

目 录

第一章 通讯方案 1	4.8 有编码器反馈的转矩控制..... 101
1.1 VECTORQUE 变频监控管理软件..... 1	4.9 复合涂布机速度同步控制..... 102
1.2 eVIEW 触摸屏与蓝海华腾变频器 MODBUS 通讯 ... 17	4.10 柔版印刷机..... 106
1.3 三菱文本显示器与蓝海华腾变频器 ModBUS 通讯 28	4.11 带编码器反馈的收卷皮革机械..... 109
1.4 三菱 PLC 与蓝海华腾变频器 ModBUS 通讯 34	4.12 卷纸分切机..... 112
1.5 西门子 PLC (S7-200) 通讯例程 (MODBUS RTU) 45	4.13 分切机转矩方案收卷..... 116
1.6 西门子 PLC (S7-300) 通讯例程 (PROFIBUS-DP) 52	4.14 分切机转矩方案放卷..... 117
第二章 机床和雕铣机 64	4.15 分切机速度方案放卷..... 118
2.1 机床主轴开环驱动..... 64	第五章 替换力矩电机 120
2.2 机床主轴应用..... 66	5.1 替换力矩电机的建议..... 120
2.3 雕铣机..... 68	5.2 替代力矩电机收线..... 121
2.4 角度定位应用..... 70	第六章 空压机 123
2.5 开环数控机床..... 73	6.1 蓝海华腾变频器 + 普乐特 MAM200C 控制器..... 123
2.6 机床主轴定位..... 74	6.2 蓝海华腾变频空压机解决方案..... 124
第三章 拉丝机 77	6.3 蓝海华腾变频空压机节能改造实际案例..... 133
3.1 双变频拉丝机 1..... 77	第七章 提升类设备 140
3.2 双变频拉丝机 2..... 79	7.1 垂直升降网印机..... 140
3.3 直进式拉丝机 1..... 80	7.2 电葫芦吊运机..... 141
3.4 双变频拉丝机 3..... 84	第八章 注塑挤出设备 143
3.5 直进式拉丝机 2..... 85	8.1 压铸机节能改造..... 143
3.6 双变频器细线拉丝机..... 87	8.2 注塑机节能改造..... 144
第四章 恒张力收放卷设备 90	第九章 张力控制解决方案 148
4.1 蓝海华腾变频器收放卷设备应用选型介绍..... 90	9.1V6-T 张力控制专用变频器介绍..... 148
4.2 层绕机..... 93	9.2 恒张力收卷系统中替换力矩电机方案..... 149
4.3 箔绕机..... 95	9.3 恒张力单收卷系统中替换 PLC 控制方案..... 149
4.4 恒线速度收卷机..... 97	9.4 闭环张力控制系统方案 (单牵引 + 单收卷)..... 150
4.5 开环转矩控制皮革机械收卷..... 98	9.5 开环张力控制系统方案 (单牵引 + 单收卷)..... 151
4.6 中心收卷机..... 99	9.6 复合机张力控制系统方案 (单复合 + 单收卷)..... 151
4.7 恒张力速度模式控制..... 100	9.7 分切机张力控制系统方案 (单放单牵引 + 多收) 152

9.8 检品机张力控制系统方案（单放单牵引+单收）	153	9.14.2 蓝海华腾方案描述：	159
9.9 简易位置控制系统方案（单主单从双电机）	153	9.14.3 蓝海华腾方案优点：	160
9.10 多牵引控制系统同步方案	154	9.14.4 可配套机械：	160
9.11 多牵引控制系统中替换同步控制板方案	156	第十章 其它	161
9.12 收放线层绕系统中替换直流驱动控制方案	157	10.1 闭环矢量调节参数	161
9.13 双变频拉丝机控制系统方案	158	10.2 级联控制 1	162
9.13.1 蓝海华腾方案描述：	158	10.3 级联控制 2	162
9.13.2 蓝海华腾方案优点：	158	10.4 共直流母线	163
9.13.3 可配套机械：	158	10.5 EPS 不间断电源	165
9.14 直进式拉丝机控制系统同步方案	158	10.6 大圆机应用	166
9.14.1 系统要求描述：	158		

第一章 通讯方案

1.1 Vectorque 变频监控管理软件

1.1.1 Vectorque 变频监控管理软件安装

◆ 配置要求：

能够设置到 1024*768 及以上分辨率模式的电脑，带串口。

◆ 软件更新：

请登陆到本公司网站 www.v-t.net.cn 下载最新版本。

本文档编写时的最新版本是：1.00 Builder：20080315

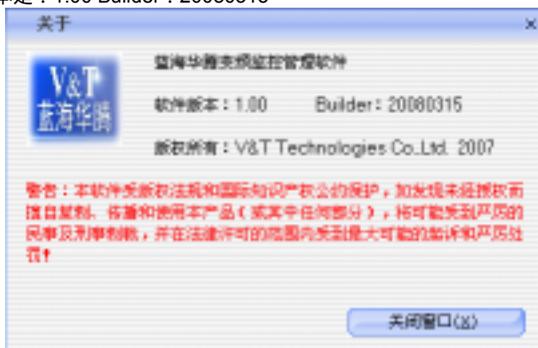


图 1-1

◆ 解压缩：

使用 WinRar，输入正确密码后解压缩安装文件包。

Vectorque Inverter Monitor V1.00 Setup for win2k&XP.rar 解压缩后：

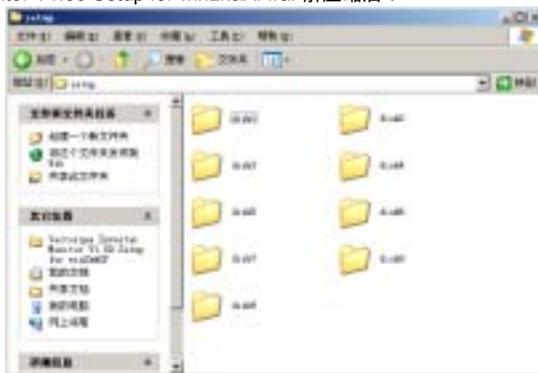


图 1-2

点击 disk1 中的 setup.exe 开始安装，按界面提示操作。默认安装路径：C:\Program Files\Vectorque Inverter Monitor V1.00

◆ 安装步骤：

Step1：打开 disk1，鼠标左键双击 setup.exe 后提示

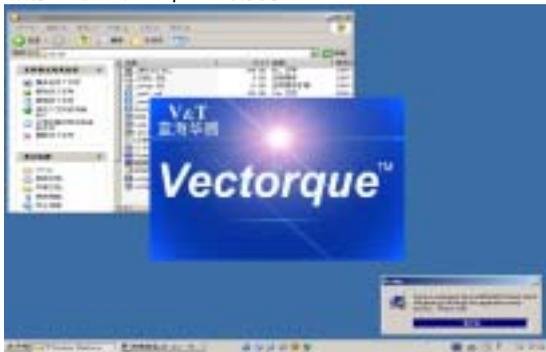


图 1-3

Step2：欢迎使用界面，按回车 ENTER 键将继续



图 1-4

Step3：版权声明，如果您接受该声明，按回车将继续，按 No 退出。

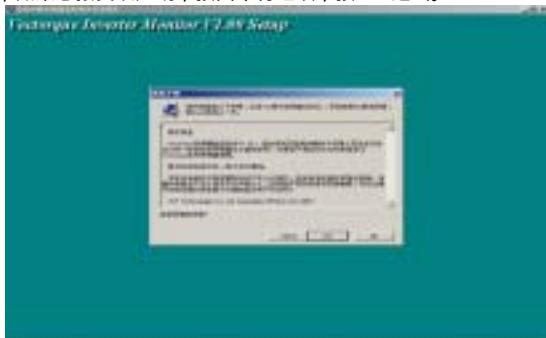


图 1-5

Step4 : 选择安装路径, 按回车将继续

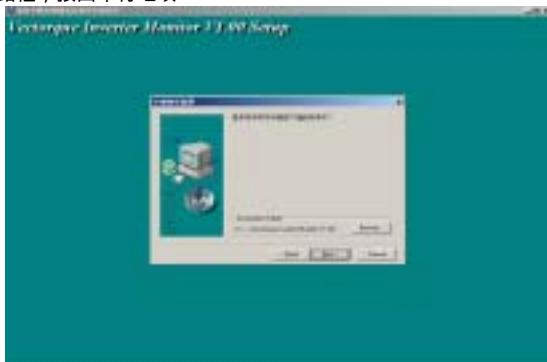


图 1-6

Step5 : 选择安装文件夹, 按回车将继续

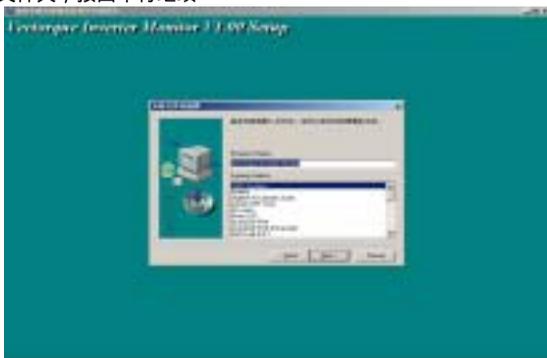


图 1-7

Step6 : 提示安装进度

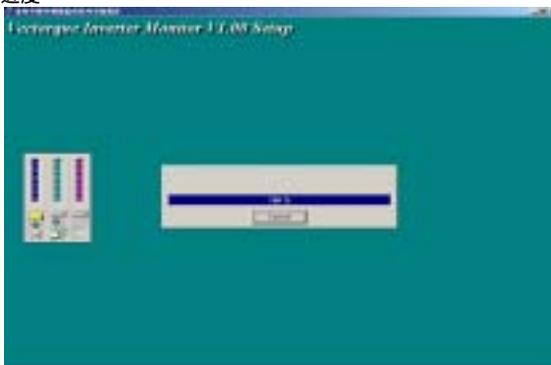


图 1-8

Step7：提示安装完毕，如果提示重启，请重新启动电脑



图 1-9

Step8：安装完毕后本软件图标出现在桌面及程序菜单中



图 1-10

1.1.2 配置监控软件

◆ 运行软件

点击桌面图标：



或点击“开始” ->蓝海华腾工具软件->Vectorque Inverter Monitor V1.00



图 1-11

首次登陆：需要输入按授权码提供给你的登陆密码。然后点击“登陆”。
授权码由 3 位字母+2 位数字组成。



图 1-12

输入密码并点击登陆后，开始自动搜索波特率。



图 1-13

如果搜索失败将会提示“波特率搜索失败！”，否则进入在线状态。



图 1-14

软件主界面：Vectorque Inverter Monitor V1.00 界面，按 F1 键可打开帮助文件。



图 1-15

◆ 更改登陆密码：



图 1-16

点击工具条中的“选项设置”按钮。

弹出选项对话框：



图 1-17

点击密码管理



图 1-18

输入原密码，并输入新密码，确认密码后按“确定”按钮可以修改登陆密码。

◆ 取消登陆密码：

如果新密码和确认密码框为空，仅输入原密码，直接按“确定”，则可以清除密码，点击图标  时不再提示输入登陆密码，直接进入主界面。

1.1.3 串行口驱动程序安装

◆ 台式机

台式机一般会带有一个 DB9 公头接口的串行通讯口 COM1,如图：



图 1-19 台式机 DB9 串行口

在桌面“我的电脑”图标上点击鼠标右键->属性->硬件->设备管理器可以看到该串行口。Windows 系统已经安装了串行口驱动。所以使用台式机自身串行口，不用再安装驱动程序。



图 1-20

1.1.4 便携机（笔记本电脑）：

- ◆ 本身带有串行口的便携机和台式机一样，不用安装驱动程序。
- ◆ 不带串行口的便携机需要 USB 转串口模块。并安装相应驱动程序后才可以。安装 Prolific 兼容型 USB 转串口线驱动程序的步骤如下：

1.1.5 Windows 2000 操作系统用户

Step1：打开电脑电源，启动电脑，进入 Windows。

Step2：插入 Prolific 兼容型 USB 转串口线到计算机 USB 插口中，



图 1-21

提示发现新硬件 Prolific

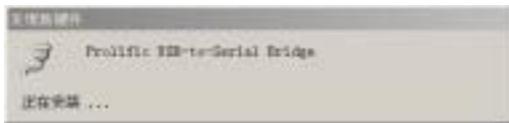


图 1-22



图 1-23

Step3：点击下一步后提示。



图 1-24

Step4：点击下一步后提示。



图 1-25

选择“指定一个位置”选项，如果您有驱动光盘，直接点下一步。

Step5：点击下一步，并点击浏览找到驱动程序 SERSPL.INF 的位置。

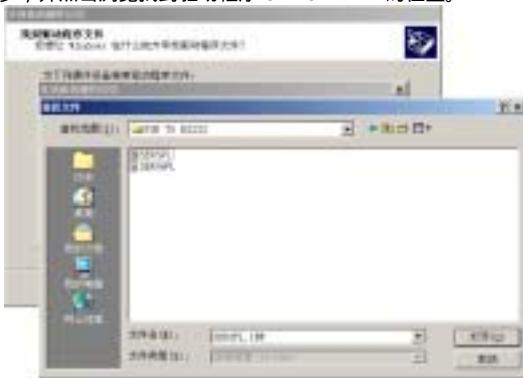


图 1-26



图 1-27

Step6：点击下一步，Windows 开始在指定位置搜索驱动程序 SERSPL.INF



图 1-28

搜索到后提示 Windows 正在为新硬件安装驱动程序。



图 1-29

安装完毕后提示：



图 1-30

Step7：点击完成

Step8：在桌面“我的电脑”图标上点击鼠标右键->属性->硬件->设备管理器可以看到该串口。此时该串口已可正常使用。

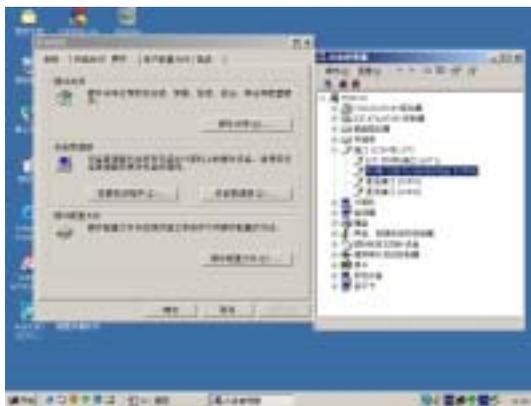


图 1-31

1.1.6 Windows XP 操作系统用户

Step1：打开电脑电源，启动电脑，进入 Windows。

Step2：插入 Prolific 兼容型 USB 转串口线到计算机 USB 插口中，桌面右下角提示：



图 1-32

然后提示找到新的硬件



图 1-33

Step3: 点击“是, 仅这一次(Y)”



图 1-34

Step4：点击下一步。

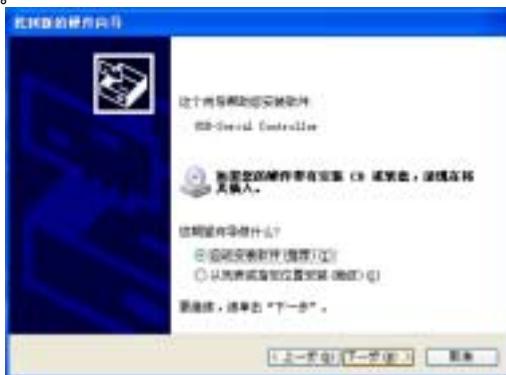


图 1-35

Step5：点击下一步。



图 1-36

如果驱动程序在光盘中，将光盘放入光驱中，直接点“下一步”，否则选择“在搜索中包含这个位置(0)”然后点“下一步”。

指定位置时，点击浏览，并选择 SERSPL.INF 所在位置：



图 1-37

选择 SERSPL.INF 位置后：

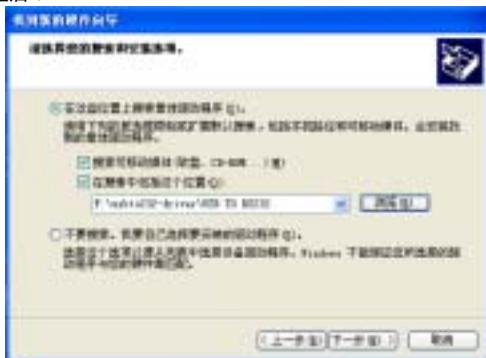


图 1-38

Step6：点击下一步,Windows XP 开始搜索。



图 1-39

如果显示未取得 Windows 徽标测试，可以点击仍然继续。

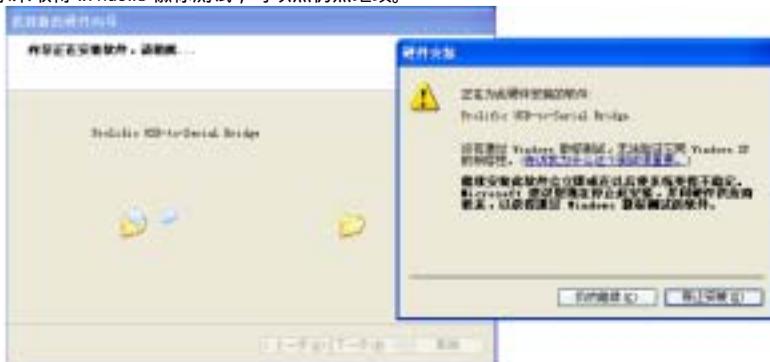


图 1-40

Step7：点击“仍然继续”，开始安装驱动程序。

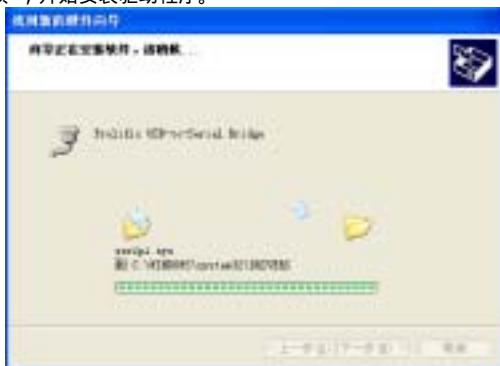


图 1-41

Step8：安装完毕后提示。



图 1-42

桌面右下角提示：

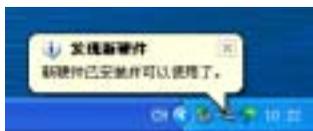


图 1-43

Step9：查看设备属性。

在桌面“我的电脑”图标上点击鼠标右键，选择“属性(R)”



图 1-44

点击硬件->设备管理器可以看到 USB 转串口已经出现在设备列表中。

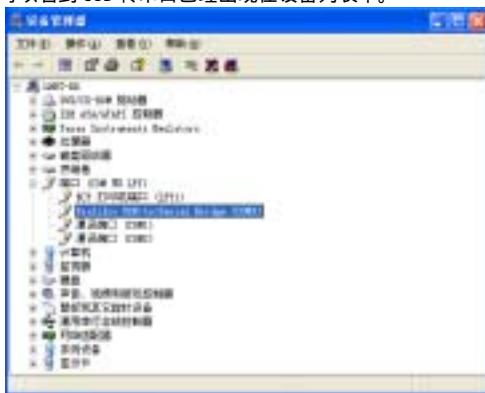


图 1-45

1.1.7 硬件连接

◆ 通讯网络的组建

1. 一台变频器与计算机的连接

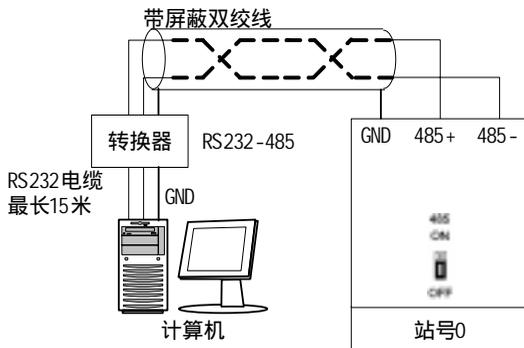


图 1-46 一台变频器与计算机的连接

2. 多台变频器与计算机的连接

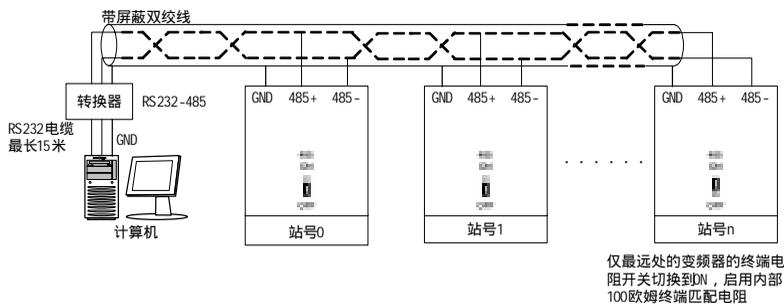


图 1-47 多台变频器与计算机的连接

3. 变频器与计算机的连接实例



图 1-48

1.2 eView 触摸屏与蓝海华腾变频器 MODBUS 通讯操作指南

1.2.1 引言

在自动化系统中，变频器与控制系统之间串行通讯的应用越来越广泛，通过与远程控制系统的连接，可以实现：

- 1、变频器控制参数的调整。
- 2、变频器的调节。
- 3、变频器的控制及监控。
- 4、变频器的故障管理及其故障后重新启动。

因而，许多用户在选择变频器时，对变频器的通讯功能提出了更多严格的要求，需要变频器与上位机控制系统、PLC 控制器、文本显示器人机界面和触摸屏人机界面等设备之间实现快速准确的数据交换，以保证控制系统功能的完整。

蓝海华腾 *Vectorque*TM 变频器内置国际标准的 MODBUS 通信协议，能方便地与其他支持该协议的工控设备进行数据交换，实现互连互通。详细的 MODBUS 协议，以及变频器寄存器地址分布，在变频器用户手册中有介绍。

1.2.2 通讯参数

为实现变频器与其他设备之间的正常通讯，必须确保变频器的通讯参数设置与该设备相一致，并选择正确的通讯端口。蓝海华腾 *Vectorque*TM 变频器采用 RTU 传输方式，通讯格式固定为 1-8-1 格式，即数据以字节(8 位 2 进制码)传输,包含 1 个起始位,8 个数据位,1 个奇/偶校验位或无校验,1 个停止位;CRC(Cyclical Redundancy Check, 循环冗余校验)。

变频器的通讯参数：

PC.00 通讯波特率

- 4：4800bps；
- 5：9600bps；
- 6：19200bps；
- 7：38400bps；
- 8：57600bps

PC.01 数据格式

- 0：1-8-1 格式，无校验
- 1：1-8-1 格式，偶校验
- 2：1-8-1 格式，奇校验

PC.02 本机地址

0 是广播地址，可用地址为 1~247。

若需要通过通讯来控制变频器的启动停止等操作，还需将变频器功能码 P0.06 运行命令给定方式设置为 2：上位机运行命令给定方式。

在现代工业控制系统中，通过各种人机界面来控制变频器完成具体的功能以满足用户的要求已经变得越来越普遍。

1.2.3 触摸屏与变频器的通讯

下面我们以 eView 的 MT4400T 触摸屏为例，详细介绍一下触摸屏与变频器建立通讯的一般操作流程。

MT4400T 触摸屏与 Vectorque™ 变频器采用 RS485 通讯，触摸屏的编程软件使用 eView 专用的 EV5000 组态编辑软件，通讯线采用带 9 针阴性插头的串口线。

◆ 接线方式

文本显示器背面为外接 DC 电源端子和九针 D 型公座的通讯端口，串行通讯口引脚定义号如下：

引脚号	定义
1	TD+
2	RXD
3	TXD
4	NC
5	GND
6	TD-
7	RTS
8	RD-
9	RD+

触摸屏与变频器之间采用的是 RS485 通讯方式，其电缆连线图如图 1-49 所示。

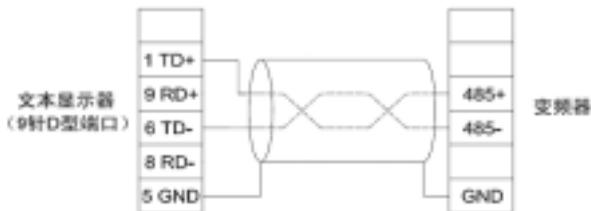


图 1-49 文本显示器通讯端子连线图

◆ 变频器参数设置

PC.00=6 通讯波特率 19200bps

PC.01=0 通讯格式 1-8-1 格式，无校验

PC.02=1 变频器地址为 1

P0.06=2 通过通讯的方式进行变频器的运行、停机等操作

1.2.4 触摸屏按钮开关的建立：

- ◆ 打开触摸屏EV5000 组态编辑软件：



图 1-50

图 1-50 所示，双击桌面图标 EV5000.exe 进入软件编程界面，如图 1-51 所示。



图 1-51 组态软件页面

- ◆ 点击菜单栏的[文件]按钮，选择[新建工程]（或工具栏里的新建工程按钮）后，弹出如下对话框



图 1-52

在工程名称中输入(本文档以 eview 触摸屏 与蓝海华腾变频器的通讯为例)所要建立的工程名称,按[建立],即建成一个新的工程

下面以 eview 与蓝海华腾变频器的通讯为例讲述触摸屏与我公司蓝海华腾变频器通讯的用法。此例功能包括变频器的正转启动,反转启动及停机复位等操作。

我公司变频器采用 485 通讯协议与触摸屏通讯,写入触摸屏的地址应在我公司协议对应的地址上加 1。举例说明,我公司变频器控制命令字地址为 0x8000,转成十进制数字为 32768,但写入触摸屏时应写入 32769,否则通讯不上。具体的协议参见我公司变频器说明书的 Modbus 通讯协附录。

◆ 在新建工程中按下述步骤完成例程功能。

1. 选择您所需的通讯连接方式,MT4400T 支持串口、以太网选中您所需的连接方式拖入工程结构窗口中即可。



图 1-53

选择您所需的触摸屏型号,将其拖入工程结构窗口。放开鼠标,将弹出如下对话框:



图 1-54

如图 1-54 所示可以选择水平或垂直方式显示,即水平还是垂直使用触摸屏,然后点击“OK”确认。

选择您需要连线的 PLC 类型,拖入工程结构窗口里。如下图 4-3 所示:

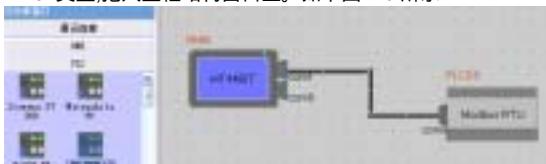


图 1-55

适当移动 HMI 和 PLC 的位置,将连接端口(白色梯形)靠近连接线的任意一端,就可以顺利把它们连接起来。注意:连接使用的端口号要与实际的物理连接一致。这样就成功的在 PLC

与 HMI 之间建立了连接。拉动 HMI 或者 PLC 检查连接线是否断开,如果不断开就表示连接成功。

2. 串口设置。

双击 MT4400T 出现如下图 2-8 对话框:



图 1-56

按图 1-56 正确设置串口 1 的参数。参数设置正确与否是确保通讯的必要条件，串口要对应 MT4400T 所实际应用的串口。

双击 PLC 图标，设置站号为相应的 PLC 站号：

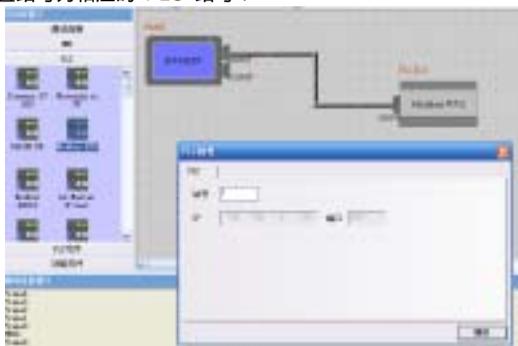


图 1-57

在此我们用一台变频器，所以将站号设为 1，若想同时实现多台通讯，可依次设置站号 2、3...

3. 建立开关按钮：

FWD（正转开关）按钮的建立：

在元件库窗口中的 PLC 元件库中将[多状态设定]拖入工程结构窗口，出现如下对话框。



图 1-58

按图 1-58 设置基本属性栏中的参数。



图 1-59

按图 1-59 设置多状态设定栏参数。



图 1-60

先点击使用标签，选中后即可更改标签列表的内容，按上图 1-60 设置。

反复上述步骤建立（REV 反转，STOP/RESET 停机按钮）

REV 按钮：



图 1-61



图 1-62

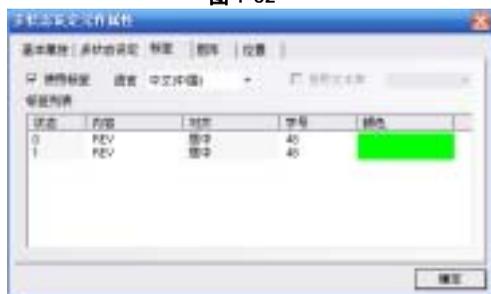


图 1-63

STOP/RESET 按钮：



图 1-64



图 1-65

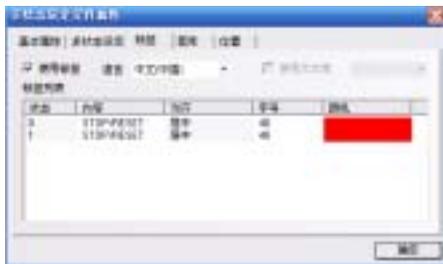


图 1-66

1.2.5 设定频率的设定：

在元件库窗口中的 PLC 元件库中将[数值输入]拖入工程结构窗口，出现如下对话框



图 1-67

按上图 1-67 设置基本属性栏的参数。



图 1-68

按上图 1-68 设置数字栏参数。



图 1-69

一般不用改，上图 1-69 就是系统默认值。



图 1-70

1.2.6 运行频率显示的设定：

在元件库窗口中的 PLC 元件库中将[数值显示]拖入工程结构窗口，出现如下对话框



图 1-71

按上图 1-71 设定基本属性栏参数。



图 1-72

按上图 1-72 设定数字栏的参数。

1.2.7 添加文字解释。

点击工具栏中的[A]字图样出现如下对话框按下图 1-73 添加设定频率字样。
先点击标签模式，说明启用标签，并在右栏文字输入框内输入[设定频率：]

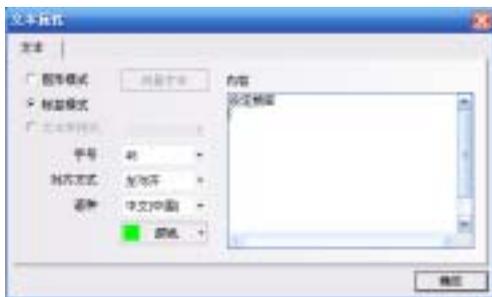


图 1-73

点击确定。同理添加运行频率字样。

1.2.8 最终画面。

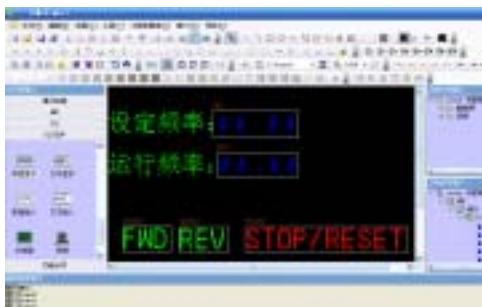


图 1-74

编译上述程序。编译窗口如下，显示无错误，表示程序运行成功。



图 1-75

1.2.9 下载程序

通过 USB 接口，点击下载，将程序从电脑传到触摸屏内。



图 1-76

点击下载。

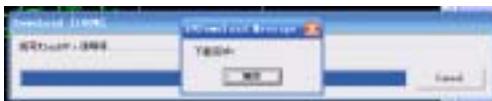


图 1-77

点击确定，即可在触摸屏上运行上述程序。

1.2.10 离线模拟

在编程完成后也可以先在上位机内离线模拟，点击离线模拟按钮，出现图 1-78 对话框。



图 1-78

点击仿真，如下图 1-79 所示：



图 1-79

1.3 三菱文本显示器与蓝海华腾变频器 MODBUS 通讯操作指南

1.3.1 引言

在自动化系统中，变频器与控制系统之间串行通讯的应用越来越广泛，通过与远程控制系统的连接，可以实现：

- 1、变频器控制参数的调整。
- 2、变频器的调节。
- 3、变频器的控制及监控。
- 4、变频器的故障管理及其故障后重新启动。

因而，许多用户在选择变频器时，对变频器的通讯功能提出了更多严格的要求，需要变频器与上位机控制系统、PLC 控制器、文本显示器人机界面和触摸屏人机界面等设备之间实现快速准确的数据交换，以保证控制系统功能的完整。

蓝海华腾 VectorqueTM 变频器内置国际标准的 MODBUS 通信协议，能方便地与其他支持该协议的工控设备进行数据交换，实现互连互通。详细的 MODBUS 协议，以及变频器寄存器地址分布，在变频器用户手册中有介绍。

1.3.2 通讯参数

为实现变频器与其他设备之间的正常通讯，必须确保变频器的通讯参数设置与该设备相一致，并选择正确的通讯端口。蓝海华腾 VectorqueTM 变频器采用 RTU 传输方式，通讯格式固定为 1-8-1 格式，即数据以字节（8 位 2 进制码）传输，包含 1 个起始位，8 个数据位，1 个奇/偶校验位或无校验，1 个停止位；CRC (Cyclical Redundancy Check , 循环冗余校验)。

变频器的通讯参数：

PC.00 通讯波特率

- 4：4800bps
- 5：9600bps
- 6：19200bps
- 7：38400bps
- 8：57600bps

PC.01 数据格式

- 0：1-8-1 格式，无校验
- 1：1-8-1 格式，偶校验
- 2：1-8-1 格式，奇校验

PC.02 本机地址

0 是广播地址，可用地址为 1~247。

若需要通过通讯来控制变频器的启动停止等操作，还需将变频器功能码 P0.06 运行命令给定方式设置为 2：上位机运行命令给定方式。

在现代工业控制系统中，通过各种人机界面来控制变频器完成具体的功能以满足用户的要求已经变得越来越普遍。

1.3.3 文本显示器与变频器的通讯

我们就以三菱 MD306 文本显示器为例，详细介绍一下文本显示器与变频器建立通讯的一般操作流程。

MD306 文本显示器与 VectorqueTM 变频器采用 RS485 通讯，文本显示器的编程软件使用三菱专用的 TP306 组态软件，通讯线采用带 9 针阳性插头的串口线。

◆ 接线方式

文本显示器背面为外接 DC 电源端子和九针 D 型公座的通讯端口，串行通讯口引脚定义号如下：

引脚号	定义
1	TD+
2	RXD
3	TXD
4	NC
5	GND
6	TD-
7	RTS
8	RD-
9	RD+

文本显示器与变频器之间采用的是 RS485 通讯方式，其电缆连线图如图 1 所示。

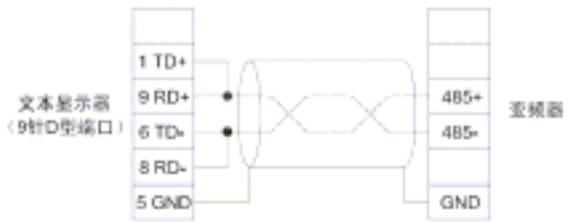


图 1-80 文本显示器通讯端子连线图

◆ 变频器参数设置

PC.00=6 通讯波特率 19200bps

PC.01=0 通讯格式 1-8-1 格式，无校验

PC.02=1 变频器地址为 1

P0.06=2 通过通讯的方式进行变频器的运行、停机、正/反转等操作

P3.09=0 允许电机反转

◆ 文本显示器工作参数设置



图 1-81 选择人机类型

如图 1-81 所示，打开 TP306 组态软件后，人机类型选择 MD306 (192 × 64)，点击确定进入组态编辑界面。

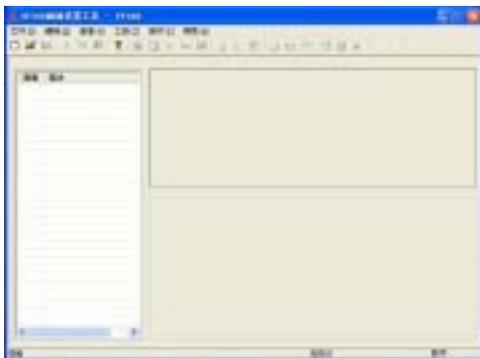


图 1-82 组态编辑界面

新建工程时，弹出 PLC 选择对话框，在该窗口下设置通信参数，如图 1-83 所示。



图 1-83 PLC 选择

PLC 厂家及类型设置为 Modbus RTU，波特率 19200bps，数据位 8 位，停止位 1 位，无校验，选项设置为 485 通讯。点击确认后，进入工程编辑状态，如图 1-84 所示。

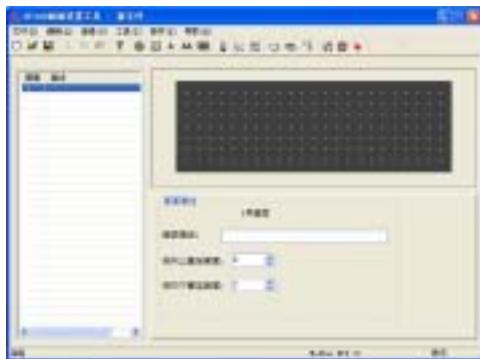


图 1-84 工程编辑状态

◆ 界面设置

界面设置可根据用户的具体要求进行编制，现举一简单的例子说明，控制要求为通过文本显示器控制变频器的启停、正反转、频率设定等等。具体界面设置如下：



图 1-85 工程编辑状态

设置三个设定寄存器功能键 (ALM、ESC、CLR)，分别代替变频器控制功能键 (正转运行、反转运行、停止/复位)。添加一个设定寄存器部件和一个显示寄存器部件，分别用于设定频率和显示运行频率。添加 RUN、STOP、FWD、REV 四个指示灯用以显示变频器当前运行状态。具体设置如下：

根据 V&T 变频器的 MODBUS 通讯协议可知，变频器的功能地址的对应关系。

控制命令字 0x8000

开环数字频率给定 0x8001

运行频率 0x8136

在文本显示器组态编辑时，寄存器地址格式均为十进制，且必须在原寄存器地址上加 1。

如：正转运行的命令为在地址 32769 中写入 1，反转运行命令为在地址 32769 中写入 3；停止复位命令为在地址 32769 中写入 4；频率设定命令为在地址 32770 中写入要设定的频率；运行频率显示功能是地址 33079 所读出的值。界面的按钮设置如下图所示：

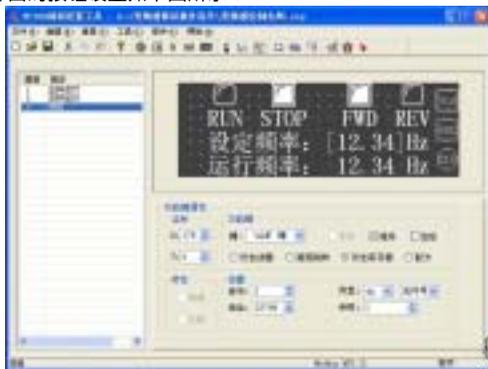


图 1-86 正转运行按钮设置

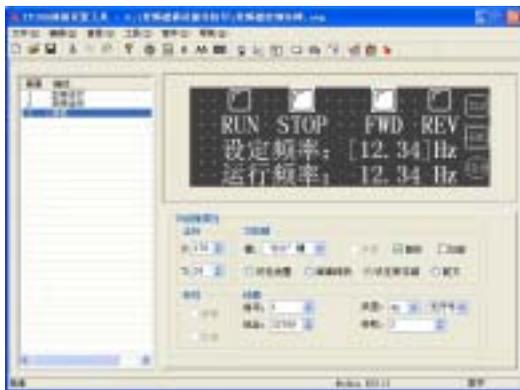


图 1-87 反转运行按钮设置

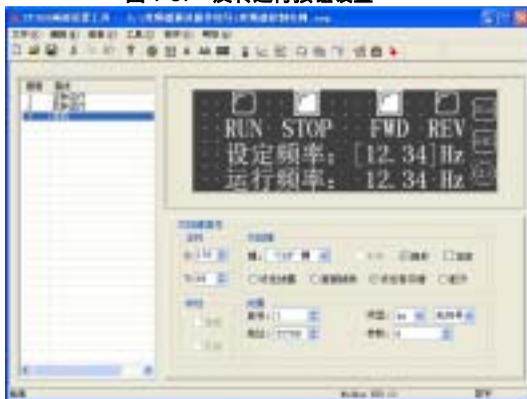


图 1-88 停机/复位按钮设置



图 1-89 频率设定寄存器设置



图 1-92 文本显示器设置

这是某客户的拉丝机人机界面程序，检查发现用户画面 1~4 中的寄存器/功能码操作都是正确的，然而只要文本显示器一接到变频器上，变频器所有的功能码参数就恢复出厂值了。

检查设置发现：

用户在设置 MD306L 中错误地将状态控制的 2 个选项勾选了（因为用户从来没有使用过该功能，对该功能不是很了解），才导致 MD306L 一方面从变频器读页面切换指令，一方面又将当前页面号传递给变频器，而读页面指令的寄存器地址默认是 1(3x1)，对应到变频器寄存器地址是 0，也就是 P0.00，而向变频器传送当前画面号的写入地址是 2(3x2)，对应到变频器是 1，也就是 P0.01 的地址，所以当上电或有页面切换时 P0.01 就被改写了，P0.01=2,3,4,5 时都是恢复出厂值操作的意思。

用户将勾选的这两项去掉后，一切都正常了。

1.4 三菱 PLC 与蓝海华腾变频器 MODBUS 通讯操作指南

1.4.1 引言

在自动化系统中，变频器与控制系统之间串行通讯的应用越来越广泛，通过与远程控制系统的连接，可以实现：

- 1、变频器控制参数的调整。
- 2、变频器的调节。
- 3、变频器的控制及监控。
- 4、变频器的故障管理及其故障后重新启动。

因而，许多用户在选择变频器时，对变频器的通讯功能提出了更多严格的要求，需要变频器与上位机控制系统、PLC 控制器、文本显示器人机界面和触摸屏人机界面等设备之间实现快速准确的数据交换，以保证控制系统功能的完整。

蓝海华腾 Vectorque™ 变频器内置国际标准的 MODBUS 通信协议，能方便地与其他支持该协议的工控设备进行数据交换，实现互连互通。详细的 MODBUS 协议，以及变频器寄存器地址分布，在变频器用户手册中有介绍。

1.4.2 通讯参数

为实现变频器与其他设备之间的正常通讯，必须确保变频器的通讯参数设置与该设备相一致，并选择正确的通讯端口。蓝海华腾 Vectorque™ 变频器采用 RTU 传输方式，通讯格式固定为 1-8-1 格式，即数据以字节（8 位 2 进制码）传输，包含 1 个起始位，8 个数据位，1 个奇/偶校验位或无校验，1 个停止位；CRC (Cyclical Redundancy Check，循环冗余校验)。

变频器的通讯参数：

PC.00 通讯波特率

- 4：4800bps
- 5：9600bps
- 6：19200bps
- 7：38400bps
- 8：57600bps

PC.01 数据格式

- 0：1-8-1 格式，无校验
- 1：1-8-1 格式，偶校验
- 2：1-8-1 格式，奇校验

PC.02 本机地址

0 是广播地址，可用地址为 1~247。

若需要通过通讯来控制变频器的启动停止等操作，还需将变频器功能码 P0.06 运行命令给定方式设置为 2：上位机运行命令给定方式。

在现代工业控制系统中，通过各种人机界面来控制变频器完成具体的功能以满足用户的要求已经变得越来越普遍。

1.4.3 PLC 与变频器的通讯

我们就以三菱 PLC FX1N-24MR-001 为例，详细介绍一下 PLC 与变频器建立通讯的一般操作流程。FX1N-24MR-001 与 Vectorque™ 变频器采用 RS485 通讯，PLC 的编程软件使用 GX Developer Version 8，安装 GX Simulator 后可以单步调试。另外需要安装 485 通讯模块 FX1N-485-BD。

◆ FX1N-485-BD 接口及与 V&T 变频器连线

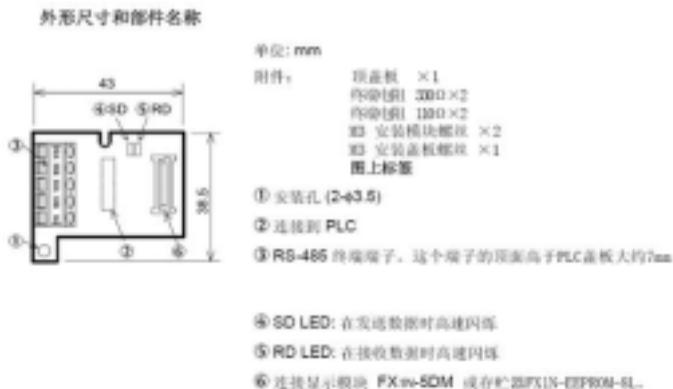


图 1-93 文本显示器通讯端子连线图

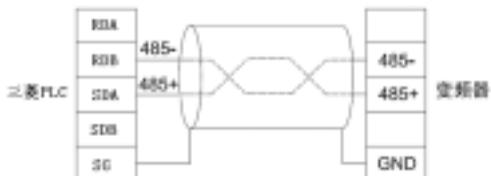


图 1-94 FX1N-485-BD 与 V&T 变频器通讯连线

◆ 变频器参数设置

PC.00=6 通讯波特率 19200bps

PC.01=0 通讯格式 1-8-1 格式, 无校验

PC.02=1 变频器地址为 1

P0.06=2 通过通讯的方式进行变频器的运行、停机、正/反转等操作

P3.09=0 允许电机反转

◆ 打开例子文件“485V&T PC.02=1”



图 1-95

◆ 完整程序如下：

- * 功能：V&T 蓝海华腾变频器与三菱 PLC 通讯例程
- * 适用：三菱及其兼容 PLC 适用，三菱 FX1n-24MR-001 上验证通过
- * 版权：深圳市蓝海华腾技术有限公司版权所有 2008
- * 日期：2008-05-17
- * 使用说明：
- * X0：正转开机
- * X1：停机
- * X2：设定频率修改为 40.00Hz
- * X3：设定频率修改为 20.00Hz
- * X4：反转开机
- * 使用前需设置蓝海华腾变频器 P0.06=2
- * 减小 V&T 变频器 PE.02 设置可以加快通讯速度
- * 修改 PE.02 需要先在 PE.00 中输入密码
- * 引用时请保留以上声明!

```

0 LD M8000
1 OUT M8161
3 LD M8002
4 MOV H91 D8120
9 LD X000
10 RS D301 K8 D500 K8
    
```

19 LDP X000
21 MOV H1 D301
26 MOV H6 D302
31 MOV H80 D303
36 MOV H0 D304
41 MOV H0 D305
46 MOV H1 D306
51 MOV H61 D307
56 MOV H0CA D308
61 SET M8122
63 LD X001
64 RS D301 K8 D500 K8
73 LDP X001
75 MOV H1 D301
80 MOV H6 D302
85 MOV H80 D303
90 MOV H0 D304
95 MOV H0 D305
100 MOV H0 D306
105 MOV H0A0 D307
110 MOV H0A D308
115 SET M8122
117 LD X002
118 RS D301 K8 D500 K8
127 LDP X002
129 MOV H1 D301
134 MOV H41 D302
139 MOV H80 D303
144 MOV H1 D304
149 MOV H0F D305
154 MOV H0A0 D306
159 MOV H40 D307
164 MOV H4D D308
169 SET M8122
171 LD X003
172 RS D301 K8 D500 K8
181 LDP X003
183 MOV H1 D301
188 MOV H41 D302
193 MOV H80 D303

```
198 MOV H1 D304
203 MOV H7 D305
208 MOV H0D0 D306
213 MOV H46 D307
218 MOV H69 D308
223 SET M8122
225 LD X004
226 RS D301 K8 D500 K8
235 LDP X004
237 MOV H1 D301
242 MOV H41 D302
247 MOV H80 D303
252 MOV H0 D304
257 MOV H0 D305
262 MOV H3 D306
267 MOV H54 D307
272 MOV H4 D308
277 SET M8122
279 END
```

◆ CRC 算法

如果要动态修改某一功能码，例如设定频率，则需要在 PLC 中计算 CRC16 校验和，下面的程序可以完成该功能，如果您引用该函数完成设计存在问题，请到我公司网站下载包含 CRC 算法的例程。

```
;* 功能：CRC16 校验和算法
;* 适用：三菱及其兼容 PLC 适用，三菱 FX1n-24MR-001 上验证通过
;* 版权：深圳市蓝海华腾技术有限公司版权所有 2008
;* 日期：2008-05-17
;* 输入：D320 ~ D320+n-1，n 为参与校验的数据个数,D310=n
;* 中间变量：D300 ~ D309
;* 资源使用：V0,V1,M0,M10,M11,M12 及各运算标志
;* 输出：D320 ~ D320+n-1 保持不变，D320+n,D320+n+1，存放 CRC16 校验和
;* 引用时请保留以上声明!
```

```
0 LD M8000
1 MOV H1 D320
6 MOV H41 D321
11 MOV H80 D322
16 MOV H1 D323
21 MOV H0F D324
26 MOV H0A0 D325
31 MOV H6 D310
36 MOV D310 V1
```

```

41 MOV H0FF D300
46 MOV H0 D301
51 MOV H0FF D302
56 MOV H0 D303
61 MOV K0 V0
66 SET M0
67 FOR D310
70 LD M0
71 WXOR D300 D320V0 D300
78 ADD V0 K1 V0
85 FOR K8
88 LD M0
89 MOV H0 D309
94 MUL D302 H100 D308
101 DADD D300 D308 D302
114 DDIV D302 H2 D304
127 MOV D304 D302
132 CMP D306 K1 M10
139 LD M11
140 WXOR D302 H0A001 D302
147 ZRST M10 M12
152 LD M0
153 DDIV D302 H100 D304
166 MUL D304 H100 D308
173 SUB D302 D308 D300
180 MOV D304 D302
185 NEXT
186 NEXT
187 LD M0
188 MOV D300 D320V1
193 MOV D302 D321V1
198 END
    
```

◆ 程序下载到 PLC

需要使用三菱 PLC 专用下载线缆，型号 SC09 或 USB 接口的 SC09。下载接线图：



图 1-96

硬件连接好后，上电，点击 GX Developer Version 8 菜单：在线 ->PLC 写入，弹出写入对话框，然后选中程序和 PLC 参数，点击执行后开始写入。



图 1-97

◆ 从 PLC 读取程序

点击 GX Developer Version 8 菜单：在线 ->PLC 读取，弹出写入对话框，然后点选择所有，点击执行后开始读取。



图 1-98

◆ 设置 PLC 密码

[操作步骤]
[在线] → [登录关键字] → [新建登录, 改变]



图 1-99

点击执行，重新输入该密码一次。



图 1-100

点确定后密码设置完毕，掉电，再上电检查密码是否生效，可用从 PLC 读取程序来验证。
如果提示：

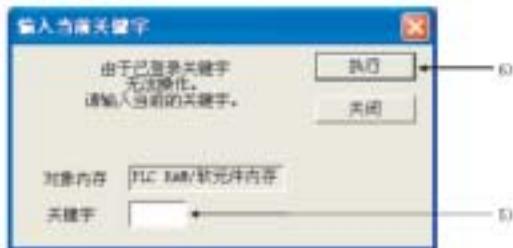


图 1-101

则密码设置成功。

密码设置后，只有输入了密码才可以进行程序的读取及修改。

◆ 取消密码



图 1-102

输入原设定密码，按执行后 PLC 密码被清除。

◆ 验证程序逻辑

例子程序写入后，连接 V&T 变频器与三菱 PLC。如图：

并设置 V&T 变频器参数，首先进行 P0.01=5 恢复出厂参数，然后设置 P0.06=2，P3.09=0，PC.00=6，PC.02=1

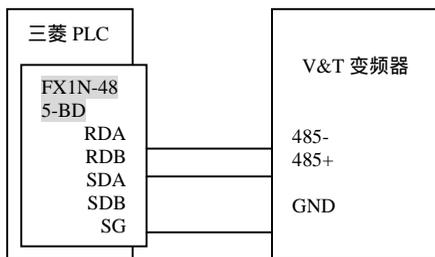


图 1-103

如果 PLC 端子 X0 与 COM 闭合，变频器正转开机运行，X1 与 COM 闭合变频器停机，X2 与 COM 闭合设定频率变为 40Hz，X3 与 COM 闭合，变频器设定频率为 20Hz，X4 与 COM 闭合，变频器反转运行。则表明程序运行正常。

◆ 更改波特率

如果想更改程序波特率，除了修改 V&T 变频器 PC.00、PC.01 为所需要的波特率外，

PC.00 通讯波特率

- 4 : 4800bps
- 5 : 9600bps
- 6 : 19200bps
- 7 : 38400bps
- 8 : 57600bps

PC.01 数据格式

- 0 : 1-8-1 格式，无校验
- 1 : 1-8-1 格式，偶校验
- 2 : 1-8-1 格式，奇校验

还需要修改 PLC 程序，将波特率格式字送入 D8120 元件。

三菱 PLC 波特率控制字 D8120 含义如下：

《通信格式「D8120」》

通信格式 D8120 除了用于采用 FNC30〔RS〕指令的无程序通信外，还能用于计算机其他通信时的特殊数据寄存器。

所以，在使用 FNC30〔RS〕指令时，关于计算机间接通信的设置无效。请根据下述注意事项设定格式。

位号	名称	内容	
		D[位 OFF]	I[位 ON]
b0	数据长	7 位	8 位
b1 b2	奇偶性	b2,b1 (0, 0): 无 (0, 1): 奇数 (ODD) (1, 1): 偶数 (EVEN)	
b3	停止位	1 位	2 位
b4 b5 b6 b7	传输速率 (bps)	b7,b6,b5,b4 (0,0,1,1): 500 (0,1,0,0): 600 (0,1,0,1): 1,200 (0,1,1,0): 2,400	b7,b6,b5,b4 (0,0,1,1): 4,800 (1,0,0,0): 9,600 (1,0,0,1): 19,200
b8※1	起始符	无	有(D8124) 初始值: 5TX(02H)
b9※1	终止符	无	有(D8125) 初始值: 6TX(03H)
b10 b11	接线线	光耦合 b11,b10 (0,0): 无<RS-232C 接口> (0,1): 普通模式<RS-232C 接口> (1,0): 互锁模式<RS-232C 接口>※3 (1,1): 调制解调器模式<RS-232C 接口、RS-485 接口>※4	计算机间接通信 ※4 b11,b10 (0,0): RS-485 接口 (1,0): RS-232C 接口
b12	不可使用		
b13※2	和检验	不附加	附加
b14※2	协议	不使用	使用
b15※2	接线顺序	方式 1	方式 4

※1: 起始符、终止符的内容可由用户变更。

使用计算机通信时，必须将其设定为“0”。

※2: b13~b15是计算机间接通信连接时的设定项目。

使用 FNC30〔RS〕指令时，必须设定为“0”。

※3: RS-485未考虑设制控制线的方法，使用 FX2N-485-BD、FX2N-485ADP时，请设定 (b11, b10) = (1, 1)。

※4: 是在计算机间接通信连接时设定，与 FNC30〔RS〕没有关系。

※5: 适应機種是 FX2N 及 FX2N 版本 V2.00 以上。

●通信格式的设置例

数据长	7 位
奇偶性	奇数(ODD)
停止位	1 位
传输速率	19,200bps
开始	无
终止	无
接线线	无

左表的通信设定请用下列程序进行，请设定特殊设备的串行通信设定。

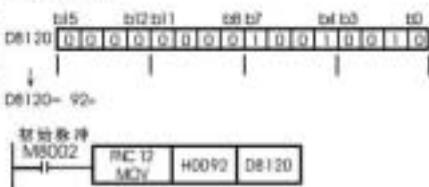


图 1-104

1.5 西门子 PLC (S7-200) 与蓝海华腾变频器通讯例程 (Modbus RTU)

1.5.1 试验前准备

◆ 试验环境：

Windows XP,安装 SIMATIC STEP_7-MicroWIN_V4_SP3 软件 (版本不得低于 V3.2)

◆ 试验部件及工具：

- 1、SIEMENS S7-200 PLC 一款,本例选择 CPU 226 CN 版本 02.01,如果 CPU
- 2、不一样,注意修改工程中 CPU 类型。
- 3、西门子编程线缆 PPI 一根。
- 4、蓝海华腾变频器 1 台,也可多台组网试验。
- 5、连接导线若干。
- 6、电机 1 台 (可选,如果没有,可通过变频器操作面板观察通讯效果)

◆ 试验系统连线图：

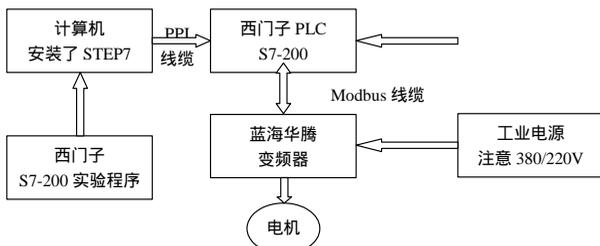


图 1-105

◆ Modbus 线缆制作：

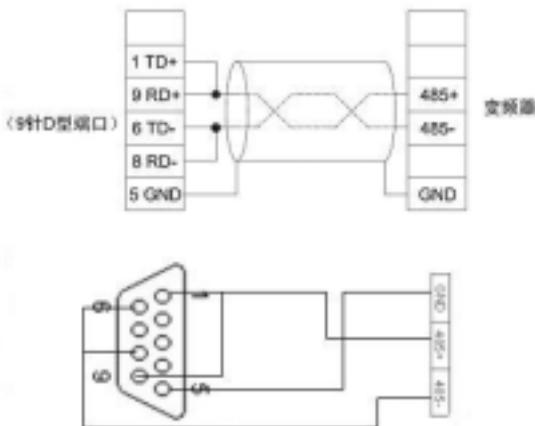


图 1-106

◆ PPI 线缆端口的设置：

首先确定 PPI 线所占据的串口号如果您希望更改串口号，可以点鼠标右键->属性->端口设置点击高级，选择 COM 端口号即可修改串口分配，即使已经使用也可以重新调配，该串口选择要和西门子 STEP7 软件：设置 PG/PC 接口的 COM 口号一致。



图 1-107

西门子软件 PPI 配置：

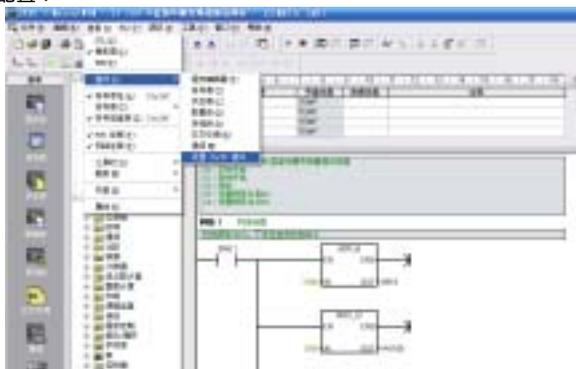


图 1-108

点击设置 PG/PC 接口，点击属性。



图 1-109

设置 PPI 参数。地址默认为 0，传输率选 19.2Kbps。再转到本地连接栏。



图 1-110

本地连接“连接到(C):”的 COM5 和 PPI 串口号要一致，否则无法建立连接，提示连接错误。改 SIMATIC Manager ->选项->设置 PG/PC 接口->属性->连接到的串口与计算机一致后，再下载，则显示进度可以下载：

1.5.2 试验步骤

STEP1：按照试验前准备中的接线图，正确连接好所有连线，变频器的连接参考变频器用户手册。并检查测试连接正确性。

STEP2：双击桌面图标打开 STEP 7-Micro/WIN SP3 软件。



图 1-111

STEP3：打开例子程序：

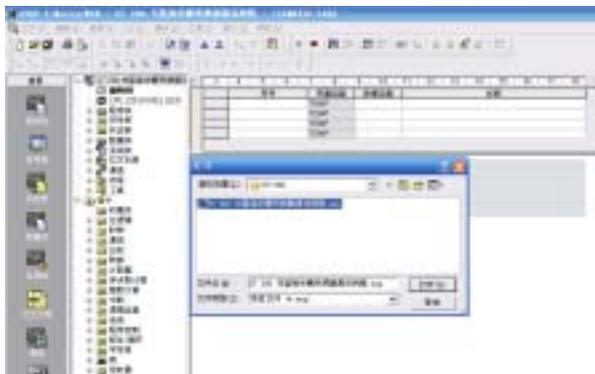


图 1-112

STEP4：上电，设置变频器通讯参数

功能码	参数	含义	功能码	参数	含义
P0.06	2	上位机控制启停	PC.00	6	19200Bps/使用端子 485 通讯时
PC.01	0	数据格式 1start-8data-1end	PC.02	1	变频器作为从机的通讯地址
PE.02	0~N	变频器端子 485 通讯应答延时	PE.11	7	38400Bps/使用键盘口 RJ45 通讯时
PE.13	0~N	变频器 RJ45 口通讯应答延时	PC.02	1	变频器作为从机的通讯地址

N 可以按需要设置，默认 5ms。PE 组参数需要输入密码 0608 才可修改，PE.00 为 PE 组的密码输入和设置功能码。连续设置 PE.00 两次相同值为设置密码，设置为 0 时无密码。

STEP5：下载 S7-200PLC 程序：

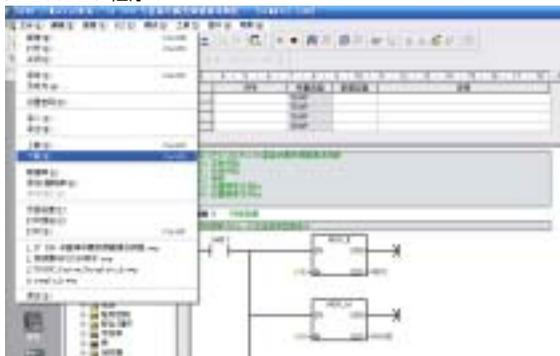


图 1-113

连接正确时，可下载，否则检查 PPI 通讯串口设置。

STEP6：运行程序

首先确认已将 S7-200 Modbus 连线已接到蓝海华腾变频器的端子 485+,485-上或连接到变频器键盘口上，键盘口连线的制作请参考变频器使用说明书，最简单的做法是取 RJ45 接口中间 2 条线一条是 485+，一条是 485-，如果通讯不上，对调一下这两根线

1.5.4 程序说明及其代码

◆ 功能介绍：

蓝海华腾变频器内置国际标准的 MODBUS 通信协议，程序运行时，作为从站接收来自 CPU 226 CN

的通信指令，完成变频器的正转开机、反转开机、停机、频率切换的功能。

◆ 程序结构说明：

```
主程序（OB1）           //主程序，初始化及各功能的实现。
CRC                     //CRC 检验子程序
MODBUS RTU             //MODBUS 发送子程序
```

◆ PLC 内存使用说明：

```
I0.0                   //正转
I0.1                   //反转
I0.2                   //停机
I0.3                   //设置频率 20Hz
I0.4                   //设置频率 40Hz
VB10                   //发送频率和命令指针。1：频率 2：命令
VW100                  //设定频率
VW150                  //命令控制字
VB800                  //XMT 指令要发送的字节个数
VB801                  //变频器地址
VB802                  //MODBUS 功能
VB803                  //频率或命令字。5：频率 8000：命令
```

◆ 程序代码：

```
主程序:OB1
西门子 S7 200 PLC 与 蓝海华腾变频器通讯例程
// X0：正转开机
// X1：反转开机
// X2：停机
// X3：设置频率为 20Hz
// X4：设置频率为 40Hz
Network 1                // 初始频率 30Hz，不发送启停控制命令
LD    SM0.1
MOVW  16#0, VB10         //不发送控制命令
MOVW  3000, VW100        //设定频率 30Hz
MOVW  0, VW150           //运行无效命令
S     SM10.1, 1         //定时标志位
R     SM10.0, 1
Network 2                // 100ms 定时
LD    SM10.1
TON   T37, 1
Network 3                // 100ms 定时到，发送一次 modbus 指令
LD    T37
EU
R     SM10.1, 1
```

```

CALL   SBR2           //调用 MODBUS 发送子程序
Network 4             // 100ms 定时
LDN    SM10.1
TON    T38, 1
Network 5             // 100ms 定时到，发送一次 modbus 指令
LD     T38
EU
S      SM10.1, 1
CALL   SBR2
Network 6             // X0 正转开机
LD     I0.0
EU
MOVW   16#1, VW150    //正转运行命令有效
S      SM10.0, 1
Network 7             // X1 反转开机
LD     I0.1
EU
MOVW   16#03, VW150   //反转运行命令有效
S      SM10.0, 1
Network 8             // X2 停机
LD     I0.2
EU
MOVW   16#0, VW150    //停机
S      SM10.0, 1
Network 9             // X3 设置频率 20Hz
LD     I0.3
EU
MOVW   2000, VW100
Network 10            // X4 设置频率 40Hz
LD     I0.4
EU
MOVW   4000, VW100

CRC 校验:SBR1       // Modbus Crc16 校验，CRC16 高低字节取      反后存入帧尾
Network 1
LD     SM0.0
MOVD   &VB801, LD0
Network 2
LD     SM0.0
MOVW   16#FFFF, LW6
    
```

```
Network 3
LD    SM0.0
FOR   LW10, +1, +8
Network 4
LD    SM0.0
MOVB  16#0, LB8
MOVB  *LD0, LB9
XORW  LW8, LW6
Network 5
LD    SM0.0
FOR   LW12, +1, +8
Network 6
LD    L7.0
=     L14.0
Network 7
LD    SM0.0
SRW   LW6, 1
Network 8
LD    L14.0
XORW  16#A001, LW6
Network 9
NEXT
Network 10
LD    SM0.0
INCD  LD0
Network 11
NEXT
Network 12
LD    SM0.0
MOVB  LB7, *LD0
INCD  LD0
MOVB  LB6, *LD0

ModbusRTU:SBR2                                //Modbus RTU 发送程序
Network 1                                       // 发送频率设定，VW100 是设定频率
LDB=  VB10, 1
LDB=  VB10, 2
AN    SM10.0
OLD
MOVW  16#05, VW803
```

```

MOVW  VW100, VW805
Network 2 // 发送运行控制命令字, VW150 是控制字
LDB=  VB10, 2
A  SM10.0
MOVW  16#8000, VW803
MOVW  VW150, VW805
Network 3 // VB10 发送频率和命令指针, 1: 频率, 2: 命令;
// VW802 赋值为 16#06 表示写 1 个 word 寄存器到变频器 EEPROM, 如果频繁修改, 请用 16#41 只
写 1word 的 RAM 方式
LD  SM0.0
MOVB  16#08, VB800
MOVB  16#1, VB801
MOVB  16#06, VB802
Network 4 // 对 VB801 到 VB806 内容进行 CRC 校验, 校验和高低字节取反后存
入 VB807, VB808, 然后发送 8 个字节出去
LD  SM0.0
CALL  SBR1
XMT  VB800, 0
Network 5 // 发送运行控制命令字, VW150 是控制字
LDB=  VB10, 2
A  SM10.0
R  SM10.0, 1
Network 6 // 索引加 1
LD  SM0.0
INCB  VB10
Network 7 // 索引超过 2, 重新从 1 开始
LDB>  VB10, 2
MOVB  1, VB10

```

1.6 西门子 PLC (S7-300) 与蓝海华腾变频器通讯例程 (Profibus-DP)

1.6.1 试验前准备

◆ 试验环境：

Windows XP 安装了 SIMATIC STEP 7 V5.4 软件, 并拥有西门子的 STEP7 授权码。
不能使用 Windows 2000 操作系统, 因为发现无法安装 SIMATIC STEP7 V5.4。

◆ 试验部件及工具：

- 1、SIEMENS S7-300 PLC 一款, 本例选择 CPU 为 313C, 如果 CPU 不一样, 注意
- 2、修改工程中 CPU 类型。
- 3、西门子编程线缆 (MPI+或 MPI) 一根, 以及驱动程序光盘。本例用 MPI+。
- 4、eView Fieldbus Bridge 一个, 型号: EB-MOD2P-11。
- 5、蓝海华腾变频器 1 台, 也可多台组网试验。

- 6、西门子到 eView 总线桥 Profibus 线缆 1 根，制作方法见后面说明。
- 7、eView 总线桥到蓝海华腾变频器 Modbus 线缆 1 根，制作方法见后面说明。
- 8、连接导线若干。
- 9、电机 1 台（可选，如果没有，可通过变频器操作面板观察通讯效果）

◆ 试验系统连线图:

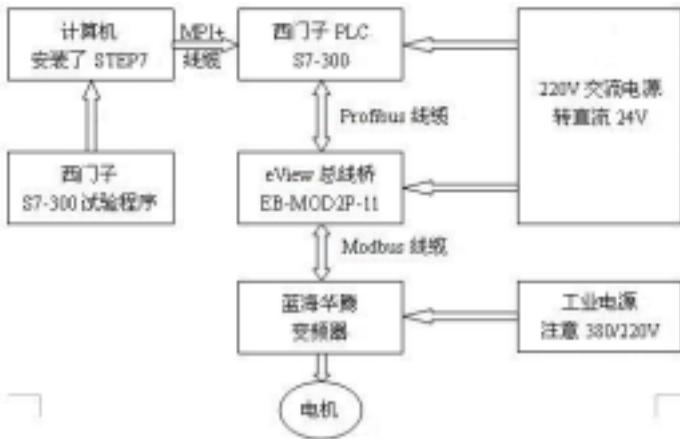


图 1-114

◆ profibus 线缆制作：

如果您有西门子 PLC 线缆专用插头则将 2 个插头的 A1-A1,B1-B1 连接，即可制作成一根 Profibus 线缆。

若您没有西门子 PLC 专用插头，也没有关系，只要将 2 个普通的计算机 9 针串口公头，按下面方式连接好，同样可以使用。

◆ Modbus 线缆制作：

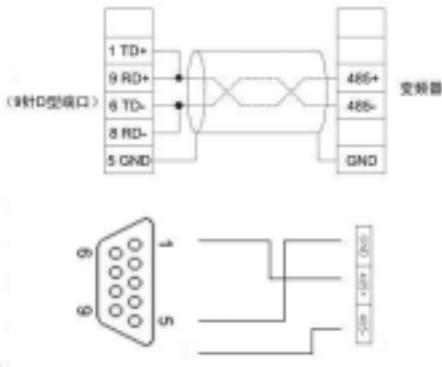


图 1-115

◆ MPI+(或 MPI)驱动程序连接：

Step1:插上 USB MPI+线缆，WINDOWS XP 提示发现新硬件：



图 1-116



图 1-117

然后提示：



图 1-118

Step2:然后选择



图 1-119

Step3:点击下一步。



图 1-120

Step4: 点击浏览选择驱动程序所在目录, 然后点击确定



图 1-121

Step5:点击下一步, 提示安装进度



图 1-122

Step6:提示安装完成。



图 1-123

桌面右下角提示：

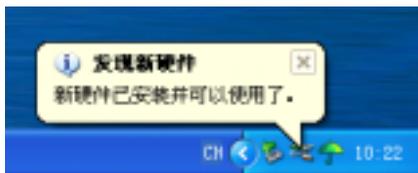


图 1-124

Step7:查看设备属性

在桌面“我的电脑”图标上点击鼠标右键，选择“属性(R)”



图 1-125

点击硬件->设备管理器可以看到 CWX USB to UART 占用了 COM3。

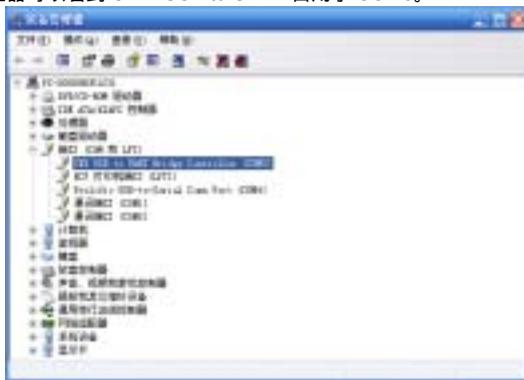


图 1-126

如果您希望更改串口号，可以点击鼠标右键->属性->端口设置



图 1-127

点击高级，选择 COM 端口号即可修改串口分配，即使已经使用也可以重新调配，该串口选择要和西门子 STEP7 软件：设置 PG/PC 接口的 COM 口号一致。



图 1-128

Step8:西门子软件 MPI+配置：



图 1-129

点击设置 PG/PC 接口，点击属性。

本地连接“连接到(C):”的 COM3 和上面的要一致，否则无法建立连接，提示连接错误。

例如：点击 PLC->下载



图 1-130

两者串口设置不一致时提示：



图 1-131

改 SIMATIC Manager ->选项->设置 PG/PC 接口->属性->连接到的串口与计算机一致后，再下载，则显示进度可以下载：



图 1-132

1.6.2 试验步骤

STEP1：按照试验前准备中的接线图，正确连接好所有连线，变频器的连接参考变频器用户手册。并检查测试连接正确性。

STEP2：点击桌面左下角开始->所有程序->SIMATIC->SIMATIC Manager



图 1-133

STEP3：打开例子程序：



图 1-134

STEP4：上电，设置变频器通讯参数

功能码	参数	含义	功能码	参数	含义
P0.06	2	上位机控制起停	PC.00	6	19200Bps/使用端子 485 通讯时
PC.01	0	数据格式 1start-8data-1end	PC.02	1	变频器作为从机的通讯地址
PE.02	0~N	变频器端子 485 通讯应答延时	PE.11	7	38400Bps/使用键盘口 RJ45 通讯时
PE.13	0~N	变频器 RJ45 口通讯应答延时	PC.02	1	变频器作为从机的通讯地址

N 可以按需要设置，默认 5ms。PE 组参数需要输入密码 0608 才可修改，PE.00 为 PE 组的密码输入和设置功能码。连续设置 PE.00 两次相同值为设置密码，设置为 0 时无密码。

STEP5：下载 S7-300 PLC 程序：



图 1-135

连接正确时，可下载，否则检查 MPI+通讯串口设置。

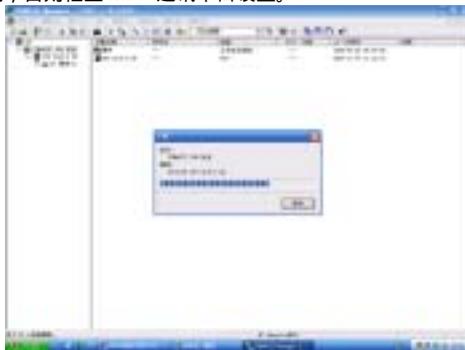


图 1-136

STEP6 : 运行程序

首先确认已将 Profibus 线接到 S7-300 的 X2 插槽, 因为 X1 为 MPI 插槽, 且另一端接到 eView EB-MOD2P-11 的 Profibus 插口, eView EB-MOD2P-11 的 Modbus 连线已接到蓝海华腾变频器的端子 485+, 485- 上或连接到变频器键盘口上, 键盘口连线的制作请参考变频器使用说明书, 最简单的做法是取 RJ45 接口中间 2 条线一条是 485+, 一条是 485-, 如果通讯不上, 对调一下这两根线。

然后拨动 PLC 上的 RUN/STOP/MRES 键到 RUN 位置, 正常情况下应该是 RUN 灯亮, DC5V 灯亮, 其他灯灭。只有在开始上电时灯是全亮的, 如果 FRCE、SF 或 BF 灯一直亮则有问题。

正常运行时 eView EB-MOD2P-11 的状态是 Running、Modbus、Profibus 灯全亮。如果只有 Profibus 灯亮, 则说明 PLC 到 eView EB-MOD2P-1 模块是正常的, 问题出现在 eView 总线桥到蓝海华腾变频器这边。检查线路和参数设置。必要时掉电再上电试验。

程序运行完毕后变频器会保持在 0.00Hz, 将 PLC 拨到 STOP 位置时例程不会使变频器停机, 所以还需要掉电再上电, 或修改 P0.06=0, 改为键盘控制, 按变频器键盘上 STOP 键停机。如果想再次试验程序, 需要设置 P0.05=50.00 并设回 P0.06=2, 当运行频率为 0 时修改 P0.05=50.00, 可重新开始 PLC 自动定时调整频率的过程。

调整频率的顺序:

50.00Hz->10S->40.00Hz->10S->30.00Hz->10S->20.00Hz->10S->10.00Hz->10S->0.00Hz-> 一直处于 0.00Hz 直到设定频率 P0.05 手工修改为 50.00Hz.

1.6.3 程序代码

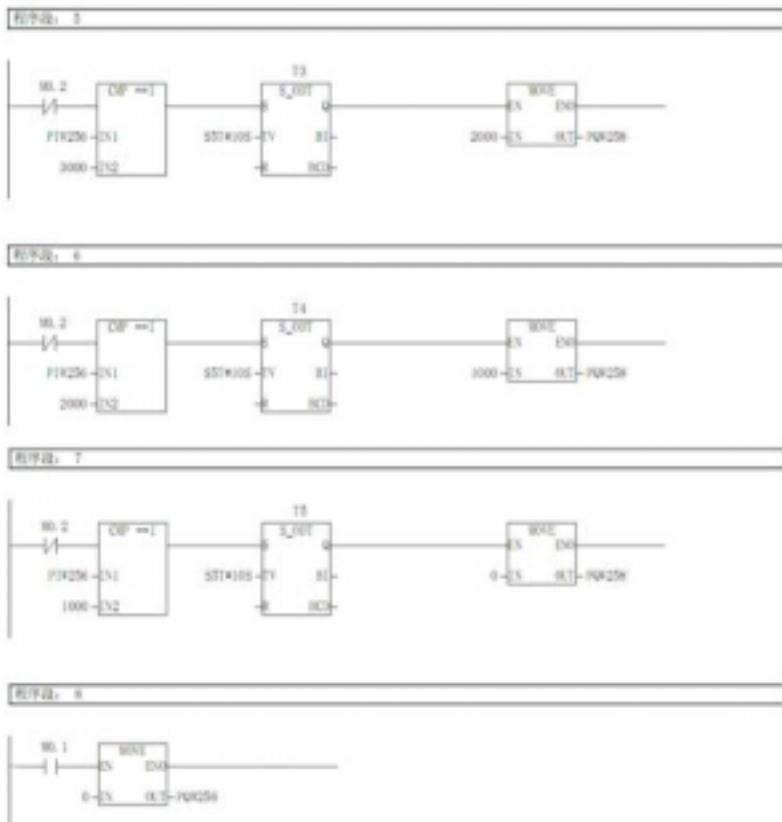


图 1-137

变频器功能码到 Profibus 的变量映射：

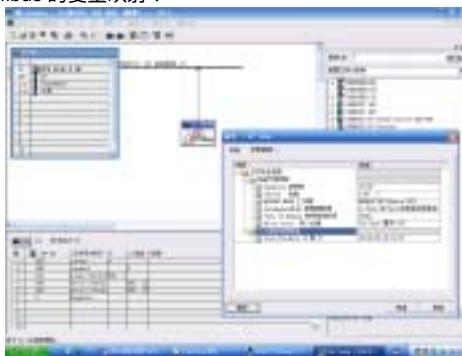


图 1-138

1AI PIW256 读变频器运行频率



图 1-139

1AO PQW256 从机起停控制, PQW=1 开机, PQW=0 停机

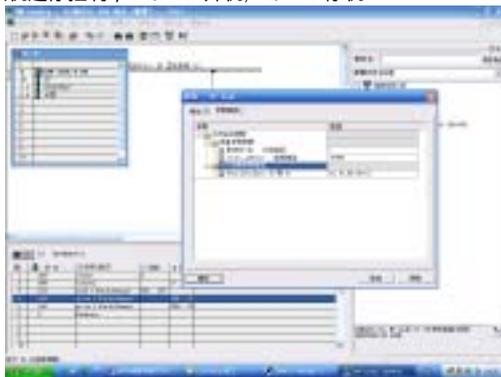


图 1-140

1AO PQW258 设置从机频率

第二章 机床和雕铣机

2.1 机床主轴开环驱动

2.1.1 引言

目前国内数控机床主轴伺服系统主要采用直流伺服系统,而部分采用交流调速的主轴伺服系统则全部依赖进口,价格昂贵,其它异步机交流传动系统绝大多数也采用进口变频器,主要是要求有较大的低频转矩,稳速精度高,启动,停机响应快。国产变频器大多采用 V/F 控制,由于转速精度受转差率及负载的影响,无法精确控制电动机的实际转速,存在着控制精度低、动态性能差、故障率高、控制功能少等缺点,而且提高定子电压的补偿难以完全与负载匹配,低速转矩不足。因此 V/F 控制变频器尤其不适用于诸如数控机床主轴、伺服等要求高精度、快响应的传动机械。

2.1.2 蓝海华腾变频器的特点

蓝海华腾的 V5、V6 系列变频器采用先进的无速度传感器矢量控制技术,在开环矢量的方式下,0.25HZ 就能提供 180%的启动力矩,稳速精度高,在开环矢量的方式下,可以达到 $\pm 0.2\%$ 的稳速精度。而且对于高速主轴电机,能达到较快的响应速度,实现主轴电机的快速启动,停机。特别是对与运行频率较低的电机,其启动,停机的快速性更为明显。

蓝海华腾机床专用变频器是建立在高性能无速度传感器矢量控制技术平台基础上,同时结合机床行业应用特点推出的一款专用变频器,与其他品牌通用变频器相比在机床应用上具有以下的重要优点:

- 1、更强切削能力:在相同的条件下,V&T 机床专用的变频器比其他公司的变频器具有更强的进刀能力和切削深度(约 1.3-1.5 倍),可提高机床的加工程效和产能,为机床和客户带来增值。
- 2、更快的急加速、急减速动态特性:V&T 机床专用变频器急加速、急减速比其他公司的变频器快约 1.35 倍,同样可使机床具有更高的加工效率和产能。
- 3、更好的低速切削力和加工精度:V&T 机床专用变频器在 0.25HZ 稳定可输出 150%的额定力矩,而其他公司到 0.5HZ 才能有力矩输出且力矩有脉动不太平稳;
- 4、超强的抗突变冲击过载等能力:V&T 机床专用变频器有精确的电流环控制(其他公司没有),在冲击负载或电网等外界突变扰动时,变频器更不易跳闸保护,能更好保证生产设备的连续稳定运行。
- 5、工艺外观:V&T 机床专用变频器的体积更紧凑,有利于设备的安装空间的节省,造型更美观,有利于提升系统的整体形象。
- 6、其它重要特性:V&T 机床专用变频器在矢量控制方式下可到 200HZ,在矢量化 v/f 控制方式下可达 3000HZ,可为机床在更宽的工作范围内提供更高的切削能力和精度。

2.1.3 蓝海华腾变频器在机床上的应用

蓝海华腾的 V5 系列机床专用变频在某客户机床上的使用,解决了其进口品牌变频器无法解决的快速启动,停机的要求,实现了客户的要求。

◆ 系统原理图：

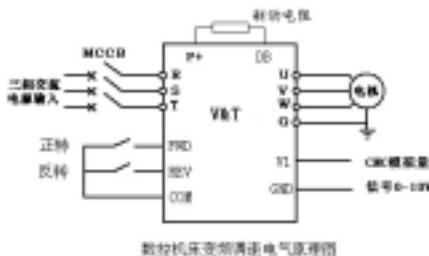


图 2-1

◆ 使用对比结果：

变频器品牌	启动时间	停机时间
某进口品牌变频	7 秒	6.8 秒
V&T 变频	5 秒	3.2 秒

注：以上测试为主轴从零速加速到 4000r/min,和从 4000r/min 减速到零速的时间，电机的运行频率为 200hz，外接制动电阻（1800w,50Ω），蓝海华腾的变频在启动时可以达到更快的速度，但是客户觉得太快了，所以降低了其启动的速度。变频器为 7.5KW，主轴电机为 7.5KW 变频电机。

功能码	名称	说明	用户设定 1	备注
P 9.01	电机极数	参见电机铭牌		
P 9.02	额定转速			
P 9.03	额定功率			
P 9.04	额定电流			
P9.05	空载电流	旋转自整定后会自行确定;		
P 9.15	自整定	最好将电机脱轴旋转自整定	2	
P 0.03	控制运行模式	有速度传感矢量控制（闭环矢量）	8	
P 0.04	开环主给定	A11 通道	1	由数控系统给定
P 0.05	开环数字给定频率	开环数字频率给定从 P0.05 的基础上开始叠加	0.00HZ	
P 0.06	运行命令给定	端子方式	1	
P 0.08	加速时间	由用户自己设定	1S	根据现场情况而定
P 0.09	减速时间		1S	
P 0.11	最大输出频率		100	10V 对应的最大频率
P 0.13	上限频率	P0.13=P0.11	100	
P 3.09	防反转选择	允许反转	0	
P 5.00	正转运行	一般设定在 X1,若电机运行方向不对,请将任意靠近的电机两相端子接线互换	2	
P 5.01	反转		3	
P 5.02	定位使能端子		40	
P 5.03	定向停止位置选择端子 1		41	
P 5.04	定向停止位置选择端子 2		42	
P 3.05	减速停车		0	
P 6.00	模拟曲线设定	A11 模拟曲线设定	0000	
P 6.04	曲线 1 输入点 A1 对应的给定频率 f1		100HZ	

功能码	名称	说明	用户设定 1	备注
P 7.00	Y1 端子输出功能选择	定位完成输出信号	40	
P 7.02	继电器端子输出功能选择	故障输出信号	14	
P A.09	能耗制动已使用	能耗制动选择	1	如果要用制动电阻必须设定
P A.10	能耗制动使用时间		100S	
P A.11	制动单元动作电压		750V	
P d.01	速度环比例增益 1	注意：如果在闭环矢量调好的基础上，出现转速不稳定，可适当把增益设小。但是必须确保电机轴和编码器轴连接的皮带是紧的。	5	
P d.02	速度环积分增益 1		0.2	
P d.03	速度环比例增益 2		5	
P d.04	速度环积分增益 2		0.15	
P d.05	ASR 切换频率		5HZ	
P d.19	ASR 输入滤波时间		0.5ms	
P d.20	ASR 输出滤波时间		0.5ms	
P d.21	编码器每转脉冲数（闭环矢量）		1024	编码器铭牌上多少就设多少
P d.22	编码器方向选择			根据现场情况而定
P d.23	编码器断线检测时间		2s	
P d.24	电机和编码器的转速比	电机转速/编码器转速=i	1.2	
H0.01	定向停止位置 1			根据现场情况
H0.02	定向方向选择	有 0、1、2 三种可选（详细解释请查看 M0 非标说明书）		根据现场情况
H0.03	定向速度	（详细解释请查看 M0 非标说明书）	15HZ	根据现场情况
H0.04	定位完成范围	（详细解释请查看 M0 非标说明书）	5	根据现场情况
H0.05	定为完成时间	（详细解释请查看 M0 非标说明书）	0.1S	根据现场情况
H0.06	位置环增益	（详细解释请查看 M0 非标说明书）	2	根据现场情况
H0.07	定向停止位置 2	（详细解释请查看 M0 非标说明书）		根据现场情况
H0.08	定向停止位置 3	（详细解释请查看 M0 非标说明书）		根据现场情况
H0.09	定向停止位置 4	（详细解释请查看 M0 非标说明书）		根据现场情况
H0.10	位置选择端子确定时间	（详细解释请查看 M0 非标说明书）	0.010S	根据现场情况
H0.11	定向脉冲显示	（详细解释请查看 M0 非标说明书）		根据现场情况

2.1.4 结束语

蓝海华腾变频器以其卓越的性能和极高的性价比，在数控机床的应用上迅速崛起，完全能取代进口的变频器，甚至能表现出比进口品牌变频器更高的性能，不仅能达到客户系统的要求，而且能给客户节省成本，为客户创造更多的效益。

2.2 机床主轴应用

2.2.1 变频器接线和试运行

请按照蓝海华腾变频器用户手册进行正确的接线，将三相电源线接至 R、S、T，电机线接至 U、V、W，制动电阻接至 2/B1、B2；将多功能数字输入端子接至控制端子的 X1~X7，多功能数字输出端子接至控制端子的 Y1~Y2，数字端子地接 COM；模拟电压给定信号接至控制端子的 AI1~AI3，模拟电压地接至 GND；

上电后，设置变频器最大输出频率 P0.11、最大输出电压 P0.12、变频器上限频率 P0.13、基本频率 P0.15，按点动键 M 试运行，观察电机是否旋转正常，转向是否正确，如电机旋转反向请将电机任两相接线对调即可。

2.2.2 功能设定

脱开电机负载后,上电设置电机参数,请按照电机铭牌正确输入 P9.00 ~ P9.04,将 P9.15 设为 2,按 RUN 键进行电机参数自整定,自整定期间操作面板显示“-At-”。如果使用 V/F 控制(P0.03=0),只需进行静止自整定即可(将 P9.15 设为 1 自整定)。

参数自整定结束后连上电机负载,进行功能设定:

- 1、设置控制运行模式 P0.03: V/F 控制 P0.03=0;开环矢量控制 P0.03=4,闭环矢量控制 P0.03=8;设置开环主给定方式 P0.04,如通过模拟量给定且模拟量输入接至 AI1,请将 P0.04 设为 1;设置运行命令给定方式 P0.06,如通过端子给定正反转指令,请将 P0.06 设为 1;
- 2、在 P5.00 ~ P5.06 中设定数字端子功能:如正转端子接至 X1,反转端子接至 X2,急停端子接至 X3,故障复位端子接至 X4,则请将 P5.00 设为 02, P5.01 设为 03, P5.02 设为 26, P5.03 设为 20;
- 3、设定模拟量给定曲线 P6.00 ~ P6.04:如模拟量给定范围 0 ~ 10V,对应频率范围 0 ~ 200HZ,则 P6.01=0.0%, P6.02=0.0HZ, P6.03=100%, P6.04=200HZ,其中 P6.01 和 P6.03 为 10V 的百分比。如果模拟量给定范围 0 ~ 5V 对应 0 ~ 200HZ,则 P6.01=0.0%, P6.02=0.0HZ, P6.03=50%, P6.04=200HZ。调节 P6.00 ~ P6.04 可对模拟量给定曲线进行调整;
- 4、在 P7.00 ~ P7.02 中设定数字输出端子功能:如 Y1 端子为变频器故障输出,请将 P7.00 设为 14;

2.2.3 运行调试

◆ 功能设定完成后即可运行变频器,此时可慢慢升速,观察在不同的频率点电机运行是否正常,设定转速和实际转速的偏差是否过大,如偏差大请调节 P6.00 ~ P6.04 对模拟量给定曲线进行微调。

- 1、对于切削频率较高的机床,可使用 V/F 控制。使用 V/F 控制调试简单,无需电机脱轴自整定,没有速度环的调试,同样也能有较好的静态性能。使用 V/F 控制时,当模拟量曲线校准后即可进行下面的第 2 步和第 3 步调试。
- 2、对于开环矢量和闭环矢量控制,在不同的频率点观察电机有无振动或速度波动大,如果有振动请适当调整速度环的参数 Pd.01 ~ Pd.05:

Pd.01: 速度环比例增益 1

Pd.02: 速度环积分时间 1

Pd.03: 速度环比例增益 2

Pd.04: 速度环积分时间 2

Pd.05: ASR 切换频率

- 3、如在整个速度范围内未出现电机振动,可将 ASR 切换频率 Pd.05 设置为主轴切削频率的 3 倍以上,如切削频率 20HZ,可将 Pd.05 设为 60HZ 以上;
- 4、如在高速时出现振动,请将 Pd.05 设在略低于振动频率点,如电机在高于 130HZ 以上时出现振动,可将 Pd.05 设为 100HZ,然后减小 Pd.01 到高速不振动即可;

◆ 减小加减速时间 P0.08 和 P0.09,进行快速加减速测试,观察动态过程中有无异常;

◆ 切削调试

在进刀切削瞬间电机一般会有一个速度跌落然后回升的过程,速度跌落的多少可通过速度环的参数进行调整。在上面第 1 步中已设置了 Pd.05 使得切削频率小于 ASR 切换频率,因此此时只需调整 Pd.03 和 Pd.04。适当增大 Pd.03 和减小 Pd.04 可减小速度瞬间跌落量。

2.2.4 闭环矢量的调试

目前,我司变频器已使用闭环矢量控制方案在多家机床用户应用或已试机,实验表明,相对于开环矢量控

制,使用闭环矢量控制的机床主轴性能无论是静态稳速精度还是动态响应都要优越得多。如主轴的速度波动均不超过 1rpm,进刀切削瞬间的速度跌落均不超过 5rpm。另外还能实现主轴的多点定向。而闭环矢量控制所用的脉冲编码器为安装在主轴上的现有编码器,不额外增加太多成本。用户只需将编码器信号引进变频器 PG 卡即可。

使用闭环矢量控制时,需要设定编码器的相关参数。编码器每转脉冲数(Pd.21)据实设定,另外由于编码器一般安装在主轴上而不是电机轴上,所以要设置电机和编码器之间的传动比(Pd.24),此参数定义为电机的转速和编码器的转速之比。如:电机每旋转 6 转,编码器旋转 5 转,那么此时的减速比为 6/5=1.2,请设置参数 Pd.24=1.200。其余的调试和开环矢量相同。

2.2.5 问题和解决

- 1、电机只能正转不能反转:P3.09 防反转选择是否有效,将 P3.09 设为 0 表示允许反转;
- 2、电机减速慢:制动电阻是否已经接上并且 PA.09 已设为 1;

附:对速度环参数 Pd.01 ~ Pd.05 的说明:

参见上图,Pd.03 和 Pd.04 是零速时的速度环系数,Pd.01 和 Pd.02 是运行速度大于 Pd.05 时的速度环系数,速度小于 Pd.05 时 PI 参数线性过渡。高速时系数太大容易振荡,所以高速时的速度环系数需设小一些,但太小速度超调大,在调试时注意在保证高速时不振荡的情况下适当增大 Pd.01。低速时包括切削时增大速度环系数可使动态响应加快,减少突加负载时的速度跌落量。

举例:

变频器设置 Pd.05=5HZ, Pd.01 = 2.0, Pd.03=3.0:

在此设置下,当速度大于等于 5HZ 时,速度环比系数就等于 2.0,速度为零时系数等于 3.0,速度为 1HZ 时按照上图可算出系数为 2.8。

机床调试时可先将 Pd.05 设大一些,如切削速度为 10HZ,此时将 Pd.05 设为 50HZ, Pd.01 为 2.0,此时调整 Pd.03,以增大切削力,例如将 Pd.03 设为 3.0,则 10HZ 切削时对应的系数为 2.8。这样就可以同时兼顾低速时的切削力和高速时的稳定性。

以上是以比例系数举例,积分时间也一样。不同的是,积分时间越小,速度环的调节作用越强。

2.3 雕铣机

2.3.1 现场情况:

调试机器与设备:数控机床-雕铣机

蓝海华腾变频器型号:V5-H-4T-3.7G/5.5L-H3

电机名牌参数:200V、133HZ、2000r/min、5.6A

2.3.2 系统接线图:

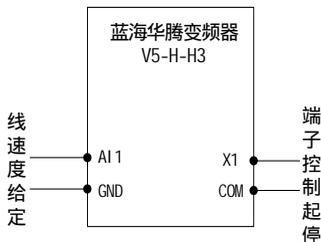


图 2-2

2.3.3 系统方案：

雕铣机采用 V/F 开环控制，AI1 模拟端子给定线速度，数字端子 X1 控制机器起停。正确设置变频器电机参数，用 V/F 多段曲线控制，雕铣机达到更大的出力。通过电机铭牌参数，我们可以计算电机基本运行频率及 P9 组电机参数如下：

- 1、电机基本运行频率 f ： $133/200=X/380$ ，解得 $X=252.7\text{HZ}$ ，取 $f=250\text{HZ}$
- 2、电机极数： $n=60*f/n=60*133/2000=3.99=4$ ，故电机有 4 个极数对，为 8 极电机， $P9.01=8$
- 3、电机额定转速： $r1=60*250/4=3750\text{r/min}$ ，由于实际额定转速存在误差，一般偏小，故实际额定转速可设定为： $r2=3700\text{r/min}$ ，即 $P9.02=3700\text{r/min}$
- 4、电机额定功率：由电机额定电流为 5.6A，可以得到电机额定功率为 2.2Kw，故 $P9.03=2.2\text{kW}$
- 5、电机额定电流： $P9.04=5.6\text{A}$
- 6、电机空载电流： $I=5.6\text{A}*40\%=2.24\text{A}$ ，我们取 $P9.05=2.5\text{A}$

2.3.4 功能码设置：

- ◆ 原来设置功能码参数为： $P0.03=0$ 、 $P0.04=1$ 、 $P0.06=1$ 、 $P0.08=5$ 、 $P0.09=5$ 、 $P0.11=400$ 、 $P0.13=400$ 、 $P0.14=5$ 、 $P0.15=400\text{HZ}$ 、 $P5.00=2$ 、 $P9.01=4$ 、 $P9.02=1500\text{r/min}$ 、 $P9.03=3.7\text{ kW}$ 、 $P9.04=7.7\text{A}$ 、 $P9.05=4.0\text{A}$

按此参数设置时，雕铣机磨铸件力度不够大，此时观察变频器运行参数为：以 106.8HZ 频率运行，输出电流为 0.9A~1.1A 变化。

- ◆ 正确的功能码设置参数为： $P0.03=0$ 、 $P0.04=1$ 、 $P0.06=1$ 、 $P0.08=5$ 、 $P0.09=5$ 、 $P0.11=400$ 、 $P0.13=400$ 、 $P0.14=5$ 、 $P0.15=250\text{HZ}$ 、 $P5.00=2$ 、 $P9.01=8$ 、 $P9.02=3700\text{r/min}$ 、 $P9.03=2.2\text{ kW}$ 、 $P9.04=5.6\text{A}$ 、 $P9.05=2.5\text{A}$

按此参数设置时，雕铣机磨铸件力度有明显增大，此时观察变频器运行参数为：以 80HZ 频率运行，输出电流为 1.6A~1.8A 变化。

此时设置一个 V/F 多段曲线点，可以更好的提升变频器出力： $P4.00=1$ 、 $P4.05=133\text{HZ}$ 、 $P4.06=58\%$ 、 $P4.07=250\text{HZ}$ 、 $P4.08=100\%$ ，此时再观察变频器运行参数为：以 80HZ 频率运行，输出电流为 1.8A~2.0A 变化。雕铣机磨铸件力度有明显增大。

提升 V/F 曲线图为：

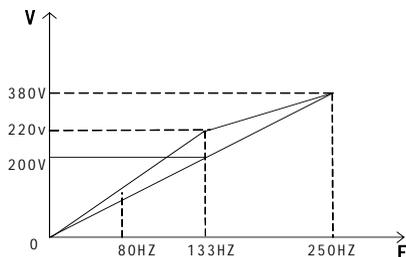


图 2-3

2.3.5 注意事项：

- 1、由以上输入变频器参数对比可以知道，按电机铭牌计算输入变频器正确参数是很重要的，这样电机出力更大，更能满足客户的需求。
- 2、V/F 曲线调节参数设置一般以一个频率对应电压增加 10% 为一个提高点较好，比如 133HZ 对应 200V，这里提升电压到 220V 较好。V/F 曲线调节后，要能增大机器出力，为是否设置的标准，观察雕铣机磨铸件出力程度怎么样。
- 3、调试过程中观察变频器显示输出电流以及运行频率，然后观察打磨铸件表象，以此来判定调节参数是否满足要求。

2.4 角度定位应用

2.4.1 系统设备及应用说明：

- 1、设备：电机、码盘（编码器）、PG 反馈卡
- 2、应用说明：电机主动轴上加速度反馈编码器，变频器控制板上加 PG 反馈卡，编码器得到的脉冲信号通过连线给控制板（连线见下图），实现脉冲反馈闭环的角度定位控制。最多可以实现 4 个角度的定位，通过功能码设定一个角度位置，定位功能打开后，电机在此角度定住抱死，在变频器电流限定值之内，观察电流会随着负载增大而变大，而电机主轴不动，定位性能完好。

2.4.2 系统接线图：

- ◆ EX-PG02 连线示意图，+5V（PG 反馈卡）

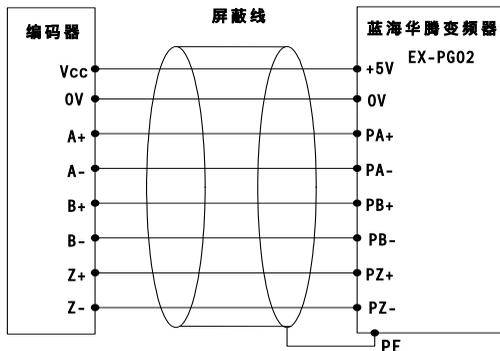


图 2-4

◆ EX-PG04 连线示意图，+5V（PG 反馈卡）

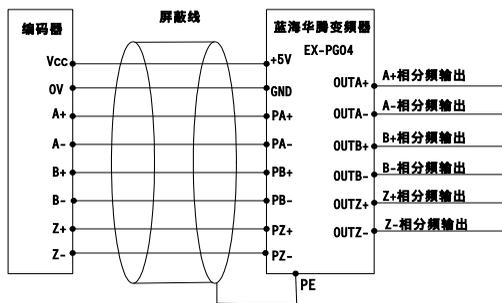


图 2-5

◆ EX-PG01 采用内部电源连线示意图，+12V（PG 反馈卡）跳线跳到 ON 端

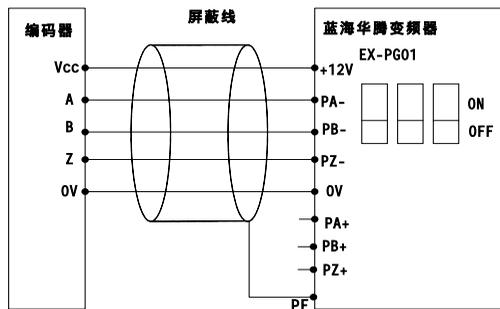


图 2-6

◆ EX-PG01 采用外部电源连线示意图，+12V（PG 反馈卡）跳线跳到 OFF 端

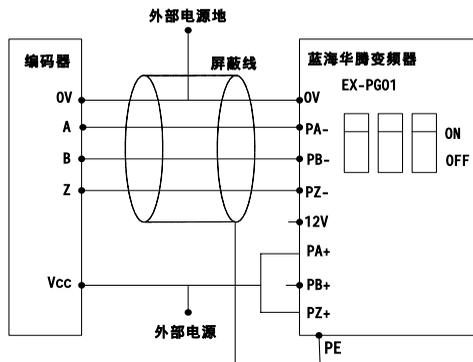


图 2-7

◆ EX-PG03 连线示意图

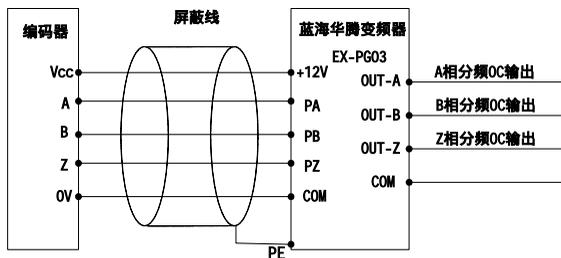


图 2-8

◆ 系统方案与功能码设置：

本系统实现有编码器速度反馈矢量控制和定向控制的机床专用，控制精度高。根据不同的实际条件和应用场合，作不同的 PG 卡和编码器接线，接线方式见上图所示。

首先选择控制运行模式 P0.03=8，这样编码器闭环反馈才起作用。设置 Pd.21 为编码器每转脉冲数，设置得准确，看编码器标示得到每转脉冲数。Pd.22 设置编码器方向，当设置好上面两个功能码后，按 M 键作点动运行，如果电机出现剧烈震荡说明编码器方向设置不对，那么修改 Pd.22 功能码参数为正确方向。电机与编码器转速比也要设置，一般为出厂值 1，不用设置。

作机床主轴定向时，定向需要 X 端子使能，我们这里选择 X1、X2、X3 端子，设置 P5.00=40、P5.01=41、P5.02=42，则 X1 端子为定向使能端子，X2、X3 选择定向位置。只有 X1 端子闭合，实现使能，X2、X3 端子才能选择定向位置，X2、X3 的通断可以实现四种定向位置的选择。

定向位置设置：定向停止位置为相对于编码器 Z 信号的角度，其参数定义为：以编码器 Z 信号为原点 0°，编码器每转脉冲数 (Pd.21) 的 4 倍对应为 360° 的角度。如编码器每转脉冲数为 1024，则 H0.01 设置范围为：0~4095，对应 0~360° 的角度。例如需定向在 120° 位置上，请设置 H0.01 = 120/360 × (1024 ×

4) = 1365, 这里不用了解 Z 信号, 只需设置不同的 H0.01 得到不同的角度定位。在调试主轴的定向停止位置时, 可先使主轴定向在某一角度, 然后在线调整 H0.01 以寻找到正确的定向角度。这里有四个定向位置的设置, H0.01、H0.07、H0.08、H0.09, X1 端子闭合使能后, X2、X3 端子通断可以任意选择的四个角度位置, 实现定位选择。

由以上说明可以设置功能码为: P0.03=8、Pd.21=编码器每转脉冲数、Pd.22=编码器方向、P5.00=40、P5.01=41、P5.02=42、H0.01=定向停止位置 1、H0.07=定向停止位置 2、H0.08=定向停止位置 3、H0.09=定向停止位置 4。在设置以上功能前, 先进行电机参数自整定。

2.5 开环数控机床

2.5.1 现场情况:

- ◆ 调试机器与设备: 中山**数控机床
- ◆ 蓝海华腾变频器型号: V5-H-4T-5.5G/7.5L
- ◆ 电机铭牌参数: 额定功率 4KW、额定电流 8.8A、额定转速 1440rpm、4 极
- ◆ 电机与机床主轴的传动比为 10 : 7

2.5.2 系统接线图:

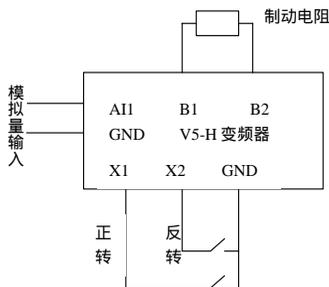


图 2-9

2.5.3 系统方案:

变频器控制方式: 使用开环矢量控制方式、AI1 模拟量给定频率、由端子 X1、X2 设置功能码实现电机正反转。

使用制动电阻型号: 1500W、75 欧, 使用制动电阻更有利于电机减速停机。

AI 模拟给定频率接线: 机床模拟量输入线接 AI1 端子, 零点线接 GND, 注意别接反了。

X1、X2 端子: 分别把正转反转信号线接入 X1、X2 端子, 零点线接入 COM 端子

2.5.4 功能码设置:

先进行电机参数自整定: 设置 P9.02=电机额定转速、P9.03=电机额定功率、P9.04=电机额定电流, 设 P9.15=2, 启动变频器进行电机参数自整定, P0.03=4、P0.04=1、P0.06=1、P0.08=3、P0.09=2、P0.11=187、.P0.13=187、P3.09=0、P5.00=2、P5.01=3、PA.09=1、Pd.32=0。

2.5.5 注意事项：

- ◆ 查看功能码 d1.01=1.045 时，则 Pd.32=0、Pd.33=28,若 d1.01=1.046 时，则 Pd.32=50.00、Pd.33=0
- ◆ 不同的变频器之间进行参数拷贝时，应该确保这些变频器的 d1.09 是相同的内容，若 d1.09 不相同，则不支持参数拷贝。

2.6 机床主轴定位

2.6.1 产品介绍

如图一所示主要实现有编码器速度反馈矢量控制和定位控制。现在定位所用的变频器型号为 V6-H-M0，到目前为止我司只支持 4 点定位的，如果定位超过 4 点的要在订货前说明，我司会及时处理，调试时只要多接一个数字输入端并且定义为定向停止位置选择端子 3，通过端口的组合能实现 8 点定位，再超过的按上述操作以此类推。

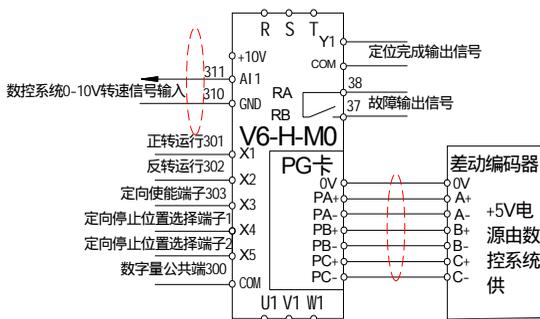


图 2-10

2.6.2 硬件连接

如图一所示的编码器接线图，编码器的+5V 电源由数控系统给定，所以不要用变频器的内部电源。特别说明编码器安装在主轴上，而不是装在主轴电机的轴上，所以要设置电机和编码器的减速比，此参数定义为电机的转速和编码器的转速之比。如：电机每旋转 6 转。编码器旋转 5 转，那么此时的减速比为 $6/5=1.2$ ，请设置参数 Pd.24 为 1.2，编码器的每转脉冲数 Pd.21 要如实设置，比如为 1024。

2.6.3 调试指导

因为定位控制要建立在闭环矢量的前提下，所以要做闭环矢量就显得尤为重要。首先把编码器的接线都连好，设置电机的基本频率 (P0.15) 和电机参数 (P9.00-9.04)，然后设置 P9.15=2 对电机进行完整自整定（一定要脱开负载即皮带轮）。整定完后把 P0.03 设为 8（有速度传感矢量控制）和编码器的脉冲数 Pd.21 正确设置，然后用面板控制，由 p0.05 给定几 HZ 的频率，运行后看电流的大小，如果电流很大运行发生抖动，甚至出现过流，那么要把编码器的方向改一下（即调整一下 pd.22）。

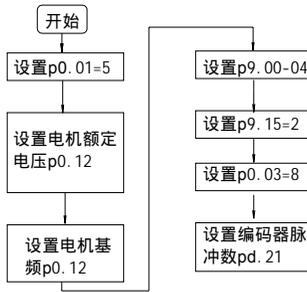


图 2-11

2.6.4 主轴变频器调试参数 (V6-H-M0)

功能码	名称	说明	用户设定 1	备注
P 9.01	电机极数	参见电机铭牌		
P 9.02	额定转速			
P 9.03	额定功率			
P 9.04	额定电流			
P9.05	空载电流	旋转自整定后会自行确定;		
P 9.15	自整定	最好将电机脱轴旋转自整定	2	
P 0.03	控制运行模式	有速度传感矢量控制 (闭环矢量)	8	
P 0.04	开环主给定	A11 通道	1	由数控系统给定
P 0.05	开环数字给定频率	开环数字频率给定从 P0.05 的基础上开始叠加	0.00HZ	
P 0.06	运行命令给定	端子方式	1	
P 0.08	加速时间	由用户自己设定	1S	根据现场情况而定
P 0.09	减速时间		1S	
P 0.11	最大输出频率		100	10V 对应的最大频率
P 0.13	上限频率	P0.13=P0.11	100	
P 3.09	防反转选择	允许反转	0	
P 5.00	正转运行	一般设定在 X1,若电机运行方向不对,请将任意靠近的电机两相端子接线互换	2	
P 5.01	反转		3	
P 5.02	定位使能端子		40	
P 5.03	定向停止位置选择端子 1		41	
P 5.04	定向停止位置选择端子 2		42	
P 3.05	减速停车		0	
P 6.00	模拟曲线设定	A11 模拟曲线设定	0000	
P 6.04	曲线 1 输入点 A1 对应的给定频率 f1		100HZ	
P 7.00	Y1 端子输出功能选择	定位完成输出信号	40	
P 7.02	继电器端子输出功能选择	故障输出信号	14	
P A.09	能耗制动已使用	能耗制动选择	1	如果要用制动电阻必须要设定
P A.10	能耗制动使用时间		100S	
P A.11	制动单元动作电压		750V	
P d.01	速度环比例增益 1	注意:如果在闭环矢量调好的基础	5	

功能码	名称	说明	用户设定 1	备注
P d .02	速度环积分增益 1	上, 出现转速不稳定, 可适当把增益设小。但是必须确保电机轴和编码器轴连接的皮带是紧的。	0.2	
P d .03	速度环比例增益 2		5	
P d .04	速度环积分增益 2		0.15	
P d .05	ASR 切换频率		5HZ	
P d .19	ASR 输入滤波时间		0.5ms	
P d .20	ASR 输出滤波时间		0.5ms	
P d .21	编码器每转脉冲数 (闭环矢量)		1024	编码器铭牌上多少就设多少
P d .22	编码器方向选择			根据现场情况而定
P d .23	编码器断线检测时间		2s	
P d .24	电机和编码器的转速比	电机转速/编码器转速=i	1.2	
H0 .01	定向停止位置 1			根据现场情况
H0 .02	定向方向选择	有 0、1、2 三种可选 (详细解释请查看 M0 非标说明书)		根据现场情况
H0 .03	定向速度	(详细解释请查看 M0 非标说明书)	15HZ	根据现场情况
H0 .04	定位完成范围	(详细解释请查看 M0 非标说明书)	5	根据现场情况
H0 .05	定为完成时间	(详细解释请查看 M0 非标说明书)	0.1S	根据现场情况
H0 .06	位置环增益	(详细解释请查看 M0 非标说明书)	2	根据现场情况
H0 .07	定向停止位置 2	(详细解释请查看 M0 非标说明书)		根据现场情况
H0 .08	定向停止位置 3	(详细解释请查看 M0 非标说明书)		根据现场情况
H0 .09	定向停止位置 4	(详细解释请查看 M0 非标说明书)		根据现场情况
H0 .10	位置选择端子确定时间	(详细解释请查看 M0 非标说明书)	0.010S	根据现场情况
H0 .11	定向脉冲显示	(详细解释请查看 M0 非标说明书)		根据现场情况

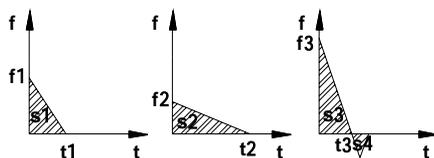


图 2-12

2.6.5 定位速度和位置环增益的参数设置解释。

上图中的纵坐标表示定位速度的大小,横坐标表示定位时间快慢。当变频器有运行命令且接受到定向指令 (X3 端子有效) 时,电机先运行到设定的定向速度,再执行定向过程。定向速度高,位置环增益大则定向过程快,但设置过高定向时会出现超调的现象。如图三中的第三幅坐标系。第一幅坐标系和第二副坐标系的区别在于在保证不超调的前提下,定向速度和位置环增益越大定向过程越快。保证所围成的面积相等 (即 $S1=S2=S3-S4$)。

第三章 拉丝机

3.1 双变频拉丝机 1

3.1.1 现场情况：

- ◆ 调试机器与设备：细线伸线机
- ◆ 蓝海华腾变频器型号：V5-E-4T11-L1、V5-H-4T3.7-S1
- ◆ 电机铭牌参数：
- ◆ 主拉伸电机：额定功率 11KW、额定电流 22.6A、额定转速 1460rpm、4 极
- ◆ 收卷电机：额定功率 4KW、额定电流 8.8A、额定转速 1440rpm、4 极
- ◆ 收卷卷径：空卷卷径为 220mm、满卷卷径为 300mm

3.1.2 系统接线图：

主拉伸变频器

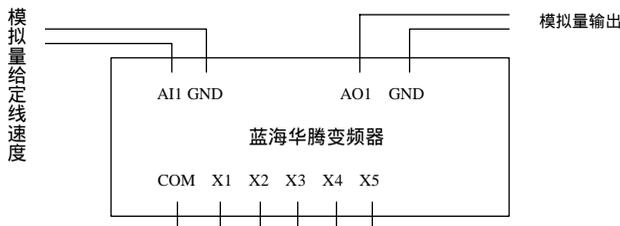


图 3-1

收卷机

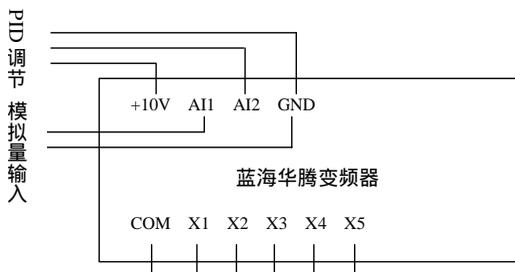


图 3-2

3.1.3 系统方案：

本拉丝机系统方案采用变频器速度控制方式,主拉伸机采用开环矢量控制方式,收卷机采用 V/F 复合控制。

- ◆ 主拉伸机：外部电位器给定端子 AI1 一个模拟量，做线速度给定。AO1 输出模拟量电压，为输出频率，

给收卷机一个模拟量电压，实现运行频率同步。X1 端子为正转控制，X2 端子点动正转，X3 端子故障复位，X4 端子自由停车，X5 端子为外部故障输入。

- ◆ 收卷机：主拉伸机给定收卷机电压模拟量，设置模拟量给定频率，由 AI1 输入。AI2 端子为模拟量反馈闭环控制主反馈给定，进行 PID 调节，实现复合控制。X1 端子为正转控制，X2 端子为空卷设定 1，X3 端子故障复位，X4 端子自由停车，X5 端子为外部故障输入。

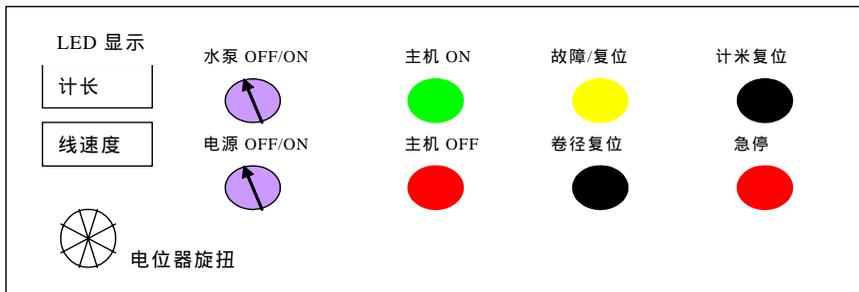


图 3-2 伸线机操作面板

3.1.4 功能码设置：

由以上系统方案描述，设置功能码为：

- ◆ 主拉伸机：P0.03=4、P0.04=1、P0.06=1、P0.08=160(80)、P0.09=160(80)、P0.11=70、P0.13=70、P5.00=2、P5.01=0、P5.02=20、P5.03=24、P5.04=19
- ◆ 收卷机：P0.03=3、P0.04=1、P0.06=1、P0.08=1、P0.09=1、P0.11=70、P0.13=70、P1.05=2、P5.00=2、P5.01=32、P5.02=20、P5.03=24、P5.04=19、P8.00=5(4)、H0.00=1

3.1.5 调试注意事项：

- ◆ 线路接好后，试运行观察收卷机 AI1 给定与拉伸机 AO1 输出是否一致，收卷机频率给定与拉伸机是否一致。可以设定显示功能码 P2.02 为 AI1 对应项，可观察在运行过程中输入模拟量电压。
- ◆ 当收卷机摆杆处于平衡位置正常运行后，需要观察以下事项：
 - 1、d2.21 和实际卷径 H0.11 是否一致，误差在 5% 内为正常范围。
 - 2、d2.20 和收卷的运行频率是否一致。
 - 3、当出现故障时，也要观察以上两项，同时还要查看出现故障过程中收卷变频器输出电流的变化，输出频率的变化，看电流和频率是怎么跳动的。且做一些故障记录：d0.00、d0.01、d0.02、d0.03、d0.04、d0.05、d0.08、d0.09、d0.10、d0.11 分别显示多少。
 - 4、有关 Kp、Ki、Kd 的说明：H0.01、H0.02、H0.03 对应的 Kp、Ki、Kd 是对 PID 闭环增益调节的补充参数，一般该参数组在满卷径下作用最强，在空卷径下作用最弱；P8 组 PID 闭环增益调节参数在空卷下作用最强，而在满卷径下作用最弱。当在半卷情况下取两组参数的平均值。所以调节参数过程中注意两组参数与收卷径为多少，搭配调节。
 - 5、查看拉丝机启动过程中，摆杆在平衡位置上下摆动的幅度怎么样，依 3 说明调节 P8 组和 H 组 Kp、Ki、Kd 参数，以让摆杆达到最佳的启动摆幅，能很好的满足拉丝生产。

3.2 双变频拉丝机 2

3.2.1 主拉变频器

功能码	名称	设定值
P 9.01	电机极数	参见电机铭牌
P 9.02	额定转速	
P 9.03	额定功率	
P 9.04	额定电流	
P 9.15	自学习选择：静止学习	1
P 0.01	出厂参数选择	3
P 0.03	控制运行方式	4
P 0.04	开环主给定	1
P 0.06	运行命令给定方式	1
P 0.08	加速时间	80S
P 0.09	减速时间	80S
P3.11	点动频率	4-6HZ
P 5.00	正转运行	2
P 5.01	正转点动	0
P 5.02	自由停车	24
P 5.03	断线检测	
P 5.04	故障复位	20
P 0.11	最大输出频率	75
P 0.13	上限频率	75
P 7.00	Y1 输出功能	6
P 7.02	继电器输出功能选择	刹车信号（控制抱闸）
二、收线变频		
P 9.01	电机极数	参见电机铭牌
P 9.02	额定转速	
P 9.03	额定功率	
P 9.04	额定电流	
P 9.15	自学习选择：静止学习	1
P 0.01	出厂参数选择	3
P 0.03	控制运行方式	4
P 0.04	开环主给定	2
P 0.06	运行命令给定方式	1
P 0.08	加速时间	1S
P 0.09	减速时间	1S
P 1.02	模拟量反馈主给定	0
P 1.05	模拟量反馈主反馈方式	1
P 1.08	开环和闭环复合运行关系	0
P 5.00	正转运行	2
P 5.03	卷径复位	32
P 5.04	故障复位	20
P 8.00	模拟量反馈闭环数字电压给定	5V
P E.18	辅助给定限定方式	可选 1 或 2
P E.19	辅助给定限定比例	0-100%可选
H0.00	收放卷使能控制	1（收卷）
H0.04	最大线速度	2000
H0.05	最小线速度	200

功能码	名称	设定值
H0.06	传动比	0.68
H0.07	漫卷直径	300
H0.08	空卷直径	217
H0.13	上位置平衡过渡调整	根据实际情况设定
H0.14	下位置平衡过渡调整	根据实际情况设定
H0.15	启动过渡时间	根据实际情况设定
H0.16	卷径检出时间	根据实际情况设定
H0.17	主机最大频率	75
H0.18	速度跟随滤波时间	
H0.24	PID 作用方式	0
H0.25	卷径累计获取方式	0
P 0 .11	最大输出频率	80
P 0 .13	上限频率	80
Pd.01	速度环比列增益 1	根据实际情况设定
Pd.02	速度环积分时间 1	根据实际情况设定
Pd.03	速度环比列增益 2	根据实际情况设定
Pd.04	速度环积分时间 2	根据实际情况设定
Pd.05	ASR 切换频率	根据实际情况设定
P 7 .02	继电器输出功能选择	0 (变频器运行中信号) 排线控制回路
P 6 .01- P 6 .04 根据实际情况设定对应关系		

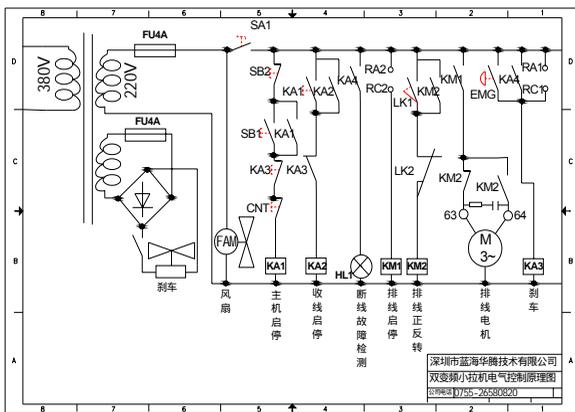


图 3-3

3.3 直进式拉丝机 1

3.3.1 系统方案介绍

该系统为卧式直进式拉丝机,放线采用被动放线;调试时系统在#1~#6 电机之间完成 5 级模具的压缩拉伸。由#6 线盘输出的成品经过张力架收于收线盘上,收线盘的转速由#7 电机控制。

#1~#7 变频器均采用速度控制,系统最高线速度为 15m/s,拉伸部分对应的运行频率为 80Hz 左右 其中#6 变频器的设定频率由 PLC 给定,该设定频率决定了当前工作的线速度,系统工作时 PLC 通过 485

通信的方式更改 P0.05 来更改设定频率；而#1~#5 变频器的设定频率是前级变频器的运行频率和摆臂反馈信号 PID 调节合成的复合给定。前级变频器的运行频率通过其 DO 输出，送入当前变频器的 DI 输入，该 DI 脉冲信号经过相对于最大脉冲输入设定 P5.10 折算出一个主给定 F_m ，摆臂信号 0~10V 的模拟量送 AI1 和平衡位置 5V 作 PID 调整，实时产生一个 PID 分量作辅助给定 F_{pid} ；#1~#5 变频器的设定频率就是 $F_m + F_{pid}$ ；#7 变频器的设定频率就是一个 PID 调节的输出，张力架上的位置反馈信号 0~10V 反馈到#7 变频器的 AI1 和平衡位置 5V 作 PID 调整。

#1~#5 电机为 11kW，#6~#7 电机为 15kW。均为 6 级电机，皮带轮传动。

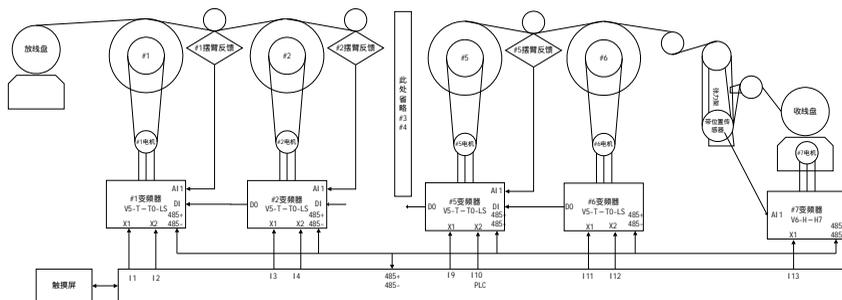


图 3-4

在停机时 PLC 根据压缩比以及传动比来确定#1~#5 变频器的 P5.10 最大脉冲输入，在不计运行的动态偏差的理想情况下，前后级的同步基本由主给定 F_m 确定，PID 只是在动态时起一个辅助调整的作用。

在运行时，可通过触摸屏调整当前的线速度，该线速度是 PLC 按照时间间隔依次递增或者递减的，一般 100mS 上升 0.1Hz。运行和停机时 PLC 可以根据需要查询#1~#7 的运行频率，运行电流，摆臂位置，并可在线设定 PID 的调节增益以及 P5.10 等变频器功能参数。

◆ 调试参数一览

#1~#5 功能码设定如下

共同设定：

序号	功能码	当前值	出厂值	上限	下限	名称
4	P0.03	3	0	7	0	控制运行模式
5	P0.04	4	0	4	0	开环主给定方式
6	P0.05	0.00	50.00	300.00	0.00	开环数字频率给定
7	P0.06	1	0	2	0	运行命令给定方式
9	P0.08	1.0	20.0	3600.0	0.1	加速时间 0
10	P0.09	1.0	20.0	3600.0	0.1	减速时间 0
12	P0.11	100.00	50.00	300.00	0.01	最大输出频率
14	P0.13	100.00	50.00	300.00	0.00	频率上限
38	P3.03	0.20	0.50	60.00	0.00	起动频率
40	P3.05	1	0	2	0	停机方式
46	P3.11	8.00	5.00	50.00	0.10	点动频率
47	P3.12	30.0	6.0	60.0	0.1	点动加速时间
48	P3.13	30.0	6.0	60.0	0.1	点动减速时间

86	P5.00	0	99	99	0	X1 端子输入功能选择
87	P5.01	2	99	99	0	X2 端子输入功能选择
88	P5.02	20	99	99	0	X3 端子输入功能选择
92	P5.06	5	99	99	0	X7 端子输入功能选择
113	P7.01	48	1	71	0	Y2/DO 端子输出功能选择
122	P7.10	20.0	10.0	50.0	0.1	Y2/DO 最大输出脉冲频率
131	P8.00	5.00	0.00	10.00	0.00	闭环数字电压给定(模拟量反馈)
134	P8.03	0.010	0.200	10.000	0.000	比例增益 KP
135	P8.04	0.030	0.500	10.000	0.000	积分增益 Ki
138	P8.07	0.0	5.0	20.0	0.0	偏差极限
139	P8.08	0010	0000	0011	0000	PID 调节选择
143	P9.01	6	4	24	2	电机极数
144	P9.02	970	1500	30000	0	额定转速
145	P9.03	11.0	11.0	999.9	0.4	额定功率
146	P9.04	24.6	21.7	999.9	0.1	额定电流
147	P9.05	11.4	8.4	999.9	0.1	空载电流 I0
205	PC.00	6	6	8	4	通讯波特率

分别设定：

	#1	#2	#3	#4	#5
P5.10 最大输入脉冲频率	19.0	18.1	20.2	20.1	20.0
PC.02 本机地址	1	2	3	4	5

#6 功能码设定如下

序号	功能码	当前值	出厂值	上限	下限	名称
4	P0.03	4	0	7	0	控制运行模式
5	P0.04	0	0	4	0	开环主给定方式
6	P0.05	0.00	50.00	300.00	0.00	开环数字频率给定
7	P0.06	1	0	2	0	运行命令给定方式
9	P0.08	1.0	20.0	3600.0	0.1	加速时间 0
10	P0.09	1.0	20.0	3600.0	0.1	减速时间 0
12	P0.11	100.00	50.00	300.00	0.01	最大输出频率
14	P0.13	100.00	50.00	300.00	0.00	频率上限
40	P3.05	1	0	2	0	停机方式
46	P3.11	7.00	5.00	50.00	0.10	点动频率
47	P3.12	60.0	6.0	60.0	0.1	点动加速时间
48	P3.13	30.0	6.0	60.0	0.1	点动减速时间
86	P5.00	0	99	99	0	X1 端子输入功能选择
87	P5.01	2	99	99	0	X2 端子输入功能选择
92	P5.06	5	99	99	0	X7 端子输入功能选择
96	P5.10	20.0	10.0	50.0	0.1	最大输入脉冲频率

蓝海华腾变频器系统方案 现场调试指导

100	P6.00	4444	0000	4444	0000	AI1~AI3、DI 模拟量输入曲线选择
129	P7.01	48	1	71	0	Y2/DO 端子输出功能选择
138	P7.10	20.0	10.0	50.0	0.1	Y2/DO 最大输出脉冲频率
166	P9.01	6	4	24	2	电机极数
167	P9.02	970	1500	30000	0	额定转速
168	P9.03	15.0	11.0	999.9	0.4	额定功率
169	P9.04	34.6	21.7	999.9	0.1	额定电流
170	P9.05	15.5	8.4	999.9	0.1	空载电流 I0
231	PC.00	6	6	8	4	通讯波特率
233	PC.02	7	1	247	1	本机地址

#7 功能码设定如下

序号	功能码	当前值	出厂值	上限	下限	名称
4	P0.03	3	0	8	0	控制运行模式
5	P0.04	0	0	4	0	开环主给定方式
6	P0.05	0.00	50.00	300.00	0.00	开环数字频率给定
7	P0.06	1	0	2	0	运行命令给定方式
9	P0.08	1.0	20.0	3600.0	0.1	加速时间 0
10	P0.09	1.0	20.0	3600.0	0.1	减速时间 0
12	P0.11	100.00	50.00	300.00	0.01	最大输出频率
14	P0.13	100.00	50.00	300.00	0.00	频率上限
86	P5.00	0	99	99	0	X1 端子输入功能选择
87	P5.01	2	99	99	0	X2 端子输入功能选择
100	P6.00	4444	0000	4444	0000	AI1~AI3、DI 模拟量输入曲线选择
154	P8.00	5.00	0.00	10.00	0.00	闭环数字电压给定(模拟量反馈)
157	P8.03	0.080	0.200	10.000	0.000	比例增益 KP
158	P8.04	0.100	0.500	10.000	0.000	积分增益 Ki
159	P8.05	0.000	0.000	10.000	0.000	微分增益 Kd
160	P8.06	0.002	0.002	30.000	0.001	采样周期
161	P8.07	0.0	5.0	20.0	0.0	偏差极限
162	P8.08	0010	0000	0011	0000	PID 调节选择
166	P9.01	6	4	24	2	电机极数
167	P9.02	970	1500	30000	0	额定转速
168	P9.03	15.0	11.0	999.9	0.4	额定功率
169	P9.04	34.6	21.7	999.9	0.1	额定电流
170	P9.05	9.5	8.4	999.9	0.1	空载电流 I0
171	P9.06	0.273	0.407	65.000	0.000	定子电阻 R1
172	P9.07	2.2	2.6	2000.0	0.0	定子漏感 L1
173	P9.08	0.199	0.219	65.000	0.000	转子电阻 R2
174	P9.09	57.6	77.4	2000.0	0.0	互感 L2
231	PC.00	6	6	8	4	通讯波特率

3.4 双变频拉丝机 3

3.4.1 系统介绍

双变频拉丝机可实现对铜线或者钢线逐级拉伸并将成品快速收卷，一般常用于 0.1mm 以上线材的加工。双变频拉丝机通常采用被动放线，原材料经过放线架进入拉伸箱内，经过多个模具后，线径被拉细至预先设定的粗细，然后经过排线工艺后再层绕到工字轮上。

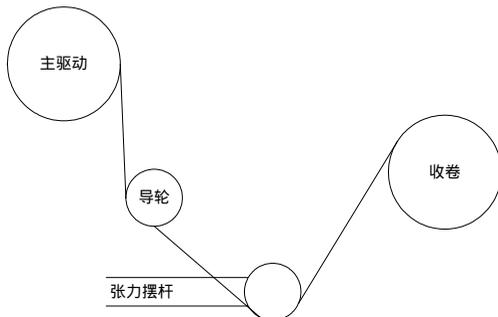


图 3-5

3.4.2 工艺介绍：

- 1、穿模。实现整机启动工作之前，必须通过手工将原材料前端打磨并逐级通过模具。一般通过脚踏开关实现电机点动低速转动，同时采用工具将丝线从模具的前端牵拉到后端，通过模具后的丝线为了能够通过下一级模具，先要将其前端打磨或拉细，后才可以通过下一级模具。在这个工艺环节里，要求电机在启动和低速运行时力矩大且稳定，运行转速稳定，而且在减速停机时电机没有反转。
- 2、拉伸。手工完成穿模以后就可以通过逐渐加大电机转速实现连续的拉伸过程了。注意双变频拉丝机的拉伸通常是由一台电机实现的，无论有几个模具来实现逐级拉伸。在实际运行过程中，电机的运行速度范围会比较大，甚至电机会在恒功率区工作。在这个工艺环节里，要求无论负载大小，电机速度波动小，低速或弱磁区工作时转矩输出大且稳定。
- 3、收卷。收卷部分是一台独立的电机驱动，和拉伸电机之间没有任何的机械联动关系。经过拉伸后的成品需要同步地缠绕在工字轮上，在整个工艺过程中，无论启动加速、停机减速，任何线速度下的恒速运行均要求收卷电机和拉伸电机的运行转速同步，否则就会出现丝线拉断或者缠绕乱线等异常。在这个工艺环节里，要求收卷电机调速响应快，速度控制精确。
- 4、排线。通常成品线材是层绕在工字轮上的，在工字轮的横轴上，线材应该一圈一圈平行紧密地从横轴的一段到另一段排列在一起，实现一层；再逐层地加厚最后实现一卷成品。这就要求有一个排线装置来完成线材在横轴上端到下端往复的排列成品线材。根据机械设计的要求，排线的实现有很多种方案，比如机械，变频，或伺服等。
- 5、急停。当设备运行过程中，若出现紧急情况，要求整个设备尽可能快地停下来。这时候拉伸和收卷电机处于快减速的状态，要求停机过程结束后丝线不会被拉断，这样才可以保证下次可以顺利启动。

3.4.3 产品特点

- 1、收卷部分的摆杆控制优良。摆杆反应了拉伸部分和收卷部分同步运行的一致性和保持线上张力大小的稳定性。一般当收卷速度快于拉伸速度摆杆会上翘，反之摆杆会下垂。由于蓝海华腾拉丝机专用变频器内置速度同步的专用算法，并发挥了变频器转矩响应快，稳速精度高的优点，保证了启动时无论摆杆当前位置，可一次到达平衡位置无振荡；运行时无论当前线速度和工字轮卷径大小，摆杆均稳定无振荡。
- 2、点动穿模时操作更顺畅。由于穿模时需要频繁点动，所以拉伸电机处于静止、加速、低速运行、减速、静止等状态下的反复切换；在拉伸线径较大的情况下，启动瞬间的电流可能非常大，此时蓝海华腾变频器低速下大力矩输出以及优良的电流限定能力可以使得走线平稳、不跳闸；在拉伸线径较小的情况下，启动不平稳或停机电机有倒转均会导致丝线断，此时蓝海华腾变频器根据实际应用经验设计的起停专用特性可保证手工穿模的成功率大大提高。
- 3、对该行业的特殊要求有丰富的经验。比如急停时要求拉伸和收卷要同步快速减速，此时收卷部分是一个大惯量负载的特性，一般要通过能耗制动的办法快速停车。蓝海华腾变频器可以在整个系列内置制动单元，还可以提供整个系列共直流母线的解决方案；再比如由于材料或机械的原因突然断丝，蓝海华腾变频器可以检测到断丝并自动停机，发出告警信号等待检修，排除故障后可继续运行，变频器的内部控制参数可保持稳定连续，不会受到以前断线的影响，从而保证前后控制特性的一贯良好性。（在该行业大量使用的国内某知名品牌的产品就存在上述问题）
- 4、灵活的表头显示。一般双变频拉丝机都配有两个表头，计米表和线速度表。由于蓝海华腾变频器支持操作面板外拉，所以用户在使用我司变频器时可以直接将拉伸和收卷变频器的操作面板作为计米表和线速度表固定在操作台的面板上，既方便又节约了成本。

3.4.4 总体方案概述：

- ◆ 拉伸部分选型：V5-E-4T**-L0(操作面板不支持线速度表功能)
V5-E-4T**-L1(操作面板支持线速度表功能)
- ◆ 收卷部分选型：V5-E-4T**-S0(操作面板不支持计米表功能)
V5-E-4T**-S1(操作面板支持计米表功能)
- ◆ 拉伸部分采用开环矢量控制，端子提供点动和运行功能，模拟给定 AI1 作为线速度给定，A01 输出拉伸部分当前的运行频率作为收卷变频器的线速度同步指令；
- ◆ 收卷部分采用复合控制，就是将拉伸部分送入的线速度同步指令的模拟量给定 AI1 作为主给定，摆杆当前位置的模拟量反馈 AI2 和平衡位置做 PID 调整后的输出作为辅助给定，实现对拉伸部分的同步运行。

3.5 直进式拉丝机 2

3.5.1 系统介绍

直进式拉丝机可实现对铜线或者钢线逐级拉伸并将成品快速收卷，一般常用于 1mm 以上线材的加工。直进式拉丝机通常采用被动放线，原材料经过放线架逐级缠绕在多个拉伸的转鼓上,同时经过多个模具后，线径被拉细至预先设定的粗细，然后经过排线工艺后外层绕到工字轮上。要指出的是，与双变频拉丝机拉伸部分无论多少个模具都只有一个电机牵引所不同，直进式拉丝机每一级拉伸的转鼓都会有一个独立的电机驱动。

蓝海华腾拉丝机专用变频器内置速度同步的专用算法，并发挥了变频器转矩响应快，稳速精度高的优点，保证了启动时无论动滑轮当前位置如何，可一次到达平衡位置无摆动；运行时无论当前线速度和工字轮卷径大小，动滑轮均稳定无摆动。在无张力架的收卷方式下，收卷变频器通过高性能的转矩控制，直接控制线上的张力大小为设定张力，并且可以不安装速度反馈编码器和 PG 卡实现开环恒张力控制，安装方便，降低成本，维护简单。

- 3、点动穿模时操作更顺畅。由于穿模时需要频繁点动，所以拉伸电机处于静止、加速、低速运行、减速、静止等状态下的反复切换；在拉伸线径较大的情况下，启动瞬间的电流可能非常大，此时蓝海华腾变频器低速下大力矩输出以及优良的电流限定能力可以使得走线平稳、不跳闸；在拉伸线径较小的情况下，启动不平稳或停机电机有倒转均会导致丝线断，此时蓝海华腾变频器根据实际应用经验设计的起停专用特性可保证手工穿模的成功率大大提高。
- 4、对该行业的特殊要求有丰富的经验。比如急停时要求拉伸和收卷要同步快速减速，此时收卷部分是一个大惯量负载的特性，一般要通过能耗制动的办法快速停车。蓝海华腾变频器可以在整个系列内置制动单元，还可以提供整个系列共直流母线的解决方案；再比如由于材料或机械的原因突然断丝，蓝海华腾变频器可以检测到断丝并自动停机，发出告警信号等待检修，排除故障后可继续运行，变频器的内部控制参数可保持稳定连续，不会受到以前断线的影响，从而保证前后控制特性的一贯良好性（在该行业大量使用的国内某知名品牌的产品就存在上述问题）。
- 5、同步速度给定方式灵活多样。可以提供多种用于拉伸前后级同步速度给定方式：模拟量级联，高速脉冲级联，MODBUS 模式下的上位机通讯，带 PROFIBUS 总线适配器的上位机通讯。

3.5.4 总体方案概述

- ◆ 拉伸部分选型：V5-T-4T**
- ◆ 收卷部分选型：V5-T-4T**S0(有张力架方式)
V6-H-4T**(无张力架方式，无需卷径计算)
V6-T-4T**(无张力架方式，需要卷径计算)
- ◆ 拉伸部分的同步实现基本原理如下：后一级跟随前一级的速度变化，后一级拉伸电机的运行速度给定采用复合控制；主速度给定是由前后级的线材流量计算确定的，气臂运动的当前位置的模拟量反馈和平衡位置做 PID 调整后的输出作为辅助给定；最前一级的运行速度直接为设备运行的线速度给定。
- ◆ 有张力架方式的收卷部分采用速度控制，其速度给定采用复合控制，主速度给定是前级运行的当前线速度，张力架上的动滑轮的当前位置的模拟量反馈和平衡位置做 PID 调整后的输出作为辅助给定；
无张力架方式的收卷部分采用转矩控制，若只做线上的恒转矩控制时，通过模拟量给定目标转矩即可实现；若考虑到随着工字轮上的收卷卷径不断变化而线上的转矩给定自动变化，还需要做线上恒张力控制，需要送入前。
级运行的当前线速度，变频器机内可自动计算当前卷径，这样模拟量可直接给定目标张力。

3.6 双变频器细线拉丝机

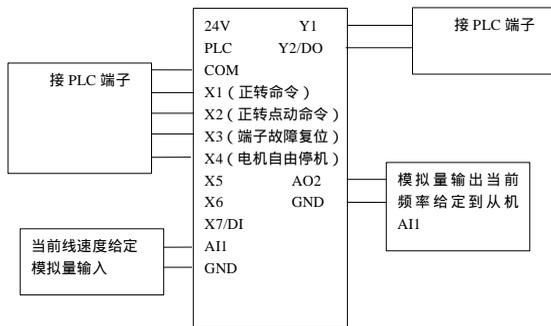
3.6.1 现场情况：

- ◆ 调试机器与设备：细线拉伸机。
- ◆ 蓝海华腾变频器型号：主机：V5-E-4T11-L0 从机：V5-E-4T5.5-S0
- ◆ 电机铭牌参数：
- ◆ 主拉伸电机：额定功率 11KW、额定电流 22.6A、额定转速 1460rpm、4 极
- ◆ 收卷电机：额定功率 4KW、额定电流 8.8A、额定转速 1440rpm、4 极

- ◆ 收卷卷径：空卷 220mm、满卷 300mm

3.6.2 系统接线图和参数设置：

- ◆ 主机接线：



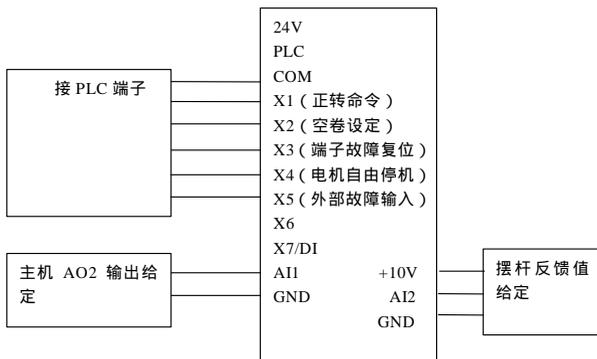
拉丝机主变频器的接线图

图 3-7

- ◆ 主机功能码设定：

P0.03=4 P0.04=1 P0.06=1 P0.08=80.0 P0.09=80.0 P0.11=70.00 P0.13=70.00
 P3.11=4.00
 P5.00=02 P5.01=00 P5.02=20 P5.03=24
 P6.04=70.00 P7.00=02
 P7.01=48 P7.04=48 P7.05=98.0 P7.10=12.1 P7.20=6.00 P7.21=3.0
 P9.00=1 P9.01=4 P9.02=1460 P9.03=11.0 P9.04=21.7

- ◆ 从机接线：



拉丝机从变频器的接线图

图 3-8

◆ 从机功能码设定：

P0.03=3 P0.04=2 P0.06=1 P0.08=1.0 P0.09=1.0 P0.11=75.00 P0.13=75.00
P1.05=2
P2.02=2Cb0
P3.03=00.20 P3.04=0.5 P5.00=02 P5.01=34 P5.02=20 P5.03=19 P5.07=0.09
P6.00=4441 P6.06=0.2 P6.08=75.00 P6.22=0.002 P6.23=0.002
P8.00=04.00 P8.03=0.135 P8.04=0.088 P8.05=0.05 P8.06=0.001 P8.07=0.0
P8.08=10
P9.02=1440 P9.03=5.5 P9.04=13.0
H0.00=1 H0.01=0.132 H0.03=0.05 H0.04=2500 H0.05=500 H0.06=1.83
H0.07=300 H0.08=220

3.6.3 系统方案：

本拉丝机系统采用速度控制方式，主变频器采用无编码器速度反馈矢量控制的过程开环控制方式，从机采用 V/F 控制的复合控制方式。

主变频器：来自拉丝机线速度（操作面板上可见）经由 AI2 作为变频器的主给定，AO2 输出模拟量电压给从机即采用级联控制法，实现主，从变频器速度同步，以保持收卷的稳定。

从变频器（收卷机）：复合过程中的过程开环主给定由主变频器给定，由 AI1 输入。P8.00 为模拟量反馈闭环控制主给定方式，AI2 为模拟量反馈闭环控制主反馈给定方式，两者进行 PID 调节。最后 PID 调节频率与 AI1 输入频率叠加一起作为从机的频率给定。

3.6.4 注意事项：

- ◆ 线路接好以后，观察主机输出（若无，检查接线是否良好）与从机输入量是否一致。
- ◆ 当收卷机的摆杆运行在平衡位置时，观察以下两项：
- ◆ d2.21 与和实际卷径 H0.11 是否一致；d2.20 和收卷的实际运行频率是否一致；
- ◆ 当出现故障时，观察以上两项，并查看出现故障过程中收卷变频器输出电流的变化，输出频率的变化，电流，频率是如何变化的，记录故障代码 d0.00—d0.11 的值。
- ◆ 有关 Kp、Ki、Kd 的说明：H0.01、H0.02、H0.03 对应的 Kp、Ki、Kd 是对 PID 闭环增益调节的补充参数。一般该组参数在满卷的情况下作用最强，P8 组的 PID 参数在空卷的情况下作用最强，在半卷时取两者的平均值，所以在参数调节时注意两组参数与收卷半径的对应，配合使用。
- ◆ 在启动时查看摆杆的摆动幅度，调节 P8 组及 H 组功能码，使摆杆调到最佳位置，满足生产的工艺要求。

第四章 恒张力收放卷设备

4.1 蓝海华腾变频器收放卷设备应用选型介绍

4.1.1 标准变频器与收放卷变频器型号介绍

V5-H、V6-H 属于标准产品。

V5-T、V6-T 属于收放卷行业专用变频器，可以进行卷径计算。

V5 仅仅支持速度控制模式，V6 不仅支持速度控制模式，还支持转矩控制模式。

H 系列是标准产品，不能进行卷径计算，T 系列包括了 H 系列的主要功能，还有行业特定的功能，可以进行卷径计算，有相应卷径计算功能码做相关设置，比如 H0.00、H1.00、H1.24 等等功能码。

V5-H 仅仅能做一个无速度编码器反馈的矢量控制，比如木工机械、音乐喷泉、扶梯、陶瓷机械、离心机、塑料吹塑机、细微拉丝机、磨床、雕铣机、跑步机、大圆机等等行业应用中；

V6-H 可以做有速度编码器反馈的闭环矢量速度控制，还能做转矩控制，设置 Pd.00=1 变频器由速度控制模式变成转矩控制模式，这里可以设置 P6.21 作转矩给定或者张力给定以及速度限定。主要应用有：替换力矩电机、皮革机、鱼网编织机、浸胶机等等。

V5-T 只能实现有位置摆杆或者浮动辊的速度控制，比较典型的行业应用是拉丝机速度控制。V5-T 可实现卷径计算、进行 PID 调节的复合控制模式实现恒定线速度收放卷控制。应用行业主要有：双变频拉丝机(V5-E)、直进式拉丝机、层绕机、动力放线架、复卷机等等。

V6-T 包含了 V5-T 的主要功能，不仅能做速度控制，还能做转矩控制，可以实现恒定转矩控制或者恒定张力控制。主要应用行业有：卷纸分切机、复合机、压痕机、涂布机、造纸机械等等。

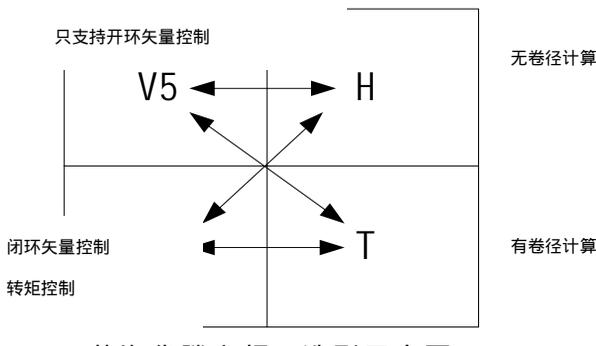


图 4-1

以上是选型示意图，一般的速度控制，采用 V5 的就行了，设备中有张力摆杆或者浮动辊，则采用有卷径计算的 T 型变频器，即 V5-T 的就可以达到此行业的控制效果，V5-H 没卷径计算，用于较普遍的速度控制行业。

如果行业应用中需要卷径计算，我们还得考虑是实现收卷还是实现放卷功能，设置 H0.00 对应的功能码参数。

行业应用中采用转矩控制模式时，选用 V6 系列变频器，一般的收卷皮革等材料，采用恒转矩控制模式就可以达到生产的需求，即选用 V6-H 系列变频器。但是随着收卷卷径变大时，收卷材料张力会越来越小，对于

普通的皮革收卷可能影响不大,对纸张等材料收卷可能有较大的影响,涉及到放卷时做材料图案印刷要实现速度同步,单做恒转矩控制没法满足生产的需求,我们可以采用恒张力控制模式,此时设置 H0.00=1 或 2 以后,还要有 H1.00=1 做张力控制,那么我们必须选用 V6-T 的变频器。有关恒定转矩控制和恒定张力控制,下面我们还要做详细的说明。

4.1.2 速度控制与转矩控制各种方案比较

◆ 方案 1：复合控制模式

我们在速度控制应用场合,在系统中有个张力摆杆或者气动浮辊,这是个很典型的信息,可以用我们的复合控制模式,在速度控制模式下做卷径计算,实现恒定线速度控制。下图(一)为一个张力浮辊图。

那么进行复合控制实现跟随前级速度且线速度恒定,我们可以通过一个简单的应用来作解释。首先复合控制是过程开环和模拟量反馈闭环控制,在调试指导里我们有个拉丝机速度

张力浮辊



图 4-2

控制方案,前级有个主拉伸变频器,收卷变频器跟随前级速度,有张力摆杆做 PID 调节,收线变频器采用 V5-T 变频器做卷径计算。过程开环频率由 AI1 输入前级速度,必须设置 P0.04=1,设置 P0.03=3 或 7 为复合控制模式,P1.05=2 模拟量反馈闭环控制主反馈为 AI2 输入浮辊信号模拟量。浮辊在收卷过程中的平衡位置有个目标模拟量,设置 P8.00=目标模拟量,如果浮辊实际位置在目标量左右时,PID 就进行调节,在开环频率给定基础上叠加一个反馈量,这样基本已经可以实现生产过程中的恒定线速度控制。但是由于有些设备,收放卷过程中卷径变化很大,我们要进行卷径计算,变频器随着卷径计算变大,会自动降低运行频率,更好的达到线速度同步。

这里我们说说速度控制的卷径计算问题:V5-T 张力控制专用说明书 H0 组功能码是卷径计算的关键功能码。首先要有个前级速度模拟量进入 V5-T 变频器 AI 模拟通道,作为跟随前级速度。H0.00=1 为收卷模式,H0.00=2 为放卷模式。从 H0.01 到 H0.10 这些功能码一定要设置正确,卷径计算与这些参数有关系。当设置好这些参数后,可以先运行设备,观察 d2.21 卷径计算实际值,然后目测收卷材料实际卷径是多少,如果 d2.21 偏大则修改 H0.04 最大线速度小点,反之则反,当计算卷径 d2.21 与实际目测基本一致时,则卷径计算正确,H0.11 是变频器执行内部计算调节频率的参数,d2.21 到 H0.11 有个卷径检出时间 H0.16,可以适当调节 H0.16 的大小,使 H0.11 卷径跟随 d2.21 稳定且响应时间适当。卷径大小与频率的关系这里有个公式:线速度(V) 频率(f)*卷径(D),也就是在收卷生产中,卷径越大,频率越低,从而保持材料线速度恒定。

以上有卷径计算满足线速度恒定,复合控制中的 PID 调节对线速度的不稳定因素进行微调,从而能更好的达到生产收卷的需求。

◆ 方案 2：恒转矩控制模式

这里有个计算公式：张力 (F) * 卷径 (D/2) = 转矩 (T)

采用转矩控制模式，必须设定 P0.03=4 为矢量控制，Pd.00=1 为转矩控制模式，由 P6.21 选择转矩张力指令与速度限定指令通道，比如由 AI1 给定速度限定指令，由 AI2 给定转矩控制指令，则设置 P6.21=0016。

变频器在收卷皮革应用中，采用恒定转矩控制方式，基本可以满足生产收卷的需求，这种控制方式是变频器最简单的控制方式，只是给定一个转矩，一个速度限定，然后对材料进行收卷生产。由于皮革材料韧度较大，采用简单的转矩控制方式也可以满足收卷的要求。

由上面公式可以得到，随着收卷卷径的增大，材料的张力会减小，收卷材料会稍微松点，此时操作工人可以适当扭大转矩 (T) 给定电位器，需要适时观察材料收卷松紧程度，来调节转矩给定电位器，这样需要操作工人手动控制，在生产中很不方便。在有些行业应用系统中，传动系统中加入一个张力控制器，我们给定一个恒定的转矩，随着收卷材料卷径变大张力需要增大，加入张力控制器后会自动增大收卷材料张力，但是张力控制器成本高，也不能更好的满足行业系统的需求。所以我们需要做卷径计算，通过变频器来调节转矩大小。下面我们介绍方案可以进行卷径计算，使张力保持恒定。

◆ 方案 3：恒转矩控制模式下的 H1.24 转矩补偿

计算公式：张力 (F) * 卷径 (D/2) = 转矩 (T)

此方案是解决方案 2 存在的问题。当由 AI 模拟量给定一个转矩量后，电位器给定的转矩就恒定不变了，由上面公式，随着卷径变大，张力会变小，当变频器能够做卷径计算，随着计算卷径变大，变频器内部会自动增大转矩给定，那么此时收卷材料张力就会保持不变。这里 AI 给定的转矩量 (T) 不变，由变频器内部增大转矩 (T) 给定量。

生产过程中，收卷卷径越来越大，给定的转矩也要相应变大，必须设置 H1.24 为某一参数值，H1.24 为转矩控制下的卷径张力系数，修正后转矩给定量=修正前转矩给定量*(1+H1.24*(当前卷径 H0.11/空卷卷径-1))，相当于此公式：张力 (F) * 卷径 (D/2) = (1+k) 转矩 (T)，对转矩 (T) 进行了修正。补偿随着卷径增大而增大的扭矩。

卷径计算在本方案中也起决定作用，必须正确计算卷径，才能正确补偿转矩量。有关卷径计算涉及到 H0 组功能码，和速度控制方案 1 卷径计算方式一样。请参考查阅。

◆ 方案 4：恒张力控制模式

说此方案之前我们先做个比较：恒转矩与恒张力。首先设置 Pd.00=1 为转矩控制模式，如果设置 H1.00=0 时，模拟量给定值为转矩量 (T)，如果设置 H1.00=1 时，模拟量给定值为张力 (F)。前面两个方案，我们都采用模拟量给定转矩 (T) 控制方案，方案 4 我们由模拟量给定恒定张力 (F)。

在方案 3 中我们通过设置 H1.24 张力系数来实现材料恒定张力的控制，模拟量给定的是转矩 (T)。方案 4 我们设置 H1.00=1，由模拟量给定张力 (F)，随着卷径增大，变频器自动调节转矩变大，实现恒定张力控制。P6.21=0048，4 为张力设定，8 为速度限定。在 H0 组设置有关参数进行卷径计算，和方案 1 卷径计算方式一样，请参考查阅。模拟量给定的是张力 (F)，此时设置了 H1.00=1，还要设置张力设定源 H1.01，若为 1 则为模拟量输入，H1.02 为 +10V 模拟量对应的最大张力，H1.08 材料密度必须设置准确，当设定一个材料密度后，启动系统运行，如果卷径计算不够准确，频率波动较大，也可以适当调节 H1.08 的数值、H1.09 设置收放卷材料宽度。

设置以上数据后，可以实现生产收放卷时，恒定张力的控制。方案 4 是我们做收放卷控制时的最高级调试方式，包括了收放卷行业的很多应用。

4.1.3 注意事项：

在做复合速度控制、恒转矩控制、恒张力控制时，要实现线速度或张力恒定，卷径计算是非常重要的，卷

径计算错误，也就没法达到所需控制效果。

在默认的线速度计算卷径模式下,做卷径计算要求有前级线速度

- 1、复合速度控制时，前级速度作为主给定设置 P0.04=1；
- 2、恒转矩控制模式下的 H1.24 转矩补偿制时，P6.21 分别为 0016，均由 AI1 作速度限定，AI2 作转矩给定，AI3 做线速度给定，还要设置 P0.04=3，由 AI3 给定前级线速度，才能进行卷径计算。
- 3、恒张力控制时，P6.21 分别为 0048，由 AI2 确定张力给定，AI1 即作为速度限定也作为线速度给定，才能进行卷径计算。

4.1.4 以上方案需要注意的功能码参数设置和模拟量通道设置

控制方式	P0.03	P0.04	P6.21	AI1	AI2	AI3	Pd.00	H0.00	H1.00
摆杆、摆辊反馈速度控制（有卷径计算）	3/7	1	0000	线速度给定	摆杆、摆辊反馈 P1.05=2	/	0	1	0
恒转矩控制（无卷径计算，无转矩补偿）	4/8	/	0016	速度限定	转矩给定 1	/	1	0	0
							H1.24 无效		
恒转矩控制（有卷径计算，有转矩补偿）	4/8	3	0016	速度限定	转矩给定 1	线速度 给定	1	1	0
							H1.24 有效		
恒张力控制模式（有卷径计算）	4/8	/	0048	速度限定和 线速度给定	张力给定	/	1	1	1

4.2 层绕机

4.2.1 系统介绍

在线材加工设备中，层绕机实现将大工字轮上的成品重新卷绕到小工字轮上。层绕机没有拉伸的功能，一般常用于 1mm 以上线材的加工。大工字轮和小工字轮分别由不同的电机驱动，工作时两个电机同步运行，一个放线而另一个收线，而且根据需要可以随时切换线材运行的方向，在正向工作和反向工作状态之间切换，即收线的变成放线的，而放线的变成收线的。

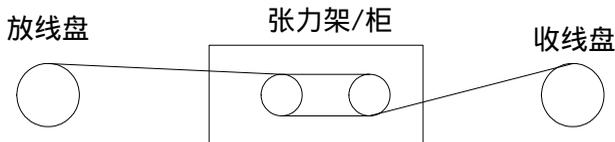


图 4-3

4.2.2 工艺介绍

- 1、正向工作的放线和收线。设备得到启动命令后同时启动并同步加速至设定的运行线速度（一般最大可至 30m/s）。大工字轮工作在放线状态而小工字轮工作在收线状态，当收线的小盘逐渐收满，到预定的计数或者计重数后，系统给出减速和停机的指令后，收线和放线的两台电机同步减速至停机。将收满的小轮取下换上空盘的小轮后，重新启动重复以上工作。
- 2、反向工作的放线和收线。在上述的正向工作期间，若发现小轮上缠绕的线材不整齐或有压叠，可切换工作状态到反向工作：此时大工字轮工作在收线状态而小工字轮工作在放线状态，设备启动后小轮上

的线材被重新缠绕在大轮上，直到小轮上的线材褪尽时，在停车状态下切换到正向工作。

- 3、同步运行。在设备工作过程中，由于启动运行或系统线速度给定可能随时会调整变化，所以要求收卷电机和放卷电机一定要时刻同步运行。若不同步，要么会造成工字轮上的丝线松散甚至乱线，要么可能造成成品局部的牵伸变形甚至拉断线。所以要求电机运行时力矩控制稳定且响应迅速。
- 4、空卷满卷启动或停车。在实际工作中，无论当前工字轮上线材缠绕的多少，也就是说无论卷径的大小，都会可能有启动或者停机的要求；特别是大工字轮满卷时，当前的工字轮最重，惯性也最大，加之考虑到摩擦力，系统惯量等因素和空卷时差别很大。所以要求，电机的可以输出的启动转矩要大且稳定，并且随着卷径的变化应补偿该变化引起的实际需求转矩的变化，快速停机时制动转矩大而且输出稳定保证同步性能好。
- 5、全速度范围内的运行。由于机械设计时需要兼顾低速和高速时的拉伸力矩，所以转动比一旦确定下来，收卷电机可能会工作在很低的转速下（比如 1Hz），也可能会工作在很高的速度下，甚至电机会在恒功率区工作。所以要求无论负载大小，电机的速度波动要小，低速或弱磁区工作时转矩输出大且稳定。
- 6、排线。通常成品线材是层绕在小工字轮上的，在小工字轮的横轴上，线材应该一圈一圈平行紧密地从横轴的一段到另一段排列在一起，实现一层；再逐层地加厚最后实现一卷成品。这就要求有一个排线装置来完成线材在横轴上端到端往复的排列成品线材。根据机械设计的要求，排线的实现有很多种方案，比如机械，变频，或伺服等。
- 7、急停。当设备运行过程中，若出现紧急情况，要求整个设备尽可能快地停下来。这时候拉伸和收卷电机处于快减速的状态，要求停机过程结束后丝线不会被拉断，这样才可以保证下次可以顺利启动。

4.2.3 蓝海华腾产品特点

- 1、转矩输出能力强，在全速度范围内可持续提供额定或者定甚至最高至 2.0 倍额定的转矩，对收卷盘径适应能力强。可以根据当前的盘径大小，自动补偿转动惯量，滑动时的摩擦力，采用智能收卷卷径识别，识别精度高，抗绕动能力强，从而从根本上保证了线材加工时提供前后一致的张力控制特性。
- 2、放线和收线同步控制优良。在放线和收线之间通常会会有一个张力架或者张力柜。无论是张力架还是张力柜都会有一个可以移动的动滑轮在线材的张力作用下不停的移动，其移动的位置就反映了放线部分和收线部分同步运行的一致性和保持线上张力大小的稳定性。由于蓝海华腾拉丝机专用变频器内置速度同步的专用算法，并发挥了变频器转矩响应快，稳速精度高的优点，保证了启动时无论动滑轮当前位置如何，可一次到达平衡位置无振荡；运行时无论当前线速度和工字轮卷径大小，动滑轮均稳定无振荡。
- 3、对该行业的特殊要求有丰富的经验。比如急停时要求拉伸和收卷要同步快速减速，此时收卷部分是一个大惯量负载的特性，一般要通过能耗制动的办法快速停车。蓝海华腾变频器可以在整个系列内置制动单元，还可以提供整个系列共直流母线的解决方案；

4.2.4 总体方案概述

- ◆ 大工字轮放线部分选型：V6-T-4T**-T1(当前线速度反馈信号为脉冲编码器信号)
V5-T-4T**-T1(当前线速度反馈信号为模拟信号)
- ◆ 小工字轮收线部分选型：V6-T-4T**-T1(可支持闭环矢量控制)
V5-T-4T**-T1(仅支持开环矢量控制)
- ◆ 确定小工字轮的牵引电机为基准电机，无论正向还是反向工作，系统的线速度由基准电机的转速确定，而另一台电机的转速是跟踪该基准电机的。
- ◆ 大工字轮的驱动变频器的速度给定采用复合控制，将反映当前线材线速度的测速信号送入 AI1（模拟量）或者 PG 卡（脉冲编码器信号）作为主给定，而动滑轮的当前位置的模拟量反馈到和平衡位置做 PID 调

整后的输出作为辅助给定；

- ◆ 小工字轮的驱动变频器速度给定即为设备工作的线速度设定。两台变频器均需要能耗制动实现无论在何盘重下快速启动停机,并在整个工作过程中保持对线速度指令的快速相应和收放线电机的精确同步。

4.3 箔绕机

4.3.1 系统图：



图 4-4

4.3.2 系统组成：

- ◆ 放卷电机 1 7.5KW 闭环矢量，带 PG 卡，变频器用 V6-T-4T7.5-T0
- ◆ 放卷电机 2 7.5KW 闭环矢量，带 PG 卡，变频器用 V6-T-4T7.5-T0
- ◆ 收卷电机 22KW V/F 控制，变频器用 V5-H-4T22G/30L
- ◆ 焊接电机 0.75KW V/F 控制 变频器用 V5-H-4T0.75G/1.5L
- ◆ 减速器：放卷的两台减速比为 4:3

4.3.3 系统要求：

- 1、收卷电机用于开环速度控制，由于卷径变化不大，所以不需考虑恒线速度问题，通过外部电位器给点频率；但是其运行和停止通过脚踏开关实现，即通过外部端子控制实现变频器的运行，要求有正、反转控制，主要是正转绕在收卷轴上，如果出现绕的不合格需要反转退绕，重新绕。其工作方式为，通过脚踏开关启动运行，绕上十几圈后，要求停机，进行工艺处理，处理结束后，在新的轴上绕。
- 2、放卷机正常工作在转矩工作模式，提供反向转矩，用于张紧材料，并保持足够的力矩；要求能提供静止张力和运行张力，并且两种张力要求分别可设，正常运行张力通过电位器有模拟量设定。在系统退绕时，同时也要提供足够的力矩，这时变频工作在转矩开环的收卷模式，要求材料不能松。对于进料和退料工作时，要求变频工作于速度模式，速度固定，运行速度比较小，同时为了配合夹紧装置，要求能有转矩限定。
- 3、收卷变频器，和放卷变频器要求能提供单动，联动控制，并且每台单动控制要求运行在速度模式下。
- 4、放卷变频器最好能工作在开环转矩模式，不要加编码器。
- 5、要求能降低能耗，最好使用直流母线控制方式。

4.3.4 变频器接线图：

◆ 收卷变频器：

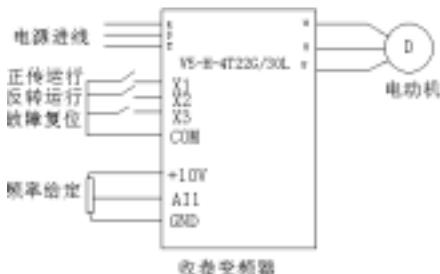


图 4-5

◆ 放卷变频器：

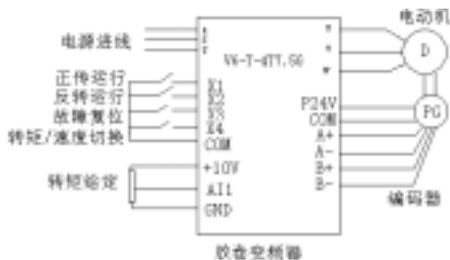


图 4-6

◆ 系统说明：

系统要求变频器采用单动/联动的状态，而且在联动时还需要采用正常收卷的状态和褪绕的状态，所以系统采用 PLC 控制，这样可以简化外部电路，减少故障点，便于维护和改变工作状态。所有的这些工作状态的转换通过转换开关，输入 PLC，经过 PLC 的程序，输出相应的工作状态，控制相应的变频器工作。

收卷变频器，由于其只是要求采用开环的速度控制，系统速度有外部模拟量调整，而工作状态有 PLC 控制，所以其控制方式比较简单，针对急停等功能需要配备制动单元（可变频器内置）制动电阻等。

放卷变频器要求能实现恒张力控制，根据客户需要采用转矩控制方式，但是系统要求在闭环矢量方式中运行，所以需要配备编码器，PG 卡等，而且根据其工作状态其始终使用在制动状态（即发电状态）所以，需要配备制动电阻，制动单元标准内置。其转矩控制功能有变频器实现。

4.3.5 调试过程：

- ◆ 电机自调谐：通过记录电机铭牌参数，进行电机的完整调谐。
- ◆ 变频器试运行：主要是确定电机方向，运行是否正常。
- ◆ PG卡参数设置：用于闭环矢量的调整，在刚开始由于PG卡的接线问题，导致无法正常闭环矢量运行，表现的状态为空载运行电流为27A左右，而且电机速度在震荡，经过更改PG卡接线，现在运行正常。
- ◆ 参数调整：主要是设定其运行参数，和相应的功能参数，让其正常运行。
- ◆ 带料试机。

4.4 恒线速度收卷机

4.4.1 现场情况：

- ◆ 调试机器与设备：收卷机
- ◆ 蓝海华腾变频器型号：V5-H-4T3.7G/5.5L
- ◆ 电机铭牌参数：
- ◆ 收卷电机：额定功率4KW、额定电流8.8A、额定转速1440rpm、4极

4.4.2 系统方案：

生产的成品薄膜需要中心卷曲为成品。成品通过计米辊时，有一个接近开关来表示计米辊转动的圈数。接近开关的脉冲数就和线速度成正比，反映了当前的线速度变化，收卷轴上的材料随着时间越来越厚，则为了实现收卷和前级速度的同步，必须时刻调整收卷变频器的运行频率来保证线速度恒定。

考虑用PID实现恒线速度运行，将计米辊每分钟运行的圈数作为PID的线速度数字给定，而接近开关的脉冲反馈即为线速度反馈；经过调节收卷变频器的输出频率来保持恒线速度收卷控制。

4.4.3 行业应用简图：

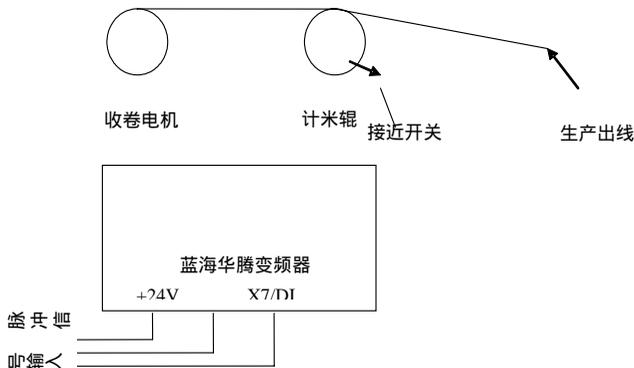


图 4-7

4.4.4 接线描述：

这里变频器用到收卷机上，选型为蓝海华腾变频器标准 V5-H，实现脉冲频率信号给定。描述计米辊：生产出线经过计米辊，计米辊上有个接近开关，它的作用是计米辊每转一圈它会记录一次脉冲数，这样可以得到一个脉冲给定量，我们就可以实现脉冲反馈了。

现场应用计米辊转动 1 圈则接近开关产生 1 个脉冲。

4.4.5 设置功能码为：

- P0.03=2（用单相脉冲反馈闭环控制）
- P5.06=47（X7 端子单相脉冲反馈功能）
- P8.01=180（每分钟 180 转）
- P8.02=1（每个脉冲反馈表示实际走 1 转）

4.5 开环转矩控制皮革机械收卷

4.5.1 现场情况：

- ◆ 调试机器与设备：收卷皮革机械（木绞纸）（塑胶纸）
- ◆ 蓝海华腾变频器型号：V6-T-4T 2.2G
- ◆ 电机铭牌参数：额定功率 2.2KW、额定电流 4.9A、额定转速 1500rpm、4 极

4.5.2 系统接线图：

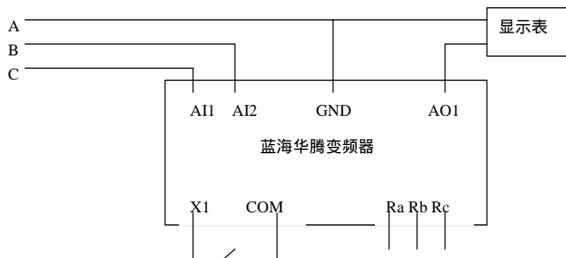


图 4-8

4.5.3 系统方案：

本系统采用变频器转矩控制模式，AI1 给定一个转矩量模拟电压给定，AI2 给定一个速度频率模拟电压给定，AO1 输出在显示表盘上显示 AI1 给定的转矩量数值。端子 X1 设置点动正转功能，此时变频器运行命令给定方式为端子给定方式。然后还有个继电器连接输入信号。

如上图所示连线图：B、C 间接入转矩调节模拟量，A、B 间接入速度调节模拟量，AO1 输出信号连接到显示表上。

收卷皮革机械采用两台收卷盘轮换收卷，一个收卷盘收满后，另一个盘就换过来继续收。所以两台变频器端子选择和参数设置都是一样的。在收卷时操作按钮转换实现两收卷机轮换工作。操作面板上的电位器控制变频器速度给定值。

4.5.5 功能码设置：

按以上控制方案，设置功能码为：P0.03=4、P0.04=2、P0.06=1、P0.08=0.1、P0.09=8、P0.11=80、

P0.13=80、P0.15=50、P5.00=2、P6.21=0061、P7.03=55、Pd.00=1

AI1 作为转矩给定的输入，AI2 作为速度限定；该场合的应用中材料为韧性较强的皮革纸而且满卷和空卷的卷径比在 2:1 以内，所以在不加速度反馈编码器的开环转矩控制下，控制效果良好。

4.6 中心收卷机

4.6.1 现场情况：

此公司在收纸机上用到变频器提供主传动力源，保证所收的纸平整，有张力，然后收卷机有 A、B 变频器轮换收卷，一个卷轴收满后自动转换为另一个卷轴收卷。这里涉及到卷径与张力，以及计算转矩，全部由厂家的 PLC 来计算数据，我司变频器由 PLC 计算结果来提供转矩，保持纸张张力恒定，还有一个速度限定值。厂家还设计了一个监控系统，可以很好的观察变频器转矩输出状况，很好的判断变频器的控制性能。

蓝海华腾 V6-H 标准产品即可满足该场合的应用。

4.6.2 系统接线图：

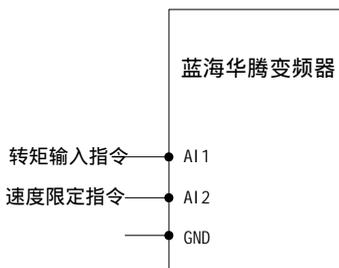


图 4-9

4.6.3 系统方案与功能码设置：

设置功能码为：P0.03=8、Pd.00=1、P6.21=4461、P5.00=2（正转）P7.02=14（故障输出）

若使用编码器，速度闭环，请设定编码器每转脉冲数和编码器方向

V6-H 标准产品：Pd.21=编码器每转脉冲数、Pd.22=编码器方向

V6-T 张力控制专用产品：H1.12=编码器每转脉冲数、H1.13=编码器方向

先做旋转自整定，功能码与接线做完后，可以先点动变频器低频运行，如果输出电流很大，则编码器方向设置不准确，改变编码器设置方向。

4.6.4 性能对比：

现场调试时，和安川变频器性能表现一致。

4.6.5 注意事项：

- ◆ 请注意，转矩指令输入 0-10V 表示 0-200%的额定转矩。
- ◆ 请注意，速度限定指令输入 0-10V 表示 0-P0.11 最大频率。
- ◆ 若输入的 AI 模拟量不是 0-10V，可考虑使用 P6 组频率曲线修正。

4.7 恒张力速度模式控制

4.7.1 调试流程

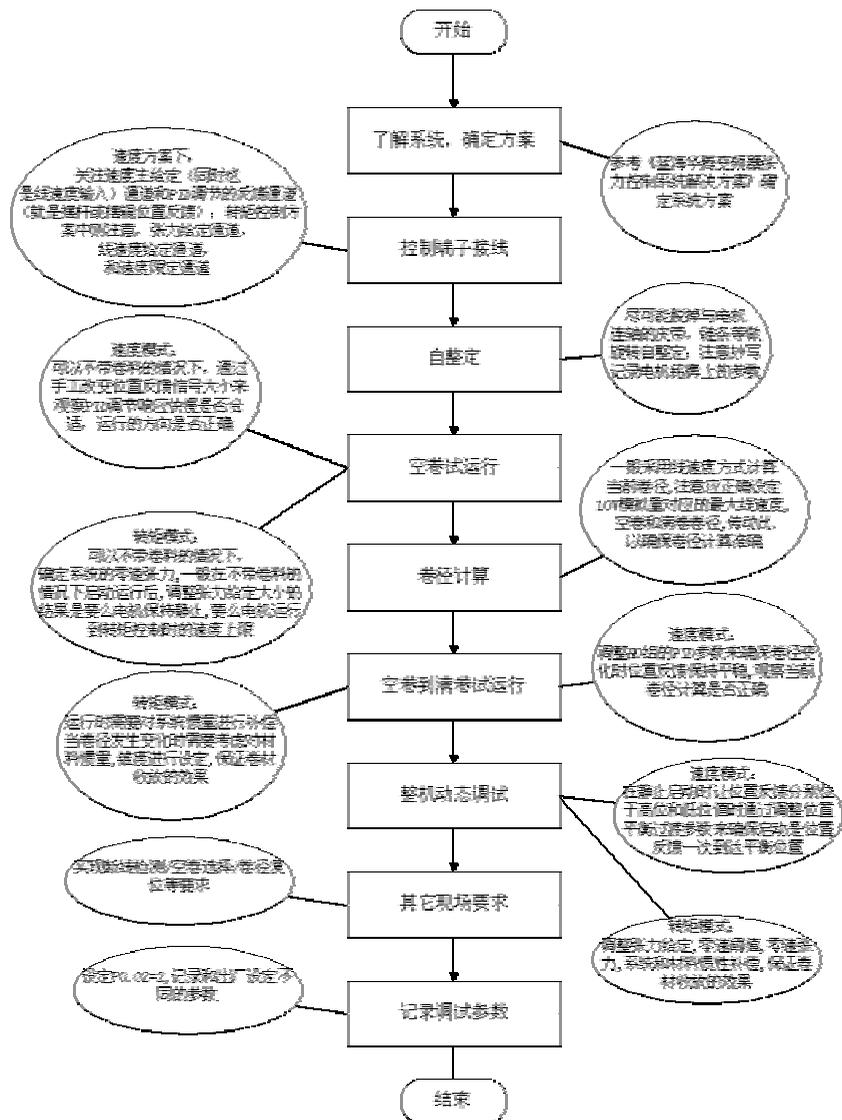


图 4-10

4.7.2 速度模式调试指导

以下为以速度模式下的收卷部分变频器调试为例:

- 1、电机整定调谐 将收卷部分的电机和卷轴之间的皮带轮去掉,设定 P 组电机铭牌参数并进行旋转自整定;注意电机极数设定错误则系统是不能正常工作的
- 2、参数初始化:将变频器初始化为收卷变频器 P0.01 = 5;则变频器设定频率显示 50.00Hz - >0.00 ~ 0.50Hz
- 3、控制端子接线:将 AI1 连接拉伸的 AO 输出(注意要设定主机的 AO 输出功能为运行频率),AI2 连接摆杆的反馈信号.视情况外接能耗制动电阻
- 4、收卷部分粗调 PID:检查 P0.03=3 ; P0.04=1 ; P1.02=0 P1.05=2;加减速时间 P0.08,P0.09=1.0s;LED 显示 AI1 应该为 0,AI2 应该为摆杆位置反馈电压,用手摆动摆杆记录最高位置和最低位置的 AI2 电压,并且找到平衡位置的电压,设置 P8.00 (默认设置 5V);不运行主机仅收卷运行,主机不运行时摆动摆杆,变频器运行频率应该随 PID 调节规律变化
- 5、确定收卷部分基本参数参数:H0.00=1;测量满卷的卷径和空卷卷径并设置 H0.07 和 H0.08;传动比 H0.06 为电机速度和皮带轮收卷侧速度的比值,最大线速度 H0.04 不是设计的最大线速度,而一定要确定前级输出 10V(最大频率)时的线速度是多少.
- 6、收卷部分空卷运行调试;确定当前卷径 H0.11 和实际空卷卷径一致.低速从平衡位置启动带材料运行;估算从空卷到满卷每增加 0.1mm 大约需要多少秒,将该数值设定在卷径刷新时间 H0.16
- 7、收卷部分满卷运行调试;换上满卷,注意需要手工更改 H1.11 为满卷;满卷启动,根据摆杆表现调整 H0.01,H0.02,H0.03

4.8 有编码器反馈的转矩控制

4.8.1 现场情况 :

- ◆ 调试机器与设备 : 渔网收线机
- ◆ 蓝海华腾变频器型号 : V6-H-4T-**G/**L-A2 或 V6-H-4T-**G/**L
PG 卡接线图 : 见蓝海华腾 PG 反馈卡使用说明书

4.8.2 系统方案 :

变频器实现闭环矢量控制,此时变频的控制板上应安装 PG 反馈卡,PG 反馈卡的接线方式见附页,在闭环矢量控制方式下,变频器的稳速精度指标达到万分之二.并可实现更高精度的转矩控制.

若使用转矩控制,可使用模拟输入端口 AI1 作为转矩给定量,用旋转电位器实现时,请连接控制板上的 +10V、GND、AI1 端子.

4.7.3 功能码设置 :

V6-H-4T-**G/**L-A2 时 : P0.03=8、H0.01=编码器每转脉冲数、H0.02=编码器方向选择 (若启动后电流很大,请调整 H0.02); Pd.00=1、P6.21=1

V6-H-4T-**G/**L 时 : P0.03=8、Pd.21=编码器每转脉冲数、Pd.22=编码器方向选择 (若启动后电流很大,请调整 Pd.22); Pd.00=1、P6.21=1

4.8.4 注意事项 :

- 1、一定要进行电机参数旋转自整定,自整定时,电机轴侧负载应该拖开,否则将无法实现正常的矢量控制;设置 P9.02=电机额定转速、P9.03=电机额定功率、P9.04=电机额定电流,设 P9.15=2,启动变频器进行电机参数自整定.

- 2、制时需要通过 AI 输入确定转矩给定目标量, P6.21 来确定用哪一路模拟通道进行转矩指令的输入, 比如用 AI1 输入转矩指令, 则 P6.21 的个位需要设定为 1(0~10V 输入对应 0~200%的额定转矩指令)
- 3、可以通过模拟量输入来对转矩控制时的速度进行限定, 比如用 AI2 输入做限定时, 则 P6.21 的十位需要设定为 6 (0~10V 输入对应速度限定在 0~P0.11 最大频率)
- 4、控制时, 可调整以下参数获得更优的控制效果。

	V6-H-4T-**G/**L (d1.01=1.046)	V6-H-4T-**G/**L (d1.01=1.045)	V6-H-4T-**G/**L-A2
静摩擦补偿系数	Pd.28	Pd.27	H0.07
滑动摩擦补偿系数	Pd.29	Pd.28	H0.08
转动惯量补偿系数	Pd.30	Pd.29	H0.09
转动惯量补偿频率上限 1	Pd.31	Pd.30	H0.10
转动惯量补偿频率上限 2	Pd.32	Pd.31	无该功能

当系统在转矩控制模式下, 为了使系统在 0 速运行时或者克服系统启动时的静摩擦力, 静摩擦补偿系数可提供给系统预设的转矩提升量。

系统运行时可能存在摩擦, 该摩擦可以减少变频器输出的转矩量, 可以通过设定滑动摩擦补偿系数减少该摩擦对变频器输出转矩的影响。

当系统负载惯量较大时, 需要在系统加减速过程中提供额外的转动惯量补偿。该转动惯量补偿系数确定的补偿量仅在转动惯量补偿频率上限 1 Pd.30 之下有效。

4.9 复合涂布机速度同步控制

4.9.1 现场情况：

- ◆ 调试机器与设备：金银卡纸复合涂布机
- ◆ 蓝海华腾变频器型号：V6-T-4T-5.5G/7.5L-TO-02
- ◆ 电机铭牌参数：
 - 1、主牵引电机：额定功率 7.5KW、额定电流 15.4A、额定转速 1440rpm、4 极
 - 2、复合涂布电机：额定功率 4KW、额定电流 8.77A、额定转速 1440rpm、4 极

4.9.2 系统介绍：

金银卡纸复合涂布机是生产新型高档包装用金银卡纸、珠光卡纸、转移镀铝纸等的专用设备, 其功能是将铝箔、PET 镀铝膜、转移镀铝膜、转移镭射膜和纸进行复合、上色, 然后干燥、冷却、收卷, 并确保贴铝面或镀铝面和薄膜不擦伤, 是生产烟盒、酒盒、铝箔纸等产品的主要设备。

系统整机由纸放卷-膜放卷(剥离)-上胶复合-涂布-干燥-牵引-收卷-控制-辅助装置九大部分组成。

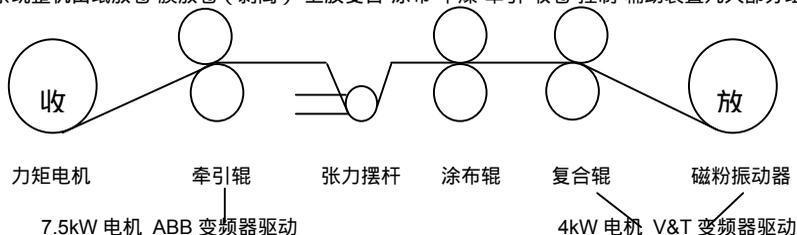


图 4-11

V&T 变频器用于替换原设备上的欧陆 620 变频器，驱动一台独立的电机控制涂布辊和复合辊的转动，和牵引主电机之间没有任何的机械连动关系。在整个工艺过程中，无论启动加速、停机减速，任何线速度下的恒速运行均要求涂布辊、复合辊和牵引辊保持运行线速度同步，否则就会出现纸张拉断、收卷移位、铝箔褶皱或者印刷断纹等异常。在这个工艺环节里，要求复合涂布电机调速响应快，速度控制精确，张力波动小。

4.9.2 系统方案：

本系统方案采用变频器速度控制模式，复合涂布机采用 V/F 复合控制，实现恒定张力控制。

驱动牵引主电机的 ABB 变频器，将当前牵引电机运行频率转换成 0~20mA 的模拟电流信号，输入给 V&T 变频器 AI1 端子，作为外部线速度给定。

摆杆当前张力位置信号，转换成 0~10V 模拟电压信号，输入至 V&T 变频器 AI2 端子，作为模拟量反馈闭环控制主反馈给定信号，实现快速准确的速度 PID 调节，实现复合控制，使位置信号或者张力反馈信号始终处于设定的平衡位置来实现恒定张力控制。

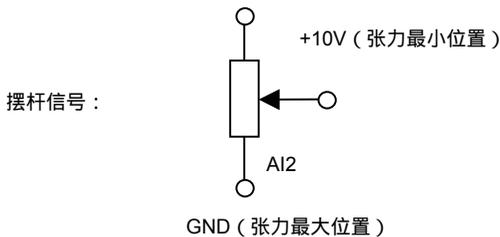


图 4-12

在这种工作模式下，变频器不需要外加张力控制器，不需要安装速度反馈编码器。

X1 端子功能设置为正转点动，实现主机停止后复合辊跟涂布辊继续低速运转，达到匀胶的目的。点动信号为外部电路控制，当匀胶功能有效时，主机停止后，点动命令立即有效。匀胶时，主机运行命令优先。

X2 端子功能设置为正转运行，运行停机信号由 ABB 变频器同步给定。

主回路需加装制动电阻，以实现快速停机制动。

4.9.3 功能码设置：

- ◆ 根据电机铭牌参数，设置相应的功能码
 - 1、最大输出电压 P0.12=380V;基本运行频率 P0.15=50Hz
 - 2、负载类型 P9.00=0 G 型 恒转矩/重载应用;电机极数 P9.01=4;额定转速 P9.02=1440rpm
 - 3、额定功率 P9.03=4kW;额定电流 P9.04=8.8A;令 P9.15=1，按 RUN 键，执行电机参数静止自整定。
设置电机空载电流 P9.05=4A
- ◆ 控制运行模式 P0.03=3 V/F 复合控制
- ◆ 开环主给定
 - 1、开环主给定方式 P0.04=1 AI1 端子 0~20mA 模拟量电流输入给定频率，跳线跳至 I 侧；
 - 2、模拟量输入曲线选择 P6.00=4440 AI1 输入曲线由模拟曲线 1 修正；
 - 3、P6.01=0.2，P6.02=0，P6.03=100，P6.04=48
 - 4、校正零漂，调节模拟电流对应的转速，使复合辊与牵引辊基本上保持线速度一致，张力摆杆在平衡位置左右波动。

◆ 模拟量反馈闭环参数

- 1、模拟量反馈闭环控制主给定方式 P1.02=0 数字电压给定(P8.00)；
- 2、数字电压给定 P8.00=4.88V 根据摆杆平衡位置时的 AI2 显示电压确定；
- 3、模拟量反馈闭环控制主反馈方式 P1.05=2 闭环反馈摆杆张力信号由 AI2 输入，跳线须跳至 V 侧。

◆ 系统响应速度

加速时间 P0.08=0.5S，减速时间 P0.09=0.5S

◆ 端子运行控制

- 1、运行命令给定方式 P0.06=1 端子控制
- 2、X1 端子输入功能 P5.00=0 正转点动
- 3、X2 端子输入功能 P5.01=2 正转运行
- 4、点动加速时间 P3.12=0.1S
- 5、点动减速时间 P3.13=0.1S
- 6、X2 端子延迟时间 P5.09=0.3S

◆ LED 运行显示参数（给定频率、运行频率、AI1、AI2、输出电流）

- 1、运行显示参数选择 P2.02=32CB
- 2、运行比例显示基准 P2.04=0 给定频率
- 3、运行比例显示系数 P2.05=100%

◆ 能耗制动选择 PA.09=1 能耗制动有效

◆ 辅助给定限定方式 PE.18=2 相对主给定限定

- 1、辅助给定限定比例 PE.19=50%
- 2、这样以实现即使主机不转，从机也不会因为摆杆不在平衡位置，PID 调节量不断增加，而致使从机转动起来。

◆ PID 参数

- 1、比例增益 Kp P8.03=0.02
- 2、积分增益 Ki P8.04=0.02
- 3、微分增益 Kd P8.05=0.003

4.9.4 现场调试：

- 1、由于该复合涂布机为十多年前的老款机型，无法得知主电机与复合电机之间的速度比，跟设备厂家联系也未能得到明确答案，而且主电机 ABB 变频器操作面板通讯故障，ABB 变频器的参数设置以及运行频率也无法查看，这些都给调试带来无比巨大的困难。因为这个系统要实现的就是两台电机的速度同步，而现在既无法得知主电机输出转速，也无法得知速度比，只能靠估算调节 V&T 变频器的频率曲线，使复合辊的转动速度基本上与主机牵引滚保持一致，设备带纸启动后，摆杆基本上保持在平衡位置左右摆动。
- 2、调试过程中，当摆杆位置反馈信号用模拟曲线 2 进行修正，即设置 P6.00=4410,P6.05=30.2,P6.06=0,P6.07=70.2,P6.08=50，PID 调节异常缓慢。而此时设置 P6.00=4440 即不加曲线 2 修正时，PID 调节正常。而此现象回到公司后未能复现，原因未知。
- 3、复合涂布机工艺上要求主机停止之后，仍然有匀胶功能，即复合辊和印刷辊继续点动运行。当运行命令无效时，立即给出点动信号，而当运行命令有效时，点动信号立即无效。但调试过程中，出现了变频器点动运行时，按下起动按钮，X2 端子信号有效，但是变频器没有运行。这就导致主牵引电机运行，而复合辊和涂布辊停止。经分析，因为点动停止信号和正转起动物信号是同步给出的。此时变频器

正处于点动减速过程中，不响应运行命令，因此启动命令未能生效。为解决该问题，将点动加减速时间设置为最短 0.1S，并增加了 X2 端子延时时间 0.3S，此时运行和点动相互切换的功能一切正常。

- 4、刚开始 PID 参数设置为 $K_p=0.130, K_i=0.065, K_d=0.02$ ，此时摆杆在平衡位置左右抖动较厉害。摆杆的抖动就是由于速度调节振荡引起的，由于牵引主机变频器传到后级变频器的模拟量速度同步信号比较稳定，而负载亦无较大波动，因此，此时的转速调节振荡主要是由于 PID 参数设置不当引起的。因为速度主给定量比较稳定，闭环 PID 只需要执行微调即可满足要求，所以，PID 调节的作用应该尽量弱一些。经反复试凑，得到最后的 PID 参数 $K_p=0.02, K_i=0.02, K_d=0.003$ ，此时 V&T 变频器的运行频率基本上在 $\pm 0.01\text{Hz}$ 范围内波动，摆杆的抖动幅度也满足工艺要求，实际复合涂布效果良好，纸张平整无褶皱，花纹无断层，收卷边缘平整无移位。开机运行一天，复合涂布效果良好，未出现任何故障报警及其他异常现象，经厂家验收合格。

4.9.5 现场照片：



图 4-13



图 4-14



图 4-15

4.10 柔版印刷机

4.10.1 现场情况：

- ◆ 现场机械与设备：六色幼齿柔版印刷机
- ◆ 蓝海华腾变频器型号：
 - 主机：V5-H-4T 3.7G/5.5L 放卷机：V6-T-4T 1.5G-T5-02 收卷机：V5-T-4T 3.7-S5
- ◆ 电机铭牌参数：
 - 主电机：额定功率 3.7kW、额定转速 1730rpm、额定电流 8A、基本运行频率 60HZ、电机极数 4 极
 - 收放卷电机：额定功率 2.2kW、额定转速 940rpm、额定电流 5.6A、基本运行频率 50HZ、电机极数 6 极

4.10.2 系统接线图：

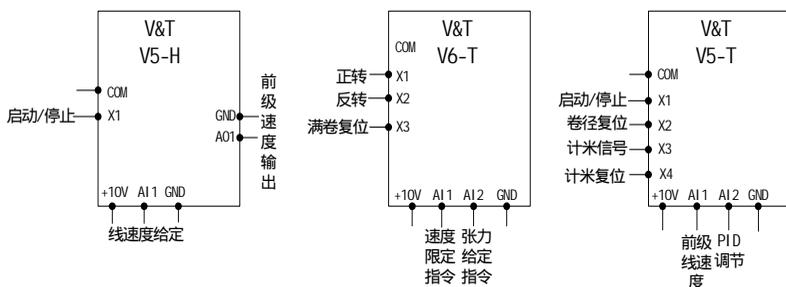


图 4-16

4.10.3 系统方案：

六色幼齿柔版印刷机有三台控制电机变频器，主牵引、放卷、收卷三台变频器控制电机实现收放卷速度同步。它用于材料的图片印刷，要求印刷图片清晰，图形线条分布整齐，不同颜色的染料分布在图形中的部位准确，图片某些部分需要两色颜料能够完全重合。这样就对主牵引机、放卷机、收卷机速度同步提出较高的要求。如果放卷机与主牵引机前后速度不同步，那么材料经过不同颜色染料辊时步伐不协调一致，印染位置就不对，导致图片染错位，印刷图片质量就不高。

V&T 变频器在本系统应用各部分作如下详细介绍：

放卷变频器加编码器作闭环矢量控制，提高控制转速精度。这里有个计算公式：张力 (F) * 卷径 (D/2) = 转矩 (T)，我们采用恒张力控制模式，设置 H1.00=1，即 AI2 给定张力 F，必须设定 H1.02=最大张力，变频器计算卷径 D/2 的变化来控制转矩 T 成正比的变化，从而保持材料张力 F 的恒定，这里卷径计算的是否正确决定了控制效果的好坏，卷径计算越接近真实值，控制变化输出的转矩越靠近所要达到的效果。由 AI2 输入跟随主机速度限定值，实现速度同步控制。放卷变频器作卷径计算，每次启动时都要作卷径满卷复位，即 X 端子设置多功能端子 35 号功能。

主机采用 V/F 控制方式，基本运行频率为 P0.15=60HZ，由 AI1 给定线速度模拟信号，电位器可调节速度大小，AO1 输出前级牵引速度模拟量到收放卷变频器，使收放卷速度跟随牵引速度。

收卷变频器采用复合控制方式，即开环频率给定加上闭环 PID 调节后频率，得到最终收卷运行频率。其基本调节过程是这样的：由 AI1 输入前级速度信号，我们设置 P0.04=1，材料在经过主机牵引印刷图案后，传

送到收卷轴，传送中间有个张力浮辊，由张力浮辊提供一个电压模拟量信号反映线速度的快慢，我们设置 P8.00=3.2V，浮辊在 3.2V 电压输出时处在平衡位置，在前级与后级线速度不一致时，浮辊输出信号会有变化，变频器通过 PID 调节来增减频率，实现前级与后级速度跟随一致。浮辊输出的模拟量信号输入到 AI2 通道，作 PID 调节。

本系统在运行过程中，收放卷变频器和牵引主机速度同步，设置相关参数后调速响应快，印刷图案线条分布整齐，不错位，满足客户需求。

4.10.4 功能码设置：

作矢量控制的变频器，首先作电机参数旋转自整定，需要拆下电机上的皮带，设置 P0.15=基本运行频率、P9.01=电机极数、P9.02=电机额定转速、P9.03=电机额定功率、P9.04=电机额定电流，P9.15=2，启动变频器，键盘显示“—AT—”作旋转自整定。

◆ 放卷变频器功能码参数设置：

P0.03=8、P0.04=1、P0.05=5、P0.06=1、P0.07=1、P0.08=2、P0.09=1、P2.02=bEd3、P3.09=0、P5.00=2、P5.01=3、P5.02=35、P6.00=4440、P6.02=10、P6.21=0048、Pd.00=1、Pd.01=3、Pd.03=3、H0.00=2、H0.04=115、H0.05=0、H0.06=2.36、H0.07=700、H0.08=100、H0.09=100.01、H0.10=100.01、H0.16=0.410、H1.00=1、H1.01=01、H1.02=200、H1.08=200、H1.09=300、H1.12=2000、H1.13=编码器方向（设定一个方向后，可按键盘点动，如果电流过大，电机抖动厉害，则改变一下方向）H1.24=0、H2.09=50.0、H2.10=10.0、H2.14=1.0、PE.23=1

◆ 主牵引机功能码参数设置：

P0.03=4、P0.04=1、P0.06=1、P0.08=20、P0.09=20、P2.02=0Cb2、P5.00=2、P7.03=48

◆ 收卷变频器功能码参数设置：

P0.03=7、P0.04=1、P0.06=1、P0.08=2、P0.09=2、P1.05=2、P2.02=32b0、P2.04=10、P2.05=0.05、P2.06=10、P2.07=0.05、P5.00=2、P5.01=32、P5.02=28、P5.03=29、P8.00=3.2V、P8.03=0.550、P8.04=0.460、P8.05=0.2、P9.00=1

4.10.5 调试注意事项：

- 1、调试中，出现端子控制失效时，查看端子 24V 和 PLC 铜排短接好没，确定把螺丝扭紧了。如果端子没问题，就检查控制开关按键出现问题没。
- 2、调试放卷变频器作卷径计算时，观察 d2.21 显示数据与真实目测材料卷径有多大误差，如果 d2.21 偏大则减小 H0.04 最大线速度，如果 d2.21 偏小则增大 H0.04 最大线速度，适当调节 H0.16 卷径检出时间得到 H0.11 当前卷径数值，H0.16 设置太小则 H0.11 变化过快，系统不稳定，H0.16 设置太小，则 H0.11 当前卷径与实际卷径 d2.21 相差太大，卷径计算就不正确。
- 3、适当设置张力设定参数，一般 7.5kW 变频器，模拟给定为 10V 时，对应 H1.02=1000N 的张力给定，其他功率按此同比例推算，则 1.5 kW 变频器给定 H1.02=200N 的张力给定。
- 4、设置 H1.08 材料密度时，得先估算材料密度值，让系统试运行，如果系统运行速度稳定，则材料密度设置接近实际密度，如果不稳定，再适当加减材料密度数值。材料宽度 H1.09 可以设置一个中间值。

4.10.6 现场图片

- ◆ 收卷轴收卷材料整齐，松紧一致



图 4-17

- ◆ 收卷轴前侧张力浮辊



图 4-18

- ◆ 左卷盘为放卷，右卷盘为收卷



图 4-19

◆ 柔版印刷机整体



图 4-20

◆ 柔版印刷机主电机传动部分



图 4-21

◆ 柔版印刷机的印染印刷过程，要实现速度同步，印刷效果才能好

4.11 带编码器反馈的收卷皮革机械

4.11.1 现场情况：

- ◆ 调试机器与设备：收卷皮革机械（A、B 换卷）
- ◆ 蓝海华腾变频器型号：V6-H-4T5.5G-C4(恒转矩控制)
- ◆ V6-T-4T5.5G-T5(恒张力控制)
- ◆ 电机参数铭牌：额定转速 1450 rpm、额定功率 5.5 kW、额定电流 12A、基本运行频率 50HZ

本设备用来收卷皮革物料，设备前级部分对皮革进行加工处理，加热、镀膜上色、整平等等，后级由 A、B 两轴轮换收卷皮革，由两台变频器分别控制 A、B 收卷辊轴（见下图所示现场实物图）。原来控制方案为恒转矩控制方式，辊轴能够正转、反转，由前级设备变频器提供给收卷变频器速度限定指令，电位器调节转矩输入指令，一个旋钮开关提供正反转指令。

4.11.2 系统接线图：

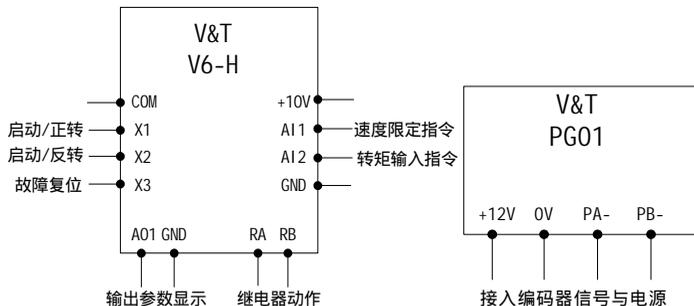


图 4-22

4.11.3 系统方案：

这里有个计算公式：张力（F）*卷径（D/2）=转矩（T）

本系统加编码器作闭环控制，提高控制精度，接线见上图所示。

- ◆ 恒转矩控制方案，V6-H4T5.5G-C4，带转矩控制时的正反转功能。

在皮革生产中，由于有很多种不同的皮革，材料密度、粗糙度、厚度、收缩性都不相同，故采用恒张力控制时，收卷卷径及材料密度等不方便设定参数，采用恒转矩控制方式是可以满足生产收卷需求的。随着收卷卷径的变大，收卷材料的张力会变小，所收的材料会有点松弛，这时候可以由工人操作增加转矩给定，使材料张力基本保持不变，这样收出来的皮革松紧适度、整齐。但是生产过程中，工人得根据卷径变化增加转矩给定，不方便生产。而实际现场生产中，在卷径越来越大的时，一般都没有增大转矩给定值，虽然收卷材料越到后面会越来越松，但是不会很明显时，影响不大。

这里我们由 AI1、AI2 分别给定速度限定指令和转矩限定指令，X 端子设定在转矩给定时卷轴正反转以及故障复位，见以上系统接线图。

- ◆ 恒张力控制方案，V6-T4T5.5-T5，有卷径计算，增加转矩控制时的正反转功能。

由于恒转矩控制时，没法做卷径计算，物料张力会越来越小，对生产有一定的影响。生产中收卷卷径变化很大，满卷卷径和空卷卷径比例超过了 10 倍的比例，空卷卷径为 100mm，满卷卷径会达到 1000mm 甚至更大，这样如果要实现张力恒定，由以上公式得到输出转矩就得随着卷径变大而变大。我们变频器内部能够作卷径计算后，可以自动调节输出的转矩，使材料张力保持恒定，免去了工人手工调节转矩指令给定旋钮的麻烦。这里变频器作卷径计算是个难点，需要准确输入收卷材料时的最大线速度 H0.04、最小线速度 H0.05、空卷卷径 H0.08、满卷卷径 H0.07，传动比 H0.06，卷径检出时间 H0.16，还有 H1.24 转矩控制下的卷径张力系数。设置好以上参数后，运行生产中观察卷径计算是否正确，如果卷径计算不正确可以对以上设置参数进行微调重新设置参数。只要卷径计算正确，那么变频器会自动输出相应的转矩以达到恒张力控制，满足生产的需求。

4.11.4 功能码设置：

首先作电机参数旋转自整定，需要拆下电机上的皮带，设置 P0.15=基本运行频率、P9.02=电机额定转速、P9.03=电机额定功率、P9.04=电机额定电流，P9.15=2，启动变频器，键盘显示“—AT—”作旋转自整定。

- ◆ 恒转矩控制方案的功能码设置：

P0.03=8、P0.06=1、P2.02=32CB、P3.03=0、P3.09=0、P5.00=2、P5.01=3、P5.02=20、P6.21=0016、Pd.00=1、PE.23=1（转矩控制时的正反转），P6 组功能码可以对速度限定指令和转矩限定指令模拟量参数进

行修正，根据客户需求可以设置不同的修正值，以更符合工人的操作习惯。

◆ 恒张力控制方案的功能码设置：

P0.03=8、P0.04=1、P0.06=1、P2.02=32CB、P3.03=0、P3.09=0、P5.00=2、P5.01=3、P5.02=20、P6.21=0016、Pd.00=1、PE.23=1(转矩控制时的正反转)，H0.00=1(收卷模式)，H0.04=最大线速度、H0.05=最小线速度、H0.06=传动比、H0.07=满卷设定、H0.08=空卷设定、H0.11 显示当前卷径、H0.16=卷径检出时间、H1.24 为转矩控制下的卷径张力系数，可以设置为 50%。设置好以上参数，可以实现恒张力控制。

4.11.5 调试注意事项：

调试收卷变频器作卷径计算时，观察 d2.21 显示数据与真实目测材料卷径有多大误差，如果 d2.21 偏大则减小 H0.04 最大线速度，如果 d2.21 偏小则增大 H0.04 最大线速度，适当调节 H0.16 卷径检出时间得到 H0.11 当前卷径数值，H0.16 设置太小则 H0.11 变化过快，系统不稳定，H0.16 设置太大，则 H0.11 当前卷径与实际卷径 d2.21 相差太大，卷径计算就不正确。

4.11.6 现场设备图片

◆ 收卷轴



图 4-23

◆ 前级整体



图 4-24

◆ 前级整体



图 4-25

- ◆ 同功率等级 5.5kW 的变频器，我司产品同某品牌对比，所占空间明显小些。



图 4-26

4.12 卷纸分切机

4.12.1 现场情况：

- ◆ 现场机械与设备：卷纸分切机
- ◆ 蓝海华腾变频器型号：主机 V5-H-4T 7.5G/11L、收卷机 V6-T-4T 11-T0
- ◆ 电机铭牌参数：
 - 主电机额定功率 7.5kW、额定转速 1440 rpm、额定电流 15.4A、基本运行频率 50HZ
 - 上下轴电机额定功率 11kW、额定转速 1440 rpm、额定电流 22.2A、基本运行频率 50HZ

4.12.2 系统接线图：

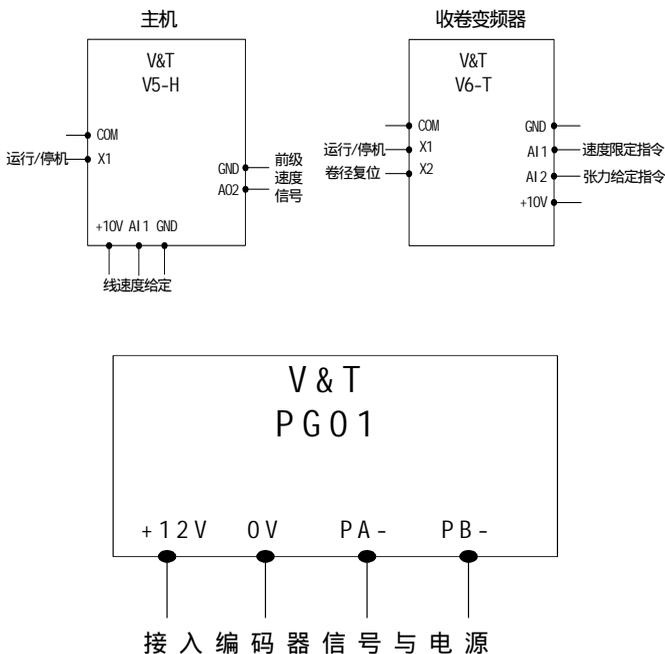


图 4-27

4.12.3 系统方案：

本系统收卷变频器加编码器作闭环控制，提高控制转速精度，接线见上图所示。

这里有个计算公式：张力（F）*卷径（D/2）=转矩（T）

本系统采用一台主机对纸品进行传动，主机前级的原材料纸卷轴一侧有个制动气阀，避免材料卷轴飞车，材料经过切纸刀片，将纸品切成同宽度的样纸，然后收卷轴将纸样收到卷轴上。现场收卷材料图片可以见后面附图。

主机为一台 7.5 kW 变频器作主拉伸与传动，X1 端子作起停设置，AO1 输出前级速度给收卷变频器，由 AI1 模拟通道作线速度给定，调节电位器可以改变主机运行速度。具体端子接线图见上图。

收卷机为两台 11kW 变频器，收卷电机加编码器，提高速度控制精度，有上下两个收卷轴。收卷系统在转矩控制模式下实现恒张力控制，AI1 输入速度限定指令，即前级速度限定指令，AI2 输入张力给定指令，X1 端子作运行停机指令，X2 端子作卷径复位。

这里要详细说明收卷机是怎么实现恒张力控制的：首先我们要明白由 AI2 给定的张力指令是力 F？还是转矩 T？一般的转矩控制时，设置功能码 Pd.00=1(H1.00=0)，由模拟通道 AI 给定的是转矩（T），在生产中随着收卷卷径变大，张力（F）会变小。但是我们这里应用的是转矩控制模式有效，即 H1.00=1，所以由 AI2 通道给定的是变频器控制电机出力 F，即给定上面公式里的张力（F），在分切卷纸生产中，当由电位器给定张力恒定后，纸张的绷紧程度就一致了，然后增大前级速度，随着收卷纸越来越多，卷径也越来越大，变频器要能够

准确计算卷径变大的数值，才能增大输出足够的转矩，变频器 DSP 会自动下达指令，当卷径变大时转矩正比于卷径变大，以保证收卷张力（F）恒定。这里卷径计算是否正确是控制的关键。

在本系统中，卷径计算准确，收纸过程运行稳定，与前级速度保持同步，收卷纸料整齐，松紧程度一致，能够很好的满足客户生产的需求，得到客户的认可。

4.12.4 功能码设置：

首先作电机参数旋转自整定，需要拆下电机上的皮带，设置 P0.15=基本运行频率、P9.02=电机额定转速、P9.03=电机额定功率、P9.04=电机额定电流，P9.15=2，启动变频器，键盘显示“—AT—”作旋转自整定。

◆ 收卷变频器功能码参数设置：

P0.03=8、P0.04=1、P0.06=1、P0.08=6、P0.09=20、P2.02=3Ebd、P5.00=2、P5.01=32、P6.21=0048、Pd.00=1、H0.00=1、H0.04=320（现场最大线速度）H0.05=3（现场最小线速度）H0.06=2.5、H0.07=750、H0.08=90、H0.09=90、H0.10=90、H0.16=0.1（为卷径检出时间，根据现场情况而定）H1.00=1、H1.01=01、H1.02=1000（为最大张力设定，根据现场情况而定）H1.08=700（为现场材料密度）H1.09=1830（为材料宽度，根据生产切割需要的宽度设定）H1.12=1024（编码器每转脉冲数）H1.13=编码器方向（设定一个方向后，可按键盘点动，如果电流过大，电机抖动厉害，则改变一下方向）H2.13=1、H2.14=1 或者 8

◆ 主机变频器功能码参数设置：

P0.04=1、P0.08=6、P0.09=30、P0.16=2.6、P5.00=2、P6.00=4440、P6.01=0.4、P7.02=9、P7.04=48、PA.09=1

设置好以上功能码参数后，可以实现收卷变频器跟随前级速度做恒张力控制，收卷纸样效果良好，满足了生产的需求。

4.12.5 注意事项：

- ◆ 做卷径计算，调试人员在现场首先要做的事情就是搞清楚几个重要参数。问：H0.04=最大线速度、H0.05=最小线速度、H0.07=满卷设置、H0.08=空卷设置、H1.08=材料密度（问不到，可以自己估计）H1.09=材料宽度、H0.06=传动比（问不到，可以自己测）。
- ◆ 在做卷径计算调试参数时，要时刻观察运行中 H0.11 的变化情况，联系 d2.21=实际计算卷径，然后目测纸张收卷的卷径，估计卷径大小，看 d2.21 显示值是否与目测估计值一致，如果 d2.21 偏大则设置最大线速度 H0.04 过大，可以将 H0.04 改小点，再观察数值显示情况，然后做相应的参数修改。d2.21 为变频器计算实际卷径，通过 H0.16 卷径检出时间，d2.21 的数值会过度到 H0.11，H0.11 为变频器作转矩输出改变的参考数据，适当调整 H0.16 卷径检出时间，可以得到更好的控制效果。
- ◆ 调试过程中，观察收卷变频器 AI1、AI2 模拟量电压显示多少，观察 AI1 速度限定模拟量显示与前级运行频率是否一致。

4.12.6 现场照片

- ◆ 在 50HZ 全速度运行时，上下卷分别收完一卷纸料，收卷纸张整齐松紧一致



图 4-28

- ◆ 前级纸料经过主机传送，到切割刀轮。



图 4-29

- ◆ 切割后的纸料收卷整齐，跟随前级速度稳定



图 4-30

4.13 分切机转矩方案收卷

4.13.1 现场情况：

- ◆ 现场机械与设备：卷纸分切机
- ◆ 蓝海华腾变频器型号：收卷机 V6-T4T3.7-02
- ◆ 电机轴侧编码器(12V,1024 线)
- ◆ 内置卷径计算和恒张力控制收卷
- ◆ 传动比 3.0,空卷卷径 96mm,满卷卷径 800mm,3.7kW 电机

4.13.2 系统接线图：

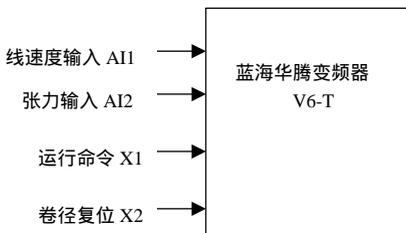


图 4-31

4.13.3 调试步骤：

- 1、将电机铭牌参数输入 P9.01~P9.04,脱开电机轴端负载后,P9.15=2 进行旋转自调谐;注意若不脱开电机轴端负载或者只进行静止自调谐,将无法完成下面的恒张力控制调试
- 2、将 P0.05=5.00Hz,用操作面板启动观察电机旋转方向是否正确,若不正确请调换 UVW 电机线中的任意两根
- 3、P0.03=4 观察开环矢量运行是否正常,操作面板运行频率波动在 0.1Hz 以内,电流波动 0.1A 为正常
- 4、P0.03=8,H1.12=1024 码盘线数,观察闭环矢量运行是否正常,操作面板运行频率波动在 0.1Hz 以内,电流波动 0.1A 为正常,若电流急剧变化,请更改编码器方向 H1.13=1 或检查编码器安装;
- 5、用 AI1 作线速度输入,需要将牵引变频器的运行频率通过牵引变频器的模拟量输出端子输出到收卷变频器的 AI1 上,并连接模拟量参考地(蓝海华腾变频器为 GND 端子).需要确认牵引变频器最大运行频率下输出 10V
- 6、用 AI2 作为张力设定,0~10V 输入表示 0~最大张力设定 500 牛,
- 7、若用端子 X1 启动,可设定 P5.00=2,P0.06=1
- 8、P0.03=8,P6.21=0048,
- 9、H0.00=1,H0.04=牵引工作在最大频率时系统的线速度,H0.05=0;
- 10、H0.06=3,H0.07=800.0,H0.08=96.0(默认空卷设定 1)
- 11、H1.00=1,H1.01=1,H1.02=500,H1.08 和 H1.09 如实设定
- 12、建议从空卷开始收卷,若不是空卷,请在停机状态下修改 H0.11 和当前实际卷径一致
- 13、稳定运行时,观察 D2.21 显示是否和实际卷径不一致,偏大则调小 H0.04,偏小反之

换卷需要对卷径进行复位,假设用 X2 端子进行复位,P5.01=32

4.14 分切机转矩方案放卷

4.14.1 现场情况：

- ◆ 现场机械与设备：卷纸分切机
- ◆ 蓝海华腾变频器型号：V5-T-4T7.5
- ◆ 内置卷径计算和转矩方案放卷
- ◆ 传动比 2.04,空卷卷径 90mm,满卷卷径 1000mm,7.5kW 电机

4.14.2 系统接线图：

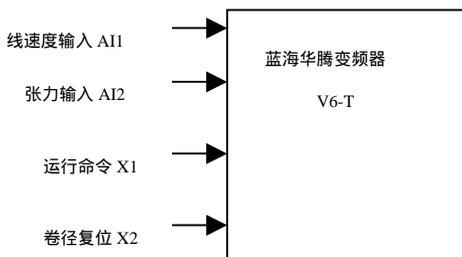


图 4-32

4.14.3 调试步骤：

- 1、将电机铭牌参数输入 P9.01~P9.04,脱开电机轴端负载后,P9.15=2 进行旋转自调谐;注意若不脱开电机轴端负载或者只进行静止自调谐,将无法完成下面的恒张力控制调试
- 2、将 P0.05=5.00Hz,用操作面板启动观察电机旋转方向是否正确,若不正确请调换 UVW 电机线中的任意两根
- 3、P0.03=4 观察开环矢量运行是否正常,操作面板运行频率波动在 0.1Hz 以内,电流波动 0.1A 为正常
- 4、P0.03=8,H1.12=1024 码盘线数,观察闭环环矢量运行是否正常,操作面板运行频率波动在 0.1Hz 以内,电流波动 0.1A 为正常,若电流急剧变化,请更改编码器方向 H1.13=1 或检查编码器安装;
- 5、用 AI1 作线速度输入,需要将牵引变频器的运行频率通过牵引变频器的模拟量输出端子 AO 输出到放卷变频器的 AI1 上,并连接模拟量参考地(蓝海华腾变频器为 GND 端子).需要确认牵引变频器最大运行频率下输出 10V
- 6、用 AI2 作为张力设定,0~10V 输入表示 0~最大张力设定 1000 牛,
- 7、若用端子 X1 启动,可设定 P5.00=2,P0.06=1
- 8、P0.03=8,P6.21=0048,
- 9、H0.00=2(放卷),H0.04=牵引工作在最大频率时系统的线速度,H0.05=0;
- 10、H0.06=2.04,H0.07=1000.0,H0.08=90.0(默认空卷设定 1)
- 11、H1.00=1,H1.01=1,H1.02=1000,H1.08 和 H1.09 如实设定
- 12、建议开始放卷时查检 H0.11 和当前实际卷径一致,若不一致请在停机状态下更改 H0.11
- 13、稳定运行时,观察 D2.21 显示是否和实际卷径不一致,偏大则调小 H0.04,偏小反之

- 14、 换卷需要对卷径进行复位,,假设用 X2 端子进行复位,P5.01=35(强制复位为满卷卷径)
- 15、 需加装制动电阻,安装制动电阻后,PA.09=1

4.15 分切机速度方案放卷

4.15.1 现场情况：

- ◆ 现场机械与设备：卷纸分切机
- ◆ 蓝海华腾变频器型号：V5-T4T7.5
- ◆ 带气压摆辊(位置反馈 0~10V)
- ◆ 内置卷径计算和速度方案放卷
- ◆ 传动比 2.04,空卷卷径 90mm,满卷卷径 1000mm,7.5kW 电机

4.15.2 系统接线图：

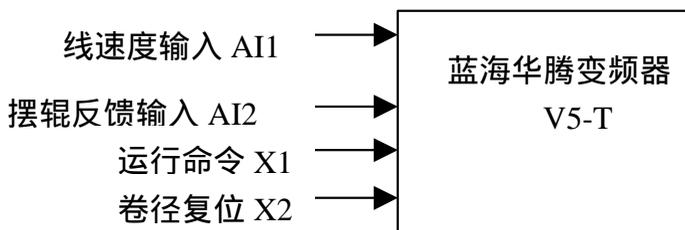


图 4-33

4.15.3 调试步骤：

- 1、 将电机铭牌参数输入 P9.01~P9.04,脱开电机轴端负载后,P9.15=2 进行旋转自调谐;注意若不脱开电机轴端负载或者只进行静止自调谐,将无法完成下面的恒张力控制调试
- 2、 将 P0.05=5.00Hz,用操作面板启动观察电机旋转方向是否正确,若不正确请调换 UVW 电机线中的任意两根,(速度控制模式放卷时,运转方向应和实际放卷方向一致)
- 3、 P0.03=4 观察开环矢量运行是否正常,操作面板运行频率波动在 0.1Hz 以内,电流波动 0.1A 为正常
- 4、 P0.03=8,H1.12=1024 码盘线数,观察闭环矢量运行是否正常,操作面板运行频率波动在 0.1Hz 以内,电流波动 0.1A 为正常,若电流急剧变化,请更改编码器方向 H1.13=1 或检查编码器安装;
- 5、 用 AI1 作线速度输入,需要将牵引变频器的运行频率通过牵引变频器的模拟量输出端子 AO 输出到放卷变频器的 AI1 上,并连接模拟量参考地(蓝海华腾变频器为 GND 端子).需要确认牵引变频器最大运行频率下输出 10V
- 6、 用 AI2 作为摆辊反馈信号输入,若放卷快时摆辊向 A 位置移动,放卷慢时摆辊向 B 位置移动,则要求摆辊在 A 位置时的反馈电压为 10V,摆辊在 B 位置时的反馈电压为 0V 输入
- 7、 若摆辊在 AB 位置的电压不能达到 10~0V,至少也是 8~2V.
- 8、 若用端子 X1 启动,可设定 P5.00=2,P0.06=1
- 9、 P0.03=11,P0.04=1,P1.05=2,P6.21=0000,
- 10、 H0.00=2(放卷),H0.04=牵引工作在最大频率时系统的线速度,H0.05=0;
- 11、 H0.06=2.04,H0.07=1000.0,H0.08=90.0(默认空卷设定 1)

- 12、 P8.00=5.0V(摆辊平衡位置),P8.03~P8.04 实际调整,P8.07=0;
- 13、 建议开始放卷时查检 H0.11 和当前实际卷径一致,若不一致请在停机状态下更改 H0.11
- 14、 稳定运行时,观察 D2.21 显示是否和实际卷径不一致,偏大则调小 H0.04,偏小反之
- 15、 换卷需要对卷径进行复位,,假设用 X2 端子进行复位,P5.01=35(强制复位为满卷卷径)
- 16、 需加装制动电阻,安装制动电阻后,PA.09=1



图 4-34

第五章 替换力矩电机

5.1 替换力矩电机的建议

5.1.1 关于静摩擦力矩补偿：

对于说明书提示在转矩给定为零时，调整变频器的静摩擦力矩补偿，其实应改为在给定转矩为 2.5% 或 3% 时，调整静摩擦力矩补偿才有效，才能使电机运行。而且电机表现的状态应该为电机在来回的抖动，即电机已启动，在运行，但速度比较低，而且在来回的晃动时，才能确定静摩擦力矩补偿是不是合适。

5.1.2 对于系统惯量的补偿：

对于系统惯量，其在高速和低速时，其补偿量是不一样的，需要采用两套参数进行补偿，这样才能在电机的低速，高速时保证负载上的张力不变。

5.1.3 对于材料惯量的补偿：

根据材料的密度，卷轴的长度，和收取或放卷的卷径进行材料惯量的补偿。

5.1.4 对于滑动摩擦的补偿：

在空载的情况下，电机在上下限频率之间运行，当转矩为能保证其稳定运行时的最小转矩，其百分量就是对于滑动摩擦的补偿量。

5.1.5 对于惯量补偿的自学习：

在调试中特别是第一次调试张力控制方案的变频时，对于惯量补偿，摩擦补偿等参数，没有实际的参考值，就很难给定，而且在正常开机时，如果惯量补偿量不准，则会引起变频的速度波动，对于某些纱线等产品，有可能引起绷断，有很多客户对于这种调试是不支持的，因为这会浪费很多材料。特别是在正常运行之后系统又出问题了，在这种情况下，如果要重调参数，客户一般不会很支持。所以，希望在调试时就能通过一个简单的功能，能通过自己的自学习就能得到这些补偿量，然后在运行中再做微调就会使调试简单多了。

调试时，由于在加速时钢丝会松，张力变小；而在减速时，由于正常是需要正常的转矩减去惯量和滑动摩擦补偿等量，如果不能做到，会导致停机时张力变大；这样如果在运行到一半时需要进行加速，减速等问题时，会导致产品的张力不稳定，整卷产品有问题，变成废品。

纵上所述，在对于力矩电机，特别是对于能自动进行补偿的力矩电机，应该采用我司变频器的收放卷功能变频来实现。

为确保替换力矩电机的效果良好，请注意：

- ◆ 要搞清原力矩电机的功率等级，电机极性，系统传动比，在替换过程中要保证选系统传动比不变的前提下，选取的电机功率等级和极数也不变。
- ◆ 条件允许的前提下，最好是变频电机(低速运行时效果会更好些)
- ◆ 在调试前，必须对电机进行脱开负载的旋转自调谐
- ◆ 在某些应用场合可能需要配合编码器，比如以下场合是需要考虑
 - 1、传动比较大，一般大于 3 是就要格外关注
 - 2、材料的抗拉伸性差，比如薄膜，纸张
 - 3、变频器运行频率比较低，如 5Hz 以下
 - 4、转矩给定比较小 5% 以下

5.2 替代力矩电机收线

5.2.1 系统介绍

现在的线材加工设备大多需要对加工完成的成品进行工字轮收线。过去常采用力矩电机驱动工字轮收线，但该方式能耗大，力矩电机和控制器维护成本高。蓝海华腾充分发挥产品自身优势，率先在国产变频器中提出并推广了无速度编码器反馈的开环转矩方案，该方案无需安装用于反馈电机速度的编码器信号，也无需任何张力架、张力传感器等反馈信号；产品采用先进的转矩控制算法，通过对收卷电机工作电流的辨识和解耦，以及机内对卷径的自动计算，实现了对异步电动机的精确转矩控制以获得优于力矩电机的线材卷绕的恒张力控制性能。

5.2.2 工艺介绍：

- 1、同步收线。在设备工作过程中，由于启动运行或前级处理线材的线速度给定可能随时会调整变化，所以要求后级收卷一定要时刻跟随前级当前的运行速度。若后级跟随慢了，会造成工字轮上的丝线松散甚至乱线，若后级跟随快了，可能造成成品局部的牵伸变形甚至拉断线。所以要求电机运行时力矩控制稳定且响应迅速。
- 2、空卷满卷启动或停车。在实际工作中，无论当前工字轮上线材缠绕的多少，也就是说无论卷径的大小，都会有启动或者停机的要求；特别是满卷时，当前的工字轮最重，惯性也最大，加之考虑到摩擦力，系统惯量等因素和空卷时差别很大。所以要求，电机的可以输出的启动转矩要大且稳定，并且随着卷径的变化应补偿该变化引起的实际需求转矩的变化，快速停机时制动转矩大而且输出稳定保证同步性能好。
- 3、全速度范围内的运行。由于机械设计时需要兼顾低速和高速时的拉伸力矩，所以转动比一旦确定下来，收卷电机可能会工作在很低的转速下（比如 1Hz），也可能会工作在很高的速度下，甚至电机会在恒功率区工作。所以要求无论负载大小，电机的速度波动要小，低速或弱磁区工作时转矩输出大且稳定。
- 4、排线。通常成品线材是层绕在工字轮上的，在工字轮的横轴上，线材应该一圈一圈平行紧密地从横轴的一段到另一段排列在一起，实现一层；再逐层地加厚最后实现一卷成品。这就要求有一个排线装置来完成线材在横轴上端到下端往复的排列成品线材。根据机械设计的要求，排线的实现有很多种方案，比如机械，变频，或伺服等。
- 5、急停。当设备运行过程中，若出现紧急情况，要求整个设备尽可能快地停下来。这时候拉伸和收卷电机处于快减速的状态，要求停机过程结束后丝线不会被拉断，这样才可以保证下次可以顺利启动。

5.2.3 蓝海华腾产品的特点：

- 1、收卷采用转矩开环控制，无需外加速度反馈的编码器信号，节约成本且彻底免除外界干扰，保证工作时不会因为反馈受到干扰停机，断线，速度波动。收卷转矩控制精度高，可准确提供用户需要的张力并且对张力给定响应快，保证加工的材料粗细均匀。收卷部分启动停机平滑，尤其是低速下张力控制稳定，收卷的线材不会被拉细或者拉断。
- 2、转矩输出能力强，在全速度范围内可持续提供额定或者最高至 2.0 倍额定的转矩，对收卷盘径适应能力强。采用先进的转矩电流识别算法，可以根据当前的盘径大小，自动补偿转动惯量，滑动时的摩擦力，采用智能收卷卷径识别，识别精度高，抗扰动能力强，从而从根本上保证了线材加工时提供前后一致的张力控制特性。
- 3、完全替代原有的力矩控制仪加上力矩电机方案，采用变频器和普通异步电机方案时，原有的操作习惯不变。
- 4、节能效果明显且使用可靠，原来的力矩电机发热带来低效以及易坏，现在的变频器方案可以保证精确

的力矩输出，无额外的热能耗，延长了整个系统的使用寿命。

5.2.4 总体方案概述：

◆ 收卷部分选型：

V6-H-4T**(不支持卷径计算)

V6-T-4T**(支持卷径计算)

- ◆ 采用矢量控制模式下 (P0.03=4) 的转矩控制方式 (Pd.00=1)。
- ◆ 为了保证在力矩电机收线改造过程后工作正常,需要重新将电机轴侧负载完全脱开后旋转自整定;建议用户在替换力矩电机改造时,变频电机的极数应和原力矩电机极数保持一致,以避免改造后的异步电机运行速度过高。
- ◆ 若只做线上的恒转矩控制时,通过模拟量给定目标转矩即可实现;若考虑到随着工字轮上的收卷卷径不断变化而线上的转矩给定自动变化,还需要做线上恒张力控制,需要送入前级运行的当前线速度,变频器机内可自动计算当前卷径,这样模拟量可直接给定目标张力。

第六章 空压机

6.1 蓝海华腾变频器 + 普乐特 MAM200C 控制器

6.1.1 推荐方案：

采用蓝海华腾 V5-H 高性能矢量控制型变频器 + 普乐特 MAM200C 变频空压机型控制器

6.1.2 方案特点：

- ◆ 矢量变频，高效节能，可达 50%
- ◆ 闭环恒压供气，可达 $\pm 0.01\text{Mpa}$
- ◆ 设备损耗低，寿命长，低噪音
- ◆ 自动压力、模式控制，持续供气
- ◆ 启动和运转平稳，对电网无冲击
- ◆ 带载启动迅速，力矩大，充气快
- ◆ 变频/工频切换
- ◆ 完善的保护机制，运行可靠
- ◆ 储气设备容积需求小

6.1.3 变频器参数 V5-H

功能码	设置	功能码	设置	功能码	设置
P0.03	0	P0.14	25	P6.01	20%
P0.04	1	P3.09	1	P7.02	14
P0.06	1	P5.00	2	P8.00	0
P0.08	3	P5.01	20	P9.01	2
P0.09	3	P6.00	4440	P9.02	2940

6.1.4 配线图

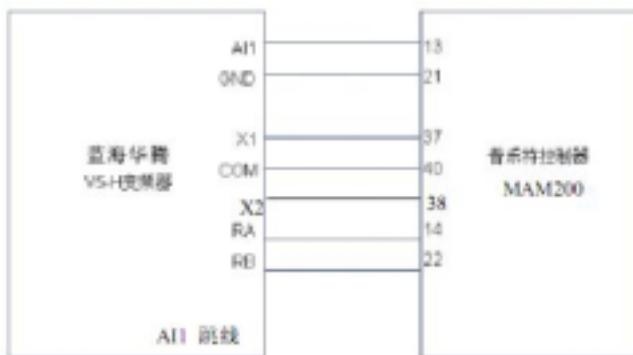


图 6-1

6.2 蓝海华腾 V&T 变频空压机解决方案

深圳市蓝海华腾技术有限公司是一家致力于变频器的研发、设计、生产与销售的高新技术企业，拥有丰富的行业经验和雄厚的技术实力。

针对空压机行业电能浪费严重，节能需求迫切的现状，公司经过深入研究，结合 V5-K 空压机专用变频器，推出了完整的空压机变频控制解决方案。

6.2.1 行业分析

据中国空压机网调查：

全国有 180 亿元/年的空压机市场，有超过 400 万台空压机在工作，22KW 以上功率等级的空压机超过 100 万台，22kw 以下中小空压机以活塞式为主。年新增数十万台。

空压机一般按工厂最大负荷加 10-20%余量设计，另外工厂实际需求存在季节性及时间性波动，也导致用电量波动较大，所以空压机多数时间并非满载运行，节能空间很大。

空压机的用电量约占全部工业用电设备的 9%，节能降耗利国利民。

国家提供专项资金大力扶持节能降耗，这也进一步推动了空压机等产业的升级。变频空压机也越来越为广大用户接受。变频空压机已经成为未来的主流发展方向。

6.2.2 传统空压机的问题

◆ 传统空压机的工作图：

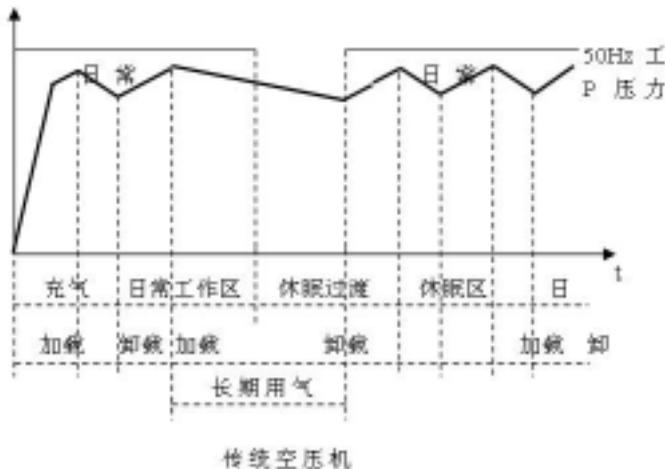


图 6-2

◆ 传统空压机的问题：

1、电能浪费严重

传统的加卸载式空压机，能量主要浪费在：

1) 加载时的电能消耗

在压力达到所需工作压力后，传统控制方式决定其压力会继续上升直到卸载压力。在加压过程中，一定会产生更多的热量和噪音，从而导致电能损失。另一方面，高压气体在进入气动元件前，其压力

需要经过减压阀减压，这一过程同样耗能。

2) 卸载时电能的消耗

当达到卸载压力时，空压机自动打开卸载阀，使电机空转，造成严重的能量浪费。空压机卸载时的功耗约占满载时的 30%~50%，可见传统空压机有明显的节能空间。

2、工频启动冲击电流大

主电机虽然采用 Y- 减压起动，但起动电流仍然很大，对电网冲击大，易造成电网不稳以及威胁其它用电设备的运行安全。对于自发电工厂，数倍的额定电流冲击，可能导致其他设备异常。

3、压力不稳，自动化程度底

传统空压机自动化程度低，输出压力的调节是靠对加卸载阀、调节阀的控制来实现的，调节速度慢，波动大，精度低，输出压力不稳定。

4、设备维护量大

空压机工频启动电流大，高达 5~8 倍额定电流，工作方式决定了加卸载阀必然反复动作，部件易老化，工频高速运行，轴承磨损大，设备维护量大。

5、噪音大

持续工频高速运行，超过所需工作压力的额外压力，反复加载、卸载，都直接导致工频运行噪音大。

6.2.3 变频器空压机的优点:

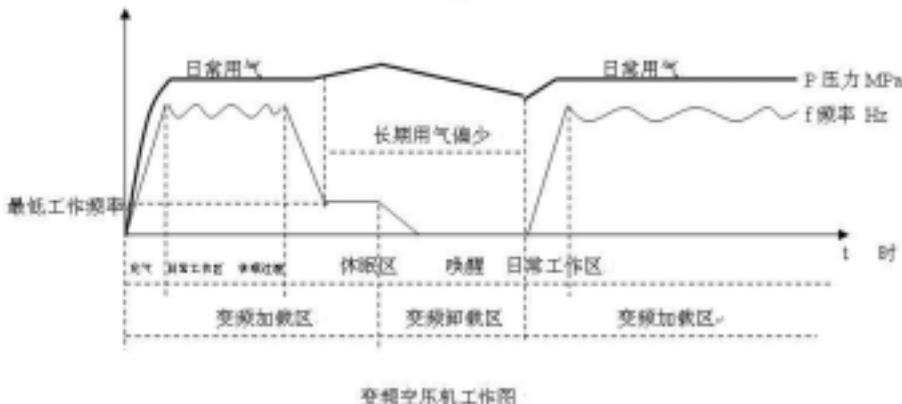


图 6-3

◆ 节能

节能原理：变频调速系统以输出压力作为控制对象，由变频器，压力传感器、电机组成闭环恒压控制系统，工作压力值可由操作面板直接设置，现场压力由传感器来检测，转换成 4~20mA 电流信号后反馈到变频器，变频器通过内置 PID 进行比较计算，从而调节其输出频率，达到空压机恒压供气 and 节能的目的。

变频节能表现在：

- 1、变频器通过调整电机的转速来调整气体流量，使电机的输出功率与流量需求成正比，保持电机高效率工作，功率因数高，无功损耗小，节电效果明显；

- 2、按严格的 EMS 标准设计，高速低耗的 IGBT 以及采用了高效的矢量控制算法，使得 V&T 变频器谐波失真和电机的电能损耗最小化；
- 3、自动快速休眠使得空载时间变短，电机完全停止，最大程度节能。无冲击启动及低频大转矩特性保证变频器随时带载起停。

◆ 节能空间：

灰色：变频空压机功耗曲线

绿色：节能部分 A，变频空压机比普通空压机节省的能量

浅蓝色：节能部分 B，变频空压机可能节省的能量。B 为当变频空压机已进入空久停机休眠阶段，而普通空压机没有进入休眠时，变频空压机节省的能量。如果变频空压机也没有进入休眠，则 B=0。

刚启动或休眠后启动时，普通空压机和变频空压机均运行在额定功率附近。因此变频空压机可以保证充气的快速性。

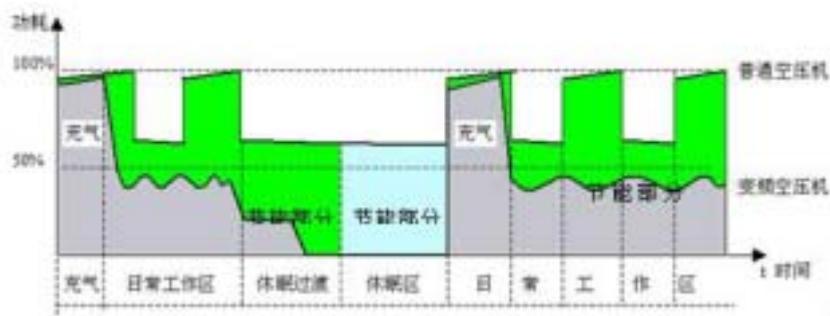


图 6-4

1、启动电流小，对电网无冲击

变频器可使电机启动、加载时的电流平缓上升，没有任何冲击；可使电机实现软停，避免反生电流造成的危害，有利于延长设备的使用寿命；

2、输出压力稳定

采用变频控制系统后，可以实时监测供气管路中气体的压力，使供气管路中的气体的压力保持恒定，提高生产效率和产品质量；

3、设备维护量小

空压机变频启动电流小，小于 2 倍额定电流，加卸载无须反复动作，变频空压机根据用气量自动调节电机转速，运行频率低，转速慢，轴承磨损小，设备使用寿命延长，维护工作量变小。

4、噪音低

变频根据用气需要提供能量，没有太多的能量损耗，电机运转频率低，机械转动噪音因此变小，由于变频以调节电机转速的方式，不用反复加载、卸载，频繁加卸载的噪音也没有了，持续加压，气压不稳产生的噪音也消失了。

总之，采用变频恒压控制系统后，不但可节约一笔数目可观的电力费用，延长压缩机的使用寿命，还可实现恒压供气的目的，提高生产效率和产品质量。

6.2.4V5-K 空压机专用矢量变频器的优点

针对空压机的特殊控制需求，蓝海华腾提出的产品策略是：一体化的专用变频器 + 用户可选的操作界面，对比一般采用标准变频器+专用控制器的方式。有更多优点：

- 1、变频器与空压机的运行特性紧密的结合 这是普通专用控制器无法做到的，不能专门针对空压机工况：满压启动、高环境温度设计、电压波动能力等方面进行设计。未来向高端发展，如：网络化控制，远程智能管理上，普通控制器也很难做到。
- 2、专用控制器的成本相对较高。
- 3、维护不便，出现问题时需要多家供应商一起维护，定位问题过程复杂。

为了将变频器更好地融入到空压机控制系统当中，我们推出了 V5-K 空压机专用变频器。采用一体化的结构设计，更紧密贴近空压机行业需求，实现了更加优异的控制性能：

- 1、内置的控制器完成空压机的所有控制功能。

控制器与变频器完美地结合成了一个有机整体，用户再不用配备额外的控制器，同时也大大简化了用户的安装接线和保养维护操作。

- 2、与变频器快速的交换数据，较传统方式快 5-10 倍。

V5-K 变频器能根据压力传感器反馈的压力信号，经过处理后直接调整电机的输出频率，而不需要像传统方式那样，通过控制器处理后给出一个模拟量作为变频器频率给定。这就大大降低了模拟量波动所带来的精度不稳，同时通过 485 通讯，数据能以更快速更准确的方式进行交换。

- 3、更有效的压力控制精度和响应时间

V5-K 变频器的频率给定可以精确到 0.01Hz，开环矢量控制稳速精度可达 $\pm 0.2\%$ ，甚至可以一转一转地控制电机转速，并且能自动补偿高负载时马达的转速变动。这就大大提高了系统的压力控制精度，快速精确地响应实际压力的变化。

- 4、高效的性能，支持空压机满压启动。

V5-K 变频器是全新一代的空压机行业专用变频器，采用国际同步的无速度传感器矢量控制技术，为电机在低速运转时提供更大的转矩。较高的启动转矩，完全支持空压机满压启动，良好的动态特性，同时具备超强的过载能力，以满足空压机的控制需求；

- 5、全方位的整机保护功能

提供强大灵敏的软 / 硬件的限流保护、过流和过压保护、对地短路保护、过载保护、IGBT 的直通保护、电流检测异常、继电器吸合异常等保护功能，保证空压机系统的稳定性和可靠性。

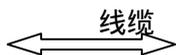
6.2.5 变频改造方案设计

针对不同品牌空压机的内部结构、安装位置等存在着差异性，我们准备了两套解决方案，以满足不同用户的改造需求。

1、控制柜分离式解决方案

这是一套通用解决方案，对于所有的空压机，都可以采用这种控制柜分离式解决方案。

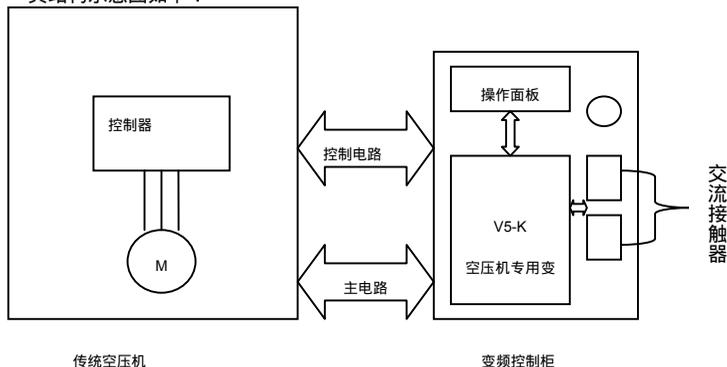
我们将给用户提供一个独立的变频控制柜，内置所有变频改造所需要的部件，包括变频器、操作面板、交流接触器、控制按钮等等。空压机改造时，只需要将用户原来的空压机系统的主电路和控制电路信号，接到对应的控制柜接线端子上，即可完成对空压机的变频改造工程。该过程不需要对原先的空压机内部构造做任何的改动，改造方便、快捷，同时也便于日后的保养和维修。



螺杆空压机

变频控制柜

其结构示意图如下：



传统空压机

变频控制柜

图 6-5

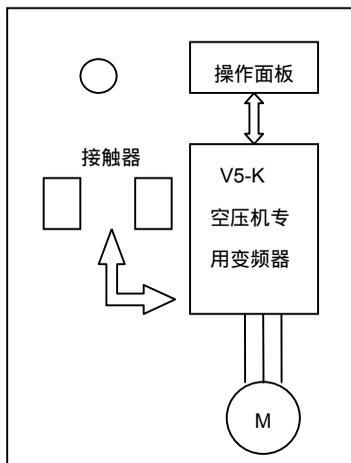
2、内置式一体化解决方案

对于某些内部空间较大的空压机，或者用户对安装位置要求比较特殊的场合，我们也可以选用内置式一体化解决方案。

用户首先根据实际需要，选配合适的 V5-K 空压机专用变频器，并配置相应的交流接触器、压力传感器等器件。然后根据变频器和操作面板等器件的安装尺寸，对原空压机箱体进行结构件改造，使各个

部件能完美地融合到空压机整体当中去。最后进行控制电路的连接，使空压机实现变频控制。

其结构示意图如下：



内置式一体化变频控制系统

图 6-6

由于空压机工作时柜内环境温度较高，一般都可达到 45 以上，不利于变频器发挥其最大工作效率。虽然 V5-K 变频器对环境温度具有良好的适应性，但是当环境温度高于 45 时，则要求变频器降额使用。因此，我们推荐用户对空压机现有的冷却系统进行改进，例如设计独立风道对变频器进行隔离冷却等等。如果用户无法改善现有的散热系统，保证变频器的正常工作环境温度的话，我们要求用户在变频器选型时需要加大一档功率，以提高高温环境下变频器的带载能力，满足用户的实际应用需求。

3、详细改造方案

不管采用上述哪一种方案，空压机的变频控制原理都是相同的。如果用户要求保留原有的工频控制方式，则可以采用工变频切换方式。

1) 工变频切换方式

用户需要在原空压机系统的基础上，加装交流接触器 KM2 和 KM4,以实现工变频控制的切换。采用压力传感器替换原来的压力开关，将排气压力转换成 4~20mA 电流信号，反馈回变频器端子，实现恒压闭环控制。在变频器输入电源侧加装交流接触器 KM7，保证按下急停按钮后立刻切断变频器电源，实现对空压机及人身安全的保护。

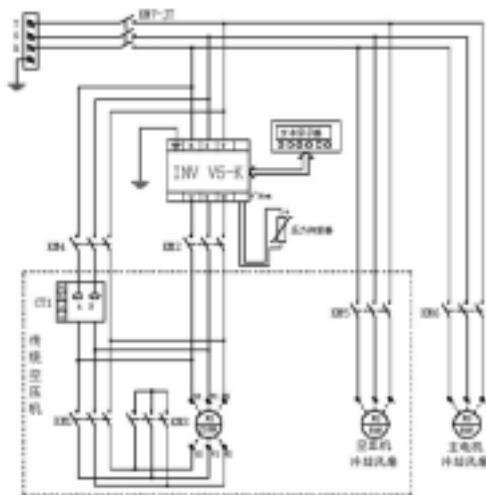


图 6-7

由于空压机采用变频控制方式运行时，系统能根据用户设定压力和压力反馈，自动调节电机转速，实现恒压控制，所以当用户的用气量较小的时候，空压机主电机可能将长时间处于低速加载状态，不利于电机自冷风扇的散热，从而导致电机温升过高甚至烧毁电机线圈。

解决这个问题有以下 4 种对策，可根据情况选择：

- i. 合理设置 V5-K 空压机专用变频器的电机过载保护时间，变频器将根据电机电流累积效应保护电机。
- ii. 设置电机传感器保护阈值，采用电机温度传感器方式保护电机。
- iii. 设置较短的空压机空久停机（休眠）时间及较短的启动时间，进入休眠后，电机停止运转。
- iv. 在空压机内安装主电机冷却风扇，并通过交流接触器 KM6 进行控制，保证空压机电机正常运转。

2) 变频控制方式

纯变频控制方式，是对传统工频控制方式的完全改进。由于取消了 Y- 切换、工变频切换，用户甚至不用加装交流接触器，只需将电机直接接到变频器输出端，即可实现变频改造。空压机主电机绕组采用 连接方式，压力反馈同样采用 4~20mA 的压力传感器，同时推荐用户将 2 个多余的交流接触器分别改装成变频器急停控制和风机冷却风扇控制，提高空压机系统的安全性和可靠性。

改造电气原理图如下：

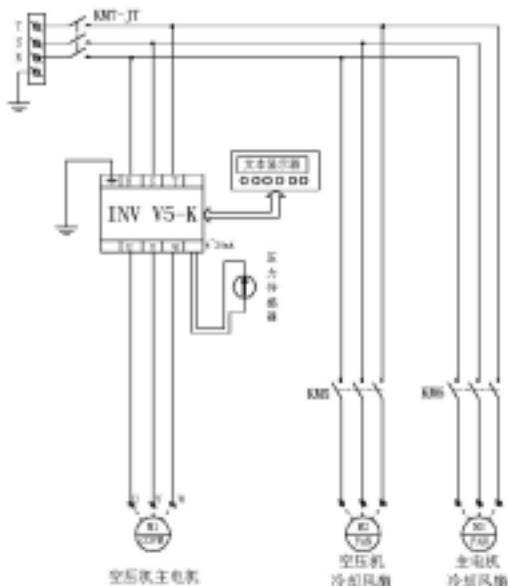


图 6-8

许多空压机用户已经适应了传统的工频控制方式，对纯变频控制方式多少存在着些怀疑，因此在进行空压机变频器改造时，希望仍保留传统的工频控制方式，以保证当变频控制出现故障的时候，空压机仍然可以切换到工频方式继续运行。其实，随着工控领域的不断发展，变频控制技术的日益完善，变频器的稳定性和可靠性已经达到了很高的要求。变频器已经广泛应用于机械、纺织、风机、水泵等各个场合，并且实现了相当稳定的控制效果。因此，变频器也能完美地适用于空压机的控制需要。每一台蓝海华腾 Vectorque™ 系列变频器，在其出厂之前，都经过严格的测试，保证产品的质量和可靠性。

详细的端子接线电气原理图见附图一。

6.2.6 变频改造投资效益分析

◆ 设备清单

所需的改造设备清单如下：

V5-K 变频器	1 台
文本显示器	1 个
交流接触器	3 个
压力传感器	1 个
导线	若干
控制柜	1 个

具体的改造费用需根据用户空压机功率等级和各配件的实际售价来决定。如果用户空压机主电机功率

为_____kW, 按_____元/千瓦来估算, 用户所需的改造费用为 _____ * _____ = _____ (元)。

◆ 直接经济效益

采用传统工频控制方式的空压机, 在低于设定压力时加载运行, 高于设定压力时空载运行。但不不管是加载还是卸载, 电机始终保持高速运转, 空载损耗非常大。

1、工频控制下的空载损耗

已知空压机的总运行时间为_____小时 X, 加载运行时间为_____小时 Y, 则

$$\text{空压机空载率}=(X-Y)/X=(\text{_____} - \text{_____})/\text{_____}$$

$$= \text{_____}$$

假设电源电压为 U_e , 取 380V; 空载电流为 I_0 ; 功率因数为 COS , 取_____ ; 空压机年总运行时间取 _____ 小时, 则年空载损耗 W

$$\begin{aligned} W &= \sqrt{3} \times U_e \times I_0 \times \text{COS} \times \text{年总运行时间} \times \text{空载率} \\ &= (1.732 \times 380 \times \text{_____} \times \text{_____}) / 1000 \times \text{_____} \times \text{_____} \\ &= \text{_____} \text{度} \end{aligned}$$

工业用电电费为_____元/度, 则年空载损耗费用 F 为

$$\begin{aligned} F &= W \times \text{_____元/度} \\ &= \text{_____} \times \text{_____} \\ &= \text{_____元} \end{aligned}$$

2、变频控制下的节能分析

采用变频控制方式, 当空压机空载时, 主电机降到 20Hz 运行。

电机 20Hz 空载运行和 50Hz 空载运行时的电流大小基本相同, 而定子绕组所承受的相电压与运行频率成正比关系, 即 $U=U_e \times (f \text{ 设}/f \text{ 工})=152V$ 。

电机功耗 $P=\sqrt{3} \times U \times I_0 \times \text{COS}\phi$, 因此, 我们可以近似地认为, 电机功率与运行频率成正比, 电机空载损耗也与运行频率成正比。则采用变频控制方式时, 年空载损耗 W1

$$\begin{aligned} W1 &= W \times (f \text{ 设}/f \text{ 工}) \\ &= W \times (20/50) \\ &= \text{_____} \end{aligned}$$

变频控制方式下年空载损耗费用 F1

$$\begin{aligned} F1 &= W1 \times \text{_____元/度} \\ &= \text{_____} \times \text{_____} \\ &= \text{_____元} \end{aligned}$$

通过以上计算, 当空压机由工频控制改为变频控制时, 仅空载损耗一项, 每年即可节省费用 $F-F1 = \text{_____元}$ 。

空压机采用变频控制方式时, 系统能根据用户设定工作压力和当前压力反馈信号, 自动进行闭环调节, 实现恒压控制。这样当用户用量减小的时候, 空压机自动降低输出功率, 而不必像传统控制方式那样全负荷加载运行, 从而也大大降低了空压机的能耗成本, 并提高了供气质量。

综上所述, 将空压机由工频控制方式改造成变频控制方式后, 很大程度地降低了空压机的电能损耗, 带来的直接经济效益是相当客观的。对于大多数的用户, 一般在进行了空压机变频节能改造后一年内, 即可将投资成本全部收回, 实现良好的节能效果。

◆ 间接经济效益

通过节能改造, 不仅节约电能, 同时在以下几方面带来较大的效益:

海、东莞等地开展了空压机改造，实际节能效果非常理想，泉州改造的某电容薄膜生产工厂已开机3个月，累计运行超过2100小时，节能2万多度，节能40%以上。深圳某五金厂一台22kw变频空压机运行4个月，节能30%以上。

6.3.2MM公司节能改造方案

结论：改造55kw 1台、110kw 2台，节能率：27.9%，投资_____万，回收周期_____月

6.3.3 改造前的设备状况

MM公司有2个空压机房要改造，全部是螺杆机，共4+3=7台空压机，总功率 $(22+37+55+132) + (110 \times 3) = 576\text{kw}$ 。加卸载状况：132kw加载时间36秒，卸载50秒，加载率42%。110kw加载65秒，卸载55秒，加载率54%。

用气压力需求：喷涂需求为6~7Bar，生产车间需求6.8~7.8Bar；

原系统存在以下问题：

- 1、主电机虽然采用Y——减压启动，但启动电流仍很大，会影响电网的稳定；
- 2、空压机时常空载运行，属非经济运行，电能浪费严重；
- 3、工频运行时噪声很大；
- 4、工频启动对设备的冲击较大，各部件如电磁阀的动作频率高，设备维护费用相对高。

6.3.4 变频改造的优势

◆ 节能

变频控制系统可以比较准确地根据用气系统的需求来控制空压机的输出，达到节约能源的目的：

- 1、变频器的软启动功能，使空压机的启动电流 < 2 倍额定电流，而使用工频高达8倍；
- 2、空压机加载时，因供气量的变化而改变电机转速；
- 3、当用气量极小时，空压机卸载或休眠，空压机在空载状态时电机能耗也大大降低；
- 4、V&T变频启动迅速，可以快速脱离休眠进入加载状态，保证供气压力高于最低值。

◆ 降低维护成本

采用变频控制系统，空压机的软启动减少了对部分电气部件和机械部件的冲击。正常运转时，转速大部分时间低于额定转速，降低了各类相关电磁阀和气动元件的工作频率，延长了零部件的使用寿命，减少了空压机的维护费用。

◆ 降低噪声

当排气量减少时，电机运转速度减慢，空压机发出的噪声比全速运行时的噪声大大减少，改善了操作工的工作环境，有利于环保与保护员工健康。

◆ 输出压力稳定，用气量缓慢变化时可保持输出压力上下波动 $\pm 0.01\text{Mpa}$ 。

6.3.5 改造指标

- 1、压力稳定：正常供气，气罐出口压力波动 $\pm 0.05\text{MPa}$ ；
- 2、控制方式：具备变频、工频两套控制方案，可切换；
- 3、可靠性：任何1台设备损坏后，都能保证短期恢复供气能力；
- 4、可维护性：主机损坏后，备用机可以投入使用。主机修好后可在线切换替代备用机；
- 5、启动能力：启动电流 < 2 倍额定电流，休眠后再启动时间短，补气迅速，保证最低工作压力；
- 6、可在线改造：改造中不影响现有生产用气正常供应，不知不觉中改造完毕；
- 7、总节电率不低于20%；
- 8、噪音：低于改造前。

采用 V5-H 变频器+专用控制器可以实现以上要求，原空压机控制器在变频改造后的不再使用。需要在压缩空气总管路上安装一只压力变送器，输出 4~20mA 信号反馈至控制器，与压力设定值进行比较，经 PID 运算输出控制信号给变频器，调节电机的转速及空压机的加卸载，维持压力，以达到恒压供气的目的。

6.3.6 改造方案

从现场数据、空压机配备，改造施工以及日后不间断供气维护各方面因素。可以采取以下变频改造方案，分 2 个阶段：

◆ 第一阶段：

1、喷涂空压机房：

只对 55kw 空压机进行变频改造，55kw 作为主控机器，55kw 作为主机一直开机，功率在 0~55kw 可调节，同时可以调度 22kw，37kw，甚至 132kw。采用此方案，用气需求在 0~114kw 内得到自动调节。55kw 变频改造空压机支持工频方式，提高抗风险能力。

如果 55kw、22kw、37kw 故障或要维修，可启动 132kw，满足供气需要，如果用气超过 132kw 供气能力，启动 22kw，37kw，55kw 中任何可用机器，从最小功率的启动。

如果将 22kw 或 37kw 设为主机，单凭 22kw、37kw 供气能力不足，55kw 和 132kw 开启后有会供气过剩，将导致 55kw 或 132kw 频繁加卸载，回到工频控制老状态，起不到很好的变频节能效果。

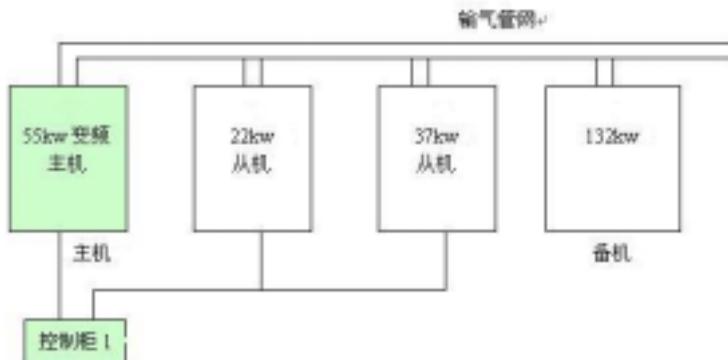


图 6-10

2、顶楼空压机房：

任意改造 2 台 110kw 空压机，第 3 台 110kw 不改造，做备份用。

改造的 2 台空压机，均可作为主机使用，在平均生产能力以下时，可以只开一台机器。每台可独立供给足够压力。生产旺季可以开启 2 台，进行功率自动分配，在用气量突变且较频繁的情况下可以快速反应。两台空压机变频化，可保证供气最优。如果采用只改造 1 台 110kw 空压机为变频控制，担心当需要功率在 110~130kw 区间时，即工频全速，变频最低速或休眠，如果变频空压机总是处于休眠临界状态，在用气突然减小后会造或达到压力上限，工频空压机卸载，低于下限，工频空压机再启动，将导致供气波动。所以最好是工频全速或工频停机+变频在一个合理的功率段范围内自动调节，这样控制最优，供气最稳定，节能最大。喷涂机房，因为有 2 台小功率的可以充分调配，因此不存在该问题。

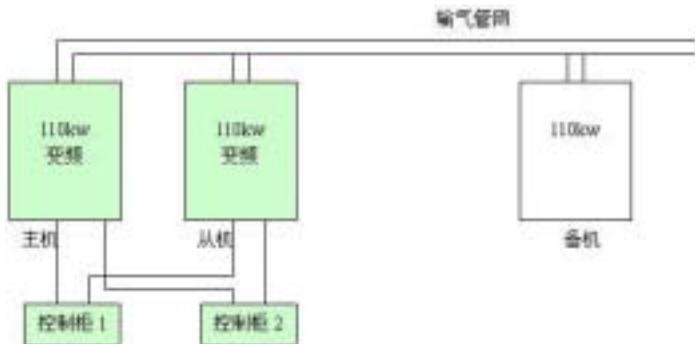


图 6-11

改造的 2 台空压机支持工频方式，提高抗风险能力，在故障发生时，可以切回工频，保证和改造前功能相同。

◆ 第二阶段(可选)：

3、喷涂空压机房：

将 132kw 备用机改为变频控制，这样不用开起 3 台小机器，只用 1 台即可。可以做到轮流工作，而不是让备机一直处于备用，工作机一直工作的状态。

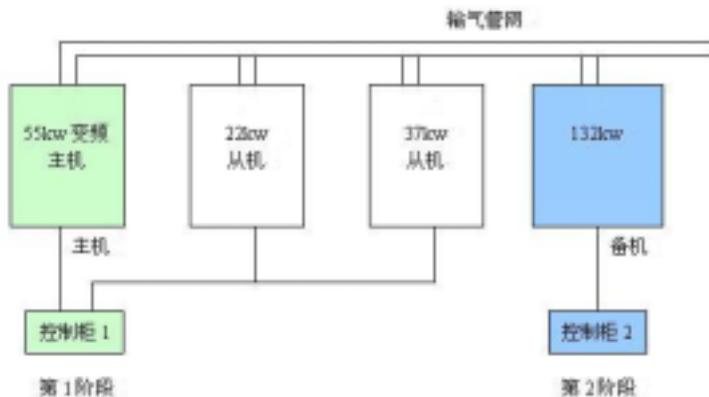


图 6-12

4、顶楼空压机房：

无需第二阶段改造。

6.3.7 回收周期分析

总投入： 元
 投资回收周期： 月 每度电 0.8 元时年节约电费：13.5 万 元
 总节能率：27.9%
 年总节能：16.92 万 度电 估算改造前总耗电：60.66 万度/年。

◆ 节能率估算：

1、喷涂空压机房：节能率估算：30.8%

加卸载状况：132kw，加载率 42%。

加载功率：110kw（假设值，该值越大节能率越高）

卸载功率：40kw（假设值，该值越大节能率越高）

空压机卸载过程其实是能量损耗的过程。可节约的电力基本集中在这一块，而是使用变频后可节省该部分 90%的能量，则节能率为：30.8%

$$(40 \times (1 - 42\%)) \times 90\% \div (120 \times 42\% + 30 \times (1 - 42\%)) \times 100\% = 30.8\%$$

变频改造后平均加载功率估算为：50kw

$$(120 \times 42\% + (40 \times (1 - 42\%)) \times 10\%) \div (100\%) = 52.7\text{kw}$$

2、顶楼空压机房：节能率估算：19.2%

加卸载状况：110kw，加载率 54%。

加载功率：110kw(估计值，该值越大，节能率越高)

卸载功率：35kw(估计值，该值越大，节能率越高，但超过 60%额定设备该维护)

空压机卸载过程其实是能量损耗的过程。可节约的电力基本集中在这一块，而是使用变频后可节省该部分 90%的能量，则节能率为：19.2%

$$(35 \times (1 - 54\%)) \times 90\% \div (110 \times 54\% + 35 \times (1 - 54\%)) \times 100\% = 19.2\%$$

估算变频改造后平均加载功率为：61kw

$$(110 \times 54\% + (35 \times (1 - 54\%)) \times 10\%) \div (100\%) = 61\text{kw}$$

3、总节能：169198 度 / 年，改造前年总耗电量：606604 度 / 年，所以综合节电率：27.9%

以每度电 0.8 元计算，年节约电费：169198 × 0.8=135358 元

以下是计算分析：按 4000 小时/年工作，分配到各机房为：

喷涂空压机房：52.7 ÷ (1 - 30.8%) × 4000 × 30.8%=93824 度

顶楼空压机房：61 ÷ (1 - 19.2%) × 4000 × 19.2% × 130%=75374 度

130%的来历：因为该机房有时需要台机器同时开起，假设同时开起时间占总时间的 30%，则同时开起 2 台时，可增加单台节电的 30%

4、估算未改造前年总功率：52.7 ÷ (1 - 30.8%) + 61 ÷ (1 - 19.2%) × 4000=606604 度

6.3.8 售后服务

- ◆ 提供对贵公司变频空压机相关管理、使用人员的技能培训。
- ◆ 提供 1 年免费服务，故障报修后，24 小时内响应，提供定期检查服务；
- ◆ 免费服务到期后，提供定期巡检服务，部件损坏后根据实际情况提供有偿服务。

6.3.9 电气控制框图

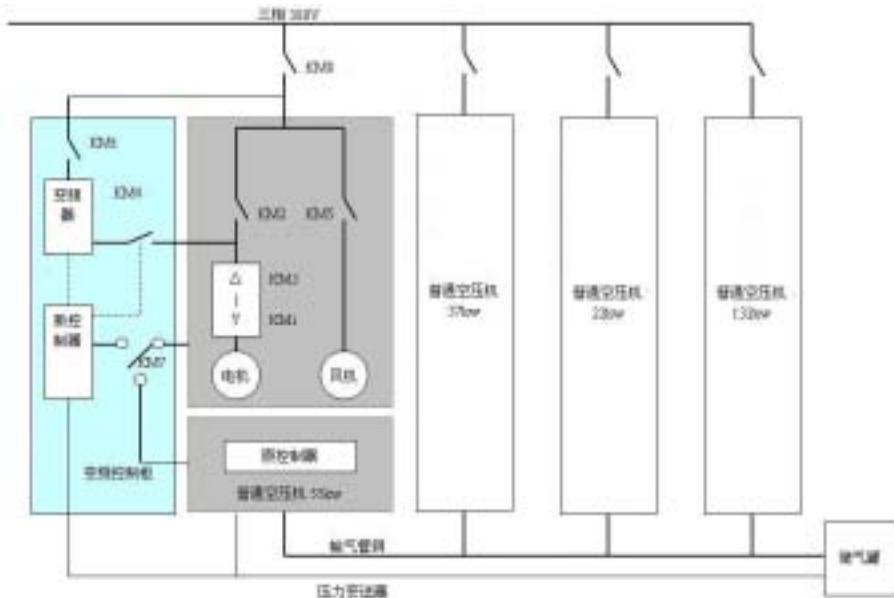


图 6-13

6.3.10 附录、现场数据记录

- ◆ 喷涂机房,共 4 台空压机,总共功率 246kw

编号	1	2	3	4
空压机厂家	德国 BOGE	中山复盛	中山复盛	柳州富达
型号	S175	SA230A	SA350A	LU 55
功率	132kw	22kw	37kw	55kw
电机转速 RPM	/	3230	/	/
加载压力	7.0Bar			
卸载压力	6.0Bar			
加载时间(秒)	36	/	/	/
卸载时间(秒)	50	/	/	/
总运行时间(小时)	2056	21167	26300	/
空载运行时间(小时)	1402	/	/	/
排气温度()	72~80	30	30	32
显示屏	有 LCD	计数器	计数器	LED
状态	工作中	待机	待机	待机(漏油停用)

◆ 顶楼机房,共 3 台空压机,总共率 330kw

编号	1	2	3
空压机厂家	德国 BOGE		
型号	S150		
功率	110kw		
电机转速 RPM	/		
加载压力	7.8Bar		
卸载压力	6.8Bar		
加载时间(秒)	65	/	/
卸载时间(秒)	55	/	/
总运行时间(小时)	2146	/	/
空载运行时间(小时)	1684	/	/
排气温度()	80~94	/	/
显示屏	有 LCD		
状态	工作中	关机	待机

第七章 提升类设备

7.1 垂直升降网印机

7.1.1 现场情况

- ◆ 调试机器与设备：垂直升降网印机
- ◆ 蓝海华腾变频器型号：V5-H-2T 1.5G (220V 单相变频器)
- ◆ 升降电机铭牌参数：额定功率 1.5kW、额定转速 1400rpm、额定电流 6.6A、基本运行频率 50HZ、电机极数 4 极

7.1.2 系统接线图

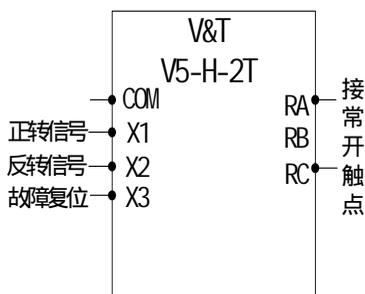


图 7-1

7.1.3 系统方案

垂直升降网印机在实现印刷工艺中，需要有两个动力源，一个是上下升降，一个是左右摆动。提供动力的两台电机，上下升降机是 1.5kW 刹车电机，上下升降的架子上有个左右摆动的印刷辊，由 200W 的电机带动。客户理想的需求是，要求升降机在快速上下升降加减速过程中，力矩足够大，出力平稳没有抖动，在下降过程中打反转不能死机或往下掉，不出现卡死的现象；摆辊在左右摆动过程中也要出力平稳没有抖动，且出力大。我司产品主要解决上下升降机调试生产中出现的的问题：出力平稳、无抖动、且力矩足够大。

我司产品为 V5-H-2T 单相变频器，在本系统中采用 V/F 控制方式，带动 1.5 kW 的刹车电机，做升降过程中的调试工作。首先说说垂直升降机与我司产品怎么作应用结合的。变频器用到 3 个 X 端子开关量，分别输入正转信号、反转信号、故障复位信号；最重要的一环是用到了继电器常开触点，将信号由 RA、RC 输出。电源为单相输入，接入两根线，变频器输出电源三根线接入单相电机里去。控制板端子接线见上图。

现场分别设置 X1、X2、X3 端子对应的功能码，输入电机参数进行了静止自整定，然后电工启动机器，但是系统没法运行起来。然后听厂家介绍必须有继电器输出一个常开触点信号，当变频器有运行指令时，触点马上为常闭，故设置 P7.02=0 继电器为变频器运行信号输出。此时点开始按钮，系统可以上下升降了，但是感觉出力不怎么大，上去后只能运行一半的高度就下来了，出力明显不行。这时候他们的技术人员马上看电机接线方式，为三相接线方式，导致变频器出力不够，技术人员把电机电源输入线改为单相接线方式，再启动系统，就不存在问题了，系统升降很好，且没抖动。

那么我们变频器的正转和反转是怎么结合系统工作的呢？还有继电器的输出怎么和他们的系统结合的

呢？据我在现场观察，有一个旋钮扭到电源通路，变频器与系统上电，点一下启动按钮，系统就可以上下正常升降了，此时变频器正转频率变化为 0 到 50HZ、50HZ 到 0、还有停的一小段时间，如此不停的循环，此过程中当变频器正转灯亮时，有一个运行信号，继电器输出运行信号，此信号给刹车电机的刹车阀，系统可以上下升降，当到停的一小段时间，RUN 灯没亮时，继电器没有输出信号，此时的继电器没信号给刹车阀。以上升降的过程在 1 秒钟内实现。继电器输出的运行信号很重要，没此信号，系统根本没法运行起来，只有电机在空转。以上都说了正转和继电器输出，那么反转起什么作用，当系统在不停的上下升降左右摆动做生产的时候，需要系统急停，就可以踩一下脚刹按钮，点下去后，升降架停止工作，如果此时刚好运行到下面了，点下脚刹后，升降架停止工作，并且向上升到最顶部，观察变频器显示为反转指令，当再点一下脚刹，按钮起来，系统又可以上下升降了，且为变频器正转指令。由以上可以看到正转反转与继电器输出怎么与系统结合的。

调试过程中依然有个问题，不停的点脚刹，反复启动停止，机器会在 12.6HZ 左右的频率段卡死，此时变频器输出电流为 10.6A，初步分析是电流限定值小了点，把 PA.05 由 160 增加到 180，启动系统，此时操作人员不停的用脚刹反复启动停止，很难有卡死的现象，且出力比别的品牌要好。此时调试基本能满足客户的要求了，客户也对我公司产品比较满意，机器留现场做进一步的应用观察。

7.1.4 功能码设置

作 V/F 控制的变频器，设置 P0.12=最大输出电压、P0.15=基本运行频率、P9.01=电机极数、P9.02=电机额定转速、P9.03=电机额定功率、P9.04=电机额定电流，P9.15=1，启动变频器，键盘显示“—AT—”作静止参数自整定。

设置变频器功能码参数为：P0.03=0、P0.05=50、P0.06=1、P0.08=0.4、P0.09=0.3、P0.12=220、P3.09=0、P5.00=2、P5.01=3、P5.02=20、P7.02=0、PA.05=200（增大电流限定值）

设置好以上参数后，系统出力平稳、无抖动、且力矩足够大，不会出现升降机卡死的现象。

7.1.5 调试注意事项

- ◆ 系统中使用的是单相 220V 变频器，要确定电机接线，如果 380V 接线法，那么变频器带动电机出力不够，没法正常运行。
- ◆ 继电器输出在此系统中很重要，接常开触点，输出为变频器运行信号，既 P7.02=0。

7.2 电葫芦吊运机

7.2.1 现场情况

- ◆ 调试机器与设备：电葫芦吊运机（其中的提升部分）
- ◆ 蓝海华腾变频器型号：V5-H-4T 5.5G/7.5L
- ◆ 提升电机铭牌参数：额定功率 4kW、额定转速 1440rpm、额定电流 8.8A、基本运行频率 50HZ、电机极数 4 极

7.2.2 系统接线图



图 7-2

7.2.3 系统方案

本系统设备为电葫芦机械，其中的提升部分用来把物料做上下提升，物料一般有 6 吨重。提升变频设备要求低频启动力矩大，无抖动，提升响应速度快，放料过程中不出现报故障导致机械卡死，且速度稳定。

本系统提升设备配制我司 V5-H 速度控制专用变频器，采用 V/F 控制方式，用端子控制变频器正反转，以达到提升机械上升和下降的生产工艺，由多段数字电压给定多段频率。端子接线见上图所示。加制动电阻能做到更好的升降功能。

调试过程中，我司产品在 1HZ 低速提升时出力稳定，力矩大，无抖动，调试效果很好。反映我司产品在低频出力上能满足客户需求。

7.2.4 功能码设置

作 V/F 控制的变频器，设置 P0.12=最大输出电压、P0.15=基本运行频率、P9.01=电机极数、P9.02=电机额定转速、P9.03=电机额定功率、P9.04=电机额定电流，P9.15=1，启动变频器，键盘显示“—AT—”作静止参数自整定。

设置变频器功能码参数为：P0.03=0、P0.06=1、P0.08=2、P0.09=1、P4.15=0.2、P4.16=10、P5.00=02、P5.01=03、P5.02=06、P5.03=07、PA.09=1

相关参数调试完成后，提升机械启动力矩大，提升响应速度快，上下运行过程平稳，无抖动。

7.2.5 调试注意事项

调试过程中由于减速时间 P0.09 开始设置为 5 秒 这样提升机械在下降过程中出现卡死报故障的现象。具体分析原因是：由于减速时间为 5s，造成机械抱闸的时间过快，变频器出现故障状态。后来把减速时间设为 1s，这样提升机械在下降过程中不会有机械抱闸现象，那么变频器就不会由于电流过大而报故障了。调试中我司产品在 0.5S 减速都没问题，不会出现过流过压报故障现象。

7.2.6 调试对比

我司产品在 1HZ 的情况下，能把 6 吨的重物很好的提升与下降，且出力稳定，低频力矩大，而某其它品牌用矢量控制低频的时候 3HZ 才能运行！在起重机我们在 V/F 控制方式下效果相当好！

第八章 注塑挤出设备

8.1 压铸机节能改造

8.1.1 现场情况

- ◆ 调试设备：铝合金压铸机（也称压装液压机）
- ◆ V&T 变频器型号：75KW 一体化变频器
- ◆ 主机铭牌参数：额定功率 75KW、额定电流 142A、额定转速 960s、极数为 6 极

8.1.2 现场接线图

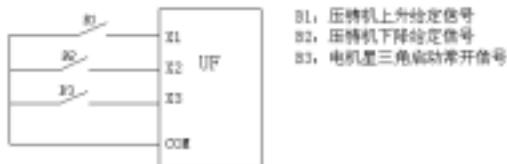


图 8-1

8.1.3 接线描述

- ◆ 端子 X1、X2 是变频器给定的一个多段数字电压端子，其中 X1 控制压铸机中座上升运行（R5），X2 控制压铸机中座下降运行（R4A）。
- ◆ 端子 X3 取自压铸机 Y - 软启动的常开触点，给变频器作运行信号。

注意：在取 X1、X2 多段数字电压信号时，在没有图纸的情况下，一定要认真观察继电器的工作状况，观察压铸机中座上升时对应那些继电器工作，中座下降时对那些继电器工作。因为系统有中座快下降和慢下降，中座快上升和慢上升功能，一旦取错信号，比如取了慢下降继电器，系统工作就会很慢。如下图 PLC 控制柜所示：

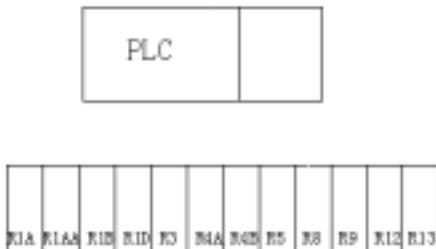


图 8-2

- R4A：中座快下降 R4B：中座慢下降
R5：中座快上升 R13：中座慢上升

8.1.4 系统工作原理

该系统共有三台马达，其中变频器主要用在压铸机的主马达上；润滑油马达和引导油压马达是由工频运行，主要用来压铸成型自行车配件。变频器由端子控制运行，采用多段数字电压端子控制，其中变频器的运行信号 X3 是由原电机软启动常开触点给定过来，因为要等原电机 Y - 启动工作完以后才能运行变频器，不然变频器会报过电流故障；当变频器运行起来后给主电机提供下限 30HZ 的基本运行频率；再给定两个多段数字电压运行频率，X1(45HZ)用来给定压铸机中座上升运行，X2(45HZ)用来给定压铸机中座下降运行（X1-X3 端子都增加 0.2S 的滤波时间，来延迟端子动作，提高端子的抗干扰能力。）；其中压铸机中座下降输出功率最大，因为压铸机下降时要把铝合金压铸成型。当整个周期做完以后（6.5-7.6S），一个成品就生产出来。

8.1.5 故障处理

在现场调试过程中，3#机器碰到一个比较麻烦的问题，由于 3#机比 1#和 2#机在控制线路有点不同，当然主回路也有点区别，也就是 1#和 2#的升级版。当安装好变频器后，运行变频器时，主回路 Y - 接触器跳闸，Y - 启动是由 PLC 控制；把变频器设置为面板运行也跳闸。后来我们采用了如下办法：

- ◆ 把 PLC 到热继电器的控制信号去掉；把热继电器短路；把热继电器上的过电流保护值调大；
- ◆ 在 0V 至 24V 上加滤波电容，在继电器线圈上加滤波电容；
- ◆ 把提供给 PLC 的电源和主接触器线圈上的 220V 电源断开，从其它配电箱上取电源，也就是把电源隔离开；
- ◆ 降低载波频率：当载波降到 0.7KHZ 时变频器能运行到 20HZ；超过 20HZ 就跳 Y - 接触器；
- ◆ 把变频器和电机可靠接地；（现场没有电源地）

以上办法都一一尝试过，系统控制有所好转，但没有解决根本问题，初步判断为干扰问题，后做了一些抗干扰措施，效果非常明显，具体的解决方案如下所示：

在变频器外围加抗干扰器件，例如外加电抗器、滤波器、磁环等。先在变频器输出侧加电抗器，把载波频率降到 0.7KHZ 启动运行到 30HZ 就跳 Y - 接触器。再把变频器输入和输出侧都加上磁环，载波频率设在 1KHZ 以上时还是不能启动变频器，载波频率设在 0.7K ~ 0.9K 时能启动变频器，运行电流电压也很平稳，电机噪声和温升也很正常；这时在调试中发现变频器载波降到 0.7KHZ 运行起来了后，可以随意调高载波频率，Y - 接触器也不跳。这说明是变频器干扰了 PLC，把提供给 PLC 24V 电源的开关电源加上滤波器，变频器把载波频率调到任一值都能正常启动电机。

8.1.6 参数设置

P0.03=0、P0.05=30、P0.06=1、P0.08=1.5、P0.09=2、P3.09=0、P4.15=9、P4.16=9、P5.00=6、P5.01=7、P5.02=3、P5.07=0.2、P9.01=6、P9.02=960、P9.04=142、P9.05=46

8.1.7 工频与变频对比

单个成品工作周期：工频：6.5~7.5S 变频：6.5~7.6S

成品工作电流：工频：min(48.5A)；max(138.0A)

变频：min(45.4A)；max(129.5A)

8.1.8 每小时耗电对比

工频：16度 变频：11度

$1-11/16=1-0.69=0.31$ （也就说节电率达到 31%以上）

8.2 注塑机节能改造

8.2.1 现场情况：

- ◆ 调试机器与设备：塑胶射出成型机，主要加工电源连接插头
- ◆ 蓝海华腾变频器型号：V5-I-4T-I0 75G/90L
- ◆ 主电机铭牌参数：额定功率：75KW 额定电流：142A 额定转速：970 极数：6 极

8.2.2 注塑机工作原理

塑料注射成型是利用三种状态（固态-液态-固态），借助于注塑机和模具成型出所需要的塑料制品。尽管所有的注塑机不尽相同，但注塑机的工作流程基本是相同。如图一所示，大致可分为七道工序：锁模、射胶、保压、背压、冷却、开模、顶针（顶针进、顶针退、射座退）等，依次每一道工序都需要用不同的工作压力和流量，除了高压锁模、射胶及溶塑动作需要较大压力外，其它工序都工作在很小压力下，其压力和流量是靠压力比例阀和流量比例阀来调节，通过调节压力比例阀和流量比例阀的开启度来控制压力和流量大小。



图 8-3

8.2.3 系统工作原理

根据注塑机的工作原理与特性，蓝海华腾 V5-H-I0 注塑机专用变频器，采用多端信号输入控制，比例压力、流量信号作为变频器的主输入信号，另外叠加几路动作单独作为辅助输入信号给变频器，当出现某一个工序工作压力和流量不足时，可以自动调整流量或压力信号的给定。为了提高注塑机节电率，当某个工序压力不足（比如合模、溶胶、射胶压力不足），可以单独再叠加一个多段电压或者多段数字频率，也不会影响整个系统的工况。使电机在整个变化的负荷范围内能量消耗达到所需的最小范围，并确保电机平稳、精确地运行、即保证产品质量又节约电能，真正做到经济实用。

8.2.4 现场接线图

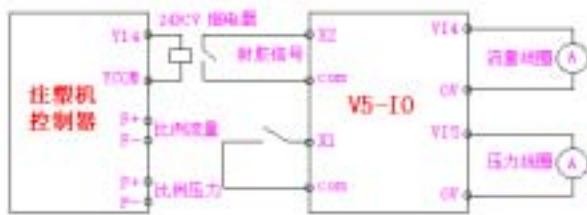


图 8-4 注塑机变频改造

8.2.5 接线描述

- ◆ X2、COM：取自注塑机控制器上的射胶信号（Y14、YCOM），给变频器叠加一个多段速频率；（注：如果注塑机其它工序达不到系统要求，也可以再叠加几个多段速频率来达到系统工作要求。）

- ◆ X1、COM：取自注塑机星三角软启动的常开触点，给变频器作运行信号；
- ◆ VI4、OV：取自注塑机控制器上的流量信号（F+、F-），此流量信号一般都是串联到变频器上的塑机卡（VI4、OV）上。
- ◆ VI5、OV：取自注塑机控制器上的压力信号（P+、P-），此压力信号一般都是串联到变频器上的塑机卡（VI5、OV）上。
- ◆ 解释注塑机上的比例流量和比例压力
- ◆ 压力：英文表示（pressure），一般在注塑机控制器上标示为（P+、P-）（P+、PR）（PN、PO）（Q+、Q-）
- ◆ 流量：英文表示（speed），流量也称之为速度，一般在注塑机控制器上标示为（F+、F-）（F+、FR）（FN、FO）（S+、S-）
- ◆ 怎样在注塑机上找比例流量，比例压力信号？

下面介绍几种常见的方法：

- 1、据上面提供的英文缩写在注塑机控制器上找到比例流量与比例压力信号。
- 2、据注塑机上自带的比例压力、比例流量电流表上采集信号，大部分注塑机上都会有这两个电流表，电流表的量程通常为 0—1A，如何判断电流表是比例流量还是比例压力，在注塑机操作面板上设置流量为 0%，压力设为 50%就能看到电流表的变化；与可以表万用表电流档测量判断。
- 3、在比例流量，比例压力电磁阀上采集信号，用万用表电流档测量确认。
- 4、询问现场的电工和机修人员，协助他们一起查找比例流量与比例压力信号。
- 5、向用户索取图纸，根据图纸来查找比例流量与比例压力信号。

8.2.6 参数设置

首先设置 P0.12=最大输出电压、P0.15=基本运行频率、P9.01=电机极数（6）P9.02=电机额定转数（970）P9.03=电机额定功率（75）P9.04=电机额定电流（142），此时设置功能码 P9.15=1，启动变频器，变频器显示“—AT—”作电机参数静止自整定。

然后再设置如下参数：

PO 组 基本功能参数

PO.05=0、PO.06=1、PO.08=0.5、PO.09=1.5

P4 组 多段频率参数

P4.23=10、

P5 组 多段功能输入参数

P5.00=02、P5.01=09、P5.02=10、P5.03=11、P5.04=12、

P9 组 电机参数

P9.01=6、P9.02=970、P9.03=7.5、P9.04=15.4

H 组 注塑机专用参数

HO.00=1、HO.03=0、HO.04=60、HO.09=1.7、HO.14=60、HO.15=80、HO.33=1

- ◆ 通过面板进入 d2.18 和 d2.20 功能代码查看注塑机比例流量、比例压力最大输入百分量，根据这两个参数可以看到比例流量、比例压力最大反馈量。（例如反馈比例是 80%，则 HO.15 设为 80%，变频器最大频率就可以运行到 50HZ）
- ◆ 进入 d2.19 和 d2.21 功能代码查看经过塑机频率曲线校正过的机内标么量。
- ◆ 当 HO.15=80 时，如果注塑机在运行中，出现压力或流量不足，生产出来的成品有缺陷、毛刺，可以适当减小 HO.15 的给定百分比。

- ◆ 增加 HO.33=1 的功能,就是当 HO.33=1 时,最终的频率输出是在原来频率的基础上叠加一个多段频率 (P4.23=10)。
- ◆ 比如: PO.05=0\ P4.23=10\ P5.01=09\ HO.00=1\ HO.33=1,当闭合 X1 (多段频率端子选择 10HZ) 时,则最后的频率输出是 (0HZ+反馈频率+10.00HZ=最终输出频率)

8.2.7 注塑机改造应注意的事项

- ◆ 注塑机变频改造过程中应注意的问题：
 - 1、必需是定量泵的注塑机才可进行变频节能改造；
 - 2、变量泵不用进行变频节能改造。因为变量泵本身已带有一定的节能效果，增加变频节能调速装置不能体现出它的优势；
 - 3、一般情况下，继电器控制的注塑机对变频器响应速度有特别的要求，需慎重进行变频节能改造；
 - 4、改造前一定要现场观察注塑机的运行效果，准确测量注塑机的运行电压，电流，计算一下节能空间。
- ◆ 安装变频器应注意的问题：
 - 1、一般采用带工频-变频双回路的形式（蓝海华腾变频器具备此功能）；
 - 2、考虑使用环境条件、电网电压、负载大小；
 - 3、变频节能调速装置的动力线与控制线应尽可能分开走线，控制线尽量使用屏蔽线；
 - 4、加强变频器的抗干扰能力（如加磁环，电抗器，滤波器等）。

备注：

现场安装调试好变频器后，运行变频器发现注塑机主马达能正常运行，比例流量、比例压力信号也反馈到变频器来了，就是发现注塑机各项工序动作反映有点慢，尤其是在射胶时电磁阀很难打开，射出的胶达不到要求。观察发现现场所有注塑机都没有接地，所以说干扰的因素比较大，干扰了电磁阀，使电磁阀没有完全打开。

现场采取的措施如下：

- 1、把控制板上的 Y 电容去掉
- 2、所有控制线路采用屏蔽线，屏蔽地接到变频器“GND”
- 3、变频器的输入输出加磁环
- 4、变频器、电机良好接地
- 5、延长变频器 AV4/VI4 的滤波时间（H0.01）、AV5/AI5 的滤波时间(H0.02)
- 6、适当降低载波频率（调整 PA.00 功能码）

采用如上方法与对策后，干扰解除，系统正常工作。

第九章 张力控制解决方案

9.1 V6-T 张力控制专用变频器介绍

目前越来越多的行业应用要求变频器实现恒张力控制，比如：分切机、印刷机、涂布机、复合机、包装机械等应用场合。V6-T 张力控制变频器提供两种恒张力控制模式。

转矩控制模式：通过对变频器转矩输出控制和自动的卷径计算来保持恒定的设定张力。在这种工作模式下，变频器不需要外加张力控制器，不需要反馈当前位置或张力的外部信号，甚至不需要安装速度反馈编码器就可以实现恒定张力控制；但在要求极高的张力控制应用中，建议安装速度反馈编码器。

速度控制模式：通过外部的线速度给定以及反映当前位置或者张力的反馈信号，实现快速准确的速度 PID 调节，使位置信号或者张力反馈信号始终处于设定的平衡位置来实现恒定张力控制。在这种工作模式下，变频器不需要外加张力控制器，不需要安装速度反馈编码器，但需要反馈当前位置或张力的外部信号，就可以实现恒定张力控制。

V6-T 变频器基于高性能矢量控制技术和转矩控制技术，收放卷控制时：转矩控制精度高，可准确提供用户需要的张力并且对张力给定响应快，保证加工的材料粗细或厚度均匀；转矩输出能力强，在全速度范围内可持续提供额定或者定甚至最高至 2.0 倍额定的转矩，对收放卷盘径适应能力就强；启动平滑，无论低速还是高速运行下张力控制稳定，收放材料不会被拉细或者拉断；采用先进的转矩识别算法，可以自动补偿转动惯量、静止和滑动时的摩擦力，从而从根本上保证了线材加工时提供前后一致的张力控制特性；采用智能卷径识别，识别精度高，抗扰动能力强。

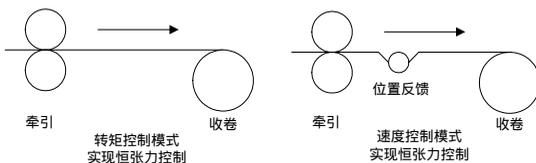


图 9-1

蓝海华腾张力控制变频器选型参考表

蓝海华腾变频器可实现的功能	V5-H	V5-T	V6-H	V6-T
支持卷径计算	×		×	
支持张力速度控制模式	×		×	
支持张力转矩控制模式	×	×	×	
支持恒力矩控制（不考虑卷径变化）	×	×		
支持有速度反馈的闭环矢量控制	×	×		
支持 485 通讯				×*
支持 DI/DO 端子功能				×*
支持复合控制	×			

*:用户若有需求可更改非标实现

9.2 恒张力收卷系统中替换力矩电机方案

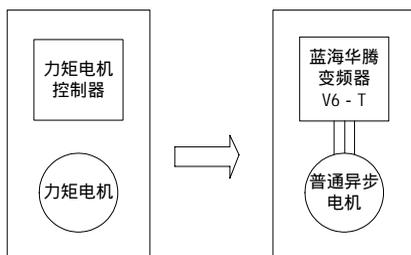


图 9-2

9.2.1 原应用方案描述：

材料经过前级处理后需要按照一定的张力要求收紧在工字轮上，通过力矩电机驱动收卷工字轮，通过力矩电机控制器设定收卷张力，驱动力矩电机保持设定张力；收卷部分没有安装反馈当前张力大小的信号的检测装置。

9.2.2 蓝海华腾方案描述：

拆除力矩电机及其控制器，安装普通异步电机；采用蓝海华腾张力控制专用变频器驱动异步电机；可通过模拟量或数字方式进行张力设定。

9.2.3 蓝海华腾方案优点：

- ◆ 替代原有力矩电机方案后，原有的操作习惯完全不变；
- ◆ 无需外加编码器速度反馈，节约成本且彻底免除干扰带来的停机和速度波动；
- ◆ 完美的转矩电流控制技术，无额外的热能耗，节能效果明显；
- ◆ 原方案力矩电机发热或操作不当易损坏，现方案安全可靠，整个系统使用寿命延长；
- ◆ 张力控制精确，特别是能够在加减速度动态运行中提供持续恒定的张力；

9.3 恒张力单收卷系统中替换 PLC 控制方案

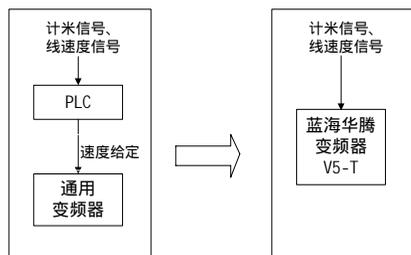


图 9-3

9.3.1 原应用方案描述：

系统中的收卷速度和前级放卷或者牵引速度保持恒定的速差，比如单变频拉丝机或者高速打扎机恒定滑差控制，检测前级和后级收卷的速度并送入 PLC 进行运算控制后，PLC 输出运行速度指令给通用变频器，保证前后级的速差接近设定的速差。

9.3.2 蓝海华腾方案描述：

无须 PLC 检测前级和后级收卷的速度信号和输出运行速度指令，变频器支持外部检测信号输入并通过变频器内部运算调节收卷部分的运行速度，从而保证前后级的速差接近设定的速差。

9.3.3 蓝海华腾方案优点：

- ◆ 降低系统成本，可省去 PLC；
- ◆ 变频器提供丰富的检测信号输入端子以及功能，简化了控制逻辑；
- ◆ 变频器拥有强大的数字信号处理能力，可完成比 PLC 更加快速准确的速度控制；
- ◆ 系统滑差设定方式灵活，内置滑差异常检测和保护；
- ◆ 真正的矢量控制技术可精确快速地完成速差控制；

9.4 闭环张力控制系统方案（单牵引 + 单收卷）

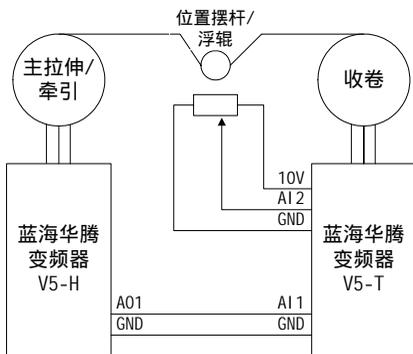


图 9-4

9.4.1 蓝海华腾方案描述：

主拉伸/牵引变频器采用 V5-H 高性能矢量控制变频器，收卷部分采用 V5-T 收放卷专用变频器；主机采用开环矢量速度控制并将主机当前运行速度通过 AO 模拟端子输出给收卷变频器的 AI1 模拟输入端子作为收卷部分的主速度给定；位置摆杆/浮辊反馈信号通过 AI2 模拟输入端子和内部设定的目标量进行 PID 调节，PID 调节的结果作为收卷部分的辅助速度给定；通过主辅给定的叠加配合完成整个系统的恒张力控制。

9.4.2 蓝海华腾方案优点：

- ◆ 主拉伸/牵引变频器采用真正的矢量控制技术，低频出力大，稳速精度高；
- ◆ 由于主伸/牵引变频器稳速精度高使得收卷变频器的调节更加容易，参数适应性强；
- ◆ 收卷变频器内置断料检测和告警停车，可以完全避免飞车；
- ◆ 90kW 以下变频器均可内置制动单元，有更强的快速刹车能力；

9.4.3 可配套机械：

铜线小拉机/复卷机/废边机/浆染机/浆沙机

9.5 开环张力控制系统方案（单牵引 + 单收卷）

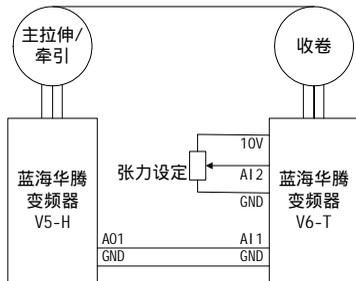


图 9-5

9.5.1 蓝海华腾方案描述：

主拉伸/牵引变频器采用 V5-H 高性能矢量控制变频器，收卷部分采用 V6-T 张力控制专用变频器；主机采用开环矢量速度控制并执行系统线速度设定，主机将当前运行速度通过 AO 模拟端子输出给收卷变频器的 AI1 模拟输入端子作为收卷部分张力控制的参考输入；收卷部分采用基于转矩控制的张力开环调节，可跟随主机的速度并控制电机始终保持输出设定的张力。

9.5.2 蓝海华腾方案优点：

- ◆ 收卷部分的张力控制变频器具有国内独有的无速度传感器的开环转矩控制技术，完美实现恒张力输出。
- ◆ 通过对静摩擦、滑动摩擦、转动惯量的补偿得到稳定的张力控制效果
- ◆ 主拉伸/牵引变频器采用真正的矢量控制技术，低频出力大，稳速精度高；
- ◆ 由于主伸/牵引变频器稳速精度高使得收卷变频器的调节更加容易，参数适应性强；

9.5.3 可配套机械：

无摆杆中拉机；替换磁粉离合器

9.6 复合机张力控制系统方案（单牵引 + 单复合 + 单收卷）

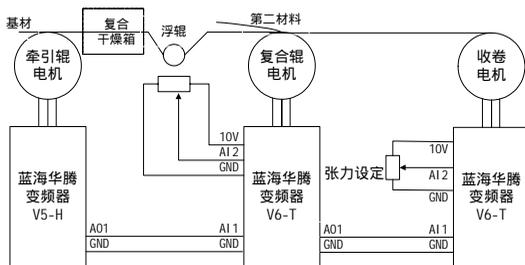


图 9-6

9.6.1 蓝海华腾方案描述：

牵引辊变频器采用 V5-H 高性能矢量控制变频器，复合辊和收卷部分采用 V6-T 张力控制专用变频器；主机采用开环矢量速度控制并执行系统线速度设定，

将主机当前运行速度通过 AO 模拟端子输出给复合辊变频器的 AI1 模拟输入端子作为收卷部分的主速度给定；位置摆杆/浮辊反馈信号通过 AI2 模拟输入端子和内部设定的目标量进行 PID 调节，PID 调节的结果作为复合辊变频器的辅助速度给定；通过主辅给定的叠加配合完成对整个系统的恒张力控制。

复合辊变频器将当前运行速度通过 AO 模拟端子输出给收卷变频器的 AI1 模拟输入端子作为收卷部分张力控制的参考输入；收卷部分采用基于转矩控制的张力开环调节，可跟随主机的速度并控制电机始终保持输出设定的张力。

9.6.2 蓝海华腾方案优点：

- ◆ V6-T 张力控制变频器即可以完成基于前馈的速度控制的复合辊驱动控制，也可以完成基于国内独有的无速度传感器的开环转矩控制，完美实现恒张力输出。
- ◆ 收卷变频器通过对静摩擦、滑动摩擦、转动惯量的补偿得到稳定的张力控制效果
- ◆ 变频器之间的主频率传递，除了模拟量还提供丰富多样的传递方式，如：高速脉冲输入输出方式，主机从机通讯方式等，同步效果更好；

9.7 分切机张力控制系统方案（单放单牵引 + 多收卷）

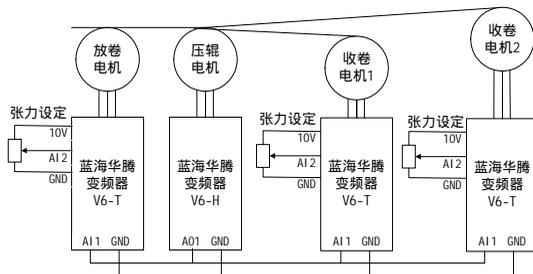


图 9-7

9.7.1 蓝海华腾方案描述：

采用 V6-T 张力控制专用变频器替换原有控制方案中放卷和收卷部分的磁粉制动器和磁粉离合器；采用 V6-H 高性能矢量控制/转矩变频器，实现对压辊电机的精确的速度控制；放卷和收卷变频器将跟随压辊电机的速度做恒张力的收放卷控制。

系统中的 V6-T 张力控制变频器一般情况下不需要安装速度编码器即可完成开环张力控制；若要求放卷或者收卷变频器工作在 0 速下仍然有输出则需要安装速度编码器。

9.7.2 蓝海华腾方案优点：

- ◆ V6-T 张力控制变频器可以完成基于国内独有的无速度传感器的开环转矩控制，完美实现恒张力输出；
- ◆ 通过对静摩擦、滑动摩擦、转动惯量的补偿得到稳定的张力控制效果；
- ◆ 通过线速度方式获得收卷和放卷的准确可靠的卷径变化信息；
- ◆ 驱动压辊的 V6-H 变频器支持 1:1000 的调速范围，速度波动误差可控制在 $\pm 0.02\%$

9.8 检品机张力控制系统方案（单放卷 + 单牵引 + 单收卷）

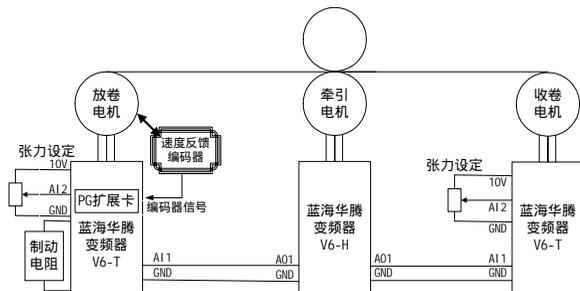


图 9-8

9.8.1 原应用方案描述：

系统中收卷和放卷均采用张力控制器加变频器的方案。收卷和放卷部分均需配置速度编码器和反馈，而且张力控制器通过压力传感器信号反馈输入来调整收卷和放卷变频器的张力输出。

9.8.2 蓝海华腾方案描述：

无须张力控制器及其需要的压力传感器信号，免除收卷部分的速度编码器以及与之配套的 PG 反馈卡；张力控制稳定并且锥度控制效果好，当材料厚度发生变化时无须更改材料厚度或者锥度相关参数。

9.8.3 蓝海华腾方案优点：

- ◆ 降低系统成本，可省去张力控制器；
- ◆ 收卷无须安装速度编码器，彻底避免因此而带来的干扰以及维护工作。
- ◆ 变频器提供丰富的检测信号输入端子以及功能，可以实现收放卷驱动互换；
- ◆ 变频器拥有强大的数字信号处理能力，可完成比张力控制器更快速准确的速度控制；

9.9 简易位置控制系统方案（单主单从双电机）

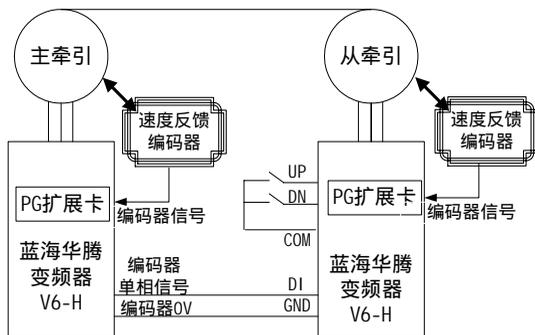


图 9-9

9.9.1 蓝海华腾方案描述：

系统采用脉冲同步控制方案，主牵引将反映其运行速度的编码脉冲信号传递到从牵引的高速脉冲输入口 DI，作为从牵引的位置同步控制目标；从牵引驱动的电机上的速度反馈信号通过内置在 V6-H 的 PG 扩展卡输入，作为位置同步控制的反馈，通过快速调整从牵引的运行速度使的从牵引反馈的脉冲和其高速脉冲输入口 DI 的位置同步控制目标一致。

9.9.2 蓝海华腾方案优点：

- ◆ 100M 时钟的高速数字信号 DSP 处理能力和增强型专用编码器信号检测 EQEP 电路可保证极快速的位置同步性能；
- ◆ 内置零伺服功能，保证在系统静止时的抗扰能力；
- ◆ 独特的脉冲累积误差和位置纠正处理；
- ◆ 通过端子实现方便灵活的从牵引相对位置控制；

9.9.3 可配套机械：

包装机械，切纸机

9.10 多牵引控制系统同步方案

9.10.1 系统要求描述：

在拉丝设备应用中，经常要求多台电机同时驱动不同的模具传动点，稳定工作在相同的线速度，特别是在系统升速或者降速的过程中，也要求时刻同步；这些传动点在工作过程中不可避免会出现拉伸打滑出现的现象，必然要求对这些电机进行快速准确的同步控制；

9.10.2 蓝海华腾方案描述：

系统采用复合控制方式，每个牵引控制点上的主速度给定都是相同的，而每个牵引控制点需要一个位置反馈来反映这个牵引控制点上的速度差，该速度差通过 PID 调节来控制消除。而主速度给定的方式可以是多种多样的，如：模拟量方式，高速脉冲方式，485 通讯方式，带总线适配器的通讯方式等。

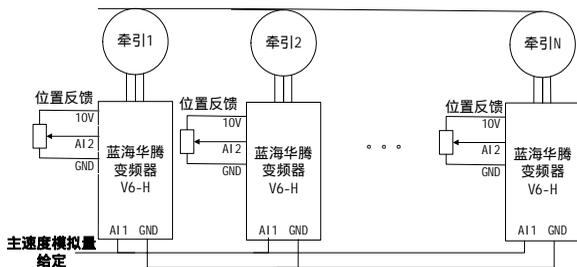


图 9-10

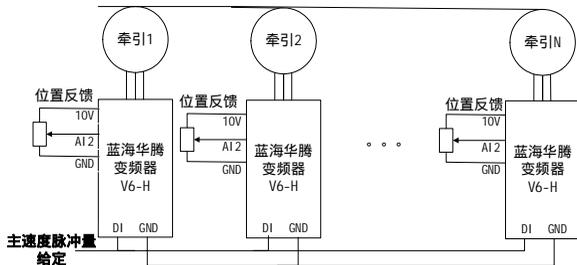


图 9-11

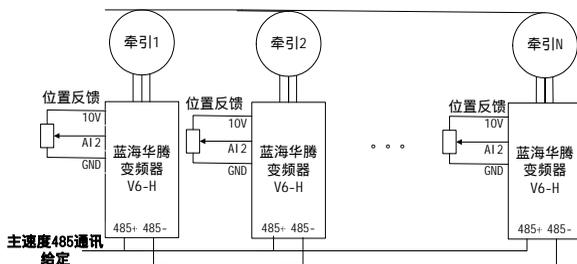


图 9-12

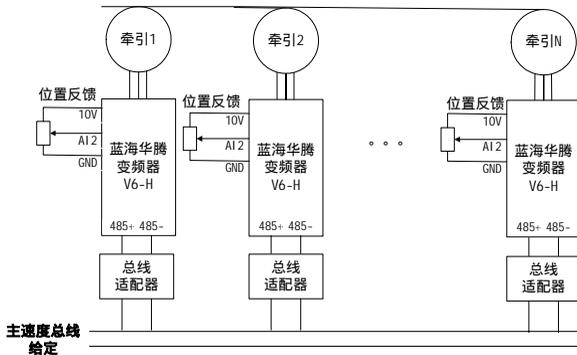


图 9-13

9.10.3 蓝海华腾方案优点：

- ◆ 高稳速精度和负载动态响应的开环转矩控制确保系统稳定；
- ◆ 低频转矩大，可确保启动自由顺畅；
- ◆ 国际化可靠性设计并增强适应国内的应用能力，环境适应性强；
- ◆ 丰富的端口资源和功能，外围 PLC 的控制要求简化，成本降低；

9.10.4 可配套机械：

直进式拉丝机

9.11 多牵引控制系统中替换同步控制板方案

9.11.1 原应用方案描述：

在有些多牵引控制点的应用中，经常要求多台电机之间的运行速度复合一定的比例关系。一般需要有一个速度同步器来完成这个比例的分配；在使用前先根据基准电机的基准速度，按照不同的比例关系设定不同的从电机运行转速；这些转速指令通过模拟量或者脉冲信号的方式进行传递。

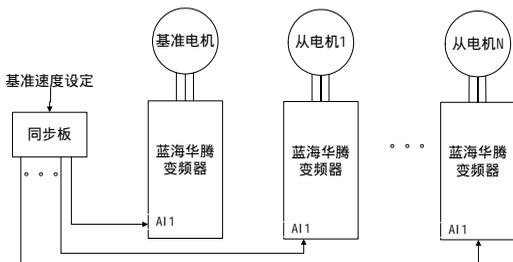


图 9-14

9.11.2 蓝海华腾方案描述：

系统的基准速度由系统中的基准电机的转速确定，而其它电机的转速均是和这台基准转速成比例的。可设定驱动基准转速电机的蓝海华腾变频器为主模式，其它电机的驱动变频器均为从模式，并在这些变频器上逐一设定比例系数。

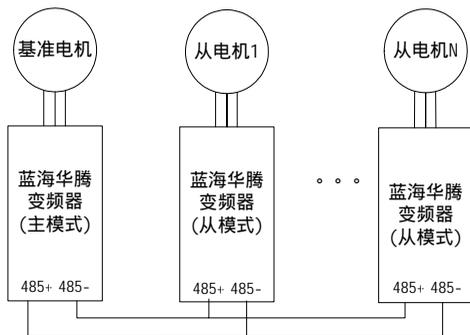


图 9-15

9.11.3 蓝海华腾方案优点：

- ◆ 降低系统成本，可省去同步板；
- ◆ 通过通讯的方式实现 0 误差的比例同步输出；

- ◆ 比例调整方式灵活且响应基准变化的同步速度快，精度高；

9.12 收放线层绕系统中替换直流驱动控制方案

9.12.1 原应用方案描述：

在有些管线材加工工艺没有中间牵引和驱动环节，只是实现对材料的一边放线，同时一边收线，在这种应用中要求放线电机和收线电机速度同步并保持张力稳定，而且要求放线和收线可以同时切换在正反向工作状态。一般的方案会采用一台直流电机和一台交流电机配合实现，直流电机跟随交流电机的速度并保持张力稳定。

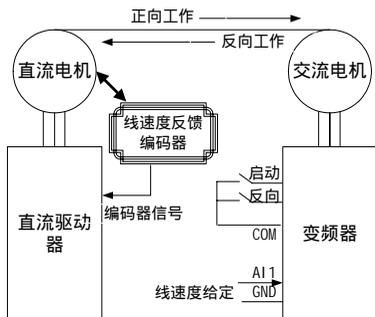


图 9-16 直流驱动方案

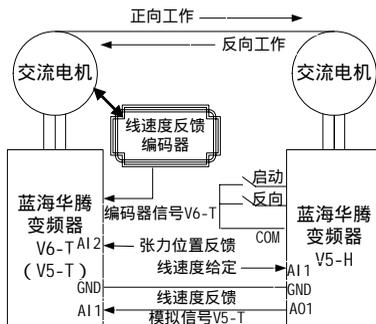


图 9-17 交流驱动方案

9.12.2 蓝海华腾方案描述：

无论正向还是反向工作，系统的线速度由基准电机的转速确定，而另一台电机的转速是跟踪该基准电机的。将原来的直流电机和直流驱动器用交流电机及蓝海华腾变频器替换，可实现无论在任何盘重下快速启动停机，并在整个工作过程中保持对线速度指令的快速相应和收放线电机的精确同步。

9.12.3 蓝海华腾方案优点：

- ◆ 降低系统成本，直流电机和直流驱动器由交流电机和交流变频器完成；
- ◆ 交流方案完全保证原直流方案的控制精确度，加减速过程可更加快速稳定；
- ◆ 实现正反工作方向任意切换，无须任何参数调整，一个按钮指令即可；
- ◆ 启动力矩大，刹车快速，无须机械配合点动刹车，从而提高了线材加工的质量；

9.12.4 适用机械：

高速高精度的层绕机，打扎机。

9.13 双变频拉丝机控制系统方案

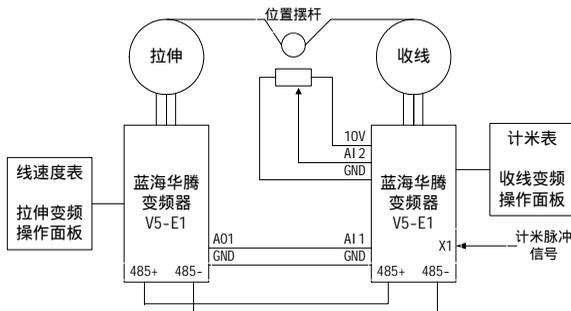


图 9-18

9.13.1 蓝海华腾方案描述：

主拉伸/牵引和收卷部分采用 V5-E 收放卷专用变频器；主机采用开环矢量速度控制并将主机当前运行速度通过 AO 模拟端子输出给收卷变频器的 AI1 模拟输入端子作为收卷部分的主速度给定；位置摆杆/浮辊反馈信号通过 AI2 模拟输入端子和内部设定的目标量进行 PID 调节，PID 调节的结果作为收卷部分的辅助速度给定；通过主辅给定的叠加配合完成整个系统的恒张力控制。

9.13.2 蓝海华腾方案优点：

- ◆ 主拉伸/牵引变频器采用真正的矢量控制技术，低频出力大，稳速精度高；
- ◆ 由于主伸/牵引变频器稳速精度高使得收卷变频器的调节更加容易，参数适应性强；
- ◆ 收卷变频器内置断料检测和告警停车，可以完全避免飞车；
- ◆ 90kW 以下变频器均可内置制动单元，有更强的快速刹车能力；

9.13.3 可配套机械：

双变频拉丝机专用

9.14 直进式拉丝机控制系统同步方案

9.14.1 系统要求描述：

在直进式拉丝设备应用中，要求多台电机同时驱动不同的模具传动点，同步运行稳定工作在一个线速度设定下，特别是在系统升速或者降速的过程中，也要求时刻同步；这些传动点在工作过程中不可避免会出现拉伸打滑出现现象，必然要求对这些电机进行快速准确的同步控制；

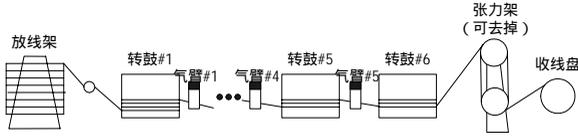


图 9-19

9.1.4.2 蓝海华腾方案描述：

系统采用复合控制方式，每个牵引控制点上的主速度给定都是相同的，而每个牵引控制点需要一个位置反馈来反映这个牵引控制点上的速度差，该速度差通过 PID 调节来控制消除。而主速度给定的方式可以是多种多样的，如：模拟量方式，高速脉冲方式，485 通讯方式，带总线适配器的通讯方式等。

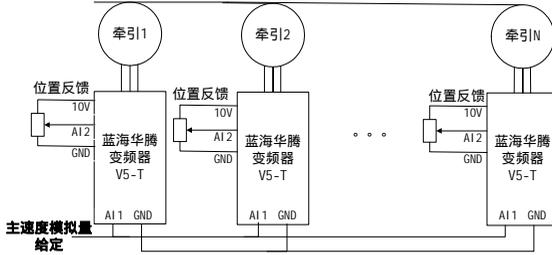


图 9-20

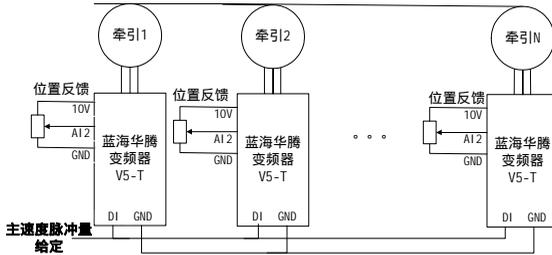


图 9-21

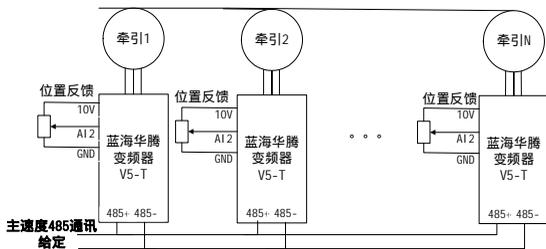


图 9-22

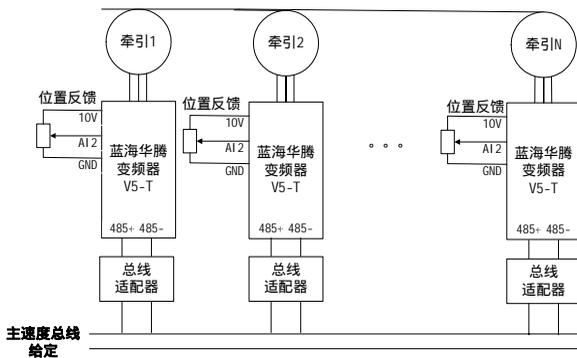


图 9-23

9.14.3 蓝海华腾方案优点：

- ◆ 高稳速精度和负载动态响应的开环转矩控制确保系统稳定；
- ◆ 低频转矩大，可确保启动自由顺畅；
- ◆ 国际化可靠性设计并增强适应国内的应用能力，环境适应性强；
- ◆ 丰富的端口资源和功能，外围 PLC 的控制要求简化，成本降低；
- ◆ 收线部分方案灵活，可以用速度方案也可用以转矩方案；

9.14.4 可配套机械：

直进式拉丝机

第十章 其它

10.1 闭环矢量调节参数

10.1.1 现场情况：

- ◆ 调试机器与设备：渔网收线机
- ◆ 蓝海华腾变频器型号：V6-H-4T-**G/**L-A2 或 V6-H-4T-**G/**L
PG 卡接线图：见附页三张图

10.1.2 系统方案：

变频器实现闭环矢量控制，此时变频的控制板上应安装 PG 反馈卡，PG 反馈卡的接线方式见附页，在闭环矢量控制方式下，变频器的稳速精度指标达到万分之二。并可实现更高精度的转矩控制。

若使用转矩控制，可使用模拟输入端口 AI1 作为转矩给定量，用旋转电位器实现时，请连接控制板上的 +10V、GND、AI1 端子。

10.1.3 功能码设置：

V6-H-4T-**G/**L-A2 时：P0.03=8、H0.01=编码器每转脉冲数、H0.02=编码器方向选择（若启动后电流很大，请调整 H0.02）；Pd.00=1、P6.21=1

V6-H-4T-**G/**L 时：P0.03=8、Pd.21=编码器每转脉冲数、Pd.22=编码器方向选择（若启动后电流很大，请调整 Pd.22）；Pd.00=1、P6.21=1

10.1.4 注意事项：

- ◆ 一定要进行电机参数旋转自整定，自整定时，电机轴侧负载应该拖开，否则将无法实现正常的矢量控制：设置 P9.02=电机额定转速、P9.03=电机额定功率、P9.04=电机额定电流，设 P9.15=2，启动变频器进行电机参数自整定。
- ◆ 转矩控制时，可调整以下参数获得更优的控制效果。

	V6-H-4T-**G/**L (d1.01=1.046)	V6-H-4T-**G/**L (d1.01=1.045)	V6-H-4T-**G/**L-A2
静摩擦补偿系数	Pd.28	Pd.27	H0.07
滑动摩擦补偿系数	Pd.29	Pd.28	H0.08
转动惯量补偿系数	Pd.30	Pd.29	H0.09
转动惯量补偿频率上限 1	Pd.31	Pd.30	H0.10
转动惯量补偿频率上限 2	Pd.32	Pd.31	无该功能

当系统在转矩控制模式下，为了使系统在 0 速运行时或者克服系统启动时的静摩擦力，静摩擦补偿系数可提供给系统预设的转矩提升量。

系统运行时可能存在摩擦，该摩擦可以减少变频器输出的转矩量，可以通过设定滑动摩擦补偿系数减少该摩擦对变频器输出转矩的影响。

当系统负载惯量较大时，需要在系统加减速过程中提供额外的转动惯量补偿。该转动惯量补偿系数确定的补偿量仅在转动惯量补偿频率上限 1 Pd.30 之下有效。

10.2 级联控制 1

10.2.1 应用场合：

需要两台或者多台变频器实现级联控制的场合。

10.2.2 系统接线图：

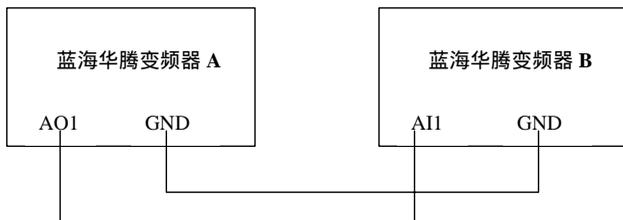


图 10-1

10.2.3 系统方案：

这里介绍模拟输入输出端子级联控制方式，接线见上图，也可以多台实现级联。

可实现 B 变频器的运行速度跟踪 A 变频器。A 变频器采用 AO 端子输出当前的运行频率，B 变频器采用 AI 端子输入当前的设定频率指令，注意需要将 A 变频器的 AO 端子和 B 变频器的 AI 端子对应的跳线放置在 OFF 位，表示为模拟电压输入输出。

10.2.4 功能码设置：

按接线图给定的端子举例，实现以上控制输入的功能码为：

A：P7.03=48，为出厂默认。 B：P0.04=1 用 AI1 模拟量给定频率

因为 A、B 变频器分别在模拟电压输出和输入过程中存在电路误差，A 变频器运行频率和 B 变频器运行频率存在误差，可以对 B 变频器的 AI1 模拟给定参数曲线进行校正。

举例说明如下：

这里要实现 A、B 给定运行频率均为 50HZ，但是 B 停机频率给定为 0.43，运行频率为 47.5HZ；B 停机且 A 停机状态下观察 B 操作面板 AI1 模拟电压给定为 0.08V，B 停机且 A 运行状态下观察 B 操作面板 AI1 模拟电压给定为 9.5V。由说明书功能码 P6 组（或者用变频器参数设置界面计算），我们计算出 B 要设置的功能码为：P6.00=4440、P6.01=0.8、P6.02=0、P6.03=95、P6.04=50。然后输入 B 变频器以上功能码，A、B 变频器可以实现同步运行频率。

10.2.5 注意事项：

- ◆ 如果 AO、AI 模拟给定为电压模拟给定，则其跳线均放置在 OFF 位，为电流模拟给定则跳至在 ON 位。
- ◆ 在对参数曲线进行校正时，如果 B 变频器运行频率还不够准确同步，可进行微调参数 P6.01、P6.03。

10.3 级联控制 2

10.3.1 调试情况：

需要两台变频器实现级联控制的场合

10.3.2 系统接线图：

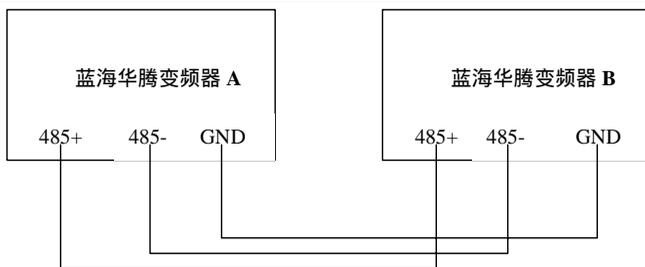


图 10-2

10.3.3 系统方案：

这里介绍主从通讯级联控制方式，接线见上图。

设置 A 机 SCIB 为主机模式，B 机 SCIB 为从机模式，且从机 B 功能码写入位置设置为 P0.05。

10.3.4 功能码设置：

依以上说明设置功能码为：

A 机，PC.04=2，PC.05=0

B 机，PC.04=0，PC.05=0，设置这些功能码后，可以实现主从通讯级联控制。通过改变主机 A 的频率给定 P0.05，从机 B 也随着改变，且无频率给定误差。

10.3.5 注意事项：

设置 PC.06 参数可以设定从机接收主机给定的校正系数。从机设定=PC.06*主机给定

10.4 共直流母线

10.4.1 设计共直流母线方案的原因：

在同一个电力拖动系统中的一个或多个传动有时会发生从电机端发电得到的能量反馈到传动的变频器中来，这种现象叫“再生能量”。这种情况一般发生在电机被拖着走的时候（也就是被一个远远高于设定值的速度拖动的时候），或者是当传动电机发生制动以提供足够的张力的时候（如放卷系统中的传动电机）。

传统意义上的 PWM 变频器并没有设计使再生能量反馈到三相电源的功能，因此所有变频器从电机吸收的能量都会保存在电解电容中，最终导致变频器中的母线电压升高。如果变频器配备制动单元和制动电阻，变频器就可以通过短间接通电阻，使电能以热方式消耗掉。当然只要充分考虑到制动时最大的电流容量、负载周期和消耗到制动电阻上的额定功率就可以来设计合适的制动单元，并以连续的方式消耗电能，最终能够保持母线电压的平衡。这种制动单元的工作方式其实就是消耗能量的一种。可以设计既能保持母线电压恒定，且能利用回馈能量的装置，共直流母线可以实现这个功能。

10.4.2 目的和基本原理：

如果有多个传动变频器通过直流母线互连的话（连接方式见下图一），一个或多个电机产生的再生能量就可以被其他电机以电动的方式消耗吸收了。节能效果显著。这是一种非常有效的工作方式，即使有多个部位的电机一直处于连续发电状态，也不用再去考虑其他的处理再生能量的方式。在这种方式下，如果还需要一个更快刹车或紧急停止的状态的话，那就需要再加上一个一定容量的制动单元和制动电阻以便在非常时刻起作用。当然变频器配置能量回馈装置就可以充分地共直流母线上多余的能量直接反馈到电网中来。

说到共直流母线，得先了解变频器整流逆变各个部分怎么工作：下图一左半部分交直回路为不可控整流桥，采用电压源控制方式；中间直流环节用大容量电容构成直流电压源，当然直流母线两侧配置制动单元；右半部分

为驱动控制逆变装置。

10.4.3 共直流母线存在的问题及难点:

在实际的生产活动中,多台变频器联机实现的生产装配线,有的电机是处于电动状态,需要消耗变频器经整流桥提供的直流电源;有的电机处于发电状态,比如放卷系统中的传动电机,电梯下落减速过程等,那么回馈能量经逆变器回到母线上。那么把多台变频器直流母线并联,回馈到母线上的能量会用到处在电动状态的电机上,实现能量的充分利用。这个过程原理简单,但是实现起来会遇到许多实际的问题和难点。

由下图一 A、B、C 变频器举例:

三台变频器共直流母线,且变频器功率大小不一样。设 $W_a=75kW$ 、 $W_b=30kW$ 、 $W_c=1.5kW$,此时 A 处于电动状态,B、C 处于发电状态,此时 B、C 整流桥不用提供直流母线电源,且有回馈能量到 A,A 整流桥只需要提供部分电动能量不用 75kW 的电动能量。这样系统可以完好的运行下去,没什么影响。但是当 B 由于生产需要突然由发电状态转换成电动状态时,此时不能保证 B 电源由 B 整流桥提供,B 母线可能会从 A、C 母线得到电源,设若都从 A 得到电源,此时 B 处于电动状态了,不提供 A 回馈能量了,A 母线不仅得不到 B 提供的发电能量,还要提供 B 的电动能量,那么 A 的整流桥可能会超负荷运行,会导致严重的后果,甚至炸机。设若此时 A、B 能量都从 C 变频器那里得到,这也是有可能的,那 C 机整流桥不可能承受的起这么大的负荷,炸机是肯定的。如果仅仅是 C 机和 A 机共直流母线,那么由 A 机整流桥完全可以提供 A、C 电动所需消耗的能量,因为 C 机的额定功率远低于 A 机。

所以这里存在变频器整流桥承受多大功耗的问题,但是一台变频器太大的整流桥安装生产有难度。

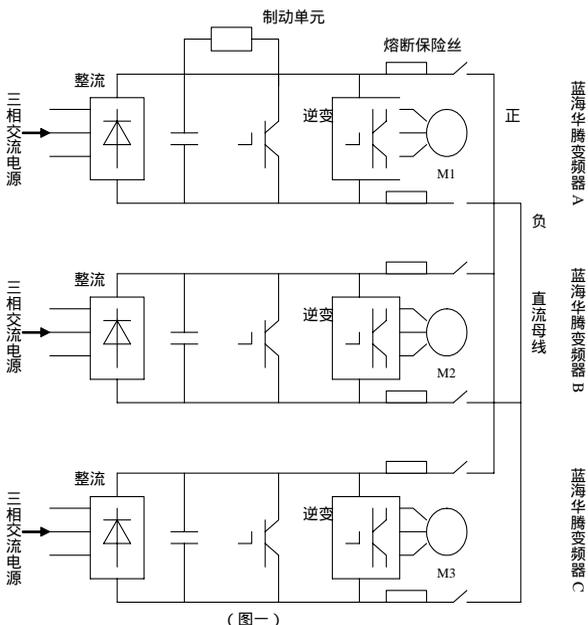


图 10-3

10.4.4 解决系统方案：

- 1、直流母线，多台共直流母线变频器由一个大功率整流桥提供直流母线电源，整流桥功率等级为所有电动机功率之和，这样就不存在整流桥超负荷运行炸机现象。存在缺点是整流桥功率太大生产实现有点困难。
- 2、R、S、T 三相电输入端加均衡电抗器共直流母线，那么多台电机处在电动状态的时候，不会由一台变频器提供直流母线能量，原因在于加在 R、S、T 三相电源输入口的均衡电抗器电阻有大小，通过的电流也有大小，各变频器实现各自供给直流母线能量，且在某些电机处在发电状态时，充分利用回馈能量。难点是均衡电抗器配置成本。
- 3、变频器直流母线端配置能量回馈装置，就可以充分地 将直流母线上的多余能量直接反馈到电网中来。

10.5 EPS 不间断电源

10.5.1 EPS 简介：

EPS 应急电源已被广泛应用于建筑电气领域和特殊应急供电场合。随着社会发展，越是信息化、现代化，就越依赖于电力。突然的断电必然会给人们正常的生活秩序和学习带来影响，尤其是对于生产、生活中特别重要的负荷，一旦中断供电，将会造成重大的经济损失。然而，电力故障具有突发性，不以人们的意志为转移，即使电网设施再先进，意外的断电也在所难免。目前，城市供电系统的安全对策一般是采用并网供电，为城市电力提供可靠的电源保护。但从企业及工业、民用建筑使用情况来看，仅仅靠公用电网还远远不够，必须具备应急供电系统（EPS），其重要性是在事故发生的情况下确保提供所需的应急电力，以有效降低因为断电而造成的损失，为人们生产和生活安全提供保障。因此，EPS 也被称为“城市生命线系统”的重要组成部分。

10.5.2 EPS 的组成：

EPS（Emergency Power Supply）应急电源由蓄电池组、蓄电池充电器、逆变电源以及控制系统组成。在市电正常时 EPS 控制由市电给负载供电，并由市电通过充电器给蓄电池充电；当市电不正常时，EPS 通过蓄电池给逆变器供电，并由逆变器输出交流电来替代市电拖动负载。

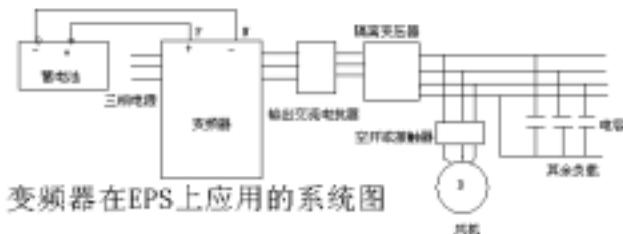


图 10-4

10.5.3 EPS 的分类：

EPS 按照负载分类一般分为三种：应急照明电源、照明/动力混合应急电源、应急动力电源；对应的负载分别为照明负载、照明/电机混合动力负载、电机负载（消防水泵、风机等）。

10.5.4 蓝海华腾变频器在 EPS 上应用的特点：

根据 EPS 电源的需求，蓝海华腾公司在高性能的无速度传感器矢量控制的平台上开发了 EPS 专用变频器，采用矢量化的 V/F 控制方式，就能达到较高的性能。可以很好的满足 EPS 的各种需求，有效的提高了 EPS 系统的性能。

- 1、直流供电：蓝海华腾变频器有控制电源独立的配电功能，整机提供独立的开关电源直流输入端口，无需改动硬件，可以直接直流供电，因为变频器的辅助电源、散热风扇、软上电接触器都采用直流供电方案。通过使用选件卡可实现外接 UPS 供电。
- 2、自动限流技术：在负载超过变频器的过流点时，变频器进行降频限压处理，保证电流不超过变频器的过流点。

根据在山东某客户那的使用，蓝海华腾的变频器能采用 18.5KW 的变频，在变频运行在 50HZ 时，直接启动 15KW 的电机，而且不会引起变频的过流报警。而在这种场合其他品牌的变频器要求采用 37KW 的变频才能达到要求。说明蓝海华腾的变频器在电流的控制技术上有较大的优势，能直接控制电流的大小。

- 3、特殊的噪音与波形处理技术：通过该项技术，不仅可以降低 EPS 电源的噪音，而且可以使 EPS 电源的变压器输出端的电压波形更接近于正弦波。通过现场的测试，蓝海华腾的 V&T 变频，在载波为 8K 时，发出的电磁哨声比别的品牌载波在 5K 时发出的哨声还要小。
- 4、采用过调制技术：在输入电压较低或者有波动时，能通过加宽 IGBT 的脉冲宽度，保证输出电压的稳定，并且波形失真度小。

10.6 大圆机应用

10.6.1 现场情况：

- ◆ 调试机器与设备：针织大圆机
- ◆ 蓝海华腾变频器型号：V5-H-4T-5.5G/7.5L

10.6.2 行业介绍：

针织大圆机现在已经广泛地应用于纺织行业。大圆机这一个行业，变频器的市场潜力还是相当大的。

10.6.3 系统方案：

目前大圆机有一套比较成熟的控制系统，基本上都是采用单片机控制，或者是 PLC+人机界面控制。其对变频器的功能要求很简单，只需要端子控制起停，模拟量给定频率或使用多段频率给定。

在控制性能上，要求变频器能提供较大的低频转矩，因为织布时负载较重，要求点动响应要迅速。在这里我们变频器采用无速度传感器矢量控制模式，以提高电机稳速精度和低频转矩输出。

大圆机要求电机绝对禁止反转和回转现象，否则针床的针将被折弯甚至折断。对于采用了单向轴承的大圆机系统，这方面的影响可以不予考虑，如果系统正反转完全取决于电机控制的话，则要注意适当采用直流制动功能。

在速度控制上，要求系统至少能三段速运行。一是点动运行，频率在 5-6Hz 左右；二是正常高速织布运行，最高频率可达到 80Hz；三是低速收布运行，当布匹织到一定长度时，需以 20Hz 左右的低速缓慢收布。而对于多段速控制，目前基本上有两种控制方案。一种方案就是利用模拟量给定频率，不管是点动还是高速低速运行，模拟量信号以及运行指令由控制系统给出；另一种方案就是利用变频器自带的多段频率给定，控制系统给出多段频率切换信号，而点动也由变频器自身的点动功能提供，高速织布时的设定频率由模拟量给定或变频器开环频率数字给定。

下面详细介绍大圆机调试步骤。

控制端子接线方式：

V+ _____ AI1
 V- _____ GND
 RUN _____ X1
 COM _____ COM
 TA _____ RA
 TC _____ RC

◆ 根据电机铭牌，设置电机参数

P9.01=6 极，P9.02=960RPM，P9.03=3.7kW，P9.04=9.3A

脱开电机皮带，按 M 键点动，确认电机旋转方向正确后，设置 P9.15=2，按 RUN 键运行，执行电机参数旋转自整定。

◆ P0.03=4，采用开环矢量控制运行模式

◆ P0.04=1，开环频给定方式采用 AI1 端子模拟量电压（0~10V）给定

◆ P0.06=1，运行命令由端子给定

P5.00=2，X1 端子功能设置为正转运行

◆ P0.08=5S，P0.09=0.8S，加减速时间分别按需求设置，5S 加速，0.8S 减速

◆ P0.11=65Hz，P0.13=65Hz，最大输出频率和频率上限都设置为 65Hz，待大圆机磨合一段时间之后，该最大频率可逐渐升高至 80Hz。

◆ P0.10=0.5S，S 段曲线时间 0.5S

P3.03=0.2Hz，起动频率 0.2Hz

Pd.09=50%，制动转矩限定值为 50%

Pd.14=0.1S，预激磁时间为 0.1S

这几项设置是为了改善大圆机起动和停止时刻的动态性能。大圆机要求起动时响应要快，低频大转矩输出，而停机时要平滑、柔和一些，以保护设备针床。于是将起动频率降至 0.2Hz，降低矢量控制预激磁时间为 0.1S，同时加上 S 段曲线时间 0.5，保证起停时刻频率调节的平滑性，然后降低制动转矩为 50%。经过反复实验，该组参数达到了良好的控制性能。

◆ PA.09=1，能耗制动已使用，开启制动电阻功能

◆ Pd.01=0.8，Pd.03=1，分别降低速度环比例增益 ASR_P1 和 ASR_P2

◆ Pd.05=50Hz，ASR 切换频率提高到 50Hz

设置这几项功能码是为了改善大圆机高速运行时的振动问题，将 ASR 切换频率提高，同时降低速度环

比例增益，以降低高速时变频器的转矩输出，降低电机的抖动，从而改善整个机器在高速运行时产生的剧烈震动问题。

- ◆ Pd.17=10%，矢量控制转差补偿增益降至 10%
- Pd.33=0，降低平衡功率运行时的输出电流

10.6.4 现场调试问题：

- ◆ 控制运行模式是应该采用 VF 控制还是矢量控制？

大圆机对于变频器的控制性能要求一半不高，采用 VF 控制应该就能满足要求了，采用蓝海华腾无速度传感器矢量控制型变频器能更好地提高大圆机的低频大转矩输出和稳速性能，尤其是低频大转矩输出特性，效果良好。

但是现场调试过程中发现，矢量控制模式下启动时配合直流制动功能后，回转现象可以消除或改善很多，因此现场调试的大圆机全部采用矢量控制方式。

- ◆ 起停瞬间的电机轴有轻微回转

对于大圆机系统加装了单向轴承的机器，该轻微回转的影响可以完全忽略，但是某些大圆机，机械上没有禁止反转，完全靠电机控制的时候，这个问题就需要认真对待了，因为轻微的反转可能会损坏针盘。

在这里，需设置停机直流制动参数，以保证停机时利用直流制动将电机轴上的惯性完全刹住，同时也保证了起动时电机轴的角度与 PWM 波发出的角度保持一致，解决起动瞬间电机轴回转的问题。

P3.05=2, P3.06=2, P3.07=120, P3.08=0.5 停机时以 120%变频器额定电流，0.5Hz 时开始直流制动，持续制动时间 2S

经过设置直流制动功能，基本上能将起停瞬间电机轴回转的问题降低到最低，最终效果要比原配套的其它国外品牌变频器的实际效果好。

10.6.5 总结：

目前蓝海华腾矢量控制型 V5-H 变频器，在大圆机上明显是功能性能方面绰绰有余。性价比竞争优势很明显。

此外蓝海华腾还可以通过客户定制，帮助用户降低成本。比如：大圆机都有一整套成熟的控制系统，目前较为先进的控制系统基本上都是采用触摸屏+PLC 控制，光是 PLC 控制器的成本就比较高了。蓝海华腾变频器可结合触摸屏等人机界面，利用 485 通讯控制，开发出客户化的大圆机行业的控制系统，即人机界面+大圆机行业专用变频器，从而完全省去中间的 PLC 环节，可大大的降低大圆机系统的成本。