

## 电容的型号命名: capacitance

1) 各国电容器的型号命名很不统一, 国产电容器的命名由四部分组成:

第一部分: 用字母表示名称, 电容器为 C。

第二部分: 用字母表示材料。

第三部分: 用数字表示分类。

第四部分: 用数字表示序号。

2) 电容的标志方法:

(1) 直标法: 用字母和数字把型号、规格直接标在外壳上。

(2) 文字符号法: 用数字、文字符号有规律的组合来表示容量。文字符号表示其电容量的单位: P、N、 $\mu$ 、m、F 等。和电阻的表示方法相同。标称允许偏差也和电阻的表示方法相同。小于 10pF 的电容, 其允许偏差用字母代替: B—— $\pm 0.1\text{pF}$ , C—— $\pm 0.2\text{pF}$ , D—— $\pm 0.5\text{pF}$ , F—— $\pm 1\text{pF}$ 。

(3) 色标法: 和电阻的表示方法相同, 单位一般为 pF。小型电解电容器的耐压也有用色标法的, 位置靠近正极引出线的根部, 所表示的意义如下表所示:

颜色 黑 棕 红 橙 黄 绿 蓝 紫 灰

耐压 4V 6.3V 10V 16V 25V 32V 40V 50V 63V

(4) 进口电容器的标志方法: 进口电容器一般有 6 项组成。

第一项: 用字母表示类别:

第二项: 用两位数字表示其外形、结构、封装方式、引线开始及与轴的关系。

第三项: 温度补偿型电容器的温度特性, 有用字母的, 也有用颜色的, 其意义如下表所示:

序号 字母 颜色 温度系数 允许偏差 字母 颜色 温度系数 允许偏差

1 A 金 +100 R 黄 -220

2 B 灰 +30 S 绿 -330

3 C 黑 0 T 蓝 -470

4 G  $\pm 30$  U 紫 -750

5 H 棕 -30  $\pm 60$  V -1000

6 J  $\pm 120$  W -1500

7 K  $\pm 250$  X -2200

8 L 红 -80  $\pm 500$  Y -3300

9 M  $\pm 1000$  Z -4700

10 N  $\pm 2500$  SL +350~-1000

11 P 橙 -150 YN -800~-5800

备注: 温度系数的单位  $10e^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ; 允许偏差是 %。

第四项: 用数字和字母表示耐压, 字母代表有效数值, 数字代表被乘数的 10 的幂。

第五项：标称容量，用三位数字表示，前两位为有效数值，第三位为是 10 的幂。当有小数时，用 R 或 P 表示。

普通电容器的单位是 pF，电解电容器的单位是 uF。

第六项：允许偏差。用一个字母表示，意义和国产电容器的相同。

也有用色标法的，意义和国产电容器的标志方法相同。

### 3. 电容的主要特性参数：

(1) 容量与误差：实际电容量和标称电容量允许的最大偏差范围。一般分为 3 级：I 级 $\pm 5\%$ ，II 级 $\pm 10\%$ ，III 级 $\pm 20\%$ 。在有些情况下，还有 0 级，误差为 $\pm 20\%$ 。

精密电容器的允许误差较小，而电解电容器的误差较大，它们采用不同的误差等级。

常用的电容器其精度等级和电阻器的表示方法相同。用字母表示：D——005 级—— $\pm 0.5\%$ ；F——01 级—— $\pm 1\%$ ；G——02 级—— $\pm 2\%$ ；J——I 级—— $\pm 5\%$ ；K——II 级—— $\pm 10\%$ ；M——III 级—— $\pm 20\%$ 。

(2) 额定工作电压：电容器在电路中能够长期稳定、可靠工作，所承受的最大直流电压，又称耐压。对于结构、介质、容量相同的器件，耐压越高，体积越大。

(3) 温度系数：在一定温度范围内，温度每变化  $1^{\circ}\text{C}$ ，电容量的相对变化值。温度系数越小越好。

(4) 绝缘电阻：用来表明漏电大小的。一般小容量的电容，绝缘电阻很大，在几百兆欧姆或几千兆欧姆。电解电容的绝缘电阻一般较小。相对而言，绝缘电阻越大越好，漏电也小。

(5) 损耗：在电场的作用下，电容器在单位时间内发热而消耗的能量。这些损耗主要来自介质损耗和金属损耗。通常用损耗角正切值来表示。

(6) 频率特性：电容器的电参数随电场频率而变化的性质。在高频条件下工作的电容器，由于介电常数在高频时比低频时小，电容量也相应减小。损耗也随频率的升高而增加。另外，在高频工作时，电容器的分布参数，如极片电阻、引线和极片间的电阻、极片的自身电感、引线电感等，都会影响电容器的性能。所有这些都使得电容器的使用频率受到限制。

不同品种的电容器，最高使用频率不同。小型云母电容器在 250MHZ 以内；圆片型瓷介电容器为 300MHZ；圆管型瓷介电容器为 200MHZ；圆盘型瓷介可达 3000MHZ；小型纸介电容器为 80MHZ；中型纸介电容器只有 8MHZ。

### 贴片电容的命名方法

单片陶瓷电容器(通称贴片电容)是目前用量比较大的常用元件，就 AVX 公司生产的贴片电容来讲有 NP0、X7R、Z5U、Y5V 等不同的规格，不同的规格有不同的用途。下面我们仅就常用的 NP0、X7R、Z5U 和 Y5V 来介绍一下它们的性能和应用以及采购中应注意的订货事项以引起大家的注意。不同的公司对于上述不同性能的电容器可能有不同的命名方法，这里我们引用的是 AVX 公司的命名方法，其他公司的产品请参照该公司的产品手册。

NP0、X7R、Z5U 和 Y5V 的主要区别是它们的填充介质不同。在相同的体积下由于填充介质不同所组成的电容器的容量就不同，随之带来的电容器的介质损耗、容量稳定性等也就不同。所以在

使用电容器时应根据电容器在电路中作用不同来选用不同的电容器。

### 一 NPO 电容器

NPO 是一种最常用的具有温度补偿特性的单片陶瓷电容器。它的填充介质是由铷、钇和一些其它稀有氧化物组成的。

NPO 电容器是电容量和介质损耗最稳定的电容器之一。在温度从 $-55^{\circ}\text{C}$ 到 $+125^{\circ}\text{C}$ 时容量变化为 $0 \pm 30\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$ ，电容量随频率的变化小于 $\pm 0.3 \Delta C$ 。NPO 电容的漂移或滞后小于 $\pm 0.05\%$ ，相对大于 $\pm 2\%$ 的薄膜电容来说是可以忽略不计的。其典型的容量相对使用寿命的变化小于 $\pm 0.1\%$ 。NPO 电容器随封装形式不同其电容量和介质损耗随频率变化的特性也不同，大封装尺寸的要比小封装尺寸的频率特性好。下表给出了 NPO 电容器可选取的容量范围。

封装 DC=50V DC=100V

0805 0.5---1000pF 0.5---820pF

1206 0.5---1200pF 0.5---1800pF

1210 560---5600pF 560---2700pF

2225 1000pF---0.033  $\mu\text{F}$  1000pF---0.018  $\mu\text{F}$

NPO 电容器适合用于振荡器、谐振器的槽路电容，以及高频电路中的耦合电容。

### 二 X7R 电容器

X7R 电容器被称为温度稳定型的陶瓷电容器。当温度在 $-55^{\circ}\text{C}$ 到 $+125^{\circ}\text{C}$ 时其容量变化为 $15\%$ ，需要注意的是此时电容器容量变化是非线性的。

X7R 电容器的容量在不同的电压和频率条件下是不同的，它也随时间的变化而变化，大约每 10 年变化 $1\% \Delta C$ ，表现为 10 年变化了约 $5\%$ 。

X7R 电容器主要应用于要求不高的工业应用，而且当电压变化时其容量变化是可以接受的条件。它的主要特点是在相同的体积下电容量可以做的比较大。下表给出了 X7R 电容器可选取的容量范围。

封装 DC=50V DC=100V

0805 330pF---0.056  $\mu\text{F}$  330pF---0.012  $\mu\text{F}$

1206 1000pF---0.15  $\mu\text{F}$  1000pF---0.047  $\mu\text{F}$

1210 1000pF---0.22  $\mu\text{F}$  1000pF---0.1  $\mu\text{F}$

2225 0.01  $\mu\text{F}$ ---1  $\mu\text{F}$  0.01  $\mu\text{F}$ ---0.56  $\mu\text{F}$

### 三 Z5U 电容器

Z5U 电容器称为“通用”陶瓷单片电容器。这里首先需要考虑的是使用温度范围，对于 Z5U 电容器主要的是它的小尺寸和低成本。对于上述三种陶瓷单片电容来说在相同的体积下 Z5U 电容器有最大的电容量。但它的电容量受环境和工作条件影响较大，它的老化率最大可达每 10 年下降 $5\%$ 。

尽管它的容量不稳定，由于它具有小体积、等效串联电感（ESL）和等效串联电阻（ESR）低、良好的频率响应，使其具有广泛的应用范围。尤其是在退耦电路的应用中。下表给出了 Z5U 电容器的取值范围。

封装 DC=25V DC=50V

0805 0.01  $\mu$ F---0.12  $\mu$ F 0.01  $\mu$ F---0.1  $\mu$ F

1206 0.01  $\mu$ F---0.33  $\mu$ F 0.01  $\mu$ F---0.27  $\mu$ F

1210 0.01  $\mu$ F---0.68  $\mu$ F 0.01  $\mu$ F---0.47  $\mu$ F

2225 0.01  $\mu$ F---1  $\mu$ F 0.01  $\mu$ F---1  $\mu$ F

Z5U 电容器的其他技术指标如下：

工作温度范围 +10 $^{\circ}$ C --- +85 $^{\circ}$ C

温度特性 +22% ---- -56%

介质损耗 最大 4%

#### 四 Y5V 电容器

Y5V 电容器是一种有一定温度限制的通用电容器，在-30 $^{\circ}$ C 到 85 $^{\circ}$ C 范围内其容量变化可达+22%到-82%。

Y5V 的高介电常数允许在较小的物理尺寸下制造出高达 4.7  $\mu$ F 电容器。

Y5V 电容器的取值范围如下表所示

封装 DC=25V DC=50V

0805 0.01  $\mu$ F---0.39  $\mu$ F 0.01  $\mu$ F---0.1  $\mu$ F

1206 0.01  $\mu$ F---1  $\mu$ F 0.01  $\mu$ F---0.33  $\mu$ F

1210 0.1  $\mu$ F---1.5  $\mu$ F 0.01  $\mu$ F---0.47  $\mu$ F

2225 0.68  $\mu$ F---2.2  $\mu$ F 0.68  $\mu$ F---1.5  $\mu$ F

Y5V 电容器的其他技术指标如下：

工作温度范围 -30 $^{\circ}$ C --- +85 $^{\circ}$ C

温度特性 +22% ---- -82%

介质损耗 最大 5%

贴片电容器命名方法可到 AVX 网站上找到。不同的公司命名方法可能略有不同

## 常见电容类型和用途

<p>1) 名称: 聚酯(涤纶)电容 (CL)          电容量: 40p--4u          额定电压: 63--630V          主要特点: 小体积, 大容量, 耐热耐湿, 稳定性差          应用: 对稳定性和损耗要求不高的低频电路</p>	<p>2) 名称: 聚苯乙烯电容 (CB)          电容量: 10p--1u          额定电压: 100V--30KV          主要特点: 稳定, 低损耗, 体积较大          应用: 对稳定性和损耗要求较高的电路</p>
<p>3) 名称: 聚丙烯电容 (CBB)          电容量: 1000p--10u          额定电压: 63--2000V          主要特点: 性能与聚苯相似但体积小, 稳定性略差          应用: 代替大部分聚苯或云母电容, 用于要求较高的电路</p>	<p>4) 名称: 云母电容 (CY)          电容量: 10p--0.1u          额定电压: 100V--7kV          主要特点: 高稳定性, 高可靠性, 温度系数小          应用: 高频振荡, 脉冲等要求较高的电路</p>
<p>5) 名称: 高频瓷介电容 (CC)          电容量: 1--6800p          额定电压: 63--500V          主要特点: 高频损耗小, 稳定性好          应用: 高频电路</p>	<p>6) 名称: 低频瓷介电容 (CT)          电容量: 10p--4.7u          额定电压: 50V--100V          主要特点: 体积小, 价廉, 损耗大, 稳定性差          应用: 要求不高的低频电路</p>
<p>7) 名称: 玻璃釉电容 (CI)          电容量: 10p--0.1u          额定电压: 63--400V          主要特点: 稳定性较好, 损耗小, 耐高温(200度)          应用: 脉冲、耦合、旁路等电路</p>	<p>8) 名称: 铝电解电容          电容量: 0.47--10000u          额定电压: 6.3--450V          主要特点: 体积小, 容量大, 损耗大, 漏电流大          应用: 电源滤波, 低频耦合, 去耦, 旁路等</p>
<p>9) 名称: 钽电解电容 (CA) 铌电解电容 (CN)          电容量: 0.1--1000u          额定电压: 6.3--125V          主要特点: 损耗、漏电流小于铝电解电容          应用: 在要求高的电路中代替铝电解电容</p>	<p>10) 名称: 空气介质可变电容器          可变电容量: 100--1500p          主要特点: 损耗小, 效率高; 可根据要求制成直线式、直线波长式、直线频率式及对数式等          应用: 电子仪器, 广播电视设备等</p>
<p>11) 名称: 薄膜介质可变电容器          可变电容量: 15--550p          主要特点: 体积小, 重量轻; 损耗比空气介质的          应用: 通讯, 广播接收机等</p>	<p>12) 名称: 薄膜介质微调电容器 :          可变电容量: 1--29p          主要特点: 损耗较大, 体积小          应用: 收录机, 电子仪器等电路作电路补偿</p>
<p>13) 名称: 陶瓷介质微调电容器          可变电容量: 0.3--22p          主要特点: 损耗较小, 体积较小          应用: 精密调谐的高频振荡回路</p>	
<p>14) 名称: 独石电容          电容量大、体积小、可靠性高、电容量稳定, 耐高温耐湿性好等。          应用范围: 广泛应用于电子精密仪器。各种小型电子设备作谐振、耦合、滤波、旁路。          容量范围: 0.5PF--1UF          耐压: 二倍额定电压。          独石又叫多层瓷介电容, 分两种类型, I型性能挺好, 但容量小, 一般小于0.2U, 另一种叫II型, 容量大, 但性能一般。独石电容最大的缺点是温度系数很高, 做振荡器的稳漂让人受不了, 我们做的一个555振荡器, 电容刚好在7805旁边, 开机后, 用示波器看频率, 眼看着就慢慢变化, 后来换成涤纶电容就好多了。          就温漂而言:          独石为正温系数+130左右, CBB为负温系数-230, 用适当比例并联使用, 可使温漂降到很小。          就价格而言:          钽, 铌电容最贵, 独石, CBB较便宜, 瓷片最低, 但有种高频零温漂黑点瓷片稍贵。云母电容Q值较高, 也稍贵。</p>	

电解电容的设计，一点小经验：

1. 电解电容在滤波电路中根据具体情况取电压值为噪声峰值的 1.2--1.5 倍，并不根据滤波电路的额定值；
2. 电解电容的正下面不得有焊盘和过孔。
3. 电解电容不得和周边的发热元件直接接触。

电路设计

(4) 铝电解电容分正负极，不得加反向电压和交流电压，对可能出现反向电压的地方应使用无极性电容。

(5) 对需要快速充放电的地方，不应使用铝电解电容器，应选择特别设计的具有较长寿命的电容器。

(6) 不应使用过载电压

1. 直流电压与纹波电压叠加后的峰值电压低于额定值。

2. 两个以上电解电容串联的时候要考虑使用平衡电阻器，使得各个电容上的电压在其额定的范围内。

内。

(9) 设计电路板时，应注意电容齐防爆阀上端不得有任何线路，，并应留出 2mm 以上的空隙。

(10) 电解也主要化学溶剂及电解纸为易燃物，且电解液导电。当电解液与 pc 板接触时，可能腐蚀 pc 板上的线路。，以致生烟或着火。因此在电解电容下面不应有任何线路。

(11) 设计线路板向背应确认发热元器件不靠近铝电解电容或者电解电容的

电容的型号命名：

1) 各国电容器的型号命名很不统一，国产电容器的命名由四部分组成：

第一部分：用字母表示名称，电容器为 C。

第二部分：用字母表示材料。

第三部分：用数字表示分类。

第四部分：用数字表示序号。

2) 电容的标志方法：

(1) 直标法：用字母和数字把型号、规格直接标在外壳上。

(2) 文字符号法：用数字、文字符号有规律的组合来表示容量。文字符号表示其电容量的单位：P、N、u、m、F 等。和电阻的表示方法相同。标称允许偏差也和电阻的表示方法相同。小于 10pF 的电容，其允许偏差用字母代替：B——±0.1pF，C——±0.2pF，D——±0.5pF，F——±1pF。

(3) 色标法：和电阻的表示方法相同，单位一般为 pF。小型电解电容器的耐压也有用色标法的，位置靠近正极引出线的根部，所表示的意义如下表所示：

颜色 黑 棕 红 橙 黄 绿 蓝 紫 灰

耐压 4V 6.3V 10V 16V 25V 32V 40V 50V 63V

15) 安规电容是指用于这样的场合，即电容器失效后，不会导致电击，不危及人身安全。

安规电容安全等级 应用中允许的峰值脉冲电压 过电压等级 (IEC664)

X1	>2.5kV ≤4.0kV	III
X2	≤2.5kV	II
X3	≤1.2kV	——

16) 安规电容安全等级 绝缘类型 额定电压范围

Y1	双重绝缘或加强绝缘	≥ 250V
Y2	基本绝缘或附加绝缘	≥150V ≤250V
Y3	基本绝缘或附加绝缘	≥150V ≤250V
Y4	基本绝缘或附加绝缘	<150V

Y 电容的电容量必须受到限制，从而达到控制在额定频率及额定电压作用下，流过它的漏电流的大小和对系统 EMC 性能影响的目的。GJB151 规定 Y 电容的容量应不大于 0.1 $\mu$ F。Y 电容除符合相应的电网电压耐压外，还要求这种电容器在电气和机械性能方面有足够的安全余量，避免在极端恶劣环境条件下出现击穿短路现象，Y 电容的耐压性能对保护人身安全具有重要意义

#### 安规电容的参数选择

X 电容，聚苯乙烯（薄膜乙烯）电容，从上面的贴子里也可以看到，聚苯乙烯 的耐电压较高，适合 EMI 电路的高压脉冲吸收作用。

2. 容量计算：一般两级 X 电容，前一级用 0.47 $\mu$ F，第二级用 0.1 $\mu$ F；单级则用 0.47 $\mu$ F。目前还没有比较方便的计算方法。（电容容量的大小 和电源的功率无直接关系）

#### 电容的型号命名：

1) 各国电容器的型号命名很不统一，国产电容器的命名由四部分组成：

第一部分：用字母表示名称，电容器为 C。

第二部分：用字母表示材料。

第三部分：用数字表示分类。

第四部分：用数字表示序号。

2) 电容的标志方法：

(1) 直标法：用字母和数字把型号、规格直接标在外壳上。

(2) 文字符号法：用数字、文字符号有规律的组合来表示容量。文字符号表示其电容量的单位：P、N、u、m、F 等。和电阻的表示方法相同。标称允许偏差也和电阻的表示方法相同。小于 10pF 的电容，其允许偏差用字母代替：B—— $\pm 0.1$ pF，C—— $\pm 0.2$ pF，D—— $\pm 0.5$ pF，F—— $\pm 1$ pF。

(3) 色标法：和电阻的表示方法相同，单位一般为 pF。小型电解电容器的耐压也有用色标法的，位置靠近正极引出线的根部，所表示的意义如下表所示：

颜色 黑 棕 红 橙 黄 绿 蓝 紫 灰

耐压 4V 6.3V 10V 16V 25V 32V 40V 50V 63V

(4) 进口电容器的标志方法：进口电容器一般有 6 项组成。

第一项：用字母表示类别：

第二项：用两位数字表示其外形、结构、封装方式、引线开始及与轴的关系。

第三项：温度补偿型电容器的温度特性，有用字母的，也有用颜色的，其意义如下表所示：

序号 字母 颜色 温度系数 允许偏差 字母 颜色 温度系数 允许偏差

1 A 金 +100 R 黄 -220

2 B 灰 +30 S 绿 -330

3 C 黑 0 T 蓝 -470

4 G  $\pm 30$  U 紫 -750

5 H 棕 -30  $\pm 60$  V -1000

6 J  $\pm 120$  W -1500

7 K  $\pm 250$  X -2200

8 L 红 -80  $\pm 500$  Y -3300

9 M  $\pm 1000$  Z -4700

10 N  $\pm 2500$  SL +350 $\sim$ -1000

11 P 橙 -150 YN -800 $\sim$ -5800

备注：温度系数的单位 10e -6/ $^{\circ}$ C；允许偏差是 %。

第四项：用数字和字母表示耐压，字母代表有效数值，数字代表被乘数的 10 的幂。

第五项：标称容量，用三位数字表示，前两位为有效数值，第三为是 10 的幂。当有小数时，用 R 或 P 表示。普通电容器的单位是 pF，电解电容器的单位是  $\mu$ F。

第六项：允许偏差。用一个字母表示，意义和国产电容器的相同。

也有用色标法的，意义和国产电容器的标志方法相同。

### 3. 电容的主要特性参数：

(1) 容量与误差：实际电容量和标称电容量允许的最大偏差范围。一般分为 3 级：I 级  $\pm 5\%$ ，II 级  $\pm 10\%$ ，III 级  $\pm 20\%$ 。在有些情况下，还有 0 级，误差为  $\pm 20\%$ 。

精密电容器的允许误差较小，而电解电容器的误差较大，它们采用不同的误差等级。

常用的电容器其精度等级和电阻器的表示方法相同。用字母表示：D——005 级—— $\pm 0.5\%$ ；F——01 级—— $\pm 1\%$ ；G——02 级—— $\pm 2\%$ ；J——I 级—— $\pm 5\%$ ；K——II 级—— $\pm 10\%$ ；M——III 级—— $\pm 20\%$ 。

(2) 额定工作电压：电容器在电路中能够长期稳定、可靠工作，所承受的最大直流电压，又称耐压。对于结构、介质、容量相同的器件，耐压越高，体积越大。

(3) 温度系数：在一定温度范围内，温度每变化  $1^{\circ}\text{C}$ ，电容量的相对变化值。温度系数越小越好。

(4) 绝缘电阻：用来表明漏电大小的。一般小容量的电容，绝缘电阻很大，在几百兆欧姆或几千兆欧姆。电解电容的绝缘电阻一般较小。相对而言，绝缘电阻越大越好，漏电也小。

(5) 损耗：在电场的作用下，电容器在单位时间内发热而消耗的能量。这些损耗主要来自介质损耗和金属损耗。通常用损耗角正切值来表示。

(6) 频率特性：电容器的电参数随电场频率而变化的性质。在高频条件下工作的电容器，由于介电常数在高频时比低频时小，电容量也相应减小。损耗也随频率的升高而增加。另外，在高频工作时，电容器的分布参数，如极片电阻、引线和极片间的电阻、极片的自身电感、引线电感等，都会影响电容器的性能。所有这些，使得电容器的使用频率受到限制。

不同品种的电容器，最高使用频率不同。小型云母电容器在 250MHZ 以内；圆片型瓷介电容器为 300MHZ；圆管型瓷介电容器为 200MHZ；圆盘型瓷介可达 3000MHZ；小型纸介电容器为 80MHZ；中型纸介电容器只有 8MHZ

#### ① 铝电解电容与钽电解电容

铝电解电容的容体比较大，串联电阻较大，感抗较大，对温度敏感。它适用于温度变化不大、工作频率不高（不高于 25kHz）的场合，可用于低频滤波。铝电解电容具有极性，安装时必须保证正确的极性，否则有爆炸的危险。

与铝电解电容相比，钽电解电容在串联电阻、感抗、对温度的稳定性等方面都有明显的优势。但是，它的工作电压较低。

#### ② 纸介电容和聚酯薄膜电容

其容体比较小，串联电阻小，感抗值较大。它适用于电容量不大、工作频率不高（如 1MHz 以下）的场合，可用于低频滤波和旁路。使用管型纸介电容器或聚酯薄膜电容器时，可把其外壳与参考地相连，以使其外壳能起到屏蔽的作用而减少电场耦合的影响。

#### ③ 云母和陶瓷电容

其容体比很小，串联电阻小，电感值小，频率/容量特性稳定。它适用于电容量小、工作频率高（频率可达 500MHz）的场合，用于高频滤波、旁路、去耦。但这类电容承受瞬态高压脉冲能力较弱，因此不能将它随便跨接在低阻电源线上，除非是特殊设计的。

#### ④ 聚苯乙烯电容器

其串联电阻小，电感值小，电容量相对时间、温度、电压很稳定。它适用于要求频率稳定性高的场合，可用于高频滤波、旁路、去耦。