

济南轨道交通二期建设规划的六条线路已全部开工，不少已进入到盾构施工阶段。更多地铁线路正迈向主城区，将满足更多市民的地铁出行期待。这同时也意味着，本轮济南地铁建设也将进入到更多下穿主城区的阶段，将面临更多下穿既有交通线路、既有建筑、更靠近居民区的新挑战。迎接这些新挑战，济南地铁是否已做好准备？近日，齐鲁晚报·齐鲁壹点记者进行了采访。

记者 季明智



济南地铁二期建设正加力提速建设迈向主城区。



挑战一

长距离“钻”过既有交通线路怎么保安全 盾构施工已积累“零沉降”经验

目前，4号线一期建设在二期线路中进展较快，全线33座车站全部进场，累计实现10座车站封顶，4个盾构区间双线贯通。而在繁忙的地面交通之下，地下施工会不会引起道路下沉，施工将怎么减少对既有道路、桥梁等交通设施的影响？

下穿既有交通线路施工同样出现在济南轨道交通一期建设之中，济南地铁建设也由此积累了下穿既有交通线路建设的丰富经验。2号线施工时，东西长距离穿过老城区，线路在北园大街下掘进。1号线隧道施工线路与京沪高铁四条正线交会，施工风险极高，在盾构下穿施工中，须将跨距64米的高铁桥的沉降指标控制在1毫米以内，较其他类似下穿高铁施工要求5毫米左右的控制指标更为严格。

最终在施工后的铁路桥墩和梁底44个监测点中，累计最大沉降值均不超过0.3毫米，仅相当于一张A4纸的厚度，基本实现了“零沉降”。

“盾构法施工对既有交通线路的影响小。”济南轨道交通集团建设投资有限公司4号线一期建设相关负责人解释，地铁下穿既有道路、既有桥梁、既有铁路线施工都有相应的技术要求。4号线一期全部是地下线路，隧道除部分明挖段外，掘进以盾构施工为主。施工中使用土压平衡盾构，进行全封闭式施工，最前方的掌子面向前掘进时，全程通过一定气压和增加泡沫填充物保证压力平衡，减少了掘进中出现塌陷的可能性。

此外，施工期间持续监测沉降的数值直到数据稳定。上述负责人介绍，目前4号线经过的济南地下岩层相对比较稳定，以泥土和岩石为主，有利于减少施工沉降。

挑战二

下穿既有城市建筑如何减少施工影响 全方位监测加“弹簧床垫”减震

主城区进入盾构阶段，地铁施工还将面

临靠近或下穿既有建筑施工的挑战，这也是几乎所有城市在主城修建地铁会遇到的问题，如何减少施工对既有建筑的影响确保施工安全，怎样减少后期地铁运营中的振动对既有建筑住户的影响同样是不小的挑战。

“地铁建设进入主城区确实很难避免下穿既有建筑这个问题，我们前期设计中坚持一个原则就是能不穿既有建筑就不穿，能侧穿就不正穿。但地铁线路设计主要是基于地铁站位的选择，考虑到方便市民出行，所以不少站点都在人流密集区，也不能离居住区太远，这样还是会遇到下穿既有建筑的问题。”上述相关负责人解释。

“这个问题并不是新问题，所以在地铁施工中，下穿既有建筑的技术已比较成熟。”目前，济南地铁建设中的区间隧道工法多选择对环境影响最小、沉降控制最有效的盾构法施工。“可以这样来理解，盾构施工并不是简单打一个隧道，而是将一个建筑结构在掘进的同时建在地下，并保证一次性成型，这样能大幅降低地层的应力损失。”上述负责人介绍，地铁施工过程中会对既有建筑是否发生了沉降进行监测，一般持续半年。这个期间施工带来的沉降明确在安全范围内，后续再发生沉降的可能性很小，可以忽略不计。

除了要解决下穿既有建筑减少沉降的问题外，地铁建成投入运营后，列车经过时的振动也有可能对既有建筑的居民生活带来影响，这样的问题怎么解决？

“针对振动问题，在建设前我们进行了严格的预测和评估，会使用最好的减震设计。”上述负责人介绍，“我们会在轨道和隧道结构接触的地方增加浮置板，用类似‘席梦思’床垫的原理和特殊材料隔开二者，轨道未来的振动大部分会被浮置板这张‘大床垫’吸收，最大限度减少运营振动影响。”

除此之外，对需要穿越既有建筑施工的标段在选择施工方时更加严格，会参考该施工方此前参建项目下穿既有建筑的施工效果。“比如我们有的标段的施工方，他们在南昌建设地铁时，在地质条件极其复杂的情况下，成功穿越了20多栋老旧房屋。”

不仅是在南昌，在大家所熟知的重庆“网红打卡点”轨道交通2号线李子坝站，由于列车经过时会在居民楼中穿过，每天都吸引来无数游客打卡。受重庆地形的影响，重庆轨道交通2号线在建设时需穿越李子坝正街39号商住楼，这其中1-5层和9-19层是居

民区，6-8层设计为轨交站，车站长度达到132米。据资料显示，该车站在建设中没有借用楼房的承重结构，支撑列车轨道梁的6根桩基均有38米高，直接打桩到地面地基中，而楼栋的桩基有90多根，每根高度69米，在6根轨道梁桩基与楼房建筑之间并保持有20厘米的安全距离。此外，为避免噪音问题，轻轨采用低噪声和低振动设备，车轮为充气体橡胶轮胎，平均噪声甚至低于普通市区的平均声级。

此外据媒体报道，在武汉地铁6号线的建设中一次性在地下穿越了65栋老建筑，这其中既有中国银行(大清银行旧址)、大陆坊等武汉市优秀历史建筑，也有宝润里等系列老建筑群。武汉地铁6号线中山大道沿线从地质条件来看处在长江一级阶地上，地下水水位高、水压大，掘通这段隧道，犹如在一块泡在水里的豆腐上打洞，既要保证豆腐不能碎，还要确保隧道抵抗住地下水的重压。隧道贯通后，这些老建筑安然无恙，也让地铁开进武汉中山大道成为现实。

挑战三

市区施工噪音扬尘咋减少 首次用上全封闭大罩棚

二期建设6条线路穿越主城区施工时，施工可能带来的扬尘、噪音问题同样不可避免。这其中，在车流人流繁忙、代表城市形象的经十路的施工中如何减少施工影响备受关注。4号线一期就首次在全市地铁建设过程中引入全封闭式绿色施工罩棚。

“地铁施工在车站建设时需要进行地下连续墙施工，需要有效解决扬尘和噪音问题，我们在施工过程中通过加高围挡、加强施工现场标准化管理，严格落实扬尘治理相关措施，做好扬尘治理和安全文明施工有一系列的措施，在条件允许的地方，建设了全封闭的大罩棚。”上述负责人介绍，目前大罩棚起到了较好的降尘降噪效果，4号线接下来将进入盾构施工为主的阶段，这些大罩棚也将迎来“退役返厂”，目前部分站点已在进行拆除。

在泉城公园站施工现场，记者看到大罩棚已开始了拆除。记者从现场工作人员处了解到，大罩棚的拆除工作将持续3个月左右的时间，整体采用从上向下，从外向内的保护性拆除顺序，随后返回厂家再循环利用。4号线其他站点的罩棚拆除工作也将陆续展开拆除工作。



重庆轨道交通李子坝站列车在居民楼中穿过。(图片来源网络)



国外轨道交通穿越城市楼宇。

济南地铁二期下穿主城区建设迎来新挑战

『钻』既有交通线、既有建筑、靠近居民区