

A. 多层瓷介电容器的特点

多层瓷介电容器是一种无机介质电容器，具有比容大、寿命长、可靠性高等特点，在电子领域得到了广泛的应用。按照介质类型多层瓷介电容器分为Ⅰ类、Ⅱ类：

- Ⅰ类多层瓷介电容器：用在低损耗、电容量稳定性高或要求温度系数有明确规定的谐振电路中。
- Ⅱ类多层瓷介电容器：适用于作旁路、滤波和非关键耦合或用在对损耗、电容量稳定性要求不高的电路中，具有高介电常数，该类陶瓷介质是以在类别温度范围内电容量非线性变化来表征。

B. 多层瓷介电容器的主要参数

1 电容量温度系数

仅适用于Ⅰ类瓷介电容器，指在规定的温度范围内测得的电容量随温度的变化率。通常用 $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 表示。
表示方法对照如下：

本目录		EIA	
代码	温度系数及允许偏差($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	代码	温度系数及允许偏差($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)
CG	0 ± 30	C0G (NP0)	0 ± 30
BC			
BA	100 ± 30	M7G	100 ± 30
CH	0 ± 60	CH	0 ± 60

2 电容量温度特性

仅适用于Ⅱ类瓷介电容器，指在一个不超出类别温度范围的给定温度范围内，所出现的电容量最大可逆变化。温度特性通常以 20°C (25°C) 为基准温度的电容量的百分比表示。

表示方法对照如下：

本目录		类别温度范围	使用温度范围	美国标准		类别温度范围
代码	容量最大允许变化	-55℃~125℃	-55℃~125℃	代码	容量最大允许变化	-55℃~125℃
BX	± 15%			X7S	± 22%	
2X1	± 15%			X7R	± 15%	
2C1	± 20%			Y5U	+22/-56%	-30℃~85℃
2R1	± 15%			X5R	± 15%	-55℃~85℃
2E4	+22/-56%	-25℃~85℃	X5S	± 22%		
2R2	± 15%	-55℃~85℃				
2C2	± 20%	-55℃~85℃				

3 额定电压 (U_R)

在上下限类别温度之间的任一温度下，可以连续施加在电容器上的最大直流电压或脉冲电压的峰值。
在本目录中的多层瓷介电容器的额定电压标志方法采用直标法或代号法。

4 标称电容量 (C_R)

指电容器设计所确定的和通常在电容器上所标出的电容量值。

电容器的标称电容量应优先采用表1所列的数值，或该数值的 10^n 倍 (n 为正、负整数)。

表1 标称电容量的优选值

E3	1.0				2.2				4.7			
E6	1.0		1.5		2.2		3.3		4.7		6.8	
E12	1.0	1.2	1.5	1.8	2.2	2.7	3.3	3.9	4.7	5.6	6.8	8.2
E24	1.0	1.1	1.5	1.6	2.2	2.4	3.3	3.6	4.7	5.1	6.8	7.5
	1.2	1.3	1.8	2.0	2.7	3.0	3.9	4.3	5.6	6.2	8.2	9.1

本目录中的标称电容量采用三位数表示法：第1、2位数代表电容量的有效值，第3位代表有效值后的0的个数，单位为“pF”。如 333=33000pF，如果小于10pF，则采用R代表小数点，如0R5=0.5pF。

5 电容量允许偏差

指电容器实际电容量相对标称电容量可允许的最大偏差。

表2 电容量最大允许偏差及其代码

$C_R < 10\text{pF}$		$C_R \geq 10\text{pF}$					
代码	允许偏差(pF)	代码	允许偏差(%)	代码	允许偏差(%)	代码	允许偏差(%)
B	± 0.1	F	± 1	K	± 10	Z	+80/-20
C	± 0.25	G	± 2	M	± 20		
D	± 0.5	J	± 5	S	+50/-20		

6 电容器的等效电路

电容器的等效电路(如图1)

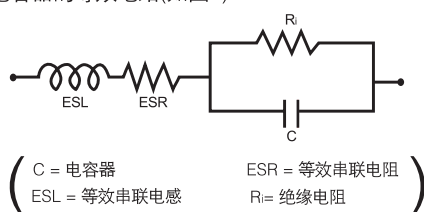


图1

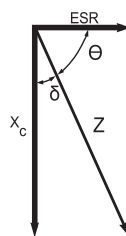


图2

全阻抗：电容器的全阻抗可以如下表示：

$$Z = \sqrt{ESR^2 + (X_L - X_C)^2}$$

其中：Z = 全阻抗 ESR = 等效串联电阻
 X_C = 容抗 = $1/(2\pi fC)$ X_L = 感抗 = $(2\pi fL)$

损耗角正切是在规定频率的正弦电压下，电容器的损耗功率除以电容器的无功功率。(见图2)

$$\tan \delta = \frac{\text{损耗功率}}{\text{无功功率}} = \frac{ESR}{X_C}$$

7 耐电压

表示电容器在规定条件和时间内，介质承受电压作用而不发生击穿与飞弧的能力。

8 绝缘电阻 (R_i)

电容器引出端之间的直流电阻值，它是对电容器在额定直流电压作用下介质抗漏电流能力的度量。

C. 多层瓷介电容器的选型

1 根据使用电路的要求和特点选择适合的产品型号及尺寸，有引线多层瓷介电容器选择时应注意引线间距。

2 工作电压：

指可持续施加在电容器两端的直流电压与交流电压峰值之和，在选用电容器时应确保施加在电容器上的工作电压不大于电容器的额定电压。

3 工作温度：

指电容器工作时的环境温度，它等于机内环境温度与电容器温升之和。电容器的工作温度应不超过其使用温度范围。

4 工作频率：

根据电容器的等效电路（图1）可以得到电容器的自谐振频率为： $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ （L为等效串联电感，C为电容量）。

当 $f < f_0$ 时，电容器呈容性；

当 $f = f_0$ 时，电容器呈阻性；

当 $f > f_0$ 时，电容器呈感性。

为保证电容器呈容性，电容器的工作频率应远小于其自谐振频率 f_0 。

5 质量等级：

我公司产品的质量等级依据执行的标准分为： Δ （失效率六级）、M/K、J/K、G+、G、F、J、JS等，可供用户根据电路要求及使用场合进行选用。

6 失效率等级：

在规定置信水平下的最大失效率，通常以每试验1000h的失效百分数来表示（%/1000h）。

其中失效率五级（M）：1%/1000h、六级（P）：0.1%/1000h、七级（R）：0.01%/1000h、八级（S）：0.001%/1000h

7 替代使用：

电容器的替代使用一般可遵循“以高代低”的原则，即额定电压高的代替额定电压低的，以容量精度高的代替容量精度低的，以容量随温度变化率小的代替变化率大的，高质量等级代替低质量等级等。

D. 多层瓷介电容器的安装

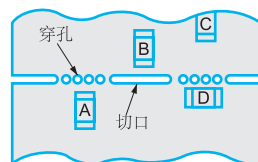
陶瓷性脆，安装不当可能造成短路或（及）冒烟。

1 片式电容器安装

（1）位置的设计：



电容器抗应力能力： $A < B$



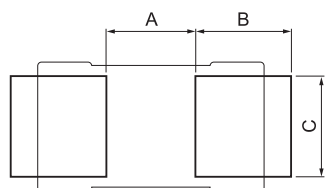
电容器抗应力能力： $B, D > A, C$

（2）PCB设计

a. 焊盘推荐

片式电容器直接贴装在基板上，容易受到弯曲应力的影响，而且它对机械和热应力更为敏感，因此在进行PCB设计时请注意焊盘的设计和电容器在PCB上的布局。

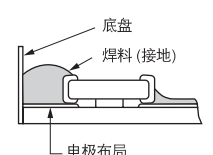
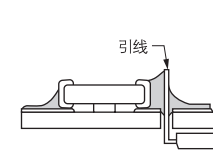
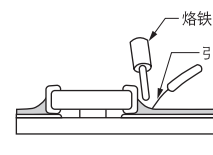
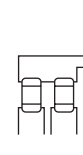
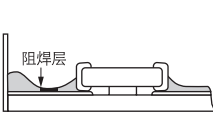
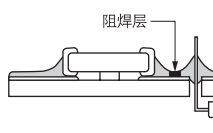
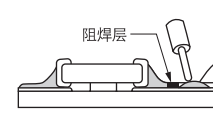

焊盘的设计对焊点大小影响很大，请按照下列推荐的焊盘尺寸进行设计：



推荐瓷介电容器焊盘 (单位: mm)

尺寸代号	回流焊接			波峰流焊		
	A	C	B	A	C	B
0402	0.28	0.74	0.93	不推荐		
0603	0.68	1.08	1.05	0.68	0.80	1.25
0805	0.70	1.60	1.30	0.70	1.10	1.50
1206	1.50	2.00	1.50	1.50	1.40	1.70
1210	1.50	2.90	1.50	1.50	2.00	1.70
1808	2.30	2.40	1.80	不推荐		
1812	2.30	3.70	1.80			
1825	2.30	6.90	1.80			
2220	3.30	5.50	1.85			
2225	3.30	6.80	1.85			

b. 电容器布局

	靠近底盘贴装	片式电容器和有引线元件靠近	片式电容器贴装后焊接有引线元件	横向贴装
不正确				
正确				

(3) 焊接

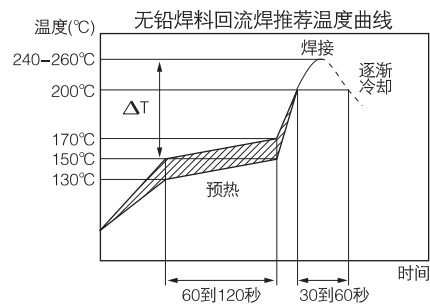
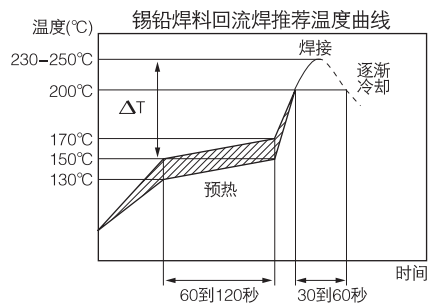
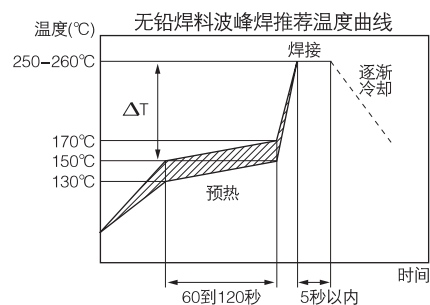
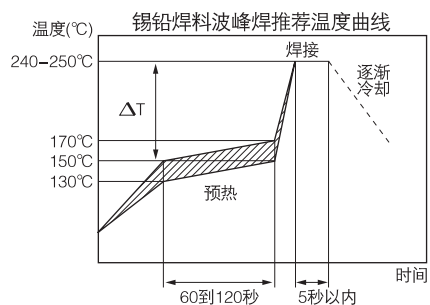
片式瓷介电容器选用的最佳焊接方式是回流焊, 手工焊接时应注意:

焊接前应对多层片式瓷介电容器进行预热, 预热温度由60℃逐渐到150℃。

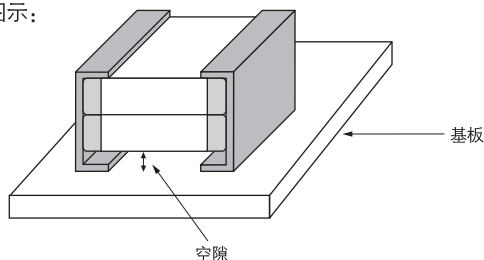
烙铁功率不大于20W, 烙铁头尖端直径不超过3mm, 烙铁头的温度不超过280℃, 焊接时间不超过5秒。

烙铁头不允许直接接触电容器本体。

严禁自行堆叠焊接。



叠层产品焊接图示：



- 注意事项：**
1. 焊接面必须是电容器与基板间有空隙的一面。
 2. 为了获得更好的抗温度冲击性能，焊接时应注意防止焊锡进入金属盖内侧。

(4) PCB板的分离

多拼PCB板分离时产生的弯曲可能会导致电容器的破损或焊缝开裂，因此PCB板分离必须使用专用工具而不应手工分离。

2 有引线电容器安装

有引线的电容器推荐采用波峰焊接。

在进行手工焊接时，应注意烙铁功率不大于25W，烙铁头温度不超过280℃，焊接时间不超过5秒。

E. 多层瓷介电容器的贮存

电容器处于高温、潮湿或暴露于有腐蚀性气体的环境时其可焊性会降低。请将其在5℃~40℃、相对湿度低于70%的条件下贮存。

电容器尽量在发货之日算起一年内使用，如果超过了这个期限，在使用电容器之前对其可焊性进行检验。

陶瓷性脆、韧性低，请轻拿轻放，以免跌落。**请勿使用跌落在地的产品。**

F. 常见问题解答

1 为什么在测量大容量多层瓷介电容器时，容量的读数会偏低？

测试电压和频率对大容量多层瓷介电容器的电容量测试值影响较大。在实际测量电容器的容量时请检查设置的电压是否在规定的范围内，当测量读数偏低时可以用万用表确认两个测量端子之间的电压是否在允许范围内。若使用的仪表为 Agilent LCR 4284A 请打开Automatic Level Control (ALC) 功能。

测试频率对电容器的容值读数亦非常重要，请在测试时确认测试频率。

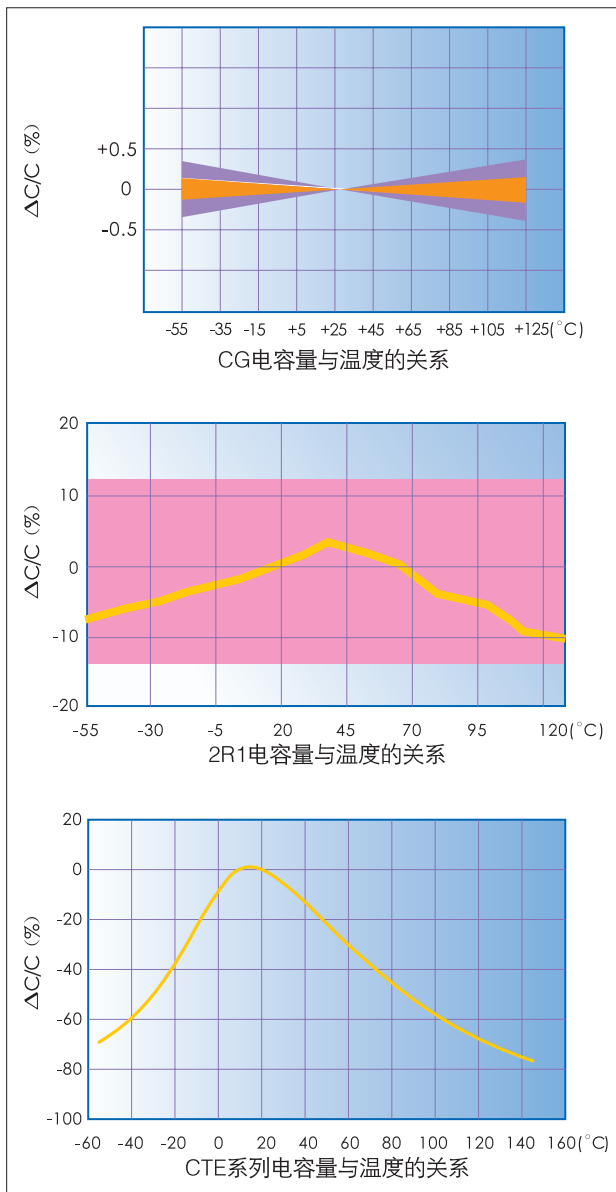
产品	测试频率	测试电压
CT41、CT4 ($C \leq 10 \mu F$)	1kHz $\pm 20\%$	1 ± 0.2 Vrms
CT41、CT4 ($C > 10 \mu F$)	120Hz $\pm 10\%$	0.5 ± 0.1 Vrms
CTE41、CTE4、CTE41P ($C < 100 \mu F$)	1kHz $\pm 20\%$	1 ± 0.2 Vrms
CTE41、CTE4、CTE41P ($C \geq 100 \mu F$)	120Hz $\pm 10\%$	1 ± 0.2 Vrms

2 为什么 II 类瓷介电容器放置一段时间后其容值会发生下降？如何处理？

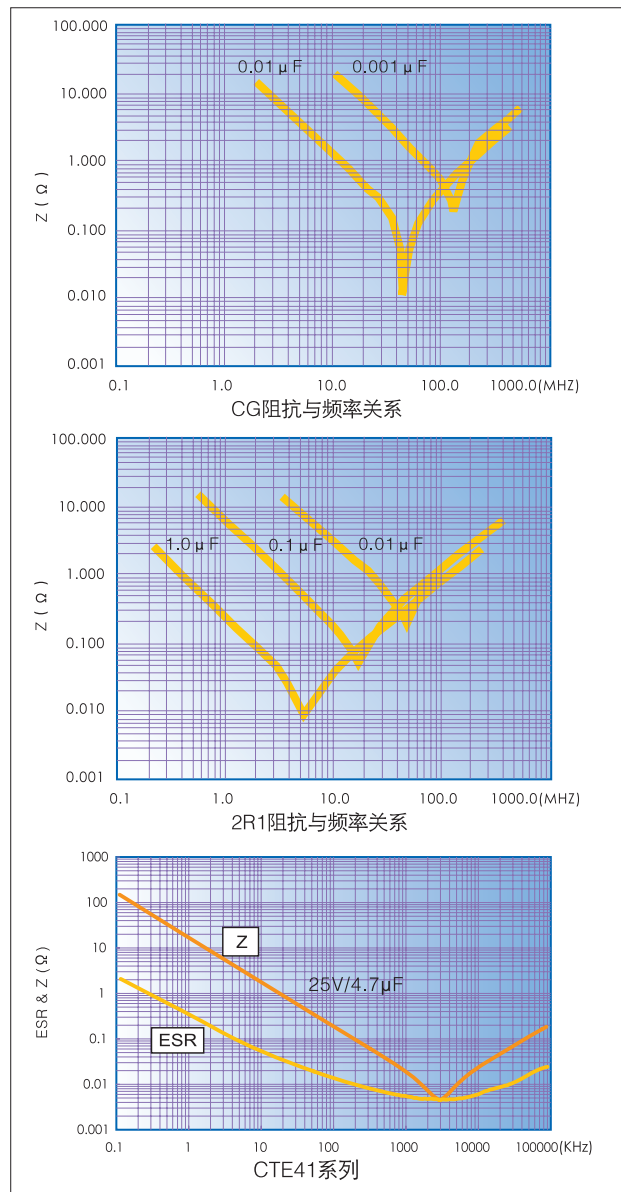
II 类瓷介电容器由于介质特性所致，电容量会随放置时间的延长而减小。根据温度特性的不同，电容量减小的速率也不同，这就是通常称作的 II 类瓷介电容器电容量的老化。但如果将电容器加热至高于居里温度的某一个温度，则会起到消除老化的作用，即通过去老化而使电容量减小的部分恢复，而在电容器再次冷却时，会重新开始老化。一般去老化的方法为：在150℃烘箱里放置1h，然后在常温下恢复24h。

G. 多层瓷介电容器典型特性曲线示意图

1 温度特性



2 阻抗特性



3 频率特性

