



# 中西方计算工具起源之差异

俞勇

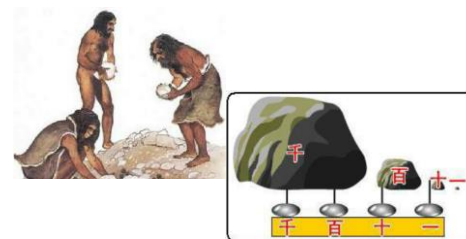
上海交通大学  
2017年11月29日



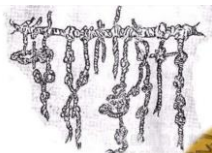
## 手指计数



## 石子计数



## 结绳计数



## 中国的“算筹”



算筹  
商周-春秋战国

表示方式  
1 2 3 4 5 6 7 8 9

横式 一 二 三 四 五 六 七 八 九

纵式 丨 丨丨 丨丨丨 丨丨丨丨 丨丨丨丨丨 丨丨丨丨丨丨 丨丨丨丨丨丨丨 丨丨丨丨丨丨丨丨 丨丨丨丨丨丨丨丨丨

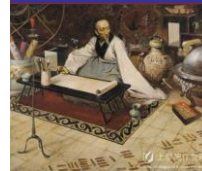
23      56      89      386      -207

## 祖冲之 (429-500)

- 秦汉时期：径一周三
- 三国时期： $\pi=3.14$  (刘徽“割圆术”)
- 南北朝： $3.1415926 < \pi < 3.1415927$



《大明历》：岁差 $\rightarrow$ 历法，回归年日数准确到365.2428日

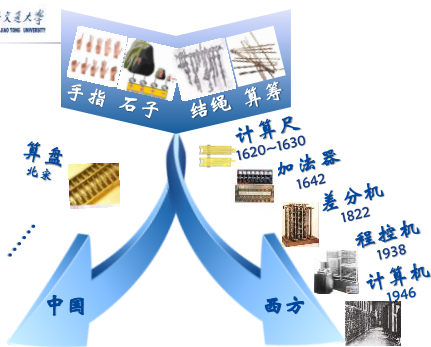
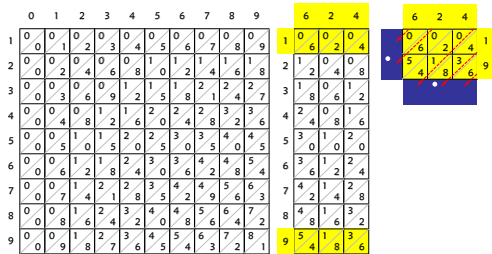


$\pi=3.1415926$



### 欧洲的“算筹”

—1617年英国帕皮尔



### 中国的“算盘”

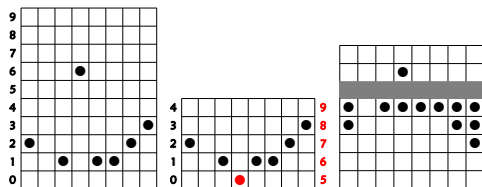


加法口诀表

减法口诀表

加数	本位的加		进位的加		减数	本位的减		进位的减	
	满五加	进十加	破五进十加	减数		破五减	退位减	退十补五的减	
一	一上一	一下五成四	一六九进一	一	一	一下	一上四成五	一退一还九	
二	二上二	二下五成三	二八八进一	二	二	二下	二上三成五	二退一还八	
三	三上三	三下五成二	三六六进一	三	三	三下	三上二成五	三退一还七	
四	四上四	四下五成一	四四四进一	四	四	四下	四上一成五	四退一还六	
五	五上五		五五五进一	五	五	五下	五上零成五	五退一还五	
六	六上六	六成双进一	六二二成五进一	六	六	六下	六上二成四	六退一还四	六退一还五成三
七	七上七	七成单进一	七三三成五进一	七	七	七下	七上三成五	七退一还三	七退一还四成二
八	八上八		八四四成五进一	八	八	八下	八上四成五	八退一还二	八退一还三成二
九	九上九		九五五成五进一	九	九	九下	九上五成五	九退一还一	九退一还二成零

### 中国的“算盘”



### 帕斯卡的“加法器”

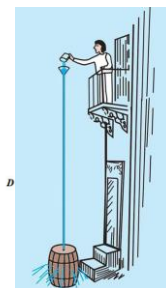


1623~1662



1642年，第一台机械式加法器

### 帕斯卡的“加法器”



- 1623-1662，法国数学家、物理学家、近代概率论的奠基者
- 12岁发现“三角形的内角和等于180度”
- 17岁完成《圆锥截线论》，后命名“帕斯卡定理”
- 19岁设计制造了世界上第一架机械式计算装置，Pascal语言
- 25岁帕斯卡桶裂实验，压强Pa

## 加法



## 减法

$$C_9(a) = 9 - a$$
$$C_9(5) = 9 - 5 = 4$$

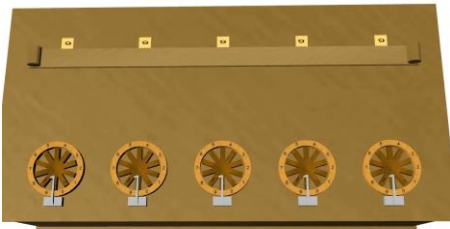
$$C_9^N(a) = 10^N - 1 - a$$
$$C_9^N(a - b) = 10^N - 1 - (a - b)$$
$$C_9^N(a - b) = \underline{10^N - 1 - a} + b$$

$$C_9^N(a - b) = C_9^N(a) + b$$

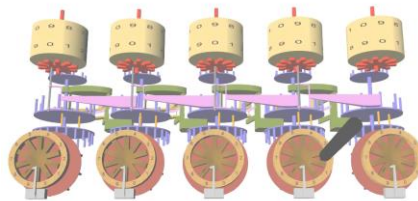
## 减法



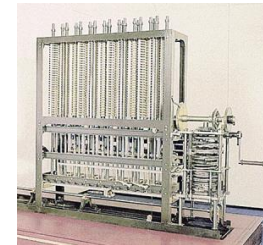
## 减法



## 加法 + 进位



## 巴贝奇的“差分机”



1792~1871

1822年, 差分机  
1834年, 解析机



### 差分机原理

$$f(x) = 2x^2 + 3x + 1$$

x	f(x)	$\Delta_1$	$\Delta_2$
1	6		
2	15	15 - 6 = 9	
3	28	28 - 15 = 13	13 - 9 = 4
4	45	45 - 28 = 17	17 - 13 = 4
5	66	66 - 45 = 21	21 - 17 = 4



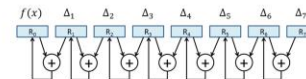
### 差分机原理

$$f(x) = 2x^2 + 3x + 1$$

x	f(x)	$\Delta_1$	$\Delta_2$
1	6	9	4
2	15		
3	28	13	
4	45	17	4
5	66	21	4



### 差分机原理



### 差分机原理

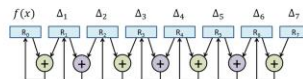
$$f(x) = x^7 + x$$

x	f(x)	$\Delta_1$	$\Delta_2$	$\Delta_3$	$\Delta_4$	$\Delta_5$	$\Delta_6$	$\Delta_7$
1	2	128	1932	10206	25200	31920	20160	5040
2	130	2060	12338	35406	57120	52080		
3	2190	14198	47544	92526				
4	16388	61782						



### 差分机原理

Parallel Difference Engine



### 差分机原理

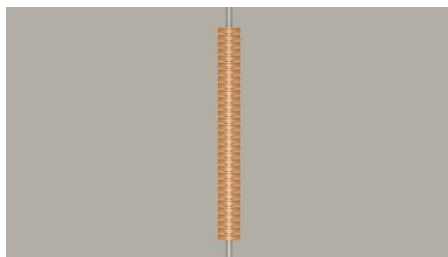
- 并行差分机比串行差分机的优势
  - 运行快速更快
  - 计算独立于多项式的指数
  - 控制机制更容易实现



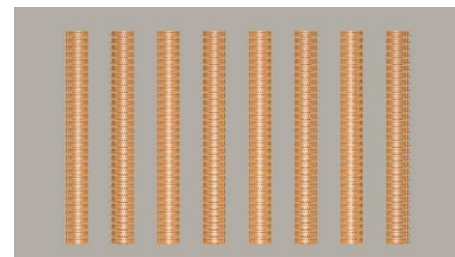
### 差分机机理：数字轮



### 差分机机理：数字位数



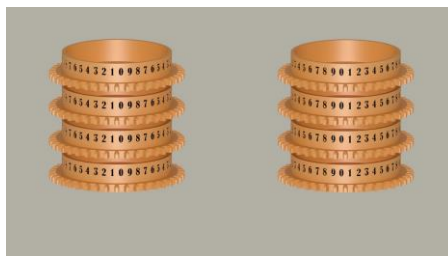
### 差分机机理：累加器



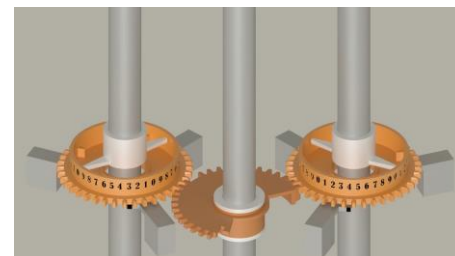
### 差分机机理：两数相加



### 差分机机理：两数相加



### 差分机机理：两数相加

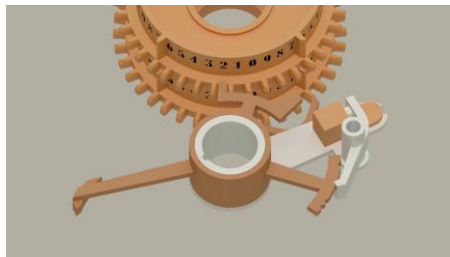




差分机机理：两数相加



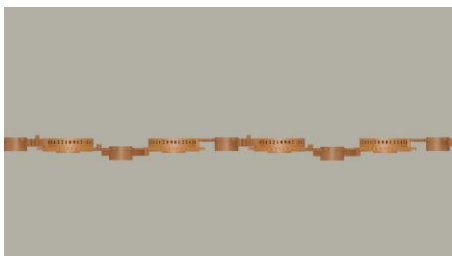
差分机机理：两数相加



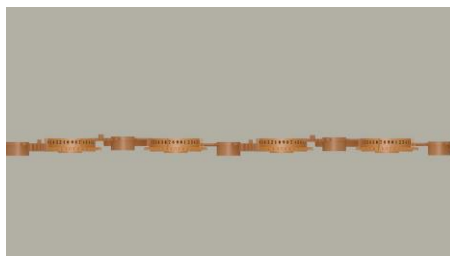
差分机机理：两数相加



差分机机理：两数相加



差分机机理：两数相加



雅各·瓦特 法国里昂丝织之都 手工提花机



1752~1834

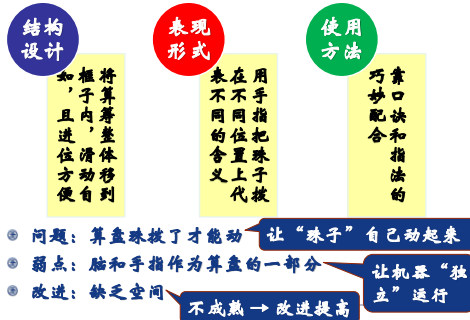
1801~1808年，提花织布机



## 雅卡尔提花织布机



## 中国的算盘



## 文化渊源

