

EACO 电容在风电变流器中的应用

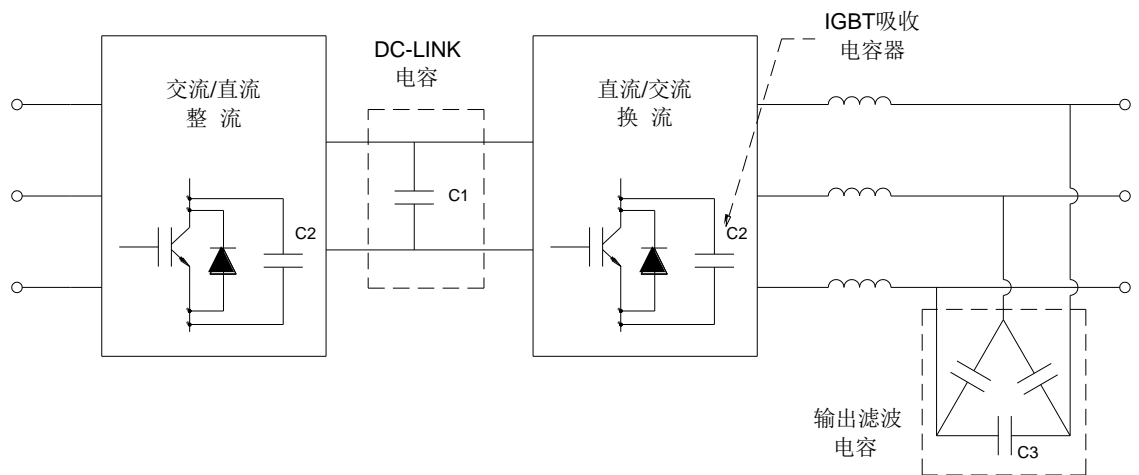
EACO 专注于电力电子电容，一直走在工业应用的金属化薄膜电容器领域的最前沿。

EACO 电容的标准品涵盖了广泛的系列，强大的开发设计能力、快速的交货方式、具有竞争力的价格、为电力电子行业的产品设计工程师提供灵活多方面的薄膜电容解决方案。

主要应用领域有：

风力、太阳能发电变流器、高频开关电源、变频器、UPS/EPS、感应加热电源、逆变焊机、高压脉冲电源、混合动力汽车 ...

一、风电变流器电路简图



EACO 电容在风电变流器中的应用简图

二、IGBT 保护电容

IGBT 保护电容主要是用来缓冲 IGBT 开关时产生的高脉冲电压和电流；EACO 的 IGBT 保护电容有如下特点：特高的 Du/dt 、大电流、高频特性好、自愈性、极小的 ESR、无感结构。

电压选择：跟据客户 IGBT 电压等级来选择，电容额定电压一般不高于 IGBT 电压等级。

容量选择：容量为：IGBT 实际工作电流每 100A 使用容量大约 1UF。

三、DC-LINK 电容 (替换电解)

DC-LINK 电容在风电变流器中的功能主要是为后级逆变系统的功率器件开通瞬间提供有效值和幅值很高的脉动电流，同时滤除前级整流和后级逆变 IGBT 产生的高频纹波。

1、功能替代的理论分析（容量选择方法分析）

在逆变电路中，能量转换工式： $Q=1/2CU^2-1/2C(U-\Delta U)^2$

其中： Q 为每次 IGBT 导通时所需能量， U 为电容导通前的电压， ΔU 为纹波电压的峰峰值， C 为电容容量。

Q 的一般理论计算方法（每 KW 所需平均能量）：

$Q=3600000/3600/f=1000/f$ （其中 f 为 PWM 载波频率）

以 $f=2\text{KHz}$ 为例， $Q=0.5\text{J}$ ，假如直流母线电压 $U=1000\text{V}$ 时，要求高频纹波电压 ΔU 为 2%（即 $\Delta U=20\text{V}$ ），根据 $Q=1/2CU^2-1/2C(U-\Delta U)^2$ 可以算出 $C=25.25\mu\text{F}$

在 690VAC 的风电变流器中，假如要求高频纹波电压 ΔU 为 $\leq 2\%$ 时，同时用 IGBT 整流的风电变流器，整流侧能提供 50%以上的能量，

所以可以得出，每 KW 功率机器所需 DC-LINK 电容的容量为 $12.5\mu\text{F}$ 以上即可满足要求，实际应用时留点余量，所以我们推荐是 $15\sim 20\mu\text{F}/\text{KW}$ 。纹波电流在我们的计算中不作考虑，因为薄膜电容的纹波电流承受能力可以达到 $200\text{mA}/\mu\text{F}$ ，完全可以满足要求。

例如， $2\text{MW}/690\text{VAC}$ 的风电变流器，以每 KW 功率需 DC-LINK 电容的容量为 $17.5\mu\text{F}$ ，那么 2MW 要的总 DC-LINK 电容的容量为 $35000\mu\text{F}$ 。

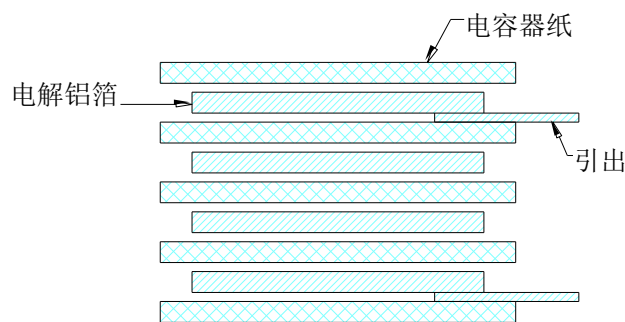
2、薄膜电容与电解电容的性能比较

薄膜电容以其优越的电性能在高压大功率电力电子设备中得以广泛应用，特别在 DC-LINK 这个应用场合，薄膜电容与电解电容相比较具有高纹波电流承受能力、耐高压、低 ESR 和 ESL、长寿命、干式防爆、无极性和高频特性好等优越的电气性能，在高压大功率电力电子设备中 DC-LINK 应用薄膜电容替代电解电容是一种趋势。

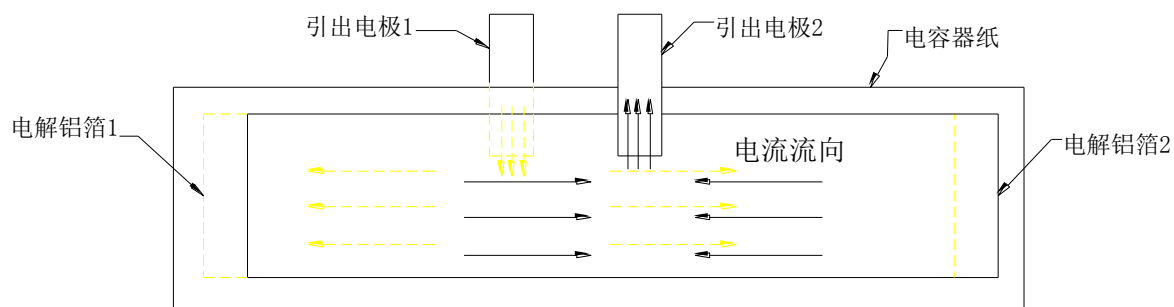
下面对薄膜电容和电解电容作一分析比较：

1)、电性能（从产品设计及结构上进行分析）

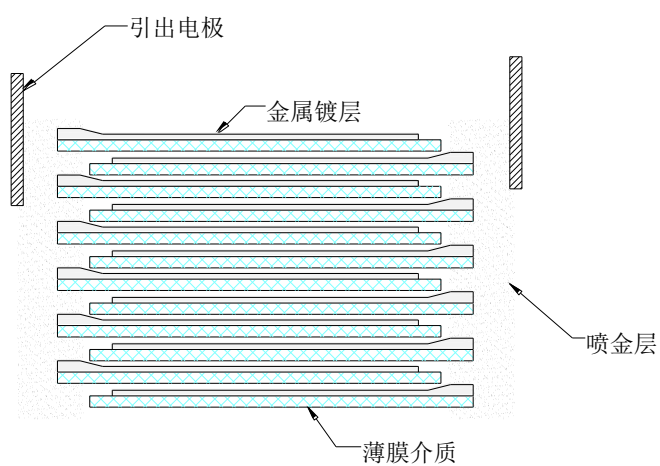
电解电容采用的是隐箔式有感卷绕结构，而薄膜电容采用的是金属化薄膜无感卷绕结构，如下图所示：



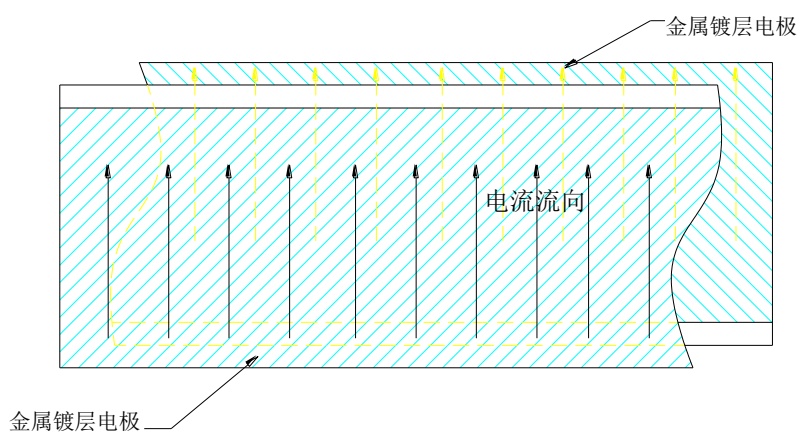
电解电容卷绕示意图



电解电容展开示意图



金属化薄膜电容卷绕示意图

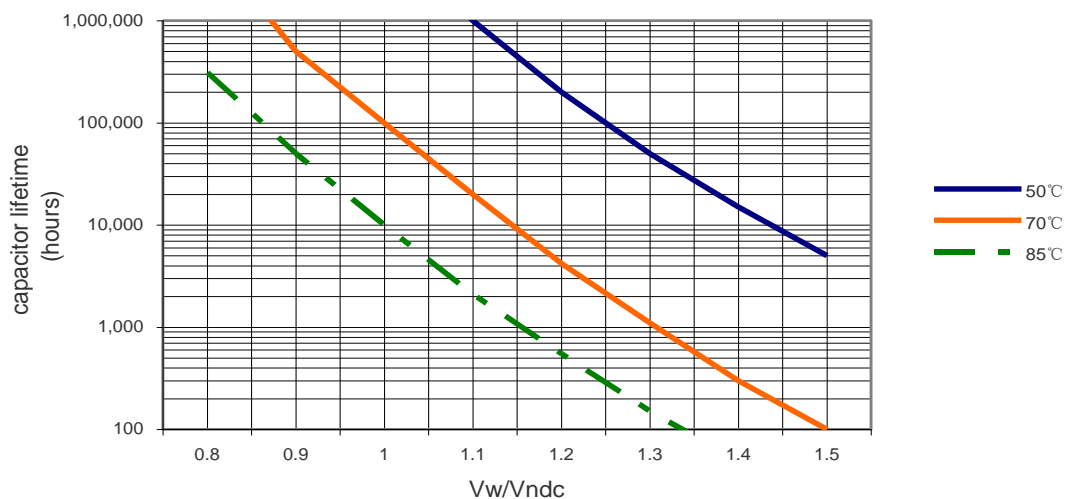


金属化薄膜电容展开示意图

从上面的电解电容和薄膜电容的结构示意图可以看出：电解电容属有感式卷绕，电流的流向路程远（等于电解铝箔的长度），造成电解电容的 ESL 和 ESR 较大，所以在经受大的纹波电流时发热严重；而薄膜电容采用的是无感式卷绕，电流的流向路程短（等于薄膜的宽度），薄膜电容的 ESL 和 ESR 极小，所以能承受大的纹波电流而不发热。

2)、寿命对比

电解电容的寿命一般只有 2000~3000 小时，而长寿命的也只有 10000 小时，而且容易发生漏液和存在保质期；而薄膜电容寿命一般是 100000 小时以上，而且是干式和无保质期；下面是薄膜电容的寿命曲线图：



薄膜电容的寿命曲线图

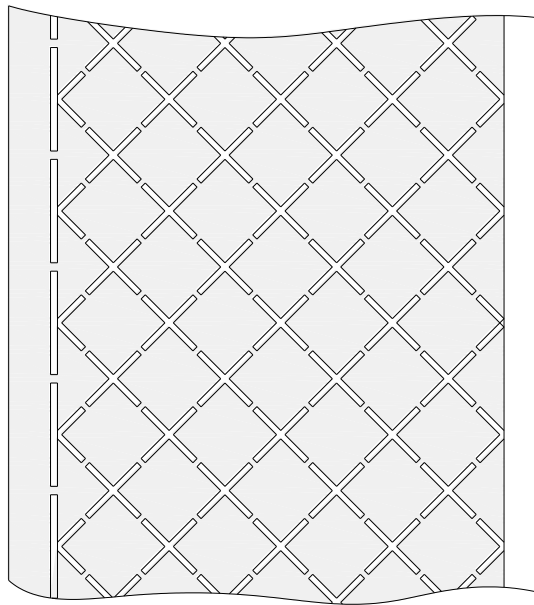
3、DC-LINK 薄膜电容的发展趋势

1)、干式替代油浸式

油浸式电容因为将油浸渍到薄膜里面，当电容发生漏液或者油发生老化时因油直接接触到薄膜及金属镀层电极，会对电容的性能产生影响，大大缩短了电容的寿命，而干式电容可以解决以上问题，而且减化了生产工艺，保证了产品的一致性。

2)、电气防爆替代压力防爆

油浸式电容一般采用压力式防爆或采用内部串联熔丝的方式进行防爆，而现在国外干式薄膜电容一般采用更为先进的电气式防爆，即采用网状安全膜，而电气式防爆比压力式防爆和内部串联熔丝防爆可靠性更高、防爆效果更好。下面是网状安全膜示意图：



网状安全膜

4、国内外基膜材料的对比

薄膜电容产品最关键的材料—塑料薄膜（如：PP膜），塑料薄膜的性能直接影响到薄膜电容的寿命和电气性能，国内做PP薄膜最好的厂家和国外的一流的PP薄膜（如德国的史泰拿、法国的波洛莱和日本东丽等）差距还相当大，特别是影响电容寿命、耐压和高温特性的PP薄膜结晶度，国内厂家只能做到60~65%结晶度，而国外的能达75~80%的结晶度，这样如果用相同的厚度的薄膜、相同的工艺做的产品，国外的一流膜会比国内最好的膜做的产品寿命长40%、耐压高20%。

四、输出 AC 滤波电容

AC滤波电容在风电变流器中的功能主要是滤除IGBT逆变器产生的高频纹波，使风电变流器并网时有一个符合要求的正弦波电压。

电压选择：跟据客户的风电变流器输出电压来选择，电容额定电压不低于客户使用电压。

容量选择：根据客户要求；一般选择容量时，符合滤波电容和电感的谐振点在载波频率的 $1/4\sim 1/5$ 的条件时，滤波效果较好。