

贴片陶瓷电容的 NPO、C0G、X7R、X5R、Y5V、Z5U 辨析

(2012-3-13 09:18)

NPO 与 X7R、X5R、Y5V、Z5U 神马的有啥区别？

主要是介质材料不同。不同介质种类由于它的主要极化类型不一样，其对电场变化的响应速度和极化率亦不一样。在相同的体积下的容量就不同，随之带来的电容器的介质损耗、容量稳定性等也就不同。介质材料划按容量的温度稳定性可以分为两类，即 I 类陶瓷电容器和 II 类陶瓷电容器，NPO 属于 I 类陶瓷，而其他的 X7R、X5R、Y5V、Z5U 等都属于 II 类陶瓷。

介质类型	TCC 特性	主要极化类型	极化率对比 (ϵ 值)	电场响应速度
I 类介电陶瓷	C0G	离子极化	较小<100	很快
II 类介电陶瓷	X7R	铁电畴	较大 1000~5000	较慢
	Y5V(Z5U)	铁电畴	很大>10000	慢

什么是 I 类陶瓷，有什么特点？

I 类陶瓷电容器 (Class I ceramic capacitor)，过去称高频陶瓷电容器 (High-frequency ceramic capacitor)，介质采用非铁电（顺电）配方，以 TiO_2 为主要成分（介电常数小于 150），因此具有最稳定的性能；或者通过添加少量其他（铁电体）氧化物，如 CaTiO_3 或 SrTiO_3 ，构成“扩展型”温度补偿陶瓷，则可表现出近似线性的温度系数，介电常数增加至 500。这两种介质损耗小、绝缘电阻高、温度特性好。特别适用于振荡器、谐振回路、高频电路中的耦合电容，以及其他要求损耗小和电容量稳定的电路，或用于温度补偿。

I 类陶瓷的温度特性怎么表示

I 类陶瓷的温度容量特性 (TCC) 非常小，单位往往在 $\text{ppm}/^\circ\text{C}$ ，容量较基准值的变化往往远小于 1 皮法。美国电子工业协会 (EIA) 标准采用“字母+数字+字母”这种代码形式来表示 I 类陶瓷温度系数。比如常见的 C0G。

C0G 代表的温度系数究竟是多少？

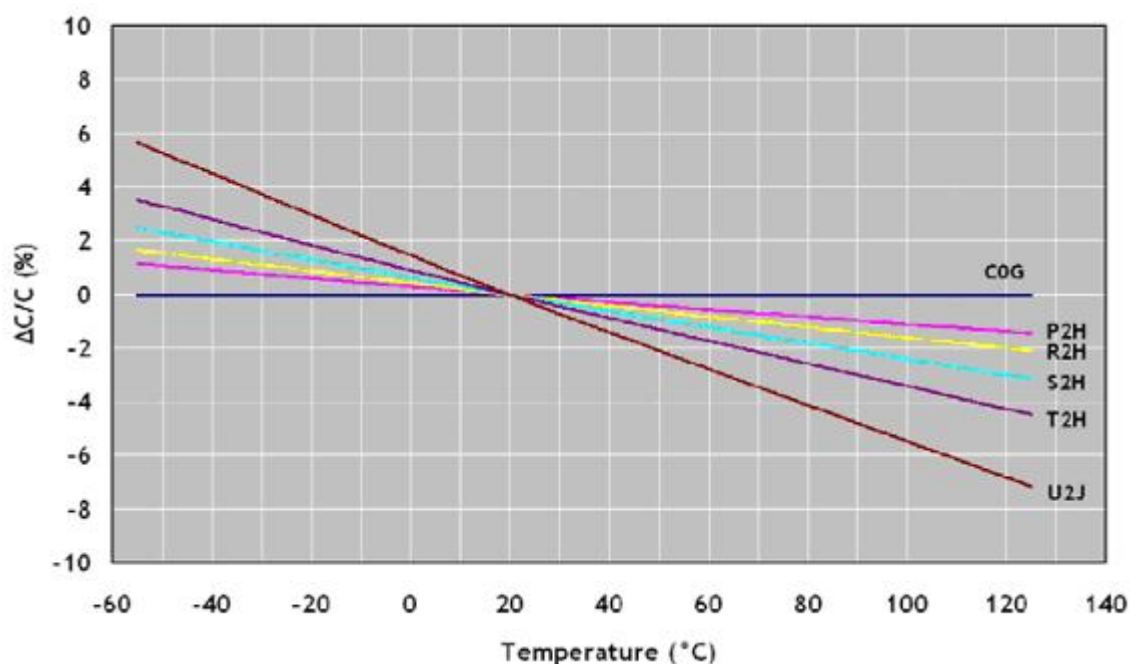
C 表示电容温度系数的有效数字为 0 $\text{ppm}/^\circ\text{C}$

0 表示有效数字的倍乘因数为 -1（即 10 的 0 次方）

G 表示随温度变化的容差为 $\pm 30\text{ppm}$

Significant figure of temp. coeff. of Cap. (ppm/°C)	Symbol	Multiplier applied to significant figure	Symbol	Tolerance of temp. coeff. (ppm)	Symbol
0	C	-1	0	±30	G
0.3	B	-10	1	±60	H
0.8	H	-100	2	±120	J
0.9	A	-1000	3	±250	K
1.0	M	-10000	4	±500	L
1.5	P	1	5	±1000	M
2.2	R	10	6	±2500	N
3.3	S	100	7		
4.7	T	1000	8		
7.5	U	10000	9		

计算下来，C0G 电容最终的 TCC 为： $0 \times (-1) \text{ ppm/}^\circ\text{C} \pm 30 \text{ ppm/}^\circ\text{C}$ 。而相应的其他 I 类陶瓷的温度系数，例如 U2J 电容，计算下来则为： $-750 \text{ ppm/}^\circ\text{C} \pm 120 \text{ ppm/}^\circ\text{C}$ 。



NPO 和 C0G 是同一种电容吗？

NPO 是美国军用标准（MIL）中的说法，其实应该是 NP0（零），但一般大家习惯写成 NPO（欧）。这是 Negative-Positive-Zero 的简写，用来表示的温度特性。说明 NPO 的电容量温度特性很好，不随正负温度变化而出现容值漂移。

从前面我们已经知道，C0G 是 I 类陶瓷中温度稳定性最好的一种，温度特性近似为 0，满足“负-正-零”的含义。所以 C0G 其实和 NPO 是一样的，只不过是两个标准的两种表示方法（当然，容值更小、精度略差一点的 C0K、C0J 等也是 NPO 电容）。类似的，U2J 对应于 MIL 标准中的组别代码为 N750。

代码	电容器温度特性		标称电容量			
	组别	温度系数	0.5~2pF	2.1~3.9pF	4.0~9.9pF	>10pF
			温度系数允许偏差 (25℃~85℃)			
C0	NP0	0	K (±250)	J (±120)	H (±60)	G (±30)
S1	N033	-33	K (±250)	J (±120)	H (±60)	G (±30)
U1	N075	-75	K (±250)	J (±120)	H (±60)	G (±30)
P2	N150	-150	K (±250)	J (±120)	H (±60)	G (±30)
R2	N220	-220	K (±250)	J (±120)	H (±60)	G (±30)
S2	N330	-330	K (±250)	J (±120)	H (±60)	H (±60)
T2	N470	-470	K (±250)	J (±120)	J (±120)	H (±60)
U2	N750	-750	K (±250)	J (±120)	J (±120)	J (±120)
P3	N1500	-1500	K (±250)	K (±250)	K (±250)	K (±250)
R3	N2200	-2200	L (±500)	L (±500)	L (±500)	L (±500)
S3	N3300	-3300	L (±500)	L (±500)	L (±500)	L (±500)
T3	N4700	-4700	M (±1000)	M (±1000)	M (±1000)	M (±1000)

什么是Ⅱ类陶瓷，有什么特点？

Ⅱ类陶瓷电容器 (Class II ceramic capacitor) 过去称为为低频陶瓷电容器 (Low frequency ceramic capacitor)，指用铁电陶瓷作介质的电容器，因此也称铁电陶瓷电容器。这类电容器的比电容大，电容量随温度呈非线性变化，损耗较大，常在电子设备中用于旁路、耦合或用于其它对损耗和电容量稳定性要求不高的电路中。其中Ⅱ类陶瓷电容器又分为稳定级和可用级。X5R、X7R 属于Ⅱ类陶瓷的稳定级，而 Y5V 和 Z5U 属于可用级。

X5R、X7R、Y5V、Z5U 之间的区别是什么？

区别主要还在于温度范围和容值随温度的变化特性上。下表提示了这些代号的含义。

Low Temp.	Symbol	High Temp.	Symbol	Max. Cap. change over temp. range (%)	Symbol
+10	Z	+45	2	±1.0	A
-30	Y	+65	4	±1.5	B
-55	X	+85	5	±2.2	C
		+105	6	±3.3	D
		+125	7	±4.7	E
		+150	8	±7.5	F
		+200	9	±10	P
				±15	R
				±22	S
				+22 to -33	T
				+22 to -56	U
				+22 to -82	V

以 X7R 为例。

X 代表电容最低可工作在 -55℃

7 代表电容最高可工作在 +125℃

R 代表容值随温度的变化为 ±15%

同样的, Y5V 正常工作温度范围在 -30℃~+85℃, 对应的电容容量变化为 +22~-82%; 而 Z5U 正常工作温度范围在 +10℃~+85℃, 对应的电容容量变化为 +22~-56%。

