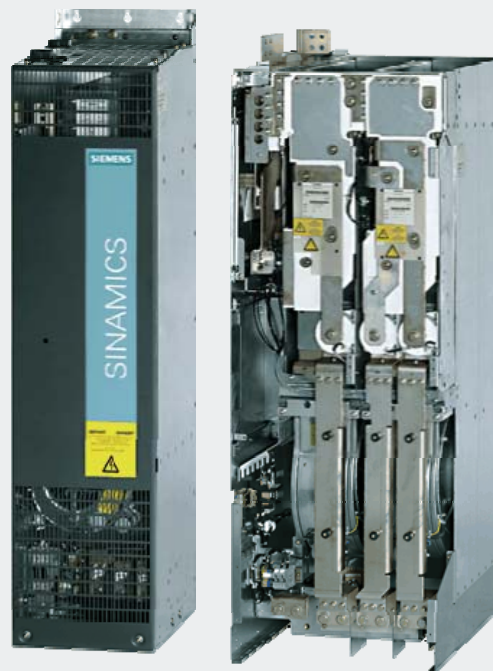
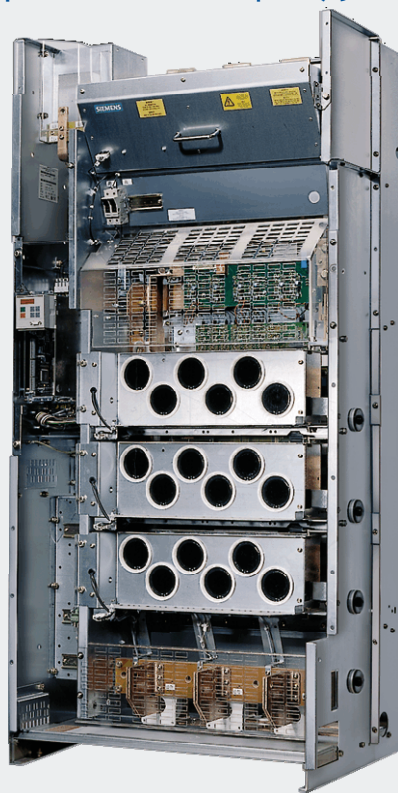


# 仅供内部使用

## MASTERDRIVES – SINAMICS 工程设计指南

- 用 SINAMICS G130 和 SINAMICS S120 装置替换 SIMOVERT MASTERDRIVES VC 系列变频装置
- 公共直流母线传动系统中 SIMOVERT MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS S120 装置的混合运行

版本 V1.0 · 2012 年 4 月



## MASTERDRIVES - SINAMICS

Answers for industry.

**SIEMENS**



## MASTERDRIVES – SINAMICS 工程设计指南

版本 V1.0 - 2012 年 4 月

仅供内部使用

### 免责声明

本文件已经过我们的检查与所述硬件和软件相符。尽管如此，疏漏仍在所难免，因此，无法确保本文件具备完美的一致性。本文件中的信息内容将被定期审查，并在后续版本中进行必要的更正。

保留无通告更改权利。

© Siemens AG 2012

前言

目录

MASTERDRIVES 与 SINAMICS 系列  
产品比对

用 SINAMICS 系列产品代换独立的  
MASTERDRIVES VC 变频装置

MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS  
在公共直流母线传动系统中的混合运行

在公共直流母线传动系统中的几种  
重要和典型的混合和运行

参考文献

SIMOVERT MASTERDRIVES 系列产品正面临更新换代。该系列产品将会陆续退出中国市场。退市期间，已安装的设备仍可获得可靠的备件、维修和服务支持。

尽管如此，继续采用 MASTERDRIVES 装置扩容或改造现有的 MASTERDRIVES 传动系统会存在限制。

当需要扩容、改造或部分地替换现有的 MASTERDRIVES 传动系统时，建议采用最新的 SINAMICS 系列产品做替换。尽可能地实现用 SINAMICS 彻底替换掉完整的 MASTERDRIVES 系统。对于无法实施彻底改造的场合，也可以采用 SINAMICS 装置扩容或逐渐替换 MASTERDRIVES 变频装置。

本文档为使用 SINAMICS 变频器扩容或改造现有的 MASTERDRIVES 传动系统的工程设计提供参考性指南。首先，本文档对 MASTERDRIVES 和 SINAMICS 系列变频装置的关键特性进行对比，列出它们之间最重要的共有特性和差异。接下来，描述采用 SINAMICS 替换 MASTERDRIVES VC 变频器时必须遵守的相关准则、如何使用 SINAMICS 扩容基于 MASTERDRIVES VC 的现有系统，以及，如何才能采用 SINAMICS 装置在后期逐步替换基于 MASTERDRIVES VC 的整个传动系统。

鉴于 MASTERDRIVES 和 SINAMICS 系列产品的复杂性，本文档无法详细描述所有细节。本文可以且仅作为一个指南手册，描述 MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 装置混并应用时必须遵守的相关注意事项和基本规则和实施步骤。

本文重点描述 MASTERDRIVES VC（矢量控制）系列变频装置和柜体模块与 SINAMICS 系列变频装置和调速柜体之间的混合应用和代换（后者代换前者）。采用 SINAMICS 系列模块型和书本型变频器或者二者组合使用代换书本型或增强书本型 MASTERDRIVES VC 变频器，其基本原则与装置型变频器相同，因此，本文仅对其作简单的描述。

本文供专业技术人员和已经通过培训的人员使用。对于完整系统应用，本文提供的信息是否适用，由应用工程师负责评估。此外，应用工程师也应对最终系统承担相应的责任。

本文第一版主要介绍空冷应用的变频装置和柜体。后续版本中将会涉及液冷变频装置和变频调速柜。

### 说明

在“SIMOVERT MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS S120 在公共直流母线系统中的混合运行”和“公共直流母线中的几种重要和典型的混合运行”章节中所述的系统配置中所涉及到两种变频系列的相关组件，他们在系统应用中的技术可行性和多种组合，多年以来已经在相关领域的实际应用中获得了充分验证。

然而，应该告知的，MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 装置的公共直流母线混合运行目前尚未在工厂进行全部系统测试。关于特定的混合运行，其技术评估和相关风险评估由应用工程师负责 – 针对于任何应用系统的相关解决方案，该要求均适用。应用工程师应对最终系统应用负责。

### 获得本文档：

西门子企业网站提供英文 PDF 版下载：

<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/61450438>

西门子企业网站提供中文 PDF 版下载：

### 本文内容技术负责人：

I DT LD P PRM 1 产品管理 / 技术顾问

Netzold 博士 <mailto:Volker.Netzold@siemens.com>

### 编辑：

I DT LD P S MK 营销公关

Röder 先生 <mailto:Werner.Roeder@siemens.com>

## 目录

<b>1. MASTERDRIVES – SINAMICS 系列产品对比</b> .....	6
1.1 概述.....	6
1.1.1 主要的共同特性.....	7
1.1.2 主要差异.....	8
<b>2 用 SINAMICS 代换独立的 MASTERDRIVES VC 变频器</b> .....	11
2.1 装机装柜型变频器装置.....	11
2.1.1 电气和机械设计.....	11
2.1.2 装机装柜型变频装置的关键特性对比.....	12
<b>3 在公共直流母线中 MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 装置的混合运行</b> .....	19
3.1 概述.....	19
3.2 装置型进线整流和整流/回馈单元.....	19
3.2.1 电源换向 两象限整流装置.....	19
3.2.2 电源换向 四象限整流/回馈装置.....	26
3.2.3 自换向 四象限整流/回馈装置.....	35
3.3 逆变装置.....	43
3.4 检查直流回路电容.....	50
3.4.1 检查直流母线的总电容.....	50
3.4.2 检查进线整流单元的预充电能力.....	55
3.5 系统组件.....	56
3.5.1 进线侧系统组件.....	56
3.5.2 直流回路组件.....	56
3.5.3 电机侧系统组件.....	56
3.6 电机绕组应力.....	57
<b>4. 公共直流母线传动系统中几种重要和典型的混合运行</b> .....	58
4.1 概述.....	58
4.1.1 用 SINAMICS S120 逆变装置扩容至现有的 MASTERDRIVES 直流母线系统.....	58
4.1.2 用 SINAMICS S120 逆变装置代换 MASTERDRIVES VC 逆变装置.....	58
4.1.3 用 SINAMICS S120 整流装置代换 MASTERDRIVES 整流装置.....	59
4.1.4 持续改造 MASTERDRIVES 直流母线系统至 SINAMICS 直流母线系统.....	59
<b>5 参考文献</b> .....	60

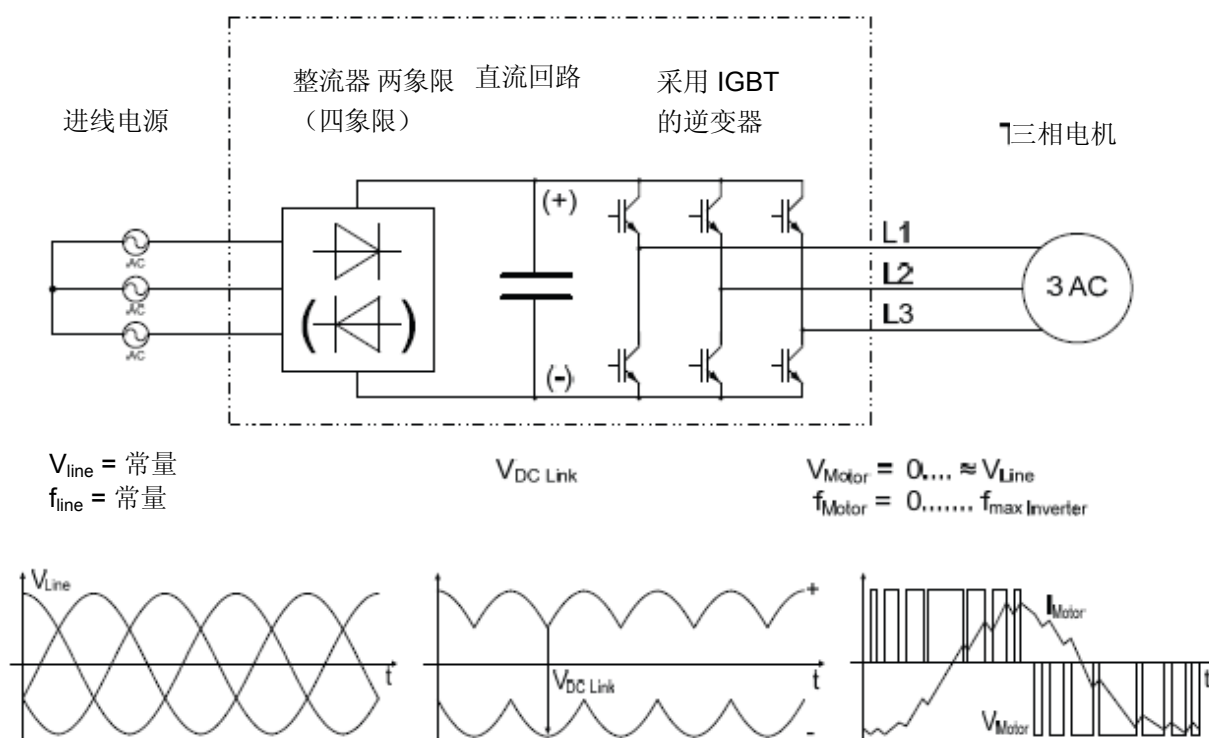
# MASTERDRIVES – SINAMICS 系列产品比较

## MASTERDRIVES – SINAMICS

### 1. MASTERDRIVES – SINAMICS 系列产品对比

#### 1.1 概述

MASTERDRIVES 系列和 SINAMICS 低压系列中的装置均为 PWM 型变频器，其包含一个直流回路和采用了 IGBT 元件的两电平逆变装置。



#### MASTERDRIVES 系列变频器和 SINAMICS 系列低压变频器的工作原理

两个变频系列的进线电压范围均为：

- 380 V – 480 V 3AC,
- 500 V – 600 V 3AC,
- 660 V – 690 V 3AC

其中，对于装置型 SINAMICS S120，上述最后一个进线电压范围被扩容为 500 V – 690 V 3 AC。变频器和逆变装置的功率范围自约 0.5KW 并通过装置并联达到约 6 MW。

两个系列产品均采用模块化设计。我们不仅提供成套的变频装置，还提供可选的两象限和四象限进线整流装置，该进线整流装置可以为独立的逆变装置或电机模块或者使其部分地下挂于公共直流母线进行供电。通过采用微处理器的控制单元实现闭环控制，装置设计为高精度控制系统，动态性能优异。

得益于这些共性的设计平台，SINAMICS 变频装置可以相对简便地代换 MASTERDRIVES 系列变频器；采用 SINAMICS 逆变装置也可以方便地扩容于现有的 MASTERDRIVES 直流母线系统中；此外，也可以采用 SINAMICS 系列进线整流装置和逆变装置持续改造现有 MASTERDRIVES 公共直流母线传动系统。

然而，尽管拥有上述共性的设计平台，这两个系列的变频系统还是存在一些细节性的差异。因此，对基于 MASTERDRIVES 公共直流母线的传动系统进行扩容或后续改造时，必须仔细考虑这些差异。

### 1.1.1 主要的共性

MASTERDRIVES 系列和 SINAMICS 低压系列之间的主要共性如下：

- 相似的进线供电电压范围（含容差）：
  - 380 V – 480 V 3AC
  - 500 V – 600 V 3AC
  - 660 V – 690 V 3AC

→ SINAMICS S 的限定：

  - SINAMICS S 书本型变频器仅适用 380 V – 480 V 进线电压，不适用 500 V – 600 V 进线电压
  - SINAMICS S 装置型变频器适用于如下进线电压范围：
    - 380 V – 480 V 3AC
    - 500 V – 690 V 3AC
- 相似的进线整流单元：
  - 电源换向 不控型，两象限整流装置（整流单元）
  - 电源换向 不控型，四象限整流回馈装置（整流/回馈单元）
  - 自换向 调节型，四象限整流回馈装置（整流/回馈单元）
- 相似的直流回路电压范围：
  - 过压关断阈值相同
  - 制动模块工作范围相同
  - 相似的欠压关断阈值
- 相似的逆变单元：
  - 两电平 IGBT 逆变装置（或逆变单元）
  - 类似的负载循环周期的过载定义（标准负载周期“重过载”定义）。
  - 相似的电机侧应力影响：
    - 变频运行期间的电机绕组电压应力
    - 变频运行期间的电机轴承电流

→ 针对于 SINAMICS S：

  - 脉冲频率出厂设置值更低，这将：
    - 略微增大了电机杂散损耗
    - 电机噪声可能略大
  - 过载特性在负载周期下存在差异，以下情况可能需要额外采取电流降容处理：
    - 运行时负载波动较大且负载循环周期较小
    - 输出频率较小且输出电流较大时
- 相似的解决方案，并联功率单元以提高功率装置的额定功率：
  - 多个相同的进线整流单元或者多个相同的逆变装置可以并联使用。

→ SINAMICS 的优势：

  - 对于 MASTERDRIVES 来说，仅可以并联连接最大规格的功率单元；对于 SINAMICS 120，各种规格的功率装置均可以并联，最多可以实现4台相同规格的装置并联。
  - 并联连接的MASTERDRIVES 功率单元需要一个专用接口模块，该模块连接于控制单元 CUVC 和功率单元之间；对于 SINAMICS S120则不需要。
  - MASTERDRIVES 逆变单元可并联连接至共绕组系统的电机，需要配置输出电抗器或者专用电抗器；对于 SINAMICS S120，只要电机电缆的最小长度符合规定要求即可。

# MASTERDRIVES – SINAMICS 系列产品比较

## MASTERDRIVES – SINAMICS

---

- 相似的系统组件:
  - 进线侧电抗器和滤波器
    - SINAMICS 的优势:
      - SINAMICS G130 和 G150 变频器可以配置独立的进线谐波滤波器
  - 制动模块和制动电阻器
  - 输出侧电抗器和滤波器
    - SINAMICS 的优势:
      - 对于 S120 装置，在不配置电抗器和滤波器下，机电缆的容许长度更大（模块型和书本型变频器其机电缆容许长度其趋势与装置型相似）
- 相似的控制特性
  - 基本 V/f 控制
  - 高性能电机矢量控制，既适于永磁电机，也适于独立的励磁同步电机
  - 动态伺服控制（本文不讨论该特性）
- 相似的通信接口和端子扩展端口
  - PROFIBUS 接口
  - CAN 总线接口
    - SINAMICS 的优势:
      - 可以使用其他的 PROFINET 接口和以太网接口
    - SINAMICS 相较于 MASTERDRIVES 的缺点:
      - 无 USS 接口，不支持连续点对点通信，没有快速的 SIMOLINK 总线去连接驱动装置
  - 数字量和模拟量输入和输出
  - 用户友好的操作面板

### 1.1.2 主要差异

MASTERDRIVES 系列和 SINAMICS 低压系列之间的主要差异如下:

- 为减少 6 脉动整流回路的进线谐波:
  - MASTERDRIVES:
    - 采用 12 脉动
  - SINAMICS:
    - 对于 SINAMICS G130 和 SINAMICS G150 变频器，采用 12 脉整流或者可以采用独立的进线谐波滤波器
- 逆变和进线整流单元之间的直流回路的电容分配:
  - MASTERDRIVES:
    - 直流回路电容仅安装于逆变装置内。  
进线整流单元（整流单元和整流/回馈单元）没有直流回路电容。
  - SINAMICS:
    - 直流回路电容在逆变装置与进线整流装置之间进行了分配。
  - **注意:** 对于公共直流母线中的 MASTERDRIVES 和 SINAMICS 变频器混合运行，这是一个需要考虑的关键因素。详见章节“检查直流回路的电容”。



## MASTERDRIVES – SINAMICS 系列产品比较

### MASTERDRIVES – SINAMICS

- 进线整流单元对直流电容的预充电:
  - MASTERDRIVES:
    - 整流单元和整流/回馈单元采用晶闸管相控技术从而控制电流对直流回路电容器进行充电。因此，对于连接在直流回路侧的电容实际上不存在任何限制。仅调节型，有源前端（AFE）的整流/回馈单元才通过预充电电阻向直流电容充电，因此，这种情况下，必须限制直流回路电容。
  - SINAMICS:
    - 电源换向不控型 整流， S120 基本整流装置采用晶闸管相控技术向直流回路电容进行带时间控制的充电；不控型 整流， S120 整流/回馈装置和调节型 S120 有源整流装置都是通过预充电电阻向直流回路电容充电。其结果：
      - 两种预充电原理都要求必须对可以连接至 S120 基本整流装置、整流/回馈装置和有源整流装置上的直流回路电容进行限制。
      - S120 基本整流装置和 S120 整流/回馈装置采用了不同预充电原理。因此，相较于 MASTERDRIVES 系列整流单元和整流/回馈单元的混合运行，SINAMICS 系列基本整流装置和回馈/整流装置的混合运行明显更加复杂。

➔ 注意：对于直流母线中混合运行的 MASTERDRIVES 和 SINAMICS 装置，这些均是需要考虑的、非常关键性的因素。详见章节检查“直流回路的电容”。
- 控制单元:
  - MASTERDRIVES:
    - 1 个控制单元仅可以控制 1 个驱动或者 1 个轴。
    - 矢量控制 (CUVC) 和伺服控制 (CUMC) 分别采用独立的控制单元实现。
  - SINAMICS:
    - 1 个 CU320-2 控制单元可以控制多个驱动或者多轴
    - CU320-2 控制单元既适于矢量控制，又适于伺服控制

➔ 注意：MASTERDRIVES 系列所支持的 USS 接口和 SIMOLINK 总线，SINAMICS 不再支持。因此，必须采用 SINAMICS 的可用接口（实现类似控制）。
- 水冷或液冷:
  - MASTERDRIVES:
    - 可以提供标准的水冷系列产品，其技术数据和外型尺寸与空冷系列产品相同
  - SINAMICS:
    - 可以提供液冷系列产品。液冷产品的占用空间经过了优化设计，体积显著小于相应的空冷型装置；但是，液冷装置型号明显少于空冷装置。
- 安全集成:
  - MASTERDRIVES:
    - 仅支持“安全停机”。
  - SINAMICS:
    - 各种安全集成的基本功能和扩展功能都被支持。

➔ 注意：采用 SINAMICS 系列产品代换 MASTERDRIVES 产品时，如果改变了现有机器或系统的功能（如，通过提高速度或者功率），则更改后的机器或系统必须视同新的机器或系统；这意味着，必须根据当前有效的机器指令进行危险分析；而且，需要根据危险分析的结果，采用恰当的安全技术。所有安全功能都必须进行验收测试，且进行恰当的认证。

## MASTERDRIVES – SINAMICS 系列产品比较

### MASTERDRIVES – SINAMICS

---

- 产品目录中用于公共直流母线多电机传动系统的模块化柜体:
    - MASTERDRIVES:
      - 无: 需要工程化的柜体方案
    - SINAMICS:
      - 有: S120 标准柜体模块
- SINAMICS 的优势:  
SINAMICS S120 装置和柜体的噪音显著低于相应的 MASTERDRIVES 系列。

## 2 用 SINAMICS 代替独立的 MASTERDRIVES VC 变频器

MASTERDRIVES 和 SINAMICS 系列都具有各种装机装柜型变频装置和变频调速柜。装机装柜型变频器有不同的供货形式：

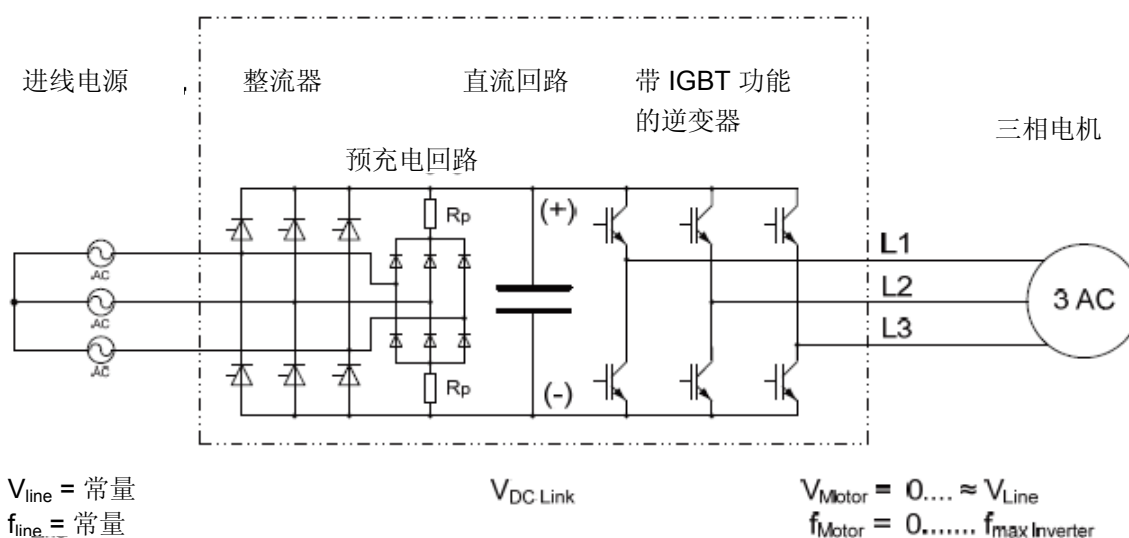
- MASTERDRIVES 变频器：
  - 增强型 (0.5.....15 kW)
  - 紧凑型 (2.2.....37 kW)
  - 装置型 (37.....400 kW)
- SINAMICS 变频器：
  - 书本型 (0.37.....90 kW)
  - 装置型 (75.....800 kW)

后文将对装置型变频器进行更加详细的描述。

### 2.1 装机装柜型变频装置

#### 2.1.1 电气和机械设计

对于这两个系列的变频装置，其变频回路都包含一个 6 脉冲晶闸管整流桥（不回馈，两象限）、1 个带电解电容的直流回路和 1 个采用了 IGBT 技术的两电平逆变器。预充电采用带预充电电阻  $R_p$  的独立的整流预充电实现。



装机装柜型变频装置：MASTERDRIVES VC / SINAMICS G130 / SINAMICS S120

MASTERDRIVES VC 系列产品的装机装柜型装置含一个电子箱，其中安装有控制单元、矢量控制装置 CUVC 和用于基本参数设置的 PMU。

对于 SINAMICS 系列产品，SINAMICS G130 和 SINAMICS S120 可用作装机装柜型的变频装置。SINAMICS G130 和 S120 装机装柜变频装置包括一个功率模块，采用 CU320-2（用于 G130）或 CU310-2、CU320-2（用于 S120）控制单元。这两种控制单元必须单独订购。

#### SINAMICS 130:

SINAMICS G130 变频器设计用于异步电机传动系统，适用于中、低动态响应的闭环控制应用。该系列变频器支持“V/f 控制”和“矢量控制”模式（无传感器，和带 SMC30 编码器接口+TTL/HTL 增量式编码器）。其工作电压和功率范围如下

- 380 V -10 % 至 480 V 3AC +10 % / 110 – 560 kW,  $V_{Line} = 400\ V$  时。
- 500 V -10 % 至 600 V 3AC +10 % / 110 – 560 kW,  $V_{Line} = 500\ V$  时。
- 660 V -10 % 至 690 V 3AC +10 % / 75 – 800 kW,  $V_{Line} = 690\ V$  时。

这些变频器支持安全集成的基本功能：STO、SS1 和 SBC。

得益于这些特性，SINAMICS G130 装机装柜型变频装置实际上在任何一种应用中都可以代换 MASTERDRIVES VC 装机装柜型变频装置。

# 采用 SINAMICS 变频装置替换 MASTERDRIVES VC 变频器

## MASTERDRIVES – SINAMICS

### **SINAMICS S120:**

SINAMICS S120 变频装置设计用于异步电机和永磁同步电机，且适用于对闭环控制质量要求很高的应用场合。这类变频器支持“V/f 控制”、“矢量控制”模式（无传感器、带编码器接口单元 SMC10、SMC20 和 SMC30，以及各种常见编码器）和“伺服控制”。其工作电压和功率范围如下：

- 380 V -10 % 至 480 V 3AC +10 % / 110 – 250 kW,  $V_{Line} = 400$  V 时。

此变频装置支持安全集成的基本功能：STO、SS1 和 SBC，SINAMICS 的安全集成扩展功能同样具备。得益于这些特性，SINAMICS S120 装机装柜型变频装置的多方面的相关性能均显著优于 MASTERDRIVES VC 装机装柜型变频装置。因此，可以采用它们来替换 MASTERDRIVES VC 装机装柜型变频装置，但是，电压范围必须限制在 380 V 至 480 V 3AC。

MASTERDRIVES VC 装机装柜型变频装置	SINAMICS G130 装机装柜型变频装置	SINAMICS S120 装机装柜型变频装置
 <p>MASTERDRIVES 装机装柜型变频装置，含带矢量控制 CUVC 控制单元和用于参数设置 PMU 单元的电子箱</p>	 <p>SINAMICS G130 装机装柜型变频装置，由功率模块和控制单元 CU320-2 组成</p>	 <p>SINAMICS S120 装机装柜型变频装置，由功率模块和控制单元 CU310-2 或 CU320-2 组成</p>

装机装柜型变频装置：MASTERDRIVES VC / SINAMICS G130 / SINAMICS S120

### 注意：

对于 MASTERDRIVES VC 系列产品，变频单元配有 CUVC 控制单元，可配有 MASTERDRIVES 系列产品的全部可用通信接口。详情请参阅产品目录 DA 65.10。

对于 SINAMICS 系列产品，所有 G130 和 S120 装置都可以和 CU320-2 或 CU310-2 配合使用，因此，也可以使用 SINAMICS 系列产品的全部可用通信接口。

MASTERDRIVES 系列产品的全部通信接口并非都可用于 SINAMICS 系列产品。采用 SINAMICS 变频装置替换 MASTERDRIVES 变频单元时，必须根据具体的应用情况检查相应的通信接口选项。

## 2.1.2 装机装柜型变频装置的关键特性对比

下文介绍 MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 系列装机装柜型变频装置的关键数据和特性。采用 SINAMICS 变频装置替换 MASTERDRIVES VC 变频单元时必须仔细考虑这些关键数据和特性。本节末尾以列表方式直接对比了其中最关键的数据。

### 功率

MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 变频装置的功率范围不同，详见本节末尾的表格。

装置型 MASTERDRIVES VC 变频系列产品的范围范围为 37 kW 至 400 kW，SINAMICS G130 变频装置的功率范围为 75 kW 至 800 kW（SINAMICS S120 为 110 kW 至 250 kW）。这意味着，功率范围较小的装置型 MASTERDRIVES 变频器不能采用 SINAMICS G130 或 SINAMICS S120 装置进行替换；须采用 SINAMICS G120 书本型装置替换。

### 进线电压

允许的进线电压的范围相同。但进线电压容差则存在轻微的差别。对于这两种系列的变频装置，进线电压连续容差上限均为 +10 % (MASTERDRIVES VC 例外情况：其上限容差为：690 V +15 %)。对于进线电压连续容差下限，MASTERDRIVES 系列变频单元为 -15 %，SINAMICS 系列变频装置仅为 -10 %。然而，SINAMICS 系列变频装置可以容许持续 1 分钟的 -15 % 偏差。对于 SINAMICS 系列变频装置，该时间限制实际上没有意义。因为，较大的进线电压下降（例如，直接启动连接至供电网上的大功率电机）所持续的时间大多数情况下都非常短暂。

### 供电频率

供电频率范围和容差都相同。

### 供电系统

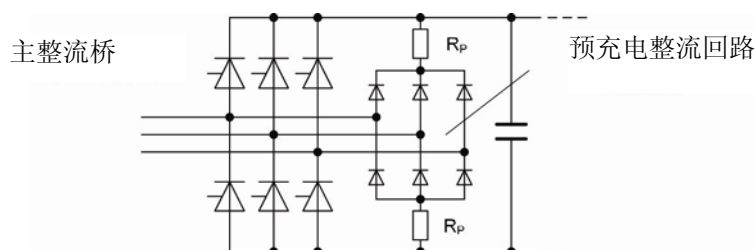
这两种变频系列产品都可以连接至中性点接地的 TN 和 TT 供电系统，以及浮地型 IT 供电系统。对于 SINAMICS 变频系列，当调试连接至 IT 供电系统上的（变频装置），必须确保拆除掉相应连接片，使得射频干扰抑制滤波器从接地板上断开（SINAMICS 变频系列标配了符合 EN 61800-3, Category C3 标准的射频干扰抑制滤波器）。

### 进线谐波失真

根据 6 脉动三相整流桥的工作原理可知，MASTERDRIVES VC 变频系列产品和 SINAMICS G130 / S120 变频系列产品会产生相对较强的进线谐波。进线电流将包含较大的谐波分量，其谐波阶数为  $h = n \cdot 6 \pm 1$ ，其中， $n$  为例如 1、2、3 等的整数。总电流谐波率 THD (I) 的典型值为约 30 % 至 45 %。关于谐波特性，详细信息请参阅《SINAMICS 低压变频工程设计手册》。

### 预充电

对于 MASTERDRIVES VC 系列变频装置、SINAMICS G130 和 SINAMICS S120 变频装置，配有晶闸管的主整流桥且并联了一个二极管整流的预充电回路。



MASTERDRIVES VC、SINAMICS G130 和 SINAMICS S120 变频装置的预充电

连接进线电源后，直流回路通过预充电整流桥和预充电电阻进行充电。预充电期间，主整流桥被封锁，即，不触发晶闸管。一旦完成直流回路的充电过程，将及时在精确的时间点触发主整流桥的晶闸管。其工作过程期间，晶闸管整流桥本质上类似于一个二极管整流桥。其工作电流基本上完全流经主整流桥。因为，相较于并联了预充电电阻的预充整流回路，主整流回路的电阻明显更小。

### 额定输出电流

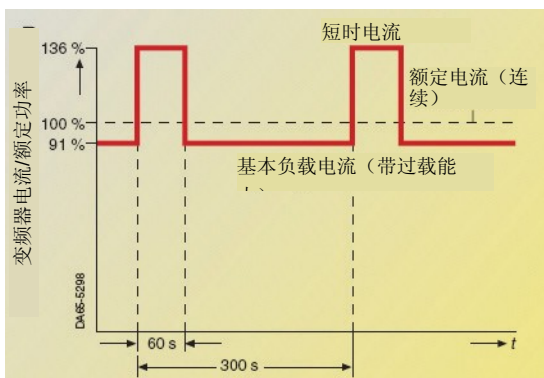
两个系列的变频器，即使具有相同的额定功率，其额定输出电流也存在轻微差异。其原因是，MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 系列采用了不同的额定功率定义。MASTERDRIVES VC 系列装置的额定功率定义基于 8 极电机；SINAMICS 系列装置则基于 6 极电机。关于额定功率定义，详细信息请参阅《SINAMICS 低压变频工程设计手册》。

### 过载能力/负载周期定义

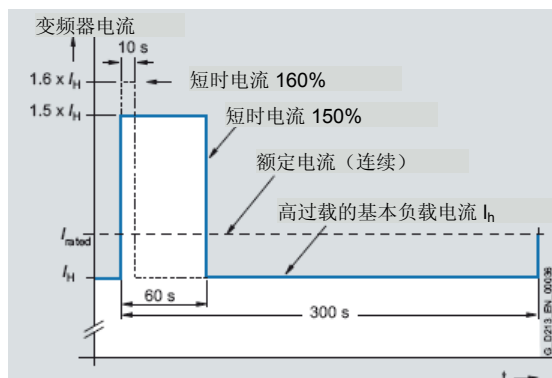
MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 变频器系列的过载能力极其相似。MASTERDRIVES VC 装置系列的标准负载周期与 SINAMICS 装置系列的标准“重过载”负载周期定义基本相一致。

# 采用 SINAMICS 变频装置代换 MASTERDRIVES VC 变频器

## MASTERDRIVES – SINAMICS



MASTERDRIVES VC 变频器系列的标准负载周期



SINAMICS 变频器系列的标准“重过载”负载周期

两个系列的变频装置都可以连续地工作于其额定输出电流。当然，也不存在任何过载预量。若要求变频装置必须具备过载预量，则过载期间，变频装置不得工作于超出其最大热利用率的极限状态。对于要求具备过载能力的传动装置来说，也必须根据连续热额定电流容许值减小基本负载电流。基本负载电流相对于额定电流减小得越大，过载工作期间的热预留量越大。

对于 MASTERDRIVES VC 系列变频器的标准负载周期，其基本负载电流被减小至额定输出电流的 91%，短时电流为额定输出电流的 136% 或者基本负载电流的 150%。变频装置工作于 240s 周期的基本负载电流期间，短时电流容许持续 60s。

对于 SINAMICS 的标准“重过载”负载周期，基本负载电流被减小至值  $I_h$ 。SINAMICS 变频器系列的基本负载电流  $I_h$  取决于具体的变频装置。该技术参数请参阅相应的产品目录。对于绝大多数 SINAMICS 变频器，基本负载电流  $I_h$  为额定输出电流的 89%，与 MASTERDRIVES VC 变频装置系列几乎相同。然而，对于各种 SINAMICS 变频装置来说（尤其是机座规格为 HX，工作电压为 380V 至 480V 3AC 的装置），该值明显小。通常，短时电流为基本负载电流  $I_h$  的 150%。变频装置可工作于 240s 的基本负载电流，短时电流可持续 60s。

对于 SINAMICS 变频装置系列，由于其基本负载电流为  $I_h$ ，当采用需要完全或几乎完全相同于 MASTERDRIVES VC 与短时电流定义的标准负载周期的 SINAMICS 变频装置代换 MASTERDRIVES VC 变频单元时，必须始终仔细地检查其过载能力。在具体应用中，这意味着可能需要使用额定功率较大的 SINAMICS 变频装置。

### 注意！

在负载周期内存在非常大的负载电流波动、负载周期持续时间极短，或者变频装置长时间工作于较低的输出频率时，必须遵照 SINAMICS 变频装置的适用性规定，仔细对用来代换 MASTERDRIVES VC 的 SINAMICS 装置进行工程设计选型。关于工程设计，详细说明请参阅《SINAMICS 低压变频工程设计手册》中的章节“负载周期”和“IGBT 模块和逆变装置功率单元的功率循环能力”。

### 输出电压

两个系列的变频装置都采用类似的门极控制器件，类似的脉冲控制模式。两个系列的变频装置都支持边沿调制。这意味着，当使用边沿调制时，MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 变频装置都可以获得与输入电压相接近的最大输出电压。详细信息，请参见本节末尾的表格。

### 脉冲频率

对于 MASTERDRIVES VC 变频单元，出厂设置的脉冲频率与其电压和功率无关，且通常被设置为 2.5 kHz；对于 SINAMICS 变频装置，脉冲频率与具体的产品规格有关，为 2.0 kHz 或者 1.25 kHz。SINAMICS 变频装置的脉冲频率相对较低，因此，电机损耗会略大，且变频装置运行下的电机噪声会上升。采用 SINAMICS 变频装置代换 MASTERDRIVES VC 变频单元时，如果仍希望将脉冲频率保持为 2.5 kHz，则必须考虑 SINAMICS 相关的电流降容。这类信息请参阅相应的 SINAMICS 产品目录或者《SINAMICS 低压变频工程设计手册》。

### 输出频率

可实现的输出频率取决于变频的脉冲频率。对于 MASTERDRIVES VC 变频系列，其出厂设置的脉冲频率较高，因此，其可达到的输出频率会大于 SINAMICS 变频装置。相关信息，请参见本节末尾的表格。当输出频率相对较高的 MASTERDRIVES VC 变频需要被代换为 SINAMICS 变频装置时，必须检查 SINAMICS 变频装置在出厂设置情况下可以达到的输出频率。必要时，可以增大脉冲频率。此时，必须考虑 SINAMICS 变频装置与之相关的电流降容系数。在实际应用中，这意味着可能必须使用额定功率较大的 SINAMICS 变频装置。

### 防护等级

对于 SMATERDRIVES VC 系列产品，装机装柜型变频装置的标准防护等级 IP00，IP20 为可选项。对于 SINAMICS 系列产品，装机装柜型变频装置的防护等级取决于不同的产品系列，可以为 IP20 或 IP00，详见本节末尾的表格。

### 环境温度

两个系列的变频装置设计运行于 0°C 至 40°C 环境温度。工作于该环境温度时，不存在任何限制。进行相应的电流降容之后，MASTERDRIVES VC 变频器最高可工作于 50°C，SINAMICS 变频装置可最高工作于 55°C。相较于 MASTERDIRVES 变频器，SINAMICS 变频装置的降容曲线更加平缓，因此，MASTERDRIVES VC 变频器可以方便地被代换为 SINAMICS 变频装置。

### 冷却

对于这两个系列的变频装置，装机装柜型装置都采用风扇冷却。风扇采用 230 V AC 单相电源供电。该电源在变频装置中由一个独立的变压器产生。

### 冷却空气的要求

MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 系列装机装柜型变频装置的冷却空气要求可能存在明显的不同。额定功率较小时，SINAMICS 变频装置其值通常更低（变频装置含一个功率单元，机座规格为 FX 和 GX）。额定功率较大时，SINAMICS 变频器装置其值通常更高（变频器含多个功率单元，机座规格为 HX 和 JX）。因此，采用 SINAMICS 变频装置代换 MASTERDRIVES VC 变频器时，必须根据具体情况检查冷却空气的要求。

### 噪声

SINAMICS 变频系列的声压级比 MASTERDRIVES VC 变频器约低 5 dB 至 7 dB。

### 安装海拔高度

MASTERDRIVES VC 变频系列可以无任何限制地工作于海拔 1000 米的高度；采用恰当的降容处理，最高可工作于海拔 4000 米的高度。SINAMICS 变频系列可以无任何限制地工作于海拔 2000 米的高度；采用恰当的降容处理且配用隔离变压器后，最高可工作于海拔 5000 米的高度。相较于 MASTERDIRVES 变频器，SINAMICS 变频装置的降容曲线更加平缓，因此，在安装海拔高度方面，MASTERDRIVES VC 变频器可以方便地被代换为 SINAMICS 变频装置。

### 损耗和效率

由于功率单元使用了极其相似的电气设计和功率器件，工作于满负载状态时，这两个系列的变频装置的总损耗均约为输出功率的 2%，满载效率约为 98%。因此，采用 SINAMICS 变频装置代换 MASTERDRIVES VC 变频器之后，安装区域的功率损耗几乎无任何变化。同种情况下，SINAMICS 变频装置似乎略优于 MASTERDRIVES VC 变频器，因为其出厂设置的脉冲频率相对较低。就变频调速柜中的散热气流设计，须注意 MASTERDRIVES 变频装置为分区布局，该布局确保柜内正确的气流流通。必须根据 SINAMICS 变频装置的不同机械尺寸对该分区布局进行调整。这可以确保调速柜内具备最佳散热设计，且避免柜内气流产生短路效应。

# 采用 SINAMICS 变频装置替换 MASTERDRIVES VC 变频器

## MASTERDRIVES – SINAMICS

### 机械设计和外形尺寸

两个系列的变频装置采用了相似的机械设计。SINAMICS 系列变频装置更窄。因此，涉及到机械尺寸检查时，SINAMICS 变频装置更具优势。尽管如此，仍需根据具体情况仔细检查相关尺寸。

采用 SINAMICS 模块型变频替换 MASTERDRIVES 紧凑型和增强型变频器时，通常需要稍宽的空间，因为，SINAMICS 模块型变频采用了方形设计。

由于 SINAMICS 变频装置标准使用涂层印刷电路板和镀镍母线，其与化学和气候影响相关的性能更加优于 MASTERDRIVES 系列变频器。

### 电机电缆长度

对于 MASTERDRIVES VC 变频系列，电机电缆的标准容许长度为 100 m - 135 m（屏蔽电缆）或者 150 m - 200 m（非屏蔽电缆）。对于 SINAMICS 变频系列，电机电缆的标准容许长度值更大，为 300m（屏蔽电缆）或 450m（非屏蔽电缆）。

对于这两个系列的变频装置，使用输出电抗器或电机电抗（必要时可串联使用）可以增大电机电缆长度。MASTERDRIVES VC 变频系列配 1 个输出电抗器，即可扩容电机电缆长度；对于 SINAMICS 变频装置，电机电缆长度的扩容是从配置第 2 个电抗才开始。

因此，采用 SINAMICS 变频装置替换 MASTERDRIVES VC 变频器时，大多数情况下，原则上，可以取消用于 MASTERDRIVES VC 变频器的输出电抗器。但另一方面，输出电抗器与电机电缆的分布电容共同作用，可减小了电机端子处的电压上升速率；这将减小了电机绕组上的电压应力和电机的轴承电流。考虑到这一情况，SINAMICS 变频装置继续使用 MASTERDRIVES VC 原有的输出电抗器也不无意义。SINAMICS 变频装置与该电抗器组合使用的情况下，只要 SINAMICS 变频装置的脉冲频率低于、或其最大值不高于 MASTERDRIVES VC 变频器的脉冲频率，则不会出现过热问题。MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 变频系列，成组或组合使用时均需要使用输出电抗器或电机电抗器。

如果在用 MASTERDRIVES VC 变频器的输出端带有 dv/dt 滤波器，则 SINAMICS 变频装置也可以配用该滤波器。条件是 SINAMICS 变频装置的脉冲频率低于、或其最大值等于 MASTERDRIVES VC 变频的脉冲频率。

若在用 MASTERDRIVES VC 变频器的输出端带一个正弦波滤波器，只要 SINAMICS 变频装置工作时的脉冲频率符合 MASTERDRIVES VC 变频器的正弦波滤波器的要求，则 SINAMICS 变频装置也可以使用该滤波器。但由于符合该要求的脉冲频率值相对较高，为 6 kHz 或 3 kHz，因此，这种情况下，SINAMICS 变频装置需要考虑其相应的电流降容。

### 装机装柜型变频装置关键数据总结

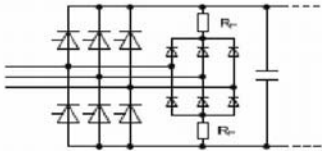
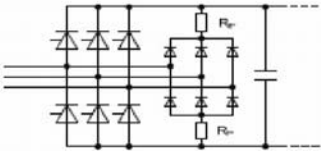
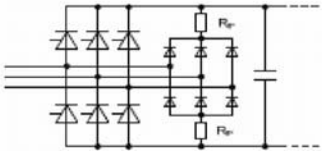
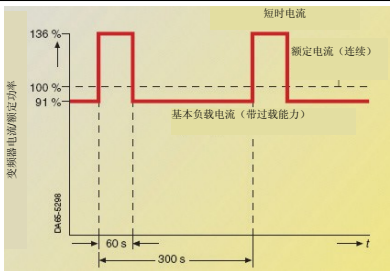
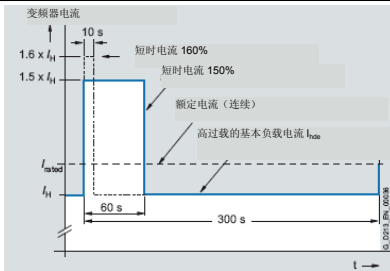
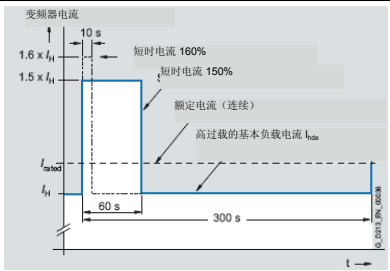
MASTERDRIVES VC 装机装柜型变频装置	SINAMICS G130 装机装柜型变频装置	SINAMICS S120 装机装柜型变频装置
订货号		
6SE70xx-x(E/F/H)(E...K)xx	6SL3310-1G(E/F/H)xx-xxxx	6SL3310-1TExx-xxxx
功率		
45–400 kW V <sub>Line</sub> = 400 V 时	110–560 kW V <sub>Line</sub> = 400 V 时	110 – 250 kW V <sub>Line</sub> = 400 V 时
37–315 kW V <sub>Line</sub> = 500 V 时	110–560 kW V <sub>Line</sub> = 500 V 时	–
55–400 kW V <sub>Line</sub> = 690 V 时	75 –800 kW V <sub>Line</sub> = 690 V 时	–
进线电压		
380 V -15 % 至 480 V 3AC +10 %	380 V -10 % 至 480 V 3AC +10 %	380 V -10 % 至 480 V 3AC +10 %
500 V -15 % 至 600 V 3AC +10 %	500 V -10 % 至 600 V 3AC +10 %	–
660 V -15 % 至 690 V 3AC +15 %	660 V -10 % 至 690 V 3AC +10 %	–

装机装柜型变频装置的关键数据：MASTERDRIVES VC / SINAMICS G130 / SINAMICS S120



# 用 SINAMICS 变频装置替换 MASTERDRIVES VC 变频器

## MASTERDRIVES – SINAMICS

MASTERDRIVES VC 装机装柜型变频装置	SINAMICS G130 装机装柜型变频装置	SINAMICS S120 装机装柜型变频装置
<b>进线电网频率</b>		
47 Hz 至 63 Hz	47 Hz 至 63 Hz	47 Hz 至 63 Hz
<b>供电系统</b>		
TN、TT 和 IT	TN、TT 和 IT	TN、TT 和 IT
<b>进线谐波失真</b>		
进线总电流谐波畸变率 THD(I): 30 % - 45 % (典型值)	进线总电流谐波畸变率 THD(I): 30 % - 45 % (典型值)	进线总电流谐波畸变率 THD(I): 30 % - 45 % (典型值)
<b>预充电</b>		
预充电回路由 6 脉整流和预充电电阻组成	预充电回路由 6 脉整流和预充电电阻组成	预充电回路由 6 脉整流和预充电电阻组成
		
<b>额定输出电流</b>		
92 – 690 A $V_{Line} = 380 - 480 \text{ V}$ 时 61 – 452 A $V_{Line} = 500 - 600 \text{ V}$ 时 60 – 452 A $V_{Line} = 660 - 690 \text{ V}$ 时	210 – 985 A $V_{Line} = 380 - 480 \text{ V}$ 时 175 – 810 A $V_{Line} = 500 - 600 \text{ V}$ 时 85 – 810 A $V_{Line} = 660 - 690 \text{ V}$ 时	210 – 490 A $V_{Line} = 380 - 480 \text{ V}$ 时 – –
<b>过载能力/负载周期定义</b>		
		
以下适用于 MASTERDRIVES 系列变频器: 基本负载电流 / 额定电流 = 0.91	以下适用于 SINAMICS G130 变频系列功率模块: $I_H / I_{rated}$ 与设计定义有关, 参见产品目录 D 11 • 2011	以下适用于 SINAMICS S120 变频装置功率模块: $I_H / I_{rated}$ 与设计定义有关, 参见产品目录 D 21.3 • 2011
<b>输出电压</b>		
0 至 $\approx 0.94 \cdot V_{Line}$ (空间矢量调制 无过调制) 0 至 $\approx 0.99 \cdot V_{Line}$ (边沿调制)	0 至 $\approx 0.92 \cdot V_{Line}$ (空间矢量调制 无过调制) 0 至 $\approx 0.97 \cdot V_{Line}$ (边沿调制)	0 至 $\approx 0.92 \cdot V_{Line}$ (空间矢量调制 无过调制) 0 至 $\approx 0.97 \cdot V_{Line}$ (边沿调制)
<b>脉冲频率</b>		
出厂设置: 2.5 kHz	出厂设置: 2.00 kHz 功率至 250 kW 且 $V_{Line} = 380$ 至 480 V 时 1.25 kHz 功率大于等于 315 kW 且 $V_{Line} = 380$ 至 480 V 及更高电压时	出厂设置: 2.0 kHz

装机装柜型变频装置的关键数据:

MASTERDRIVES VC / SINAMICS G130 / SINAMICS S120 (续表 1)

# 采用 SINAMICS 变频装置代换 MASTERDRIVES VC 变频器

## MASTERDRIVES – SINAMICS

MASTERDRIVES VC 装机装柜型变频装置	SINAMICS G130 装机装柜型变频装置	SINAMICS S120 装机装柜型变频装置
<b>输出频率</b>		
出厂设置值： 250 Hz。  提高脉冲频率（电流降容）： 至 300 Hz。	出厂设置值： 160 Hz 功率不超过 250 kW 且 $V_{Line} = 380$ 至 480 V 时 100 Hz 功率大于等于 315 kW 且 $V_{Line} = 380$ 至 480 V 以及 更高电压时 提高脉冲频率（电流降容）时： 480 Hz 功率不超过 250 kW 且 $V_{Line} = 380$ 至 480 V 时。 300 Hz 功率大于等于 315 kW 且 $V_{Line} = 380$ 至 480 V 以及更 高电压时	出厂设置值： 160 Hz。  提高脉冲频率（电流降容）： 至 480 Hz。
<b>防护等级</b>		
IP00	IP20 至 250 kW / 380 - 480 V 至 200 kW / 500 - 600 V 至 315 kW / 660 - 690 V IP00 $\geq 315$ kW / 380 - 480 V $\geq 250$ kW / 500 - 600 V $\geq 400$ kW / 660 - 690 V	IP20
<b>环境温度</b>		
0°C 至 40°C，无降容； 自 40°C – 50°C，电流降容。	0°C 至 40°C，无电流降容； 自 40°C – 55°C，电流降容。	0°C 至 40°C，无电流降容； 自 40°C – 55°C，电流降容。
<b>冷却</b>		
强制风冷，集成 230 V 风扇。风扇电源由变频装置内集成的变压器进行供电。	强制风冷，集成 230 V 风扇。风扇电源由变频装置内集成的变压器进行供电。	强制风冷，集成 230 V 风扇。风扇电源由变频装置内集成的变压器进行供电。
<b>冷却空气需量</b>		
0.1 m <sup>3</sup> /s 至 0.6 m <sup>3</sup> /s 参见产品目录 DA 65.10	0.17 m <sup>3</sup> /s 至 1.48 m <sup>3</sup> /s 参见产品目录 D 11	0.17 m <sup>3</sup> /s 至 0.36 m <sup>3</sup> /s 参见产品目录 D 21.3
<b>50Hz 时噪声水平</b>		
声压级：69 dB 至 80 dB	声压级：64 dB 至 73 dB	声压级：64 dB 至 69 dB
<b>安装海拔高度</b>		
海拔至 1000 m，无降容 降容最高至海拔 4000 m	海拔至 2000 m，无降容。 降容最高至海拔 5000 m	海拔至 2000 m，无降容。 降容最高至海拔 5000 m
<b>损耗和效率</b>		
损耗：约 2 % 的输出功率 效率：近似 98 %	损耗：约 2 % 的输出功率 效率：> 98 %	损耗：约 2 % 的输出功率 效率：> 98 %
<b>机械设计和尺寸</b>		
参见产品目录 DA 65.10	参见产品目录 D 11	参见产品目录 D 21.3
<b>电机电缆长度</b>		
标配，无电抗器和滤波器： - 100 m - 135 m，屏蔽电缆 - 150 m - 200 m，非屏蔽电缆	标配，无电抗器和滤波器： - 300 m，屏蔽电缆 - 450 m，非屏蔽电缆	标配，无电抗器和滤波器： - 300 m，屏蔽电缆 - 450 m，非屏蔽电缆

装机装柜型变频装置的关键数据：MASTERDRIVES VC / SINAMICS G130 / SINAMICS S120（续表 2）

### 3 公共直流母线中 MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 混合运行

#### 3.1 概述

采用 MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 系列产品均可以构建模块化驱动系统。除了构成独立的变频器之外，还包括采用各种进线整流单元、逆变单元和相关系统组件（例如进线侧电抗器和滤波器、连接至直流回路上的制动电阻和制动模块和输出侧电抗器和滤波器等）组成的传动系统。

对于 MASTERDRIVES VC 系列，该模块化系统由紧凑型 and 内置或装机装柜型装置 6SE70.....（含相关系统组件）构成；SINAMICS 模块化系统组成有两种类型：

- 装机装柜型装置，包含由 SINAMICS S120 书本型和装置型及相关系统组件组成。
- 变频调速柜体模块，包括 SINAMICS S120 变频调速柜体模块和变频调速柜订货选件和相关组件组成。

后文将对装机装柜型装置进行更加详细的描述。除对两个系列产品的不同进线整流单元和逆变单元的共同特点和差异进一步描述外，其所有关键性信息也将被进一步讨论。采用 SINAMICS 装置扩容至现有 MASTERDRIVES 直流母线系统或者采用相应的 SINAMICS 装置 替换不同 MASTERDRIVES 组件时，尤其需要注意这些关键性信息。

#### 3.2 装置型整流单元和整流/回馈单元

MASTERDRIVES 和 SINAMICS S120 系列产品设计有：电源换向，不控型，两象限整流装置（整流单元）和四象限整流/回馈装置（整流/回馈单元）以及自换向，调节型，四象限整流装置（整流/回馈单元），并由电抗器、滤波器和相关的自耦变压器等进线侧系统组件构成不同的进线整流单元。

##### 3.2.1 电源换向，不控型，两象限整流装置

MASTERDRIVES 和 SINAMICS 系统中都设计有电源换向，不控型，两象限整流单元。在 MASTERDRIVES 系统中，它们被称之为整流单元；在 SINAMICS 中，它们被称为基本整流进线。它包含一个 SINAMICS S120 基本整流装置（BLM）和一个（ $v_k = 2\%$ ）的进线电抗器。

##### 设计与功能

两种整流单元均包含一个采用晶闸管的不控型 6 脉整流桥，三相进线电源经整流桥馈入直流回路  $V_{DC}$  link。这种整流方式下，无法将直流回路的再生能量回馈到进线侧电网。制动时，产生的再生回馈能量需通过与直流回路相连接的制动模块和制动电阻转换成热量消耗掉。

在进线侧，通常连接有一个阻抗压降  $v_k = 2\%$  的进线电抗器。

MASTERDRIVES 整流单元不含任何直流回路电容，在 MASTERDRIVES 母线系统中，所需的全部直流侧电容均位于逆变单元内。

SINAMICS S120 基本整流装置含有直流回路电容，用于吸收由不控 6 脉整流产生的基波谐波无功电流，该直流回路电容必不可少。因此，相较于 MASTERDRIVES VC 系列逆变单元，SINAMICS S120 逆变装置内相应地减少了的直流回路电容。

##### 注意：

对 MASTERDRIVES，其整流单元-机座规格至且包含 E- 含模拟控制板。这些模拟控制板没有串行接口，无法通过例如 PROFIBUS 等接口对其进行控制。仅机座规格为 H 和 K 等大功率整流装置才配装数字式电子控制装置（CUR 控制单元），使 MASTERDRIVES 整流装置具备各种通信接口。详情请参阅产品目录 DA 65.10。

对于 SINAMICS 系列产品，所有 S120 基本整流装置都可以采用 CU320-2 控制单元进行操作，因此，具备 SINAMICS 系列产品的全部可用通信接口。

MASTERDRIVES 系列产品的全部通信接口并非都可用于 SINAMICS 系列产品。采用 SINAMICS 系列替换 MASTERDRIVES 系列整流装置时，必须根据具体的情况检测相应的通信选件。

# MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 变频装置的混合运行

## MASTERDRIVES – SINAMICS

### 功率

2 个系列的两象限 进线整流单元的功率范围各不相同，详情请参阅本节末尾的表格。

MASTERDRIVES 中的整流单元的功率范围涵盖 75 kW 直至 1500 kW；

SINAMICS S120 中的基本整流装置的功率范围涵盖 200 kW 直至 1100 kW。

### 进线电压

进线电压容许范围并不完全相同，请参阅本节末尾的表格。进线电压容差也存在轻微差别。对于这两个系列装置产品，进线电压连续上限容许偏差均为 +10 % (MASTERDRIVES 系列中的例外：其连续上限容许偏差为：690 V +15 %)。MASTERDRIVES 系列整流的进线电压连续下限容许偏差为 -15 %，SINAMICS 系列仅为 -10 %。然而，SINAMICS 系列装置可以容许持续 1 分钟的 -15 % 偏差。对于 SINAMICS 系列装置，该时间限制实际上没有意义。因为，较大的进线电压下降（例如，直接启动连接至供电电网上大功率电机）出现和持续时间大多数情况下都非常短暂。

### 网侧进线频率

进线频率范围和其容差范围都相同。

### 供电系统

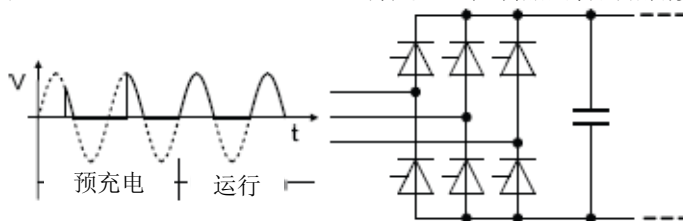
中性点接地型 TN 和 TT 供电系统，以及浮地型 IT 供电系统都适用。对于 SINAMICS 系列，调试连接至 IT 供电系统上时，其进线连接单元，必须确保已经拆除了相应短接片，以便使射频干扰抑制滤波器从接地极上断开（该系列整流标配符合 EN 61800-3, Category C3 标准的射频干扰抑制滤波器）。

### 进线谐波失真

根据 6 脉冲三相整流桥的工作原理可知，MASTERDRIVES 整流单元和 SINAMICS S120 基本整流装置会产生相对较大的进线谐波失真。进线电流包含较大的谐波分量，其谐波阶数为  $h = n \cdot 6 \pm 1$ ，其中， $n$  为例如 1、2、3 等的整数值。总电流谐波畸变率 THD (I) 的典型值为约 30 % 至 45 %。关于谐波特性，详细信息请参阅《SINAMICS 低压变频工程设计手册》。如果通过三绕组变压器为 2 个 MASTERDRIVES 整流单元或 2 个 SINAMICS S120 基本整流装置进行供电，且供电电压彼此之间相移 30°，则构成 12 脉冲整流进而能减小进线谐波。

### 预充电

对于 MASTERDRIVES 和 SINAMICS S120 BLM 整流，都是通过控制晶闸管的相角实现直流回路的预充电。



通过相角控制对 MASTERDRIVES 整流单元和 SINAMICS S120 基本整流装置进行预充电

对于 MASTERDRIVES 整流单元，通过晶闸管相角控制控制预充电电流。由于采用了电流控制型预充电，因此，对与整流单元相连接的直流回路电容无任何限制。

对于 SINAMICS S120 基本整流装置，通过晶闸管相角控制实现时间控制型预充电。由于采用了时间控制型预充电技术，因此，必须对连接到 S120 基本整流装置上的直流回路电容量进行限制。对于各种 S120 基本整流装置，其直流回路电容的最大容许值请参阅产品目录 D 21.3 或者《SINAMICS 低压变频工程设计手册》。

### 注意！

采用 SINAMICS S120 基本整流装置替换 MASTERDRIVES 整流单元时，必须仔细考虑 SINAMICS S120 基本整流装置可预充电的直流侧最大电容值。关于这些信息，请参阅产品目录 D21.3 或《SINAMICS 低压变频工程设计手册》。MASTERDRIVES VC 逆变单元和 SINAMICS S120 逆变装置中的直流电容量，被列于章节“检查直流回路电容”中。

### 额定直流回路电压

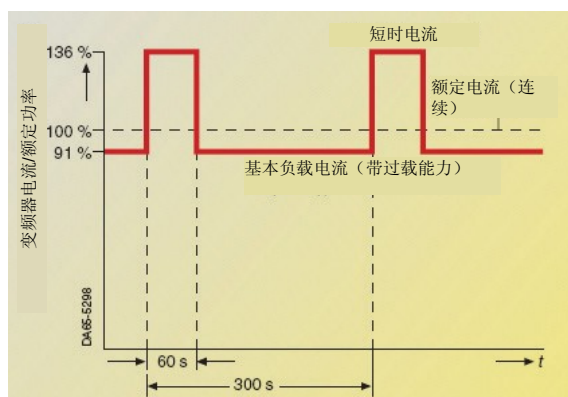
对于这两个系列装置，其电源换向，不控型，两象限进线整流单元，使用  $v_k = 2\%$  的进线电抗器，且工作于满负荷时，其直流回路额定电压处于同一个数量级。MASTERDRIVES 整流单元的直流电压（典型值  $V_{DC\ link} \approx 1.35 \cdot V_{line}$ ）略大于 SINAMICS S120 基本整流装置的直流电压（典型值  $V_{DC\ link} \approx 1.32 \cdot V_{line}$ ）。

### 额定直流回路电流

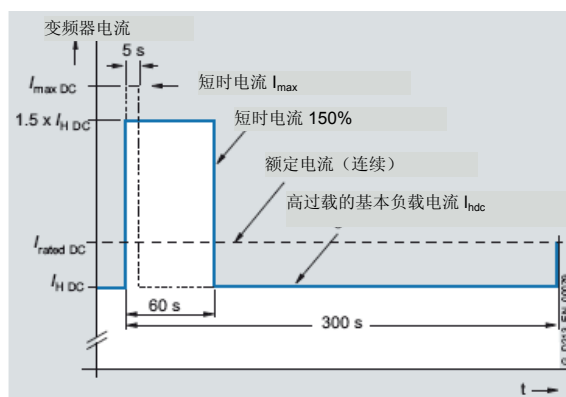
两个系列装置，即使具有相同的额定功率，其直流回路额定电流也存在轻微差异。其原因是，MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 系列逆变装置和变频采用了不同的额定功率定义。MASTERDRIVES VC 系列逆变装置的额定功率定义基于 8 极电机；SINAMICS 系列装置定义则基于 6 极电机。由于存在这些差异，两个系列装置的相关进线整流单元的直流回路额定电流定义也存在轻微差异。关于额定功率定义，详细信息请参阅《SINAMICS 低压变频工程设计手册》中的相关描述。

### 过载能力/负载周期定义

MASTERDRIVES 整流单元和 SINAMICS S120 基本整流装置的过载能力基本上相同。下图给出了 MASTERDRIVES 整流单元的标准负载周期和 SINAMICS S120 基本整流装置的标准“重过载”负载周期。



MASTERDRIVES 整流单元的标准负载周期



SINAMICS S120 基本整流装置 标准“重过载”负载周期

两个系列装置都可以连续地工作于其额定输出电流。当然，也不存在任何过载预量。若要求装置必须具备过载预量，则过载期间，装置不得工作于超出其最大热利用率的极限状态。对于要求具备过载能力的装置来说，也必须根据连续热额定电流容许值减小基本负载电流。基本负载电流相对于额定电流减小得越大，过载工作期间的热预留量越大。

对于 MASTERDRIVES VC 系列装置的标准负载周期，其基本负载电流被减小至额定直流回路电流的 91%，短时电流为额定输出电流的 136% 或者基本负载电流的 150%。装置工作于基本负载电流的 240s 期间，该短时电流容许持续 60s。

对于 SINAMICS 的标准“重过载”负载周期，基本负载电流被减小至值  $I_H$ 。SINAMICS 系列装置的基本负载电流  $I_H$  取决于具体的装置型号。该技术参数请参阅相应的产品样本。对于绝大多数 SINAMICS 系列装置，基本负载电流  $I_H$  为额定直流回路电流的 89%，与 MASTERDRIVES VC 系列几乎相同。然而，对于各种 SINAMICS 装置（尤其是机座规格为 HX，工作电压为 380V 至 480V 3AC 的装置），该值明显小。通常，短时电流为基本负载电流  $I_H$  的 150%。变频器工作于基本负载电流的 240s 期间，短时电流可持续 60s。

SINAMICS S120 基本整流装置的直流回路基本负载电流  $I_{H\ DC}$  约小 13%，因此，采用 SINAMICS S120 基本整流装置代换 需求完全或几乎完全等同于 MASTERDRIVES 与短时电流的相关的标准负载周期负载的场合，始终必须仔细检查 SINAMICS S120 基本整流装置过载能力。

# MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 变频装置的混合运行

## MASTERDRIVES – SINAMICS

### 并联连接

MASTERDRIVES 整流单元和 SINAMICS 基本整流装置都可以并联使用。对于 MASTERDRIVES 整流单元，最多可以并联运行 3 个机座规格为 K 的整流单元。对于 SINAMICS S120 基本整流装置，每种机座规格都可以最多并联使用 4 个基本整流装置。因此，并联运行的 MASTERDRIVES 整流单元可以采用并联的 SINAMICS S120 基本整流装置进行代换。对于 SINAMICS 设备的并联使用，相关条件和限制请参阅《SINAMICS 低压变频工程设计手册》。

对于 MASTERDRIVES 系列产品，其整流单元和整流/回馈单元采用的预充电工作原理和晶闸管控制技术完全相同，因此，这两种单元的混合运行极其容易。对于 SINAMICS 系列产品，由于预充电工作原理和相关设计存在差异，因此，基本整流装置和整流/回馈装置的混合明显更加复杂。详细信息，请参阅《SINAMICS 低压变频工程设计手册》。

### 防护等级

MASTERDRIVES 系列装置的整流单元的标准防护等级为 IP00。SINAMICS 系列的基本整流装置的防护等级同样为 IP00。

### 环境温度

两个系列的整流装置均针对 0°C 至 40°C 环境温度而设计。工作于该环境温度时，不存在任何限制。进行相应的电流降容之后，MASTERDRIVES 整流单元最高可工作于 50°C，SINAMICS S120 基本整流装置可最高工作于 55°C。相较于 MASTERDRIVES 系列产品，SINAMICS 系列产品的降容曲线更加平滑，因此，MASTERDRIVES 整流单元可以方便地被代换为 SINAMICS 基本整流装置。

### 冷却

对于这两个系列的进线整流装置均采用单相 230 VAC 电源供电的风扇进行冷却。MASTERDRIVES 的整流单元没有集成电源变压器，因此，其 230V 电源必须由外部提供。SINAMICS S120 基本整流装置内集成了变压器，系统的供电电源通过此变压器转化为 230V 电源为风扇供电。

### 冷却空气流量要求

MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 系列进线整流装置的冷却空气流量要求存在明显的不同。对于额定功率较小的进线整流单元 SINAMICS 系列产品的冷却空气需量稍小（S120 基本整流装置机座规格为 FB）。对于额定功率较大的进线整流装置，SINAMICS 系列产品的冷却空气需量比 MASTERDRIVES VC 要小 2 至 3 倍（S120 基本整流装置机座规格为 GB）。因此，MASTERDRIVES 整流单元可以方便地被代换为 SINAMICS S120 基本整流装置。

### 噪声

SINAMICS S120 基本整流装置的声压级比 MASTERDRIVES 整流单元低 9 dB 至 13 dB。

### 安装海拔高度

MASTERDRIVES 整流装置可以无任何限制地工作至海拔 1000 米的高度；采取恰当的降容处理，最高可工作于海拔 4000 米的高度。SINAMICS S120 基本整流装置可以无任何限制地工作至海拔 2000 米的高度；采用恰当的降容处理且配用隔离变压器后，最高可工作于海拔 5000 米的高度。相较于 MASTERDRIVES，SINAMICS 的降容曲线更加平缓，因此，在安装海拔高度方面，MASTERDRIVES 整流单元可以方便地被代换为 SINAMICS 整流装置。

### 损耗和效率

由于功率单元使用了极其相似的电气设计和功率器件，工作于满负载状态时，这两个系列的装置的总损耗均约为输出功率的 1%，满载效率约为 99%。因此，采用 SINAMICS S120 基本整流装置代换 MASTERDRIVES VC 整流单元之后，安装区域的功率损耗几乎无任何变化。就变频调速柜中的散热气流设计，须注意到 MASTERDRIVES 装置为分区布局，该布局确保柜内正确的气流流通。必须根据 SINAMICS 装置的不同机械尺寸对该分区布局进行调整。这可以确保调速柜内具备最佳散热设计，且避免柜内气流产生短路效应。

### 机械设计和外形尺寸

两个系列的装置采用了相似的机械设计。SINAMICS 系列装置更窄。因此，涉及机械结构尺寸考虑时，SINAMICS S120 基本整流装置更具优势。尽管如此，仍需根据具体情况仔细检查装置的外形尺寸。

由于 SINAMICS S120 基本整流装置标准使用涂层印刷电路板和镀镍母线，其与化学和气候影响相关的性能优于 MASTERDRIVES 整流单元。

### 多电机传动系统电缆总长

总电缆长度必须被限制，以防止总的容性漏电流  $\Sigma I_{\text{Discharge}}$ （所有电机模块或逆变装置产生的容性漏电流  $I_{\text{Discharge}}$  之和）造成整流装置过载。这一漏电流与电缆长度有关，并通过网侧滤波器或者电源的中性点，流回直流母线。

如果电缆总长没有进行合适的限制，则总容性电流  $\Sigma I_{\text{Discharge}}$  也就没有得到合适的限制，则进线整流单元中集成的进线滤波器、功率组件以及功率组件内的缓冲回路将会过载，产生过高的电流或  $dv/dt$  冲击。

MASTERDRIVES 和 SINAMICS 产品本质上都存在与总放电电流有关的问题，并要求对总电缆长度容许值进行限制。然而，对于 MASTERDRIVES 产品来说，从未定义放电电流和电缆电容等的容许值；因此，其电缆总长容许值也没有官方数据。

另一方面，对于 SINAMICS 系列产品，电缆总长容许值则有相关数据。这些数据请参阅产品目录 D21.3 或《SINAMICS 低压变频工程设计手册》。

因此，当采用 SINAMICS S120 逆变装置进行扩容下挂至现有的 MASTERDRIVES 直流母线系统和使用 SINAMICS S120 基本整流装置替换 MASTERDRIVES 整流单元时，应该考虑如下因素：

如果被 SINAMICS S120 逆变装置用于扩容至直流母线的电缆总长处于千米数量级水平的 MASTERDRIVES，可以参考 MASTERDRIVES 整流单元的电缆总长无极限值这一限定，但为了避免出现额外的风险，还是应该将现有电缆总长至多增加约 10% 至 20%。

对于 MASTERDRIVES 直流母线系统，采用 SINAMICS S120 基本整流装置替换现有 MASTERDRIVES 整流单元时，必须仔细考虑适用于 S120 基本整流装置的电缆总长容许值。此外，如果无法确定现有电缆总长至一个精确值，则必须至少将电缆总长减小某个合适的数值，最终获得的长度值应该小于 S120 基本整流装置的容许值。在没有评估电缆总长度的情况下，用 SINAMICS S120 整流装置替换 MASTERDRIVES 整流单元的情况应该被避免，即使现有的 MASTERDRIVES 直流母线系统的工作没有任何问题。

### 两象限进线整流装置的关键数据总结

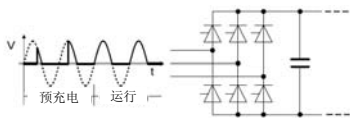
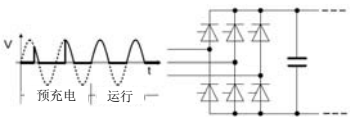
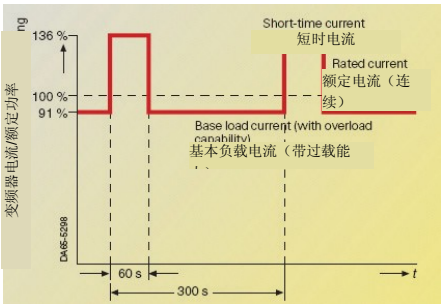
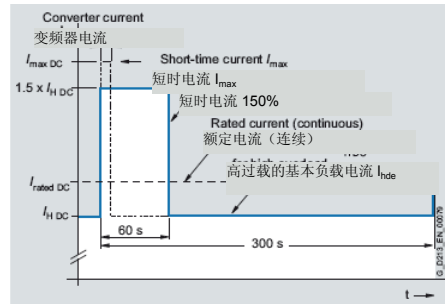
下表列出了 MASTERDRIVES 整流单元和 SINAMICS S120 基本整流装置的关键特性。采用 SINAMICS S120 基本整流装置替换 MASTERDRIVES 整流单元时，必须注意这些特性。

MASTERDRIVES 整流单元		SINAMICS S120 基本整流装置 (BLM)
订货号		
6SE70xx-x(E/F/H)(E/H/K)85-0xxx		6SL3330-1T(E/G)xx-xxxx
设计与功能		
不控型 三相 6 脉冲整流桥		不控型 三相 6 脉冲整流桥
功率		
75 – 800 kW	VLine = 400 V 时	200 – 710 kW VLine = 400 V 时
75 – 1100 kW	VLine = 500 V 时	250 – 1100 kW VLine = 500 - 690 V 时
160 – 1500 kW	VLine = 690 V 时	

两象限 进线整流装置数据：MASTERDRIVES 整流单元 / SINAMICS S120 基本整流装置

# MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 变频装置的混合运行

## MASTERDRIVES – SINAMICS

<b>MASTERDRIVES 整流单元</b>		<b>SINAMICS S120 基本整流装置 (BLM)</b>	
<b>进线电压</b>			
380 V -15 % 至 480 V 3AC +10 % 500 V -15 % 至 600 V 3AC +10 % 660 V -15 % 至 690 V 3AC +15 %		380 V -10 % 至 480 V 3AC +10 % 500 V -10 % 至 690 V 3AC +10 %	
<b>进线频率</b>			
47 Hz 至 63 Hz		47 Hz 至 63 Hz	
<b>供电系统</b>			
TN、TT 和 IT		TN、TT 和 IT	
<b>进线谐波失真</b>			
进线总电流谐波畸变率 THD(I) 典型值 30 % - 45 %		进线总电流谐波畸变率 THD(I) 典型值 30 % - 45 %	
<b>预充电</b>			
采用晶闸管相角控制技术： - 闭环电流控制型 - 可连接的直流电容实际无限制 - 预充电间隔时间无限制 		采用晶闸管相角控制技术： - 时间控制型 - 可连接的直流电容存在限制（见产品目录 D 21.3 • 2011 和《SINAMICS 低压变频工程设计手册》） - 预充电间隔时间有限制 	
<b>额定直流电压</b>			
满负载、配(2%)进线电抗器时，典型值约 $1.35 \cdot V_{Line}$		满负载、配(2%)进线电抗器时，典型值约 $1.32 \cdot V_{Line}$	
<b>额定直流电流</b>			
173 – 1780 A	$V_{Line} = 380 - 480 \text{ V 时}$	420 – 1500 A	$V_{Line} = 400 \text{ V 时}$
142 – 1880 A	$V_{Line} = 500 - 600 \text{ V 时}$	300 – 1400 A	$V_{Line} = 500 - 690 \text{ V 时}$
222 – 1880 A	$V_{Line} = 660 - 690 \text{ V 时}$		
<b>过载能力/负载周期定义</b>			
 <p>以下适用于 MASTERDRIVES 整流单元： 基本负载电流 / 额定电流 = 0.91</p>		 <p>以下适用于 SINAMICS S120 基本整流装置： 基本负载电流 <math>I_{H DC}</math> / 额定电流 <math>I_{rated DC} = 0.78</math></p>	
<b>并联连接</b>			
机座规格 K: 最多 3 个整流单元 (1 个主 + 2 个从)		各种机座规格: 最多 4 个 S120 基本整流装置并联	
<b>防护等级</b>			
IP00		IP00	
<b>环境温度</b>			
0°C 至 40°C，无电流降容； 自 40°C – 50°C，电流降容。		0°C 至 40°C，无电流降容； 自 40°C – 55°C，电流降容	

两象限 进线整流装置数据: **MASTERDRIVES 整流单元 / SINAMICS S120 基本整流装置 (续表 1)**



## MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 变频装置的混合运行

### MASTERDRIVES – SINAMICS

MASTERDRIVES 整流单元	SINAMICS S120 基本整流装置 (BLM)
<b>冷却</b>	
集成 230 V 供电风扇，强制风冷 230 V 单相电源必须由外部提供。	集成 230 V 供电 风扇，强制风冷 230 V 电源由装置内集成的变压器产生
<b>冷却空气需量</b>	
0.2 m <sup>3</sup> / s 至 1.0 m <sup>3</sup> / s 参见产品目录 DA 65.10 • 2003 / 2004	0.17 m <sup>3</sup> / s 至 0.36 m <sup>3</sup> / s 参见产品目录 D 11 • 2011
<b>50Hz 时噪声水平</b>	
声压级：75 dB 至 86 dB	声压级：66 dB 至 73 dB
<b>安装海拔高度</b>	
至海拔 1000 m，无降容 最高至海拔 4000 m，降容	至海拔 2000 m，无降容 最高至海拔 5000 m，降容
<b>损耗和效率</b>	
损耗：约输出功率的 1 % 效率：> 99 %	损耗：约输出功率的 1 % 效率：> 99 %
<b>机械设计和尺寸</b>	
参见产品目录 DA 65.10 • 2003 / 2004	参见产品目录 D 21.3 • 2011
<b>多电机传动系统电缆总长</b>	
无官方数据	参见产品目录 D 21.3 • 2011

两象限 进线整流装置数据：MASTERDRIVES 整流单元 / SINAMICS S120 基本整流装置（续表 2）

# MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 变频装置的混合运行

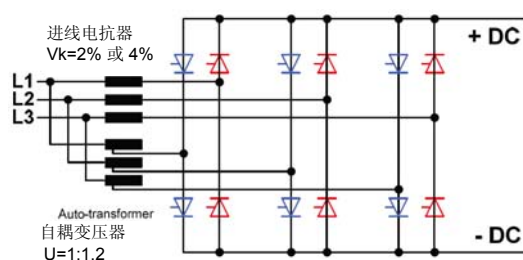
## MASTERDRIVES – SINAMICS

### 3.2.2 电源换向 不控型，四象限整流进线（整流/回馈单元）

MASTERDRIVES 和 SINAMICS 产品系列都包含电源换向，不控型 四象限 进线（整流/回馈单元）。在 MASTERDRIVES 系列中，它被称之为整流/回馈单元；在 SINAMICS S120 中，它被称为智能整流进线，它由一个 ( $v_k = 4\%$ ) 进线电抗器和 SINAMICS S120 整流/回馈装置 (SLM) 组成。

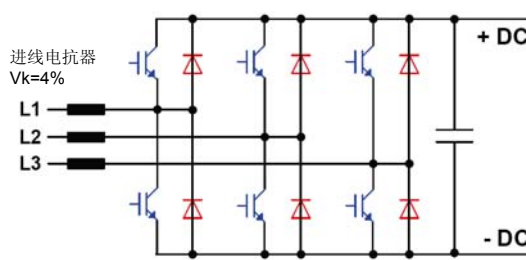
#### 设计与功能

对于这两个系列装置，电源换向，不控型 四象限进线 整流/回馈单元均包含一个反并联的不控三相 6 脉动整流桥，该整流桥将三相交流电压整流成直流电压。



MASTERDRIVES 整流/回馈单元:

- 红: 晶闸管桥, 电动
- 蓝: 晶闸管桥, 发电



SINAMICS S120 整流回馈装置:

- 红: 二极管桥, 电动
- 蓝: IGBT 桥, 发电

MASTERDRIVES 整流/回馈单元由 2 个反并联的 6 脉动晶闸管桥组成。当进线电压向上波动，采用晶闸管相角控制可以将直流电压控制或限制在设定值。自耦变压器连接在晶闸管桥的前端，其目的是将进线电压升高约 20%。其结果是，保证再生回馈期间，直流电压可以保持与进线相同的水平。这意味着，全部的逆变功率基本上都可以回馈给供电电网。当没有自耦变压器的情况下，工作于回馈模式时，相应的直流电压必须减小约 20%，与整流功率相比较，此时回馈功率则相应地减小

#### 注意:

在如下 MASTERDRIVES 母线系统，不含自耦变压器的整流/回馈单元 - 运行于降低直流电压的回馈模式下，如果需要采用 SINAMICS S120 逆变装置扩容或后续代换该 MASTERDRIVES 母线系统时，则必须仔细地检查 S120 逆变装置的欠压关断阈值。关于该阈值，请参阅 SINAMICS S120/S150 List 手册中参数 p0210 的相关描述。当 MASTERDRIVES 整流/回馈单元工作在进线电压为容许范围的下限值时，可能出现故障，对于运行至降低直流电压的回馈模式时，其进线电压负向容许值必须严格限制在  $< 10\%$  的水平。

视网侧线路阻抗的不同，需用一个短路压降为 2% 或 4% 的进线电抗器连接至工作在电动状态的进线整流桥。

由于 MASTERDRIVES 整流/回馈单元中使用的晶闸管-无法自行关闭。基于这一事实，该方案具有 2 个缺点。一个缺点是，为了使两个能量流动方向中的直流回路电压保持稳定不变，则再生桥之前必须连接一个自耦变压器。另一个缺点是，工作于再生回馈模式时，进线电压的故障将会自动导致再生桥出现整流短路。该现象称为逆变颠覆，将毫无例外地熔断整流/回馈单元中的熔断器。

SINAMICS S120 整流回馈装置包含一个 IGBT 逆变桥。该逆变桥连接至网侧进线，并与进线电源保持同步开关。IGBT 不采用脉冲控制。工作于整流模式时，电流流经 IGBT 模块内集成的二极管，在进线整流方向形成一个 6 脉动三相整流。工作于再生模式时，电流流经 IGBT。IGBT 的导通和关断与进线电压频率保持同步，因此，在再生回馈方向形成一个 6 脉动三相 IGBT 桥式回馈。在进线侧，SINAMICS S120 整流/回馈装置的前端连接了一个短路压降为  $v_k = 4\%$  的进线电抗器。这种工作原理决定了无论是电动还是再生回馈时 S120 整流/回馈装置都无法进行相角控制。也意味着，电动和回馈模式的切换期间其直流回路将会出现较大的电压波动。

由于回馈桥使用可关断的 IGBT，相较于 MASTERDRIVES 整流/回馈单元，SINAMICS S120 整流/回馈装置拥有了 2 个优点：回馈桥无需使用自耦变压器；向进线电源馈电期间，电网故障时，不再出现整流桥短路，因而，也不存在逆变颠覆问题。

对于 MASTERDRIVES 整流/回馈单元，两个反并联晶闸管桥始终仅有一个被触发；与此不同的，对于 SINAMICS S120 整流/回馈装置，用于回馈方式的全部 IGBT 不管实际能量流向是什么，都会在其自然换向点被触发，且经过  $120^\circ$ （电角度）之后，会再次被关断。因此，电流（能量）可以随时自网侧流入直流回路，或者从直流回路流入网侧。实际电流或能量流的方向仅由进线电源和直流回路之间的电压关系决定。工作于稳定电动状态时，直流回路电压始终小于进线电源电压。这意味着，电流通过二极管从网侧流入直流回路。回馈状态下，直流回路电压始终大于进线电源电压，电流通过 IGBT 从直流回路回馈到进线电网。这种控制原理的优点是，SINAMICS S120 整流/回馈装置可以相对快速地响应负载变化，随时可以无任何延迟地改变电流或能量流的方向。

但是，上述这种控制原理同时意味着，在空载运行条件下，进线侧会出现无功谐波电流。这种无功谐波电流起因于进线侧的正弦电压在空载下会在直流回路产生几乎完美平滑的直流电压。因此，IGBT 被触发后，电流立即从直流回路流入进线侧电网。因为在这一时刻的进线电压稍低于直流回路电压。当进线电压达到其峰值时，电压关系出现逆转，此后，电流方向也随之变反。但随着整流/回馈装置的负载变大，无功电流将会减小。满载时，将不再存在该电流。满载运行、电动和回馈状态，这一规律均适用。空载无功电流的大小取决于连接至 SINAMICS S120 整流/回馈装置上的直流回路电容量。当所连逆变装置的直流回路电容达到最大值时，空载无功电流约为额定电流的 15% 至 20%。因此，工作于部分负载（尤其是空载）条件时，相较于 MASTERDRIVES 整流/回馈单元，其总功率因数  $\lambda$  较小，总电流谐波畸变 THD 较大。工作于空载运行条件时，采用恰当的控制命令限制能量流动为电动方向，可以防止 SINAMICS S120 整流/回馈装置的无功电流。

**MASTERDRIVES 整流/回馈单元不含任何直流回路电容**，因为，在模块化 MASTERDRIVES 母线系统中，所需要的全部直流回路电容均装于其逆变单元内。

**SINAMICS S120 整流/回馈装置含有直流电容**，用于不控 6 脉冲整流产生的进线侧基波和谐波无功电流的吸收，该直流回路电容必不可少。同样，相较于 MASTERDRIVES VC 逆变单元，SINAMICS S120 逆变装置相应减少了直流电容。

### 注意：

对于 MASTERDRIVES，整流/回馈单元配有 CUR 控制单元，因此，可以使用 MASTERDRIVES 系列产品的全部可用通信接口。详情请参阅产品目录 DA 65.10 2003/2004。

对于 SINAMICS，所有 S120 整流/回馈装置都可以与 CU320-2 控制单元配合使用，因此，也可以使用 SINAMICS 系列产品的全部可用通信接口。

MASTERDRIVES 系列产品的全部通信接口并非都可用于 SINAMICS 系列产品。采用 SINAMICS 系列产品代换 MASTERDRIVES 系列产品时，必须根据具体情况检测相应的通信选项。

### 功率

四象限 整流/回馈进线的功率范围各不相同，详情请参阅本节末尾的表格。

装置型 MASTERDRIVES 中的整流/回馈单元的功率范围 涵盖 75 kW 直至 1500 kW；

SINAMICS S120 整流/回馈装置的功率范围为 250 kW 直至 1400 kW。

### 进线电压

进线电压容许范围并不完全相同，请参阅本节末尾的表格。进线电压容许偏差也存在轻微差别。对于这两种系列产品，进线电压连续上限容差均为 +10 % (MASTERDRIVES 例外情况：690 V，其连续上限容差为：+15 %)。

# MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 变频装置的混合运行

## MASTERDRIVES – SINAMICS

对于 MASTERDRIVES 系列产品，其连续下限容差为 -15 %；对于 SINAMICS 系列产品，则仅为 -10 %。然而，SINAMICS 系列可以容许持续 1 分钟的 -15 % 容差。对于 SINAMICS 系列，该时间限制实际上没有意义。因为，较大的进线电压下降（例如，直接启动连接至进线电源上的大功率电机）的出现和持续时间大多数情况下都非常短暂。

### 进线频率

进线电压的频率范围和偏差率都相同。

### 供电系统

中性点接地型 TN 和 TT 供电电网，以及浮地型 IT 供电电网都可以使用。对于 SINAMICS 系列，调试连接至 IT 供电系统上的（进线装置）系统时，必须确保已经拆除了相应短封片，使得射频干扰抑制滤波器从接地极上断开（S120 系列标配了符合 EN 61800-3, Category C3 标准的射频干扰抑制滤波器）。

### 进线谐波失真

根据 6 脉冲三相整流桥的工作原理可知，MASTERDRIVES 整流/回馈单元和 SINAMICS S120 整流/回馈装置均会产生相对较大的进线谐波。进线电流含有较大的谐波分量，谐波阶数  $h = n \cdot 6 \pm 1$ ，其中， $n$  为 1、2、3 等整数。总电流谐波畸变率 THD(I) 的典型范围为约 30% 至 45%。关于谐波特性的描述，详细信息请参阅《SINAMICS 低压变频工程设计手册》。

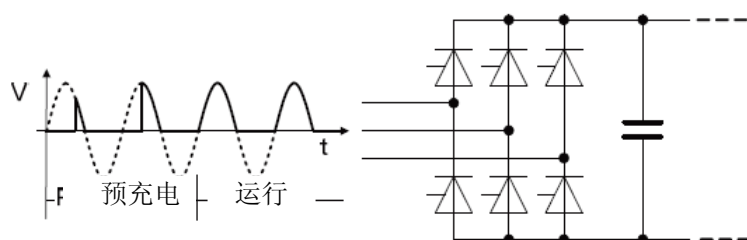
如果通过三绕组变压器为 2 个 MASTERDRIVES 整流/回馈单元或 2 个 SINAMICS S120 整流/回馈装置进行供电，且供电电压彼此之间的相移为  $30^\circ$ ，则可以构成 12 脉冲整流进而减小进线谐波。

对于 SINAMICS S120 整流/回馈装置，必须额外考虑两个因素。一方面，S120 整流/回馈装置工作于空载条件下，进线侧会出现无功谐波电流，其值约为额定电流的 15% 至 20%。因此，在空载或部分负载条件下会出现相对高于 MASTERDRIVES 整流/回馈单元的进线谐波。另一方面，S120 整流/回馈装置工作于回馈模式时，相较于工作于电动模式，其谐波电流波形会有变化。工作于发电模式时，5 次和 7 次谐波会明显减弱，高次谐波则会增强。但是，总电流谐波畸变率 THD (I) 几乎保持不变。

### 预充电

MASTERDRIVES 整流/回馈单元和 SINAMICS S120 整流/回馈装置采用了不同的预充电原理。

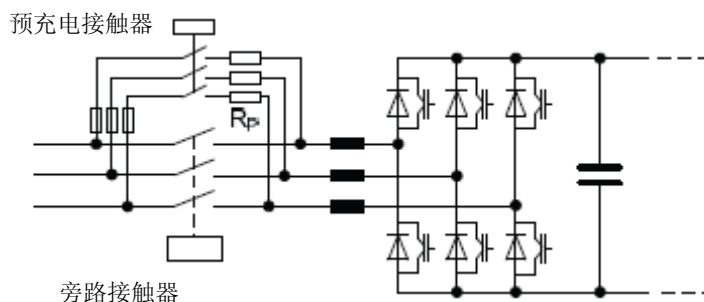
对于 MASTERDRIVES 整流/回馈单元，通过晶闸管相角控制实现对预充电电流的控制。由于采用了电流控制型预充电，因此，对直接连接到该整流/回馈单元的直流侧电容无需任何限制。



MASTERDRIVES 整流/回馈装置采用相角控制进行预充电

对于 SINAMICS S120 整流/回馈装置，其所连接的直流回路通过伴随相关功率损耗的电阻进行预充电。为了给直流回路进行预充电，进线电源通过预充电接触器和预充电电阻连接至整流/回馈装置。预充电回路需要在系统进线侧连接熔断器进行保护。一旦预充电结束，旁路接触器将闭合，且预充接触器再次打开。预充电回路和主回路的相序必须绝对一致。

否则，在两个接触器同时被关闭的这一短暂的重叠期内，预充电电阻可能过载，并被损坏。由于预充电期间电阻存在功率耗损，因此，最多每 3 分钟才可以为直流回路进行一次预充电，且对该直流母线可连接的直流回路电容进行了限制。对于各种 S120 整流/回馈装置，直流回路电容的容许值请参阅产品目录 D 21.3 或者《SINAMICS 低压变频工程设计手册》。



通过预充电接触器和预充电电阻实现对 S120 整流/回馈装置预充电

### 注意!

采用 SINAMICS S120 整流/回馈装置代换 MASTERDRIVES 整流/回馈单元时，必须绝对遵守以下事项：必须仔细检查 SINAMICS S120 整流/回馈装置的直流回路电容的最大容许值。这些数据请参阅产品目录 D21.3 或《SINAMICS 低压变频工程设计手册》。关于 MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS S120 逆变装置的直流回路电容，请参阅章节“检查直流回路电容”。

对于 SINAMICS S120 整流/回馈装置，必须使用旁路接触器。该接触器必须由整流/回馈装置自己进行控制（通断）。其原因在于，对于 MASTERDRIVES 整流/回馈单元，出现过载、过流或进线故障时，可以封锁整流桥内的晶闸管；与此相反，S120 整流/回馈装置不能自行关断二极管整流桥。对于上述故障，尽早（瞬间）打开旁路接触器才可以实现有效保护；装置额定功率较大时，使用断路器作为旁路控制。这种情况下，必须绝对使用无延时欠压脱扣器，以便出现故障时，整流/回馈装置可以直接被该断路器控制分断。因此，针对 MASTERDRIVES 整流/回馈单元的控制设计（例如，仅通过手动断路器切入线路电源）不再能用于 SINAMICS S120 整流/回馈装置。其原因在于直流回路的预充电功能和故障时的设备保护功能的实现原理是不同的。采用 SINAMICS S120 整流/回馈装置代换 MASTERDRIVES 整流/回馈单元时，必须对这个环节的设计进行恰当修改并参照整流/回馈装置的工程设计指南进行有效实施。

### 额定直流回路电压

对于 MASTERDRIVES 整流/回馈单元，电动状态下，带  $v_k = 2\%$  进线电抗器，且工作于满载条件下，典型的直流回路电压为  $V_{DC \text{ link}} \approx 1.35 \cdot V_{Line}$ 。在回馈桥的前端使用自耦变压器之后，工作于回馈模式且处于满载条件下， $V_{DC \text{ link}}$  典型值可以达到  $1.35 \cdot V_{Line}$ 。若没有自耦变压器，则回馈时的直流回路电压比电动时的值降低约 20%。

对于 SINAMICS S120 整流/回馈装置，电动状态下，带  $v_k = 4\%$  线路电抗器，且工作于满载条件下，典型的直流回路电压为  $V_{DC \text{ link}} \approx 1.30 \cdot V_{Line}$ 。回馈状态与电动状态相比，直流电压会更大。因为存在两种不同的桥式结构和 4% 电抗器的压降存在，当电流方向发生了改变时，且在满载条件时，其  $V_{DC \text{ link}} \approx 1.40 \cdot V_{line}$ 。

### 额定直流回路电流

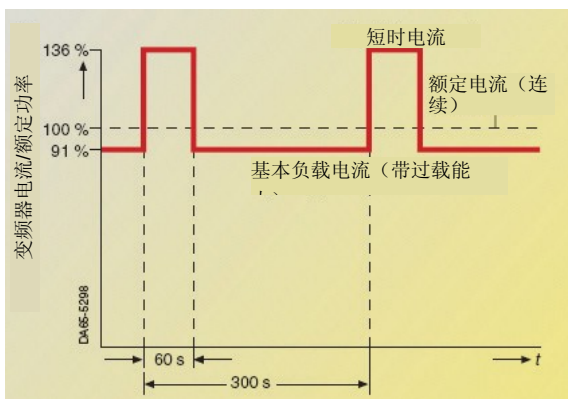
两个系列的整流装置，即使具有相同的额定功率，其直流回路额定电流也存在轻微差异。其原因是，MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 采用了不同的额定功率定义。MASTERDRIVES VC 的额定功率定义基于 8 极电机；SINAMICS 则基于 6 极电机。由于这些差异，两个系列相关的进线整流/回馈装置所获得的直流回路额定电流也存在轻微差异。关于额定功率定义，详细信息请参阅《SINAMICS 低压变频工程设计手册》。

# MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 变频装置的混合运行

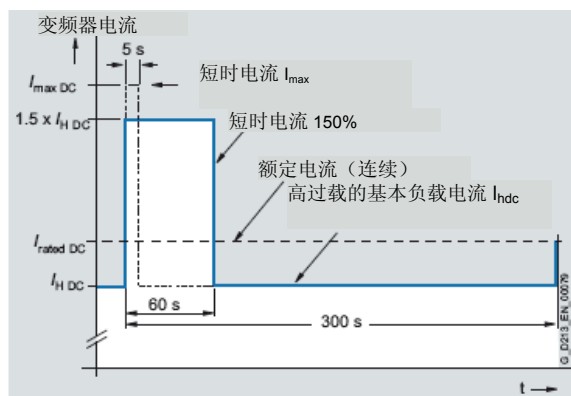
## MASTERDRIVES – SINAMICS

### 过载能力/负载周期定义

MASTERDRIVES 整流/回馈单元和 SINAMICS S120 整流/回馈装置的过载能力几乎相同。下图列出了 MASTERDRIVES 整流/回馈单元的标准负载循环周期和 SINAMICS S120 整流/回馈装置的标准“重过载”负载周期。



MASTERDRIVES 整流/回馈单元的标准负载周期



SINAMICS S120 整流/回馈装置标准的“重过载”负载周期

两个系列的进线整流/回馈装置都可以不间断地工作于其额定直流回路电流。此外，也不存在任何过载预量。若要求进线整流/回馈装置具备过载预量，则过载期间，进线整流/回馈装置不得工作于其最大发热极限值状态。对于要求具备过载能力的传动装置来说，必须根据连续热额定电流容许值减小其基本负载电流。基本负载电流相对于额定电流的减小程度越大，过载工作期间的热预留量越大。

对于 MASTERDRIVES 整流/回馈单元的标准负载周期，不分装置，其直流基本负载电流被减小至直流额定电流的 91%。短时电流为额定直流电流的 136% 或者基本直流负载电流的 150%。整流/回馈单元直流基本负载电流可持续 240s，短时直流电流可持续 60s。

对于 SINAMICS S120 整流/回馈装置的标准“重过载”负载周期，部分装置，其直流基本负载电流被减小为直流额定电流的 89%。通常，直流短时电流为基本直流负载电流  $I_{HDC}$  的 150%。整流/回馈装置的直流基本负载电流持续 240s，短时直流电流可持续 60s。

根据这些负载周期定义可知，MASTERDRIVES 整流/回馈单元和 SINAMICS S120 整流/回馈装置具备几乎相同的过载能力。

### 并联连接

MASTERDRIVES 整流/回馈单元和 SINAMICS 整流/回馈装置都可以并联使用。对于 MASTERDRIVES 整流/回馈单元，最多可以并联 3 个机座规格为 K 的单元。对于 SINAMICS S120 整流/回馈装置，每种机座规格都可以最多 4 个并联。因此，并联运行的 MASTERDRIVES 整流/回馈单元可以采用并联的 SINAMICS S120 整流/回馈装置进行代换。并联运行 SINAMICS 整流/回馈装置时必须遵守的其它条件和限制，请参阅《SINAMICS 低压变频工程设计手册》。

对于 MASTERDRIVES 系列产品，整流/回馈单元和整流单元由于采用的预充电工作原理和晶闸管控制技术完全相同，因此，这两种单元的混合运行极其容易。对于 SINAMICS 系列产品，由于预充电工作原理和相关设计存在差异，整流/回馈装置和基本整流装置的混合运行明显更加复杂。详细信息，请参阅《SINAMICS 低压变频工程设计手册》。

### 防护等级

MASTERDRIVES 系列的整流/回馈单元的标准防护等级为 IP00。对于 SINAMICS 系列的整流/回馈装置的防护等级视机座规格不同可以为 IP20 或者 IP00，详见本节末尾的表格。

### 环境温度

两个系列的整流装置均针对 0°C 至 40°C 环境温度而设计。工作于该环境温度时，不存在任何限制。进行相应电流降容之后，MASTERDRIVES 整流/回馈单元最高可工作于 50°C，SINAMICS S120 整流/回馈装置最高可工作于 55°C。相较于 MASTERDRIVES，SINAMICS 系列装置的降容曲线更加平缓，因此，MASTERDRIVES 系列可以方便地被替换为 SINAMICS S120 装置。

### 冷却

对于这两种系列装置，进线整流/回馈装置均使用 230 VAC 单相交流进线的风扇进行冷却。MASTERDRIVES 整流/回馈单元没有集成相应的变压器，因此，其 230V 电源必须由外部提供。SINAMICS S120 整流/回馈装置集成了变压器，该变压器将进线电压转变为风扇所需要的 230 V 电源。这种情况下，单相进线电源须由外部提供。

### 冷却空气需量

MASTERDRIVES 和 SINAMICS 系列进线整流/回馈装置的冷却空气需量可能因不同情况存在明显的不同。对于绝大多数 MASTERDRIVES 整流/回馈单元和 SINAMICS S120 整流/回馈装置，其冷却空气需量处于同一个数量级；但是，具体实例中，可能存在最高至 2 倍的偏差。因此，采用 SINAMICS S120 整流/回馈装置替换 MASTERDRIVES 整流/回馈单元时，必须根据具体情况检查对冷却空气的要求。

### 噪声

SINAMICS S120 整流/回馈装置的声压级比 MASTERDRIVES 整流/回馈单元低 6 dB 至 16 dB。

### 安装海拔高度

MASTERDRIVES 整流/回馈单元可以无任何限制地工作至海拔 1000 米的高度；采用恰当的降容处理，最高可工作至海拔 4000 米的高度。SINAMICS S120 整流/回馈装置可以无任何限制地工作至海拔最高为 2000 米的高度；采用恰当的降容处理且配用隔离变压器后，最高可工作至海拔 5000 米的高度。相较于 MASTERDRIVES，SINAMICS 装置的降容曲线更加平缓，因此，在安装海拔高度方面，MASTERDRIVES 产品可以方便地被替换为 SINAMICS 装置。

### 损耗和效率

由于功率器件的不同（对于 MASTERDRIVES 整流/回馈单元为晶闸管；对于 SINAMICS S120 整流/回馈装置为 IGBT 模块和续流二极管），其损耗和效率也不同。

MASTERDRIVES 整流/回馈单元的满载总损耗为输出功率的约 1%；效率 > 99 %。

SINAMICS S120 整流/回馈装置的满载总损耗为输出功率的约 1.5 %；效率 > 98.5 %。

因此，采用 SINAMICS S120 整流/回馈装置替换 MASTERDRIVES 整流/回馈单元之后，其安装区域内的功率损耗将略会上升。涉及到柜体散热气流设计时，须注意 MASTERDRIVES 变频装置为分区布局，该布局确保柜内正确的气流流通。必须根据 SINAMICS 装置的不同机械尺寸对该分区布局进行调整。这可以确保调速柜内具备最佳散热设计，且避免柜内气流产生短路效应。

### 机械设计和外形尺寸

两个系列的装置使用了相似的机械设计。通常，额定功率越小，SINAMICS S120 整流/回馈装置越宽；额定功率越大，SINAMICS S120 整流/回馈装置则越窄。因此，必须根据具体情况仔细检查相关尺寸。

SINAMICS 整流/回馈装置取消了自耦变压器，因此，可以针对 MASTERDRIVES 整流/回馈单元的具体应用系统，考虑（有或无自耦变压器），可以节省安装空间。

SINAMICS S120 整流/回馈装置标准使用涂层印刷电路板和镀镍母线，其与化学和气候影响相关的性能优于 MASTERDRIVES 相关产品。

# MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 变频装置的混合运行

## MASTERDRIVES – SINAMICS

### 多电机传动系统电缆总长

总电缆长度必须被限制，以防止总的容性漏电流  $\Sigma I_{\text{Discharge}}$ （所有电机模块或逆变装置产生的容性漏电流  $I_{\text{Discharge}}$  之和）造成整流/回馈装置过载。这一漏电流与电缆长度有关，并通过网侧滤波器或者电源的中性点，流回直流母线。

如果电缆总长没有进行适当的限制，则总容性放电电流  $\Sigma I_{\text{Discharge}}$  也没有得到限制，进线整流/回馈单元中集成的进线滤波器、功率组件以及功率组件内的缓冲回路可能过载，受到过流或过高的  $dv/dt$  电压冲击。

MASTERDRIVES 和 SINAMICS 装置本质上都存在与总容性放电电流有关的问题，因此要求对总电缆长度容许值进行限制。然而，对于 MASTERDRIVES，因没有定义电容放电电流的容许值；因此，其电缆总长容许值也没有官方数据。

另一方面，对于 SINAMICS 系列产品，电缆总长容许值则有相关数据。这些数据请参阅产品目录 D21.3 或《SINAMICS 低压变频工程设计手册》。

因此，在现有 MASTERDRIVES 直流母线下使用 SINAMICS S120 逆变装置进行扩容 和使用 SINAMICS S120 整流/回馈装置代换 MASTERDRIVES 整流/回馈单元时，应该考虑以下因素。

如用 SINAMICS S120 逆变装置扩容的 MASTERDRIVES 直流母线下的电缆总长处于千米数量级时，可以考虑 MASTERDRIVES 整流/回馈单元的电缆总长无极限值这一事实，但为了避免出现额外的风险，现有电缆总长的增加量至多不要超过 10% 至 20%。

对于 MASTERDRIVES 直流母线系统，采用 SINAMICS 整流/回馈装置代换现有 MASTERDRIVES 整流/回馈单元时，必须仔细考虑适用于 S120 整流/回馈装置的电缆总长容许值。此外，如果无法确定现有电缆总长至一个精确值，则必须至少将电缆总长减小某个合适的数值，最终获得的长度值应该小于 S120 整流回馈装置的容许值。在没有评估电缆总长度的情况下，用 SINAMICS S120 整流/回馈装置替换 MASTERDRIVES 整流/回馈单元的情况应该被避免，即使现有的 MASTERDRIVES 直流母线系统的工作没有任何问题。

电源换向，不控型 四象限进线整流/回馈装置 的关键数据总结：

下表列出了 MASTERDRIVES 整流/回馈单元和 SINAMICS S120 整流/回馈装置的关键特性。采用 SINAMICS S120 整流/回馈装置代换 MASTERDRIVES 整流/回馈单元时，必须注意这些特性。

MASTERDRIVES 整流/回馈单元	SINAMICS S120 整流/回馈装置 (SLM)
订货号	
6SE70xx-x(E/F/H)(E/H/K)85-1xxx	6SL3330-6T(E/G)xx-xxxx
设计与功能	
不控型、反并联结构的 6 脉冲、三相桥回路：  - 进线整流桥配有晶闸管 - 回馈回路配有晶闸管 <u>优点：</u> - 可以限制直流回路电压的上下变化，从而控制直流回路电压 <u>缺点：</u> - 再生回馈时要求使用自耦变压器；工作于回馈模式下，直流回路电压不减小或者不容许被减小。 - 工作于回馈模式下，进线电源故障将不可避免地产生整流桥短路/逆变颠覆等问题。	非控型、反并联结构的 6 脉冲、三相桥回路：  - 进线整流桥配有二极管 - 回馈回路配有 IGBT <u>优点：</u> - 不需要自耦变压器。 - 工作于回馈模式时，由于 IGBT 可以随时被关断，因此，线路电源的故障不会导致整流桥短路/逆变颠覆等问题。 <u>缺点：</u> - 在电动和回馈模式的切换期间，直流回路电压存在较大的波动。

电源换向 不控型 四象限进线 整流/回馈装置的关键数据总结：**MASTERDRIVES 整流/回馈单元 vs SINAMICS S120 整流回馈装置**



# MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 变频装置的混合运行

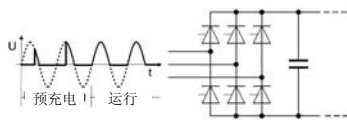
## MASTERDRIVES – SINAMICS

MASTERDRIVES 整流/回馈单元	SINAMICS S120 整流/回馈装置 (SLM)
<b>功率</b>	
75 – 800 kW $V_{Line} = 400$ V 时 90 – 1100 kW $V_{Line} = 500$ V 时 110 – 1500 kW $V_{Line} = 690$ V 时	250 – 800 kW $V_{Line} = 400$ V 时 450 – 1400 kW $V_{Line} = 500 - 690$ V 时
<b>进线电压</b>	
380 V -15 % 至 480 V 3AC +10 % 500 V -15 % 至 600 V 3AC +10 % 660 V -15 % 至 690 V 3AC +15 %	380 V -10 % 至 480 V 3AC +10 % 500 V -10 % 至 690 V 3AC +10 %
<b>进线频率</b>	
47 Hz 至 63 Hz	47 Hz 至 63 Hz
<b>供电系统</b>	
TN、TT 和 IT	TN、TT 和 IT
<b>进线谐波失真</b>	
总电流谐波畸变率 THD(I): 30 % - 45 % (典型值)	总电流谐波畸变率 THD(I): 30 % - 45 % (典型值)

### 预充电

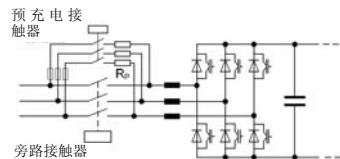
采用晶闸管相角控制技术:

- 闭环电流控制型
- 可以连接至直流回路的电容无任何限制
- 预充电间隔时间无限制



采用预充接触器和预充电电阻:

- 可连接至直流回路电容因预充电电阻的热容限制而被限制 (见产品目录 D 21.3 • 2011 和《SINAMICS 低压变频工程设计手册》)
- 预充电间隔时间被限制为 3 分钟



### 额定直流回路电压

电动状态, 满载且使用 (2%) 进线电抗器时:

- 典型值  $\approx 1.35 \cdot V_{Line}$
- 回馈状态, 满载且使用 (2%) 进线电抗器时:
- 典型值  $\approx 1.35 \cdot V_{Line}$  (带自耦变压器)
  - 典型值  $\approx 1.10 \cdot V_{Line}$  (无自耦变压器)

电动状态, 满载且使用 (4%) 进线电抗器时:

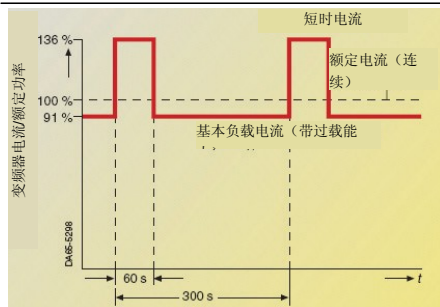
- 典型值  $\approx 1.30 \cdot V_{Line}$
- 回馈状态, 满载且使用 (4%) 进线电抗器时:
- 典型值  $\approx 1.40 \cdot V_{Line}$

### 额定直流回路电流

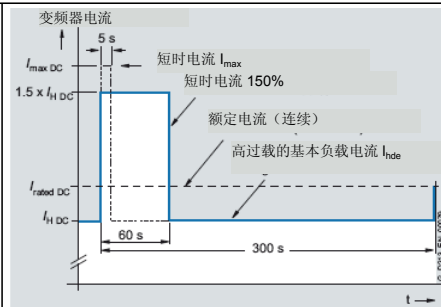
173 – 1780 A  $V_{Line} = 380 - 480$  V 时  
151 – 1880 A  $V_{Line} = 500 - 600$  V 时  
140 – 1880 A  $V_{Line} = 660 - 690$  V 时

550 – 1700 A  $V_{Line} = 400$  V 时  
550 – 1700 A  $V_{Line} = 500 - 690$  V 时

### 过载能力/负载周期定义



以下适用于 MASTERDRIVES 整流/回馈单元:  
基本负载电流 / 额定电流 = 0.91



以下适用于 SINAMICS S120 整流/回馈装置:  
基本负载电流  $I_{HDC}$  / 额定电流  $I_{rated DC} = 0.89$

电源换向 不控型 四象限进线 整流/回馈装置的关键数据总结: **MASTERDRIVES 整流/回馈单元 vs SINAMICS S120 整流/回馈装置**

# MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 变频装置的混合运行

## MASTERDRIVES – SINAMICS

MASTERDRIVES 整流/回馈单元	SINAMICS S120 整流/回馈装置 (SLM)
<b>并联连接</b>	
机座规格 K:最大 3 个整流/回馈单元 (1 个主 + 2 个从)	各种机座规格: 最多 4 个 S120 整流/回馈装置
<b>防护等级</b>	
IP00	IP20 最大到 355 kW / 380 - 480 V 最大到 450 kW / 500 - 690 V V IP00 大于 500 kW / 380 - 480 V 大于 710 kW / 500 - 690 V
<b>环境温度</b>	
0°C 至 40°C, 无降容; 自 40°C – 50°C 起, 电流降容。	0°C 至 40°C, 无降容; 自 40°C – 55°C 起, 电流降容。
<b>冷却</b>	
采用 230 V 电源供电的内置风扇进行强制风冷 230 V 单相电源必须由外部提供。	采用 230 V 电源供电的内置风扇进行强制风冷 230 V 电源由装置内集成变压器产生; 必须为该变压器提供单相进线电源。
<b>冷却空气需量</b>	
0.2 m <sup>3</sup> /s 至 1.0m <sup>3</sup> /s 参见产品目录 DA 65.10 • 2003 / 2004	0.36 m <sup>3</sup> /s 至 1.08 m <sup>3</sup> /s 参见产品目录 D 11 • 2011
<b>50Hz 时噪声水平</b>	
声压级: 75 dB 至 86 dB	声压级: 69 dB 至 70 dB
<b>安装海拔高度</b>	
至海拔 1000 m, 无降容时 最高至海拔 4000 m, 降容	至海拔 2000 m, 无降容时 最高至海拔 5000 m, 降容
<b>损耗和效率</b>	
损耗: 约为输出功率的 1 % 效率: > 99 %	损耗: 约为输出功率的 1.5 % 效率: > 98,5 %
<b>机械设计和外形尺寸</b>	
参见产品目录 DA 65.10 • 2003 / 2004	参见产品目录 D 21.3 • 2011
<b>多电机传动系统电缆总长</b>	
无官方数据	参见产品目录 D 21.3 • 2011

电源换向 不控型 四象限进线 整流/回馈装置的关键数据总结: **MASTERDRIVES 整流/回馈单元 vs SINAMICS S120 整流/回馈装置**

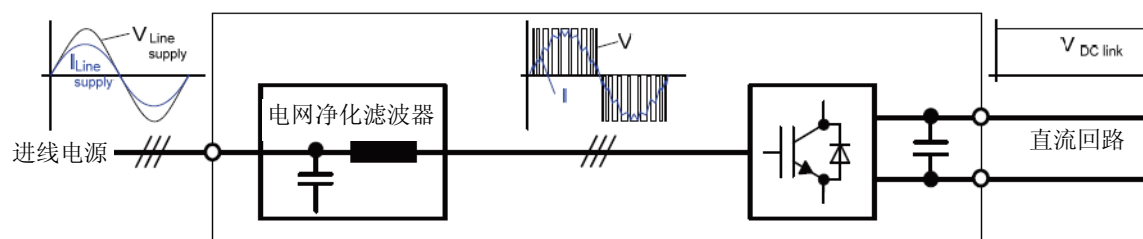
### 3.2.3 自换向 调节型，四象限整流进线（整流/回馈装置）

MASTERDRIVES 和 SINAMICS 产品系列都包含自换向 四象限整流/回馈单元。在 MASTERDRIVES 中，它们被称之为有源前端（AFE）；在 SINAMICS S120 中，它们被称为有源整流，其包含一个有源滤波装置（AIM）和 SINAMICS S120 有源整流装置（ALM）。

#### 设计与功能

MASTERDRIVES 和 SINAMICS S120 的自换向 调节型，四象限整流/回馈单元采用了极其相似的设计。为脉冲控制的四象限 进线整流/回馈方式，因此，不会导致再生回馈状态下逆变桥馈电故障。这意味着，能量可以从进线端流至直流回路，反之，也可以。产品目录中给出的电流值，既适于进线整流，也适于再生回馈。

自换向 调节型四象限 进线整流/回馈单元包含一个自调节式 IGBT 逆变桥，该逆变桥通过电网净化滤波器连接至线路供电侧。采用了脉宽调制技术进行控制，可以连续回馈稳定、受控的直流回路电源  $V_{DC\ link}$  至三相供电  $V_{Line}$ 。电网净化滤波器基本上滤除了脉宽调制下电压波形中的谐波成分，保证输出至网侧电源以近似完美的正弦电流波形，从而确保进线谐波处于极低的水平。



自换向 调节型，四象限 整流/回馈单元：MASTERDRIVES 有源前端 vs SINAMICS S120 有源整流 - 有源整流装置+有源滤波装置（电网净化滤波器）组成

MASTERDRIVES 有源前端和 SINAMICS S120 有源进线装置都包含有直流电容，因此，其功率模块实质上等同于同系列产品的相应的逆变装置。同时，还意味着，MASTERDRIVES 有源前端装置是唯一带直流电容的 MASTERDRIVES 整流装置。

#### 注意：

对于 MASTERDRIVES 系列，其有源前端装置配有 CUSA 控制单元，因此，可以使用 MASTERDRIVES 系列的全部可用通信接口。详情请参阅产品目录 DA 65.10 2003/2004。

对于 SINAMICS 系列，所有 S120 有源整流装置都可以采用 CU320-2 控制单元进行控制，因此，也可以使用 SINAMICS 系列的全部可用通信接口。

MASTERDRIVES 系列产品的全部通信接口并非都可用于 SINAMICS 系列产品。采用 SINAMICS 系列产品被代换 MASTERDRIVES 系列产品时，必须根据具体情况检测相应的通信选项。

#### 功率

自换向 四象限 整流/回馈单元的功率范围各不相同，详情请参阅本节末尾的表格。

MASTERDRIVES 装置型，有源前端的功率范围涵盖 51 kW 直至 1200 kW；SINAMICS S120 有源整流装置的功率范围为 132 kW 直至 1400 kW。

#### 进线电压

进线电压容许范围并不完全相同，请参阅本节末尾的表格。进线电压容许偏差也存在不同。

对于 MASTERDRIVES 有源前端，其连续上限偏差容许值为 +5%；对于 SINAMICS S120 有源整流装置，该值为 +10%。对于 MASTERDRIVES 有源前端，其连续下限偏差容许值为 -20%；对于 SINAMICS 有源整流装置，该值为 -10%。然而，SINAMICS 系列产品可以容许持续 1 分钟的 -15 % 偏差。对于 SINAMICS 系列，该时间限制通常无实际意义。因为，较大的进线电压下降（例如，直接启动连接至供电电压上的大功率电机）所持续的时间大多数情况下都非常短暂。

# MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 变频装置的混合运行

## MASTERDRIVES – SINAMICS

### 进线频率

进线电压的频率范围和偏差率等的容许值都相同。请参阅本节末尾的表格。

### 供电系统

中性点接地型 TN 和 TT 供电系统，以及浮地型 IT 供电系统都可以使用。对于 SINAMICS 系列，调试连接至 IT 供电系统上的（进线装置）系统，必须确保已经拆除了相应短封片，使得射频干扰抑制滤波器从接地极上断开（S120 系列标配了符合 EN 61800-3, Category C3 标准的射频干扰抑制滤波器）。

### 进线谐波失真

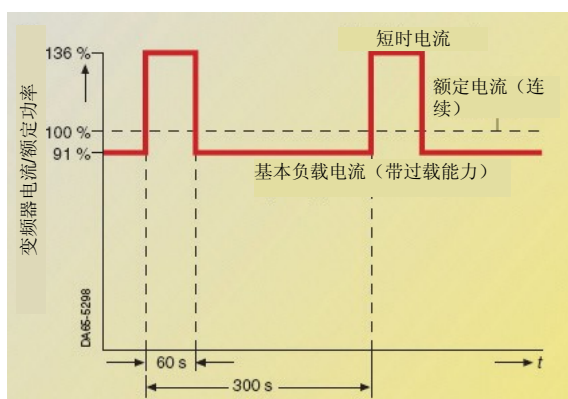
由于采用了有源控制技术和进线侧电网净化滤波器，因此，两种系列的自换向 调节行 四象限 进线整流/回馈单元所导致的谐波影响基本不存在。进线电流的谐波值极低，进线电压中的谐波分量也相应地非常低。典型情况下，主要的电流谐波和电压谐波明显地低于额定电流或额定电压的 1%。总电流和电压的谐波畸变率（THD(I) 和 THD(V)）的典型值约在 3% 至 5% 的范围内。

### 额定输入电流

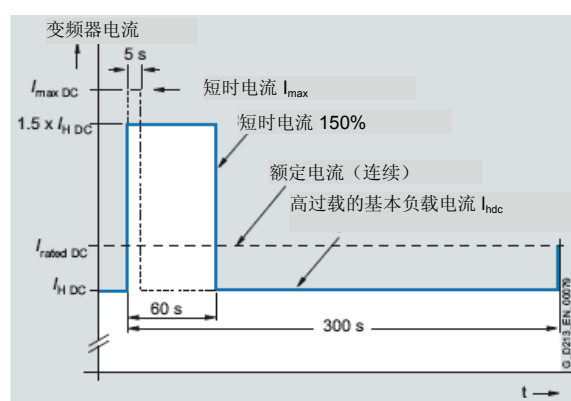
两个系列的有源整流装置，即使具有相同的额定功率，其额定输入电流也存在轻微差异。其原因是，MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 采用了不同的额定功率定义。MASTERDRIVES VC 系列装置的额定功率定义基于 8 极电机；SINAMICS 系列装置则基于 6 极电机。由于存在这些差异，两个系列的相关进线整流单元的额定输入电流存在轻微差异。关于额定功率定义，详细信息请参阅《SINAMICS 低压变频工程设计手册》中的相关描述。

### 过载能力/负载周期定义

MASTERDRIVES 有源前端和 SINAMICS S120 有源整流装置的过载能力几乎相同。下表列出了 MASTERDRIVES 有源前端的标准负载周期和 SINAMICS S120 有源整流装置的标准“重过载”负载周期。



MASTERDRIVES 有源前端的标准负载周期



SINAMICS S120 有源整流装置标准“重过载”负载周期

两个系列的自换向 调节型 四象限进线整流装置都可以不间断地工作于其额定直流回路电流。此外，也不存在任何过载预量。若要求有源进线整流/回馈装置具备过载预量，则过载期间，其有源进线整流/回馈装置不得工作于最大发热极限值状态。对于要求具备过载能力的装置来说，必须根据连续热额定电流容许值减小基本负载电流。基本负载电流相对于额定电流的减小程度越大，过载工作期间的热预留量越大。

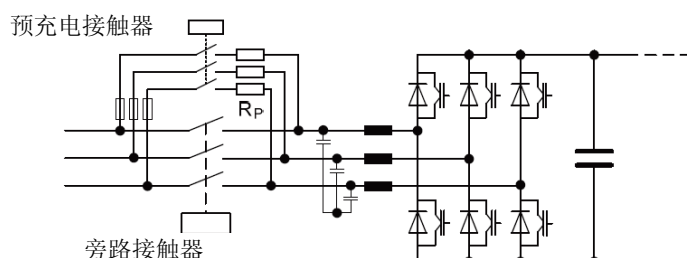
对于 MASTERDRIVES 有源前端的标准负载周期，不分装置，其直流基本负载电流被减小至直流额定电流的 91%。短时直流电流为额定直流电流的 136% 或者基本直流负载电流的 150%。有源前端的直流基本负载电流持续可 240s，短时直流电流可持续 60s。

对于 SINAMICS S120 有源整流装置的标准“重过载”负载周期，部分装置，其直流基本负载电流被减小为直流额定电流的 89%。通常，直流短时电流为基本直流负载电流  $I_{H DC}$  的 150%。有源整流装置的直流基本负载电流可持续 240s，短时直流电流可持续 60s。

根据负载周期定义可知，MASTERDRIVES 有源前端和 SINAMICS S120 有源整流装置具备几乎相同的过载能力。

### 预充电

对于这两个系列的有源整流进线，均通过具有损耗的电阻进行预充电；对于 SINAMICS 有源进线装置，充电电阻位于有源滤波装置内。为了给直流回路进行预充电，采用预充电接触器和预充电电阻将有源滤波装置及其相关有源整流装置的进线侧连接至进线电源。对于框架规格为 FI 和 GI 的有源滤波装置，其预充电回路和旁路接触器均包含在有源滤波装置内。预充电回路设计有短路保护功能，因此，系统侧无需对预充电回路进行单独的保护/连接熔断器。对于机座规格为 HI 和 JI 的有源滤波装置，旁路接触器不属于有源滤波装置的组成部分。这种情况下，系统中必须设计安装单独的旁路接触器；此外，系统还必须对预充电回路进行保护/连接熔断器。一旦预充电结束，旁通接触器将闭合；经过较短的一段时间后，预充电接触器分断。预充电接触器和旁路接触器同时闭合的这一短暂重叠期内（因为需要设计安装电网净化滤波器），预充电回路和主回路的相序必须相同，否则，预充电电阻器将出过载且可能损坏。



### MASTERDRIVES 有源前端和 SINAMICS S120 有源整流装置通过预充电电阻的预充电过程

由于预充电期间电阻存在功率耗损，因此，最多每间隔 3 分钟才可以进行一次直流回路预充电，需要对直流母线侧连接的直流回路电容进行限制。对于 MASTERDRIVES 有源前端和 SINAMICS S120 有源整流装置（含有源滤波装置），该要求均适用。根据产品目录 DA 65.10 2003/2004，可以连接至 MASTERDRIVES 有源前端的 MASTERDRIVES VC 逆变装置，其总功率约相当于 MASTERDRIVES 有源前端的额定功率的 200% 或 400%。

### 注意！

采用含有源滤波装置的 SINAMICS S120 有源整流装置替换 MASTERDRIVES 有源前端设备时，必须仔细考虑 SINAMICS S120 有源滤波装置可预充电的直流回路电容最大值。这些数据请参阅产品目录 D21.3 或《SINAMICS 低压变频工程设计手册》。关于 MASTERDRIVES VC 逆变装置和 SINAMICS S120 逆变装置的直流回路电容，请参阅章节“检查直流回路电容”。

### 额定直流回路电压

MASTERDRIVES 有源前端和 SINAMICS S120 有源整流进线均包含自换向调节型进线整流/回馈装置。此装置均可以将三相供电电源  $V_{Line}$  转化为可控的直流电源  $V_{DC link}$ ，且无论电网电压如何波动或者出现短期下降，都可以保证该直流电压稳定不变。它们的角色相当于升压控制器，即，直流回路电压总是高于线路电压的峰值 ( $V_{DC link} > 1.41 \cdot V_{Line}$ )。该值可通过参数进行设置。相关出厂设置值为：

$$\text{MASTERDRIVES 有源前端} \quad V_{DC link} = 1.58 \cdot V_{Line}$$

$$\text{SINAMICS 有源整流装置} \quad V_{DC link} = 1.50 \cdot V_{Line}$$

如果电机绕组的耐压足够高，则直流回路电压可以高于其出厂设置值。这意味着，所连接的逆变装置或电机模块的输出电压可能高于进线电压。

对于 MASTERDRIVES 有源前端，根据产品目录 DA 65.10 2003/2004，其直流回路电压的最大容许值略大于 SINAMICS S120 有源滤波装置的相应值。尽管如此，无论哪个系列的装置，建议都不要超过下表中 SINAMICS 系列所列出的该值。

由该表，显示出采用 SINAMICS S120 有源整流装置，其逆变装置的最大输出电压为直流回路电压的函数，且该表也列出了基于不同矢量控制系统（空间矢量、无过调制或脉冲边沿调制）在不同电源电压的情况下输出的最大直流母线电压。

# MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 变频装置的混合运行

## MASTERDRIVES – SINAMICS

进线供电电压 $V_{Line}$	连续工作时的直流回路电压最大容许值 $V_{DC\ link\ max}$	采用空间矢量调制技术可以达到的最大输出电压 $V_{Out\ max\ SVM}$	采用脉冲边沿调制技术可以达到的最大输出电压 $V_{Out\ max\ PEM}$
装置的工作电压 380 V–480 V 3 AC	720 V	504 V	533 V
装置的工作电压 500 V–690 V 3 AC	1000 V, $V_{Line} = 500\ V$ 时	700 V, $V_{Line} = 500\ V$ 时	740 V, $V_{Line} = 500\ V$ 时
500 V–600 V 3 AC	1080 V, $V_{Line} = 600\ V$ 时	756 V, $V_{Line} = 600\ V$ 时	800 V, $V_{Line} = 600\ V$ 时
660 V–690 V 3 AC	1080 V	756 V	800 V

### SINAMICS S120 有源整流装置：其直流回路电压最大容许值和可达到的输出电压

因此，参考可达到的直流电压，现有 MASTERDRIVES 有源前端可以被替换为 SINAMICS S120 有源进线，且无需任何限制。按照相应的参数设置，可以调整 SINAMICS 有源整流装置的直流回路电压，使其等同于以前 MASTERDRIVES 的相关值。

### 并联连接

MASTERDRIVES 有源前端和 SINAMICS 有源整流装置都可以并联运行使用。对于 MASTERDRIVES 有源前端，最多可以并联使用 5 个机座规格为 K 和 L 的单元。对于 SINAMICS S120 有源整流装置，各种机座规格都可以最多并联运行 4 个有源整流装置。因此，并联运行的 MASTERDRIVES 有源前端可以被并联运行的 SINAMICS S120 有源整流装置进行替换。并联 SINAMICS 装置运行时必须遵守的其它条件和限制，详情请参阅《SINAMICS 低压变频工程设计手册》。MASTERDRIVES 有源前端和 SINAMICS 有源整流装置也可以工作于主/从模式。关于 SINAMICS 装置并联须遵守的其它条件和限制，请参阅《SINAMICS 低压变频工程设计手册》和 SINAMICS S120 功能手册，驱动功能。

### 防护等级

MASTERDRIVES 有源前端装置的标准防护等级为 IP00。SINAMICS 系列有源整流装置的防护等级视机座规格可以为 IP20 或者 IP00。详见本节末尾的表格。

### 环境温度

两个系列的有源整流装置均针对 0°C 至 40°C 环境温度而设计。工作于该环境温度时，不存在任何限制。进行相应的电流降容之后，MASTERDRIVES 有源前端最高可工作于 50°C，SINAMICS S120 有源整流装置可最高工作于 55°C。相较于 MASTERDRIVES，SINAMICS S120 装置的降容曲线更加平缓，因此，MASTERDRIVES 系列产品可以方便地被替换为 SINAMICS 系列产品。

### 冷却

两个系列的有源整流进线，即 MASTERDRIVES 有源前端和 SINAMICS S120 有源整流装置都采用单相 230 V AC 风扇进行冷却。MASTERDRIVES 有源前端没有集成变压器，因此，其 230V 电源必须由外部提供。SINAMICS S120 有源整流装置集成了变压器，该变压器可以转换进线电压产生风扇所需要的 230 V 电源。这种情况下，单相进线电源必须由外部提供。但 SINAMICS S120 有源滤波装置没有配用变压器，因此，这种情况下，必须通过外部提供 230V 单相电源。

### 冷却空气需量

装置型 MASTERDRIVES 有源前端和 SINAMICS S120 有源整流装置的冷却空气需量最多可能相差 2 倍。因此，采用 SINAMICS S120 有源整流装置替换 MASTERDRIVES 有源前端时，必须根据具体情况仔细检查冷却空气需量。

### 噪声

SINAMICS 有源整流装置的声压级比 MASTERDRIVES 有源前端低 5 dB 至 18 dB。

### 安装海拔高度

MASTERDRIVES 有源前端装置最高可以无任何限制地工作至海拔 1000 米高度；采用合适降容处理后，最高可工作于海拔 4000 米的高度。SINAMICS S120 有源整流装置可以无任何限制地工作至海拔 2000 米的高度；采用合适降容处理且配用隔离变压器后，最高可工作于海拔 5000 米的高度。相较于 MASTERDRIVES 产品，SINAMICS 装置的降容曲线更加平缓，因此，在安装海拔高度方面，MASTERDRIVES 系列装置可以方便地被替换为 SINAMICS S120 装置。

### 损耗和效率

功率单元使用了几乎相同的功率元件（IGBT 模块+相关续流二极管）且电网净化滤波器也采用了类似内部组件，因此，两个系列的有源进线的损耗和效率极为相似。

满载时，总损耗约为输出功率的约 2-2.5%；因此，其效率 > 97.5 %。其结果是，采用 SINAMICS S120 有源整流装置替换 MASTERDRIVES 有源前端之后，其安装区域内的功率损耗上没有任何改变。涉及到调速柜中的散热导气设计时，必须注意 MASTERDRIVES 装置的分区布局，该布局确保柜内正确的散热气流流通方向。必须根据 SINAMICS 装置的不同机械尺寸对该分区布局进行调整。这可以确保调速柜内具备最佳散热气体流通，避免柜内气流的短路效应。

### 机械设计和外形尺寸

两个系列的装置使用了相似的机械设计。SINAMICS 系列装置的典型宽度明显更小。因此，涉及到机械尺寸时，SINAMICS S120 有源整流装置更具优势。尽管如此，仍需根据具体情况仔细检查相关尺寸。

由于 SINAMICS S120 有源整流装置标准使用涂层印刷电路板和镀镍母线，其与化学和气候影响相关的性能优于 MASTERDRIVES 有源整流单元。

### 多电机传动系统电缆总长

总电缆长度必须被限制，以防止总的容性漏电流  $\sum I_{\text{Discharge}}$ （所有电机模块或逆变装置产生的容性漏电流  $I_{\text{Discharge}}$  之和）造成整流/回馈装置过载。这一漏电流与电缆长度有关，并通过网侧滤波器或者电源的中性点，流回直流母线。

如果电缆总长没有进行适当的限制，则总容性放电电流  $\sum I_{\text{Discharge}}$  也没有得到限制，有源进线单元中集成的进线滤波器、功率组件以及功率组件内的缓冲回路可能过载，受到过流或过高的  $dv/dt$  电压冲击。

MASTERDRIVES 和 SINAMICS 产品本质上都存在与总容性放电电流有关的问题，因此要求对总电缆长度容许值进行限制。

然而，对于 MASTERDRIVES，因没有定义电容放电电流的容许值；因此，其电缆总长容许值也没有官方数据。

另一方面，对于 SINAMICS 系列产品，电缆总长容许值则有相关数据。这些数据请参阅产品目录 D21.3 或《SINAMICS 低压变频工程设计手册》。

因此，现有 MASTERDRIVES 直流母线下使用 SINAMICS S120 逆变装置进行扩容 和使用 SINAMICS S120 有源整流装置被替换 MASTERDRIVES 有源前端时，应该考虑以下因素。

如用 SINAMICS S120 逆变装置扩容的 MASTERDRIVES 直流母线下的电缆总长处于千米数量级时，可以考虑 MASTERDRIVES 有源前端的电缆总长无极限值这一事实，但，为了避免出现额外的风险，现有电缆总长的增加量至多不要超过 10% 至 20%。

对于 MASTERDRIVES 直流母线系统，采用 SINAMICS S120 有源整流装置替换现有 MASTERDRIVES 有源前端时，必须仔细考虑适用于 S120 有源整流装置的电缆总长容许值。此外，如果无法确定现有电缆总长至一个精确值，则必须至少将电缆总长减小某个合适的数值，最终获得的长度值应该小于 S120 有源整流装置的容许值。在没有评估电缆总长度的情况下，用 SINAMICS S120 有源整流装置替换 MASTERDRIVES 有源前端的情况应该被避免，即使现有的 MASTERDRIVES 直流母线系统的工作没有任何问题。

# MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 变频装置的混合运行

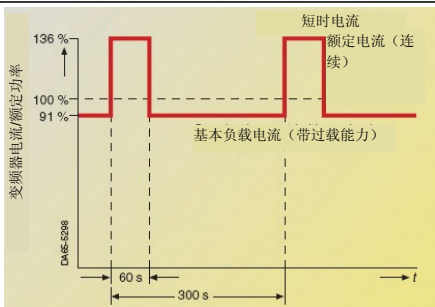
## MASTERDRIVES – SINAMICS

自换向 调节型，四象限整流进线（整流/回馈单元）的关键数据总结

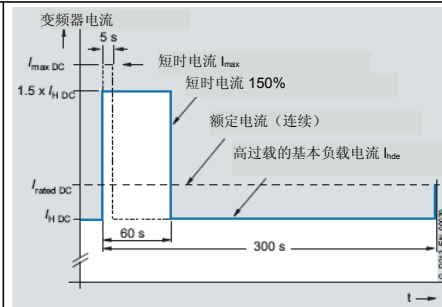
下表列出了装置型 MASTERDRIVES 有源前端和 SINAMICS S120 有源整流装置的重要特性。采用 SINAMICS S120 有源整流装置被替换 MASTERDRIVES 有源前端时，必须仔细考虑这些特性。

MASTERDRIVES 有源前端 (AFE)	SINAMICS S120 有源整流装置 (ALM)
<b>订货号</b>	
6SE70xx-x(E/F/H)(E...L)80	6SL3330-7T(E/G)xx-xxxx
<b>设计与功能</b>	
自换向 调节型 进线整流/回馈单元: - 稳定、受控的直流回路电压。 - 工作于回馈模式时, IGBT 可以随时关断, 因此, 电源故障不会导致整流桥短路/逆变颠覆等问题。	自换向 调节型 进线整流/回馈单元: - 稳定、受控的直流回路电压。 - 工作于回馈模式时, IGBT 可以随时关断, 因此, 电源故障不会导致整流桥短路/逆变颠覆等问题。
<b>功率</b>	
63 – 710 kW $V_{Line} = 400\text{ V}$ 时 51 – 900 kW $V_{Line} = 500\text{ V}$ 时 70 – 1200 kW $V_{Line} = 690\text{ V}$ 时	132 – 900 kW $V_{Line} = 400\text{ V}$ 时 560 – 1400 kW $V_{Line} = 500 - 690\text{ V}$ 时
<b>进线电压</b>	
380 V -20 % 至 460 V 3AC +5 % 500 V -20 % 至 575 V 3AC +5 % 660 V -20 % 至 690 V 3AC +5 %	380 V -10 % 至 480 V 3AC +10 % 500 V -10 % 至 690 V 3AC +10 %
<b>进线频率</b>	
45 Hz 至 66 Hz	47 Hz 至 63 Hz
<b>供电系统</b>	
TN、TT 和 IT	TN、TT 和 IT
<b>进线谐波</b>	
进线总电流谐波畸变率 THD(I) 典型值 3 % - 5 %	进线总电流谐波畸变率 THD(I) 典型值 3 % - 5 %
<b>额定输入电流</b>	
92 – 1300 A $V_{Line} = 380 - 480\text{ V}$ 时 61 – 1230 A $V_{Line} = 500 - 600\text{ V}$ 时 60 – 1230 A $V_{Line} = 660 - 690\text{ V}$ 时	210 – 1405 A $V_{Line} = 400\text{ V}$ 时 575 – 1270 A $V_{Line} = 500 - 690\text{ V}$ 时

### 过载能力/负载周期定义



以下适用于 MASTERDRIVES 有源前端:  
基本负载电流 / 额定电流 = 0.91



以下适用于 SINAMICS S120 有源整流装置:  
基本负载电流  $I_{HDC}$  / 额定电流  $I_{rated DC} = 0.89$

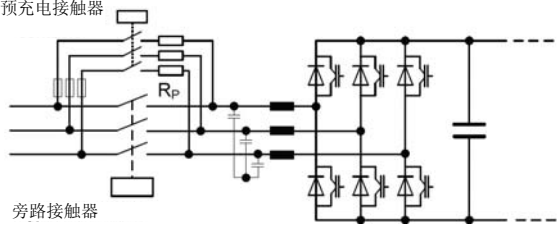
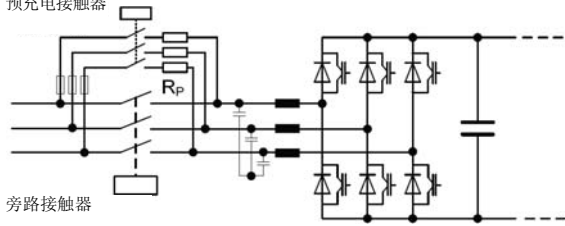
自换向 调节型，四象限整流进线（整流/回馈单元）的关键数据总结:

### MASTERDRIVES 有源前端 vs SINAMICS S120 有源整流装置



# MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 变频装置的混合运行

## MASTERDRIVES – SINAMICS

MASTERDRIVES 有源前端 (AFE)	SINAMICS S120 有源整流装置 (ALM) :
<b>预充电</b>	
采用预充触器和预充电电阻： <ul style="list-style-type: none"> <li>- 由于预充电电阻的热容的限制，可连接直流回路电容有限制（见产品目录 DA 65.10 • 2003 / 2004）</li> <li>- 预充电间隔时间被限制为 3 分钟</li> </ul>	采用预充接触器和预充电电阻： <ul style="list-style-type: none"> <li>- 由于预充电电阻的热容的限制，可连接直流回路电容有限制（见产品目录 D 21.3 / 有源滤波装置和《SINAMICS 低压变频工程设计手册》）</li> <li>- 预充电间隔时间被限制为 3 分钟</li> </ul>
	
<b>额定直流电压</b>	
出厂设置： $1.58 \cdot V_{Line}$	出厂设置： $1.5 \cdot V_{Line}$
<b>并联连接</b>	
机座规格 K 和 L： 最多 5 个 AFE 功率单元（采用多并技术）。此外，AFE 也可工作于主-从模式。	各种机座规格： 最多 4 个 S120 有源整流装置并联。 ALM 也可工作于主-从模式。
<b>防护等级</b>	
IP00	IP20 最大 300 kW / 380 - 480 V IP00 大于 380 kW / 380 - 480 V 大于 560 kW / 500 - 690 V
<b>环境温度</b>	
0°C 至 40°C，无电流降容； 自 40°C – 50°C 起，电流降容。	0°C 至 40°C，无电流降容； 自 40°C – 55°C 起，电流降容。
<b>冷却</b>	
采用集成 230 V 风扇进行强制风冷 230 V 单相电源必须由外部提供。	采用集成式 230 V 风扇进行强制风冷 230 V 电压由 ALM 装置内置的变压器产生；必须为该变压器提供单相进线电源。 有源滤波装置需要外接 230 V 单相电源
<b>冷却空气需量</b>	
0.1 m <sup>3</sup> / s 至 0.92 m <sup>3</sup> / s 参见产品目录 DA 65.10 • 2003 / 2004	0.17 m <sup>3</sup> / s 至 1.08 m <sup>3</sup> / s 参见产品目录 D 11 • 2011
<b>50Hz 时噪声水平</b>	
声压级：69 dB 至 89 dB	声压级：64 dB 至 71 dB
<b>安装海拔高度</b>	
至海拔 1000 m，无降容 最高至海拔 4000 m，降容	至海拔 2000 m，无降容 最高至海拔 5000 m，降容
<b>损耗和效率</b>	
损耗：约输出功率的 2 % 效率：> 98 %	损耗：约输出功率的 2.5 % 效率：> 97.5 %
<b>自换向调节型，四象限整流进线（整流/回馈单元）的关键数据总结：</b> <b>MASTERDRIVES 有源前端 vs SINAMICS S120 有源整流装置</b>	

# MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 变频装置的混合运行

## MASTERDRIVES – SINAMICS

---

MASTERDRIVES 有源前端 (AFE)	SINAMICS S120 有源整流装置 (ALM)
<b>机械设计和外形尺寸</b>	
参见产品目录 DA 65.10 • 2003 / 2004	参见产品目录 D 21.3 • 2011
<b>多电机传动系统电缆总长</b>	
无官方数据	参见产品目录 D 21.3 • 2011

自换向 调节型，四象限整流进线（整流/回馈单元）的关键数据总结：

**MASTERDRIVES 有源前端 vs SINAMICS S120 有源整流装置**

### 3.3 逆变装置

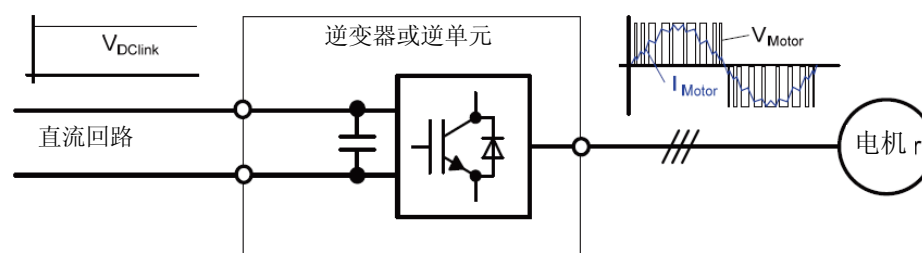
逆变单元属于 MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 共直流母线系统中装置的一个组成部分。对于 SINAMICS S120，逆变单元被称为逆变装置/电机模块（Motor Modules）。其装机装柜装置的机座规格如下：

- MASTERDRIVES
  - 增强型 (最大 18.5 kW)
  - 紧凑型 (最大 37 kW)
  - 装置型 (最大 1200 kW)
- SINAMICS
  - 紧凑书本型 (最大 9.7 kW)
  - 书本型 (最大 107 kW)
  - 装置型 (最大 1200 kW)

后文将对装机装柜型逆变装置进行更加详细的描述。

#### 设计与功能

MASTERDRIVES VC 逆变单元和 SINAMICS S120 逆变装置由进线整流或进线整流/回馈装置产生的直流电源馈电，变换为一个电压和频率可调三相供电电源，为异步和同步电机供电。MASTERDRIVES VC 逆变单元和 SINAMICS 逆变装置均为两电平逆变器。它们采用绝缘栅双极型晶体管（IGBT）功率半导体器件，并采用脉宽调制对其实现控制。



#### MASTERDRIVES VC 逆变单元或 SINAMICS S120 逆变装置

MASTERDRIVES VC 逆变单元和 SINAMICS S120 逆变装置均配装有直流回路电容。

对于 MASTERDRIVES VC 逆变单元，所需的直流回路电容全部安装于逆变单元内，进线整流和进线整流/回馈单元中没有配置直流回路电容。

对于 SINAMICS S120 逆变装置，直流回路电容分别位于逆变装置和进线整流中（基本整流装置、整流/回馈装置和有源整流装置）。因此，与相应的 MASTERDRIVES VC 逆变单元相比，SINAMICS S120 逆变装置中的直流电容值要少得多。如何确定直流回路电容的容许值，详细信息请参阅章节“检查直流回路的电容”。

#### 注意！

MASTERDRIVES 和 SINAMICS 装置混合运行时，必须非常仔细地检查直流母线的总电容值。其原因有两点：

一方面，为了避免直流母线中直流回路的各个电容出现过载，直流母线必须获得足够大的直流回路总电容。

另一方面，直流回路总电容又不能大于现有进线整流或进线整流/回馈单元中的可预充电直流回路电容，以防止预充回路过载。

因此，对于现有 MASTERDRIVES，进线整流单元+MASTERDRIVES VC 逆变单元的母线系统中，在采用额外的 SINAMICS S120 逆变装置进行扩容时，或者，采用 SINAMICS S120 逆变装置后续代换现有系统中的 MASTERDRIVES VC 逆变单元时，绝对必须仔细检查直流回路电容。这类情况下，始终必须检查系统直流母线的总容量是否符合要求。因为 S120 逆变装置的直流回路电容相对较小，并且，随着 S120 逆变装置所占百分比的增加，各个逆变装置的直流回路电容总和也将会减小。

# MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 变频装置的混合运行

## MASTERDRIVES – SINAMICS

对于在现有 MASTERDRIVES 进线整流单元+ MASTERDRIVES VC 逆变单元的母线系统中，采用 SINAMICS 装置替换 MASTERDRIVES 进线整流单元，将得益于 SINAMICS 进线整流单元中配用直流回路电容，该直流母线会总是拥有足够的直流回路总电容。然而，这种情况下仍始终必须检查系统中 SINAMICS 进线整流装置是否有能力对该直流母线的总电容进行预充电。由于 MASTERDRIVES VC 逆变装置中的直流回路电容较大，相对于 SINAMICS S120 基本整流装置或 S120 整流/回馈装置，即使逆变单元的总功率相对较小，直流回路电容总和始终也可能达到其最大容许值。这种情况下，必须相应地提高 SINAMICS 进线整流装置或进线整流/回馈装置的规格，或者，必须对混合运行的直流母线进行不同的分段处理。另一个方法是，当采用 SINAMICS S120 基本整流装置或整流/回馈装置替换 MASTERDRIVES 整流单元或整流/回馈单元时，同时用 SINAMICS S120 逆变装置替换大量的 MASTERDRIVES VC 逆变单元，以达到不超过 SINAMICS 进线整流装置或进线整流/回馈装置的直流回路电容容许值。

### 注意：

对于 MASTERDRIVES VC 系列产品，逆变装置配有 CUVC 控制单元，因此，可以使用 MASTERDRIVES 系列产品的全部可用通信接口。详情请参阅产品目录 DA 65.10 2003/2004。

对于 SINAMICS 系列，所有 S120 逆变装置都采用 CU320-2 进行控制，因此，也可以使用 SINAMICS 系列产品的全部可用通信接口。

MASTERDRIVES 系列产品的全部通信接口并非都可用于 SINAMICS 系列产品。采用 SINAMICS 系列产品替换 MASTERDRIVES 系列产品时，必须根据具体情况检测相应的通信选项。

### 功率

MASTERDRIVES VC 逆变单元和 SINAMICS S120 逆变装置的功率范围不同，请参阅本节末尾的表格。

MASTERDRIVES 逆变单元的功率范围为 45 kW 至 1200 kW；SINAMICS S120 逆变装置的功率范围为 75 kW 至 1200 kW。

### 额定直流回路电压（逆变装置输入电压）

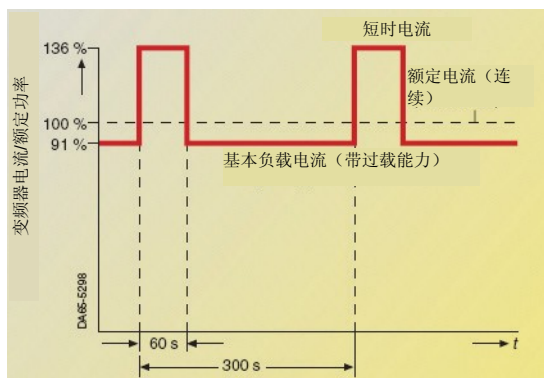
MASTERDRIVES VC 逆变单元和 SINAMICS S120 逆变装置拥有相似的直流回路电压范围和同样的直流回路过压关断阈值。请参阅本节末尾的表格。

### 额定输出电流

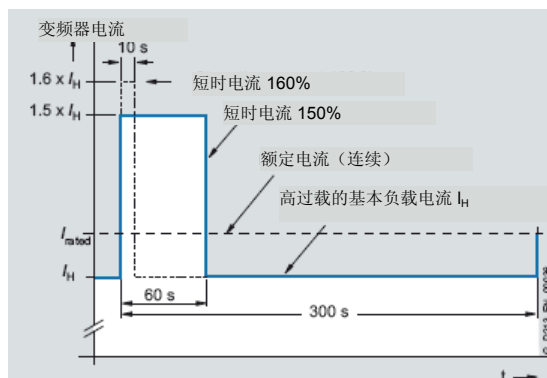
两个系列的逆变装置，即使具有相同的额定功率，其额定输出电流也存在轻微差异。其原因是，MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 系列逆变装置采用了不同的额定功率定义。MASTERDRIVES VC 的额定功率定义基于 8 极电机；SINAMICS 则基于 6 极电机。关于额定功率定义，详细信息请参阅《SINAMICS 低压变频工程设计手册》。

### 过载能力/负载周期定义

MASTERDRIVES VC 逆变单元和 SINAMICS S120 逆变装置的过载能力极其相似。MASTERDRIVES VC 逆变的标准负载周期与 SINAMICS 逆变装置的标准“重过载”负载周期相一致。



MASTERDRIVES VC 系列的标准负载周期



SINAMICS S120 逆变装置 (MoMo) 标准“重过载”负载周期

两个系列的逆变装置都可以不间断地工作于额定输出电流。此外，也不存在任何过载预量。若要求逆变装置必须具备过载预量，则过载期间，逆变装置不得工作于最大发热极限值状态。对于要求具备过载能力的逆变装置，必须根据连续热额定电流容许值相应地减小基本负载电流。基本负载电流相对于该额定电流的减小量越大，过载期间的热预留量越大。

对于 MASTERDRIVES VC 逆变单元的标准负载周期，不分装置，其基本负载电流被减小至额定输出电流的 91% 短时电流为额定输出电流的 136% 或者基本负载电流的 150%。逆变单元工作于基本负载电流可持续 240s 期间，短时电流容许持续 60s。

对于 SINAMICS S120 逆变装置的标准“重过载”负载周期，不分装置，基本负载电流被减小至值  $I_H$ 。SINAMICS S120 逆变装置的基本负载电流  $I_H$  大小取决于具体的装置规格。请参阅产品目录 D 21.3 中的技术数据。对于绝大多数 SINAMICS S120 逆变装置，基本负载电流  $I_H$  为额定输出电流的 89%，与 MASTERDRIVES VC 系列基本相同。然而，对于 SINAMICS S120 逆变装置（尤其是机座规格为 HX、工作电压为 380V 至 480V 3AC 的逆变装置），该值明显更低。通常，短时电流为基本负载电流  $I_H$  的 150%。S120 逆变装置工作于基本负载电流可持续 240s，该短时电流容许持续 60s。

对于 SINAMICS S120 逆变装置，由于存在与装置有关的基本负载电流  $I_H$ ，采用完全或几乎完全相同于 MASTERDRIVES VC 短时电流等同的标准负载周期的 SINAMICS S120 逆变装置代换 MASTERDRIVES VC 逆变单元时，必须仔细地校验其过载能力。在具体应用中，这意味着可能须使用额定功率较大的 SINAMICS S120 逆变装置。

### 注意！

负载周期内如存在非常大的负载电流波动、负载周期持续时间极短，或者逆变装置长时间工作于较低输出频率时，必须遵照 SINAMICS 逆变装置的适用规定，对用来代换 MASTERDRIVES VC 逆变单元的 SINAMICS S120 逆变装置进行仔细的工程设计选型。关于工程设计，详细说明请参阅《SINAMICS 低压变频工程设计手册》中的章节“负载周期”和“IGBT 模块和逆变装置功率单元的功率循环能力”。

### 输出电压

两个系列逆变装置都采用相似的门控器件，其驱动控制也采用类似的脉冲控制模式。两个系列的逆变装置都支持边沿调制。这意味着，使用边沿调制时，MASTERDRIVES VC 逆变单元和 SINAMICS S120 逆变装置都可以获得与输入电压相接近的最大输出电压。关于输出电压与可用直流回路电压的函数关系以及所采用的脉冲调制技术，请参阅本节末尾的表格。

### 脉冲频率

对于 MASTERDRIVES VC 逆变单元，其出厂设置的脉冲频率与装置的电压和功率无关，且通常被设置为 2.5 kHz；对于 SINAMICS S120 逆变装置，脉冲频率取决于具体的装置规格，为 2.0 kHz 或 1.25 kHz。由于 SINAMICS S120 逆变装置的脉冲频率值较低，因此，电机损耗会略大，且与逆变器运行有关的电机噪声也会略大。采用 SINAMICS S120 逆变装置代换 MASTERDRIVES VC 逆变单元时，如果仍希望将脉冲频率保持为 2.5 kHz，则必须考虑 SINAMICS S120 逆变装置相关的电流降容因素。这些数据请参阅产品目录 D21.3 或《SINAMICS 低压变频器工程设计手册》。

### 输出频率

可以实现的输出频率取决于逆变装置的脉冲频率。对于 MASTERDRIVES VC 逆变单元，出厂设置的脉冲频率较高，因此，其可以实现的输出频率将大于 SINAMICS S120 逆变装置。相关信息，请参见本节末尾的表格。输出频率相对较高的 MASTERDRIVES VC 逆变单元需要被代换为 SINAMICS S120 逆变装置时，必须检查 SINAMICS S120 逆变装置在出厂设置参数的调整情况下可以实现的输出频率。必要时，应该增大脉冲频率。此时，必须考虑 SINAMICS S120 逆变装置相关的电流降容。在具体应用中，这意味着可能需要使用额定功率较大的 SINAMICS S120 逆变装置。

# MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 变频装置的混合运行

## MASTERDRIVES – SINAMICS

---

### 并联连接

MASTERDRIVES VC 逆变单元和 SINAMICS S120 逆变装置系统都可以并联使用。对于 MASTERDRIVES VC 逆变单元，最多可以并联使用 5 个机座规格为 K 和 L 的单元。对于 SINAMICS S120 逆变装置，各种机座规格都可以最多并联使用 4 个逆变装置。因此，利用并联技术，可以将并联工作的 MASTERDRIVES VC 逆变装置替换为并联运行的 SINAMICS S120 逆变装置。并联运行 SINAMICS S120 变频装置时必须遵守的其它的条件和限制，请参阅《SINAMICS 低压变频工程设计手册》。

### 防护等级

对于 MASTERDRIVES VC 系列产品，装机装柜装置的标准防护等级为 IP00；也可选供 IP20 产品。SINAMICS 装机装柜装置的防护等级视机座规格可以为 IP20 或者 IP00。详见本节末尾的表格。

### 环境温度

两个系列的逆变装置均针对 0°C 至 40°C 环境温度而设计。工作于该环境温度时，不存在任何限制。进行相应的电流降容之后，MASTERDRIVES VC 逆变单元最高可工作于 50°C，SINAMICS S120 逆变装置则最高可工作于 55°C。相较于 MASTERDRIVES 系列，SINAMICS 装置的降容曲线更加平缓，因此，MASTERDRIVES VC 逆变单元可以方便地被替换为 SINAMICS S120 逆变装置。

### 冷却

两个系列的逆变单元，装置型 MASTERDRIVES VC 逆变单元和 SINAMICS S120 逆变装置都采用单相 230 V AC 风扇进行冷却。MASTERDRIVES VC 逆变单元没有集成变压器，因此，其 230V 电源必须由外部提供。SINAMICS S120 逆变装置集成了变压器，该变压器可以将进线电压转变为风扇所需要的 230 V 电源。这种情况下，单相进线电源必须由外部提供。

### 冷却空气需量

装置型 MASTERDRIVES VC 逆变单元和 SINAMICS S120 逆变装置的冷却空气需量可能存在显著的不同。额定功率较小时，SINAMICS 逆变装置通常更矮（S120 逆变装置包含一个功率模块，机座规格为 FX 和 GX）。额定功率较大时，SINAMICS 逆变装置通常更高（S120 逆变装置包含多个功率模块，机座规格为 HX 和 JX）。因此，采用 SINAMICS S120 逆变装置替换 MASTERDRIVES VC 逆变装置时，必须根据具体情况检查对冷却空气的要求。

### 噪声

SINAMICS S120 逆变装置的声压级比 MASTERDRIVES VC 逆变装置约低 5 dB 至 18 dB。

### 安装海拔高度

MASTERDRIVES VC 逆变单元可以无任何限制地工作至海拔 1000 米的高度；采用合适的降容处理，最高可工作至海拔 4000 米的高度。SINAMICS S120 逆变装置可以无任何限制地工作至海拔 2000m 高度，采用合适降容因数并在进线整流或进线整流/回馈上端采用隔离变压器为直流母线供电之后，最高可工作至海拔 5000m；相较于 MASTERDRIVES，SINAMICS 装置的降容曲线更加平缓，因此，在安装海拔高度方面，MASTERDRIVES VC 产品系列可以方便地被替换为 SINAMICS 产品系列。

### 损耗和效率

由于功率单元采用了极其相似的电气设计和功率器件，工作于满负载状态时，这两个系列的逆变装置的总损耗均约为输出功率的 1.5%，满载效率约 > 98.5%。因此，采用 SINAMICS S120 逆变装置替换 MASTERDRIVES VC 逆变单元后，安装区域内的功率损耗几乎无任何变化。同时，SINAMICS S120 逆变装置略优于 MASTERDRIVES VC 逆变单元，因为其出厂设置的脉冲频率相对较低。涉及到柜体散热气流设计时，必须注意 MASTERDRIVES 变频装置的分区布局。该布局确保柜内正确的发热气流导出。必须根据 SINAMICS 逆变装置的不同机械尺寸对该分区布局进行调整。这可以确保调速柜内具备最佳散热导气性能，且避免气流短路效应。

# MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 变频装置的混合运行

## MASTERDRIVES – SINAMICS

### 机械设计和外形尺寸

两个系列的逆变装置使用了相似的机械设计。SINAMICS S120 逆变装置的典型宽度明显更小。因此，涉及到机械尺寸校验时，SINAMICS S120 逆变装置更具优势。尽管如此，还是必须根据具体情况仔细检查相关尺寸。

由于 SINAMICS S120 逆变装置标准使用涂层印刷电路板和镀镍母线，其与化学和气候影响相关的性能优于 MASTERDRIVES 逆变装置。

### 电机电缆长度

对于 MASTERDRIVES VC 逆变单元，电机电缆的标准容许长度为 100 m - 135 m（屏蔽电缆）或者 150 m - 200 m（非屏蔽电缆）。对于 SINAMICS S120 逆变装置，电机电缆的标准容许长度值更大，为 300m(屏蔽电缆)或者 450m(非屏蔽电缆)。

对于这两个系列的逆变单元，采用输出电抗器或电机电抗（必要时可串联使用）可以实现更大的电机电缆长度。MASTERDRIVES VC 逆变单元配有第 1 个输出电抗器，即可扩容电机电缆的容许长度；对于 SINAMICS S120 逆变装置，从第 2 个电机电抗器才开始扩容电机电缆长度。

因此，采用 SINAMICS S120 逆变装置代换 MASTERDRIVES VC 逆变单元时，大多数情况下，原则上可以取消用于 MASTERDRIVES VC 逆变单元的输出电抗器。另一方面，考虑电机电缆的分布电容，输出电抗器降低了电机端子处的电压上升率；减小了电机绕组上的电压应力和电机中的轴承电流。考虑到这一情况，SINAMICS 变频装置继续使用 MASTERDRIVES VC 变频单元原有的输出电抗器也不无意义。SINAMICS S120 逆变装置与该电抗器组合使用的情况下，只要 SINAMICS S120 逆变装置的脉冲频率低于、或其最大值不高于 MASTERDRIVES VC 逆变单元的脉冲频率，则不会出现发热问题。

对于 MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS S120 逆变装置，成组或组合使用时均需要使用输出电抗器或电机电抗器。

如果在用 MASTERDRIVES VC 逆变单元的输出端配有 dv/dt 滤波器，则 SINAMICS S120 逆变装置也可以配用该滤波器。条件是 SINAMICS S120 逆变装置的脉冲频率低于、或其最大值等 MASTERDRIVES VC 逆变单元的脉冲频率。

若在用 MASTERDRIVES VC 逆变单元的输出端带一个正弦波滤波器，只要 SINAMICS S120 逆变装置工作时的脉冲频率符合 MASTERDRIVES VC 逆变装置的正弦波滤波器的要求，则 SINAMICS S120 逆变装置也可以使用该滤波器。由于符合该要求的逆变单元脉冲频率相对较高，为 6 kHz 或 3 kHz，这时，SINAMICS S120 逆变装置就需要考虑必要的电流降容因素。

### 逆变装置的关键数据总结

下表列出了 MASTERDRIVES VC 逆变单元和 SINAMICS S120 逆变装置的重要特性。采用 SINAMICS S120 逆变装置代换 MASTERDRIVES VC 逆变单元时，必须仔细考虑这些特性。

MASTERDRIVES VC 逆变单元		SINAMICS S120 逆变装置	
订货号		订货号	
6SE70xx-x(T/U/W)(E...L)xx		6SL3320-1T(E/G)xx-xxxx	
设计与功能		设计与功能	
两电平 IGBT 逆变		两电平 IGBT 逆变	
功率		功率	
45 – 710 kW	VDC link = 540 V 时	110 – 800 kW	VDC link = 540 V 时
37 – 900 kW	VDC link = 675 V 时	75 – 1200 kW	VDC link = 675 - 930 V 时
55 – 1200 kW	VDC link = 930 V 时		
直流回路额定电压		直流回路额定电压	
510 V DC -15 % 至 650 V DC +10 %		510 V DC -10 % 至 720 V DC +10 %	
675 V DC -15 % 至 810 V DC +10 %		675 V DC -10 % 至 1035 V DC +10 %	
890 V DC -15 % 至 930 V DC +15 %			

逆变装置或电机模块的数据：

### MASTERDRIVES VC 逆变单元 vs SINAMICS S120 逆变装置

# MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 变频装置的混合运行

## MASTERDRIVES – SINAMICS

MASTERDRIVES VC 逆变单元	SINAMICS S120 逆变装置
<b>额定输出电流</b>	
92 – 1300 A      VDC link = 510 - 650 V 时	210 – 1405 A      VDC link = 540 V 时
61 – 1230 A      VDC link = 675 - 810 V 时	85 – 1270 A      VDC link = 675 - 930 V 时
60 – 1230 A      VDC link = 890 - 930 V 时	
<b>过载能力/负载周期定义</b>	
<p>以下适用于 MASTERDRIVES 逆变单元： 基本负载电流 / 额定电流 = 0.91</p>	<p>以下适用于 SINAMICS S120 逆变装置： <math>I_H / I_{rated}</math> 与设备相关，参见产品目录 D 21.3 • 2011</p>
<b>输出电压</b>	
0 至 $\approx 0.70 \cdot VDC \text{ link}$ (空间矢量调制, 无过调制) 0 至 $\approx 0.74 \cdot VDC \text{ link}$ (边沿调制)	0 至 $\approx 0.70 \cdot VDC \text{ link}$ (空间矢量调制, 无过调制) 0 至 $\approx 0.74 \cdot VDC \text{ link}$ (边沿调制)
<b>脉冲频率</b>	
出厂设置： 2.5 kHz	出厂设置： 2.00 kHz 功率不超过 250 kW 且 VDC link = 510 最大 720 V 1.25 kHz 功率大于等于 315 kW 且 VDC link = 510 至 720 V 以及更高电压值
<b>输出频率</b>	
采用脉冲频率出厂设置值时： 250 Hz.	采用脉冲频率出厂设置值时： 160 Hz 功率不超过 250 kW 且 VDC link = 510 最大 720 V 100 Hz 功率大于等于 315 kW, VDC link = 510 至 720 V 以及更高电压时
提高脉冲频率 (电流降容) 时： 300 Hz.	提高脉冲频率 (电流降容) 时： 480 Hz 功率不超过 250 kW, VDC link = 510 至 720 V 时 300 Hz 功率大于等于 315 kW, VDC link = 510 至 720 V 以及更高电压时
<b>并联连接</b>	
机座规格 K 和 L： 最多 5 个逆变单元，采用多并技术	各种机座规格： 最多 4 个 S120 逆变装置
<b>防护等级</b>	
IP00	IP20 最大 250 kW / 380 - 480 V 最大 315 kW / 500 - 690 V IP00 大于 315 kW / 380 - 480 V 大于 400 kW / 500 - 690 V

逆变装置或电机模块的数据 (续表 1) : MASTERDRIVES VC 逆变单元 vs SINAMICS S120 逆变装置



## MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 变频装置的混合运行

### MASTERDRIVES – SINAMICS

MASTERDRIVES VC 逆变单元	SINAMICS S120 逆变装置
<b>环境温度</b>	
0°C 至 40°C，无电流降容； 自 40°C – 50°C，电流降容。	0°C 至 40°C，无电流降容； 自 40°C – 55°C，电流降容。
<b>冷却</b>	
采用集成 230 V 风扇进行强制风冷 230 V 单相电源必须由外部提供。	采用集成 230 V 风扇进行强制风冷 230 V 电源由逆变装置内集成变压器提供；须为该变压器提供单相进线电源。
<b>冷却空气需量</b>	
0.1 m <sup>3</sup> / s 至 0.92 m <sup>3</sup> / s 参见产品目录 DA 65.10 • 2003 / 2004	0.17 m <sup>3</sup> / s 至 1.08 m <sup>3</sup> / s 参见产品目录 D 11 • 2011
<b>50Hz 时噪声水平</b>	
声压级：69 dB 至 89 dB	声压级：64 dB 至 71 dB
<b>安装海拔高度</b>	
至海拔 1000 m，无降容 最高至海拔 4,000 m，降容	至海拔 2000 m，无降容 最高至海拔 5000 m，降容
<b>损耗和效率</b>	
损耗：约输出功率的 1.5 % 效率：> 98,5 %	损耗：约输出功率的 1.5 % 效率：> 98,5 %
<b>机械设计和尺寸</b>	
参见产品目录 DA 65.10 • 2003 / 2004	参见产品目录 D 21.3 • 2011
<b>电机电缆长度</b>	
标配，无电抗器和滤波器： - 100 m – 135 m，屏蔽电缆 - 150 m – 200 m，非屏蔽电缆	标配，无电抗器和滤波器： - 300 m，屏蔽电缆 - 450 m，非屏蔽电缆

逆变装置或电机模块的数据（续表 2）：**MASTERDRIVES VC 逆变单元 vs SINAMICS S120 逆变装置**

### 3.4 检查直流回路电容

MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 系列装置之间的基本区别在于对不同传动单元和组件其所需要的直流回路电容的分布进行了不同处理，并且，SINAMICS S120 不控型进线整流(S120 基本整流装置和 S120 整流/回馈装置等)的直流回路总电容的最大容许值被限制，相对较小。

- 对于 MASTERDRIVES VC 系列，所需要的直流回路电容全部配置于逆变单元内部。相关的进线整流和整流/回馈单元中不包含任何直流回路电容。仅自换向调节型有源前端有直流回路电容。
- 对于 SINAMICS 系列，逆变装置和相关的进线整流或整流/回馈装置均配置直流回路电容（各约占 50%）。

对于混合运行，当额外采用 SINAMICS S120 逆变装置扩容于现有 MASTERDRIVES 进线整流单元+ MASTERDRIVES VC 逆变单元组成的直流母线系统，或者，采用 SINAMICS S120 逆变装置后续代换这些直流母线下的 MASTERDRIVES VC 逆变单元，必须仔细考虑该方面的问题。这类情况下，始终必须检查最终的直流母线系统是否拥有必需的总电容量。其原因在于，S120 逆变装置的直流回路电容相对较低，因此，随着 S120 逆变装置所占百分比的提高，各个逆变装置总和的电容量相对于直流回路电容的所占百分比相对减小。

对于现有 MASTERDRIVES 进线整流单元+ MASTERDRIVES VC 逆变单元的直流母线系统，采用 SINAMICS 进线整流装置代换 MASTERDRIVES 进线整流单元时，得益于 SINAMICS 进线整流装置中包含直流回路电容，该直流母线总是拥有足够的总电容量。但是，在这种情况下，也应始终检查最终的 SINAMICS 进线整流装置是否可以对直流母线下挂的总电容进行足量预充电。由于原 MASTERDRIVES VC 逆变单元中的直流回路电容较大，因此，对于 SINAMICS S120 基本整流装置或 S120 整流/回馈装置，即使其原逆变单元的总功率相对较小，直流回路电容也可能达到其最大容许值。这种情况下，必须相应地提高 SINAMICS 进线整流装置或进线整流/回馈装置的功率规格，或者，必须对混合运行的母线进行不同的分段处理。另一个方法是，采用 SINAMICS S120 基本整流装置或整流/回馈装置代换 MASTERDRIVES 整流或整流/回馈单元的同时，也采用 SINAMICS S120 逆变装置代换大量的 MASTERDRIVES VC 逆变单元，使之不超过 SINAMICS 进线整流或进线整流/回馈装置的直流回路电容容许值。

#### 3.4.1 检查直流母线的总电容量

采用额外的 SINAMICS S120 逆变装置扩容于现有 MASTERDRIVES 直流母线系统或者采用 SINAMICS S120 逆变装置代换 MASTERDRIVES VC 逆变单元时，由于 S120 逆变装置的电容相对较低，因此，随着 S120 逆变装置所占百分比的上升，各个逆变装置的直流回路电容总和的百分比将会下降。但，出于以下两个原因，这并不表明最终的直流母线的总电容将会过低。

一方面，MASTERDRIVES VC 逆变单元和 SINAMICS S120 逆变装置的可用电容采用离散的分段式分布方式，因此，它们的电容值通常大于所需要的最小值。其结果是，由不同额定功率的 MASTERDRIVES VC 逆变单元或 SINAMICS S120 逆变装置组成的直流母线的总电容量通常稍微大于实际的需量。

另一方面，逆变单元和逆变装置的直流回路电容均是针对连续工作于额定电流的工况而设计。对于平均负载较小的逆变装置，相应的直流回路电容配置大于实际需求。

对于 MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS S120 的混合运行进行工程设计时，考虑这些影响因素，大多数情况下 SINAMICS S120 逆变装置相对较低的直流回路电容是可以接受的，不需要添加额外的电容。特别是当用少量 SINAMICS S120 逆变装置扩容至大容量 MASTERDRIVES VC 直流母线系统时，或者，逆变单元或逆变装置的连续负载容量明显低于该逆变装置的配置值时，情况尤其如此。

考虑了上述影响因素，如最终的直流母线系统的总电容量仍过低，这种情况下，原则上可以使用以下方法对 SINAMICS S120 直流侧的电容进行补偿：

- 必须多配置 1 或多个 SINAMICS S120 逆变装置
- 现有 MASTERDRIVES 整流单元或整流/回馈单元必须被替换为合适的 SINAMICS S120 进线整流装置，由该进线整流装置补充提供直流回路电容  
注意：请注意 SINAMICS 进线整流装置的可预充电直流回路电容最大值！
- 在直流母线中添加专有的特殊设计的电容模块。

对于最终的直流母线系统所需要的总电容的检查步骤，下文将进行更加详尽的描述。该部分描述成立的假设前提是，

已经完成了传动系统的选型/工程设计，且已经完成了进线整流装置和逆变装置或电机模块等的选型。

混合运行的母线所需要的总电容可以根据 MASTERDRIVES VC 部分母线和 SINAMICS S120 部分母线所需要的总电容获得。此值取决于特定电压等级下逆变装置的直流回路电容和。即、各个 MASTERDRIVES VC 逆变单元和 SINAMICS S120 逆变装置根据其设计的输出电流所配置的电容量的总和，采用以下公式，可以计算特定母线所需要的总电容：

$$C_{DC\ link-set-tot} = C_{DC\ link-set-MD} + C_{DC\ link-set-SIN} = C_{spec-MD} \cdot \sum_{inv\ 1}^n I_{inv-config} + C_{spec-SIN} \cdot \sum_{MoMo\ 1}^m I_{MoMo-config} \quad (1)$$

其中：

- CDC link-set-tot 整个混合运行母线所需要的总电容。
- CDC link-set-MD MASTERDRIVES VC 部分母线所需要的总电容。
- CDC link-set-SIN SINAMICS S120 部分母线所需要的总电容。
- Cspec-MD MASTERDRIVES VC 逆变单元在具体应用条件下的最小电容：
  - 45 μF/A, 逆变装置工作于直流回路电压 510 V – 650 V DC 时。
  - 35 μF/A, 逆变装置工作于直流回路电压 675 V – 810 V DC 时。
  - 35 μF/A, 逆变装置工作于直流回路电压 890 V – 930 V DC 时。
- Cspec-SIN SINAMICS S120 逆变装置在具体应用条件中的最小电容：
  - 40 μF/A, 逆变装置工作于直流回路电压 510 V – 720 V DC 时。
  - 25 μF/A, 逆变装置工作于直流回路电压 675 V – 1035 V DC 时。
- Iinv-config 配置的 MASTERDRIVES VC 逆变单元的设定输出电流。
- IMoMo-config 配置的 SINAMICS S120 逆变装置的设定输出电流。

逆变单元或 S120 逆变装置同时运行，要按照他们相对应的电流 I<sub>inv-config</sub> 或 I<sub>MoMo-config</sub> 带入公式（1）例如：

- 仅当 2 个相同的逆变装置交替运行且其设定电流 I<sub>inv-config</sub> 完全相同时，在这种特殊情况下，则公式中仅需考虑一种逆变装置。
- 仅当 2 个不同逆变装置交替运行且其设定的电流不同，即 I<sub>inv-config-1</sub> ≠ I<sub>inv-config-2</sub> 时，在这种特殊情况下，则公式中仅需考虑设定电流较大的逆变装置。

混合运行的共直流母线中的实际总电容可以通过 MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS S120 部分母线的实际总电容计算获得。

$$C_{DC\ link-tot} = C_{DC\ link-tot-MD} + C_{DC\ link-tot-SIN} = \sum_{inv\ 1}^n C_{DC\ link-MD} + \sum_{MoMo\ 1}^m C_{DC\ link-SIN} \quad (2)$$

其中：

- CDC link-tot 整个混合运行母线的实际总电容。
- CDC link-tot-MD 如果使用了有源前端（AFE），MASTERDRIVES VC 部分母线的实际总电容包含了进线整流/回馈单元的直流回路电容。
- CDC link-tot-SIN 如果使用了 SINAMICS 进线整流单元（BLM、SLM 和 ALM），则 SINAMICS S120 部分母线的实际总电容包含了该进线整流装置的总直流回路电容。

# MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 变频装置的混合运行

## MASTERDRIVES – SINAMICS

**CDC link-MD** 配置的 MASTERDRIVES VC 逆变单元中的直流回路电容，如果使用了有源前端，则还要包括整流/回馈单元中的直流回路电容。

MASTERDRIVES VC 逆变单元的电容值应该根据后面的表格选用。逆变装置的额定输出电流与特定有源前端的额定输入电流相同的情况下，MASTERDRIVES 有源前端的电容值与这些逆变装置的电容值相同。

**CDC link-SIN** 如果使用了 SINAMICS 进线整流装置（BLM、SLM 和 ALM），则 SINAMICS S120 逆变装置的直流回路电容和也包含该进线整流装置的直流回路电容。这些电容值可以根据后面的表格、产品目录 D21.3 或《SINAMICS 低压变频工程设计手册》选用。

对公式（2），仅需要考虑同时正在运行的直流母线上的逆变单元或者 S120 逆变装置。对于从直流母线上断开、仅在其它逆变装置故障时才连接至直流母线上的预留/备用逆变装置，公式（2）中不予以考虑。

考虑到直流回路电容这一因素，设计的共直流母线系统的直流电容必须满足 实际总电容大于或等于计算所需总电容这一条件。

$$C_{DC\ link-tot} \geq C_{DC\ link-set-tot} \quad (3)$$

后续表格列出了 MASTERDRIVES VC 逆变单元、SINAMICS S120 逆变装置和 SINAMICS S120 进线整流单元（BLM、SLM 和 ALM）等的直流回路电容。

### MASTERDRIVES VC 逆变装置（紧凑型和装置型）的直流回路电容

MASTERDRIVES VC 逆变单元 直流回路电压：510 V – 650 V DC		MASTERDRIVES VC 逆变单元 直流回路电压：675 V – 810 V DC		MASTERDRIVES VC 逆变单元 直流回路电压：890 V – 930 V DC	
额定功率/额定电流 [kW] / [A]	直流回路电容 [μF]	额定功率/额定电流 [kW] / [A]	直流回路电容 [μF]	额定功率/额定电流 [kW] / [A]	直流回路电容 [μF]
2.2 / 6.1	200	2.2 / 4.5	150	-	-
3.0 / 8.0	300	3.0 / 6.2	150	-	-
4.0 / 10.2	300	4.0 / 7.8	300	-	-
5.5 / 13.2	600	5.5 / 11.0	300	-	-
7.5 / 17.5	600	7.5 / 15.1	600	-	-
11.0 / 25.5	1100	11.0 / 22.0	600	-	-
15.0 / 34.0	1100	-	-	-	-
18.5 / 37.5	2200	18.5 / 29.0	1500	-	-
22.0 / 47.0	2200	22.0 / 34.0	1500	-	-
30.0 / 59.0	3300	30.0 / 46.5	2250	-	-
37.0 / 72.0	3300	37.0 / 61.0	3500	-	-
45.0 / 92.0	5000	45.0 / 66.0	3500	-	-
55.0 / 124	7500	55.0 / 79.0	3800	55.0 / 60	3300
75.0 / 146	10000	75.0 / 108	5000	75.0 / 82	3300
90.0 / 186	10000	90.0 / 128	6250	90.0 / 97	5000
110 / 210	10000	110 / 156	7500	110 / 118	5000
132 / 260	12500	132 / 192	7500	132 / 145	6000
160 / 315	12500	160 / 225	10000	160 / 171	6700
200 / 370	15000	200 / 297	10000	200 / 208	6700
250 / 510	27000	250 / 354	12000	250 / 297	10000
315 / 590	34000	315 / 452	16000	315 / 354	12000
400 / 690	36000	400 / 570	20000	400 / 452	16000
-	-	450 / 650	24000	-	-

## MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 变频装置的混合运行

### MASTERDRIVES – SINAMICS

MASTERDRIVES VC 逆变单元 直流回路电压：510 V – 650 V DC		MASTERDRIVES VC 逆变单元 直流回路电压：675 V – 810 V DC		MASTERDRIVES VC 逆变单元 直流回路电压：890 V – 930 V DC	
额定功率/额定电流 [kW] / [A]	直流回路电容 [μF]	额定功率/额定电流 [kW] / [A]	直流回路电容 [μF]	额定功率/额定电流 [kW] / [A]	直流回路电容 [μF]
500 / 860	45000	-	-	500 / 570	20000
630 / 1100	63000	630 / 860	30000	630 / 650	24000
710 / 1300	79000	-	-	-	-
-	-	800 / 1080	36000	800 / 860	30000
-	-	900 / 1230	45000	-	-
-	-	-	-	1000 / 1080	36000
-	-	-	-	1200 / 1230	45000

#### SINAMICS S120 逆变装置（书本型和装置型）的直流回路电容

SINAMICS S120 逆变装置 直流回路电压：510 V – 720 V DC		SINAMICS S120 逆变装置 直流回路电压：675 V – 1035 V DC	
额定功率（540 V DC 时）/额定电流 [kW] / [A]	直流回路电容 [μF]	额定功率（930 V DC） /额定电流 [kW] / [A]	直流回路电容 [μF]
1.6 / 3.0	110	-	-
2 x 1.6 / 2 x 3.0	110	-	-
2.7 / 5.0	110	-	-
2 x 2.7 / 2 x 5.0	220	-	-
4.8 / 9.0	110	-	-
2 x 4.8 / 2 x 9.0	220	-	-
9.7 / 18	220	-	-
2 x 9.7 / 2 x 18	705	-	-
16 / 30	705	-	-
24 / 45	1175	-	-
32 / 60	1410	-	-
46 / 85	1880	-	-
71 / 132	2820	-	-
-	-	75 / 85	1200
-	-	90 / 100	1200
107 / 200	3995	-	-
110 / 210	4200	110 / 120	1600
132 / 260	5200	132 / 150	2800
160 / 310	6300	160 / 175	2800
200 / 380	7800	200 / 215	2800
250 / 490	9600	250 / 260	3900
315 / 605	12600	315 / 330	4200
400 / 745	15600	400 / 410	7400
450 / 840	16800	450 / 465	7400
560 / 985	18900	560 / 575	7400
710 / 1260	26100	710 / 735	11100
800 / 1405	28800	800 / 810	11100
-	-	900 / 910	14400
-	-	1000 / 1025	14400
-	-	1200 / 1270	19200

# MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 变频装置的混合运行

## MASTERDRIVES – SINAMICS

### SINAMICS S120 基本整流装置的直流回路电容

SINAMICS S120 基本整流装置 电压: 380 V – 480 V 3AC / 510 V – 650 V DC		SINAMICS S120 基本整流装置 电压: 500 V – 690 V 3AC / 675 V – 930 V DC	
额定功率 (400 V 时) [kW]	直流回路电 容 [μF]	额定功率 (690 V 时) [kW]	直流回路电 容 [μF]
200	7200	-	-
250	9600	250	3200
-	-	355	4800
400	14600	-	-
560	23200	560	7300
710	29000	-	-
-	-	900	11600
-	-	1100	15470

### SINAMICS S120 整流/回馈装置的直流回路电容

SINAMICS S120 整流/回馈装置 电压: 380 V – 480 V 3AC / 510 V – 650 V DC		SINAMICS S120 整流/回馈装置 电压: 500 V – 690 V 3AC / 675 V – 930 V DC	
额定功率 (400 V 时) [kW]	直流回路电 容 [μF]	额定功率 (690 V 时) [kW]	直流回路电 容 [μF]
250	8400	-	-
355	12000	-	-
-	-	450	5600
500	16800	-	-
630	18900	-	-
-	-	710	7400
800	28800	-	-
-	-	1000	11100
-	-	1400	14400

### SINAMICS S120 有源整流装置的直流回路电容

SINAMICS S120 有源整流装置 电压: 380 V – 480 V 3AC / 570 V – 720 V DC		SINAMICS S120 有源整流装置 电压: 500 V – 690 V 3AC / 750 V – 1035 V DC	
额定功率 (400 V 时) [kW]	直流回路电 容 [μF]	额定功率 (690 V 时) [kW]	直流回路电 容 [μF]
132	4200	-	-
160	5200	-	-
235	7800	-	-
300	9600	-	-
380	12600	-	-
450	15600	-	-
500	16800	-	-
-	-	560	7400
630	18900	-	-
800	26100	800	11100
900	28800	-	-
-	-	1100	14400
-	-	1400	19200

### 计算示例:

某个 MASTERDRIVES VC 直流母线系统采用视在功率为 2MVA 的 690V 变压器供电, 且包含以下组件。这些逆变装置的负载与其额定输出电流相匹配, 具体如下:

- 1 个整流单元, 额定功率 1500 Kw 无直流回路电容
- 2 个逆变装置, 额定功率 55 kW / 电机电流均为 60 A 直流回路电容均为 3300  $\mu\text{F}$ 。
- 3 个逆变装置, 额定功率 160 kW / 电机电流均为 171 A 直流回路电容均为 6700  $\mu\text{F}$ 。
- 1 个逆变装置, 额定功率 400 kW / 电机电流为 452 A 直流回路电容为 16000  $\mu\text{F}$ 。

下面需要检验, 当前 MASTERDRIVES 直流母线系统能否进行如下方式的扩容: 加装 2 台 200kW/215A 的 SINAMICS S120 电机模块 (直流母线电容 2800  $\mu\text{F}$ ), 并在额定电流下运行。

首先应该对变压器和 MASTERDRIVES 整流单元的使用进行检查。该具体示例中, 由于最终逆变装置的有效功率为 1390 kW, 仍然低于整流单元和变压器的额定功率, 因此, 原则上该扩容是允许的。

### 计算所需要的总电容:

$$\text{CDC link-set-MD} = 35 \mu\text{F/A} \cdot [2 \cdot 60 \text{ A} + 3 \cdot 171 \text{ A} + 1 \cdot 452 \text{ A}] = 35 \mu\text{F/A} \cdot 1085 \text{ A} = 37975 \mu\text{F}.$$

$$\text{CDC link-set-SIN} = 25 \mu\text{F/A} \cdot [2 \cdot 215 \text{ A}] = 25 \mu\text{F/A} \cdot 430 \text{ A} = 10750 \mu\text{F}.$$

$$\text{CDC link-set-tot} = \text{CDC link-set-MD} + \text{CDC link-set-SIN} = 37975 \mu\text{F} + 10750 \mu\text{F} = 48725 \mu\text{F}.$$

### 计算实际配置的总电容:

$$\text{CDC link-tot-MD} = [2 \cdot 3300 \mu\text{F} + 3 \cdot 6700 \mu\text{F} + 1 \cdot 16000 \mu\text{F}] = 42700 \mu\text{F}.$$

$$\text{CDC link-tot-SIN} = [2 \cdot 2800 \mu\text{F}] = 5600 \mu\text{F}.$$

$$\text{CDC link-tot} = \text{CDC link-tot-MD} + \text{CDC link-tot-SIN} = 42700 \mu\text{F} + 5600 \mu\text{F} = 48300 \mu\text{F}.$$

所需要的总电容为 48725  $\mu\text{F}$ , 仅仅略大于实际配置的总电容 48300  $\mu\text{F}$ 。该偏差小于 1%, 在允许的容差范围内, 因此, 这些值实际上可以视为相同。这意味着, 从总电容上看, 该扩容是允许的。

计算所需要的总电容如超出实际总电容 5% 时, 必须提高实际电容。原则上, 以下措施可以实现该最终的:

- 必须多配置 1 或多个 SINAMICS S120 逆变装置
- 现有 MASTERDRIVES 整流单元或整流/回馈单元必须同时被替换为合适的 SINAMICS S120 进线整流装置, 由该进线整流装置补充提供直流回路电容  
注意: 请注意 SINAMICS 进线整流单元的可预充电直流回路电容最大值!
- 在直流母线中增加单独设计的电容模块。

### 3.4.2 检查进线整流的预充电能力

#### 保留现有公共直流母线系统中的 MASTERDRIVES 整流进线

现有直流母线中额外增加 SINAMICS S120 逆变装置时, 必须检查现有 MASTERDRIVES 进线整流单元的预充电能力。

如果整流单元由 MASTERDRIVES 整流单元或整流/回馈单元组成, 由于可预充电的直流回路电容无任何限制, 因此, 扩容工作非常简单。

如果整流单元由 MASTERDRIVES 有源前端组成, 则必须注意所连接逆变装置的功率最大至有源前端的功率的 400%。参见产品目录 DA 65.10 2003/2004。

#### 由 SINAMICS 整流装置替换 MASTERDRIVES 整流装置

对于 MASTERDRIVES 直流母线, 采用 SINAMICS S120 整流装置 (基本整流装置、整流/回馈装置或有源整流装置) 替换现有的 MASTERDRIVES 整流单元时, 始终必须检查 SINAMICS 整流装置的预充电能力。

# MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 变频装置的混合运行

## MASTERDRIVES – SINAMICS

关于 SINAMICS 进线整流装置可预充电的直流回路电容，请参阅产品目录 D21.3 或《SINAMICS 低压变频工程设计手册》。MASTERDRIVES VC 逆变单元和 SINAMICS S120 逆变装置以及 SINAMICS S120 进线整流装置（BLM、SLM 和 ALM）等的直流回路电容，请参阅本文此前的相关章节。

### 3.5 系统组件

#### 3.5.1 进线侧系统组件

采用 SINAMICS S120 整流装置替换 MASTERDRIVES 整流单元时，如果下列进线侧组件的额定电流与 SINAMICS 整流装置的额定电流相匹配，那么，原则上可以保留这些组件。

- 开关
- 接触器
- 断路器
- 进线电抗器

#### 开关、接触器、断路器

对于进线侧的现有开关元件，采用 SINAMICS S120 整流装置替换 MASTERDRIVES 整流单元时，必须注意以下事项：

电源换向 MASTERDRIVES 整流单元和整流/回馈单元采用了相角控制技术对直流回路进行电流控制型预充电。这意味着，这些单元可以随时连接至进线电源，并可以采用手动开关控制。它们无需单独的预充电回路，也不必采用按照内部状态进行控制的主接触器或旁路接触器。

对于同样采用相角控制对直流回路进行时间控制型预充电的进线整流装置- SINAMICS S120 基本整流装置，该原则也同样适用。这意味着，这些整流装置也可以随时连接至进线电源，也可以采用手动开关。它们同样无需单独的预充电回路，也不必采用按照内部状态进行控制的主接触器或旁路接触器。

但是，对于 SINAMICS S120 整流/回馈装置（SLM），情况却迥然不同。从进线整流上看，这些单元采用了二极管桥，因此，需要预充电接触器和预充电电阻以及主接触器和旁路接触器，并根据内部状态对开关逻辑进行控制。预充电设备（预充电接触器和预充电电阻）集成在 SINAMICS S120 整流/回馈装置内部，因此，还需要在网侧采用熔断器对预充电进行保护/或其它相应的保护措施。另一方面，必须始终在系统进线侧提供主接触器或旁路接触器，且必须参照 SINAMICS S120 整流/回馈装置使用指南，采用内部状态控制技术对其开关逻辑进行控制。

由于存在上述差异，因此，采用 SINAMICS S120 整流/回馈装置（SLM）替换 MASTERDRIVES 整流/回馈单元时，必须非常仔细地对系统应用进行设计。才能确保对进线侧开关组件进行正确的控制，并因而保证可以正确地完成直流回路的预充电。

**用 SINAMICS 整流装置替换 MASTERDRIVES 整流单元时，必须注意与进线侧保护措施有关的以下事项：**

对于 MASTERDRIVES 整流和整流/回馈单元，使用常见的欠压延时脱扣 3WL 断路器。对于 SINAMICS S120 整流装置，则不允许使用该类型断路器。它们始终要求使用欠压瞬时脱扣/释放 断路器。

#### 进线电抗器

对于进线电抗器，必须注意：用于 SINAMICS S120 基本整流装置的前端时，其阻抗压降必须至少为 2%；用于 SINAMICS S120 整流/回馈装置的前端时，其阻抗压降必须至少为 4%。

#### 3.5.2 直流回路组件

##### 制动单元

MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 系列的制动单元采用了非常类似的设计，其响应阈值和工作范围几乎完全相同。因此，MASTERDRIVES VC 系列制动单元可以无任何问题地用于 SINAMICS 系统中。

对 SINAMICS 系列装置中没有合适的可用制动单元（例如，与液冷型 SINAMICS 装置配用），这一点尤为关键。



SINAMICS 制动单元从机械设计方面看仅适于安装在 SINAMICS S120 进线整流装置和 S120 逆变装置中，因此，MASTERDRIVES VC 系统中无法使用 SINAMICS 制动单元。

### 逆变装置或电机模块与直流母线的电气连接

紧凑型或装置型 MASTERDRIVES VC 逆变单元，通常是通过安装在设备中或系统侧-自控式预充电接触器和旁路接触器电气连接至直流母线。采用 SINAMICS 系列产品进行代换时，如果被代换的 MASTERDRIVES VC 紧凑型或装置型逆变装置和 S120 书本型和逆变装置具备相同的功率电流参数时，那么，产品目录 DA 65.10 2003/2004 中推荐的 MASTERDRIVES 系统组件原则上可以继续使用（断路器、预充电接触器、预充电电阻和隔离接触器等）。由于 SINAMICS S120 逆变装置的直流回路电容总是小于相应的 MASTERDRIVES VC 逆变单元的直流回路电容，因此，这种情况下，不会出现预充电回路过载问题。

由于 SINAMICS S120 逆变装置没有对这些组件的控制功能，因此，原有的相应的输出端子将不能再使用。采用 SINAMICS S120 逆变装置代换 MASTERDRIVES VC 逆变单元时，还必须使用例如自由功能块等方法模拟这些功能。通过 CU320-2 或者系统组件（例如，端子模块 TM31）上的输出，作为输出端子。

### 3.5.3 输出侧系统组件

对于 MASTERDRIVES VC 逆变单元，电机电缆的标准容许长度为 100 m - 135 m（屏蔽电缆）或者 150 m - 200 m（非屏蔽电缆）。对于 SINAMICS S120 逆变装置，电机电缆的标准容许长度值更大，为 300m（屏蔽电缆）或 450m（非屏蔽电缆）。

对于这两个系列的逆变装置，采用输出电抗器或电机电抗（必要时可串联使用）可以实现更大的电机电缆长度。MASTERDRIVES VC 变频装置系列配有第 1 个输出电抗器，已经扩容了电机电缆的容许长度；对于 SINAMICS S120 逆变装置，从第 2 个电机电抗器才开始扩容电机电缆长度。

因此，采用 SINAMICS S120 逆变装置被代换 MASTERDRIVES VC 逆变单元时，大多数情况下，原则上可以取消用于 MASTERDRIVES VC 逆变单元的输出电抗器。但另一方面，考虑到电机电缆的分布电容效应，输出电抗器降低了电机端的电压上升率；减小了电机绕组上的电压降和电机中的轴承电流。考虑到这一情况，SINAMICS 逆变装置继续使用 MASTERDRIVES VC 原有的输出电抗器也不无意义。SINAMICS S120 逆变装置与该电抗器组合使用的情况下，只要 SINAMICS S120 逆变装置的脉冲频率低于、或其最大值不高于 MASTERDRIVES VC 逆变单元的脉冲频率，则不会出现热问题。

对于 MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS S120 装置，成组或组合使用时均需要使用输出电抗器或电机电抗器。

如果在用 MASTERDRIVES VC 逆变单元的输出端配有  $dv/dt$  滤波器，则 SINAMICS S120 逆变装置也可以配用该滤波器。条件是 SINAMICS S120 逆变装置的脉冲频率低于、或其最大值等 MASTERDRIVES VC 逆变单元的脉冲频率。

若在用 MASTERDRIVES VC 逆变单元的输出端带一个正弦波滤波器，只要 SINAMICS S120 逆变装置工作时的脉冲频率符合 MASTERDRIVES VC 逆变单元的正弦波滤波器的要求，则 SINAMICS S120 逆变装置也可以使用该滤波器。由于对应该要求的逆变装置设置脉冲频率相对较高，为 6 kHz 或 3 kHz，因此，这种情况下，SINAMICS S120 逆变装置需要考虑电流降容因素。

## 3.6 电机绕组电压

MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 系列装置均为 PWM 型变频器，其输出侧拥有一个直流电流回路和采用了 IGBT 技术的两电平逆变桥。它们采用非常类似的门器件 IGBT 和脉冲控制模式。对于所连接的电机来说，这意味着其绕组电压（电压变化率  $dv/dt$  与峰值电压）和轴承电流均极其类似。因此，采用 SINAMICS S120 逆变装置代换 MASTERDRIVES VC 逆变单元时，关于该点，无需注意任何特殊问题。

SINAMICS 系列逆变装置的脉冲频率出厂设置值较低，因此，电机的杂散负载损失可能略大，电机温升将会最大约高 4-5°C。电机噪声也可能稍大。

## 4. 公共直流母线中重要的混合运行

### 4.1 概述

对于这两个系列装置的关键性系统组件其混合运行的可行方案，在章节“公共直流母线中 MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 装置的混合运行”对其进行了极其详尽的描述。这些系统组件包括，例如，整流装置、整流/回馈装置和逆变装置等。

现在，通过后续章节，从实用角度对其需要注意的关键事项等方面考虑出发，对 MASTERDRIVES VC 和 SINAMICS 系列装置的重要混合运行进行了总结性描述。该总结性描述仅考虑针对相应混合运行始终必须仔细检查的因素：

- 直流母线总电容
- 整流单元预充电能力
- 电缆总长容许值
- 通信接口

此外，通常还必须检查与不同系统和应用相关的因素，例如，安装海拔高度、过载能力、最高输出频率和结构尺寸等。本总结性描述不讨论这些因素。应用工程师必须根据具体的应用情况，针对特定混合运行组合，自己鉴别并评估这些因素。

#### 4.1.1 在现有 MASTERDRIVES 直流母线下增加 SINAMICS S120 逆变装置 进行扩容

##### 4.1.1.1 现有的整流单元为 MASTERDRIVES 整流单元

这种情况下，必须：

- 按照章节 3.4.1 中的描述检查直流母线的总电容
- 根据章节 3.2.1 的描述检查电缆总长容许值
- 检查通信接口

##### 4.1.1.2 现有的整流单元为 MASTERDRIVES 整流/回馈单元

这种情况下，必须：

- 按照章节 3.4.1 中的描述检查直流母线的总电容
- 无自耦变压器，降低直流母线电压运行时：  
检查 SINAMICS S120 逆变装置的欠压关断阈值
- 根据章节 3.2.2 的描述，检查电缆总长容许值
- 检查通信接口

##### 4.1.1.3 现有的整流单元为 MASTERDRIVES 有源前端 (AFE)

这种情况下，必须：

- 按照章节 3.4.1 中的描述检查直流母线的总电容
- 按照章节 3.2.3 的描述，检查有源前端 (AFE) 的预充电能力
- 根据章节 3.2.3 的描述，检查电缆总长容许值
- 检查通信接口

#### 4.1.2 采用 SINAMICS S120 逆变装置代替 MASTERDRIVES VC 逆变单元

##### 4.1.2.1 现有的整流为 MASTERDRIVES 整流单元

这种情况下，必须：

- 按照章节 3.4.1 中的描述检查直流母线的总电容
- 根据章节 3.2.1 的描述检查电缆总长容许值
- 检查通信接口

#### 4.1.2.2 现有的整流单元为 MASTERDRIVES 整流/回馈单元

这种情况下，必须：

- 按照章节 3.4.1 的描述检查直流母线的总电容
- 无自耦变压器，降低直流母线电压运行模式下：  
检查 SINAMICS S120 逆变装置的欠压关断阈值
- 根据章节 3.2.2 的描述检查电缆总长容许值
- 检查通信接口

#### 4.1.2.3 现有的整流单元为 MASTERDRIVES 有源前端 (AFE)

这种情况下，必须：

- 按照章节 3.4.1 的描述检查直流母线的总电容
- 按照章节 3.2.3 的描述，检查有源前端(AFE)的预充电能力
- 根据章节 3.2.3 的描述，检查电缆总长容许值
- 检查通信接口

### 4.1.3 采用 SINAMICS S120 整流装置代换 MASTERDRIVES 整流单元

#### 4.1.3.1 采用 SINAMICS S120 基本整流装置代换 MASTERDRIVES 整流单元

这种情况下，必须：

- 检查 SINAMICS S120 基本整流装置的预充电能力
- 根据章节 3.2.1 的描述检查电缆总长容许值
- 检查通信接口

#### 4.1.3.2 采用 SINAMICS S120 整流/回馈装置代换 MASTERDRIVES 整流/回馈单元

这种情况下，必须：

- 检查 SINAMICS S120 整流/回馈装置的预充电能力
- 根据章节 3.2.2 的描述检查电缆总长容许值
- 检查通信接口

#### 4.1.3.3 采用 SINAMICS S120 有源整流装置代换 MASTERDRIVES 有源前端

这种情况下，必须：

- 检查 SINAMICS S120 有源整流装置的预充电能力
- 根据章节 3.2.3 的描述检查电缆总长容许值
- 检查通信接口

### 4.1.4 现有 MASTERDRIVES 直流母线后续改造成 SINAMICS 直流母线系统

针对于由 MASTERDRIVES 整流单元或整流/回馈单元和 MASTERDRIVES VC 逆变装置组成的 MASTERDRIVES 直流母线传动系统，后续需要将其代换为 SINAMICS 系统时，应该采用下述操作步骤：

- 首先，第一步，根据章节 4.1.2 中的描述，用 SINAMICS S120 逆变装置代换 MASTERDRIVES VC 逆变单元；应进行更加准确的计算选取足量的逆变装置，应使总电容达到其最小容许值。
- 第二步，根据章节 4.1.3 中的描述，采用 SINAMICS S120 进线整流装置或进线整流/回馈装置代换 MASTERDRIVES 整流或整流/回馈单元，以重新提高总电容量。
- 第三步，根据章节 4.1.2 中的描述，采用 SINAMICS S120 逆变装置代换原有的 MASTERDRIVES VC 逆变装置，直至整个直流母线彻底被代换为 SINAMICS 装置为止。

## 5 参考文献

### MASTERDRIVES:

SIMOVERT MASTERDRIVES VC  
Vector Control

Catalog DA 65.10 • 2003 / 2004  
Order No. E86060-K5165-A101-A3-7600

SIMOVERT MASTERDRIVES  
6SE70 / 6SE71 Series  
Voltage-Source DC Link Converters  
for AC Variable Speed Drives

Engineering Manual for Drive Converters  
Edition 08/2004  
Order No. E20125-J0001-S202-A2-7600

SIMOVERT MASTERDRIVES  
Voltage-Source DC Link Converters  
for three-Phase Drives

Engineering Manual for Motors  
Edition 08/1995  
Order No. E20125-J0002-S202-A1-7600

### SINAMICS:

SINAMICS G130 Drive Converter Chassis Units  
SINAMICS G150 Drive Converter Cabinet Units

Catalog D 11 • 2011  
Order No. E86060-K5511-A101-A5-7600

SINAMICS S120  
Chassis Format Units and Cabinet Modules  
SINAMICS S150  
Converter Cabinet Units

Catalog D 21.3 • 2011  
Order No. E86060-K5521-A131-A3-7600

SINAMICS Low Voltage  
G130, G150, S120 Chassis, S120 Cabinet Modules, S150

Engineering Manual  
Version 6.1 • April 2011  
PDF file for download  
from the Siemens INTRANET



## 西门子公司

工业业务领域驱动技术集团大  
型驱动部

邮政信箱：4743

纽伦堡，D-90025

德国

[www.siemens.com/sinamics](http://www.siemens.com/sinamics)

若有更改，恕不事先通告

© Siemens AG 2012