

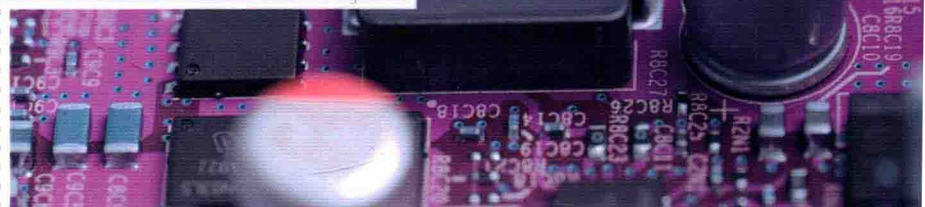
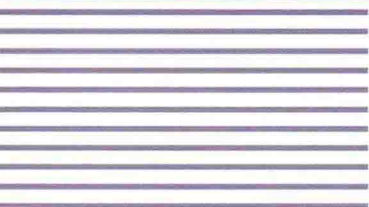


全国高职高专院校“十三五”规划教材

(自动化技术类)

电气传动技术及应用

主 编 张晓芳 周占怀
副主编 程 伟 刘琳霞 周静红



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

全国高职高专院校“十三五”规划教材（自动化技术类）

电气传动技术及应用

主 编 张晓芳 周占怀

副主编 程 伟 刘琳霞 周静红



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

• 北京 •

内 容 提 要

本书结合高职教育的人才培养特点,以电气传动技术的应用为主线,突出能力为本位的教学理念,注重学生职业能力和素养的培养,以项目化形式展开。

本书以初识 MM420 变频器、基于编码器+变频器的交流电机调速系统、基于 PID+变频器的恒压水泵控制、基于步进电机控制的滚珠丝杠传动系统设计、基于伺服电机控制的传动系统设计、基于直流电机的分拣装置等六个典型的项目为载体,完成从设备选型、电气连接到程序编写、调试的工作过程,进而在项目实施过程中完成传动技术的学习。本书所涉及的项目均来自生产一线,有很好的产业背景。

本书适合于电气自动化技术、机电一体化技术、自动化等专业的高职学生使用,也可供自动化专业的技术人员使用。

图书在版编目 (C I P) 数据

电气传动技术及应用 / 张晓芳, 周占怀主编. — 北京: 中国水利水电出版社, 2016.9

全国高职高专院校“十三五”规划教材. 自动化技术类

ISBN 978-7-5170-4747-6

I. ①电… II. ①张… ②周… III. ①电力传动—高等职业教育—教材 IV. ①TM921

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第227609号

策划编辑: 石永峰 责任编辑: 李 炎 加工编辑: 赵佳琦 封面设计: 李 佳

书 名	全国高职高专院校“十三五”规划教材(自动化技术类) 电气传动技术及应用 DIANQI CHUANDONG JISHU JI YINGYONG
作 者	主 编 张晓芳 周占怀 副主编 程 伟 刘琳霞 周静红
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)、82562819 (万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	三河市铭浩彩色印装有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 10印张 248千字
版 次	2016年9月第1版 2016年9月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	23.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

本书结合高职教育的人才培养特点,以电气传动技术的应用为主线,突出能力为本位的教学理念,注重学生职业能力和素养的培养,以项目化形式展开。

电气传动技术是指用电动机把电能转换为机械能并带动各种类型的生产机械、交通工具和生活中需要运动物品的技术,是通过合理使用电动机实现生产过程机械设备电气化及其自动控制的技术总称。一个完整的电气传动系统包括三部分:控制部分、功率部分、电动机。本教材通过控制相关的传动设备从而控制不同电机的工作状态,达到工业控制的要求。针对目前高职电气自动化专业及机电一体化专业尚没有完善的电气传动技术教材的现状,特编写了此教材。

本书以初识 MM420 变频器、基于编码器+变频器的交流电机调速系统、基于 PID+变频器的恒压水泵控制、基于步进电机控制的滚珠丝杠传动系统设计、基于伺服电机控制的传动系统设计、基于直流电机的分拣装置等六个典型的项目为载体,完成从设备选型、电气连接到程序编写、调试的工作过程,进而在项目实施过程中完成传动技术的学习。本书所涉及的项目均来自生产一线,有很好的产业背景。本书适合于电气自动化技术、机电一体化技术、自动化等专业的高职学生使用,也可供自动化专业的技术人员使用。

本教材的特点:

1. 注重典型项目的实施和应用,体现在做中学。
2. 以企业真实项目入门,遵循从设备选型、电气连接到程序编写、调试的工作过程,一步步地完成项目的实施。
3. 语言轻松,便于学生入门,可以翻转课堂形式开展项目实施,以学生为主体,以完成项目为目标。

本书由张晓芳、周占怀任主编,程伟、刘琳霞、周静红任副主编,秦婧参加编写。张晓芳负责项目四、项目六,周占怀负责项目五,程伟负责项目一,刘琳霞、秦婧负责项目二,周静红负责项目三。全书由张晓芳负责整理定稿。由于编者水平有限,书中如有不足之处,恳请使用本书的读者批评指正。

编 者

2016 年 5 月

目 录

前言	
项目一 初识 MM420 变频器	1
任务 1 西门子 MM420 变频器试运行	1
【学习目标】	1
一、基本目标	1
二、提高目标	1
【任务描述及准备】	1
一、任务描述	1
二、所需工具设备	1
三、完成任务的步骤	2
【任务实施】	2
一、认识西门子 MicroMaster 420 变频器	2
二、拆卸及更换变频器操作面板	3
三、拆卸变频器的机壳盖板	5
四、认识变频器的电路简图和接线端子	5
五、用 BOP 基本操作面板进行变频器的调试	8
六、变频器试运行	10
【任务评价】	11
【知识拓展】	12
【思考与练习题】	12
任务 2 电机正反转变频调速控制	14
【学习目标】	14
一、基本目标	14
二、提高目标	14
【任务描述及准备】	14
一、任务描述	14
二、所需工具设备	14
三、完成任务的步骤	14
【任务实施】	15
一、变频器的外围接线	15
二、变频器的参数设置	15
三、电机正反转变频调速控制的调试	16
【任务评价】	16
【思考与练习题】	17
任务 3 用 PLC 实现多段速控制	18
【学习目标】	18
一、基本目标	18
二、提高目标	19
【任务描述及准备】	19
一、任务描述	19
二、所需工具设备	19
三、完成任务的步骤	20
【任务实施】	20
一、PLC 和变频器的外围接线	20
二、变频器的参数设置	21
三、PLC 程序设计	22
四、用 PLC 实现多段速控制的调试	22
【任务评价】	23
【巩固练习】	24
一、变频器多段速控制	24
二、用 PLC 实现多段速控制（手动程序）	24
三、用 PLC 实现多段速控制（自动程序）	24
【思考与练习题】	26
项目二 基于变频器+编码器的交流电机调速系统	28
任务 1 西门子 MM420 变频器模拟量控制	28
【学习目标】	28
一、基本目标	28
二、提高目标	28
【任务描述及准备】	28
一、任务描述	28
二、所需工具设备	28

三、完成任务的步骤	29	一、基本目标	51
【任务实施】	29	二、提高目标	51
一、电路图设计	29	【任务描述及准备】	51
二、电路接线	29	一、任务描述	51
三、模拟量控制	30	二、所需工具设备	51
四、程序设计	31	三、完成任务的步骤	52
【任务评价】	32	【任务实施】	52
任务2 编码器定位控制	33	一、电路图设计	52
【学习目标】	33	二、电路接线	53
一、基本目标	33	三、PID 设置	55
二、提高目标	33	四、变频器参数设置	61
【任务描述及准备】	33	五、程序设计	62
一、任务描述	33	六、调试	65
二、所需工具设备	33	【任务评价】	65
三、完成任务的步骤	34	【思考与练习题】	66
【任务实施】	34	项目四 基于步进电机控制的滚珠丝杠传动	
一、电路图设计	34	系统设计	67
二、电路接线	34	任务1 基于位置控制向导的步进电机控制	67
三、程序设计	35	【学习目标】	67
四、程序调试	39	一、基本目标	67
【任务评价】	39	二、提高目标	67
任务3 编码器+变频器的交流电机分拣		【任务描述及准备】	67
控制系统	41	一、任务描述	67
【学习目标】	41	二、所需工具设备	67
【任务描述及准备】	41	三、完成任务的步骤	68
一、任务描述	41	【任务实施】	68
二、所需工具设备	41	一、电路图设计	68
三、完成任务的步骤	41	二、电路接线	68
【任务实施】	42	三、位置控制向导	71
一、电路图设计	42	四、程序设计	76
二、电路接线	43	五、调试	77
三、程序设计	43	【任务评价】	78
四、变频器参数设置	46	任务2 基于PLS的步进电机控制系统	79
五、触摸屏界面设计	47	【学习目标】	79
六、调试	49	一、基本目标	79
【任务评价】	49	二、提高目标	79
【思考与练习题】	50	【任务描述及准备】	79
项目三 基于变频器的恒压供水系统设计	51	一、任务描述	79
【学习目标】	51	二、所需工具设备	80

三、完成任务的步骤	80
【任务实施】	80
一、电路图设计	80
二、电路接线	81
三、程序设计	81
四、程序调试	85
【任务评价】	85
任务3 基于步进电机控制的滚珠丝杠传动系统设计	86
【学习目标】	86
【任务描述及准备】	86
一、任务描述	86
二、所需工具设备	87
三、完成任务的步骤	87
【任务实施】	87
一、电路图设计	87
二、电路接线	88
三、触摸屏界面设计	88
四、程序设计	89
五、调试	90
【任务评价】	90
【思考与练习题】	91
项目五 基于伺服电机控制的传动系统设计	92
任务1 伺服控制系统小试——伺服电机控制的蜗轮蜗杆传动系统	92
【学习目标】	92
一、基本目标	92
二、提高目标	92
【任务描述及准备】	92
一、任务描述	92
二、所需工具设备	92
三、完成任务的步骤	93
【任务实施】	93
一、电路图设计	93
二、电路接线	93
三、伺服控制器参数设置	95
四、程序设计	98
五、调试	100
【任务评价】	100

任务2 基于伺服控制的立式打包机装箱系统设计及调试	101
【学习目标】	101
一、基本目标	101
二、提高目标	101
【任务描述及准备】	101
一、任务描述	101
二、所需工具设备	103
三、完成任务的步骤	103
【任务实施】	103
一、系统设计	103
二、电路设计	107
三、伺服控制器参数设置	109
四、PLC 硬件组态	113
五、运动组态	115
六、程序设计	120
七、HMI 组态画面	134
八、调试	134
【任务评价】	137
【思考与练习题】	138
项目六 直流电机调速系统	139
任务1 直流电机调速	139
【学习目标】	139
一、基本目标	139
二、提高目标	139
【任务描述及准备】	139
一、任务描述	139
二、所需工具设备	139
三、完成任务的步骤	140
【任务实施】	140
一、电路图设计	140
二、电路接线	140
三、程序设计	143
四、调试	144
【任务评价】	144
任务2 基于直流无刷电机控制的分拣装置	146
【学习目标】	146
【任务描述及准备】	146
一、任务描述	146

二、所需工⋯具设备	146	三、程序设计	148
三、完成任务的步骤	146	四、调试	150
【任务实施】	147	【任务评价】	151
一、电路图设计	147	【思考与练习题】	151
二、电路接线	147	参考文献	152

项目一 初识 MM420 变频器

变频器是利用电力电子半导体器件的通断作用，将工频变换为另一频率的控制装置，是运动控制系统的功率变换器。变频器主要用于交流电动机，在调整频率的同时按比例调整输出电压，从而改变电动机转速，达到交流调速的目的。本项目通过完成西门子 MM420 变频器试运行、电机正反转变频调速控制、用 PLC 实现多段速控制三个任务，熟悉变频器的工作参数、基本功能和基本应用。能根据实际工作任务，完成变频器的基本控制功能的设计与调试，如：连续运行、点动控制、正反转控制、多段速控制等。

任务 1 西门子 MM420 变频器试运行

【学习目标】

一、基本目标

1. 掌握变频器的基本组成。
2. 了解西门子 MicroMaster 420 通用变频器的主要性能。
3. 能正确识别变频器的输入、输出端及控制信号端。
4. 了解各常用参数的功能。
5. 学会通过面板进行参数设置与修改。
6. 能进行西门子 MicroMaster 420 变频器的基本配线。
7. 学会变频器的试运行操作。

二、提高目标

1. 能对照手册确认变频器的故障类型，并进行参数查找与识别。
2. 了解变频调速的应用场合，学会西门子 MicroMaster 420/430/440 通用型变频器的选型。

【任务描述及准备】

一、任务描述

在熟悉西门子 MicroMaster 420 变频器的硬件结构后，进行基本的配线，通过基本操作面板 BOP 进行变频器的试运行。

二、所需工具设备

1. 西门子 MicroMaster 420 变频器（例如：6SE6420-2UD17-5AA1），1 台。
2. 西门子基本操作面板 BOP，1 只。

3. 三相异步电动机, 1 台。
4. 小型断路器 DZ47-D4, 1 只。
5. 旋钮, 1 只。
6. 常用电工工具, 1 套。
7. 软导线 $RV1.0\text{mm}^2$, 1 根。

三、完成任务的步骤

1. 认识西门子 MicroMaster 420 变频器。
2. 拆卸及更换变频器操作面板。
3. 拆卸变频器的机壳盖板。
4. 认识变频器的电路简图、接线端子。
5. 用基本操作面板 BOP 进行变频器的调试。

【任务实施】

一、认识西门子 MicroMaster 420 变频器

西门子 MicroMaster 420 变频器适用于各种变速驱动装置, 尤其适用于水泵、风机和传送带系统的驱动装置。其外形如图 1-1 所示。既可用于单机驱动系统, 也可集成到自动化系统中。



图 1-1 西门子 MicroMaster 420 变频器 (安装了 BOP 基本操作面板)

1. 性能特点

西门子 MicroMaster 420 变频器是用于控制三相交流电动机速度的装置, 有多种型号, 从单相电源电压, 额定功率 120W 到三相电源电压, 额定功率 11kW 可供用户选用。主要性能特点包括:

- (1) 本变频器由微处理器控制, 并采用具有现代先进技术水平的绝缘栅双极型晶体管 (IGBT) 作为功率输出器件, 因此, 它们具有很高的运行可靠性和功能多样性。
- (2) 其脉冲宽度调制的开关频率可根据应用场合进行选择, 因而可以降低电动机运行的噪声。

(3) 具有全面而完善的保护功能，为变频器和电动机提供了良好的保护。

(4) 具有出厂的缺省设置参数，用户只需修改必要的参数，使用方便。

2. 结构类型

西门子 MicroMaster 420 变频器按功率及其结构分为 A 型、B 型和 C 型，如表 1-1 所示。

西门子 MicroMaster 420 变频器安装尺寸图（A 型），如图 1-2 所示。

表 1-1 西门子 MicroMaster 420 变频器的分类

箱体尺寸	200V 至 240V，单相/三相交流	380V 至 480V，三相交流
A 型	0.12kW 至 0.75kW	0.37kW 至 1.5kW
B 型	1.1kW 至 2.2kW	2.2kW 至 4.0kW
C 型	3kW 至 5.5kW	5.5kW 至 11kW



图 1-2 西门子 MicroMaster 420 变频器安装尺寸图（A 型）

二、拆卸及更换变频器操作面板

1. SDP 面板

西门子 MicroMaster 420 变频器在标准供货方式时装有状态显示板（SDP），它通过绿色、黄色指示灯显示相应状态，对于很多用户来说，利用 SDP 和缺省的设置值，就可以使变频器成功地投入运行，如图 1-3 所示。

2. BOP 和 AOP

如果出厂的缺省设置值不符合实际要求，可以利用基本操作板（BOP）或高级操作板（AOP）修改相应参数。BOP 和 AOP 是作为可选件供货的，如图 1-4 所示。

另外，亚洲地区适用的高级操作板（AAOP）是 AOP 操作面板的中国版本，它具有增强的显示功能，支持汉语（简化汉字）和英语的文本显示。

3. 面板的拆卸与更换

变频器操作面板的拆卸与更换步骤如图 1-5 所示。按下变频器顶部锁扣的按钮，向外拔出操作面板就可以将操作面板卸下，然后将要更换的操作面板下部的卡子放在机壳上的槽

内,再将面板上部的卡子对准锁扣,轻轻推进去,听到咔的一声轻响,新的面板就被固定在变频器上了。



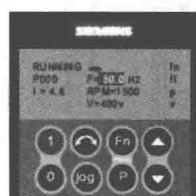
图 1-3 西门子 MicroMaster 420 变频器(供货方式时安装 SDP 状态显示面板)



SDP
状态显示板



BOP
基本操作板



AOP
高级操作板

图 1-4 西门子 MicroMaster 420 变频器的操作面板

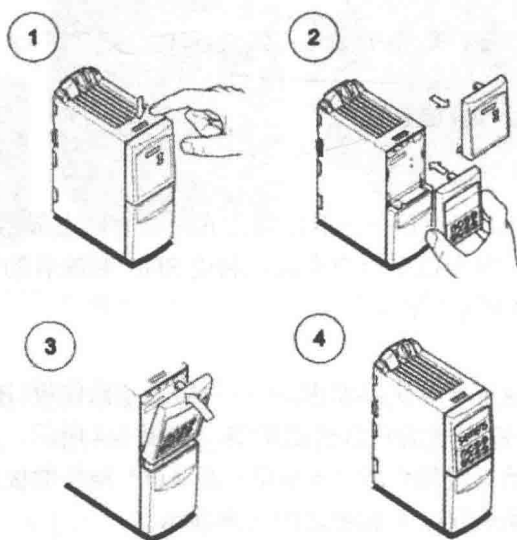


图 1-5 操作面板的拆卸与更换

学生活动: 操作面板的拆卸与更换

1. 拆卸变频器随货安装的状态显示面板 SDP。
2. 更换为基本操作面板 BOP。

三、拆卸变频器的机壳盖板

1. A 型盖板的拆卸

如果想要拆卸 A 型变频器的机壳盖板,可以在卸下操作面板后,将机壳盖板向下方推动,再拔起,就可以将其从固定槽中卸下,如图 1-6 所示。

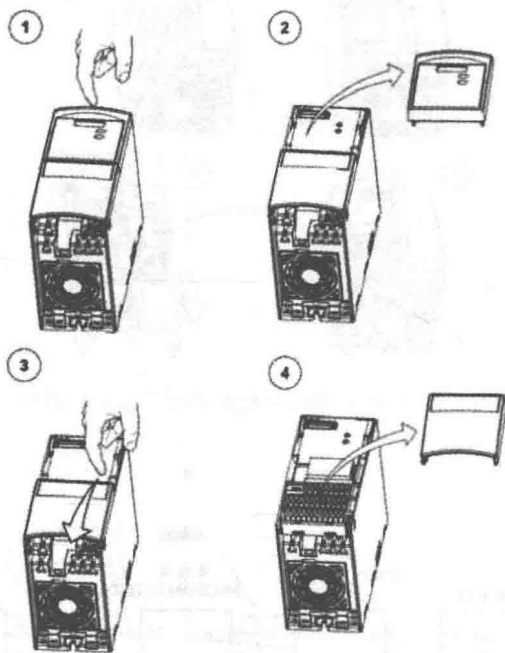


图 1-6 A 型尺寸变频器机壳盖板的拆卸

2. B/C 型盖板的拆卸

若是 B 型或 C 型变频器,卸下这部分机壳盖板后,还要将剩余的机壳盖板部分向左右两侧掰开,将其从机体上卸下,才能最终完成变频器机壳盖板的拆卸工作,如图 1-7 所示。

学生活动: 机壳盖板的拆卸

进行 A 型尺寸变频器机壳盖板的拆卸。注意用力均匀,不要使用蛮力而引起损坏。

四、认识变频器的电路简图和接线端子

1. 主电路配线

三相电源、变频器、三相异步电动机的连接,如图 1-8 所示。根据 GB5226.1-2008 的 13.2.5 对颜色标识导线的约定,黑色:交流和直流动力回路;红色:交流控制回路;蓝色:直流控制回路。动力回路、保护接地线不小于 2.5mm^2 ,控制回路不小于 0.5mm^2 ,具体导线规格可根据电动机容量进行确定。

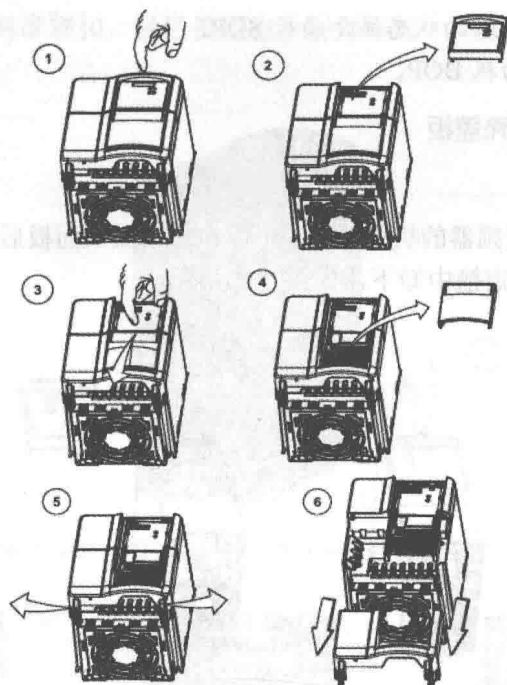
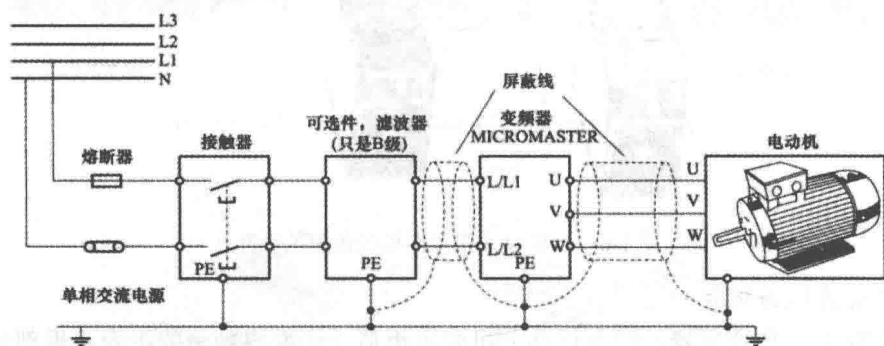
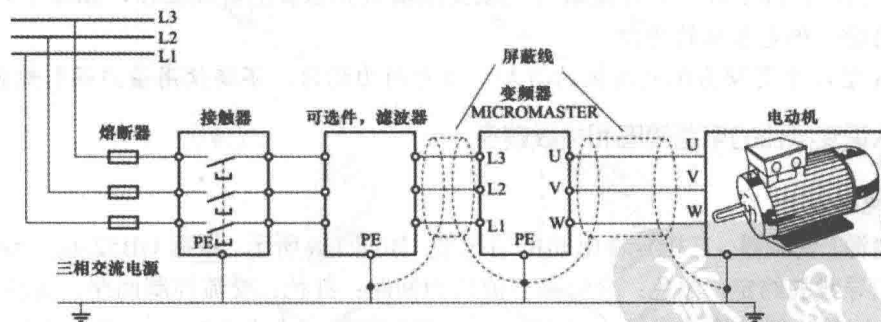


图 1-7 B 和 C 型尺寸变频器机壳盖板的拆卸



(a) 单相交流电源



(b) 三相电源

图 1-8 变频器连接电源与电动机的接线图

学生活动：认识变频器的接线端子

请同学说说西门子 MicroMaster 420 变频器各个接线端子的功能。

3. 识读 MM420 变频器的实际接线端子图

MM420 变频器的实际接线端子的标记及功能如图 1-10 所示。

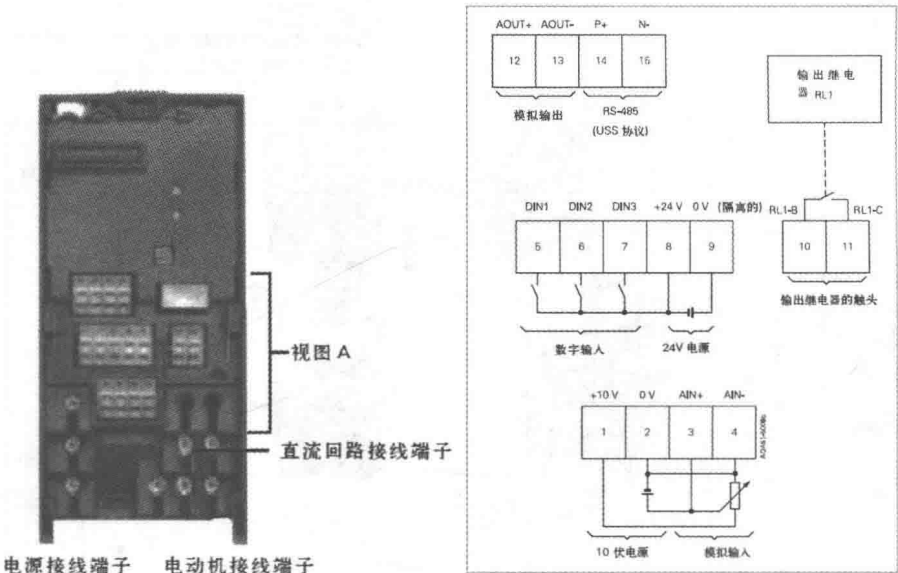


图 1-10 西门子 MicroMaster 420 接线端子图

学生活动：变频器的动力回路的接线

进行西门子 MicroMaster 420 动力回路（三相电源/单相电源、变频器、电机）的接线。

五、用 BOP 基本操作面板进行变频器的调试

利用基本操作面板（BOP）可以改变变频器的各个参数。为了利用 BOP 设定参数，必须首先拆下 SDP，并装上 BOP。

在缺省设置时，用 BOP 控制电动机的功能是被禁止的。如果要用 BOP 进行控制，参数 P0700 应设置为 1，参数 P1000 也应设置为 1。变频器加上电源时，也可以把 BOP 装到变频器上，或从变频器上将 BOP 拆卸下来。如果 BOP 已经设置为 I/O 控制（P0700=1），在拆卸 BOP 时，变频器驱动装置将自动停车。用 BOP 操作时的缺省设置值，如表 1-2 所示。

表 1-2 用 BOP 操作时的缺省设置值

参数	说明	缺省值，欧洲（或北美）地区
P0100	运行方式，欧洲/北美	50 Hz，kW（60 Hz，hp）
P0307	功率（电动机额定值）	1.1kW（hp）
P0310	电动机的额定频率	50 Hz（60 Hz）
P0311	电动机的额定速度	1395/1680rpm（决定于变量）
P1082	最大电动机频率	50 Hz（60 Hz）

1. 基本操作面板（BOP）上的按钮

基本操作面板（BOP）具有 7 段显示的五位数字，可以显示参数的序号和数值，报警和故障信息，以及设定值和实际值，参数的信息不能用 BOP 存储，如表 1-3 所示。

表 1-3 基本操作面板（BOP）上的按钮

显示/按钮	功能	说明
	状态显示	LCD 显示变频器当前的设定值
	起动变频器	按此键起动变频器。缺省值运行时此键是被封锁的。为了使此键的操作有效，应设定 P0700 = 1
	停止变频器	OFF1：按此键，变频器将按选定的斜坡下降速率减速停车，缺省值运行时此键被封锁；为了允许此键操作，应设定 P0700 = 1 OFF2：按此键两次（或一次，但时间较长）电动机将在惯性作用下自由停车。此功能总是“使能”的
	改变电动机的转动方向	按此键可以改变电动机的转动方向。电动机的反向用负号（－）表示或用闪烁的小数点表示。缺省值运行时此键是被封锁的，为了使此键的操作有效，应设定 P0700 = 1
	电动机点动	在变频器无输出的情况下按此键，将使电动机起动，并按预设定的点动频率运行。释放此键时，变频器停车。如果变频器/电动机正在运行，按此键将不起作用
	功能	此键用于浏览辅助信息。 变频器运行过程中，在显示任何一个参数时按下此键并保持不动 2 秒钟，将显示以下参数值（在变频器运行中，从任意一个参数开始）： 1. 直流回路电压（用 d 表示，单位：V）。 2. 输出电流（A）。 3. 输出频率（Hz）。 4. 输出电压（用 o 表示，单位：V）。 5. 由 P0005 选定的数值，如果 P0005 选择显示上述参数中的任何一个（3，4 或 5），这里将不再显示 连续多次按下此键，将轮流显示以上参数。 跳转功能： 在显示任何一个参数（rXXXX 或 PXXXX）时短时间按下此键，将立即跳转到 r0000，如果需要的话，可以接着修改其他的参数。跳转到 r0000 后，按此键将返回原来的显示点
	访问参数	按此键即可访问参数
	增加数值	按此键即可增加面板上显示的参数数值
	减少数值	按此键即可减少面板上显示的参数数值

学生活动：认识操作面板上的按钮

认识西门子 MicroMaster 420 变频器基本操作面板（BOP）上的按钮功能。

2. 用基本操作面板（BOP）更改参数的数值

改变参数 P0004 值的方法和步骤见表 1-4。按照这个表中说明的类似方法，可以用 BOP 设定变频器的任何一个参数。