# du/dt 滤波器用户手册

功能和益处 Features and benefits

■大幅降低 IGBT 输出的高 dv/dt，保护电机免受电压尖峰影响，延长电机寿命
Complete protection of the motor from dv/dt and overvoltages
■抑制变频器输出的电磁干扰，消除了电机的电磁噪音
Reduction of the acoustic noise of the motor
■提高系统可靠性和运行安全
Increase in the reliability and operational safety of the overall system
■降低电机涡流损耗
Reduction of the additional magnetic losses and eddy current losses in the motor

# 关于本手册

## 本章概述

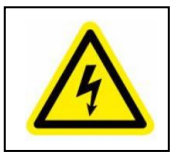
本章简述了本手册的适用读者和安全知识。

## 适用读者

本手册面向那些设计安装、安装、调试、使用和维护 du/dt 滤波器的人员。在操作滤波器之前，请阅读本手册。读者应具备电工学、配线操作、电子元件和识别电气原理图符号的基本知识。
本手册面向中国国内的读者。 采用国际标准单位制。

## 安全

只有具备资格的电气工程师才允许安装和调试维护 du/dt 滤波器。在操作滤波器之前，请阅读硬件手册上完整的安全须知。



警告！在安装，运行和维修传动单元时必须遵守安全规范。如果忽视，将造成人身伤害甚至死亡，或损坏变频器、电机或其它传动设备。在操作传动单元之前，请仔细阅读安全规范。

### 机械安装和维修

这些警告主要针对那些安装与维护 du/dt 滤波器的工作人员。

警告！忽视这些规范，将导致人身伤害或死亡或造成设备损坏。

- 滤波器很重，只能通过搬运孔进行搬运滤波器。

- 确保足够的冷却空间。
- 确认滤波器被四个紧固螺丝接地。
- 小心滤波器的热表面。在运行过程中滤波器的表面温度可能超过 150 °C (302 °F)。冷却两个小时后才能进行维修。

## 责任

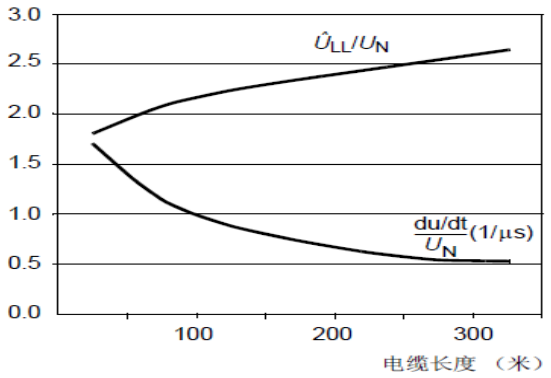
手册帮助安装者进行安装设计。
注意：必须依照当地的法律和法规对传动的电气安装进行设计和实施。 诺克利不会对违反了当地法律和法规的安装负法律责任。

## 原 理

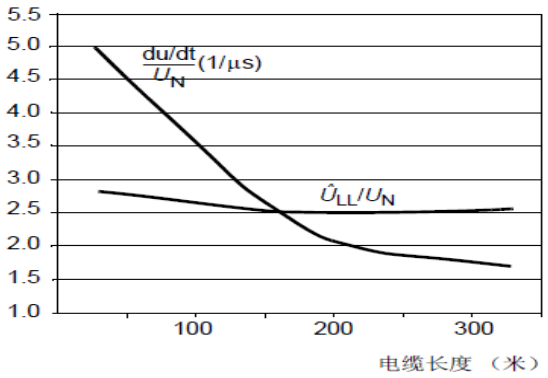
**本章概述** 本章 du/dt 滤波器的运行原理。

## 原理

传动使用现代 IGBT 逆变技术。无论输出频率是多少，传动都会输出电压相当于中间直流回路电压的脉冲，且上升时间非常短。根据波的传导与反射理论，电机端子产生比中间直流回路电压高很多的尖峰电压，甚至达到两倍直流电压。这个具有很大 du/dt 值的尖峰电压会对电机和电机电缆绝缘带来额外的压力。这将会缩短电机的寿命。
诺克利 du/dt 滤波器可以保护电机及电缆的绝缘系统。
下表就显示了线电压的尖峰值 $\hat{U}_{LL}$ 和在电机端子上承受的与电机电缆长度有关的电压变化量 du/dt。$\hat{U}_{LL}$ 和 du/dt 都与额定电压 $U_N$ 成比例关系。为了计算实际的峰值电压和每微秒的 du/dt 值，就要乘以表中提供的供电电压 $U_N$。
在第一幅图中是带有 du/dt 滤波器测量的而第二幅图中是不带有任何输出滤波装置测量的。第二幅图中只是一个代表值。实际的未滤波 du/dt 还要依赖于变频器传动单元的型号，一般情况每微秒的范围是 1 到 5kV。
对于带有 IGBT 供电单元或电阻制动的传动单元， $\hat{U}_{LL}$ 和 du/dt 值高出大约 20% 。
电压的上升时间可以根据下式算得： $t = 0.8 \cdot \hat{U}_{LL}/(du/dt)$.




带有 du/dt 滤波器




不带 du/dt 滤波器

# 滤波器的选择

本章概述 本章介绍 du/dt 滤波器的选择。

## 滤波器的选择

步骤
1 决定是否需要滤波器，硬件手册中会对此有所说明
2 根据传动型号选择一个滤波器；
3 根据现有电缆和负载检查滤波器是否适合于你的应用；

## 预先的检查

长距离或者多并联，或者特殊的电缆类型都能在滤波器中产生额外的温度升高。因此在滤波器选型表的基础上需要检查是否满足应用的需要：

- 电机电缆长度不能超过传动单元硬件手册中最大允许长度。
- 在 du/dt 滤波器中能量的流失不能超过最大值表中给出的值($E$max)。

流失的能量可由下式计算得出：

$E = ½ \cdot C \cdot (U_{dc})^2$

$E$ ：电机电缆容量造成的滤波器额外能量流失。

$C$ ：电机电缆的总电容，也就是电容/ 长度值与长度的乘积。如果有很多电机电缆，那么总电容就是各个电缆电容的和。

$U_{dc}$ ：传动中间电路的平均直流电压值近似=$1.35 \cdot U_N$。

$U_N$ ：供电电压。

- 流过滤波器的电流不能超过最大值表中给出的允许最大值。

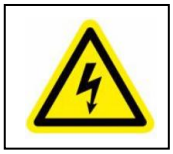
## 安装

本章概述

- 注意事项和限制
- 内部电路图

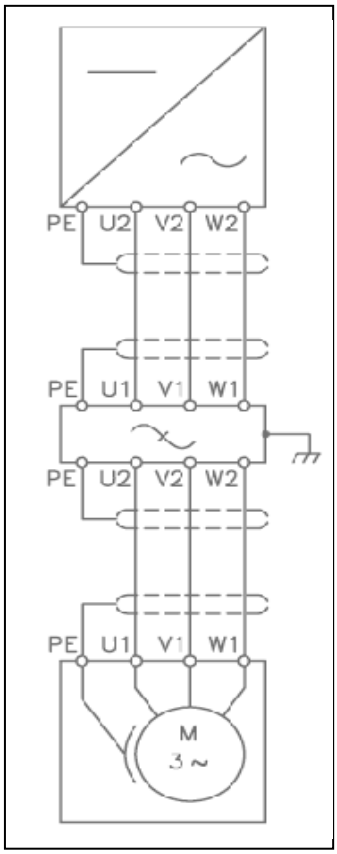
### 注意事项和限制

在开始安装 du/dt 滤波器前，须遵守注意事项如下：



警告**!** 不要在传动带电时，进行任何操作，在操作前，应切断主电源至少 5 分钟已等待中间回路的电容放电。建议在操作前，进行实测( 用电压测量仪表) 以确认传动是否放电完毕。

• 无防护(IP00）滤波器必须装柜以满足当地的安全要求。
• IP22/IP54 的滤波器的外壳最高可达到高于环境温度（40 °C）。
• 壳体之间必须用屏蔽电缆连接。
• 滤波器必须通过安装架上的固定孔接至保护地上(PE)。
• 传动最大输出频率: 100 Hz
• 最大平均开关频率:
3-4 kHz ( 变频器供电电压 < 500 V)
2-3 kHz ( 变频器供电电压 > 500 V)
• 传动输出端到滤波器之间的最大电缆长度为: 3 m
• 滤波器的最大电机电缆长度：300 m ( 对于多台电机并联的情况，是累积长度)
• 滤波器是自然冷却的，在滤波器的周围，温度很高，可能超过 70 摄氏度，因此，设计柜体的时候要考虑这一点。
• 滤波器的散热空间的要求:
在四周至少有 150 mm 的散热空间；
如果滤波器安装在变频器下部要求间距至少 500 mm ；
如果滤波器安装在变频器的上部，滤波器需要至少 700 m3/h 的强制冷却风量。
• 输入，输出以及线圈端子的铜排与外壳之间的距离至少是 15mm，由于滤波器线圈的高温，电缆与线圈的距离至少是 50mm。




## 机械安装

1. 滤波器通过吊孔移动。
2. 使用 4 个螺栓固定滤波器。

### 技术数据

| | |
|---|---|
| 额定电压： | 3φ 380－480VAC/690VAC 50/60HZ |
| 开关频率： | 2－5 KHZ |
| 抗电强度： | 3000VAC/50HZ/10mA /10s |
| 环境温度： | -15℃ to 40℃ 高于 40℃需降容使用 |
| 相对湿度： | 5% to 95% |
| 防护等级： | IP00 |
| 绝缘等级： | T40/F(155℃) |
| 过载能力： | 1.5 倍额定电流 1 分钟，每小时 1 次 |
| 执行标准： | GB10229-88 EN 61800-3 |

**运行的环境条件**

环境条件是指当 du/dt 滤波器已安装完毕后。
空气温度: -15 到 +50 °C。在环境温度在 +40 °C 到+50 °C 之间时，每增加 1 °C 额定电流降容 1% 。输出电流为额定容量表给出的电流乘以降容因子。
相对湿度: 5% 到 95%，无凝露。在存在腐蚀性气体的情况下，允许最大的相对湿度是 60% 。
安装点海拔: 0 到 4000 m。如果安装点的海拔高度在 1000 到 4000 m 之间，额定电流每升高 100 m 降容 1%。

震动:最大 0.3 mm (2 到 9 Hz), 最大 1 m/s2 (9 到 200 Hz)

冲击：最大 70 m/s2, 22 ms (IEC 60068-2-27)

**存放的环境条件**

存放环境条件是指带有防护包装的 du/dt 滤波器的存放

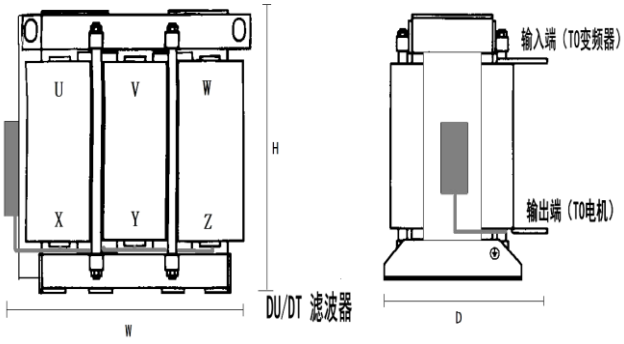
温度：-40 到 +70 °C。

相对湿度：低于 95%, 无凝露。

大气压：70 到 106 kPa

震动：最大 1 m/s2 (1 至 200 Hz)

冲击：最大 100 m/s2， 11 ms




## du/dt 滤波器选型参考表

400VAC 电压等级型号

| 型号 | 功率 | 电流 | 载波频率 | 外形尺寸 |
|---|---|---|---|---|
| FODU-41P5-VF | 1.5KW | 5A | 5KHZ | **W130*H175*D90** |
| FODU-42P2-VF | 2.2KW | 7.5A | 5KHZ | **W130*H175*D90** |
| FODU-43P7-VF | 3.7KW | 10A | 5KHZ | **W130*H175*D90** |
| FODU-45P5-VF | 5.5KW | 15A | 5KHZ | **W165*H180*D105** |
| FODU-47P5-VF | 7.5KW | 20A | 5KHZ | **W165*H180*D110** |
| FODU-4011-VF | 11KW | 30A | 4KHZ | **W165*H180*D115** |
| FODU-4015-VF | 15KW | 40A | 4KHZ | **W180*H220*D130** |
| FODU-4018-VF | 18.5KW | 50A | 4KHZ | **W180*H220*D130** |
| FODU-4022-VF | 22KW | 60A | 4KHZ | **W180*H220*D135** |
| FODU-4030-VF | 30KW | 80A | 4KHZ | **W230*H240*D160** |
| FODU-4037-VF | 37KW | 90A | 4KHZ | **W230*H240*D165** |
| FODU-4045-VF | 45KW | 120A | 3KHZ | **W230*H240*D175** |
| FODU-4055-VF | 55KW | 150A | 3KHZ | **W230*H240*D175** |
| FODU-4075-VF | 75KW | 200A | 3KHZ | **W260*H70*D195** |
| FODU-4090-VF | 90KW | 220A | 3KHZ | **W260*H275*D200** |
| FODU-4110-VF | 110KW | 250A | 3KHZ | **W260*H275*D200** |
| FODU-4132-VF | 132W | 300A | 3KHZ | **W320*H300*D225** |
| FODU-4160-VF | 160KW | 330A | 3KHZ | **W320*H305*D230** |
| FODU-4185-VF | 185KW | 400A | 3KHZ | **W320*H305*D230** |
| FODU-4200-VF | 200KW | 450A | 3KHZ | **W320*H320*D245** |
| FODU-4220-VF | 220KW | 490A | 3KHZ | **W320*H320*D245** |
| FODU-4250-VF | 250KW | 530A | 2KHZ | **W370*H325*D255** |
| FODU-4280-VF | 280KW | 600A | 2KHZ | **W370*H365*D270** |
| FODU-4315-VF | 315KW | 660A | 2KHZ | **W370*H375*D270** |
| FODU-4355-VF | 355KW | 800A | 2KHZ | **W390*H375*D280** |
| FODU-4400-VF | 400KW | 900A | 2KHZ | **W390*H375*D280** |
| FODU-4450-VF | 450KW | 1000A | 2KHZ | **W390*H375*D280** |
| FODU-4550-VF | 550KW | 1200A | 2KHZ | **W540*H475*D365** |
| FODU-4630-VF | 630KW | 1400A | 2KHZ | **W540*H475*D365** |

注：默认电机线长 200 米，其他电机线长订货需说明

690VAC 电压等级型号

| 型　号 | 功率 KW | 电流 A | 载波频率 | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| FODU-60P7-VF | 0.75 | 3A | 4KHZ | |
| FODU-61P5-VF | 1.5 | 3A | 4KHZ | |
| FODU-62P2-VF | 2.2 | 5A | 4KHZ | |
| FODU-63P7-VF | 3.7 | 7A | 4KHZ | |
| FODU-65P5-VF | 5.5 | 10A | 4KHZ | |
| FODU-67P5-VF | 7.5 | 15A | 4KHZ | |
| FODU-6011-VF | 11 | 15A | 4KHZ | |
| FODU-6015-VF | 15 | 20A | 4KHZ | |
| FODU-6018-VF | 18.5 | 30A | 3KHZ | |
| FODU-6022-VF | 22 | 30A | 3KHZ | |
| FODU-6030-VF | 30 | 40A | 3KHZ | |
| FODU-6037-VF | 37 | 50A | 3KHZ | |
| FODU-6045-VF | 45 | 60A | 3KHZ | |
| FODU-6055-VF | 55 | 70A | 3KHZ | |
| FODU-6075-VF | 75 | 90A | 3KHZ | |
| FODU-6090-VF | 90 | 120A | 2KHZ | |
| FODU-6110-VF | 110 | 150A | 2KHZ | |
| FODU-6132-VF | 132 | 180A | 2KHZ | |
| FODU-6160-VF | 160 | 200A | 2KHZ | |
| FODU-6200-VF | 200 | 250A | 2KHZ | |
| FODU-6250-VF | 250 | 300A | 2KHZ | |
| FODU-6315-VF | 315 | 350A | 2KHZ | |
| FODU-6355-VF | 355 | 400A | 2KHZ | |
| FODU-6400-VF | 400 | 450A | 2KHZ | |
| FODU-6450-VF | 450 | 500A | 1.5KHZ | |
| FODU-6500-VF | 500 | 550A | 1.5KHZ | |
| FODU-6560-VF | 560 | 600A | 1.5KHZ | |
| FODU-6630-VF | 630 | 700A | 1.5KHZ | |
| FODU-6710-VF | 710 | 800A | 1.5KHZ | |
| FODU-6900-VF | 900 | 1000A | 1.5KHZ | |
| FODU-61K0-VF | 1000 | 1100A | 1.5KHZ | |
| FODU-61K2-VF | 1200 | 1300A | 1.5KHZ | |
| FODU-61K4-VF | 1400 | 1500A | 1.5KHZ | |
| FODU-61K6-VF | 1600 | 1800A | 1.5KHZ | |
| FODU-61K9-VF | 1900 | 2000A | 1.5KHZ | |
| FODU-62K1-VF | 2100 | 2200A | 1.5KHZ | |

注：默认电机线长 200 米，其他电机线长订货需说明