



# 计算机图形学

# 曲线与曲面

陈中贵  
厦门大学信息学院

Graphics@XMU <http://graphics.xmu.edu.cn/>

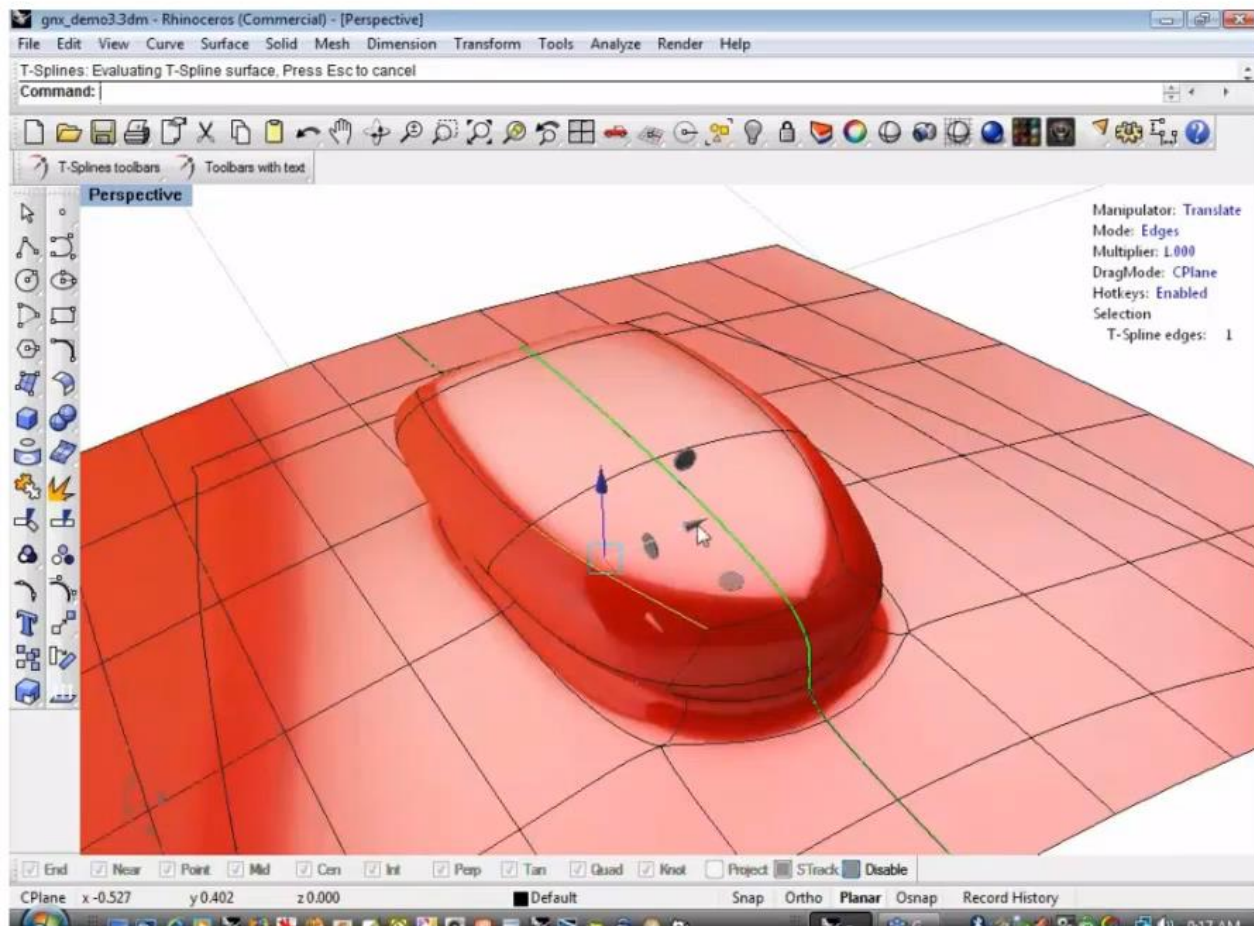
A decorative graphic in the top-left corner consisting of a network of interconnected nodes and lines, with nodes colored in shades of purple, pink, and blue.

# 第一节 背景介绍

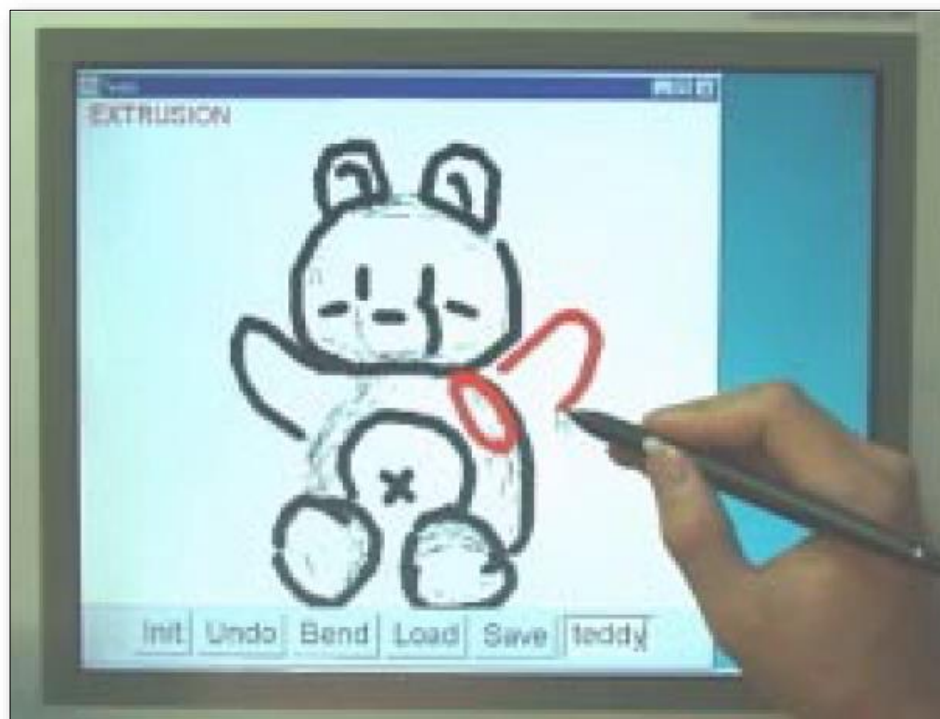
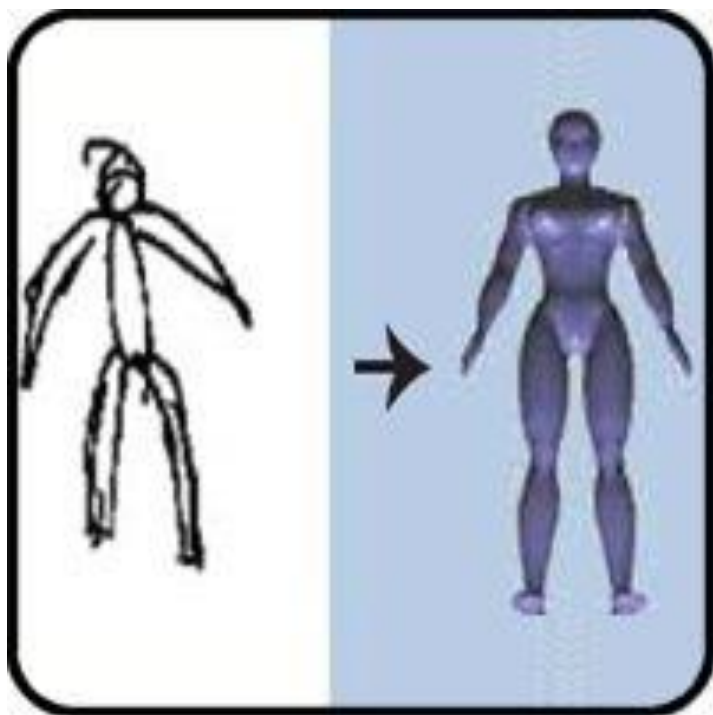
---

- CAD/CAE/CAM
- CAGD历史

# 建模-1：工业造型设计



## 建模-2: 草图交互设计



[Igarashi et al. 1999]

# 建模-3：基于图像的建模



- Multi-view stereo
- Structure from Motion
- SLAM



# 建模-4：基于扫描的建模



移动车载激光扫描

# 几何设计

- 传统的概念更多指的是“外形设计”

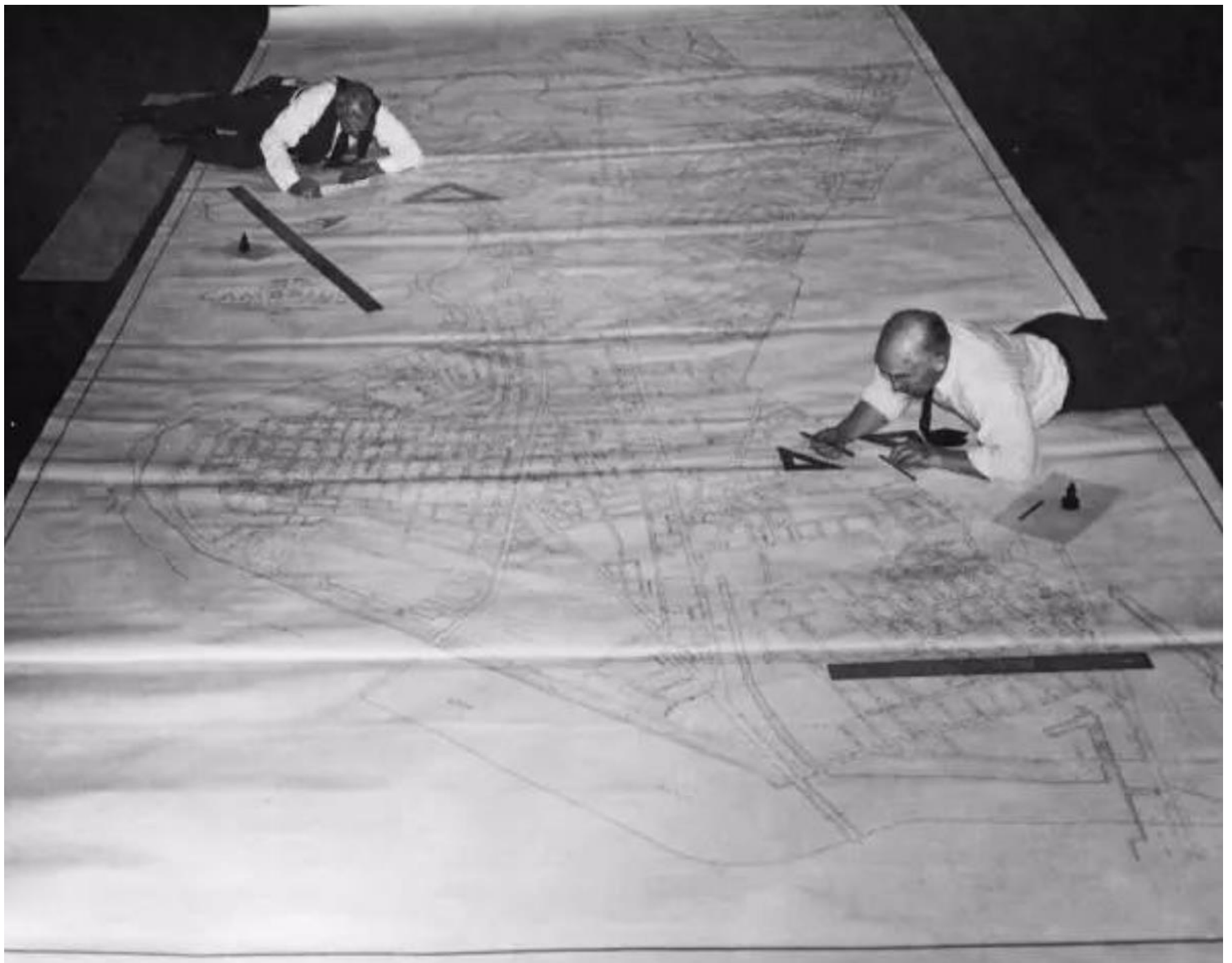


# 没有电脑之前，设计师是如何画图设计的？













# 计算机**辅助**几何设计

---

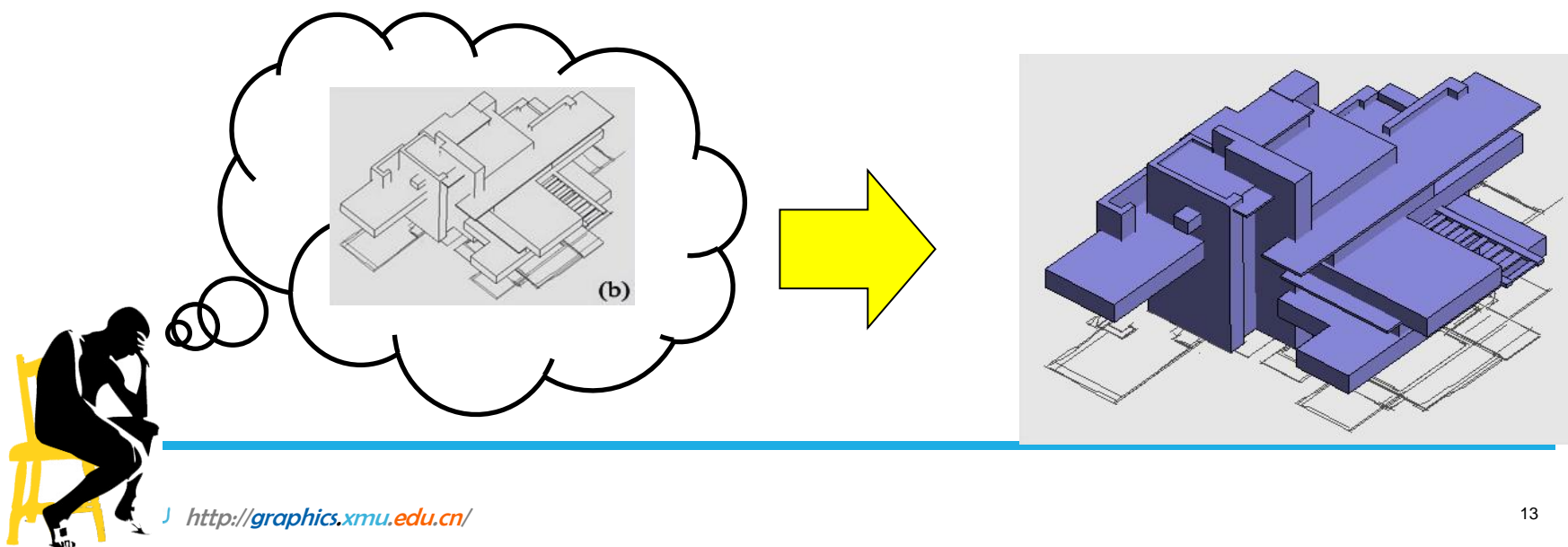
- Computer Aided Geometric Design
- 从CAD/CAE/CAM说起...



# CAD (Computer Aided Design)

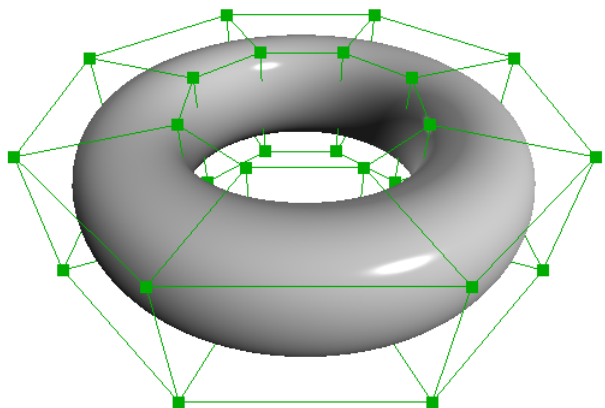
## 计算机辅助设计

- 【百度百科】利用计算机及其图形设备帮助设计人员进行设计工作（几何造型）
- 数学：曲线曲面、样条、光滑、光顺…
- CAD软件：AutoCAD, SolidWorks, 3DMax, ...

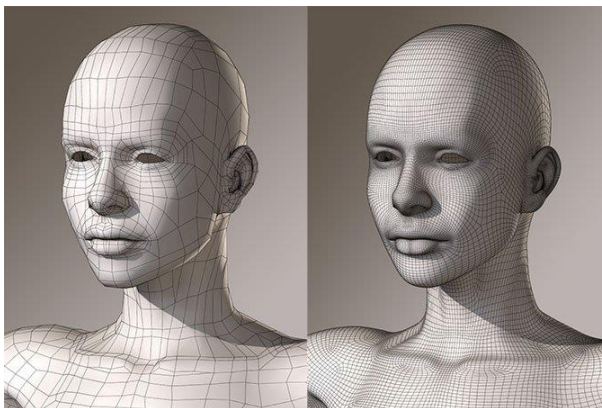




# 几何造型与建模(CAGD)



样条曲面  
(NURBS)



细分曲面



隐式曲面

# 设计外型的重要因素

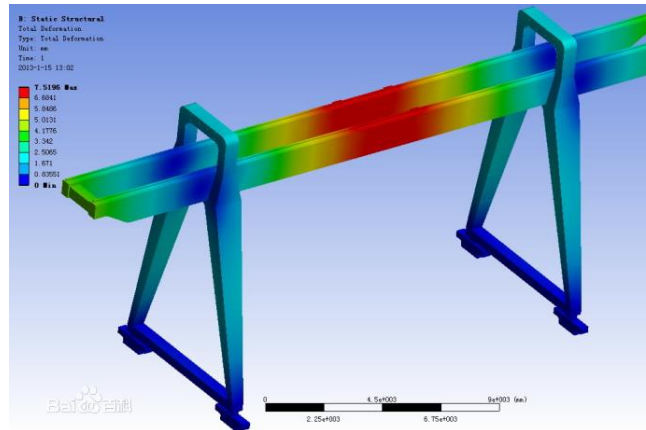
- 外形：几何（数学）
- 好看：美学（艺术）
- 内涵：意义（人文）



# CAE (Computer Aided Engineering)

## 计算机辅助工程

- 【百度百科】用计算机辅助分析产品的结构力学性能，以及优化结构性能等
- **力学**：理论力学，材料力学，流体力学，机构力学，弹性力学（有限元分析）
- CAE软件：UG, Pro/E, CATIA, Ansys, Abaqus, ...

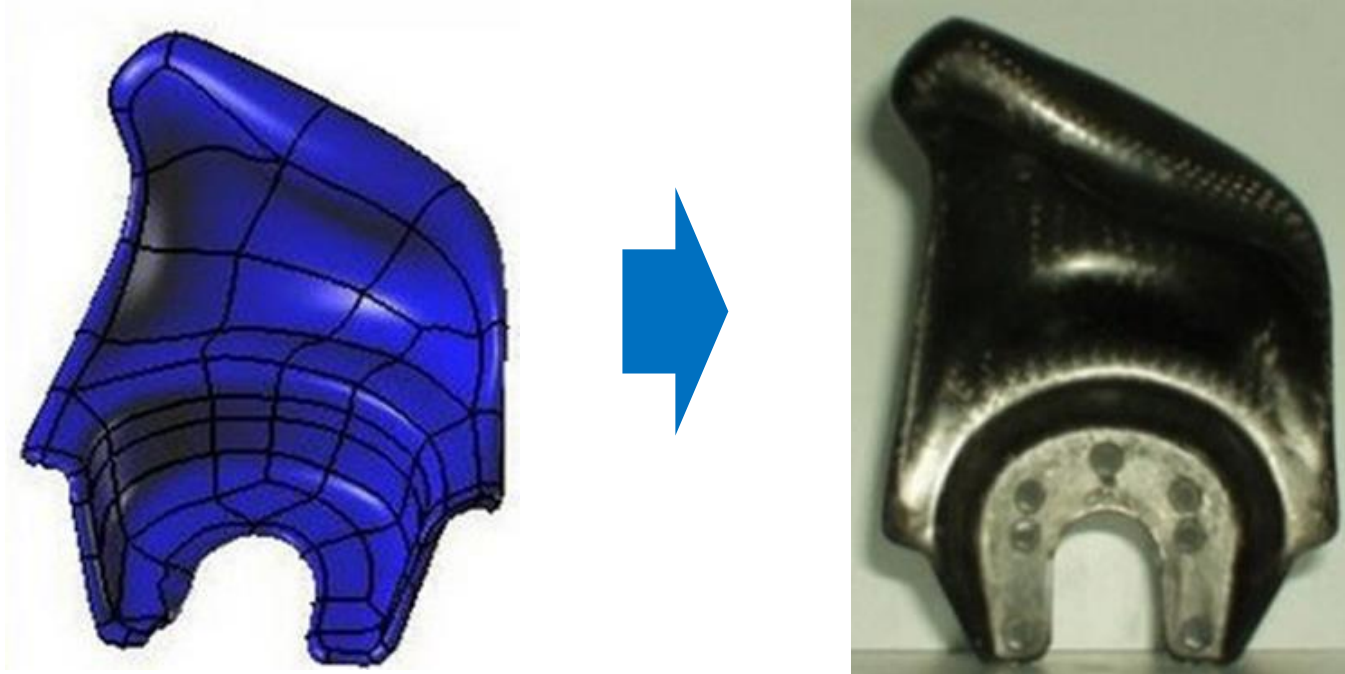


有限元分析 (FEA)

# CAM (Computer Aided Manufacturing)

## 计算机辅助制造

- 【百度百科】将计算机应用于制造生产过程：计算机数值控制（简称数控）
- 机械加工



# 各种制造工艺比较



千年  
铸造、锻造等  
材制造



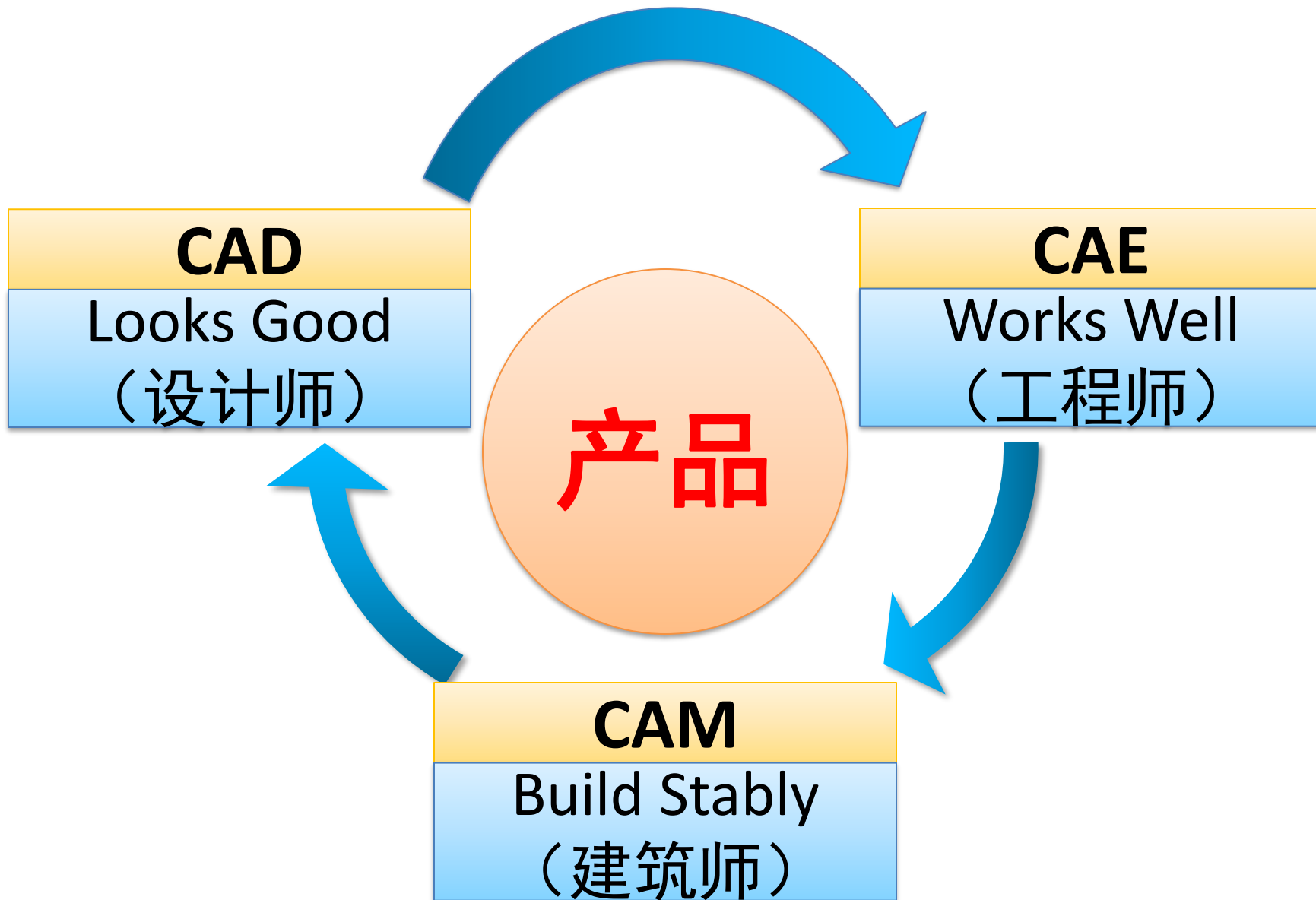
百年  
数控加工  
减材制造



30年  
3D打印  
增材制造



# CAD/CAE/CAM：鸿沟





再改改，再改改！

都第十遍了…

**造价追加20倍！**

**时间增加10年！**



# 计算机辅助几何设计

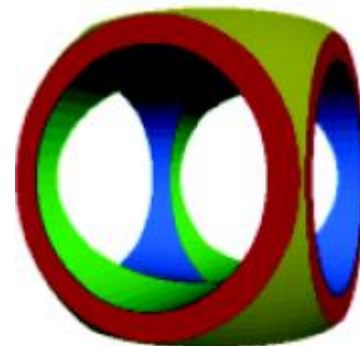
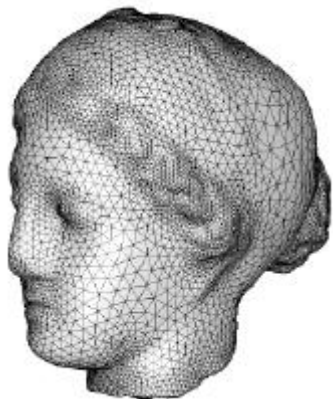
---

- Computer Aided Geometric Design (**CAGD**)
- 1971, Forrest
  - 对几何外形信息的计算机表示、分析、综合
- 1974, Barnhill and Riesenfeld
  - 第一届CAD会议
  - 在计算机环境下的曲线曲面的表示与逼近
  - CAD中的几何问题与数学描述



# CAGD的特点

- 几何模型的表示、构造与处理
- 适合于计算机存储、计算、显示
- 适合于人的理解、交互





# CAGD的发展简史

---

- 1963, Boeing公司, Ferguson, 曲线曲面的参数表示
- 1964-1967, MIT, Coons, 构造插值给定边界及导矢的曲面, Coons曲面
- 1971, Renault公司, Bézier, 由控制多边形定义的曲线
- Citroën, de Casteljau, 独立发展了类似方法
- Forrest, 给出Bézier曲线的Bernstein基表示
- 1972, 美国GM, de Boor, 发展了B样条算法
- 1974, 通用公司, Gordon, Riesenfeld, B样条曲线曲面表示
- 1975, Phd Thesis, Versprille, 有理B样条
- 1980~, Piegl, Tiller等, NURBS
- 1980初, Farin, 三角Bezier曲面

# CAGD的发展简史

---

- 1978-2000, 细分曲线曲面
- 1974, Chaikin, 提出用割角法生成曲线
- 1978, Catmull-Clark, Doo-Sabin, 细分曲面subdivision surfaces
- 1987, Loop, 将Box样条推广到任意三角网格的细分曲面
- 1990, Dyn, butterfly插值细分曲面
- 1996, Kobbelt, 四边形网格插值细分格式
- 1990~, Hoppe等, 曲面重建, 逆向工程
- 2003, Sederberg等, T-spline

# 计算几何在我国

---

- 70年代，大学教师下厂研究外形基础理论：曲线放样
- 70年代末，飞机厂、造船厂等行业引进先进设备，实际开发研究
- 80年代初，高校引进计算机图像仪，联系项目及科研
- 苏步青，刘鼎元，**《计算几何》**，1981

# 计算几何(Computational Geometry)

- 计算几何研究的典型问题包括几何对象表征（凸壳、Voronoi图、三角剖分、划分与相交）、几何查找（点定位、区域查找和可视区域等）和几何优化等。

Michael I. Shamos and Franco P. Preparata. *Computational Geometry: An Introduction*. Springer-Verlag (1985, revised ed., 1991), 390 pp. ISBN 0387961313.

# CAGD&CG的挑战

---

- CAGD&CG在美国已经形成一个完整的产业链：科研，游戏，电影，娱乐，教育，艺术，工业界....
- 在中国，正在逐渐形成
  - 中国急需3D人才！！！！

*广阔天地, 大有所为!*