

# 工程测量



❖ 孙清娟，2001年毕业于南方冶金学院工程测量专业，现属测绘工程学院工程测量教研室专职教师。

❖ 办公地点：5#实验楼SY5428

❖ E-mail: [sqjuan999@163.com](mailto:sqjuan999@163.com)

❖ 课程微信群：工程勘测规划测量200304班

❖ 手机/微信：13937823036

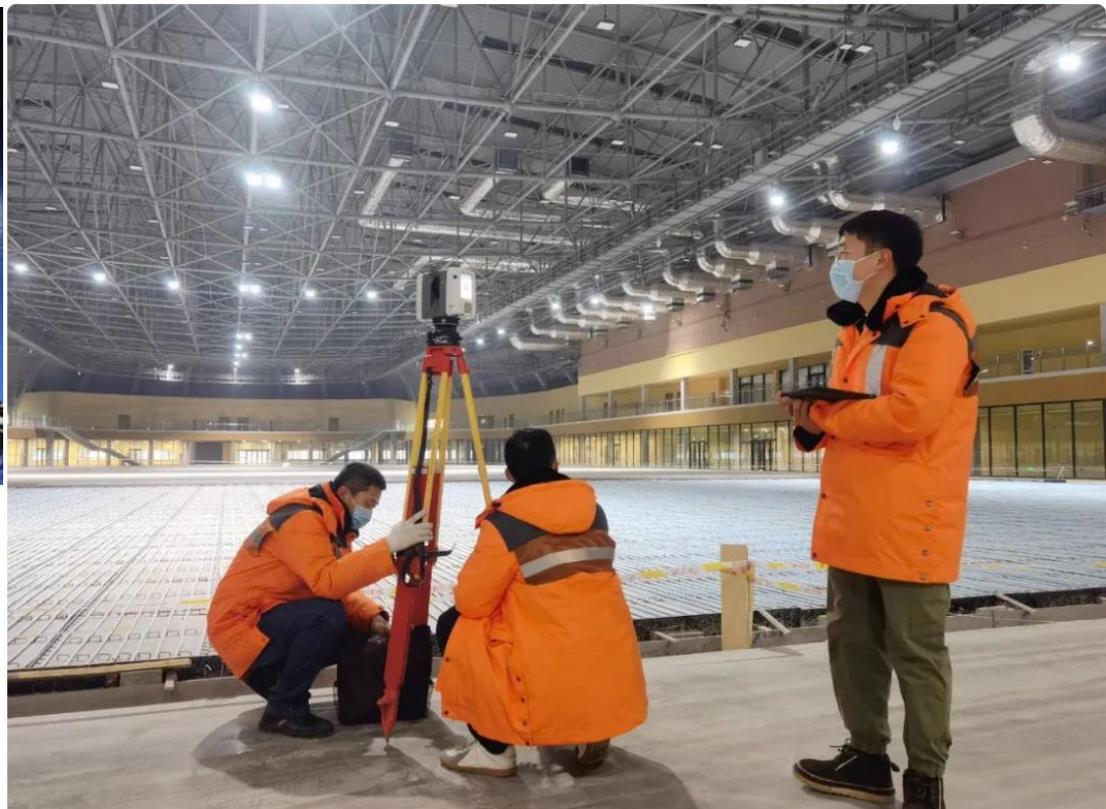
❖ 课程邀请码：94928r

云课堂二维码 →





北京2022冬奥会雪车雪橇项目工程测量



首都滑冰馆竣工测量



测绘大职场！👍



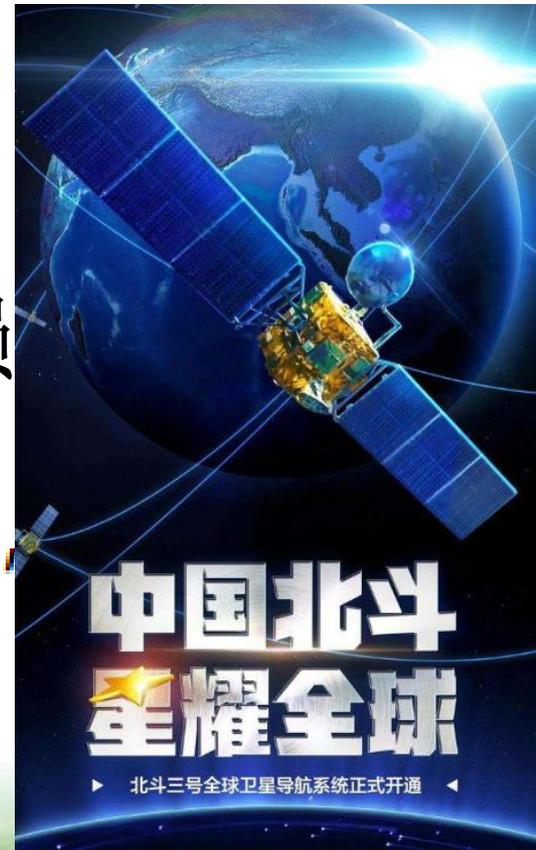
黄河水利职业技术学院

# 测绘是一个普通而广泛的职业

❖ 德国：巴伐利亚州有8000人在测绘部门工作，全国平均每1000人中就有一人在测绘部门工作

❖ 比利时王子洛朗娶的平民美女克莱尔·库布斯是一名土地测量员

**中国** 2020年度总产值为6890亿元  
**中国** 2020年末从业人数达336.6万人。



# 与测绘有关的名人知多少？

- ❖ 林肯、华盛顿、拿破伦、赫鲁晓夫、勃列日涅夫作过测量员
- ❖ 李瑞环是工民建专业
- ❖ 吴邦国的父亲是军测教授
- ❖ 温家宝是地质测量和找矿专业



# 测绘界的院士知多少

- ❖ 夏坚白、王之卓、方 俊
- ❖ 陈永龄、陈俊勇、刘先琳
- ❖ 李德仁、宁津生、刘经南
- ❖ 许厚泽、魏子卿、王家耀
- ❖ 王任享、高 俊、张祖勋

**科技为民，奋斗有我！**

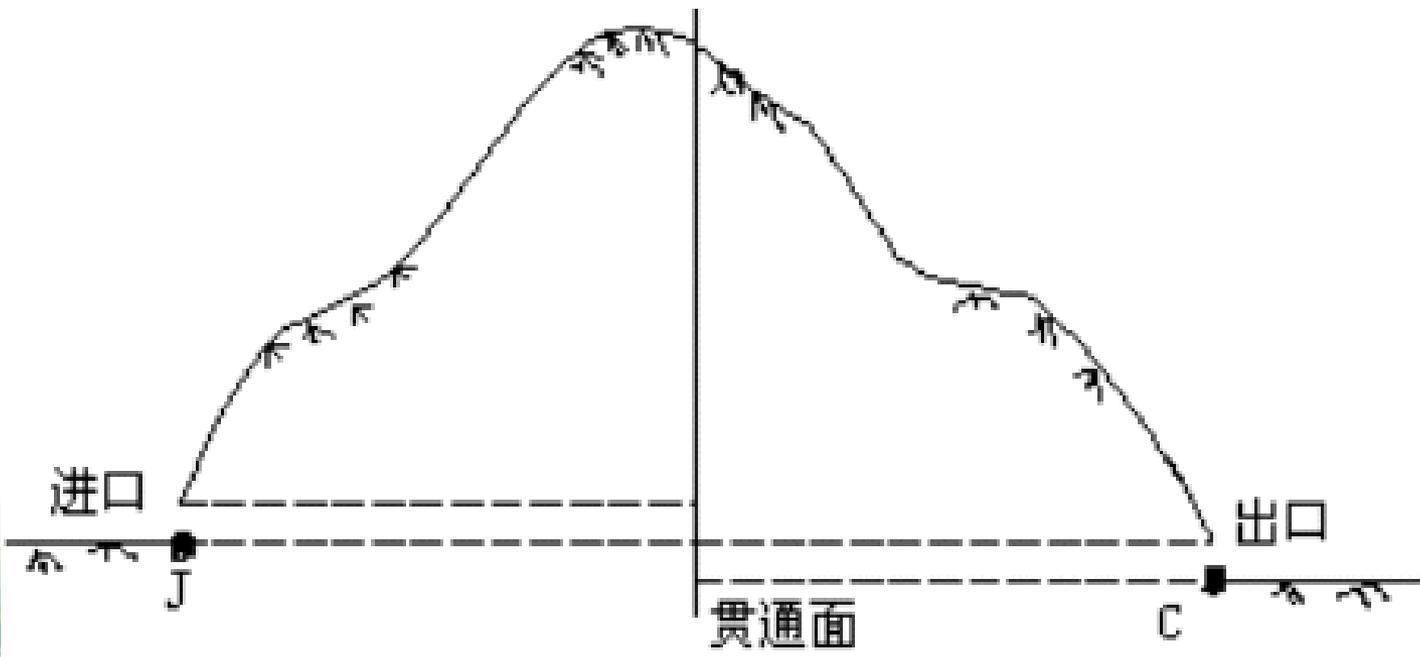
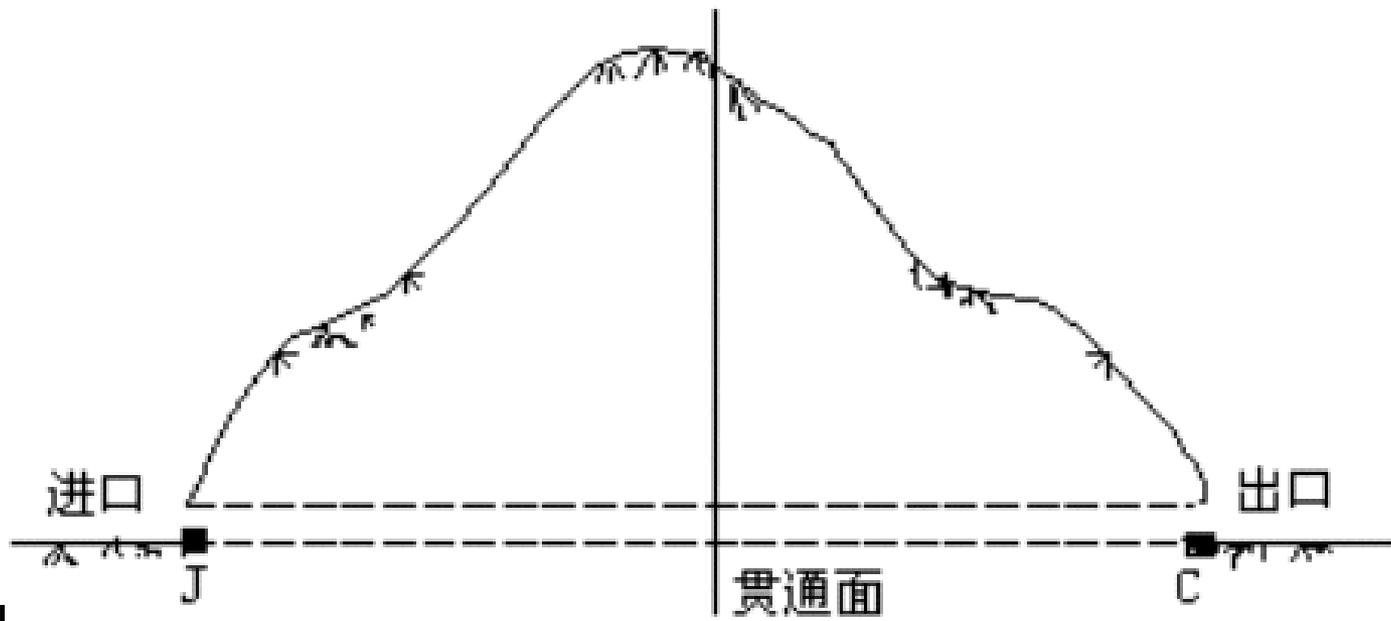


# 什么是工程测量？

一个例子

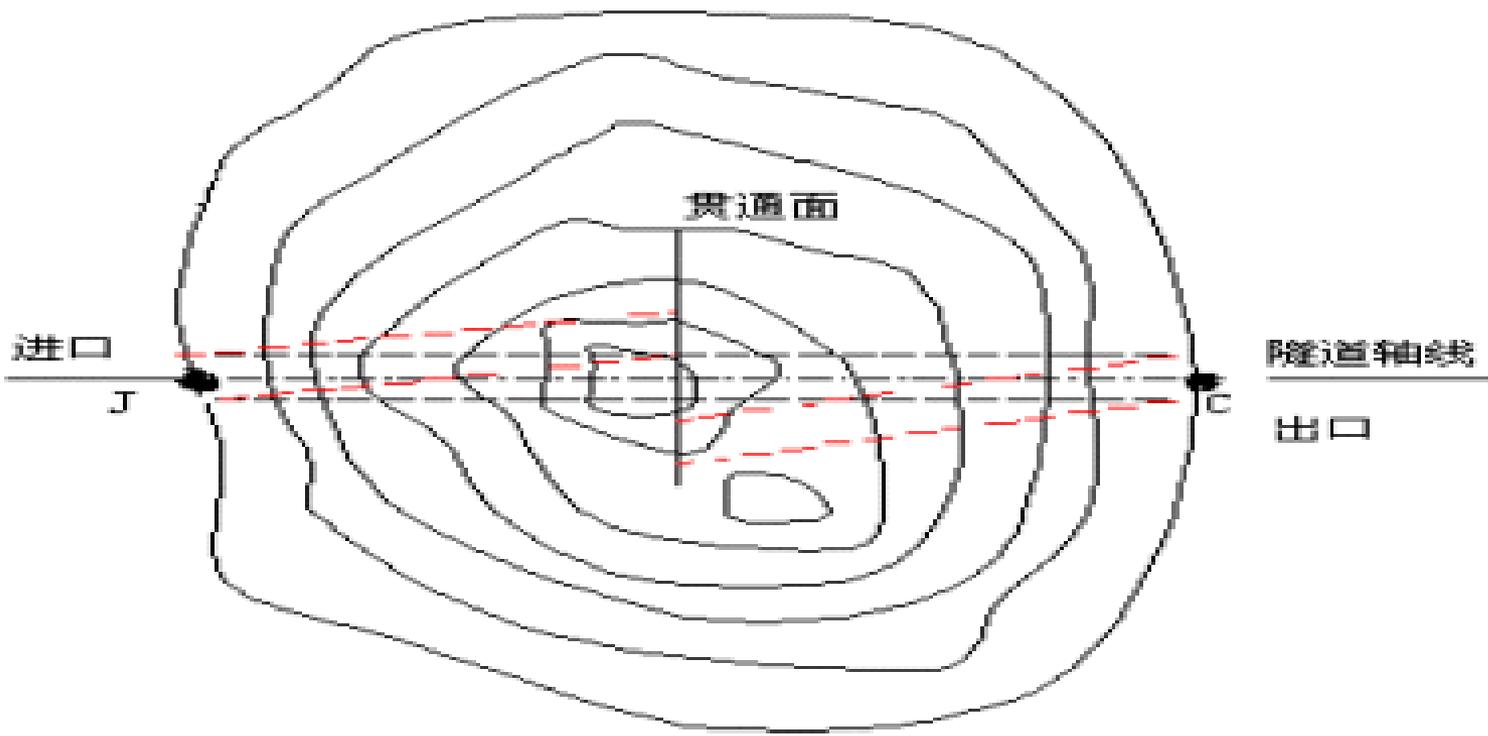
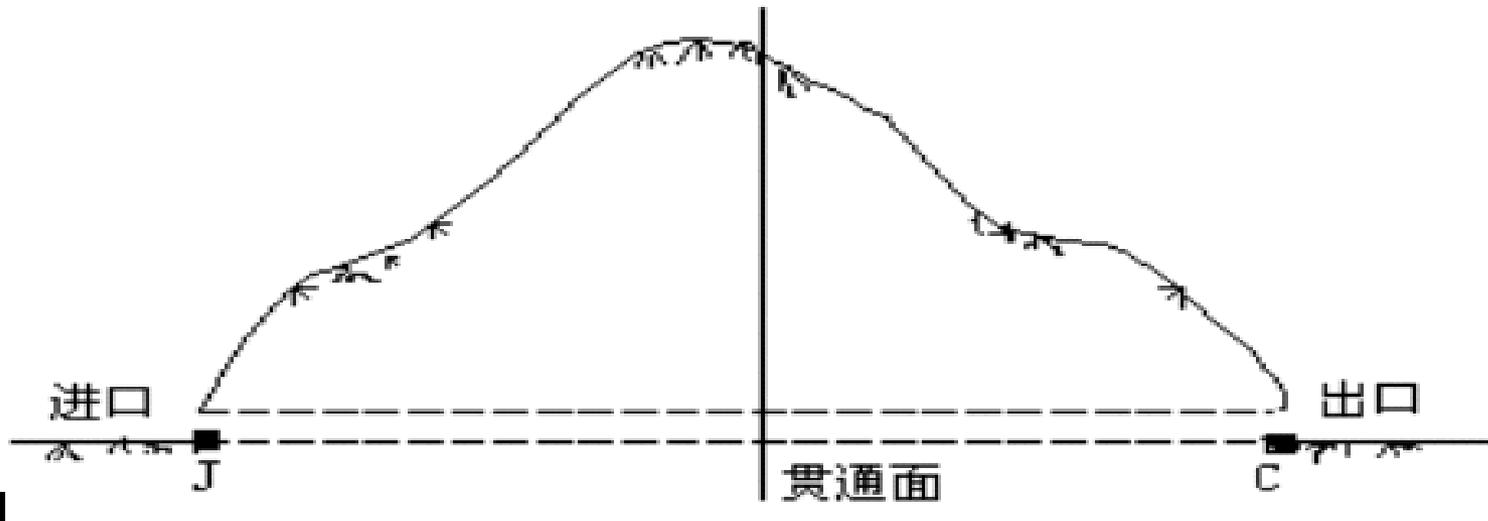


# 什么是工程测量？



# 以隧道工程为例：

什么是工程测量？以隧道工程为例：



# 工程测量学的认识

- 工程测量是一门历史悠久的学科，它的发展经历了从简单到**复杂**，从手工操作到**人工智能**，从接触测量到**无接触遥测**，从普通精度测量到**高精度测量**，从狭义的土木工程测量到**广义工程测量**的发展道路
- **工程测量**是研究地球空间（地面、地下、水下、空中）中**具体几何实体的测量描绘**和**抽象几何实体的测设实现**的理论方法和技术的**一门应用性学科**。贯穿着各种工程的**勘测设计、施工建设和运营管理的全过程**

模拟法



数字化



信息化



智能化

# 工程测量学的认识



规划 Planning

测量 Surveying

设计 Design

放样 Layout

粗平与精平

粗平施工 Rough Grading

土方挖掘

精平施工 Precise Grading

铣刨与摊铺  
路面施工 Paving

表面数据获取

检测 Inspection

运维 Maintenance

道路工程数字化施工全流程

# 工程测量学的认识

- 当代工程测量正向“广义工程测量”发展，成为研究采集、处理、表达、利用和管理空间各种工程几何与物理信息，研究抽象几何实体的测设理论、方法和技术的应用学科

随着**通信网络、物联网、云计算**等信息技术的代际变迁，**北斗卫星导航系统、测绘基准、地理信息服务平台**等基础设施的完善，**雷达、无人机、影像**等新型技术装备的应用发展，工程测量的理论基础、技术体系、应用领域和科学目标正在经历深刻变革

工程测量发展的  
推动力

基础工程建设与运维

科学技术的进步

# 工程测量学的发展现状

□ 经济建设和社会发展的加快，工程测量的重要性日益突出，**应用领域和服务范围**越来越广，涉及城市规划建设与管理、工程建筑、交通、矿山、地籍与房产、水利水电、航空航天装备以及工业、医学、公安和国防等领域

例如，我国相继完成的三峡工程、青藏铁路、南水北调工程、国家体育场、国家大剧院、CCTV新台址、杭州湾跨海大桥、磁悬浮轨道交通工程、高速铁路、世界最大单口径望远镜FAST等大型特种精密工程



# 工程测量学的发展现状

## ➤ 以三峡工程为代表的水利工程测量



升船机



三峡小微博



五级船闸

# 工程测量学的发展现状

## ➤ 以青藏铁路为代表的铁路工程测量



青藏铁路地图



### 川藏铁路：

- 2018年，国家全面启动规划建设
- 计划2026年全线通车
- 全长1629千米
- 工程投资预估算2166亿
- 地质条件复杂，多年冻土、高寒缺氧、崩场、错落、滑坡、高地震区、地热、岩爆等地质灾害严重
- 台阶式：四川盆地、云贵高原、青藏高原三个台阶



五条进藏铁路规划：青藏铁路、川藏铁路、甘藏铁路、滇藏铁路、新藏铁路

# 工程测量学的发展现状

## ➤ 南水北调工程——典型的线路工程测量



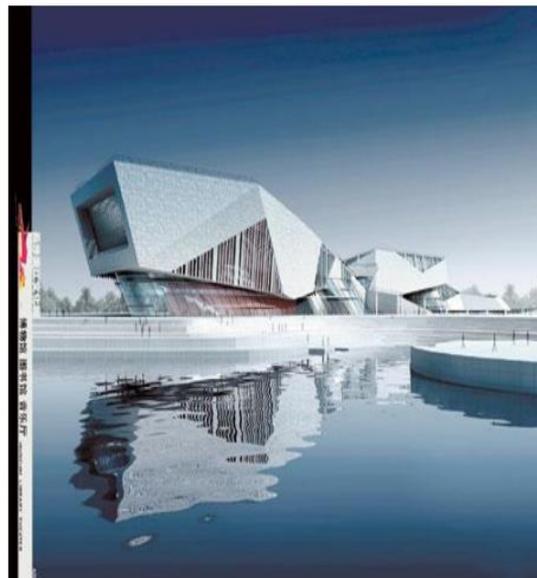
### 南水北调中线干线工程路线图



资料来源：国务院南水北调工程建设委员会办公室

# 工程测量学的发展现状

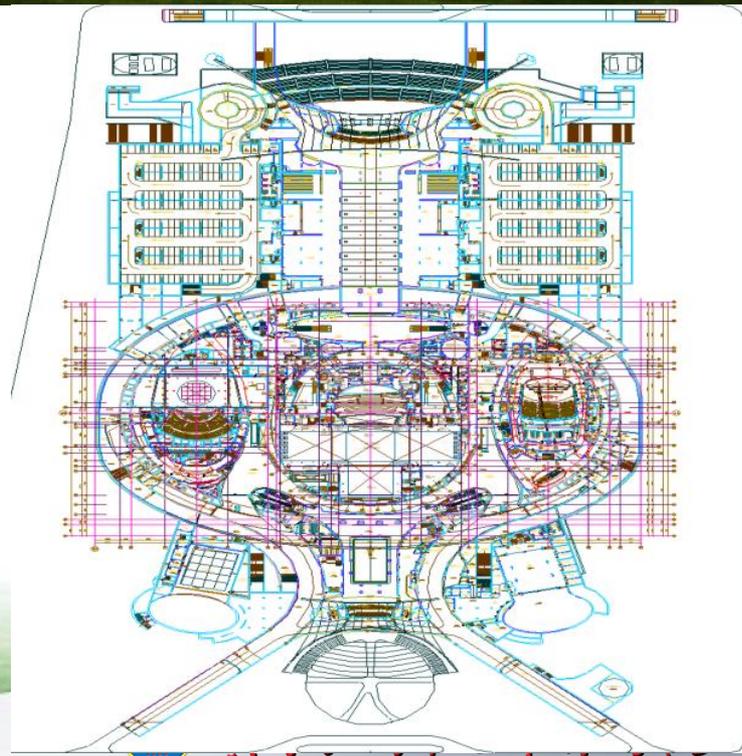
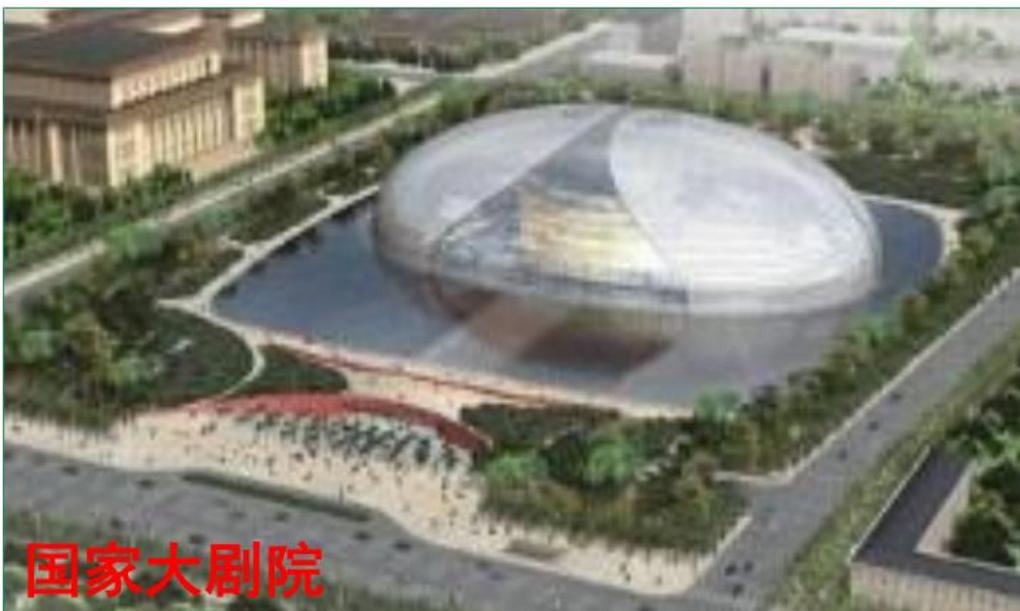
## ➤ 超高层与异型建筑工程测量



# 工程测量学的发展现状



国家体育场-鸟巢



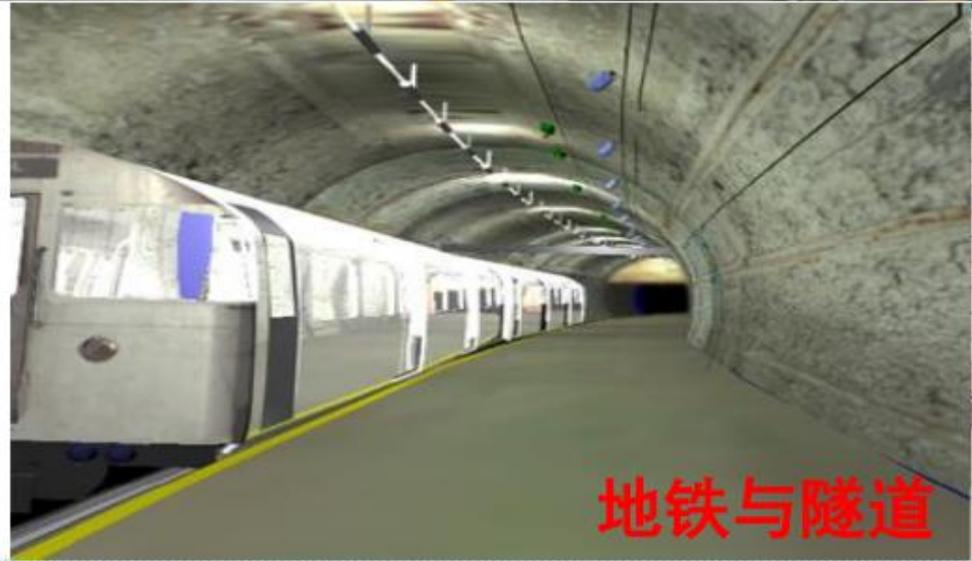
# 工程测量学的发展现状

## ➤ 桥梁工程测量



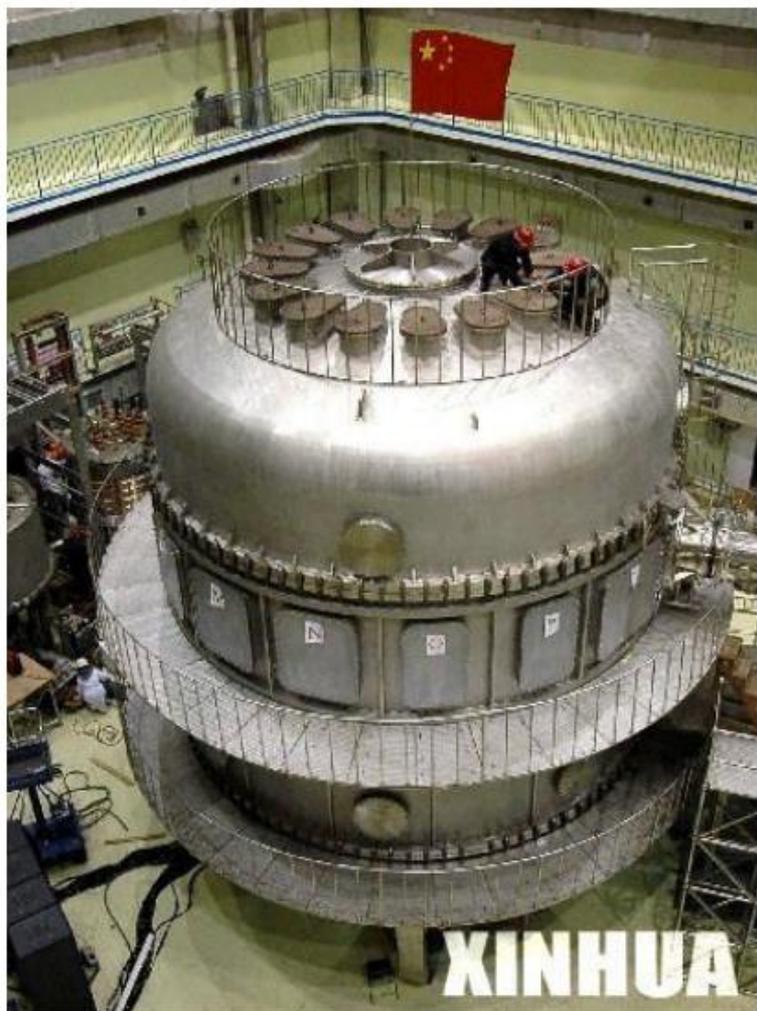
# 工程测量学的发展现状

## ➤ 高铁及城市轨道交通工程测量

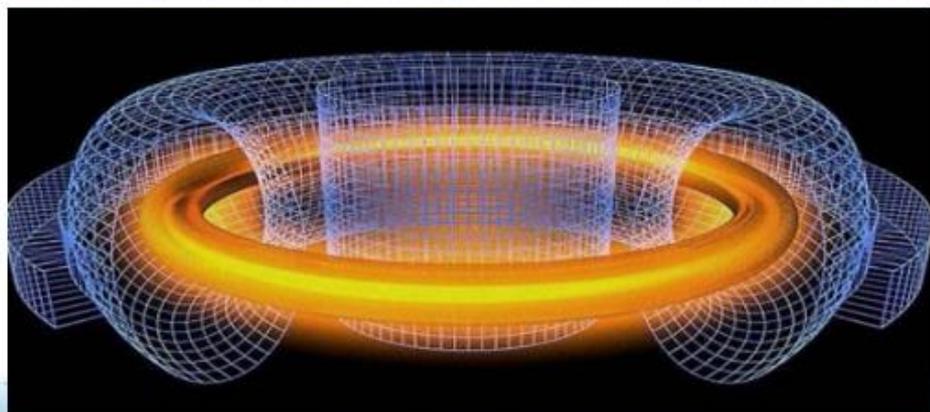


# 工程测量学的发展现状

## ➤ 科学实验装置-特种工程测量



“人造太阳”



# 工程测量学的发展现状

- **超限工程**的基本特点：工程体量大、建设周期长、投资大、结构复杂、空间变化不规则性和高精度要求。

我国工程测量技术人员围绕这些重大工程的测量技术难题，在**高精度三维控制网的建立、地形图测绘、信息化施工测量、智能化安全监测与预警、高精度工业测量和工程测量专用信息管理系统建设**等方面开展了系统深入研究，在理论、方法和技术应用上取得了重大成就。

# 工程测量学的发展趋势

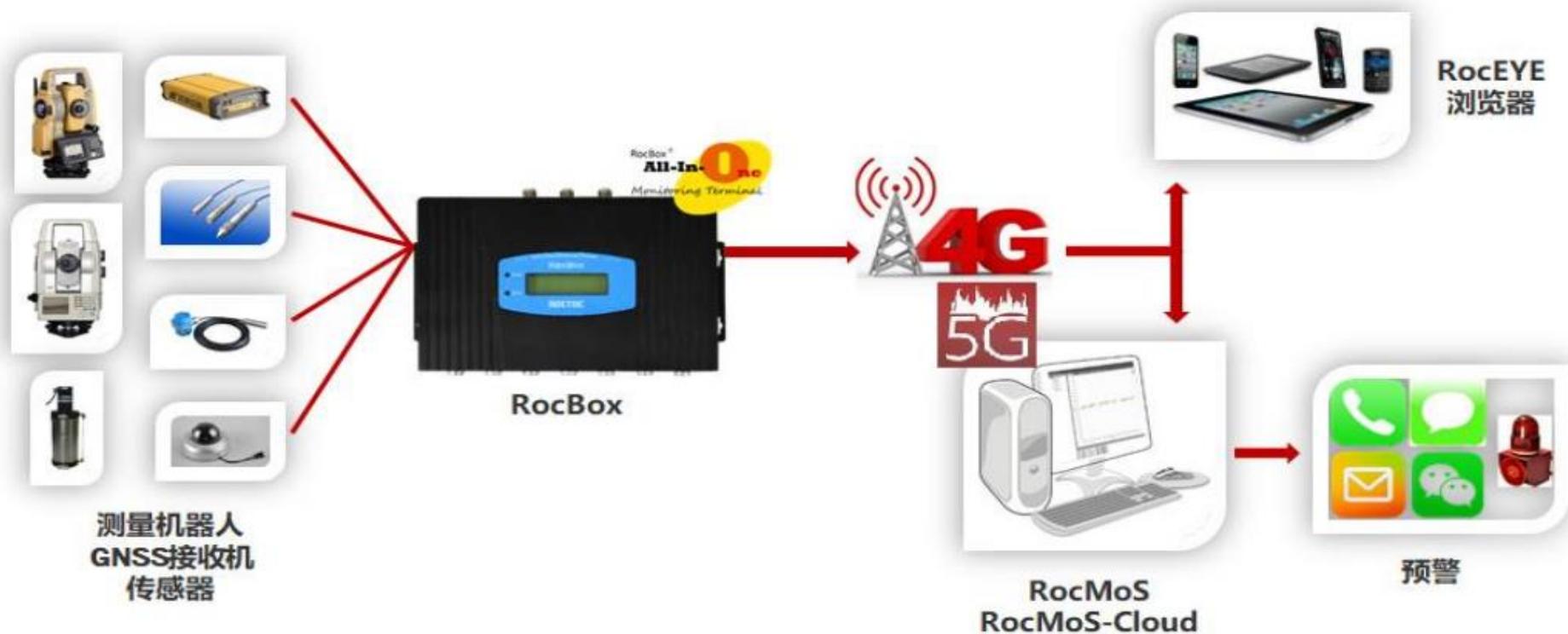
- 国民经济建设的快速发展和人类对自然规律的不断探索，特殊、复杂、特大型、微小型、异型等**超限工程**和设施的建造以及安全监测系统的自动化，超高精度设备的安装，高度自动化的工业生产与控制，为工程测量的发展带来了新机遇和挑战
  - 新理论、新技术、新方法和新设备将快速引入并应用到工程测量的各个环节
  - 为了超限工程的测量需求，需要研制专用设备
  - 工程测量与其他学科将进一步交叉融合
  - 工程测量的服务领域将不断得到拓展



# 工程测量学的发展趋势

## 3.2 多传感器集成的工程测量信息智能获取装备

- 如何进一步扩展或集成各单一传感器的优势，研究新型集成设备，以满足科学研究和工程建设新的需要，一直是工程测量装备研究所面临的重大课题。



# 工程测量学的发展趋势

## 3.2 多传感器集成的工程测量信息智能获取装备

### (1) 测量装备功能的多样化

- 高精度的GNSS接收机和全站仪已发展相当成熟，可充分发挥其技术优势，进行测量设备的革新
- 例如，全站仪与GNSS集成的**超站仪**，实现控制测量和碎部测量一体化；扫描仪中集成全站仪功能，使点云能够快速准确拼接；全站仪集成扫描功能，实现局部细节测量；全站仪中集成CCD相机，快速实现近景相片的绝对定向和碎部点的无瞄准测量
- 类似围绕GNSS、全站仪、CCD、扫描仪等硬件集成与革新将会继续
- 几何水准测量虽然实现了数字化，但其测量过程的自动化和智能化方面还待突破

# 工程测量学的发展趋势

## 3.2 多传感器集成的工程测量信息智能获取装备

### (2) 测量装备的专用化

- 工程建设中，常常会遇到一些现有设备无法解决或者难以解决的测量问题，需要研究一些专用装备。
- 例如，**地基雷达干涉测量系统**，可实现远程的微变形遥测；基于结构光原理的**遥测坐标系统**，可实现大坝正倒锤线自动化监测；**移动测量车**，能够快速高效地采集城市地物信息；铁路**轨道检测车**，能够精密快速检验轨道的重要几何参数等。
- 这些专用装备是针对某项特殊工程问题而研制的装备。今后在工程建设的各个领域都会涉及到研究专用装备来解决新的测量问题，如**智能管道检测机器人**、**地下空间信息采集机器人**和**城市道路挖掘机器人**等

# 工程测量学的发展趋势

## 3.2 多传感器集成的工程测量信息智能获取装备

### (2) 测量装备的专用化

4、SINGA300 型 (六驱型)



# 工程测量学的发展趋势

## 3.2 多传感器集成的工程测量信息智能获取装备

### (3) 测量装备的便携化

- 像目前的IBIS-L系统、地面三维激光扫描仪、高精度陀螺全站仪等测量装备，总体而言比较笨重。对设备和技术的创新，减轻设备重量和缩小体积，以适用于各种工程需要



# 工程测量学的发展趋势

## 3.2 多传感器集成的工程测量信息智能获取装备

### (4) 机载软件的智能化

- 测量装备的自动化、智能化测量和简便操作离不开相应的软件支撑。研究高效可靠的算法，实现数据采集过程中自动过滤和自动处理，将大大提高后续数据处理的效率
- 进一步开发后处理软件。如基于扫描测量的地下空间三维建模中，如何在测量过程中，自动过滤掉与建模无关的移动对象、快速实现站间数据和点云-影像间的配准、自动分类目标、智能识别地物和初步建模等



# 工程测量学的发展趋势

在信息化测绘背景下，我国工程测量的发展方向：

- 测量方案科学化与合理化
- 数据获取集成化与动态化
- 数据处理自动化与智能化
- 测量成果数字化与可视化
- 数据管理海量化与多源化
- 数据共享网络化与社会化



# 工程测量学的发展趋势

1. 是非常“接地气”的领域

- 保障大型工程高质量、安全的建成和运营
- 促进工程信息化管理
- 推动着工程测量技术的进步和发展
- 为大型工程施工设计、规范更新及测控安全管理提供了依据

2. 研究问题源于工程实际，研究成果直接服务于工程需要。在当代中国基础工程建设和社会发展中，具有广阔的应用前景和市场需求



# 工程测量学的发展趋势



# 工程测量学的发展趋势

1130现代工程测量技术应用讲座群直播

🔍 ↩️ - 🔒 ×

大型“水立方”

当前网络质量连接不佳

工程屋面及其支撑墙体结构为新型延性多面体空间钢框架结构，整个结构为立方体，平面尺寸 $177.338 \times 177.338$ 米，外墙的围合厚度为3472mm，内墙为3472mm和5876mm两种，屋顶为7211mm。从截面上看，“水立方”墙面和屋顶都分为内外3层，有9803个球形节点、20870根钢质杆件、所有位置点都是不规则的，传统的二维图形是标示不出每个点的实际位置。30513个转接件、91539个坐标值。通过三维坐标才能看到每个点的实际位置。

互动

王忠礼\_吉林建筑大学: 谢谢张老师, 很精彩。

易致礼: 真能解决大问题

何保喜: [赞]专用仪器设备的研制是工程测量的任务之一。实践见真知。

易致礼: 剧透一下: 张总待会要讲的专用测量控制点也非常有意思

王忠礼\_吉林建筑大学: 向工程测量人员和专家致敬!

何保喜: 致敬张总!

张胜良: 谢谢

朱宝训: [赞]

系统提示: 张胜良的直播: 建筑施工精密测量 已结束。在直播过程中, 观看人的摄像头全程关闭 (仅连麦功能时可选择开启), 感谢观看直播。直播回放正在生成中, 稍后在“群设置-直播回放”中查看

01:34:58

03:05:53

倍速

# 工程测量的主要内容



- ✱ 提供模拟或数字的地形资料
- ✱ 进行测量及其有关信息的采集和处理
- ✱ 建筑物的施工放样
- ✱ 大型精密设备的安装和调试测量
- ✱ 工业生产过程中的质量检测和控制
- ✱ 各类工程建设物、矿山和地质病害地带的变形监测、机理解释和预报
- ✱ 工程测量专用仪器的研制与应用
- ✱ 与研究对象有关的信息系统的建立和应用等



上述内容归纳为以下几个方面：

## 1. 工程测量中的地形图测绘

1:1万至1:10万的国家地形图系列；1:2000~1:5000的局部性或带状地形图；1:500, 1:1000乃至更大比例尺的地形图、竣工图或专题图；水下（含江、河、库、湖、海等）地形测绘和各种纵横断面图。

## 2. 工程控制网布设及优化设计

测图控制网、施工控制网、变形监测网和安装控制网、纯测角网、边角网、导线网、GPS网。

## 3. 施工放样技术和方法——点、线、面、体的放样

## 4. 工程的变形监测分析和预报——多学科交叉领域

## 5. 工程测量的通用和专用仪器

经纬仪、水准仪、全站仪、GPS接收机，测方向、角度、距离、高差、坐标差等几何量；测量机器人；专用仪器：基维线测量/准直测量、距离测量、高程测量、倾斜测量、三维激光扫描仪。

## 6. 工程测量学中的误差及测量平差理论

最小二乘法；稳健估计



# 工程测量工作的划分



# 按工程建设阶段划分

- \* 工程建设规划设计阶段的测量工作
- \* 工程建设施工阶段的测量工作
- \* 工程建设运营管理阶段的测量工作



# 按服务对象划分

建筑工程测量(工业建设测量)

水利工程测量

军事工程测量

海洋工程测量

地下工程测量

三维工业测量

铁路工程测量

公路工程测量

管线工程测量(输电线路与输油管道测量)

桥梁工程测量

隧道工程测量

港口工程测量

城市建设测量



# 工程测量学的结构体系

## \* 纵向处理结构体系

按工程建设的三个阶段来叙述工程测量学的理论、技术、方法和内容

## \* 横向处理结构体系

按典型工程分别进行描述

## \* “纵向与横向处理”相结合、“特殊与一般”相结合的结构体系

“特殊”指个别工程的特殊性，“一般”指各种工程、各阶段的共性



# 工程测量常用的技术



✧ 常规地面测量技术

✧ 卫星定位技术 (GPS)

✧ 影像技术

✧ 水下地形测量技术

✧ 特种量测技术

✧ 信息管理技术



# 工程测量学的发展概况

## 现状及展望

◇ 工程测量学的发展概况

◇ 工程测量学的发展现状及展望



# 工程测量学的发展现状及展望



# 工程测量学的发展现状及展望

1. 工程测量的发展可概括为“六化”和“十六字”

六化：

工程测量内外业作业的一体化；

数据获取及其处理的自动化；

测量过程控制和系统行为的智能化；

测量成果和产品的数字化；

测量信息管理的可视化；

信息共享和传播的网络化。

十六字：

连续、动态、遥测、实时、精确、可靠、快速、简便；



**大型特种精密工程建设**

**是工程测量学发展的动力**



三峡水利枢纽工程；

北京正负电子对撞机；

长江上的大桥达数十座；

长达30多公里的杭州湾大桥和上海东海大桥

高454m的上海东方明珠电视塔；



18.4km的秦岭隧道；

欧洲海底隧道50多公里；

瑞士阿尔卑斯山的隧道长达57km；

山西省引黄工程南干线5# 隧洞长26.5km，7# 隧洞长42.6km；

东北大伙房水库引水工程隧洞长80多km，

德国汉堡的粒子加速器研究中心和欧洲日内瓦粒子研究中心的粒子加速器规模愈来愈大，从20世纪50年代到现在不断建设，轨道长从数百米到数十公里；

美国的超导超级对撞机，其直径27km，轨道长达八十多公里；



德国的露天煤矿大型挖煤机开挖量动态测量：大型挖煤机长140m，高65m，自重8000吨，其挖斗轮的直径达17.8m；

南非某一核电站的冷却塔高165m，直径163m；

在21世纪建筑工程师梦想建造2000m乃至4000m的摩天大厦；



# 工程测量的仪器和方法



# 测量机器人



2001 / 9 / 7 3:45PM

# 测量机器人在上海磁浮铁路





**Cyrax 2500**

**3D 激光**

**扫描仪**



**黄河水利职业技术学院**



2004 7 5



# 茅坪滑坡



2002 10 24

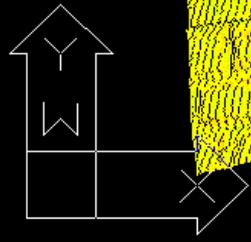
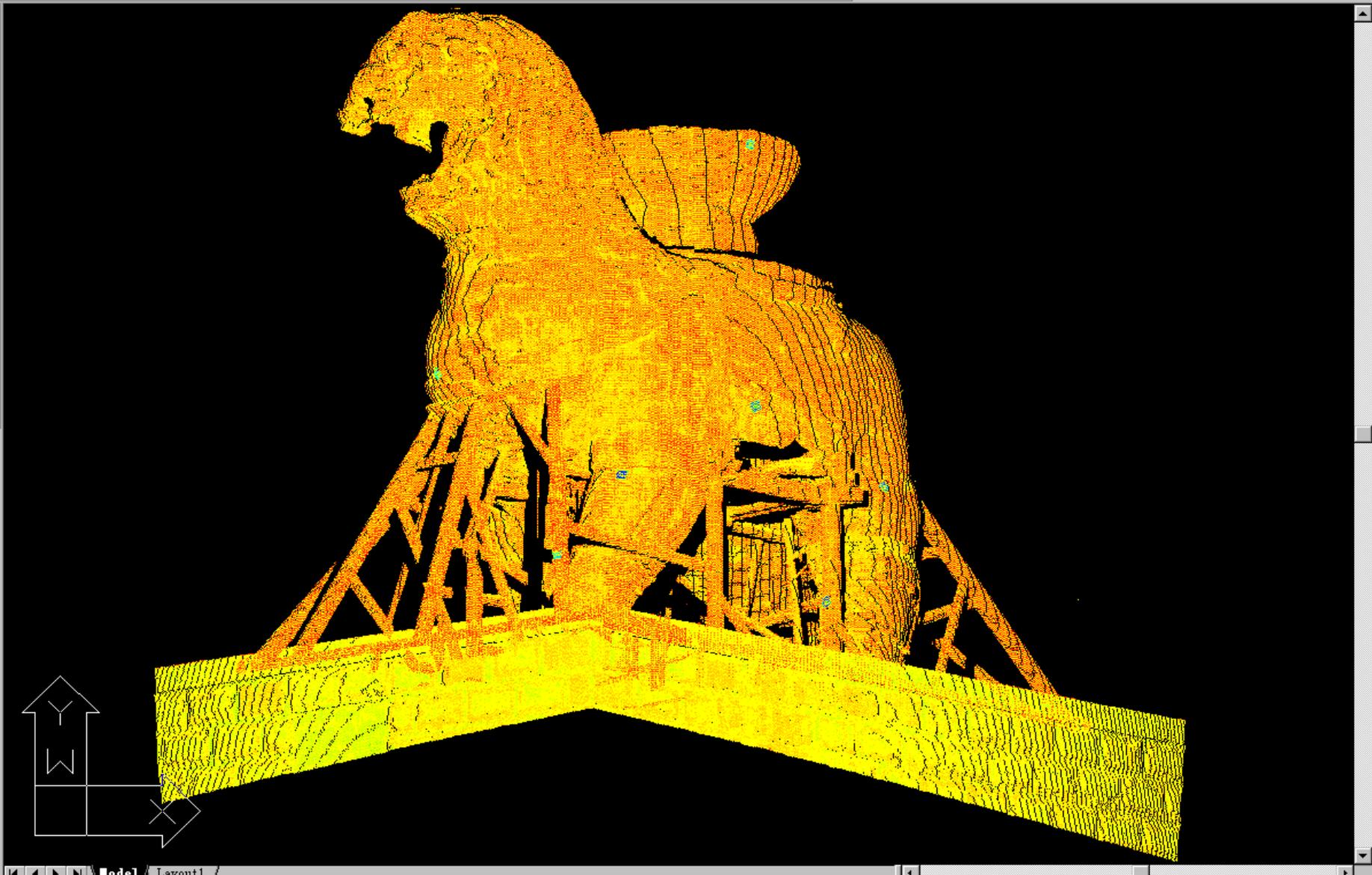
# 水果湖水下地形和淤泥厚度测量





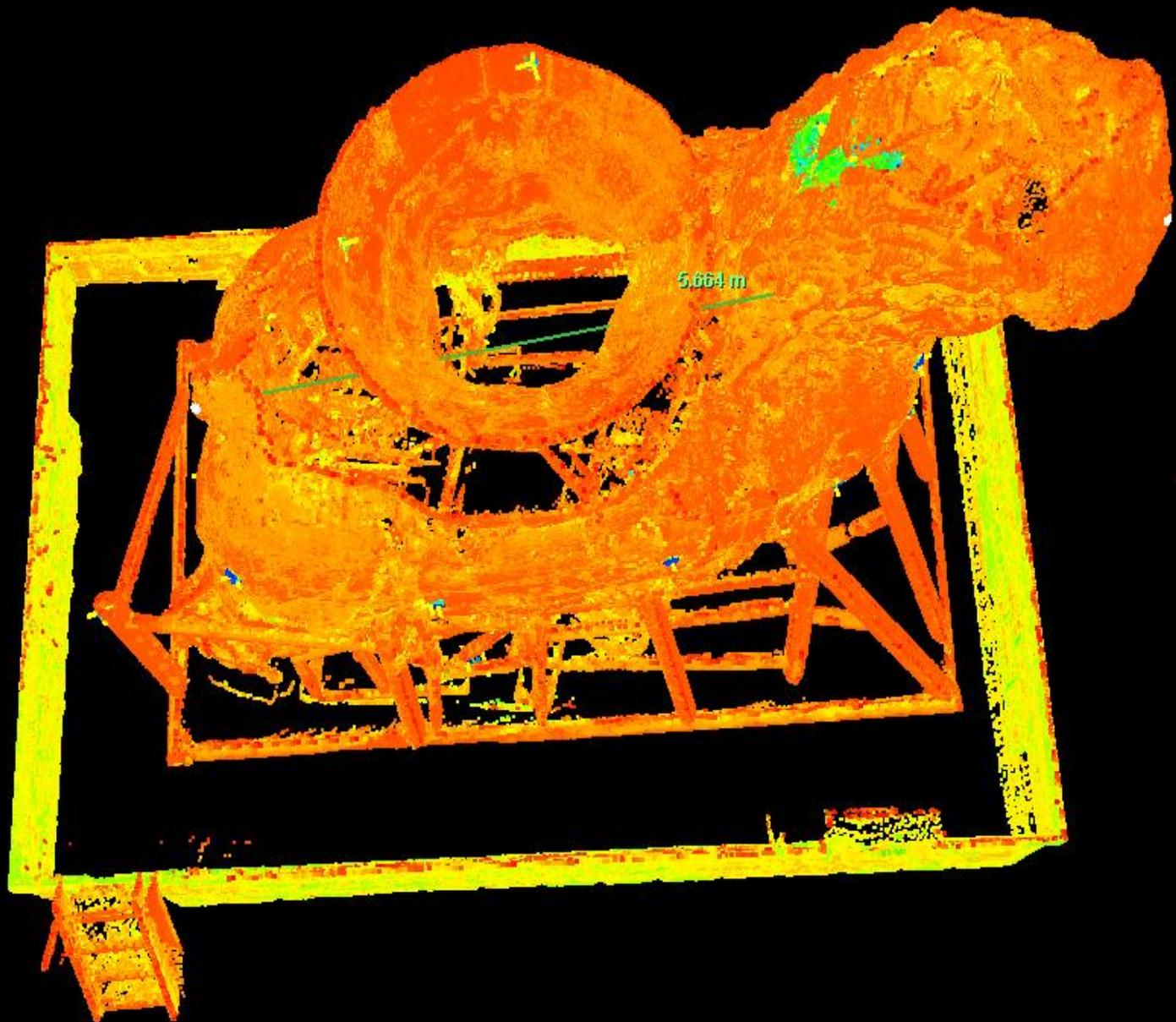


ByLayer   
  CONTINUOUS   
  ByLayer   
  ByColor



Model   
  Layout1

Regenerating model.  
 AutoCAD menu utilities loaded.  
 Command:

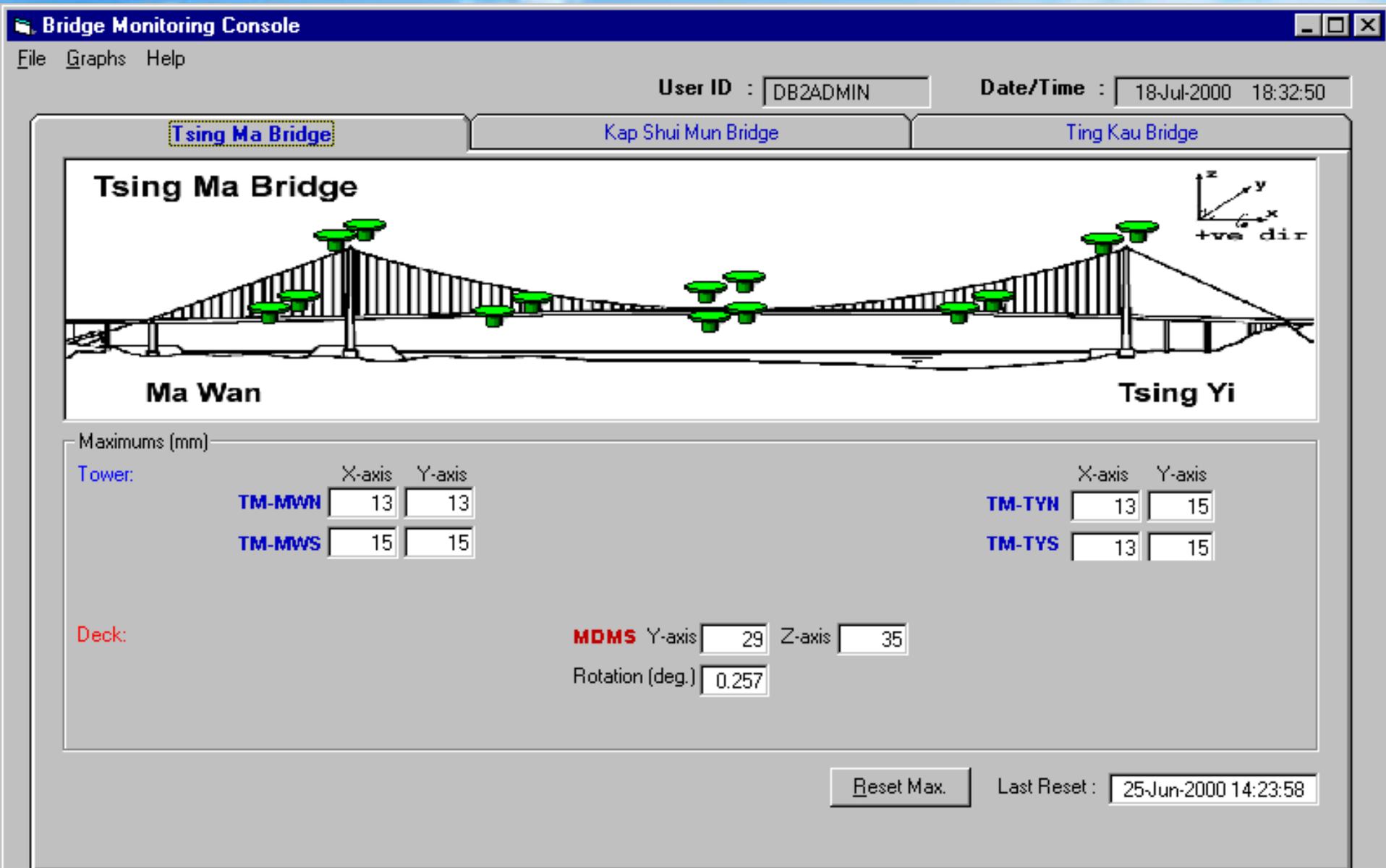


5.664 m

# 香港青马大桥变形监测



# 香港青马大桥变形监测系统



# 青马大桥监测系统

原有桥梁监测传感器多达**774**个，包括风速计、气象传感器、动力称量系统、加速度计、位移传感器、应变标尺和水平仪等**7**大类，用以监测：

- 缆索、桥塔和桥面的结构位移
- 缆索受力
- 桥面应变/应力
- 桥面加速度

**GPS**系统优点：

- 直接获取三维绝对位置
- 实时计算并显示三维位移
- 全天候、**24**小时连续进行高采样率（**10Hz**）观测
- 对原有监测系统进行独立检核



谢谢大家！



# 作业

1. 请查阅工程测量的比例尺型号有哪些？
2. 什么是比例尺精度？
3. 标准的地形图图幅有哪些？

