

# 上海轨道交通16号线列车在站解挂编实施方案

崔 勇

(上海磁浮交通发展有限公司, 200120, 上海)

**摘 要** [目的] 上海轨道交通16号线采用灵活编组运营模式, 但列车解挂编过程周转时间较长, 导致行车组织难度较大。为进一步提高运营效率, 简化行车组织, 提出了在站解挂编作业实施方案。[方法] 针对上海轨道交通16号线, 分析了列车在车站进行解挂编作业需解决的问题, 并针对需解决问题提出具体的在站解挂编实施方案。在上海轨道交通16号线进行了多次测试, 以验证方案实施效果。介绍了《上海轨道交通16号线龙阳路站解挂编作业规定》中的作业安全主要规定。[结果及结论] 选择作业过程对线路运营影响较小的终端折返站(龙阳路站)作为解挂编作业车站; 通过修改ATS(列车自动监控)软件连锁逻辑, 并定义解挂编组作业专用停车区, 实现了在站解挂编作业功能。测试结果验证了该方案的可行性和安全性。

**关键词** 城市轨道交通; 在站解挂编方案; 信号系统; 作业规范

中图分类号 U292.3<sup>+</sup>1

DOI:10.16037/j.1007-869x.2024.06.060

## Train In-station Coupling and Decoupling Scheme for Shanghai Metro Line 16

CUI Yong

(Shanghai Maglev Transportation Development Co., Ltd., 200120, Shanghai, China)

**Abstract** [Objective] Shanghai Metro Line 16 adopts a flexible marshalling operation mode, but it takes a long time for the train to complete the coupling and decoupling process, leading to great difficulty in train operation organization. In order to further improve the operation efficiency and simplify the train operation organization, an in-station coupling and decoupling scheme is put forward. [Method] Based on Shanghai Metro Line 16, the problems that need be solved for train in-station coupling and decoupling are analyzed. In view of the above problems, a concrete implementation scheme for the train in-station coupling and decoupling is put forward. Several tests are carried out on Shanghai Metro Line 16 to verify the effectiveness of the scheme. The main rules about operation safety specified in "Specification on train coupling and decoupling in Longyang Road Station of Shanghai Metro Line 16" are introduced. [Result & Conclusion] Longyang Road Station, a ter-

minal turnaround station with minimal impact on the line operation, is selected for the coupling and decoupling site. The function of coupling and decoupling operation in the station is realized through modifying the ATS software chain logic and defining a special parking area in the station for coupling and decoupling operation. The test results verify the safety and feasibility of the scheme.

**Key words** urban rail transit; train in-station coupling and decoupling scheme; signaling system; operational standards

对于连接郊区与市中心城区的城市轨道交通线路, 其客流时空分布通常具有明显的不均衡性和潮汐性。此类线路的日常运营组织往往会在早、晚高峰和非高峰时段采用不同的行车间隔。对于贯穿郊区和中心城区的较长线路, 还会采用大小交路的方式, 在中心城区段投入更多的运力, 然而此时的郊区段行车间隔较长, 会降低乘客满意度。

为解决上述问题, 可灵活调整列车编组, 采用多种编组列车混合的运营组织模式。我国采用上述灵活编组运营方式的典型线路有广州地铁3号线和上海轨道交通16号线。

上海轨道交通16号线的灵活编组运行方式为: 在早晚高峰期, 将2列3编组列车联挂成1列6编组重联列车; 在非高峰期, 将重联列车解编为2列3编组列车。但列车的解编及联挂(以下简称“解挂编”)作业均是在停车场进行的。无论是6编组列车从正线回库解编为2列3编组列车, 还是2列3编组列车从正线回库联挂为6编组列车, 再到上线运营, 都需要耗时约1 h。可见, 灵活编组运营模式普遍存在列车解挂编作业周转时间过长、行车组织难度大的问题。

如果能在正线进行列车解挂编作业, 则可以缩短耗时, 进一步提升上海轨道交通16号线“节能减排, 降本增效”的效果。对此, 本文基于现有灵活编组运营模式中的解挂编作业方式, 分析在站解挂编作业所需解决的问题, 进而提出在站解挂编作业方

案,以期城市轨道交通灵活编组运营模式提供了新的技术方案和解决思路。

## 1 在站解挂编作业需解决的问题

上海轨道交通 16 号线的车辆及信号系统具备基本的配合解挂编作业功能。在 2 列 3 编组列车联挂后,车载信号系统和车辆能自动识别 6 编组重联列车并在 2 min 内自动完成更新车载系统配置,且期间无须重启车载设备;6 编重联列车解挂为 2 列 3 编组列车时亦如此。然而,若要在正线进行列车解挂编并立即投入运营,还需解决一系列问题。

### 1.1 解挂编作业地点的选择

1) 选择具备配线的中间站作为解挂编作业地点。在中间站的解挂编作业示意图如图 1 所示,以联挂作业为例,后组列车 2 需以 RMF(人工限速向前)模式慢速接近前组列车 1 进行联挂,此过程会导致列车 2 较长时间占用道岔区域,若在此过程中发生任何故障,则将影响全线的正常运营。

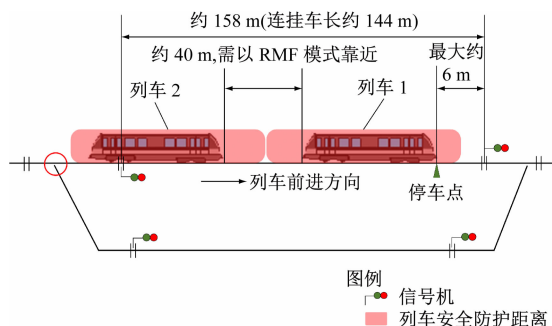


图 1 在中间站的解挂编作业示意图

Fig. 1 Schematic diagram of coupling and decoupling operation in the middle station

2) 选择具备折返线的终端站作为解挂编作业地点。在终端站的解挂编作业示意图如图 2 所示,目前,ATC(列车自动控制)系统须对终端折返站的整个进路检查占用情况,在站线有车占用的情况下,无法为后续列车开放信号,因此 2 列需联挂列车无法接近进行联挂作业。

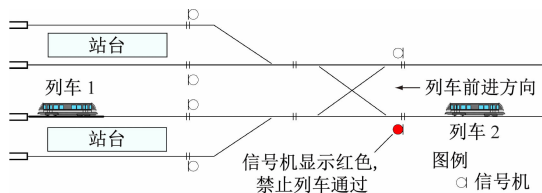


图 2 在终端站的解挂编作业示意图

Fig. 2 Schematic diagram of coupling and decoupling operation in the terminal station

### 1.2 解挂编作业时人工操作繁琐

以联挂作业为例,在 2 列 3 编组列车联挂为 1 列 6 编重联列车后,需要在 ATS(列车自动监控)系统界面上人工删除原 2 列 3 编组列车的车组号,并添加新的重联列车车组号。添加车组号后,此重联列车无法在当前区域直接匹配运行图,需先由调度员人工排列列车进路至下一站台,并由司机以 ATP(列车自动防护)模式运行到下一站后,再由调度员人工设置运行计划。至此重联列车才能正式投入运营。

### 1.3 缺少作业规范

目前,对于运营期间在正线上的列车重联作业,仅有列车救援时的连挂作业规范,尚无正线解挂编作业规范。连挂救援须有专门的救援调令,调度员与司机按相关机制要求经过一系列的沟通,司机对列车设备进行相关的操作并确认后,才能驾驶列车执行连挂作业。这是为了确保安全地将故障列车救援下线,但整个过程耗时较长。车站解挂编作业的应用场景与列车连挂救援场景不同,需要在解编/联挂作业后立即投入运营,并匹配后续列车运行计划。这对调度员和司机的操作要求不同,故需定义专用的车站解挂编作业规范。

## 2 车站解挂编作业的实施方

目前,车站解挂编作业尚无成熟经验。本研究选择作业过程对线路运营影响较小的终端折返站(龙阳路站)作为解挂编作业车站。龙阳路站解挂编区域示意图如图 3 所示。虽然仍存在后续列车慢速接近前车联挂时额外占用岔区的情况,但是龙阳路站平行进路较多,且另有 1 组交叉渡线,即使解编或联挂作业占用了道岔 SW09A,导致 X09A 信号机后的股道无法使用,其他后续列车也能正常折返,对运营影响较小<sup>[1]</sup>。由此,本研究选择龙阳路站的第一股道作为解挂编作业区域。

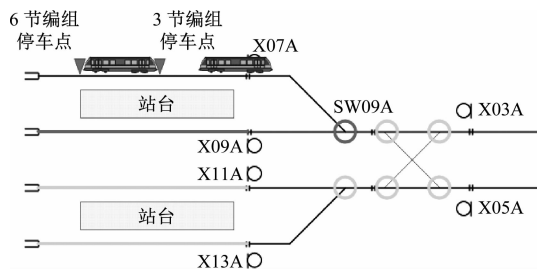


图 3 龙阳路站解挂编区域示意图

Fig. 3 Schematic diagram of coupling and decoupling area in Longyang Road Station

对于解挂编作业时人工操作繁琐的问题,需对 ATC 系统进行修改,提高 ATC 系统的自动化程度。修改后的 ATC 系统能根据运营计划自动为完成解编或联挂作业的列车分配车次号,并自动触发进路投入运营。ATC 系统修改内容如下:

1) 修改 ATS 软件,简化调度操作。修改后的 ATS 软件具有以下功能:自动识别列车车组号,无需人工操作进行删除或添加;自动发送列车运行任务并触发进路,无需人工办理进路到下一站台;自动匹配运营计划,并在时刻表中增加列车解编或联挂作业相关任务,由调度员对相应任务进行确认即可。

2) 在 ATC 系统软件中定义解挂编作业专用停车区,增加联挂作业专用进路,以解决终端站折返进路因内方有车导致进路无法再次建立、信号无法开放的问题。

### 3 方案实施效果及作业规范

按上述方案优化 ATC 系统后,列车在车站完成解编或联挂作业后,在列车计划发车时间的前 5 min 之内,调度员需在 ATS 软件界面上进行“解编确认”或“联挂确认”的操作,由 ATS 软件自动合并或分解列车车组号、匹配运行图。解挂编作业前后的 ATS 软件界面显示如图 4 及图 5 所示。



图 4 联挂作业前或解编作业后的 ATS 软件界面显示  
Fig. 4 Display of ATS interface before coupling or after decoupling

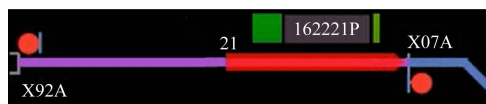


图 5 联挂作业后或解编作业前的 ATS 软件界面显示  
Fig. 5 Display of ATS interface after coupling or before decoupling

优化的 ATC 系统通过了多次现场测试验证(包括解挂编离线运行图编制导入测试、车站解挂编运营场景测试、非计划解挂编人工场景测试、超时解挂编故障场景测试等),完成了接口专业动态测试(包括站台门联动、车站 PIS(乘客信息系统)屏

幕显示、车载 PA(公共广播)报站测试等),并在夜间非运营时段进行了在站解挂编作业演练。

基于优化的 ATC 系统,围绕解挂编功能,确定作业流程及沟通机制,使调度员、司机、站务员等相关运营人员熟悉具体操作,并制定了《上海轨道交通 16 号线龙阳路站解挂编作业规定》。其中规定:针对作业安全,增设 1 名安全监护人员参与解挂编作业全过程——在列车达到龙阳路站作业线后,安全监护人员登乘列车,确认解编或联挂作业过程中各项操作按规定执行,并在作业过程中监视列车驾驶模式、运行速度、车钩连接状态等;安全监护人员须携带无线对讲设备,全程监听作业通话,监护司机正确实施解编或联挂作业流程,发现有危及行车安全的情况时,立即命令司机停止作业。

### 4 结语

上海轨道交通 16 号线在站解挂编作业,是在既有线路运营模式下的一种新尝试,能在客流低谷时段实现快速灵活调整正线运营列车编组,能在同等运力下提高服务水平,并实现节能减排。

对于预计潮汐客流特征明显的郊区连接中心城区线路,可在线路规划设计阶段提前考虑正线在站解挂编的运营模式需求,以取得更好的社会效益和经济效益。

### 参考文献

- [1] 王冬海,黄荣光. 列车灵活编组在城市轨道交通全自动运行线路中的应用[J]. 城市轨道交通研究, 2019, 22(增刊 2): 102.  
WANG Donghai, HUANG Qiguang. Application of flexible train formation in fully automatic operation line of urban rail transit[J]. Urban Mass Transit, 2019, 22(S2): 102.
- [2] 赵家伟,刘婧婧. 地铁列车在线联挂、解编功能分析[J]. 城市轨道交通研究, 2012, 15(8): 152.  
ZHAO Jiawei, LIU Jingjing. Analysis of metro train coupling and uncoupling functions[J]. Urban Mass Transit, 2012, 15(8): 152.

· 收稿日期:2021-11-19 修回日期:2022-02-04 出版日期:2024-06-10

Received:2021-11-19 Revised:2022-02-04 Published:2024-06-10

· 作者:崔勇,工程师,13816434189@163.com

· ©《城市轨道交通研究》杂志社,开放获取 CC BY-NC-ND 协议

© Urban Mass Transit Magazine Press. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license