

自动控制技术与人类进步

Automatic Control & Human Civilization

Part I



Googol Technology



自动控制技术与人类进步

Automatic Control & Human Civilization

前言

自动控制是人类在认识世界和发明创新的过程中发展起来的一门重要的科学技术。依靠它，人类可以从笨重，重复性的劳动中解放出来，从事更富创造性的工作。自动化技术是当代发展迅速，应用广泛，最引人瞩目的高技术之一，是推动新的技术革命和新的产业革命的关键技术。自动化也即现代化。



I. 前期控制(Early Control)(1400B.C. - 1900)

(0) 中国，埃及和巴比伦出现自动计时漏壶(1400B.C. ~1100B.C.)。孙武著《孙子兵法》(600B.C.)

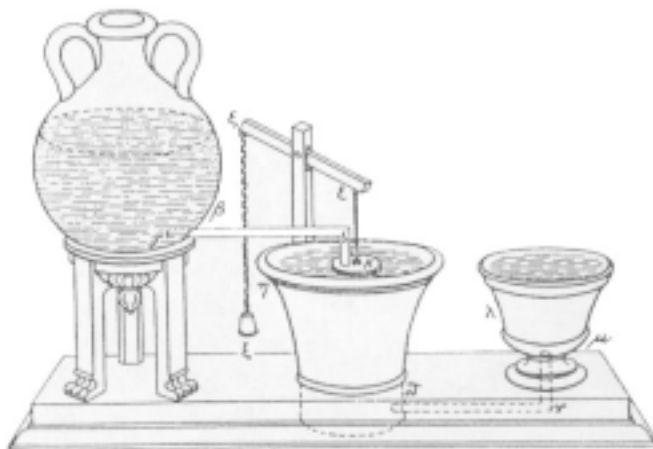
(1) 秦昭王时，李冰主持修筑都江堰体现的系统观念和实(300B.C.)



西汉漏壶



(2) 亚历山大的希罗发明开闭庙门和分发圣水等自动装置(100年)



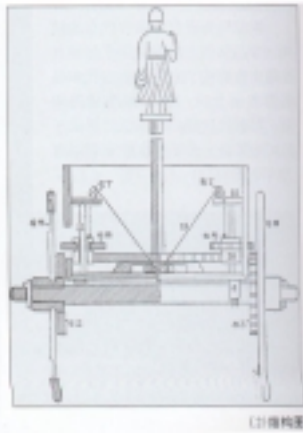
(3) 中国张衡发明水运浑象，研制出自动测量地震的候风地动仪(132年)



(4) 中国马钧研制出用齿轮传动的自动指示方向的指南车(235年)

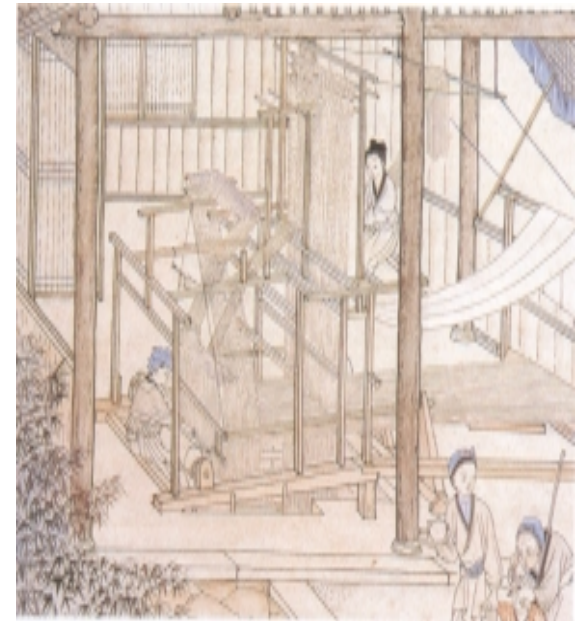


指南车 (1:1模型)



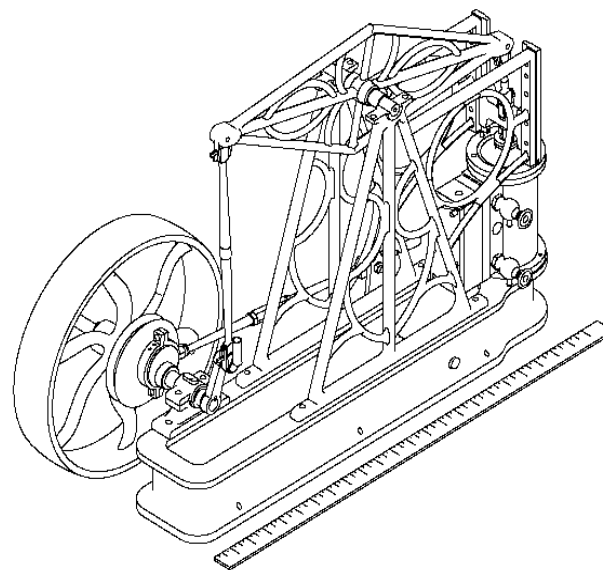
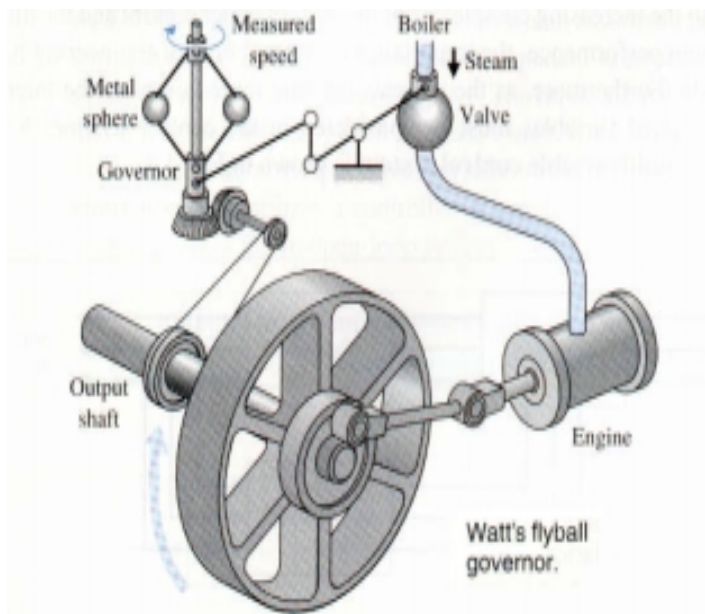
(1:1) 指南车

(5) 中国明代宋应星所著《天工开物》记载有程序控制思想(CNC)的提花织机结构图(1637年)



(6) 英国J. Watt用离心式调速器控制蒸汽机的速度(1788年)

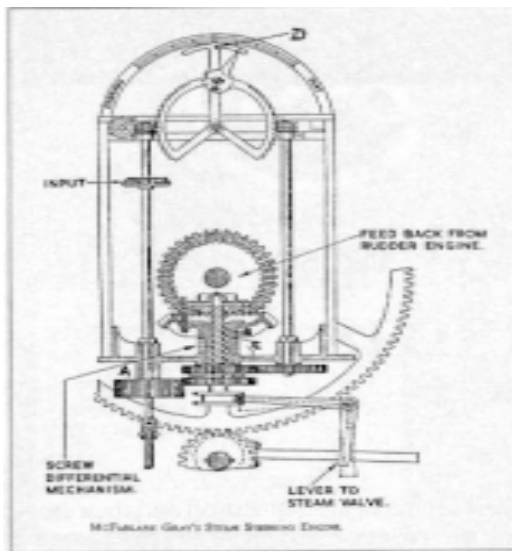
(7) 英国J. C. Maxwell发表“论调速器”(On Governors)论文(1868年)



(8) 英国E.J. Routh建立Routh判据(Routh-Hurwitz Stability Criteria)(1875年)

(9) 俄国A.M. Lyapunov博士论文“论运动稳定性的一般问题”(1892年)

(10) 英国J. M. Gray设计出第一艘全自动蒸汽轮船“东方”号(Great Eastern)(1866年)



McFarlane Gray's steam steering engine
(reproduced from Proceedings Institution
of Mechanical Engineers).



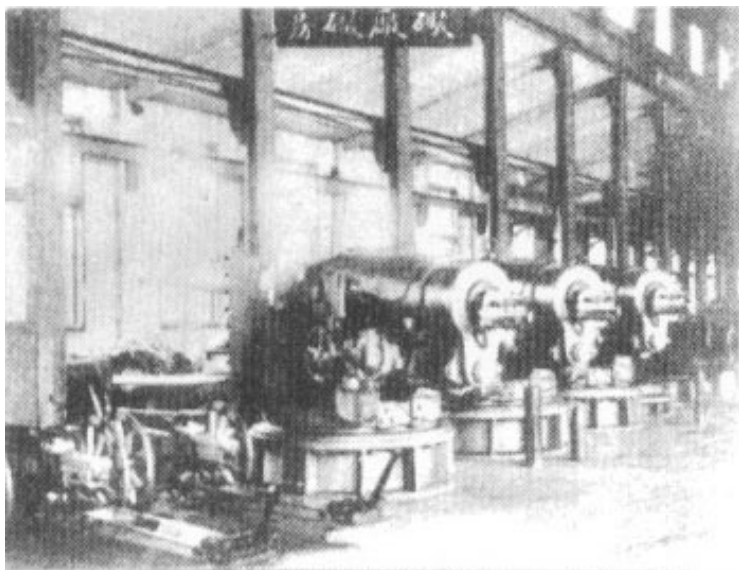
(11)由徐寿设计的中国第一艘蒸汽轮船“黄鹄”号(L20m, 25T, 10km/hr)在安庆内军械所下水(1866)。次年，中国第一艘木质明轮蒸汽舰船“恬古”号在江南造船厂下水。



徐 寿

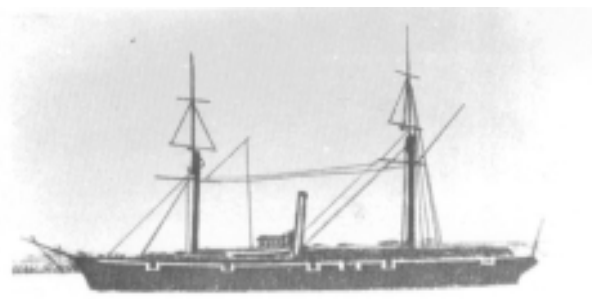


李 齐 中



江南制造总局炮厂厂房

操江号(62mx10m), 392匹马力，
600T排水，备炮9门



“操江”号螺旋蒸汽兵轮船

II. 经典控制前期(The Pre-classical Period)(1900-1935)

(1) 美国福特(Ford Motor)汽车公司建成最早的汽车装配流水线(1913)

(2) 美国N. Minorsky研制出用于船舶驾驶的伺服结构，提出PID控制方法(1922)

(3) 美国MIT的Vannevar Bush研制成第一台大型模拟计算机(Differential Analyzer)(1928)



V. Bush



(4) 美国H.S. Black提出放大器性能的负反馈方法(Negative Feedback Amplifier) (1927)

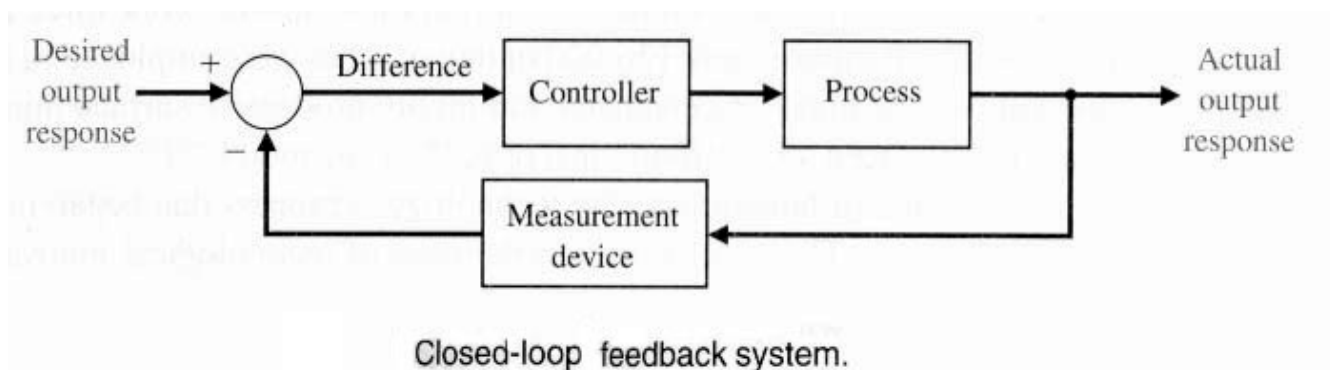


H. S. Black

(5) 自动控制的基础为闭环控制。控制论的奠基人N.Wiener给出的定义为：

“Feedback is a method of controlling a system by inserting into it the result of its past performance”

闭环控制系统的结构框图：



(6) 美国E. Sperry以及C. Mason研制出火炮控制器(1925) , 气压反馈控制器(1929)

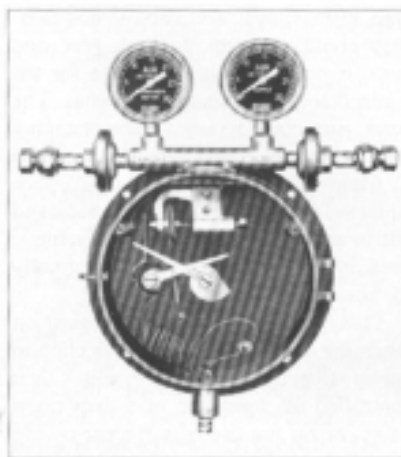
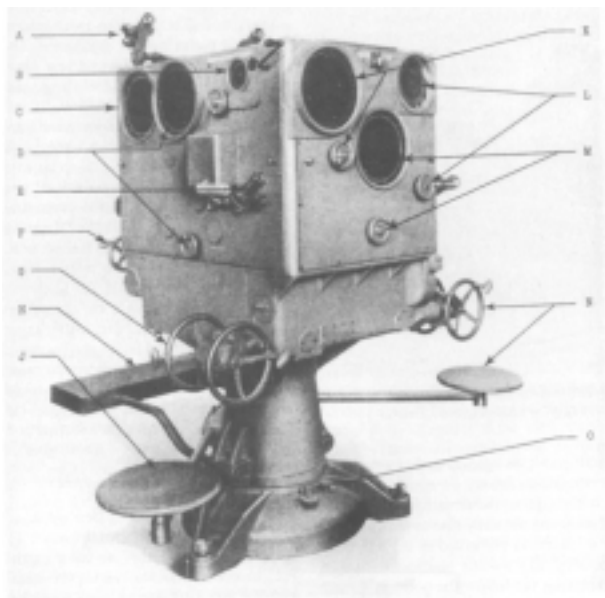


Fig. A simple Foxboro Company pneumatic controller. The controller was introduced in about 1922.



Fig. A Foxboro Company pneumatic recorder-controller of about 1929.

III. 经典控制(Classical Control)(1935-1950)

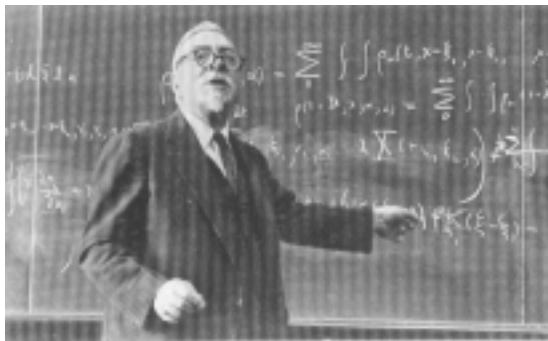
(1) 美国贝尔实验室的H. Bode(1938) , 以及Nyquist(1940)提出频率响应法



N.B. Nichols

(2) 美国Taylor仪器公司的J. G. Ziegler和N. B. Nichols提出PID参数的最佳调整法(1942)

(3) 美国MIT的N. Wiener研究随机过程的预测(1942) , 提出Wiener滤波理论(1942) , 发表《控制论》(Cybernetics)一书(1948) , 标志着控制论学科的诞生。



N. Wiener



N. Wiener, shown here in 1954 with Yuk Wing Lee (left) and Amar G. Bose, discussing an aspect of statistical communication theory

(4) 美国的H. Hazen发表“关于伺服结构理论”(Theory of Servomechanism) (1934) , 并在MIT建立伺服机构实验室(Servomechanism Laboratory) (1939)



H. Hazen



(5) 英国 [A. M. Turine](#) 提出图灵计算机的设想(1937)

(6) 在贝尔实验室 [Bode](#) 领导的火炮控制系统研究小组工作的 [C. Shannon](#) 提出继电器逻辑自动化理论(1938)，随后，发表专著《[通信的数字理论](#)》(The Mathematical Theory of Communication)，奠定了信息论的基础(1948)



C. E. Shannon



The tracker of the M-9 electrical gun director in action. As one soldier orients the telescopes in elevation, the other orients them in azimuth by turning the entire tracker head.

(7) MIT Radiation Laboratory在研究SCR-584雷达控制系统的过程中，创立了Nichols Chart Design Method，[R. S. Philips](#)的工作On Noise in Servomechanisms，以及[Hurwicz \(1947\)](#)的数字控制系统 (Sampled Data System)



Lan J. Chu



(8) 美国[W. Evans](#)提出根轨迹法(Root Locus Method) (1948)，以单输入线性系统为对象的经典控制研究工作完成。

(9) 多本有关经典控制的经典名著相继出版，包括[Ed. S. Smith](#)的Automatic Control Engineering (1942)，[H. Bode](#)的Network Analysis and Feedback Amplifier(1945)，[L.A. MacColl](#)的Fundamental Theory of Servomechanisms (1945)，以及[钱学森](#)的《工程控制论》(Engineering Cybernetics) (1954)

现代控制(Modern Control) (1950-)

二次世界大战中火炮，雷达，飞机以及通讯系统的控制研究直接推动了经典控制的发展。五十年代后兴起的现代控制起源于冷战时期的军备竞赛，如导弹(发射，操纵，指导及跟踪)，卫星，航天器和星球大战，以及计算机技术的出现(英国科学家A.J.G. MacFarlane)。

