



第七章 归纳与类比



1. 归纳推理

要点

- 演绎推理与归纳推理的区别
- 归纳推理的种类
- 穆勒五法

演绎推理 VS. 归纳推理

所有的天鹅都是白的。

天山上有天鹅。

所以，天山上的天鹅也是白的。

一般 → 特殊

抽象 → 具体

北京的乌鸦是黑的。

美国的乌鸦是黑的。

.....

所以，所有的乌鸦都是黑的。

特殊 → 一般

具体 → 抽象

区别

- 演绎推理结论的内容不超出前提，而归纳推理结论的内容超出前提；
- 一个有效的演绎推理是不可能前提真而结论假的，归纳推理却可能；
- 一个归纳推理增加或减少一些前提，会增加或减少结论为真的概率，而演绎推理不会出现这种情况。

推理有效性 VS. 归纳强度

- 演绎推理关注的是它的形式正确性，即逻辑有效性；
- 归纳推理关注的则是推理的强度，即如果推理的前提是真的，那么结论为真的可能性。
- 归纳强度与在特定前提下结论为真的概率成正比。

例

归纳强度
高

- 在今年的校内各类排球比赛中，中文系排球队从未输过一场。
- 明天中文系排球队与物理系排球队比赛。
- 因此，明天中文系排球队将打败物理系排球队。

补充信息



归纳强度
低

- 历史上中文系从来没有赢过物理系。

判断归纳强度的标准

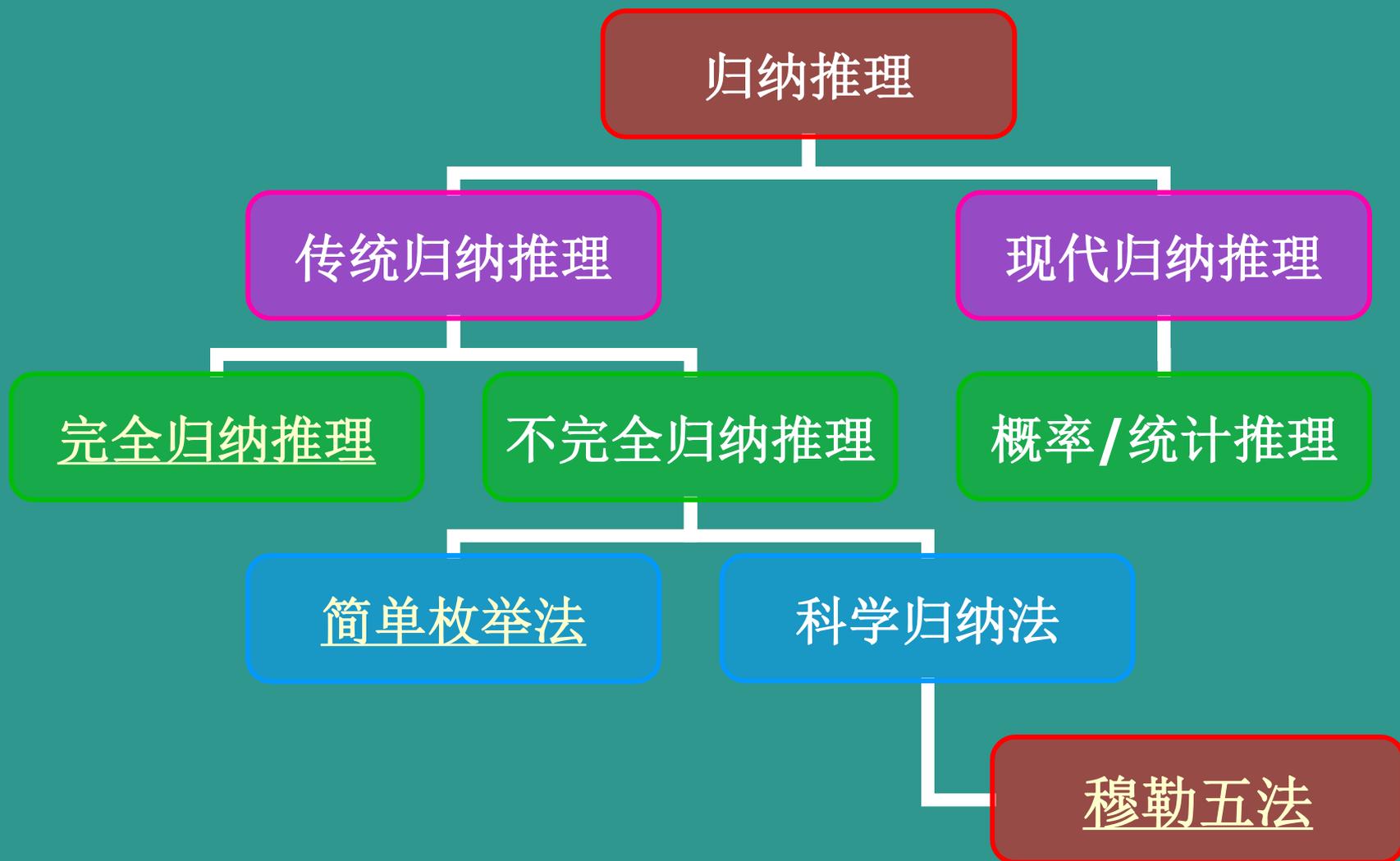
- 对象：越多越好？
- 范围：越广越好？

其他条件？

观察到的正事例数量增加，并且没有反例。



归纳推理的种类



完全归纳法

- 德国数学家高斯十岁时曾迅速准确地算出老师出的一道算术题：

$$1+2+3+\dots+98+99+100=?$$

- 高斯发现这些数中两头对称的数相加都得101，从1到100共有50对。于是有 $101 \times 50 = 5050$ 。高斯用的就是完全归纳法。
- 完全归纳推理要求对一类事物的全部分子都进行考察，有很大的局限性。



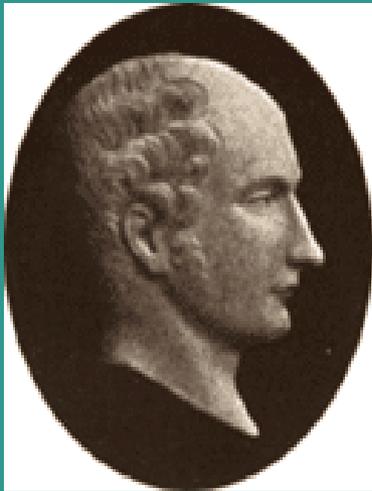
简单枚举法

- 19世纪，人们注意到铜、铁、锡、铅等金属能导电，而在实践中又未发现不导电的金属，于是得出：所有金属能导电。运用的就是简单枚举法。
- 简单枚举法得出的结论是或然性的。一旦发现与所得结论相矛盾的事例，结论就会被推翻。
- 例：人们用简单枚举法得：所有天鹅都是白的，后来在澳洲发现了黑天鹅，否定了该结论。



穆勒五法由来

- F·培根 《新工具论》
创立归纳逻辑。



- 穆勒系统阐述了现象之间因果联系的五种方法，通称“穆勒五法”。

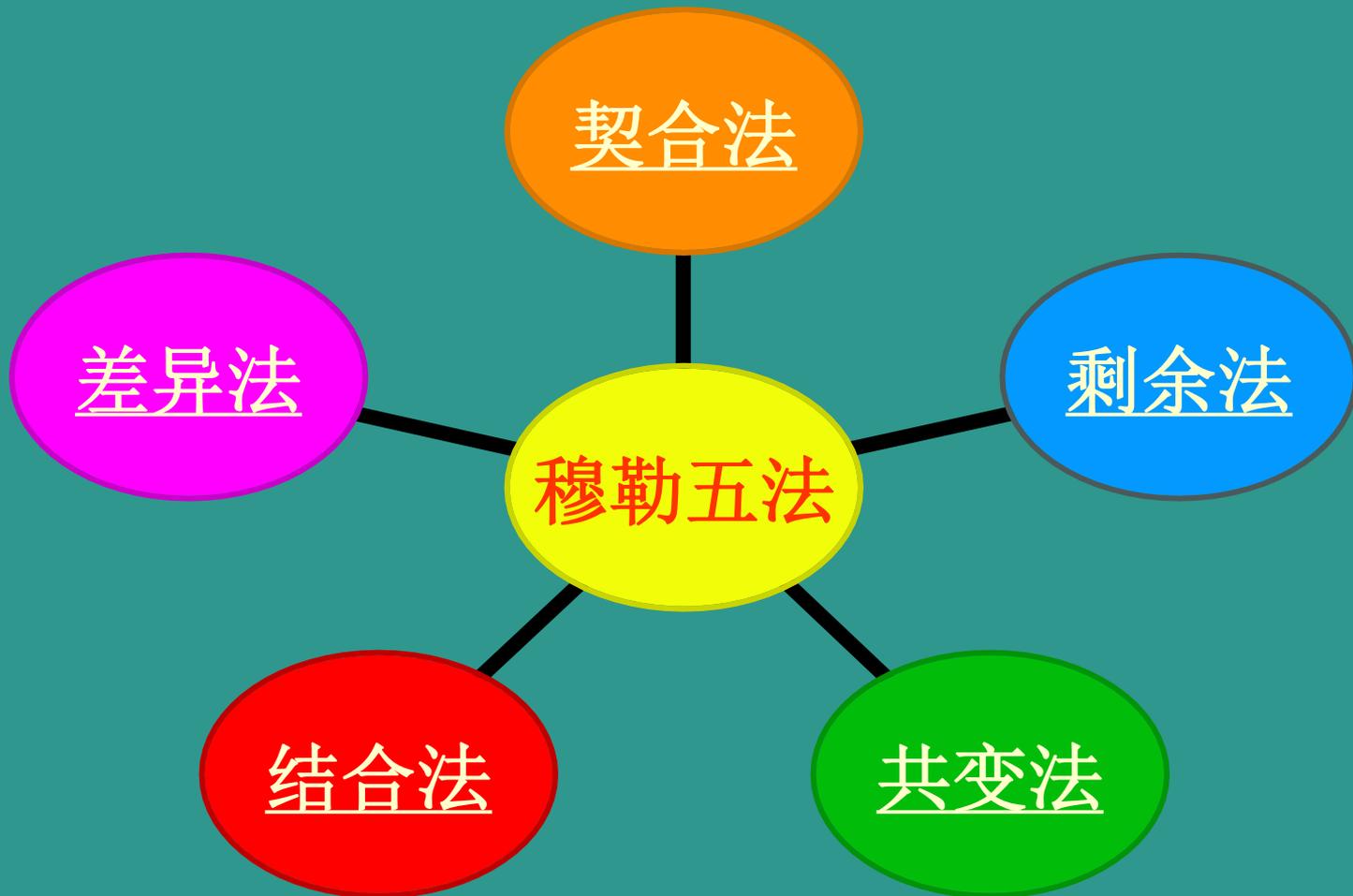
因果关系的特点

- 普遍性：任何现象都有其因，也有其果，且同因必同果，但同果却不一定同因；
- 共存性：原因和结果总是共同变化的；
- 先后性：所谓的先因后果，但先后关系并不等于因果关系；
- 复杂多样性：因果联系是多种多样的，有一因一果，多因一果，一因多果。

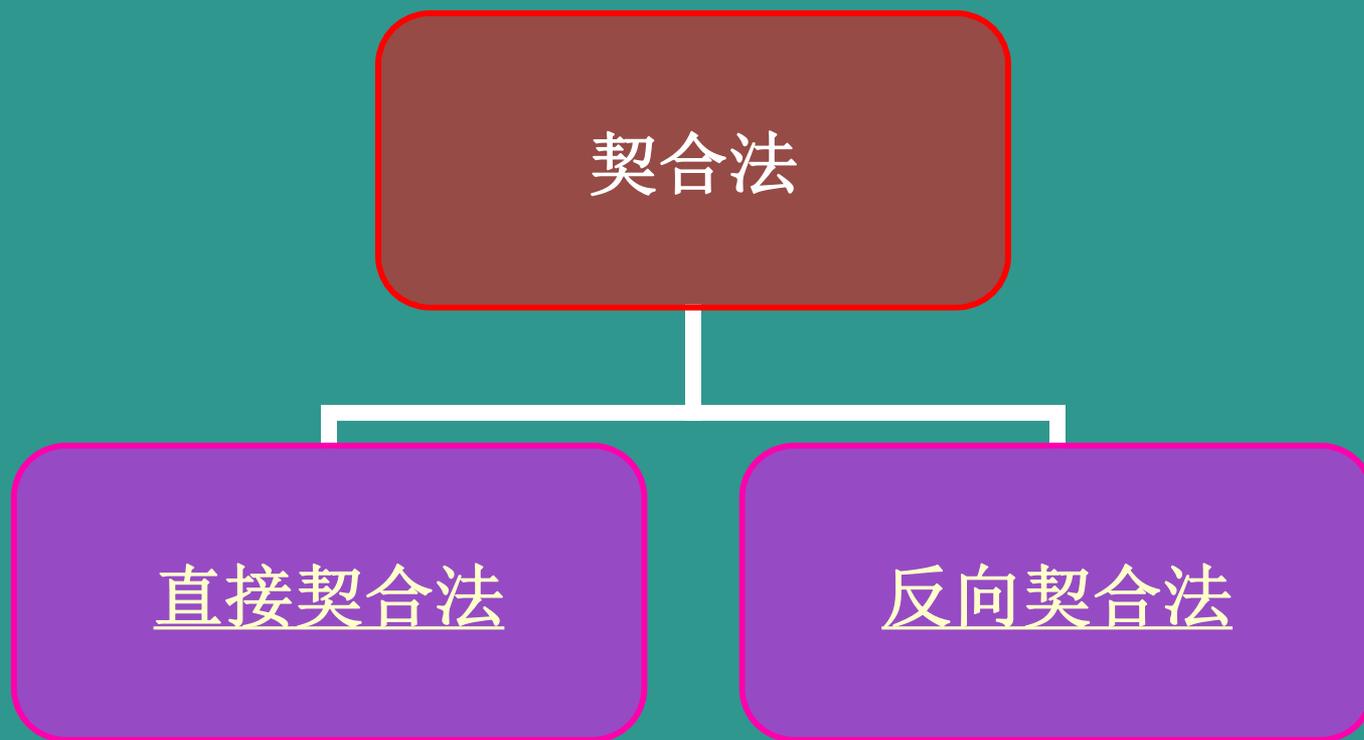
充分条件与必要条件

- 用充分条件与必要条件代替因果关系的表述。
- 定义1：属性**G**是属性**E**的充分条件，当且仅当，**G**出现，**E**也出现。
- 定义2：属性**G**是属性**E**的必要条件，当且仅当，**E**出现，**G**也出现。

穆勒五法



契合法



直接契合法

- 在被研究现象出现的若干场合中，如果仅有唯一的一个情况是在这些场合中共同具有的，那么这个唯一的共同情况就是被研究现象的原因（或结果）。

公式

- 场合1：有先行现象A、B、C，有被研究对象a；
 - 场合2：有先行现象A、B、D，有被研究对象a；
 - 场合3：有先行现象A、C、E，有被研究对象a；
-
- 所以，A（可能）是a的原因。

例——石蕊试纸变红与酸性

场合	化学性质		被研究对象
	异	同	
醋	有机化合物	酸性	石蕊试纸变红
柠檬汁			
碳酸矿水	无机化合物		
盐酸			

例

	可能条件属性				决策属性E
	A	B	C	D	
场合1					
场合2					
场合3					

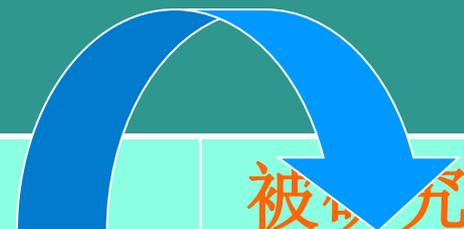


反向契合法

- 在被研究现象不出现的若干场合中，如果仅有唯一的一个可能情况是在这些场合中共同不具有的，那么这个唯一共同不具有的可能情况就是被研究现象的原因。

例

	可能条件属性				被研究属性E
	A	B	C	D	
场合1					
场合2					
场合3					



差异法

- 如果在被研究现象出现和不出现的两个场合之中，只有一个情况是不同的，其他情况完全相同，而两个场合唯一不同的这个情况，在被研究现象出现的场合中是存在的，在被研究现象不出现的场合中是不存在的，那么这个唯一不同的情况就与被研究现象之间有因果联系。

公式

- 场合1：有先行现象A、B、C，有被研究对象a；
 - 场合2：有先行现象B、C，没有被研究对象a；
-
- 所以，A（可能）是a的原因。

例——稻壳与脚气病

场合	被研究对象
食用去壳稻米	生脚气病
食用不去壳稻米	不生脚气病

- 由差异法得：稻壳里可能含有一种物质，缺少它就会得脚气病。
- 现代科学证明，长期缺乏维生素会导致脚气病；稻壳里含有维生素。

例

	可能条件属性				属性E
	A	B	C	D	
场合1					
场合2					



结合法

- 如果被研究现象出现的若干场合（正事例组）中，只有一个相同的情况，而这个情况在被研究现象不出现的若干场合（负事例组）中都不存在，那么这个情况就与被研究现象之间有因果联系。
- 负事例场合的情况越与正事例场合的情况相似，结论的可靠性就越高。

例——动物形态与环境

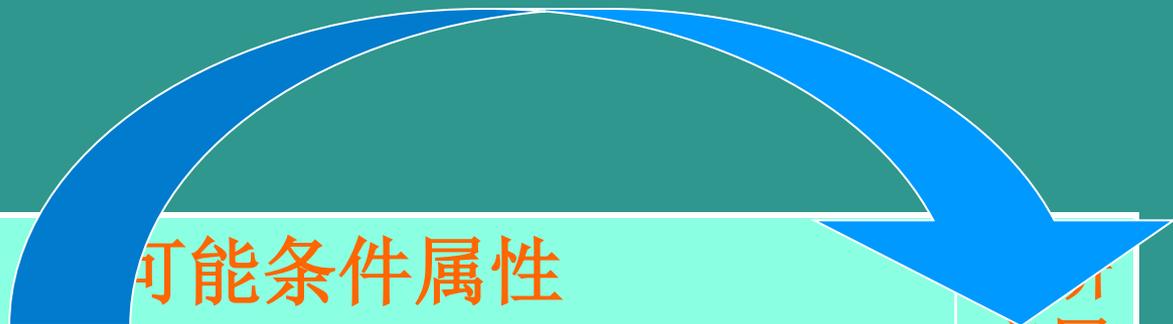
场合		性质		被研究对象 (形态)
正 场 合	鲨鱼	鱼类	生活环境 在海里	梭形，有胸鳍、 背鳍、尾鳍
	鱼龙	爬行类		
	海豚	哺乳类		
负 场 合	狼	哺乳类	丛林	善于奔跑
	蝙蝠		洞穴	善于飞翔
	鲸		海	善于游泳

- 达尔文由结合法得：动物形态与其生活环境之间存在着因果关系。

公式

- 正面场合：有先行对象A、B、C，有被研究对象a；
有先行对象A、D、E，有被研究对象a；
 - 反面场合：有先行对象F、G，没有被研究对象a；
有先行对象H、K，没有被研究对象a；
-
- 所以，A（可能）是a的原因。

例



	可能条件属性								研究属性E
	A	B	C	D	$\neg A$	$\neg B$	$\neg C$	$\neg D$	
场合1									
场合2									
场合3									
场合4									

例

能条件属性

允属性E

	A	B	C	D	$\neg A$	$\neg B$	$\neg C$	$\neg D$	允属性E
场合1									
场合2									
场合3									



共变法

- 在被研究现象发生变化的各个场合，如果其中只有一个情况是变化着的，而其他情况都是保持不变的，那么这个唯一变化着的情况就与被研究现象之间有因果联系。
- 共变法可以得到两个变量之间的函数关系，是五法中惟一具有定量特点的方法，有较大的可靠性。

例——气体压强与体积

场合	被研究对象
气体压强增大	体积减少
气体压强减少	体积增大

- 由共变法得：气体与体积之间具有反比关系。

公式

- 有先行对象 A_1 ，有被研究对象 a_1 ；
- 有先行对象 A_2 ，有被研究对象 a_2 ；
- 有先行对象 A_3 ，有被研究对象 a_3 ；

- 所以， A （可能）是 a 的原因。

例

	可能条件属性				研究属性E
	A	B	C	D	
场合1					
场合2					
场合3					



剩余法

- 如果有一组复合情况与一组复合的被研究现象之间有因果联系，已知这组复合情况中的某部分是被研究复合现象中某部分的原因，那么，复合情况中的剩余部分与被研究现象中的剩余部分有因果联系。

例——海王星的发现(1846)

- 根据各已知天体对天王星的引力作用，可以运用万有引力定律从理论上计算出天王星的运行轨道。但天文观测发现，天王星的实际运行轨道与理论计算的轨道之间有一个偏离。
- 亚当斯(英)和勒维列(法)分别断言，这是由于某个尚未发现的天体的引力影响，并计算出这个天体的可能位置，后来，果然在这个位置上发现了一颗新的行星——海王星。

公式

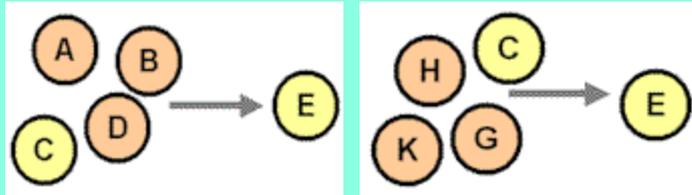
- $A \wedge B \wedge C \wedge D$ 是 $a \wedge b \wedge c \wedge d$ 的原因；
- A 是 a 的原因；
- B 是 b 的原因；
- C 是 c 的原因；

- 所以， D 与 d 之间有因果联系。

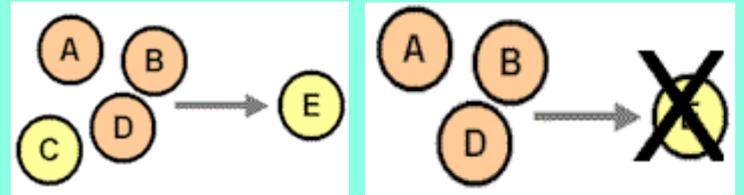
例

	可能条件属性					被破坏属性				
	简单的				复杂的	简单的				复杂的
	A	B	C	D	$A \wedge B \wedge C \wedge D$	a	b	c	d	$a \wedge b \wedge c \wedge d$
场合*										
场合1										
场合2										
场合3										
场合4										

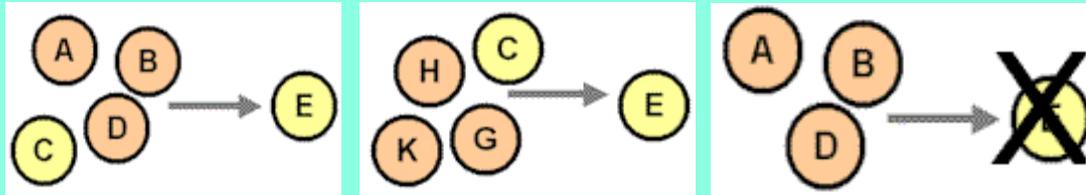
穆勒五法图示



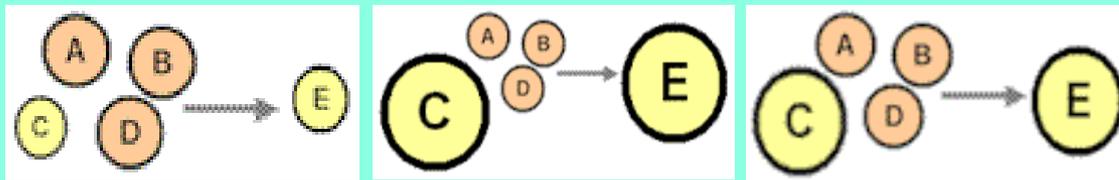
契合法



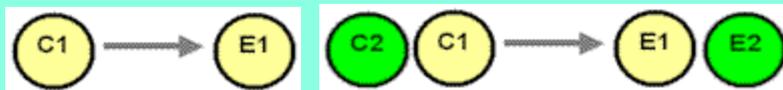
差异法



结合法



共变法



剩余法

思考

- 穆勒五法的困难？



2. 类比推理

类比

- BOX : FIGHT :: debate : argue
- RATIOCINATION : THINKING ::
articulation : talking
- NARCISSISM : LOVE :: guilt : blame

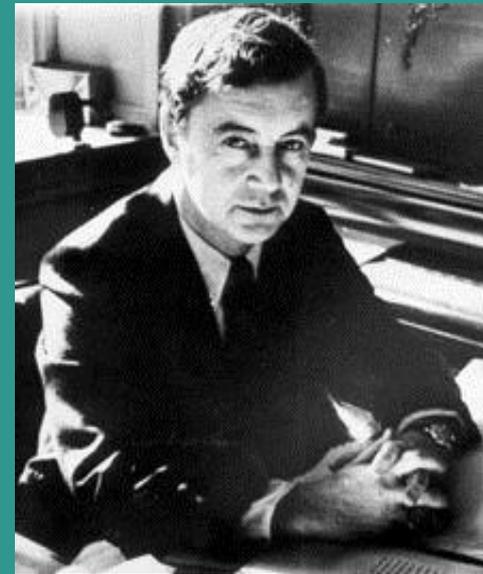
“空位”思想

- 函数中的“空位”思想：函数的自变量相当于函数的空位，自变量取定一个数值则相当于函数的空位被数值填充，最后函数值就相当于数值填充到空位所得的结果。
- 函数中的自变量 个体常元\变元
- 函数中的因变量(函数值) 性质词\关系词

印象整饰（印象管理）

Impression Management

- 人生是个大舞台，人与人之间的社会互动有如演员相互配合的演戏。
- 人们按社会剧本的需要(社会期望)扮演自己的角色，而他们的演出又受到互动对方的制约。



**Erving Goffman
(1922 -1982)**

如何“贩卖”中国？ 要像重视孔子一样重视章子怡



文化
章子
是朝
”
洋重



文
丁

余

期

类比推理

- 根据两个（或两类）对象在一系列属性上是相同或相似的，而且已知其中的一个对象还具有其他特定属性，由此推出另一个对象也具有同样的其他特定属性的结论。

属性类比推理

对象A具有属性a、b、c、d
对象B具有属性a、b、c
所以，对象B也具有属性d

肯定类比

对象A具有属性a、b、c、d
对象B不具有属性a、b、c
所以，对象B不具有属性d

否定类比

对象A具有属性a、b、c；p、q、r；还有x
对象B有属性a、b、c；没有属性p、q、r
所以，对象B具有（或不具有）属性x

中性类比

关系类比

对象A: a、b、c与d有因果关系 对象B: a'、b'、c' 所以, 对象B也有d' (因或果)	因果类比
对象A: p与q有对称关系 对象B: 有p' 所以, 对象B也有q'与p'对称	对称类比

类比的作用

- 科学发现
- 技术创新
- 说明解释
- 模拟方法的逻辑根据

DNA结构的发现

- **1953年沃森、克里克在《自然》发表DNA结构的千字论文，其分量可比拟达尔文的《物种起源》，为解开生物的遗传和变异之迷带来希望。**
- **1962年沃森、克里克和威尔金斯三人因DNA结构的发现而共获诺贝尔医学奖。**
- **在这一科学发现过程中，威尔金斯关于螺旋形的直觉判断和沃森的“双扶手楼梯，旋转而上”的创造性想象，显然起了决定性作用。**





奥运珠峰火种灯

暖手炉、蜂窝煤炉的灵感



- 珠峰自然条件恶劣，珠峰火种灯的研制难度不亚于珠峰特种火炬。
- 以往火种灯采用液体航空煤油为燃料，但不适用于海拔6500米以上，气压低、氧气含量低情况。
- 研究员任国周由用炭作热源的暖手炉得灵感：用炭做火种。问题：燃烧时间短；排灰不畅。
- 将炭柱像摞蜂窝煤一样，下面的炭柱燃尽化成灰，上面的炭柱自动落下来；通过添加炭柱保持火种灯不灭，同时也解决了排灰问题。

图灵机 Turing Machine



AI

