武汉地铁12号线二期建设纪实

武汉地铁12号线是武汉轨道交通线网中唯一的环线，是武汉市轨道交通第四期建设规划线路之一。12号线二期工程起于墨水湖公园站（不含），经芬草路—赫山路—琴台大道—汉西路—堂青一路—后湖大道—兴业路—由二七桥下游下穿长江—国林路，止于钢都花园站（不含），线路全长24.64公里，均为地下线，设车站14座。

12号线二期总体设计、铁四院属地院副总工吕延豪介绍，12号线二期工程沿线水文地质条件复杂，城市建成区环境密集，工程建设面临诸多前所未有的挑战。参建各方坚持科学谋划、精心组织，以技术创新为引领，以精细管理为支撑，先后攻克了一系列世界级建造难题，实现了安全、优质、高效的建设目标，为武汉地铁环线全线贯通开通奠定了坚实基础。

在全体建设者攻坚克难、接续奋斗下，12号线二期工程最终顺利建成，充分展现了我国城市轨道交通建设的先进水平。



12号线“画圆”时刻：一切准备，只为乘客顺畅出行

环线“画圆”，不仅要建得好，更要运营得好。武汉十二号线轨道交通运营有限公司客运、乘务、调度、运维等部门通力协作，交出一份新线开通前的“运营答卷”。

把流线走成平安路 把指引做到心坎上

汉口站北广场站值班站长殷裕灵介绍，客运人员进场第一件事就是“走流线”：查看乘客进出站是否顺畅、吊挂标识是否精准、街区图公交线路是否对位。“有问题立即联系修改，确保指引准确到位。”对14座车站，客运部门全覆盖踏勘，每周投入人员超320人次，问题建台账、动态销号。

按“购票—安检—进站—候车—换乘—出站”全链条，重点盯住三大易堵点：闸机处对冲、换乘通道“喇叭口”、站台门与扶梯口叠合，凡三个方向以上客流交叉处均预设绕行方案和人员岗点。

二期14座车站中8座为换乘站，其中丹水池、兴业路、汉口站北广场为虚拟换乘。因地理位置特殊，汉口站北广场站与2号线汉口火车站无法直接换乘，股裕灵和同事实地测出步行约需20分钟。为此，地铁将两站虚拟换乘时间由30分钟增至45分钟，站厅张贴定位引导二维码，沿线标识全部就位。

面向老人、孕妇、轮椅乘客等重点群体，车站建立“站台接、通道送、站厅交”接力式帮扶，配备无障碍渡板和垂直电梯；母婴室、无障碍卫生间按条件分设或独立设置。涉及二期开通的41项演练已全部完成，覆盖列车故障、突发大客流、站台门夹人夹物等场景，“不止于设备动作，而是乘客可感知的有序”。

“现场踏勘、设施核验、流程演练、联调联试四条线已拧成一股绳。”股裕灵说，目标是让乘客“抬头能懂、低头能走、滑留有人问、有人问必能答”。

系统开车人守车 服务乘客零距离

地铁“无人驾驶”了，乘务员干什么？答案是：责任更重了。

“全自动运行线路，开关门、站台作业全部交给系统，但乘务员必须坚守车头瞭望。”乘务班组长韩文轩介绍。一旦遇到突发情况，乘务员就是现场第一处置人：乘客突发疾病，第一时间向行车调度员汇报，配合车站处置，同时首要确认列车安全；发现不文明行为，须用规定用语劝阻，“服务也有章法”。

与既有线路“只负责开好车”不同，全自动运行线路的乘务员是综合性岗位。团队把一期运营中遇到的乘客事件带回来复盘，沉淀为制度，起草了服务管理办法，细到对讲机挂放位置、胸牌不得遮挡都有规范。

环线贯通后，内环、外环相当于两条线路，跑一圈96分钟，工作日高峰48列车、行车间隔4分钟。通过科学排定交路，两个停车场同时投用，队伍用更精干的人员配比满足了行车需求。

从怕接触乘客的“不适应”，到帮乘客寻回遗失手机，成长为服务标兵，乘务员们在“面对面”的服务中找到了价值感。“无人驾驶”时代，人依然是守护乘客的最后防线。

屏幕内外盯安全 分秒之间护出行

行车调度是地铁的“神经中枢”。二期开通后环线行车组织联动性更强，行车调度员黄梓豪在国博控制中心负责全线调度指挥。

自筹备启动以来，调度岗位24小时轮班值守：一面坚守一期安全运营底线，一面紧盯二期列车试运行，持续验证环线行车交路和全自动运行场景，同时统筹施工检修安排。

黄梓豪肩负两项核心任务。一是修订《12号线控制中心现场处置方案》——调度员突发情况下的“操作手册”。环线贯通带来许多“拿不准”的环节，他主动联系系统厂家逐条请教，结合现场反复验证复盘，把技术逻辑“翻译”成调度员用得上的处置流程。二是配合完成二期专家评审中的防灾联动测试，确保测试安全、有序、可追溯。

“调度员的价值，不只是正常时盯好屏幕，更是突发时稳得住、判得准、调得动。”黄梓豪说。

设备舱查根基固 乘客安稳出行畅

环线要“画圆”，更要“跑稳”。运维一部与运维二部分工协作、各展所长。

“12号线列车是武汉地铁的‘颜值担当’，更是‘智慧担当’。”运维一部副经理胡亚杰介绍。列车为A型GOA4级最高等级全自动运行，“扬子蓝”车身首次采用水性油漆涂装，敞开式车头让乘客沉浸式体验第一视角“驾驶舱”，可实现自动唤醒、出库、运行、精准停站、折返、休眠全流程无人化，线路共设计84项全自动运行场景。

运维一部的核心任务是做好全自动运行列车调试，保障列车各子系统、机电设备安全平稳运行，同步开展轨道、隧道结构监测工作。针对环线闭环运行特点重构专项规程，组织定向培训和实战演练。全线一体化智能运维平台同步搭建，依托走行部、障碍物在线监测，隧道定期三维扫描等技术手段，筑牢线路安全运行防线。

运维二部则重在“夯实”根基。技术安全室主任李腾介绍，他们提前配齐各专业班组、全员培训取证，配齐备品备件和应急工器具，逐项核验系统功能，并围绕全自动线路特点开展多场景实战演练。通号专业是最大亮点，完成覆盖正常运营、设备故障、应急联动等87项核心场景的全工况验证；列车精准停车误差控制在±15厘米以内，远优于行业±50厘米标准，各系统联动响应误差毫秒级可控。

一线班组白天巡检全线设备机房，夜间利用天窗期集中整改和验证，筹备期间累计完成设备调试近千次、功能验证超两千次，日均徒步巡检2万余步。

“二期运维各项筹备已全部到位。”李腾表示，环线成环后将重塑三镇通勤格局，运维团队将持续守护好这条超级环线。

顺利穿越长江与汉江，3台盾构机实现水下接收

12号线二期要穿越长江、汉江，区间盾构是全线最硬的“骨头”。武汉轨道交通十二号线建设运营有限公司工程盾构管理负责人倪正茂介绍，二期建设风险核心始终围绕“水”与“软土”，水下盾构更是难中之难。

丹水池站至科普公园站区间长4011米，是目前国内最长的穿越长江地铁隧道。倪正茂坦言，项目充分借鉴武汉既有穿江隧道建设经验，整体推进平稳有序，针对施工中遇到的各类难题和风险，团队靶向施策、攻坚破局，一项项啃下硬骨头。

穿越长江主航道时，江底“上软下硬”的复合地层带来真正考验——上部富水粉细砂遇水易坍，下部既粘又硬的中风化泥岩和砾岩研磨性极强，刀盘结泥饼、刀具偏磨、滚刀崩齿等接踵而至。最艰难时，一天推进不到两米，刀盘被粘土紧紧包裹，掘进扭矩飙升。更大的风险来自高水压，汛期长江水压高达8Bar，相当于每平方米80吨。土仓压力稍有波动，掌子面即有失稳风险，建设者多次带压进仓检查和换刀。

施工方中铁十四局12号线项目书记闫锋介绍，技术团队研发新型合金贴片耐磨刀具和分时刀盘冲刷系统，依托盾构大数据云平台、智能远程指挥系统和光纤光栅管片健康监测，实时掌握盾构机状态，下穿京广高铁、合武高架、长江大堤实现地表毫米级微变形精准管控。位于汉口的区间风井开挖深度达48.7米，毗邻长江、地处一级阶地，引进地连墙FGM渗漏检测（围护结构渗漏检测）和钢支撑伺服系统，安全快速完成武汉在建最深基坑施工。

汉钢站至汉西路南站区间全长1370米，是武汉地铁继3号线、6号线之后第3条穿越汉江的隧道，也是全线最后贯通的区间隧道。10月20日盾构始发，盾构机下穿汉江大堤、汉江和运营中的1号线，与1号线桥桩最近处仅3米，现场采用自动化监测，每2小时一次。中铁一局12号线项目总工施俊东介绍，这条穿越汉江隧道主要穿越泥岩地层——泥岩遇水易糊刀盘结“泥饼”，扭矩飙升、掘进骤降、刀具磨损成倍加快。隧道最大埋深41.2米，掌子面水压达4Bar，相当于每平方米40吨。全线涉及10处重要建构筑物的邻近穿越施工。约330米的下穿汉江段被定位为全线“咽喉”，按最高等级实施风险管理。今年5月，两台穿越汉江盾构先后在汉西路南站顺利接收，为二期开通奠定了基础。

3台盾构机在33米深竖井实现水下接收，一次化解三重风险。石桥站至中一路站区间需在33米深的狭窄竖井中几乎同时接收3台盾构机，风险成倍叠加，如采用常规方案依次接收将耗时约50天。武汉地铁股份公司业主代表田华通介绍，经与中铁十一局等参建各方反复论证，充分研判安全风险与工期节点，创新采用“水下接收”方案，利用竖井封闭结构，采用向井内灌水的方式，一次性完成3台盾构机出洞准备，将3次盾构出洞的重大风险源合并化解。3台盾构机最终全部顺利接收，为同类工程提供了新范本。

在汉阳墓十区间，建设者遇到一个难题。中铁七局12号线项目总工罗鑫介绍，4号线十里铺站围护桩正好位于12号线正线，原方案需开挖竖井人工凿桩。项目组织多轮专家论证，大胆改为盾构机直接磨桩，配套自动化监测，与4号线底板最近距离仅1.51米。4次下穿、切桩28根，4号线轨行区运营平稳。

八成为地下三层站，应对复杂地质条件

12号线二期全部地处长江一级阶地高承压水、高渗透性地层，后湖片区还要叠加深厚软土，八成车站为地下三层站，大量车站埋深超过30米。武汉地铁股份公司二级项目经理朱艺介绍，超深基坑建设如同“在豆腐里建大楼”，站点建设各显神通。

后湖四路站横跨后湖片区最繁忙的交通路口，车站长318米、深27米，地下三层，建设团队依托成套工艺组合发力，科学划分施工流水段，高效统筹土方开挖、支撑安装、底板浇筑、主体结构施工全流程，合理调配人机物料资源，在极限条件下全力突围，仅用3个月便实现这座地下三层车站主体结构全面封顶，创下武汉地铁建设施工新纪录。速度背后是极致的风险管控。“按规范惯例仅20%的地下连续墙需要做声测管检测，这里却对120幅地连墙100%逐幅进行声测管、超声波探井、浇筑记录、PGM渗流检测等全方位多角度分析，力求不放过每一处可能的隐患位置。”朱艺说。通过这些极致的安全管控，后湖四路顺利度过整个汛期，车站开挖全过程零险情。

中一路站是8号线、12号线、阳逻线三线换乘站，也是全线规模最大的车站，建筑面积7.7万平方米。因12号线二期与12号线调整工程4条隧道平行设于站台，车站长达502米、最宽处50余米，基坑最深58米，189幅地连墙为全线最多。施工方中铁十一局项目副总工陈龙辉介绍，若采用常规明挖，超长深基坑易塌风险极高。项目部转而采用盖挖逆作法，先做顶板、再做中板、最后做底板，“先做板、后挖土”，确保基坑全程稳定。施工中引入地连墙超声波测壁仪，实时监测成槽垂直度，不差分毫。

汉钢站距广铁路地脚最近仅24.6米。中铁四局12号线项目总工谢浩介绍，项目创新采用全盖挖逆作法，以各层结构板作永久支撑，实现铁路毫米级安全管控；用定位平台精准安装大直径钢管柱，预埋导管浇筑侧墙，攻克封闭空间施工缝防渗难题。双墩站距汉江仅1.5公里，地连墙深56米，基坑内外水头差最大27米。建设时组建时刻待命的应急注浆小组，优化降水井分阶段降水，最终31米超深基坑安全见底，地连墙超声波检测全部达标。

华安里站是全线最后开工的车站，2025年5月才交地，11月15日主体结构顺利完成。中铁十二局12号线项目部常务副经理党利利的秘诀是“前置”：交地前提前踏勘现场、摸排管线、制定风险管控方案，北侧临铁路、东侧挨沪蓉铁路的情况早了然于胸，交地后即企速冲刺。

在这个中心城区工地施工要“精打细算”：材料堆放放弃传统的车站两侧，改堆中间，两头同步施工；基坑上多架一台龙门吊，实现“不落地运输”，省时又省地。面对铁路与居民区三面环绕、唯一出料通道要穿过二手车市场的窘境，项目部与汉兴街道建立常态化沟通机制，负责人牵头走访居民，邀请居民进工地参观，为挖机加装“静音罩”，配备洒水车降尘，24小时专人维护通行，最终赢得理解与支持。

深基坑精细管控，清障井沉降控制稳达标

12号线二期因下穿多条既有运营线路，埋深普遍较大，汉口片区车站基坑开挖深度普遍超过30米。武汉地铁股份公司业主代表王永安介绍，该区域属长江一级阶地，上部软弱土层、下部强透水砂层，周边建筑密集，“怎么保证基坑和周边建筑物安全，是一个很大的课题”。

汉西路南站是风险管控的“转折点”。该站基坑深33.67米，紧邻老旧浅基础建筑，土方50万立方米，地连墙160幅、外包总长923米，内外水头差大。中铁大桥局12号线项目总工高鑫介绍，项目引入FGM电信号渗漏检测技术，逐幅排查地连墙缺陷，“一墙一档一方案”；坑外降水减压管让团队两难，降水恐致周边沉降，不降水则恐涌水涌砂，经专家论证果断增设减压井并强化沉降监测。基坑分三次节点验收，边挖边论证，最终实现变形“零预警”。后期“放手挖”，三个半月完成开挖，单月最大出土8万立方米，比普通车站还快。

这一经验随即在清障工程中成熟应用。汉西路南站至双墩站区间下穿运营中的3号线双墩站，设两座34米深清障井，冷冻体直径达13.9米，布设冷冻孔380余根。既有线沉降要求控制在10毫米以内，“虽如同走钢丝，但我们紧盯监测数据，依托严密防控举措精细管控，稳中有底。”王永安介绍，最终总变形稳定在7毫米，融沉阶段沉降增量为零。

从初期摸索到系统化主动管控，12号线建设沉淀出长江一级阶地深基坑管控的成套经验，为后续同类工程提供了丰富经验。

多作业面同步铺轨，近千人队伍完成轨通

车站建好了，隧道通了，铺轨施工随即迎来大考。中铁十四局12号线铺轨标项目经理李东介绍，今年4月，盾构区间集中洞通、集中交付铺轨，为确保轨通节点，为后续专业进场创造条件，项目部一改常规4至5个作业面的流水荷模式，同步开设13个铺轨作业面，投入近1000人施工，机械设备和工装数量超过原计划两倍。高峰期间，安全、质量、进度管理压力空前，管理人员坚持一线值班调度，最终如期完成铺轨节点任务。

汉口火车站作业面是全线难度最大、风险最高的施工点。该场地狭窄，盾构井口距铁路既有线仅10米，井口上方还有火车站走廊，空间受限严重。针对轨料垂直下洞和洞内水平运输难题，项目部先后开展10余次方案研究，最终采用吊车水平旋转、人工牵引，利用盾构井对角线垂直吊装入洞；同时定制专用轮轨运输车，解决了洞内运输问题。

百万米线缆穿行地下，数千台设备精准就位

地铁风水电安装是一项看不见的工程，是保障市民出行安全舒适的关键。

武汉地铁股份公司二级项目经理徐龙介绍，12号线二期区间封闭时间紧、任务重，作业计划细排到天，全力推进风水电安装与设备调试，累计敷设线缆超百万米，同步完成风管、风机、各类管线及数千台设备安装调试，有序配合综合联调工作。

虽然协调单位多、事项杂，却做到了与土建、装修、轨道等单位的工序衔接“零等待”、关键节点“零延误”，狠抓细节、严把质量关，穿墙管线封堵严实、综合支吊架安装牢固，处处体现“绣花功夫”。

十里铺站是全线第一个接受消防验收的车站，也是一场对细节的“大考”。每一处穿墙管线封堵都要仔细核查，不留缝隙，防止火情烟气顺孔洞扩散；每一个防烟分区都开展模拟火灾联动调试，检验排烟送风系统能否准确响应；连强电井内电缆之间的防火封堵，验收人员都逐一检查。从消防技术服务到正式验收，反复自查、整改、打磨。此后这种高标准贯穿全线。

武汉地铁股份公司业主代表朱晓振负责12号线二期风水电3标及12号线调整工程风水电装修标段，调整工程衔接中一路站与后湖大道站，是武汉首条地铁环线闭环的重要一环。4月完成一期开通任务后，又同步推进二期与调整工程施工，在资源紧张、节点紧迫的压力下倒排计划，陆续完成消防验收、卫生检测、质量验收等关键任务。

10月23日，武汉市轨道交通12号线二期工程顺利通过初期运营前安全评估。专家组评价，在近年叠与详审的多条轨道交通项目中，该项目整体安装质量处于业内领先水平。

大提升扶梯占比高，满载测试全覆盖

如果说风水电是车站运转的“功能脉络”，电扶梯就是深埋车站的“骨干廊道”。

武汉地铁股份公司机电部工作人员王臣浩介绍，12号线二期14座车站全部为地下站，埋深大，一半以上是换乘站，共安装垂直电梯44台、自动扶梯201台，合计245台。高标准的机电配置背后，是重重施工考验。

难度前所未有，较其他线路站内通常只有5至6米的提升高度，12号线超过12米的“大提升高度自动扶梯”占比超过40%，最高提升达18米，且多是三、四层车站的多层站电梯。超大型设备多、车站空间受限，设备进场转运如同“螺蛳壳里做道场”。

典型代表是科普公园站。这座地下三层站站内共10部自动扶梯，均为超过12米的大提升高度。因大型设备运输，全部滤最进场，平板车晚上10时后才能运输，次日滤最6时前必须撤离；扶梯于到站厅时，设备安装空间紧张，只能按工序、按部件逐部落位，中途还要把场地“让”给其他专业。在多专业并行施工的情况下，历时半个月，完成10部自动扶梯安装工作。

为守住安全底线，项目部组建规模最大的电梯测试队伍，超过260人共同参与满载乘梯试验；每个梯级站2个人，把扶梯站满，反复乘坐，测试满载状态下可靠运行、不误报停机，防范踩踏风险。245台电扶梯全部通过特种设备专项验收。

87项场景“全梳理”，全自动运行系统调试提速

武汉地铁12号线是全市首条地铁环线，也是第二条全自动运行线路。全线通车后，实现全自动运行的环线贯通运营。

武汉地铁股份公司通号部业主代表田青云介绍，在系统设计阶段，设计团队在第一条全自动运行线路5号线经验基础上持续优化全自动场景设计，编制形成《12号线全自动运营场景描述》，涵盖正常场景28项、故障场景34项，应急场景25项，并配套完成19项专项技术设计方案，为全自动运行奠定系统基础。

他介绍，施工阶段12号线一次性封闭区间长、作业面多、多专业交叉作业频繁。项目部将室外施工分解到每个区间、室内施工分解到每个站，对设备房移交、人防门卡点、电缆路由通道、道岔移交、轨道钥轨证明、机房送电等重难点逐项盯控，确保按节点完成设备安装和调试。

针对全自动运行调试，团队对一期和二期接口动车调试难点提前分析谋划，对一期软件数据进行预埋，减少了后期调试开启退次数，有效缩短了调试周期。



12号线列车。



汉钢站。



武汉日报广角号。