

从前期的安全设计,到安全施工,再到后期的安全运营,安全地铁的理念渗透于工程始终。通过加强安全管理,制定应急预案,针对济南的特殊地质条件量身定制盾构机,采用多种技术安全下穿京沪铁路、京台高速,在济南地铁建设者的努力下,R1线开工建设两年来,实现了零死亡的安全目标。

## 高铁地上飞驰 地下安全施工 穿铁路、过溶洞,两年来零事故

### 安全地铁

### 穿越溶洞和岩层 量身打造盾构机

R1线南起池东站,北到演马庄西,在济南西部穿行。11座车站中,7座是高架站,4坐为地下站,地下区间长9.7公里。众所周知,地铁施工过程中要克服复杂的地质条件,因此地下段施工难度最大,风险也最大。

据济南轨道交通集团质量安全部孙立建介绍,R1线全线大部分盾构区间的土层为粉质黏土,但是在位于王府庄与大杨庄之间的区间风井区域,地层中有溶洞分布,地下水较为丰富,盾构施工难度升级。在施工过程中,当盾构机穿越有溶洞发育的岩层时,施工风险会大大提高。

“由于济南市内南高北低,南靠泰山余脉,北邻黄河冲积平原,地层中软土、砂卵石、灰岩交替分布,岩溶裂隙强烈发育,形成了复杂的地质水文条件。”孙立建说。

为了保证R1线施工的顺利进行,隧道施工的主力设备——盾构机,也根据济南的特点进行了特殊定制。济南重工负责人许京伟介绍说,他们生产的盾构机是为济南量身打造的复合盾构机。济南造盾构机刀盘配备41把高强材料滚刀,以及撕裂刀、刮刀。滚刀、撕裂刀把碎石切割成



2016年8月31日,地铁R1线地下,工人冒着酷暑闷热在工作。 本报记者 周青先 摄

小块,刮刀将碎石和泥土刮下来,三种刀具不同的高差,分工协作。

目前R1线地下段共有6台盾构机正在进行盾构施工,预计今年年底或者明年年初,整个地下区间实现贯通。

### 下穿高速和高铁 地下施工地上跑车

R1线地下段的走向,正好要穿过京台高速、京沪普铁和京沪高铁,穿越过程可以说是施工中的难点,危险重重。“盾构机下穿高速高铁,是工程重难点,被定位为一级施工环境风险。”中铁十四局R1线地下段土建一标项目经理巢集达说。R1线穿越铁路高速,背负着两大任务,一方面要保证地上高速、铁路线路的平稳运

行,另一方面要做好隧道施工,为以后地铁安全运行打下基础。

去年11月,R1线开始小试身手,从地下穿越京沪铁路。“当时下穿京沪普铁的时候,我们和铁路局相关部门做了大量的前期工作,一方面,利用测量仪器对轨道轨距和标高进行测量,监控地下施工对轨道本身的影响;另一方面,在下穿路基区域内,要对地表进行监测。”中铁十四局R1线地下段土建一标安全部部长郭晓冬回忆起去年11月下穿京沪普铁时,依然能声情并茂地讲出完整的细节。

平时列车运行经过地面时,本身就会对路基产生影响,因此,在下穿普铁期间要与铁路部门沟通,将列车降速至40公里/小时,最大程度降低下穿过程中对路基的影响。

2017年6月,“开拓一号”开始穿越京台高速。6月14日晚十时左右“开拓一号”在左线开始下穿京台高速,“开拓二号”紧随其后在右线穿越。穿完高速,“开拓一号”和“开拓二号”盾构机继续往东穿越京沪高铁,“穿越高铁会比穿高速更危险,要求更高。”巢集达说。中铁十四局轨道交通R1线土建一标项目部有关人士说,7月17日晚12点,济南地铁R1线左右线两台盾构机均已完成下穿京沪高铁的任务。

### 施工两年来零死亡 预警机制完善到位

R1线的施工周期长、难度大,要

# 解码地铁R1线

2019年建成的R1线,是一条怎样的线路?她有着怎样的泉城特色?未来将如何改变泉城百姓的交通和生活?近日,济南轨道交通集团给出了答案:安全、绿色、智慧、品质。四大理念在R1线上如何践行的?本报记者独家解码R1线,提前带您走进2019年的地铁时代。

据济南市轨道交通集团相关负责人介绍,这四句话其实是层层相扣的。“其中,安全是第一位。”该负责人表示,安全地铁不仅是指将来运行的安全,同时也包括前期设计过程中严格科学的安全设计,以及建设过程中的施工安全。

而品质地铁则首先意味着市民在乘坐地铁的时候能够享受到高标准的服务。上述负责人介绍,品质地铁的核心是提升服务水平,首先是地铁工程的建设质量和运行水平要达到一个高品质;其次是能否做到功能优先,把人文关怀落实到地铁建设运营所有细节之中,充分体现优质服务。

济南的绿色地铁理念,将主要通过采用清水混凝土工艺、太阳能光伏发电、节能控制系统、雨水收集、中水处理、地源热泵、刹车再生电源等先进技术,实现节地、节材、节水、节能、降噪和保护水生态环境等方式来实现。

智慧地铁主要是利用新一代信息技术依托地铁资源整合基于线网的公共交通信息、公共服务信息与商业资源信息,为市民提供便捷、时尚、活力的公共服务和商业服务。



降水回灌一体化设备是济南第一台真正意义的回灌设备。 本报记者 周青先 摄

济南轨道交通R1线是住房城乡建设部市政公用类科技示范工程项目,建设过程中采用了清水混凝土、预制U梁、加压回灌等多项绿色技术,并计划采用光伏发电、中压回灌、可调通风站台门等多项绿色技术,实现轨道交通工程绿色技术的高效集成。

## 车站顶能发电 地下水能回灌 R1线绿色建设,成了全国示范

### 绿色地铁

用了中水回用系统,生产废水收集后集中处理,回用率可达95%。

### 地下站将使用 可调通风型站台门

R1线的地下车站里,站台门也很有讲究。据杨培盛介绍,综合济南的实际情况,R1地下车站的站台门选择了可调通风型站台门系统。“这个系统可以将屏蔽门系统与安全门系统的优点结合起来。”杨培盛说。

进入夏季,通风口就完全关闭,转换为屏蔽门,这样就可以降低公共区空调冷负荷,节省能耗。而到了过渡季和冬季,可调通风型站台门又会转换为安全门,上方的风口会打开。这么一来,隧道区域和地面人员出入口,就会形成一条流动的通道。由之产生的活塞风随列车进出车站同时扰动站台空气,为车站引入新鲜空气,并对车站公共区的环境温度进行降温冷却。

### 根据环境变化 智能控制照明

在R1线地铁运行过程中,运用先进的环保技术,能够做到节水、节电,实现“开源节流”。高架车站还采用了光伏发电技术,“R1线共设置了3座高架车站,其中光伏可用面积2000㎡。”

使用光伏发电,日均发电量可以达到4000余度,可以解决地铁运行的很大一部分能源问题。

除了通过各种方式“开源”发电外,轨道交通系统还采取了“节流”的手段。比如在公共区及出入口采用了智能照明控制系统,对车站的照明进行智能化管。

“回收的雨水可用于绿化和浇洒道路,可以有效地节约用水量,减少系统维护成本,降低城市排水压力。”轨道交通集团物资部资深主管杨培盛说。另外,车辆基地采



未来地铁购票以人为本,扫码支付即可买票进站。(资料片)

济南轨交R1线是一条名副其实的“智慧地铁”线,从购票的移动支付,到视频监控的全高清覆盖,再到行车控制技术,济南轨道交通R1线承载了许多先进科技,将大大提高乘客的乘车体验,保证车辆运行安全。

## 列车可实现 自动驾驶技术 扫码就能买票,全高清监控保障安全

### 智慧地铁

### 互联网自动售票 提升乘客乘车体验

乘坐地铁的时候,市民首先关注的是购票问题,购票是否方便,影响着乘客的乘车体验。在科技飞速发展的今天,传统的现金支付方式已然式微,移动支付变得十分普遍。为顺应潮流,除了常规现金购票外,济南轨道交通R1线售票系统将使用多种移动支付方式。首先是时下最流行的扫码支付,乘客使用微信或者支付宝扫码即可以买票进站。另外,轨道交通集团还将开发手机APP用于购票和充值。自动售票系统在规划设计和建设实施中还考虑了云购票机、云闸机等多种购票进站方式,节省时间的同时,解决传统车票媒介存在的弊端,具有方便、快捷、高效、经济的优势。目前,国内地铁以人工售票和售票机售票为主,移动支付还比较少见。济南轨道交通的自动售票系统将给乘客带来全新的体验,排队买票或找硬币的场景会逐渐成为历史。

### 预留全自动 无人驾驶运行条件

在车辆运行方面,R1线列车采用ATO自动驾驶技术,列车在区间内自动运行,司机只需到站后进行简单操作即可完成列车正常运营。这种操作模式可以使列车运行平稳,准点率极高,超过99%。在未来,济南轨道交通R1线也可能采用更为先进的全自动无人驾驶技术。

前期R1线已预留全自动无人驾驶条件,待条件成熟后可通过改造实现。R1线列车设置专家诊断系统,实时自动检测列车各系统设备状态,通过列车网络在司机监控触摸屏上显示,同时利用车地无线通信技术,将正线和停车库内的列车运行状态信息实时上传至控制中心,方便检修人员及时掌握列车运行状况和故障情况下的快速响应。

### 全高清摄像机 覆盖公共区域

地铁站内客流量一般较大,因此乘客安全问题十分重要。济南轨道交通R1线的视频监控系統运用了多种高新科技,保障市民乘车安全。

“品质地铁”是济南轨道交通的一个重要理念。清水混凝土的施工工艺保证了施工品质和质量,车站功能人性化设计给市民带来良好的出行体验,车站内的文化墙设计,又提高了R1线的文化品质。高品质的R1线,值得市民期待。

## “论语”文化墙 像丝帛古书 R1R2换乘不用坐电梯,站口有单车停放点

### 品质地铁

### 高架站用清水混凝土 儒风素语呈品质地铁

作为济南第一条地铁线,R1线在施工工艺上体现着品质地铁的理念。7月16日,记者来到长清区海棠路与芙蓉路口看到,前大彦站正式完成架体拆除,鱼腹状的车站已经能够见到真身。车站外立面为天然的混凝土颜色,表面平整光滑、色泽均匀。

据现场的施工人员介绍,这是R1线采用的一项独特技术,“车站采用了清水混凝土浇筑,不用再进行二次装修。”清水混凝土又称装饰混凝土,它一次浇筑成形,不做任何外装饰,直接采用现浇混凝土的自然表面效果作为饰面,特点是表面平整光滑、色泽均匀、棱角分明,无碰损和污染,显得十分天然、庄重。

据济南轨道交通集团相关负责人介绍,整个R1线高架车站都将采取清水混凝土工艺,追求一种“原汁原味”的效果,也体现出儒风素语的设计理念。

为了体现R1线的特色,车站也做了独特的设计。其中最引人关注的是文化墙的设计。“在R1线重点车站内部,我们浓缩济南的文化,做了背景墙。”李虎说。这些文化墙将彰显济南的特色和传统文化。比如有的背景墙的材料选用了陶板,纤维石膏板等新材料,其中选用了一种看着像丝帛一样的陶瓷,可以生动展现竹筒和书籍的样子,刻上

### R1线车站 也为丁香紫配色

R1线的品质感也体现在站点的文化味道上。“我们的理念是将济南的文化抽取出来,融合进地铁外部的这些配套设施中,打造品质地铁。”李虎说。

为了体现R1线的特色,车站也做了独特的设计。其中最引人关注的是文化墙的设计。“在R1线重点车站内部,我们浓缩济南的文化,做了背景墙。”李虎说。这些文化墙将彰显济南的特色和传统文化。比如有的背景墙的材料选用了陶板,纤维石膏板等新材料,其中选用了一种看着像丝帛一样的陶瓷,可以生动展现竹筒和书籍的样子,刻上

### 入口处设单车停车点 王府庄可20米平行换乘



前大彦站效果图

品质地铁不仅体现在工程的建设,在车站功能布局的细节上也体现“以人为本”的原则,让乘客享受到高品质的服务。以前大彦车站为例,共设有两个出入口,分别设置在海棠路东西两侧,“其实车站的出入口设置很有讲究,基本法则就是随着人流‘走’,哪里人流量大,就把出入口设置在哪里,每一个路中高架车站的设置模式是基本一致的。”现场工作人员介绍说。

乘车时市民很关注乘车和换乘是否方便,济南轨道交通集团总工程师李虎介绍说,为了更好地服务乘客,让乘客享受高品质服务,每个轨交站点周边还将设置自行车停放点、出租车停靠点,并优化调整既有公交站点位置,实现各种交通的无缝对接。而为了服务好

残疾人,每个站点还将设置无障碍设施。

未来,济南R1线的各个换乘车站内的换乘也将十分方便。“其中王府庄站是R1线与R2线的换乘车站。这里是站厅平行布置,通过共用站厅换乘,R1线在南侧,R2线在北侧,换乘距离为20米左右。付费区内换乘通道有二十多米宽,在一层内实现刚走下这条线,接着走上另一条线,节省时间,提高换乘效率。”

除王府庄外,R1线与M3线在大杨庄站为L形换乘,在济南西站与M1线为十字换乘。目前,包括西客站在内,火车站,机场都已预留了便捷通向地铁站台路径,让乘客实现5分钟坐地铁。

**D4、D5采写** 本报记者 魏新丽 喻雯 蒋龙龙 见习记者 赵夏晔 实习生 王觅