



同济大学交通运输工程学院
COLLEGE OF TRANSPORTATION ENGINEERING
TONGJI UNIVERSITY

城市轨道交通 结构设计与施工

Structural Design and Construction in
Urban Mass Transit

城市轨道交通与铁道工程系

周顺华、宫全美

Structural Design and Construction in Urban Mass Transit

- 本节主讲：周顺华

- 办 公 室：交通学院659

- 联系电话：69583655

- 电子邮箱：zhoushh@tongji.edu.cn

「第一章」 绪论





前言

我国城市轨道交通现状

结构建设阶段面临的挑战

结构服役阶段面临的挑战

课程任务与学习建议



一、前言



基坑塌方



隧道突涌

郑州市轨道交通2号线为您而来

换乘拥堵



问题1：这些现象与本课程有何关系？

问题2：本课程的目标是什么？



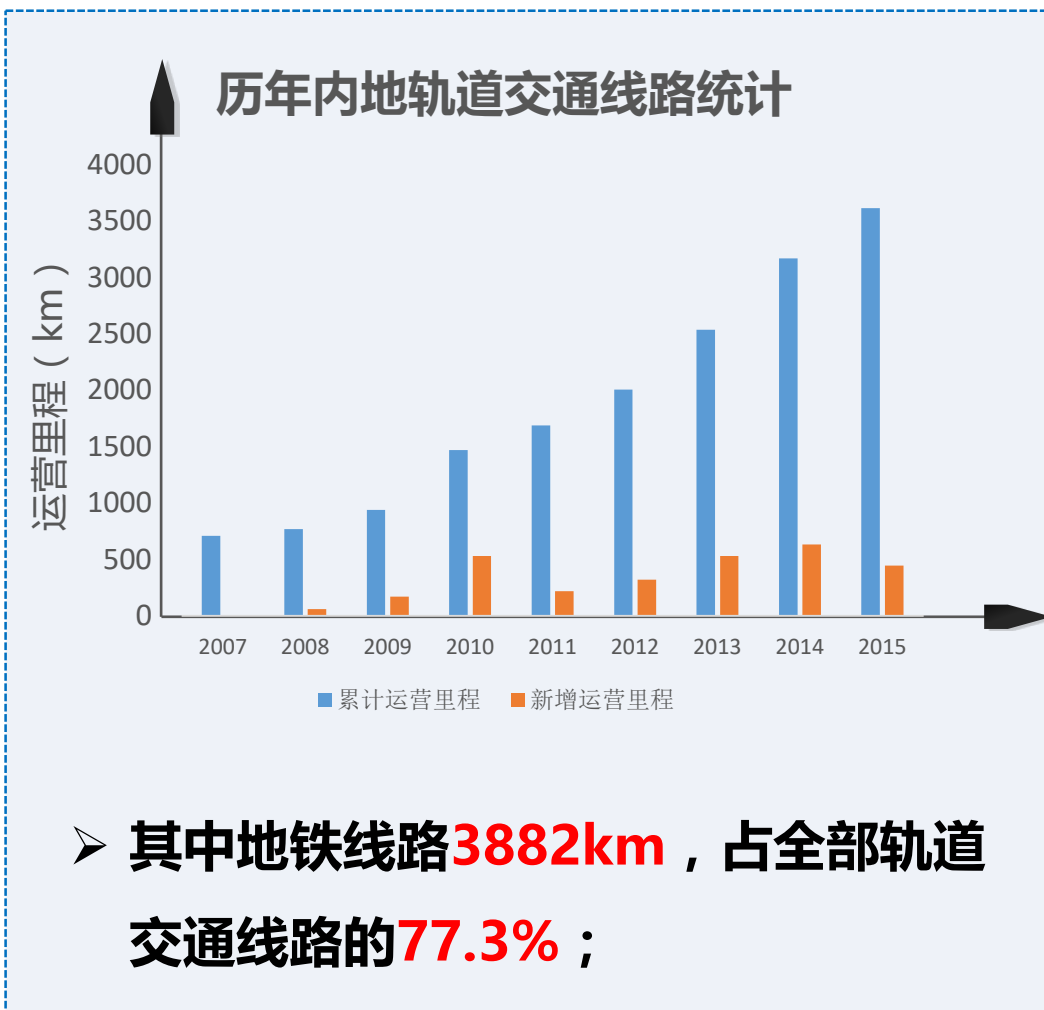


二、我国城市轨道交通现状



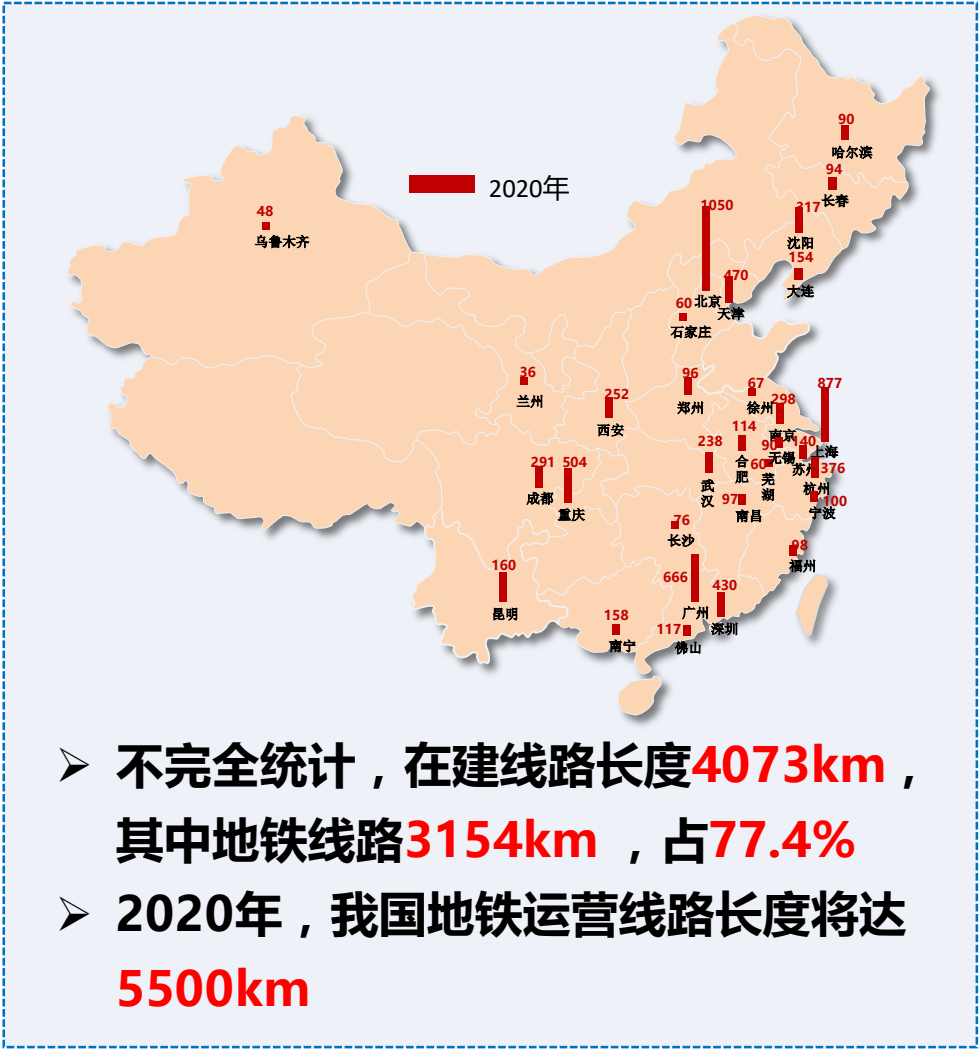
2016年底大陆轨道交通线路统计

城市及开通年份	总里程及线路数
北京(1969)	604.59km (19)
上海(1995)	642.9km (17)
广州(1999)	245.51km (9)
天津(2003)	147.4km (5)
深圳(2004)	178.59km (5)
南京(2005)	186.8km (6)
重庆(2005)	202.3km (4)
长春(2002)	55.89(3)
武汉(2004)	92.66(3)
大连(2002)	126.85(4)
.....	
共30座城市	4152km (116)



2020年大陆轨道交通在建规模统计

城市及完工年份	线路数
北京	15
上海	11
广州	17
天津	6
武汉	13
石家庄	6
深圳	8
南京	8
杭州	8
成都	11
.....	
共40座城市	近200条





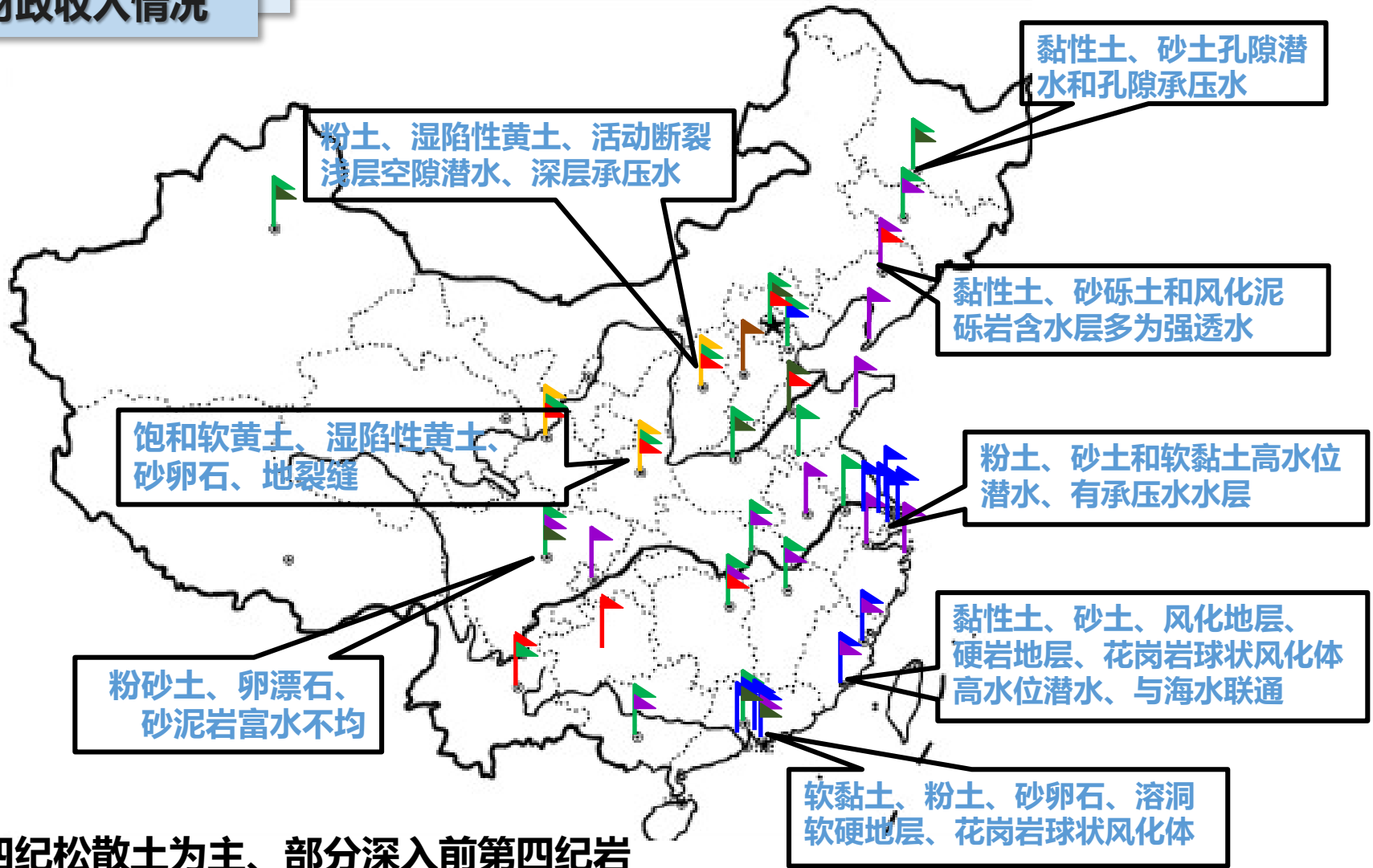
区域分布特征

城市等级	数量	城市
直辖市	4	北京、上海、天津、重庆
副省级城市	15	哈尔滨、长春、沈阳、大连、济南、青岛、南京、杭州、宁波、厦门、武汉、广州、深圳、成都、西安
一般省会城市	14	昆明、郑州、合肥、南昌、南宁、长沙、福州、贵阳、太原、兰州、乌鲁木齐、石家庄、银川、西宁
一般地级市	21	苏州、无锡、徐州、常州、南通、佛山、东莞、珠海、惠州、邯郸、唐山、保定、鞍山、阜新、芜湖、柳州、洛阳、包头、济宁、大理、温州

➤ 江苏省、广东省各6市；辽宁省、河北省各4市；浙江省、山东省各3市；安徽省、广西省、河南省、云南省和福建省各2市



财政收入情况



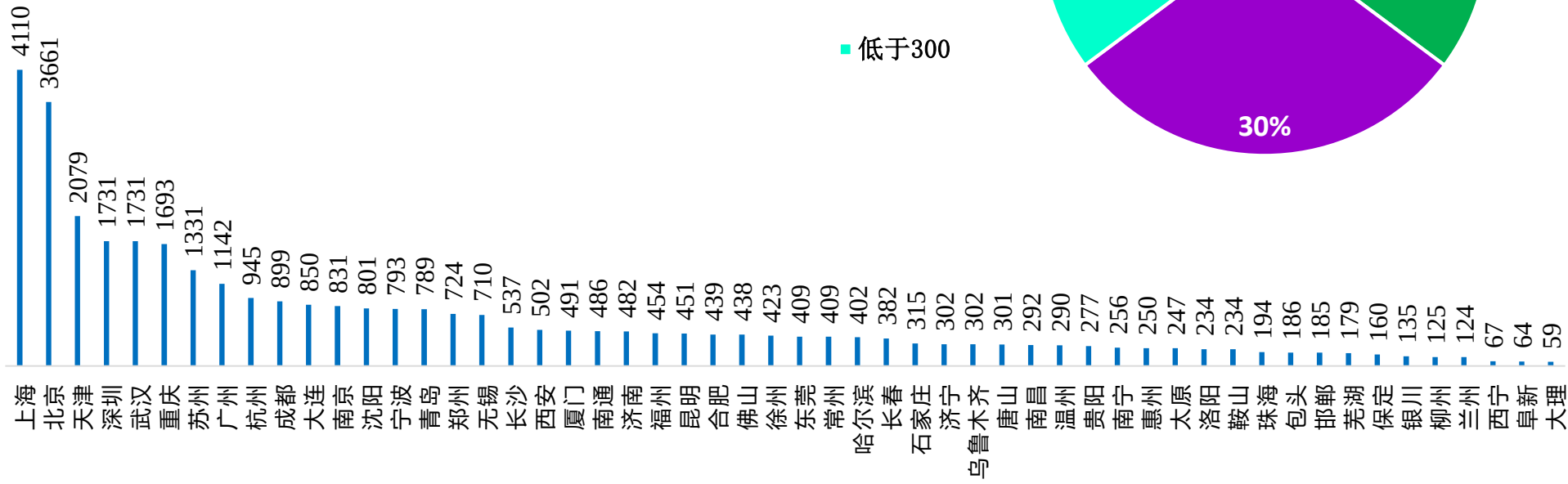
第四纪松散土为主、部分深入前第四纪岩



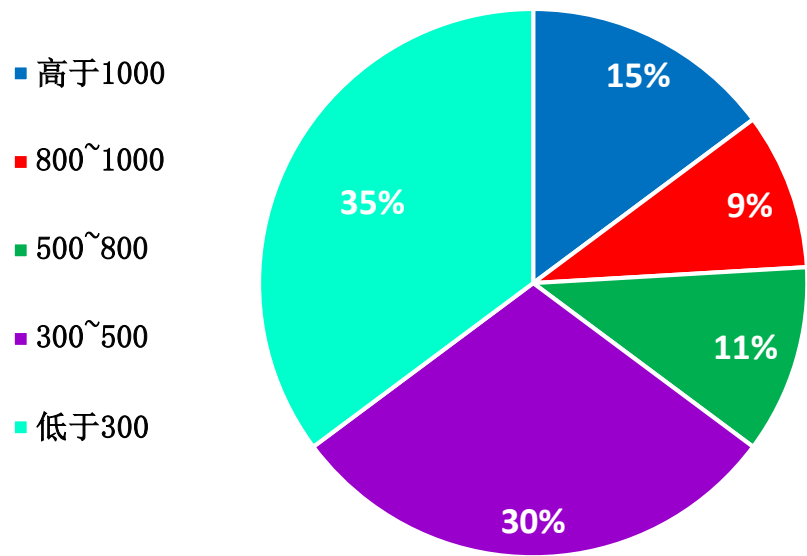
场地地质情况

➤ 越来越多的二三线城市加入城市轨道交通建设和运营行列

各城市财政收入现状（亿元）



财政收入分布情况（亿元）





三、结构建设阶段面临的挑战



复杂的工程地质问题

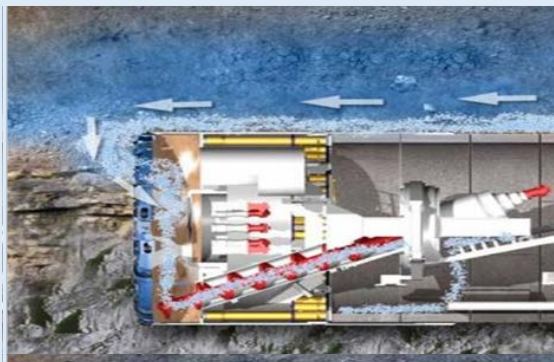


- 淤泥质土：变形过大导致结构破坏



- 松散砂卵石、高硬度漂石：导致塌方

复杂的工程地质问题



➤ 高承压水、高水压导致喷涌



➤ 高浓度沼气易引发火灾

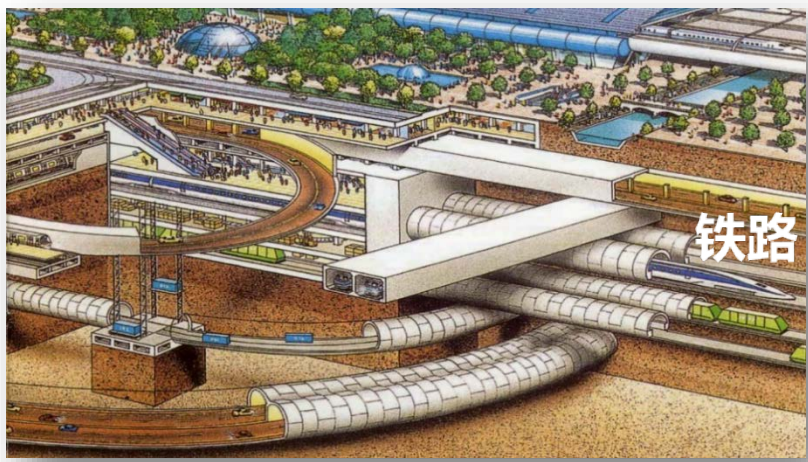
复杂的工程地质问题



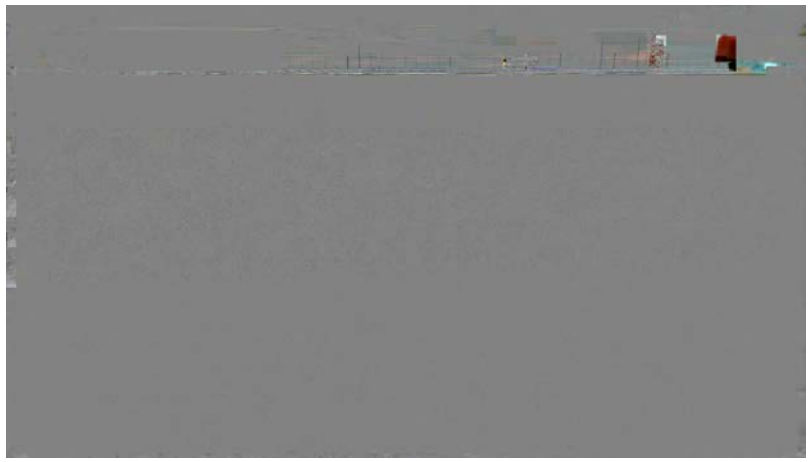
➤ 膨胀岩导致结构
破损

复杂的环境制约问题

➤ 下穿铁路：如何确保下穿施工时，将铁路的变形控制在毫米级范围



综合立体交通网络



下穿铁路工程

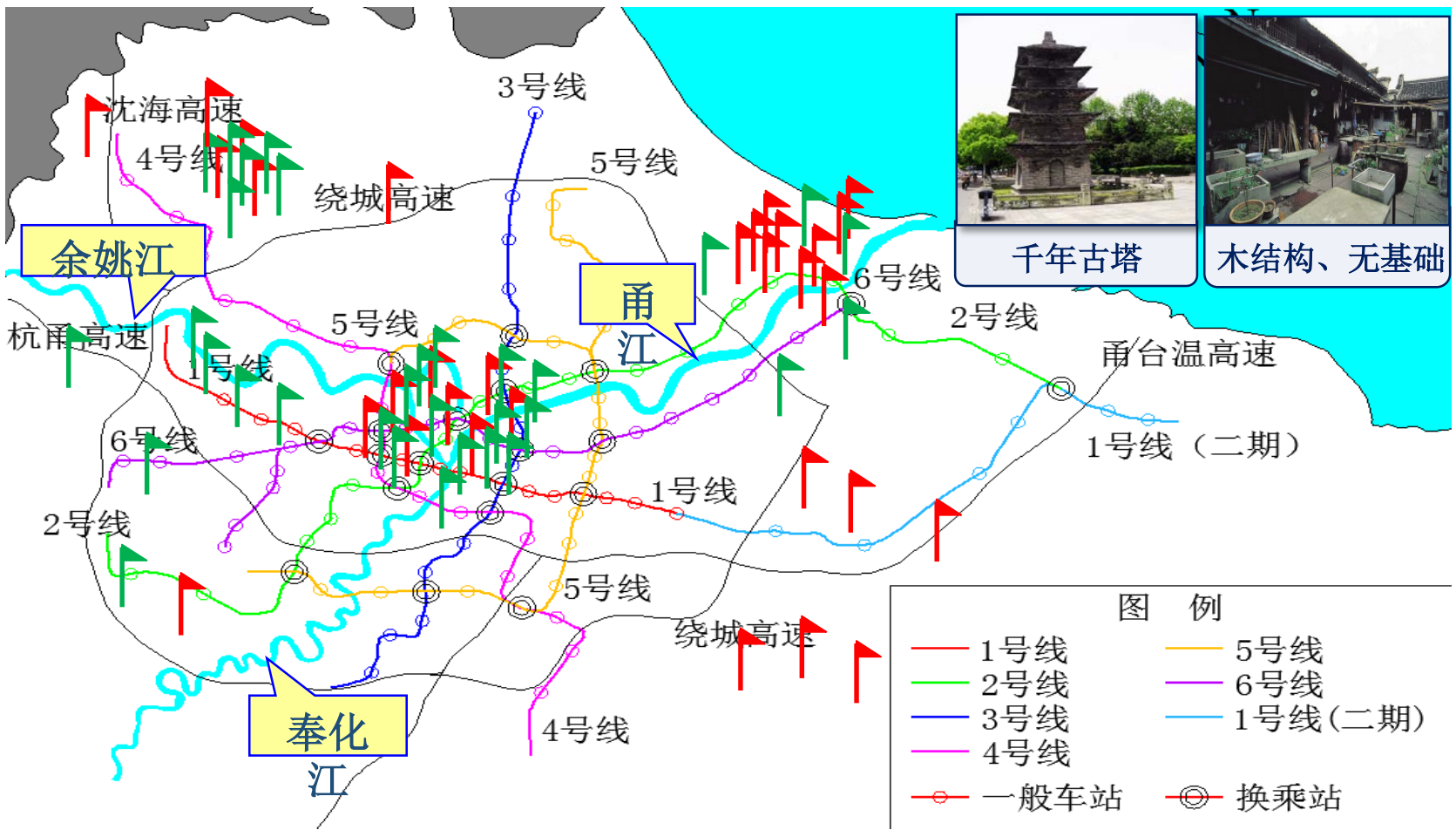
250 (不含) ~ 350km/h线路轨道静态几何尺寸容许偏差管理值

项 目	作业验收	经常保养	临时补修	限速(200km/h)
轨 距 (mm)	+1、-1	+4、-2	+5、-3	+6、-4
水 平 (mm)	2	4	6	7
高 低 (mm)	2	4	7	8
轨向 (直线) (mm)	2	4	5	6
扭曲 (mm/3m)	2	3	5	6
轨距变化率	1/1500	1/1000	/	/



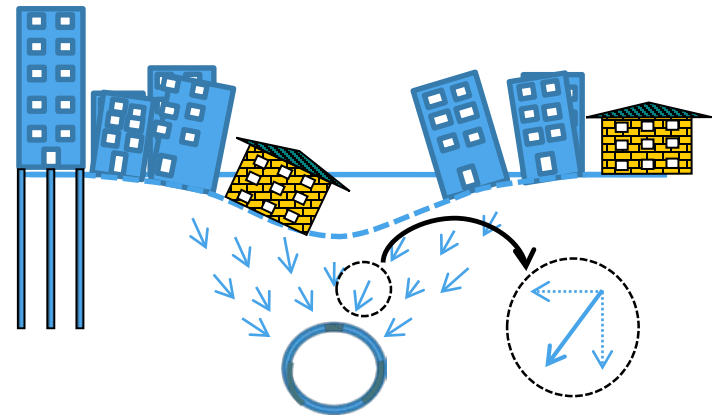
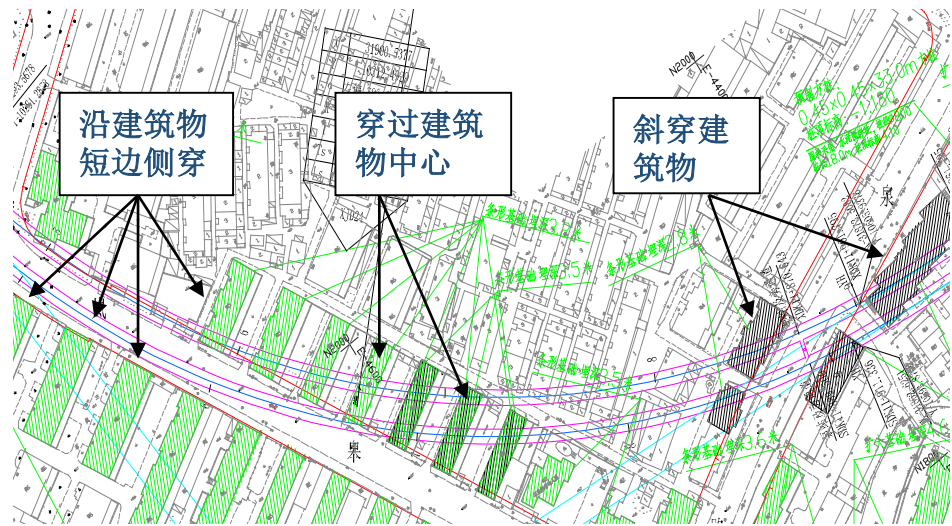
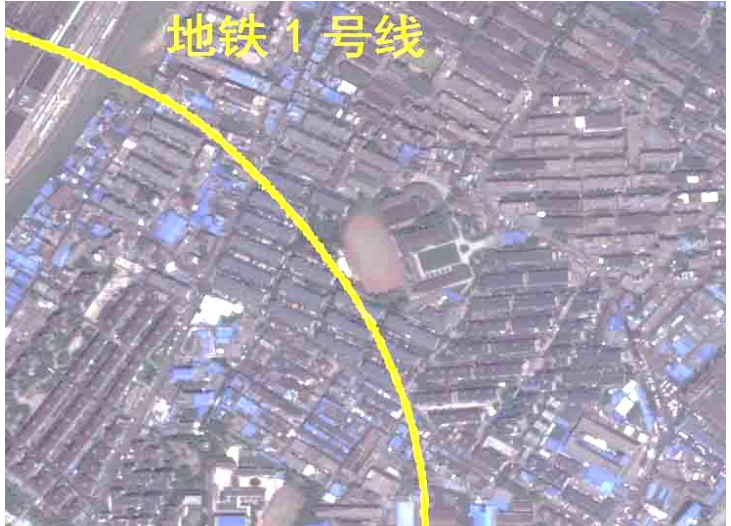
复杂的环境制约问题

➤ 下穿或邻近古建筑 古建筑多位桩木结构，易变形易损坏



复杂的环境制约问题

➤ 下穿老建筑群



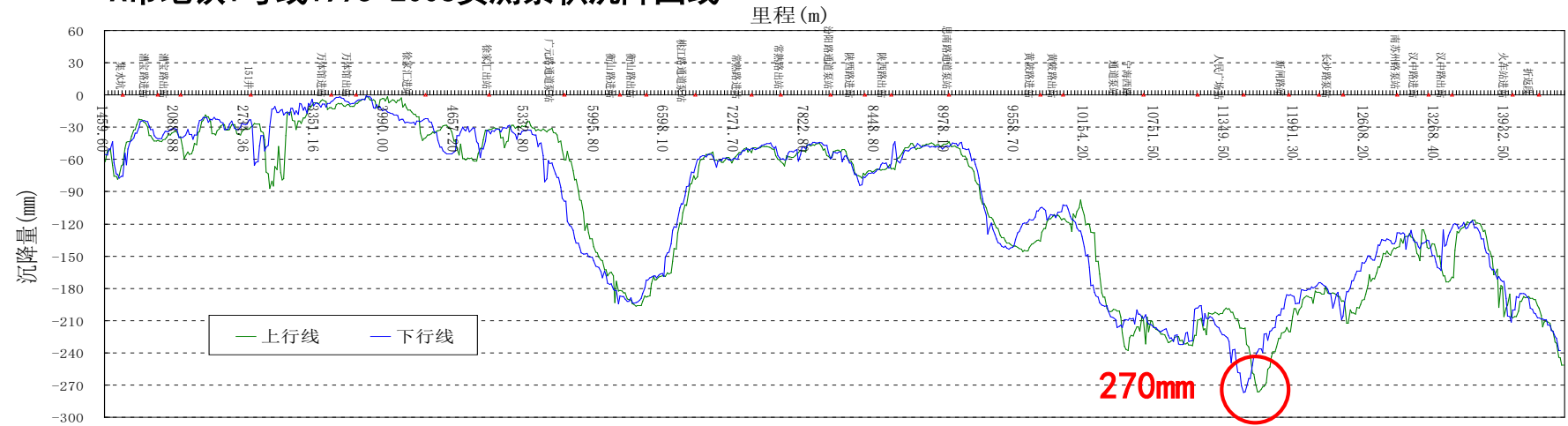


四、结构服役阶段面临的挑战

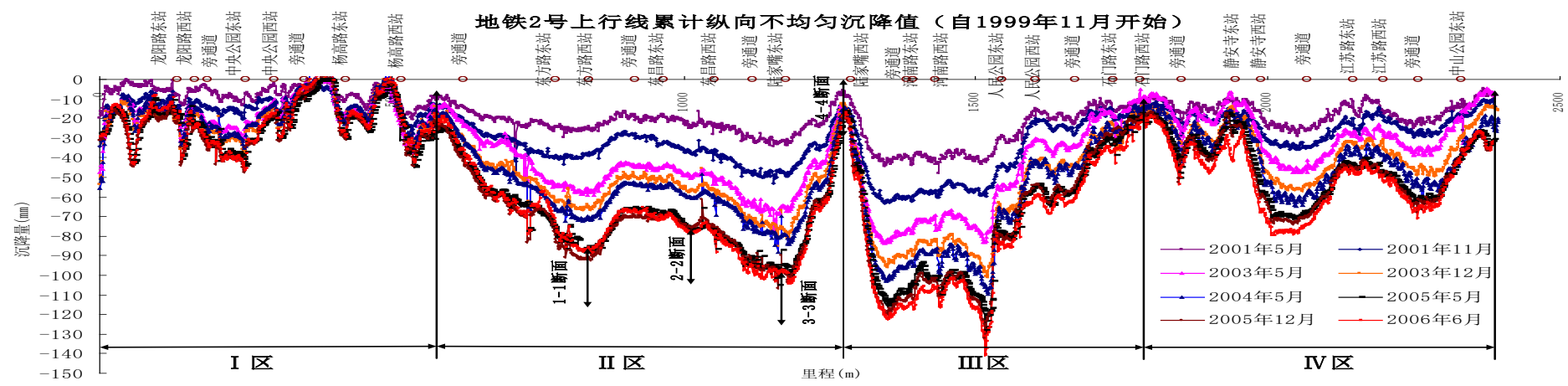


远超设计限值的沉降

● A市地铁1号线1995-2006实测累积沉降曲线



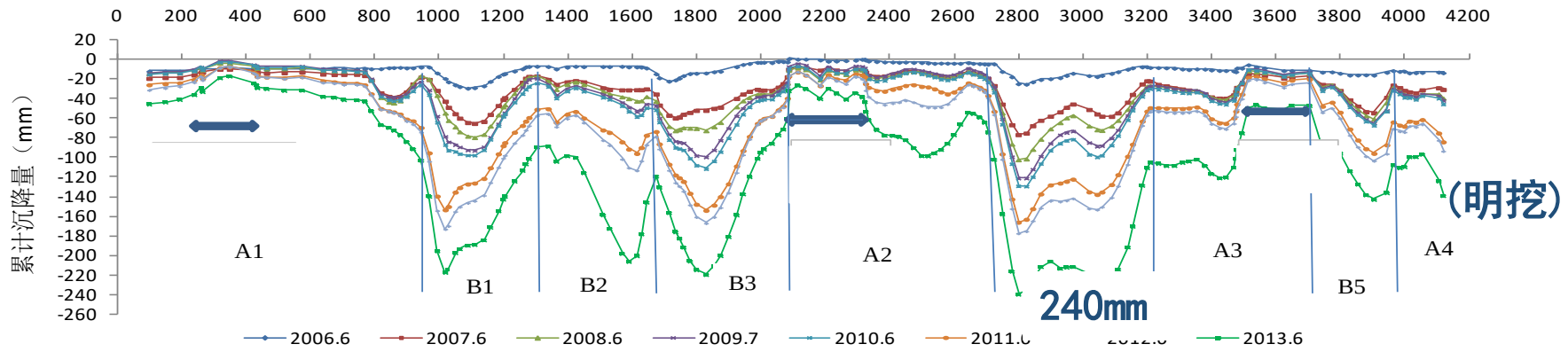
● A市地铁2号线1999-2006实测累积沉降曲线



远超设计限值的沉降

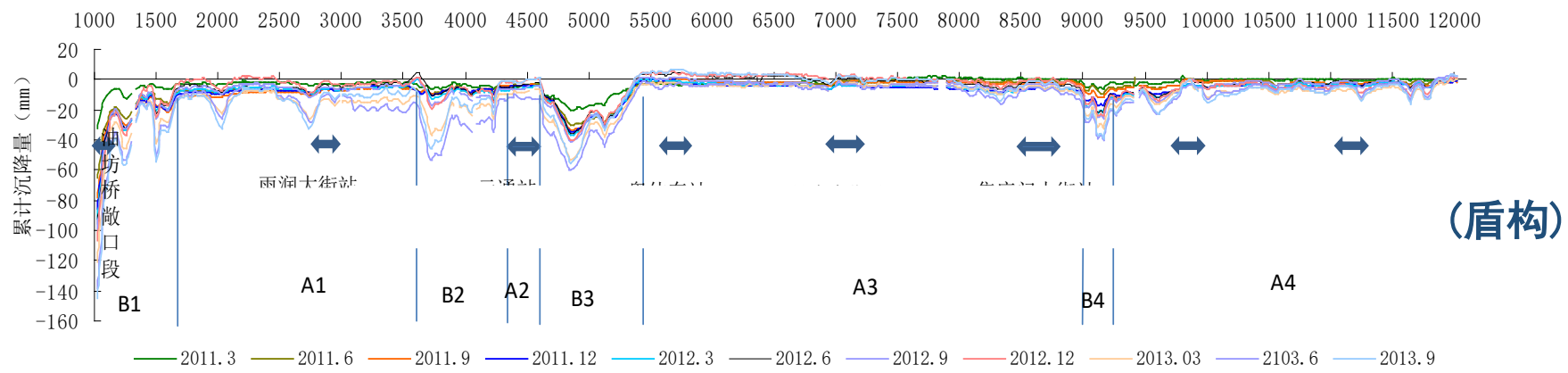
● B市地铁1号线上行线2005. 8-2013. 6实测累积沉降曲线

里程 (m)



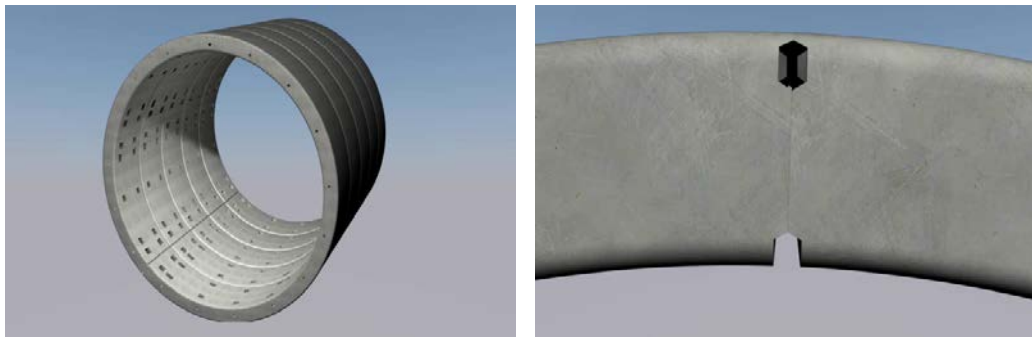
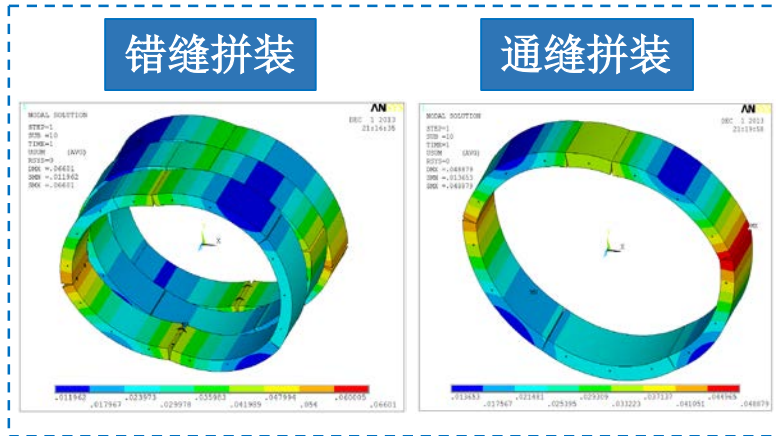
● 市地铁2号线上行线2010. 12-2013. 6实测累积沉降曲线

里程 (m)



盾构隧道断面变形形式

The diagram illustrates the three stages of shield tunnel cross-section deformation. It consists of three coordinate systems (x and y axes) connected by arrows, showing the progression from a circular cross-section to an elliptical one, and finally to an oval shape. The first stage shows a perfect circle. The second stage shows an ellipse, indicating vertical compression. The third stage shows an oval shape, indicating more complex deformation, likely due to uneven ground conditions or construction factors.



拱顶块螺栓外露

拱顶块破碎

结构变形引起的服役问题

盾构隧道结构病害



纵缝和环缝渗漏



管片破损

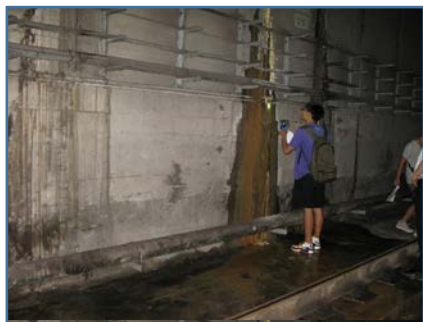


轨下支撑块破损



断轨

明挖箱型隧道结构病害



边墙裂缝及渗漏



环向贯穿裂缝



道床裂缝及渗漏



道床翻浆



五、课程任务与学习建议





认识问题的复杂性

■ 系统要素的复杂性

1. 土体的复杂性：多相、多场
2. 结构的复杂性：多层多段多界面
3. 土与结构相互作用的复杂性：非线性、动静结合

■ 工程问题特点：系统复杂，多因素耦合影响，计算模型复杂

如何学习

工程



材料



力学

理论



装备



管理

宏观



细观



工艺

现场、书本、实践、思考

城市轨道交通的建设和结构服役问题涉及对象复杂、系统庞大、所采用的技术措施需从时间和空间两个轴上全局考虑。



QUESTION AND DISCUSSION



「 谢 谢 ! 」

