 DOI: https://doi.org/10.12349/ptc.v4i3.6831

Research based on the intervention of the new line of subway vehicle process equipment

Fei Fang

Nanjing Metro Operation Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210000, China

Abstract

There are many civil and safety risks related to the opening and taking over of the new metro line. Based on the metro design specifications and the metro operation safety management specifications, combined with the first-line operating experience, we propose a complete set of new line intervention manuals, which can avoid many safety risks in the pre-opening phase to achieve high-quality and high-quality opening of the metro; research analysis of the intervention content to prove the reliability of the proposed content; by optimizing the intervention steps and processes, to achieve the purpose of saving manpower and reducing risk.

Keywords

new line opening takeover; new line intervention; safety management specifications; high quality opening; reliability

基于地铁车辆工艺设备新线介入管理的研究

方飞

南京地铁运营有限责任公司，中国·江苏 南京 210000

摘　要

在这个快节奏的时代，城市轨道交通作为现代城市公共交通的重要组成部分，对于城市发展和人民生活水平的提高起到至关重要的作用。针对地铁新线开通接管存在诸多土建、安全风险等问题，基于地铁设计规范及地铁运营安全管理规范细则，结合运营一线工作经验，提出一套完善的车辆工艺设备新线介入手册，可在开通前期规避诸多安全风险问题，实现地铁高品质高质量开通；对介入内容进行研究剖析，证明所提出内容可靠性；通过优化介入步骤及流程，达到节约人力降低风险的目的。

关键词

新线开通接管；新线介入；安全管理规范；高质量开通；可靠性

1 引言

地铁作为一种日常高效的现代化公共交通工具，在缓解地面交通压力、提高公共出行效率方面，受到各国各地区政府的热捧 [1]。

传统的地铁车辆工艺设备主要包括不落轮镟床、自动列车清洗机、固定架车机、移动架车机、移动空压机、恒温恒压自动充放电机、各类场地机动车、起重机及移动式空压机等。诸多工艺设备涉及到不同的库房，其中最主要的是镟轮库、洗车库及场地机动车库。在新线接管初期，非常容易发生土建遗漏、安全隐患等 [2-3]。

但新线介入仅仅是基于地铁运营规范来实施，缺乏完善的介入体系，所介入的程度也十分有限 [4]，后期会出现多次返工及影响专家评审的情况，远不能满足地铁安全运行的运营要求。

本文基于地铁安全运营规范的前提，结合多年工作经验及各类国标，将多个车辆工艺设备串联在一起，形成一套完整的新线前期介入体系；并对初期介入可能存在的问题进行统计分析，从而实现零工作经验者也能完美避坑；整合各类设备验收大纲，大大降低了初期介入的难度，节约了人力成本。

2 新线介入体系建立意义

车辆工艺设备新线介入体系建立可使设备专业人员从设备工艺的工可设计到库房接管、设备调试、设备最终验收全程参与，提前布局，将以往的工作经验教训及时落实整改，规避工程存在的大多问题，避免后续接管不满足运营而造成设计变更带来的极度浪费，同时也避免车辆工艺设备重复采购、无效采购的成本浪费，有效把控车辆工艺设备的采购造价。

基于地铁车辆工艺设备新线介入全过程，本文将从设计联络介入、库房施工图介入、库房工程施工介入、设备安装调试介入、设备移交验收五方面分别进行触类旁通，整合介入准则及流程。此五方面虽相辅相成缺一不可，但也独立

【作者简介】方飞（1990–），男，硕士，从事建设工程研究。

成章，均有自己的一套完善流程。

3 初步设计联络介入

车辆工艺设备的初步设计是地铁工程中不可或缺的一环，它基于既有线路车辆工艺设备的各项功能及优缺点，对工艺设备的可靠性进行评估分析，通过选择质量可靠的设备、优化其性能参数及结构组成，提高设备可使用寿命及有效功能 [5]。

3.1 确定工艺设备清单

国内地铁日常检修均为自主维修，而车辆工艺设备清单是决定后期运营期能实现的重要一环。本文结合线路经验提出最优化的车辆工艺设备清单，避免设备重复造成的国有资产浪费，如表 1 所示。

表 1. 车辆工艺设备清单

序号	设备名称	用途	数量
1	不落轮镟床	轮对日常镟修	1
2	公铁两用车	电客车牵引	1
3	列车清洗机	电客车清洗	1
4	固定式架车机	电客车架修	1
5	移动式架车机	工程车架修	1
6	吊钩桥式起重机	检修吊装	2
7	电动单梁起重机	吊装配件	6
8	悬臂起重机	电客车吊装配件	1
9	充放电机	蓄电池检修	3
10	空压机	吹扫、清洁、补气	4
11	内燃叉车	配合作业叉配件	1
12	蓄电池叉车	配合作业叉配件	2
13	前移式叉车	物资库调取备件	1
14	蓄电池搬运车	搬运零部件	2
15	手动液压搬运车	搬运零部件	6
16	移动式升降平台	高处检修	2
17	除尘式砂轮机	零部件打磨	1
18	西湖牌台式钻床	零部件检修	1
19	内燃机车	配合作业、应急	3
20	接触网检修车	配合接触网作业	1
21	接触网架线车	配合接触网作业	1
22	接触网放线车	配合接触网作业	1
23	轨道平板车	配合工务作业	2
24	轨道平板吊车	配合工务作业	2

表 1 为一般车辆基地工艺设备标配，能满足大多数地铁日常检修，若有额外要求，可另行增配。

3.2 确定库房功能及数量

在规划车辆基地所需库房都需要明确车辆基地的规模及用户所提出来的库房功能需求。基地规模取决于客流量、电客车配属数量，客流量越大所需电客车越多，基地规模越大，库房功能要求越多，所需配备的工艺设备也就越多 [6]。

一般来说，一个车辆基地实现常态化日常检修、一条线路实现安全有保障的运营均需要联合检修库、停车列检库、镟轮库、洗车库、叉车库及物资库，这些库房相互配合从而实现地铁运营期的日常自主检修。

联合检修库及停车列检库能担负起整条线路电客车摆放及检修的功能，同时处理电客车的各级修程，所用到的固定架车机、单双梁起重机、升降平台、叉车、充放电机及空压机能很好的配合完成日常检修作业。

镟轮库及洗车库分别位于停车库的侧面，股道与试车线相邻，以单独设置为主，与出入库股道互不干扰，所配备的不落轮镟床、公铁两用车及列车清洗机主要负责电客车的轮径检测、轮对镟修及电客车的外部清洁，以保证地铁安全运营，增加乘客舒适度，提高城市形象的为目的而建。

4 库房施工图介入

库房施工图介入具有多方面的重要性，通过施工图的把控能有效精准利用库房空间，满足运营对库房的功能需求，使库房操作更加流程，确保库房设计符合相关国家标准、消防规范及安全规范。同时避免后期设计变更造成的工期延后及成本浪费。图 1 为不落轮库及洗车库的施工图。

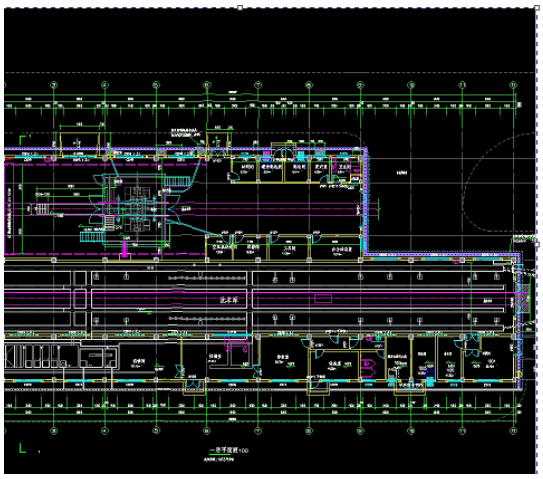

图 1 不落轮库及洗车库模型

由图 1 知，洗车库长 66 米，宽 14 米，分为洗车区及机械间，装有一套自动列车清洗机，能实现带电自动化洗车；端刷处设有一段无电区，其无电区由地铁两受电弓之间的距离而定；控制室正对端洗位，设有观察窗口，以便观察到端洗时发生的缠绕及其它故障时，第一时间拍下急停按钮，防止更大的损失；机械间内含有沉淀池、循环水池、清水池、提升水泵、过滤罐，实现水资源循环利用，减少水资源浪费。

图 1 中，镟轮库长 48 米，宽 12 米，装有一套数控不落轮镟床、一辆公铁两用车及一台 3 吨单梁起重机；不落轮镟床位于库房中间位，用于电客车轮对复测镟修，其自动排屑靠近库侧门，方便叉车及时清理废弃铁屑；空压机房位于镟床临近一侧，配备有 32A 五孔航空插头，便于镟床清洁；库内配备 16A 四孔插座，用于公铁两用车及时充电；配备的 3 吨单梁起重机有效行程至镟轮基坑底部，便于中大修时更换碎屑；镟床前方轨道配备有检修地坑，装有 5 吨承重盖板。

图 1 中，两个库房轨道交界处均应设有回流电缆，设备接地电阻不得超过 4Ω，库门处装有绝缘节，150 米处设有第二绝缘节。

5 库房施工期介入

施工期介入是保证库房建设顺利进行，确保工程质量和进度的关键，也是整个新线介入的重中之重，直接关系到后期安全运营。本文基于一线工作经验，着重对本节进行剖析，避坑新线介入时土建问题。

5.1 不落轮库

5.1.1 库门

检查所有库门铰链组数量、插销、钢套保护、防风链条，库门需为手动折叠门，如图 2 所示。

图 2 不落轮库门

图 2 中，铰链间距太大，上端一旦脱落就会导致门体整体倾斜，严重时刮蹭电客车；缺少钢套保护，镟修时门体固定不牢靠，大风天气存在安全隐患；多次现场经验，电动门并不可靠，长时间使用会变形，开关不到位，耽误生产。

5.1.2 盖板

检查所有进出库端排水沟上盖板承重能力，检查平交道口处与轨道间隙是否有效填充 , 承载地基边缘处是否加固且有角铁保护，后期会有叉车及升降平台进出，要求承载必须在 5 吨以上，否则会压坏盖板，叉车及平台有深陷风险。

5.1.3 库内土建

检查库内墙体部分是否存在开裂、破损等问题，镟轮库顶部不宜设置排风扇，以防止雨水会从顶端吹进库内，影响库内不落轮镟床精度，造成不可逆的影响。

5.1.4 库内设备

库内设备 : 不落轮镟库内单梁起重机起重，应覆盖不落轮库镟床基坑和物料存放区域，采用手操控制和遥控两种方式。吊钩有效行程需达到不落轮基坑底部。

5.1.5 镟床基坑

基坑楼梯踏板宜为混凝土整体浇筑，国内部分为钢结构式楼梯踏板，存在安全隐患且内部不易清理，容易藏污纳垢。

5.1.6 轨道绝缘

在镟轮线设置 2 处轨道绝缘，第 1 处设置在进库端基坑前部，第 2 处设置在距离第 1 处约 1 列电客车 + 工程车的长度的位置，如图 3 所示。

图 3 为镟轮库第二处绝缘节，设置绝缘节能有效防止电流对不落轮镟床电气系统的伤害，保护国有财产。

图 3 第二处绝缘节

5.1.7 排屑侧门

镟轮库碎屑机处留有侧门，库门为卷帘门，宽度不得低于 2 米，高度不得低于 2.5 米，侧门处正前方留有足够的叉车转弯半径，方便叉车作业，如图 4 所示。

图 4 不落轮侧门

图 4 为镟轮库排屑机处的侧门，后期镟修作业时产生大量的废铁屑，需要用叉车及时叉出处理，在排屑机处设置卷帘门，便于叉车进出，且需要满足转弯半径的要求。

5.1.8 排水

基地不落轮传送带检修地坑、墙壁、碎屑坑和进线电缆管口雨天渗水严重，传送带支架和电缆长期泡在水中渗漏水对设备的正常使用及维护造成较大影响，加装自动排水系统。建议对基坑、墙壁、穿线电缆管路做好防水处理，按照设计要求在地坑墙面和坑内地面均做好防水，施工质量符合《建筑室内防水工程技术规程》、《地下防水工程质量验收规范》等相关标准，监理加强验收，且加装自动排水系统。

5.2 洗车库

5.2.1 土建问题

洗车库清洗区步行道及侧墙不要铺设瓷砖，避免摔倒及后期瓷砖掉落造成的安全事故。步行道铺设瓷砖不仅不利于清洁，且雨雪天气不防滑；两侧墙壁贴有瓷妆，洗车库常年阴冷潮湿，空鼓的瓷砖会掉落造成安全隐患，高于 2 米以上（洗车库清洗区）不贴瓷砖，做好防水即可。洗车库两端门口处，应做整体地面（与轨道高面等高，库内有效延伸至少 3m 纵深）。

5.2.2 库内设施

洗车库应设立独立接地网，接地电阻小于 4 欧。无电区对应走行轨道应接地（交叉接地，即单侧多根钢轨沟连并接地，两侧钢轨再作连接），洗车库控制室要求独立接地，如图 5 所示。

图 5 无电区

由图 5 知，设置无电区可有效规避端洗时打火现象，且有效保护设备安全。

洗车库设 2 台 2T 手拉葫芦，用于检修两侧刷组；配置 6 台全向摄像监控装置，前后端洗各 1 台，两端库门里对库内方向各 1 台，两端库门外对库外方向各 1 台，并显示在操作控制台。

洗车库循环水需回收利用，应安装密度较高的过滤网。

5.2.3 控制台

洗车库控制室操作台观察窗口基本正对端洗工位，洗车库各水池内壁（含池底）贴瓷砖，如图 11 所示。

图 6 控制台窗口

由图 6 知，控制台窗口正对端刷位置，当出现刷毛缠绕雨刮器及电机故障时第一时间观察到并及时处理。

5.3 叉车库

叉车库需要注意的是叉车检修地坑，不能大于车轮内距，且未留足够的转弯半径区域，同时地坑内部布设台阶供检修人员下坑。

5.4 联合检修库

联合检修库需注意，带司机室的桥式起重机需配套登高梯，登高梯需要满足国标：主梯面宽度不低于 60CM，辅梯宽度（当栏杆）不得低于 50CM，如图 7 所示。

图 7 双梁起重机

由图7知，桥架先安装后未预留足够位置来安装登高梯，因此需要移桥架，造成作业重复。

6 设备调试及验收介入

设备调试是确保设备正常运行和实现功能的关键步骤[7]，设备进场安装时，运营公司应派驻专业人员及班组人员全程跟踪，协同配合。这不仅能规避部分因安装误差造成的功能缺陷，同时在安装调试中能间接达到培训的目的。全程参与并记录，以供将来运营时遇到故障时参考和改进。

6.1 查图核验

查图核验作为设备进场时，专业人员检验设备符合合同的重要一环，这不仅需要专业的知识，还需要足够的耐心，逐步分析每个设备机械图纸、电气图纸能符合图物一致，功能一致，甚至于线标号都一一对应，这对后期故障处理时提供极大的帮助。

6.2 功能验证

为确保设备在使用中的安全性、可靠性及有效性，需根据设备出厂说明及行业标准，基于用户需求书，制定对应的功能验证流程，从而实现其功能。以列车清洗机为例，需验证的功能包括：淋雨实验、侧洗、侧顶弧洗、端洗、自动洗车及手动洗车。

6.3 设备验收

设备验收主要目的有质量、安全性能验收、功能验收、机械强度测试、电气性能测试、厂家纸质及电子资料交接、备品备件清单、随车工具包清单；涉及到特种设备的还需提供特检院注册登记表、有效特种设备检验报告、使用证及场内机动车车牌等。

7 结论

本文提出的车辆工艺设备新线介入手册，从不同阶段进行剖析，展示各时间段工作重点，实现地铁高品质高质量开通，节约人力资源。

土建施工阶段，基于一线及往期线路工程，提出的施工优化及关注重点，能有效规避不安全因素，保证地铁顺利通过专家评审。

（3）本文提出的车辆工艺设备清单符合大多数线路的生产使用需求。

参考文献

[1] DB11/T1166-2024.城市轨道交通安全管理规范.

[2] GB55033-2022.城市轨道交通工程项目规范.

[3] 邹君,姜鹏. 地铁新线运营介入管理实践与策略研究. 沈阳地铁集团有限公司，2024.

[4] 刘强明. 浅谈地铁运营供电系统新线提前介入，2018.

[5] 刘宁. 地铁新线运营安全管理评价,首都经济贸易大学,2020.

[6] 赵晓芳,郑忻,罗成. 地铁新线运营筹备期不同阶段的管理要点分析,城市轨道交通研究,2022.

[7] 孙涛. 南京地铁新线建设运营需求标准化模式探讨,中国标准化,2018年24期.