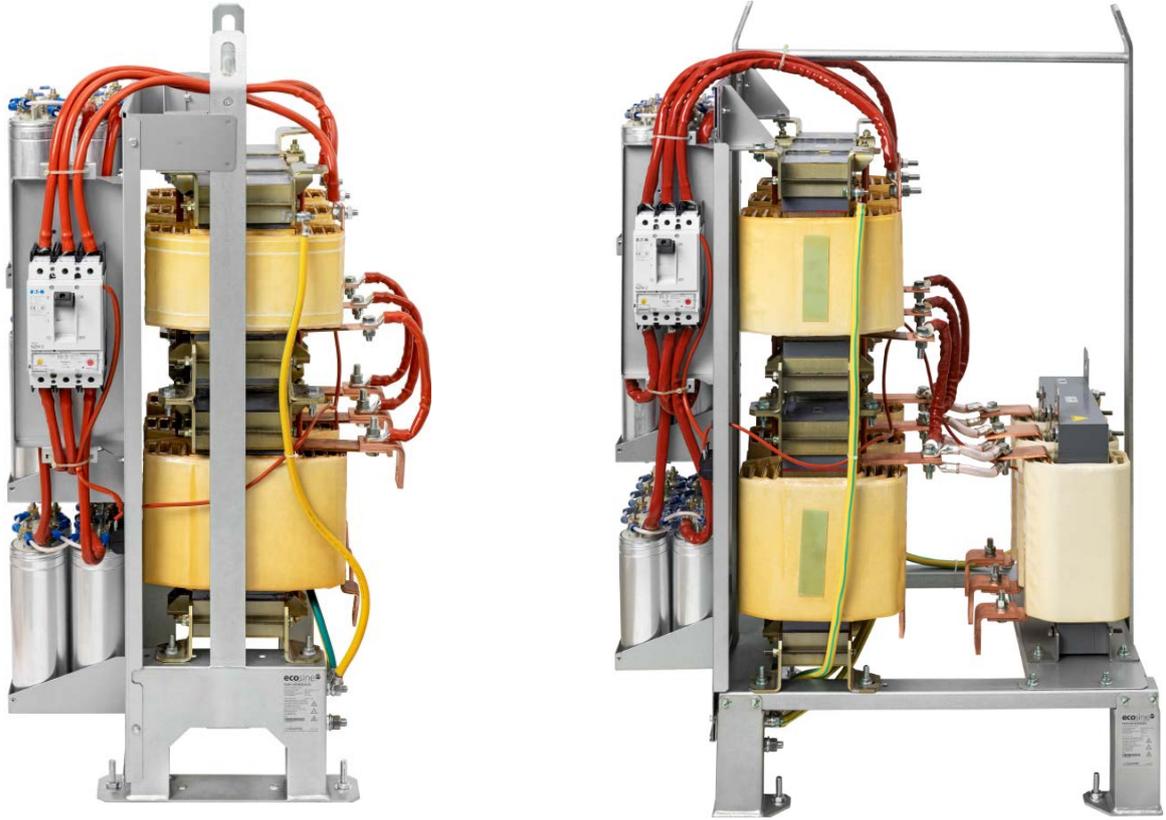


用户和安装手册

Ecosine max 系列无源谐波滤波器



Ecosine max

FN 3470/FN 3471 (50 Hz) for 380–415 VAC
FN 3480/FN 3481 (50 Hz) for 440–480 VAC
FN 3472/FN 3473 (60 Hz) for 380–415 VAC
FN 3482/FN 3483 (60 Hz) for 440–480 VAC

版权所有©2020 Schaffner International Ltd. 保留所有权利。本用户手册和安装手册(“手册”)的所有权利,包括但不限于内容、信息和数字,均由夏弗纳国际有限公司(“夏弗纳”)独家拥有和保留。本说明书仅适用于 ecosine 滤波器的操作或使用。未经夏弗纳事先书面许可,禁止对本手册的全部或部分进行任何处置、复制、传播、复制、修改、翻译、摘抄或使用。鉴于夏弗纳将持续改进和开发产品,本手册中的信息可随时进行更改,而没有义务通知任何人此类修改或更改。夏弗纳将尽一切可能的努力确保本手册的准确性和完整性。夏弗纳否认任何形式的明示或隐含的保证、保证或承诺,包括但不限于手册的完整性、完整性、准确性、非侵权性、适销性或适用于某一特定目的。

版本：02 (2020 年 10 月)

本文件（PDF 格式）的最新版本可以从您与夏弗纳组织的联系人处获取，也可以从 [schaffner.com](https://www.schaffner.com) 在线获得

我们产品的其他技术文件也可以从网站 [schaffner.com/downloads](https://www.schaffner.com/downloads) 的下载区域中找到

文件名称：

User and Installation Manual ecosine max Rev02.pdf

适用于 ecosine 版本：

FN 3470/FN 3471 (50 Hz) for 380–415 VAC
FN 3480/FN 3481 (50 Hz) for 440–480 VAC
FN 3472/FN 3473 (60 Hz) for 380–415 VAC
FN 3482/FN 3483 (60 Hz) for 440–480 VAC

版本历史

版本	日期	描述
01	2020 年 2 月	初版
02	2020 年 10 月	<p>整个文件的表格格式（从数据表粘贴为图片的表格被转换为真实可编辑的表格，以便于更好地翻译文件和未来可能的更新）</p> <p>纠正打字错误更好地统一文件内部和产品线之间的技术术语</p> <p>第 3.1 至 3.4 节绝缘等级 SCH-155（F）规范已删除（文件错误），所有版本均使用绝缘等级 SCH-200（N）</p> <p>第 3.6.1 节表 20 增加了 AWG/kcmil 中的横截面，并根据 UL 要求进行了更新</p> <p>增加了第 3.6.2 节，以满足陷波器断开跨接端子电缆要求</p> <p>增加第 3.6.3 节-辅助电缆要求</p> <p>增加第 3.8 节-热开关规范</p> <p>第 3.9 节表 24 参考柜零件的增加（第 6 至 8 行）</p> <p>第 3.10 节冷却的新要求，包括气流、进气口和机柜底部和背面适当开启要求的附加图片</p>

i. Ecosine max 无源谐波滤波器

Ecosine max 产品亮点

夏弗纳 ecosine max 系列无源谐波滤波器是可配置的产品，可为 3 相非线性负载的电流谐波抑制的每个特定问题，提供定制的解决方案。

八个产品系列，即 FN 3470/FN 3471、FN 3480/FN 3481、FN 3472/FN 3473 和 FN 3482/FN 3483，适用于低压 50 Hz 和 60 Hz 系统，而且尤其适用于交流和直流电机驱动器、电池充电器，以及带 6 脉冲前端整流器的其他电力电子应用。

Ecosine max 无源谐波滤波器技术代表了前几代无源谐波滤波器的发展，并引入了以下新颖性：

Ecosine max 专为用于最严苛的谐波抑制任务而设计。 Ecosine max 滤波器 FN 3470/71, FN 3472/73, FN 3480/81 和 FN 3482/83 适用于有或者无直流电抗器的驱动器，在额定功率条件下可以实现不同的 THDi，如下表所示。新一代的 ecosine max 系列滤波器保证满足最严格的 IEEE-519 要求，以及其他严格的国际电力质量标准。

表 1 Ecosine max 系列产品变型和性能

	FN3470	FN3471	FN3480	FN3481	FN3472	FN3473	FN3482	FN3483
电网频率	50Hz				60Hz			
额定工作电压	3x380-415VAC		3x440-480VAC		3x380-415VAC		3x440-480VAC	
6 脉冲二极管整流器 无直流电抗器	<5% THDi	<8% THDi	<5% THDi	<8% THDi	<5% THDi	<8% THDi	<5% THDi	<8% THDi
6 脉冲二极管整流器 有 4% 直流电抗器	3.5% THDi	<5% THDi	3.5% THDi	<5% THDi	3.5% THDi	<5% THDi	3.5% THDi	<5% THDi

Ecosine max 具有卓越的部分载荷性能。 ecosine max 系列滤波器的卓越性能不仅体现在可降低谐波电流以及让 THDi 下降至 5%（二极管整流器 @ 额定功率），还体现在引入了最小无功功率方面，即使在部分或者无负载条件下亦如此。在 50% 负载条件下，相移功率因数仍保持 $\cos\phi > 0.98$ 。

用于机柜集成的最紧凑和最优化的开放式框架设计。 夏弗纳电能质量模拟器 SchaffnerPQS3 (pqs.schaffner.com) 的升级版能够在电气系统中模拟 ecosine max 无源谐波滤波器。此外，还可以提供快速且准确的性能检查。

本用户手册预期将在滤波器选择、安装、应用和维护方面为设计师、安装人员和应用工程师提供支持。它可提供有用的解决方案，以克服谐波降低挑战，并解答常见问题。

如果您需要额外的支持，请随时与夏弗纳或我们的本地合作伙伴联系。

ii. 履约保证

通过在我们已发布的技术规范内的变频交流驱动应用（变速驱动应用）中选择并安装适当的 ecosine max 系列无源谐波滤波器，我们保证在额定功率条件下，对于标准 ecosine max 系列滤波器，输入电流失真将小于或者等于 5% THDi。此外，Ecosine max 系列滤波器还可在其他驱动应用中提供类似的性能，例如恒定转矩、直流驱动或者其他相位控制的整流器，例如 SCR 驱动，但是实际的 THDi 水平可能因晶体闸流管的负载和/或速度和/或点火角而异，因此不能提供保证。在对这些类型的设备应用 ecosine 滤波器的时候，请咨询夏弗纳或我们的本地代表，提供协助。

iii. 最低系统要求

在满足如下系统条件的情况下，将达到本滤波器的保证性能水平：

- | 负载类型：带前端六脉冲二极管整流器，带或者不带直流电抗器的任何三相设备
- | 电网类型：无零线的三相电源线
- | 线路阻抗：<3% (按照额定滤波器功率来计算)
- | 线路频率：50 Hz \pm 1 Hz (FN 3470/71, FN 3480/81), 60 Hz \pm 1 Hz (FN 3472/73, FN 3482/83)
- | 线电压：额定线路电压 \pm 10%
- | 线电压不平衡：<1%
- | 线电压失真：THDv <2%

如果大小和安装均适当的滤波器不能满足 5% THDi 水平，则夏弗纳将提供必要的工程支持，或者免费更换滤波器。

iv. 重要的用户须知

夏弗纳 ecosine max 系列谐波滤波器经过专门设计，可以在平衡三相电源系统中带六相整流器前端的电力电子设备输入（电网）侧操作，例如通常在交流或者直流电机驱动器和高功率直流电源中使用。滤波器用于特定应用场合的适合性必须由用户视情况而定。夏弗纳对因为在超出规范之外的情况下使用或者应用 ecosine 滤波器所导致的任何间接停机或者损坏概不承担任何责任。Ecosine 滤波器不适用于单相或者分相应用。

V. 一般安全须知和安装指南（警示和警告）

1. 重要信息

这些一般安全须知适用于一组电能质量滤波器，包括有源和无源谐波滤波器（AHF、PHF）、交流线路电抗器和输出滤波器。在未阅读安全须知、安装指导方针以及安装手册和产品规范之前，切勿尝试安装、操作、维护或者检查电能质量滤波器。在您未完全熟悉设备、安全须知和安装指导方针之前，切勿使用任何夏弗纳产品。这也适用于滤波器上的所有警告信息。请确保这些警告信息未被去除，且其易读性不受外部因素的影响。

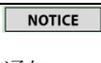
这些一般安全须知和安装指导方针中使用了如下符号、术语和名称：

标签	描述
 警示	按照这些说明，以规避可能会导致轻微或者中度损伤或者可能导致装置损坏的危险条件。
 警告	按照这些说明，以规避可能导致死亡或者严重损伤的危险条件。
 通知	指示读者须注意的内容。

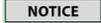
2. 一般安装须知

- | 请阅读并遵循下述安全和应用须知。
- | 在安装之前，请仔细检查运输箱和产品。在目测发现损坏的情况下，切勿安装滤波器，并向相关承运人提出索赔要求。
- | 滤波器可能较重。遵循有关贵公司起重重型设备的说明。
- | 对滤波器法兰提供的每个安装孔/插槽，使用适当大小的螺栓。螺栓的强度级别必须由安装人员根据滤波器重量和安装表面的材料来确定。
- | 连接滤波器至保护接地（PE）端子。
- | 移除所有的线路侧电源，然后连接滤波器的相位端子和中性端子（如果有）。滤波器标签也会指示线路（电网侧端子）和负载（电力电子端子）。
- | 关于滤波器端子的电力连接，请应用滤波器标签和/或发布的滤波器数据表上推荐的扭矩。

3. 安全须知和规定

1.设备标签 2.安全须知类别	安全须知规定
 警告	必须由熟悉电气系统安全规程，且接受了培训、经过认证的电工或者技术人员开展设备安装、启动、操作以及维护（如果有）。严禁不合格的人员使用、安装、操作或者维护 PQ 滤波器！
 警告	电能质量设备的操作涉及高压电势。请在操作带电的滤波器零件之前，始终断开电源，并等待充分的时间，以便电容器放电至安全水平（<42V）。将在线路至线路之间，以及线路至地面之间，测量残余电压。
 警示	必须对设备进行正确的保护接地，且必须按照适用的国家和地方法规，为用户提供电压保护。在搬运、安装、操作或者维护电气设备的时候，请始终遵循贵公司提供的安全规程，以及适用的国家电气规范。
 警示	某些产品可能包含 EMC 滤波器，其可能导致地面漏泄电流。请始终首先连接滤波器至保护接地（PE），然后继续为相位/中性端子布线。在停用滤波器的时候，请断开 PE 连接。
 警告	使用 AHF 中的直接关闭设置不会导致设备与电源断开连接，因而不能将此用作安全开关。
 警示	请严格遵守一般安装和环境条件。确保冷却槽（如果有）无可能会抑制有效空气循环的阻碍物。请始终按照电气、机械、热和环境规范操作滤波器。
 警示	电能质量滤波器是有损电气部件。在负载操作条件下，设备的零件/表面可能会发热。
 通知	在高于 2000 米海拔的情况下，请在安装之前联系夏弗纳。

- | 必须根据国家 and 国际电气法规和适用于集成了电能质量滤波器和所用装置的设备的產品标准，选择电缆或者汇流条的横截面积。
- | 某些滤波器将提供额外的端子，例如：用于过温监测。必须在接通滤波器之前，适当地使用这些功能。如果不确定，请咨询您的地方夏弗纳代表。
- | 有源谐波滤波器（AHF）将与电流变压器（CT）配合使用，该变压器是一款第三方产品，通常安装在具有极高电压水平的电气设备中。在尝试安装 CT 之前，请阅读 CT 制造商提供的 CT 安装安全页面。请始终将变压器视为其连接的电路的一部分，并且不要碰触导线和端子，或者变压器的其他零件，除非知道这些零件已经接地。
- | 为了从您的电能质量滤波器中获得最大受益，也请查阅 www.schaffner.com 网站下载部分中的其他用户手册、安装手册、白皮书和其他资料。这些额外的指导方针将提供有用提示，以帮助获取设备相关的话题和技术知识。

 通知	滤波器对特定应用场合的适合性最终必须由用户（将滤波器投入使用的一方）根据情况而决定。夏弗纳对因为未按规范使用滤波器而导致的任何故障停机或者损坏概不承担任何责任。
 警示	在不确定且有疑问的情况下，请联系您的地方夏弗纳合作伙伴，获得协助（按照区域提供的详细信息请见网站 www.schaffner.com ）。

目录

1	Ecosine max 无源谐波滤波器的名称	11
1.1	FN 3470/FN 3471、FN 3480/FN 3481、FN 3472/FN 3473 与 FN 3482/FN 3483 之间的区分	11
1.2	ecosine max 产品型号解释	12
2	滤波器选择	14
2.1	滤波器选择表格 FN 3470/FN 3471 (50 Hz, 3×380 ... 415 VAC)	16
2.2	滤波器选择表格 FN 3480/FN 3481 (50 Hz, 3×440 ... 480 VAC)	19
2.3	滤波器选择表格 FN 3472/FN 3473 (60 Hz, 3×380 ... 415 VAC)	21
2.4	滤波器选择表格 FN 3482/FN 3483 (60 Hz, 3×440 ... 480 VAC)	24
3	滤波器描述	28
3.1	通用电气规范 FN 3470/FN 3471 (50 Hz 滤波器).....	28
3.2	通用电气规范 FN 3480/FN 3481 (50 Hz 滤波器).....	29
3.3	通用电气规范 FN 3472/FN 3473 (60 Hz 滤波器).....	30
3.4	通用电气规范 FN 3482/FN 3483 (60 Hz 滤波器).....	31
3.5	其他电气规范	32
3.6	电缆横截面积要求	32
3.6.1	电源端子	32
3.6.2	陷波断连跳线端子	35
3.6.3	辅助端子	36
3.7	接地端子的螺钉和扭矩.....	37
3.8	热保护开关规范.....	37
3.9	机柜规范.....	37
3.10	冷却要求.....	38
3.11	机械框架尺寸.....	42

3.12	Ecosine max 无源谐波滤波器的尺寸	43
3.13	滤波器性能	45
3.14	功能图	47
3.14.1	滤波器配置	47
3.14.2	滤波器配置 -E0XXJXX	48
4	Ecosine max 谐波滤波器图表和工作原理	49
5	滤波器外观和元件	50
5.1	FN3470/80/72/82 的机械设计 (带负载电抗器)	50
5.2	FN3471/81/73/83 的机械设计 (无负载电抗器)	51
6	使用 SchaffnerPQS 的性能估计	53
7	滤波器应用	54
8	滤波器安装	55
8.1	步骤 1: 目测检查	55
8.2	步骤 2: 安装	56
8.2.1	固定	57
8.2.2	螺钉和螺栓选择	58
8.2.3	滤波器放置:	58
8.3	步骤 3: 接线	60
8.3.1	验证所有的线路侧电源是否安全地断开连接。	60
8.3.2	仔细地连接保护接地 (PE) 电缆至 ecosine 滤波器附近的适当接地电势。	60
8.3.3	连接 ecosine 滤波器的 PE 电缆	60
8.3.4	连接 ecosine 电源端子至线路和负载/整流器上的相应相位。	61
8.3.5	安装外部的电容电流控制装置。	62
8.3.6	连接监控开关 TS- TS'	62
8.3.7	连接辅助开关 AS- AS'	63
8.3.8	安装并连接开关遥控器.....	63
8.3.9	保险丝	64

2021 年 10 月 7 日 14:01:24

9	滤波器维护	66
9.1	维护计划.....	66
9.2	电力电容器.....	67
9.2.1	电容器储存.....	67
9.3	电气连接.....	67
10	陷波电路断连	68
11	故障排查	69

1 Ecosine max 无源谐波滤波器的名称

1.1 FN 3470/FN 3471、FN 3480/FN 3481、FN 3472/FN 3473 与 FN 3482/FN 3483 之间的区分

FN3470 (FN3472, FN3480 FN3482) 和 FN3471 (FN3473, FN3481, FN3483) 之间的主要区别在于滤波器配置, 详见如下 图 1 和图 2 所示。FN3470, FN3472, FN3480 和 FN3482 滤波器包含 3 个电抗器, 可支持其处理最艰巨的缓解谐波的任务。FN3471, FN3473, FN3481 和 FN3483 包含 2 个电抗器, 这在 THDi 要求降低或者存在带直流电抗器的驱动器中, 是最佳的选择。不同驱动器设置的所有产品型号的性能详见 表 1。

E0XXSXX

- 用于无直流电抗器的整流器
- 滤波器包含陷波断连开关

E0XXJXX

- 用于无直流电抗器的整流器
- 滤波器包含陷波断连跳线



图 1 FN3470, FN3472, FN3480 和 FN3482 的滤波器配置

E0XXSXX

- 用于有和无直流电抗器的整流器
- 滤波器包含陷波断连开关

E0XXJXX

- 用于有和无直流电抗器的整流器
- 滤波器包含陷波断连跳线



图 2 FN3471, FN3473, FN3481 和 FN3483 的滤波器配置

1.2 ecosine max 产品型号解释

Ecosine max 是新一代夏弗纳无源谐波滤波器的一部分。从夏弗纳 ecosine evo 系列起，就引入了一套命名系统，包含用 ‘-’ 连接的 4 个部分。鉴于其针对机柜安装的开放式框架设计，Ecosine max 系列不提供可以在 ecosine evo 系列中找到的所有选配件，但是对于不可用的选配件，与 X 共享相同的命名系统。

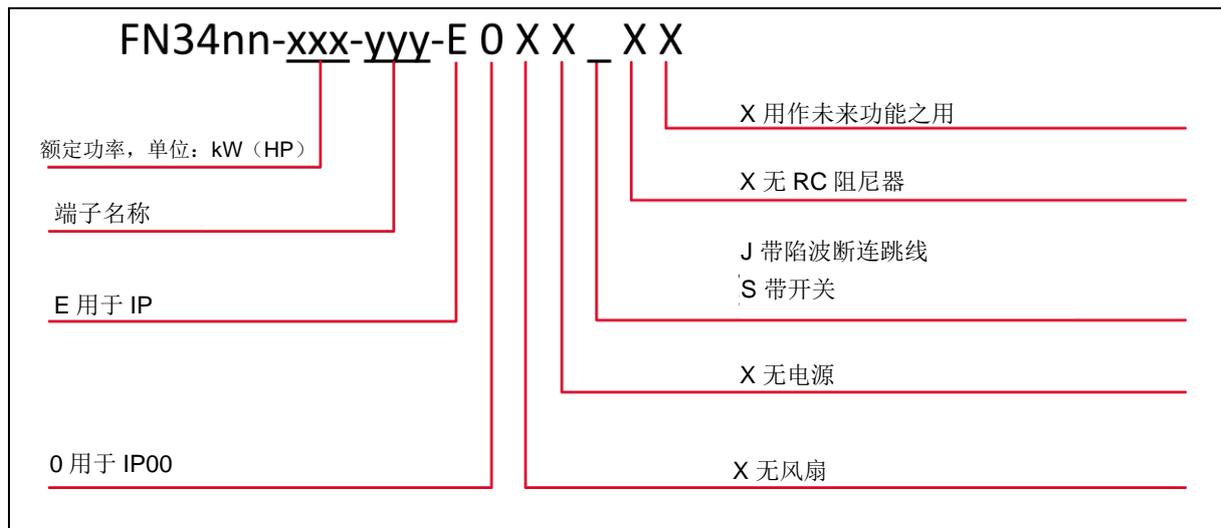


图 3 Ecosine max 产品型号解析图

- 名称 ‘FN 34nn-xxx-yyy-_____’ 的第一部分用于区分八个 ecosine max 滤波器系列。
- 表 2 每个滤波器类型的工作频率和标称电压

	FN 3470	FN 3471	FN 3480	FN 3481	FN 3472	FN 3473	FN 3482	FN 3483
工作频率	50 Hz		50 Hz		60 Hz		60 Hz	
额定工作电压	3x 380 至 415 VAC		3x 440 至 480 VAC		3x 380 至 415 VAC		3x 440 至 480 VAC	

- 名称 ‘FN 34nn-xxx-yyy-_____’ 的第二部分指示 **电机驱动额定功率**，对于 50 Hz 滤波器，单位是 kW，而对于 60 Hz 滤波器，则是 HP。请注意，ecosine max 滤波器未在名称中使用电流额定值。
- 名称 ‘FN 34nn-xxx-yyy-_____’ 的第三部分指示电源端子类型。对于 ecosine max 系列，所有的滤波器均配备汇流条端子 (-99)。
- 名称 ‘FN 34nn-xxx-yyy-E 0XX_XX’ 的第四部分包含七个插槽。此名称格式与 ecosine evo 系列的相同，不过，ecosine max 系列不提供 evo 系列的所有选配件，唯一相关的选配件是第五个插槽，表示存在一个开关 (S) 或者陷波断连跳线模块(J)，用于安装客户自己提供的开关。
- 夏弗纳提供电能质量模拟器 **SchaffnerPQS3** (pqs.schaffner.com)，用于为您的应用选择和验证最合适的 ecosine max 滤波器。

ecosine max 滤波器名称的示例:

FN 3470-315-99-E0XXSXX: 滤波器适用于 50 Hz, 380–415 V 交流电网, 电机驱动额定功率 315kW, 开放式框架 (IP 00), 滤波器包含断连开关模块。对于无直流电抗器的驱动器, 滤波器预期将实现 5% THDi, 或者对于带 4% 直流电抗器的驱动器, 将实现 3.5% THDi。

FN 3481-400-99-E0XXJXX: 滤波器适用于 50 Hz, 440–480 V 交流电网, 电机驱动额定功率 400kW, 开放式框架 (IP 00), 滤波器包含陷波断连跳线模块。对于无直流电抗器的驱动器, 滤波器预期将实现 8% THDi, 或者对于带 4% 直流电抗器的驱动器, 将实现 5% THDi。

FN 3482-500-99-E0XXSXX: 滤波器适用于 60 Hz, 440–480 V 交流电网, 电机驱动额定功率 500HP, 开放式框架 (IP 00), 滤波器包含断连开关模块。对于无直流电抗器的驱动器, 滤波器预期将实现 5% THDi, 或者对于带 4% 直流电抗器的驱动器, 将实现 3.5% THDi。

ecosine max 滤波器的所有电源端子均为汇流条连接, 名称为 -99。

2 滤波器选择

需要仔细地选择和配置 Ecosine max 无源谐波滤波器，以享受最大益处。夏弗纳建议通过使用夏弗纳电能质量模拟器工具 SchaffnerPQS3，验证选择，该工具可从 pqs.schaffner.com 获取。

步骤 1：电网频率

确定所考虑的系统是否在 50 Hz 或者 60 Hz 电网中运行，并根据下表选择相应的滤波器系列：

50 Hz 电网	欧洲、中东、亚洲部分地区、南美洲部分地区	FN 3470/FN 3471
		FN 3480/FN 3481
60 Hz 电网	中北美洲、亚洲部分地区、南美洲部分地区	FN 3472/FN 3473
		FN 3482/FN 3483

注意：50 Hz 滤波器将不能在 60 Hz 电网中提供令人满意的谐波降低效果，反之亦然。

步骤 2：电网电压

根据下表，验证电网配置适用于标准 ecosine max 系列无源谐波滤波器：

50 Hz 电网	标称电压 380–415 V AC	TN, TT, IT 配置
50 Hz 电网	标称电压 440-480 V AC	TN, TT, IT 配置
60 Hz 电网	标称电压 380–415 V AC	TN, TT, IT 配置
60 Hz 电网	标称电压 440-480 V AC	TN, TT, IT 配置

步骤 3：整流器类型，驱动器中存在直流电抗器

参见表 1，了解滤波器性能。

步骤 4：整流器/驱动器输入功率

必须按照整流器/电机驱动输入功率（单位分别为 kW 和 HP），选择单个滤波器。重要的一点是，额定滤波器功率必须尽可能匹配整流器/驱动器的有效输入功率。

注意，如果以非常接近其额定功率的功率，操作整流器/驱动器，那么可以按照电机驱动器的额定功率，选择滤波器。不过，例如，驱动器将仅以其 66% 的额定功率运行的话，那么应选择更小的滤波器，以实现最大的谐波降低性能，以及在成本、尺寸和重量方面实现最佳效果。在此情况下，客户将负责确保在规格范围内，运行 ecosine 无源谐波滤波器。这在过载方面尤其重要。

请参见如下示例：

例 1：

电源线额定值：400 V, 50 Hz

驱动器额定值：380–500 V, 50–60 Hz, 355 kW, 727 A, B6-二极管整流器，无直流电抗器
在额定功率下需要达到的 THDi：5%

计划的整流器/驱动器输入实际功率：355kW (100% 的驱动器额定值)

推荐的滤波器：型号 FN 3470-355-99

例 2：

电源线额定值：400 V, 50 Hz

驱动器额定值：380–500 V, 50–60 Hz, 355 kW, 559 A, B6-二极管整流器，带 4% 直流电抗器
计划的整流器/驱动器输入实际功率：355 kW (100% 的驱动器额定值)

在额定功率下需要达到的 THDi：5%

推荐的滤波器：型号 FN 3471-355-99

例 3：

电源线额定值：480 V, 50 Hz

驱动器额定值：440–480 V, 50–60 Hz, 400 kW, 700 A, B6-二极管整流器，无直流电抗器
计划的整流器/驱动器输入实际功率：400kW (100% 的驱动器额定值)

在额定功率下需要达到的 THDi：10%

推荐的滤波器：型号 FN 3481-400-99

例 4：

电源线额定值：480 V, 60 Hz

驱动器额定值：380–500 V, 50–60 Hz, 400 HP, 537 A, 二极管整流器
计划的整流器/驱动器输入实际功率：400 HP (100% 的驱动器额定值)

在额定功率下需要达到的 THDi：10%

推荐的滤波器：型号 FN 3483-400-99

鉴于在部分负载，以及更高成本、大小和重量条件下，固有的谐波下降性能将更低，因此不建议选择尺寸过大的无源谐波滤波器。

请参见章节 2.1 至 2.4，以作出适当的滤波器选择。

2.1 滤波器选择表格 FN 3470/FN 3471 (50 Hz, 3×380 ... 415 VAC)

表 2 带断路器的型号的 FN 3470 滤波器选择表格

滤波器	在 400V /50 Hz 条件下的额定负载功率 [kW]	电机驱动输入电流 [Arms]	额定的滤波器输入电流 [Arms]	在 40°C 温度下的典型功率损耗 [W]	断路器额定电流 [A]	重量 [kg]	端子	框架尺寸
FN 3470-250-99-E0XXSXX	250	435	376	3029	250	270	汇流排	S10
FN 3470-315-99-E0XXSXX	315	655	475	3295	250	295	汇流排	S10
FN 3470-355-99-E0XXSXX	355	727	538	3527	300	320	汇流排	S12
FN 3470-400-99-E0XXSXX	400	808	608	4617	400	426	汇流排	L10
FN 3470-500-99-E0XXSXX	500	985	766	4475	400	510	汇流排	L12

*无谐波滤波器的电机驱动输入电流。

表 3 带陷波断连跳线的型号的 FN 3470 滤波器选择表格

滤波器	在 400V /50 Hz 条件下的额定负载功率 [kW]	电机驱动输入电流 [Arms]	额定的滤波器输入电流 [Arms]	在 40°C 温度下的典型功率损耗 [W]	重量 [kg]	端子	框架尺寸
FN 3470-250-99-E0XXJXX	250	435	376	3029	270	汇流排	S10
FN 3470-315-99-E0XXJXX	315	655	475	3295	295	汇流排	S10
FN 3470-355-99-E0XXJXX	355	727	538	3527	320	汇流排	S12
FN 3470-400-99-E0XXJXX	400	808	608	4617	426	汇流排	L10
FN 3470-500-99-E0XXJXX	500	985	766	4475	510	汇流排	L12

*无谐波滤波器的电机驱动输入电流。

表 4 带断路器的型号的 FN 3471 滤波器选择表格

滤波器	在 400V /50 Hz 条件下的额定 负载功率 [kW]	电机驱 动输入 电流* [Arms]	额定的 滤波器 输入电 流 [Arms]	达到 5% THDi 所需 的 Ldc** [mH]	在 40°C 温度下 的典型 功率损 耗 [W]	断路 器额 定电 流 [A]	重量 [kg]	端子	框架 尺寸
FN 3471-250-99- E0XXSXX	250	435	376	0.082	1974	250	240	汇流排	S08
FN 3471-315-99- E0XXSXX	315	655	475	0.065	2226	250	270	汇流排	S08
FN 3471-355-99- E0XXSXX	355	727	538	0.058	2346	300	292	汇流排	S08
FN 3471-400-99- E0XXSXX	400	808	608	0.051	3501	400	362	汇流排	L08
FN 3471-500-99- E0XXSXX	500	985	766	0.041	3195	400	410	汇流排	L08

*无滤波器的电机驱动输入电流。

**FN 3471 滤波器可以用于有和无 Ldc 的驱动器。当 FN3471 应用于无 Ldc 的驱动器时，可实现 8% THDi (在额定功率条件下)，而在驱动器中存在 4% Ldc 时，则可实现 5% THDi (在额定功率条件下)。

表 5 带陷波断连跳线的型号的 FN 3471 滤波器选择表格

滤波器	在 400V /50 Hz 条件下的额定负载功率	电机驱动输入电流*	额定的滤波器输入电流	达到 5% THDi 所需的 Ldc**	在 40°C 温度下的典型功率损耗	重量	端子	框架尺寸
	[kW]	[Arms]	[Arms]	[mH]	[W]	[kg]		
FN 3471-250-99-E0XXJXX	250	435	376	0.082	1974	240	汇流排	S08
FN 3471-315-99-E0XXJXX	315	655	475	0.065	2226	270	汇流排	S08
FN 3471-355-99-E0XXJXX	355	727	538	0.058	2346	292	汇流排	S08
FN 3471-400-99-E0XXJXX	400	808	608	0.051	3501	362	汇流排	L08
FN 3471-500-99-E0XXJXX	500	985	766	0.041	3195	410	汇流排	L08

*无滤波器的电机驱动输入电流。

**FN 3471 滤波器可以用于有和无 Ldc 的驱动器。当 FN3471 应用于无 Ldc 的驱动器时，可实现 8% THDi (在额定功率条件下)，而在驱动器中存在 4% Ldc 时，则可实现 5% THDi (在额定功率条件下)。

2.2 滤波器选择表格 FN 3480/FN 3481 (50 Hz, 3×440 ... 480 VAC)

表 6 带断路器的型号的 FN 3480 滤波器选择表格

滤波器	在 480V /50 Hz 条件下的额定负载功率	电机驱动输入电流	额定的滤波器输入电流	在 40°C 温度下的典型功率损耗	断路器额定电流	重量	端子	框架尺寸
	[kW]	[Arms]	[Arms]	[W]	[A]	[kg]		
FN 3480-315-99-E0XXSXX	315	565	393	3278	250	270	汇流排	S10
FN 3480-355-99-E0XXSXX	355	630	442	3343	250	328	汇流排	S10
FN 3480-400-99-E0XXSXX	400	701	499	3584	300	366	汇流排	S12
FN 3480-500-99-E0XXSXX	500	856	629	4356	400	385	汇流排	L10
FN 3480-560-99-E0XXSXX	560	947	705	4536	400	410	汇流排	L12

*无谐波滤波器的电机驱动输入电流。

表 7 带陷波断连跳线的型号的 FN 3480 滤波器选择表格

滤波器	在 480V /50 Hz 条件下的额定负载功率	电机驱动输入电流	额定的滤波器输入电流	在 40°C 温度下的典型功率损耗	重量	端子	框架尺寸
	[kW]	[Arms]	[Arms]	[W]	[kg]		
FN 3480-315-99-E0XXJXX	315	565	393	3278	270	汇流排	S10
FN 3480-355-99-E0XXJXX	355	630	442	3343	328	汇流排	S10
FN 3480-400-99-E0XXJXX	400	701	499	3584	366	汇流排	S12
FN 3480-500-99-E0XXJXX	500	856	629	4356	385	汇流排	L10
FN 3480-560-99-E0XXJXX	560	947	705	4536	410	汇流排	L12

*无谐波滤波器的电机驱动输入电流。

表 8 带断路器的型号的 FN 3481 滤波器选择表格

滤波器	在 480V /50 Hz 条件下的额定负载功率	电机驱动输入电流*	额定的滤波器输入电流	达到 5% THDi 所需的 Ldc**	在 40°C 温度下的典型功率损耗	断路器额定电流	重量	端子	框架尺寸
	[kW]	[Arms]	[Arms]	[mH]	[W]	[A]	[kg]		
FN 3481-315-99-E0XXSXX	315	564	393	0.094	2223	250	250	汇流排	S08
FN 3481-355-99-E0XXSXX	355	630	444	0.083	2274	250	272	汇流排	S08
FN 3481-400-99-E0XXSXX	400	701	501	0.074	2403	300	288	汇流排	S08
FN 3481-500-99-E0XXSXX	500	856	630	0.059	3240	400	376	汇流排	L08
FN 3481-560-99-E0XXSXX	560	947	709	0.053	3256	400	385	汇流排	L08

* 无谐波滤波器的电机驱动输入电流

** FN 3481 滤波器可以用于有和无 Ldc 的驱动器。当 FN3481 应用于无 Ldc 的驱动器时，可实现 8% THDi (在额定功率条件下)，而在驱动器中存在 4% Ldc 时，则可实现 5% THDi (在额定功率条件下)。

表 9 带陷波断连跳线的型号的 FN 3481 滤波器选择表格

滤波器	在 480V /50 Hz 条件下的额定负载功率	电机驱动输入电流*	额定的滤波器输入电流	达到 5% THDi 所需的 Ldc**	在 40°C 温度下的典型功率损耗	重量	端子	框架尺寸
	[kW]	[Arms]	[Arms]	[mH]	[W]	[kg]		
FN 3481-315-99-E0XXJXX	315	564	393	0.094	2223	250	汇流排	S08
FN 3481-355-99-E0XXJXX	355	630	444	0.083	2274	272	汇流排	S08
FN 3481-400-99-E0XXJXX	400	701	501	0.074	2403	288	汇流排	S08
FN 3481-500-99-E0XXJXX	500	856	630	0.059	3240	376	汇流排	L08

FN 3481-560-99-E0XXJXX	560	947	709	0.053	3256	385	汇流排	L08
------------------------	-----	-----	-----	-------	------	-----	-----	-----

* 无谐波滤波器的电机驱动输入电流

** FN 3481 滤波器可以用于有和无 Ldc 的驱动器。当 FN3481 应用于无 Ldc 的驱动器时，可实现 8% THDi (在额定功率条件下)，而在驱动器中存在 4% Ldc 时，则可实现 5% THDi (在额定功率条件下)。

2.3 滤波器选择表格 FN 3472/FN 3473 (60 Hz, 3×380 ... 415 VAC)

表 10 带断路器的型号的 FN 3472 滤波器选择表格

滤波器	在 380V /60 Hz 条件下的额定负载功率	电机驱动输入电流	额定的滤波器输入电流	在 40°C 温度下的典型功率损耗	断路器额定电流	重量	端子	框架尺寸
	[kW]	[Arms]	[Arms]	[W]	[A]	[kg]		
FN3472-280-99-E0XXSXX	209	280	472	327	2832	200	245	540
FN3472-315-99-E0XXSXX	235	315	537	375	3200	200	270	595
FN3472-355-99-E0XXSXX	265	355	595	420	3451	250	295	650
FN3472-400-99-E0XXSXX	300	400	656	469	3404	250	320	705
FN3472-480-99-E0XXSXX	358	480	773	563	4173	300	385	849

*无谐波滤波器的电机驱动输入电流。

表 11 带陷波断连跳线的型号的 FN 3472 滤波器选择表格

滤波器	在 380V /60 Hz 条件下的额定负载功率	电机驱动输入电流	额定的滤波器输入电流	在 40°C 温度下的典型功率损耗	重量	端子	框架尺寸
	[kW]	[Arms]	[Arms]	[W]	[kg]		
FN3472-280-99-E0XXJXX	209	280	472	327	2832	245	540
FN3472-315-99-E0XXJXX	235	315	537	375	3200	270	595
FN3472-355-99-E0XXJXX	265	355	595	420	3451	295	650
FN3472-400-99-E0XXJXX	300	400	656	469	3404	320	705

FN3472-480-99- E0XXJXX	358	480	773	563	4173	385	849
---------------------------	-----	-----	-----	-----	------	-----	-----

*无谐波滤波器的电机驱动输入电流。

表 12 带断路器的型号的 FN 3473 滤波器选择表格

滤波器	在 380V /60 Hz 条件下的 额定 负载功率 [kW]	电机驱 动输入 电流* [Arms]	额定的 滤波器 输入电 流 [Arms]	达到 5% THDi 所需 的 Ldc** [mH]	在 40°C 温度下 的典型 功率损 耗 [W]	断路器 额定电 流 [A]	重量 [kg]	端子	框架 尺寸
FN3473-280-99- E0XXSXX	209	280	472	325	0.074	2085	200	220	485
FN3473-315-99- E0XXSXX	235	315	537	374	0.066	2145	200	245	540
FN3473-355-99- E0XXSXX	265	355	595	418	0.058	2382	250	270	595
FN3473-400-99- E0XXSXX	300	400	656	467	0.052	2223	250	295	650
FN3473-480-99- E0XXSXX	358	480	772	561	0.044	3057	300	360	794

* 无谐波滤波器的电机驱动输入电流

** FN 3473 滤波器可以用于有和无 Ldc 的驱动器。当 FN 3473 应用于无 Ldc 的驱动器时，可实现 8% THDi (在额定功率条件下)，而在驱动器中存在 4% Ldc 时，则可实现 5% THDi (在额定功率条件下)。

表 13 带陷波断连跳线的型号的 FN 3473 滤波器选择表格

滤波器	在 380V /60 Hz 条件下的 额定 负载功率 [kW]	电机驱 动输入 电流* [Arms]	额定的 滤波器 输入电 流 [Arms]	达到 5% THDi 所 需的 Ldc** [mH]	在 40°C 温度下 的典型 功率损 耗 [W]	重量 [kg]	端子	框架尺 寸
FN3473-280-99- E0XXJXX	209	280	472	325	0.074	2085	220	485
FN3473-315-99- E0XXJXX	235	315	537	374	0.066	2145	245	540

FN3473-355-99- E0XXJXX	265	355	595	418	0.058	2382	270	595
FN3473-400-99- E0XXJXX	300	400	656	467	0.052	2223	295	650
FN3473-480-99- E0XXJXX	358	480	772	561	0.044	3057	360	794

* 无谐波滤波器的电机驱动输入电流

** FN 3473 滤波器可以用于有和无 Ldc 的驱动器。当 FN 3473 应用于无 Ldc 的驱动器时，可实现 8% THDi (在额定功率条件下)，而在驱动器中存在 4% Ldc 时，则可实现 5% THDi (在额定功率条件下)。

2.4 滤波器选择表格 FN 3482/FN 3483 (60 Hz, 3×440 ... 480 VAC)

表 14 带断路器的型号的 FN 3482 滤波器选择表格

滤波器	在 480 V/60 Hz 条件下的额定负载功率		电机驱动输入电流* [Arms]	额定的滤波器输入电流 [Arms]	在 40°C 温度下的典型功率损耗 [W]	断路器额定电流 [A]	重量		端子	框架尺寸
	[kW]	[HP]					[kg]	[lbs]		
FN 3482-350-99-E0XXSXX	260	350	472	327	2832	200	245	540	汇流排	S10
FN 3482-400-99-E0XXSXX	300	400	537	375	3200	200	270	595	汇流排	S10
FN 3482-450-99-E0XXSXX	335	450	595	420	3451	250	295	650	汇流排	S10
FN 3482-500-99-E0XXSXX	370	500	656	467	3404	250	320	705	汇流排	S12
FN 3482-600-99-E0XXSXX	450	600	773	563	4173	300	385	849	汇流排	L10

*无谐波滤波器的电机驱动输入电流。

表 15 带陷波断连跳线的型号的 FN 3482 滤波器选择表格

滤波器	在 480 V/60 Hz 条件下的额定负载功率		电机驱动输入电流* [Arms]	额定的滤波器输入电流 [Arms]	在 40°C 温度下的典型功率损耗 [W]	重量		端子	框架尺寸
	[kW]	[HP]				[kg]	[lbs]		
FN 3482-350-99-E0XXJXX	260	350	472	327	2832	245	540	汇流排	S10
FN 3482-400-99-E0XXJXX	300	400	537	375	3200	270	595	汇流排	S10
FN 3482-450-99-E0XXJXX	335	450	595	420	3451	295	650	汇流排	S10
FN 3482-500-99-E0XXJXX	370	500	656	467	3404	320	705	汇流排	S12
FN 3482-600-99-E0XXJXX	450	600	773	563	4173	385	849	汇流排	L10

*无谐波滤波器的电机驱动输入电流。

表 16 带断路器的型号的 FN 3483 滤波器选择表格

滤波器	在 480 V/60 Hz 条件下的额定负载功率		电机驱动输入电流* [Arms]	额定的滤波器输入电流 [Arms]	达到 5% THDi 所需的 Ldc** [mH]	在 40°C 温度下的典型功率损耗 [W]	断路器额定电流 [A]	重量		端子	框架尺寸
	[kW]	[HP]						[kg]	[lbs]		
FN 3483-350-99-E0XXSXX	260	350	472	325	0.095	2085	200	220	485	汇流排	S08
FN 3483-400-99-E0XXSXX	300	400	537	374	0.082	2145	200	245	540	汇流排	S08
FN 3483-450-99-E0XXSXX	335	450	595	418	0.074	2382	250	270	595	汇流排	S08
FN 3483-500-99-E0XXSXX	370	500	656	467	0.066	2223	250	295	650	汇流排	S08
FN 3483-600-99-E0XXSXX	450	600	772	561	0.055	3057	300	360	794	汇流排	L08

*无谐波滤波器的电机驱动输入电流。

** FN 3483 滤波器可以用于有和无 Ldc 的驱动器。当 FN3483 应用于无 Ldc 的驱动器时，可实现 8% THDi (在额定功率条件下)，而在驱动器中存在 4% Ldc 时，则可实现 5% THDi (在额定功率条件下)。

表 17 带陷波断连跳线的型号的 FN 3483 滤波器选择表格

滤波器	在 480 V/60 Hz 条件下的额定负载功率		电机驱动输入电流*	额定的滤波器输入电流	达到 5% THDi 所需的 Ldc**	在 40°C 温度下的典型功率损耗	重量		端子	框架尺寸
	[kw]	[HP]					[Arms]	[Arms]		
FN 3483-350-99-E0XXJXX	260	350	472	325	0.095	2085	220	485	汇流排	S08
FN 3483-400-99-E0XXJXX	300	400	537	374	0.082	2145	245	540	汇流排	S08
FN 3483-450-99-E0XXJXX	335	450	595	418	0.074	2382	270	595	汇流排	S08
FN 3483-500-99-E0XXJXX	370	500	656	467	0.066	2223	295	650	汇流排	S08
FN 3483-600-99-E0XXJXX	450	600	772	561	0.055	3057	360	794	汇流排	L08

*无谐波滤波器的电机驱动输入电流。

** FN 3483 滤波器可以用于有和无 Ldc 的驱动器。当 FN3483 应用于无 Ldc 的驱动器时，可实现 8% THDi (在额定功率条件下)，而在驱动器中存在 4% Ldc 时，则可实现 5% THDi (在额定功率条件下)。

3 滤波器描述

3.1 通用电气规范 FN 3470/FN 3471 (50 Hz 滤波器)

额定工作电压:	3x 380 至 415 V AC
电压容差范围:	3x 342 至 457 V AC
工作频率:	50 Hz ±1 Hz
网络:	TN, TT, IT
电机驱动输入功率额定值:	250 至 500kW
总谐波电流失真 THDi: ²⁾	在额定功率下 <5% ¹⁾
总谐波失真率 THD: ²⁾	根据 IEEE 519 标准
效率:	在额定线电压和功率下, >99%
驱动直流链接电压: ³⁾	-5% ~ +10% 额定值 V _{DC}
高电势测试电压: ⁴⁾	P → E 2520 VAC (1s)
SCCR: ⁵⁾	根据 UL 级 J 或者 L, 为 100kA 保险丝
IP 等级:	IP 00
过电压类别 (根据 IEC 60664-1)	III
污染度:	PD3 (根据标准 IEC 60664-1)
气候类别:	25/070/21 (IEC60068-1)
冷却:	外部冷却 ⁶⁾
过载能力:	1.6X 额定电流, 持续 1 分钟, 每小时一次
在无负载条件下的电容电流:	在 400 V Ac 下, <20% 的额定输入电流
环境温度范围:	-25°C 至 +40°C 额定值运行 +40°C 至 +70°C 降额运行 ⁷⁾ -25°C 至 +80°C 运输和储存条件
可燃性等级:	UL 94 V0
磁性元件的绝缘等级:	UL 电气绝缘系统 SCH200(N)
设计对应:	滤波器: UL 61800-5-1, EN 61800-5-1 电抗器: EN 60076-6
MTBF @ 40°C/400V (Mil-HB-217F):	>200,000 小时
MTTR:	<60 分钟(电容器模块)
寿命时间 (计算):	≥10 年(维护)
安全监测器输出信号:	热控开关 NC 180° C (UL 核准), 用于检测电抗器的

¹⁾ 参见表 1

²⁾ 系统要求: THVD <2%, 线电压不平衡 <1%

³⁾ 条件: 线路阻抗 <3%

⁴⁾ 在上述水平的最多 80% 时, 执行重复测试, 持续 2 秒。

⁵⁾ 需要外部 UL 认证的保险丝。

⁶⁾ 请在章节 3.8 中检查冷却所需的进气流

⁷⁾ $I_{derated} = I_{nominal} \times \sqrt{((70^\circ\text{C} - T_{amb})/30^\circ\text{C})}$

3.2 通用电气规范 FN 3480/FN 3481 (50 Hz 滤波器)

额定工作电压:	3x 440 至 480 V AC
电压容差范围:	3x 396 至 528 V AC
工作频率:	50 Hz ±1 Hz
网络:	TN, TT, IT
电机驱动输入功率额定值:	315 至 560kW
总谐波电流失真 THDi: ²⁾	在额定功率下 <5% ¹⁾
总谐波失真率 THD: ²⁾	根据 IEEE 519 标准
效率:	在额定线电压和功率下, >99%
驱动直流链接电压: ³⁾	-5% ~ +10% 额定值 V _{DC}
高电势测试电压: ⁴⁾	P → E 2520 VAC (1s)
SCCR: ⁵⁾	根据 UL 级 J 或者 L, 为 100kA 保险丝
IP 等级:	IP 00
过电压类别 (根据 IEC 60664-1)	III
污染度:	PD3 (根据标准 IEC 60664-1)
气候类别:	25/070/21 (IEC60068-1)
冷却:	外部冷却 ⁶⁾
过载能力:	1.6X 额定电流, 持续 1 分钟, 每个小时一次
在无负载条件下的电容电流:	在 480 V AC 下, <20% 的额定输入电流
环境温度范围:	-25°C 至 +40°C 额定值运行 +40°C 至 +70°C 降额运行 ⁷⁾ -25°C 至 +80°C 运输和储存条件
可燃性等级:	UL 94 V0
磁性元件的绝缘等级:	UL 电气绝缘系统 SCH200(N)
设计对应:	滤波器: UL 61800-5-1, EN 61800-5-1 电抗器: EN 60076-6
MTBF @ 40°C/480 V (Mil-HB-217F):	>200,000 小时
MTTR:	<60 分钟(电容器模块)
寿命时间 (计算):	≥10 年(维护)
安全监测器输出信号:	热控开关 NC 180° C (UL 核准), 用于检测电抗器的

¹⁾ 参见表 1

²⁾ 系统要求: THVD <2%, 线电压不平衡 <1%

³⁾ 条件: 线路阻抗 <3%

⁴⁾ 在上述水平的最多 80% 时, 执行重复测试, 持续 2 秒。

⁵⁾ 需要外部 UL 认证的保险丝。

⁶⁾ 请在章节 3.8 中检查冷却所需的进气流

⁷⁾ $I_{derated} = I_{nominal} \times \sqrt{((70^{\circ}\text{C} - T_{amb})/30^{\circ}\text{C})}$

3.3 通用电气规范 FN 3472/FN 3473 (60 Hz 滤波器)

额定工作电压:	3x 380 至 415 V AC
电压容差范围:	3x 342 至 456 V AC
工作频率:	60 Hz ±1 Hz
网络:	TN, TT, IT
电机驱动输入功率额定值:	280 至 480 HP (209 至 358 kW)
总谐波电流失真 THDi: ²⁾	在额定功率下 <5% ¹⁾
总谐波失真率 THD: ²⁾	根据 IEEE 519 标准
效率:	在额定线电压和功率下, >99%
驱动直流链接电压: ³⁾	-5% ~ +10% 额定值 V _{DC}
高电势测试电压: ⁴⁾	P → E 2160 VAC (1s)
SCCR: ⁵⁾	根据 UL 级别 J, 为 100kA 保险丝 J
IP 等级:	IP 00
过电压类别 (根据 IEC 60664-1)	III
污染度:	PD3 (根据标准 IEC 60664-1)
冷却:	内部风扇冷却或者外部冷却 ⁶⁾
过载能力:	1.6X 额定电流, 持续 1 分钟, 每个小时一次
在无负载条件下的电容电流:	在 480 V AC 下, <20% 的额定输入电流
环境温度范围:	-25°C 至 +40°C 额定值运行 +40°C 至 +70°C 降额运行 ⁷⁾ -25°C 至 +80°C 运输和储存条件
可燃性等级:	UL 94 V0
磁性元件的绝缘等级:	UL 电气绝缘系统 SCH200(N)
设计对应:	滤波器: UL 61800-5-1, EN 61800-5-1 电抗器: EN 60076-6
MTBF @ 40°C/400 V (Mil-HB-217F):	在制定维修计划之后, >200,000 小时
MTTR:	<60 分钟(电容器模块)
寿命时间 (计算):	≥10 年(维护)
安全监测器输出信号:	热控开关 NC 180° C (UL 核准), 用于检测电抗器的

¹⁾ 参见表 1

²⁾ 系统要求: THVD <2%, 线电压不平衡 <1%

³⁾ 条件: 线路阻抗 <3%

⁴⁾ 在上述水平的最多 80% 时, 执行重复测试, 持续 2 秒。

⁵⁾ 需要外部 UL 认证的保险丝。

⁶⁾ 请在章节 3.8 中检查冷却所需的进气流

⁷⁾ $I_{derated} = I_{nominal} \times \sqrt{((70^{\circ}\text{C} - T_{amb})/30^{\circ}\text{C})}$

3.4 通用电气规范 FN 3482/FN 3483 (60 Hz 滤波器)

额定工作电压:	3x 440 至 480 V AC
电压容差范围:	3x 396 至 528 V AC
工作频率:	60 Hz ±1 Hz
网络:	TN, TT, IT
电机驱动输入功率额定值:	350 至 600 HP (260 至 447 kW)
总谐波电流失真 THDi: ²⁾	在额定功率下 <5% ¹⁾
总谐波失真率 THD: ²⁾	根据 IEEE 519 标准
效率:	在额定线电压和功率下, >99%
驱动直流链接电压: ³⁾	-5% ~ +10% 额定值 V _{DC}
高电势测试电压: ⁴⁾	P → E 2160 VAC (1s)
SCCR: ⁵⁾	根据 UL 级别 J, 为 100kA 保险丝 J
IP 等级:	IP 00
过电压类别 (根据 IEC 60664-1)	III
污染度:	PD3 (根据标准 IEC 60664-1)
冷却:	外部冷却 ⁶⁾
过载能力:	1.6X 额定电流, 持续 1 分钟, 每小时一次
在无负载条件下的电容电流:	在 480 V AC 下, <20% 的额定输入电流
环境温度范围:	-25°C 至 +40°C 额定值运行 +40°C 至 +70°C 降额运行 ⁷⁾ -25°C 至 +80°C 运输和储存条件
可燃性等级:	UL 94 V0
磁性元件的绝缘等级:	UL 电气绝缘系统 SCH200(N)
设计对应:	滤波器: UL 61800-5-1, EN 61800-5-1 电抗器: EN 60076-6
MTBF @ 40°C/480V (Mil-HB-217F):	>200,000 小时
MTTR:	<60 分钟(电容器模块)
寿命时间 (计算):	≥10 年(维护)
安全监测器输出信号:	热控开关 NC 180° C (UL 核准), 用于检测电抗器的

¹⁾ 参见 Table 1

²⁾ 系统要求: THVD <2%, 线电压不平衡 <1%

³⁾ 条件: 线路阻抗 <3%

⁴⁾ 在上述水平的最多 80% 时, 执行重复测试, 持续 2 秒。

⁵⁾ 需要外部 UL 认证的保险丝。

⁶⁾ 请在章节 3.8 中检查冷却所需的进气流。

⁷⁾ $I_{derated} = I_{nominal} \times \sqrt{((70^\circ\text{C} - T_{amb})/30^\circ\text{C})}$

3.5 其他电气规范

Ecosine max 无源谐波滤波器的一般电气规格是指高达海拔 2000m (6600ft) 的工作高度。

根据 IEC 60664-1, 在 2000m 至 4000m (6600ft 至 13123ft) 之间的海拔高度操作需要降低电流和间隙, 随附:

表 18 海拔校正系数

表 A.2 – 高度修正系数

高度 m	正常气压 kPa	用于间隙的倍增系数
2 000	80,0	1,00
3 000	70,0	1,14
4 000	62,0	1,29
5 000	54,0	1,48
6 000	47,0	1,70
7 000	41,0	1,95
8 000	35,5	2,25
9 000	30,5	2,62
10 000	26,5	3,02
15 000	12,0	6,67
20 000	5,5	14,5

备注: 在未事先咨询夏弗纳的情况下, 切勿在 4000m 以上的海拔高度, 使用 ecosine max 无源谐波滤波器。

3.6 电缆横截面积要求

3.6.1 电源端子

所有 ecosine max 滤波器的电源端子均为汇流条连接, 名称为 -99。

必须根据额定的滤波器输入电流、最大电流、应用的环境和其他特殊要求, 选择电缆横截面积。它应是额定温度 $\geq 75^{\circ}\text{C}$ 或以上的标准铜线电缆, 或者不小于滤波器端子尺寸的汇流条。推荐的电缆横截面积详见表 20, 汇流条端子尺寸详见图 4。客户完全负责根据应用场合, 确定最适当的导线类型, 并确保适当地连接滤波器。

表 19 电缆横截面积建议

滤波器	额定功率:	线路电流 [A]	电压 [V]	频率 [Hz]	端子线路汇流条	端子负载汇流条	框架尺寸	按照相位推荐的电缆横截面积	
FN3470-250-99	250 kW	376	400	50	B	B	S10	2x 150 mm ²	2x 250 kcmil
FN3470-315-99	315 kW	475	400	50	D	F	S10	2x 185 mm ²	2x 350 kcmil
FN3470-355-99	355 kW	538	400	50	E	G	S12	2x 300 mm ²	2x 500 kcmil
FN3470-400-99	400 kW	608	400	50	F	G	L10	2x 300 mm ²	2x 500 kcmil
FN3470-500-99	500 kW	766	400	50	F	G	L12	3x 240 mm ²	2x 800 kcmil
FN3471-250-99	250 kW	376	400	50	B	B	S08	2x 150 mm ²	2x 250 kcmil
FN3471-315-99	315 kW	475	400	50	D	F	S08	2x 185 mm ²	2x 350 kcmil
FN3471-355-99	355 kW	538	400	50	E	F	S08	2x 300 mm ²	2x 500 kcmil
FN3471-400-99	400 kW	608	400	50	F	F	L08	2x 300 mm ²	2x 500 kcmil
FN3471-500-99	500 kW	766	400	50	F	F	L08	3x 240 mm ²	2x 800 kcmil
FN3480-315-99	315 kW	393	480	50	B	B	S10	2x 150 mm ²	2x 250 kcmil
FN3480-355-99	355 kW	444	480	50	D	F	S10	2x 185 mm ²	2x 300 kcmil
FN3480-400-99	400 kW	501	480	50	E	G	S12	2x 185 mm ²	2x 400 kcmil
FN3480-500-99	500 kW	630	480	50	F	G	L10	3x 185 mm ²	2x 600 kcmil
FN3480-560-99	560 kW	709	480	50	F	G	L12	3x 185 mm ²	2x 700 kcmil
FN3481-315-99	315 kW	393	480	50	B	B	S08	2x 150 mm ²	2x 250 kcmil
FN3481-355-99	355 kW	444	480	50	D	F	S08	2x 185 mm ²	2x 300 kcmil
FN3481-400-99	400 kW	501	480	50	E	F	S08	2x 240 mm ²	2x 400 kcmil
FN3481-500-99	500 kW	630	480	50	F	F	L08	3x 185 mm ²	2x 600 kcmil
FN3481-560-99	560 kW	709	480	50	F	F	L08	3x 185 mm ²	2x 700kcmil
FN3482-350-99	350 HP	325	480	60	A	B	S10	2x 120 mm ²	2x 4/0 AWG

FN3482-400-99	400 HP	374	480	60	C	B	S10	2x 150 mm2	2x 250 kcmil
FN3482-450-99	450 HP	418	480	60	B	F	S10	2x 185 mm2	2x 300 kcmil
FN3482-500-99	500 HP	475	480	60	D	G	S12	2x 185 mm2	2x 350 kcmil
FN3482-600-99	600 HP	561	480	60	E	G	L10	2x 300 mm2	2x 500 kcmil
FN3483-350-99	350 HP	325	480	60	A	B	S08	2x 120 mm2	2x 4/0 AWG
FN3483-400-99	400 HP	374	480	60	C	F	S08	2x 150 mm2	2x 250 kcmil
FN3483-450-99	450 HP	418	480	60	B	B	S08	2x 185 mm2	2x 300 kcmil
FN3483-500-99	500 HP	475	480	60	D	F	S08	2x 185 mm2	2x 350 kcmil
FN3483-600-99	600 HP	561	480	60	E	F	L08	2x 300 mm2	2x 500 kcmil
FN3472-280-99	280 HP	325	380	60	A	B	S10	2x 120 mm2	2x 4/0 AWG
FN3472-315-99	315 HP	374	380	60	C	B	S10	2x 150mm2	2x 250 kcmil
FN3472-355-99	355 HP	418	380	60	B	F	S10	2x 185 mm2	2x 300 kcmil
FN3472-400-99	400 HP	475	380	60	D	G	S12	2x 185 mm2	2x 350 kcmil
FN3472-480-99	480 HP	561	380	60	E	G	L10	2x 300 mm2	2x 500 kcmil
FN3473-280-99	280 HP	325	380	60	A	B	S08	2x 120 mm2	2x 4/0 AWG
FN3473-315-99	315 HP	374	380	60	C	F	S08	2x 150 mm2	2x 250 kcmil
FN3473-355-99	355 HP	418	380	60	B	B	S08	2x 185 mm2	2x 300 kcmil
FN3473-400-99	400 HP	475	380	60	D	F	S08	2x 185 mm2	2x 350 kcmil
FN3473-480-99	480 HP	561	380	60	E	F	L08	2x 300 mm2	2x 500 kcmil

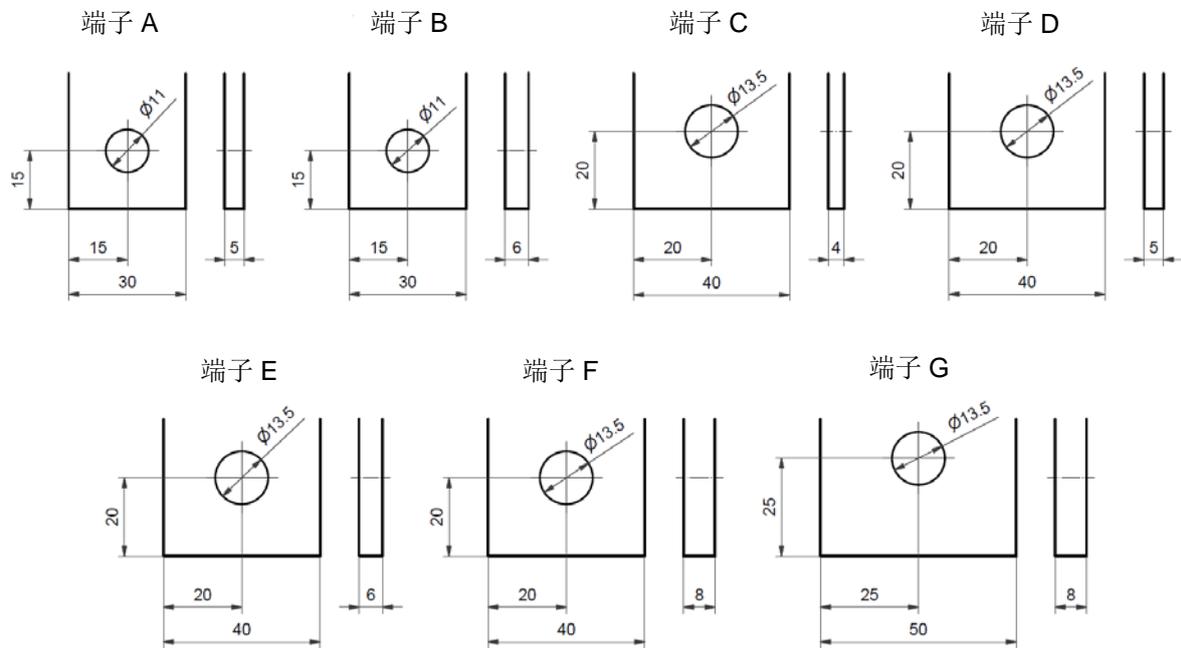


图 4 不同端子尺寸的图纸 (根据 表 20)

3.6.2 陷波断连跳线端子

推荐用于连接至陷波断连跳线端子的电缆横截面积（仅适用于本选配件的配置）：

表 20 陷波断连跳线端子的推荐和最大电缆横截面积

滤波器	最小推荐电缆横截面积 [mm ²]	最大电缆横截面积 [mm ²]	最小推荐电缆横截面积 USCS	最大电缆横截面积 USCS
FN3470-250-99 FN3471-250-99 FN3480-315-99 FN3481-315-99 FN3482-350-99 FN3482-400-99 FN3482-450-99 FN3483-350-99 FN3483-400-99 FN3483-450-99	50	240	AWG 1/0 (0)	500kcmil
FN3470-315-99 FN3470-355-99 FN3471-315-99 FN3471-355-99 FN3480-355-99 FN3480-400-99 FN3481-355-99 FN3481-400-99 FN3482-500-99 FN3482-600-99 FN3483-500-99 FN3483-600-99	70	240	AWG 3/0 (000)	500kcmil
FN3470-400-99 FN3470-500-99 FN3471-400-99 FN3471-500-99 FN3480-500-99 FN3480-560-99 FN3481-500-99 FN3481-560-99	95	240	AWG 4/0 (0000)	500kcmil

带环形电缆接线头的电缆长度 29.5±0.5mm / 1.16±0.02in

3.6.3 辅助端子

推荐用于连接至 AS-AS' 和 TS-TS' 辅助端子的电缆横截面积:

从 0.5mm² / AWG 20 至 4mm² / AWG 12

电缆长度 10.5±0.5mm / 0.41±0.02in

3.7 接地端子的螺钉和扭矩

表 212 接地端子

接地 (PE)	螺纹	螺钉扭矩数值	
		[Nm]	[lbs.in]
S08-L12	M12	20-25	177-221

3.8 热保护开关规范

每种类型的一个电抗器配备一个热保护开关（温度开关）。3 个开关与辅助端子 TS-TS' 串联。如果温度开关达到额定的开关温度(NST)，则开关将打开。

表 23 热保护开关规范

接触点类型	常闭 (NC)
额定开关温度 (NST)	180°C
重设温度 (RST)	145°C（仅指示）
工作电压	最高 250V AC
额定电流 AC I_{nom}	2.5A $\cos\phi = 1.0$ 1.6A $\cos\phi = 0.6$ 1.8A $\cos\phi = 0.4-0.5$

3.9 机柜规范

整个 ecosine max 系列已经使用来自制造商 Rittal 的参考标准机柜 VX25 系列，进行了型式测试，确定合格。夏弗纳建议使用来自 Rittal 系列 VX25 的参考机柜，其匹配选定的滤波器尺寸。根据与参考机柜相同的规范，滤波器可以集成到任何标准或者定制机柜中。参考机柜的准确零件编号详见表 24。使用不符合这些规范的机柜，尤其是不符合冷却要求和进气配置的机柜(参见章节 3.9)，可能需要客户额外验证。对于因为不当地集成机柜而导致与滤波器规范存在任何偏差的情况，夏弗纳不承担任何责任。

表 24 Rittal VX25 参考机柜的零件编号

	机柜 800mm	机柜 1000mm	机柜 1200mm
Baying 围护系统 VX25 基本外壳	8806.000	8006.000	8206.000
承轨 48x26mm	8617.810	8617.820	8617.830
顶部安装式风扇 1'000m/h	3140.500	3140.500	3140.500
出口滤波器标准 323 x 323 x 25 mm	3243.200	3243.200	3243.200
出口滤波器标准 255 x 255 x 25 mm	2x 3240.200	2x 3240.200	2x 3240.200
侧面板, 螺钉紧固, VX 钢板	8106.245	8106.245	8106.245
带底座盖的底座角件, 前部和后部, 100 mm , 适用于 VX	8640.033	8640.033	8640.033
底座角件, 带底座盖, 前部和后部, 优化设计 , 100 毫米, 适合 VX	8640.003	8640.005	8640.007

3.10 冷却要求

必须确保在经过适当热管理的情况下（例如：机柜冷却），环境温度保持在 40°C 以下。在更高温度的环境下运行滤波器需要降低温度。

在所有配置条件下，都需要外部气流。所有滤波器所需要的最低气流可以在表 25 中找到。建议将主动冷却风扇安装在机柜顶部，并根据图 5 和表 26 安装进气口。

表 25 冷却所需的气流

框架尺寸	最小风量*	
	[m ³ /h]	CFM [ft ³ /min]
S08, L08	1069	629
S10, L10	1069	629
S12, L12	1069	629

*在无嵌入式通风的情况下，滤波器配置所需的外部气流。建议安装在机柜顶部

注意：必须提供所需的进口空气流量，以保证滤波器正常运行。进口气流不足或者空气通道阻塞可能会导致滤波器组件过热。

所有 ecosine max 无源谐波滤波器均已按照机柜设计进行了验证，确定合格，详见下文所述。建议使用如下风扇配置，不过如果可以确保进口气流的话，则此要求不是强制性的。



图 5 参考机柜和推荐的进气口放置

表 26 推荐的进气口放置尺寸

尺寸	C1	C2	C3	C4
机柜 800mm	70	20	70	70
机柜 1000mm	120	20	700	80
机柜 1200mm	120	20	700	130

3.10.1 冷却的附加要求

- 为了允许大量空气流动，需要从空气入口移除细粉尘过滤器泡沫。
- 机柜底部和背面的电缆入口应保持打开（如果允许，不使用紧密的电缆入口系统）。图 6 至图 8 显示了推荐的开口。



图 6 机柜底部和背面的开口（前视图）



图 7 机柜底部的开口（内部俯视图）。大约有保持打开 1/3 的状态。



图 8 机柜背面的开口。基座应保持打开，以便电缆进入和冷却。

3.11 机械框架尺寸

所有的 ecosine max 无源谐波滤波器均有 6 个框架尺寸，即 S08/S10/S12 和 L08/L10/L12。尺寸和足迹详见章节 3.12。

Ecosine max 无源谐波滤波器为 IP00 级别，且需要外部空气冷却，详情请见章节 3.8。所有框架尺寸的概述详见图 9 中所示。

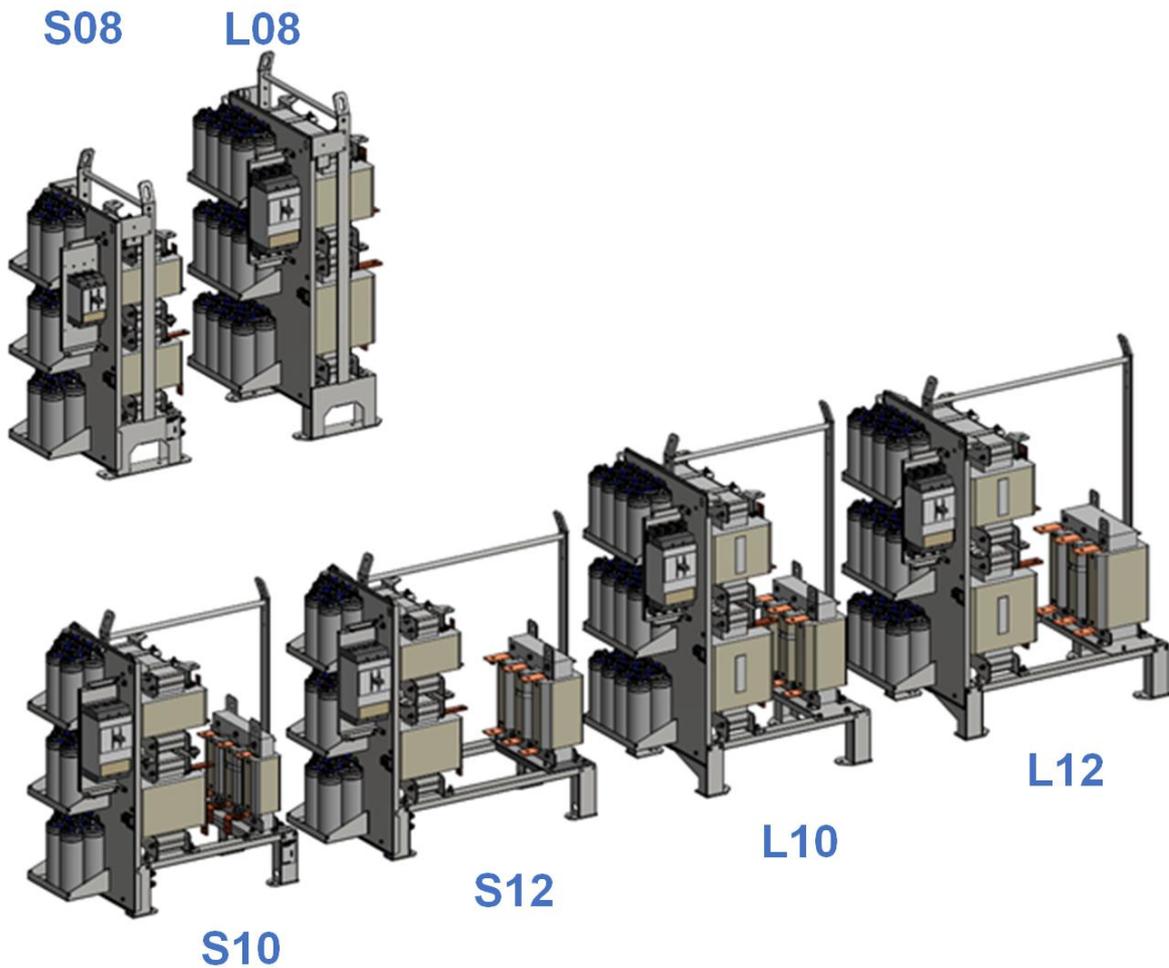


图 9 所有 ecosine max 无源谐波滤波器框架尺寸的概述

3.12 Ecosine max 无源谐波滤波器的尺寸

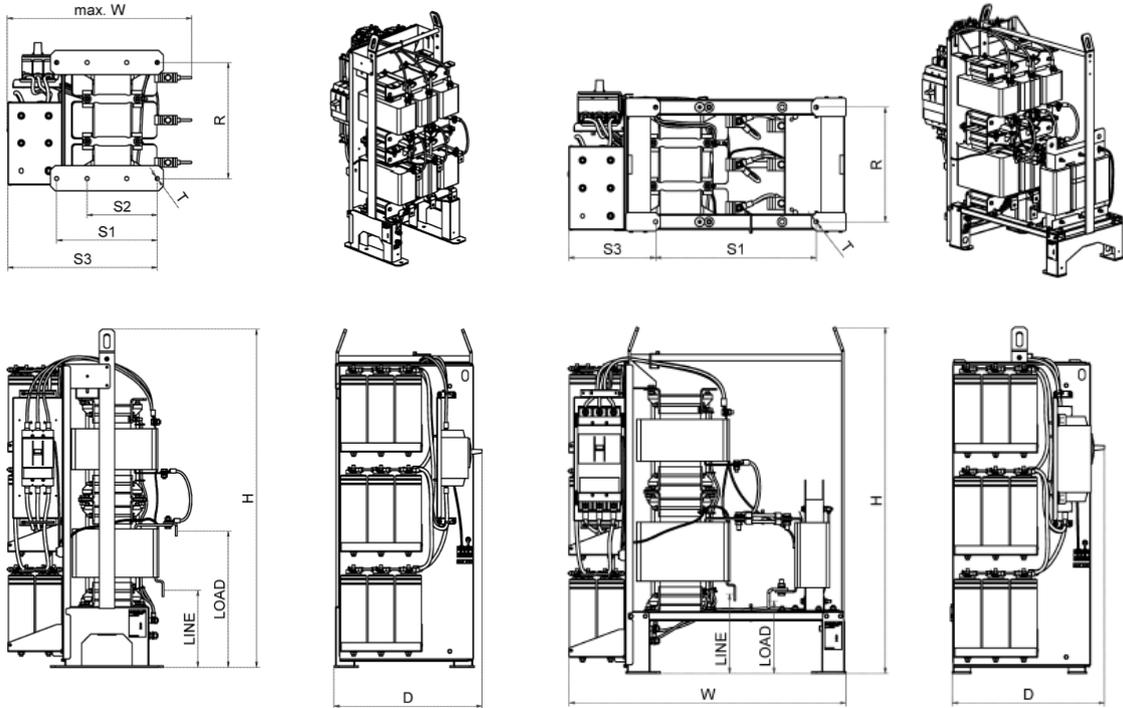


图 10 FN 3471/73/81/83 的机械数据

图 11 FN 3470/72/80/82 的机械数据

表 27 所有框架的尺寸，单位 mm

框架尺寸	W	D	H	R	S1	S2	S3	T	线路	负载	推荐的机柜尺寸 WxDxH
S08	最大 650	最大 505	1120	380	330	230	490	13.5	255 ± 10	470 ± 30	800x600x2000
S10	890	最大 505	1120	370	514	不适用	280	13.5	255 ± 10	240 ± 30	1000x600x2000
S12	1060	最大 505	1120	370	684	不适用	28	13.5	255 ± 10	230 ± 10	1200x600x2000
L08	最大 680	557	1320	458	320	225	485	13.5	290 ± 10	540 ± 30	800x600x2000
L10	890	最大 557	1320	455	504	不适用	258	13.5	290 ± 10	230 ± 10	1000x600x2000
L12	1060	最大 557	1320	455	674	不适用	285	13.5	290 ± 10	220 ± 10	1200x600x2000

表 28 所有框架的尺寸, 单位: 英寸

框架尺寸	W	D	H	R	S1	S2	S3	T	线路	负载	推荐的机柜尺寸 WxDxH
S08	max.25.6	最大 19.88	44.09	14.96	12.99	9.06	19.29	0.53	10.04 ± 0.039	18.5 ± 1.18	31.5x23.6x78.7
S10	35.04	最大 19.88	44.09	14.57	20.24	不适用	11.02	0.53	10.04 ± 0.039	9.45 ± 1.18	39.4x23.6x78.7
S12	41.73	最大 19.88	44.09	14.57	26.93	不适用	11.02	0.53	10.04 ± 0.039	9.06 ± 0.39	47.2x23.6x78.7
L08	最大 26.8	21.93	51.97	18.06	12.60	8.86	19.09	0.53	11.42 ± 0.039	21.26 ± 1.18	31.5x23.6x78.7
L10	35.04	最大 21.93	51.97	17.91	19.84	不适用	11.22	0.53	11.42 ± 0.039	9.06 ± 0.39	39.4x23.6x78.7
L12	41.73	最大 21.93	51.97	17.91	26.54	不适用	11.22	0.53	11.42 ± 0.039	8.66 ± 0.39	47.2x23.6x78.8

3.13 滤波器性能

在如下条件下，Ecosine max 无源谐波滤波器通过 6 脉冲二极管整流器，可实现 5% THDi。

- | 滤波器适用于额定电压和功率
- | THDv <2%, 线电压不平衡 <1%
- | 对于晶闸管整流器，不能保证 5% THDi。滤波器的性能取决于晶体闸流管的点火角。
- | 在不同负载条件下的 Ecosine max 滤波器性能 (THDi, 功率系数和 Udc) 详见下图所示。

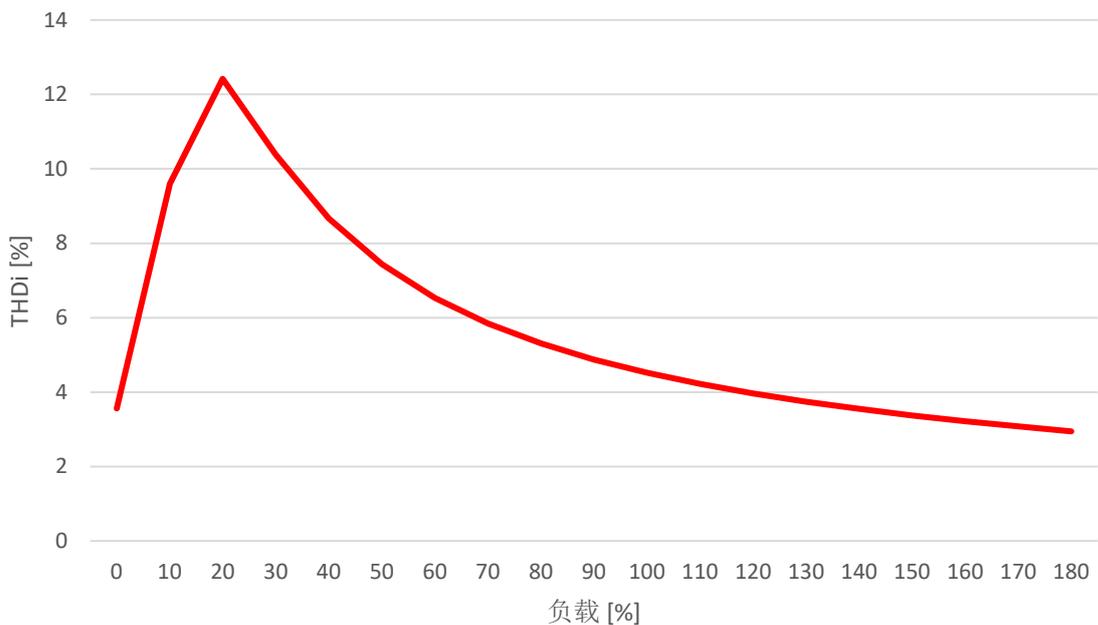


图 12 THDi 与负载的比较(二极管整流器前端)

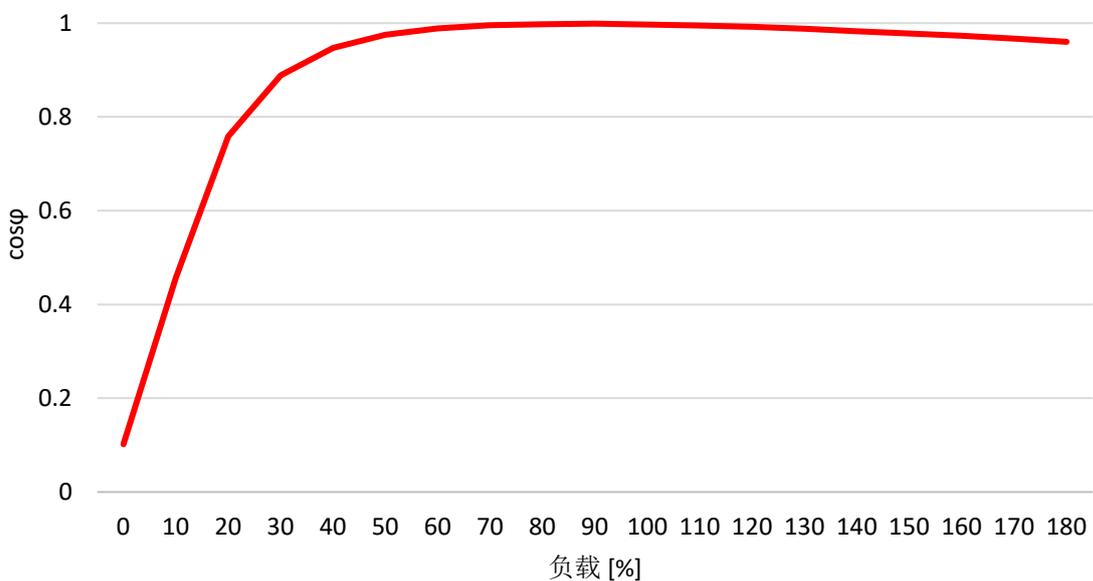


图 13 功率系数与负载的比较 (二极管整流器前端)

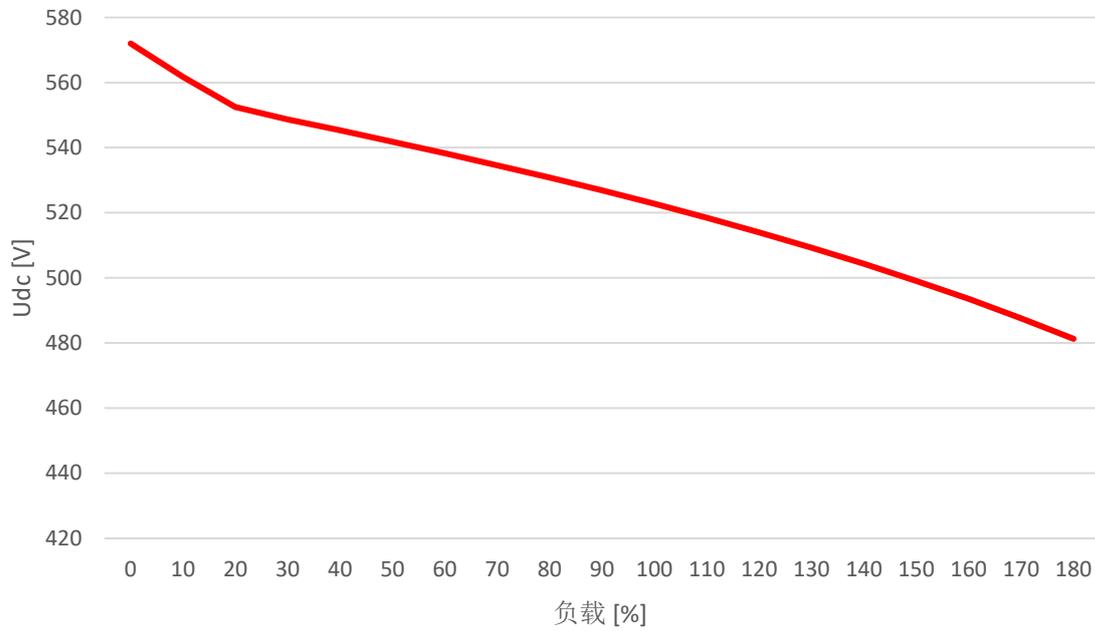
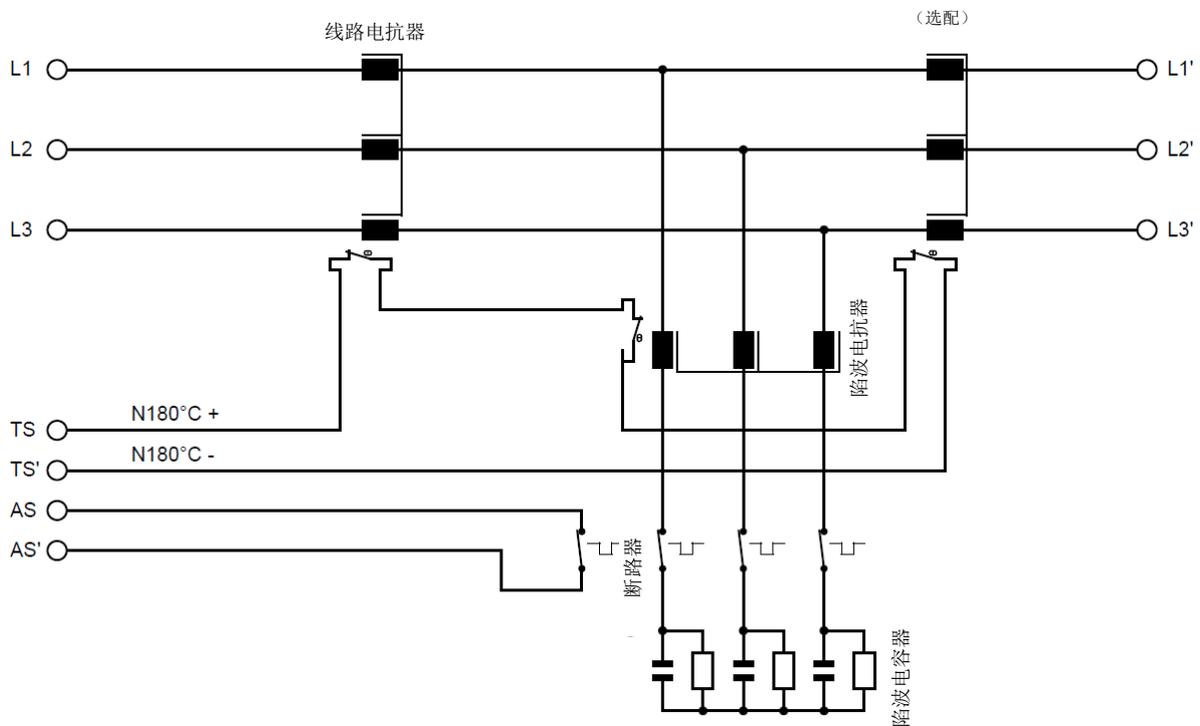


图 14 驱动器直流链接电压与负载的比较 (二极管整流器前端, 带 FN 3471 系列和 4% Ldc 的驱动器)

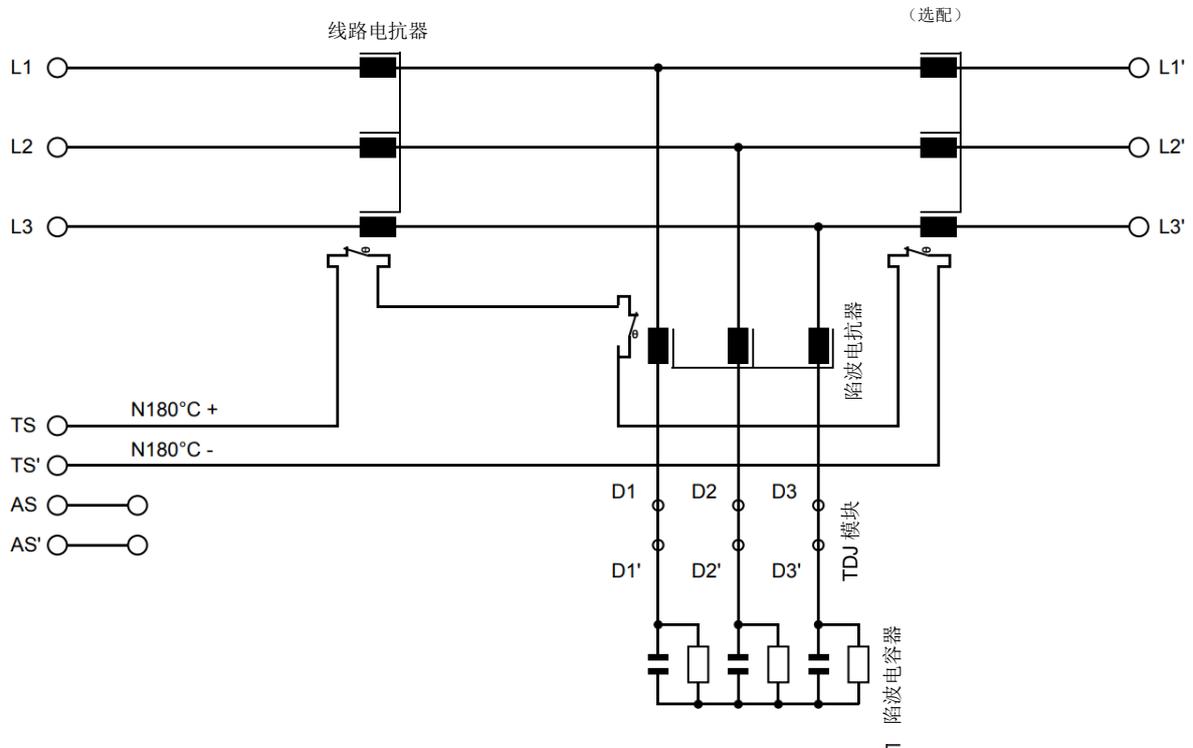
3.14 功能图

3.14.1 滤波器配置



滤波器端子	线路 L1/L2/L3	线路侧的 3 个汇流条端子
	负载 L1'/L2'/L3'	负载侧的 3 个汇流条端子
	TS, TS'	连接端子至热开关 NC 180°C (UL 核准), 以检测电抗器中的过载
	AS, AS'	用于辅助连接的端子, 详情请参见章节 8.3.7
	PE	保护接地。带垫圈和螺母的双头螺栓
功能模块	电抗器	电力磁性组件, 包括温度开关
	电容器	电力电容器, 包括放电电阻器
	断路器	在安装滤波器的时候, 确保状态为“开启” 在正常操作期间, 状态为“开启”。 在开关的状态变更为“关闭”的时候, 需要对系统进行检查

3.14.2 滤波器配置 -E0XXJXX



滤波器端子	线路 L1/L2/L3	线路侧的 3 个汇流条端子
	负载 L1'/L2'/L3'	负载侧的 3 个汇流条端子
	TS, TS'	连接端子至热开关 NC 180°C (UL 核准), 以检测电抗器中的过载
	AS, AS'	用于辅助连接的端子, 详情请参见章节 8.3.7。
	PE	保护接地带垫圈和螺母的双头螺栓
	断连	3 对端子。对于带 TDJ 的可选配置, 将安装电桥, 以立即运行滤波器。其允许
	D1, D2, D3	<ul style="list-style-type: none"> 连接外部断路器 连接断路器与一个远程控制模块, 以便断开部分负载上的陷波电路
	D1', D2', D3'	
功能模块	电抗器	电力磁性组件, 包括温度开关
	电容器	电力电容器, 包括放电电阻器
	陷波断连跳线端子	供客户自行安装断路器或者电容器触点的端子

4 Ecosine max 谐波滤波器图表和工作原理

FN 3471、FN3473、FN 3481 和 FN 3483 系列的基础模块包含线路电抗器、陷波电抗器和陷波电容器，这对于带 4% 直流电抗器的电机驱动器，有助于将 THDi 降低至 5%。

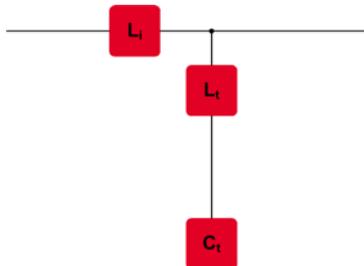


图 15 FN 3471, FN 3473, FN 3481 和 FN 3483 滤波器系列的示意图

FN 3470, FN3472, FN 3480 和 FN 3482 系列的基础模块包含线路电抗器、负载电抗器、陷波电抗器和陷波电容器，这对于无直流电抗器的电机驱动器，有助于将 THDi 降低至 5%。基本模块的示意图详见图 16。

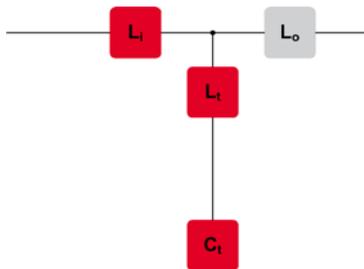


图 16 FN 3470、FN3472、FN 3480 和 FN 3482 滤波器系列的示意图

ecosine max 滤波器基础模块的一般工作原理详见图 17。

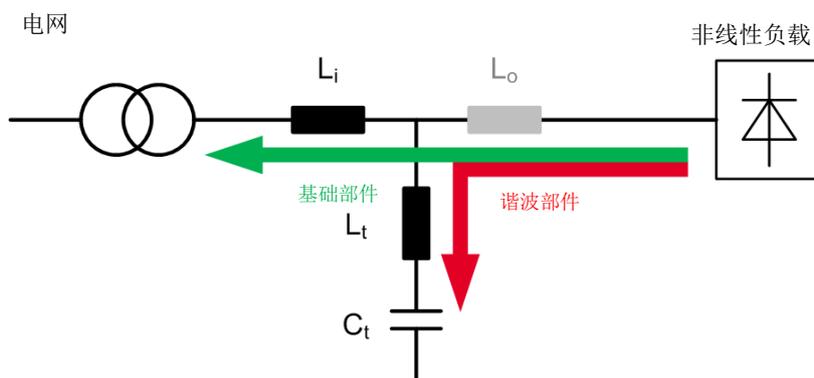


图 17 ecosine max 无源谐波滤波器 (有和无负载电抗器 Lo) 的工作原理

陷波断连跳线模块或者陷波断连开关模块可用于 FN 3470/FN 3471、FN 3472/FN 3473、FN 3480/FN 3481 和 FN 3482/FN 3483 滤波器。

5 滤波器外观和元件

Ecosine max 无源谐波滤波器可在 IP00 开放式框架中使用，且均为落地安装式装置而设计。紧凑式设计使其成为了用于机柜集成的最佳开放式框架。滤波器采用全线连接，带 3 个输入和 3 个输出，可以轻松安装至标准机柜和定制机柜。

滤波器的外观取决于滤波器中是否有负载电抗器。

5.1 FN3470/80/72/82 的机械设计 (带负载电抗器)

带负载电抗器和断路器模块 (E0XXSXX) 的 FN3470/80/72/82 滤波器的一般设计详见图 18 所示。

在框架的右侧，有陷波电抗器 L_t 位于线路电抗器 L_l 的顶部，而负载电抗器 L_o 则在其旁边。陷波电容器 C_t 、断路器或者陷波断连跳线安装在框架的左侧。

出于安全原因，高功率无源谐波滤波器中需要安装一个开关模块，即断路器。高功率无源谐波滤波器的短路电流可能超过 10'000A，但是电容器仅在最大故障电流的不超过 10'000A 的情况下受到保护。因此，必须安装一个在过载和短路条件下能够自动断开电容器连接的外部开关，以确保装置在所有操作情况下的安全性。在滤波器过载的时候，断路器将在一定的时间后释放，具体取决于过电流数值。电流上升越快、越高，断路器释放地就越快。电流和跳闸时间的特征曲线可以在断路器数据表中找到ⁱ。在释放断路器的情况下，连接的负载必须立即关闭，并保持关闭，直至调查了故障并解决了问题。一旦一切已经解决，且消除了问题根源，断路器就可以再次开启，以重新启动系统。

ⁱ断路器 [250A](#), [300A](#), [400A](#) and [500A](#) 的在线数据表和文件

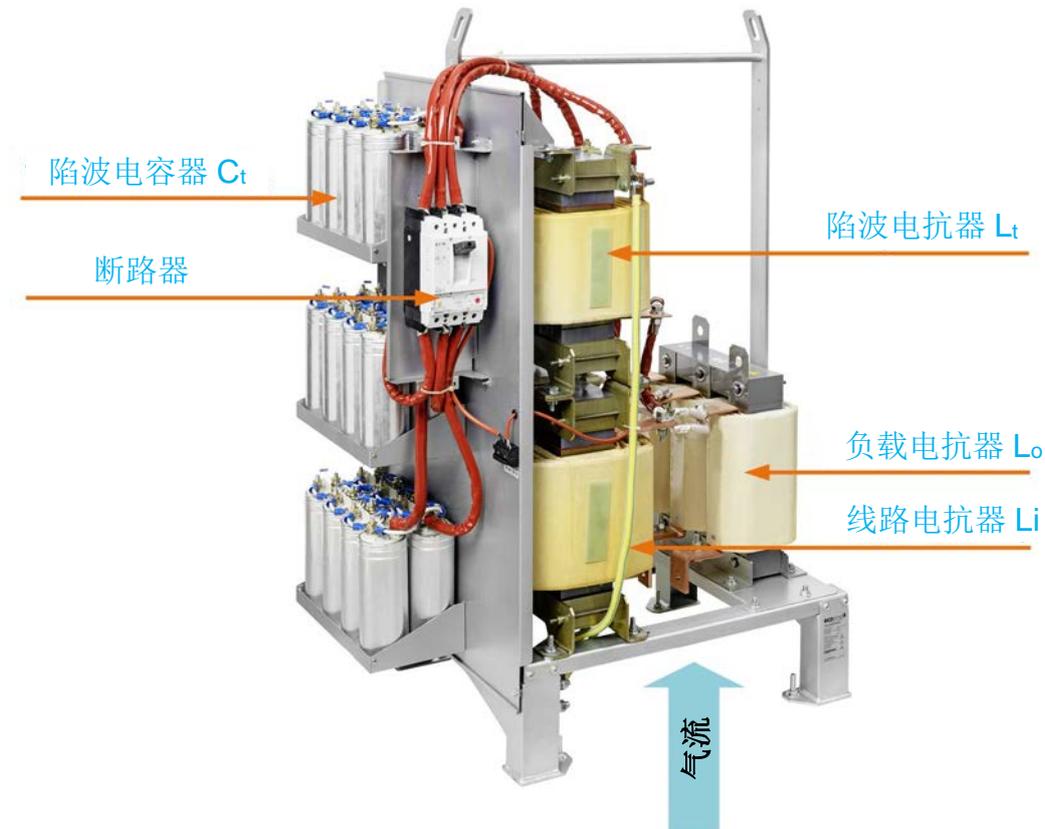


图 18 FN3470/80/72/82 滤波器的设计 (型号 E0XXSXX)

5.2 FN3471/81/73/83 的机械设计 (无负载电抗器)

无负载电抗器，有断路器模块(E0XXSXX)的 FN3471/81/73/83 滤波器的一般设计如图 19 中所示。在框架的右侧，有陷波电抗器 L_t 位于线路电抗器 L_l 的顶部。陷波电容器 C_t 、断路器或者陷波断连跳线安装在框架的左侧。

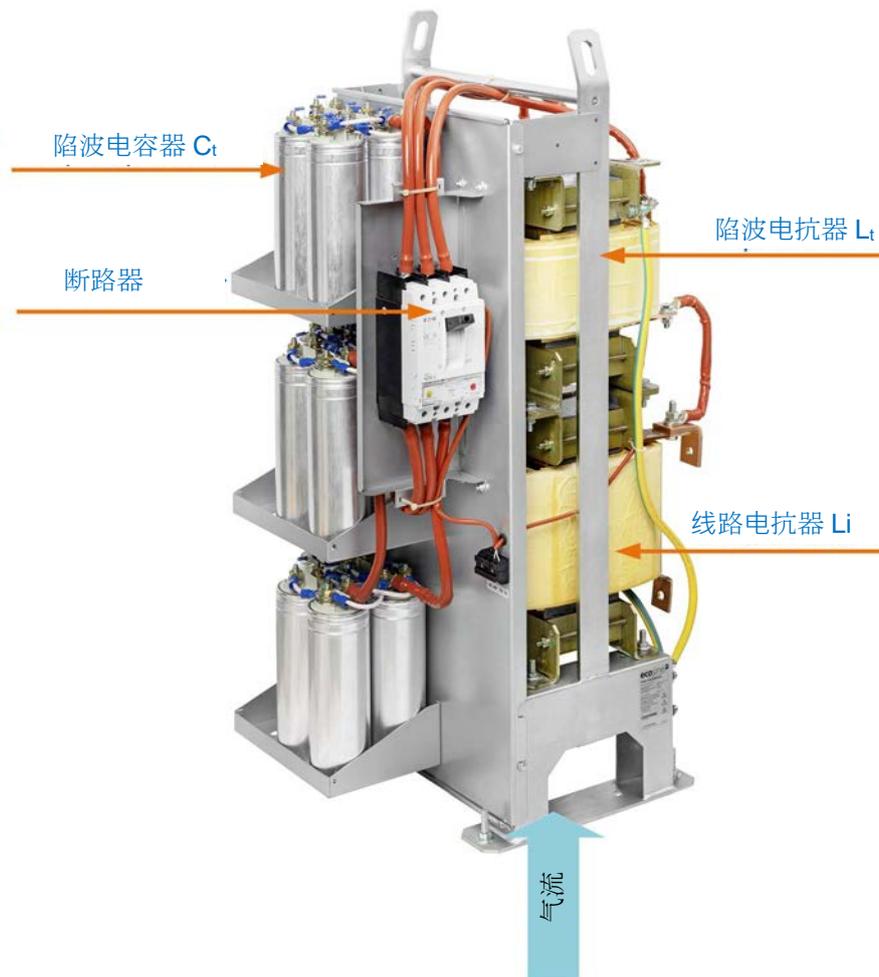


图 19 FN3471/81/73/83 滤波器的设计 (型号 E0XXSXX)

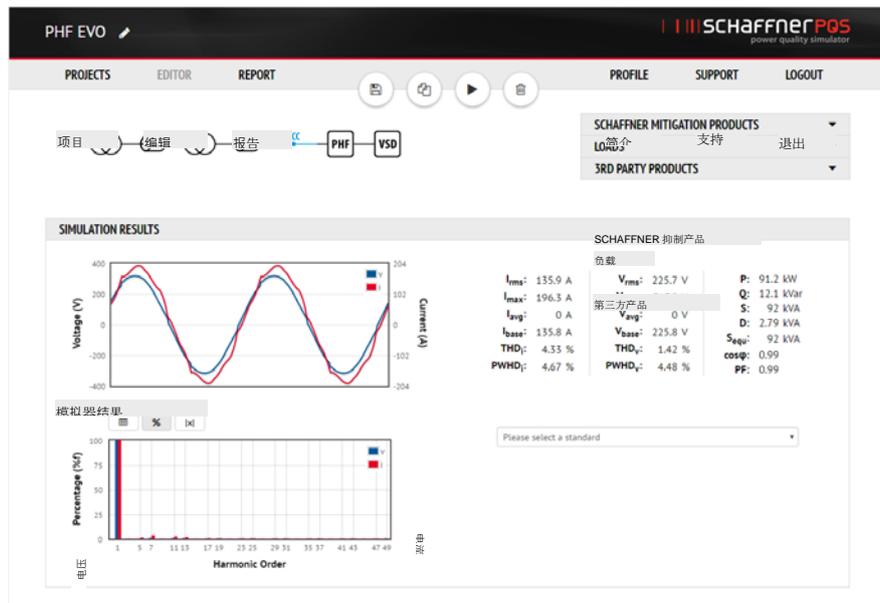
6 使用 SchaffnerPQS 的性能估计

Ecosine max 无源谐波滤波器包含在内，因而可以用 Schaffner 电能质量模拟器 SchaffnerPQS 模拟 (pqs.schaffner.com)。

通过使用 SchaffnerPQS，用户可以在考虑到最重要的设计要求和系统边界条件的情况下，轻松地模拟和估计系统性能。



使用 Schaffner 电能质量模拟器 SchaffnerPQS3，模拟并估算您选定 ecosine 滤波器的性能。



请选择标准

百分比
百分比

谐波

7 滤波器应用

Ecosine max 无源谐波滤波器经过专门设计，可以降低非线性负载的谐波电流，尤其是三相二极管类型的整流器的谐波电流。与适用于主馈线等上安装的“总线应用或者 PCC (公共耦合点)”滤波器相反，ecosine 无源谐波滤波器专为与单个非线性负载，或者与一组非线性负载结合使用而设计。

负载滤波的一大优势是上行电源（相对于谐波滤波器）是无谐波干扰的，例如：通过谐波卸载。在同一电源总线同时为电机驱动器和敏感负载供电的情况下，这可能至关重要。此外，Ecosine max 无源谐波滤波器还适用于更高功率的谐波滤波器上的并联低功率非线性负载，以改善总体系统经济性。在此情况下，所有已连接的驱动器的总预期负载功率必须匹配滤波器。

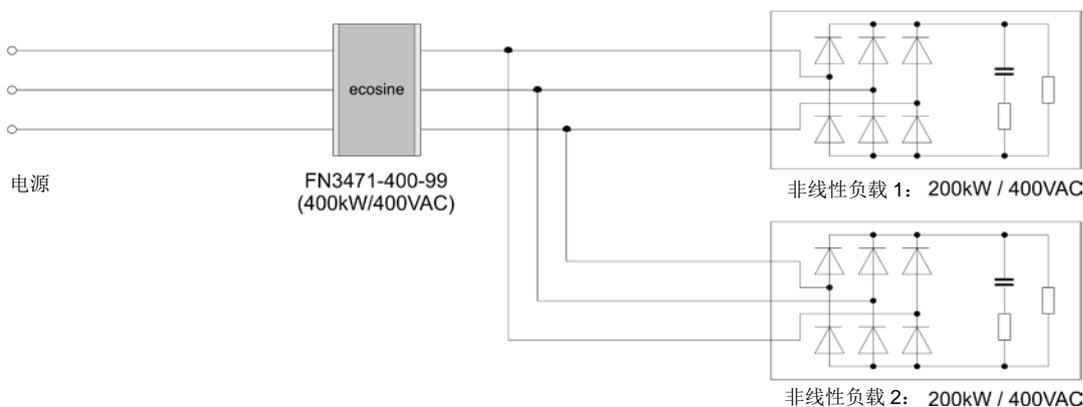


图 20 滤波器有多个负载的应用示例

如果预期的输入功率超过了最大可用滤波器的额定值，且不需要定制的方案，那么可以并联两个滤波器。在此操作模式下，必须使用具有相同额定功率的滤波器，以确保适当地分流。



警告：在同时使用 ecosine max 滤波器的情况下，客户必须通过使用选配的开关 E0XXSXX，或者通过使用陷波断连跳线操作，安装一个第三方开关断路器 E0XXJXX，来确保陷波电容器（适用于两个滤波器）上装配了适当的过电流保护装置。

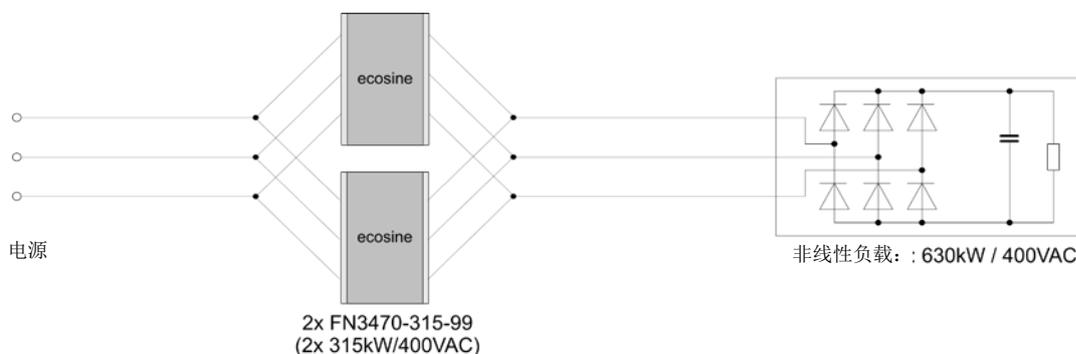


图 21 并联 2 个滤波器用于更大功率负载的应用示例

8 滤波器安装

请按照如下简单的步骤，确保多年实现安全且可靠的滤波器功能。请始终遵循本文件，以及适用的相关地方、国家或国际标准中的一般安全和安装指导方针。请注意，如下安装步骤适用于所有的 ecosine max 滤波器; FN 3470、FN 3471、FN 3472、FN 3473、FN 3480、FN 3481、FN 3482 以及 FN 3483。

8.1 步骤 1: 目测检查

在离开我们 ISO 9001:2008 认证的工厂之前，所有的夏弗纳 ecosine max 无源谐波滤波器均经过了严格的测试。滤波器被小心地放在坚固的包装箱中，进行国际运输。

不过，应仔细地检查运输包装箱在运输过程中有无发生损坏。包装上随附有两个 TiltWatches 和一个 ShockWatch，如果一个或者多个 TiltWatch 和 ShockWatch 指示有不可接受的倾斜或冲击记录（指示器部分或者全部变成红色），请在拆卸之前立即向货运代理提出索赔。如果两个 TiltWatches 和 ShockWatch 均状况良好，则请拆开滤波器，并仔细检查有无任何损坏迹象。保留运输包装箱，以备未来运输或者存放滤波器。



图 22 TiltWatches 和 ShockWatch 的位置

在发生损坏的情况下，请立即向货运代理提出索赔，并联系夏弗纳或我们的本地合作伙伴，寻求支持。在任何情况下，都不得安装和开启疑似存在运输损坏迹象的滤波器，而不论损坏是否清晰可见。

如果在收到时，滤波器未投入运行，则请将滤波器放到原始包装箱，然后放置于干净、干燥、无灰尘和化学品的地方，关于温度限制，请参见章节 2。

8.2 步骤 2: 安装

Ecosine max 无源谐波滤波器最好安装在尽可能靠近非线性负载的位置。理想情况下，应安装在电气柜或者控制室内的整流器或电机驱动器旁边。

所有的 ecosine max 无源谐波滤波器都设计为安装在机柜内地面。

在机柜内部，滤波器必须尽可能放到左侧，与机柜内框架之间的间隙大约 10mm。此外，客户必须确保可以从机柜的前门直接取出滤波器，根据机柜参考资料，可以相应地调整确切的位置。

注意：

滤波器放置在左侧（电容器侧）意味着可以改善电容器的空气冷却，以及支持在端子侧为电源电缆或者汇流条连接留出尽可能多的自由空间。

重要事项：

为了确保空气冷却充分，应在滤波器上方与天花板之间，或者与机柜内部其他部件之间，保留至少 150mm 的间隙。只要保证可接触，机柜之间的外部距离就不受限制（前侧门可以完全打开）。此外，还必须确保满足章节 3.8 中所述的冷却要求。

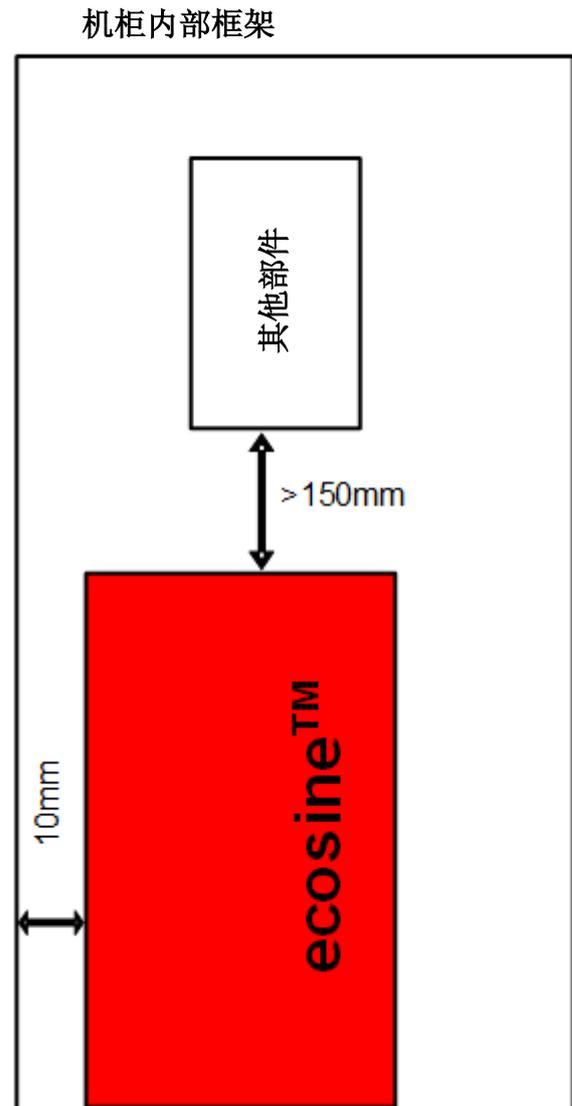


图 23 机柜内部的间隙

8.2.1 固定

用于安装滤波器的螺钉孔位置如表 29 中所示:

表 22 框架尺寸

框架尺寸	钻孔图 [mm]		
	R	S1	S2
S08	380	330	230
S10	370	514	不适用
S12	370	684	不适用
L08	458	320	225
L10	455	504	不适用
L12	455	674	不适用

T = 13.5 mm, 适用于所有框架尺寸

所有尺寸的单位是 mm; 1 inch = 25.4mm

框架尺寸为 S08 和 L08 的滤波器 FN3471/73/81/83 可提供两种固定点。

首选的固定点在端子侧的螺钉与电容器侧的螺钉之间的距离为 S1, 如 25 中所示。

在难以接触后部固定点的情况下, 可提供其他允许的固定点。首选的固定点在端子侧的螺钉与电容器侧的螺钉之间的距离为 S2, 如图 26 中所示。



警告: 在所有情况下, 都必须在端子侧使用两个固定点 (图 24、图 25 和图 26 上的右侧)。严禁在固定点之间使用比 S2 更短的距离, 以及使用少于 4 个固定螺钉, 否则将导致产品损坏和严重损伤。

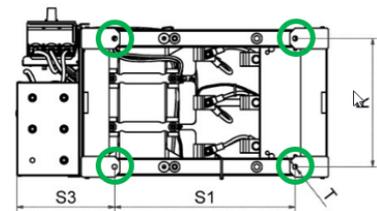


图 24 滤波器 FN 3470, FN 3472, FN 3480 和 FN 3482 的固定点

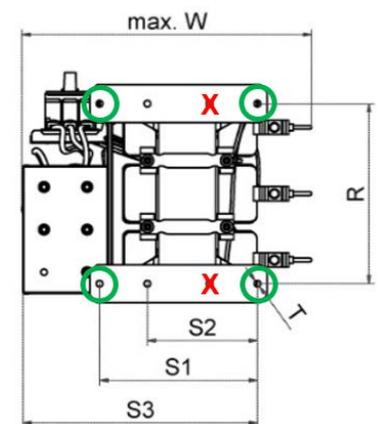


图 25 滤波器 FN 3471, FN 3473, FN 3481 和 FN 3483 的首选 (绿色) 和严禁选择 (红色) 的固定点。

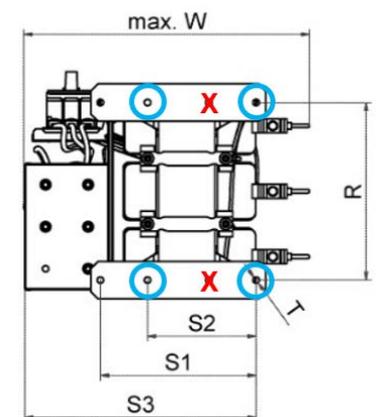


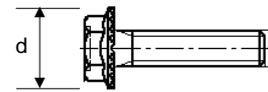
图 6 滤波器 FN 3471、FN 3473、FN 3481 和 FN 3483 的允许 (蓝色) 和严禁 (红色) 选择的固定点

8.2.2 螺钉和螺栓选择

根据机柜规范，重型负载固定系统可以提供适合于特定系统的螺钉/螺杆或者螺母。对于螺栓的其他部分（螺母或者螺钉），夏弗纳建议使用镀锌六角法兰钢制螺钉或者螺母。注意滤波器重量，以适当地选择螺钉！螺钉头直径不得超过这些尺寸：

M12: $d \leq 24 \text{ mm}$

参见机柜供应商文件，了解更多信息。



8.2.3 滤波器放置：

1. 使用两个提升插槽（插槽 20x50mm 的尺寸），借助适当的起重机提升滤波器。
2. 通过将滤波器上的固定孔对齐基架上匹配的螺母孔或者螺杆，尽可能精确地放置滤波器。
3. 插入 4 个螺钉或者螺母，并在螺钉头接触到表面之前，拧紧大约 1mm。
4. 仔细检查是否适当地对齐和平行放置。
5. 使用适当的扭矩固定螺钉（根据机柜固定系统的材料和地方标准）。



警告：设备重量 $\geq 240 \text{ kg}$

重型设备的搬运和提升必须始终满足您的地方安全标准。



图 7 提升插槽的位置



危险：注意提升角度，当心严重损坏风险

提升绳索与垂直面图之间的最大允许角度不得超过 45° 。否则可能损坏设备，并导致严重的损伤风险。

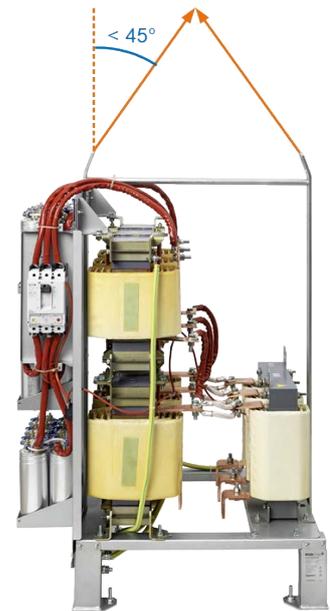


图 8 举升力的最大角度

8.3 步骤 3: 接线

8.3.1 验证所有的线路侧电源是否安全地断开连接。

查阅您的本地安全说明书。



8.3.2 仔细地连接保护接地 (PE) 电缆至 ecosine 滤波器附近的适当接地电势。

根据您的地方法规和安全说明, 使用直径等于或者大于线路/负载侧电源电缆直径的电缆。

8.3.3 连接 ecosine 滤波器的 PE 电缆

在双头螺栓上带适当的电缆接线头

| 扭矩 M12: 20-25 Nm



8.3.4 连接 ecosine 电源端子至线路和负载/整流器上的相应相位。

电源电缆必须有一个适当的 M12 电缆接头。对于母线连接，接触面和孔尺寸必须适当，与滤波器汇流条端子和 M12 安装螺钉与螺栓相匹配。

电缆必须从机柜下方路由，并在每个汇流条端子下垂直放置。



警告：在安装电缆时，不得缩短电气间隙和爬电距离。如电缆接头等电缆带电部分不得与任何其他部分（带电部分、接地部分或者绝缘部分）接触，而且电缆的绝缘装置不能直接碰触任何带电部分。通过在安装电缆的期间，让电缆保持在每个端子下方的垂直位置，可以确保这点。

连接电缆至如下汇流条：

1. 连接线路相位 L1 至端子 L1
2. 连接负载/整流器相位 L1' 至端子 L1'
3. 连接线路相位 L2 至端子 L2
4. 连接负载/整流器相位 L2' 至端子 L2'
5. 连接线路相位 L3 至端子 L3
6. 连接负载/整流器相位 L3' 至端子 L3'

M12 的适当扭矩是 20-25Nm。

请遵循章节 3.6，以选择适当的电缆或者汇流条。

注意：根据可能的短路电流，主连接线需要非常牢固地固定在线路和负载端子附近。

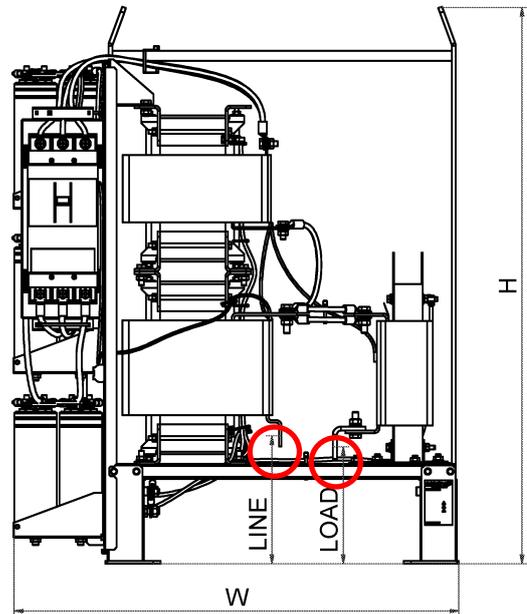


图 9 滤波器 FN 3470, FN 3472, FN 3480 和 FN 3482 的线路和负载端子的位置

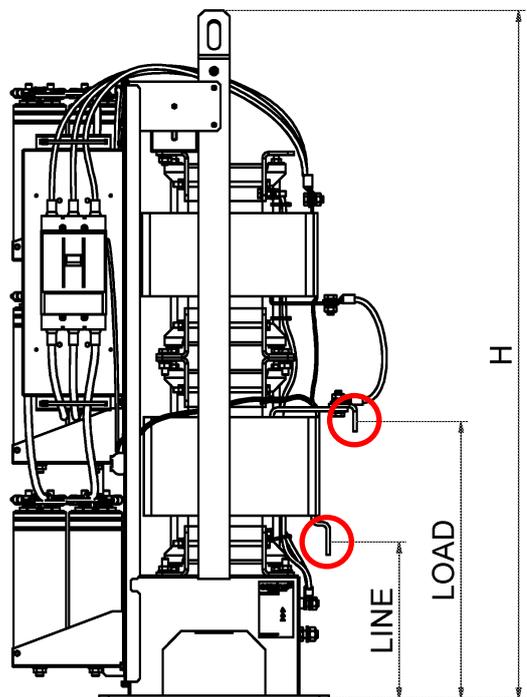


图 10 滤波器 FN 3471, FN 3473, FN 3481 和 FN 3483 的线路和负载端子的位置

8.3.5 安装外部的电容电流控制装置。

对于带 TDJ 选配件的配置，在无集成开关的情况下 (参见章节 2.1 至 2.4)，端子 D1- D1'、D2- D2' 和 D3- D3' 已安装了跳线。本配置允许安装任何第三方的开关断路器 (非夏弗纳提供)，而且在必要的情况下安装额外的电容器接触器 (非夏弗纳提供)。

如果需要，在陷波电容器电路中串联使用电容器接触器可支持将负载与陷波电路断开连接。因此，可以最大程度地降低电容电流，以实现低负载运行。

估算所需的电容器接触器尺寸：参见右侧的方框。



警告：陷波电容器需要过电流保护，不建议在未安装任何开关的情况下使用滤波器。客户对过滤器的任何不当使用负全部责任。

断路器/接触器性能评估：

例如：FN 3470-500-99-E0XXJXX

额定功率 (以 kW 为单位) 乘以 20 % 并乘以电网电压，然后除以额定电压 (FN 347X 为 400 V，FN 348X 为 480 V) 是近似无功功率

开关额定值=

$$500kW * 20\% * \frac{V_{grid}}{V_{nom}} =$$

$$500kW * 20\% * \frac{400V}{400V} = 100kVAR$$

8.3.6 连接监控开关 TS- TS'

监控开关是一个继电器触点，在警报状态下打开。它由一个热开关 NC 180°C (UI 核准) 组成，用于检测电抗器的过载。可用于通过驱动控制装置 (检查驱动手册) 的相应输入，远程断连驱动器的负载，或者作为系统控制装置的警报开关。

关于线缆横截面积建议，请参见章节 3.6.2。



警告：在监控开关接通的情况下，必须立即关闭负载，并调查问题。

8.3.7 连接辅助开关 AS- AS'

对于带 S 选配件的滤波器配置 (预装配开关, 参见章节 2.1 至 2.4)

辅助开关是一个触点, 指示断路器的状态。其在正常运行(断路器开启)条件下关闭, 在异常条件 (断路器关闭)下开启。异常条件可能是陷波短路、陷波电路中有过电流、环境温度过高或者在低负载条件下处于停电状态 (使用电机机制和断路器 - 检查断路器手册中的相关部分)。

对于带 J 选配件的滤波器配置(配备陷波断连跳线端子, 用于第三方开关安装, 参见 2.1 至 2.4 节)

安装 AS 接线板, 但是不连接至任何开关 (空闲端子)。客户可以连接额外安装的第三方开关断路器的任何辅助开关 (NC、NO 或者其他)。客户全权负责按照相应的手册, 完成第三方开关的安装、布线和使用。

关于线缆横截面积建议, 请参见章节 3.6.2。



警告: 如果并非因为手动或者远程控制打开而导致辅助开关接通, 那么必须立即关闭负载, 并研究问题。



图 31 用于辅助触点连接的端子

8.3.8 安装并连接开关遥控器

(仅适用于带开关选配件的滤波器, 参见章节 2.1 至 2.4 以及添加的遥控器模块)

在应用所需的情况下, 开关的遥控器支持远程遥控开关。

夏弗纳不提供远程操作器模块, 而且在需要的时候, 须单独购买。请查阅相关的用户手册, ⁱⁱ 了解全面的安装和使用信息。



警告: 开关是一个保护装置; 其目的是在发生过电流或者过热的情况下, 断开陷波电容器电路的连接。无论是否带有远程操作器, 都不得使用开关来频繁地手动操作或者打开 (例如: 在其寿命期间, NZM 3 系列仅支持打开 2000 次负载, 请查阅开关手册, ⁱⁱ 了解更多信息)。在频繁整流的情况下, 强烈建议添加电容式接触器, 与开关断路器串联。请参阅章节 10 了解更多详细信息。



图 11 Eaton 开关远程操作器模块

ⁱ断路器 [250A](#), [300A](#), [400A](#) and [500A](#) 的在线数据表和文件

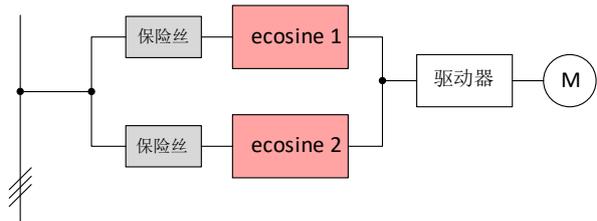
ⁱⁱ [远程操作器](#)的在线数据表和文件

8.3.9 保险丝

Ecosine max 系列无源谐波滤波器需要外部过电流保护装置，以满足 UL/cUL 标准。保险丝和相关的保险丝座必须经过 UL 认证，且采用 100kA SCCR 电源的额定值。表 30 和表 31 给出了用于 UL 级 J/L 的保险丝电流额定值，在不强制要求满足 UL 的情况下，则应满足 IEC 级 gG。保险丝额定值与电源电压无关。

对应相关的滤波器，以及根据表 30 和表 31，并联了多个 ecosine max 滤波器用于更高功率负载的每个系统，都需要一个单独的 3 相线路侧保险丝座。

驱动器应用手册可能规定了线路侧保险丝保护装置，在此情况下，将对应滤波器保险丝额定值的总和，或者如果更低的话，则需要在其输入侧使用单独的驱动器保险丝。



根据表 30 和表 31 以及章节 8.3.5，对于具有一个 ecosine 滤波谐波用于多个驱动器的应用场合，在任何情况下都需要为驱动器提供线路侧保险丝保护以及正确的滤波器保护。

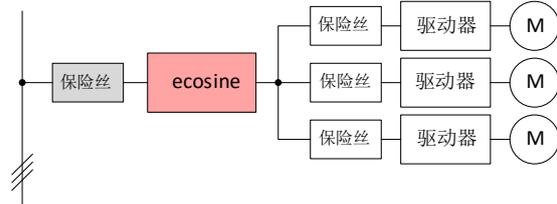


表 23 UL 级 J/L 和 IEC 级 gG 的保险丝电流额定值

ecosine	ecosine	ecosine	ecosine	保险丝 J/L 级	保险丝 gG 级
全部 FN 3470	全部 FN 3471	全部 FN 3480	全部 FN 3481	额定电流 A	额定电流 A
FN3470-250-99	FN3471-250-99	FN3480-315-99	FN3481-315-99	600 ⁱ	630
FN3470-315-99	FN3471-315-99	FN3480-355-99	FN3481-355-99	800 ⁱⁱ	800
FN3470-355-99	FN3471-355-99	FN3480-400-99	FN3481-400-99	800 ⁱⁱ	800
FN3470-400-99	FN3471-400-99	FN3480-500-99	FN3481-500-99	800 ⁱⁱ	800
FN3470-500-99	FN3471-500-99	FN3480-550-99	FN3481-550-99	1000 ⁱⁱ	1000

ⁱUL 级别 JⁱⁱUL 级别 L

表 24 UL J/L 级的保险丝电流额定值

Ecosine	ecosine	ecosine	ecosine	保险丝 J/L 级
全部 FN 3482	全部 FN 3483	全部 FN 3472	全部 FN 3473	额定电流 A
FN3482-350-99	FN3483-350-99	FN3472-280-99	FN3473-280-99	400 ⁱ
FN3482-400-99	FN3483-400-99	FN3472-315-99	FN3473-315-99	600 ⁱ
FN3482-450-99	FN3483-450-99	FN3472-356-99	FN3473-356-99	600 ⁱ
FN3482-500-99	FN3483-500-99	FN3472-400-99	FN3473-400-99	800 ⁱⁱ
FN3482-600-99	FN3483-600-99	FN3472-480-99	FN3473-480-99	800 ⁱⁱ

ⁱUL 级别 JⁱⁱUL 级别 L

9 滤波器维护

本手册中所述的 Ecosine max 无源谐波滤波器配备寿命较长的部件，用于确保在正常操作条件下，即使运行多年都能得到令人满意的功能。在温度过高、过电压情况、环境污染等极端条件下操作会导致寿命缩短。遵循维修建议将有助于最大程度地延长滤波器的寿命时间。

警告：

	本产品的操作涉及高电压电位。在尝试进行维护之前，请务必断开线路侧电源，并留出足够的时间，以便电容器放电至安全水平 (<42 V)。应测量线路与线路之间，以及线路与地面之间的残余电压。
	在更换任何零件之前，都必须断开线路侧电源的连接。

9.1 维护计划

表 25 维护计划

年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
检查并拧紧 el. 连接 ¹	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
检查电容器的 el. 数值		X		X		X		X		X		X
更换电力电容器										X		

¹ 仅需要检查外部连接。

9.2 电力电容器

随附滤波器模块一起供应的电力电容器是高质量的部件，预期寿命长达 100'000 小时(11 年)。然而在电气或者热应力超过其规范的情况下，其使用寿命都会缩短。

此外，严重异常的电源电压峰值（例如：雷电 - 取决于系统保护）也可能导致电力电容器损坏，但是这只能通过测量线路侧的谐波失真来识别。使用一个现代电量计，或者通过使用一个电能质量分析仪来定期检查，可以检查这点。根据上述考量因素，建议每 2 年检查一次。

注意：在系统发生极端过电压情况之后，也应执行检查。

9.2.1 电容器储存

在最长存储时间不超过 3 年的情况下，电解质电容器可以不受限制的运行，并且无需任何预先准备就可以施加标称电压。系统的可靠性和预期寿命不受影响。

另一方面，在未施加任何电压的情况下，长时间（大于 3 年）存储的电解质电容器会因为溶蚀作用而导致介电特性削弱。电解溶液具有侵蚀性，会在生产和产品调试之间的期间，影响和削弱电介质。这些弱点就是在现场开启设备之后导致较高泄漏电流的原因。

电解质电容器的残余电流取决于时间、电压和温度。在未施加电压的情况下长时间存储之后，残余电流将升高。

在装置调试期间产生的残余电流幅度可能高达 10 倍。假设电容器的残余电流是额定电压在稳态下的典型预期值。

在长时间存储之后的调试期间，建议通过逐渐施加电压并根据滤波器的储存时间，来恢复介电特性。

9.3 电气连接

根据环境和应用的不同，电气连接，尤其是螺栓和螺母，可能会随着时间的流逝而导致初始拧紧扭矩损耗，从而导致其性能下降。这不仅适用于滤波器，还适用于电气装置内的任何此类接头。

因此，夏弗纳建议在对集成了滤波器的整个装置开展定期计划内维修的情况下，检查并拧紧所有的电气连接。

无需检查滤波器内的内部连接，或者此工作应由夏弗纳服务代表开展。

10 陷波电路断连

陷波断连跳线是一个选配件，可支持连接第三方的开关，而且在需要的时候，可以串联一个电容器接触器，以在低负载运行期间降低电容电流。在使用永久连接的陷波电路的情况下， $\cos\phi$ 与负载的比较显示了如下特性：

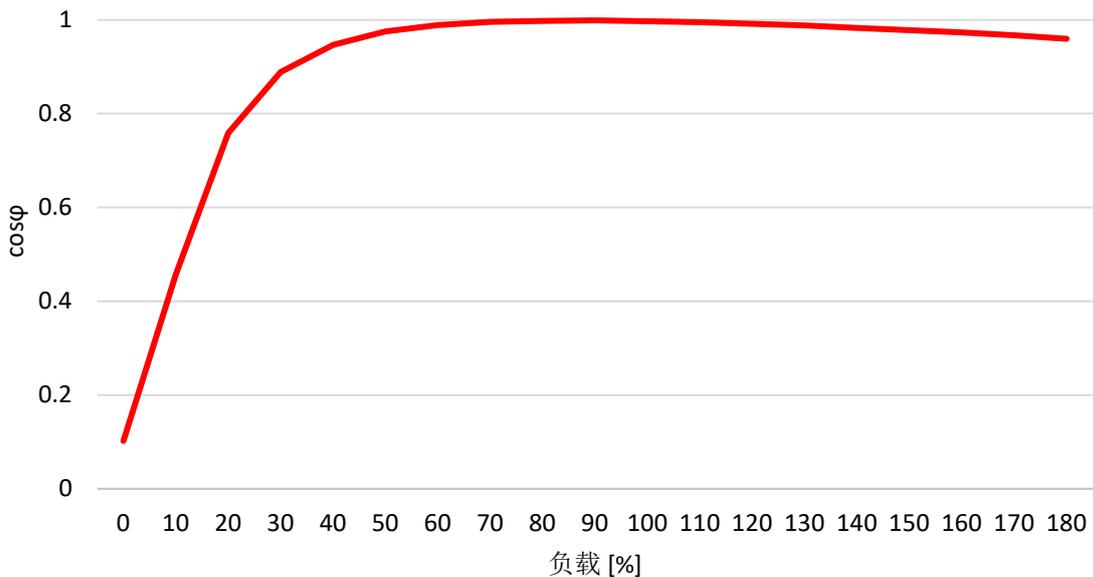


图 12 功率系数与负载的比较(二极管整流器前端) (参见章节 3.13)

在陷波电路断开连接的情况下， $\cos\phi$ 恢复至 ~ 0.98 。同时，THDi 将增加。这可以忽略不计，因为绝对值因负载功率下降而较低。需要用于全自动电容电流控制的外部部件（并非 ecosine 滤波器的一部分）或者系统功能：

- | 电机负载（功率系数）监测设备
- | 电容器接触器

负载降低的系统状态可用作系统控制器的输出信号。在此情况下，只能确保充分地驱动电容器接触器。

注意：有必要考虑功率系数校正的总体概念。在安装了谐波滤波器的情况下，带有电容器组的功率因数校正（PFC）系统可能过时，或者大量减少。在此情况下，没有必要安装陷波电路断连功能。

11 故障排查

夏弗纳 Ecosine 谐波滤波器是高质量的产品，经过了严格的测试和鉴定程序。每个装置都在我们经过 ISO 9001:2000 认证的工厂中接受了适当的测试。鉴于此原因，如果按照本文件所述安装、操作和维护滤波器的话，预计将不会出现重大问题。

万一出现问题，请联系夏弗纳或您的当地合作伙伴，寻求帮助。



夏弗纳集团 | Nordstrasse 11e | 4542 Luterbach | Switzerland
T +41 32 681 66 26 | info@schaffner.com | www.schaffner.com