存数据,建立库存分析模型,制定地铁维保类物资库存指标体系,并对地铁维保类物资库存现状进行分析与评价;通过大数据技术实现对物资需求计划各节点的管控、物资需求计划指标及供应商履约评价数据等的分析,以达到提高采购效率、降低采购成本、加速库存周转率、提升物资管控能力的目的。

通过大数据技术的应用,上海申通地铁集团有限公司在物资采购(见图 2)方面取得了一定的成效:增强了企业风险防范能力,实现了企业招投标业务的管理精细化、数据结构化及流程电子化;提高了物资采购效率,采购周期从原先的 90 d 提高至 75 d,提升了企业物资采购管控能力;加速了库存周转率,降低了库存水平,企业库存金额从原先 1.28 元/(车·km)下降至 1.24 元/(车·km)。可见,物资供应全过程管理策略提升了物资管控能力,经济效益得到了提高。

上海申通地铁集团有限公司通过大数据和智能技术在运维环节(见图 3)的应用,对设施设备运维数据进行有效分析、处理及挖掘,围绕设施设备运维全过程质量控制开展全面数字化、互联化及智能化,实现关键系统和设备故障自诊断、远程集中检测、专家系统综合决策及故障预测健康管理等功能,以提高运维效率和服务水平,从而降低劳动强

度、技能要求和运维成本。

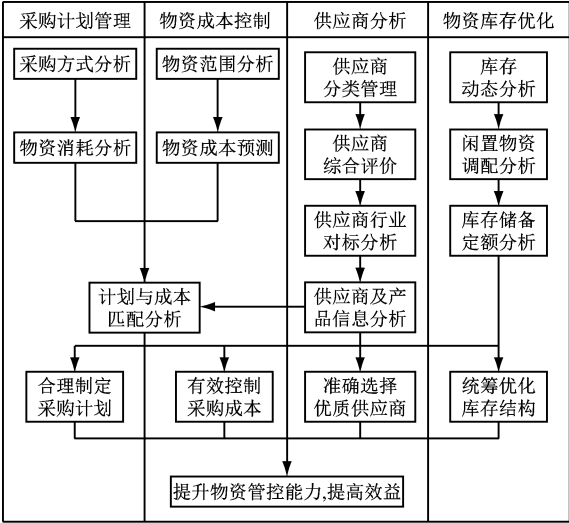


图2 城市轨道交通企业效能提升应用矩阵(物资采购)

Fig.2 Efficiency improvement and application matrix for urban rail transit enterprises (material procurement)

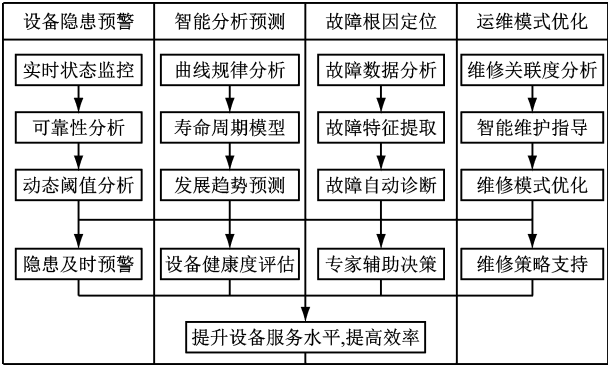


图3 城市轨道交通企业效能提升应用矩阵(智能运维)

Fig.3 Efficiency improvement and application matrix for urban rail transit enterprises (intelligent operation and maintenance)

从车辆专业应用的成果来看,智能运维系统的建设,一方面提高了整个轨道交通车辆设备的可用性和可靠性;相较2016年,2020年列车平均下线故障间隔距离由原先的15万km提升至18万km,列车正点率由99.89%上升至99.99%,列车运行图兑现率从99.89%上升至99.99%,列车运行可靠度总体提升377%。另一方面,提升了城市轨道交通线网的整体服务水平:线网5 min及以上延误事件数量从最高2016年的52次下降到2022年的13次,降幅达75%;线网15 min及以上延误事件数量总体降幅达50%,线网清客数量下降19.5%,线网救援数量下降60%,线网清客频次从 0.025×10^{-3} 件/

(万车·km)下降至 0.008×10^{-3} 件/(万车·km)。智能运维策略提升了城市轨道交通设备实施的服务水平,提高了运维效率。

4 结语

本文构建了适合上海申通地铁集团有限公司未来发展的企业效能指标体系,内容覆盖企业管理、建设投资、运营管理、设施设备等主要业务板块。依托此指标体系,选择提升价值明显、效益需求明确的企业效能提升点,研究企业效能提升的方向和策略,并聚焦物资采购和智慧维保两个具体场景,利用大数据技术进行了应用探索,取得了不错的提升效果,对今后城市轨道交通企业效能评价和提升策略的研究起到了一定的指导作用。

参考文献

[1] 赵文翰,蒲琪,樊茜琪,等.城市轨道交通运营管理评价指标体系研究[J].城市轨道交通研究,2018,21(3):52.
ZHAO Wenhan, PU Qi, FAN Xiqi, et al. On the evaluation index system of urban rail transit operation management[J]. Urban Mass Transit, 2018, 21(3): 52.

[2] 谭文婷.基于利益相关者视角的我国公益性国有企业道德评价指标体系构建研究[D].南昌:江西师范大学,2018.
TAN Wenting. Research on the construction of moral evaluation index system of public welfare state owned enterprises in China based on stakeholder theory[D]. Nanchang: Jiangxi Normal University, 2018.

[3] 徐浩.城市轨道交通运营关键绩效指标体系研究[J].上海铁道科技,2015(3):83.
XU Hao. Research on key performance index system of urban rail transit operation[J]. Shanghai Railway Science & Technology, 2015(3): 83.

[4] 任红波.城市轨道交通运营绩效考核指标体系探讨[J].城市轨道交通研究,2013,16(12):21.
REN Hongbo. On the appraisal index system for urban rail transit operational performance[J]. Urban Mass Transit, 2013, 16(12): 21.

[5] 顾伟华,黄天印,郭鹏,等.城市轨道交通大数据体系建设的思考[J].城市轨道交通研究,2018,21(9):1.
GU Weihua, HUANG Tianyin, GUO Peng, et al. Considerations on the construction of big data system in urban rail transit[J]. Urban Mass Transit, 2018, 21(9): 1.

[6] 周路霞.一体化运营管理模式下的城市轨道交通企业经营绩效评价[D].成都:西南交通大学,2007.
ZHOU Luxia. Performance evaluation of urban rail transit business based on integrated operation mode[D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2007.

(下转第15页)