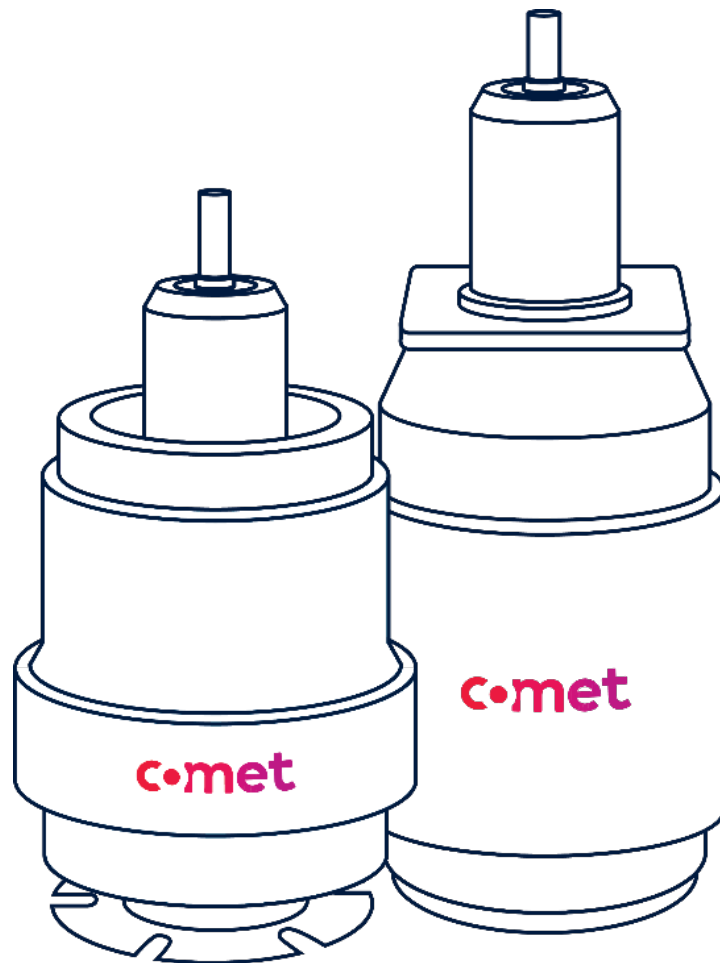


真空电容技术说明与操作指南

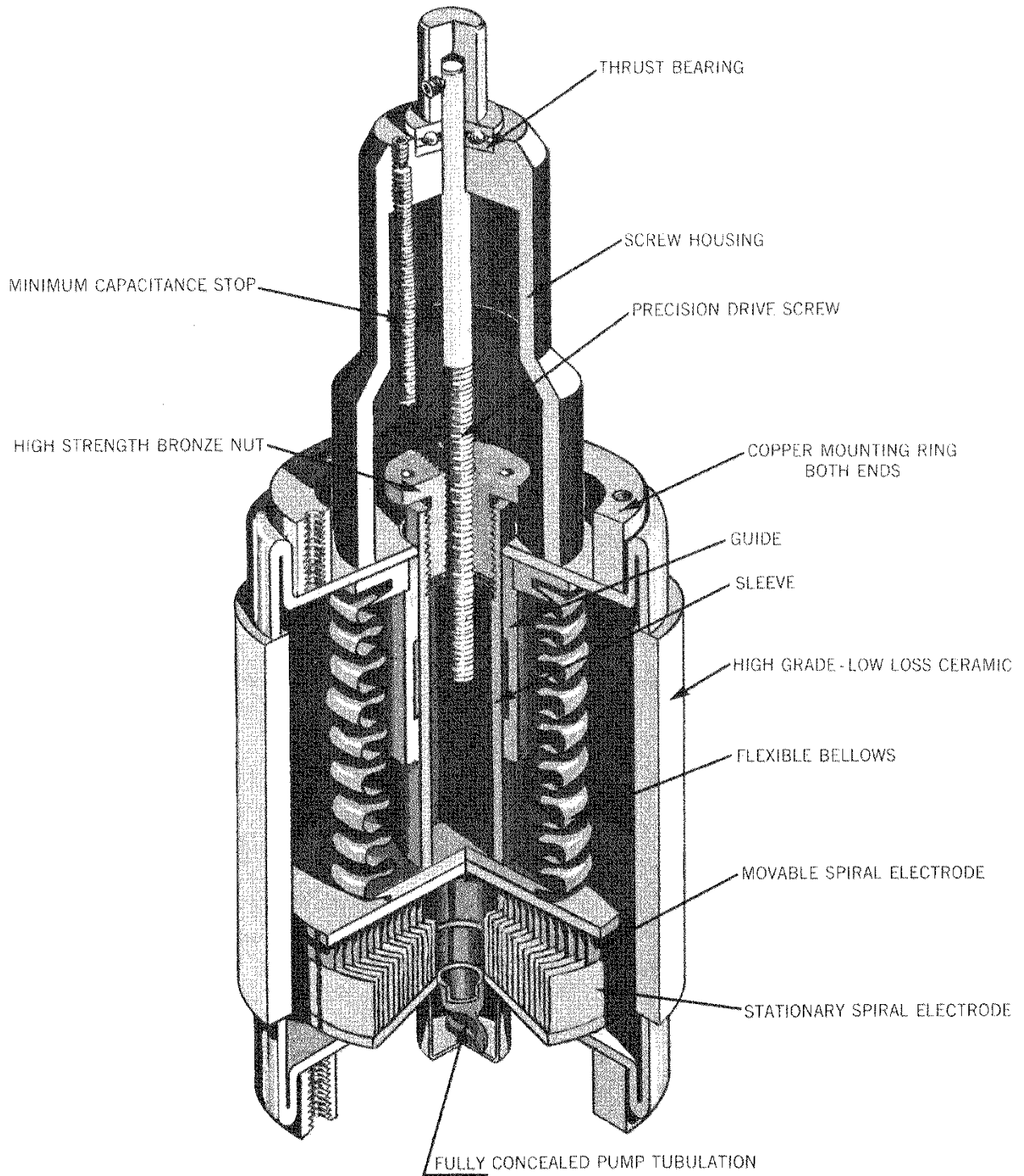
本章内容主要是针对真空电容规格说明书的补充信息，所包含的技术说明与操作指南在所有真空电容的使用过程中应予以考虑。



Contents

1. 正确选择真空电容.....	4
1.1 型号命名.....	4
1.2 电容替换.....	4
1.3 电容新设计/应用的选择.....	4
1.4 预期寿命.....	5
2. 电性能参数.....	6
2.1 额定电压.....	6
2.2. 额定电流.....	7
2.3 电容值.....	8
2.4 自感应, 自振频率与 Q 因数.....	9
3. 电容的冷却.....	10
3.1 自然冷却.....	10
3.2 传导冷却.....	11
3.3 强制空冷.....	12
3.3.1 空冷电容的自润滑系统.....	13
3.4 水冷却.....	13
3.4.1 常规水冷.....	14
3.4.2 涡流水冷.....	15
3.4.3 固定电容的水冷.....	15
3.4.4 冷却水的纯度要求.....	16
3.4.5 自然冷却真空电容的辅助水冷.....	17
4. 操作与维护.....	18
4.1 操作.....	18
4.2 安装.....	18
4.3 真空电容储存建议.....	19
4.4 运输.....	19
4.5 测试.....	19
4.6 维护.....	19
5. COMET 产品的特殊参数和服务.....	20
5.1 规格说明书, 曲线, 各种技术信息.....	20
5.2 故障电容的分析.....	20
5.3 产品应用信息.....	20
5.4 特殊型号的真空电容.....	20
6. 单位换算表.....	21

图 1: 可调电容剖面图



1. 正确选择真空电容

1.1 型号命名

从 2004 年开始，COMET 更改了电容的型号命名系统，若需更多信息，请参考产品应用信息 SB-55

1.2 电容替换

COMET 真空电容通过其型号命名系统完善的定义了电容的规格。在订购真空电容时应特别注意注明其完整准确的型号代码，如果想用 COMET 电容替换其它品牌电容，请联系 COMET 或者其本地代理商予以协助。

1.3 电容新设计/应用的选择

请注意，所有电压都是峰值电压，所有电流值都是有效电流值！

如果所需采购电容的电容值和峰值工作电压已知，那么通过电容的理论电流值可以采用以下方法计算出来：

$$I_{Arms} = \sqrt{2} \cdot \pi \cdot f \cdot C \cdot U_{pw}$$

U_{pw}	=	峰值工作电压
F	=	频率 (Hz)
C	=	电容值 (pF)

同时也请考虑射频电路内的无功电流和环流，这些电流值也必须加入到以上电流值内。

为了选择合适的电容，必须考虑以下数据：

- 电容值范围
- 峰值测试电压，即峰值工作电压乘以 1.67 倍
- 工作频率下的最大电流

例如：

电容值	50 - 150 pF
峰值工作电压	8 kV
频率	13.56 MHz

50 pF 时的电流值 $I_{Arms} = \sqrt{2} \cdot \pi \cdot 13.56 MHz \cdot 50 pF \cdot 8 kV = 24A$

150 pF 时的电流值 $I_{Arms} = \sqrt{2} \cdot \pi \cdot 13.56 MHz \cdot 150 pF \cdot 8 kV = 72A$

假设：电流安全系数为 1.25

The max. current at 13.56 MHz is

那么最大电流值为 $1.25 \cdot 72 A = 90 Arms$

峰值测试电压为 $1,67 \cdot 8 kV > 13.4 kV$ 最小

通过我们的公司网页 <http://pct.comet.tech/> 可以查找到合适的电容。

最终选择的电容应该是：CVUN-250AC/15-BAJA

1.4 预期寿命

尽管 COMET 可调真空电容使用了最优的材料和最佳的制造工艺，但它的寿命依然受限于调节容值时必需的活动部件。关于电容的预期寿命，详情请见 SB-56。

2. 电性能参数

2.1 额定电压

通常使用以下两种额定电压：

峰值测试电压：是指在最大 50/60Hz 频率下，加于电容两级一分钟而不会引起内部或外部损坏的电压。真空电容的峰值测试电压最大可达 90kV，电容在运输后或者安装前可以在此电压下进行测试以评估其大致状况，具体请参考产品应用信息 SB-28。建议使用 COMET 的高压测试仪 HV60-50 进行测试，关于此设备详细信息请参考 SB-14。

峰值射频工作电压：是指在最大峰值射频下，可以连续加于电容两级的电压。通常它是峰值测试电压的 60%，因此可以提供足够的安全系数。

在设计高海拔环境下使用的设备时，必须考虑周围大气压力，因为在大气压力降低的条件下，陶瓷封装外部产生的打火可能性会增加。

直流操作

如果直流加上射频，或者隔直效应，真空电容会因为场发射电流而引起一些特殊问题。

COMET 已经通过开发新的生产工艺来降低场发射，COMET 一般电容在直流下的最大漏电流会小于大漏电流会小于 0.1 μ A，这一标准要远远低于常规射频应用所能接受的标准。漏电流标准如下：

电容型号	直流漏电流（在峰值工作电压下 U_{pw} ）
固定电容	< 1 μ A
可调真空电容 ≤ 15 kV	< 10 μ A
可调真空电容 > 15 kV	< 1 μ A

在实际应用中，COMET 大多数电容的直流漏电流都小于可以低至 0.1 μ A。

为了达到更好的工作性能，COMET 建议直流射频时的峰值工作电压不应超过额定峰值工作电压。为了达到更好效果，在工程实践时，直流电压不应超过峰值测试电压的 25%甚至 20%。

2.2. 额定电流

本文所提到的射频电流（如图 2）是指电容在正常工作状态下的最大均匀分布的有效电流，如果没有特殊说明，即指环境温度 25 °C，完全自然冷却。

在更低的频率下，最大电流可以通过 1.3 节的公式计算出来，其主要取决于峰值工作电压。参考电流曲线图（如图 2），最大电流起始于左下角，呈上升直线。随着频率增大，一直升到最高点，这点最大电流取决于最大功率，并且包含损耗，不再受限于峰值工作电压。

在电流曲线图上，这些点是一些上面提到的上升直线和下降直线的交叉点，它们跟电容的不同冷却方式有关。请注意，图上所示的电流上限与电压最高的电容型号有关，其重要性仅限于图上左边区域，在这个区域电流上限取决于最大工作电压。在环境温度升高时应参考电流下降曲线图（见图 5），下降系数某种程度上取决于电容的冷却方式，如果想得到精确的电流下降系数，必须测量电容法兰上的平均温度。

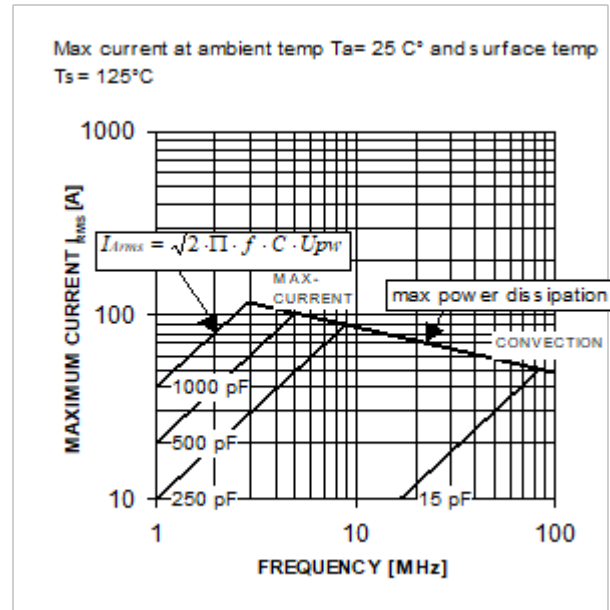


图 2: 典型的电流，频率与电容值曲线图

例：CVBA-500BC/8-BEA-L

2.3 电容值

额定电容值大于 50pF 的固定电容的 电容值公差应该在 $\pm 5\%$ 以内，额定电容值小于 50pF 的固定电容的电容值公差应该在 $\pm 10\%$ 以内。可调电容的额定电容值范围是电容值可以保证的最小范围，如果以电容值曲线的低电容值线性范围的结束端作为参考点，电容值曲线精度的公差应该控制在 $\pm 10\%$ 以内。根据具体要求，COMET 可以设计并生产出具有更小公差的特殊结构的电容。

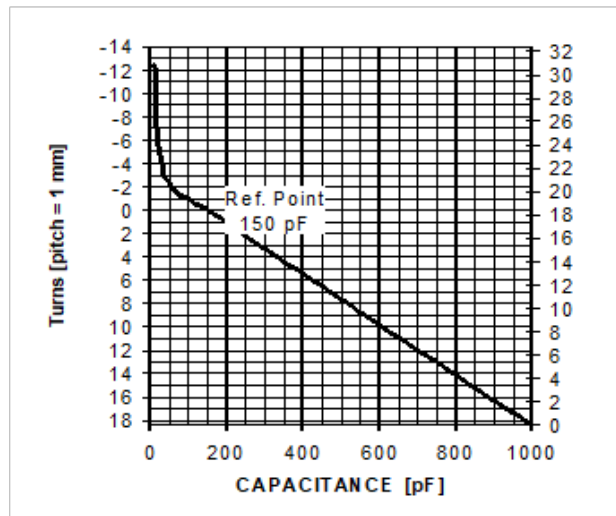


图 3: 典型电容值与调节圈数曲线

例：CVBA-500BC/5-BEA-L

电容值控制：扭矩 – 直接拉力，

所有可调电容都是通过一个调节螺杆或者一个拉杆来控制电容值的。每个电容扭矩或者拉力都有设定。

所有 COMET 电容在电容值范围的一端都设有机械止位点，尽管这样，仍然建议用户提供他们自己的止位标记，以防止传动装置减速时产生的强大惯性作用。

真空电容产生故障的一个主要原因是缺乏足够的润滑，其结果是扭矩增大直至调节螺杆耦合滑落，最终导致不匹配产生，甚至可能电性过载。

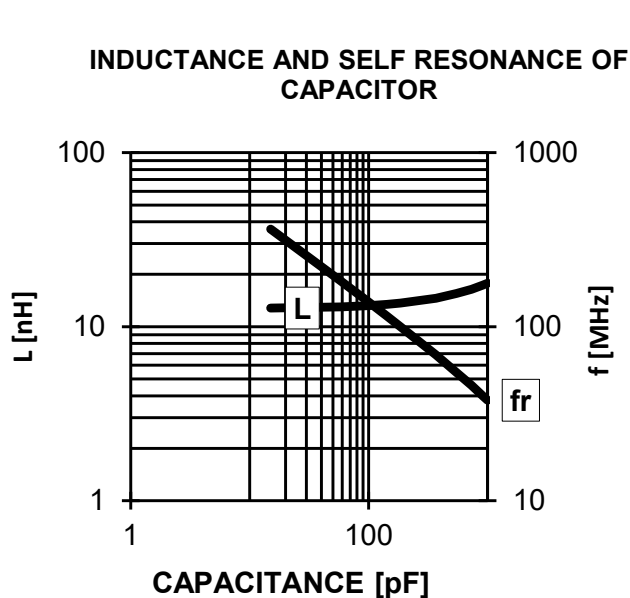
在过去的几十年里 COMET 已经显著提高了电容驱动装置的寿命，我们在公司内部和外部对不同原材料，表面处理以及润滑进行了广泛的调查与测试，这使得驱动装置的寿命提高到一百万个循环以上（详见产品使用信息 SB-47）。

2.4 自感应，自振频率与 Q 因数

真空电容的自感应主要取决于其自身设计与尺寸，固定电容的自感应都很小而且稳定，不同型号其自感应范围从 2 到 10nH 不等。可调电容的内部自感应比较大，范围从 6 到 50nH 不等，这是由于一些延伸结构引起的，如波纹管，用来衔接移动电极片和外

面的安装法兰。因此，可调电容的自感应随着电容值的改变而改变，以下简图显示的是一个典型可调电容的自感应随着频率以及自感频率随着电容值变化的曲线。真空电容的自振频率取决于其电容值及自感应，大部分电容的规格说明书上列有其具体自感值，其它一些电容的自感值可根据要求给出。

对真空电容而言，由于其损耗通常都很低，因此它的 Q 因数会很高，这些损耗通常来源于铜件特别是波纹管的射频阻抗。这些损耗以及 Q 因数是因工作频率引起的。由于波纹管所产生的附加的串连阻抗，可调电容的 Q 因数通常都相对较低，其大小通常从 1000 到甚至超过 5000。



$$fr = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

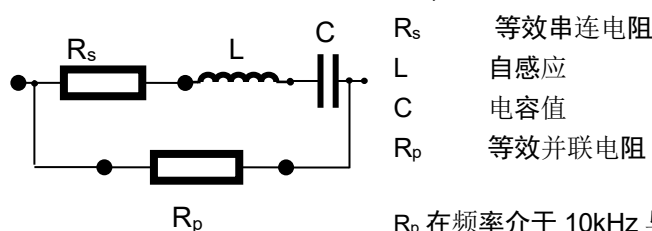
$$Q = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C \cdot R_s} = \frac{1}{\tan \delta}$$

通常在工作频率大于 10 kHz 时，并联阻抗 R_p 可以忽略不计。

图 4: 典型可调电容的自感应与自振频率和电容值的关系曲线

例: CVBA-500BC/5-BEA-L

下图显示的是各因素的等效电路模式，取决于等效电路各因素的频率在大部分规格说明书的第二页均有说明。



R_p 在频率介于 10kHz 与自振频率之间时可忽略不计。

3. 电容的冷却

3.1 自然冷却

尽管真空电容的损耗很低，一般而言，由于电流升高及高频率，可调电容的波纹管内及电级片之间还是会存在功率损耗。

波纹管温度是跟可调电容平均寿命密切相关的一个因素。电容可以在自然冷却状态下频繁工作，通常，COMET 真空电容是针对军事规格而设计的。如果考虑到电容所承载的射频电流下降，电容可以在不超过 125 °C（电容表面任何一处的温度）的情况下继续使用。任何 COMET 电容的最大额定射频电流值都会在规格说明书中给出，这个电流提供了环境温度 25 °C 的条件下最大温度 125 °C 下的值。温度变化曲线给出了在环境温度升高时所允许通过电容的最大电流与环境温度为 25 °C 时的最大电流的百分比。可承载电流的下降程度某种程度上取决于电容与安装支架结构之间热接触方式，因此在使用时必须把它作为一个指导予以考虑，并以电容法兰平均温度作为实际工作温度的唯一衡量标准。

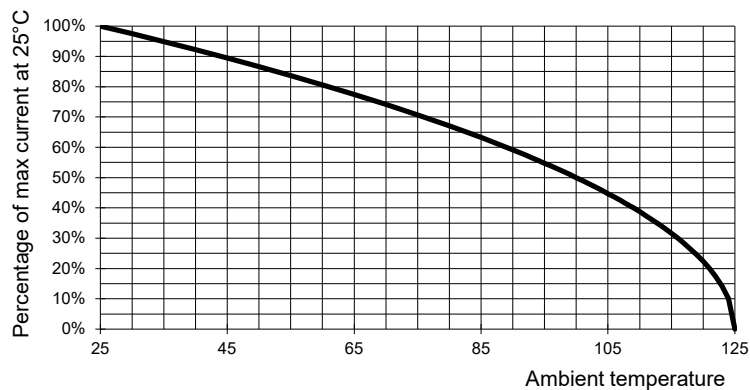


图 5: 环境温度为 25° C 时射频电流所占可允许最大电流的比例的下降曲线

必须注意的是，由于传导冷却没有反映在数据内，所以 COMET 所提供的电流下降曲线相对保守，在许多情况下，实际工作中的电流下降值可能比其它途径提供的数值更低。

3.2 传导冷却

电容的每一种连接方式都会产生传导冷却，冷却量（瓦特）连接带的厚度或者安装本身，图 6 是一个例子，显示的是完全自然冷却与自然冷却加上传导冷却之间的差异。在每一个具体应用中，其规格说明书中都会有给出最高允许的工作温度，这一点必须予以考虑。

Max current at ambient temp $T_a = 25^\circ\text{C}$ and surface temp $T_s = 125^\circ\text{C}$

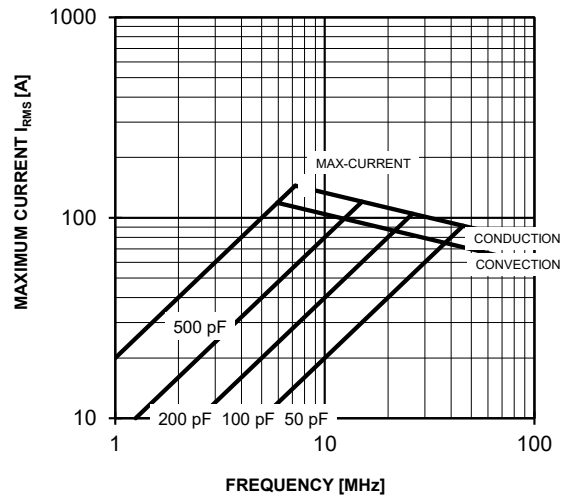


图 6: 典型的电流，频率与电容值曲线

例: [CVPO-500BC/7.5-BECACVMA-650AA/55-ABB](#)

3.3 强制空冷

建议使用附加冷却以达到更加好的工作环境，或者增加额定电流。如果对波纹管进行强制空冷，就可以允许使用更高的额定电流，对安装法兰进行外部的强制空冷适用于任何型号的电容

注意： 确保冷却介质非腐蚀性，冷却入口压力不超过 1 bar，并且，针对不同的冷却类型，必须考虑温度下降曲线

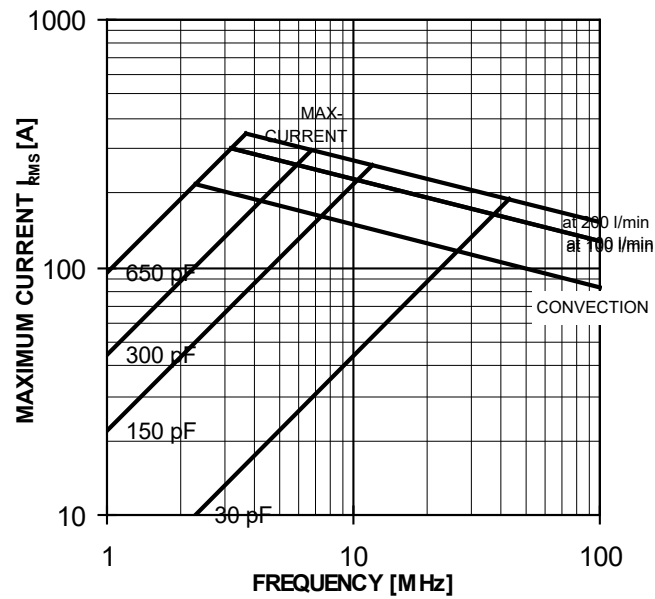


图 7: Typical current vs. Frequency and capacitance

例: CVMA-650AA/55-ABB

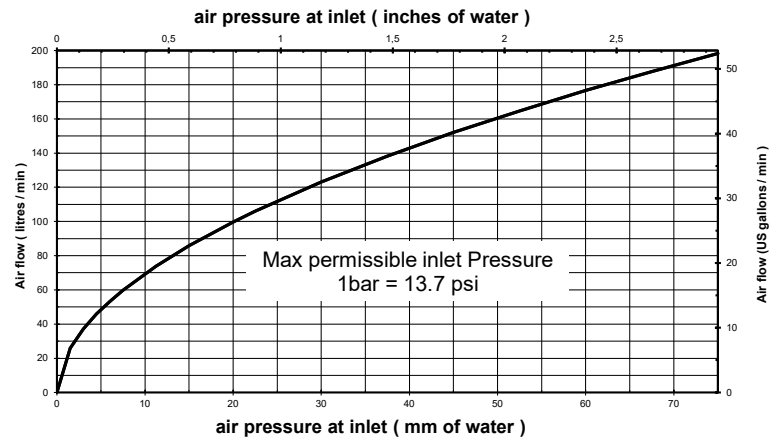


图 8: Air flow vs. air pressure (typical)

3.3.1 空冷电容的自润滑系统

在空冷电容里，空气会被强制通过波纹管内壁，此时空气被加热，然后又通过驱动装置内部，因此它又会反过来加热驱动装置的各个部件包括润滑剂，这些空气最后通过停留在红帽子周围的通孔内。这些干燥炙热的空气能使得润滑剂干的更快，也同时会增加润滑剂的粘性，从而导致被摩擦损耗掉。

很多年前，COMET 开始研发自润滑系统，用来预防空冷电容可能的润滑不足，详细介绍可参考产品应用信息 SB-18，自润滑系统由一个带有活塞的硅脂储存装置组成，一旦调节螺杆转动，它便开始启动，并推动硅脂进入螺杆与螺帽之间。COMET 的自润滑系统可以有效促使空冷电容的寿命提高 2 到 5 倍！此系统不会影响电容外形尺寸，也不会改变安装流程。空冷电容的型号代码上增加一个“P”就代表其中存在自润滑系统，例如：

CVMA-650AA/55-AAB 空冷，标准
CVMA-650AA/55-AAB-P 空冷，自润滑系统

由于这两种不同型号电容的价格差别非常小，因此我们推荐如果可能，尽量采用带有自润滑系统的空冷电容。

3.4 水冷却

我们推荐使用附加冷却来达到更好的工作环境或者来增加可承载的额定电流，如果对波纹管使用水冷却，电容就可以容许实现更高的额定电流。固定和可调电容可以添加水冷盘，安装法兰加上额外的水冷也适用于各种型号的电容。

注意：为了达到更长久的使用性能和预期寿命，每个型号电容都不允许超过所规定的水流要求以及最大绝对入口压力，尺寸不合适的排水系统也会导致过度的反压力，它会要求不断提高入水口的水压，从而大大降低波纹管的寿命。

必须注意冷却水没有腐蚀性。

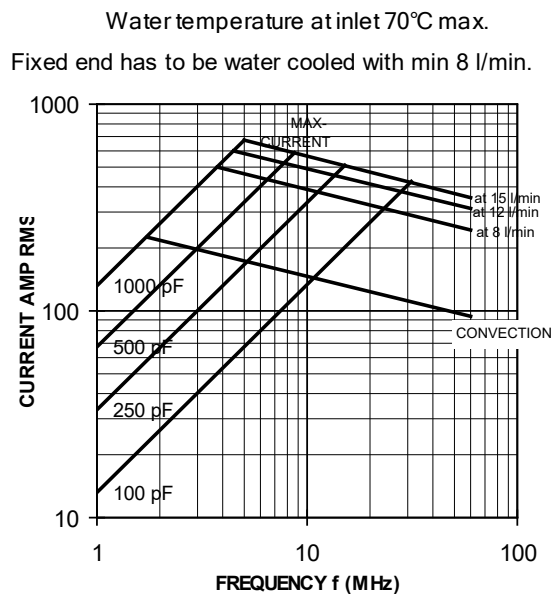


图 9: 典型的电流，频率与电容值曲线例：-CVLA-1000BW/50-ZJP-R

3.4.1 常规水冷

在常规水冷设计中，冷却水流过电容固定导向管周围的水腔孔，波纹管内壁，然后返回到移动导向管的内壁，最后流出到水腔。这个系统只有在竖直位置才能正常工作，因为冷却水不能完全填满波纹管内壁的螺旋凹槽，这个问题在波纹管被压缩到最小电容值位置时更为明显，波纹管螺旋凹槽处的水泡也会使电容在水平位置工作时产生过早损坏。这些型号的电容通常使用水流速度为 **4 到 15 升/分钟的冷却水**。**冷却水入口和出口之间的可允许的最大升温，规格说明书上注明的独立入水口的最大压力，以及出水口的最大温度要求（80° C），也都会给水冷却带来额外限制。**

4 到 15 升/分钟的冷却水。冷却水入口和出口之间的可允许的最大升温，规格说明书上注明的独立入水口的最大压力，以及出水口的最大温度要求（80°C），也都会给水冷却带来额外限制。

在一些型号的水冷电容上，接头“a”和“b”位于同一侧，电容安装位置采用图 A 和图 B 方式可以有效避免在波纹管或者其附近聚集气泡的形成，冷却水如图所示方向流动。采用图 C 方式聚集的气泡会最少，在正常工作环境下也不会因为冷却不足产生致命损坏。

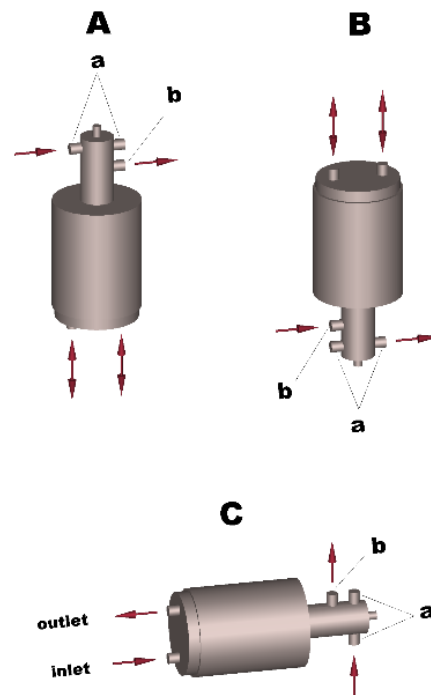


图 10: 冷却水最大流速为 15 升/分钟的真空电容

3.4.2 涡流水冷

COMET 针对最大的高功率电容研发了涡流水冷系统，拥有独家专利号：CH656740 A5，其原理是给冷却水流施加一个离心作用，它是通过附加在移动电级片底盘上的特殊设计的喷射器来完成的。采用这种方式，冷却水被强行喷射到波纹管内壁，使得所有气泡都向中心流动，然后跟外流冷却水一起被排出。值得注意的是这种系统在电容处于水平，竖直或是任何需要的方向都能够发挥作用，这种系统也确保波纹管内壁螺旋凹槽内不会有气泡聚集，避免其对冷却效果的影响

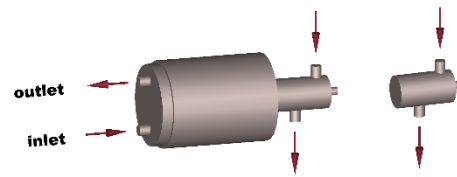
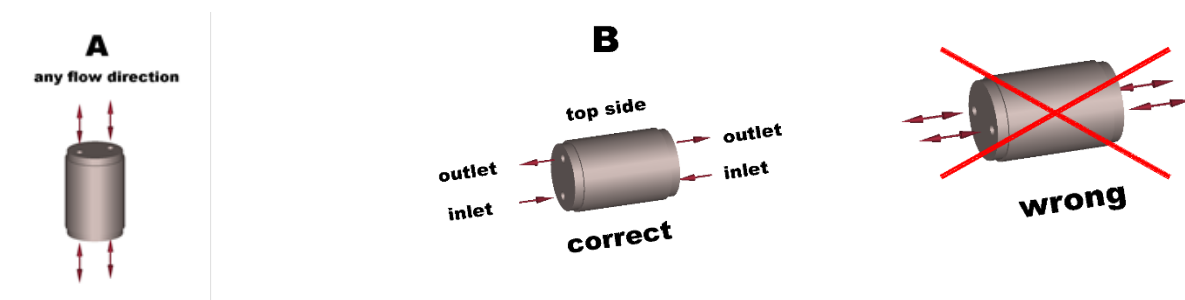


图 11: 冷却水最小流速要求 22 升/分钟，通常为 25 升/分钟的真空电容

3.4.3 固定电容的水冷

有几种型号的固定真空电容都可以在两端装备水冷盘，以达到充分增加额定电流的作用。

图 12: 水冷固定电容的水路连接



3.4.4 冷却水的纯度要求

水冷真空电容要求特别注意维持足够的冷却液流速及纯度，以确保部件的正常工作和更长的使用寿命，普通的自来水不能达到这一要求，冷却系统中应使用去离子水或蒸馏水。应定期检查冷却水的纯度和流速以确保没有过度退化，当系统运行时，应随时检查维护冷却水的流速要求，以及规格说明书上注明的不同型号电容的最大绝对入水口水压。

冷却水的纯度有可能会因为受到不同冷却部件的污染而下降，例如，冷却液里的自由氧和二氧化碳会使冷却循环的表面产生氧化，尤其是水冷电容的内部，因此降低冷却效率，这些氧化物的形成随着系统内温度升高会大大加速。

由于冷却液中离子以及冷却循环中电势的存在，电解也可能会发生，电解实际上可能会降低冷却液热交换。在一些极端情况下，严重的氧化沉淀可能会堵塞冷却系统，降低冷却液流速，所有这些都可能会导致一些组件过早故障，例如真空电容。电容内部的特殊冷却设计可以将这些不利影响降低到最小程度，但是它们还是会存在，冷却水的具体规格可以参阅产品应用信息 SB-26。

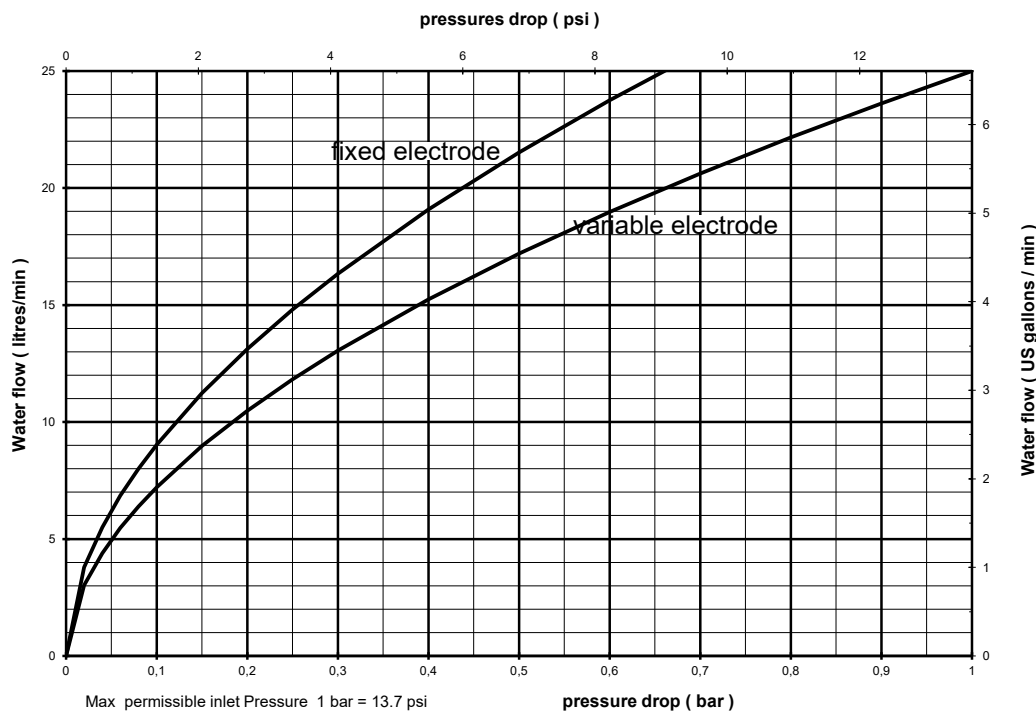


图 13: 电容内的水压下降与水流曲线 (典型)

3.4.5 自然冷却真空电容的辅助水冷

标准的自然冷却真空电容完全依靠自然冷却，即仅靠电容周围的空气的自然流动来进行冷却。比较小的电容，特别是那些用于工业产品的电容，由于受限于自然冷却能力不足，因此只能承载有限的电流。电容内部的电极片没有达到其最大利用潜能，所以通过传导有可能增加最大可用电流限制，但是这种增加毕竟有限。如果使用特殊设计的水冷盘，就有可能实现可承载电流范围的提高（参阅电容 CV1W-500EW 的外形图）。对于更小的电容而言，如 mini-cons，水冷盘属于性价比很高的产品，而且很容易安装在标准型号电容上面。电容的总体尺寸并没有改变，只是连接环的高度增加了一点（每个 3 毫米），这样可以实现电流的最大升幅而且所用电容的尺寸（直径）会相对较小（如果电容尺寸增加，电流增加的优势就会降低，这种冷却方式在没有强制空冷的洁净室优势也很明显），例如射频匹配箱对可允许的相对尺寸会有要求。型号为 CV1W-500EW 的电容的电流曲线显示了其所达到的优越性能，见图 13。

根据要求，其它型号电容也能提供这种附件，参阅产品应用信息 SB-7。

冷却盘必须在工厂安装，这是因为这种电容的“红帽子”比标准的要短，出厂前，还要检查冷却循环看是否有漏水。

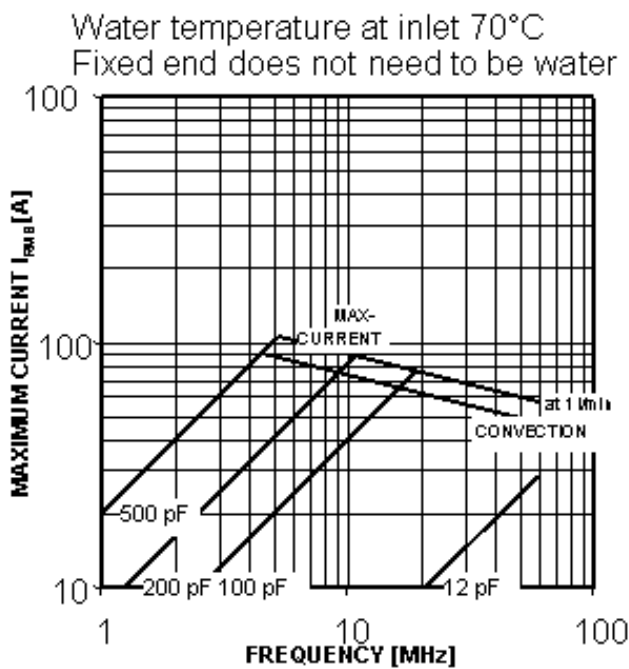


图 14: Current curve CVMI-500AW/15-AAC-M

4. 操作与维护

4.1 操作

在安装或者搬运真空电容时，特别要注意避免损坏电容体，否则很容易会造成电极片移位，对于旧的玻璃电容，这显而易见，但是对于现在具有更高机械性能及电性能/热性能的陶瓷电容而言，这种损坏并不容易发现。尽管从外表来看，真空电容很结实，但是必须记住一点，由于采用焊接工艺来封装陶瓷和铜件，铜处于一种退火处理后非常软的状态，非常容易产生机械变形。

基于这些原因，必须避免任何粗暴的操作，例如法兰加工，应使用现有的螺孔用于安装紧固，详见产品应用信息 SB-25。

4.2 安装

自然冷却和强制空冷真空电容可以以任何位置安装，然而，对于水冷电容，我们推荐一些预防措施以避免气泡的产生。根据 3.4 节显示的不同的电容安装位置，必须注意设置正确的水流方向，这样可以确保最佳的冷却效果。

对于所有的电容，我们都建议在一侧进行非刚性安装，以避免过度的热的，机械的以及外部的安装力作用在电容上。大多数 COMET 电容在两端都设有铜安装环，参考各自的产品规格说明书，这是一个标准的配置，我们建议这些安装环用来作为所有机械或电性连接点。

大多数标准固体法兰包含 6 个公制螺纹孔间隔 6 个英制螺纹孔，根据要求，也可以提供带有不同螺纹和尺寸的螺纹孔的法兰。

4.3 真空电容储存建议

真空电容应该**竖直放置防止**在干净干燥的环境，建议在储存时将电容放置在带有干燥剂的密封的塑料袋内。定期进行高压测试，如果必要，每隔大约 4-6 个月进行一次高压老化处理（打压），以维持长期的耐高压能力。

如果水冷电容之前有使用过，应从波纹管内部（即冷却循环）抽干冷却水，**请使用真空泵**，详见产品应用信息 SB-31。

水冷电容的耐压测试应在水冷系统没有冷却水的情况下进行。

4.4 运输

在运输中，可调电容应设在最小电容值位置，无论何时，尽量使用原始包装。

4.5 测试

环境测试

许多型号的电容已经做过环境测试了，例如撞击，震动，射频状态下的热稳定性，盐水喷洒，湿度和气压变化。根据要求，一些特殊试验也可以在独立的实验室进行。

内部测试可以达到 30kW 和 30MHz。

电性与机械性能质量控制

每个电容在出厂前都会在 50Hz 进行高压测试，可调电容会在整个有效电容值范围内进行测试，此外也会进行直流测试（电压为峰值测试电压的 60%）来确定电容在正负极状态下的漏电流参数。电容的尺寸参数和电容值曲线也会仔细确定。

COMET 建议客户在电容安装之前也要在 50/60 Hz 进行耐压测试，[COMET 高压测试仪 HV 60-50 的使用请参考产品应用信息 SB-14](#)。

注意：在进行直流测试时，必须特别小心，直流状态下电容的充电可以保持很多天，非常危险，在操作前请确保电容已经正确放电。

警告：直流测试电压不能超过额定峰值测试电压的 60%，电容的重新老化处理只能在 50/60Hz 情况下进行。

4.6 维护

在正常工作环境下，电容不需要太多维护，只需定期清除电容表面的灰尘和污垢，无釉陶瓷表面可以用洗涤剂和水非常容易的清洁。

可以对调节螺杆定期加特殊硅脂或润滑油进行润滑。

5. COMET 产品的特殊参数和服务

5.1 规格说明书，曲线，各种技术信息

本节产品应用信息显示了总的技术信息，COMET 不同型号电容的其它信息和产品的快速查找在我们的主页都有说明。所有这些电容，外形图纸，电容值曲线，电流曲线，以及自感应曲线，大多数情况下的自振频率曲线，都会在规格说明书上予以说明，并且可以下载。由于这些信息更改时不会预先通知，请确保您得到的时最新版本的信息。

5.2 故障电容的分析

COMET 坚信，对产生故障的产品进行及时完整的分析是一个非常重要的工具，它既能提高我们自己的产品，也能协助射频设备的设计者提高他们的系统。一份填写完整的产品[工作报告服务申请](#)可以使得我们在大多数情况下确定电容故障的原因。[每个电容在出厂时都会附带一份空白产品工作报告表。](#)通常这些服务是免费的，然而在特殊情况下，例如返回的电容工作正常，我们会保留收取一定分析和报告费用的权利。

5.3 产品应用信息

针对特殊专题，在适当情况下 COMET 会发布包含技术推荐和技术信息的产品应用信息，这些专题典型的覆盖到真空电容的维护，测试及丢弃，X 射线辐射和新产品介绍。可以通过您本地的代理机构，COMET 分公司得到或者从我们的[主页网站](#)上下载。

5.4 特殊型号的真空电容

尽管生产线标准化程度很高，COMET 公司仍然会尽可能满足客户的特殊要求，通过这样的努力，产品可以得到改进，例如集成法兰以及双头平轴，其它特殊改进包括低扭矩应用的弹簧负载驱动装置与低自感应电容设计。

6. 单位换算表

线性测量单位

inch	foot	yard	metric units	
1 in	0.083 ft	0.028 yd	2.54 cm	25.4 mm
12 in	1 ft	0.333 yd	30.48 cm	304.8 mm
36 in	3 ft	1 yd	91.44 cm	914.4 mm
0.394 in	0.033 ft	0.011 yd	1 cm	10 mm

面积测量单位

square inch	square foot	square yard	metric units	
1 sq.in	0.007 sq.ft	---	6.452 cm ²	645.16 mm ²
144 sq.in	1 sq.ft	0.111 sq.yd	929.03 cm ²	---
1296 sq.in	9 sq.ft	1 sq.yd	8360 cm ²	---
0.155 sq.in	0.001 sq.ft	---	1 cm ²	100 mm ²

压力测量单位

pound-force/sq.ft	pound-force/sq.in	metric units		
1 lbf/ft ²	0.007 p.s.i	47.88 Pa		
144 lbf/ft ²	1 p.s.i	6.894 kPa	0.069 bar	
2089 lbf/ft ²	14.5 p.s.i	100 kPa	1 bar	1.02 at

容量测量单位

cubic inch	U.S. gallon	metric units	
1 cuin	0.0043 US gal	0.0164 liter	16.339 cm ³
231 cuin	1 US gal	3.785 liter	---
64 cuin	0.264 US gal	1 liter	1000 cm ³

重量测量单位

ounce	pound	metric units	
1 oz	0.0625 lb	28.35 g	0.028 kg
16 oz	1 lb	453.59 g	0.454 kg
35.27 oz	2.202 lb	---	1 kg

扭矩测量单位

inch ounce	inch pound	metric units		old units
1 ozin	0.063 lbin	0.007 Nm	0.7 Ncm	0.072 kgcm
16 ozin	1 lbin	0.113 Nm	11.3 Ncm	1.153 kgcm
141.4 ozin	8.838 lbin	1 Nm	100 Ncm	10.19 kgcm
13.87 ozin	0.867 lbin	0.098 Nm	9.8 Ncm	1 kgcm

温度测量单位

Kelvin	Celsius	Fahrenheit
273	0° C	32° F
293	20° C	68° F
323	50° C	122° F
373	100° C	212° F
398	125° C	257° F

Temp. °C = (Temp. °F - 32) · 5/9 / Δ 1° F = Δ 9/5° C

Led by experience. Driven by curiosity.

Switzerland (Head Office)

Comet AG
Flamatt

Germany

YXLON International GmbH
Aachen



Web pct.comet.tech



E-mail pct@comet.tech

United States

Comet Technologies USA, Inc.
San Jose/CA

Korea (South)

Comet Technologies Korea Co., Ltd
Suwon-si

China

Comet Mechanical Equipment Co. Ltd.
Shanghai

Malaysia

Comet Technologies Malaysia Sdn Bhd
Penang