



GRIDCON[®] STATCOM

动态调节补偿装置

WWW.REINHAUSEN.COM



GRIDCON® STATCOM: 实现配电网中的最佳无功控制

有效保持电网稳定及负载流优化以满足严苛的要求

能源市场目前正在经历着巨大的变化，这包括要求市场自由化和市场开放，以及由此产生的对整合新能源和有效调节能源流动的需求。

此外，全球气候保护要求和有效减少二氧化碳的相关需求，正成为推动传统电网结构转变的动力。目标是具有动态调节的创新型配电网。

作为一家全球系统集成商，Maschinenfabrik Reinhausen (MR) 为成功应对建立并运营创新配电网网络相关的挑战，提供了一系列针对客户和应用的解决方案。

GRIDCON® STATCOM 为实现这一目标提供了一个高性能平台。针对公共及工业配电网中高要求的动态调节，它能够有效地实施电压稳定和负载流优化的措施。GRIDCON® STATCOM 系统基于可扩展的高性能电子平台，配有 3 电平 IGBT 逆变器，为配电网中的动态调节任务提供了创新的解决方案。

广泛的客户利益

GRIDCON® STATCOM 系统架构的开发旨在通过模块化解决方案优化配电网中的传输，从而为客户带来显著的经济效益。这些包括：

- 通过动态改善电网连接点的功率因数，确保符合合约规定的联接条件，降低运营成本
- 通过动态提供感性和容性的调节功率来提高电网稳定性
- 使用创新的调压算法提高电压稳定性
- 提供具有高调节动态性和低运行损耗的运行特性
- 内置有源滤波器，确保有效抑制谐波电流
- 提供经济高效的解决方案，降低工程和生产成本
- 通过标准化和模块化的系统架构为客户量身定制做适合实际应用的系统解决方案



GRIDCON® STATCOM 系统概念

耦合变压器 (采用二绕组或三绕组变压器) 使得 GRIDCON® STATCOM 系统的连接电压能够适应具有高度灵活性的任何电压水平。

可以通过一个共享的三绕组变压器连接多达二个最大为 ±3600 kvar 的单独的 STATCOM 系统。这样就能够以 600 kvar 的增量实现高达 ±7200kvar 的任何所需功率。

控制器平台还具有模块化设计, 以确保最佳的系统可扩展性。每个系统都有一个中央控制计算机单元 (CCU), 它可以配备一个或多个远程测量单元 (MIO), 用于测量电网和负载因数 (电压、电流)。

4 x IPU = 1 x 功率模块
6 x 功率模块 = STATCOM



GRIDCON® STATCOM 采用模块化设计。它基于额定电流为 125 A、额定电压为 690 V 的 IGBT 功率单元 (IPU)。这些功率单元组合在机柜中, 每个功率模块为 ±600 kvar, 最多可将六个模块组合成一个功率为 ±3600 kvar 的完整系统。带有断路器的集成控制柜单元构成了完整的系统。

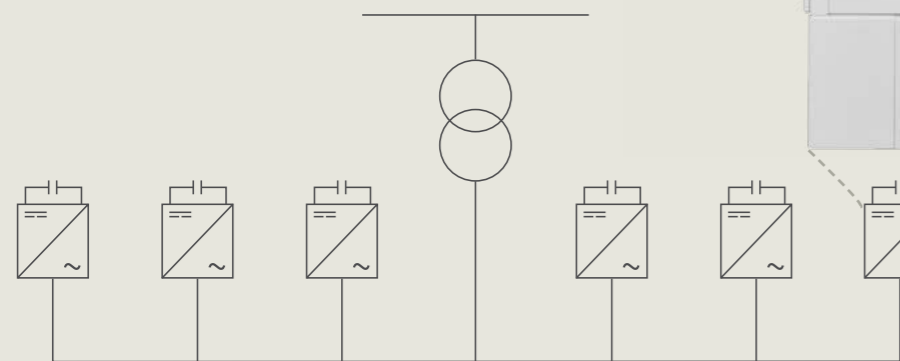


独立风机, 用于冷却外围组件, 最高防护等级为 IP54

IPU IGBT 单元, 带自主调节和自主监控功能

风机抽屉, 便于主风机更换

连接空间背部: 隔离的通风管道, 无任何带电组件, 用于 IGBT 主冷却; 空气通过基座/底座进入



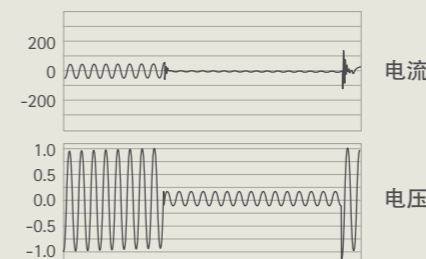
GRIDCON® STATCOM 系统的典型连接图一览——它包含 1 到最多 6 个功率模块

过电压限值

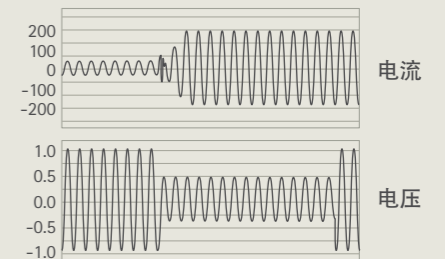
$U_{bus} = 1.10 pu$ (连续); $U_{bus} = 1.15 pu$ (最大 30 s + 设置时间)

故障限值

GRIDCON® STATCOM 系统可以在不与电网断开的情况下克服故障。



$0 \leq U_{bus} < 0.2 pu$: $I_{statcom} = 0$ (250 ms)



$U_{bus} > 0.2 pu$: $I_{statcom} > 0$ 连续

在许多行业有广泛的应用

GRIDCON® STATCOM 系统可以在一个宽功率范围内提供动态基波无功功率 (容性和感性), 并适应相应的客户应用。

动态无功功率调节和电压稳定



轧机



海上技术



牵引系统



采矿



风电和光伏



纸业



测试设备



物流

GRIDCON® STATCOM 系统的使用始终需要对使用案例进行定制化的检查, 并在相应的客户应用中进行关于动态控制响应的电网仿真及研究。

凭借其内部开发部门和内部电力电子应用专家团队, MR 拥有设计 STATCOM 系统所需的资源, 以满足特定客户的需求, 并将这些系统集成到相应的应用中。

其他应用

- 稳定系统电压
- 降低传输损耗
- 增加传输容量
- 减少电压波动
- 提高功率因数
- 降低谐波电流
- 抑制闪变
- 电网故障期间和之后稳定电压

随时准备就绪 —— GRIDCON® STATCOM在海上作业

阿拉伯湾发现和计划开采的天然气和油田是世界上最大的化石燃料储量之一。沙特阿拉伯参与了与开采和随后开采这些资源有关的三个大型项目。其中一个项目是开发和实施 AL-WASIT 天然气项目。作为这些工作的一部分, 世界上最大的石油生产公司沙特阿美已经开发了二个新的天然气田 HASBAH 和 ARABIYAH。这些气田构成了 Al-Wasit 天然气项目的基础, 该项目是一个增加天然气开采量的战略性政府项目。

气田的经济利用需要建造和调试两个生产平台。二个生产平台的气田位于阿拉伯湾, 并配有海底电缆连接。由于海底电缆连接的长度, 由此产生的电缆电容会严重影响陆地上的一个变电站和海上平台之间的负载流量, 从而也会影响电压分布。

这就必需找到一个动态电压控制的解决方案。在这里, 沙特阿拉伯国家石油公司需要 MR 的专业人士参与进来。二个合作伙伴共同花了一年多的时间, 在详细的设计过程中开发了一个合适的解决方案。GRIDCON® STATCOM 就是这个解决方案。

由于具有快速无功功率和电压控制功能, GRIDCON® STATCOM 在正常运行和特殊运行模式 (如独立运行) 下都能在平台上安全稳定地运行定制化的技术。

模块化解决方案概念

得益于模块化解决方案概念, GRIDCON® STATCOM 系统可以紧凑的安装在合适的箱柜中。此外, 模块化解决方案方法提供了选项, 可以从客户应用实现冗余要求并降低服务费用。这对于要求可靠性高的应用尤为重要。



较短的设计和交付时间是模块化方法的另一个优势。通过在标准面板设计中使用标准 IGBT 单元, 工程工作量将大大减少, 这使得从设计开始到工厂验收测试的整个过程可以轻松、顺畅的进行。

为了测试 GRIDCON® STATCOM 系统的性能, 并在实际条件下对其进行优化, 专门建立了具有发电和可变负载的完整的 13.8 kV 实验室电网。利用实时数字仿真器 (RTDS) 预先对静态和动态运行进行仿真, 从而为集成测试提供了规范。

该系统已集成到印度尼西亚的一家造船厂的平台上, 并转移到目的地阿拉伯湾, 并于 2015 年 6 月成功进行了海上调试。

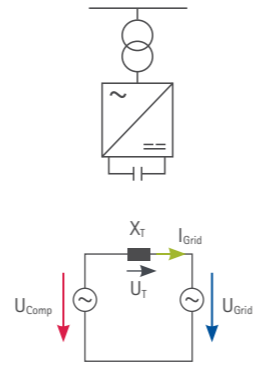
令人印象深刻的技术 性能可靠

运行状态

GRIDCON® STATCOM 系统基于电压源换流器 (VSC)，该换流器通过电感和变压器连接到电网。STATCOM 系统运行后，将存在二种不同的常规运行状态。在这二种情况下，假设电网电压为 $U_{Grid} = \text{const}$ ：

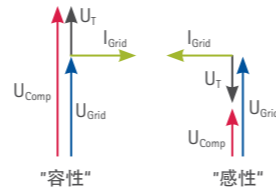
容性

- 向量 $U_{comp} >$ 向量 U_{Grid} 意味着：向量 U_T 指向与向量 U_{comp} 相同的方向
- 电流 I_{Grid} 正向流动（如图所示）
- STATCOM 系统向电网提供容性电流
- 电压升高



感性

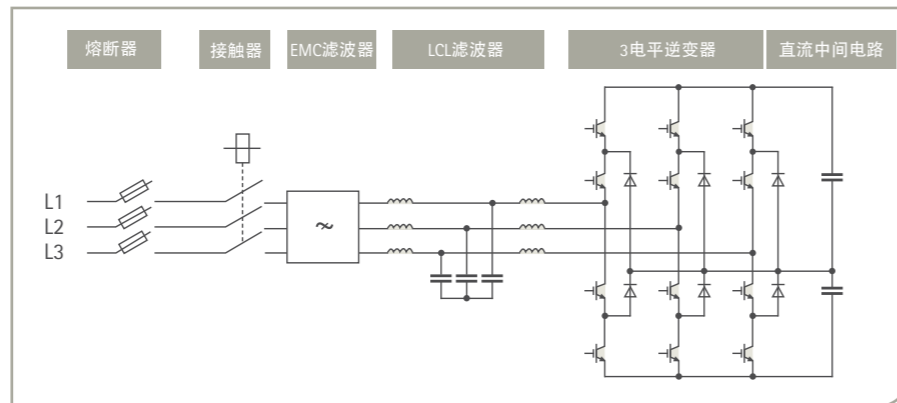
- 向量 $U_{comp} <$ 向量 U_{Grid} 意味着：向量 U_T 指向与向量 U_{comp} 相反的方向
- 电流 I_{Grid} 反向流动（如图所示）
- STATCOM 系统向电网提供感性电流
- 电压下降



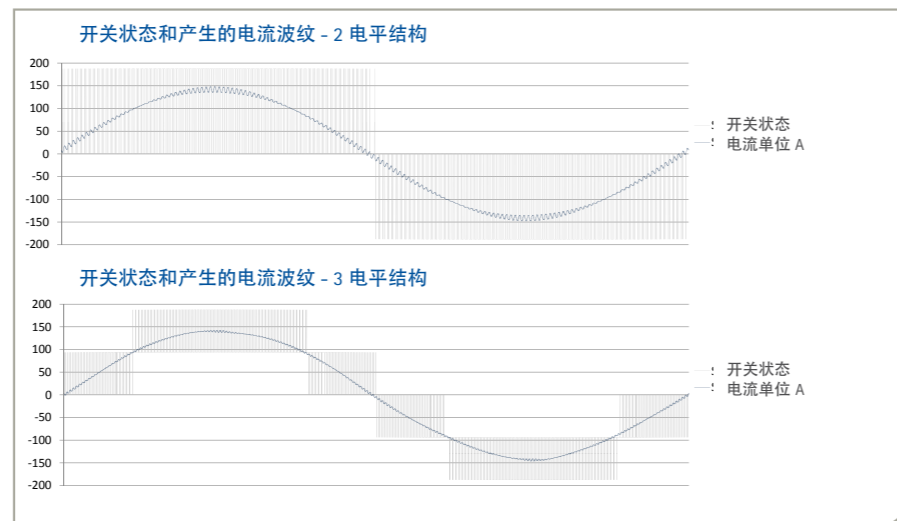
3 电平技术

GRIDCON® STATCOM 系统的 3 电平电路基于 12 个 IGBT，而传统的 2 电平设计仅有 6 个。通过特殊的线路可使功率半导体的电压负载减半。

这导致较低的损耗，同时也允许在具有较高中间电路电压的电网中使用。这还将允许产生更高的峰值电流，这对于过滤具有更高带宽的谐波是必需的。



与 2 电平结构相比，3 电平技术的另一个优势在于输出电流的波纹小。分离的中间电路和更多数量的 IGBT 在输出侧形成一个额外的开关状态。这使网络和 EMC 滤波器的设计更加紧凑，同时保持相同的开关频率，从而减少了损耗。



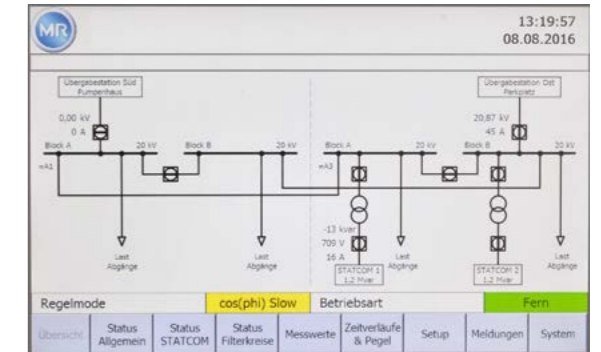
操作理念

操作

整个系统的参数化、操作和监测是通过一个带有图形触摸屏 (HMI) 的工业控制系统 (PLC) 来实现：

- 参数化 (系统参数)
- 操作系统的命令输入
- 可视化系统配置，包括设备状态
- 可视化测量值
- 显示事件和错误消息

此外，还提供了一个接口，用于将 GRIDCON® STATCOM 系统集成到更高级别的站层 (SCADA) 中。



服务

触摸屏构成了 GRIDCON® STATCOM 系统的服务界面。它用作接近系统的操作和显示。它具有清晰的菜单结构，也可用于在表格或图表中显示数据。

触摸屏提供的功能包括：

- 参数化 (硬件参数)
- 纯文本的状态和错误消息
- 随时可以切换语言
- 密码保护

GRIDCON® STATCOM 系统还可以使用基于 Web 的界面进行操作。日志保存在 SD 卡上，以便在服务时导出。



技术数据

技术数据	GRIDCON® STATCOM					
额定电压	3 kV - 35 kV, 带配套变压器					
电网频率	50 Hz / 60 Hz					
调节功能	电压调节 无功功率调节					
附加功能	可选项：ACF 功能 (2-51次谐波 (50Hz) / 2-41 次谐波 (60Hz))					
有效部件的功耗	< 2.1 % 最大补偿, < 1.8 % 在典型工作方式, < 0.4 % 空闲时, < 100 W 待机					
开关频率	10 kHz (低损耗设计)					
控制	带有两个数字信号处理器的内部控制计算机					
系统设置和显示	将 HMI 与图形显示或内部 Web 服务器 (TCP / IP) 和 PC 配合使用 —— 无需加装软件					
响应时间	取决于应用, 通常为 10 - 40 ms					
接口	以太网 (TCP / IP) 各种现场总线系统 (包括 Profibus 和 Modbus) 数字 I / O 接口(零电位、可配置), 用于状态信息					
测量互感器	电网/负载测量：三相电压测量 可二相或三相电流测量 STATCOM 测量：可二相或三相电流测量					
逆变器	3 电平 IGBT, 带电压中间电路 (直流薄膜电容器)					
配色	标准：RAL 7035 浅灰色 (可根据要求提供其他颜色和设计)					
尺寸 (宽 x 深 x 高约)	功率模块： 800 x 800 x 2000 mm 800 x 800 x 2200 mm 带底座 (可选) STATCOM (有源器件) 包括 电缆输入 2个 功率模块 1200 kvar 2200x800x2000 3个 功率模块 1800 kvar 3000x800x2000 4个 功率模块 2400 kvar 3800x800x2000 5个 功率模块 3000 kvar 4600x800x2000 6个 功率模块 3600 kvar 5400x800x2000					
冷却	标准：采用转速可控的风机, 进行风冷 选项：通过热交换器单元连接到外部冷却系统来进行液体冷却					
IP 防护等级	标准：IP20 选项配置：IP21... IP54					
环境条件	无需降低功率的最高环境温度：40°C 连续运行时, 推荐的环境温度：< 25°C 最低运行温度：0°C, 相对湿度：最高为95% 运输/存放温度：-20°C ... 70°C					
功率模块数量	2	3	4	5	6	
补偿	1200 kvar	1899 kvar	2400 kvar	3000 kvar	3600 kvar	
额定电流 (690 V)	1000 A	1500 A	2000 A	2500 A	3000 A	
重量	大约 1700 kg	大约 2400 kg	大约 3100 kg	大约 3880 kg	大约 4500 kg	
可扩展性	双绕组变压器：多达 6 个功率模块 三绕组变压器：多达 2 x 6 个功率模块					
电磁兼容性等级	EN 55011, 等级 A1 (工业环境)					
标准	EN 50178, EN 61439-1, EN 61439-2, EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 55011					

更高性能, 更多价值

GRIDCON® STATCOM ——
面向未来需求的动态无功补偿



适合于各种应用的解决方案

- 实施客户特定的解决方案
- 模块化系统方法可将功率扩展至 7.2 Mvar
- 全面的通讯接口 (MODBUS, Profi 总线, IEC 61850), 用于与客户现场控制系统交换信息
- 设计紧凑, 安装多样性 (室内、箱柜)
- 与无源系统的组合可用于系统优化



最大的可靠性和稳定性

- 多级冗余 (功率模块和各个 IPU)
- 持续时间不超过 250 ms 的故障不会导致 STATCOM 关闭
- 即使在电网电压比额定电压低 20% 的情况下, 仍具有全动态特性
- 符合工业环境的 EMC 要求 (EN 55011)



使用寿命周期成本低

- 极低的损耗使能源消耗保持在较低水平, 减少了控制气候变化所需的工作量和费用
- 保证备件的可利用性, 确保设备使用寿命长
- 高质量的电力电子元件, 使用时间长, 无中断



易于维护和操作

- 全面的 MR 服务：我们内部的电力电子技术中心提供调试、系统更新、系统咨询以及各种培训
- 借助 MR 公司遍布全球各地, 可在短时间内提供现场支持
- 集成的 Web 服务器可实现与位置无关的全面状态和服务信息访问
- 基于 PLC 的系统控制器的客制化操作界面
- 借助模块化系统方法, 各个组件的维修更加简单
- 借助针对新任务或修改后任务的独立参数设置, 使其具有持久灵活性

低压解决方案:

Maschinenfabrik Reinhausen GmbH

Power Quality Berlin

Urban Tech Republic | Building H / ZKSI

Airport Tegel 1

13405 Berlin, Germany

Phone: +49 30 330915-0

E-mail: support.pq@reinhausen.com

中压解决方案:

Maschinenfabrik Reinhausen GmbH

Power Quality Erfurt

Gustav-Weißkopf-Str. 4, 1. floor

99092 Erfurt, Germany

Phone: +49 361 3010 3-0

E-mail: support.pq@reinhausen.com

Maschinenfabrik Reinhausen GmbH

Falkensteinstrasse 8

93059 Regensburg, Germany

Phone: +49 941 4090-0

E-mail: info@reinhausen.com

www.reinhausen.com

Please note:

The data in our publications may differ from the data of the devices delivered. We reserve the right to make changes without notice.

IN5040625/00 ZH – GRIDCON® STATCOM –

F0397300 – 10/23 – ceshang/uw

©Maschinenfabrik Reinhausen GmbH 2020

THE POWER BEHIND POWER.

