

长沙地铁2号线西延二期工程近日传来消息：全线11座地下车站全部封顶，预计2026年8月底前分段开通初期运营。这意味着，又有一条钢铁巨龙即将在地下穿行。

湖南出版投资控股集团主管、主办
国内统一连续出版物号：
CN 43-0057
2026年8月12日 星期三
农历丙午年六月三十

出品：十几岁教育出版事业部
总经理：蒋薇
副总经理：黄琨 殷建军
执行主编：余娅
记者 编辑：金剑 白洁
美编：陈思思 刘子源（实习）
校读：凌马颜

更多科普知识，
请关注《爱科学》杂志。
儿童视角解码科学，
尽在《爱科学》。



城市地下的隐形世界

我们平时看不见的城市地下空间里，下水管道日夜奔流，综合电缆织成密网，地铁隧道里列车飞驰，地下商场人声鼎沸，还有能吞下暴雨的“超级大胃”随时待命。城市地下的隐形世界，早已和地上生活长在了一起。

工程师们把地下世界切成三层来看：浅层、中层、深层。

浅层

（从地面往下0到10米）

这是人们打交道最多的一层。你踩过的井盖、开车经过的隧道口、周末逛过的地下商场，都在这一层。城市的水、电、气、网——那些被称作“生命线”的管道和线缆——绝大多数也埋在这里。

要说浅层最聪明的设计，非综合管廊莫属。它就像一条由钢筋混凝土建成的超长“地下宿舍”，把原本乱糟糟埋在马路下面的电力、通信、给水、燃气等各种管线，分门别类安排进不同的“房间”。以后哪根管子坏了，工程师只需像逛超市一样走下去检修就好，再也不用把马路挖得千疮百孔。长沙已建成和在建的综合管廊总长超过150千米。放眼全国，“十五五”期间还将建设改造地下管网约77万公里。

地下停车场也藏在这一层。长沙市配建及公共地下停车场有数千个，地下车位超过百万个。如果没有它们把汽车引入地下“休息”，地面上的广场和道路早就被停满了。

中层

（从地面往下10到30米）

再往下走，10到30米，是城市“运输”的地盘。地铁在这一层最活跃。

截至2026年，长沙已开通7条地铁线路及磁浮环线，运营里程超230公里，车站总数超150座。就在今年上半年，“轨道上的长株潭”加速成网，地铁7号线一期也在加快建设——这是长沙首条采用全自动运行系统的线路。而梅浦联络线隧道主体结构刚刚全部完工，这条串联梅溪湖与含浦的通道计划8月实现双向通行，以后从梅溪湖到含浦，只要5分钟。

这一层还藏着人防工程——城市的“地下堡垒”。平时是车库、超市，一旦遇到战争、地震或重大灾害，立刻变身为守护成千上万老百姓生命的“硬核避难所”。长沙市内人防工程有数千个，人防面积超千万平方米。

深层

（从地面往下30米到更深）

地表以下30米往深处走，放着的都是“最能装、最能扛”的家伙。

深层排水调蓄隧道就像一个巨大的“超级蓄水池”，暴雨来袭地面排水不及的时候，它能瞬间把积水吞进深层临时储存，等雨停了再慢慢抽出来处理。长沙拥有1条核心城区超级深隧系统。

藏在湘江河床之下的过江隧道，也在这一层面。长沙已建成和在建的过江隧道共有5条。

文 / 张聪（中南林业科技大学副教授）

向地下要空间

每次被问及“为什么我们越来越关注脚下”，我的回答都很简单：城市真的挤不动了。

地面上的楼房不能无休止地长高——阳光是所有人的权利，被高楼遮住的日子，谁都不愿过；道路也不能再肆意拓宽，每砍一棵树，城市就少一分呼吸。于是，我们把目光投向脚下。如果地下能被利用起来，地面就能还给人——变成公园、球场、孩子的嬉戏地。

当然，建造这样的空间，从来不是轻松的事。我们得先搞定两个“捣蛋鬼”。

第一个是水。地下水无孔不入，你刚挖开一个洞，它就想把它灌成泳池。我们的办法是给隧道穿“多层潜水服”：第一层是高性能防水卷材，像皮肤一样紧贴衬砌；第二道秘密武器，是每段管片接缝里的遇水膨胀止水条——它像“海绵宝宝”，碰到水就迅速鼓胀，把缝隙塞得严严实实。长沙地铁下穿湘江时，头顶就是滔滔江水，正是这套组合拳，保得一路平安。

第二个是软土，我们私下管它叫“土豆腐”。很多沿海、沿河城市的浅层土质松软得超乎想象，稍有不慎就会坍塌。这时候，必须请出“钢铁巨龙”——盾构机。它前端装有巨大的旋转刀盘，像巨嘴一样啃掉前方土体；尾部则像拼乐高，将预制好的弧形混凝土管片一块块拼成完整的圆环。边挖边撑，再软的“豆腐”也能被它牢牢撑住。可以说，我国沿海那么多建在软土上的地铁，都是一寸一寸“啃”出来的。

地下空间，既是城市发展的必然选择，也是工程人不断挑战自然边界的战场。每一条隧道、每一座地下车站的背后，都是与水 and 土的反复博弈。

文 / 傅金阳（中南大学教授、博士生导师）

“钢铁巨龙”盾构机闯关记

这些年，长沙地铁4号线北延项目的“盾构机”相继接到几项巨大任务，让我带你们一起来看看钢铁巨龙是怎么闯关的吧。

闯关一：从老地铁下方悄悄穿过（溁湾镇站→湖南师大站区间）

我们遇到的挑战，是施工场地正上方已经有一条天天载客奔跑的2号线。我们与2号线隧道的最短距离不到3米，但绝对不能打扰老地铁正常运行。

我们提前挖小竖井，用超级加固泥浆，把上方老地铁的泥土牢牢加固，给老地铁穿上“防护铠甲”。过程中时刻盯着老地铁的监测仪器，盾构机挖土量严格按照计算值来，不多挖一丁点儿泥土，减少震动。

闯关二：楼房地下的温柔潜行（湖南大学站→阜埠河站区间）

这次，头顶上方是湖南大学的实验大楼。这栋实验楼一共有四五层，地下还藏了一到两层地下室，地基是粗壮交叉大梁，稳稳托着整栋楼。盾构隧道离地下室地基特别近，挖的时候动作必须轻，一点都不能粗鲁。

这个时候，我要重点牢牢管住三件事：挖出来的泥土量、灌入隧道的水泥浆、隧道内部泥土压力。还需要在楼房墙体、地面到处装上灵敏监测小仪器，过程当中一旦监测到墙体、地面有一点点数据偏差，需要立刻调整盾构机挖土、注浆方式，守护大楼稳稳当当不摇晃。

文 / 肖超（中建五局土木工程有限公司市政环保分公司执行总经理）