

# 科學哲學 101

A Brief Introduction to the Philosophy of Science(?)

231220103 劉贊宸

Department of Computer Science and Technology

Nanjing University

2025-02-11

# Outline

1. 什麼是科學哲學？ .....	4	Louis Bergson 的直覺主義時間觀念 ...	8	2.1.2 Isaac Newton 的絕對時空觀 .....	9
1.1 科學哲學的三個維度 .....	5	2.1.1 Henri-Louis Bergson 的直覺主義時間觀念 ...	8	2.1.2 Isaac Newton 的絕對時空觀 .....	9
2. 科學問題闡釋的哲學 .....	6	2.1.1 Henri-Louis Bergson 的直覺主義時間觀念 ...	8	2.1.2 Isaac Newton 的絕對時空觀 .....	9
2.1 時空觀 .....	7	2.1.1 Henri-Louis Bergson 的直覺主義時間觀念 ...	8	2.1.2 Isaac Newton 的絕對時空觀 .....	9
2.1.1 Henri-Louis Bergson 的直覺主義時間觀念 ...	8	2.1.1 Henri-Louis Bergson 的直覺主義時間觀念 ...	8	2.1.2 Isaac Newton 的絕對時空觀 .....	9
2.1.1 Henri-Louis Bergson 的直覺主義時間觀念 ...	8	2.1.1 Henri-Louis Bergson 的直覺主義時間觀念 ...	8	2.1.2 Isaac Newton 的絕對時空觀 .....	9

# Outline

觀 ..... 9	2.1.3 狹義相對	論時空觀 ..... 10
2.1.2 Isaac	論時空觀 ..... 10	2.1.4 廣義相對
Newton 的絕對時空	2.1.3 狹義相對	論時空觀 ..... 11
觀 ..... 9	論時空觀 ..... 10	2.1.5 物理的對
2.1.2 Isaac	2.1.3 狹義相對	時間和空間的理解...
Newton 的絕對時空	論時空觀 ..... 10	12
觀 ..... 9	2.1.3 狹義相對	2.2 因果觀 ..... 13
2.1.3 狹義相對	論時空觀 ..... 10	2.2.1 經典因果
論時空觀 ..... 10	2.1.3 狹義相對	觀 ..... 13
2.1.3 狹義相對	論時空觀 ..... 10	2.2.2 統計因果
論時空觀 ..... 10	2.1.3 狹義相對	觀 ..... 13

# Outline

2.2.1 經典因果	觀 .....	13	19
觀 .....	2.2.1 經典因果	觀 .....	13
2.2.2 統計因果	觀 .....	13	3.2 歷史主義 .. 20
觀 .....	2.2.2 統計因果	觀 .....	3.2.1 Thomas
2.2.1 經典因果	觀 .....	13	Kuhn .....
觀 .....	2.2.3 量子力學	與因果觀 .....	20
2.2.2 統計因果	觀 .....	15	3.2.1 Thomas
觀 .....	2.3 認識論 .....	16	Kuhn .....
2.2.1 經典因果	3. 有關於科學的哲	學 .....	20
觀 .....	3.1 批判理性主義.		3.2.2 Imre
2.2.2 統計因果			Lakatos .....
			21
			4. 更多的內容 .... 22

# 1. 什麼是科學哲學？

---

# 1.1 科學哲學的三個維度

## 1. 什麼是科學哲學？

# 1.1 科學哲學的三個維度

## 1. 科學問題闡釋的哲學

## 1. 什麼是科學哲學？

# 1.1 科學哲學的三個維度

## 1. 科學問題闡釋的哲學

- 時空觀
- 因果觀
- 認識論
- ...

## 1. 什麼是科學哲學？



# 1.1 科學哲學的三個維度

## 1. 科學問題闡釋的哲學

- 時空觀
- 因果觀
- 認識論
- ...

## 2. 有關於科學的哲學

## 1. 什麼是科學哲學？

# 1.1 科學哲學的三個維度

1. 科學問題闡釋的哲學
  - 時空觀
  - 因果觀
  - 認識論
  - ...
2. 有關於科學的哲學
3. 科學化的哲學學科

## 1. 什麼是科學哲學？

# 1.1 科學哲學的三個維度

## 1. 科學問題闡釋的哲學

- 時空觀
- 因果觀
- 認識論
- ...

## 2. 有關於科學的哲學

## 3. 科學化的哲學學科

- 分析哲學
- 心靈哲學

## 1. 什麼是科學哲學？

## 2. 科學問題闡釋的哲學

---

## 2.1 時空觀

## 2. 科學問題闡釋的哲學

## 2.1 時空觀

時空的本質是什麼？

時空是以怎樣的形式存在的？

時間是否是單向度流動的？

時空是連續的還是離散可分的？

時空是否是對易的？

## 2.1 時空觀

### 2.1.1 Henri-Louis Bergson 的直覺主義時間觀念

## 2.1 時空觀

### 2.1.1 Henri-Louis Bergson 的直覺主義時間觀念

- 當人們試圖測量某個瞬間的時候，那個瞬間已然消逝。測量到的是靜止的，完整的線段，而時間是流動的，未完成的



## 2.1 時空觀

### 2.1.1 Henri-Louis Bergson 的直覺主義時間觀念

- 當人們試圖測量某個瞬間的時候，那個瞬間已然消逝。測量到的是靜止的，完整的線段，而時間是流動的，未完成的
- la durée （時間的綿延）是內在的時間體驗，不是均質化的科學意義上的時間

## 2.1 時空觀

### 2.1.1 Henri-Louis Bergson 的直覺主義時間觀念

- 當人們試圖測量某個瞬間的時候，那個瞬間已然消逝。測量到的是靜止的，完整的線段，而時間是流動的，未完成的
- la durée （時間的綿延）是內在的時間體驗，不是均質化的科學意義上的時間
- la durée 是內在的時間體驗，不是均質化的科學意義上的時間。自由意志存在於時間棲居的綿延之中

## 2.1 時空觀

### 2.1.1 Henri-Louis Bergson 的直覺主義時間觀念

- 當人們試圖測量某個瞬間的時候，那個瞬間已然消逝。測量到的是靜止的，完整的線段，而時間是流動的，未完成的
- la durée （時間的綿延）是內在的時間體驗，不是均質化的科學意義上的時間
- la durée 是內在的時間體驗，不是均質化的科學意義上的時間。自由意志存在於時間棲居的綿延之中
- la durée 無法通過符號概念來表達，只能通過直覺把握其流動

## 2.1 時空觀

### 2.1.2 Isaac Newton 的絕對時空觀

## 2.1 時空觀

### 2.1.2 Isaac Newton 的絕對時空觀

- 絕對時間和空間都是存在的，不會隨著任何外部的作用或觀察者改變

## 2.1 時空觀

### 2.1.2 Isaac Newton 的絕對時空觀

- 絕對時間和空間都是存在的，不會隨著任何外部的作用或觀察者改變
- 對於相對速度恆定的兩參考系，有 Galilean 變換成立：

$$\begin{pmatrix} x' \\ t' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & -v \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ t \end{pmatrix}$$

## 2.1 時空觀

### 2.1.2 Isaac Newton 的絕對時空觀

- 絕對時間和空間都是存在的，不會隨著任何外部的作用或觀察者改變
- 對於相對速度恆定的兩參考系，有 Galilean 變換成立：

$$\begin{pmatrix} x' \\ t' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & -v \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ t \end{pmatrix}$$

- 這也意味着兩個慣性系不可分，且物理定律相同(相對性原理)

## 2.1 時空觀

### 2.1.2 Isaac Newton 的絕對時空觀

- 絕對時間和空間都是存在的，不會隨著任何外部的作用或觀察者改變
- 對於相對速度恆定的兩參考系，有 Galilean 變換成立：

$$\begin{pmatrix} x' \\ t' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & -v \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ t \end{pmatrix}$$

- 這也意味着兩個慣性系不可分，且物理定律相同(相對性原理)
- Newton 認為水桶實驗證實了絕對空間的存在性，也就是慣性系確實可以作為特殊的參考系和非慣性系存在區別(?)



## 2.1 時空觀

### 2.1.2 Isaac Newton 的絕對時空觀

- 絕對時間和空間都是存在的，不會隨著任何外部的作用或觀察者改變
- 對於相對速度恆定的兩參考系，有 Galilean 變換成立：

$$\begin{pmatrix} x' \\ t' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & -v \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ t \end{pmatrix}$$

- 這也意味着兩個慣性系不可分，且物理定律相同(相對性原理)
- Newton 認為水桶實驗證實了絕對空間的存在性，也就是慣性系確實可以作為特殊的參考系和非慣性系存在區別(?)
- 絕對時間的存在是不言自明的(?)

## 2.1 時空觀

### 2.1.3 狹義相對論時空觀

## 2.1 時空觀

### 2.1.3 狹義相對論時空觀

- Mach ★ 原理指出了水桶實驗的漏洞

## 2.1 時空觀

### 2.1.3 狹義相對論時空觀

- Mach ★ 原理指出了水桶實驗的漏洞
- Maxwell 方程組在 Galilean 變換下不協變

## 2.1 時空觀

### 2.1.3 狹義相對論時空觀

- Mach ★ 原理指出了水桶實驗的漏洞
- Maxwell 方程組在 Galilean 變換下不協變
- 以太理論被 Michelson–Morley 實驗推翻

## 2.1 時空觀

### 2.1.3 狹義相對論時空觀

- Mach ★ 原理指出了水桶實驗的漏洞
- Maxwell 方程組在 Galilean 變換下不協變
- 以太理論被 Michelson–Morley 實驗推翻
- Lorentz 變換★ 取代了 Galilean 變換：

$$\begin{pmatrix} x' \\ t' \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \begin{pmatrix} 1 & -v \\ -\frac{v}{c^2} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ t \end{pmatrix}$$

## 2.1 時空觀

### 2.1.3 狹義相對論時空觀

- Mach ★ 原理指出了水桶實驗的漏洞
- Maxwell 方程組在 Galilean 變換下不協變
- 以太理論被 Michelson–Morley 實驗推翻
- Lorentz 變換★ 取代了 Galilean 變換：

$$\begin{pmatrix} x' \\ t' \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \begin{pmatrix} 1 & -v \\ -\frac{v}{c^2} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ t \end{pmatrix}$$

- 狹義相對論中時間和相對觀測者的速度有關

## 2.1 時空觀

### 2.1.3 狹義相對論時空觀

- Mach ★ 原理指出了水桶實驗的漏洞
- Maxwell 方程組在 Galilean 變換下不協變
- 以太理論被 Michelson–Morley 實驗推翻
- Lorentz 變換★ 取代了 Galilean 變換：

$$\begin{pmatrix} x' \\ t' \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \begin{pmatrix} 1 & -v \\ -\frac{v}{c^2} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ t \end{pmatrix}$$

- 狹義相對論中時間和相對觀測者的速度有關
- 狹義相對論中保守了狹義相對性原理



## 2.1 時空觀

### 2.1.3 狹義相對論時空觀

- Mach ★ 原理指出了水桶實驗的漏洞
- Maxwell 方程組在 Galilean 變換下不協變
- 以太理論被 Michelson–Morley 實驗推翻
- Lorentz 變換★ 取代了 Galilean 變換：

$$\begin{pmatrix} x' \\ t' \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \begin{pmatrix} 1 & -v \\ -\frac{v}{c^2} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ t \end{pmatrix}$$

- 狹義相對論中時間和相對觀測者的速度有關
- 狹義相對論中保守了狹義相對性原理
- more explanation...

## 2.1 時空觀

### 2.1.4 廣義相對論時空觀

- 廣義相對論中有廣義相對性原理，即在基本物理定律下，所有座標系都該是等價的
- Einstein 場方程描述了質量，時間和空間三者的統一：

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}Rg_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4}T_{\mu\nu}$$

- no more explanation...

## 2.1 時空觀

### 2.1.5 物理的對時間和空間的理解

Time is what a clock measures.

——Albert Einstein

- e.g.  $\Delta S > 0 \Rightarrow S$  is a time.

Space is where the momentum spans.

## 2.2 因果觀

### 2.2.1 經典因果觀

## 2.2 因果觀

### 2.2.1 經典因果觀

- Aristotle: 因果是基本秩序
- Newton 力學: 強決定論

## 2.2 因果觀

### 2.2.1 經典因果觀

- Aristotle: 因果是基本秩序
- Newton 力學: 強決定論

### 2.2.2 統計因果觀

- David Hume: constant conjunction, continuity

## 2.2 因果觀

### 2.2.1 經典因果觀

- Aristotle: 因果是基本秩序
- Newton 力學: 強決定論

### 2.2.2 統計因果觀

- David Hume: constant conjunction, continuity
  - 因果  $\rightarrow$  相關性

## 2.2 因果觀

### 2.2.1 經典因果觀

- Aristotle: 因果是基本秩序
- Newton 力學: 強決定論

### 2.2.2 統計因果觀

- David Hume: constant conjunction, continuity
  - 因果  $\rightarrow$  相關性
- Hans Reichenbach: 因果推理模型
  - $P(B|A) > P(B)$
- Pearl 三個層次：
  - 事件  $\rightarrow$  事件的性質  $\rightarrow$  性質



## 2.2 因果觀

- Lord 悖論
  - ▶ One statistician does not adjust for initial weight, instead using t-test and comparing gain scores (individuals' average final weight — average initial weight) as the outcome.
  - ▶ The second statistician adjusts for initial weight, using analysis of covariance (ANCOVA), and compares (adjusted) final weights as the outcome.
- 隱變量的處理
  - ▶ 反事實推理
  - ▶ 直接的介入

## 2.2 因果觀

### 2.2.3 量子力學與因果觀

- 延遲選擇實驗
- Schrödinger 方程：

$$i\hbar \frac{d}{dt} |\Psi(t)\rangle = \hat{H} |\Psi(t)\rangle$$

- ▶ 哥本哈根詮釋：“事實以概率形式存在”
- ▶ 多世界詮釋
- ▶ 非定域隱變量
  - 大 Bell 實驗

## 2.3 認識論

- 科學實在論
  - 科學探索的世界是獨立於心靈而存在的
  - 科學對於這個世界的描述是以其字面意義來解釋
  - 科學理論構成了關於這個世界的知識
- 結構同構、物項實在...

### 2.3 認識論

- 科學實在論
  - 科學探索的世界是獨立於心靈而存在的
  - 科學對於這個世界的描述是以其字面意義來解釋
  - 科學理論構成了關於這個世界的知識
- 結構同構、物項實在...
- 工具主義
  - 科學理論是惟象的模型
  - 不保證真實性，但是確實有有效性

Force is a culture.

——Richard Feynman

### 3. 有關於科學的哲學

---

或有關於科學發展的科學

### 3.1 批判理性主義

- Karl Popper, Imre Lakatos
- 可證偽性：科學需要提出能夠被否定的命題
  - e.g. 形式科學不是科學
- 被證偽後揚棄原有的理論，提出更準確逼近的理論
- 形式化：

$$\bigwedge_{p \in \{O_1, O_2, \dots\}} p \wedge \{O_1, O_2, \dots\} \vdash \neg S$$

- 反對通過驗證正確性的方式來確認理論正確（歸納主義）

## 3.2 歷史主義

### 3.2.1 Thomas Kuhn

## 3. 有關於科學的哲學



## 3.2 歷史主義

### 3.2.1 Thomas Kuhn

- 科學共同體
- 前科學 → 常態科學 → 科學危機 → 範式轉換革命 → ...
- 非線性的“斷裂”和革命，不可通約
- 科學共同體決定了科學知識，科學是一種社會的建構
- e.g. 日心與地心
  - 基本假設
  - 具體解釋
  - 概念
- e.g. 月下世界與月上世界

## 3.2 歷史主義

### 3.2.2 Imre Lakatos

- 硬核
  - 理論的核心假設和推理
  - 如 Newton 力學中三定律、地心說
  - 反面啓示
- 保護帶
  - 由核心導出的模型，或者附加的輔助假設
  - 海王星的發現、均輪
  - 正面啓示
- 積極的改進的增加和挽救性的增加
- e.g. 發射理論

## 4. 更多的內容

---

- 還原主義，機械決定論和當前的科學教育
- 科學進步的 Whig 史觀
- 科學與政治
  - 馬赫主義
  - 唯物主義與經驗批判主義
  - 李森科
  - 資產階級反動學術觀點相對論
- 科學哲學的歷史主義與馬克思主義的辯證法
- ...