

地铁应急演练最小动作单元分解快速评估法

迟胜超^{1,2} 刘国平² 吴德鑫² 张利坤² 沈 峥² 郭栩辰²

(1. 西南交通大学牵引动力国家重点实验室, 610031, 成都;

2. 青岛地铁集团有限公司运营分公司, 266031, 青岛//第一作者, 正高级工程师)

摘 要 地铁应急演练评估多采用人工评估方式,无法客观精准地评估应急演练效果。地铁应急演练最小动作单元分解快速评估法将各岗位应急演练作业流程细化分解为最小个体单元,对个体单元从操作流程、操作用时、操作质量及规章合理性等 4 个维度设定评估标准,根据预先设定的标准开展现场评估,自动生成准确的评估结果。地铁应急演练最小动作单元分解快速评估法采用信息化分析手段,大大提升了地铁应急演练评估效率和准确性,实现了精细化、科学化管理,实现了员工业务水平针对性的提升。基于该评估法开发的手机应用程序与电脑端数据分析平台已成功应用,验证了该评估法的实用性。

关键词 地铁; 应急演练评估; 最小动作单元

中图分类号 F530.7

DOI:10.16037/j.1007-869x.2022.04.009

Minimal Action Unit Decomposition Rapid Evaluation Method in Metro Emergency Response Drill

CHI Shengchao, LIU Guoping, WU Dexin, ZHANG Likun, SHEN Zheng, GUO Xuchen

Abstract Metro emergency response drill is mostly evaluated in person, making the evaluation result not objective and accurate enough. Metro emergency response drill minimum action unit decomposition rapid evaluation method deconstructs the emergency response workflow of each position to the minimum single unit. Evaluation standard is set from dimensions including operation process, operation time, operation quality and regulation reasonability. Based on the pre-set standard, on-site evaluation is carried out, and accurate evaluation result is generated automatically. This method adopts informatized analytical measures, increasing efficiency and accuracy of metro emergency response drill evaluation results enourmously, realizing intensive and scientific management, as well as staff performance improvement with precision. The mobile application and pc-end data analysis platform developed on the basis of this method are successfully implemented, verifying practicability of the method.

Key words metro; emergency response drill evaluation; minimal action unit

First-author's address State Key Laboratory of Traction Power, Southwest Jiaotong University, 610031, Chengdu, China

目前,地铁应急演练评估主要采用人工评估方式。由于人工评估方法的评估标准不统一,随意性较大,无法客观精准地评估应急演练效果,故需创新地铁应急演练评估方法。地铁应急演练最小动作单元分解快速评估法(以下简称“最小动作单元法”)将各岗位应急演练作业流程细化分解为最小个体单元,对个体单元从操作流程、操作用时及操作质量等维度设定作业评估标准,并根据预先设定的作业评估标准开展现场评估,进而自动生成准确的评估结果。最小动作单元法打破了常规思路,变人工评估为信息化分析,大大提升了地铁应急演练的评估能力。

1 评估维度及指标

结合地铁运营行车指标、乘客服务指标及设备设施可靠度等生产指标,地铁应急演练评估主要按作业流程、作业质量、作业用时及作业环节合理性等 4 个维度开展评估,进而实现全面评估员工整体业务水平的目的。

1.1 作业流程

在作业流程维度,根据行车规章要求,比照标准作业流程,评估员工是否按照规定的操作先后顺序正确处置,记录员工操作错误顺序事项,从而发现演练存在的问题。

1.2 作业质量

在评估作业流程的同时,评估员工操作动作的质量。针对联控用语是否清晰、确认设备状态是否全面等,将操作质量分为优、良、中、差 4 个等级,并

按等级评估演练作业质量。

1.3 作业用时

为确保列车运行准点率,将演练作业用时纳入评价指标。首先,测定每项作业用时,加权平均计算出标准作业用时;然后,根据现场用时情况比对每项作业用时及总体演练用时,评价处理故障效率。

1.4 作业环节的合理性

通过批量化评估,得出对某一项作业环节的大数据结论,进而验证作业流程是否合理,从而修正作业环节,进一步优化作业流程,达到高效处置故障的目的。

2 最小动作单元法

最小动作单元法将各岗位应急演练作业流程细化分解为最小个体单元,从操作流程、操作用时、操作质量、规章合理性等4个维度建立评价指标,测定或设定评价标准,在应急演练评价过程中比照评估标准开展现场评估,精确生成准确的评估结果^[1]。为更好诠释最小动作单元法,本文以地铁列车故障救援演练为例进行阐述。

列车故障救援演练涉及的评估岗位分别为行车调度人员、站务人员、电客车司机等。其中,电客车司机岗位的主要评估对象为故障列车司机和救援列车司机。各岗位职责不同,评估内容也不同。例如,在列车救援中,电客车系统设备将自动记录司机操作顺序和用时等信息,之后可通过对操作和用时标准信息的比对分析,得到评估结论。

2.1 建立操作流程及标准用时表

按照最小动作单元原则,将故障列车的司机标准操作流程分解为25步作业流程,并测定每步标准用时,如表1所示。

2.2 采集多项救援流程评估数据

应急演练时,评估人员针对9组故障车司机的应急演练作业,按照最小单元法进行评估,记录演练时间、操作顺序及操作质量。各组司机的应急演练操作顺序如表2所示。

2.3 数据的分析过程

2.3.1 整体分析

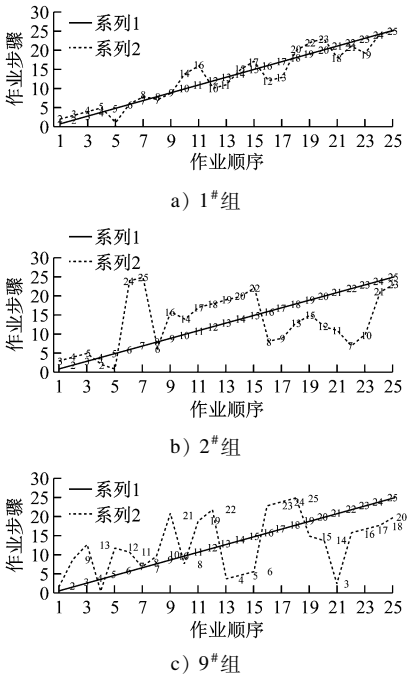
折线分析图显示每一数值所占百分比随时间或有序类别而变化的趋势^[2]。部分司机的作业流程折线及标准作业曲线如图1所示。从图1整体来看:各组作业流程曲线越趋于直线,则其操作标准度越高;反之,则作业标准较差。

表1 故障列车的司机标准作业步骤及标准用时

Tab.1 Standard operation procedure and standard time for driver of failure train

作业步骤	作业名称	标准用时/s	作业步骤	作业名称	标准用时/s
1	报行调、播临停	30	14	按警惕	60
2	先期处理	240	15	明确路径	120
3	准备救援,协助清客	120	16	确认进路	60
4	播清客	30	17	通知动车	60
5	打至救援组	20	18	对标停车(清客)	240
6	施加停放	20	19	施加停放	60
7	开远光	20	20	清客	120
8	切B05(保留连挂端)	240	21	关门	60
9	试拉	30	22	缓停放	60
10	切B05(连挂端)	60	23	确认进路	60
11	切除ATP(ATC)模式	90	24	指挥动车	60
12	缓解停放	20	25	回场	240
13	向前位	20			

注:ATP—列车自动保护;ATC—列车自动控制。



注:系列1为标准作业步骤、系列2为1#、2#、9#三组司机实际操作步骤;即系列1曲线为标准曲线,系列2为司机实际操作曲线。

图1 部分司机的作业流程折线及标准作业曲线

Fig.1 Line chart of operating procedure of some drivers and the standard operating curve

通过离散程度,可以得出:图1 b)2#组司机作业在第5步之前,动作顺序与标准很接近;在第5步到第15步、第15步到第25步之间,动作顺序与正确

步骤相差较大,分别出现了后位顺序前置及前位顺序后置。表明司机对作业步骤理解有误,产生了混淆。

表 2 各组司机的应急演练操作顺序

Tab.2 Emergency response drill operation sequence for driver of each group									
标准作业步骤	9 组司机的应急演练操作顺序								
	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#
1	2	3	5	4	3	5	8	3	2
2	3	4	6	3	2	9	19	9	9
3	4	5	7	2	5	13	10	10	13
4	5	2	4	5	6	1	3	1	1
5	1	1	3	11	10	12	15	15	12
6	6	24	9	23	11	11	18	18	11
7	8	25	10	22	13	7	14	14	7
8	7	6	24	10	12	10	17	17	10
9	9	16	15	9	15	2	16	16	21
10	14	14	1	7	17	8	11	11	8
11	16	17	14	8	18	19	12	12	19
12	10	18	17	14	19	22	13	2	22
13	11	19	23	16	22	3	1	7	4
14	15	20	11	17	24	16	2	4	5
15	17	22	12	20	25	18	11	21	6
16	12	8	16	24	16	23	7	8	23
17	13	9	8	6	4	25	9	13	24
18	20	13	20	21	1	4	21	19	25
19	22	15	22	25	14	20	23	20	15
20	23	12	25	13	20	14	14	5	14
21	18	11	13	12	21	6	22	23	3
22	21	7	21	18	23	24	23	22	16
23	19	10	18	19	7	17	24	24	17
24	24	21	19	15	8	15	25	25	18
25	25	23	2	1	9	21	20	6	20

2.3.2 作业流程对比

以表 2 中的作业顺序第 2 步为例,由表 2 可以看出,9 组司机中,仅有 5#组司机在应急演练第 2 步操作时正确选择了作业步骤 2,即只有 11.1%的司机选择正确,其余 88.9%的司机均选择错误。通过深入分析每个司机选择错误动作的理由,可进一步加强相关环节的培训及作业流程优化。

2.3.3 用时统计

将操作用时分为多个不同阶段或等级,也可根

据演练项目实际用时进行调整分级,从而以时间做为评定维度,更加准确地评定员工优、良、中、差的等级。

2.3.4 操作质量标准统计

对每一作业流程存在的问题进行分析,针对操作质量等方面,通过大数据分析,统计出相关作业类流程出现问题的频次,可进一步考虑优化改进,从而更加适合员工操作,完善作业流程。

2.4 应急演练评估结论的显示

基于最小动作单元法,目前已开发了手机 APP(应用程序)与 PC(个人电脑)端数据分析平台,用于应急演练评估。其现场评估结论可在手机端和 PC 端显示。

2.4.1 手机端的评估结论显示

手机端主要显示单次及单项评估情况,并形成简单的结论。

2.4.2 PC 端的评估结论显示

PC 端可对批量人次评估情况进行分析统计。例如,针对入职 1 年以下、1~3 年、3~5 年的员工对比评估情况,或详细体现某一作业流程不同类别人员的操作情况。其中:一般评估结果内容包括考评项目、考评内容、错误步骤、标准用时及平均用时等;考评类统计内容包括考评项目、考评日期、考评时间、考评结果(考评步骤、合格人数、不合格人数)等;考评排名统计内容包括考评日期、考评时间、考评人、考评分及考评内容。

3 最小动作单元法的优点

最小动作单元法能有效分解细化作业环节,明确优化最小单元作业标准,规范了员工操作要求,能为员工业务培训,尤其是新员工业务的掌握打下良好基础。通过与实际操作比对,更能准确反映员工薄弱项点,转变培训方法,有效提高整体业务水平。

该评估法累积使用后所产生的大量评估数据,又可作为管理层人员对关键业务点进行分析的依据,或形成直观分析图表,以便领导层进行决策,从而优化工作业务。

3.1 提高个体演练评估精细化水平

最小动作单元法改进了原人工评估法的弊端,完善了各项作业流程的要求和标准,能以客观事实为依据,真实有效地反映评估现状。最小动作单元法使每个动作单元的评估既相互独立,又能有机结

合。其为每个细节建立的评估标准,解决了演练评估粗放、细节评估无标准或标准不统一等问题,实现了评估结果的高度准确。

3.2 实现全方位分级评估

通过横向对比评估青岛地铁其他线路的司机及车队业务水平,从而测评出操作较好的车间、班组或个人;通过纵向对比员工在同一作业流程不同评估频次的操作水平,可了解员工每次评估情况的动态变化,准确掌握员工作业薄弱点,有针对性指导员工改进提升。

3.3 充分发挥应急演练作用

最小动作单元法通过细化、标准化应急演练评估的程序,抓评估细节,采用大数据来反馈作业存在的问题和风险点,解决了演练机会少、时间短带来的细节类风险点掌控不全面问题,能最大限度利用应急演练机会,充分发挥应急演练作用。

3.4 提高培训效能

最小动作单元法收集并分析应急演练评估数据,能精准反映每名人员在每项演练中每个项点的演练情况,可帮助筛选出各环节的薄弱人员,进而进行专项提升培训,全面优化培训的针对性,打破了培训一刀切的困境,大大提高了评估质量与效率。

3.5 进一步优化作业流程

通过最小动作单元法的数据分析,可筛选出存

在问题占比较高的最小动作单元,从技术角度深入研究作业程序优化的切入点。结合运作实际情况,从管理角度规范作业流程,解决演练评估反馈作业流程优化不系统、不明确的问题。

4 结语

通过最小动作单元法的应用,提高了应急演练的评估效果,实现了精细化、科学化管理,更加高效地实现了员工业务水平提升。目前,已基于最小动作单元法开发了手机 APP,其与 PC 端数据分析平台共同实现了应急演练评估功能。基于最小动作单元法的手机 APP 与 PC 端数据分析平台已成功应用于青岛地铁,并已申报国家专利。

参考文献

- [1] 姜传胜,邓云峰,贾海江,等.突发事件应急演练的理论思辨与实践[J].中国安全科学学报,2011(6):153.
JIANG Chuansheng, DENG Yunfeng, JIA Haijiang, et al. Theoretical thoughts on and practical exploration of emergency exercise [J]. China Safety Science Journal, 2011(6):153.
- [2] 陈露.基于 ANP-DEA 的城轨网络应急演练组合评价模型[J].中国安全生产科学技术,2014(1):59.
CHEN Lu. Combination evaluation model of emergency exercise in urban rail transit network based on ANP & DEA [J]. Journal of Safety Science and Technology, 2014(1):59.

(收稿日期:2020-04-20)

(上接第41页)

参考文献

- [1] 宁波市规划设计研究院.宁波市城市交通年度发展报告(2018)[R].宁波:宁波市自然资源和规划局,2019.
Ningbo Urban Planning and Design Institute. Ningbo Transport Annual (2018) [R]. Ningbo: Ningbo Bureau of Natural Resources and Planning, 2019.
- [2] 贺章珂.基于轨道交通车站的 TOD 社区土地利用强度研究[D].成都:西南交通大学,2015.
HE Zhangke. TOD community land use intensity research based on the rail transit station [D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2015.
- [3] 张宁,叶霞飞,刘剑锋.土地利用对轨道交通车站客流量的影响[J].城市交通,2010(3):23.
ZHANG Ning, YE Xiafei, LIU Jianfeng. The impact of land use on demand of urban rail transit [J]. Urban Transport of China, 2010(3):23.

- [4] 姚智胜,熊志华.北京城市轨道交通沿线土地利用发展规律研究[J].现代城市轨道交通,2015(4):57.
YAO Zhisheng, XIONG Zhihua. Study on development rule of land use along transit in Beijing [J]. Modern Urban Rail Transit, 2015(4):57.
- [5] 李培.城市轨道交通站点周边土地利用研究——以郑州轨道交通 1 号线为例[D].郑州:郑州大学,2016.
LI Pei. A study on land-use of urban metro-station areas — taking the Zhengzhou Metro Line 1 as an example [D]. Zhengzhou: Zhengzhou University, 2016.
- [6] 王一鸣. TOD 导向下城市轨道交通站点地区规划研究——以济南 R2 线腊山站为例[D].济南:山东建筑大学,2017.
WANG Yiming. The research on planning of urban mass transit station areas under the guidance of TOD — a case study of Lashan Station, Ji'nan Metro Line 2 [D]. Ji'nan: Shangdong Jianzhu University, 2017.

(收稿日期:2020-03-09)