ENGINEERING
TOMORROW

VACON® NXP Grid Converter for Smart Grids

智能电网的
智能电源转换

drives.danfoss.com

电力行业的**转型**

电气化、去中心化和数字化的加速发展正在帮助全球能源系统脱碳，确保实现气候目标。

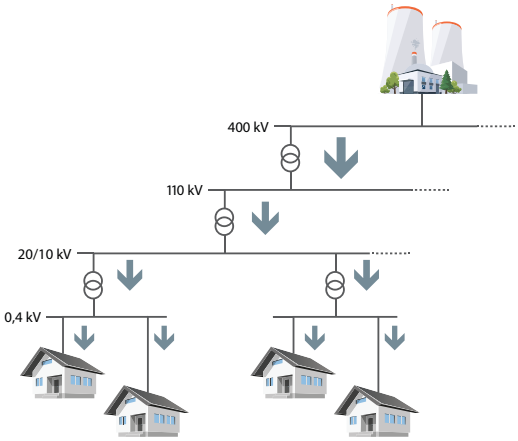
能源的使用情况不断变化，现在开始采纳可再生能源和储能系统。

电网的演变

过去，电网都是由集中的使用化石燃料的电厂供电。
现代电网集成了各种电力来源，包括可再生能源和储能系统。

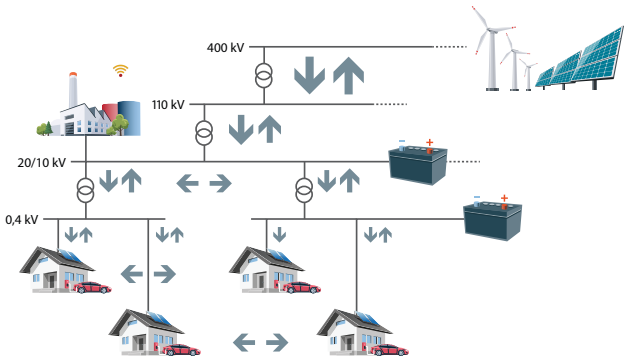
传统电网

- 产生源少
- 惯性质量大
- 单向能量流动
- “单一电网”
- 参与者之间基本无通讯



智能电网

- 生成源多
- 几乎无惯性
- 双向能量流动
- “混合电网”
- 互联互通程度高

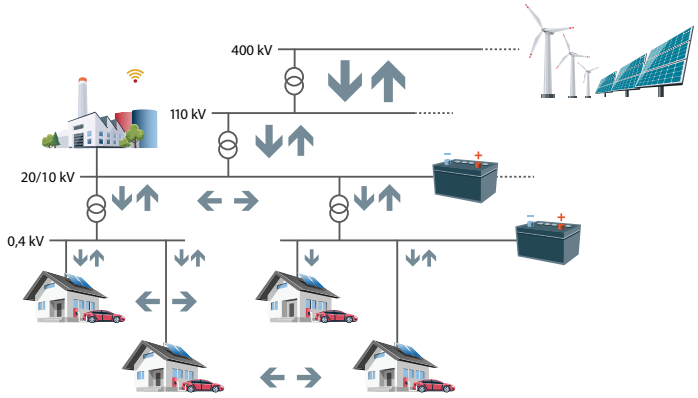


电网发展中的挑战

为了实现气候目标，混合能源中的可再生能源的比例不断提高，这就要求对电网进行管理。

但是，风总有停的时候，太阳也有不出来的时候。因此，我们使用储能系统来帮助确保电网的弹性，能够根据需求灵活做出响应。

储能系统是可再生能源的推手。使用此类系统，可方便调峰、时移并提供备用电源，帮助解决可再生能源不可预测性的难题。当前，电池价格不断降低，技术也越来越成熟。



智能电网支持双向多元化网络中的分布式电能资源，可优化效率，并将损耗降至最低。

智能电网的定义是什么?

智能电网通过可再生能源、电气化和数字化来支持气候目标。

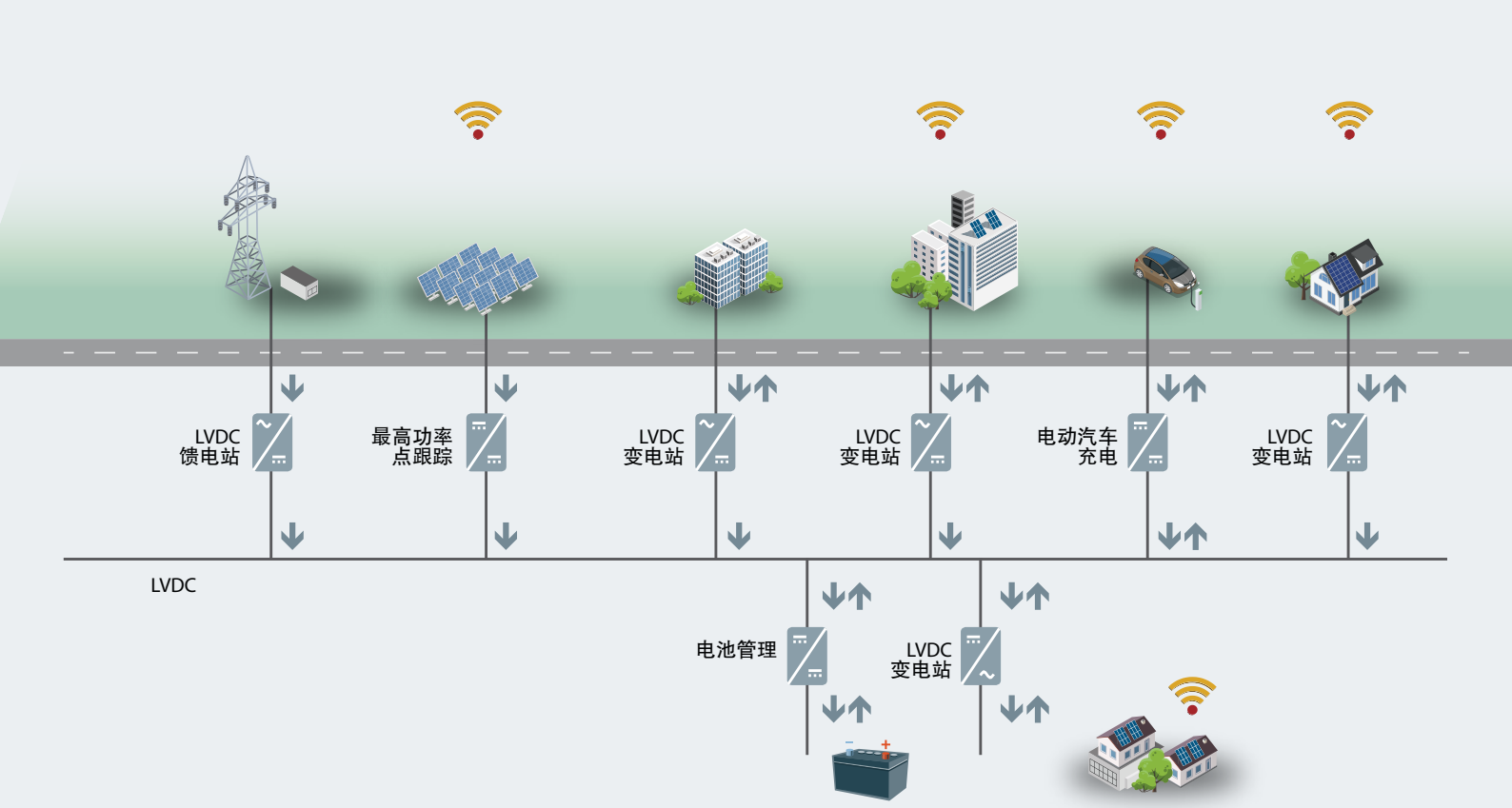
智能电网的特征是，使用各种能源通过分布式发电来向电网馈电。这些电能来源包括基于化石燃料的发电装置，还包括储能系统和可再生能源， 比如：风能、太阳能、水力、潮汐和地热。

这些能源必须符合电网标准和相关法规：安全、EMC 和并网规范。

储能系统提高了智能电网的弹性和灵活性。储能系统的形式多样，比如，电池储能系统 (BESS)、燃料电池或压缩空气储能 (CAES) 系统。

能量流动是双向的。

先进的系统可确保高级别的兼容性和通讯，保持电源稳定。



符合并网规范要求进行
先进电源转换

智能电网借助并网规范、先进的系统和双向通讯，支持在电网中采用分布式发电。

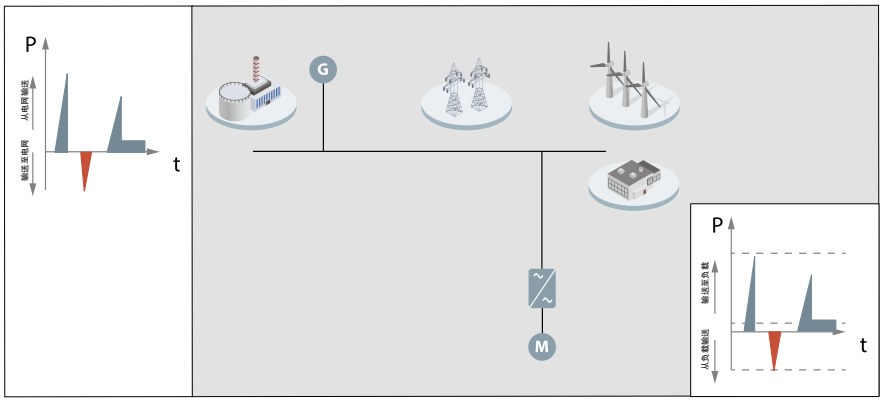
并网规范强制各个分布式电源负责保持电源质量和电网可用性。因此，需要使用不同技术功能来提供支持。例如，分布式电源一般需要与电网保持连接，以防某些电压暂降影响电网，此外，可能还要求提供无功电流来支撑电压。

需要使用**先进电源转换**系统和其他功能

- 为了优化性能：
  - 电压暂降期间与电网保持连接
  - 提供无功电流以支撑电压
- 为了确保安全：
  - 在电网断电期间，防孤岛保护机制将断开系统连接

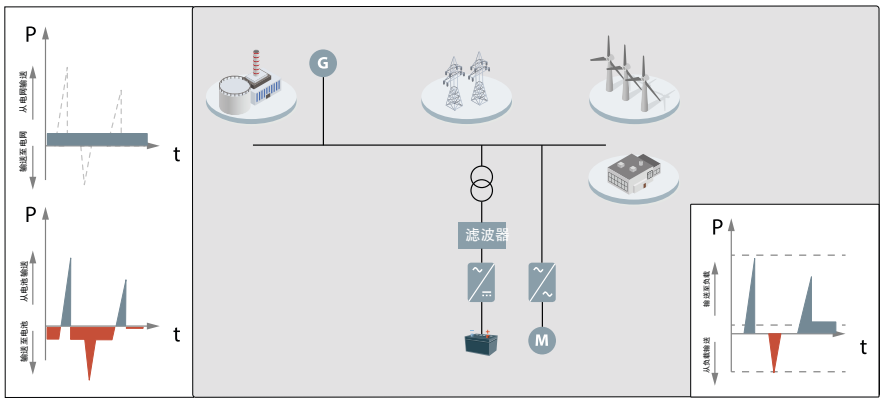
调峰**提高了质量，减少了基础设施**

无储能系统的传统电网
用户负荷造成供电网络出现峰值



带储能系统的智能电网
电池储能消除了供电网络上的用电峰值，因此，用户负荷几乎不会对电网造成干扰。具有以下优势：

- 良好的电能质量
- 降低基础设施的规模和成本

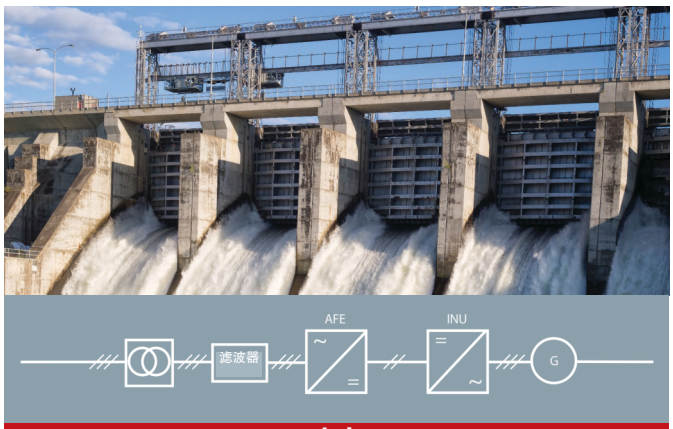


智能电网中的**电源转换**应用

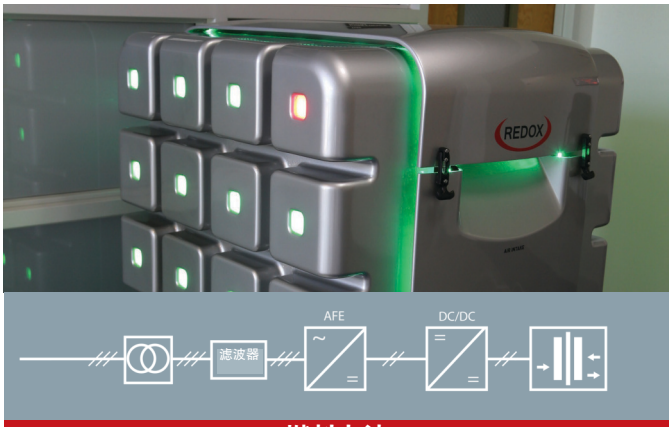
风能

太阳能（光伏、热电）

电池储能系统 BESS

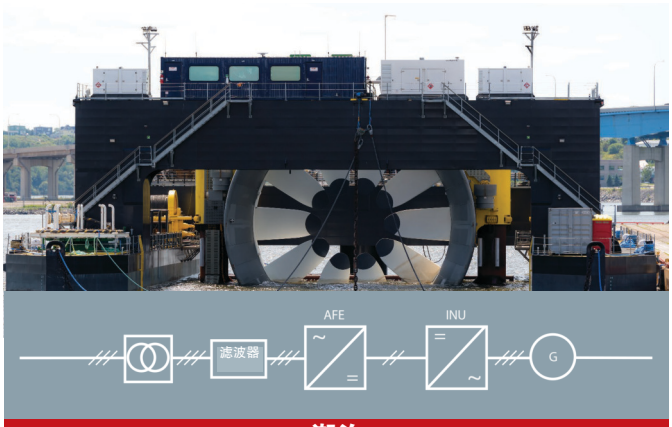


水力



燃料电池

压缩空气储能系统 CAES



潮汐

地热

VACON® NXP Grid Converter for Smart Grids

智能电网并网变流器是将一些不同类型的电能来源与电网相连接转换的设备。与配电系统相结合，促进电网运营商提供各种服务。

主管机构可能要求提供某些功能，比如，频率或电压控制、惯量模拟或低电压穿越。

典型应用为储能、风能、太阳能、水力或燃料电池。

优点：
- 转换各种能量来源为电能并为电网馈电
- 遵守当地并网规范和安全法规
- 提供辅助服务

丹佛斯提供什么?

- 全系列产品
- 专用应用软件
- 符合各种认证的并网规范及合规
- 安全证书
- 并网变流器仿真模型
- 完整的支持文档

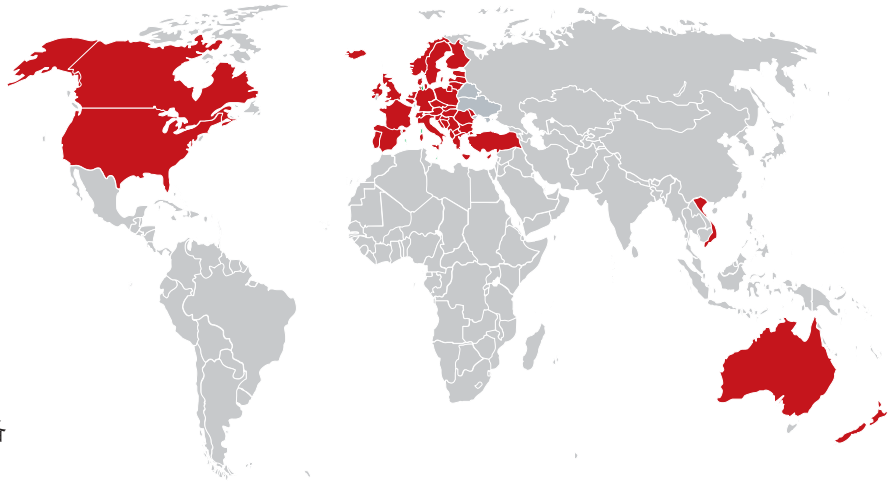
产品	空冷型			液冷型				
机箱规格	FI9	FI10	FI13	CH5	CH61	CH62	CH63	CH64

并网规范和安全证书

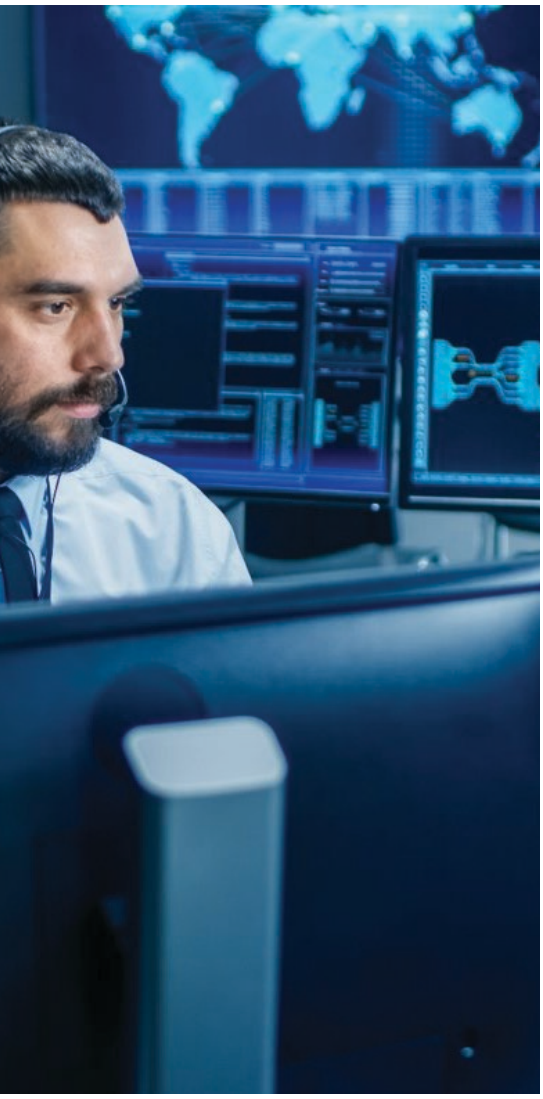
随着电力系统中越来越多地集成非常规电源，输电系统运营商和配电系统运营商（TSO 和 DSO）被迫在许多国家更新并重新设计并网规范。本质上，并网规范是电力系统中的发电装置必须遵守的连接和行为规则集。这些规则随国家不同而异，相应运营商负责确立条件并强制遵守。并网规范规则以电气特征和电网设计作为参考，具体要求直接与目前不可调度的电力以及预期的渗透率相关联。
新政策致力于实现以下目标：将利用可再生资源发电的行为与已在使用的传统发电方式相等同。这可确保使用其他方式替换系统中的发电装置时，不会另外导致可靠性方面的风险。法规、为电力公司设立这些规则的结果和系统中不可调度的电能渗透率之间的联系很紧密。

并网电网规范
- IEC 62116:2014
- ENTSO-e (2016/631/EU)
- BDEW
- VDE-4110/4120
- AS4777.2:2015 空冷型设备
- IEEE 1547 (600VAC)
- 夏威夷条例 14H
- 加利福尼亚条例 21
- 泰国 PEA 2013

安全法规
- UL1741 (600VAC)
- IEC 62109-1 和 IEC 62109-2 空冷型设备



专用智能电网应用软件



集成的智能电网软件提供

- 电能质量
  - 谐波 / 间谐波 / 闪变
  - 开关操作
- 静态电网支持
  - 频率和有功功率控制
  - 电压和无功功率控制
- 动态电网支持
  - 低电压穿越 (LVRT)
  - 高电压穿越 (HVRT)
- 并网电网规范合规性
- 检测到意外孤岛模式时立即断开连接
- 鲁棒性，防止负载不均衡和电网干扰
- 配置多样性

	AFE	孤岛	µGrid
功率流向	双向功率流	形成电网并提供到负载	与其他本地设备共享所需的负载功率
电网拓扑	与主电源连接	设置电压和频率	下垂或同步模式
直流回路控制	是	无	无
并网规范支持	是	N/A	N/A

如何选型 VACON® NXP Grid Converter 用于智能电网 Smart Grids 应用

功能图

VACON® NXP 可在许多功能领域中使用，如功能图所示。在此部分，我们将介绍如何为智能电网应用确定变频器的规格

功能领域	功能	选型的基础
AFE	保持清洁电网，同时为驱动电机的传动装置维持稳定的直流回路。	典型 cos φ=1（即 kVA~kW）的电机负载。
离岸电网	使用其他发电装置创建和维护交流电网。	电网视在功率和有功功率以及故障电流馈入能力。
智能电网（岸上电网）	保持电网洁净，同时为发电应用维持稳定的直流回路。控制电能来源和电网之间的能量流动，同时确保电网合规。	能源的有功功率和并网电网规范合规性。 kVA≠kW
发电机	控制发电机带载、速度和制动转矩，确保输出必要的功率且发电机未过载。	使用针对驱动电机传动装置或 AFE 的相同方法来选型。功率选件根据具体情况来确定。根据“直流回路”中的电气值来评定。
DC/DC	用于直流回路和直流电源之间的双向功率流。控制电源电压和/或电流。	使用选型工具来选型。取决于 $U_{source}/U_{dc\text{-}link}$ 的比率。
DCGuard	用于在直流电网中快速检测短路状况，并将状况良好的部件与受影响的部件快速隔开。	遵循标称的交流电流额定值的直流功率流能力。

仿真模型

VACON® NXP Grid Converter 仿真模型是一个 Simulink 模型，用于 Matlab/Simulink 电路模拟器。

该模型由两部分组成：

电气主电路模型

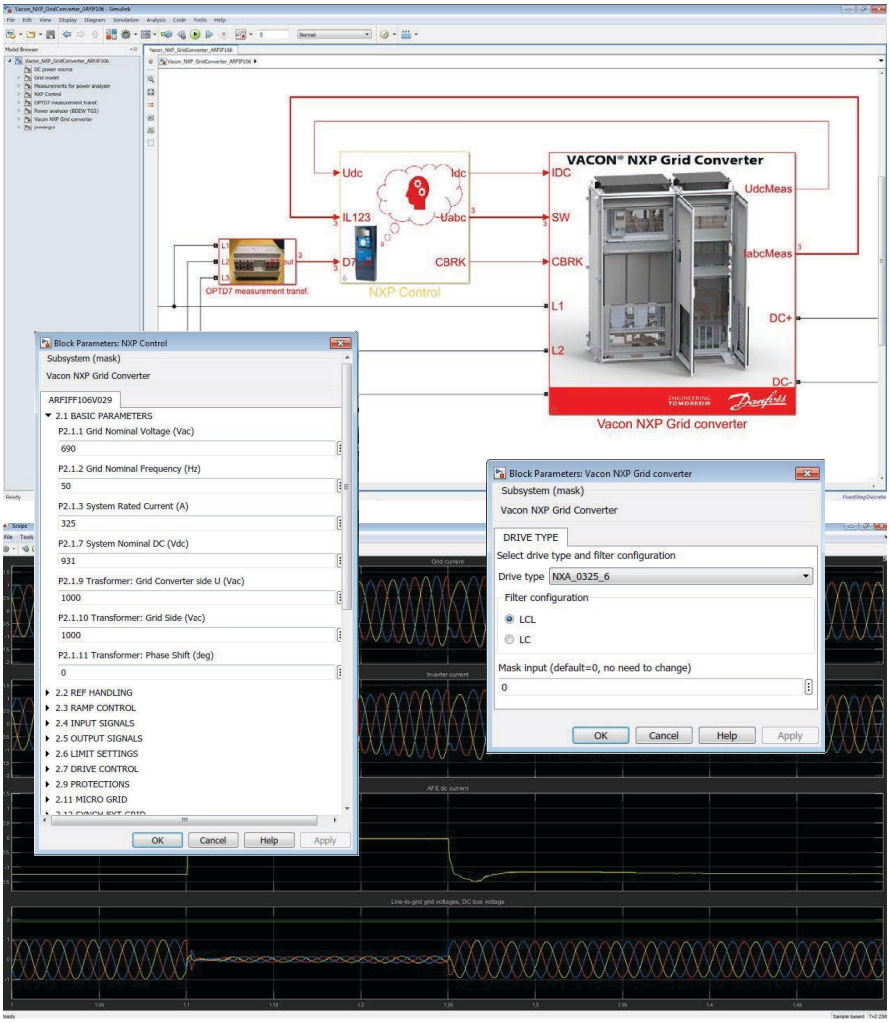
- 直流端子和交流（3 相）端子
- 模型中附带的 LCL 型滤波器

控制单元

- 电源转换控制
- 应用软件
- 线电压 (OPT-D7) 测量装置

具有相关的可调整参数的应用功能包括：

- AFE 模式，包括并网规范 Grid Code 功能
- 微电网模式



岸上电网应用的**电网合规性**

VACON® NXP Grid Converter for Smart Grids
是一个又好又容易的选择，适用于要求为变频器模块提供稳定的直流母线并可与电网轻松互联互通的大多数应用。
此并网变流器可确保对电网友好的谐波含量。而且，还可在过程中有多余电能时，方便地将电能回馈至电网。

VACON® NXP Grid Converter for Smart Grids 提供以下功能来提高智能电网的性能

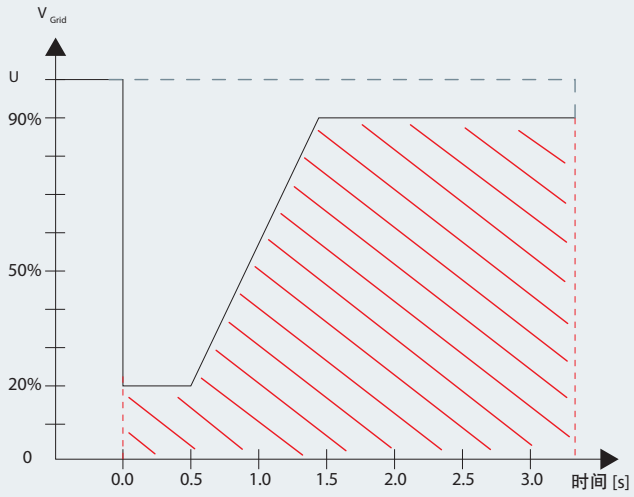
- 针对公共电网功能进行设计
- 并网电网规范认证
- 电网谐波低于或符合电网标准
- 在过程提供反馈能量时，将电能回馈至电网
- 即使在非理想电网条件下，直流回路也能保持在稳定水平

技术信息

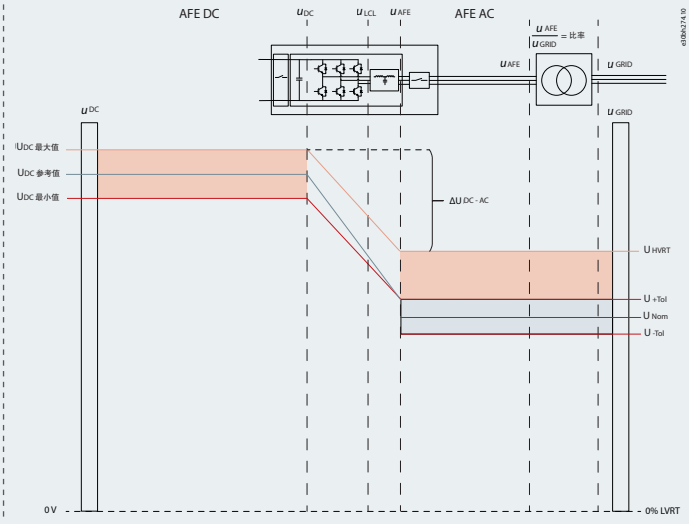
基本功能
- 稳定的直流回路调节控制
- 低谐波交流电网电流
- 功率因数
- 支持电网电压反馈选件
- 功率和电流限制
- 模块并联时无需变频器之间进行通讯
- 自动交流电网同步

用户界面
- 更改参数命名（报警、故障、警告、信息）
- 更改参数结构
- 对启动和参数化提供向导支持
- 更改开始屏幕

电网电压行为激发了对电压额定值的要求。此要求是因为，不同并网电网规范中对于低电压和高电压穿越（LVRT 和 HVRT）的预期各异。



控制裕量和动态能力激发了对于电流额定值的要求。由于存在低电压穿越 (LVRT) 发生的预期，并网变流器需要能够发现电网短路情况。



选型示例

风力涡轮发电机应用

在风力涡轮机应用中，并网变流器将直流回路控制在特定电压水平。该电压越高，相同功率下所需的电流就越小。因此，所需硬件就可以更小。如果需要 HVRT，则确定在 HVRT 中可达到的最高交流电压能否转换为安全范围内的直流电压。

确定规格时使用的数据：

- 600 kW 风力涡轮机
- 必须符合并网电网规范
- HVRT = 110%
- LVRT = 0%
- 电网电压 = 690 V AC ± 10%
- 必须能够提供功率因数 0.95

计算安全范围

对于 690 VAC + 10% 的电网电压，可在二次侧得到 759 V AC。
这将转换为 1.575 x 759 = 1195 V DC，远高于 1100 V DC 的限值。
1.575这个值 是由直流回路与 INU 侧之间的比率 1.5（√2 + 控制裕量）再加上 5% 的滤波器损耗得到的。

计算最高交流电压

二次侧可能的最高交流电压，是指该电压不会导致超过直流回路的最高直流电压。最高交流电压 ≤ 1100/1.575 = 698 V AC。
这对应于交流电压等级加上 10% 的电压容差，如果存在 HVRT 情况，则再加 10%，这样，额定交流电压应对应于：
额定交流电压 = 698/1.21 = 577 V AC。
因此，必须安装 690/577 V AC 的变压器。

计算额定电流

风力涡轮机必须在所有电网条件下都输出额定功率，因此，要计算额定电流，必须使用容差为 -10% 的额定交流电压，即：

V = 520 V AC
P = 600 kW
$= \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi$
$= \sqrt{3} \times 520\ V \times I \times 0.95$
计算得出的额定电流为 **I = 700 A**

选型

在 VACON® NXP Grid Converter 选型表中的可能选择为：

- 空冷型 NXA_0920 6
- 液冷型 NXA_0750 6

由于 HVRT 要求和控制裕量，适用于此智能电网应用的 690 V AC 并网变流器的额定电压为 600 VAC。
系统必须能够承受 0% LVRT。可能需要安装制动斩波器来控制涡轮机以确保不会超速，具体取决于系统级的特征特性，比如发电机类型、控制和变桨系统。

额定值

设备 (NXI)						NXA 额定电流 [A]（作为并网逆变器/变流器，连接电网AFE功能）	
设备 (NXI)	设备（AFE/电网支持）	冷却类型	机箱规格	NXI 高过载 I_H [A]	NXI 低过载 I_L [A]	NXA 额定电流 [A]（作为并网逆变器/变流器，连接电网AFE功能）	NXA额定电流 [A]（作为并网逆变器/变流器，电网支持功能）
NXI_0168 5	NXA_0168 5	空冷型	FI9	140	170	170	140
NXI_0205 5	NXA_0205 5	空冷型	FI9	170	205	205	170
NXI_0261 5	NXA_0261 5	空冷型	FI9	205	261	261	205
NXI_0385 5	NXA_0385 5	空冷型	FI10	300	385	385	300
NXI_0460 5	NXA_0460 5	空冷型	FI10	385	460	460	385
NXI_1150 5	NXA_1150 5	空冷型	FI13	1030	1150	1150	1030
NXI_1300 5	NXA_1300 5	空冷型	FI13	1150	1300	1300	1150
NXI_0125 6	NXA_0125 6	空冷型	FI9	100	125	125	100
NXI_0144 6	NXA_0144 6	空冷型	FI9	125	144	144	125
NXI_0170 6	NXA_0170 6	空冷型	FI9	144	170	170	144
NXI_0261 6	NXA_0261 6	空冷型	FI10	208	261	261	208
NXI_0325 6	NXA_0325 6	空冷型	FI10	261	325	325	261
NXI_0920 6	NXA_0920 6	空冷型	FI13	820	920	920	820
NXI_1030 6	NXA_1030 6	空冷型	FI13	920	1030	1030	920
NXI_0168 5	NXA_0168 5	液冷型	CH5	112	153	153	140
NXI_0205 5	NXA_0205 5	液冷型	CH5	137	186	186	168
NXI_0261 5	NXA_0261 5	液冷型	CH5	174	237	237	205
NXA_0300 5	NXA_0300 5	液冷型	CH61	200	273	273	261
NXA_0385 5	NXA_0385 5	液冷型	CH61	257	350	350	300
NXA_0460 5	NXA_0460 5	液冷型	CH62	307	418	418	385
NXA_0520 5	NXA_0520 5	液冷型	CH62	347	473	473	460
NXA_0590 5	NXA_0590 5	液冷型	CH62	393	536	536	520
NXA_0650 5	NXA_0650 5	液冷型	CH62	433	591	591	590
NXA_0730 5	NXA_0730 5	液冷型	CH62	487	664	664	650
NXA_0820 5	NXA_0820 5	液冷型	CH63	547	745	745	730
NXA_0920 5	NXA_0920 5	液冷型	CH63	613	836	836	820
NXA_1030 5	NXA_1030 5	液冷型	CH63	687	936	936	920
NXA_1150 5	NXA_1150 5	液冷型	CH63	766	1045	1045	1030
NXA_1370 5	NXA_1370 5	液冷型	CH64	913	1245	1245	1150
NXA_1640 5	NXA_1640 5	液冷型	CH64	1093	1491	1491	1370
NXA_2060 5	NXA_2060 5	液冷型	CH64	1373	1873	1873	1640
NXA_2300 5	NXA_2300 5	液冷型	CH64	1533	2091	2091	2060
NXA_0170 6	NXA_0170 6	液冷型	CH61	113	155	155	144
NXA_0208 6	NXA_0208 6	液冷型	CH61	139	189	189	170
NXA_0261 6	NXA_0261 6	液冷型	CH61	174	237	237	208
NXA_0325 6	NXA_0325 6	液冷型	CH62	217	295	295	261
NXA_0385 6	NXA_0385 6	液冷型	CH62	257	350	350	325
NXA_0416 6	NXA_0416 6	液冷型	CH62	277	378	378	385
NXA_0460 6	NXA_0460 6	液冷型	CH62	307	418	418	416
NXA_0502 6	NXA_0502 6	液冷型	CH62	335	456	456	460
NXA_0590 6	NXA_0590 6	液冷型	CH63	393	536	536	502
NXA_0650 6	NXA_0650 6	液冷型	CH63	433	591	591	590
NXA_0750 6	NXA_0750 6	液冷型	CH63	500	682	682	650
NXA_0820 6	NXA_0820 6	液冷型	CH64	547	745	745	750
NXA_0920 6	NXA_0920 6	液冷型	CH64	613	836	836	820
NXA_01030 6	NXA_01030 6	液冷型	CH64	687	936	936	920
NXA_01180 6	NXA_01180 6	液冷型	CH64	787	1073	1073	1030
NXA_01300 6	NXA_01300 6	液冷型	CH64	867	1182	1182	1180
NXA_01500 6	NXA_01500 6	液冷型	CH64	1000	1364	1364	1300
NXA_01700 6	NXA_01700 6	液冷型	CH64	1133	1545	1545	1500

Danfoss Drives 开启更美好的明天

Danfoss Drives 是全球电气化和电机调速控制领域的领导者。
我们为您提供优质的、针对应用优化的产品及一整套产品配套服务，
帮助您在竞争中始终更胜一筹。

您可依靠我们实现目标。努力确保产品在您的应用中发挥最佳性能是我们的核心任务。为此，我们根据需要提供创新产品与应用专业知识来提高效率，改进功能并降低复杂性。

我们不仅提供单独的传动组件，而且能够规划和提供全套系统。我们的专家随时待命，为您提供全方位支持。

您将会发现同我们开展业务是一件轻松的事情。我们在 50 多个国家/地区设立网上与实体办事处，我们的专家就在您的身边，可随时为您提供快速支持。

您可受益于丹佛斯自 1968 年以来几十年的丰富经验。我们的中低压交流变频器在电气化的方方面面大展身手，可与所有主要电机品牌以及各种功率规格的技术配套使用。

有关详细信息，请访问我们的网站

VLT® | VACON®

Danfoss公司对样本、小册子和其他印刷资料里可能出现的错误不负任何责任。恕Danfoss公司有权改变其中产品而不事先通知。这同样适用于已经订了货的产品，只要该变更不会造成已商定的必要的技术规格的改变。
本材料中所有的商标为相关公司的财产。Danfoss和Danfoss的标志是Danfoss公司A/S (丹佛斯总部) 的商标。丹佛斯公司保留全部所有权。

© 版权所有 Danfoss Drives | 2020.03