

# 基于VTS测评的地铁司机职业能力影响研究

王诗迪, 杨聚芬, 刘志钢

上海工程技术大学城市轨道交通学院, 上海

收稿日期: 2023年9月28日; 录用日期: 2023年11月8日; 发布日期: 2023年11月15日

## 摘要

为了使地铁司机的综合能力与岗位需求能力更好地匹配, 制定培训选拔机制。考虑应急处置工作绩效的异质性将地铁司机按照不同人格进行分类; 结合司机应急处置作业任务分析, 构建职业能力指标体系, 并利用维也纳心理测试系统对某地铁公司51名地铁司机进行测评; 应用统计学方法, 确定职业能力的群体基准值和欠缺指标项, 探究不同人格地铁司机职业能力的分布规律和特征; 利用系统动力学对应急处置作业绩效进行灵敏度分析。对地铁司机能力评估、在岗选拔具有一定的参考价值。

## 关键词

城市轨道交通, 地铁司机, 异质性, 职业能力, 灵敏度分析

# A Study on the Impact of Subway Drivers' Occupational Competence Based on VTS Assessment

Shidi Wang, Jufen Yang, Zhigang Liu

College of Urban Rail Transportation, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Sep. 28<sup>th</sup>, 2023; accepted: Nov. 8<sup>th</sup>, 2023; published: Nov. 15<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

In order to better match the comprehensive ability of subway drivers with the job demand ability, the training selection mechanism is developed. Considering the heterogeneity of emergency response performance, we classify subway drivers according to different

personality temperaments; combine the analysis of drivers' emergency response operation tasks, construct the index system of occupational ability, and utilize the Vienna Psychological Test System to assess 51 subway drivers of a subway company; apply statistical methods to determine the group benchmark value and the lack of index items of occupational ability, and explore the distribution pattern and characteristics of occupational ability of subway drivers with different personality temperaments; utilize system dynamics to conduct sensitivity analysis on the performance of emergency response operation. It has certain reference value for subway drivers' ability assessment and on-the-job selection.

## Keywords

Urban Rail Transit, Subway Drivers, Heterogeneity, Occupational Competence, Sensitivity Analysis

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

## 1. 引言

人格特质是个体在不同时间和情境下表现出的稳定的心理特点，这些特点表现为相对一致的行为风格和倾向，这些特质通常会与个体在特定职业领域的表现和适应性之间存在着一定的联系。地铁是由人-机-环境构成的复杂社会技术系统，而在人机交互中，不可避免存在由人因失误而导致的事故。针对地铁司机而言，乘客的生命和安全依赖于司机的操作和决策，通过人格测试，有助于筛选出适合该职业的人格特质候选人；有助于减少潜在的人为因素对事故的影响；有助于提高培训效果和员工的职业发展。近年来，人们在国内外对人格特质这一方面S的研究进行了广泛探讨，地铁司机职业能力与人格存在显著相关性(张悠然, 孙龙, 2020)，与那些寻求刺激感觉的驾驶员相比，那些具有焦虑性和利他性人格特质的驾驶员更具有准确感知交通环境中潜在危险的能力(Ulleberg & Rundmo, 2003)，易发事故的个性特征在应激环境下更容易诱发事故(熊义, 2012)。因此，有必要对不同人格的地铁司机制定针对性培训及选拔机制。

本文通过记录地铁司机应急处置作业绩效，从人格出发将被试分为四类，借助维也纳心理测评系统(Vienna Test System, VTS)，评估司机职业能力，并根据结果分析提出关于提高行车安全工作科学合理的对策建议，开展相应培训。

## 2. 地铁司机应急处置作业分析

### 2.1. 基于地铁司机应急处置作业分析的职业能力指标体系

城市轨道交通在运营过程中会发生由设备故障、人员操作失误、环境因素等原因造成的突发事件，常见的应急处置场景包括车辆设备损坏、信号系统显示故障、轨行区异物侵限等，通过分析应急处置场景，得到常见的应急处置作业有HMI显示异常、车门无法打开、受电弓无法升起等，应急处置作业具有突发性和紧迫性，不仅需要地铁司机具有较强的反应能力及专业技能，还要求地铁司机具有稳定的心理素质(张鹏, 2012)。目前，利用职业能力来评价一个人的生理、心理水平(王璐, 2016)，对于地铁司机而言，职业能力指在控制列车运行过程中保证列车安全运行所需的专业能力、生理以及心理素质。

通过对地铁司机应急处置作业的作业过程进行梳理，所涉及的职业能力指标如表1所示。

**Table 1.** Driver emergency response operation process and professional ability index system  
**表 1.** 司机应急处置作业过程与职业能力指标体系

应急处置作业	作业过程	职业能力指标体系
HMI 显示所有门关闭, HMI 上无车门故障显示, 但有个别关门指示灯不亮	确认“所有门关好”指示灯是否为亮; 站台侧关门指示灯和备用关门指示灯都不亮, 尝试开、关门一次; 非站台侧关门指示灯和备用关门指示灯都不亮, 则按住“强制关门按钮”不放, 确认所有车门关闭; 使用“指示灯测试”按钮, 如指示灯故障, 试推牵引, 如可牵引, 则继续运营	持续时间 反应时间 运动时间
单个受电弓无法升起	将主控钥匙关断 5 秒后打开, 重新尝试升弓; 将“受电弓使能旁开关”调至“旁路”位, 尝试升弓	正确反应时间 反应时间 运动时间
异物侵限	发现异物侵限时应立即停车并报 OCC, 初步确认侵限异物类型、侵限位置、是否与异物发生碰撞、车况是否良好等情况	视野

## 2.2. 地铁司机应急作业的信息处理过程及影响因素

地铁司机在执行驾驶任务时, 其驾驶行为随车辆、乘客以及外部环境变化, 根据人在面对外界刺激时的经典反应模式“刺激-机体-反应”, 将列车司机在应急情况下的行为分为“感知阶段-判断阶段-操作阶段”。由于人格等内在因素导致反应会存在个体差异(栾军, 2008), 人格指与人的精神类型相联系的心理特征。

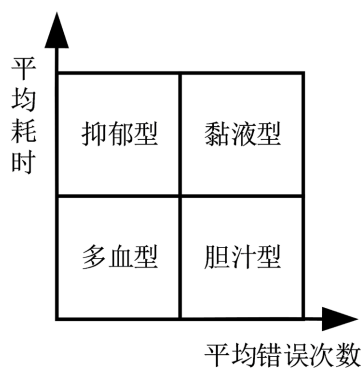
希腊著名医生希波克拉特把气质分为胆汁型、多血型、黏液型和抑郁型 4 种基本类型, 胆汁型的人缺乏耐心和细心, 多血型的人做事易轻率处理, 抑郁型的人遇事镇静, 黏液型的人应变力较差, 不同人格的司机在反应特性上存在差异。

## 3. 基于人格的地铁司机分类

### 3.1. 地铁司机应急处置作业实验

本文借助模拟实训平台为司机提供真实作业场景, 设置真实驾驶过程中存在的故障情况, 记录司机应急处置作业的错误次数和耗时(吴付威, 2020)。

### 3.2. 基于人格的分类



**Figure 1.** Classification of subway drivers  
**图 1.** 地铁司机分类

在上述应急处置作业绩效数据的基础上，以耗时和错误次数为两个维度，取平均错误次数和平均耗时的中间值作为划分标准，耗时、错误次数较大的司机犹豫不决、反应迟钝，定义为黏液型司机；耗时较多、错误次数较少的司机优柔寡断、谨慎小心，定义为抑郁型司机；耗时、错误次数较少的司机精力充沛、反应灵敏，定义为多血型司机；耗时较少，错误次数较多(华翎森, 2022)的司机易冲动、缺乏耐心，定义为胆汁型司机。将地铁司机划分为四类，如图 1 所示。

以某城市 51 名地铁司机在模拟实训室中处置应急作业的测评结果作为样本，对地铁司机进行分类，得到不同类别的地铁司机人数如表 2 所示：

**Table 2.** Distribution of subway driver types  
**表 2.** 地铁司机类型分布

地铁司机类型	黏液型	抑郁型	多血型	胆汁型
人数(人)	13	12	15	11

## 4. 地铁司机职业能力测评

### 地铁司机职业能力测评

为了采集表 1 司机应急处置作业所需职业能力指标，以 VTS 作为测评工具，借助 VTS 的 6 项测评模块和对应的 13 个测评指标对司机职业能力进行测评，如表 3 所示。

**Table 3.** Indicators of professional competence of subway drivers based on VTS  
**表 3.** 基于 VTS 的地铁司机职业能力指标

职业技能	测评内容	能力维度	测评指标	含义
双手协调 (2HAND)	通过手、眼操作测评被试的协调能力	动作速度和精细运动动作能力	总体平均持续时间	总体平均持续时间越小 双手协调能力越好
		精细运动动作的精密度	总体平均时间误差	总体平均时间误差越小 双手协调能力越好
决断力 (DT)	通过对出现的声音和颜色进行识别，用于测评地铁司机在压力状态下的反应力	简单刺激做出正确反应能力	正确反应数	正确反应数越大 决断力越好
		压力环境长期集中注意力能力	错误反应数	错误反应数越小 决断力越好
		压力环境长期保持注意力能力	遗漏反应数	遗漏反应数越小 决断力越好
反应力 (RT)	通过精确记录地铁司机在对出现的声音和颜色到做出反应需要的时间，用于测评地铁司机压制错误反应的能力	反应能力	平均反应时间	平均反应时间越小 反应力越好
		处理能力	平均运动时间	平均运动时间越小 反应力越好
外周知觉 (PP)	通过记录地铁司机对相同时间间隔出现的光刺激提前做出反应的能力，用于测评地铁司机的视野宽度范围	视野范围	视野	视野越大 外周知觉力更好
注意警觉性 (COG)	通过记录地铁司机判断出现的图形与已有图形是否一致的时间，需要地铁司机做出快速且准确的判断来测评地铁司机的注意集中能力	选择性注意	正确拒绝的平均时间	正确拒绝的平均时间越小 注意警觉性越好
		注意反应力	点击平均时间	点击平均时间越小 注意反应力越好

Continued

		短时间内处理简单任务能力	正确总数	正确总数越大 持续性注意力越好
持续性注意(DAUF)	通过简单有效的条目设置来测评个体长时注意的能力	长时间集中并做出反应能力	正确反应平均时间	正确反应平均时间越小 持续性注意力越好
		对任务理解和注意力损伤程度	错误总数	错误总数越小 持续性注意力越好

## 4.2. 职业能力指标岗位基准值

为了评价地铁司机职业能力的平均水平,应用统计学方法,建立地铁司机职业能力指标岗位基准值,利用平均值 $\mu$ 和标准差 $\sigma$ 计算每项指标的基准值,设定 $\mu+\sigma$ 为该类地铁司机应具备的岗位基准值,其中正确总数、正确反应数、视野范围三个指标以 $\mu-\sigma$ 作为岗位基准值,所有司机样本岗位基准值如表4所示。

## 5. 基于人格的地铁司机职业能力特征与规律

### 5.1. 不同人格地铁司机的职业能力特征

为了分析不同人格地铁司机的职业能力特征,对VTS的6个测评模块13个指标进行统计分析,得到各人格类型地铁司机职业能力指标岗位基准值,如表4所示。

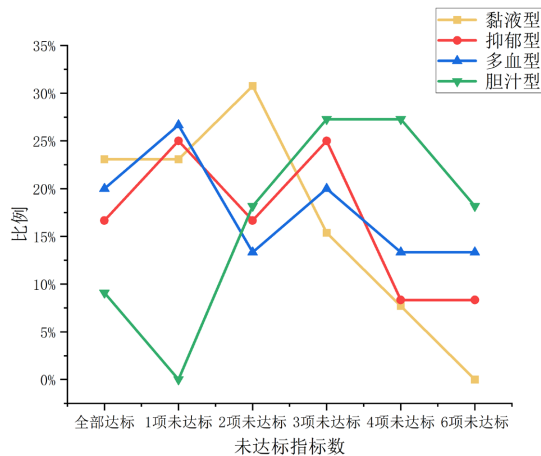
**Table 4.** The benchmark values of different types of subway drivers' indicators

**表 4.** 不同类型地铁司机指标岗位基准值

序号	指标	地铁司机类型	基准值				
			所有样本	黏液型	抑郁型	多血型	胆汁型
1	总体平均持续时间( $\mu+\sigma$ )		30.47	30.30	35.29	22.10	32.37
2	总体平均时间误差( $\mu+\sigma$ )		2.22	2.20	1.97	2.13	2.47
3	正确拒绝的平均时间( $\mu+\sigma$ )		2.67	2.94	2.37	2.60	2.65
4	点击平均时间( $\mu+\sigma$ )		2.30	2.54	2.00	2.30	2.24
5	正确总数( $\mu-\sigma$ )		113.23	113.12	116.97	114.42	109.67
6	正确反应平均时间( $\mu+\sigma$ )		1.00	1.09	0.99	0.84	0.97
7	错误总数( $\mu+\sigma$ )		5.74	5.21	6.56	3.58	7.29
8	正确反应数( $\mu-\sigma$ )		176.69	180.34	211.60	176.19	148.53
9	错误反应数( $\mu+\sigma$ )		34.38	28.62	38.98	39.35	25.75
10	遗漏反应数( $\mu+\sigma$ )		33.31	31.34	25.21	27.85	44.07
11	视野范围( $\mu-\sigma$ )		167.12	168.44	167.88	166.72	166.66
12	平均反应时间( $\mu+\sigma$ )		536.26	560.59	502.65	520.15	551.18
13	平均运动时间( $\mu+\sigma$ )		187.10	203.51	173.80	182.49	184.50

### 5.2. 不同人格司机的职业适应能力规律

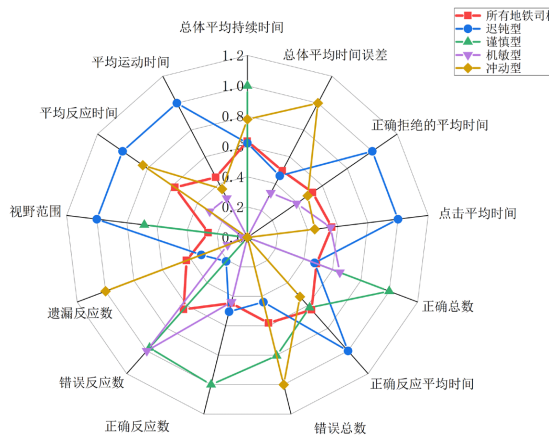
为了分析不同人格司机的职业能力规律,将个体测试的13个指标与其类别基准值进行比较,得到各类型地铁司机指标达标人数占该类别总人数的比例,分别得到1项、2项、3项、4项、6项指标未达标情况如图2所示。



**Figure 2.** The law of professional ability of various types of subway drivers  
**图 2.** 各类型地铁司机职业能力规律

由图 2 可知, 1) 黏液型地铁司机职业能力指标达标规律整体呈现下降趋势, 即随着未达标指标个数的增加, 未达标的人数减少, 表明黏液型司机职业能力较好; 2) 抑郁型地铁司机职业能力指标达标规律整体呈现平缓趋势, 表明抑郁型司机职业能力适中; 3) 多血型地铁司机职业能力指标达标规律整体呈现平缓趋势, 表明多血型司机职业能力适中; 4) 胆汁型地铁司机职业能力指标匹配达标规律呈现上升趋势, 表明胆汁型司机职业能力较差。

将群体地铁司机的岗位基准值与所有地铁司机的岗位基准值进行对比, 分析各气质类型地铁司机职业能力的欠缺指标项。为了消除指标间量纲化影响, 对各指标得分值进行归一化处理, 如图 3 所示。



**Figure 3.** Comparison of the benchmark values of various types of subway drivers' indicators  
**图 3.** 各类型地铁司机指标岗位基准值对比

由图 3 可知, 1) 黏液型地铁司机在平均运动时间、平均反应时间、正确反应数、正确反应平均时间、正确总数、点击平均时间、正确拒绝的平均时间 7 个指标上有所欠缺, 具有较差的反应力、注意警觉性和持续性注意力, 符合黏液型司机缺少灵活性、应变能力差的人格特征, 建议加强面对刺激的快速反应能力、注意集中能力以及长时间注意的能力; 2) 抑郁型地铁司机在总体平均持续时间、错误反应数、错误总数上表现较差, 需要在双手协调、决断力和持续性注意力上进一步提高, 符合抑郁型司机处理问题优柔寡断的人格特征, 建议加强双手操作能力、提高在压力下的反应耐受能力以及长时间注意的能力;

3) 多血型地铁司机在指标错误反应数上的表现较差, 具有较差的决断力, 符合其易草率做决定的人格特征, 需提高在压力下的反应耐受能力; 4) 胆汁型地铁司机在总体平均持续时间、平均反应时间、视野范围、遗漏反应数、正确反应数、错误总数、正确总数、总体平均时间误差 8 项指标的成绩仍需提高, 具有较差的双手协调力、反应力、决断力、外周知觉和持续性注意上的能力, 符合胆汁型地铁司机易急躁、冲动的人格特质, 需加强双手操作、面对刺激快速反应、压力下的反应耐受力、视觉感知以及长时间注意能力的培养。对此, 可以根据各类型地铁司机的欠缺指标项进行针对性培训, 以便更好地适应地铁司机的岗位职责。

### 5.3. 人格与职业适应能力间的影响机理

为了分析人格对职业适应能力间的影响机理, 对于各项指标, 统计得到各类型地铁司机指标达标人数占该类别总人数的比例, 如图 4 所示。

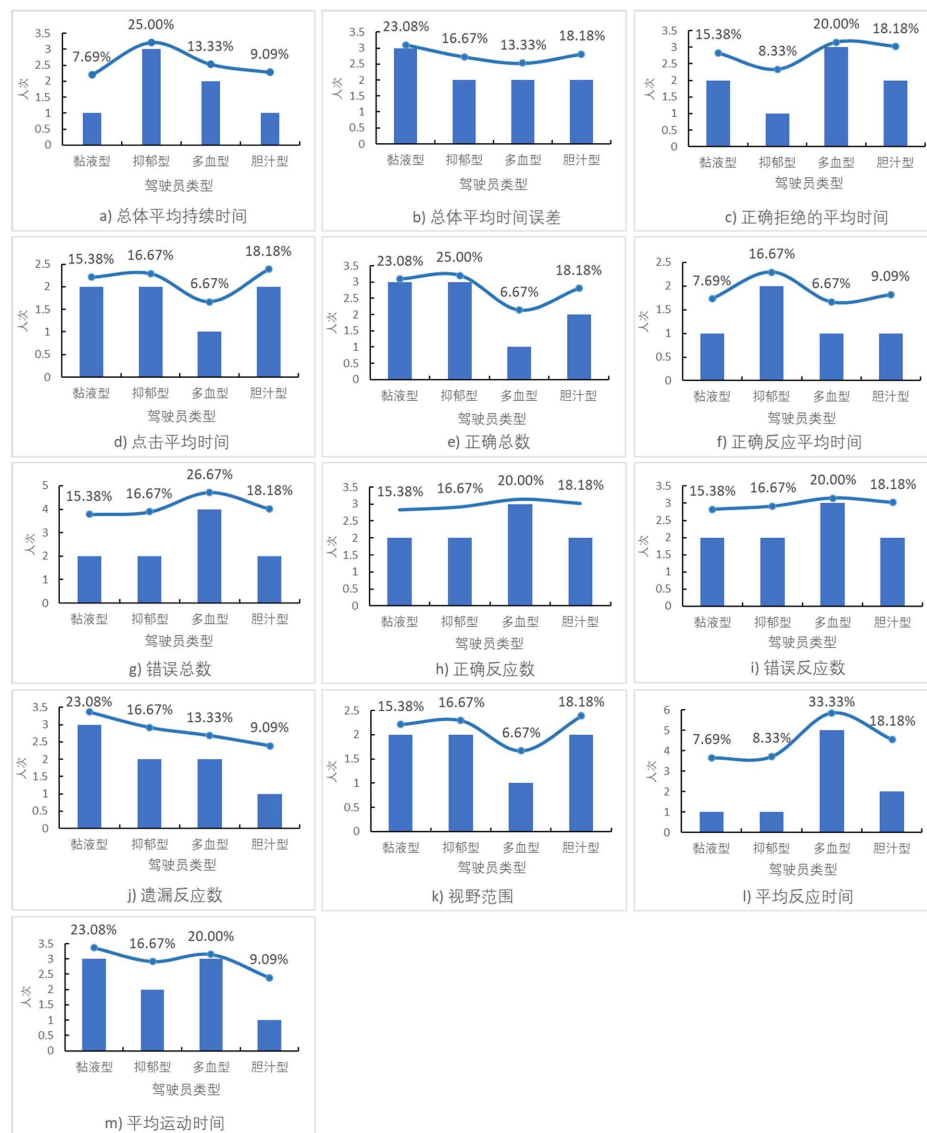


Figure 4. The matching of occupational ability indexes of various types of subway drivers  
图 4. 各类型地铁司机职业能力指标匹配情况

由图 4 可知, 1) 黏液型地铁司机在总体平均持续时间(图 a)、错误总数(图 g)、正确反应数(图 h)、错误反应数(图 i)、平均反应时间(图 l)等指标上有较好的表现, 该类地铁司机具备在压力环境下对故障现象做出正确判断的能力; 2) 抑郁型地铁司机在正确拒绝的平均时间(图 c)上具备良好表现, 表明抑郁型地铁司机更适合固定单一的驾驶任务; 3) 多血型地铁司机在总体平均时间误差(图 b)、点击平均时间(图 d)、正确总数(图 e)、正确反应平均时间(图 f)、视野范围(图 k)等指标上表现突出, 表明多血型地铁司机在处理任务的速度上具有优势, 并具有良好的视野宽度; 4) 胆汁型地铁司机在遗漏反应数(图 j)、平均运动时间(图 m)两项指标上具有优越表现, 表明该类地铁司机更胜任于长期压力环境下的作业任务。

### 5.4. 应急处置作业影响体系及灵敏性测试

应急处置作业对安全运营起着决定性的作用, 本节通过分析地铁司机职业能力指标对应急处置作业绩效的影响关系, 利用系统动力学方法建立相关指标敏感度分析模型。

挑选两项应急处置作业, 分析绩效与职业能力指标间的相关性关系, 挑选显著相关性( $P < 0.05$ )的指标建立应急处置作业影响体系, 利用系统动力学仿真软件 Vensim 画出关键影响因素流图(刘宇, 2020), 如图 5 所示。在系统动力学流图中输入各参数变量, 对影响安全运营的因素进行系统仿真, 在其他影响因素增加量不变的情况下, 某个因素水平增加一定值, 绩效的改变情况如图 6 所示。

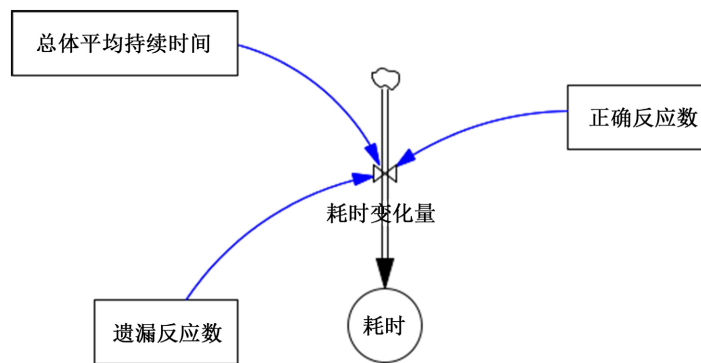


Figure 5. Emergency disposal operation impact system  
图 5. 应急处置作业影响体系

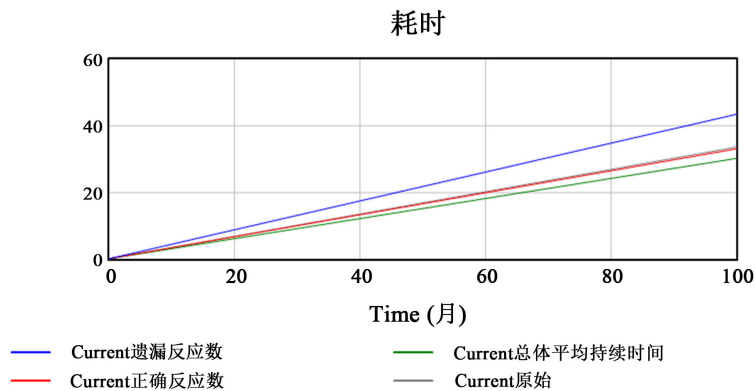


Figure 6. The influence of the increase of each factor on performance  
图 6. 各因素增加量对绩效的影响程度

对于应急处置事件 1, 遗漏反应数对耗时水平的敏感度最大, 对于应急处置事件 2, 点击平均时间对



耗时水平的敏感性最大。由此可见，敏感度可以比较出不同因素对应急处置事件的作用程度，有助于制定针对性的安全培训政策。

## 6. 讨论

本文人格测验中，不同人格类型地铁司机职业能力具有明显差异，黏液型驾驶员稳重、冷静，表现出的谨慎和可靠的特点使其职业能力较高；抑郁型驾驶员易感到沮丧和忧虑，更注重安全性，其在高效上往往表现一般，使其职业能力适中；多血型驾驶员表现出活力和外向，但往往需要冷静和集中注意力，导致其职业能力适中；而胆汁型驾驶员通常以目标为导向，有时可能会过于冒险，其职业能力较差。

对于不同的应急处置事件，耗时与正确率的职业能力指标也存在差异，后续可针对各岗位所需技能特征进行专业性的培训。

本研究使用现有的评估数据对地铁司机的人格进行分类，然而，我们未能建立各种职业下的人格特质的标准参考数据，因此无法准确分析不同职业中人格特征的分布特点。这也意味着未来研究仍有机会深入探讨这一问题。

## 7. 结语

本文基于地铁司机应急处置作业测评结果，应用人格理论对地铁司机进行分类；利用 VTS 测试结果求得各类型地铁司机的职业能力指标岗位基准值，并分析每一类型地铁司机的职业能力指标规律，为以后培养地铁司机提供理论依据。不同人格的地铁司机在职业能力上存在差异，职业能力指标对不同应急处置事件的灵敏性不同，应建立地铁司机选拔体系，通过定期测评评价员工的能力素质，制定针对性培训方案，优化工作分工，实现人岗匹配、人事相宜。

由于一个职业技能中包含多个指标，对各指标的重要度未进行排序，仍需对指标进行进一步的筛选；由于地铁司机可能具有多个人格，后续将扩大样本容量，考虑混合型人格的地铁司机选拔培训方案。

## 基金项目

国家青年科学基金项目“面向全自动地铁多职能人员的应急处置行为模式及人因失误研究”(52302438)。

## 参考文献

- 华翎森(2022). 不同驾驶风格年轻驾驶员的人格分析. *人类工效学*, 28(2), 46-50.
- 刘宇, 何静, 石杰红(2020). 地铁列车驾驶员不安全行为组合干预策略研究. *中国安全生产科学技术*, 16(7), 157-162.
- 栾军(2008). *中小型企业车间操作工职业能力的心理负荷分析*. 硕士学位论文, 北京: 北京交通大学.
- 王璐(2016). *职业驾驶员安全培训方法研究*. 硕士学位论文, 吉林: 吉林大学.
- 吴付威(2020). *基于信息处理机制的驾驶人感知-判断-反应特性研究*. 博士学位论文, 西安: 长安大学.
- 熊义(2012). *城市轨道交通运营安全人因风险评价研究*. 硕士学位论文, 北京: 北京交通大学.
- 张鹏(2012). *城市常规公交车驾驶员胜任特征评价理论与方法*. 硕士学位论文, 北京: 北京交通大学.
- 张悠然, 孙龙(2020). 心理控制源对年轻驾驶员驾驶行为的影响: 驾驶安全态度的调节作用. *人类工效学*, 26(5), 23-28.
- Ulleberg, P., & Rundmo, T. (2003). Personality, Attitudes and Risk Perception as Predictors of Risky Driving Behaviour among Young Drivers. *Safety Science*, 41, 427-443. [https://doi.org/10.1016/S0925-7535\(01\)00077-7](https://doi.org/10.1016/S0925-7535(01)00077-7)