

TAIYO YUDEN
用于汽车市场的导电性聚合物混合型铝电解电容器
车载市场导电性高分子混合铝电解电容器

φ12.5 × 13.5L(mm) 大容量（HVX/HTX-J系列）

导电性高分子混合铝电解电容器（以下简称混合电容器），采用电解液和导电性高分子两种作为电解质的结构，兼具铝电解电容器的大容量以及高耐压特性和固体高分子聚合物所具有的低ESR特性。

混合电容器具有高纹波电流承载能力、在低温下仍保持低ESR，并具备长寿命特征。并且是开路的失效模式，属于高可靠性产品。

依托在车载及工业设备市场的丰富经验，太阳诱电凭借行业领先的大尺寸封装（φ12.5），实现了高纹波电流、大容量、以及13.5L(mm)低高度设计。

本文将介绍具有业界最高水平特性的HVX/HTX-J系列和48V系统化发展的车载市场中，利用大封装尺寸实现大尺寸高纹波电流以及大容量的解决方案。

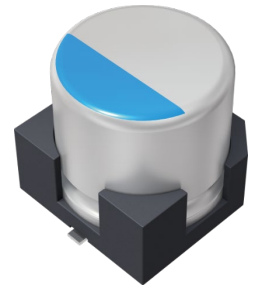
01 为什么需要混合电容器

- 无论在数据中心、AI服务器、汽车ECU以及工业设备等应用中，电源电路的设计要求都在变得越来越复杂多样化。以车载应用为例，在48V系统的电力转换中，已需要实现达到700W至1kW级别的电源转换能力。因此，电源用电容器面临以下多项挑战：(1)应对更高的纹波电流，(2)在高速开关时实现低ESR，(3)实现低高度与小型化，(4)满足AEC-Q200车规标准。
然而，仅依赖铝电解电容或固态聚合物电容单体，都难以同时满足上述全部要求。

- 在大电流应用场景中，铝电解电容器往往具有较高的ESR和较大的自发热问题，并存在随时间推移电容衰减的风险。另一方面，固态高分子聚合物电容虽然ESR较低，但在耐压方面（通常为16V及以下）存在局限，并且在回流焊后容易出现漏电流（LC）增加的问题。

- 混合电容器通过将导电性高分子聚合物（固态电解质）与液态电解质相结合，同时实现了固态高分子聚合物电容的低ESR特性，以及液态电解电容的大容量与高耐压特性。由于导电性高分子聚合物相比液态电解质具有更低的离子传导电阻，因此在高频范围内能够显著降低ESR。较低的ESR可直接抑制自发热，使电容器在相同体积下能够承受更高的纹波电流。

特性比较	铝电解电容	固态聚合物电容	聚合物混合型（HTX系列等）
ESR	较高	极低	低
纹波电流	低～中等	高	高
高耐压特性	优秀	较差（通常为16V及以下）	良好（25－80V）
Large Case（φ12.5）	优秀	良好（φ10及以下）	良好（φ10及以下）



02 用混合电容器替代铝电解电容器

- 在相同额定电压及尺寸（25 V 330 μF，φ10 × 10 mm）条件下，对铝电解电容器（VVT系列）与混合电容器（HVK系列）进行比较，得出了如下差异。

对比项目	铝电解电容（VVT）	混合电容（HVK）
额定电压	25 V 330 uF	25 V 330 uF
尺寸（mm）	φ10 x 10	φ10 x 10
纹波电流	500 mArms	2,000 mArms（4倍）
ESR	0.15 Ω	0.02 Ω（约降低至1/7）
保证寿命	2,000 h	4,000–6,000 h（2–3倍）

- 将铝电解电容器替换为混合电容器的主要优势在于小型化、元件数量减少以及PCB占板面积缩小，这些优势源于其更高的纹波电流承载能力。在系统需要2000 mArms的条件下，仅需1个混合电容器即可满足要求，而铝电解电容器则需要4个并联。此外，其预计使用寿命也可提升至原来的2～3倍。

- 以下以确保相同纹波电流（约1,600 mArms）的配置情况下进行比较。当纹波电流成为系统设计的关键要求时，混合电容器可实现从φ18到φ8的显著小型化。

对比项目	铝电解电容（VVT）	混合电容（HVK）
额定值	25 V 2,200 uF	25 V 220 uF
尺寸（mm）	φ18 x 21.5	φ8 x 10（约缩小80%）
纹波电流	1,550 mArms	1,600 mArms
ESR	0.042 Ω	0.027 Ω（约降低至1/1.6）
保证寿命	5,000 h	6,000 h（约提升1.2倍）

- 除了上述纹波电流方面的优势，混合电容器在其他多个方面同样具有优异特性。在宽频率范围内，其ESR低于铝电解电容器，可在广泛的工作频段中提供稳定性能。此外，即使在低温环境下ESR变化也较小，且对温度变化具有良好的稳定性，因此非常适用于低温环境运行的设备。

- 在漏电流（LC）方面，固态高分子聚合物电容器通常在回流焊后会出现LC劣化，而混合电容器则可在回流焊后保持与铝电解电容器相当的漏电流特性，因此相比固态聚合物电容器具有更高稳定性。

03 HVX/HTX-J系列：应对48V汽车系统趋势

- 在BEV（纯电动汽车）中，电源主要采用锂离子电池（400V至800V），并通过提高电机驱动电源的电压来提升电机输出性能（尤其是扭矩）。同时，将系统电源的电压从12V提升至48V，可将电流降低至原来的四分之一，从而实现电线轻量化，并提升整个BEV系统的效率。

- 在48V系统的导入方面，元器件的浪涌电压要求已在ISO 21780-2020及LV148等标准中进行了规定。基于这些要求，在电源电路中，铝电解电容器通常采用63V或80V的额定电压规格。目前，63V规格因能够实现更高电容量而备受关注。

- 太阳诱电的HVX/HTX-J系列在保持行业领先的高纹波电流与大电容特性的同时，提供多种尺寸的63V产品，能够满足48V系统多样化的设计需求。此外，该系列通过行业领先的大尺寸封装φ12.5，实现了高纹波性能、大容量以及13.5L(mm)的低高度设计。

- 一般而言，对于包括混合电容器在内的电解电容器，在相同封装尺寸下，随着额定电压的提高，电容量会降低。在48V系统中，由于需要63V及以上的耐压等级，这一影响尤为显著。为在φ10尺寸产品中同时确保所需的电容量与纹波电流性能，16.5L(mm)高度规格正逐渐受到关注。相比之下，太阳诱电行业领先的φ12.5 × 13.5L(mm)封装，可在保持与φ10 × 16.5 mm产品相当性能的同时，实现更低的13.5L(mm)高度。这是太阳诱电所具备的独特优势。

04 HVX/HTX-J系列 φ12.5 × 13.5L mm尺寸：高纹波电流与大容量

- 太阳诱电的-J系列针对48V系统，提供完善的63V产品阵容，在φ12.5×13.5L(mm)尺寸下实现了最大63V/150μF的电容量。
- 当前行业主流的φ10×16.5L(mm)尺寸同样可以实现63V/150μF，而-J系列的φ12.5×13.5L(mm)在保持等同电气特性的同时，实现了更低的13.5L(mm)高度设计。此外，-J系列的φ12.5×13.5L(mm)产品阵容还包含25V/1000μF和35V /680μF等大容量产品，可覆盖广泛的额定电压与容量需求。
- 在车载电子设备中，由于空间限制，外壳持续向小型化、薄型化发展，电路板上元器件的高度限制也变得越来越严格。同时，在振动或热环境要求下，也可能对元器件高度提出额外限制。
- 在这样的背景下，相比16.5L(mm)，采用13.5L(mm)高度并实现同等性能的电容器，可以显著提升外壳设计的自由度。当电容器上方空间能够得到保证时，设计人员在元器件布局及散热设计方面将拥有更大的自由度。而在高度限制严格的设计中，φ12.5×13.5L(mm)能够在不牺牲性能的前提下提供一种有效的低高度解决方案。

■ -J Series φ12.5 x 13.5L(mm)

产品型号	额定电压 [Vdc]	电容 [μF]	ESR (最大值) [Ω]	额定纹波电流(最大) [mArms] (温度[℃] / 频率[Hz])	额定纹波电流(最大) 2 [mArms] (温度[℃] / 频率[Hz])
RAHVX102M1TGL5005J	25	1,000	0.012	4,000 (135 / 100k)	5,700 (125 / 100k)
RAHTX102M1TGL5005J	25	1,000	0.012	4,000 (135 / 100k)	5,700 (125 / 100k)
RAHVX681M1GGL5005J	35	680	0.013	4,000 (135 / 100k)	5,700 (125 / 100k)
RAHTX681M1GGL5005J	35	680	0.013	4,000 (135 / 100k)	5,700 (125 / 100k)
RAHVX271M1UGL5005J	50	270	0.015	3,800 (135 / 100k)	5,300 (125 / 100k)
RAHTX271M1UGL5005J	50	270	0.015	3,800 (135 / 100k)	5,300 (125 / 100k)
RAHVX151M4EGL5005J	63	150	0.016	3,100 (135 / 100k)	5,000 (125 / 100k)
RAHTX151M4EGL5005J	63	150	0.016	3,100 (135 / 100k)	5,000 (125 / 100k)

■ -J Series φ10 x 16.5L(mm)

产品型号	额定电压 [Vdc]	电容 [μF]	ESR (最大值) [Ω]	额定纹波电流(最大) [mArms] (温度[℃] / 频率[Hz])	额定纹波电流(最大) 2 [mArms] (温度[℃] / 频率[Hz])
RAHTX102M1TFP5002JX	25	1,000	0.012	4,000 (135 / 100k)	5,700 (125 / 100k)
RAHTX681M1GFP5002JX	35	680	0.013	4,000 (135 / 100k)	5,700 (125 / 100k)
RAHTX271M1UFP5002JX	50	270	0.015	3,800 (135 / 100k)	5,300 (125 / 100k)
RAHTX151M4EFP5002JX	63	150	0.015	3,600 (135 / 100k)	5,200 (125 / 100k)

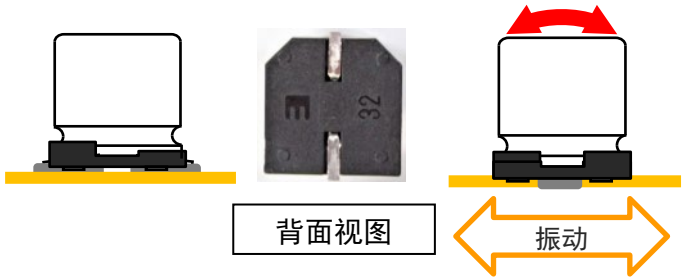
*系列名称由产品型号提取，用于说明产品类型及其特性分类。

05 抗振动产品

- 在车载应用中，根据设备安装位置及使用环境的不同，对振动耐性有相应要求。由于标准底板存在端子断裂及电容器脱落的风险，因此在需要抗振动性能的场合，建议采用抗振动底板结构的产品。
- 太阳诱电通过将抗振动底板与伪端子相结合的双重固定结构，实现了最高30G的振动耐性保证。

项目	标准产品	抗振动产品（HTX系列）
固定结构	标准底板（仅端子固定）	抗振动底板 + 伪端子（强化焊接）
振动耐性保证	实测：10G / 位移 1.5 mm / 10 - 2000 Hz，2小时	保证：30G / 最大加速度30G / 位移 1.5 mm / 10 - 2000 Hz，2小时 合规AEC-Q200

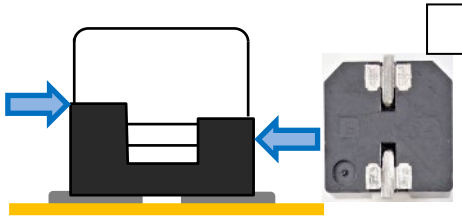
采用标准底板



电容器在振动过程中发生晃动
→端子断裂
→电容器脱落



采用抗振动底板



底板对电容器本体起到支撑作用，并降低由振动引起的应力。
配备伪端子（Dummy端子），以提高焊接的可靠性。

06 太阳诱电混合电容器产品阵容

- 太阳诱电的混合电容器覆盖广泛的温度范围与寿命规格，从105℃ / 10,000小时到150℃ / 2,000小时均可对应。通过多种系列产品，设计人员可根据实际工作温度及所需寿命选择最合适的产品，从而为多样化应用提供高度灵活性。
- 丰富的封装尺寸范围是其独特优势，其中行业最大尺寸φ12.5 × 13.5L(mm)不仅仅是一个大容量产品选项，同时还为48V系统设计提供了低高度解决方案，为设计人员带来更大的自由度。

系列	封装尺寸	温度 / 寿命	额定电压	特点
HVX-J / HTX-J	φ8x10～φ12.5x13.5L(mm)	125℃ / 4,000 h 135℃ / 4,000 h	25-63 V	高纹波 低高度 大尺寸
HVX / HTX	φ6.3x5.8～φ10x12.5L(mm)	135℃ / 4,000 h	16-63 V	标准系列
HVQ / HTQ	φ8x10～φ10x10L(mm)	150℃ / 1,000 h	16-63 V	高耐热
HVY / HTY	φ8x10～φ10x10L(mm)	150℃ / 2,000 h	16-63 V	高耐热 长寿命
HVL / HTL	φ8x10～φ12.5x13.5L(mm)	125℃ / 8,000 h	25-63 V	超长寿命

*系列名称由产品型号提取，用于说明产品类型及其特性分类。

07 总结

- 导电性高分子固液混合型铝电解电容器通过将液态电解质与导电性高分子聚合物相结合，在纹波电流承载能力、ESR以及使用寿命方面，相较于传统铝电解电容器具有明显优势。
- 太阳诱电的优势在于其行业独有的φ12.5 × 13.5L(mm)大尺寸封装。该尺寸在实现与φ10 × 16.5L(mm)产品等同电气性能的同时，还具备13.5L(mm)低高度的附加优势，这是太阳诱电独有的特点。
- HVX/HTX-J系列针对48V系统提供丰富的63V产品阵容，并在φ12.5 × 13.5L(mm)尺寸下实现了最大63V / 150μF的电容量。
- φ12.5 × 13.5L(mm)封装还支持25V / 1000μF及35V / 680μF等大容量规格，可覆盖广泛的额定电压范围。
- 抗振动产品（HTX系列）通过抗振动底板与伪端子的双重固定结构，实现了30G的振动耐性保证，并全面符合AEC-Q200车规标准。

产品规格
TY-COMPAS

联系我们
✉