

换算工作量在城市轨道交通全自动运行模式下 生产人员定员优化中的应用

章昱旻

(上海申通轨道交通研究咨询有限公司, 200070, 上海//工程师)

摘 要 换算工作量是优化城市轨道交通运营企业 FAM (全自动运行模式) 生产人员定员优化的重要工具。结合南宁轨道交通 5 号线项目经验, 研究如何应用换算工作量来提高传统岗位工作量核定的精准性。通过建立复合型新岗位探索工作量计算体系, 精细化衡量岗位工作负荷、优化定员标准, 实现生产人员精干、高效、满负荷, 以适应城市轨道交通运营企业 FAM 下提效降本、持续发展的要求。

关键词 城市轨道交通; 全自动运行模式; 生产人员定员; 换算工作量

中图分类号 F530.7

DOI:10.16037/j.1007-869x.2023.02.030

Application of Converted Workload in Production Personnel Allocation Improvement under Urban Rail Transit FAO Mode

ZHANG Yumin

Abstract Converted workload is an important tool for urban rail transit operation enterprises to optimize production personnel allocation under FAO (fully automatic operation) mode. By referring to Nanning Rail Transit Line 5 project experience, the application of converted workload to enhance workload estimation accuracy of conventional job posts is studied. By establishing workload calculation system for new inter-disciplinary job posts, refined workload estimation of each post and optimization of personnel allocation standard are carried out, achieving the goal of fewer people, higher efficiency, and full engagement, thus adapting to the urban rail transit operation enterprises' requirements of efficiency improvement, cost reduction, sustainable development under FAO mode.

Key words urban rail transit; FAO mode; allocation of production personnel; converted workload

Author's address Shanghai Shentong Rail Transit Research & Consultancy Co., Ltd., 200070, Shanghai, China

城市轨道交通 FAM(全自动运行模式)下, 劳动生产率、降本增效成为了各运营企业的研究重

点。为了有效提高劳动效率、降低运营成本, 换算工作量成为目前优化城市轨道交通运营企业生产人员定员优化的重要工具。本文结合南宁轨道交通 5 号(以下简为“5 号线”)项目经验, 采用换算工作量, 对城市轨道交通 FAM 下生产人员定员优化展开研究。

1 城市轨道交通运营企业 FAM 下生产人员定员工作量的确定

企业的定员, 是指根据企业既定的产品方向和生产规模, 在一定时期内和一定的技术、组织条件下, 规定企业应配备的各类人员的数量标准。从公司战略发展和经营目标出发进行定员研究和优化, 能够有效提高效率、降低成本、促进劳动潜力的挖掘。

城市轨道交通运营企业生产的特点, 一是产品消费过程就是产品的生产过程; 二是运输生产能力一般以年为单位, 运输设施设备维修生产力一般亦以年度综合劳动消耗量表示。

目前, 一般企业生产人员的定员方法主要有效率定员法、岗位定员法和比例定员法。效率定员法是根据生产任务和员工的劳动效率及出勤等因素来计算定员人数的一种方法; 岗位定员法是根据岗位数量和岗位工作量计算定员人数的一种方法; 比例定员法是按照企业员工总数或某一类员工数量的占比来确定人员数量的一种方法。

城市轨道交通 FAM 下生产人员的定员研究, 既包括传统的轨道交通生产类岗位, 也包括因运营、维保模式变化出现的复合型新岗位, 其定员标准的确定与优化都需要根据各类人员的特性运用上述方法对相关岗位人员进行编制。如, 生产人员中设备设施维保类人员可采用效率定员法, 客运组织类人员大部分可采用岗位定员法和比例定员法,

非生产人员可采用岗位定员法和比例定员法;类似地,在新增的复合型岗位中,维保类多职能人员可采用效率定员法,客运组织类多职能人员大部分可采用岗位定员法和比例定员法。

在上述方法中,工作量的确定与衡量都是定员标准确定和优化的关键要素。员工的工作内容各有不同,对于工作量可量化的岗位,设备设施维保类人员主要运用效率定员法,因其生产特点是设备多、工作对象杂、修程修制各有千秋;设备维护的完好率以年度进行综合考核,其综合工作量的确定对于定员优化尤为重要。为将众多的工作对象归纳为主要代表性工作量,如何精确选定换算工作量统计项,并将不同作业项目通过技术处理化为可比较的标准统计项,成为城市轨道交通运营企业生产人员定员工作中值得研究的问题。同时,针对近年来FAO模式下新增的复合型岗位,探索建立维保类复合型岗位的工作量统计体系,进而相应优化定员标准,以提高企业劳动生产率,印证FAM在人力资源配置上的优势。

2 换算工作量方法概述

为解决同一生产组(岗位)承担不同线路、多种设备、多种作业的劳动效率评价工作,引入工作量换算的研究方法。该方法以某指定作业项的劳动效率评价作为基准工作量项目和单位,通过对不同设备作业项的年度综合劳动消耗量比较取得换算标准工作量,即将不同的作业换算成一个可比工作量进行效率评价的研究方法。

采用换算工作量方法对某类人员进行定员计算时,其步骤如下:

1) 确定其基准工作量项目和单位。在分析该类人员工作内容、劳动组织、设备数量和工作量的基础上,提出该类人员的定员方式,确定其关键的、主要的、大宗的、有代表性的作业项,将其作为换算标准工作量的基准工作量项目和单位,并将其他不同设备作业的综合劳动消耗量以换算的方式予以精细化研究和评价。如,上海轨道交通车辆日检修作业对象包括3、4、6、7、8辆不同编组列车,可以考虑将配置6辆编组列车为基准工作量项目,其他通过换算取得换算工作量。

2) 根据不同人员的工种特点和劳动定员方式,在众多项目中确定需纳入换算工作量统计的作业项目。例如,工务线路维修作业对象有正线、车辆

段和停车场(以下简为“段场”)、道岔、曲线等,可以考虑将该类生产的线路、道岔维修纳入主要换算项目;而对于其他工作量不大、年度作业频次不高、劳动消耗量不大,且与主要纳入项目存在一定关联的项目,可暂不考虑,以减少换算项目数量。

3) 根据选定的工作量统计项目与基准工作量项目的劳动消耗量之比确定换算系数。换算系数的确定,有作业对象相同、工作量不同的同单位换算,也有作业性质相同、作业内容有差异的不同单位换算,需根据具体情况具体分析,通过与基准工作量项目的劳动消耗量作对应比较得到换算系数,实现定员计算需达到的精准程度,详见式(1):

$$\varepsilon_i = T/T_0 \quad (1)$$

式中:

ε_i ——某作业项目的换算系数;

T ——某作业项目年度综合劳动消耗量;

T_0 ——基准项目年度综合劳动消耗量。

若某项换算作业的单位与基准工作量项目单位一致,如以车辆系统中6辆编组和3辆编组的车辆日常检修作业为例,其工作量均以辆为单位,作业对象相同,每项作业量耗时不同,可确定其中一项为基准工作量单位,将另一项的平均每辆消耗工时与其进行比较,直接进行工作量换算系数的确定。

若某项换算作业的单位与基准工作量单位不一致,如信号系统中道岔、信号机、应答器、电源屏等各类设备作业项目的性质相似,但内容存在一定差异,可确定其中一项为基准工作量年度综合劳动消耗量的单位,其他项目则根据同口径作业的劳动消耗量进行综合考量,以确定工作量换算系数。

工作量不大的非主要作业项目,可以暂时适当忽略,亦可以先考虑将其纳入主要作业项目一并综合考虑。例如,可将车辆系统中的部件修作业并入架大修作业项目,不另作统计。工作量换算体系运用初期资料不全,可先简约处理,暂不纳入统计,待后续工作量增大、技术资料齐全时可再做细化研究。

通过上述步骤,最终合理确定工作量的换算关系,形成工作量换算系数表,通过建立换算工作量体系计算总工作量 σ (见式(2)),为城市轨道交通运营企业生产人员的定员工作提供劳动效率评价依据,进而分析、评价及优化定员标准水平,精简人员配置。

$$\sigma = \sum_{i=0}^n (\varepsilon_i A_i) \quad (2)$$

式中：

- σ ——总工作量；
- ε_i ——某作业项目的换算系数；
- A_i ——某作业项目的工作量。

3 换算工作量的应用

在城市轨道交通 FAM 下生产人员的定员工作中,换算工作量对维保类等各大专业定员标准的确定和优化都有重要的运用价值。

对于传统的维保类岗位,换算工作量在传统模式与 FAM 下均可广泛应用。以工务系统的线路维修人员定员为例,线路维修人员,指从事城市轨道交通线路日常巡检、养护、养护机具维修、探伤、大型线路机械作业等生产人员和工程技术人员。综合考虑其作业内容与特性,可选择以正线整体道床维修作业作为基准工作量项目和单位,其计量单位为正线 km 数。以此为基准工作量项目和单位,选定其他工作量统计项目,包括同计量单位的段场整体道床维修作业、正线碎石道床维修作业、段场碎石道床维修作业,以及不同计量单位的无砟单开道岔、有砟单开道岔、无砟交叉渡线、有砟交叉渡线,研究确定各项目的 ε_i ,可形成 FAO(全自动运行)线路工作量 ε_i ,如表 1 所示。

表 1 FAO 线路工作量 ε_i 表
Tab.1 FAO line workload ε_i

项目	ε_i
整体道床正线延展 km 数	1
整体道床段场延展 km 数	T_1/T_0
碎石道床正线延展 km 数	T_2/T_0
碎石道床段场延展 km 数	T_3/T_0
无砟单开道岔组数	T_4/T_0
有砟单开道岔组数	T_5/T_0
无砟交叉渡线组数	T_6/T_0
有砟交叉渡线组数	T_7/T_0

注:线路工作量各项目换算后均以正线 km 数计量。

据此,计算得出线路维修人员的 σ ,再以此作为定员优化时的工作量核定值。当人员工作效率不变时,即可通过更精准的总工作量,计算得出更为精准的定员人数需求,实现人员配置精干、高效、满负荷。

类似地,车辆系统(日检修、均衡修、架修、大修)、供电系统(降压、牵引、混合变电所等)、接触网

系统(刚性、柔性)、通信系统(车站、变电所、段场、控制中心)等的生产作业也可通过工作量换算,即精细化衡量该岗位的工作量,进而优化定员标准、精简人员配置。

上述对传统维保类岗位进行工作量换算的方法,在宁波、大连、常州等城市的传统轨道交通线路咨询项目中均已广泛运用并得以验证,有效提升了劳动效率,优化了定员标准,为其规模由单线向多线、多线向网络化的阶段性发展提供支撑;同时,将此方法应用于南宁、芜湖等城市 FAO 线路的传统维保类岗位,通过科学确定各岗位的工作量,进而提出人员配置标准。

在 5 号线供电专业的接触网岗位定员研究中,基于原有每 km 定员标准,确立了刚性接触网工作量为柔性接触网(基准项目)0.7 倍工作量的换算系数体系。考虑到 5 号线全部为地下线,均采用刚性接触网,对其工作量进行了精细化核定,定员人数减少了 30%。

针对新增的复合型维保类岗位,其定员方法尚处于探索阶段,因未有生产数据积累,可先按工作量换算的理念辅以经验估工法予以衡量。

以车辆系统的停车场多职能人员为例,新增的停车场多职能人员,是指负责轨道车司机、调试司机、调车司机,场内岔区扳道及洗车作业监护等工作的人员。采用换算工作量的理念,综合考虑该岗位人员的作业内容与特性,可选择轨道车司机的相关工作作为基准项目,再选定其他工作量统计项目包括调试司机、调车司机的相关工作,以经验估工法确定其换算系数。对于工作量不大且非主要作业项目的场内岔区扳道及洗车作业监护等工作,目前运用初期资料不全,可先作简约处理,暂不纳入统计。据此,建立了停车场多职能人员的工作量统计体系,通过各项合计得出车场多职能人员的总工作量,按照一定的人员工作效率,就南宁轨道交通定员人数提出了每场段 10 人的建议。

在 5 号线生产人员定员研究中,对 FAM 进行了岗位复合,通过换算工作量等方法科学优化了定员标准并分阶段进行设计,由运营初期全线配备人员跟车巡视阶段的 60 人/km,至运营中期客流高峰时段跟车巡视的 50 人/km,直至运营远期 UTO(无人值守的全自动运行)模式下的 44 人/km,较初期定员人数下降了 25%,充分体现了 FAM 在人力资源配置上的优势。究其原因主要为岗位复合对人

员空间和时间分配的优化整合,多职能队伍人员综合素质提升所带动的标准水平提高,FAO 新技术和新模式下列车司机工作量的减轻。

对于复合了传统线路司机和车辆日检(正线)岗位来承担 FAM 下乘务、列车巡检和区间巡视的正线多职能岗位,在初期、中期、远期 3 个阶段,随着全线跟车、高峰时段、UTO 模式对乘务项目工作量变化的影响,该项目在正线多职能岗位的工作量换算系数由 5.0 降至 2.5 直至 0,对应的定员人数也由 5.3 人/km 降至 2.6 人/km 直至 0。可见,正线多职能岗位精简人数(5.3 人/km)占运营初期生产人员定员人数(60 人/km)的 9%,占有所有岗位精简人数(16 人/km)的 33%。采用换算工作量法对生产人员数量进行精简是 5 号线生产人员定员优化的主要组成部分。

FAM 下生产人员定员的研究,尤其是复合型岗位的定员确定与优化尚在探索之中。5 号线处于运营初期阶段,对 FAM 正在适应与调整中。随着行业的发展以及南宁基础数据的积累,可适时再次进行工作量换算,调整工作量统计项目、修正换算系数,更精细、精准地衡量岗位工作负荷,进而验证并优化原定员标准水平,进一步实现 FAM 下降本增效的目标。

随着城市轨道交通行业 FAM 的发展,换算工作量的探索与研究也取得了较大的提升空间。一是加强资料库的积累,并通过信息化手段将各城市轨道交通运营企业的数据进行归纳分析;二是对城市轨道交通企业生产人员定员进行深化研究,建立城市轨道交通行业的工作量换算体系,使换算项和换算系数更精准、更科学,便于各城市之间互相关

流、共同提升生产效率;三是从可持续发展的角度进行动态管理,城市轨道交通企业从单线、多线到网络化等不同发展阶段,逐步适应了 FAM 下新制式和技术引入、推广和全面运用,使定员标准的确定和优化更简便和科学。

4 结语

换算工作量研究方法是城市轨道交通运营企业生产人员定员标准确定和优化的有效工具,其城市轨道交通 FAM 下定员工作中的应用,目前属于初步探索阶段。如何适应 FAM 下维保、运营的新模式和新特性,针对新出现的多职能复合型岗位的特质,以 5 号线为切入点,结合其他城市经验,建立并完善换算工作量体系并优化定员标准,组建一支精干、高效、满负荷的高水平人员队伍,对企业降本增效有着极其重要的价值。随着城市轨道交通行业 FAM 的发展,应进一步完善和研究换算工作量的研究方法,并通过动态管理与标准进行调整,充分挖掘劳动潜力,以体现多职能岗位复合的特性和优势,形成 FAM 独有的定员标准体系,以适应企业可持续发展的需求。

参考文献

[1] 杨鸣. 城市轨道交通设计中工务维修定员及机具配备计算标准的探讨[J]. 铁道标准设计, 2007, 51(1): 29.
YANG Ming. Discussion on calculation standard of public maintenance personnel and equipment allocation in urban rail transit design[J]. Railway Standard Design, 2007, 51(1): 29.

(收稿日期:2022-10-24)

全球首列氢能源市域轨道交通列车亮相成都

2022 年 12 月 28 日,中车长春轨道客车股份有限公司联合成都轨道交通集团有限公司共同研制的全球首列氢能源市域轨道交通列车在成都下线。氢能源市域轨道交通列车采用 4 辆编组,最高时速 160 km,内置的“氢能动力”系统是可实现 600 km 超长续航的“动力源”。该氢能源市域轨道交通列车还集成了众多智能前沿技术,在智能控制方面,采用了最高等级的自动驾驶技术,赋予列车自动唤醒、自动起停、自动回库等智能行车功能;在智能监控方面,设置了多个智能检测系统、数千个智能传感器,可随时自体检、自感知;列车还首次采用了 5G 大容量车地通信技术,可进一步保障行车安全。

氢能源轨道交通是极具前景的氢燃料电池应用场景。2022 年以来,国内各地开始加快推进氢能源轨道交通相关项目,多家燃料电池企业开始深入挖掘氢能源轨道交通应用机会,相关产品已从研发阶段进入到试运行阶段。

(来源:央视网新闻)