

第七章：通用变频器应用实训及指导

通用变频器的应用离不开具体的实训。本章安排两种变频器型号的八个实训内容，基本涵盖了通用变频器的典型应用。由于目前在我国市场上销售的变频器型号种类不下几百种，本指导书以法国 Schneider ATV31 简易型变频器和 ATV71 转矩矢量控制高性能变频器各一台，配备三种不同的电动机负载（普通一步电动机、永磁同步电动机、带光电编码器的变频调速电动机），为方便测速，建议配备闪光测速仪一台。

下图 7-1 为实训台全貌，采用两块德国双元制实训网孔板制作实训台。两块实训板自成体系，每块实训板均含有变频器、制动电阻、电源开关、接线端子等。按钮、指示灯安排在实训台的电源箱上。

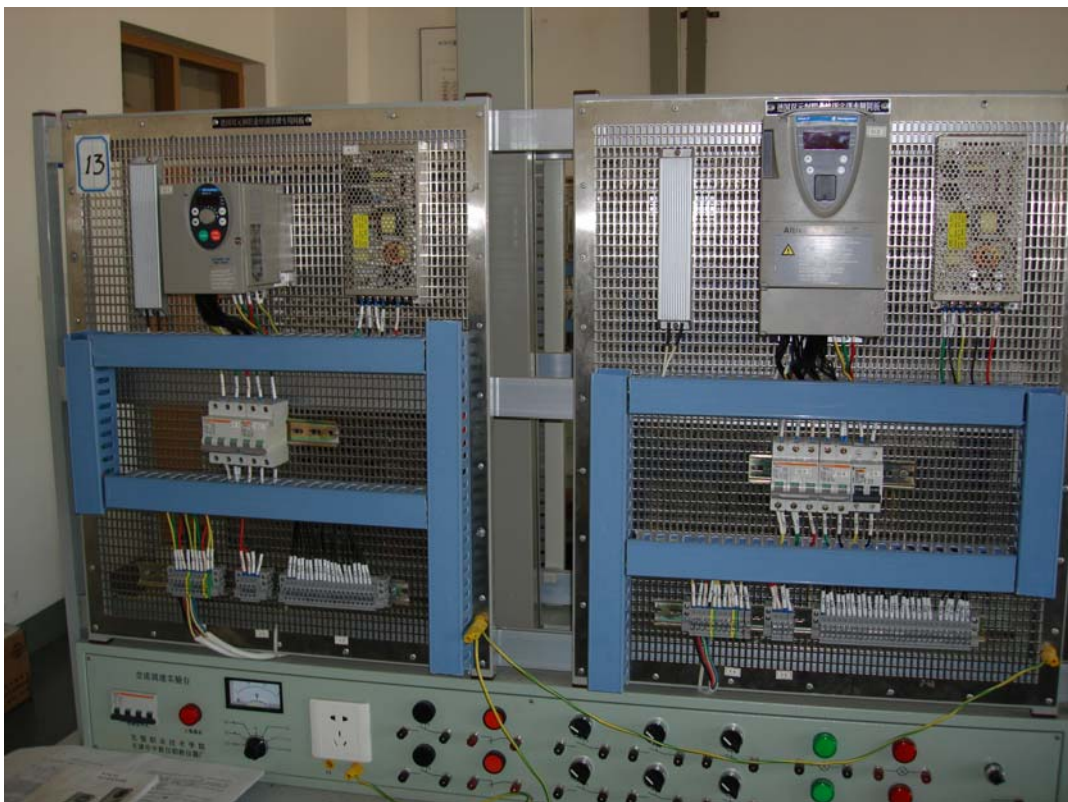


图 7-2 为电动机负载板组成。

图 7-2 为电动机负载板。所用的电动机负载全是工厂实际使用的型号规格。为便于实际操作，光电编码器的引出线引出至接线端子。从图中可以看出，变频调速电动机的后端盖比较长，在端盖内安装了光电编码器和强迫通风的单相轴流风机。永磁同步电动机其转子为永磁体，压频比参数为 220V/50HZ，调频范围为 15HZ—85HZ，当采用变频器传动时，电动机转速与旋转磁场转速相同。

由于目前变频器的型号种类不下几百种，本书给出了以 ATV31、ATV71 为实训载体的实训指导及有关参数设定，仅供参考。实训载体的安排模拟了工厂实际使用环境，切记注意安全用电及规范操作！



图 7-2 电动机负载板全貌

实训一 熟悉通用变频器的功能

一. 实训目的

1. 了解交流调速实验室实验台的组成（主电路、电机负载、实验台面组成等）。
2. 读懂实验台的电路图，并与实验台上元器件对应。
3. 对实验台上的两台变频器一一通电，调阅并设定两台变频器功能码。

二. 实训线路及原理

1、ATV31 变频器主回路电路图和 ATV71 变频器主回路电路图

2、合上 Q1，ATV31 变频器得电，操作面板上数码管显示，对该台变频器进行参数检查及参数修改。合上 Q2，ATV71 变频器得电，操作面板上数码管显示，对该台变频器进行参数检查及参数修改。

本次实训不要求接电机负载，因此变频器的输出端不接线。

3、ATV31 变频器面板及按键组成，如图 7-4 所示：

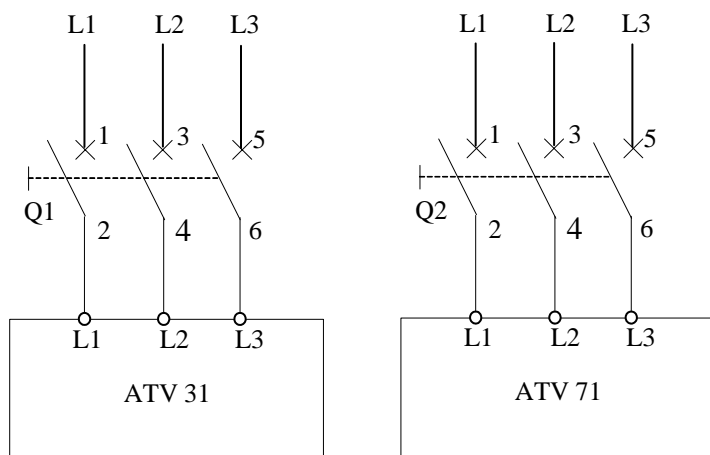


图7-3 实训一电路图

- 1: 红色 LED, 表示“直流母线有电”
- 2: 四个 7 段显示器, 显示变频器的运行及参数情况。
- 3: 返回以前的菜单或参数, 或增大显示值
- 4: 进入下一菜单或参数, 或减小显示值

5: 给定电位计, 如果 CIL 菜单中的 Fr1 参数设置为 AIP 时激活

6: RUN 按钮, 电机正向接通控制, 如果 I-O 菜单中的 tCC 参数设置为 LOC 时激活

7: 2 个 CAN 总线接通状态 LED

8: 退出菜单或参数, 或清除显示值以恢复以前的存储值

9: 进入某一菜单或参数, 或对显示参数或显示值进行存储

10: (1) 用于故障恢复

(2) 用于控制电机停车。

如果 I-O 菜单中的 tCC 参数没有设置为 LOC 时为自由停车模式; 如果 I-O 菜单中的 tCC 参数设置为 LOC 时为斜坡停车模式, 但如果过程中有注入制动, 就会产生自由停车。

当存储数值时, 显示器会闪烁。

正常显示, 无故障出现和无起动。

- init: 初始化顺序
- rdY: 变频器就绪
- dCb: 直流注入制动正在进行
- nSt: 自由停车
- FSt: 快速停车
- tUn: 正在进行自动整定

显示器闪烁指示出现故障。

4、ATV31 变频器菜单组及功能码访问

- (1) 加电后出现 rdy: 显示变频器准备就绪;
- (2) bFr-: 电机频率;
- (3) SEt-: 设置菜单组;
- (4) drC-: 电机控制菜单组;

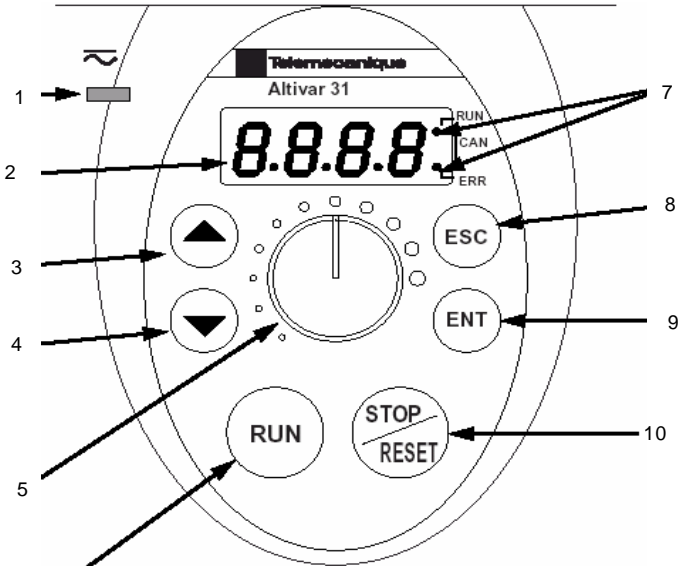


图7-4 ATV31 变频器操作面板示意图

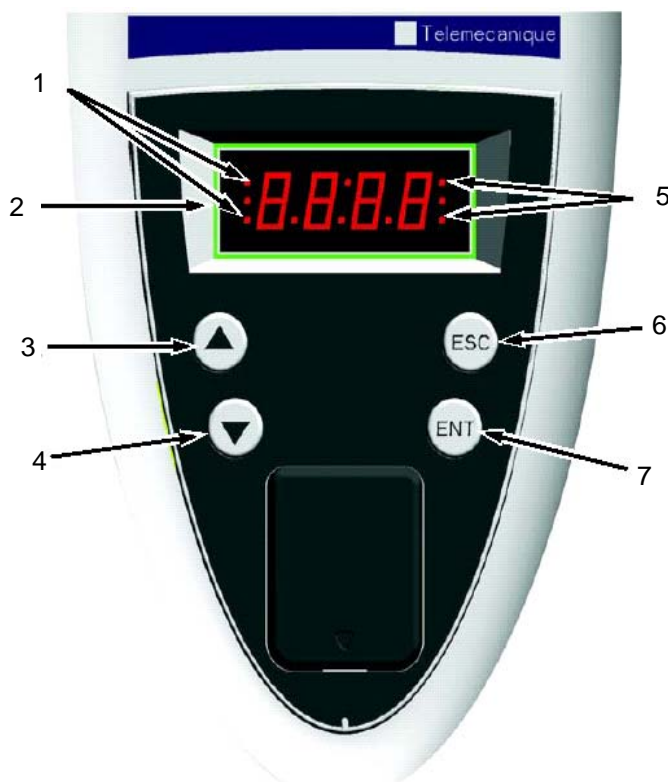


图7-5 ATV71 变频器操作面板示意图

- (5) I-O-: I-O 状态菜单组;
- (6) CtL-: 控制菜单组;
- (7) FUn-: 功能菜单组;
- (8) FLt-: 故障管理菜单组;
- (9) Con-: 通信菜单组;
- (10) SUP-: 数码显示菜单组;

为了区分参数组代码与菜单代码, 在菜单和子菜单后跟一破折号。如: FUn-是菜单, ACC 是功能码参数。

5、ATV71 变频器面板及按键组成由图 7-5 所示:

- 1: 2 个 Modbus 总线状态 LED
 - 2: 四个 7 段显示器
 - 3: 返回以前的菜单或参数, 或增大显示值
 - 4: 进入下一菜单或参数, 或减小显示值
 - 5: 2 个 CANopen 总线状态 LED
 - 6: RUN 按钮, 电机正向模式接通控制, 如果 I-O 菜单中的 tCC 参数设置为 LOC 时激活。
 - 7: 2 个 CAN 总线接通状态 LED
 - 8: 退出菜单或参数, 或清除显示值以恢复以前的存储值
 - 9: 进入某一菜单或参数, 或对显示参数或显示值进行存储当存储数值时, 显示器会闪烁。
- 正常显示, 无故障出现和无起动。如:
- 43.0: SUP 菜单中所选参数的显示
 - ACC: 加速
 - CLI: 电流限幅
 - CtL: 输入缺相时受控停车
 - dCb: 直流注入制动正在进行
 - nLP: 无主电源
 - nSt: 自由停车
 - Obr: 自适应减速
 - PrA: 断电功能有效
 - rdY: 变频器就绪
 - SOC: 运行中受控输出减小
 - tUn: 正在进行自动整定
 - USA: 欠压报警

显示器闪烁指示出现故障。

6、ATV71 变频器菜单组及功能码访问:

- (1) 加电后出现 rdy: 显示变频器状态;
- (2) SIn-: 简单启动菜单组;
- (3) SUP-: 显示菜单组;
- (4) SEt-: 设置菜单组;
- (5) drC-: 电机控制菜单组;
- (6) I-O-: I-O 状态菜单组;
- (7) CtL-: 控制菜单组;
- (8) FUn-: 功能菜单组;
- (9) FLr-: 故障管理菜单组;
- (10) CoN-: 通信控制菜单组;

- (11) FCS-: 恢复出厂设置菜单组;
- (12) UST-: 用户菜单;
- (13) COd-: 密码;
- (14) LAC-: 访问等级;

三. 实训内容及步骤

1. 合上实训台电源总开关, 通过实训台上的电压表观察进线电压, 转动线电压选择按钮, 确认 U_{ab} 、 U_{bc} 、 U_{ca} 三相电压基本平衡对称, 记录线电压值。

2. 将 ATV31 变频器上电, 读出 ATV31 变频器内 SET、DRC 菜单组中所有参数的工厂设定值, 将读出的内容填入自行设计表格内。

3. 改变 ATV31 变频器中 drC 菜单组中的 UnS、nCr、nSP、COS 的值, 具体改变如下表:

功能码	出厂设定值	修改值
UnS	400	380
nCr		1. 2
nSP	1420	1400
COS	0.76	0. 82

4. 完成上述设定后, 在 drC 菜单中, 找到 FCS 菜单, 恢复到出厂设定并关闭 ATV31 变频器电源。

5. 将 ATV71 变频器上电, 读出 ATV71 变频器内 SET、drC、FUN 菜单组中的工厂设定值, 将读出的内容填入自行设计表格内。

6. 思考附录表中有些参数为什么不能显示。

7. 进入 FCS 菜单组, 按照说明书要求, 进行恢复出厂设定操作。

四. 预习要求

本次实训前, 应认真预习变频器的使用说明书。

五. 实训报告

1. 自行设计表格, 读出 ATV31、ATV71 变频器菜单组中的工厂设定值, 将内容填入表格内。

2. 写出 ATV31、ATV71 变频器恢复出厂设定值步骤。

实训二 通用变频器控制异步电机正反转

一. 实训目的

1. 掌握通用变频器控制异步电动机的主回路接线。
2. 掌握通用变频器控制异步电动机变频器内参数的设定。
3. 掌握通用变频器控制异步电动机变频器面板启动方法。
4. 掌握通用变频器控制异步电动机变频器外部端子控制方式的电机启动方法。
5. 掌握通用变频器控制异步电动机的正反转运行方法。

二. 实训所需元件

本实训使用 ATV31 变频器和普通异步电动机。为保证安全, ATV71 变频器组件不能上电。

三. 实验电路及原理、

如图 7-6 所示, L11、L12、L13 为三相 380V 电源进线, Q 为小型断路器, M 为三相异步电动机, S1、S2 为转换按钮, 用于变频器的外部端子启动, 其中 S1 为正向启动, S2 为反向启动 (通过设定变频器内部参数来确定)。图中 PE 为保护接地。

四. 实验内容及步骤

1. 按图 7-6 进行外部连线(ATV31 变频器的动力引出线和控制线已经引出到实验板的端子上, 在接线时不需打开变频器的面板, 电机线直接引到相应的端子上, 并确认相应的线号)。

2. 确认接线正确无误、连接可靠后, 将 ATV31 变频器上电。

3. 在 I—O 菜单组中确认以下参数

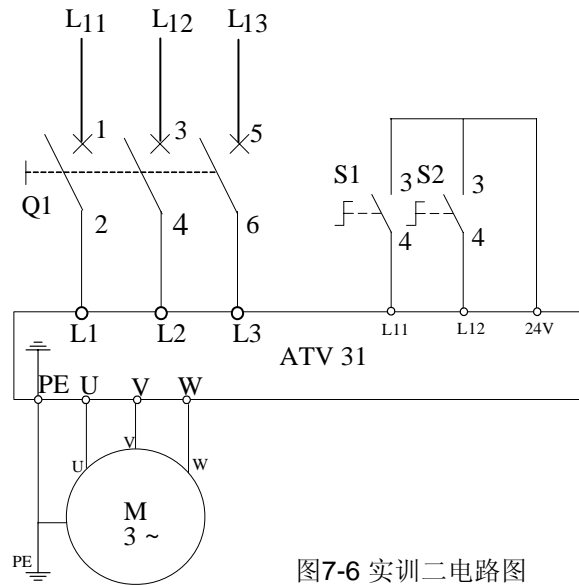


图7-6 实训二电路图

参数	工厂设定值	本实验设定值
tcc	2c	2c
tct	trn	trn
rrs	Li2	Li2

4. 在 CtL 菜单组中确认以下参数

参数	工厂设定值	本实验设定值
Fr1	AI1	AIP
rFC	Fr1	FR1
CHCF	SIN	SEP
CD1	TEr	LOC

在 FUN 菜单中设定停车模式为斜坡停车 (STT 为 RNP)

5. 将菜单显示转换为 SUP 菜单组, 显示当前菜单 FRH, 按 ENTER、▲和▼按钮, 分别设定 30.5HZ 和 40.5HZ, 按 RUN, STOP 按钮, 使电机启动。改变 SET 菜单中 ACC 和 DEC (加速时间, 减速时间), 观察电机的速度变化情况。当电机稳定运行后, 利用闪光测速仪记录频率与电机实际转速的数值。

6. 将 I—O CtL 菜单组中改变以下参数

参数	工厂设定值	本实验设定值
tCC	2c	2c
tCt	trn	trn
rrS	Li2	Li2

参数	工厂设定值	本实验设定值
Fr1	AI1	AIP
rFC	Fr1	Fr1
CHCF	SIn	SEP
CD1	TEr	TEr

合上 S1 按钮，电机正转；断开 S1 按钮，电机停止运行。合上 S2 按钮，电机反转；分断 S2 按钮，电机停止运行。改变变频器频率设定值和加速、减速时间，重复以上操作，体会面板设定、面板启动，面板设定、外部端子启动的功能实现。

7. 以上操作中，在设定频率值，电机启动前，将 SUP 显示值转换到 RFR 或 LCR，监控电机的运行频率和启动电流变化情况。改变启动加速时间和停止减速时间，监控电流变化情况，将不同的加、减速时间状态下的最大启动电流、最大停止电流记录自行设计在表格中。

8. 在 SET 菜单组中，将参数 HSP 设定为 60HZ，用闪光测速仪测定变频器运行频率在 60HZ、55HZ、50HZ、40HZ 时电动机的实际转速并记录在自行设计的表格中。

9. 将 HSP 设定为 65HZ，重复步骤 8 记录相应的运行频率、转速并画出 n/f 的曲线图。

10. 完成以上实验步骤后，将变频器的设定参数恢复到出厂值。

五. 实训报告

1. 描述变频器的面板设定、面板启动，面板设定、外部端子启动的方法及参数设定。
2. 描述实现变频器控制电机的正反转的控制方法。
3. 观察改变变频器的加减速时间，电动机的启动电流、停机电流会发生什么变化？
4. 记录变频器运行频率与电机实际运行转速值。计算电机空载情况下的转差率。

实训三 通用变频器速度给定控制

一. 实训目的

1. 了解一般通用变频器速度给定的方式。
2. 掌握通用变频器本机模拟量速度给定方式的实现。
3. 掌握通用变频器外部模拟量速度给定方式的实现。
4. 了解在模拟量速度给定方式时，模拟量给定值与变频器运行速度之间的关系。

二. 实训电路及原理

本实训使用 ATV31 实验板。

通用变频器的频率给定有以下几种常用方式：变频器面板给定、变频器本机模拟量给定、外部模拟量给定、通讯给定。实训二采用的是变频器面板给定方式。本实训使用变频器本机模拟量给定、外部模拟量给定两种方式。

图 7-7a)中变频器端子+10、COM 为变频器内部 0—10V 电源，AI1 是变频器模拟量通道一。实训内容一按变频器本机模拟量给定方式接线。R 为实训台上 5.1K Ω 多圈电位器，S1 为实训台上转换按钮。

图 7-7b)模拟量信号来自外部直流电源。接线时，外部 DC24V 电源的 0V 端应与变频器的 COM 端并接。变频器 AI1 端口的输入信号范围是 0—10V，操作时应注意电位器的输出信号值小于 10V。两个实训内容电动机负载均为普通异步电动机。

三. 实训内容及步骤

1. 按照实训电路 a)接线，确认连接可靠,合上电源开关 Q1,并确认变频器显示正常。

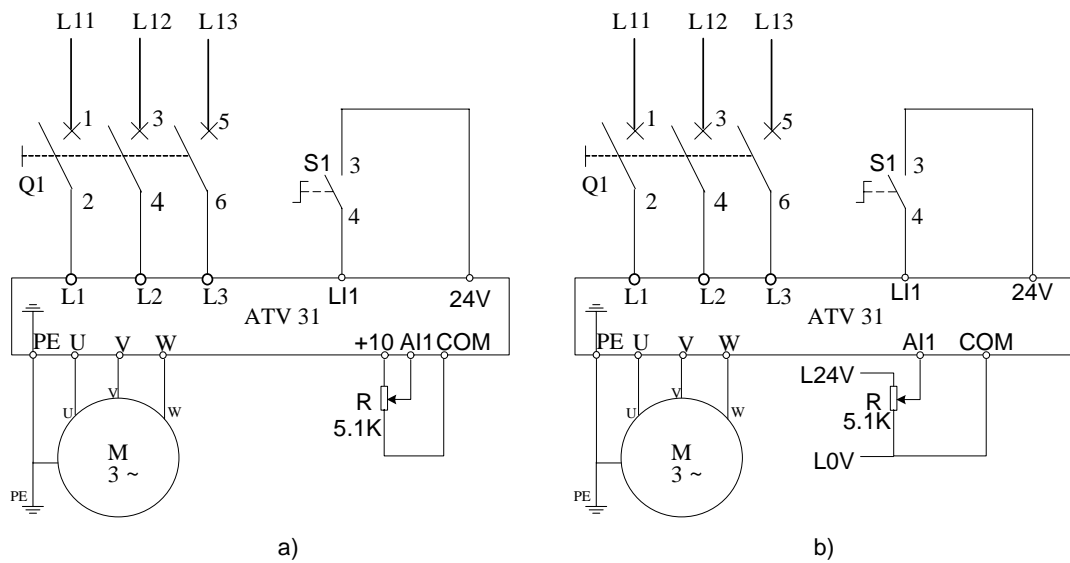


图7-7 实训三电路图

2. 旋转电位器，用万用表测量 AI1-COM 端子间电压为 0V，确认开关 S1 位于打开位置。

3. 在变频器上确认及设定如下参数：

参数组 SET	参数	变频器出厂设定值	本实训设定值
	ACC	3S	15S
	DEC	3S	15S
	LSP	0HZ	0HZ
	HSP	50HZ	50HZ
	ITH		1.5 倍电机铭牌电流

参数组 CtL	参数	变频器出厂设定值	本实训设定值
	LAC	L1	L1
	FR1	AI1	AI1

4. 合上 S1 开关，启动变频器。此时电位器的输出电压为零，电动机不运转。旋动电位器，输出电压增加，电机运行。用万用表测量 AI1、COM 端电压，当输出电压为 5V 时，检查变频器的输出频率（将面板显示为 SUP，监控 FRH、RFR）。

5. 改变电位器输出电压，观察变频器输出频率，作好记录。

6. 切断电源，按照实训电路 b) 接线，重复实验 2)、3)、4)、5)、6) 过程。实验中，注意电位器输出电压不要超过 10V。

7. 将 TFR、HSP 的值调整为 60HZ，重复以上实验内容，作好记录。

8. 保持电位器的位置，将 TFR、HSP 的设定值调整为 68HZ，记录同样电位器模拟量输出情况下的变频器频率输出。

参数组 drC	参数	变频器出厂设定值	本实验设定值
	BFR	50HZ	50HZ
	UnS	400V	380V
	FrS	50HZ	电动机铭牌频率
	nCr		电动机铭牌电流
	nSP		电动机铭牌转速
	COS		电动机铭牌功率因数
	UFT	N	L
	TFr	60HZ	50HZ

四. 实训报告

1. 自行设计表格，记录实训参数。
2. 思考当变频器模拟量输入信号幅值相同时，改变参数设定，从而达到改变变频器运行频率的实现方法。

实训四 通用变频器多段速度控制

一. 实训目的

1. 掌握通用变频器多段速度的硬件实现方法。
2. 掌握通用变频器多段速度运行的变频器参数设定。

二. 实训元件

本实训使用 ATV31 变频器和普通异步电动机。为保证实验安全，ATV71 变频器组件不得上电。

现代通用变频器的数字输入端口通常是多功能端口，设定变频器内部参数可以进行多功能端口功能的定义。本实训通过设定 ATV31 变频器的参数，将数字输入端口 LI1、LI3、LI4、LI5、LI6 定义为多段速度控制，从而实现 ATV31 变频器的十六段速度运行。

设定参数时，首先阅读 ATV31 变频器的说明书。由于变频器的参数分布在不同的参数组中，某些参数前后关联，当限定条件不符合要求时，无法进行设定。

三. 实训电路及原理

图 7-8 中，M 为三相异步电动机，S1~S5 分别与变频器的 LI1、LI3、LI4、LI5、LI6 端子连接。上图接法可实现十六段速度控制。LI1 设置成正转运行，LI3 设置成 PS2（二段速度），LI4 设置成 PS4（四段速度），LI5 设置成 PS8（八段速度），LI6 设置成 PS16（十六段速度）。

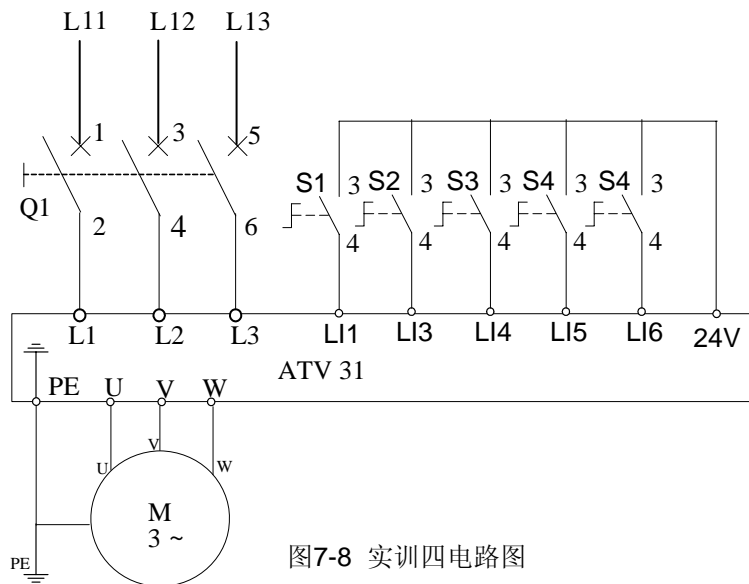


图7-8 实训四电路图

四. 实训内容及步骤

1. 按图 7-8 所示接线，确认接线正确、连接可靠。
2. 将 ATV31 变频器上电，变频器面板显示正确。
3. 设定参数(按下表值进行设定，设定顺序按照变频器说明书进行，如应先设定 tfr，才能设定 hsp)。

参数	工厂设定值	本实验设定值
Sp2	10HZ	10HZ
Sp3	15HZ	15HZ
Sp4	20HZ	18HZ
Sp5	25HZ	20HZ
Sp6	30HZ	26HZ
Sp7	40HZ	30HZ
Sp8	45HZ	35HZ
Sp9	50HZ	38HZ
Sp10	55HZ	40HZ
Sp11	60HZ	46HZ
Sp12	65HZ	48HZ
Sp13	70HZ	50HZ
Sp14	80HZ	55HZ
Sp15	90HZ	60HZ
Sp16	100HZ	65HZ
tfr	60HZ	65HZ
hsp	50HZ	65HZ
bfr	50HZ	50HZ
UnS	380V	380V
FrS	50HZ	50HZ
nCr		电机铭牌电流值
nSP		电机铭牌转速值
COS		电机铭牌值
tcc		2c
acc	3.0S	10.0S
dec	3.0S	10.0S

4. 上表中，sp1 值在 SUP 菜单 FRH 中设定。FRH 设定为 5HZ。
5. 十六档速度与LI_x的对应关系如下：

LI1	LI6	LI5	LI4	LI3	SP _x
1	0	0	0	0	Sp1
1	0	0	0	1	Sp2
1	1	0	1	0	Sp3
1	1	0	1	1	Sp4
1	1	1	0	0	Sp5
1	1	1	0	1	Sp6
1	1	1	1	0	Sp7
1	1	1	1	1	Sp8
1	1	0	0	0	Sp9
1	1	0	0	1	Sp10
1	1	0	1	0	Sp11
1	1	0	1	1	Sp12
1	1	1	0	0	Sp13
1	1	1	0	1	Sp14
1	1	1	1	0	Sp15
1	1	1	1	1	Sp16

6. 按照表中的对应关系，闭合相应开关，实现十六挡速度调整，在可能的情况下记录相应的电机转速。

7. 完成以上实训内容后，将变频器恢复出厂设定。

六. 实训报告

1. 写出以上实训内容及结果。
2. 本次实验中，SP16 的值设置为 65HZ（普通异步电机为 50HZ，380V）。测量电机在 65HZ 时的转速，并确认此时电机的工作状态。
3. 画出对应的波形图。
4. 参照变频器使用说明书，SP1 怎样设定？

实训五 变频器控制永磁同步电动机

一. 实训目的

1. 了解永磁同步电动机与普通异步电动机的区别。
2. 了解永磁同步电动机的 V/F 比，掌握变频器控制永磁同步电动机时的参数设定方法和注意事项。
3. 观察永磁同步电动机启动、停止时电流的变化情况。掌握永磁同步电动机的起、停过程和普通异步电动机的不同。
5. 掌握永磁同步电动机在正常运行状态下的转速情况，体会永磁同步电动机的无滑差运行现象。

二. 实训所需的设备及装置

永磁同步电动机、ATV31 变频器实训组件。永磁同步电动机的参数如下：

转子材料 永磁铁氧体
 电压/频率 220V/50HZ
 最大频率 85HZ
 标称功率 180W
 标称电流 1.5A
 最大转速 2550rpm(110HZ,两极电机)

三. 实验电路及原理

本实验电路图如下页所示，电动机 M 为永磁同步电动机；S1 为正向运行开关，S2 为变频器反向运行开关。变频器 LI1 端子设定为正向运行，S2 应设定为反向运行。电动机接实验台上的永磁同步电动机。

同步电动机的转子为永磁铁，电动机的定子接通交流电源形成旋转磁场，同步电动机旋转，最终运行在同步转速状态下。电动机启动过程中，由于转子转速低于定子的旋转磁场速度，启动电流比较大，此过程称为同步电动机牵入同步过程。当电动机启动瞬间，给电动机施加全电压，其启动电流将很大，此过程称为同步电动机全压启动。

本实验调整变频器的启动加速时间，观察同步电动机的启动电流变化情况。电动机启动完毕后，观察同步电动机稳定运行电流，并通过闪光测速仪测量同步电动机稳定的转速。

四. 实训内容及步骤

1. 按图 7-8 接线，确认接线正确、连接可靠。

2. 将 ATV31 变频器上电，变频器面板显示正确。

3. 设定参数（按上表值进行设定，设定顺序应按照变频器说明书进行，如应先设定 tfr，才能设定 hsp）。

4. 确认参数设定无误，特别是电动机接线。将变频器面板显示调整为显示电机电流（SUP—LCR），合上 S1，观察变频器输出电流，如输出电流一直增加，关闭 S1，调整 UnS 设定值（降低电压值），增加 acc、dec 值，重复以上操作，直到电动机启动起来。记录最大启动电流和稳定运行电流。

5. 将变频器面板显示调整为显示输出频率（SUP—RFR），重复 4）操作流程，观察变频器频率输出。

6. 关闭 S1，变频器输出频率降为 0HZ 后，合上 S2，电机反向运行。记录电机反向运行启动电流及停止电流值。

7. 适当降低 acc、dec(加速时间、减速时间)，重复 4)，记录不同的加减速时间状态下的启动、停车电流。

8. 适当增加 acc、dec(加速时间、减速时间)，重复 4)，记录不同的加减速时间状态下的启动、停车电流。

9. 将变频器的频率设定值调整为 85HZ，重复 4)、5)，并作记录。

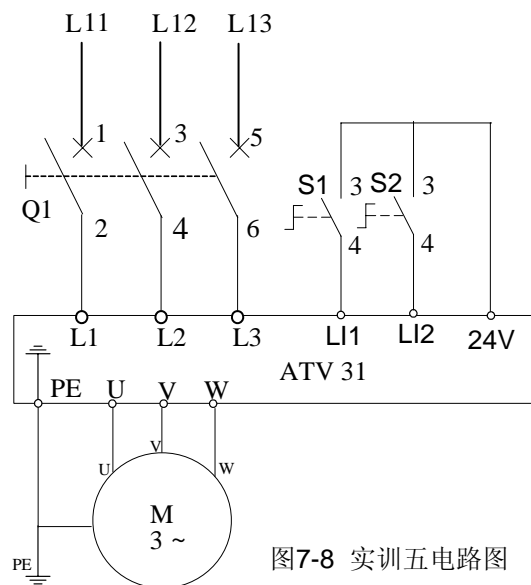


图7-8 实训五电路图

五. 实训报告

1. 记录以上 4)、5)、6)、7)、8)、9) 的值。

2. 为什么同步电动机的启动、停车电流要比稳定运行电流大得多?

参数	工厂设定值	本实验设定值
acc	3.0S	30.0S
dec	3.0S	30.0S
lsp	0HZ	0HZ
hsp	50HZ	85HZ
ith		2.6A
bfr	50HZ	50HZ
UnS	400V	220V
FrS	50HZ	50HZ
nCr		电机铭牌电流值
nSP		1500rpm
tcc	2c	2c
stt	stn	rnp
tfr	60HZ	85HZ
frh		65 HZ

实训六 通用变频器快速制动运行

一. 实训目的

1. 了解通用变频器制动单元、制动电阻的功能。
2. 了解通用变频器直流回路能耗制动的原理。
3. 掌握直流制动变频器主回路接线。
4. 了解变频器在快速停车时直流母线电压的变化情况，掌握快速制动的参数设定。

二. 实训所需的设备及知识

本实训采用 ATV31 变频器，在变频器的 PA、PC 端接制动电阻，以实现能耗制动。

变频器中，通常要设置加速时间和减速时间两个参数。ATV31 变频器中，ACC 加速时间是从 0HZ 增加到 FrS（铭牌给出的电机额定频率）的时间，减速时间是从 FrS 降低到 0HZ 的时间。变频器加速过程中，加速时间设定小，电动机加速过程短，启动电流就大；启动电流大于一定值后，变频器出现故障。在斜坡停机过程中，电动机处于发电状态，其机械能要通过逆变器上六个反并联二极管转换成直流电压，使变频器直流母线电压升高。停车减速时间过短时，直流母线侧电压过高，导致变频器故障。因此可以在变频器的 PA+、PA-端加接制动电阻，当变频器快速停车时，直流母线电压超过一定值后（ATV71 变频器这一电压可以通过参数设定，ATV31

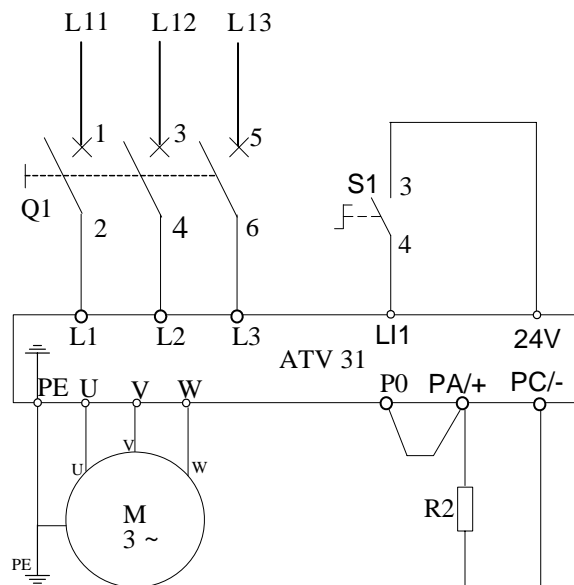


图7-9 实训六电路图

变频器这一电压值不能设定), 制动单元动作, 通过制动电阻放电, 降低直流母线电压, 将其维持在变频器所能承受的正常范围内。

三. 实训电路及原理

本实训采用的电路图如 7-9 所示。M 为普通异步电动机, R2 为制动电阻, S1 为变频器启动按钮, 变频器的 LI1 设定为正向运行。

四. 实训内容及步骤

1. 按图接线, 并确认接线可靠。
2. 合上电源开关, 变频器面板显示正常。
3. 进行参数设定 (按下表值进行设定, 设定顺序应按照变频器说明书进行, 如应先设定 tfr, 才能设定 hsp)。
4. 将变频器面板显示值调整为 FRH, 按 ENT。旋转设定电位器将变频器的频率设定为 35HZ, 将变频器面板显示转换到 LCR, 以便观察变频器输出电流变化情况。合上实验台 S1 按钮, 电动机运行。本实训变频器的加速时间非常短, 相当于电动机全压启动, 停止设定为快速停车。S1 按钮按下前应注意安全。关闭 S1 按钮, 电动机快速停车, 观察停车电流, 并观察变频器有无出现故障。
5. 将变频器的频率设定为 50HZ, 再次重复以上操作, 观察电流变化情况。
6. 将上图中制动电阻拆除, 重复以上 4)、5) 操作, 观察变频器运行情况, 并注意变频器有无出现过电流或过电压。
7. 降低变频器 ILH 值, 重复以上操作, 观察变频器的停车过程。

参数	工厂设定值	本实验设定值
acc	3.0S	0.1S
dec	3.0S	0.1S
lsp	0.0HZ	0.0HZ
hsp	50.0HZ	50.0HZ
ith		1.5 倍电动机额定电流
bfr	50.0HZ	50.0HZ
UnS	380V	380V
FrS	50.0HZ	50.0HZ
nCr		电动机铭牌电流
nSP		电动机铭牌转速
COS		电动机铭牌功率因数
stt	nst	fst

五. 实训报告

1. 自行设计表格, 写入实训过程及结果。
2. 分析接入制动电阻及未接入制动电阻变频器运行情况的区别及原因。
3. 分析制动过程的能量转换过程。

实训七 高性能变频器功能了解

一. 实训目的

1. 了解 Schneider ATV71 转矩矢量控制型变频器的基本功能。
2. 了解高性能变频器的功能码设定方法。
3. 基本掌握高性能变频器的应用宏的使用方法。
4. 基本掌握高性能变频器的电动机参数自整定方法。

二. 实训所需的知识

变频器各大制造商在近几年均推出了各自的高性能变频器。一般具有电动机参数的自整定功能；扩展脉冲编码器卡以实现高性能闭环调速功能；针对电动机的各种应用场合，在变频器内部配置了多种对应的应用宏；实现了转矩矢量控制，以及直接转矩控制等功能。

本实训台安装了 ATV71 高性能变频器组件，其内部控制器采用 32 位 CPU。在变频器上安装了一块光电编码器反馈卡，用以实现闭环调速功能。变频器共有 400 多个功能码，通过功能码的设定，完成大部分高性能控制功能。在负载的连接上，为配合功能的实现，配备了一台变频专用调速电机，并在电机的输出轴上安装了一只光电编码器。本实训台上编码器采用光洋电子的 TRD 系列，输出形式是 RS422 线驱动，具有较高的抗干扰特性。

本实训台的电路图及外部元件的配置具有一定的示范性及实用推广价值。

三. 实验电路图见图 7-9

图中，U3 为 ATV71 变频器；Q6 可以采用 ATV71 变频器实验板上的断路器；安装在电机输出轴上的 PG1 为光电编码器；M3 采用专用变频器。标准配置的 550W 变频专用电动机带有的冷却风机采用单相 220V 电源，在电动机运行以前应先启动电机风机，以增强冷却效果。冷却风机的电源已安装在实训板上（本图中未标出）。

本次实训中不使用光电编码器。但是变频器上电后，将提供给光电编码器直流电源（为后续实训做准备）。因此，在实训台上电前的线路检查中，应同时检查光电编码器的接线情况。（查看光电编码器的铭牌标示，其多芯输出电缆的对应关系如下：

A	青色
A-	黑色
B	白色
B-	白/黑色
5V+	红色
0V	黑色
PE	屏蔽

实训前，应提前预习关于 ATV71 的操作及参数设定的具体方法等相关内容。

四. 实训内容及步骤

1. 按照图 7-9 接线，并确认接线正确、可靠。确认 S1 启动按钮未合上。

2. 合上实训台电源总开关，合上 ATV71 实训板组件的三相开关 Q3，同时合上变频电动机强迫风机开关 Q5，确认电动机后罩内风机运行正常（感觉电机外壳有风）。观察变频器面板显示是否正常。

3. 变频器的简单启动。参数设定内容如下：

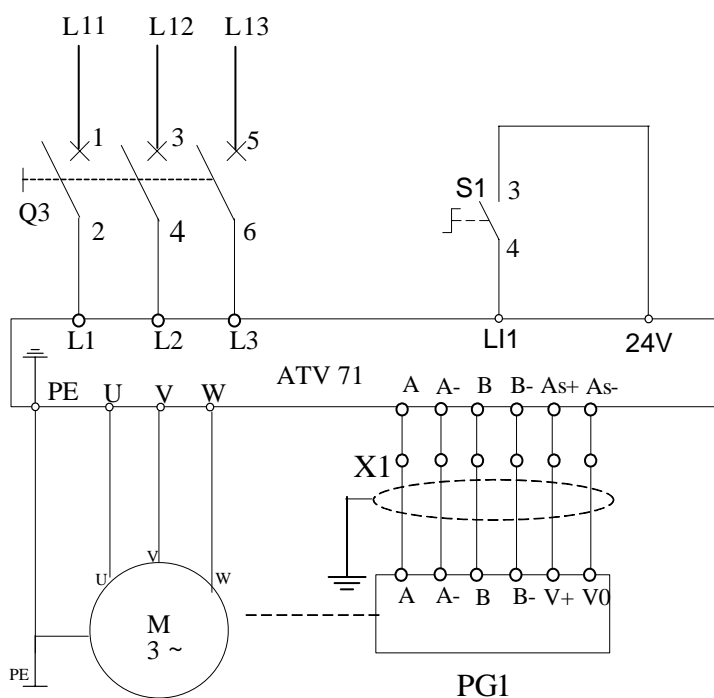


图7-9 实训七电路图

参数组 SIM	参数	出厂设定	本次实验设定值
	TCC	2C	2C
	CFG	STS	STS
	BFR	50HZ	50HZ
	NPR	0. 75KW	0. 55KW
	UnS		380V
	nCr		电动机铭牌额定电流 (A)
	FrS	50HZ	50HZ
	nSP		电动机铭牌额定转速
	TFR	60HZ	50HZ
	ITH		1. 5 倍电动机铭牌额定电流
	ACC	3. 0S	15. 0S
	DEC	3. 0S	15. 0S
	LSP	0HZ	0HZ
	HSP	50HZ	50HZ

4. 进入 SUP 菜单，将变频器的面板显示转换为 FRH（频率给定值）。按下变频器操作面板上升、下降按钮，将变频器的频率值设定为 30HZ。转换显示内容为 RFR（频率输出值），此时输出值为 0HZ。旋转 S1 按钮，启动变频器，电机从 0HZ 开始直至 30HZ 稳定运行。变频器运行过程中，可将面板显示转换为 FRH，改变设定值，变频器的输出值（电机的运行频率）将改变。

5. 关闭 S1 开关，电机停止运行。进入 SIM 菜单组的 TUN 菜单（自整定），按下变频器操作面板的 ENT 按钮，变频器进入自整定状态。变频器将根据所连接的负载进行参数整定及修改，直至面板显示为 DONE（自整定完成）。在自整定过程中，不允许按下启动按钮！

6. 若时间允许，可进行不同的宏功能启动。（将 CFG 菜单设定为 HDG、HST、GEN 等）。

7. 电动机运行后，利用闪光测速仪测量变频器不同输出频率下的电机转速，记录在实验报告中。

8. 关闭变频器电源前，将变频器的参数恢复为出厂设定值。

五. 实训报告

1. 按照以上实训过程，进行相应的记录。

2. 查找资料，确认光电编码器的信号输出种类，以及各种输出方式下变频器的编码器反馈卡的不同情况。

实训八 ATV71 变频器高级应用

一. 实训目的

1. 了解 ATV71 变频器的无速度传感器转矩矢量控制功能实现。

2. 了解 ATV71 变频器光电编码器闭环检测功能。

3. 了解 ATV71 变频器带速度传感器转矩矢量控制功能实现。

4. 了解高性能变频器转矩矢量控制状态频率输出 0HZ 时额定转矩输出功能的实现。

二. 实训所需的知识

矢量控制是一种高性能异步电动机控制方式，它基于电动机的动态数学模型，分别控制电动机的转矩电流和励磁电流，具有直流电动机类似的控制性能。

异步电动机有两套绕组（定子绕组和转子绕组）。其中定子绕组和外部电源连接，在定子绕组中流过定子电流。转子绕组只是通过电磁感应产生感应电动势，并流过电流，同时定子侧的电磁能量转变为机械能供给负载。因此，异步电动机的定子电流包含两个分量：励磁电流分量和转子电流分量。由于励磁电流是异步电动机定子电流的一部分，很难像直流电动机那样仅控制异步电动机的定子电流达到控制电动机输出转矩的目的。但是，根据异步电动机的动态数学方程式，它具有和直流电动机的动态方程相同的形式。如果选择合适的控制方式，使异步电动机得到和直流电动机相类似的控制性能，这就是异步电动机矢量控制。

矢量控制将三相电动机等效为两相绕组所产生的磁场。等效后，电动机的定子绕组只有两个，且在空间上相差 90° ，这是三相交流电动机的绕组变换。在矢量控制中，还需进行旋转变换，即将静止的定子绕组通以交流电产生的旋转磁场等效为由旋转的绕组通以直流电所产生的磁场。旋转变换是矢量控制的又一重要变换。

三. 实训电路图

本实训电路图如图 7-10 所示，与实训八完全相同。实训中，注意变频器的主回路、光电编码器的连接线应正确无误。

四. 实训内容及步骤

1. 按照图接线，并确认接线正确、可靠。确认 S1 启动按钮未合上。

2. 合上实训台电源总开关，合上 ATV71 实训组件的三相开关 Q3，同时合上变频电动机强迫风机开关 Q5，确认电动机后罩内风机运行正常（感觉电机外壳有风）。观察变频器面板显示是否正常。

3. 内容 1：无速度传感器矢量控制实现
参数设定：

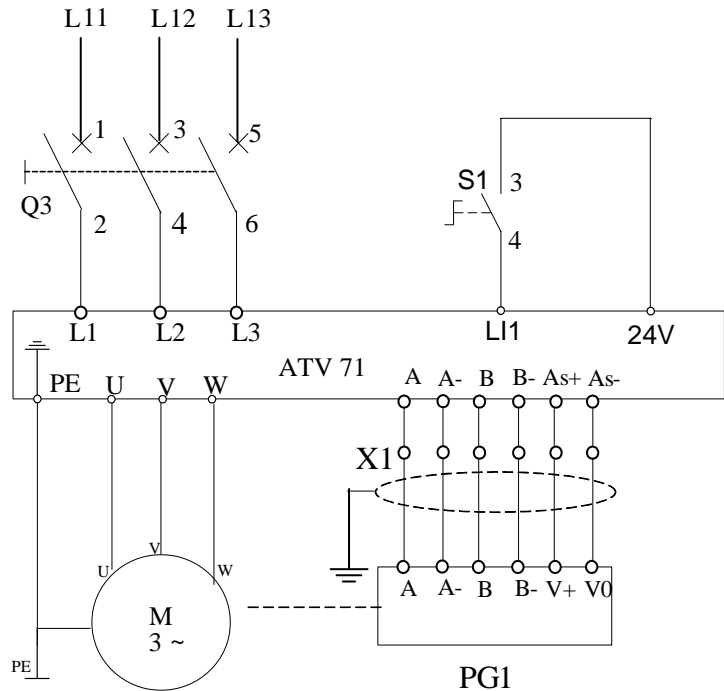


图7-10 实训八电路图

参数组 SET	参数	出厂设定值	本次实验设定值
	ACC	3. 0S	15. 0S
	DEC	3. 0S	15. 0S
	LSP	0HZ	0HZ
	HSP	50HZ	50HZ
	ITH		电动机铭牌额定电流 (A)
	CL1		1. 2 倍电动机铭牌额定电流 (A)

参数组 drC	参数	出厂设定值	本次实验设定值
	BFR	50HZ	50HZ
	NPR		0. 55KW
	UnS		380V
	nCr		电动机铭牌额定电流 (A)
	FrS		50HZ
	nSP		电动机铭牌额定转速
	TFR	60HZ	60HZ
	TUN	NO	YES (整定结束应显示 DONE)
	CTT	UUC	CUC
	ENS	AABB	AABB
	PG1	1024	600
	ENC	NO	YES (编码器检查结束, 显示 DONE)
	ENU	NO	SEC

参数组 I-O	参数	出厂设定值	本次实验设定值
	TCC	2C	2C
	R1	FLT	FLT

按上述设定, 变频器运行在开环电流磁通矢量控制方式下。本内容重点是利用 TUN (电动机参数自整定) 和 ENC (编码器检查) 两项功能。光电编码器检查请参阅 ATV71 变频器编程手册 P72。

将变频器面板显示为 FRH, 设定频率值为 35HZ, 合上 S1 开关, 变频器运行。该方式下, 光电编码器监控电动机运行速度, 通过面板显示 SPD 状态, 可读取 35HZ 时电动机运行速度。同时利用闪光测速仪可测得电动机实际输出速度, 对两速度值进行比较, 计算该种方式下电动机的滑差率。改变频率设定值, 重复以上操作, 将测得的数据填入自行设计的表格中。

4. 内容 2 : 电动机闭环电流磁通控制

将上表中 CTT 的参数改成 FUC, 电动机处于闭环电流磁通控制方式 (在进入该方式前, 编码器的检查应首先完成)。将变频器输出频率调为 0HZ (FRH), 合上 S1 开关, 电

动机不旋转。通过转换监控内容，观察变频器的输出电流。变频器应有一定的输出电流值，且电动机输出轴上有转矩输出。在确认电动机不旋转的状态下，验证电动机 0HZ 输出的转矩输出值。

关闭 S1 开关，将变频器的输出频率调整为 50HZ 以下，启动电动机。纪录不同给定频率下的电动机实际运行转速，并与实验 1 进行比较。

五. 实训报告

1. 根据以上的实训记录的结果，比较两种电动机控制方式，观察有何不同。
2. 将本次实训内容与以前的 ATV31 实验结果进行比较，观察有何不同。
3. 比较异步电动机在转矩矢量控制状态下的电流闭环控制方式时的输出转速和永磁同步电动机在变频器控制状态下的输出转速情况。考虑异步电动机在电流闭环控制方式下的转矩输出特性硬的原因。