



陆景贤

家仍喜欢把这些成员称作基本粒子。大家庭中众多的成员使人们眼花缭乱。怎么来认识和区别它们呢？这些众多成员虽然千差万别，可是它们之间还有一些相近之处。人们依照它们参加不同类型的相互作用把它们分成三类：强子类、轻子类、光子类。然后根据每个成员固有的物理属性——物理上称为量子数——作更进一步的分类。

自从十九世纪末期汤姆逊发现电子以来，原子不可分割的神话已被打破。随着实验的进一步发展，人们终于搞清原子是由带正电的原子核和带负电的电子构成；而原子核又由中子和质子组成。当时，人们把电子，质子，中子称作基本粒子，以为世界上的物质都由这些基本粒子组成。可是不久又在宇宙线中发现了正电子、 μ 介子、 π 介子……利用加速器又发现了更多的粒子如 k 介子、 Λ 超子、 Σ 超子以及 1974 年新发现的 J/ψ 粒子等等，迄今为止观察到的基本粒子大家庭中的成员已有二三百个了。新成员大量发现使人们认识到以前说的基本粒子并不是基本的，物质结构可能存在更深一层次的基本成份。可是由于习惯上的原因大

反映基本粒子物理属性的主要量子数有质量 m 、寿命 $\tau^{(1)}$ 、电荷 Q 、自旋 J 、同位旋 I 、空间宇称 P 、电荷共轭宇称 C 、重子数 B 、轻子数 L 、奇异数 S 。根据这些量子数，我们可把基本粒子大家庭成员的分类说明如下。

一、强子类：强子的特征是参与强相互作用。按其自旋来分，又分为重子和介子。质子、中子以及质量比它们更大的自旋为 $(1/2)\hbar$ 的奇数倍 (\hbar 是普朗克常数 h 除以 $1/2\pi$) 的强子统称为重子。重子的量子数为 1。按照夸克模型，重子是由三个夸克组合而成。而介子的量子数为零，是由正、反夸克组成，其自旋为 $(1/2)\hbar$ 的偶数倍。1974 年以来发现的 J/ψ 等粒子统称为新粒子，也属于强子，是由新夸克 (c) 或 (b) 和新老反夸克组合而成。强子族在基本粒子大家庭中占了绝大多数。

“稳定”粒子表

	粒子	记号	质量(兆电子伏)	电 荷	平均寿命(秒)	同位旋 (I)	自旋 (J)	宇称 (P)
光子	光子	γ	0	0	稳 定		1	负
重子	质子	p	938.28	+	$>6 \times 10^{37}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	正
	中子	n	939.57	0	918	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	正
	Λ 超子	Λ	1115.6	0	2.632×10^{-10}	0	$\frac{1}{2}$	正
子	Σ^+ 超子	Σ^+	1189.36	+	0.8×10^{-10}	1	$\frac{1}{2}$	正
	Σ^0 超子	Σ^0	1192.46	0	5.8×10^{-20}	1	$\frac{1}{2}$	正
	Σ^- 超子	Σ^-	1197.34	-	1.48×10^{-10}	1	$\frac{1}{2}$	正
Ξ 子	Ξ^0 超子	Ξ^0	1314.9	0	2.9×10^{-10}	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	正
	Ξ^- 超子	Ξ^-	1321.32	-	1.641×10^{-10}	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	正
	Ω^- 超子	Ω^-	1672.22	-	0.82×10^{-10}	0	$\frac{3}{2}$	正
介子	π^+ 介子	π^+	139.5669	+	2.603×10^{-8}	1	0	负
	π^0 介子	π^0	134.9626	0	0.828×10^{-16}	1	0	负
	π^- 介子	π^-	139.5669	-	2.603×10^{-8}	1	0	负

续 表

	粒子	记号	质量(兆电子伏)	电 荷	平均寿命(秒)	同位旋 (I)	自旋 (J)	宇称 (P)
介子	K 介子	K^+	493.669	+	1.2371×10^{-8}	$\frac{1}{2}$	0	负
		K^-	493.669	-	1.2371×10^{-8}	$\frac{1}{2}$	0	负
	K 介子	K^0, \bar{K}^0	497.67	0	50% K_S , 50% K_L	$\frac{1}{2}$	0	负
		K_S^0	497.67	0	0.8923×10^{-10}	$\frac{1}{2}$	0	负
		K_L^0	497.67	0	5.183×10^{-8}	$\frac{1}{2}$	0	负
	η 介子	η	548.8	0	7.7×10^{-19}	0	0	负
带粲介子	D^\pm	D^\pm	1868.3	\pm	$(2.5^{+3.5}_{-1.5}) \times 10^{-13}$	$\frac{1}{2}$	0	负
	D^0	D^0	1863.1	0	$(3.5^{+3.5}_{-1.7}) \times 10^{-13}$	$\frac{1}{2}$	0	负
	\bar{D}^0	\bar{D}^0	1863.1	0	$(3.5^{+3.5}_{-1.7}) \times 10^{-13}$	$\frac{1}{2}$	0	负
轻子	电子	e^\pm	0.511	\pm	稳 定		$\frac{1}{2}$	
	μ 子	μ^\pm	105.66	\pm	2.197×10^{-6}		$\frac{1}{2}$	
	τ 子	τ^\pm	1784	\pm	$< 2.3 \times 10^{-12}$		$\frac{1}{2}$	
	e 中微子	ν_e	< 0.00006	0	稳 定		$\frac{1}{2}$	
	μ 中微子	ν_μ	< 0.57	0	稳 定		$\frac{1}{2}$	
	τ 中微子	ν_τ	< 250	0	$< 2.3 \times 10^{-12}$		$\frac{1}{2}$	

74 年以来发现新粒子(不稳定粒子)

粒 子	质 量	宽度 Γ (兆电子伏)	同 位 旋 (I)	自 旋 (J)	宇 称 (P)
$J/\psi(3100)$	3097 ± 1	0.063 ± 0.009	0	1	负
$\chi(3415)$	3414 ± 1		0	0	正
$\chi(3510)$	3507 ± 4		0	1	正
$\chi(3550)$	3551 ± 5		0	2	正
$\psi(3685)$	3685 ± 1	0.215 ± 0.04	0	1	负
$\psi(3770)$	3768 ± 3	25 ± 3		1	负
$\psi(4030)$	4030 ± 5	52 ± 10		1	负
$\psi(4160)$	4159 ± 20	78 ± 20		1	负
$\psi(4415)$	4415 ± 6	43 ± 20		1	负
$\Upsilon(9460)$	9458 ± 6	~ 0.06		1	负
$\Upsilon(10020)$	10016 ± 14	< 12		1	负
$\Upsilon^{(1)}(10050)$	10550	12.6 ± 6.0		1	负

[1] 粒子中除少数几种粒子如光子、电子、中微子外绝大多数都是不稳定的会自动衰变,并且可以通过多种方式进行,所以通常说的粒子寿命(τ)是指它的平均寿命,对不稳定粒子通常用宽度 Γ 来表示它的寿命 $\Gamma = \frac{1}{\tau}$.

[2] 数据见 Phy Rev Lett, 1980. Vol 45(222)

二、轻子：它们的质量都比较轻（不过最近发现的重轻子 τ 却相当重）。轻子不参与强相互作用，但是轻子和轻子、轻子和强子之间有弱相互作用和电磁相互作用。现有轻子的自旋都是 $\frac{1}{2} \hbar$ ，而且目前还没有发现轻子的内部有结构。

三、光子：光子是传递电磁相互作用的媒介。只参与电磁相互作用。光子的静止质量为零，它是不带电的稳定粒子。光子的自旋为 \hbar ，宇称为负。

下面列出基本粒子大家庭中寿命较长（弱作用衰变和电磁作用衰变）的稳定粒子表，这些成员在基本粒子研究中是经常见到的。寿命更短的强作用衰变的共振老粒子数目更多，不在这儿列出。