

2.插值：曲线必须经过所有已知数据点，目标是在数据点之间"填空"。

拟合：曲线不必经过每个数据点，而是找一条整体上最接近数据的曲线，目标是找出数据背后的规律。

插值的例子：已知某地周一到周日的气温，想知道周三下午 3 点的气温，用三次样条插值在已知数据点之间估算。

拟合的例子：做了一系列实验，测量弹簧的弹力和形变量，数据有误差，用最小二乘法拟合一条直线 $F=kx$ ，求弹簧的劲度系数 k 。

- **线性插值：**两点之间用直线连接，最简单
- **多项式插值（拉格朗日插值）：**用一个多项式经过所有数据点
- **三次样条插值：**分段用三次多项式，保证连接处光滑，最常用

常见拟合方法：

- **最小二乘法：**最小化残差平方和 $\sum (y_i - f(x_i))^2$ ，最经典
- **最大似然估计：**假设数据服从某种分布，找使观测数据概率最大的参数
- **χ^2 拟合：**高能物理中常用，考虑每个数据点的误差权重

如何评估拟合质量

χ^2/ndf （卡方每自由度）：高能物理中最常用。

$$\chi^2 = \sum_i (y_i - f(x_i))^2 / \sigma_i^2 \quad \chi^2/\text{ndf} = \frac{\sum_i (y_i - f(x_i))^2}{\sum_i \sigma_i^2}$$

- $\chi^2/\text{ndf} \approx 1$ ：拟合很好
- $\chi^2/\text{ndf} \gg 1$ ：拟合很差，模型不对或误差低估
- $\chi^2/\text{ndf} \ll 1$ ：误差被高估

R^2 （决定系数）：越接近 1 越好，常用于普通回归分析。

残差图：看残差是否随机分布在 0 附近，若有系统性趋势说明模型不合适。

3.分为两大类：**费米子**（构成物质）和**玻色子**（传递相互作用）。

费米子（自旋 1/2，遵从泡利不相容原理）

夸克（参与强相互作用）

实例 电荷

- 上夸克 $u +2/3$
- 下夸克 $d -1/3$
- 奇夸克 $s -1/3$
- 粲夸克 $c +2/3$
- 底夸克 $b -1/3$
- 顶夸克 $t +2/3$

共同属性：有色荷，参与强相互作用，不能单独存在（色禁闭），有质量。

轻子（不参与强相互作用）

实例	电荷
电子 e^-	-1
缪子 μ^-	-1
陶子 τ^-	-1
电子中微子 ν_e	0
缪子中微子 ν_μ	0
陶子中微子 ν_τ	0

共同属性：无色荷，不参与强相互作用，有轻子数守恒。

玻色子（自旋为整数，传递相互作用）

粒子	传递的相互作用	自旋
光子 γ	电磁相互作用	1
胶子 g (8种)	强相互作用	1
W^+, W^-, Z^0	弱相互作用	1
希格斯玻色子 H	赋予粒子质量	0

共同属性：自旋为整数，不遵从泡利不相容原理，是相互作用的媒介子。

4.有以下几个根本原因：

① 自然界四种相互作用的强度和范围差异巨大

相互作用	相对强度	作用范围
强相互作用	1	$\sim 10^{-15} \sim 10^{-15} \text{ m}$ (核尺度)

电磁相互作用	10^{-2} ~ 10^{-2}	无限远
弱相互作用	10^{-13} ~ 10^{-18}	$\sim 10^{-18}$ ~ 10^{-18} m
引力	10^{-38} ~ 10^{-38}	无限远

② **强相互作用范围太短**：只在原子核尺度内有效，无法用来探测宏观径迹中的粒子。

③ **弱相互作用截面极小**：粒子穿过探测器几乎不发生弱作用，无法用来产生可测信号。

④ **引力太弱**：对单个粒子的引力效应完全可以忽略不计。

⑤ **电磁相互作用恰好合适**：

- 作用范围无限远，带电粒子经过探测器介质时会持续与介质中的电子发生库仑相互作用
- 带电粒子通过电离、激发介质原子产生可探测的信号（电子-离子对、荧光、切伦科夫光等）
- 信号强度适中，既能被探测到，又不会让粒子立刻停下来

⑥ **绝大多数粒子都带电**：实验中感兴趣的粒子（ $e, \mu, \pi, K, p, \nu_e, \nu_\mu, \nu_\tau, K, p, e, \mu, \pi, K, \rho$ 等）都是带电粒子，天然适合用电磁方式探测。

中性粒子（如中子、中微子）不带电，确实无法直接被径迹探测器探测，需要通过次级反应间接测量。