

# 安装手册

## 无源谐波滤波器



ECOsine® Economy Line  
ECOsine® Economy Line LV

FN 3416, FN 3416  
FN 3416LV, FN 3418LV



**ECO<sup>sine</sup>® 经济型滤波器 & ECO<sup>sine</sup>® 低压经济型滤波器  
FN3416 (50Hz) & FN3418 (60Hz)  
FN3416LV (50Hz) & FN3418LV (60Hz)，适用于 200V-240V。**

**2019年9月**

Schaffner ECO<sup>sine</sup>®谐波滤波器是抑制三相电力系统中负载谐波的经济型解决方案。与同类产品相比，它即插即用，尺寸更加紧凑，可以快速安装。它可以提高电气设备的可靠性并延长其使用寿命，有助于更好地利用电力系统容量，是满足 EN61000-3-12 等电能质量标准的关键。ECO<sup>sine</sup>®滤波器有助于减少电力浪费。

本安装手册旨在为设计人员、安装人员和应用工程师提供滤波器选择、安装、应用和维护支持。有关解决谐波抑制问题的其他提示，另请参阅 ECO<sup>sine</sup>®FN3410 (50Hz) 和 FN3412 (60Hz) 全性能滤波器的更详细用户手册。

如需要其他支持，请随时联系夏弗纳本地合作伙伴。

## 重要的用户须知

Schaffner ECO<sup>sine</sup>®谐波滤波器主要在平衡三相电力系统中用于配备前端是六脉冲整流器的电力电子设备的输入（电网）侧，如运用于交流或直流电机驱动器和大功率直流设备。滤波器对特定应用的适用性必须由用户根据具体情况确定。对于因使用或应用 ECO<sup>sine</sup>®滤波器而导致的任何间接停工或损坏，Schaffner不承担任何责任。ECO<sup>sine</sup>®滤波器不适用于单相或分相应用。

---

防护等级为 IP20/NEMA1 的 ECO<sup>sine</sup>®滤波器必须安装在干净、干燥的地方。必须隔离油、腐蚀性蒸汽和磨蚀性碎屑等污染物。滤波器外壳主要为室内使用而设计，旨在提供一定程度的保护，防止人与壳内机械接触。滤波器外壳无法防止空气污染。

---

## 重要的安全注意事项



**注意：**滤波器必须由熟悉三相电力系统安装和安全程序的、经过培训和认证的电工或技术人员安装。

**警告：**ECO<sup>sine</sup>®滤波器的操作涉及高压电位。在处理滤波器的通电部分之前，务必断开电源，并让电容器放电（时间> 1 分钟）至安全水平。

**警告：**请严格遵循安装说明。确保风扇和冷却槽中无阻碍有效空气循环的障碍物。请勿在不符合规定的环境条件下操作滤波器。

**注意：**请勿在非对称负载、线性负载或单相设备上运行 ECO<sup>sine</sup>®滤波器。

**注意：**始终使用大多数国家和国际电气规格要求的上游断路器或保护装置。

**注意：**务必先将滤波器连接到保护性接地（PE），然后再进行 3 相的接线。

**注意：**进行维护工作时，请严格遵循 Schaffner 说明。仅使用 Schaffner 推荐和批准的备件。

**注意：**在处理、安装、操作或维护 ECO<sup>sine</sup>®谐波滤波器时，请务必遵守贵公司定义的安全说明。

**注意：**如有疑问或问题，请联系 Schaffner 本地合作伙伴寻求帮助。



## 目录

1. 部件编号 .....	5
2. 滤波器说明 .....	6
2.1 通用电气规格 FN 3416 (50Hz 滤波器) .....	6
2.2 通用电气规格 FN 3418 (60Hz 滤波器) .....	7
2.3 通用电气规格 FN 3416LV (50Hz 滤波器) .....	8
2.4 通用电气规格 FN 3418LV (60Hz 滤波器) .....	9
2.5 额外电气规格 .....	10
2.6 机械规格 .....	11
2.7 FN3416 和 FN3418 的性能特征 .....	14
2.8 FN3416LV 和 FN3418LV 的性能特征 .....	16
2.9 功能图 .....	18
2.10 外部滤波元件 .....	19
2.11 可听噪音 .....	20
3. 滤波器基本原理和功能 .....	21
4. 滤波器选择 .....	24
5. 滤波器应用 .....	27
6. 滤波器安装 .....	29
7. 滤波器维护 .....	34
8. 特殊注意事项 .....	36
8.1 过温触点和负载断开 .....	36
9. 故障检修 .....	37
10. 常见问题——常见问题解答 .....	38
11. 定制设计输入表 .....	41
附录 I: 国际标准 .....	43
I. 工程导则 G5/4-1 .....	43
II. 国际标准 EN 61000-3-12 .....	45
III. IEEE 标准 519 .....	49
附录 II: 合规声明 .....	50

## 1. 部件编号

**FN 34xx xx -xxx -xx**

连接方式

**33 = 安全接线端子 10mm<sup>2</sup>**

**34 = 安全接线端子 25mm<sup>2</sup>**

**35 = 安全接线端子 50mm<sup>2</sup>**

**40 = 安全接线端子 95mm<sup>2</sup>**

**44 = 安全接线端子 6mm<sup>2</sup>**

**99 = 不同尺寸的铜母线**

额定、未过滤负载（驱动输入）电流[A]

空值 = 标准电压额定值

**LV = 200V - 240V**

滤波器系列

**3416 = 用于 50Hz, 380-500V 电网的滤波器**

**3418 = 用于 60Hz, 380-480V 电网的滤波器**

**3416LV = 用于 50Hz, 200-240V 电网的滤波器**

**3418LV = 用于 60Hz, 200-240V 电网的滤波器**

夏弗纳标准滤波器

示例:

**FN 3416-60-34:** 用于 50Hz, 380-500V 电网, 60A 驱动输入电流, 25mm<sup>2</sup> 端子, 接于前端二极管或 SCR (晶闸管) 整流器。

**FN 3418LV-240-99:** 用于 60Hz, 200-240V 电网, 240A 驱动输入电流, 铜母线, 接于前端二极管或 SCR (晶闸管) 整流器。

## 2. 滤波器说明

### 2.1 通用电气规格 FN 3416 (50Hz 滤波器)

标称工作电压:	3x 380 ~ 500VAC
电压容差范围:	3x 342 ~ 550VAC
运行频率:	50Hz ±1Hz
网络:	TN、TT、IT
标称电机驱动输入电流额定值: <sup>1)</sup>	10 ~ 320A @ 45°C
标称滤波器输入电流额定值: <sup>1)</sup>	7A <sub>rms</sub> ~ 240A <sub>rms</sub> @ 45°C
标称电机驱动输入额定功率:	4 ~ 200kW
总谐波电流畸变率 THID: <sup>2)</sup>	根据 EN61000-3-12, 表 3 <10% @ 额定功率 (有 L <sub>dc</sub> ) <15% @ 额定功率 (无 L <sub>dc</sub> )
总需求畸变率 TDD: <sup>2)</sup>	根据 IEEE 519
部分加权谐波畸变率 PWHID:	<22% @ 额定功率
效率:	>98% @ 标称线电压和功率
驱动器直流母线电压特性: <sup>3)</sup>	空载: +10% 满载: -5%
高电位测试电压: <sup>4)</sup>	P → E 2500VAC (1min)
SCCR: <sup>5)</sup>	100kA
保护类别:	IP20
污染程度:	1, 2 (根据 EN 61800-5-1, EN 50178)
冷却:	自然对流冷却 (4 ~ 7.5kW) 内部强制冷却 (≥11kW)
过载能力:	1.6 倍额定电流 1 分钟, 每小时一次 2 倍额定电流 10 秒, 每小时一次 5 倍额定电流 1 秒, 每小时一次
低负载时的电容电流:	<30% 额定输入电流, 400VAC <37% 额定输入电流, 500VAC
环境温度范围:	-25°C ~ + 45°C 完全正常运行 + 45°C ~ + 55°C 降额运行 <sup>6)</sup> -25°C ~ + 70°C 运输和储存
可燃性等级:	UL 94V-2 或更佳
磁性元件绝缘等级:	H (180°C)
设计标准:	UL 508, EN 61558-2-20, CE (LVD 2006/95/EC)
MTBF @ 45°C / 500V (Mil-HB-217F):	200'000 小时
MTTR:	<15 分钟 (电容器和风扇)
使用寿命 (估算值):	最低 15 年
安全监控功能:	磁性元件过温
安全监控输出信号:	无信号转换

<sup>1)</sup> ECOsine®滤波器通过降低谐波电流和提高真实功率因数来降低 RMS 输入和峰值电流。

<sup>2)</sup> 系统要求: THVD <2%, 线电压不平衡 <1%

六脉冲二极管整流器的性能规范。前端 SCR 整流器产生不同的结果, 这取决于晶闸管的触发角。

<sup>3)</sup> 条件: 线路阻抗 <3%

<sup>4)</sup> 以不超过最大值 80% 的水平重复测试, 持续 2 秒。

<sup>5)</sup> 需要外部 UL 级熔断器。

<sup>6)</sup>  $I_{降额} = I_{标称} * \sqrt{(70°C - T_{室内}) / 25°C}$

## 2.2 通用电气规格 FN 3418 (60Hz 滤波器)

标称工作电压:	3x 380 ~ 480VAC
电压容差范围:	3x 342 ~ 528VAC
运行频率:	60Hz ±1Hz
网络:	TN、TT、IT
标称电机驱动输入电流额定值: <sup>1)</sup>	8 ~ 310A @ 45°C
标称滤波器输入电流额定值: <sup>1)</sup>	5A <sub>rms</sub> ~ 250A <sub>rms</sub> @ 45°C
标称电机驱动输入额定功率:	5 ~ 250HP
总谐波电流畸变率 THID: <sup>2)</sup>	根据 EN61000-3-12, 表 3 <10% @ 额定功率 (有 L <sub>dc</sub> ) <15% @ 额定功率 (无 L <sub>dc</sub> )
总需求畸变率 TDD: <sup>2)</sup>	根据 IEEE 519
部分加权谐波畸变率 PWHID:	<22% @ 额定功率
效率:	>98% @ 标称线电压和功率
驱动器直流链路电压特性: <sup>3)</sup>	空载: +10% 满载: -5%
高电位测试电压: <sup>4)</sup>	P → E 2500VAC (1min)
SCCR: <sup>5)</sup>	100kA
保护类别:	IP20
污染程度:	1, 2 (根据 EN 61800-5-1, EN 50178)
冷却:	自然对流冷却 (5 ~ 15HP) 内部强制冷却 (≥20HP)
过载能力:	1.6 倍额定电流 1 分钟, 每小时一次 2 倍额定电流 10 秒, 每小时一次 5 倍额定电流 1 秒, 每小时一次
低负载时的电容电流:	<30% 额定输入电流, 460VAC
环境温度范围:	-25°C ~ +45°C 完全正常运行 +45°C ~ +55°C 降额运行 <sup>6)</sup> -25°C ~ +70°C 运输和储存
可燃性等级:	UL 94V-2 或更佳
磁性元件绝缘等级:	H (180°C)
设计标准:	UL 508, EN 61558-2-20, CE (LVD 2006/95/EC)
MTBF @ 45°C / 500V (Mil-HB-217F):	200'000 小时
MTTR:	<15 分钟 (电容器和风扇)
使用寿命 (估算值):	最低 15 年
安全监控功能:	磁性元件过温
安全监控输出信号:	无信号转换

<sup>1)</sup> ECOsine®滤波器通过降低谐波电流和提高真实功率因数来降低 RMS 输入和峰值电流。

<sup>2)</sup> 系统要求: THVD <2%, 线电压不平衡 <1%

六脉冲二极管整流器的性能规范。前端 SCR 整流器产生不同的结果, 这取决于晶闸管的触发角。

<sup>3)</sup> 条件: 线路阻抗 <3%

<sup>4)</sup> 以不超过最大值 80% 的水平重复测试, 持续 2 秒。

<sup>5)</sup> 需要外部 UL 级熔断器。

<sup>6)</sup> I<sub>降额</sub> = I<sub>标称</sub> \* √(70°C - T<sub>实际</sub>) / 25°C

### 2.3 通用电气规格 FN 3416LV (50Hz 滤波器)

标称工作电压:	3x 200 ~ 240VAC
电压容差范围:	3x 180 ~ 264VAC
运行频率:	50Hz ±1Hz
网络:	TN、TT、IT
标称电机驱动输入电流额定值: <sup>1)</sup>	10 ~ 320A @ 45°C
标称滤波器输入电流额定值: <sup>1)</sup>	7A <sub>rms</sub> ~ 240A <sub>rms</sub> @ 45°C
标称电机驱动输入额定功率:	2.5 ~ 90kW
总谐波电流畸变率 THID: <sup>2)</sup>	根据 EN61000-3-12, 表 3 <7% @ 额定功率 (有 L <sub>dc</sub> ) <13% @ 额定功率 (无 L <sub>dc</sub> )
总需求畸变率 TDD: <sup>2)</sup>	根据 IEEE 519
部分加权谐波畸变率 PWHID:	<22% @ 额定功率
效率:	>98% @ 标称线电压和功率
驱动器直流链路电压特性: <sup>3)</sup>	空载: +10% 满载: -5%
高电位测试电压: <sup>4)</sup>	P → E 2500VAC (1min)
SCCR: <sup>5)</sup>	100kA
保护类别:	IP20
污染程度:	1, 2 (根据 EN 61800-5-1, EN 50178)
冷却:	自然对流冷却 (4 ~ 7.5kW) 内部强制冷却 (≥11kW)
过载能力:	1.6 倍额定电流 1 分钟, 每小时一次 2 倍额定电流 10 秒, 每小时一次 5 倍额定电流 1 秒, 每小时一次
低负载时的电容电流:	<30% 额定输入电流, 400VAC <37% 额定输入电流, 500VAC
环境温度范围:	-25°C ~ +45°C 完全正常运行 +45°C ~ +55°C 降额运行 <sup>6)</sup> -25°C ~ +70°C 运输和储存
可燃性等级:	UL 94V-2 或更佳
磁性元件绝缘等级:	H (180°C)
设计标准:	UL 508, EN 61558-2-20, CE (LVD 2006/95/EC)
MTBF @ 45°C / 500V (Mil-HB-217F):	200'000 小时
MTTR:	<15 分钟 (电容器和风扇)
使用寿命 (估算值):	最低 15 年
安全监控功能:	磁性元件过温
安全监控输出信号:	无信号转换

<sup>1)</sup> ECOsine® 滤波器通过降低谐波电流和提高真实功率因数来降低 RMS 输入和峰值电流。

<sup>2)</sup> 系统要求: THVD <2%, 线电压不平衡 <1%  
 六脉冲二极管整流器的性能规范。前端 SCR 整流器产生不同的结果, 这取决于晶闸管的触发角。

<sup>3)</sup> 条件: 线路阻抗 <3%

<sup>4)</sup> 以不超过最大值 80% 的水平重复测试, 持续 2 秒。

<sup>5)</sup> 需要外部 UL 级熔断器。

<sup>6)</sup> I<sub>降额</sub> = I<sub>标称</sub> \* √(70°C - T<sub>室内</sub>) / 25°C

## 2.4 通用电气规格 FN 3418LV (60Hz 滤波器)

标称工作电压:	3x 200 ~ 240VAC
电压容差范围:	3x 180 ~ 264VAC
运行频率:	60Hz ±1Hz
网络:	TN、TT、IT
标称电机驱动输入电流额定值: <sup>1)</sup>	8 ~ 310A @ 45°C
标称滤波器输入电流额定值: <sup>1)</sup>	5A <sub>rms</sub> ~ 250A <sub>rms</sub> @ 45°C
标称电机驱动输入额定功率:	2.5 ~ 125HP
总谐波电流畸变率 THID: <sup>2)</sup>	根据 EN61000-3-12, 表 3 <7% @ 额定功率 (有 L <sub>dc</sub> ) <13% @ 额定功率 (无 L <sub>dc</sub> )
总需求畸变率 TDD: <sup>2)</sup>	根据 IEEE 519
部分加权谐波畸变率 PWHID:	<22% @ 额定功率
效率:	>98% @ 标称线电压和功率
驱动器直流链路电压特性: <sup>3)</sup>	空载: +10% 满载: -5%
高电位测试电压: <sup>4)</sup>	P → E 2500VAC (1min)
SCCR: <sup>5)</sup>	100kA
保护类别:	IP20
污染程度:	1, 2 (根据 EN 61800-5-1, EN 50178)
冷却:	自然对流冷却 (5 ~ 15HP) 内部强制冷却 (≥20HP)
过载能力:	1.6 倍额定电流 1 分钟, 每小时一次 2 倍额定电流 10 秒, 每小时一次 5 倍额定电流 1 秒, 每小时一次
低负载时的电容电流:	<30% 额定输入电流, at 460VAC
环境温度范围:	-25°C ~ +45°C 完全正常运行 +45°C ~ +55°C 降额运行 <sup>6)</sup> -25°C ~ +70°C 运输和储存
可燃性等级:	UL 94V-2 或更佳
磁性元件绝缘等级:	H (180°C)
设计标准:	UL 508, EN 61558-2-20, CE (LVD 2006/95/EC)
MTBF @ 45°C / 500V (Mil-HB-217F):	200'000 小时
MTTR:	<15 分钟 (电容机和风扇)
使用寿命 (估算值):	最低 15 年
安全监控功能:	磁性元件过温
安全监控输出信号:	无信号转换

<sup>1)</sup> ECOsine®滤波器通过降低谐波电流和提高真实功率因数来降低 RMS 输入和峰值电流。

<sup>2)</sup> 系统要求: THVD <2%, 线电压不平衡<1%  
六脉冲二极管整流器的性能规范。前端 SCR 整流器产生不同的结果, 这取决于晶闸管的触发角。

<sup>3)</sup> 条件: 线路阻抗<3%

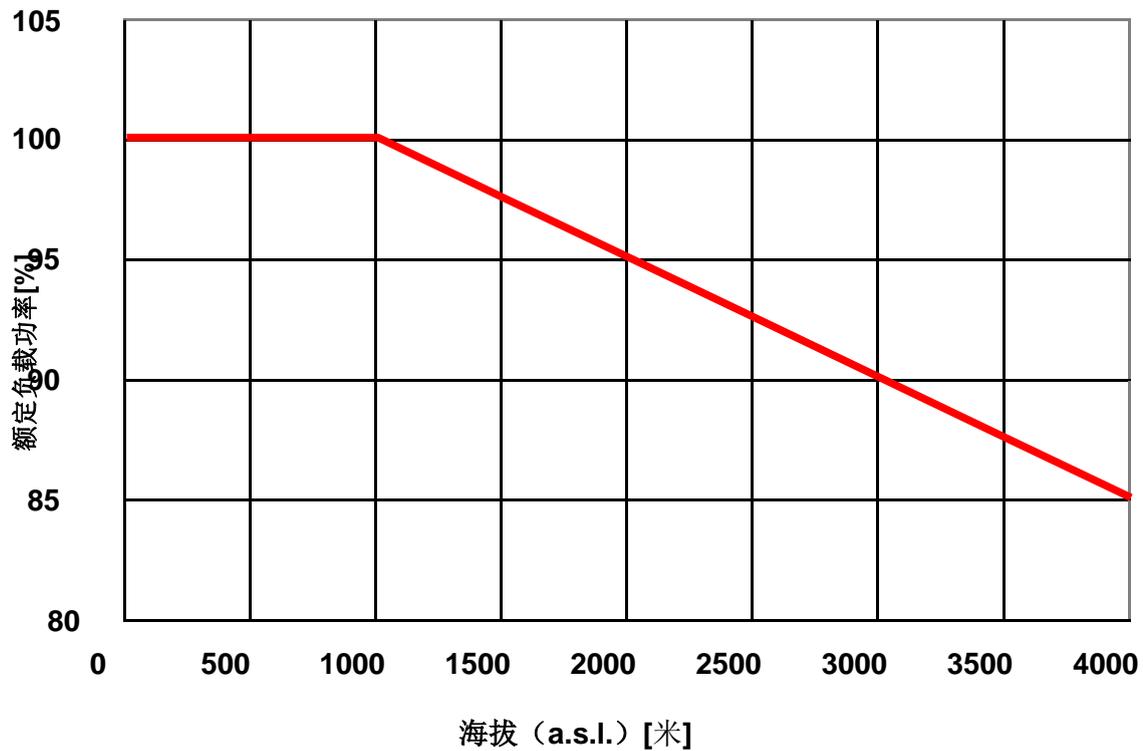
<sup>4)</sup> 以不超过最大值 80%的水平重复测试, 持续 2 秒。

<sup>5)</sup> 需要外部 UL 级熔断器。

<sup>6)</sup> I<sub>降额</sub> = I<sub>标称</sub> \* √((70°C-T<sub>实际</sub>)/25°C)

## 2.5 额外电气规格

ECO sine®无源通用电气规格指的是在海拔 1000 米高度（相当于 3300 英尺）以内运行的规范。位于海拔 1000 米~4000 米（相当于 3300 英尺至 13123 英尺）的操作需要根据下表进行降额：



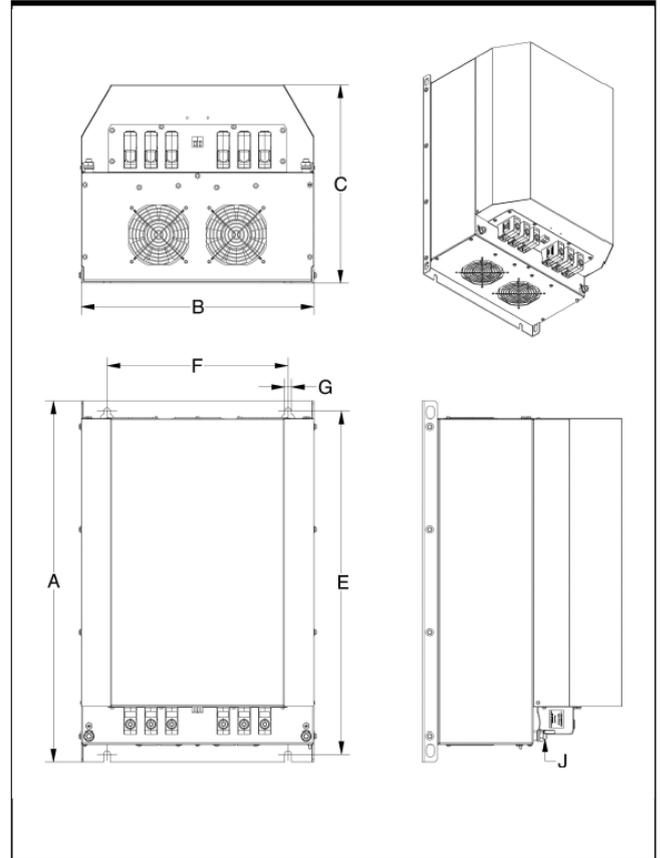
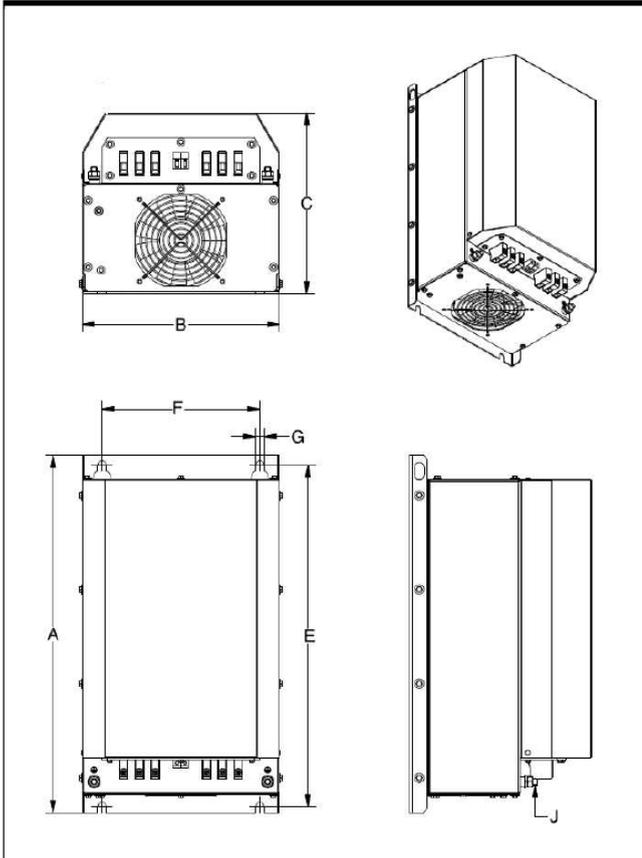
**注意：**在未事先咨询 Schaffner 的情况下，请勿在海拔 4000 米以上使用 ECO sine®无源谐波滤波器。

ECO sine®无源滤波器已根据 UL508、UL508C 经过设计和认证，因此在海拔高度不超过 4000 米的范围内无间距和爬电限制。

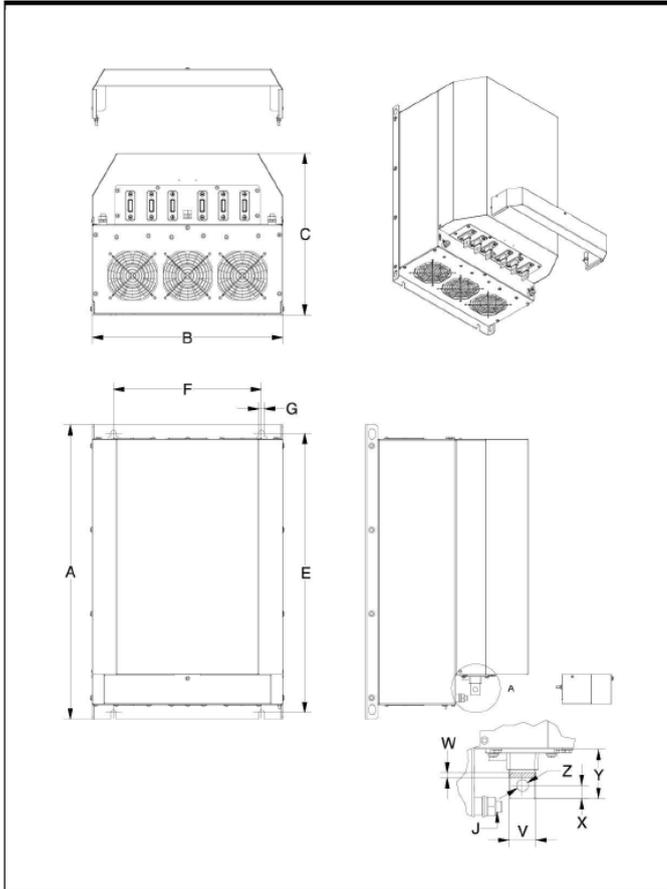
## 2.6 机械规格

**FN3416-10 to -110**  
**FN3416LV-10 to -110**  
**FN3418-8 to -105**  
**FN3418LV-8 to -105**

**FN3416-150 to -210**  
**FN3416LV-150 to -210**  
**FN3418-130 to -190**  
**FN3418LV-240 to -310**



**FN3416-260 to -320**  
**FN3416LV-260 to -320**  
**FN3418-240 to -310**  
**FN3418LV-240 to -310**



## 尺寸

FN3416/ FN3416LV - ... FN3418/ FN3418LV - ...	10	13	16	24	32	38	45	60	75	90	110	150	180	210	260	320
	8	11	15	21	28	35	41	53	65	80	105	130	160	190	240	310
A	390	390	390	455	455	455	455	520	520	580	580	700	700	700	700	700
B	185	185	185	250	250	250	250	280	280	280	280	450	450	450	450	450
C	190	190	190	230	230	230	230	248	248	248	248	385	385	385	385	385
E	370	370	370	435	435	435	435	500	500	555	555	665	665	665	665	665
F	140	140	140	200	200	200	200	225	225	225	225	350	350	350	350	350
G	9	9	9	11	11	11	11	11	11	11	11	13	13	13	13	13
J	M6	M6	M6	M8	M8	M8	M8	M8	M8	M10	M10	M10	M10	M10	M10	M10
V															25	25
W															6	6
X															12.5	12.5
Y															47	47
Z															11	11

尺寸以 mm 计: 1 inch = 25.4 mm  
 容差依据: ISO 2768-m / EN 22768-m

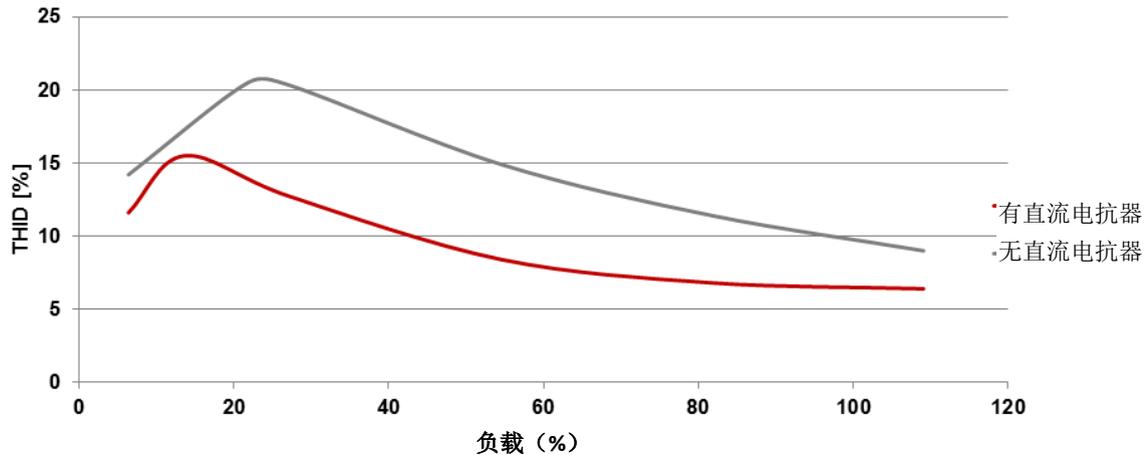
## 滤波器连接线横截面

	-33	-34	-35	-40	-44
实心线	 16 mm <sup>2</sup>	 35 mm <sup>2</sup>	 50 mm <sup>2</sup>	 95 mm <sup>2</sup>	 10 mm <sup>2</sup>
柔性线	10 mm <sup>2</sup>	25 mm <sup>2</sup>	50 mm <sup>2</sup>	95 mm <sup>2</sup>	6 mm <sup>2</sup>
AWG 线	AWG 6	AWG 2	AWG 1/0	AWG 4/0	AWG 8
推荐扭矩	1.5-1.8 Nm	4.0-4.5 Nm	7-8 Nm	17-20 Nm	1.0-1.2 Nm

访问 [www.Schaffner.com](http://www.Schaffner.com), 以获取有关滤波器连接线的更多详细信息

## 2.7 FN3416 和 FN3418 的性能特征

### THID 与负载（前端二极管整流器）



注意：以上是 FN3416 / 18 系列在装有或未装有直流电抗器的二极管整流器应用中的典型性能特性。在 SCR 整流器应用中，滤波器性能很大程度上取决于晶闸管的触发角。

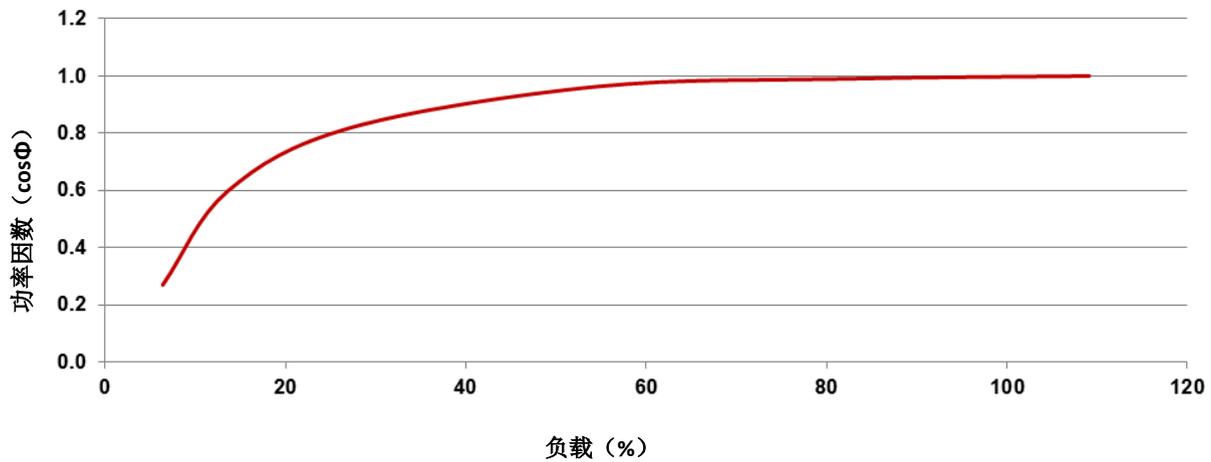
注意：在同一非线性负载（例如电机驱动器）中，EMI 滤波器组件的值会影响无源谐波滤波器的缓冲性能。对于 Schaffner FN3418（60Hz）滤波器，最小输出设定边界条件如下：

滤波器	典型的驱动直流电抗器	推荐最大 EMI 滤波器 X 电容器	预期 THID *
FN3418-8-44	8.4mH	≤ 1.0μF	~10%
	-	≤ 2.2μF	~15%
FN3418-11-44	6.7mH	≤ 1.5μF	~10%
	-	≤ 1.5μF	~13%
FN3418-15-44	4.2mH	≤ 3.3μF	~10%
	-	≤ 3.3μF	~15%

\* 系统要求：THVD <2%，线电压不平衡<1%

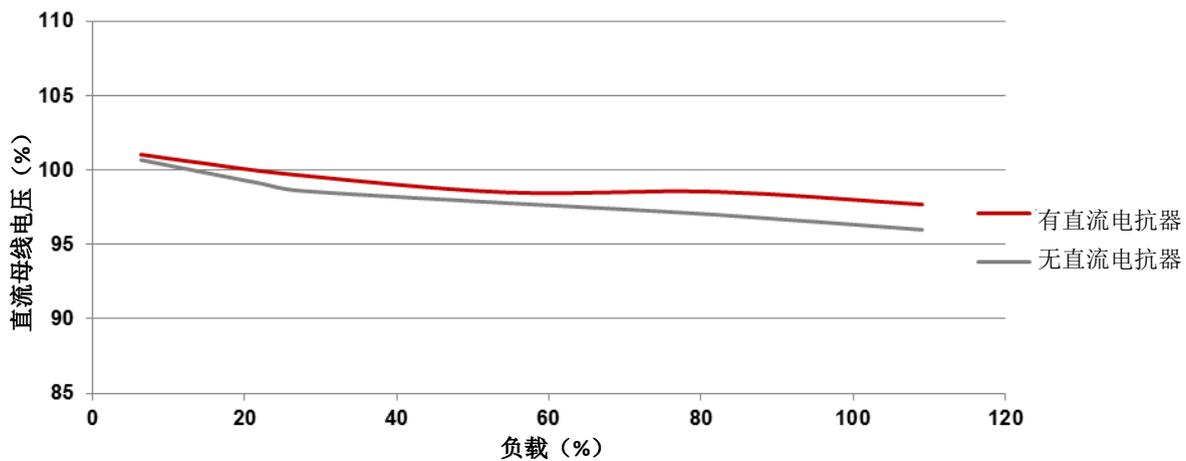
所有其他 FN3416 和 FN3418 滤波器不受任何此类限制。

### 功率因数与负载（前端二极管整流器）



注意：在 SCR 整流器应用中，滤波器特性很大程度上取决于晶闸管的触发角。

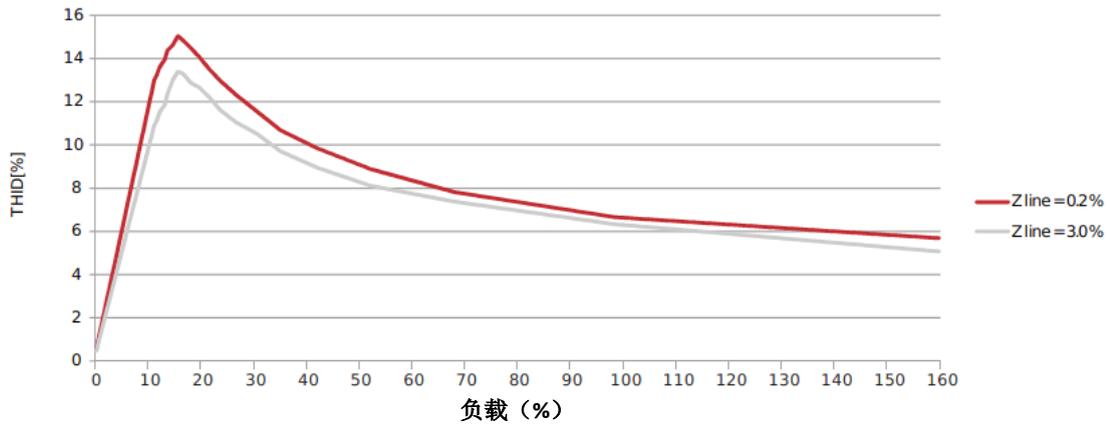
### 驱动器直流母线电压与负载（前端二极管整流器）



注意：在 SCR 整流器应用中，滤波器性能很大程度上取决于晶闸管的触发角。

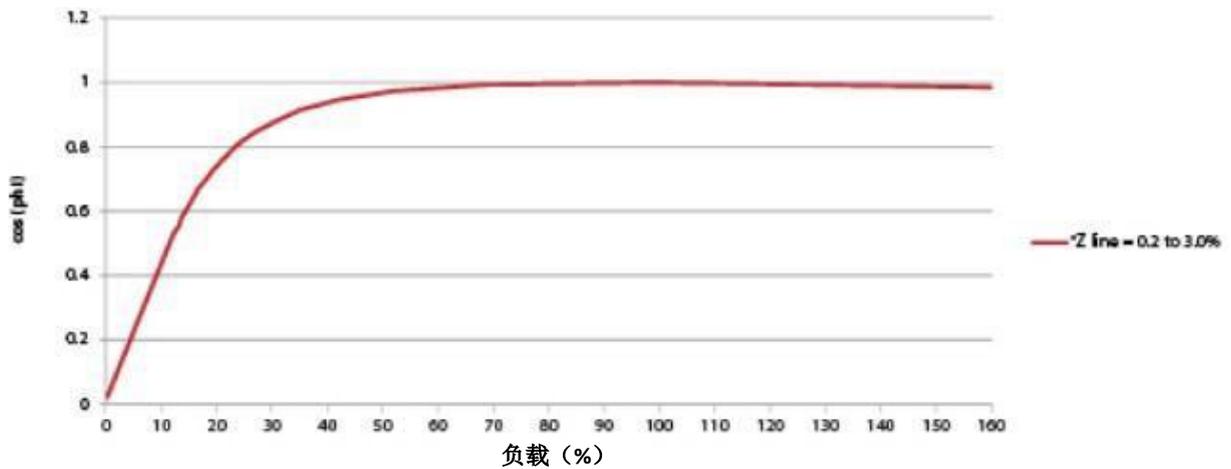
## 2.8 FN3416LV 和 FN3418LV 的性能特征

### THID 与负载（前端二极管整流器）



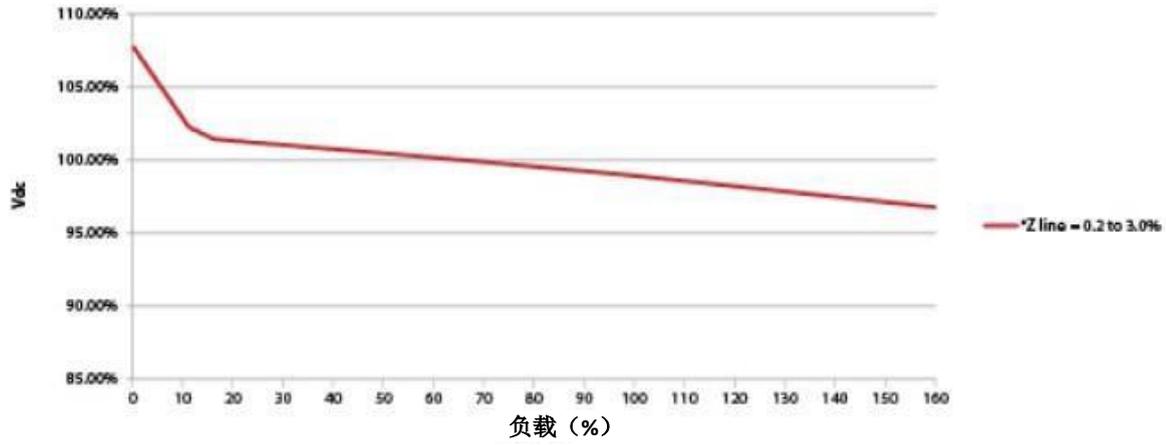
注意：以上是 FN3416LV / 18LV 系列在二极管整流器应用中的典型性能特性。在 SCR 整流器应用中，滤波器性能很大程度上取决于晶闸管的触发角。

### 功率因数与负载（前端二极管整流器）



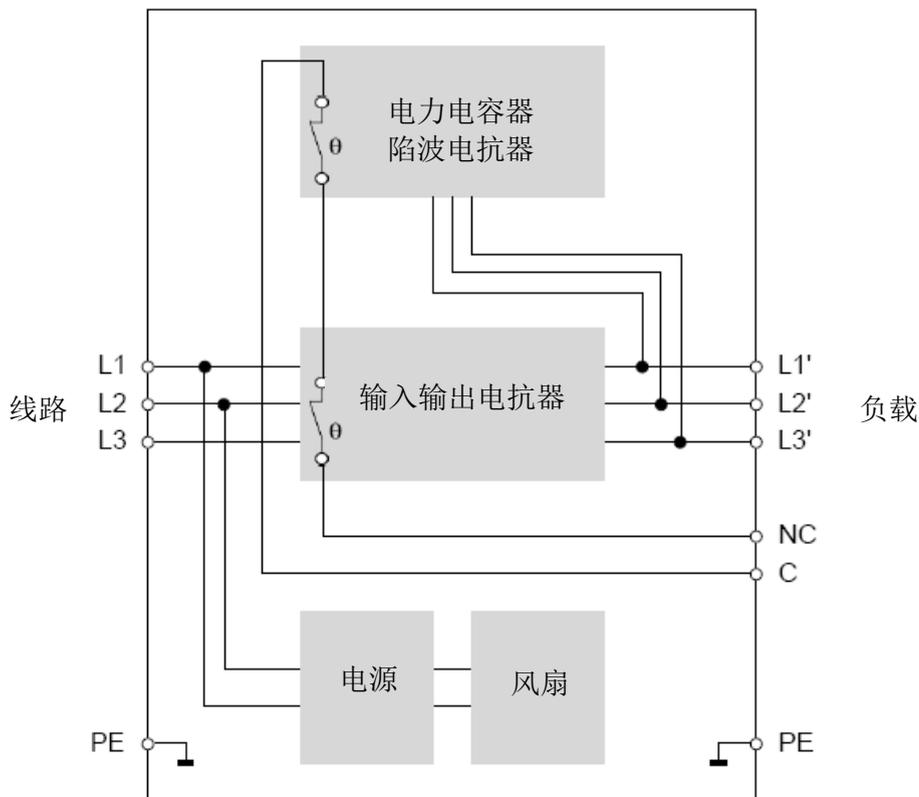
注意：在 SCR 整流器应用中，滤波器性能很大程度上取决于晶闸管的触发角。

### 驱动直流母线电压与负载（前端二极管整流器）



注意：在 SCR 整流器应用中，滤波器性能很大程度上取决于晶闸管的触发角。

## 2.9 功能图



滤波器端子	线路	3 个触摸安全接线端子（母线端子 > 240A）
	负载	3 个触摸安全接线端子（母线端子 > 240A）
	过温触点	NC 开关，250VAC / 2.5A，触摸安全端子 4mm <sup>2</sup>
	PE	打开表示连接错误
	PE	保护性接地。带垫圈和螺母的螺纹螺柱
功能区块	电抗器	电力磁性元件，包括 过温开关
	电容器	电力电容器，包括放电电阻
	风扇*	用于电抗器冷却的可更换风扇（部分型号）
	电源*	内部产生 24VDC 用于风扇供电（部分型号）

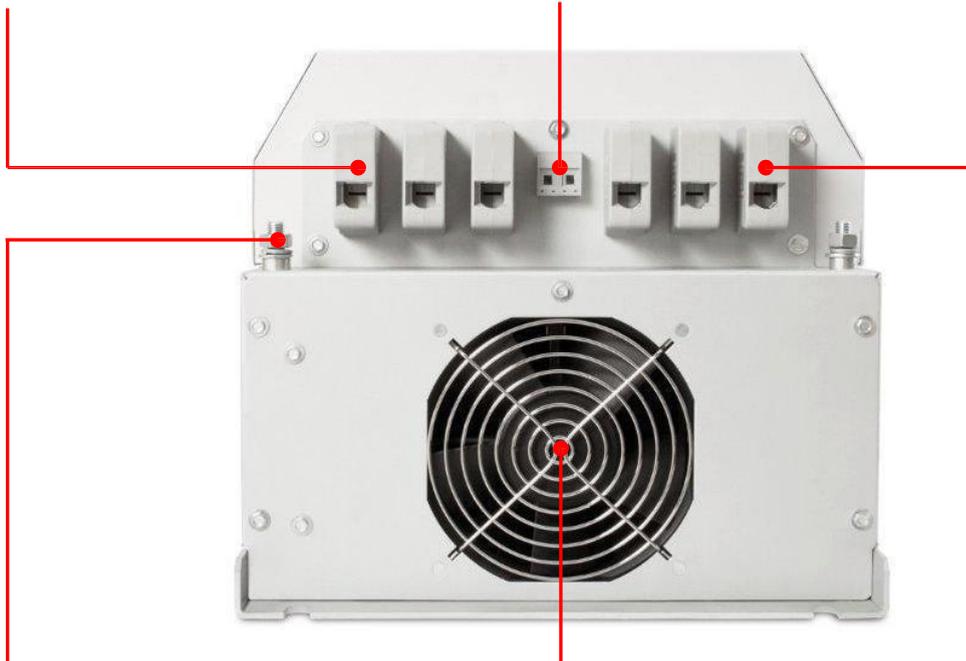
\* 以下滤波器无需强制冷却，因此没有内部风扇和电源：FN3416 / FN3416LV -10、-13、-16；FN3418 / FN3418LV -8、-11、-15。

## 2.10 外部滤波元件

线路端子(3)

过温触点 (2)

负载端子 (3)



PE 端子 (2)

风扇

线路端子(3)

过温触点(2)

负载端子 (3)



PE 端子 (2)

风扇

## 2.11 噪音

已在标称滤波器负载情况下执行测试。环境噪音等级：49dB [A]

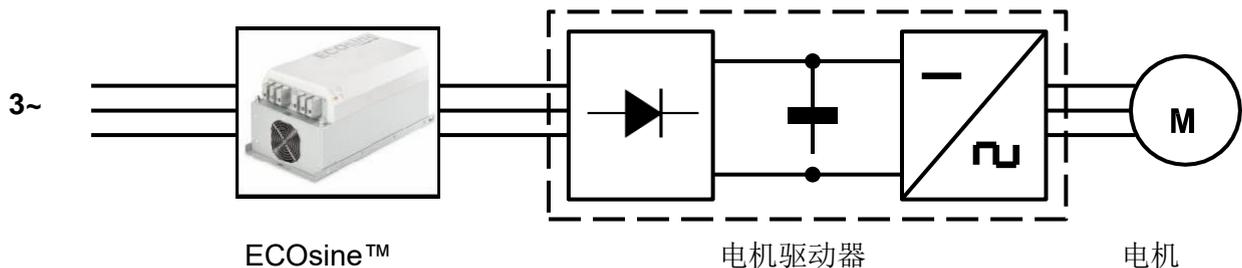
### 滤波器

FN 3416-13-44 (P=5.5kW)	60dB[A] @ 1m
FN 3416-210-40 (P=110kW)	70dB[A] @ 1m

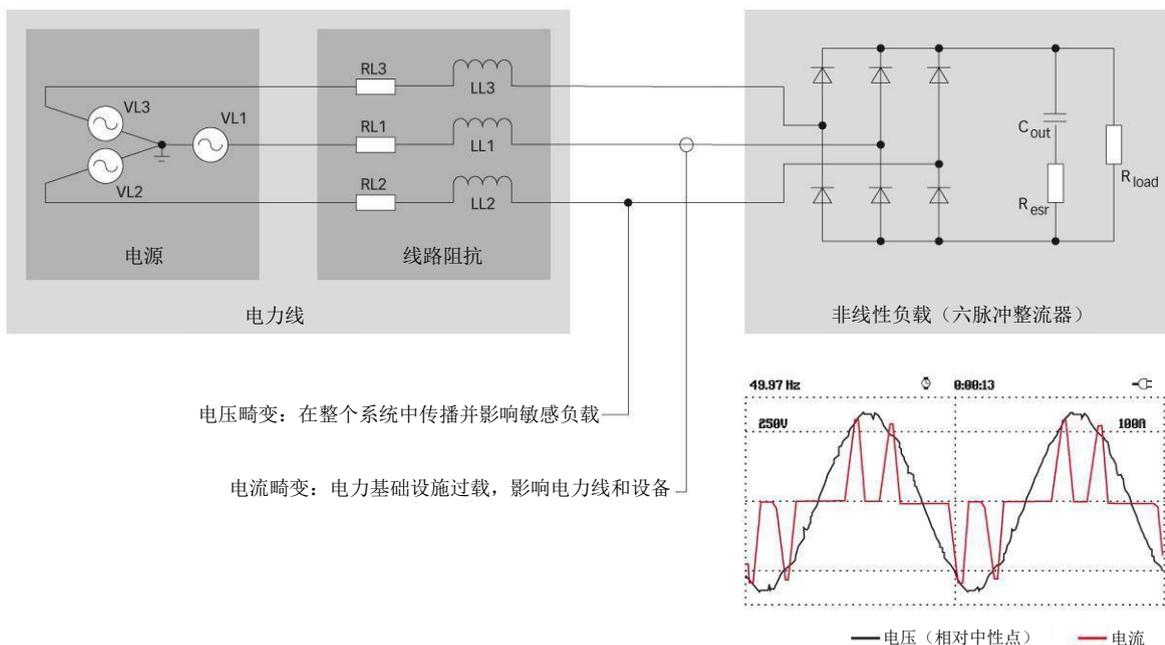
所用设备：Peak Tech 声级计 5055

### 3. 滤波器基本原理和功能

ECOsine®谐波滤波器基于无源 LCR 滤波技术，适用于三相六脉冲整流器的输入侧，比如常用于逆变器（用于电机驱动器）。



六脉冲整流器以非正弦方式从电网中吸收电流，产生富含谐波的电流波形。谐波电流流过系统阻抗并产生谐波电压。谐波电流和谐波电压都会引起严重问题，例如电力系统过载，降低可靠性，违反国际标准和公用事业规范。



电压畸变：在整个系统中传播并影响敏感负载

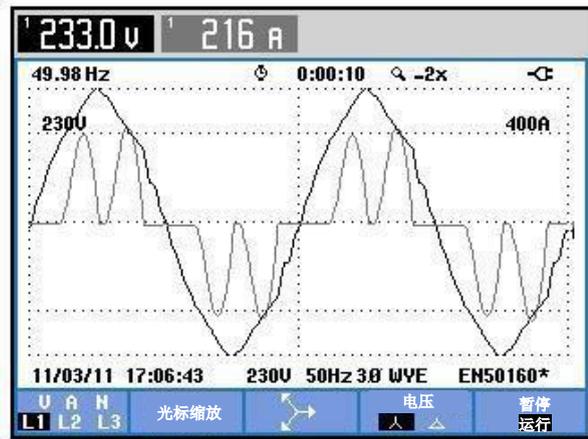
电流畸变：电力基础设施过载，影响电力线和设备

ECOsine®滤波器有效地将谐波电流降低到可忽略的水平，并确保从电网吸收正弦波电流。在此过程中，ECOsine®滤波器还可降低峰值电流和 RMS 输入电流，从而允许使用横截面较小的导线，较小熔断器、断路器和变压器。在现有设备中，可以在同一配电变压器上使用更多驱动器。

下一页的示例展示了在 110kW 额定负载功率下，装配和未装配 Schaffner ECOsine®谐波滤波器 FN 3416-210-40 的典型性能测试结果。

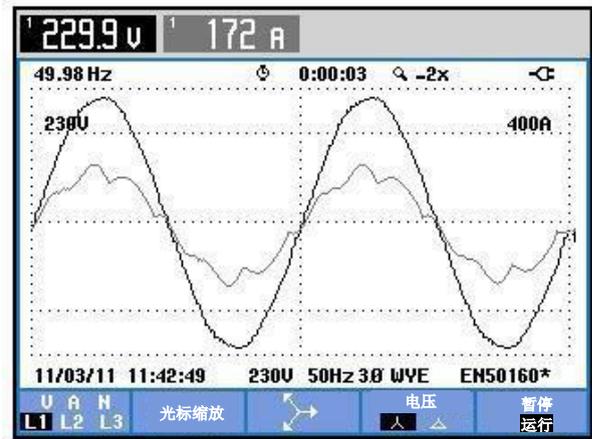
示例 1: 无内置直流电抗器的电机驱动器

无 ECOsine® 滤波器

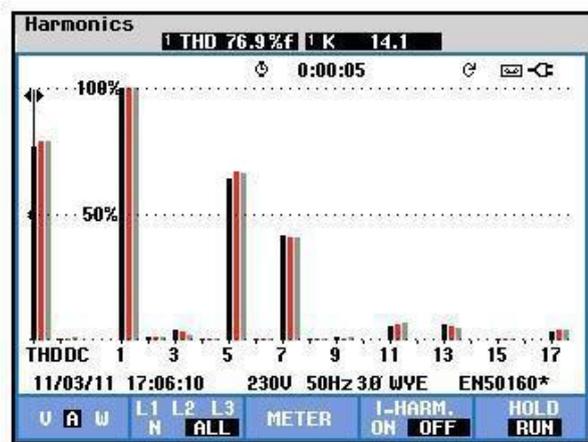


电压和电流波形

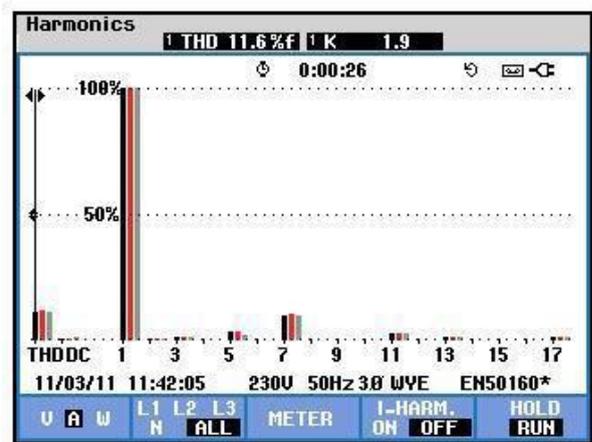
有 ECOsine® 滤波器



电压和电流波形



电流谐波 THD = 76.9%



电流谐波 THD = 11.6%

HARMONICS TABLE 0:00:18

Amp	L1	L2	L3	N
THD%f	76.1	78.3	78.3	345.0
H5%f	63.2	66.1	66.3	66.0
H7%f	40.7	40.3	40.2	58.0
H11%f	5.3	5.8	6.7	59.7
H13%f	6.0	5.8	5.2	58.5
H17%f	3.7	4.1	4.5	55.7
H19%f	3.1	3.3	2.8	52.6
H23%f	1.5	1.8	2.0	57.3

11/03/11 17:06:22 230V 50Hz 3Ø WYE EN50160\*

电流谐波 THD、H5、H7、H11、H13、H17、H19、H23

HARMONICS TABLE 0:00:53

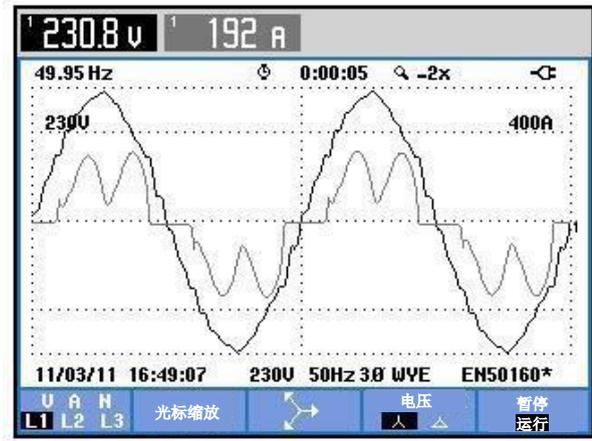
Amp	L1	L2	L3	N
THD%f	11.6	11.7	11.2	369.9
H5%f	3.8	3.2	2.3	57.4
H7%f	10.2	10.3	10.1	58.3
H11%f	2.9	2.9	2.9	63.8
H13%f	1.6	1.6	1.7	60.1
H17%f	1.4	1.4	1.4	62.2
H19%f	0.7	0.7	0.8	58.5
H23%f	0.7	0.8	0.8	59.0

11/03/11 11:42:32 230V 50Hz 3Ø WYE EN50160\*

电流谐波 THD、H5、H7、H11、H13、H17、H19、H23

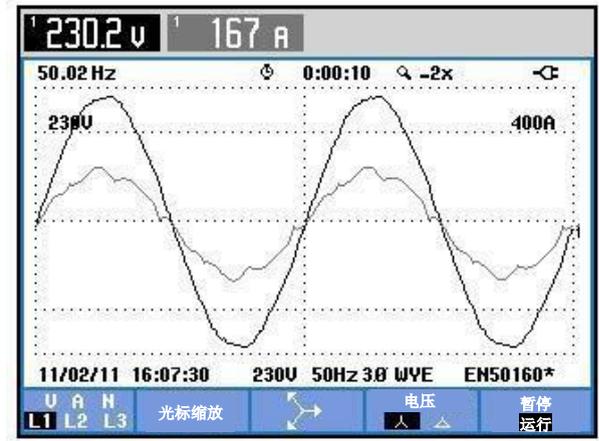
示例 2: 有内置直流电抗器的电机驱动器

无 ECOsine® 滤波器

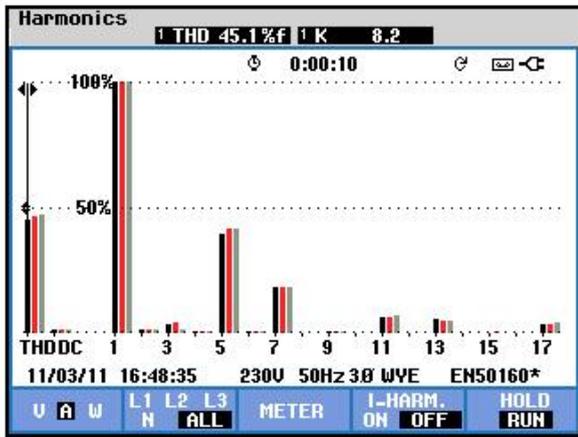


电压和电流波形

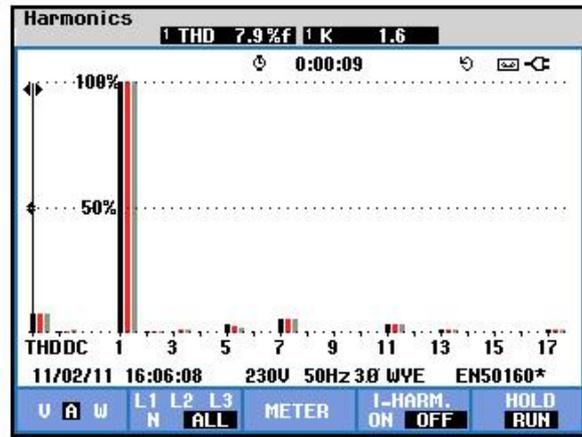
有 ECOsine® 滤波器



电压和电流波形



电流谐波 THD = 45.1%



流谐波 THD = 7.9%

**HARMONICS TABLE**

Amp	L1	L2	L3	N
THD%f	46.2	46.8	47.0	327.3
H5%f	40.7	41.6	41.8	60.5
H7%f	18.7	18.4	18.5	56.2
H11%f	6.2	6.4	6.7	57.8
H13%f	5.4	5.1	5.0	55.3
H17%f	3.5	3.7	3.9	52.4
H19%f	3.2	3.2	3.0	49.0
H23%f	1.6	1.9	2.0	53.6

电流谐波 THD、H5、H7、H11、H13、H17、H19、H23

**HARMONICS TABLE**

Amp	L1	L2	L3	N
THD%f	7.9	8.0	7.7	365.3
H5%f	2.7	2.5	1.6	62.0
H7%f	5.9	6.0	5.9	63.5
H11%f	3.5	3.5	3.6	60.3
H13%f	1.5	1.5	1.6	61.2
H17%f	1.5	1.6	1.6	55.8
H19%f	1.1	1.0	1.1	57.7
H23%f	0.8	0.8	0.8	58.9

电流谐波 THD、H5、H7、H11、H13、H17、H19、H23

## 4. 谐波器选择

请仔细选择合适的 ECO<sup>sine</sup>®谐波滤波器，以获得最大效益。

### 第 1 步：电源频率

确定系统是否将在 50Hz 或 60Hz 电网中运行，并根据下表选择相应的滤波器系列：

50Hz 电网	欧洲、中东、亚洲部分地区、南美洲部分地区	FN 3416, FN3416LV
60Hz 电网	北美和中美洲、亚洲部分地区、南美洲部分地区	FN 3418, FN3418LV

**注意：**50Hz 滤波器无法在 60Hz 电网中提供令人满意的谐波抑制，反之亦然。

### 第 2 步：电源电压和配电

根据下表验证电源电压和配电是否适用于标准 ECO<sup>sine</sup>®谐波滤波器：

50Hz 电网	标称电压 380-500VAC ±10%	TN、TT、IT 配电
60Hz 电网	标称电压 380-480VAC ±10%	TN、TT、IT 配电
50Hz 电网	标称电压 200-240VAC ±10%	TN、TT、IT 配电
60Hz 电网	标称电压 200-240VAC ±10%	TN、TT、IT 配电

**注意：**可根据要求使用 690V / 50Hz 或 600V / 60Hz 滤波器。

### 第 3 步：整流器/驱动器实际输入功率

必须通过整流器/驱动器实际输入功率（kW、HP）来选择单个滤波器。尽可能选择接近整流器/驱动器实际输入功率的滤波器。

注意，在选择表中，FN 3416（50Hz）滤波器显示两个额定值。在不同的电网电压情况下，同一滤波器对应两个不同的整流器/驱动器实际输入功率值。在 380/400 / 415V 线路中的滤波器额定功率低于在 500V 系统中的额定功率。

注意，如果整流器/驱动器的运行非常接近其额定功率，则可以根据电机驱动器额定功率来选择滤波器。但是，如果驱动器运行的实际功率低于额定功率，比如只达到 66% 的额定功率，那么就应选择较小的滤波器，以获得最大的谐波抑制性能，并在成本、尺寸和重量方面达到最佳。

请参考以下示例：

**示例 1：**

电力线额定值：400V，50Hz

驱动器额定值：380-500V，50-60Hz，15kW，22.5A，二极管整流器

计划整流器/驱动器实际输入功率：15kW（100%额定值）

→根据滤波器选择表 **FN 3416** 推荐的滤波器：型号 **FN 3416-32-33**

**示例 2：**

电力线额定值：500V，50Hz

驱动器额定值：380-500V，50-60Hz，15kW，22.5A，二极管整流器

计划整流器/驱动器实际输入功率：15kW（100%额定值）

→根据滤波器选择表 **FN 3416** 推荐的滤波器：型号 **FN 3416-24-33**

**示例 3：**

电力线额定值：400V，50Hz

驱动器额定值：380-500V，50-60Hz，15kW，22.5A，二极管整流器

计划整流器/驱动器实际输入功率：10kW（66%额定值）

→根据滤波器选择表 **FN 3416** 推荐的滤波器：型号 **FN 3416-24-33**

**示例 4：**

电力线额定值：500V，50Hz

驱动器额定值：380-500V，50-60Hz，15kW，22.5A，二极管整流器

计划整流器/驱动器实际输入功率：10kW（66% 额定值）

→根据滤波器选择表 **FN 3416** 推荐的滤波器：型号 **FN 3416-16-44**

鉴于低负载时固有的低谐波缓冲性能以及更高的价格、尺寸和重量，请勿过度使用滤波器。

请参阅下一页的选择表。

## 滤波器选择表 FN 3416 (50Hz)

滤波器选择表 FN 3416

滤波器*	额定负载功率 @400 VAC/50Hz	额定负载功率 @500 VAC/50Hz	功率损耗** @25°C/50Hz	输入/输出连接	重量
	[kW]	[kW]	[W]		[kg]
FN3416-10-44	4	5.5	63	-44	10
FN3416-13-44	5.5	7.5	82	-44	10
FN3416-16-44	7.5	11	105	-44	15
FN3416-24-33	11	15	153	-33	20
FN3416-32-33	15	18.5	294	-33	22
FN3416-38-33	18.5	22	256	-33	25
FN3416-45-33	22	30	306	-33	29
FN3416-60-34	30	37	408	-34	37
FN3416-75-34	37	45	410	-34	43
FN3416-90-35	45	55	493	-35	47
FN3416-110-35	55	75	546	-35	50
FN3416-150-40	75	90	784	-40	86
FN3416-180-40	90	110	817	-40	92
FN3416-210-40	110	132	887	-40	100
FN3416-260-99	132	160	947	-99	125
FN3416-320-99	160	200	988	-99	135

\*根据系统电压和负载（电机驱动）功率选择滤波器。注意：谐波滤波器可降低 RMS 输入电流。因此，不建议按照电流额定值选择滤波器，尽管在选择 EMC / EMI 滤波器时这种方法很普遍。

\*\*计算得出的额定负载功率下的功率损耗。

## 滤波器选择表 FN 3418 (60Hz)

滤波器选择表 FN 3418

滤波器*	额定负载功率 @460 VAC/60Hz	功率损耗** @25°C/60Hz	输入/输出连接	重量
	[HP]	[W]		[kg]
FN3418-8-44	5	41	-44	10
FN3418-11-44	7.5	81	-44	10
FN3418-15-44	10	72	-44	16
FN3418-21-33	15	152	-33	20
FN3418-28-33	20	214	-33	22
FN3418-35-33	25	277	-33	25
FN3418-41-33	30	289	-33	28
FN3418-53-34	40	383	-34	38
FN3418-65-34	50	393	-34	42
FN3418-80-35	60	493	-35	45
FN3418-105-35	75	514	-35	54
FN3418-130-40	100	741	-40	78
FN3418-160-40	125	832	-40	87
FN3418-190-40	150	873	-40	100
FN3418-240-99	200	876	-99	126
FN3418-310-99	250	984	-99	135

\*根据系统电压和负载（电机驱动）功率选择滤波器。注意：谐波滤波器可降低 RMS 输入电流。因此，不建议按照电流额定值选择滤波器，尽管在选择 EMC / EMI 滤波器时这种方法很普遍。

\*\*计算得出的额定负载功率下的功率损耗。

## 滤波器选择表 FN 3416LV (50Hz)

滤波器选择表

滤波器*	额定负载功率 @220 VAC/50Hz	功率损耗** @25°C/50Hz	输入/输出连接		重量
	[kW]	[W]			[kg]
FN 3416LV-10-44	2.5	63	-44		10
FN 3416LV-13-44	3	82	-44		10
FN 3416LV-16-44	4	105	-44		15
FN 3416LV-24-33	5.5	153	-33		20
FN 3416LV-32-33	7.5	294	-33		22
FN 3416LV-38-33	11	256	-33		25
FN 3416LV-45-33	15	306	-33		29
FN 3416LV-60-34	18.5	408	-34		37
FN 3416LV-75-34	22	410	-34		43
FN 3416LV-90-35	26	493	-35		47
FN 3416LV-110-35	30	546	-35		50
FN 3416LV-150-40	37	784	-40		86
FN 3416LV-180-40	45	817	-40		92
FN 3416LV-210-40	55	887	-40		100
FN 3416LV-260-99	75	947		-99	125
FN 3416LV-320-99	90	988		-99	135

\*根据系统电压和负载（电机驱动）功率选择滤波器。注意：谐波滤波器可降低 RMS 输入电流。因此，不建议按照电流额定值选择滤波器，尽管在选择 EMC / EMI 滤波器时这种方法很普遍。

\*\*计算得出的额定负载功率下的功率损耗。

## 滤波器选择表 FN 3418LV (60Hz)

滤波器选择表

滤波器*	额定负载功率 @208 VAC/60Hz	功率损耗** @25°C/60Hz	输入/输出连接		重量
	[HP]	[W]			[kg]
FN 3418LV-8-44	2.5	41	-44		10
FN 3418LV-11-44	3.5	81	-44		10
FN 3418LV-15-44	5	72	-44		16
FN 3418LV-21-33	7.5	152	-33		20
FN 3418LV-28-33	10	214	-33		22
FN 3418LV-35-33	12	277	-33		25
FN 3418LV-41-33	15	289	-33		28
FN 3418LV-53-34	20	383	-34		38
FN 3418LV-65-34	25	393	-34		42
FN 3418LV-80-35	30	493	-35		45
FN 3418LV-105-35	40	514	-35		54
FN 3418LV-130-40	50	741	-40		78
FN 3418LV-160-40	60	832	-40		87
FN 3418LV-190-40	75	873	-40		100
FN 3418LV-240-99	100	876		-99	126
FN 3418LV-310-99	125	984		-99	135

\*根据系统电压和负载（电机驱动）功率选择滤波器。注意：谐波滤波器可降低 RMS 输入电流。因此，不建议按照电流额定值选择滤波器，尽管在选择 EMC / EMI 滤波器时这种方法很普遍。

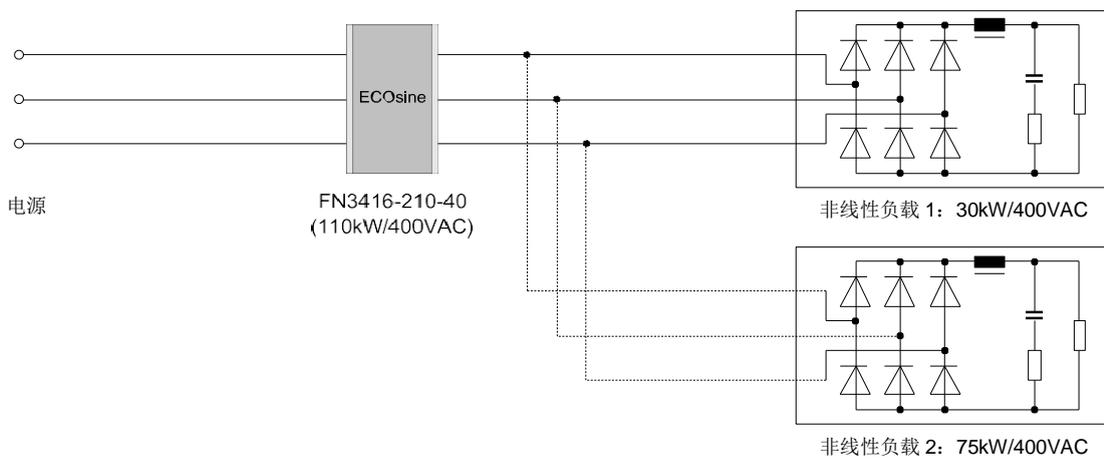
\*\*计算得出的额定负载功率下的功率损耗。

## 5. 滤波器应用

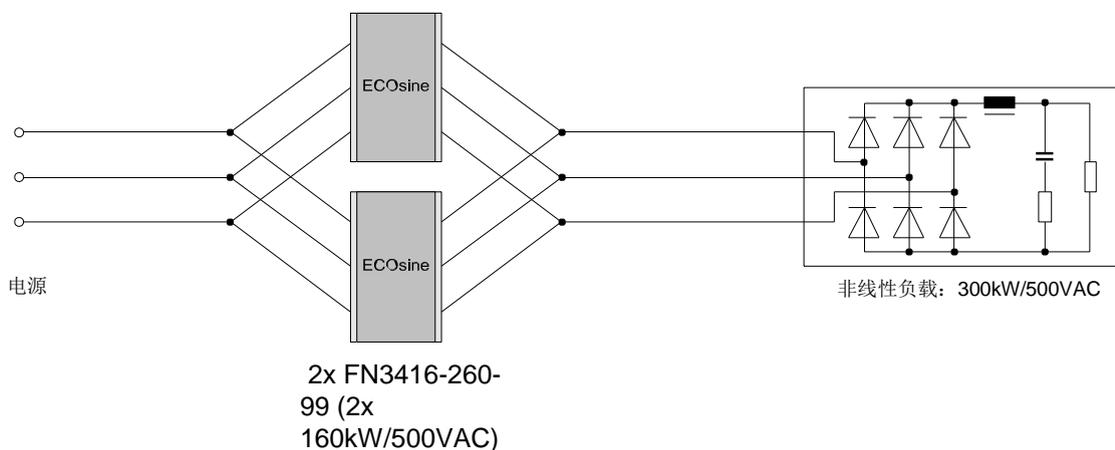
ECOsine®滤波器是专门针对非线性负载就地补偿设计的，与母线式集中补偿不同，ECOsine®滤波器专门用于单独的非线性负载或一组非线性负载。

负载侧就地补偿滤波器的好处是可以确保滤波器上游线路不受谐波影响。。当电源总线同时为电机驱动器和敏感负载供电时，这一点至关重要。比如，医院中必须确保系统电能足够干净以确保所有的敏感医疗设备可靠运行，此时就必须滤除医院电梯驱动和 HVAC 驱动产生的谐波。在这种情况下，仅根据 IEEE 519-2014 要求在公共耦合点（PCC）处使用谐波滤波器是不足够的。

较高功率的 ECOsine®滤波器还可并联多台低功率非线性负载，以提高整体系统经济性。在这种情况下，所有连接的驱动器的总预期负载功率必须与滤波器匹配。



如果预期输入功率超过最大可用滤波器的额定值，并且不考虑定制解决方案，那么可以并联两个或更多个滤波器。在此操作模式下，建议使用额定功率相同的滤波器以确保均匀的电流分配。



安装 ECOsine®滤波器时不需要交流线路电抗器。对于新系统，这有助于降低很大一部分谐波滤波器成本。如果要将谐波滤波器安装到已装配交流线路电抗器的驱动器中，那么如果可能的话，建议拆除电抗器。

## 6. 滤波器安装

请按照以下简单步骤安装滤波器，以确保滤波器长期安全有效运行。

### 第 1 步：目视检查

Schaffner 工厂经 ISO 9001: 2008 认证，所有 SchaffnerECOsine®滤波器在出厂前都经过了严格的测试。SchaffnerECOsine®滤波器包装坚固，以便进行国际运输。

收货时请先仔细检查产品运输包装是否完好。然后打开滤波器包装，仔细检查滤波器是否有任何损坏。保存好运输包装，以便将来运输滤波器。

如有损坏，请立即向货运公司提出索赔，并与 Schaffner 本地合作伙伴联系以获取支持。在有明显运输损坏的情况下，请勿安装、激活滤波器。

收货后如果不计划立即使用滤波器，那么请将滤波器置于原始包装中存放在干净干燥、无灰尘和化学物质的地方。

### 第 2 步：安装

最好在尽可能靠近非线性负载的地方安装 ECOsine®负载滤波器。理想情况下，将滤波器安装在电气柜或控制室内的整流器或电机驱动器旁边。

与 ECOsine®全性能滤波器 FN3410 / 11/12/13 不同，FN3416 / 18 和 FN3416LV / 18LV 系列的所有尺寸的滤波器均采用垂直壁挂式安装设计。

**注意：**设计为垂直壁挂式安装的滤波器不得水平安装。水平安装会对空气流量和滤波器使用寿命产生负面影响。

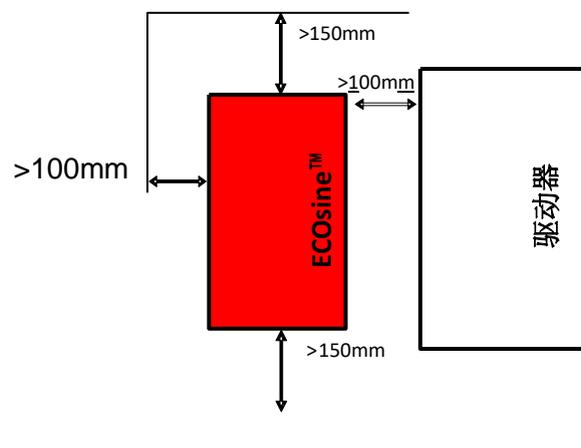
#### 重点：

为了确保足够的空气流动，在滤波器上方和下方与墙壁或其他部件之间保持至少 150mm 的间距。

建议在所有水平侧留出 100mm 的间距，以便在现场维护时方便地打开盖板。

由于不遵守间距规范而导致的额外工作自负。

必须确保环境温度保持在 45° C 以下，并进行适当的温度管理（例如机柜冷却）。在较温暖环境中运行滤波器需要降温。

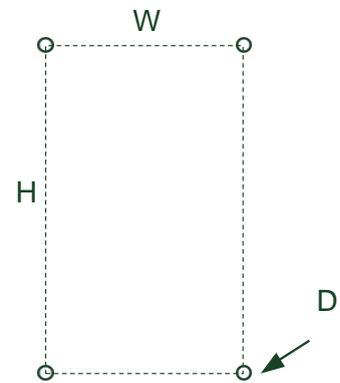


## 2.1 壁挂式滤波器的钻孔模式:

FN 3416/ FN3416LV	FN 3418/ FN3418L	H	W	D
-10, -13, -16	-8, -11, -15	370	140	M8
-24, -32, -38, -45	-21, -28, -35, -41	435	200	M10
-60, -75	-53, -65	500	225	M10
-90, -110	-80, -105	555	225	M10
-150, -180, -210	-130, -160, -190	665	350	M12
-260, -320	-240, -310			

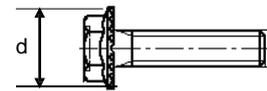
尺寸以 mm 计; 1 inch = 25.4mm

**注意:** 以上数字 (例如-10) 代表 ECOsine 部件编号 (例如 FN 3416-10-44) 的中间部分



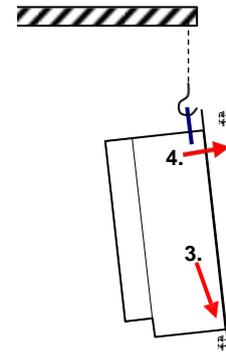
**2.2 螺栓选择:** Schaffner 推荐使用镀锌六角法兰钢螺栓。根据滤波器重量选择适当的螺栓! 螺栓头直径不得超过以下尺寸:

M8:  $d \leq 18.2\text{mm}$ , M10:  $d \leq 21.2\text{mm}$  M12:  $d \leq 25\text{mm}$



## 2.3 滤波器放置:

1. 将螺栓转入墙内, 螺栓头与墙之间留出 5mm 的距离。
2. 使用适当的起重机提起滤波器 (使用包装内含的吊环螺栓), 最小型 (最重 20kg) 滤波器可由两个人手动提起 (不适用吊环螺栓)。
3. 先将滤波器与下部螺栓契合.....
4. ....然后将背板孔与上部螺栓契合。
5. 使用适当的扭矩拧紧螺栓 (取决于背板的材料和本地标准)。



### 第 3 步：接线

#### 3.1 确认所有线路侧电源已安全断开。

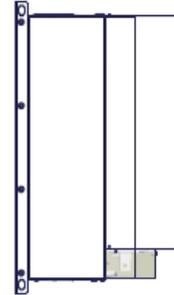
请参阅本地的安全说明。



#### 3.2 盖过滤波器的母线端子安全盖。

出于安全考虑，带有母线端子的滤波器（FN3416 / FN3416LV-260 / 320-99，FN 3418 / FN3418LV -240 / 310-99）配有端子盖。

拧开前侧螺栓以取下安全盖。

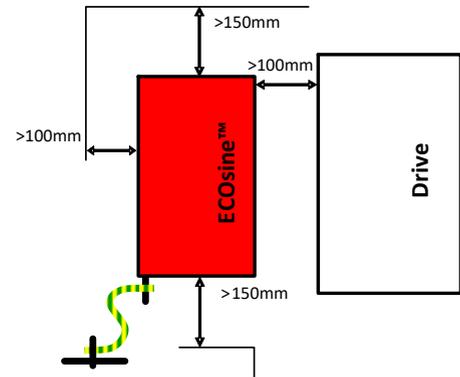


#### 3.3 将保护性接地（PE）线连接到靠近 ECosine®滤波器的地电位。

根据本地法规和安全说明，使用与线路/负载侧电源相同或更大线径的电缆。

#### 3.4 将 PE 线连接到至少一个可用 PE 螺栓，并使用合适的电缆接头连接到螺纹螺栓。

- max. torque M6: 4Nm
- max. torque M8: 10Nm
- max. torque M10: 18Nm



#### 3.5 将 ECosine®负载侧端子 L1'、L2'、L3'连接到相应的电机驱动器或整流器输入端。

ECosine®部件编号的后两位数字，如 FN 3418-65-34，表示端子类型。有关推荐的电线尺寸和扭矩，参见右表。

使用温度额定值为 75°C 或更高的绞合铜线。

接线端子	电线		扭矩
	AWG	mm <sup>2</sup>	
-44	8	6	1.0 - 1.2
-33	6	10	1.5 - 1.8
-34	2	25	4.0 - 4.5
-35	1/0	50	7.0 - 8.0
-40	4/0	95	17 - 20
-99	6/0	150	25 - 30

### 3.6 连接过温触点

过温触点是继电器触点，在“警报”（ALARM）状态下打开。其额定负载为 250VAC / 30VDC / 2.5A。它既可以通过相应的驱动器控制输入（请参阅驱动器手册）远程断开驱动器负载，也可以被用作系统控制单元的警报传感器。

过温触点打开必须导致负载立即停止，此后需要进行问题调查。

### 3.7 连接 ECOsine® 线路侧端子 L1、L2、L3

提供电源输入保护（限流熔断器，见下文）。

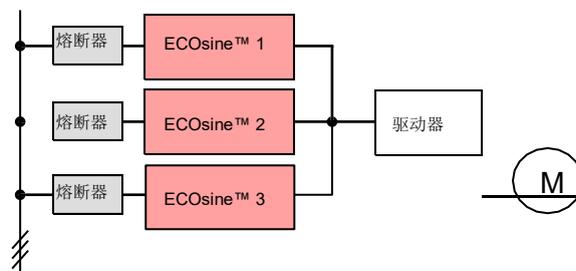
### 3.8 熔断器

ECOsine™ 滤波器需要外部过流保护，以符合 UL / cUL 标准。熔断器和熔断器座必须经过 UL 认证，并且与 SCCR 100kA 相匹配。以下列表显示了 UL 等级为 J 的熔断器电流额定值，对于 IEC 等级 gG，UL 规范并不是强制性的。熔断器额定值与电源电压无关。

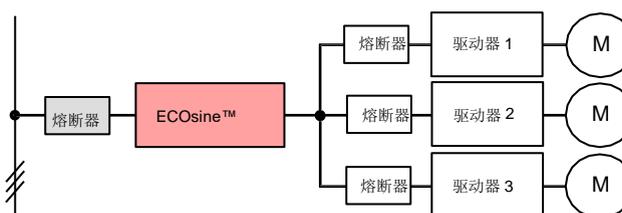
ECOsine® 型号	J 级熔断器	ECOsine® 型号	J 级熔断器	gG 级熔断器
FN3418 ...		All FN3416 ...		
FN3418LV ...	熔断电流	FN3416LV ...	熔断电流	熔断电流
-8-44	8	-10-44	10	10
-11-44	10	-13-44	15	10
-15-44	15	-16-44	20	16
-21-33	25	-24-33	25	20
-28-33	30	-32-33	35	35
-35-33	35	-38-33	40	35
-41-33	45	-45-33	50	50
-53-34	60	-60-34	75	63
-65-34	70	-75-34	80	80
-80-35	90	FN 3416-90-35	100	100
-105-35	110	-110-35	150	125
-130-40	150	-150-40	175	160
-160-40	175	-180-40	200	200
-190-40	225	-210-40	250	224
-240-99	300	-260-99	300	250
-310-99	350	-320-99	350	300

在有多个 ECOsine®滤波器并联用于大功率负载的系统中，需要根据上表为每个滤波器单独配一个三相线路侧熔断器盒。

驱动器应用手册也可能规定了线路侧熔断保护，在上述情况下，或者根据滤波器熔断器额定值的总和设置熔断保护，或者如果熔断器额定值较低，需要在驱动器输入端配置单独的熔断器。

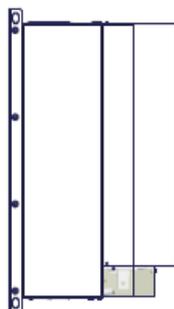


在多个驱动器共用一个 ECOsine®谐波滤波器的应用中，必须设置驱动器线路侧熔断保护并根据上表进行正确的滤波器保护。



### 3.1 滤波器母线端子安全盖。

在所有滤波器端子正确接线后，拧紧先前未拧紧的螺栓，盖上安全盖。



## 7. 滤波器维护

SchaffnerECOsine®滤波器质量可靠，维护需求低。许多产品，如电源、逆变器或电机驱动器都利用风扇强制冷却，以最大限度地减小尺寸和重量。ECOsine®滤波器采用类似的管理温度概念设计，因此必须定期对风扇进行维护和更换，以维持产品的功能和价值。风扇 100%可现场更换，无需卸载，无需断开滤波器。



**在更换风扇之前必须关闭线路侧电源。**

### 警告：

像电机驱动器这样的电力电子设备包含大电容器，这些电容器可能在一段时间内带有危险电荷。在打开机柜或设备之前，请断开电源并让电容器放电（时间> 1分钟）至安全水平。在接触或处理之前，请使用仪表检查端子电压！

### 维护注意事项：

Schaffner 谐波滤波器组件使用寿命很长，可长期在正常工作条件下维持令人满意的功能。在极端条件下操作，例如过温、过压、被污染的环境等，都会降低预期寿命。

在正常工作条件下（环境温度为 45°C）并且滤波器永久满载时，风扇以 100% 占空比运行。这大致可以延长 10 年的免维护寿命。

尽管如此，建议至少每隔 2 年在“100% 标称负载”情况下检查设备功能。如果运行条件较差，那么维护间隔需要相应地缩短。

何时需要更换风扇：

- 风扇运行时的可听噪音加大
- 50000 小时后

电源电容器损坏可能是由严重的异常电源电压峰值（即闪电——取决于系统保护水平）引起的，但我们可能只能通过测量线路侧谐波畸变来识别电容器损坏。应该定期使用现代能量计或畸变分析仪来检查电源电容器。出于上述考量，**建议每隔 2 年检查一次**。如遇极端过压情况，也应进行检查。

可以现场更换电容器，但必须由经过培训的 Schaffner 人员执行。

何时需要更换电容器：

- 性能降低（THID 超出规范）
- 可见电容器损坏

### 风扇规格:

电源电压:	24VDC
功率:	最大 7W
尺寸:	120x120x25mm, 固定孔 105x105mm, Ø4.3mm
气流:	最小 110CFM
连接:	电线最短长度 150mm, TYCO MTA-100 插头, 2 孔 (pin 1 = +24VDC)
推荐型号:	SUNON PMD2412PTB3-A NMB-MAT 4710KL-05W-B50

### 风扇更换说明:

**1 断开线路侧电源。**

让电容器放电（时间> 1 分钟）至安全水平。在继续操作之前检查电压表。请参阅本地安全说明。



**2 拧下滤波器底部的风扇板螺栓（5x）。**

**3 拔下风扇连接线插头（1x）。**

**4 从板上拆下风扇（4 个螺栓）。**

**5 使用合适的插头安装新风扇（可以再次使用旧风扇的隔离管和插头；使用合适的工具连接 IDC）。请注意插头的极性。**

**6 将风扇连接到插座，重新安装风扇板。**



第 2 步



第 3 步



第 4 步和第 5 步

## 8. 特殊注意事项

### 8.1 过温触点和负载断开

ECOsine®谐波滤波器提供基本的安全监控：

- 每个电感元件的检测温度水平（过温触点）

如果滤波器发出该类警报，系统应予以充足响应，以防止可能造成的系统损坏（即电缆或机柜过温）。机柜安全监控装置必须对警报触点作出响应，或者，触点必须直接控制所连接电机驱动器的停止功能（有关适用性，请参阅电机驱动器用户手册）。

---

#### 重要事项：

为了安全操作，需要连接并利用过温触点。过温触点打开必须导致负载立即停止，此后需要进行问题调查。

---

#### 过温触点技术数据：

错误状态：	打开
开关电源：	最大 2.5A / 250VAC 或 30VDC
技术：	双金属片（无源）
安全：	UL 2111

**注意：** 本手册所描述的监控触点应用仅是提议。请遵守国家和本地安全指令。

## 9. 故障检修

SchaffnerECOsine®谐波滤波器品质上乘，经过严格的测试和认证程序。Schaffner 工厂经 ISO 9001: 2008 认证，所有 SchaffnerECOsine®滤波器都经过 100% 严格测试。严格按照本手册和已发布规范安装、操作和维护滤波器可确保设备无故障运行。

如遇故障，请联系 Schaffner 本地合作伙伴寻求帮助。

## 10. 常见问题——常见问题解答

**Q:** 为什么 ECOsine®谐波滤波器有 CE 标记，而 Schaffner EMI 滤波器没有？

**A:** 低电压指令对 EMI 滤波器和其他无源元件进行 CE 标记，因为它们不是面向公众销售的具有独立功能的单独设备。它们通常是设备的一部分，而按照规定必须对设备整体进行 CE 标记。这与变压器或谐波滤波器不同。ECOsine®可以作为单独的售后市场产品出售，不一定需要被安装到另一个符合 CE 标准的设备中。  
作为“独立装置”，ECOsine®谐波滤波器必须有 CE 标记才能流通于整个欧洲市场。

**Q:** ECOsine®滤波器只能连接双相负载吗？可否用于单相负载？

**A:** ECOsine®滤波器不可连接双相负载。ECOsine®滤波器针对装有前端六脉冲整流器的平衡三相电力系统进行了优化，其性能取决于电压畸变和相位不平衡。Schaffner 在定制谐波滤波器设计方面经验丰富，可为客户定制单相解决方案。

**Q:** ECOsine®谐波滤波器能节约多少成本？可以节约电费吗？

**A:** ECOsine®谐波滤波器有助于节省长期系统运行成本，并有助于避免代价高昂的系统/生产停工。具体而言有两点：

1. 最有可能的情况是，安装 ECOsine®滤波器不会减少电费。ECOsine®谐波滤波器可显著降低无功电流，从而降低系统无功功率。但是，大多数公用事业单位仅根据实际电力消耗收取费用，所以安装 ECOsine™不会减少电费。一些公用事业单位可能会对低功率因数（通常<0.9）用户进行处罚。基波电流相移（低 cos phi）和电流谐波（高 THID）都可能造成低功率因数，如以下公式所述：

$$PF = \frac{\cos \varphi}{\sqrt{1 + THD^2}}$$

对于非线性负载（如六脉冲整流器），cos phi 的值较高（接近 1），所以功率因数降低的主要原因是 THID 值很高。安装 ECOsine™滤波器将增加功率因数，避免被公用事业单位处罚，由此节约成本。处罚政策因国家和公用事业单位而异。

2. 有显著非线性负载的电气系统具有高水平的谐波电流畸变，因此电压质量也很差。两者都会产生严重的负面影响，例如：

### 变压器

- 增加可听噪音
- 铜损增加（由于电流谐波）
- 铁损增加（由于电压谐波）

### 带容功率因数补偿器的电力装置

- 谐振风险和电容器组损坏

### 电力电缆

- 热量增加
- 如果涉及系统共振，则存在绝缘失效的风险

#### 电动机和发电机

- 谐波频率下铁损和铜损导致热量增加（性能降低到 90%）
- 更高的可听噪音
- 无法顺利开始工作（齿轮）
- 感应电机转差率高（上升）
- 涡轮发电机或电动机负载系统中存在发生机械振荡的可能性
- 脉动扭矩或扭矩减小

#### 电容器

- 热量和电压应力增加
- 电容器寿命减少

#### 电子设备

- 设备操作正确与否取决于准确确定的线电压波形（例如零交叉）
- 交流电源谐波（通过电源或磁耦合）传播到设备组件中引发的问题
- 计算机、可编程控制器、医疗仪器等的不稳定（有时不易察觉）故障（在某些情况下，会产生非常严重的后果）

#### 计量（电度表）

- 操作错误可能导致正误差和负误差（畸变误差 > 20%）

#### 开关设备和继电器

- 热量增加，从而降低了稳态电流承载能力
- 熔断器降额
- 无法完全定义继电器响应
- 较旧的断路器（响应峰值电流）可能导致误跳闸

#### 通讯设备

- 电话干扰（可听谐波频率）

ECO<sup>sine</sup>®谐波滤波器可显著降低谐波电流，因此，基本上可将非线性负载转换为线性负载。这消除了发生上述大多数问题的风险。较低的谐波电流有助于减轻整个电气设备的过度负载和过温，允许更多耗电设备以同一（现有的）设备来供电，并且在改装额外的非线性耗电设备时有助于推迟价格昂贵的电气系统升级。ECO<sup>sine</sup>®滤波器还可降低与谐波相关的系统停工风险，系统停工可能会造成巨大的财务后果，例如：在半导体生产线或银行中心。最后，同样重要的是，较低的谐波电流在流过系统阻抗时只会造成较低的谐波电压，因此，在电气系统同一分支上的其他敏感耗电设备（例如医疗仪器）的功能不会受损。

→因此，实际上，ECO<sup>sine</sup>®谐波滤波器节约年度成本的方式主要是通过减少谐波来避免潜在费用。

**Q:** 为将 ECOsine®滤波器安装到机柜中，应规划多少冷却空气量？

**A:** CFM（立方英尺/分钟；1CFM = 1.7m<sup>3</sup> / h）取决于滤波器型号和额定功率。请参考下表：

<b>FN 3416 (400-500V/50Hz)</b>	<b>FN 3418 (480V/60Hz)</b>	<b>空气量</b>
<b>FN 3416LV (200-240V/50Hz)</b>	<b>FN 3416 (200-240V/60Hz)</b>	
-10, -13, -16	-8, -11, -15	无风扇
-24, -32, -38, -45 -60, -75 -90, -110	-21 -28, -35, -41 -53, -65 -80, -105	110CFM
-150, -180, -210	-130, -160, -190	220CFM
-260, -320	-240, -310	330CFM

## 11. 定制设计输入表

有时，ECOsine®标准滤波器不适合客户常规工作。夏弗纳在基于现有模块化 ECOsine®平台设计并制造定制滤波器方面非常有经验，可为客户提供替代设计方案。

谐波滤波器可定制解决方案包括（但不限于）：更高的额定功率、更高的额定电压、不同的性能水平，或特殊机械设计等。

在联系夏弗纳本地合作伙伴之前，请将必要的技术信息填写于下表。

应用所涉电力系统：		
非线性负载类型：		
所涉整流器类型：		
系统区块原理图：		
电流谐波频谱：		
所需的谐波减少（THID、TDD、标准）：		
预期总负载实际功率：		[kW], [HP]
预期总输入电流：		[A]
系统电压：		[VAC]
系统频率：		[Hz]
效率：		[%]
过载能力：		[%]
最大电容电流：		[%], [A]
环境温度：		[°C]
预期寿命：		[h]
机械要求：		
端子：		
安全认证：		
监控功能：		
其他特殊要求：		

请考虑使用 FN3410 /11/12/13ECOsine®全性能滤波器（THID <5%），以满足您的应用需！

## 附录 I: 国际标准

近年来，使用具有六脉冲整流器的非线性负载迅速增长，占西方世界电力系统负载的50%以上。谐波电流和由此产生的电压畸变会对配电系统和连接设备产生破坏性影响。因此，需要制定关于谐波畸变（和其他电能质量问题）的国家和国际标准。

下文简要概述了一些重要的国际标准/建议。有关详细信息，请直接从 IEEE、IEC 和其他组织获取所需标准。

### I. 工程导则 G5/4-1 定义:

非线性负载或设备	当施加正弦电压时，电流为非正弦的负载或设备。
综合负载	非线性负载等于各个非线性设备额定值的总和。
故障级别	在供电系统中的一点处以 MVA 对称短路功率表示的值。它是对称短路电流 ( $I_{sc}$ ) 和标称系统电压 ( $U_{ph-ph}$ 或 $U_{ph-n}$ ) 的乘积: $F = I_{sc} \cdot U_{ph-ph} \cdot 3 = I_{sc} \cdot U_{ph-n} \cdot 3$
谐波电流 ( $I_h$ )	谐波电流的 RMS 值，次数为 h，以安培表示。
谐波畸变	波形与正弦形状的循环偏离，即一个或多个谐波添加到基波中。
公共耦合点 (PCC)	公共电力系统中最接近用户设备的点，在这一点处，可能连接其他用户的负载。
总谐波畸变率 (THD)	$THD = \sqrt{\frac{\sum_{h=2}^{\infty} I_h^2}{I_1^2}}$

**G5 / 4-1 谐波电压规划水平:**

**表 2: 在 400V 系统中的谐波电压规划水平**

奇次谐波 (非 3 的倍数)		奇次谐波 (3 的倍数)		偶次谐波	
次数 'h'	谐波电压 (%)	次数 'h'	谐波电压 (%)	次数 'h'	谐波电压 (%)
5	4.0	3	4.0	2	1.6
7	4.0	9	1.2	4	1.0
11	3.0	15	0.3	6	0.5
13	2.5	21	0.2	8	0.4
17	1.6	>21	0.2	10	0.4
19	1.2			12	0.2
23	1.2			>12	0.2
25	0.7				
>25	0.2+0.5 ( <sup>25</sup> /h)				

总谐波畸变率为 5%。

对每相额定电流 > 16A 的负载的 G5 / 4-1 电流谐波限值:

**表 7: 总负载和每相额定电流 > 16A 的设备的最大允许谐波电流发射 RMS 值**

谐波次数 h	发射电流 I <sub>h</sub>						
2	28.9	15	1.4	28	1.0	41	1.8
3	48.1	16	1.8	29	3.1	42	0.3
4	9.0	17	13.6	30	0.5	43	1.6
5	28.9	18	0.8	31	2.8	44	0.7
6	3.0	19	9.1	32	0.9	45	0.3
7	41.2	20	1.4	33	0.4	46	0.6
8	7.2	21	0.7	34	0.8	47	1.4
9	9.6	22	1.3	35	2.3	48	0.3
10	5.8	23	7.5	36	0.4	49	1.3
11	39.4	24	0.6	37	2.1	50	0.6
12	1.2	25	4.0	38	0.8		
13	27.8	26	1.1	39	0.4		
14	2.1	27	0.5	40	0.7		

这些限值基于 10 MVA 的典型故障等级; 参见表 9 和应用指南 ETR 122。

## II. 国际标准 EN 61000-3-12

本标准适用于以低压水平与公共电力系统接口的与低压系统连接的设备。本标准不适用于以中压或高压水平与公共电力系统接口的连接到私人低压系统的设备。

定义:

总谐波畸变率  
 (THD)

谐波 RMS 值 (n 次谐波电流  $I_n$ ) 与基波 RMS 值的比率:

$$THD = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{40} I_n^2}}{I_1}$$

部分加权谐波畸变率  
 (PWHd)

权重为谐波次数 n (在本国际标准中从 14 次谐波开始) 时, 高次谐波 RMS 值与基波 RMS 值的比率:

$$PWHd = \sqrt{\sum_{n=14}^{40} n \cdot \left(\frac{I_n}{I_1}\right)^2}$$

参考基波电流 ( $I_1$ )

设备额定线路电流  $I_{equ}$  的基波成分 RMS 值。参考基波电流  $I_1$  的测量或计算公式如下:

$$I_1 = \frac{I_{equ}}{\sqrt{1 + THD^2}}$$

总谐波电流 (THC)

2 次到 40 次的总谐波电流 RMS 值:

$$THC = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} I_n^2}$$

公共耦合点 (PCC)

公共电力系统中最接近用户以及其他用户连接或可连接的点。

短路功率 ( $S_{sc}$ )

根据标称相间系统电压  $U_{nominal}$  和 PCC 处的系统线路阻抗 Z 计算的三相短路功率:  $S_{sc} = U_{nom}^2 / Z$   
 Z 是电网频率的线路阻抗。

设备额定视在功率  $S_{equ}$ )

根据设备额定线路电流  $I_{equ}$  计算的值:  $S_{equ} = 3 \cdot U_i \cdot I_{equ}$

短路比 ( $R_{sce}$ )

设备的特征值:

$$R_{sce} = S_{sc} / S_{equ}$$

**EN 61000-3-12 电流谐波限值:**

**表 3: 平衡三相设备的电流发射限值**

最小 $R_{sce}$	允许的单个谐波电流 $I_n/I_1^a$ %				允许的谐波电流畸变率 %	
	$I_5$	$I_7$	$I_{11}$	$I_{13}$	<i>THD</i>	<i>PWHD</i>
33	10,7	7,2	3,1	2	13	22
66	14	9	5	3	16	25
120	19	12	7	4	22	28
250	31	20	12	7	37	38
≥350	40	25	15	10	48	46

注 1: 低于等于 12 次的偶次谐波的相对值不得超过  $16/n\%$ 。高于 12 次的偶次谐波被（以与奇次谐波相同的方式）算作 THD 和 PWHD。  
 注 2: 允许连续  $R_{sce}$  值之间的线性插值。参见附录 B。

<sup>a</sup>  $I_1$ =参考基波电流;  $I_n$ =谐波电流成分

**表 4: 特定条件下平衡三相设备的电流发射限值**

最小 $R_{sce}$	允许的单个谐波电流 $I_n/I_1^a$ %				允许的谐波电流畸变率 %	
	$I_5$	$I_7$	$I_{11}$	$I_{13}$	<i>THD</i>	<i>PWHD</i>
33	10,7	7,2	3,1	2	13	22
≥120	40	25	15	10	48	46

注 1: 低于等于 12 次的偶次谐波的相对值不得超过  $16/n\%$ 。高于 12 次的偶次谐波被（以与奇次谐波相同的方式）算作 THD 和 PWHD。  
 注 2: 允许连续  $R_{sce}$  值之间的线性插值。参见附录 B。

<sup>a</sup>  $I_1$ =参考基波电流;  $I_n$ =谐波电流成分

**使用表 4 的条件:**

- 与基波相电压相关的 5 次谐波电流的相位角在  $90^\circ$  至  $150^\circ$  的范围内。  
**注意:** 通常, 装有不可控整流桥和电容滤波器 (包括 3%AC 或 4%DC 电抗器) 的设备可满足这一条件。
- 5 次谐波电流的相位角随时间没有优先值, 并且在整个间隔 ( $0^\circ$ - $360^\circ$ ) 内可以取任何值。  
**注意:** 通常, 装有完全可控晶闸管桥的转换器可满足这一条件。
- 5 次和 7 次谐波电流均小于参考基波电流的 5%。

### 电流谐波限值的插值:

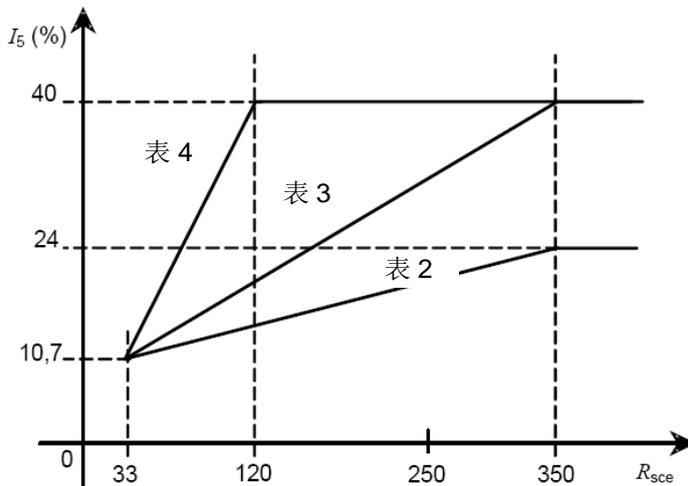


图 A. 1: 作为  $R_{sce}$  的函数的 5 次谐波电流的限值

### 根据 EN 61000-3-12 的产品文档:

对于符合  $R_{sce} = 33$  的谐波电流发射限值的设备，制造商应在其说明书或文档中说明:

“此设备符合 IEC 61000-3-12 标准”

对于不符合  $R_{sce} = 33$  的谐波电流发射限值的设备，制造商应:

- 确定不超过表 3 或表 4 所示限值的  $R_{sce}$  最小值，
- 在设备使用说明书中声明对应于该  $R_{sce}$  最小值的短路功率  $S_{sc}$  值
- 并且，指示用户在与配电网络运营商协商时确定该设备仅连接到  $S_{sc}$  值大于等于上述  $S_{sc}$  值的电源。为此目的，说明手册中应写明:

“此设备符合 IEC 61000-3-12 标准，前提是用户电源与公共电力系统接口点处的短路功率  $S_{sc}$  大于等于 xx。安装人员或用户有责任与配电网络运营商协商，以确保设备仅连接到短路功率  $S_{sc}$  大于等于 xx 的电源。”

其中，xx 是对应于  $R_{sce}$  最小值（不超过表 3 或表 4 所示限值）的  $S_{sc}$  值。

### III. IEEE 标准 519

表 10-3 列出了基于相对于负载所连电力系统大小的负载大小的谐波电流限值。比率  $I_{sc} / I_L$  是在公共耦合点（PCC）处可用短路与最大基波负载电流之比。

IEEE 标准 519-1992 还介绍了总需求畸变（TDD），总需求畸变是以最大需求负载电流（15 或 30 分钟需求）的百分比表示的谐波电流畸变。

表 10-3 中列出的限值（同上一版 IEEE-519/2014 的表 2，表格未更改）应用于正常运行条件（持续运行时间超过 1 小时）下最坏情况的系统设计。短期、启动期间或异常情况下，限值可能会超出 50%。

**表 10-3：一般配电系统（120V 至 69000V）的电流畸变限值：**

最大谐波电流畸变，以 $I_L$ 的百分比表示						
单个谐波次数（奇次谐波）						
$I_{sc}/I_L$	<11	$11 \leq h < 17$	$17 \leq h < 23$	$23 \leq h < 35$	$35 \leq h$	TDD
<20*	4.0	2.0	1.5	0.6	0.3	5.0
20<50	7.0	3.5	2.5	1.0	0.5	8.0
50<100	10.0	4.5	4.0	1.5	0.7	12.0
100<1000	12.0	5.5	5.0	2.0	1.0	15.0
>1000	15.0	7.0	6.0	2.5	1.4	20.0

偶次谐波仅限于上述奇次谐波限值的 25%。

不允许导致直流补偿的电流畸变，例如半波转换器。

无论实际的  $I_{sc} / I_L$  如何，所有发电设备都限于上述电流畸变。

$I_{sc}$  = PCC 处的最大短路电流。  
 $I_L$  = PCC 处的最大需求负载电流（基频分量）

#### 其他标准：

ECOsine®谐波滤波器有助于符合 IEEE 标准 519-1992 或 EN 61000-3-12 标准的最严格要求。另外，ECOsine®谐波滤波器还满足其他标准，例如 EN 12015 电梯、自动扶梯和自动人行道产品系列标准。但是，由于不同的/放宽的限制，使用更简化的滤波器就足以完成工作。夏弗纳已经设计了许多工程化谐波滤波器以满足宽松的要求，并且可以快速为您提供完全符合应用要求的定制产品。