

SIEMENS

6RA70 的 3 种功率扩展方式

Three Methods to Enlarge the Power Output of 6RA70 DC Converters

Getting-started

Edition (2009 年—12 月)

摘要 本文介绍 6RA70 的 3 种功率扩展方式，包括直接并联连接、12 脉动串联连接和 12 脉动并联连接。

关键词 6RA70、并联连接、串联连接、12 脉动

Key Words 6RA70, Parallel Connection, Serial Connection, 12-Pulse

目 录

6RA70 的 3 种功率扩展方式	1
1 并联连接	4
1.1 电气原理.....	4
1.2 参数设置.....	4
1.3 注意事项.....	4
2 12 脉动串联连接	6
2.1 电气原理.....	6
2.2 参数设置.....	7
2.3 注意事项.....	7
3 12 脉动并联连接	9
3.1 电气原理.....	9
3.2 参数设置.....	10
3.3 注意事项.....	12
参考文献	13

1 并联连接

1.1 电气原理

并联连接电气原理如图 1 所示。最多允许 6 台同类型的 6RA70 装置进行并联连接。并联连接时，应保证电枢进线（1U1、1V1、1W1）相序一致和出线（1C1、1D1）极性一致。此外，为保证负荷平衡，每台装置均需配备同类型的进线电抗器。并联连接的装置中，同一时刻仅允许有一台主装置，其他为从装置，主从装置之间使用并行接口（X165/X166）进行通信，因此，每台并联连接的装置均需配置 CUD2 扩展板，从装置使用主装置的触发脉冲。并联连接时，主装置应尽量置于所有并联连接装置的中间位置，以尽量缩短信号传输时间。

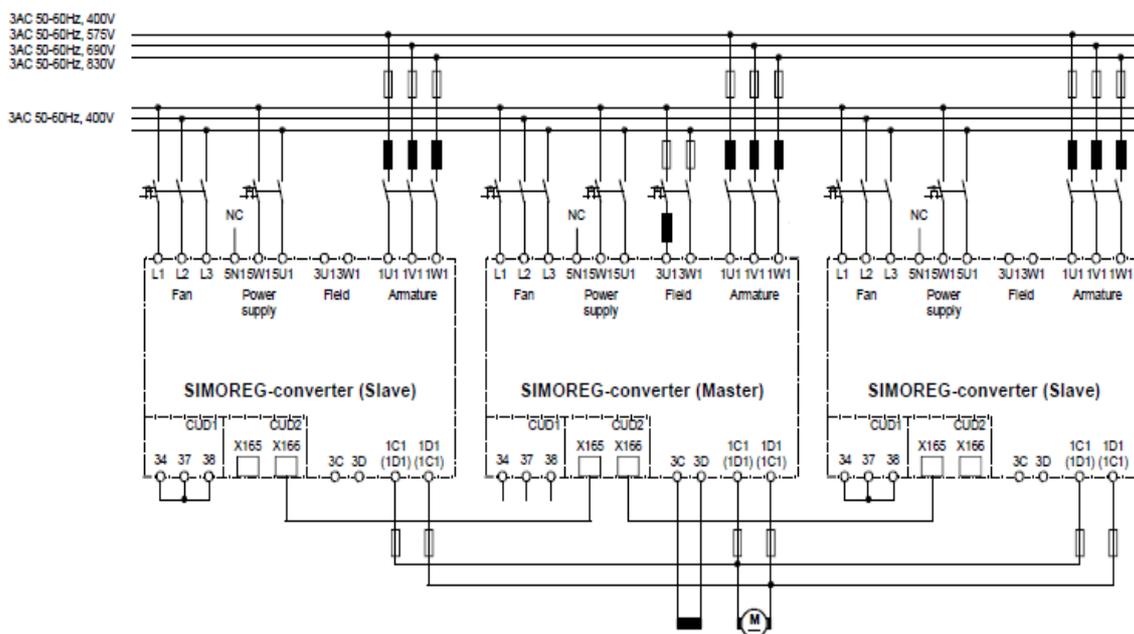


图 1 并联连接电气原理图

1.2 参数设置

相关参数设置见表 1。

1.3 注意事项

- 从装置应使用与主装置相同的控制命令，例如“合闸”、“使能”、“紧急停车”等等，从装置的端子 37、38 应与端子 34 永久连接。
- 优化运行在主装置中执行。优化运行时，从装置也被触发，因此，在优化运行之前，从装置必须处于准备运行状态。
- 在执行电流控制器和预控优化运行时（P051=25），P110 和 P111 能够被正确设置，因此无需手动修改主装置的这两个参数，只需将从装置的这两个参数设置成与主装置相同即可。

表 1 并联连接参数设置

主装置	从装置
U800=1 激活并口	U800=2 激活并口，使用主装置触发脉冲
U803=0 禁止“N+1 模式”	
U804.01=30 控制字 1 U804.02=31 控制字 2 U804.03=167 实际速度	U804.01=32 状态字 1
U805=1 位于总线终端的装置应激活终端电阻 =0 其他装置，不激活终端电阻	
U806=12 有 1 个从装置 U806=13 有 2 个从装置 U806=14 有 3 个从装置 U806=15 有 4 个从装置 U806=16 有 5 个从装置 U806.02 与 U806.01 应设置相同	U806=2 有 1 个从装置 U806=2, 3 有 2 个从装置 U806=2, 3, 4 有 3 个从装置 U806=2, 3, 4, 5 有 4 个从装置 U806=2, 3, 4, 5, 6 有 5 个从装置 U806.02 与 U806.01 应设置相同
P082<>0 设置励磁模式	P082=0 不使用内部励磁
P083 根据实际情况选择速度反馈	P083=4 P609=6023 使用主装置的速度反馈值
P100 = 电机额定电枢电流 / 并联连接装置总数	P100 = 电机额定电枢电流 / 并联连接装置总数
P648, P649 根据实际情况设置控制字	P648=6021 P649=6022 使用主装置的控制字
	P820.xx=42 屏蔽 F042 故障
	P821.xx=31 屏蔽 A031 报警
P110 = 实际电枢电阻 x 并联连接装置总数 P111 = 实际电枢电感 x 并联连接装置总数	P110 P111 与主装置相同设置

有关并联冗余运行的更多信息请进一步参考使用说明书第 6.3 节。

2 12 脉动串联连接

自版本 2.1 之后，通过并行接口和设置参数 P079=2 可以很方便地实现 2 台同类型 6RA70 装置的 12 脉动串联连接。

12 脉动串联连接的 2 台 6RA70 装置必须设置 P079=2，其作用如下：

- 装置使用间隔 30° 的宽脉冲触发，以保证装置在输出不连续电枢电流时仍能可靠工作。从装置的触发脉冲滞后主装置 30° 。
- 当装置内部涉及 EMF (K0123、K0124、K0287、K0289) 计算时，P110 和 P111 自动按实际值的 1/2 参与计算，例如 $K0289 = P101 - P100 * P110 / 2$ 。因此，P110 和 P111 按电机实际电枢电阻和电感设置即可，但 P101 必须设置为电机额定电枢电压的 1/2。

2.1 电气原理

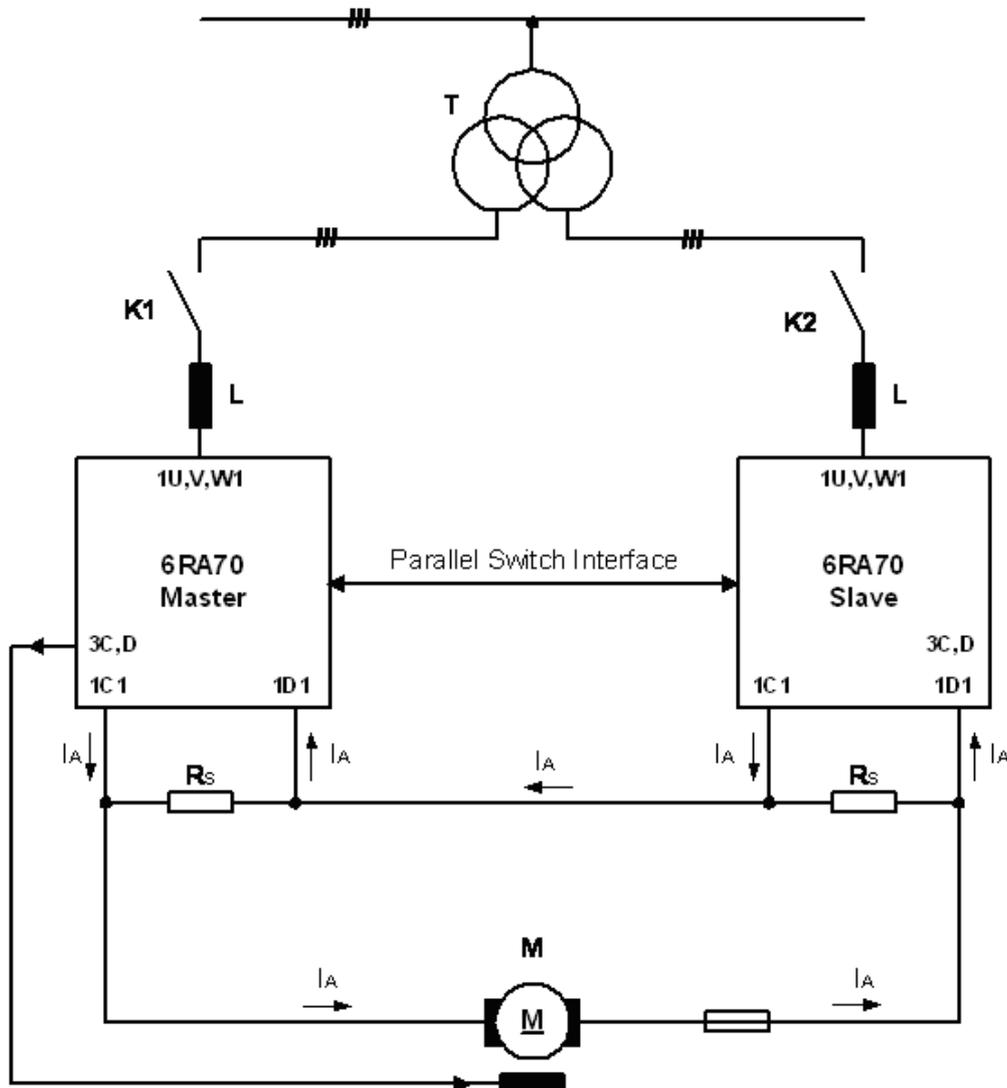


图 2 12 脉动串联连接电气原理图

12脉动串联连接电气原理如图2所示。12脉动串联连接的2台6RA70装置必须使用正序电压（即1U1相超前1V1相 120° ；1V1相又超前1W1相 120° ）供电，并且从装置的电源相位须滞后主装置 30° 。两台装置均需配备CUD2扩展板，以实现并行接口通讯。此外，为保证两台装置电压均衡，尤其是保证装置在输出不连续电枢电流时的电压均衡，两台装置的电枢电压输出端必须并接平衡电阻，平衡电阻的选择原则是在装置输出最大电枢电压时，平衡电阻上流过的电流不应小于100mA。只有两台装置电压均衡时，主装置才能正确计算电枢反电势，以实现电流预控和弱磁控制。

2.2 参数设置

相关参数设置见表2。

2.3 注意事项

- 从装置应使用与主装置相同的控制命令，例如“合闸”、“使能”、“紧急停车”等等，从装置的端子37、38应与端子34永久连接。参见图1。
- 电流控制器优化（P051=25）仅在主装置中进行，此时应将从装置从交流电网断开，并将其输出端1C1、1D1短接，在主装置中设置U800=0，之后即可执行优化运行。优化运行之后，P110、P111以及P156能够被正确设置，但需手动将P155的值修改为优化运行设置值的1/2。此外，还需要将P826.01~06修改成0。
- 速度控制器优化（P051=26）以及弱磁优化运行（P051=27）需激活从装置，此时整体系统工作于12脉动模式。

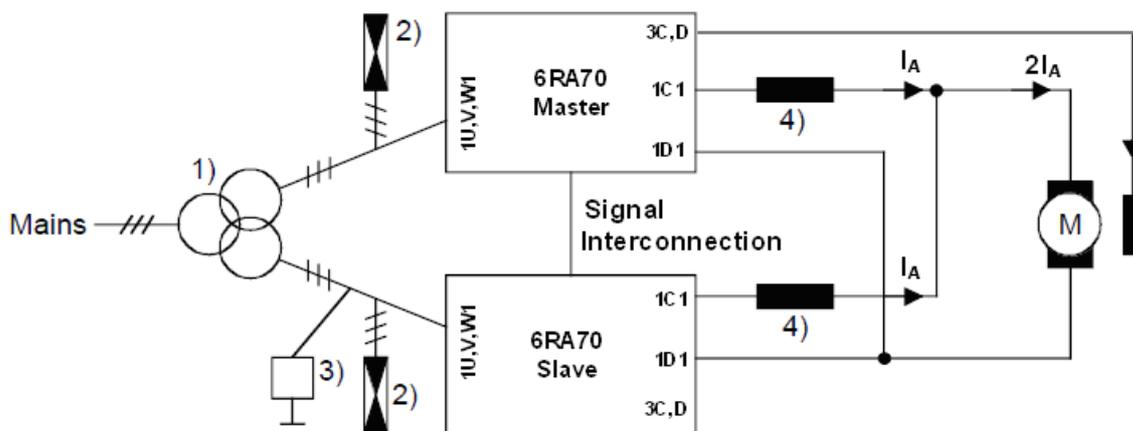
为进一步提高装置的输出电流，主装置和从装置可分别与最多2台6RA70并联连接，即主装置和从装置分别与另2台装置并联之后再串联，总计可实现6台装置互连。并联连接参见本文第1部分。此时，与主装置并联的两台装置需设置P079=3，即其触发脉冲与主装置的触发脉冲相比没有 30° 滞后，其他装置仍设置P079=2。

其他信息可参考使用说明书9.20节。

表 2 12 脉动串联连接参数设置

12 脉动串联主装置	12 脉动串联从装置
U800=1 激活并口	U800=2 激活并口, 使用主装置触发脉冲
U803=0 禁止“N+1 模式”	
U804.01=30 控制字 1 U804.02=31 控制字 2 U804.03=167 实际速度	U804.01=32 状态字 1
U805=1 激活终端电阻	
U806.01=12 有 1 个从装置 U806.02 与 U806.01 应设置相同	U806.01=2 从装置 U806.02 与 U806.01 应设置相同
P082<>0 设置励磁模式	P082=0 不使用内部励磁
P083 根据实际情况选择速度反馈	P083=4 P609=6023 使用主装置的速度反馈值
P100 = 电机额定电枢电流	P100 = 电机额定电枢电流
P648, P649 根据实际情况设置控制字	P648=6021 P649=6022 使用主装置的控制字
	P820.xx=42 屏蔽 F042 故障
	P821.xx=31 屏蔽 A031 报警
P079=2 含义见上述	
P101 = 电机额定电枢电压 / 2	
P110 = 电机实际电枢电阻值 P111 = 电机实际电枢电感值 注: P110、P111 在电流调节器优化运行 (P051=25) 时能够被正确设置 (电流调节器优化运行仅在主装置中进行, 此时应断开从装置与电网的连接, 并短接其输出端) P115 = 手动修改成优化运行设置值的 1/2	P110 P111 与主装置相同设置
P162=0 使用电枢电压实际测量值计算 EMF, 并以此进行电流调节器预控	
P163=4 或 5 20ms 或 40ms EMF 滤波时间常数, 防止电枢电流波动	
P826.01~06=0 不使用触发控制角校正	
U580=4 F030, 过电流监控	

3 12 脉动并联连接



- 1) 三绕组整流变压器: Yy0Yd11 或 Dy5Dd0, $u_k=4\% \sim 6\%$
- 2) 过电压保护器
- 3) 绝缘监视器
- 4) 平波电抗器

图 3 12 脉动并联连接电气原理图

3.1 电气原理

12 脉动并联连接的电气原理如图 3 所示。其中两台 6RA70 装置采用主—从控制方式，主装置采用转速、电流双闭环控制，并为电机提供励磁；从装置采用电流控制，其电流设定值来自于主装置，即两台装置使用相同的电流设定值指令，以保证两台装置各承载 1/2 电枢电流。此外，对于 4 象限 6RA70 装置，为保证两台装置正、反整流桥同步换向，还必须进行转矩方向互锁。

在 12 脉动并联连接整流系统中，由于两台 6RA70 装置的供电电压有 30° 的相位差，使得两台装置的输出整流电压的交流分量也存在相位差，因此要实现两台装置的并联，必须使用平波电抗器来进行解耦。同时，平波电抗器对抑制直流侧电流脉动，降低谐波有着极其重要的作用，如图 4 所示。平波电抗器采用双值电抗器，即电抗器的电感是由两个电流值确定的。所需的电感计算参见图 5。

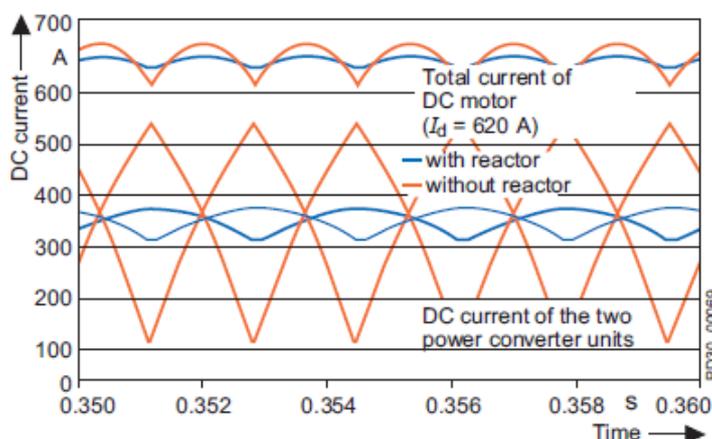


图 4 平波电抗器抑制电流脉动

所需的电感的计算：

1. 在 $0.2 \times I_{dN}$ 时电抗器的电感 (L_{D1})
2. 在 I_{dmax} 时电抗器的电感 (L_{D2})

电源频率 50 Hz 时的电感：

$$L_{D1} = 0.296 \times 10^{-3} \times U_{di} / (0.2 \times I_{dN})$$

$$L_{D2} = 0.296 \times 10^{-3} \times U_{di} / (0.33 \times I_{dmax})$$

电源频率 60 Hz 时的电感：

$$L_{D1} = 0.24 \times 10^{-3} \times U_{di} / (0.2 \times I_{dN})$$

$$L_{D2} = 0.24 \times 10^{-3} \times U_{di} / (0.33 \times I_{dmax})$$

代号：

L : 电感(亨利)

I_{dN} : 直流电机额定电流的一半

I_{dmax} : 直流电机最大电流的一半

$U_{di} = 1.35 \times U_N$

U_N : 电源的额定电压值

图 5 平波电抗器电感计算

在实际应用中，为进一步提高输出电流，图 3 中主装置和从装置通常由 1~6 台同型号的 6RA70 装置并联而成。并联连接电路和参数设置参考本文第 1 部分。

3.2 参数设置

主从装置之间的信号互联，包括电流设定值和转矩方向互锁（仅对 4Q 装置而言），可通过端子或串口通讯（装置对装置通讯协议）来实现。

主从装置通过模拟量和数字量端子实现互连的示意图如图 6 所示，相应的参数设置见表 3。

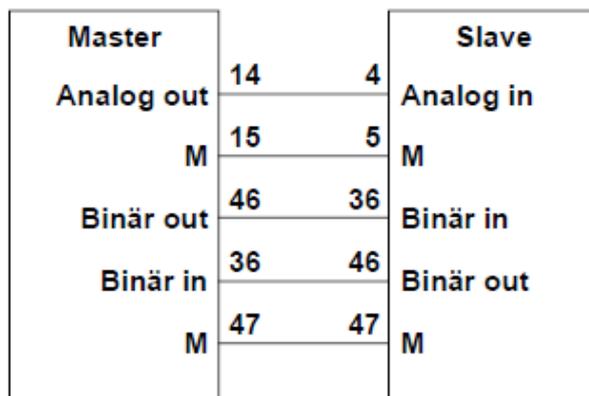


图 6 12 脉动并联主从装置通过模拟量和数字量端子互连

表 3 12 脉动并联主从装置通过模拟量和数字量端子互连参数设置（对应图 6）

12 脉动并联主装置	12 脉动并联从装置
P750=120 主装置的电流设定值通过模拟量输出	P601.03=11 从装置使用主装置的电流设定值
P771=220 P165=10 转矩方向互锁（仅对 4Q 装置）	

装置通过 4 线制 RS485 串口 G-SST2 进行信号互连的示意图如图 7 所示，相应参数设置见表 4。

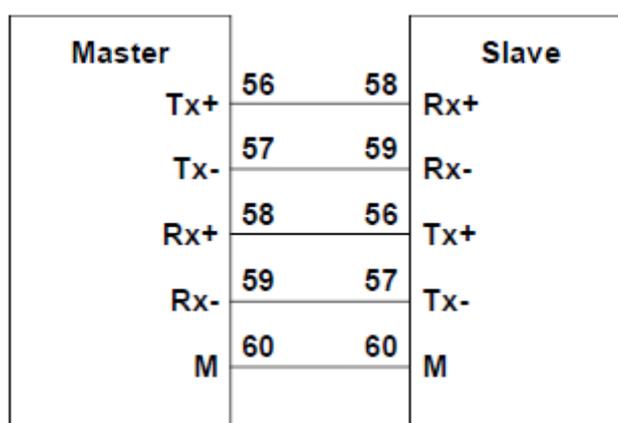


图 7 12 脉动并联主从装置通过串口 G-SST2 互连

表 4 12 脉动并联主从装置通过串口 G-SST2 互连参数设置（对应图 7）

12 脉动并联主装置	12 脉动并联从装置
P790=5 G-SST2 选择装置对装置通信协议	P790=5 G-SST2 选择装置对装置通信协议
P793=13 设置波特率 187.5kbps	P793=13 设置波特率 187.5kbps
P791=2 通过装置对装置通信传输 2 个字	P791=2 通过装置对装置通信传输 2 个字
P797=1.0 报文监视看门狗时间 1s	P797=1.0 报文监视看门狗时间 1s
P795=1 激活终端电阻	P795=1 激活终端电阻
P794.01=120 将电流设定值通过第 1 个字输出	P601.03=6001 从装置使用主装置的电流设定值
U117.01=220 P794.02=6020 转矩方向通过第 2 个字输出（仅对 4Q 装置）	U117.01=220 P794.02=6020 转矩方向通过第 2 个字输出（仅对 4Q 装置）
P165=6200 使用从装置的转矩方向信号进行互锁 （仅对 4Q 装置）	P165=6200 使用主装置的转矩方向信号进行互锁 （仅对 4Q 装置）

3.3 注意事项

- 主装置应对从装置的故障状态进行监视，当从装置发生故障时，主装置也应停止运行。例如：从装置的故障输出可作为主装置的外部故障输入。
- 在停车过程中，应在主装置的停车过程完全结束后，即状态字 1 的第 2 位“运行”状态位变成低电平，再断开从装置的起动信号端子 37。
- 主装置和从装置的参数 P100 应设置成电机额定电枢电流的 1/2。除此之外，主装置的其他参数设置与设置单台 6RA70 装置无异，而对于从装置，应注意下列特殊参数设置：

P083=3 //转速实际值通过 EMF 值计算

P820.xx=42 //屏蔽 F042 故障

P820.xx=38 //屏蔽 F038 故障

P082=0 //不使用内部励磁

- 电流控制器优化运行应在主从装置中分别进行。优化运行后，P110、P111 的值为：

$$P110 = R_{\text{reactor}} + R_{\text{line}} + R_{\text{motor armature}}$$

$$P111 = L_{\text{reactor}} + L_{\text{line}} + L_{\text{motor armature}}$$

如果已知 R_{reactor} 、 R_{line} 、 L_{reactor} 、 L_{line} ，即可计算出 $R_{\text{motor armature}}$ 、 $L_{\text{motor armature}}$ 。由于 12 脉动并联整流系统中，电枢电流为单个 6RA70 装置的 2 倍，为正确计算反电势和进行电流控制器预控制，在自动优化后，应手动修改：

$$P110 = R_{\text{reactor}} + R_{\text{line}} + 2 * R_{\text{motor armature}}$$

$$P111 = L_{\text{reactor}} + L_{\text{line}} + 2 * L_{\text{motor armature}}$$

此外，应修改 P155 为优化运行设置值的 2 倍。

- 进行转速环优化时，系统必须工作在 12 脉动模式。
- 如果系统需要弱磁运行，在主装置中推荐使用转矩闭环控制（P169=0、P170=1）。
- 主从装置中参数 P157 和 P158 必须设置相同。

有关 12 脉动并联连接的更多信息，可访问下列网址：

<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/9448785>

参考文献

1. Manual: SIMOREG DC Master 6RA70 Operating Instructions
<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/22220212>
2. Application: 12-Pulse Applications
<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/9448785>
3. FAQ: 6RA70, SIMOREG DC-Master and SIMOREG CM, How to calculate the armature resistance and inductance for a 12-pulse parallel system?
<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/25495243>

附录一 推荐网址

驱动技术

西门子（中国）有限公司
工业自动化与驱动技术集团 客户服务与支持中心

网站首页: www.4008104288.com.cn

驱动技术 下载中心:

<http://www.ad.siemens.com.cn/download/DocList.aspx?Typeld=0&CatFirst=85>

驱动技术 全球技术资源:

<http://support.automation.siemens.com/CN/view/zh/10803928/130000>

“找答案” 驱动技术版区:

<http://www.ad.siemens.com.cn/service/answer/category.asp?cid=1038>

工厂自动化传感器

西门子（中国）有限公司
工业自动化与驱动技术集团 客户服务与支持中心

网站首页: www.4008104288.com.cn

工厂自动化传感器 下载中心:

<http://www.ad.siemens.com.cn/download/DocList.aspx?Typeld=0&CatFirst=61>

传感器技术 全球技术资源:

<http://support.automation.siemens.com/CN/view/zh/10807063/130000>

“找答案” 运动控制系统版区:

<http://www.ad.siemens.com.cn/service/answer/category.asp?cid=1043>

注意事项

应用示例与所示电路、设备及任何可能结果没有必然联系，并不完全相关。应用示例不表示客户的具体解决方案。它们仅对典型应用提供支持。用户负责确保所述产品的正确使用。这些应用示例不能免除用户在确保安全、专业使用、安装、操作和维护设备方面的责任。当使用这些应用示例时，应意识到西门子不对在所述责任条款范围之外的任何损坏/索赔承担责任。我们保留随时修改这些应用示例的权利，恕不另行通知。如果这些应用示例与其它西门子出版物(例如，目录)给出的建议不同，则以其它文档的内容为准。

声明

我们已核对过本手册的内容与所描述的硬件和软件相符。由于差错难以完全避免，我们不能保证完全一致。我们会经常对手册中的数据进行检查，并在后续的版本中进行必要的更正。欢迎您提出宝贵意见。

版权© 西门子（中国）有限公司 2009 版权保留

复制、传播或者使用该文件或文件内容必须经过权利人书面明确同意。侵权者将承担权利人的全部损失。权利人保留一切权利，包括复制、发行，以及改编、汇编的权利。

西门子（中国）有限公司