

XIMENZI BIANPINQI

GONGCHENG YINGYONG YU GUZHANG JIANXIU SHILI

# 西门子变频器 工程应用与故障检修实例

周志敏 纪爱华 等 编著



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

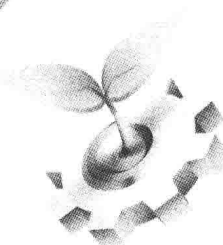
XIMENZI BIANPINQI

GONGCHENG YINGYONG YU GUZHANG JIANXIU SHILI



# 西门子变频器 工程应用与故障检修实例

周志敏 纪爱华 等 编著



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

## 内 容 提 要

本书结合西门子变频器在我国的应用现状,在简介了西门子变频器特性及应用领域的基础上,系统地讲述了变频调速系统设计要点、西门子变频器安装布线与调试、西门子变频器网络通信解决方案、西门子变频器故障分析及处理实例等内容。本书题材新颖实用,内容丰富,深入浅出,文字通俗,具有很高的实用价值。

本书可供电气传动、自动控制、工业电气传动及家电等领域从事变频调速技术研究开发、设计、应用、维护和维修的工程技术人员使用,也可供高等院校及职业技术学院的电力电子、电气传动、工业自动化等专业的师生阅读参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

西门子变频器工程应用与故障检修实例/周志敏等编著. —北京:中国电力出版社,2016.3

ISBN 978-7-5123-8811-6

I. ①西… II. ①周… III. ①变频器-基本知识 IV. ①TM773

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 012280 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京雁林吉兆印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

\*

2016 年 3 月第一版 2016 年 3 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 14.25 印张 348 千字

印数 0001—3000 册 定价 35.00 元

## 敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

# 前言

西门子变频器采用直接转矩控制（DTC）技术，并结合诸多先进的生产工艺，具有宽功率范围；优良的速度控制和转矩控制特性；完整的保护功能以及灵活的编程能力，并且具有与现场总线通用的用户与流程界面、规格设计、调试及维护等功能，不仅具有通用的软件工具，还具有通用的备件，其应用领域广泛，能够满足绝大多数的工业领域各种应用对交流调速的不同要求。

西门子变频器可以很好地与工艺流程控制系统结合，达到最优的速度和转矩控制，并且保持高精度，在保证生产线最终产品稳定品质的同时，还降低了对电机和驱动机械设备的磨损，因而降低了维护的成本。

西门子变频器在结构和性能上的不断创新，使由其构成的交流变频调速系统在性能上不断地完善，因此我国的工业电气传动领域得到广泛的应用。为此，本书根据国内从事西门子变频器工程应用的一线工程技术人员的实际需求，将西门子变频器的工程应用设计要点、参数设置、系统调试、网络通信、故障分析与处理实例有机地结合在一起，系统地阐述了在西门子变频器工程应用中应具备的设计、调试和故障分析及处理的技能。本书在写作上力求做到通俗易懂，与实际紧密结合，是从事西门子变频器工程应用、维护和维修的工程技术人员必备的参考书。

本书由周志敏、纪爱华、周纪海、纪达奇、刘建秀、顾发娥、刘淑芬、纪和平、纪达安、陈爱华等编写，本书在资料的收集和技术信息的交流上得到了国内专业学者和同行，及西门子变频器制造商的大力支持，在此表示衷心的感谢。

由于时间仓促，水平有限，错误之处在所难免，敬请读者批评指正。

作者

# 目 录

## 前言

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 第 1 章 西门子变频器简介 .....           | 1  |
| 1.1 西门子变频器分类及特性 .....          | 1  |
| 1.1.1 西门子变频器分类 .....           | 1  |
| 1.1.2 西门子变频器特性 .....           | 2  |
| 1.2 西门子变频器应用领域及适用负载类型 .....    | 9  |
| 1.2.1 西门子变频器广泛应用的原因及应用领域 ..... | 9  |
| 1.2.2 西门子变频器适用负载类型 .....       | 11 |
| 第 2 章 变频调速系统设计要点 .....         | 13 |
| 2.1 变频器的选择 .....               | 13 |
| 2.1.1 变频器选型 .....              | 13 |
| 2.1.2 变频器功率的选取 .....           | 20 |
| 2.2 变频器选用件的特点和应用 .....         | 25 |
| 2.2.1 变频调速系统的制动选件 .....        | 25 |
| 2.2.2 电抗器和滤波器选件 .....          | 31 |
| 2.3 变频调速系统电气主接线 .....          | 39 |
| 2.3.1 变频器电气主接线及电器防护型式 .....    | 39 |
| 2.3.2 变频调速系统配套电气设备选用 .....     | 40 |
| 2.3.3 变频调速系统电力电缆技术特性 .....     | 51 |
| 第 3 章 西门子变频器安装布线与调试 .....      | 59 |
| 3.1 变频器安装 .....                | 59 |
| 3.1.1 变频器的工作环境 .....           | 59 |
| 3.1.2 变频器安装的基本要求 .....         | 63 |
| 3.2 变频调速系统布线及抗干扰设计 .....       | 65 |
| 3.2.1 变频调速系统信号分类及传输线 .....     | 65 |
| 3.2.2 变频调速系统抗干扰设计及接地技术 .....   | 69 |
| 3.3 变频器的参数设置 .....             | 74 |
| 3.3.1 变频器的参数 .....             | 74 |
| 3.3.2 变频器的频率给定 .....           | 79 |
| 3.3.3 变频器压频比的正确设置 .....        | 82 |
| 3.3.4 变频器启动方式及加减速过程 .....      | 85 |
| 3.3.5 变频器多功能端子的应用 .....        | 93 |
| 3.3.6 变频器转矩提升功能 .....          | 94 |
| 3.3.7 变频器的直流制动功能 .....         | 96 |

|            |                                        |            |
|------------|----------------------------------------|------------|
| 3.3.8      | 西门子变频器参数设置实例                           | 97         |
| 3.4        | 变频调速系统的调试                              | 99         |
| 3.4.1      | 变频调速系统调试条件                             | 99         |
| 3.4.2      | 变频器操作                                  | 101        |
| 3.4.3      | 变频调速系统的静态及负载调试                         | 115        |
| <b>第4章</b> | <b>西门子变频器网络通信解决方案</b>                  | <b>118</b> |
| 4.1        | 网络通信方式及接口                              | 118        |
| 4.1.1      | 网络通信方式                                 | 118        |
| 4.1.2      | 网络通信接口                                 | 120        |
| 4.2        | RS-485 通信网络及抗干扰技术                      | 124        |
| 4.2.1      | RS-485 通信网络                            | 124        |
| 4.2.2      | 影响 RS-485 通信网络信号传输的因素                  | 130        |
| 4.2.3      | RS-485 总线的接地方式及处理方法                    | 132        |
| 4.3        | 变频器通信方式及抗干扰设计示例                        | 137        |
| 4.3.1      | 变频器通信方式及优点                             | 137        |
| 4.3.2      | 变频器基于 RS-485 通信抗干扰设计示例                 | 141        |
| 4.4        | PLC 与西门子变频器通信解决方案                      | 145        |
| 4.4.1      | S7-PLC 基于 PROFIBUS-DP 与 Master 系列变频器通信 | 145        |
| 4.4.2      | S7-PLC 基于 PROFIBUS-DP 与 6SE70 系列变频器通信  | 147        |
| 4.4.3      | 西门子 S7-PLC 基于 USS 与 MM440 变频器通信        | 152        |
| 4.4.4      | 西门子 PLC 基于 PROFIBUS 网络控制 ER440 变频器     | 156        |
| 4.4.5      | MMV 系列变频器的远程控制及数据通信                    | 159        |
| 4.4.6      | ECO 系列变频器的远程控制及数据通信                    | 162        |
| <b>第5章</b> | <b>西门子变频器故障分析及处理实例</b>                 | <b>165</b> |
| 5.1        | 变频器故障分类与维修流程                           | 165        |
| 5.1.1      | 变频器故障分类                                | 165        |
| 5.1.2      | 变频器维修流程及技术条件                           | 168        |
| 5.2        | 变频器故障诊断技术与故障率                          | 172        |
| 5.2.1      | 变频器故障诊断技术与维修原则                         | 172        |
| 5.2.2      | 变频器的故障率与引发故障的外部因素                      | 176        |
| 5.2.3      | 变频器故障的自诊断与测试                           | 182        |
| 5.3        | 变频器故障分析                                | 184        |
| 5.3.1      | 变频器主回路故障分析                             | 184        |
| 5.3.2      | 变频器辅助控制电路故障分析                          | 188        |
| 5.4        | 变频器典型故障原因及处理方法                         | 192        |
| 5.4.1      | 变频器过电流故障原因及处理方法                        | 192        |
| 5.4.2      | 变频器过载、过热故障原因及处理方法                      | 196        |
| 5.4.3      | 变频器过电压、欠电压故障原因及处理方法                    | 198        |
| 5.5        | 西门子变频器故障检修实例                           | 203        |
| 参考文献       |                                        | 222        |





## 第 1 章

# 西门子变频器简介



## 1.1 西门子变频器分类及特性

### 1.1.1 西门子变频器分类

#### 1. 西门子变频器

西门子变频器是由德国西门子公司研发、生产的知名变频器品牌，主要用于控制和调节三相交流异步电动机的速度。并以其稳定的性能、丰富的组合功能、高性能的矢量控制技术、低速高转矩输出、良好的动态特性、超强的过载能力、创新的 BiCo（内部功能互联）功能以及无法比拟的灵活性，在变频器市场上占有重要的地位。

在中国市场上，早期的西门子变频器主要有电流源的 SIMOVERTA 系列和电压源的 SIMOVERTP 系列，这些变频器同引进的设备一起进入了中国的市场，目前仍有少量的在使用，而其后在中国市场上主要有 MICROMASTER 系列和 MIDIMASTER 系列，以及西门子变频器最为成功的 SIMOVERTMASTERDRIVE 系列（6SE70 系列）。

西门子变频器不仅提供了通用场合使用的 AC 变频器，也提供了在造纸、化纤等特殊行业要求使用的多电动机传动的直流母线方案。现在西门子变频器在中国市场上的主要机型就是 MM420、MM440、6SE70 系列。据有关专业市场调研机构统计，西门子的高低压变频器在中国市场上已位居第一。

#### 2. 西门子变频器分类

每个系列的西门子变频器都有其特点，了解其特点，才能在选择到最适合的变频器。西门子系列变频器可分为以下几类。

##### （1）老系列。

1) MicroMaster4（MM4），MM4 系列是廉价之选，单象限工作。有紧凑型 MicroMaster410、基本型 MicroMaster420、节能型 MicroMaster430、矢量型 MicroMaster440 4 个子系列。MM420 的 IO 数量少，不支持矢量控制，无自由功能块可使用，功率范围小。MM430 专为风机水泵设计，不支持矢量控制，功率范围大，在恒压供水等场合有很实用的功能。MM440 是矢量控制变频器，有制动单元，有自由功能块，功能相对强大。

2) SIMOVERTMasterDrives（6SE70）工程型变频器，是西门子变频器成功之作，控制板采用 CUVC，可以完美地实现变频器速度、力矩控制的功能，可 4 象限工作。

##### （2）新系列。

1) SINAMICSG120 系列变频器，可以看作是 MicroMaster4 升级版，在结构和功能上都做了改进。与 MM4 不同的是，G120 不是一体机，而是分为 CU 和 PM 两部分。而且

PM250 和 PM260 创新地采用 F3E 技术, 实现变频器的四象限运行, 高端的 CU 还集成了安全功能。

2) SINAMICSS120 系列变频器, 可以看作是 6SE70 的升级版, 在结构和功能上都做了改进。控制板采用 CU320, 各组件之间使用 DRIVE\_CLiQ 接口进行通信, 自动组态带 DRIVE\_CLiQ 接口设备。变频器功能十分强大, 开放了很多用户接口。可使用 DCC 进行编程, 操作面板 AOP30 的功能也十分强大, 比 BOP 强多了。

以上新老系列的 4 种产品, 是西门子低压变频器市场上最为常见的变频器, 也是工程上的首选。为了长远考虑, 在工程应用中应选用新系列变频器, 即 SINAMICS 系列变频器。因为老系列的变频器很快就没有备件可更换了。除此之外, SINAMICS 系列变频器还有很多其他分支。

1) SINAMICSG120D 系列变频器的输出功率为  $0.75 \sim 7.5 \text{ kW}$ , 其采用的模块化设计将变频器分为控制单元和功率单元两个部分, 非常适用于分布式体系结构, 并能满足系统对于分布式驱动和灵活通信的需要。具有强大的通信能力, 通过再生能量回馈功能可节约能源。SINAMICSG120D 是基于 G120 而大幅提升了 IP 防护等级的变频器, 可以达到 IP65, 但功率范围有限。

2) SINAMICSG110 系列变频器是西门子公司统一的模块化系统的一部分, 可以派生出多种多样的结构, 满足各种机械和设备控制的需要。采用以系统为基础的创新设计, 其电源、电压和技术功能都符合标准规格。

3) SINAMICSV10 是由西门子公司生产的一种具有基本功能的多用途工业变频器, 经济、简便, 具有鲁棒性和适应性, 尤其适合中国复杂的电网环境, 可应用于风机、水泵、纺织及其他简单的物料传送系统。

4) SINAMICSV50 可以看作是 MM4 的柜体机, 比 MM4 功率有所扩展, 同时应用也很方便。与 MM4 有相同的参数, 操作面板做了改进, 操作更方便。

5) SINAMICSG150 是高性能单体传动柜, 可以看作是 V50 的升级版, 同时功率范围也比 V50 要大。它使用 CU320 作为控制器, 同时带有 AOP30 操作面板, 单体使用也很方便。

6) SINAMICSV60 和 V80 是针对步进电动机推出的两款产品, 功率较小, 与步进电动机成套配置。只接收脉冲信号。称为步进电动机驱动器, 是非常理想的廉价之选。

7) ET200SFC 是一种可以整体地嵌入 ET200S 分布式 I/O 系统的模块化变频器, 防护等级为 IP20, 具有安装简便、灵活性大、运行费用较低等特点。它的每一个部件都必须由 STEP7 的硬件组态功能来组态/工程设计, 变频器本身由控制单元和功率模块组成。

### 1.1.2 西门子变频器特性

#### 1. 低压通用变频器特性

(1) MicroMaster420 变频器特性。MicroMaster420 是全新一代模块化设计的多功能标准变频器, 具有友好的用户界面, 安装、操作和控制灵活方便。并且具有全新的 IGBT 技术、强大的通信能力、精确的控制性能。MicroMaster420 变频器主要特征如下。

1) 交流单相:  $(200 \sim 240 \pm 10\%) \text{ V}$ , 功率:  $0.12 \sim 5.5 \text{ kW}$ ; 交流三相:  $(380 \sim 480 \pm 10\%) \text{ V}$ , 功率:  $0.37 \sim 11 \text{ kW}$ 。



2) 模块化结构设计, 具有较多的灵活性; 标准参数访问结构, 操作方便。

3) 控制功能: 线性 U/F 控制, 平方 U/F 控制, 可编程多点设定 U/F 控制; 磁通电流控制 (FCC), 可以改善动态响应特性; 采用最新的 IGBT 技术, 可以进行数字微处理器控制。

4) 数字量输入: 3 个, 模拟量输入: 1 个, 模拟量输出: 1 个, 继电器输出: 1 个。

5) 集成 RS485 通信接口, 可选 PROFIBUS - DP 通信模块/Device - Net 模板; 采用 BiCo 技术, 实现 I/O 端口自由连接。

6) 具有 7 个固定频率, 4 个跳转频率, 可编程; 捕捉再启动功能; 在电源消失或故障时具有自动再启动功能。

7) 灵活的斜坡函数发生器, 带有起始段和结束段的平滑特性; 快速电流限制 (FCL), 防止运行中不应有的跳闸; 有直流制动和复合制动方式, 可提高制动性能。

8) 保护功能: 过载能力为 150% 额定负载电流, 持续时间 60s; 过电压、欠电压保护; 变频器过温保护; 接地故障保护, 短路保护;  $I^2t$  电动机过热保护; 采用 PTC 通过数字端接入的电动机过热保护; 采用 PIN 编号实现参数连锁; 闭锁电动机保护, 防止失速保护。

(2) MicroMaster430 变频器特性。MicroMaster430 是全新一代风机和泵类变转矩负载专用变频器。功率范围 7.5~250kW。它按照专用要求设计, 并使用内部功能互联 (BiCo) 技术, 具有高度可靠性和灵活性。控制软件可以实现专用功能: 多泵切换、手动/自动切换、旁路功能、断带及缺水检测、节能运行方式等。MicroMaster430 变频器主要特征如下。

1) 交流三相: (380~480±10%) V, 功率: 7.5~250kW。

2) 风机和泵类变转矩负载专用; 牢固的 EMC (电磁兼容性) 设计; 控制信号快速响应。

3) 控制功能: 线性 U/F 控制, 并带有增强电动机动态响应和控制特性的磁通电流控制 (FCC), 多点 U/F 控制; 内置 PID 控制器; 快速电流限制, 防止运行中不应有的跳闸。

4) 数字量输入: 6 个, 模拟量输入: 2 个, 模拟量输出: 2 个, 继电器输出: 3 个; 具有 15 个固定频率, 4 个跳转频率, 可编程。

5) 采用 BiCo 技术, 实现 I/O 端口自由连接; 集成 RS485 通信接口, 可选 PROFIBUS - DP 通信模块。

6) 灵活的斜坡函数发生器, 可选平滑功能; 三组参数切换功能: 电动机数据切换, 命令数据切换。

7) 风机和泵类专用功能: 多泵切换; 旁路功能; 手动/自动切换; 断带及缺水检测; 节能方式。

8) 保护功能: 过载能力为 140% 额定负载电流 (持续时间 3s) 和 110% 额定负载电流 (持续时间 60s); 过电压、欠电压保护; 变频器过温保护; 接地故障保护, 短路保护;  $I^2t$  电动机过热保护; PTCY 电动机保护。

(3) MicroMaster440 变频器特性。MicroMaster440 是全新一代可以广泛应用的多功能标准变频器, 它采用高性能的矢量控制技术, 提供低速高转矩输出和良好的动态特性, 同时具备超强的过载能力。创新的 BiCo (内部功能互联) 功能具有无法比拟的灵活性。MicroMaster440 变频器主要特征如下。

1) 交流单相:  $(200 \sim 240 \pm 10\%)$  V, 功率:  $0.12 \sim 45$  kW; 交流三相:  $(380 \sim 480 \pm 10\%)$  V, 功率:  $0.37 \sim 250$  kW。

2) 矢量控制方式, 可构成闭环矢量控制, 闭环转矩控制; 高过载能力, 内置制动单元; 三组参数切换功能; 标准参数结构, 标准调试软件; 内置 PID 控制器, 参数自整定。

3) 控制功能: 线性 U/F 控制, 平方 U/F 控制, 可编程多点设定 U/F 控制, 磁通电流控制, 免测速矢量控制, 闭环矢量控制, 闭环转矩控制, 节能控制模式。

4) 数字量输入: 6 个, 模拟量输入: 2 个, 模拟量输出: 2 个, 继电器输出: 3 个; 独立 I/O 端子板, 方便维护; 具有 15 个固定频率, 4 个跳转频率, 可编程。

5) 采用 BiCo 技术, 实现 I/O 端口自由连接; 集成 RS485 通信接口, 可选 PROFIBUS-DP/Device-Net 通信模块。

6) 可实现主/从控制及力矩控制方式; 在电源消失或故障时具有自动再启动功能; 灵活的斜坡函数发生器, 带有起始段和结束段的平滑特性; 快速电流限制 (FCL), 防止运行中不应有的跳闸; 有直流制动和复合制动方式, 可提高制动性能。

7) 保护功能: 过载能力为  $200\%$  额定负载电流 (持续时间 3s) 和  $150\%$  额定负载电流 (持续时间 60s); 过电压、欠电压保护; 变频器、电动机过热保护; 接地故障保护, 短路保护; 闭锁电动机保护, 防止失速保护; 采用 PIN 编号实现参数连锁。

(4) SINAMICSG120C 紧凑型变频器。SINAMICSG120C 紧凑型变频器在许多方面为同类变频器的设计典范, 其紧凑的尺寸、便捷的快速调试、简单的面板操作、方便友好的维护以及丰富的集成功能都将成为新的标准。

SINAMICSG120C 紧凑型变频器是专门为满足 OEM 用户对于高性价比和节省空间的要求而设计的变频器, 同时它还具有操作简单和功能丰富等特点。这个系列的变频器与同类相同功率的变频器相比, 具有更小的尺寸, 并且安装快速, 调试简便, 具有友好的用户接线方式和简单的调试工具。集成众多功能 [安全功能 STO, 可通过端子或 PROFIsafe 激活] 和多种可选的通用的现场总线接口, 以及用于参数拷贝的存储卡槽。

SINAMICSG120C 紧凑型变频器的功率范围为  $0.55 \sim 18.5$  kW, 为了提高能效, 变频器集成的矢量控制实现能量的优化利用并自动降低了磁通。该系列的变频器是全集成自动化的组成部分, 并且可选 PROFIBUS、ModbusRTU、CAN 以及 USS 等通信接口。操作控制和调试可以快速简单地采用 PC 机通过 USB 接口, 或者采用 BOP-2 (基本操作面板) 或 IOP (智能操作面板) 来实现。

SINAMICSG120C 紧凑型变频器隶属于功率完备和功能集成的 SINAMICS 驱动家族, 它是面向未来的创新的驱动装置。SINAMICS 驱动家族为每个应用提供最佳的驱动解决方案, 所有的变频器都能够进行组态、参数设置、调试, 并可以按照通常的方式运行。SINAMICS 变频器的优点体现在以下几个方面。

1) 标准的操作控制功能使其具有相同的软硬件平台, 覆盖了低压和中压的电压范围; 所有变频器采用相同的工程工具, SIZER 用于工程设计; STARTER 用于参数设置和调试; 具有高度的灵活性和组合性; 具有相同的选件。

2) 机械设计紧凑, 需要的空间更小; 可并排紧密安装不降容; 更高的功率密度, 更小的尺寸, 可以安装在更小的柜体内, 可以更接近现场安装。

3) 操作友好; 优化的参数组; 简单快速的软件参数设定; 运行和调试操作更简单; 优

化的调试；可采用 BOP-2 和 IOP 操作面板；集成 USB 接口；充分利用已有的 SINAMICS 知识，降低培训费用；维修更加简单。

4) 安装维护简单；可插拔的接线端子；可通过 BOP-2 和 IOP 操作面板以及 SD 卡进行参数拷贝；G120C 可通过 TIA 远程调试；变频器和电动机运行时间计数器；快速的机械安装；直观的系列调试；可集成于自动化控制系统中。

5) 先进的技术功能；高效能，无传感器矢量控制；通过 U/FECO 功能自动降低磁通；集成电能计算器；集成 STO 安全功能；集成的通信接口（DP、CAN、USS、ModbusRTU）；更高的控制精度和质量；电动机控制的能效更高；可计算节省的电能；可以连接到所有的通用的总线系统中。

6) 稳定可靠；采用了可用于重载的元器件，所有电路板都带涂层；运行环境温度可达 60℃；可在恶劣的工业环境下无故障运行；更长的使用寿命。

7) 内置制动单元；IOP，BOP-2 和 USB 接口；集成存储卡（SD）卡槽；带电气隔离的输入 SINAMICSG120C 变频器的技术参数见表 1-1。

表 1-1 SINAMICSG120C 变频器的技术参数

|          |                                                                                                                                                            |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 电压/频率    | 三相，380~480V-20%/+10%，50/60Hz±5%                                                                                                                            |
| 功率范围控制类型 | 0.55~18.5kW/0.7~24Hp                                                                                                                                       |
| 过载能力     | 对于 $I_{HO-out}$ ：2.0× $I_{HO-out}$ 过负荷 3s，1.5× $I_{HO-out}$ 过负荷 57s/300s 周期<br>对于 $I_{HO-out}$ ：1.6× $I_{HO-out}$ 过负荷 3s，1.1× $I_{HO-out}$ 过负荷 57s/300s 周期 |
| 防护等级     | IP20/ULopentype                                                                                                                                            |
| 环境温度     | 0~40℃ 不降容/到 60℃ 可降容运行                                                                                                                                      |
| EMC      | 加装 EMC 滤波器符合 IEC 61800-3，2 类标准                                                                                                                             |
| 电动机电缆长度  | 屏蔽电缆 50m/非屏蔽电缆 100m                                                                                                                                        |
| 符合的标准    | CE/UL                                                                                                                                                      |
| 输入/输出信号  | 6 个数字量输入，2 个数字量输出，1 个模拟量输入，1 个模拟量输出                                                                                                                        |
| 安全功能     | 安全转矩截止（STO）                                                                                                                                                |
| 控制方式     | 矢量控制，U/F，U/FECO                                                                                                                                            |
| 能量管理     | 节能计算器，能量消耗计算器，自动降低磁通                                                                                                                                       |
| 功能       | 固定频率/速度设定点，2/3 线控制，PID 控制器，电动机抱闸控制                                                                                                                         |
| 制动       | 内置制动单元                                                                                                                                                     |

2. 中压变频器特性

西门子公司传动产品系列齐全，覆盖所有的应用领域，包括电流源型、电压源型和公共直流母线型。在中压变频器应用领域，西门子公司采用中—低—中方案较好地解决了（300~630）kW/6kV 电动机的调速问题，即在通用变频器的输入侧加一个降压变压器，在输出侧加一个升压变压器组成中压变频器驱动系统，其主要特点是可靠性高，价格较低，考虑到变频器输出含有高次谐波和直流分量，输出升压变压器需特殊设计。

若将中压 6kV 电动机改为 690V 或 3300V 电动机，则只需降压变压器、变频器组成变频器驱动系统，即所谓中—低方案。中压变频器可用于新工程项目和技改项目，在新工程项目中，可根据工艺要求对电动机、变频器驱动系统作出合理的选择，而在技改项目中，可将

6kV 电动机改为 3300V 或更低电压等级的电动机，虽增加了费用和工作量，却使得电动机、变频器驱动系统更加合理，中—低方案不仅解决了风机、泵等变转矩负载的调速问题，而且对于具有较高启动转矩和加速转矩的负载（如挤压机、提升机等转矩负载）也提供了较好的解决方案。为配套方便，西门子公司已在国内提供 3300V、690V 中低压电动机。

SIMOVERTMV 中压变频器采用具有优秀性能的矢量转换磁场定向控制原理，其具有极高的动态性能、极佳的转矩质量和完美的控制特性，采用高压 IGBT 具有可靠性高、驱动简单、触发功率低、不需要缓冲电路的特点，采用三电平技术降低对电动机的冲击。

MV 系列中压变频器保持了西门子低压变频器模块化结构的特点，其输入变压器为三绕组，采用 AFE 有源前端的 MV 变频器可用于弱电网，具有动能储备电源、飞车再启动电源和自动再启动功能。额定电动机电压为 2.3、3.3、4.16kV 及 6kV 等规格。

(1) ROBICONPerfectHarmony。在 ROBICONPerfectHarmony 中，系列的低压设备被连接在一起，实现了驱动系统的中压功率输出。通过此项技术，驱动器可以广泛地针对各种电压和输出功率进行精确的扩缩。此外，ROBICONPerfectHarmony 还可以通过其模块式设计、运行期间旁通掉任何一个设备而保持整体输出电压的能力，因此提供了更高可用性。

ROBICONPerfectHarmony 具有相移二次侧的集成变压器，可以提供 18 脉冲或者更高的输入谐波消除功能，使功率因数在任何运行条件下都可以超过 0.95。这就避免了使用输入谐波滤波器或者功率因数补偿技术，同时完全避免了由于电动机脉动而产生任何共模电压。

ROBICONPerfectHarmony 的输出电压质量接近完美的正弦波波形，理论上任何类型的电动机，都可以使用，且不会产生任何应力，ROBICONPerfectHarmony 的技术数据见表 1-2。

表 1-2 ROBICONPerfectHarmony 的技术数据

|          |                                                 |
|----------|-------------------------------------------------|
| 电压范围     | 2.3~13.8kV                                      |
| 功率范围     | 0.2~132MVA                                      |
| 冷却方式     | 空冷，最高 6.7MW；水冷，最低 2.2MW                         |
| 最大输出频率   | 330Hz 标准                                        |
| 开环/闭环控制  | 无传感器矢量控制（可选配传感器）；可以通过所有当前的总线系统进行通信；自动电动机识别；自动启动 |
| 防护等级     | IP21 或更高，空冷；IP52，水冷                             |
| 符合的法规和标准 | ANSI；NEMA；UL；CSA；CE                             |

ROBICONPerfectHarmony 具有以下特点。

- 1) 占用面积非常小。
- 2) 无须输出变压器，电动机电压为 2.3~13.8kV。
- 3) 无须谐波滤波器或者功率因数补偿。
- 4) 获得专利的基于单元的组态方式，可以实现最高可用性，让用户可以决定何时进行维护，而模块式设计可以把维修时间缩短到几分钟。
- 5) 单元旁通功能使系统可以通过冗余旁通控制自动旁通掉故障的电源单元，典型时间只有 450ms 或更低（不到 1/2s），完全把故障单元与其他电源单元隔离开。

6) 可选配的过程容错保护系统 (ProToPS) 与单元旁通功能相结合, 为 RobiconPerfectHarmony 的高可靠性和可用性提供了支持。ProToPS 可以提供分级警告, 而不是在出现故障时使驱动器跳闸, 并自动关闭系统。这种控制策略使用户可以有时间评估故障状况, 并作出适当的响应, 从而避免系统关闭。

7) 没有共模电动机绝缘应力, 这是因为 RobiconPerfectHarmony 包括了一个集成的隔离变压器。

8) 它与所有制造商生产的新的或现有的 1.0 利用率的感应或者同步电动机兼容, 无须任何特殊的设计考虑。

9) 无明显的驱动器引入转矩脉冲, 即使是在低速情况下也同样如此。

10) 无须昂贵的软耦合连接。

11) 电缆长度不受限。

(2) SINAMICSGM150。SINAMICSGM150 变速驱动器为中压环境带来了简洁性, 针对的是单电动机变转矩或恒定转矩, 但没有再生反馈的应用。SINAMICSGM150 变速驱动器可以进行自动诊断, 在运行中, 由于其坚固性和维修友好性, 从使用 SIZER 工程组态工具进行标准化的工程组态开始, 就简单地集成到工厂或系统中。然后可以使用 STARTER 和方便的操作员控制工具进行快速、用户友好的调试工作。

SINAMICSGM150 (IGBT) 变速驱动器可以与西门子的变频电动机优化组合, 在这种情况下无须正弦波滤波器, 实现了一种非常具有竞争力、紧凑高效的驱动解决方案。该变速驱动器利用可选配的正弦波滤波器, 可以为标准电动机的运行提供最佳条件, 因此适用于对现有设施中的定速驱动器和变速驱动器进行改造。SINAMICSGM150 (IGBT) 变速驱动器提供了一种经济的驱动解决方案, 它可以使用丰富的可选配组件和附件根据具体的用户需要进行调整。

SINAMICSGM150 (IGBT) 变速驱动器的电源部分采用了 HV - IGBT 技术, 功率范围最高 13MVA。SINAMICSGM150 (IGBT) 是 SIMOVERTMV 的后续产品。采用了 IGCT 技术的电源部分的额定值为 10~21MVA。SINAMICSGM150 变速驱动器的技术参数见表 1-3。

表 1-3 SINAMICSGM150 变速驱动器的技术参数

| 额定输出电压/kV          | 带供气冷却的输出/MVA | 带水冷系统的输出/MVA |
|--------------------|--------------|--------------|
| 3AC2.3             | 1~3.2        | 2~4          |
| 3AC3.3             | 1~8          | 2~10.3       |
| 3AC3.3 (IGCT 电源部分) |              | 10~21        |
| 3AC4.16            | 1.3~10.1     | 2~13         |

SINAMICSGM150 变速驱动器可以适用于各种行业, 如石油和天然气、水/废水处理、发电、采矿、水泥、船舶、冶金等, SINAMICSGM150 驱动器的性能不会受到环境影响, 如粉尘、腐蚀和振动。对控制电压波动和电磁扰动不敏感, 因而进一步提高了总体可靠性。SINAMICSGM150 变速驱动器具有以下特点。

- 1) 由于紧凑式设计和高灵活性组态, 可以简单地实现工厂集成。
- 2) 使用用户友好性的操作员面板进行简单的操作员控制。

4) 由于使用了 HV-IGBT 技术和无保险设计, 并且结合了外部扰动智能响应功能, 实现了高度的坚固性和可靠性。

5) 通过标配的 PROFIBUS 接口以及模拟和数字接口, 可以无忧地集成到更高等级的自动化系统中。

6) 通过创新性的电源部分设计 (带有插入式的 Powercard 以及出众的所有组件可接入性), 实现了高度的维修友好性。

(3) SINAMICSSM150。SINAMICSSM150 是适用于高低速应用的高端变频器,可用于需要高动态性能及对供电回路可再生反馈的应用领域,适用电动机功率为 4~26MW。水冷型的 SINAMICSSM150 变频器采用成熟的 IGCT 电力半导体器件,适用于中压驱动应用。对于多电动机驱动器应用,有一根公共的直流母线可以直接用于涉及电动和发电驱动应用中的能量交换。SINAMICSSM150 的技术数据见表 1-4。

## SINAMICSSM150 的技术数据

| 额定输出电压/kV | 最大典型额定值/MVA                                              |
|-----------|----------------------------------------------------------|
| 3.3       | 10.5, 用于单线路组态<br>21, 用于两个装置并联线路组态<br>31.5, 用于三个装置的并联线路组态 |

SINAMICSSM150 具有以下特点。

1) 由于紧凑式设计和高灵活性组态, 可以简单地实现工厂集成。

2) 使用用户友好性的操作员面板进行简单的操作员控制。

3) 由于集成了维护功能,可以实现平滑、可靠运行;变频器可以在需要维护或者组件需要更换时自动发出信号。

4) 由于使用了 IGCT 技术和无保险设计, 并且结合了外部扰动智能响应功能, 实现了高度的坚固性和可靠性。

5) 通过标配的 PROFIBUS 接口以及模拟和数字接口, 可以无忧地集成到更高等级的自动化系统中。

6) 通过创新性的电源部分设计 (带有紧凑式的相模块以及出众的所有组件可接入性), 实现了高度的维修友好性

(4) SINAMICSGL150。SINAMICSGL150LCI 是适用于可变转矩和恒定转矩特性的单电机应用的变频器, 这种变频器有空冷和水冷设计型号, 最高额定功率可达 74MW (水冷设计)。SINAMICSGL150 用于变速运行, 也可以用于大型同步电动机和发电机的启动运行。典型的速度范围可以扩展到大约 6000r/min, 用作启动变频器时, 速度范围受同步线路频率限制。在此范围内, 速度控制范围可以实现 1:10 或 1:100。可以实现拓扑再生 (4 象限) 运行, 无须其他措施。

SINAMICSGL150 变频器的额定功率最高为 74MW，也可为更高的应用提供经济的解决方案，它可以通过丰富的选配组件和附件适应具体的应用需求。SINAMICSGL150 的技术数据见表 1-5。

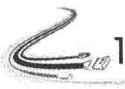


表 1-5 SINAMICSG150 的技术数据

| 线电压/kV | 空气冷却（6-/12-脉冲）功率/MVA/MW | 空气冷却（12-脉冲）功率/MVA/MW |
|--------|-------------------------|----------------------|
| 3.0    | 2.8~8.1/5.7~16.2        | 6~16                 |
| 5.2    | 5.7~9.7/11.4~19.4       | 21~32                |
| 7.8    | —                       | 31.5~48              |
| 10.4   | —                       | 50~64                |
| 12.0   | —                       | 58~74                |

SINAMICSG150 具有以下特点。

- 1) 紧凑式设计和最高功率密度。
- 2) 由于紧凑式设计和高灵活性组态，可以简单地实现工厂集成。
- 3) 使用用户友好性的操作员面板 AOP30 进行简单的操作员控制。
- 4) 通过使用极其坚固的晶闸管技术和无保险设计，并且结合了外部扰动智能响应功能，实现了高度的坚固性和可靠性。
- 5) 通过模拟和数字接口以及 PROFIBUSDP，可以无忧地集成到更高等级的自动化系统中。



1.2 西门子变频器应用领域及适用负载类型

1.2.1 西门子变频器广泛应用的原因及应用领域

1. 西门子变频器广泛应用的原因

西门子变频器在中国市场的使用最早是在钢铁行业，然而当时电动机调速还是以直流调速为主，变频器的应用还是一个新兴的市场，但随着电子元器件的不断发展以及控制理论的不断成熟，变频调速已逐步取代了直流调速，成为驱动产品的主流，西门子变频器因其强大的品牌效应在中国市场中取得了超规模的发展，西门子变频器在中国变频器市场的成功发展应该说是西门子品牌与技术的完美结合。西门子变频器主要分为通用型、工程型和专用型三类。西门子变频器广泛应用的原因主要体现在以下几个方面。

(1) 西门子变频器专为工业应用而设计，特别适合于工业过程控制领域，不断推出新产品，满足不同用户的特定要求。西门子产品一般的更新周期不超过 5 年，其产品能够满足不同用户的特殊要求。

(2) 强大的通信功能和全面的配套软件，是西门子自动化产品的一大特点。这在我国造纸、化工、钢铁、机械制造等诸多产业从技术改造向自动化控制全面推进的飞速发展过程中，尤显其竞争优势。变频器具有高速灵活性，经过一定的配置，能满足工业领域交流调速系统的各种精确控制要求。西门子变频器覆盖了功率与电压的广泛领域，其配有多种内置可选项。西门子变频器的一个关键特性是可编程控制性，因此能轻松自如地适应不同的应用领域。

(3) 推出的 MM4 新一代变频器不仅具有西门子工程型变频器的良好结构，还具有较高的性能价格比。利用 BiCo 功能可以为更复杂的功能进行编程，它可以在输入（数字的、模

拟的、串行通信的等)和输出(变频器的电流、频率、模拟输出、继电器节点输出等)之间建立布尔代数式和数学关系式。

(4) MM4 新一代变频器不同于其他变频器的另一个显著特点是:它给用户提供的是一个完全开放的编程平台,使用户可以根据自己的需要最大限度地合理利用有限的资源实现尽可能复杂的控制特性。它的自由功能块可以代替 PLC 实现一些简单的编程操作。

(5) 西门子变频器产品具有很长的使用寿命,这是产品设计中最重要的原则之一。例如,风机、电容等易损耗部件根据延长产品使用寿命的原则进行选型。同时产品具有强大的保护能力,这使得西门子变频器产品在不断成长的工业领域得以广泛应用。

(6) 西门子变频器具有友好的用户接口,简单快捷的调试和操作,可以简易地使用 PC 机软件工具进行调试、维护、监视和编程。灵活、可编程的西门子变频器可以满足不同工业现场的多种应用需求。

(7) 西门子变频器可以很好地与工艺流程控制系统结合,来达到最优的速度和最优的转矩,并且保持高精度,这样能够保证生产线的最终产品的稳定品质。西门子变频器可以调整电动机的转速和转矩,这样降低了对电动机和驱动机械设备的磨损。

(8) 在节能降耗的大环境下,西门子变频器在风力发电和太阳能发电领域有着广阔的发展前途。西门子凭借领先的变频技术、多年积累的工程经验和超强的研发能力,在风电变流器和太阳能变流器等领域取得了很大的进展。此外,在电动汽车方面,变频技术也能够与之完美结合。

## 2. 西门子变频器应用领域

(1) 化工、石油、天然气行业。基于西门子变频器可构成应用于化工、石油、天然气行业的创新性解决方案,西门子变频器在石油和天然气行业体现出显著的价值,使得产品成本降低,优化了产品各项技术经济指标。

(2) 水泥、采矿与矿山行业。西门子变频器在水泥、采矿与矿山行业中得以广泛应用,精细的设计使得变频器即使处于恶劣的环境条件中,也能够提供精确的控制。西门子变频器有助于优化生产进程,降低能量消耗和二氧化碳排放量。

(3) 原料装卸及输送行业。西门子变频器已经被广泛地应用于包括原材料装卸、输水系统、混合配料、皮带运输、风机控制,包装以及储藏等在内的各种领域中。可提升设备的工作效率、节约能源、降低设备磨损,提高了产品质量。

(4) HVAC 行业。西门子变频器的通用应用软件(宏指令)作为标准配置,内置于变频器中。应用程序的选择只需数秒,其余程序的启动配有像使用手机一样简单的直观的用户界面。该功能依 HVAC 行业应用要求而设计,包括供应和回流风机,冷却塔风机、增压泵和冷凝器。HVAC 的智能控制盘能在任何时候给予最直接最明确的文字指示。谐波和 RFI 辐射是 HVAC 设备主要关注的方面。而将西门子变频器应用于 HVAC 中,能够满足对电磁兼容性的高要求。采用的直流变感扼流圈对谐波的削减量最高可达到 25%。

(5) 船舶行业。西门子变频器与异步、永磁同步电动机结合构成的交流调速系统,降低了运营成本,满足海运、航海的各种需求,经过设计和运行测试,符合海运、航海的批准条件。完整的、紧凑封装的西门子变频器可确保在任何海运、航海情况下可靠、经济地运行。

(6) 冶金行业。西门子变频器能够为高要求的冶金行业的应用提供快捷、精确、可靠的控制,这能优化生产、最大限度地减少磨损,同时提高可靠性,确保了最终产品的质量。

(7) 风力发电行业。西门子变频器通过提升可用性、电网规范性和使用寿命,提高风力发电机的发电量,变频器的设计全面考虑了风机主要动力驱动概念。西门子变频器具有完全封闭的、紧凑的机柜,能够防止灰尘、盐分、沙尘和其他环境污染物污染内部的电子装置。

(8) 供水与污水处理行业。西门子变频器可用于供水和污水处理厂的各个环节,能够优化供水、水处理和污水处理,通过水处理系统和泵装置,进入分配系统,再进入污水系统,经过处理后返回环境中。西门子变频器在水处理过程中进行流量和压力控制,可根据流量计、压力传感器和其他传感器的输入数据,根据实际需求,调节水处理的工艺流程。

### 1.2.2 西门子变频器适用负载类型

(1) 空调负载类。写字楼、商场和一些超市、厂房都有中央空调,在夏季的用电高峰,空调的用电量很大。在炎热天气,北京、上海、深圳空调的用电量均占峰电40%以上。因而用变频装置,拖动空调系统的冷冻泵、冷水泵、风机是一项非常好的节电技术。目前,全国出现不少专做空调节电的公司,其中主要技术是变频调速节电。

(2) 破碎机类负载。冶金矿山、建材应用不少破碎机、球磨机,该类负载采用变频后节能效果显著。

(3) 轧机类负载。在冶金行业,过去大型轧机多用交—交变频器,近年来采用交—直—交变频器,轧机交流化已是一种趋势,尤其在轻负载轧机,如多机架铝轧机组采用通用变频器,满足低频带载启动,机架间同步运行,恒张力控制,操作简单可靠。

(4) 卷扬机类负载。卷扬机类负载采用变频调速,稳定、可靠。铁厂的高炉卷扬设备是主要的炼铁原料输送设备。它要求启、制动平稳,加减速均匀,可靠性高。原多采用串级、直流或转子串电阻调速方式,效率低、可靠性差。用交流变频器替代上述调速方式,可以取得理想的效果。

(5) 大型工业转窑类负载。冶金、建材、烧碱等大型工业转窑以前大部分采用直流、整流子电动机、滑差电动机、串级调速或中频机组调速。由于这些调速方式有滑环效率低,近年来,不少单位采用变频控制,效果极好。

(6) 压缩机类负载。压缩机也属于应用广泛类负载。低压的压缩机在各工业部门都普遍应用,高压大容量压缩机在钢铁(如制氧机)、矿山、化肥、乙烯厂都有较多应用。采用变频调速,均带来启动电流小、节电、优化设备使用寿命等优点。

(7) 转炉类负载。转炉类负载采用交流变频替代直流机组简单可靠,运行稳定。

(8) 辊道类负载。辊道类负载采用交流电动机变频控制,可提高设备的可靠性和稳定性。

(9) 泵类负载。泵类负载包括水泵、油泵、化工泵、泥浆泵、砂泵等,有低压中小容量泵,也有高压大容量泵。许多自来水公司的水泵、化工和化肥行业的化工泵、往复泵、有色金属等行业的泥浆泵等采用变频调速,均产生非常好的效果。

(10) 拉丝机类负载。生产钢丝的拉丝机要求高速、连续化生产。钢丝强度为 $200\text{kg}/\text{mm}^2$ ,调速系统要求精度高、稳定度高且要求同步。采用交流变频技术可实现高精度稳定运行。

(11) 运送车类负载。煤矿的原煤装运车或钢厂的钢水运送车等采用变频技术具有启停快速,过载能力强,正反转灵活,达到煤面平整、重量正确(不多装或少装),基本上不需要人工操作,提高了原煤生产效率,节约了电能。