

工程师的骄傲

The Engineers' Pride

涂善东
华东理工大学
sttu@ecust.edu.cn

授课教师

- 涂善东 教授、长江学者
- sttu@ecust.edu.cn
- 在**高温结构完整性理论**方面有较深入的研究，同时致力**发展先进过程机械技术**。个人研究兴趣包括：高温环境下的**结构设计理论**，**结构完整性原理**，**极端化工制造**，**微（小）型化学机械系统（McMS，力-化学(Chemechanics)问题**，**先进连接技术和表面技术**，**多组元体系的细观设计理论**。
- **国际压力容器学会亚太地区委员会委员**，**中国机械工程学会压力容器分会理事长**、**材料分会副理事长**，**多次获国家和省市科技进步奖励**。

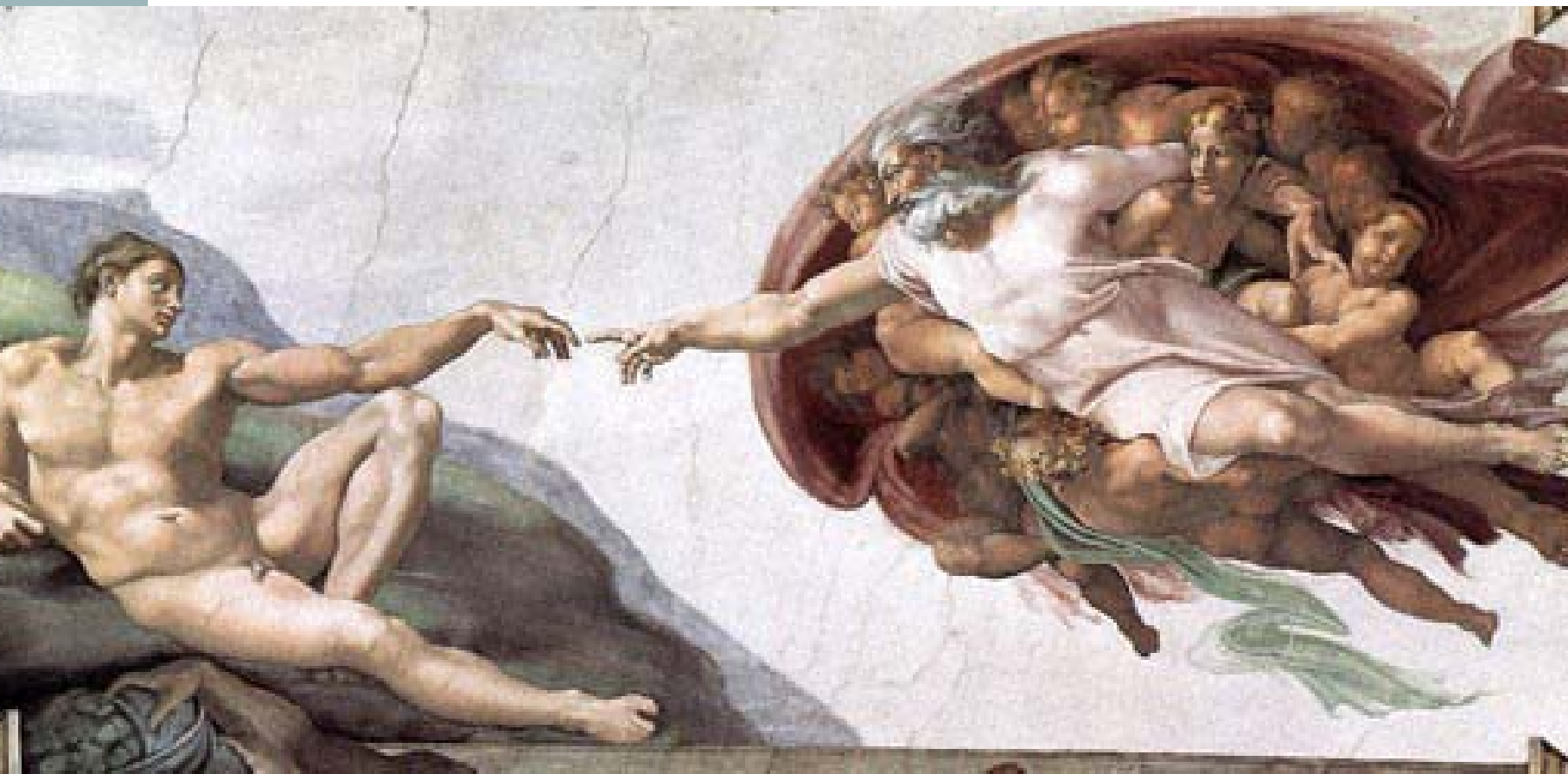




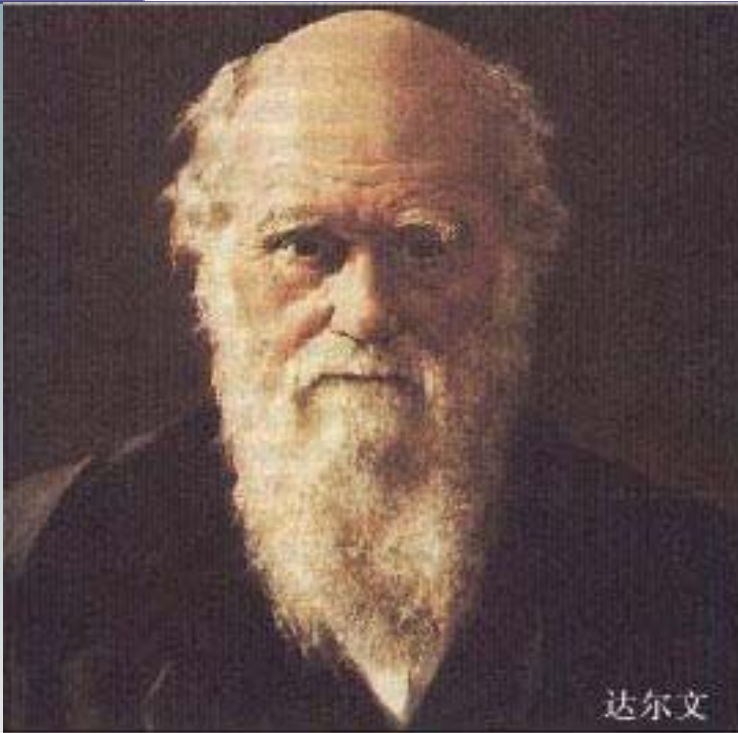
主要内容

- 在人类工程史里漫步
 - 60万年来的工程
- 现代工程技术的赏识
 - 20世纪以来的工程
- 现代工程学科
- 工程师的行为规范(Engineering Ethics)
- 培养未来的工程师(Educating Future Engineers)

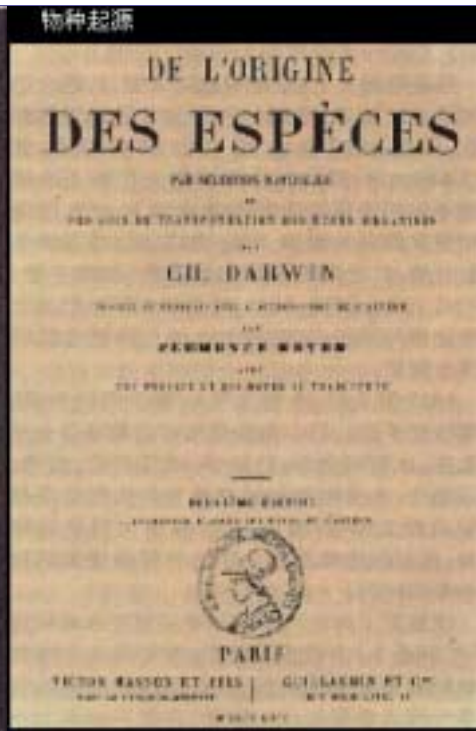
人类 - 何处是源头？



工程史 - 何处是起点？



达尔文



林奈



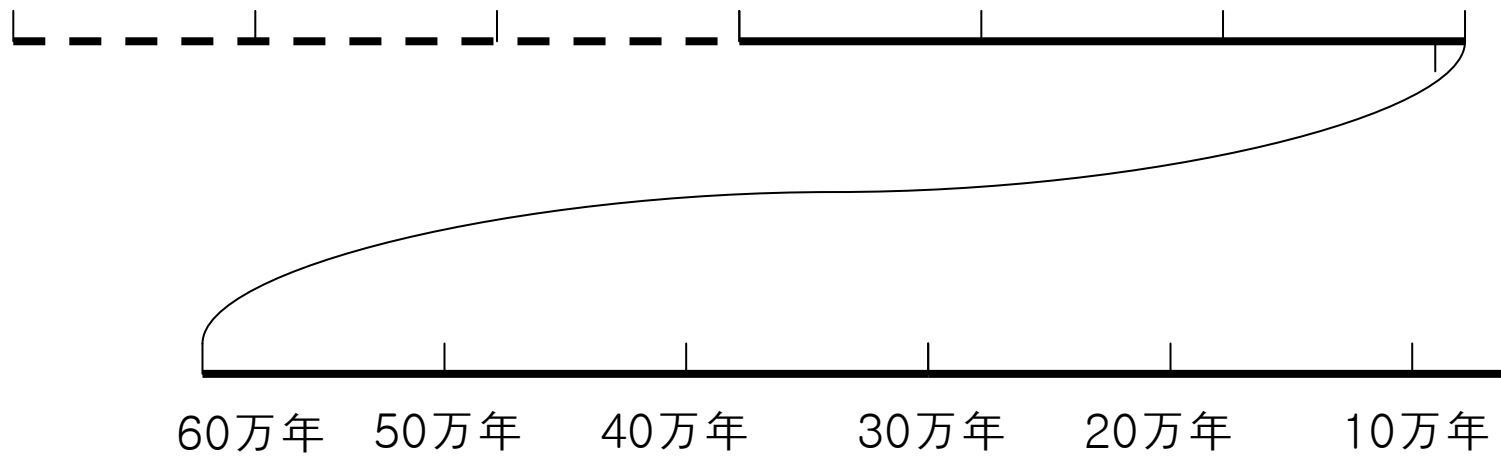
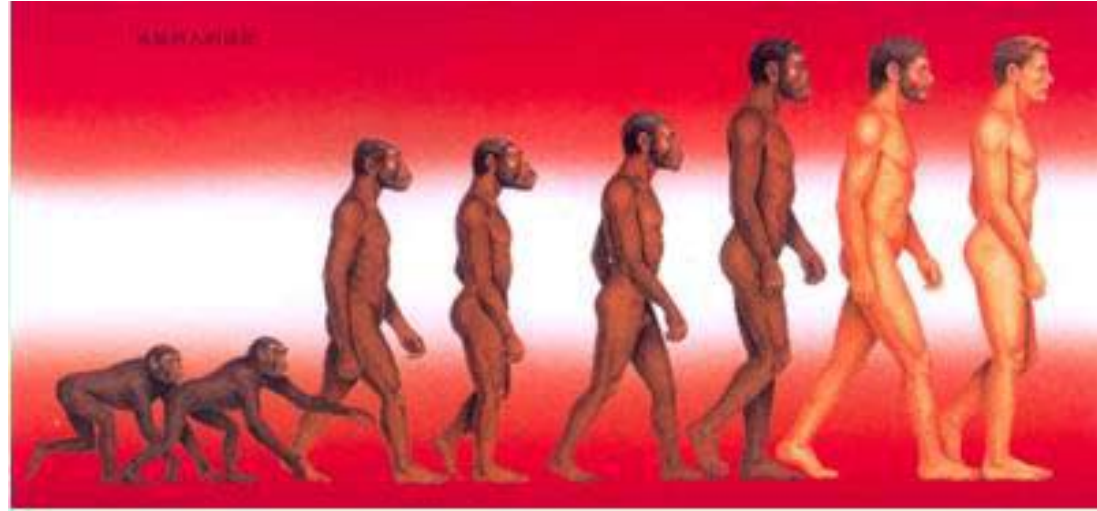
拉马克



赫胥黎

思想的解放与近代科学的兴起——人类起源的生物学解释。
林奈（瑞典人 1707-1778）：人猿同归于灵长目——静态的相近。
拉马克（法国人 1744-1829）：人类源于类人猿——动态的联系。
赫胥黎（英国人 1825-1895）：人猿同祖的亲缘关系。
达尔文（英国人 1809-1882）：人类由已经灭绝的古猿进化而来。
恩格斯：劳动创造人，亦或制造工具的劳动构成人的特有属性。

最近在非洲发现的远古人类化石，说明人类最早的祖先生活在450万年前.....



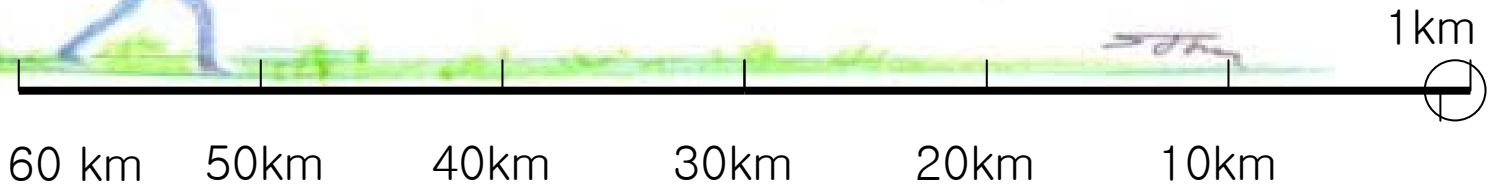


60万年 - 60公里的马拉松

瑞士哲学家G. 埃赫利别尔格工程师

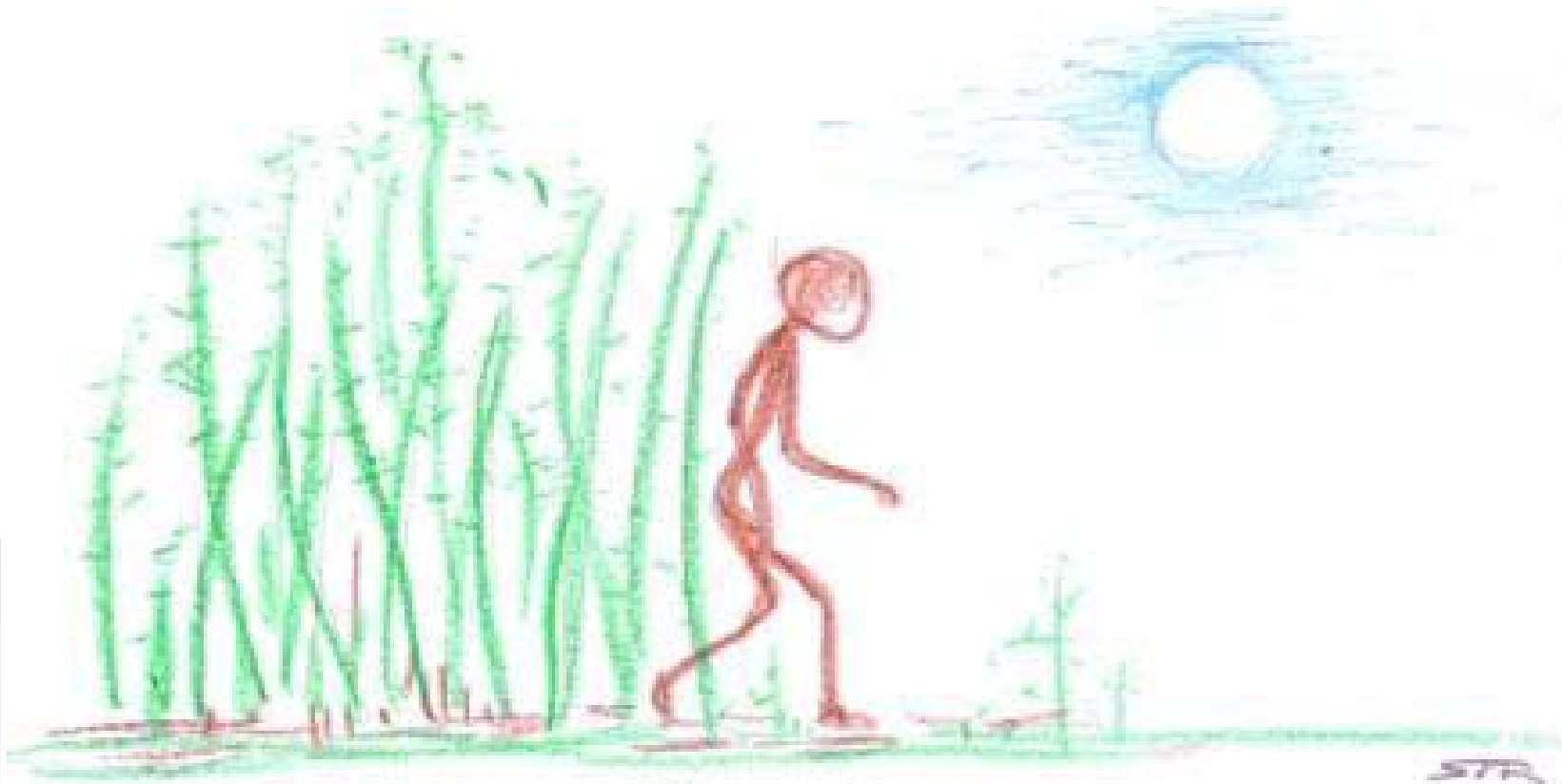


北京猿人石器





5074



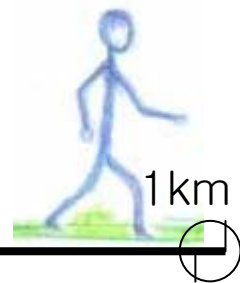
572



人与猿相分离，是由于人学会了双足行走和用手制造并使用工具，这是人类进化的关键一步。黑猩猩也能使用工具，用枝条掏蚂蚁，用石头砸坚果，但从未发现它会制造工具，也不能坚持双足走路。

人猿相揖别，只几个石头磨过，小儿时节

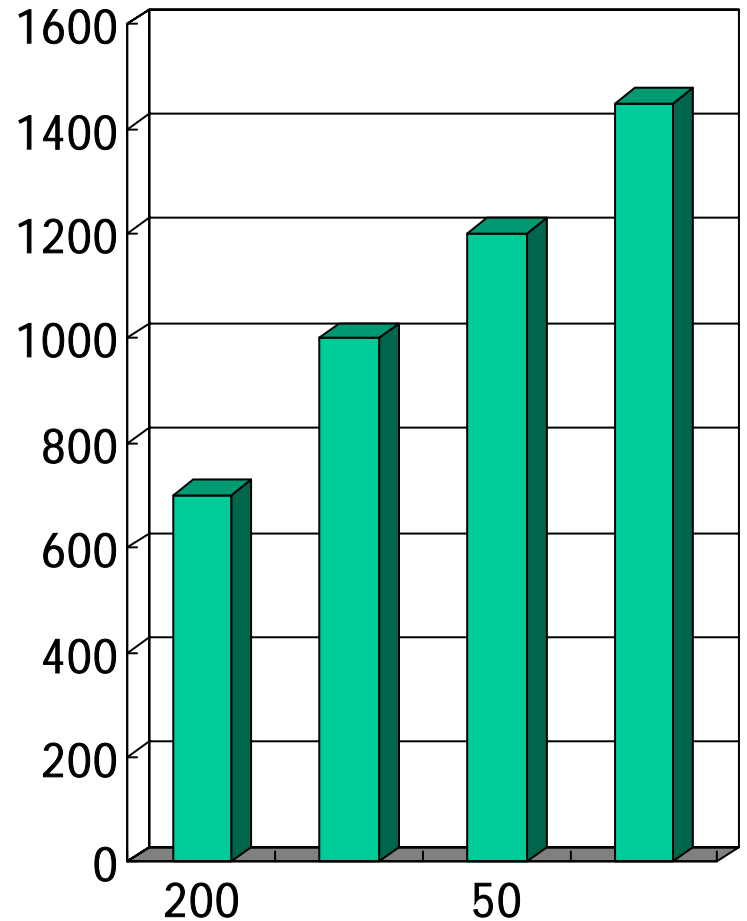
- 山顶洞人（前18000年 = 1.8 km）
- 南京人（前14000年 = 1.4 km）



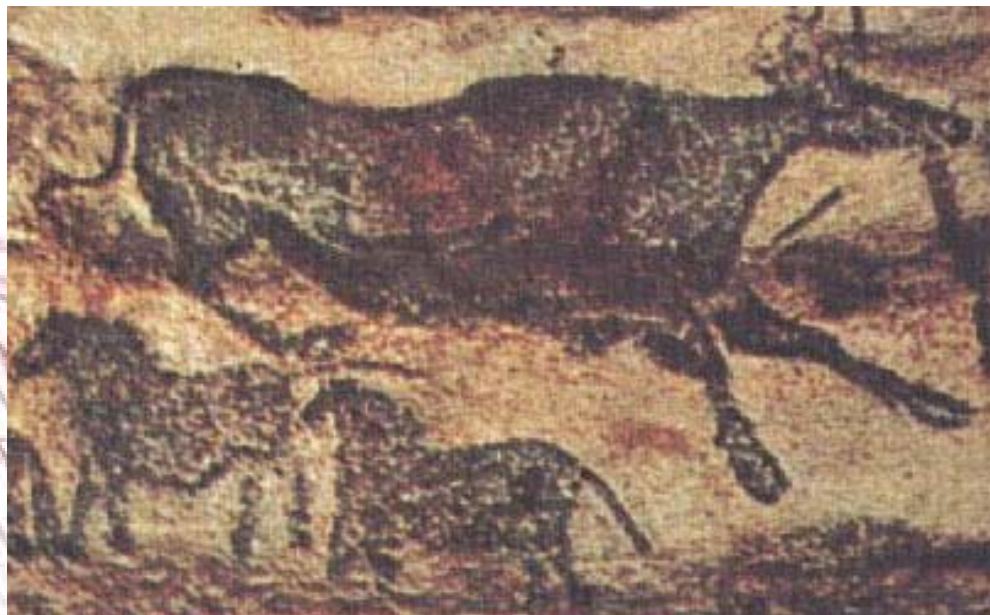


制造工具创造人

■ 200万年前的能人脑容量约为700毫升，100万年前的直立人脑容量约为1000毫升，50万年前增加到1200毫升。斐文中先生于1929年发现的57万年前的北京（直立）人为1050毫升。现代人的脑容量平均为1450毫升。



1.5 公里：旧石器时代洞穴壁画艺术



550米处

■ 公元前3500年左右两河流域的苏美尔人 (Sumerians) 使用一种楔形文字



■ 公元前2500年黄帝史官仓颉造字 - 中国文字的始祖





450米处：埃及法老胡夫的大金字塔 Pyramids





418米处：大禹治水

- 第一个水利工程师？
- 用疏导法治水



公元前
2183 - 2176 ?



310米处：铜制酒具（周）



公元前11世纪

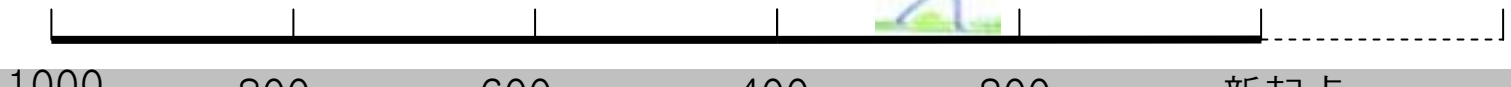




330-250米：奥林匹亚(Olympia)



第一届奥林匹克运动会公认为是在公元前776年召开





奥林匹亚的宙斯雕像 (Zeus)



■ 神庙大约建于公元前5世纪中叶

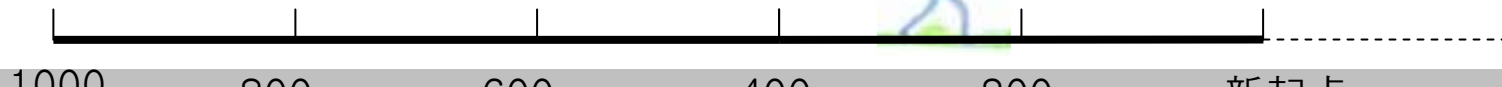




260米处：巴比伦(Babylon)的“空中花园”



公元前
630 - 562



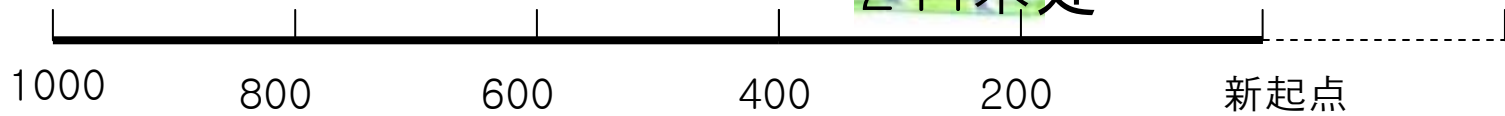
250米处：越王勾践的铜剑

■ 《考工记》载有世界上最早的合金成分的研究





244米处



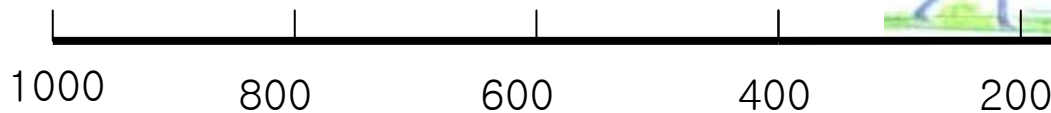


244米处 : Parthenon-Athens



230米处：都江堰

- 2300多年前，中国战国时期秦国蜀郡太守李冰及其子率众修建的一座大型水利工程

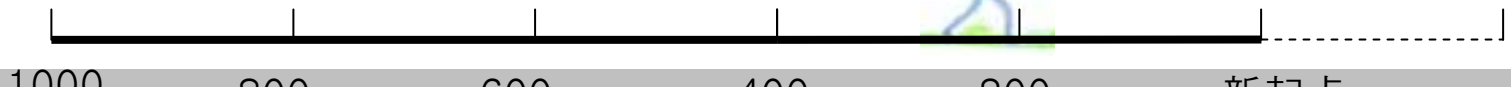




229米处：罗得岛 (Rhodes) 的太阳神巨像



公元前
292





220米处：万里长城



公元前
206



1000

800

600

400

200

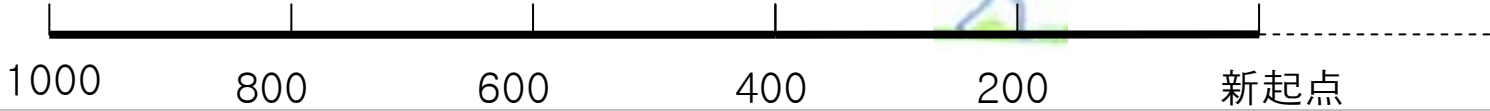
新起点



- 可见工程技术劳动首先是在建筑界获得普遍公认的。
- 在奴隶制时代，从事为未来建筑(金字塔、运河、桥梁、工事、堡垒、教堂等)选择地点工作的人，制造和使用劳动工具的人都是建筑工程师的先驱。
- 工程管理劳动的产生也同建筑有关。最初的工程管理只限于监督奴隶们的劳动。例如，在埃及金字塔的建筑中就实现了监督的职能。这里，组织广大群众的劳动就需要复杂的检查和领导制度。根据希罗多德的资料，在法老胡夫金字塔的建筑中，管理就分为许多等级。管理施工人员的有十人长，百人长，他们都隶属于千人长管辖，千人长服从于工程的总领工。



公元1年



汉代的造纸工艺

- 蔡伦，汉造纸术发明家，字敬仲。桂阳（今湖南郴州市）人。明帝永平十八年（75）入宫为宦。元兴元年（105）发明造纸术。他总结前人经验，始有树皮、麻头、破布、旧渔网等原料经过挫、捣、抄、烘等工艺造纸，称“蔡侯纸”，对改革和推广造纸术有很大贡献，后世传为造纸术的发明者。



1000

800

600

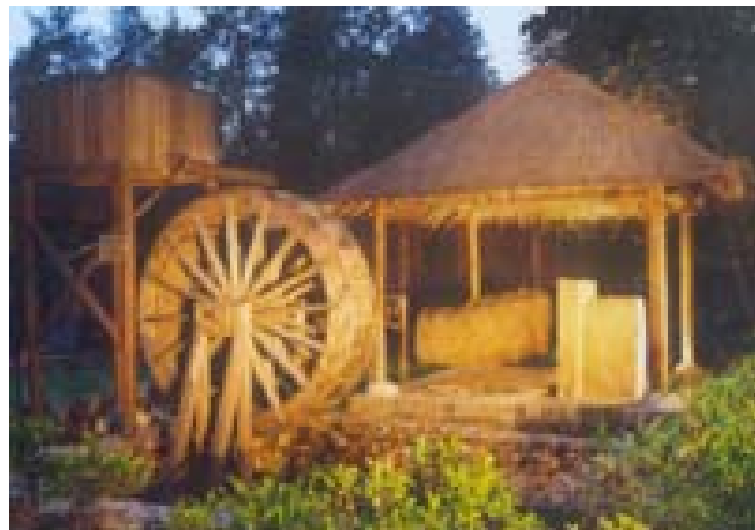
400

200

新起点

195米处：杜诗发明冶金鼓风机

- 1900多年前，中国就出现了“水力鼓风机”，是由东汉时期南阳太守杜诗发明创制的。
- 东汉建武七年(公元31年)，南阳太守杜诗为解决冶铁耗费人力过大问题，发明了一种鼓风机械——水排。即以水为动力，通过滚动机械，使皮制鼓风囊连续开合，将空气送入冶铁炉，这种机械用力少而见效大，被后人称为“杜诗水排”，是世界上最早的水力鼓风机，比欧洲早了1100年。



公元
50年

1000

800

600

400

200

新起点

193米处：罗马竞技场(Coliseum)

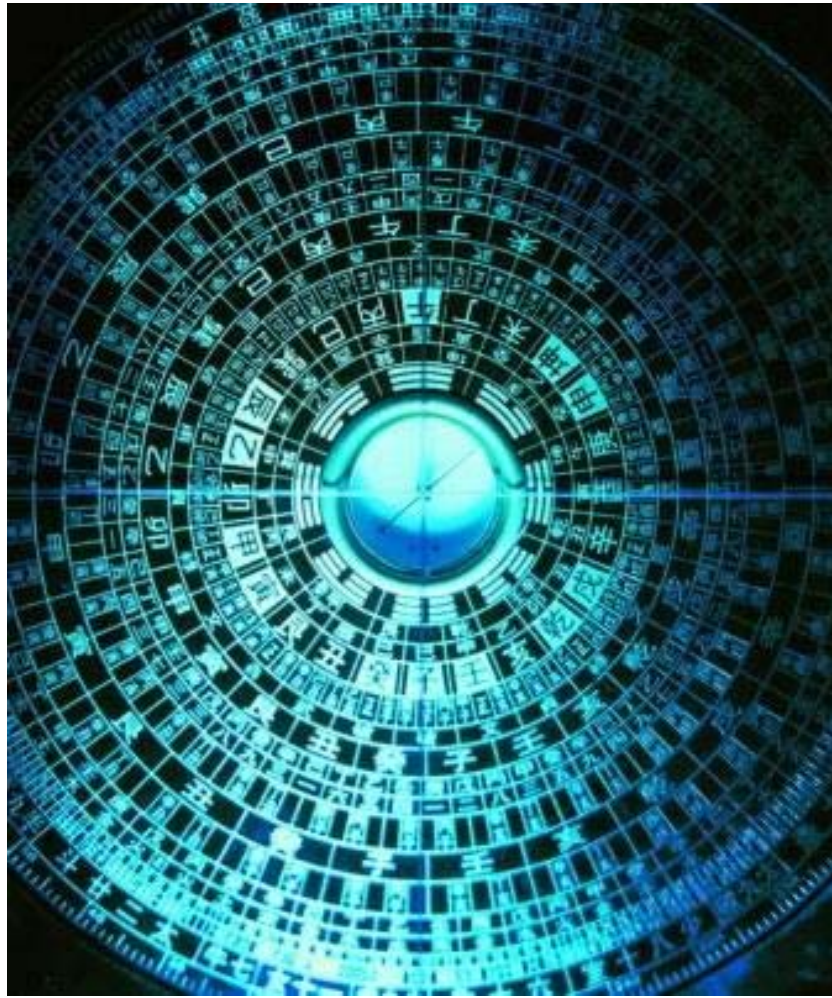




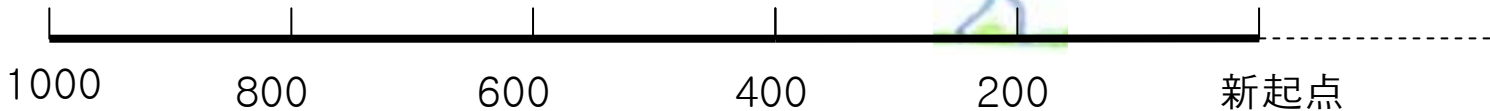
张衡发明【候风地动仪】



180米处：管辂发明磁性罗盘



公元
209年



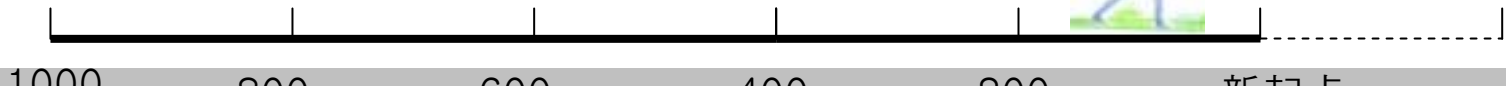
140米：李春发明弓形拱桥



■ 公元605

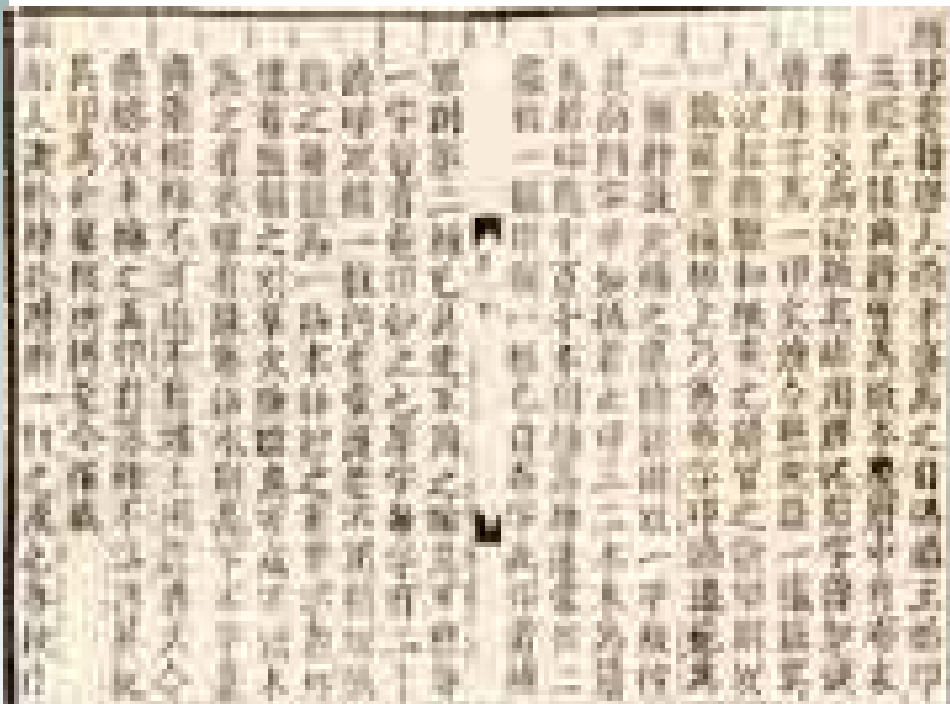


公元
1000年





96米处：毕升发明活字印刷



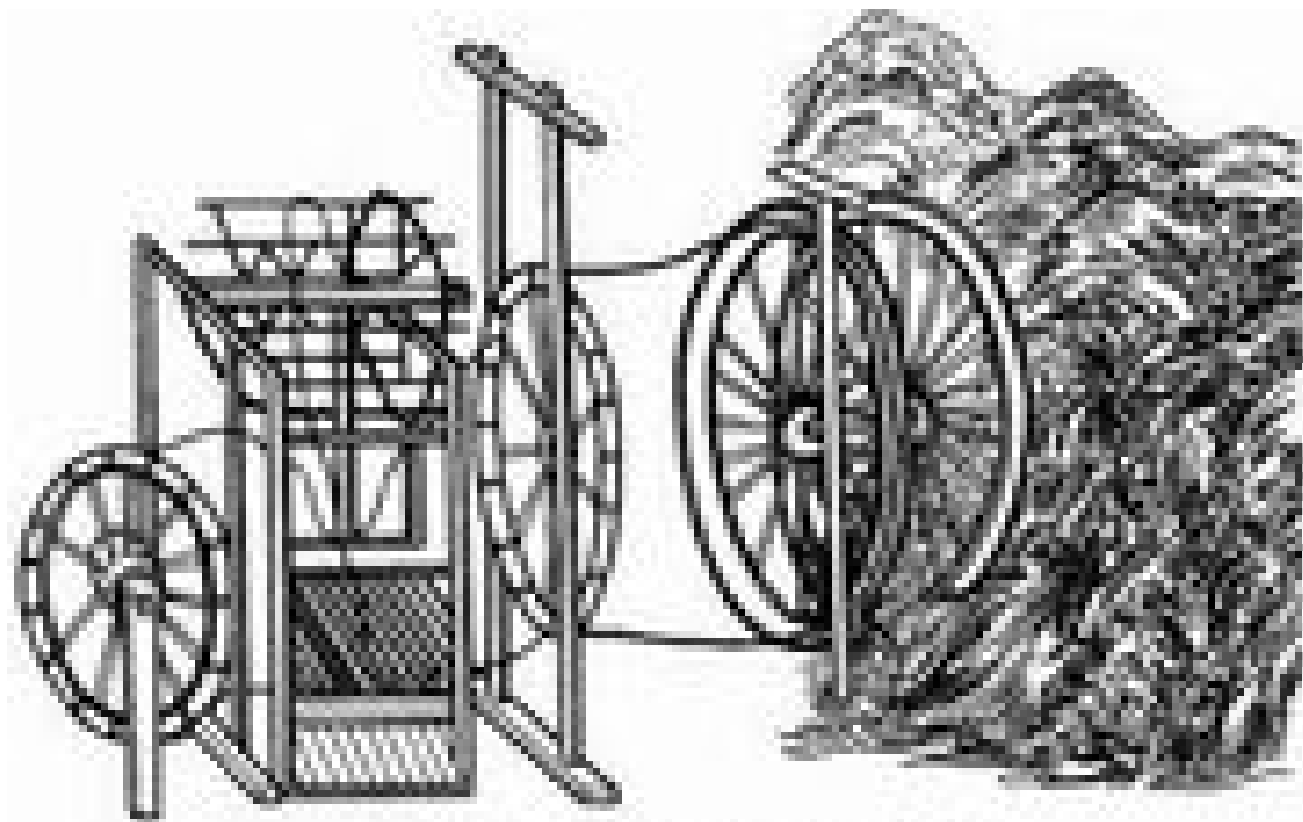
毕昇
(c. 1051)

约80米处

- 歌德式建筑：巴黎圣母院
- Notre Dame Cathedral
- 公元1163—1250



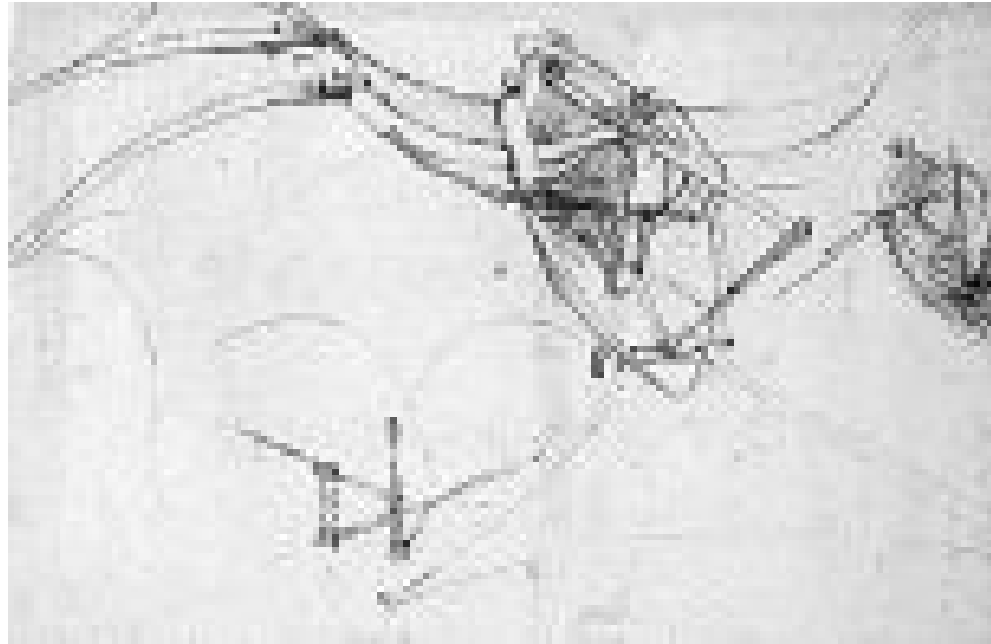
69米处：元代的水运纺车

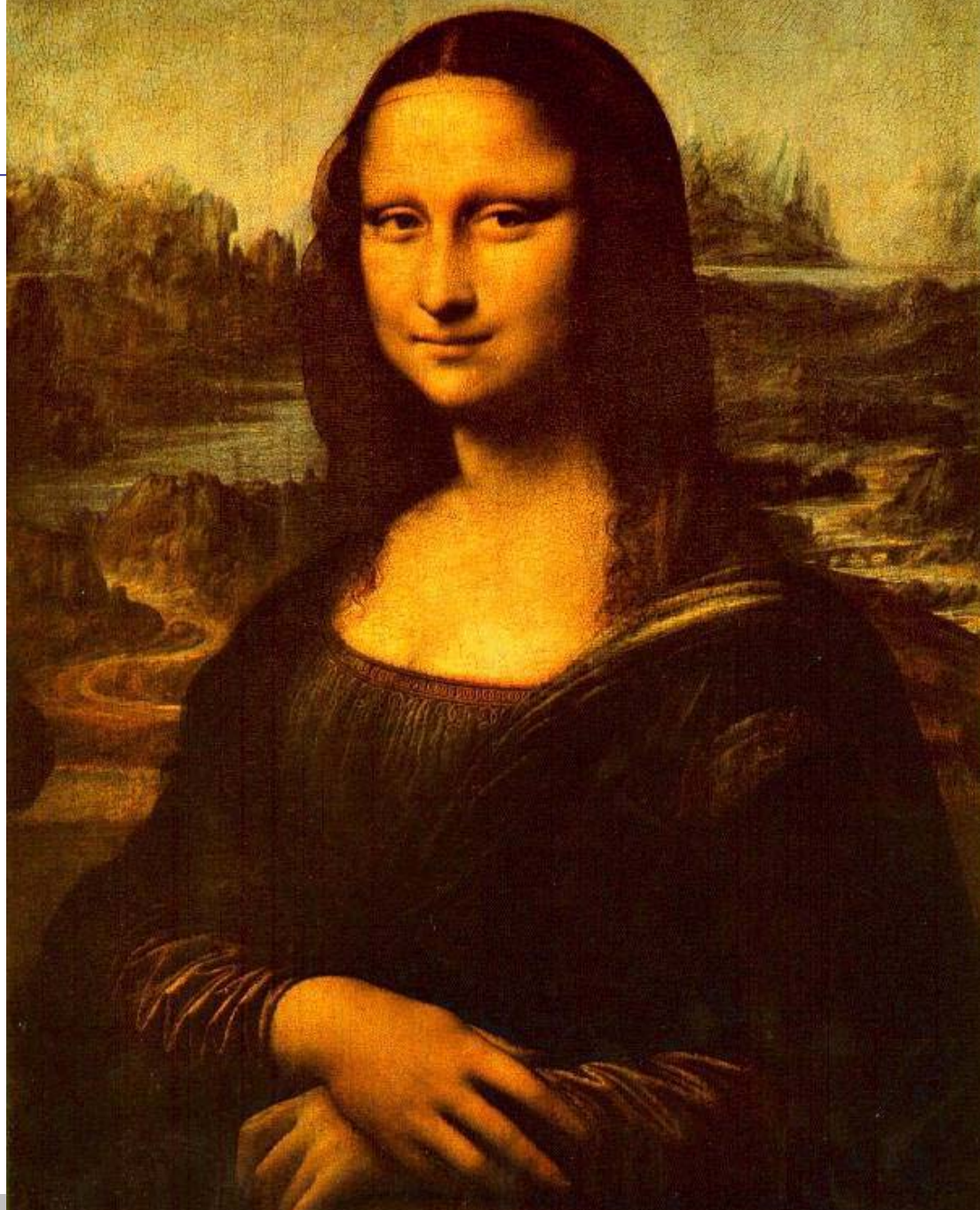


水转大纺车(王桢·农书·载)



50米处：达·芬奇(de Vinci)





Mona
Lisa
(1503-
1505)



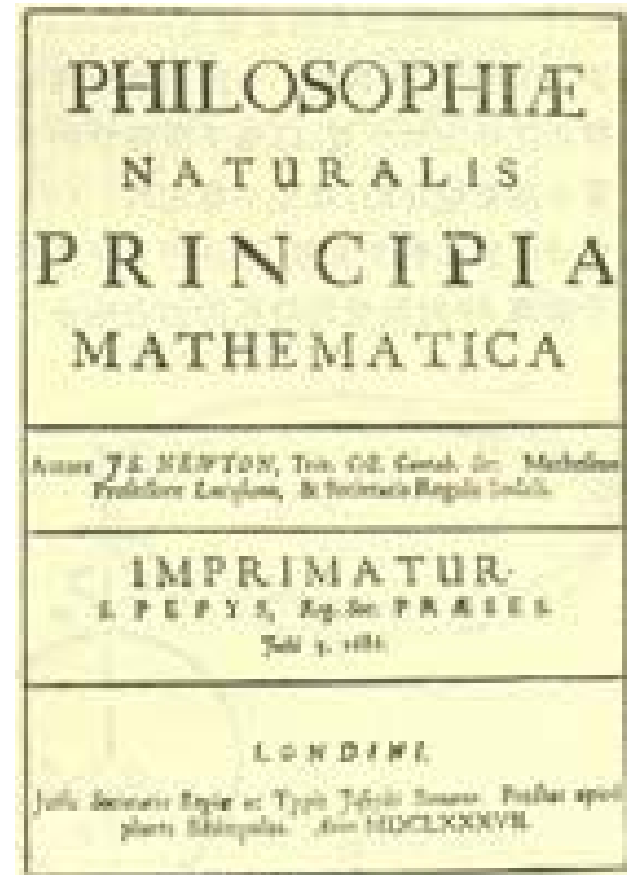




36米处：牛顿(Isaac Newton, 1642 - 1727)

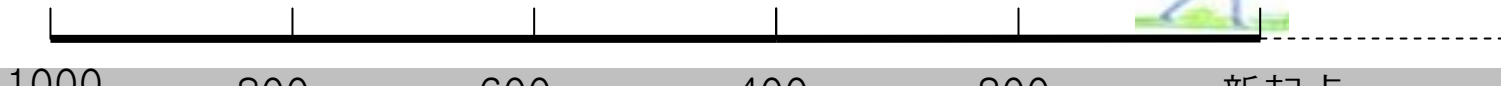


Isaac Newton (1642–1727)



24米处：工业革命的前夜

- 1733年，技师凯伊发明了“飞梭”，1765年，织工詹姆士·哈格里沃斯发明了手摇纺纱机，同时能以16到18个纺锤工作。命名为珍妮纺纱机、提高了棉纱产量。缺点在于必须用手摇，进行手工操作，纺出的纱很细但容易断。

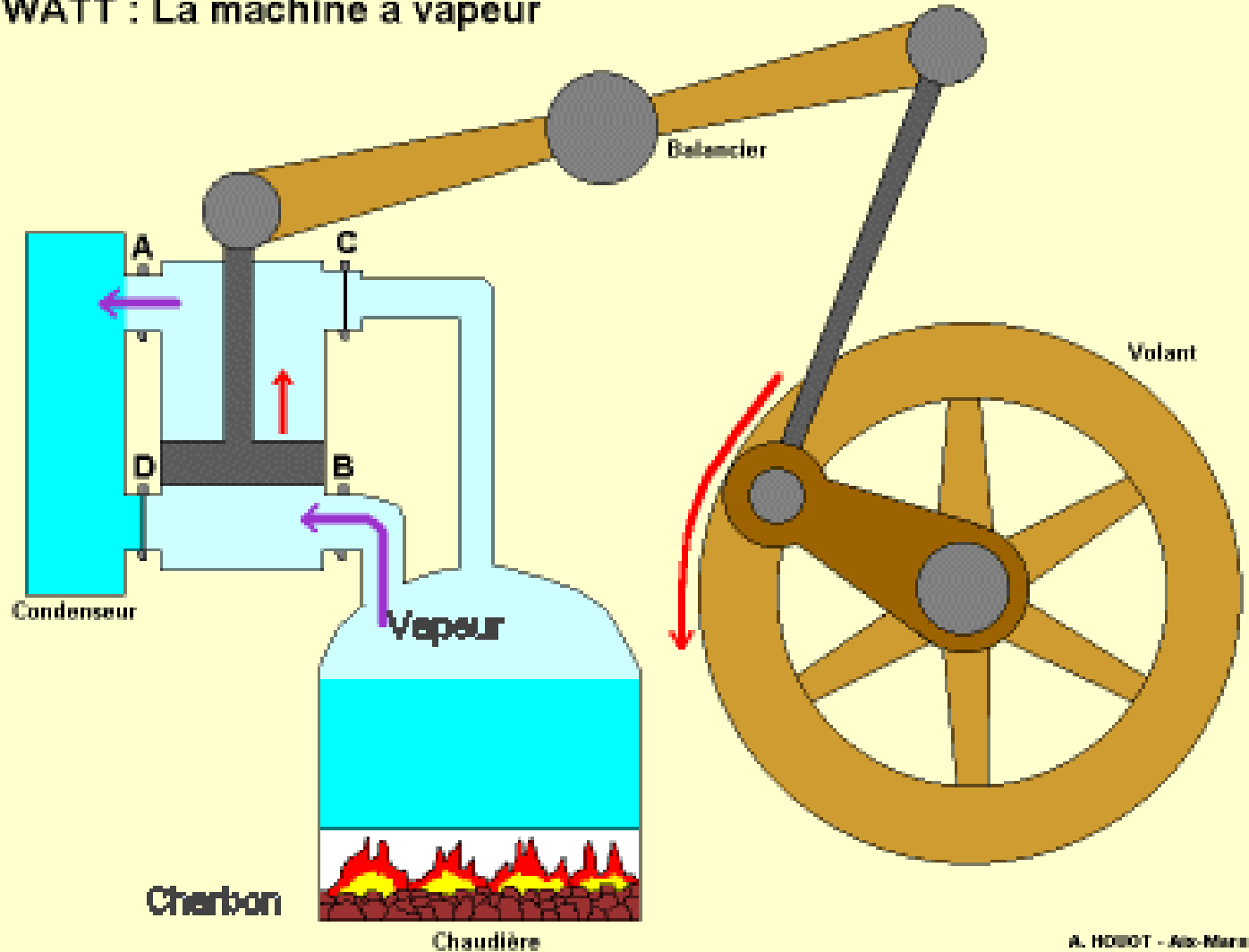


瓦特 (James Watt) 和蒸汽机



1736 - 1789

WATT : La machine à vapeur



18米处：卡诺及其循环(1824)

Sadi Carnot and Carnot Cycle

- 法国人卡诺 (Sadi Carnot)，1824年，二十八岁发表了《关于火的动力及产生这种动力的机器》，阐述了他的理想热机理论。36岁去世。
- 奠定了热力学的基础，为发展新的热机提供了理论依据。
- 能量转换过程中，提高热效率
- 卡诺循环(Carnot Cycle)



1796 - 1832





- 英国, 法拉第(Michael Faraday)发现电机原理 1820-1831
- 美国, 贝尔(Alexander Bell)发明电话1876
- 美国, 爱迪生(Thomas Edison)发明电灯1878
- 意大利, 马科尼(Guglielms Marconi)发明无线电报1887



- 只剩下10米了，这段路程是从火炬和光线昏暗的小油灯开始的
- 在最后5米冲刺时出现了惊人的奇迹：“明亮的路灯照耀着夜色沉沉的跑道，这里看不到役畜的脚印，但各种车辆却奔驰而过，隆隆的机器声震天动地，此时此刻，殊感惊奇的赛跑者被摄影记者和电视记者的聚光灯照得服花缭乱……”





工程师的定义

“The scientist seeks to understand what is; the engineer seeks to create what never was.” - Theodore von Karman

- 工程师是具有创造能力的职务
- 经济学百科全书给工程技术人员下了这样的定义：工程技术人员是指对生产过程实行技术领导并在生产中组织劳动者活动的工作人员。凡担任工程师或技术员职务的工作人员，不管他们是否受过高等或中等专业教育，以及是否有实际经验，统称为工程技术人员。把一个工作人员列入工程技术人员范畴，并不是根据受教育水平确定的，而是根据所担任的职务确定的。
- E.克里柯给工程师所下的定义“工程师是一种职业。从事这种职业的人能够创造改变材料、动力和人力所用的仪器、设备和工艺流程，以满足整个社会的需求。”



- 科学技术进步“产生”了工程师。但工程师并没有成为它的消极旁观者，而是作为社会生产力的最重要的组成部分，积极参与增加实践知识和成果的进程。工程师在生产力系统中处于特殊地位。一方面，他是总体工人的组成部分，另一方面，他又是科学家的最亲密助手，是科学和生产之间的中介人。他保证了科学知识的物质化，使科学变成了直接的社会生产力。



现代工程技术的赏识



- 电气化
- 汽车
- 飞机
- 自来水
- 电子技术
- 无线电和电视
- 农业机械化
- 计算机
- 电话
- 空调制冷技术

- 高速公路
- 航天技术
- 因特网
- 成像技术
- 家用电器
- 保健技术
- 石油化工
- 激光和光纤
- 核技术
- 高性能材料
- 航海

电气化

- 电气化对城乡人民生产和生活的各方面产生了根本性影响。如果没有电力，20 世纪的科技、经济成就是不可能取得的。
- 电力照亮了城市和乡村，为社会工业化、电气化提供了灵活方便的强大动力。



汽车

- 世界上第一辆汽车--1886年获得专利证书
- 发明于19世纪，而大批量工业生产是20世纪。小轿车、运货卡车成为全世界中、近程主要运输工具，成为社会生产和生活须臾不能离开的工具。



飞机

- 1903年，**奥维尔·莱特**和**威尔伯·莱特**两兄弟发明并且试飞成功了人类历史上第一架飞机--“**飞人号**”。





- 工程师们继而发明了直升机（1939）、超音速客机（1947），开通了洲际航线（1939），大批量生产大型客机（1950—1960），使航线遍布全球，一天之内人们可到达地球上任何城市。



自来水

- 为人类提供干净和充足的饮用水，大大减少了疾病的传染，显著提高了人类的生活质量和平均寿命。
- 最早的公司名称——1906年，官商合办的广东省河自来水有限公司在新亚酒店挂牌成立

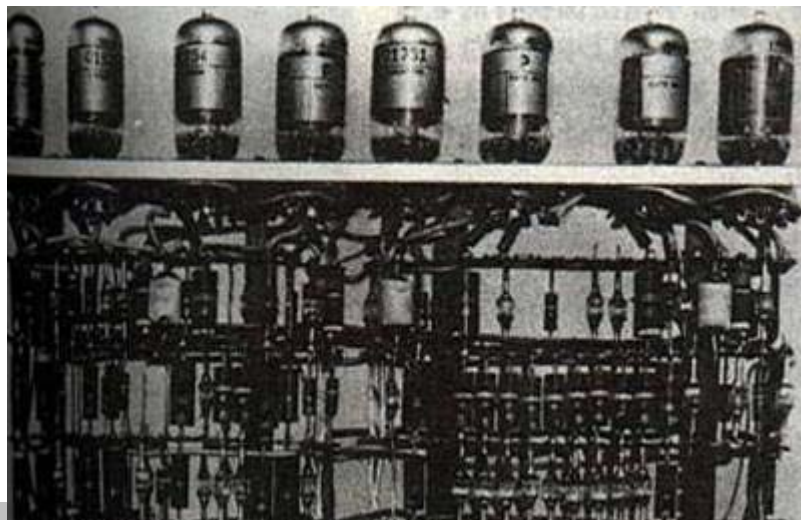


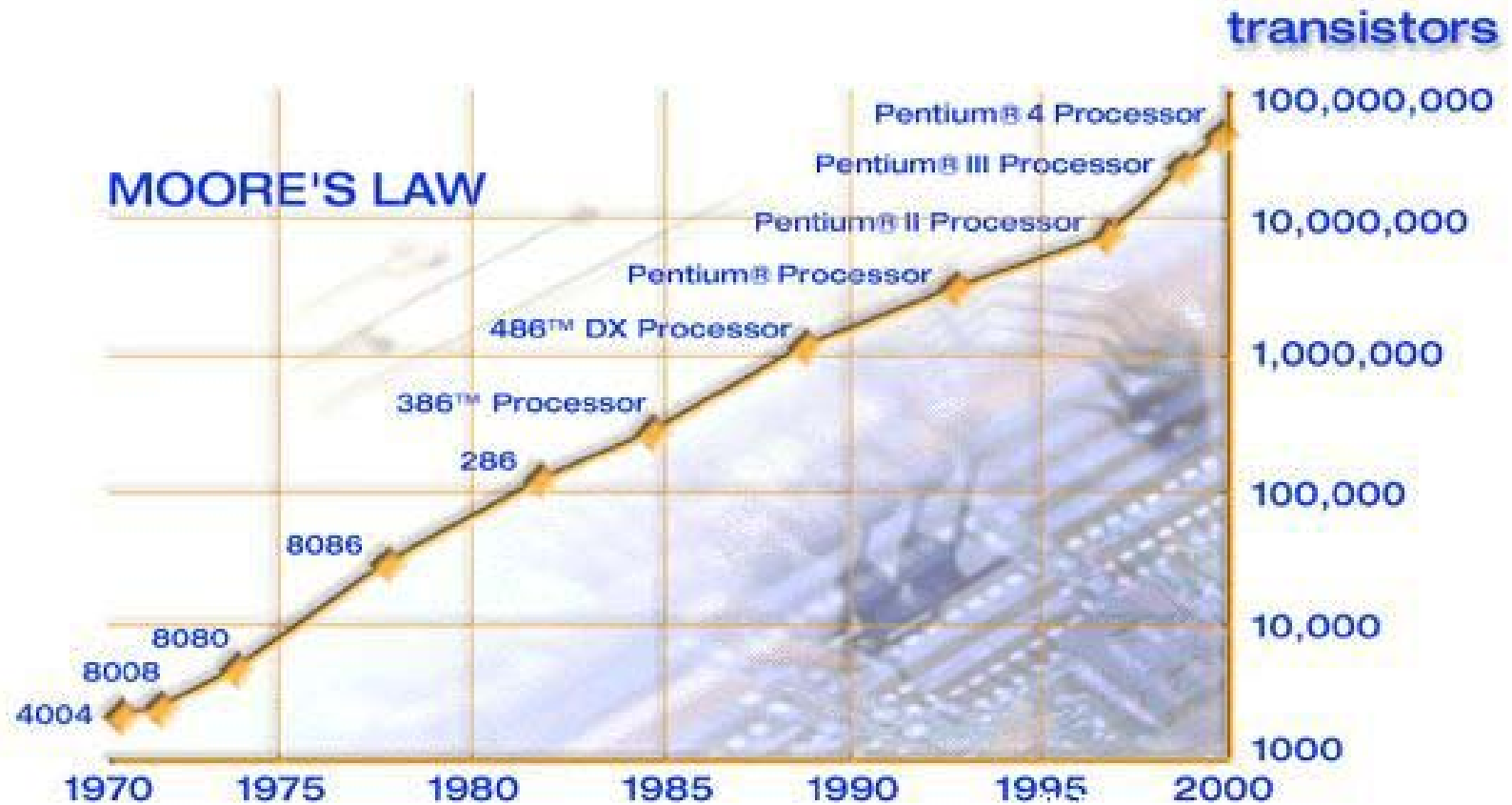
电子技术

■从真空管到晶体管、集成电路，成为当代各行各业智能工作的基石。

■ **世界上第一台晶体管计算机TRADIC诞生**

1954年5月24日，贝尔实验室使用800只晶体管组装了世界上第一台晶体管计算机TRADIC。而此时的计算机，诸如IBM的701和650系列均是使用电子管的庞然大物。在TRADIC之后没多久的时间，仙童公司和TI公司就先后研制成功了集成电路，尤其是曾经师从于晶体管发明者之一肖克利的诺伊斯，更是率先创造了拍照光蚀印刷的方法，为集成电路的大规模生产提供了技术保障。





无线电和电视

- 虽然马可尼于1895年即表演了无线电的功能，但直到1901年才发出第一个越洋广播信号。现在世界上看不到电视的是少数人。
- **无线电报（1901）、广播电台（1920）、电视（1926）**



1928年，贝尔德把伦敦传播室的人像传送到纽约的一部接收机上

农业机械化

20世纪世界人口从16亿增加到60亿，如果农业没有实现机械化，很难养活这么多的人口。从事农业的人口比例急剧下降，使更多人从事其它重要工作。

机械工程师们为农业设计制造了千百种**机动农牧业机械**，拖拉机（1907）、**联合收割机**（1915）、打谷机（1943）、打捆机（1940）、**转动浇水机**（1948）、机械摘棉机（1949）、**挤奶机**（1940）和各种**畜牧机械、加工设备**，成十倍地提高了**农牧业劳动生产率**。世界人口从16亿增长到60亿，**农业**保障了世界食品供给，**制造业**功不可没。



计算机

- 当第一台电子管计算机建造出来以后，当时估计全世界需求量不过是几台，低估了它的能力和范围。
- 电子计算机（1946）、个人计算机（1975）
- 1944年，全机电式计算机“马克”问世。它标志着现代计算机时代的开始。



电话

- 使家庭成员、公司之间在世界任何地方和任何时间保持瞬时联系，使地球变小，工作节奏加快。



1876年贝尔（Bell）发明电话机
1877年爱迪生（T.E.Edison）
发明了碳素送话器和诱导线路



电信1号系列（1961年）我国最初生产的电话机。



磁石式电话机



供电式电话机



自动式电话机

(1973)
www.dianhua.net.cn



供电式电话机



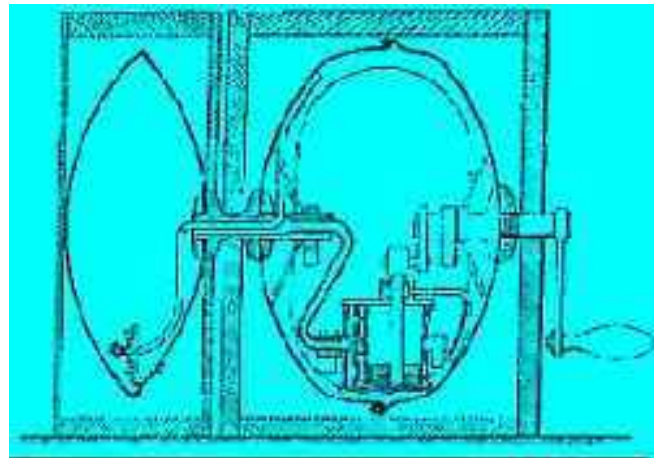
自动式电话机



www.dianhua.net.cn

空调制冷技术

- 成为人们的健康、运输、食品保鲜的不可缺少的设施。人们可以在地球上最冷和最热的地方工作和生活。
- "At some point, perhaps in fourteenth century China or seventeenth century Italy, it was discovered that the evaporation of brine (salt water) absorbed heat and therefore a container placed in brine would stay cold." This short essay discusses the highlights of refrigerator history.



William Cullen's Design
1748

高速公路

- 数万公里的多车道、无红绿灯的公路，使工程技术追求效率的梦想得以实现。



襄樊高速公路互通枢纽



苏通大桥工程路线全长32.4公里。
跨江大桥工程：总长8206米，斜拉桥主孔跨度1088米，列世界第一；主塔高度306米，列世界第一；斜拉索的长度580米，列世界第一；群桩基础平面尺寸113.75米 X 48.1米，列世界第一。

航天技术

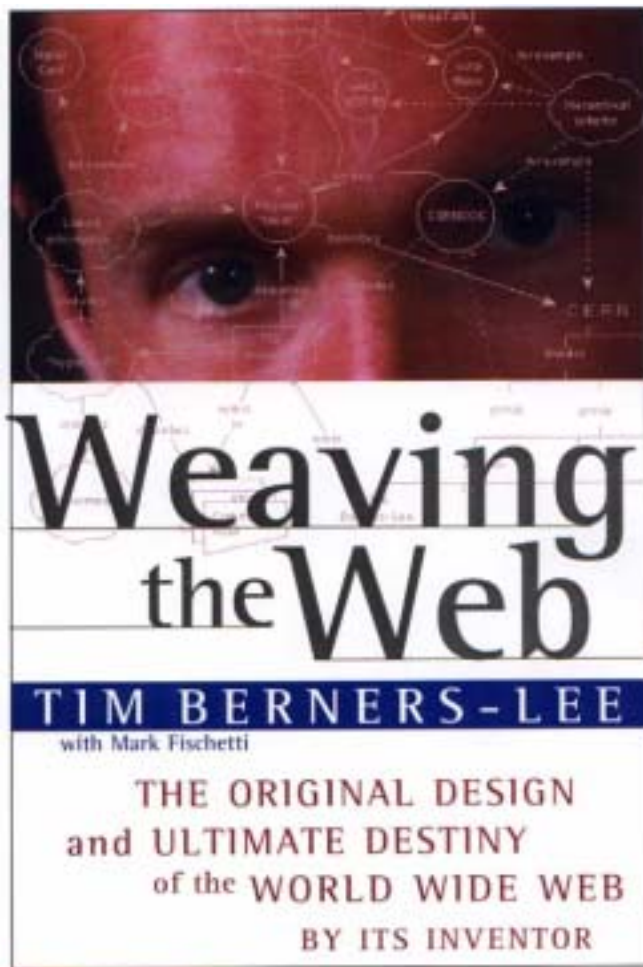
- 空间飞行是 20 世纪工程技术最伟大的成就之一。
- 阿波罗登月工程(Apollo Project, 1969)





因特网

- 它的社会功能和灿烂前景到 21 世纪才能完全显示出来。

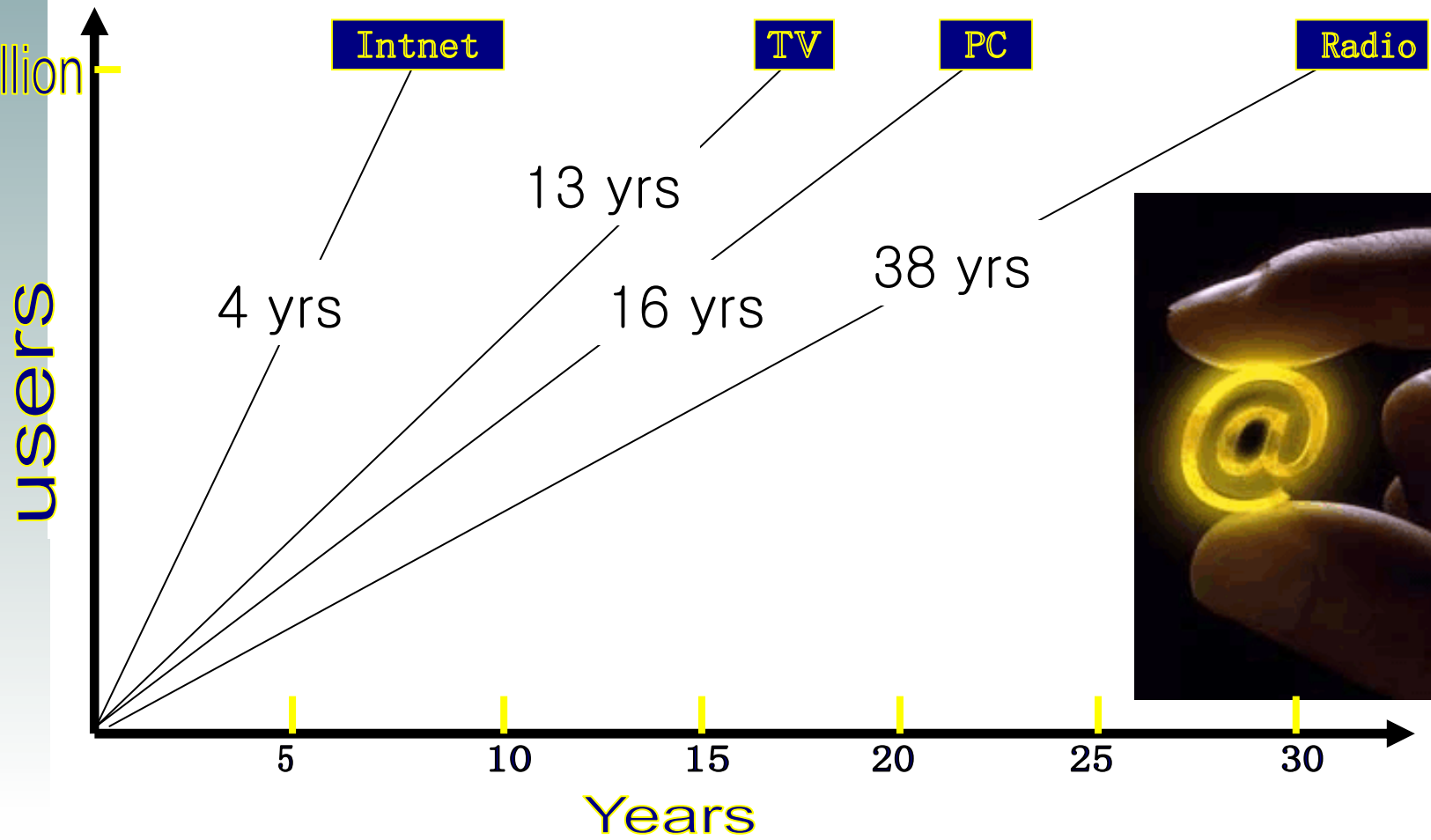


Tim Berners-Lee
**Director, World Wide Web
Consortium**

Born London, England, 8 June 1955



50 million



因特网的发展速度4倍于微机、6倍于电话

成像技术

- 对医疗诊断、天气预报、超声探测、地质勘探的作用有目共睹。



磁共振成像技术



3维或4维超声成像技术



二维数字激光成像技术



海底土地电磁探测与电磁成像



家用电器

- 极大地减轻了家庭劳动的辛劳强度，节省了大量时间。
- 电视（1926）、半导体（1915）、录像机（1956）、个人计算机（1975）



保健技术



■ 保健技术与医药卫生的重大突破主要发生在20世纪。抗生素

（1928）、磺胺（1932）、胰岛素（1921）、维生素（1928）、脊髓灰质炎疫苗（1952—1957）、青蒿素（1970）等新药的发现和批量生产拯救了千百万人的生命，70年代消灭了天花，这都是化学家和医药工程师的功德。

■ 心电图（1903）、脑电图（1929）、人工肺（1927，1953）、人工肾（1945）、人工心脏瓣膜（1950）、肾移植（1954）、心脏起搏器（1957）、断层造影（1973）、人工心脏（1982）、隐形眼镜（1985）等的设计制造和运行，为诊断、治疗和提高病人生活质量提供了日益可靠的工程技术保障。人均期望寿命已从20世纪初的30 - 40岁提高到70岁以上。

石油化工

- 石化产品充满了社会生活的每一个角落。现代运输业、能源、化工、人造纤维、农业肥料都以石油化工为基础。
- 的兴起是20世纪化工流程制造业的杰出贡献。由于物理学和有机化学的进步，工程师们制造出了化肥（1909—1919）、杀虫剂（1938—1942）、除草剂（1944）；人造丝（1903）、人造棉（1912），掌握了蒸馏和裂解石油技术（1913—1936），制造塑料（1909—1918）、化学纤维（1912）、尼龙（1940）和人造橡胶（1930）。
- 农业增产依靠化肥、杀虫剂等
- 塑料和人造纤维成为人类衣、食、住、行须臾不能离开材料。





激光和光纤

■ 激光现在是复印机、勘测技术、条码识别、光盘的关键。激光与光纤结合使通讯线路的速度和容量急剧增长。

■ 激光打印机

■ 激光切割机

■ 激光打标机喷码机切割机焊

■ 无线遥控激光教鞭

■ 3887手持式激光粒子计数器

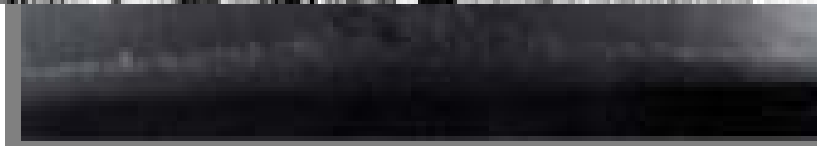


核技术

- 核能技术的社会影响虽然有争论，如核威慑，但核技术用于发电、医学诊断和治疗是无可争议的。核聚变是地球上未来取之不尽的清洁能源。

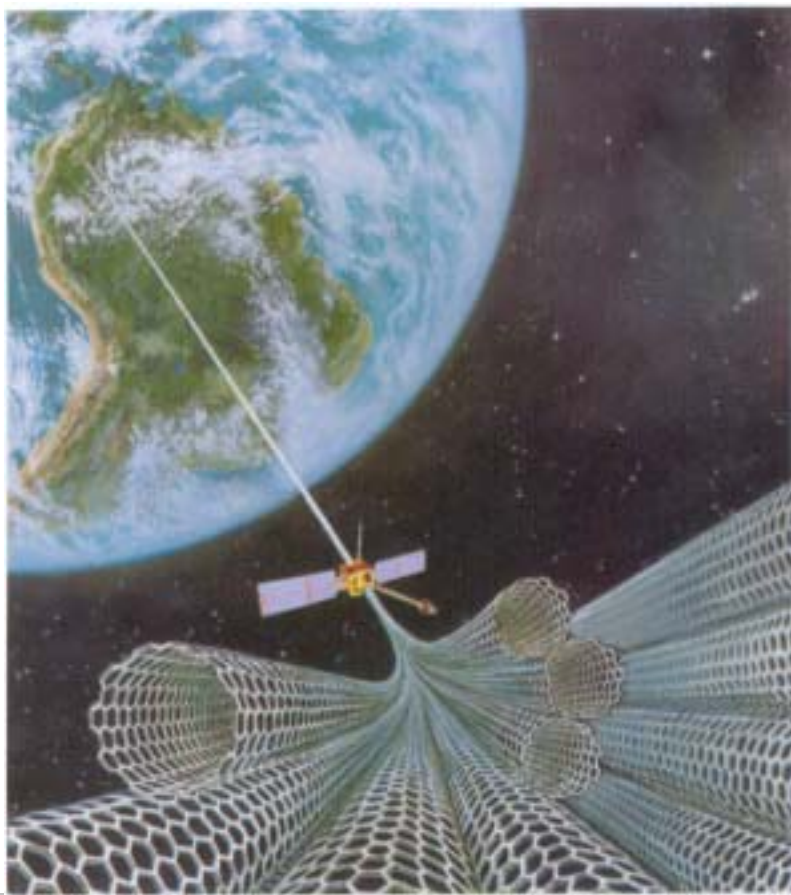


曼哈顿工程(Manhattan Project)



高性能材料

- 20世纪早期就制成了人造树脂。塑料今天已无处不在。20世纪下半叶，人造聚合物、复合材料、陶瓷材料已得到广泛应用。



纳米碳管是当前已知材料中可能作成上月球的天梯材料（高比强度 - 100 倍于高强钢）

通向月球的碳纳米管天梯想象图

航海：玛丽女王2号(QUEEN MARY 2)



(July 6, 2005)



- 长度：345米/1,132英尺
- 宽度：41米/135英尺
- 船桥两翼宽度：45米/147.5英尺
- 设计图：10米/32英尺10英寸
- 高度（龙骨到烟囱）：72米/236.2英尺
- 总吨位：约15万吨
- 乘客数：2,620名
- 船员数：1,253名
- 最高航速：约30节（34.5英里/小时）
- 功率：157,000马力，环保型燃气轮机/柴油电机
- 推进器：4个吊舱，每个吊舱21.5兆瓦；2个固定式，2个可调方位角
- 强度：超厚的全钢船体足可提供穿越大西洋所需的强度和稳定性
- 造价：约8亿美元









- 船坞必须能接纳大量的所需材料 - 起步之初就有30万根型钢，重达5万2千吨。这艘超级邮轮的规划和建造足足用了五年时间才得以竣工，共有来自全球各地的数千名工人参与了这项庞大的工程
- 整艘邮轮共需安装1,310个船舱、2,500公里的电缆、80,000个照明点、5,000级楼梯和2,000个浴室。建造一座漂浮城市的工程之浩大实在令人敬畏，而享受跨大西洋航线的代价之昂贵亦着实让人咋舌 - 票价从1,500到30,000美元不等，其豪华程度由此可见一斑
- 这艘邮轮的建造是一项真正的跨国性事业。它选用来自芬兰和美国的发电机组，所产生的电力足以照亮一座20万人口的城市。
- 推进邮轮的是四台法国产的巨大的"美人鱼"吊舱推进系统（电动机），减摇装置是苏格兰制造的，船首是在波兰的格但斯克生产的。大部分内部构件是在瑞典预制的，随后航运到法国，上船装配。在合作建船的众多国家中，还有350名印度工人承包了空调系统的安装。

一座里程碑

- 从设计师脑海里的雏形到大西洋上巡游的巨轮，有关它的一切是一部令人敬畏的工程传奇。“玛丽女王2号”是当之无愧的海上之王，它是梦想家们的杰作，他们一心想要建造一艘史无前例的邮轮 - 终于如愿以偿。





- 科学家和工程师在现代科学技术革命中的作用正在急剧提高。将来，甚至在最近我们就会看到，科学技术进步的发展速度将是空前的。完全可能，科学的规模将使人类社会半数以上的人投入科学活动。



现代工程学科

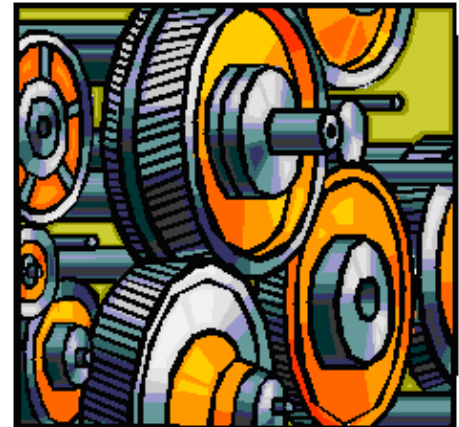


Engineering Disciplines

- Chemical Engineering
- Mechanical Engineering
- Materials Engineering
- Petroleum Engineering
- Biomedical Engineering
- Electrical Engineering
- Civil Engineering
- Agricultural Engineering
- Nuclear Engineering
- Architectural Engineering
- Engineering Technology
- Industrial Engineering
- Aerospace Engineering

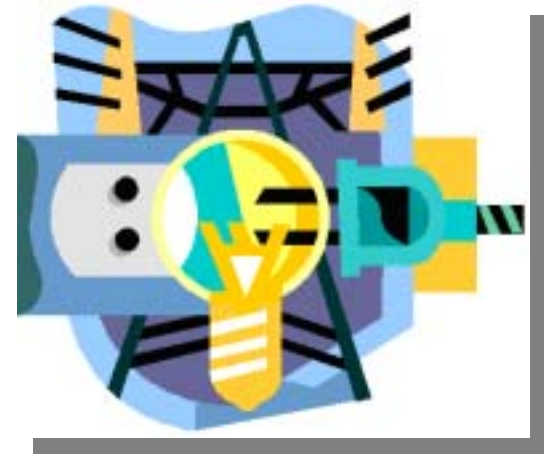
Engineering Disciplines

- Civil Engineering
 - oldest type of engineering
 - building walls, bridges, and roads on a large scale
- Mechanical Engineering
 - create things the civil engineers need
 - engines, lathes, mills, vehicles, consumer items



Engineering Disciplines

- Electrical Engineering
 - generators, transformers, radio transmitters, computers
 - analog and digital equipment
- Chemical Engineering
 - assemble chemical plants
 - gasoline, oil, plastics, pharmaceuticals



Engineering Disciplines

- Industrial Engineering
 - develop “scientific management” like assembly lines
 - integrate systems of people and machines
- Aerospace Engineering
 - air and space
 - aircraft, missiles, spacecraft



Other Engineering Disciplines

- Biomedical Engineering
- Materials Engineering
- Agricultural Engineering
- Nuclear Engineering
- Architectural Engineering
- Petroleum Engineering
- Engineering Technology

Which one is for you?





Career Paths for Engineers

There are at least seven career options for graduating engineering students:

- 1) Corporate ladder
- 2) Independent entrepreneur
- 3) Military or government
- 4) Engineering and social service aboard
- 5) Professor
- 6) Graduate work outside engineering
- 7) A mix of first six options



美国2005 Starting Salaries with Four-Year Degree

Career	Salary
Liberal Arts	\$29,060
Marketing	\$37,519
Business Administration	\$38,357
Economics/Finance	\$40,719
Accounting	\$43,050
Civil Engineering	\$43,159
Financial/Treasury Analysis	\$44,573
Mechanical Engineering	\$48,363
Computer Science	\$51,042
Electrical Engineering	\$51,113
Welding Engineering	\$53,431
Chemical Engineering	\$53,659

Engineering Leadership

■ Jiang Zemin

- 1947年毕业于上海交通大学电机系。上海解放后，历任上海益民食品一厂副工程师、工务科科长兼动力车间主任、厂党支部书记、第一副厂长，上海制皂厂第一副厂长，一机部上海第二设计分局电器专业科科长。1955年赴苏联莫斯科斯大林汽车厂实习。1956年回国后，任长春第一汽车制造厂动力处副处长、副总动力师、动力分厂厂长。1962年后任一机部上海电器科学研究所副所长，一机部武汉热工机械研究所所长

■ Hu Jingtao

- 清华大学水利工程系河川枢纽电站专业毕业，大学学历，工程师





工程师的行为规范

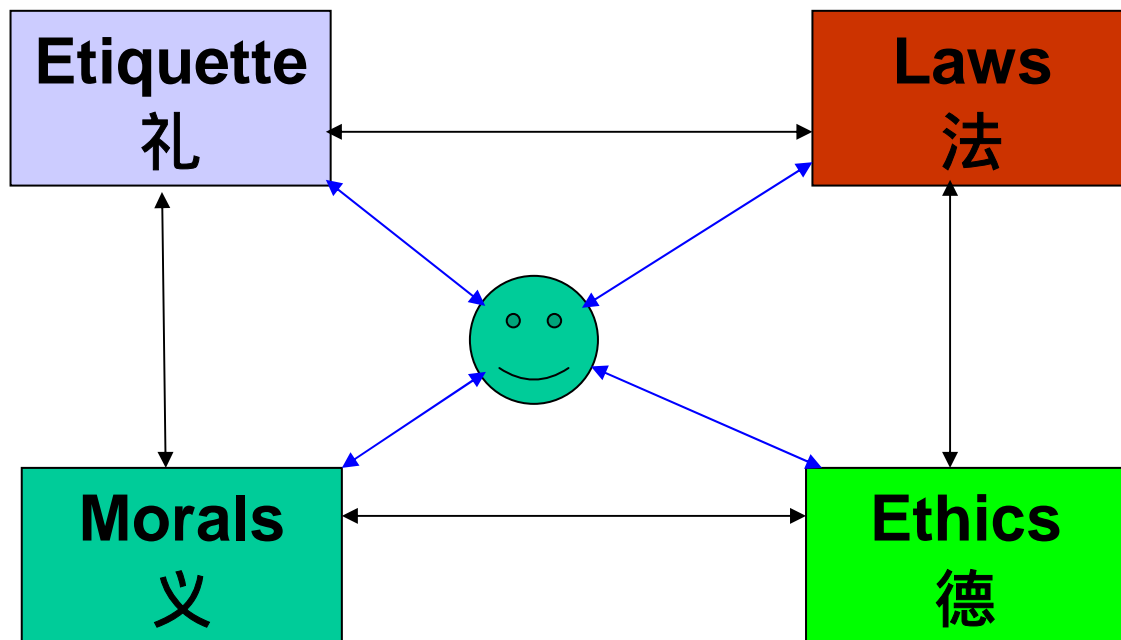


- 工程师探索应用知识并把它们付诸实践。他们的工作与理论研究，尤其是基础理论研究的后果不同，工程项目的效果是高度清晰的。很显然，工程师对其工作的社会后果应该负责，但怎样对工程的后果负责呢？

工程师是骄傲和责任并存的职业！

行为驱动力之间的相互作用关系

INTERACTIONS BETWEEN DRIVERS OF HUMAN BEHAVIOR





Code of Ethics for Engineers (NSPE)

- Engineering is an important and learned profession. As members of this profession, engineers are expected to exhibit the highest standards of honesty and integrity.
- Engineering has a direct and vital impact on the quality of life for all people. Accordingly, the services provided by engineers require honesty, impartiality, fairness, and equity, and must be dedicated to the protection of the public health, safety, and welfare.
- Engineers must perform under a standard of professional behavior that requires adherence to the highest principles of ethical conduct.



职业伦理学/ 工程道德

PROFESSIONAL ETHICS/ ENGINEERING ETHICS

- **Ethics** is the study of the morality of human actions.
- 伦理学是研究人的行为道德的科学
- **Professional ethics** guide the conduct of a professional.
- 职业论理学引导职业的操守
- Most technical societies (AIChE, ASME, ASCE, IEEE) have written **codes of ethics**.
- 大多专业学会有职业道德规范文件
- Engineers have a code of ethics: a set of behavioral standards that all engineers are expected to follow.
- 工程师的伦理规范：所有工程师都应该遵守的行为标准



工程师的伦理规范

CODES OF ETHICS FOR ENGINEERS

“Do not lie, cheat or steal and always work with safety in mind.”
不说谎、不欺骗（盗窃），总将安全生产记于心

- **Protect the public safety, health and welfare.**

保护公共安全、健康与福利

- **Perform duties only in areas of competence.**

仅在有能力范围内尽职

- **Be truthful and objective.**

诚实与客观

- **Behave in an honorable and a dignified manner.**

以可敬和尊严的方式从事

- **Continue learning to sharpen technical skills.**

不断学习以提高技术水平

- **Provide honest hard work to both your employers and clients.**

为雇主和客户诚实辛勤地工作

- **Inform proper authorities of harmful, dangerous or illegal activities.**

将有害、危险和不合法的行为（活动）报告相关部门（权威）

- **Be involved with civic and community affairs.**

参加公民和社区活动

- **Protect the environment.**

保护环境

- **Don't accept bribes/gifts that would interfere with eng. judgment.**

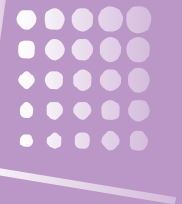
不受贿，不接收可能影响工程（科学）判断的礼品

- **Protect confidential information of both your employer and client.**

为雇主和客户保守秘密信息

- **Avoid conflicts of interest.**

避免利益冲突



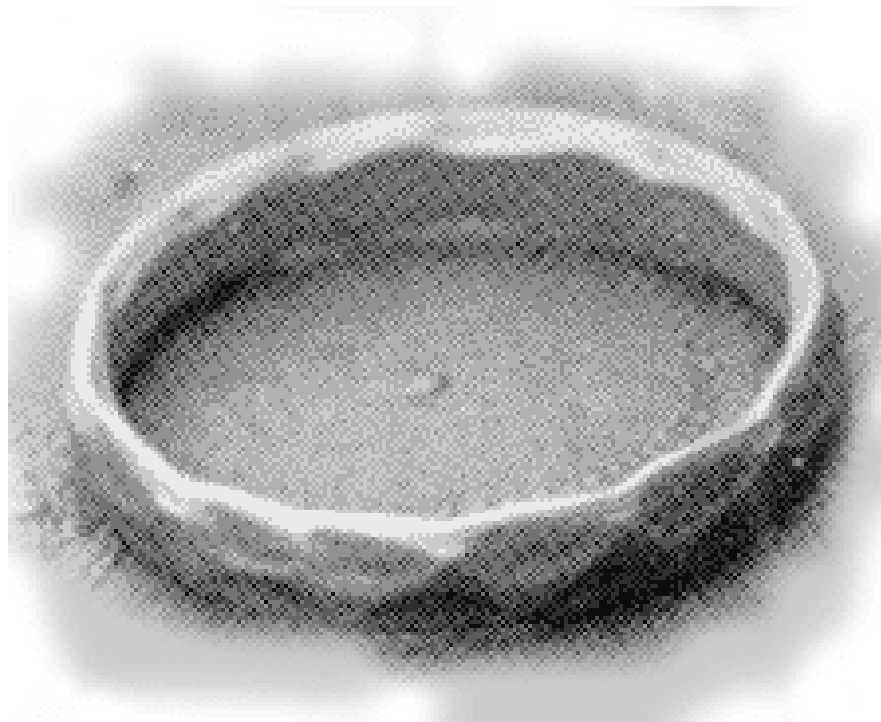
工程师的责任本质上在于做好自己的本职工作，积极发挥自己的主观能动性，富于创新精神，加强团队合作，引领新技术技术潮流，指引人类前进！



- 一个项目不可能仅由一个工程师去实施，除了工程师以为还需要工人和技术人员等，绝大多数的项目都需要一个团队的参与，而工程师往往就是这个团队中的领导者，工程师不但需要完成自身负责的工作，还需要领导和协助团队的其他成员完成他们的工作。
- 工程师除了完成本职工作外，还应恪守职业操守，坚持自身的原则。在不同领域中的工程师，有不尽相同的职业操守，如在建筑领域，一个建筑工程师有责任保证其所负责项目的可靠性和安全性。
- 在我国一些地方的建筑项目中出现了不少的“豆腐渣工程”，其中的主要原因不是技术问题，而是由于贪污腐败造成的，倘若具体负责实施项目的工程师能够坚持自身原则，以一个主要技术人员的身份，发出反对声音，就有可能让这些“豆腐渣工程”在开始施工之初就曝光出来，使社会的损失减少。

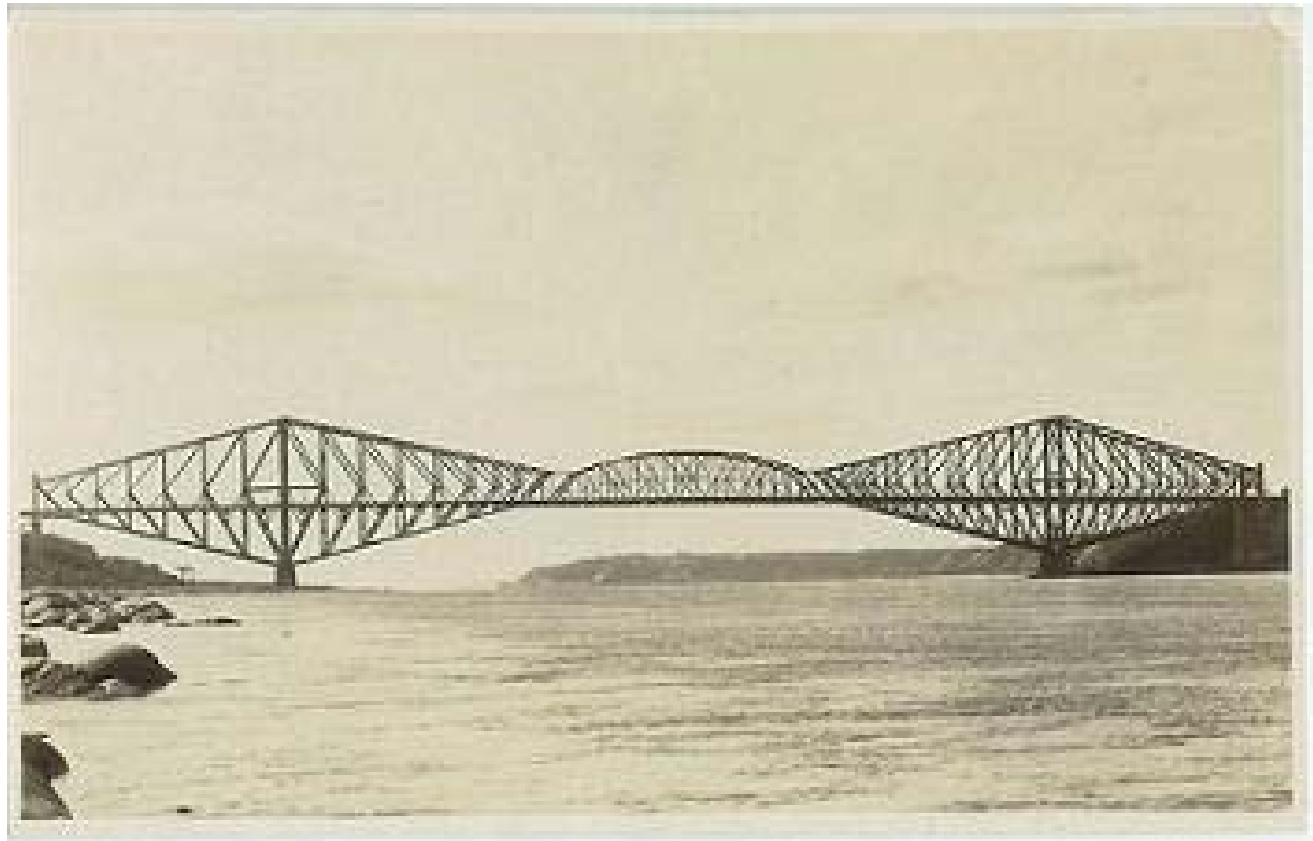
工程师之戒

- 工程师之戒，英文“Iron Ring”，是每个加拿大工程师的作为工程师的象征。这枚戒指既是作为工程师的一种骄傲，也代表作为工程师应有的谦逊。戴上了这枚戒指就意味着要把自己的工作做到最好，因为这枚戒指的由来有着工程师无法忘记的教训和耻辱。





- 1900年，连接加拿大Winnipeg市和Moncton市的魁北克大桥开始修建，这座桥横跨圣劳伦斯河，是加拿大国家横贯大陆铁路的一部分。



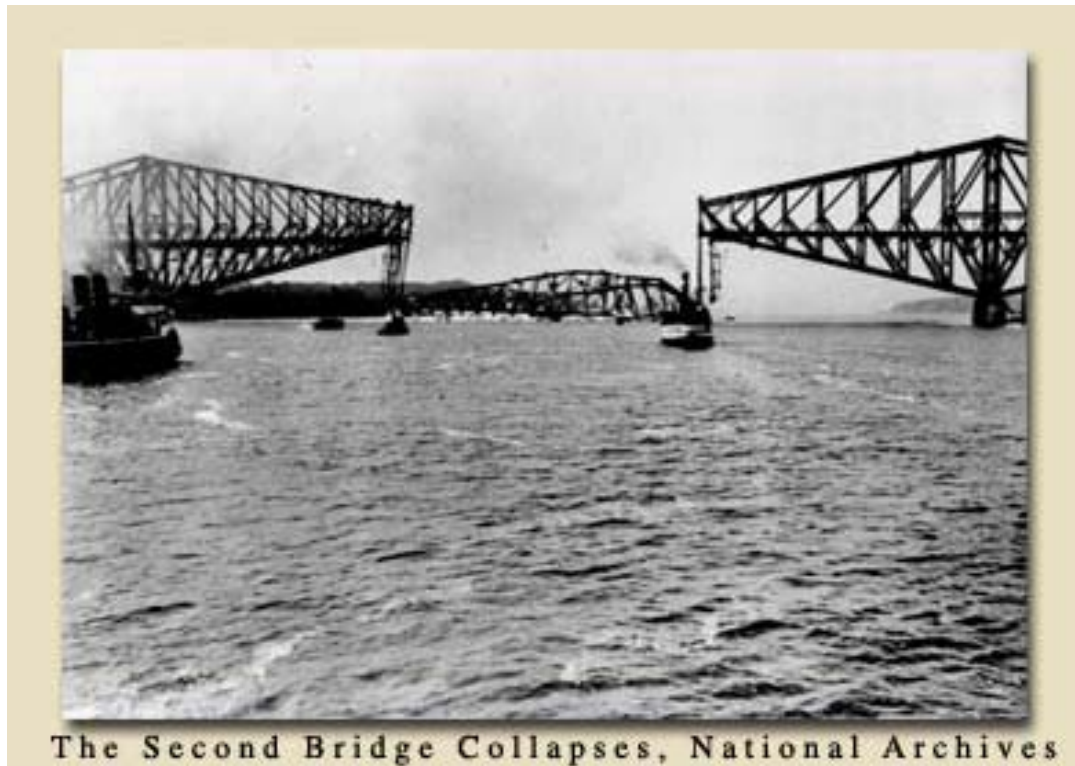
- 然而就在这座桥即将竣工之际，悲剧发生了。1907年8月29日下午5点32分，即将建成的大桥突然倒塌，当场造成了至少75人死亡，多人受伤。



- 事故调查显示，这起悲剧是由工程师在设计中一个小的计算失误造成的。



- 1913年，这座大桥的建设重新开始，然而不幸的是悲剧再次发生。1916年9月，中间跨度最长的一段桥身在起吊过程中突然掉落塌陷。结果至少10名工人被夺去了生命。



- 事故的原因是起吊过程中一个支撑点的材料指标不到位造成的。



1917年，在经历了两次惨痛的悲剧后，魁北克大桥终于竣工通车，这座桥至今仍然是世界上最长的悬臂跨度大桥。

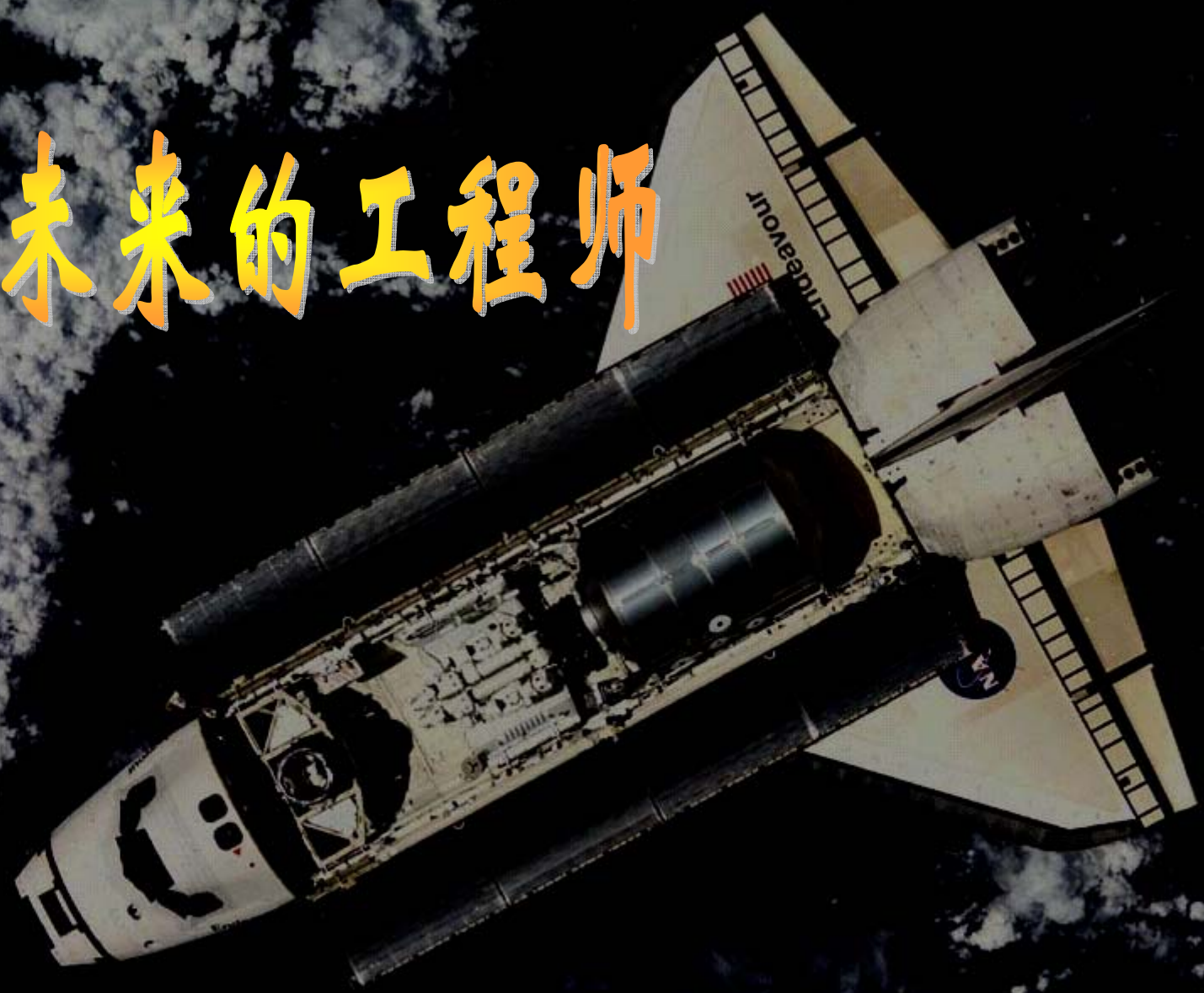




Civil engineer
Professor
Haultain of the
University of
Toronto

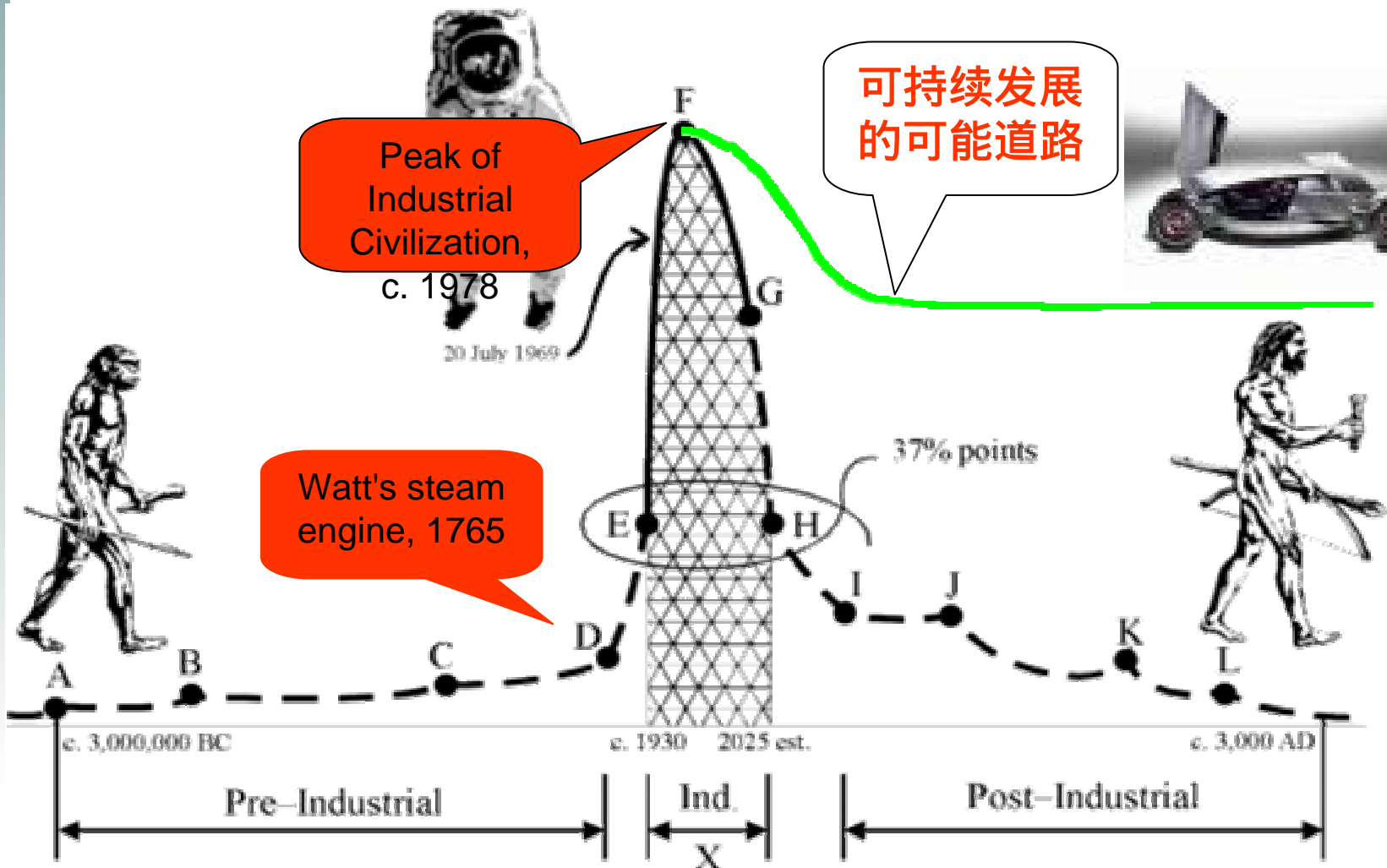
- **Iron Ring: 1922年**, 在魁北克大桥竣工不久, 加拿大的七大工程学院 (即后来的 “The Corporation of the Seven Wardens”) 一起出钱将建桥过程中倒塌的残骸全部买下, 并决定把这些亲临过事故的这些钢材打造成一枚枚戒指, 发给每年从工程系毕业的学生。然而由于当时技术的限制, 桥梁残骸的钢材无法被打造成戒指。于是这些学院只好用其它钢材代替。
- **召唤工程师之仪式 (The Ritual of the Calling of an Engineer):** 和普通的毕业仪式不一样, 这个仪式不对公众开放, 只有工程系的毕业生才可以参加。在这个仪式上, 工程系毕业生要宣读工程师应有的责任和义务, 并领取工程师之戒。第一次召唤工程师之仪式举行于1925年, 地点在加拿大多伦多大学。

培养未来的工程师





能源危机与可持续发展

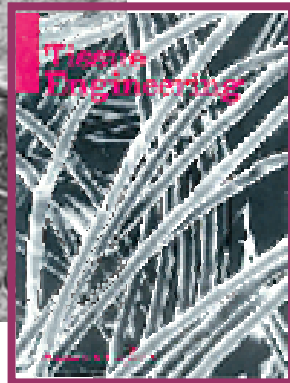
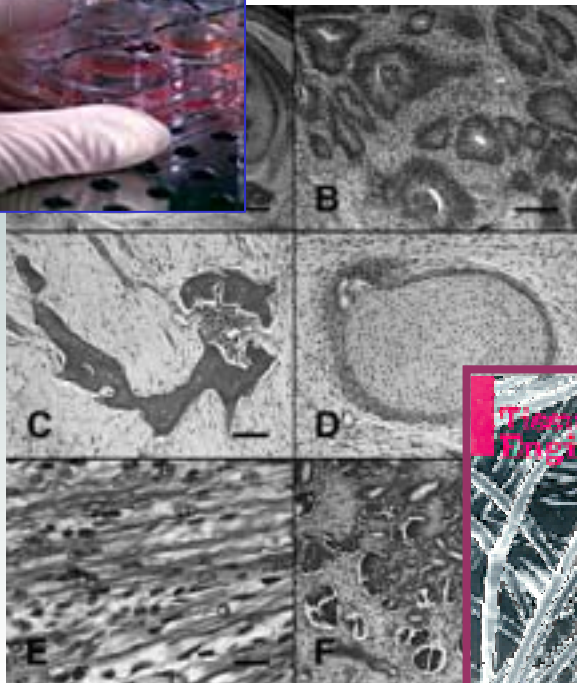




Technology Drivers

- Growing complexity, scale, uncertainty, and interdisciplinary characteristics of engineered systems
- The accelerating pace of technological advance:
 - Bioengineering, biotechnology & biomedical technology
 - Information and Communication Technology
 - Miniaturization (MEMS, nanotechnology, advanced materials)

Bioengineering, Biotechnology & Biomedical Technology

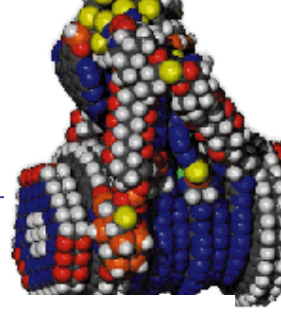


- Advances in biotech have already significantly improved the quality of our lives
- More dramatic breakthroughs ahead
- Tissue engineering
- Regenerative medicine
- Drug delivery engineering
- Bio-inspired computing
- Protection from biological terrorism



Korean technique for human DNA extraction.

Micro/Nanotechnology

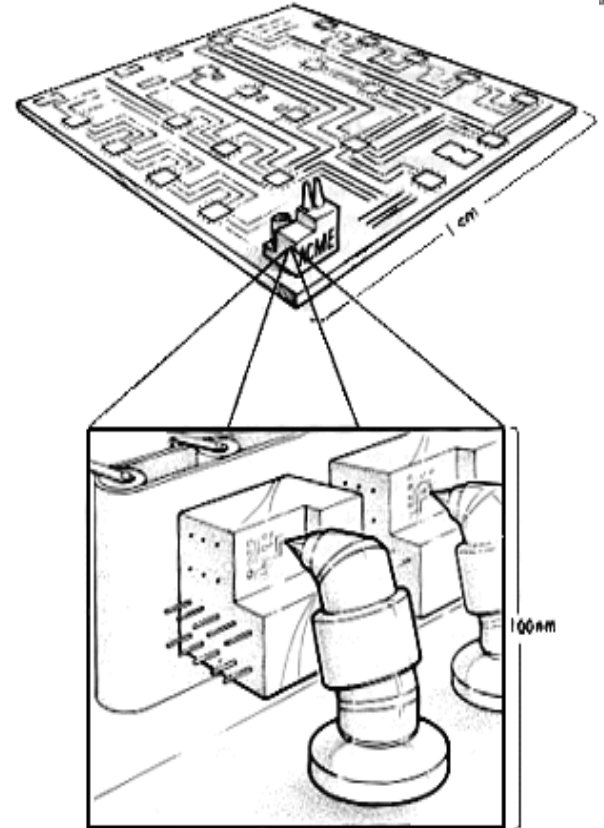


■ Draws on Multiple Fields

- Genetic and molecular engineering
- Composites and engineered materials
- Quantum scale optical and electrical structures

■ Potential Applications

- Environmental cleaning agents
- Chemical detection agents
- Creation of biological (or artificial) organs
- Ultra-fast, ultra-dense, circuits



A factory large enough to make over 10 million nanocomputers per day might fit on the edge one of today's integrated circuits. - Drexler and Peterson



Grand Challenges in the National Nanotechnology Initiative

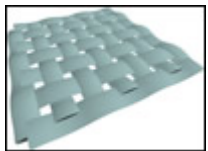


Time Frame	Strategic Challenges
Nano-Now	<ul style="list-style-type: none">■ Pigments in paints■ Cutting tools and war resistant coatings■ Pharmaceuticals and drugs■ Nanoscale particles and thin films in electronic devices■ Jewelry, optimal and semiconductor wafer polishing
Nano-2007	<ul style="list-style-type: none">■ Biosensors, transducers and detectors■ Functional designer fluids, propellants, nozzles and valves■ Flame retardant additives■ Drug delivery, biomagnetic separation, and wound healing
Nano-2012	<ul style="list-style-type: none">■ Nano-optical/electronics & power sources■ High-end flexible displays■ NEMS-based devices■ Faster switches and ultra-sensitive sensors



Materials Science & Photonics

- Smart materials and structures, which have the capability of sensing, remembering & responding (e.g., to displacements caused by earthquakes and explosions; smart textiles provide cooling and heating).
- “As the physical sizes of optical sources decrease, while their power and reliability continue to increase, photonics based technologies will become more significant in engineered products and systems.”
Applications: fiber optics, precision cutting, visioning and sensing; photochromic windows.

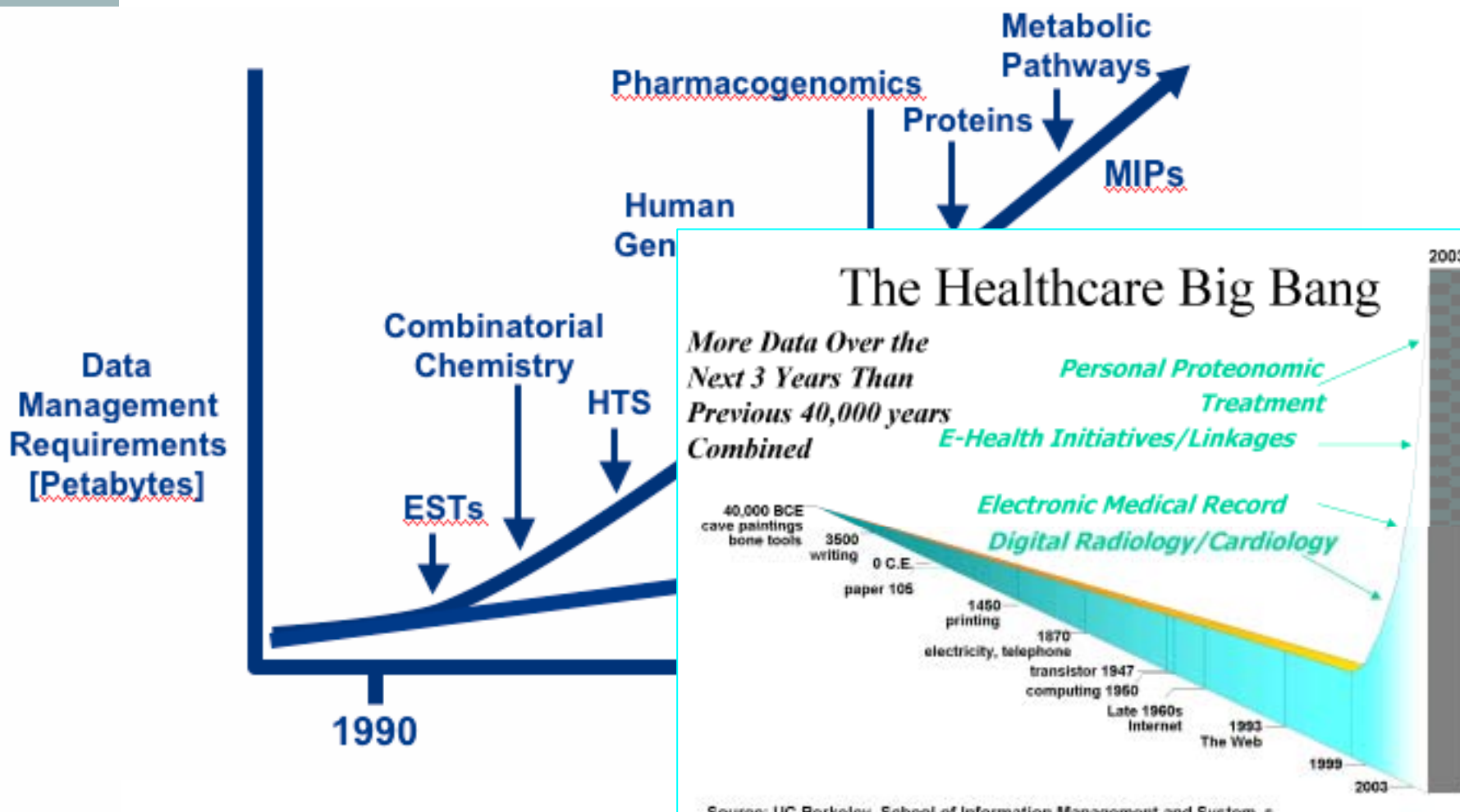




Information and Communication Technology

- “Today a 1 gigabit hard drive ships in a package 1’x1’x1/8””; soon that will be a 10 gigabit drive and computers small enough to fit into trouser pockets will be able to contain information that would fill a modern library (Feldman, 2001)”
- "Everything will, in some sense, be 'smart'; every produce, every service and every bit of infrastructure will be attuned to the needs of humans it serves and will adapt its behavior to those needs.”

Example of Information Explosion in Healthcare





The Changing Roles of Engineers

- **Globalization of industry and engineering practice**
- **The shift of engineering employment from large companies to small and medium-sized companies, and the growing emphasis on entrepreneurialism**
- **The growing share of engineering employment in non-traditional, less-technical engineering work (e.g., management, finance, marketing, policy)**
- **The shift to a knowledge-based “services” economy**
- **Increasing opportunity for using technology in the education and work of the engineer**



Aspirations for the Engineer 2020: Our Image and the Profession

- **“By 2020, we aspire to a public that will understand and appreciate the profound impact of the engineering profession on social-cultural systems, the full spectrum of career opportunities accessible through an engineering education, and the value of an engineering education to engineers working successfully in non-engineering jobs.”**
- **“We aspire to a public that will recognize the union of professionalism, technical knowledge, social and historical awareness, and traditions that serve to make engineers competent to address the world's complex and changing challenges.”**
- **“We aspire to engineers in 2020 who will remain well grounded in the basics of math and science, and in the humanities, social sciences, and economics.”**



Aspirations for the Engineer 2020: Engineering Without Boundaries

- **“We aspire to an engineering profession that will rapidly embrace the potentialities offered by creativity, invention, and cross-disciplinary fertilization to create and accommodate new fields of endeavor, including those that require openness to interdisciplinary efforts with non-engineering disciplines such as science, social science and business.**
- **By 2020, we aspire to engineers who will assume leadership positions from which they can serve as positive influences in making of public policy and in the administration of government and industry.**
- **We aspire to an engineering profession that will effectively recruit, nurture and welcome underrepresented groups to its ranks**



Aspirations for the Engineer 2020: Engineering a Sustainable Society

- **“It is our aspiration that engineers will continue to be leaders in the movement towards use of wise, informed and economical, sustainable development. This should begin in our educational institutions and be founded in the basic tenets of the engineering profession and its actions.**
- **We aspire to a future where engineers are prepared to adapt to changes in global forces and trends and to ethically assist the world in creating a balance in standard of living for developing and developed countries alike.**



Aspirations for the Engineer 2020: Education of the Engineer 2020

- **“It is our aspiration that engineering educators and practicing engineers together undertake a proactive effort to prepare engineering education to address the technology and societal challenges and opportunities of the future. . . we should reconstitute engineering curricula and related educational programs to prepare today’s engineers for the careers of the future, with due recognition of the rapid pace of change in the world, and its intrinsic lack of predictability.”**
- **“Our aspiration is to shape the engineering curriculum for 2020 so as to be responsive to the disparate learning styles of different student populations and attractive for all those seeking a full and well-rounded education that prepares a young persons to be creative and productive life and positions of leadership.”**



Successful Attributes for the Engineer of 2020

- Possess strong analytical skills
- Exhibit practical ingenuity; possess creativity
- Good communication skills with multiple stakeholders
- Business and management skills; Leadership abilities
- High ethical standards and a strong sense of professionalism
- Dynamic/agile/resilient/flexible
- Lifelong learners
- Ability to frame problems, putting them in a sociotechnical and operational context (Ruth David)



Components of a Holistic Baccalaureate Education

Vertical (In-depth) Thinking
Abstract Learning
Reductionism - Fractionization
Develop Order
Understand Certainty
Analysis
Research
Solve Problems
Develop Ideas
Independence
Technological - Scientific Base
Engineering Science

Lateral (Functional) Thinking
Experiential Learning
Integration - Connecting the Parts
Correlate Chaos
Handle Ambiguity
Synthesis
Design / Process / Manufacture
Formulate Problems
Implement Ideas
Teamwork
Societal Context / Ethics
Functional Core of Engineering



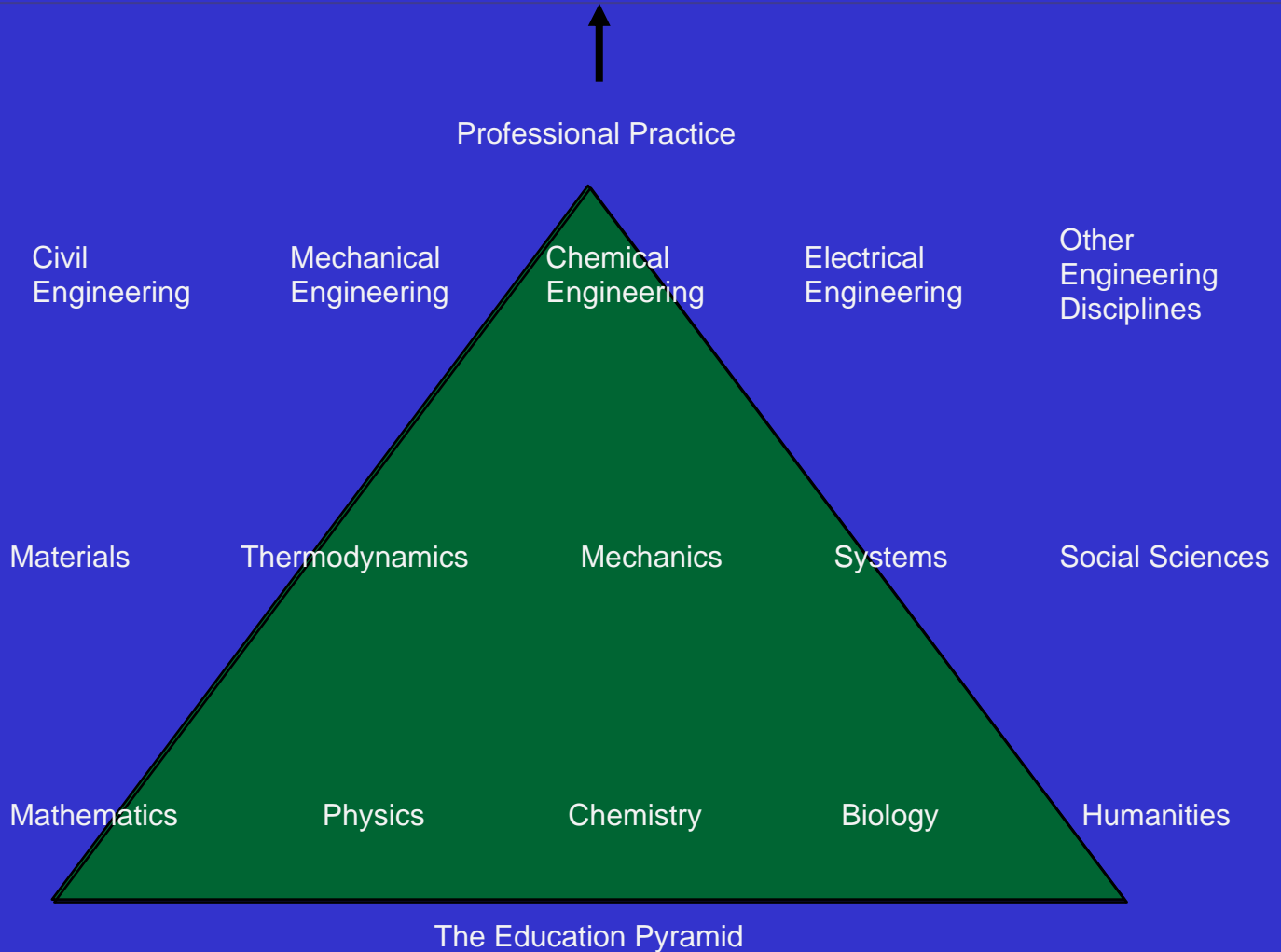
Challenges for 21st Century Academe

Educate students to:

- **See the world whole; sense the coupling among seemingly disparate fields of endeavor**
- **Perform synthesis in balance with analysis**
- **Build connections between the world of learning and the world beyond**
- **Innovate**



An Engineering Career





A Broader Perspective

Engineering educators should be challenged to devise an engineering-based “liberal education” for students of the next century.

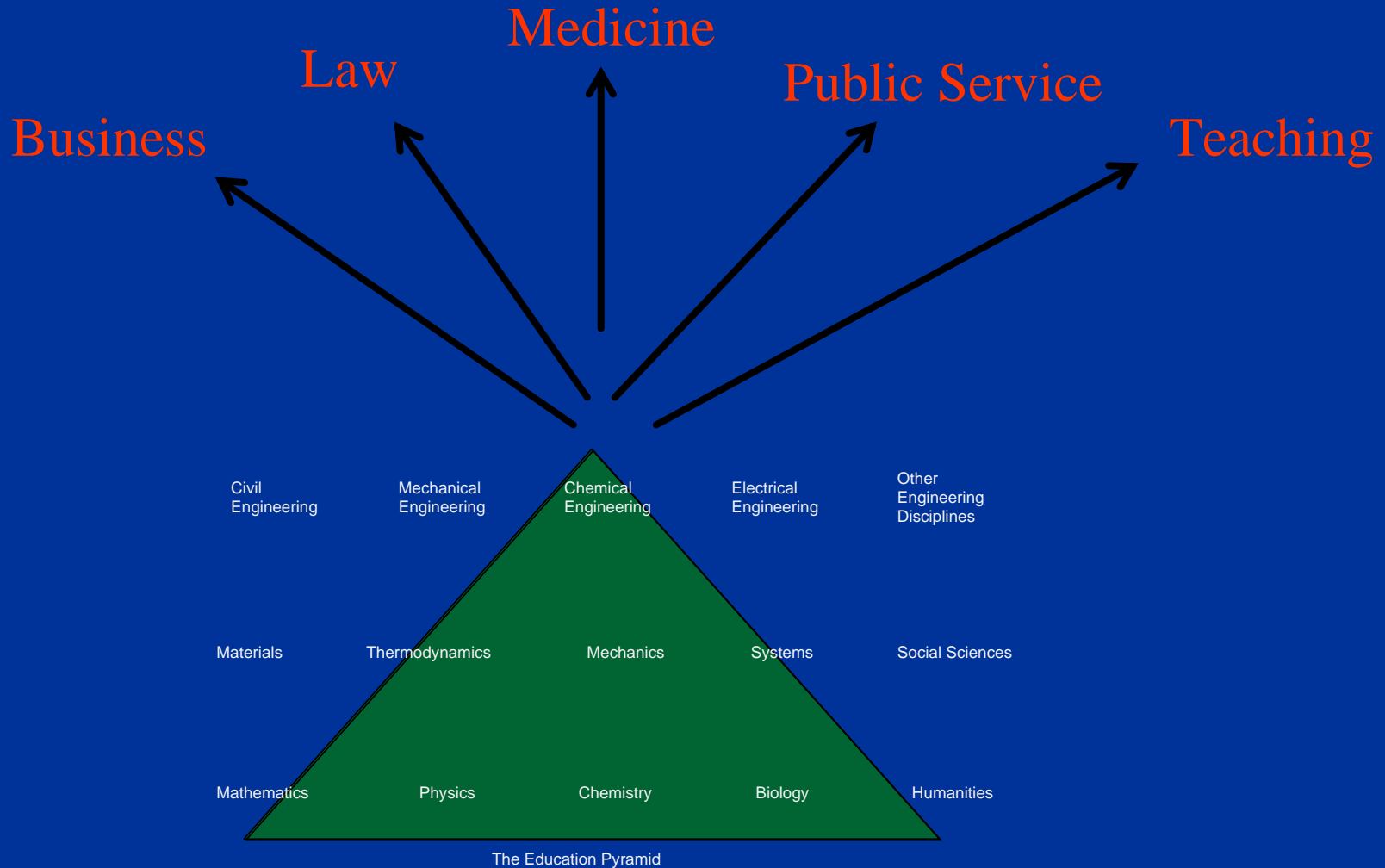
Engineering principles and modes of thought should be the centerpiece of what the liberally educated person should be expected to know in the world of the future.

We should develop and promote a new kind of engineering education as a primary option for a “liberal education” for the 21st Century.

We will produce many more leaders—in politics, finance, industry, law—with an education attuned to the issues and challenges of the century, most of which have dominant technical themes.



Alternative Careers





- 知识不断更新、已无所谓“饱读诗书”
- 工作不断变更、已无所谓“一技之长”
- 关系不断改变、已无所谓“从一而终”
- 概念不断创新、已无所谓“一劳永逸”



新世纪人的类别

— Y.C. Cheng (2000) Contextual Multiple Intelligence

- 科技人 **Technological Person**
- 经济人 **Economic Person**
- 社会人 **Social Person**
- 政治人 **Political Person**
- 文化人 **Cultural Person**
- 学习人 **Learning Person**



新世纪 — 人需要掌握的智能类别

- 科技智能 Technological Intelligence / Skills
- 经济智能 Economic Intelligence
- 社会智能 Social Intelligence
- 政治智能 Political Intelligence
- 文化智能 Cultural Intelligence
- 学习智 / 技能 Learning Intelligence / Skills

Solution : 不断学习、善于学习





思考题

- 举例说明工程与科学的关系
- 举例说明工程与艺术的关系
- 牛顿力学如何影响现代科技
- 未来技术发展的方向－什么是今后的带头科技？
- 工程师的伦理规范的要点？
- 我国各行业大学生的起薪是多少？

*Challenge Your **P**rofessor!*

