

机电专业“十五五”系列教材

高技能人才集群培养“互联网+”教材

变频器应用技术 (G120C)

主编 马运强 周明龙



双色印刷
互动教学
微课资源
即扫即看



南京大学出版社

内容提要

本书以工业自动化领域主流驱动设备为核心载体,系统构建了“理论—参数—调试”三位一体的技术体系。通过 23 个典型任务,完整呈现 G120 变频器、PLC 及工业网络的结构原理、参数整定、PLC 协同控制等关键技术。项目引入企业真实工程案例,结合工业 4.0 智能产线调试工艺,融入课程思政元素,着重培养读者工程思维与岗位核心能力。

采用“纸质教材+数字课程”的出版形式,扫描二维码,即可观看微课类数字资源,随扫随学,突破传统课堂教学的时空限制,激发学生的自主学习,打造高效课堂。

图书在版编目(CIP)数据

变频器应用技术 : G120C / 马运强, 周明龙主编.
南京 : 南京大学出版社, 2026. 8.
— ISBN 978 - 7 - 305 - 30224 - 4
I. TN773
中国国家版本馆 CIP 数据核字第 2026A6V284 号

出版发行 南京大学出版社
社 址 南京市汉口路 22 号 邮 编 210093
书 名 变频器应用技术(G120C)
BIANPINQI YINGYONG JISHU (G120C)
主 编 马运强 周明龙
责任编辑 吴 华 编辑热线 025 - 83596997

照 排 南京开卷文化传媒有限公司
印 刷 南京迅驰彩色印刷有限公司
开 本 787 mm×1092 mm 1/16 印张 13.5 字数 328 千
版 次 2026 年 8 月第 1 版 2026 年 8 月第 1 次印刷
ISBN 978 - 7 - 305 - 30224 - 4
定 价 48.00 元

网 址: <http://www.njupco.com>
官方微博: <http://weibo.com/njupco>
微信服务号: NJUYUNSHU
销售咨询热线: (025)83594756

* 版权所有,侵权必究

* 凡购买南大版图书,如有印装质量问题,请与所购
图书销售部门联系调换

前言

在智能制造与工业 4.0 的浪潮中,工业驱动技术作为现代装备的“动力神经”,正加速向数字化、网络化、智能化方向演进。本书以《“人工智能+制造”专项行动实施意见》战略为纲领,聚焦 G120 变频器、PLC 和工业网络三大工业核心技术,系统解析变频调速与 PLC 集成技术,培养兼具精湛技艺与职业精神的复合型技术人才。

本书紧扣行业发展脉搏与职业教育改革要求,通过 6 大项目模块、23 项典型任务,完整构建从电机原理认知到工业变频器实操应用的全流程技术链条,重点融入行业新知识、新技术、新工艺、新方法,同时将思政元素渗透至技术任务。例如,在讲解电机调速原理时,融入我国异步电动机的自主创新发展历程,彰显“持续创新、追求卓越”的工匠精神;在变频器调试实操环节,结合国产变频器崛起的行业实践,厚植学生科技报国、产业兴邦的使命担当。

本书由安徽应用技术职业大学、埃夫特智能机器人股份有限公司、芜湖固高自动化技术有限公司等校企单位联合开发。其中,安徽应用技术职业大学马运强、周明龙担任主编;安徽应用技术职业大学赵光艺、朱小峰担任副主编。具体编写分工如下:马运强编写项目四、项目六,并负责开发微课资源;周明龙编写项目一及课后习题;赵光艺、朱小峰编写项目三、项目五,并开发配套 PPT 等数字教学资源;安徽应用技术职业大学李文、埃夫特智能机器人股份有限公司陈适、芜湖固高自动化技术有限公司丁运峰共同编写项目二,并提供大量真实工业工程案例,助力提升教材的实操性与针对性。

本书可作为智能制造类智能控制技术、工业机器人技术、机电一体化技术、电气自动化技术等专业的教材,也适合企业技术人员技能提升参考,帮助读者快速掌握变频调速系统的设计、调试与优化能力。由于编者经验和水平所限,再加上变频器技术和 PLC 技术发展很快,本书难免存在疏漏和错误之处,殷切希望读者批评指正。

作 者

2026 年 8 月

目 录

项目一 交流变频调速的原理	1
任务 1 三相异步电动机的结构与原理	1
任务 2 三相异步电动机的机械特性与调速方法	7
任务 3 认识变频器	13
任务 4 变频器的结构与分类	22
项目二 变频调速系统的面板调试	30
任务 1 送料小车变频系统的面板点动调试	30
任务 2 送料小车变频系统的面板连续运行调试	38
任务 3 送料小车变频系统的工艺参数优化调试	45
任务 4 电梯变频系统的性能优化调试	50
项目三 混料罐变频系统的外部调试	59
任务 1 混料罐变频系统的正反转调试	59
任务 2 混料罐变频系统的模拟量调试	73
任务 3 混料罐变频系统的输出信号检测调试	81
任务 4 混料罐变频系统的多段速调试	87
任务 5 混料罐变频系统的三线制及升降速调试	96
项目四 1200PLC 和变频器工业应用	108
任务 1 PLC 控制货物升降机	108
任务 2 PLC 模拟量控制空压机	114
任务 3 PLC 控制吸尘机多段速	128

项目五 变频控制系统的工程应用	136
任务 1 港口起重机变频器正反转电路	136
任务 2 风机变频工频切换系统	142
任务 3 饮料厂 PID 恒定水位控制系统	150
项目六 变频器工业网络通信技术应用	157
任务 1 金属淬火产线 G120 变频器的在线访问	157
任务 2 基于 PROFINET 协议汽车零部件产线升级改造	164
任务 3 基于 USS 协议纺织工厂卷绕设备升级改造	176
任务 4 基于 MODBUS RTU 协议塑料包装产线升级改造	186
附录 1 G120 变频器的常用参数表	197
附录 2 G120 变频器的重要故障和报警表	201
参考文献	208
二维码清单	209

项目一 交流变频调速的原理

任务 1 三相异步电动机的结构与原理

知识目标 >>>>>

了解三相异步电动机的基本结构。

理解三相异步电动机的工作原理。

能力目标 >>>>>

能够分析三相异步电动机的工作原理。

学会辨别定子绕组的首、尾端。

任务描述

随着电力电子技术的突破性发展,三相异步电动机的变频调速技术日趋成熟,制造成本也呈现显著下降趋势。在此背景下,以结构简单、运行可靠著称的三相异步电动机,已深度渗透至工业自动化、现代农业装备及智能制造等关键领域。现有一台三相异步电动机,因绕组标识磨损,无法识别定子绕组首尾端,需通过测试方法识别绕组首尾端并测量绝缘电阻。

任务理论

1.1.1



电动机的结构

一、三相异步电动机的结构

三相异步电动机由两个基本部分组成:固定不动的部分,称为定子;旋转部分,称为转子。三相异步电动机的外形和结构如图 1-1-1 所示。

1. 定子

定子由机座、定子铁心、定子绕组和端盖等组成。机座和端盖通常采用铸铁或铸铝等材料制造,机座内装有 0.5 mm 厚硅钢片叠压而成的定子铁心,铁心内圆周上分布着定子槽,槽内嵌放三相定子绕组,定子绕组与铁心间有良好的绝缘,如图 1-1-2 所示。

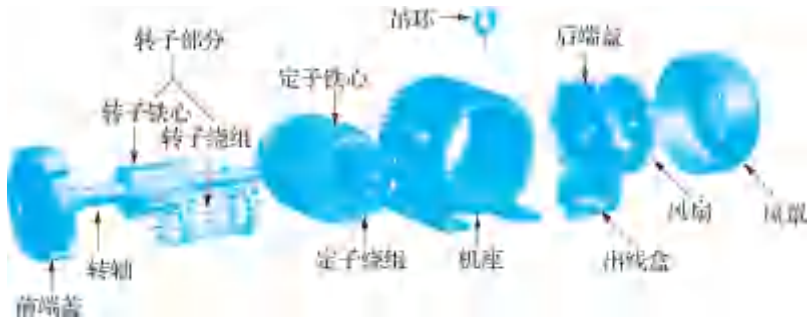


图 1-1-1 三相异步电动机的外形和结构

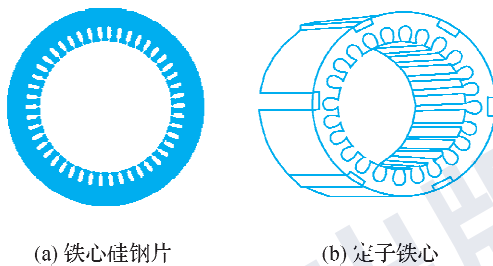


图 1-1-2 三相电动机定子铁心结构

定子绕组是定子的电路部分,对于中小型电动机一般由漆包线绕制而成,共分三相,分布在定子铁心槽内,构成对称的三相绕组。三相绕组共有六个出线端,引出至电动机外壳的接线盒内,三个绕组的首端分别用 U_1 、 V_1 、 W_1 表示,其对应的尾端分别用 U_2 、 V_2 、 W_2 表示(此为常用标识方法,具体以电机铭牌或接线图为准)。通过接线盒上六个端头的不同连接,可将三相定子绕组接成星形或三角形,如图 1-1-3 所示。

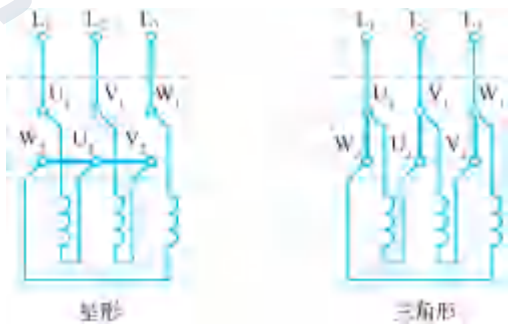


图 1-1-3 电动机定子绕组接线

2. 转子

转子由转子铁心、转子绕组、转轴、风扇等组成。转子铁心为圆柱形,通常是利用定子铁心冲片冲下的内圆硅钢片,将其外圆周冲成均匀分布的槽后叠成,并压装在转轴上,如图 1-1-4 所示。转子铁心与定子铁心之间有很小的空气隙,它们共同组成电动机的磁路,转子铁心槽是用来安放转子绕组的。

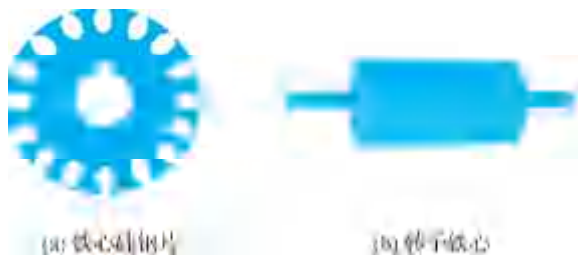


图 1-1-4 电动机转子铁心结构

转子绕组有笼型和绕线转子两种结构,如图 1-1-5 所示。笼型转子绕组是由嵌在转子铁心槽内的导条(铜或铝)组成,两端分别与两个短接的端环相连。如果去掉铁心,转子绕组外形像一个老鼠笼子,故称笼型转子。目前转子绕组大部分是浇铸铝笼型,大功率也有铜条制成的笼型转子导体。



图 1-1-5 电动机转子结构

绕线转子绕组与定子绕组相似,在转子铁心槽中嵌放对称的三相绕组,作星形联结。将三个绕组的尾端连结在一起,三个首端分别接到装在转轴上的三个铜制圆环上,通过电刷与外电路的可变电阻相连,供启动和调速用。绕线转子电动机结构复杂,价格较高,一般只用于对启动和调速要求较高的场合,如起重机等设备上。

1. 1. 2

二、三相异步电动机的工作原理

三相异步电动机是利用定子三相对称绕组中通以三相对称交流电所产生的旋转磁场与转子绕组内的感应电流相互作用而旋转的。

1. 旋转磁场的产生

图 1-1-6 为一个最简单的两极三相异步电动机三相定子绕组。每相绕组由一个线圈组成,这三个相同的绕组 U_1U_2 、 V_1V_2 、 W_1W_2 在定子铁心的槽内按空间相隔 120° 安放,并将其尾端 U_2 、 V_2 、 W_2 连成一点,作星形联结。当定子绕组的三个首端 U_1 、 V_1 、 W_1 分别与三相交流电源 L_1 、 L_2 、 L_3 接通时,在定子绕组中便有对称的三相交流电流 i_U 、 i_V 、 i_W 流过。若电源电压的相序为 $L_1 \rightarrow L_2 \rightarrow L_3$, 电流参考方向或规定正方向,即从 U_1 、 V_1 、 W_1 流入,从尾端 U_2 、 V_2 、 W_2 流出。

三相电流 i_U 、 i_V 、 i_W 波形如图 1-1-7 所示,它们在相位上互差 120° 电角度。下面以几个特殊时刻为例,分析合成磁场的方向。在 $\omega t = 0$ 瞬时, i_U 为零, U_1U_2 绕组无电流; i_V 为负,电流的真实方向与参考方向相反,即从尾端 V_2 流入,从首端 V_1 流出; i_W 为正,电流真实

电动机的工作
原理

方向与参考方向一致,即从首端 W_1 流入,从尾端 W_2 流出,如图 1-1-7(a)所示。将每相电流产生的磁通势相加,便得出三相电流共同产生的合成磁场,这个合成磁场此刻在的方向是自下而上,相当于一个 S 极在上、N 极在下的两极磁场。

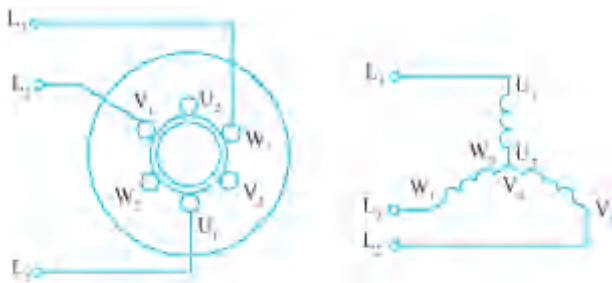


图 1-1-6 三相异步电动机定子绕组

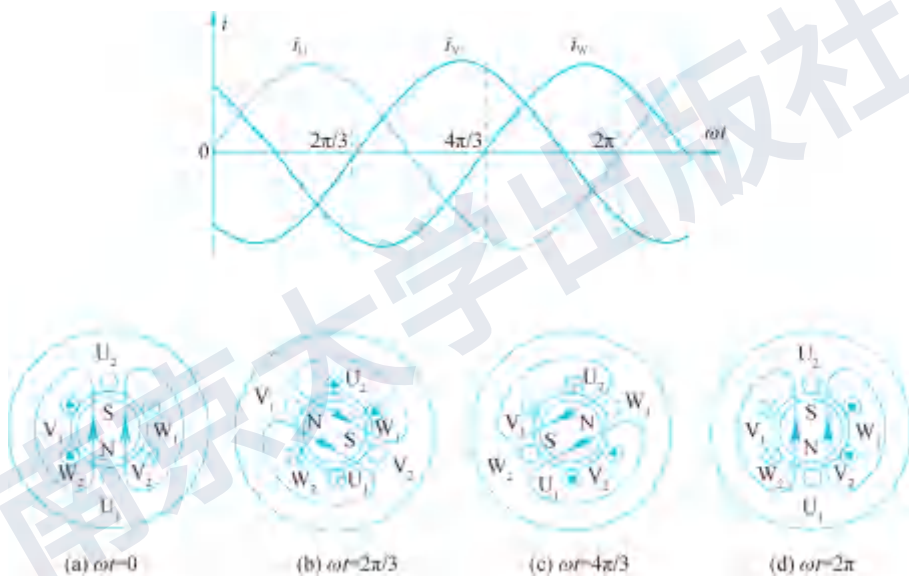


图 1-1-7 三相电动机旋转磁场的产生

用同样的方法可画出 $2\pi/3$ 、 $4\pi/3$ 、 2π 时各相电流的流向及合成磁场的磁通势方向,如图 1-1-7(b)、(c)、(d)所示,各瞬间的合成磁场的磁通势大小相同,仅方向不同而已,但都向电流相序方向旋转。当正弦交流电变化一周时,合成磁场在空间正好旋转了一周。由上分析可知,在定子铁心中空间互差 120° 的三个线圈中分别通入相位互差 120° 的三相对称交流电时,所产生的合成磁场是一对磁极的旋转磁场。而旋转磁场的旋转速度,由三相对称电流的频率及定子绕组在定子铁心中的布置方式决定。

2. 旋转磁场的转速

由以上分析可以看出,旋转磁场的转速与磁极对数、定子电流的频率之间存在着一定的关系。一对磁极的旋转磁场,电流变化一周时,磁场在空间转过 360° 。当旋转磁场具有 p 对磁极时,旋转磁场转速为:

$$n_0 = \frac{60f_1}{p} \quad (1-1-1)$$

式中: n_0 表示旋转磁场转速(r/min), f_1 表示交流电源频率(Hz), p 表示电动机定子极对数。

旋转磁场的转速 n_0 也称为“同步转速”。由式(1-1-1)可知,它取决于电源频率 f_1 和旋转磁场的极对数 p 。当电源频率 $f_1=50$ Hz 时,三相异步电动机同步转速 n_0 与磁极对数 p 的关系见表 1-1-1。

表 1-1-1 $f_1=50$ Hz 时的旋转磁场转速

磁极对数 p	1	2	3	4	5
同步转速 n_0 (r/min)	3 000	1 500	1 000	750	600

3. 旋转磁场的方向

旋转磁场在空间的旋转方向是由电流相序决定的。若把定子绕组与三相电源连接的三根导线中的任意两根对调位置,如把绕组 V_1 接电源 L_3 ,把绕组 W_1 接电源 L_2 ,即流过 V_1 — V_2 的电流变为 i_w ,流入 W_1 — W_2 的电流变为 i_v ,再按上述分析可得出旋转磁场将按逆时针方向旋转。

4. 转子转动的原理

当定子绕组接通三相电源后,绕组中流过三相交流电流,定子电流产生的磁场,如果它以同步转速 n_0 按顺时针方向旋转,则静止的转子与旋转磁场间就有了相对运动,这相当于磁场静止而转子按逆时针方向旋转,则转子导体切割磁场,在转子导体中产生感应电动势,载流的转子导体在定子旋转磁场作用下将产生电磁力,从而在电机转轴上形成电磁转矩,驱动电动机旋转,并且电机旋转方向与旋转磁场方向相同。

5. 转子的转速 n

由上分析可知,异步电动机转子旋转方向与旋转磁场的旋转方向一致,但转速 n 不可能达到与旋转磁场的转速 n_0 相等。因为产生电磁转矩需要转子中存在感应电动势和感应电流,如果转子转速与旋转磁场转速相等,两者之间就没有相对运动,转子导体将不切割磁力线,则转子感应电动势、转子电流及电磁转矩都不存在,转子就减速且不可能继续以 n_0 转动。因此,转子转速 n 与同步转速 n_0 存在转速差,即 $n < n_0$ 。这就是“异步”电动机名称的由来。另外,又因为产生转子电流的感应电动势是由电磁感应产生的,所以异步电动机也称为“感应”电动机。

同步转速 n_0 与转子转速 n 之差称为转速差,转速差与旋转磁场的转速的比值称为转差率,用 s 表示,即:

$$s = \frac{n_0 - n}{n_0} \quad (1-1-2)$$

转差率是分析异步电动机运行情况的一个重要参数。异步电动机运行时,转差率 s 在 0 (理想空载)到 1 (堵转)之间变化,当电机在额定负载下工作时,其额定转差率 $s=0.01 \sim 0.07$ 。

要改变三相异步电动机的旋转方向,只需把定子绕组与三相电源连接的三根导线中任意两根对调,改变旋转磁场的转向,便可以实现电动机转向的改变。



三相异步电动机定子绕组首尾及绝缘电阻测量

1. 电气元件和耗材

三相异步电动机(WDJ26)、电气控制板、常用电工工具、兆欧表、数字万用表等。要改变三相异步电动机的旋转方向,只需把定子绕组与三相电源连接的三根导线中任意两根对调,改变旋转磁场的转向,也便实现电动机转向的改变。

2. 测试原理

用剩磁法测定定子绕组首尾端,依靠转子旋转时,转子中的剩磁在定子三相绕组内感应出的电动势这一原理来进行测量。若每相绕组首尾端连接正确,三相绕组的感应电动势相量和为零,即 $\dot{E}_1 + \dot{E}_2 + \dot{E}_3 = 0$,如图 1-1-8 所示,此时流过毫安表的电流为零,指针不动,反之指针将产生摆动现象。



图 1-1-8 剩磁法测定定子绕组

3. 操作步骤

(1) 先用万用表欧姆挡($\times 10 \Omega$)测试电动机定子三相绕组的六个引出线头,将相互导通的两个引出线划为一相绕组,共分为三相,标上记号,然后将假设的三相绕组的首端、尾端分别接在一起。此时,万用表转换成毫安挡位($\times 1$ 毫安档),“+”表笔相连的三个端同为首端(或尾端),“-”表笔相连的另外三个端同为尾端(或首端),用手转动转子,如果毫安表指针不动,则说明假设的首、尾端就是实际的首、尾端。如果指针发生摆动,则需要依次调换每相绕组首、尾端重新测试,直至毫安表指针不动为止。

(2) 用兆欧表测量电阻

① 将兆欧表置于水平位置,把三相绕组的每二相接于 E 和 L 两端钮间,以每分钟 120 转速度摇动兆欧表手柄,将三次测量结果填于表 1-1-2。

表 1-1-2 绕组绝缘电阻记录表

绕组	绝缘电阻
U-V 相	
V-W 相	
U-W 相	

② 测量三相绕组对地(或电动机外壳)的绝缘电阻,测量时将 E 端钮良好接地(电机外壳),L 端分别接三相绕组,将测量结果填入表 1-1-3。

表 1-1-3 三相绕阻对地绝缘电阻记录表

绕阻	绝缘电阻
U 相	
V 相	
W 相	

任务 2 三相异步电动机的机械特性与调速方法

知识目标 >>>>>

了解三相异步电动机的机械特性。

理解三相异步电动机调速的三种基本方法。

能力目标 >>>>>

能够分析人为机械特性的特点。

测取三相异步电动机的工作特性。

任务描述

三相异步电动机因具有较高的性价比,较硬的机械特性,在各行各业中得到了广泛的应用。为了更好地使用三相异步电动机,需要进一步掌握电动机的机械特性,并通过实验测取三相异步电动机的工作特性。

任务理论

一、三相异步电动机的机械特性

三相异步电动机的机械特性是指三相异步电动机的电磁转矩 T 与转子转速 n 的关系。三相异步电动机的机械特性分为固有机械特性和人为机械特性。三相异步电动机的不同调速方式,其本质上改变电动机固有的机械特性。

1. 电磁转矩的表达式

从三相异步电动机的工作原理可知,三相异步电动机的转子电流与旋转磁场磁通相互作用,产生了电磁力和电磁转矩,在电磁转矩作用下电动机旋转。

三相异步电动机的转矩 T 是由旋转磁场的每极磁通 Φ 与转子电流 I_2 相互作用而产生

的,电动机电磁转矩的物理表达式为:

$$T = C_T \Phi I_2 \cos \varphi_2 \quad (1-2-1)$$

式中: T 表示电动机的电磁转矩; C_T 表示电动机的转矩系数; Φ 表示主磁通; I_2 表示转子的有效电流; $\cos \varphi_2$ 表示转子的功率因数。

上式为电磁转矩的物理表达式,表明三相异步电动机的电磁转矩与主磁通成正比,并与转子电流的有功分量成正比。

若考虑电源电压及电动机的一些参数与电磁转矩的关系,可将式(1-2-1)修正为:

$$T = C'_T \frac{s R_2 U^2}{R_2^2 + (s X_{20})^2} \quad (1-2-2)$$

式中: C'_T 为常数; U 为定子绕组的相电压; s 为转差率; R_2 为转子每相绕组的电阻; X_{20} 为转子静止时每相绕组的感抗。

2. 固有的机械特性

三相异步电动机的固有机械特性是指电动机工作在额定电压和额定频率下,定子绕组按规定方式连接,定子和转子电路不外接电阻等其他电路元件,由电动机本身固有的参数所决定的机械特性。

在实际应用中电动机转速 n 因外部负载转矩 T_L 变化而变化的情况,固有机械特性是指额定条件下,电动机转速 n 与电磁转矩 T 的关系曲线 $n = f(T)$,反映电动机带负载运行的性能。电动机的 $n = f(T)$ 曲线称为电动机固有的机械特性,如图 1-2-1 所示。

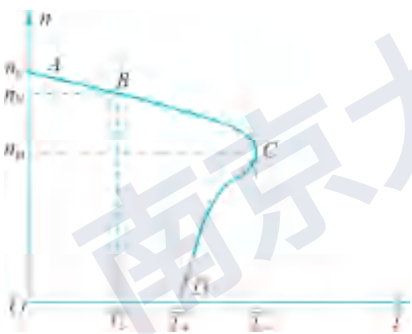


图 1-2-1 电动机固有的机械特性

T_{st} 为电动机的启动转矩; T_N 为电动机的额定转矩; T_m 是电动机在运行中具有的最大转矩; n_0 为电动机的同步转速; n_N 为电动机的额定转速; n_m 为电动机的临界转速。

当电动机的启动转矩 T_{st} 大于负载阻力矩 T_L 时,电机旋转,此时电磁转矩随转速增加而逐渐增大(沿曲线 DC 段上升),直到最大转矩 T_m 。随着转速的继续增加电磁转矩反而下降(沿曲线 CA 段下降),最终当电磁转矩等于负载转矩 $T = T_L$ 时,电机以某一转速匀速稳定旋转。

异步电动机一经启动就很快进入曲线的 CA 段,并在某一点稳定运行。在 CA 段如果负载加重,负载力矩大于电磁转矩,转速下降,同时电磁转矩随转速的下降而增大,与负载力矩达到新的平衡,使电机以比原来稍低的转速运行。

电动机的 $n = f(T)$ 曲线上有四个重要特殊点,它们是同步点 $A(0, n_0)$ 、额定点 $B(T_N, n_N)$ 、临界点 $C(T_m, n_m)$ 与起动点 $D(T_{st}, 0)$ 。

(1) 额定转矩 T_N

额定转矩是电动机在额定电压下,以额定转速运行,输出额定功率时,其轴上输出的转矩。因为电动机转轴上的转矩为:

$$T_N = 9550 \frac{P_N}{n} \quad (1-2-3)$$

式中： P_N 是电动机的额定功率，其单位是 kW； n 的单位是 r/min； T_N 的单位是 N·m。为了避免电动机出现过热现象，一般不允许电动机在超过额定转矩的情况下长期运行，但允许短时过载运行。

(2) 最大转矩 T_m

是电动机可能产生的最大电磁转矩，它反映了电动机的过载能力。故电动机运行中的机械负载不可超过最大转矩，否则电动机的转速越来越低，很快导致堵转。三相异步电动机堵转时电流最大，一般达到额定电流的 4~7 倍，这样大的电流通过定子绕组，会使电动机过热，甚至烧毁。因此，异步电动机在运行中应注意避免出现堵转，一旦出现堵转应立即切断电源，并卸掉过重的负载。

(3) 起动转矩 T_{st}

电动机在接通电源起动的最初瞬间， $s=1, n=0$ 时的转矩称为起动转矩 T_{st} 。如果起动转矩小于负载转矩，即 $T_{st} < T_L$ ，则电动机不能起动。这时情况与电动机堵转情况一样，电动机电流达到最大，引起电动机过热。此时应立即断开电源停止起动，在减轻负载或排除故障后重新起动。

如果起动转矩大于负载转矩，即 $T_{st} > T_L$ ，则电动机的工作点会沿着 $n=f(T)$ 曲线从底部上升，电磁转矩 T 逐渐增大，转速 n 越来越高，对于恒转矩负载，则很快越过最大转矩 T_m ，然后随着 n 的升高， T 又逐渐减小，直到 $T=T_L$ 时，电动机以某一转速稳定运行。由此可见，只要异步电动机的起动转矩大于负载转矩，一经起动，便迅速进入机械特性的稳定运行。

3. 人为机械特性

人为地改变异步电动机定子电压 U_1 、电源频率 f_1 、定子极对数 p 、定子回路串电阻或电抗、转子回路串电阻或电抗中的一个或多个参数，所获得的机械特性，称为人为机械特性。

下面分别定性讨论降低定子电压的人为机械特性和转子回路串三相对称电阻的人为机械特性的特点。分析时，先定性画出固有机机械特性，然后就人为机械特性的同步点、临界转矩点、起动点与固有机机械特性进行比较，看有何变化，再通过这三个特殊运行点，定性画出人为机械特性。

(1) 降低定子电压的人为机械特性

如果异步电动机的其他条件都与固有特性一样，仅降低定子电压 U_1 所获得的人为机械特性，称为降压人为机械特性，其特点如下：

① 异步电动机的同步转速 n_0 与电压无关不变，即不同 U_1 的人为机械特性都通过固有机机械特性的同步点。

② 异步电动机的电磁转矩 T 与定子电压 U_1 的平方成正比，所以降压后，最大转矩 T_m 随 U_1 的平方成比例下降。

③ 降压后的转差率 s_m 与电压无关，保持不变。

④ 降压后的起动转矩 T_{st} 也随 U_1 的平方成比例下降。为此不同 U_1 的人为机械特性的临界转矩点的变化规律如图 1-2-2 所示。

(2) 转子回路串对称三相电阻的人为机械特性

对于绕线转子三相异步电动机，如果其他条件都与固有特性时一样，仅在转子回路串入

对称三相电阻 R_P , 所获得的人为机械特性称为转子回路串电阻人为机械特性, 其特点如下:

① 同步转速 n_0 不变, 即不同 R_P 的人为机械特性都通过固有特性的同步点。
 ② 转子串电阻后的最大转矩 T_m 的大小不变, 但临界转差率 s_m 随 R_P 的增大成正比地增大(或 n_m 随 R_P 的增大而减小), 不同 R_P 的人为机械特性的最大转矩点的变化如图 1-2-3 所示。

③ 转子串电阻后临界转差率 s_m 增大, 当 $s_m < 1$ 时, 起动转矩 T_{st} 随 R_P 的增大而增大。

由图 1-2-3 可知, 绕线转子三相异步电动机转子回路串电阻, 可以改变转速, 因而可用于调速, 同时也改变起动转矩, 从而改善绕线转子三相异步电动机的起动性能。

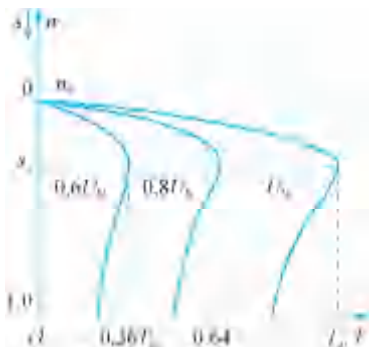


图 1-2-2 降压的机械特性

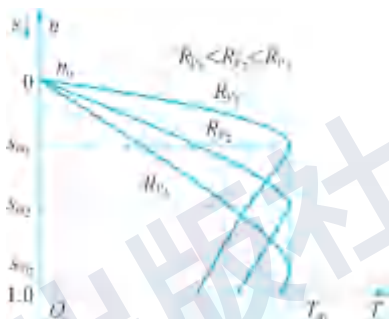


图 1-2-3 转子串电阻的机械特性

二、三相异步电动机的调速方法

由异步电动机的转速公式:

$$n = n_0(1-s) = \frac{60f_1}{p}(1-s) \quad (1-2-4)$$

式中: n 表示电动机转速; p 表示极对数; f_1 表示电源频率; s 表示转差率。

可知, 交流异步电动机有三种基本调速方法: 改变定子磁极对数 p 调速、改变电源频率 f 调速及改变转差率 s 调速。

1.2.2

1. 变极调速

变极调速只适用于多速电动机, 在电动机中安装多套绕组, 在运行时通过接触器等低压电器改变绕组的连接方式来改变极对数, 从而改变电动机的转速。

以 4 极变 2 极为例, 如图 1-2-4 所示, U 相两个线圈, 顺向串联, 定子绕组产生 2 对磁极。反向串联和反向并联, 定子绕组产生 1 对磁极。

我国多速电动机定子绕组常用联结方式有两种: 一种是从星形改成双星形, 写作 Y/YY, 另一种是从三角形改成双星形, 写作 Δ /YY, 如图 1-2-5 所示, 这两种接法可使电动机极对数减少一半。

其优点是: 在每一个转速等级下, 具有较硬的机械特性, 稳定性好。其缺点是: 转速只能在几个速度级上改变, 调速平滑性差; 电动机的体积大, 制造成本高。

调速方法

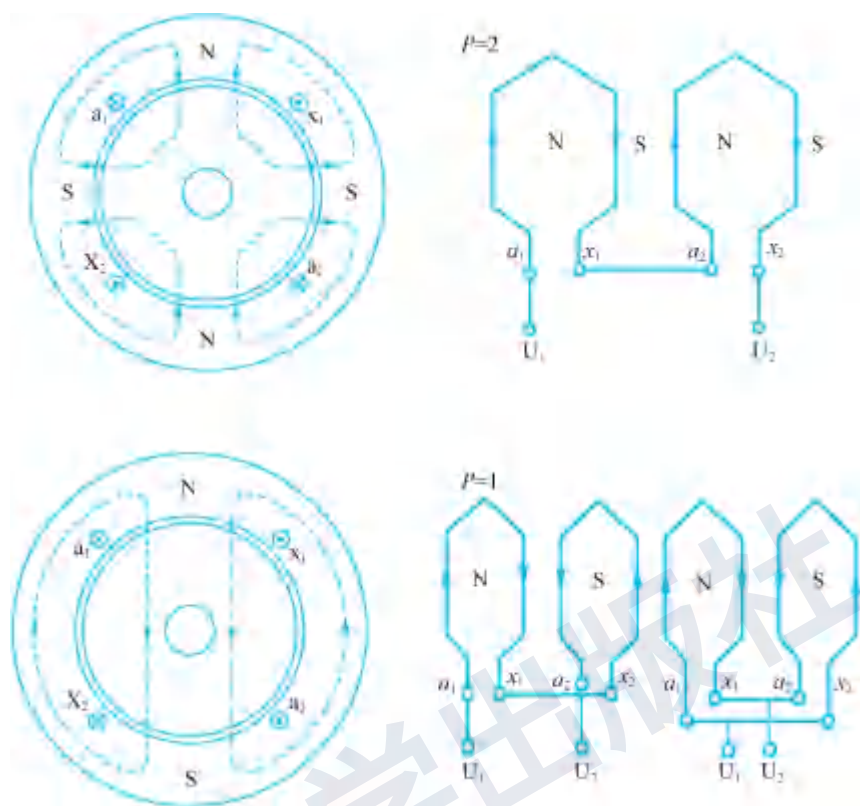


图 1-2-4 绕组变极原理图



图 1-2-5 4/2 极双速电动机定子绕组接线图

2. 变转差率调速

变转差率调速又可采用降低定子电压、转子串电阻、串级调速来实现。

(1) 降低定子电压

降低定子电压调速适用于专门设计的具有较大转子电阻的高转差率异步电动机。当电动机定子电压改变时,可以使工作点处于不同的机械特性曲线上,从而改变电动机的工作速度。

特点是:调速范围窄,机械特性软;适用范围窄。为改善调速特性,一般要使用闭环控制的工作方式,系统的结构复杂。

(2) 转子串电阻

通过在绕线式异步电动机转子回路中串入不同阻值的电阻,可以改变其机械特性曲线,使在同一负载转矩下,电机运行于不同的转速(即不同的转差率),从而实现调速。串电阻后,特性曲线在最大转矩以下的部分斜率增大,特性变“软”。

3. 变频调速

变频调速适用于笼型异步电动机。由电动机调速公式可知,如果能连续改变电动机的定子电源频率,就可以连续地改变电动机的同步转速,使其转速可以在一个较宽的范围内连续可调,因此它属于无级调速。变频调速在运行的经济性、调速的平滑性、机械特性方面都有明显的优势。变频调速技术也是交流调速中发展最快、最理想、最有潜力的技术。随着交流电动机调速理论的突破和变频器性能的不断完善,变频调速已开始成为交流调速的主流技术。目前,交流调速系统的性能已经可以和直流调速系统相媲美,有些甚至超过直流调速系统。

任务实施

三相异步电动机的工作特性的测量

1. 电气元件和耗材

三相异步电动机(WDJ26)、调压器、电气控制板、常用电工工具、功率表、电流表、电压表、直流发电机、负载等。

2. 线路连接

三相调压器经连接功率表和电流表后与三相异步电动机绕组连接,三相调压器分别并联电压表,直流发电机串并联电流表和电压表后与负载电阻 R_L 相连接,具体接线图如图 1-2-6 所示。



图 1-2-6 三相笼型异步电动机试验接线图

3. 操作步骤

调节调压器使之逐渐升压至额定电压(在做试验时保持电压恒定),校正过的直流电机先接通励磁电压。

再调节励磁电流至规定值,随后调节负载电阻 R_L ,使异步电动机的定子电流逐渐上升,直至电流上升到 1.25 倍额定电流。

从这负载开始,逐渐减小负载直至空载,在这范围内读取异步电动机的定子电流、输入功率、转速、直流电机的负载电流 I_F (可查对应的 T_2 值) 等数据,共读取 5~6 组数据,记录于表 1-2-1 中。

表 1-2-1 三相笼型异步电动机试验数据表

序号	I_U (A)	I_V (A)	I_W (A)	I_1 (A)	P_1 (W)	I_F (A)	T_2 (N·m)	n (r/min)	P_2 (W)

在做负载试验时,应保持定子输入电压为额定值,直流电机的励磁电流为规定值。

计算公式为: $I_1 = \frac{I_A + I_B + I_C}{3\sqrt{3}}$ 、 $P_2 = 0.105nT_2$ 。

任务3 认识变频器

知识目标 >>>>>

掌握变频器变频变压调速原理。

掌握变频器控制单元与功率模块的特点。

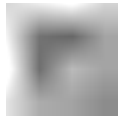
能力目标 >>>>>

能够分析变频器电压补偿的原因。

能正确选择变频器的控制单元与功率模块。



变频器的功能是将频率、电压都固定的交流电变换成频率、电压连续可调的三相交流电。通过查询西门子 G120 变频器使用手册以及在变频器未通电的前提观察实验室 G120 变频器的外观铭牌,记录变频器的铭牌参数数据。



一、变频变压原理

当定子线圈中通入了频率为 f_1 的交流电后,在定子线圈中的感应电动势为:

$$E_1 = 4.44 f_1 N_1 k_{N_1} \Phi_m \quad (1-3-1)$$

式中: E_1 表示定子绕组的感应电动势的有效值; f_1 表示定子供电电源的频率; N_1 表示每相定子绕组串联匝数; k_{N_1} 表示定子基波绕组系数; Φ_m 表示每极气隙主磁通。

由于上式中 N_1 、 k_{N_1} 均为常数,所以定子线圈中的感应电势:

$$E_1 \propto f_1 \Phi_m \quad (1-3-2)$$

如果主磁通 Φ_m 小于额定气隙磁通,则未能充分利用是一种浪费,但是在机械条件允许的情况下长期使用不会损坏电动机。如果主磁通 Φ_m 大于额定气隙磁通,则导致电动机的铁芯产生过饱和,从而导致过大的励磁电流,严重时会导致绕组过热而损坏电动机。

因此,要实现变频调速,在不损坏电动机的条件下,充分利用电动机铁心,发挥电动机转矩的能力最好在变频时保持每极磁通量 Φ_m 为额定值不变。

在改变定子绕组供电电源频率 f_1 进行变频调速时,若要能够维持磁通 Φ_m 恒定,必须同时协调地改变定子绕组的感应电动势 E_1 ,使电动势和频率比为常数。

由上式可知,定子绕组的每极主磁通为:

$$\Phi_m = \frac{E_1}{4.44 f_1 N_1 k_{N_1}} \propto \frac{E_1}{f_1} \quad (1-3-3)$$

以电动机的额定频率 f_N 为基准频率,称为基频。变频调速时,可以从基频向上调,也可以从基频向下调。

1. 基频以下恒磁通(恒转矩)变频调速

当在额定频率以下调频,即 f_1 小于额定频率时,为了保证 Φ_m 不变,根据式(1-3-3)得:

$$\frac{E_1}{f_1} = \text{常数} \quad (1-3-4)$$

在改变 f_1 的同时,必须改变 E_1 ,以保持电动势与频率之比为常数进行控制即可,但 E_1 难以直接检测和直接控制。当 f_1 的值较大时,定子的漏阻抗相对比较小,漏阻抗压降 ΔU 可以忽略不计, U_1 和 E_1 是近似相等的,这样则可近似地保持定子相电压 U_1 和频率 f_1 的比值为常数。这就是恒压频率比控制方程式:

$$\frac{E_1}{f_1} \approx \frac{U_1}{f_1} = \text{常数} \quad (1-3-5)$$

通过以上分析可知:在额定频率以下调频时,调频的同时也要调压。将这种调速方法称为变压变频(Variable Voltage Variable Frequency, VVVF)调速控制,也称为恒压频率比控

制方式(V/F 控制)。

其特点是控制电路结构简单、成本较低、机械特性硬度也较好,能够满足一般传动的平滑调速要求,已在产业的各个领域得到广泛应用。

当频率较低时, U_1 和 E_1 都变得很小,此时定子电流却基本不变,所以定子的阻抗压降 ΔU ,特别是电阻压降,相对此时的 U_1 来说是不能忽略的。可以想办法在低速时,人为地提高定子相电压 U_1 以补偿定子的阻抗压降 ΔU 的影响,使气隙磁通量 Φ_m 保持额定值基本不变,这种控制方法称为电压补偿或转矩提升。

定子电源频率 f_1 越低,定子绕组电压补偿得越大,如图 1-3-1 所示,曲线 1 为 $U_1/f_1 = \text{常数}$ 时的电压与频率关系曲线,曲线 2 为有电压补偿时,即近似的 E_1/f_1 为常数时的电压与频率关系曲线。实际上,由于负载大小和类型不同,需要的低速电压补偿量也不同。因此,变频器通常提供多种 U/F 曲线模式(如用于恒转矩负载的线性补偿,用于风机水泵类负载的平方律补偿等)供用户根据实际负载情况进行选择和设置。

额定频率以下调频的机械特性如图 1-3-2 所示,机械特性较硬,在一定的静差率(转速变化率)要求下,调速范围宽,而且稳定性好。由于频率可以连续调节,因此变频调速属于无级调速,平滑性好。最大转矩保持不变,与频率无关,并且最大转矩对应的转速降落相等,即不同频率下的各条机械特性是平行的。

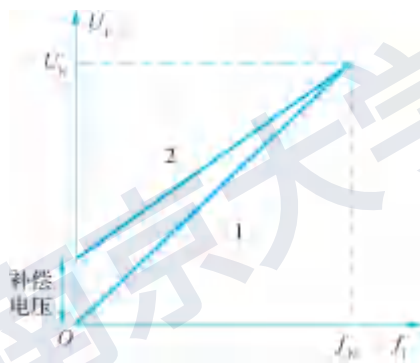


图 1-3-1 电压补偿示意图

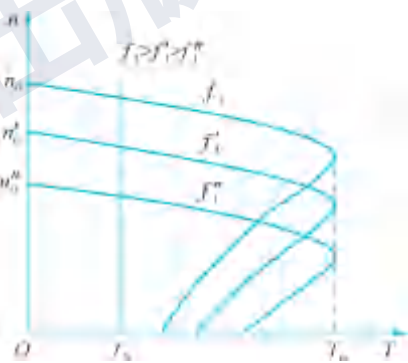


图 1-3-2 额定频率以下调频的机械特性

2. 基频以上恒功率(恒电压)变频调速

在基频以上调速时,频率从基频 f_N 开始向上升高,如果按照以 $U_1/f_1 = \text{常数}$ 的规律控制,电压也必须由额定值以 U_N 向上增大,考虑到电动机的绝缘强度和耐压,升高电源电压是不允许的,因此升高频率向上调速时,只能保持 $U_1 = U_N$ 不变,频率越高,主磁通 Φ_m 随着 f_1 的上升而减小,使得电机工作在弱磁状态。随着转速的提高,电压恒定,磁通就自然下降,当转子电流不变时,其电磁转矩就会减小,而电磁功率却近似保持不变。

在这种控制方式下,转速越高,转矩越低,但是转速与转矩的乘积(输出功率)基本不变,所以基频以上调速称为恒功率调速,又称为弱磁变频调速。

电动机在额定频率以上进行变频控制时的机械特性如图 1-3-3 所示。其特点是理想空载转速增大,最大临界转矩大幅减小。最大临界转矩随频率增加快速减小,所以机械特性斜度加大,曲线特性变软。

综上所述,异步电动机基频以下及基频以上两种调速情况下的变频调速的控制特性如图 1-3-4 所示。

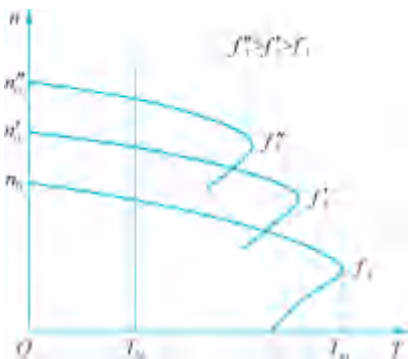


图 1-3-3 额定频率以上调频的机械特性

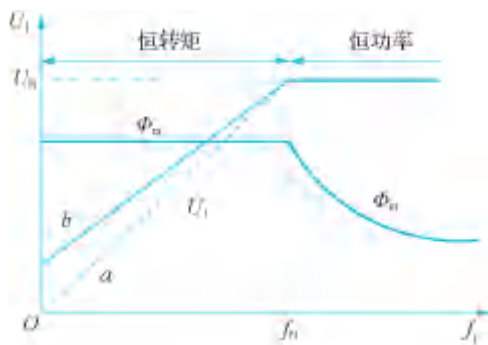


图 1-3-4 变频调速的控制特性

按照电力拖动原理,在基频以下,属于恒转矩调速性质,在改变输出频率的同时改变输出电压的幅值,满足对异步电动机变频调速的磁通保持恒定基本要求;而在基频以上,属于恒功率调速性质。曲线 a 为不带电压补偿的 U/F 曲线特性,曲线 b 为带电压补偿的 U/F 曲线特性。恒转矩 U/F 控制曲线 a 很容易实现,变频机械特性基本上是平行下移,硬度也较好,能够满足一般的调速要求,但低速带载能力有些不尽如人意,须对定子压降实行补偿,拓展为曲线 b 。

二、SPWM 控制方式

变频器先把频率、电压都固定的交流电整流成直流电,再把直流电逆变成频率、电压连续可调的交流电。那么,变频器是如何实现电压和频率协调变化的呢?

1. PWM 控制技术

PWM 控制就是脉宽调制控制技术,SPWM 是正弦脉宽调制。即控制逆变电路开关器件的通断,使输出端得到一系列幅值相等而宽度不等的脉冲,用这些脉冲来代替正弦波所需要的波形。

1.3.2

2. SPWM 控制技术

SPWM 控制技术的重要理论基础是面积等效原理,即按照波形面积相等的原则,如果把一个正弦半波分作 n 等份(在图 1-3-5 中, $n=7$),每一个矩形波的面积与相应位置的正弦波面积相等,因而这个序列的矩形波与期望的正弦波等效,这种序列的矩形波被称作 SPWM 波。

这样使逆变器的输出脉冲电压的面积与所希望输出的正弦波在相应区间内的面积相等,改变调制波的频率和幅值即可改变逆变器等效输出电压的频率和幅值。

因此,在给出了正弦波频率、幅值和半个周期内的脉冲数后,就可以准确地计算出 SPWM 波形各脉冲宽度和间隔。按照计算结果控制电路中各开关器件的通断,就可以得到所需要的 SPWM 波形。但这种计算非常烦琐,而且当正弦波的频率、幅值等变化时,结果也要变化。

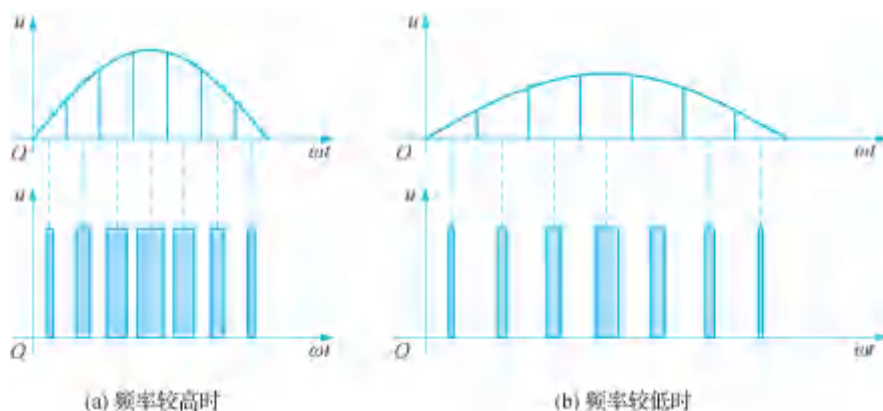


图 1-3-5 等面积原则的 SPWM 波形

较为实用的方法是采用载波,即把希望的波形作为调制信号,把接受调制的信号作为载波,通过对载波的调制得到所期望的 PWM 波形。通常采用等腰三角波作为载波,因为等腰三角形上下宽度与高度呈线性关系,且左右对称,在任何一个平缓变化的调制信号波相交时,如在交点时刻通过控制电路中开关器件的通断,就可以得到宽度正比于信号波幅值的脉冲,这正好符合 PWM 控制的要求。当调制信号波为正弦波时,所得到的就是 SPWM 波形。

3. 正弦脉宽调制电路

调制电路输入信号: U_c 表示载波信号,等腰三角波; U_m 、 U_{rb} 和 U_{rc} 表示调制波;彼此互差 120° 的正弦波,原理图如图 1-3-6 所示,VT₁~VT₆ 为逆变电路的逆变管,作用将直流电 U_d 逆变为幅值和频率可调的交流电,通过调制电路控制逆变管的通断。

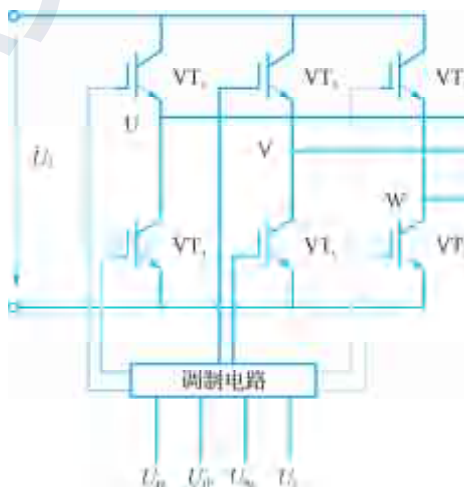


图 1-3-6 变频器逆变电路控制原理图

调制电路由正弦波和三角波发生器,以及比较器构成,当调制波与载波信号相交时,它们的交点作为逆变器开关器件的通断时刻,从而能获得在正弦波的半个周期内两边窄中间宽的一系列等幅不等宽的矩形波。

4. 单极性 SPWM 控制方式

调制波为正弦波 U_r , U 相为 U_{ra} , 载波为单极性的等腰三角波 U_c , 如图 1-3-7 单极性 SPWM 控制波形所示。下面以 U 相为例, 说明单极性 SPWM 调制规律。

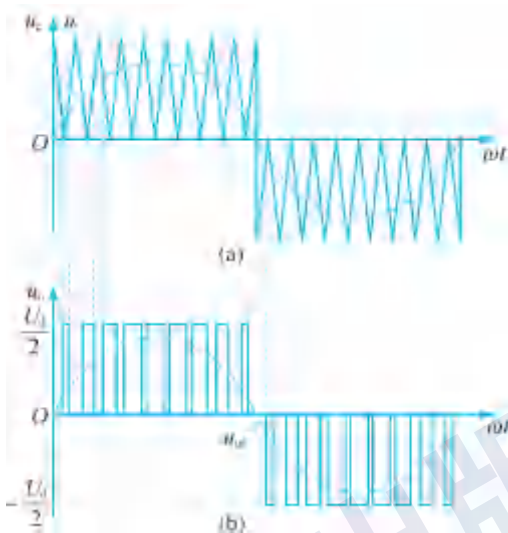


图 1-3-7 单极性控制方式波形

(1) U_{ra} 正半周, 让 VT_4 保持断态。

$U_{ra} > U_c$ 时, 逆变管 VT_1 导通, 变频器输出电压 $U_o = U_d$; $U_{ra} < U_c$ 时, 逆变管 VT_1 截止, 变频器输出电压 $U_o = 0$ 。

(2) 在 U_{ra} 负半周, 让 VT_1 保持断态。

$U_{ra} < U_c$ 时, 逆变管 VT_4 导通, 变频器输出电压 $U_o = -U_d$; 当 $U_{ra} > U_c$ 时, 逆变管 VT_4 截止, 变频器输出电压 $U_o = 0$ 。

每半个周期内逆变桥同一桥臂的两个逆变管, 只有一个按规律时通时断地工作, 另一个则完全截止。而在另半个周期内, 两个管子的工况正好相反, 流经负载的便是正负交替的交变电流。

单极性 SPWM 逆变器输出的交流电压和频率均可由调制波电压 U_r 来控制。只要改变 U_r 的幅值, 就改变了输出电压的大小, 而只要改变 U_r 的频率, 输出交流电压的频率也随之改变, 可见只要控制调制波 U_r 的频率和幅值, 就可以既调频又调幅。由于控制对象只有一个 U_r , 所以控制电路相对要简单一些。

5. 双极性 SPWM 控制方式

双极性脉宽调制是目前使用最多的方法, 其特征是调制波信号 U_r 与载波信号 U_c 均为双极性信号, 在双极性 SPWM 方法中, 所使用的基准信号为可变频变幅的三相对称普通正弦波 U_{ra} 、 U_{rb} 和 U_{rc} , 其载波信号为双极性三角波 U_c , 如图 1-3-8 所示。现仍以 A 相为例予以说明双极性 SPWM 调制规律。

(1) $U_{ra} > U_c$: 逆变管 VT_1 导通、逆变管 VT_4 截止, 变频器输出电压 $U_o = U_d$ 。

(2) $U_{ra} < U_c$: 逆变管 VT_4 导通、逆变管 VT_1 截止, 变频器输出电压 $U_o = -U_d$ 。

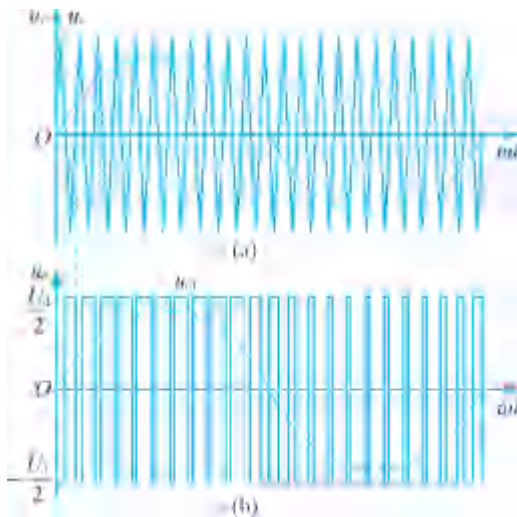


图 1-3-8 双极性控制方式波形

调制波和载波的交点决定了逆变桥输出相电压的脉冲系列,此脉冲系列也是双极性的。逆变桥在工作时,同一桥臂的两只管子不停地交替导通、关断。而流过负载的是按线电压规律变化的交变电流。

通过以上分析可知:变频器输出的电压、电流是频率很高的高频输出量,由于输出的 SPWM 调制波的脉冲宽度基本上是正弦分布,因此输出谐波成分大为减少。

任务实施

G120 变频器的认识实践

1. 电气元件和耗材

西门子 G120 变频器、《西门子 G120 变频器使用手册》。

2. 知识点

G120 系列变频器是西门子公司研发、生产、销售的知名变频器品牌。G120 系列变频器的设计目标是为交流电机提供经济的高精度的速度/转矩控制。按照尺寸的不同(外形尺寸 FSA~FSGX)功率范围覆盖 0.37~250 kW(0.5~400 hp),广泛适用于变频驱动的应用场合,如图 1-3-9 所示。G120 系列变频器的安装、调试和操作控制简单,能够满足各种应用需求。

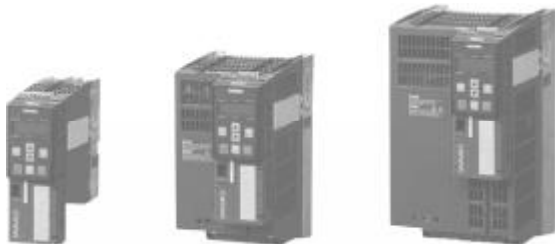


图 1-3-9 外形尺寸 FSA、FSB 和 FSC 变频器

本变频器由微处理器控制,并采用具有现代先进技术水平的绝缘栅双极型晶体管(IGBT)作为功率输出器件。其脉冲宽度调制的开关频率是可选的,因而降低了电动机运行的噪声。全面而完善的保护功能为变频器和电动机提供了良好的保护。G120 具有缺省的工厂设置参数,它是给数量众多的简单的电动机控制系统供电的理想变频驱动装置。可作为传送带、物料运输、水泵、风机和机械加工设备等的电动机驱动装置。

SINAMICS G120 是由多种不同功能单元组成的模块化变频器。G120 变频器都是由一个控制单元(Control Unit,简称 CU)和一个功率模块(Power Module,简称 PM)组成,如图 1-3-10 所示。

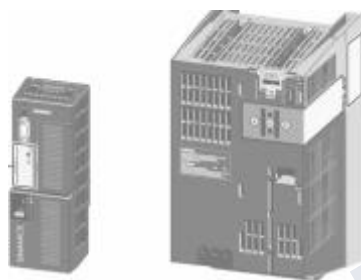


图 1-3-10 控制单元与功率模块

(1) 控制单元

可以通过不同的方式对功率模块和所接的电机进行控制和监控。它支持与本地或中央控制的通信并且支持通过监控设备和输入/输出端子的直接控制。标准 G120 系列变频器配有多种控制单元(CU),可根据控制需求选择,控制单元的命名规则如图 1-3-11 所示。

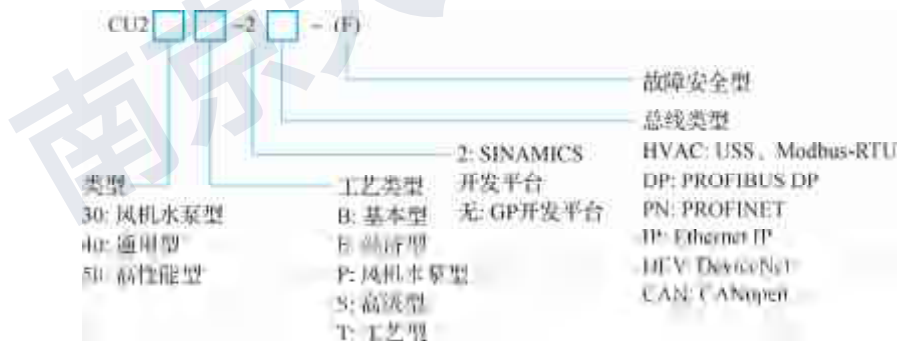


图 1-3-11 控制单元的命名规则

① 控制单元 CU230P-2 专门设计用于泵、风机和压缩机应用。控制单元 CU230P-2 用于泵、风机和压缩机的 G120P 变频器和 G120P 变频调速柜。

② 控制单元 CU240B-2 和 CU240E-2 适用于普通机械制造领域的各种应用,例如输送带、混料机和挤出机。

③ 控制单元 CU250S-2 适用于对转速控制有要求:独立驱动(例如挤出机和离心机)、定位任务(例如输送带和升/降机)。也可实现无直流耦合的多电机驱动,例如拉丝机及简易物料输送带。

(2) 功率模块

功率模块由控制单元里的微处理器实施控制,采用高性能的 IGBT 及电机电压脉宽调制技术和可选的脉宽调制频率,使电机运行极为灵活可靠。多方面的保护功能可以为功率模块和电机提供更高一级的保护。标准 G120 变频器的功率单元包含 PM230、PM240、PM240-2 和 PM250 等功率单元。

① 功率模块 PM230 设计用于电压范围在 3AC 380~480 V 之间的工业制冷、供暖、通风及空调应用内的电泵和风机。功率范围 0.37~90 kW,功率模块根据功率大小提供外形尺寸 FSA~FSF,特点是不能进行再生能量回馈,其制动产生的再生能量通过外接制动电阻转换成热量消耗。

② 功率模块 PM240 设计用于电压范围在 1AC 200~220 V 和 3AC 500~690 V。特点是带有内置的制动斩波器,不进行再生能量回馈,制动中产生的再生能量通过外接的制动电阻转化为热能进行消耗。

③ 功率模块 PM240-2 设计用于电压范围在 1AC 200~220 V、3AC 200~220 V、3AC 380~480 V 和 3AC 500~690 V,功率模块 PM240-2 是继 PM240 模块之后推出的升级替代产品,具有更强的驱动能力和广泛的应用。

④ 功率模块 PM250 设计用于电压范围在 3AC 380~480 V 功率范围 7.5~90 kW,功率模块根据功率大小提供外形尺寸 FSC~FSF。特点能进行再生能量回馈,其制动产生的再生能量可以回馈到电网,从而实现节能。此外,也可选择外接制动电阻将能量以热能形式消耗。

(3) 操作面板

G120 变频器操作面板的类型包括基本操作面板(BOP-2)和智能操作面板(IOP),如图 1-3-12 所示。基本操作面板(BOP-2)配备两行屏及菜单导航功能,使标准型驱动的调试简化。其可同时显示参数、参数值。智能操作面板(IOP)配备大尺寸的明码文本显示屏、菜单导航功能以及应用向导,从而简化标准型驱动的调试。也可以用“博途 STARTDRIVE”或“STARTER”来调整变频器的设定值,相关的软件在随变频器供货的 CDROM 中可以找到。



图 1-3-12 G120 操作面板

(4) G120 变频器的结构类别

G120 变频器根据结构可以分为:内置式变频器、紧凑型变频器、分布式变频器。

内置式变频器控制单元和功率模块根据需求模块化组装,型号有 G120、G120P、G120L。G120P 是专门为风机、水泵和压缩机专门量身打造的专用型变频器。由功率模块和针对特定应用优化设计的控制单元组成,功率范围 0.37~90 kW 的功率段,不仅可以用于简单的速

度控制而且还可以满足楼宇科技、水务工程和过程工业的复杂控制任务的要求。G120L 广泛用于工业环境下的风机、水泵和压缩机等设备的调速应用,功率范围 280~630 kW。

G120C 紧凑型变频器是将控制单元和功率模块做成一体的集成式变频器。具有结构紧凑、高功率密度等优点,现有七种外形尺寸,功率范围从 0.55~132 kW,可满足众多应用的需求,例如传送带、搅拌机、挤出机、水泵、风机、压缩机以及一些基本的物料处理机械等。

G120D 分布式变频器集安全功能、制动能量回馈和定位功能于一体的分布式驱动变频器。堪称输送系统中驱动装置的理想之选,完全满足系统中对于分布式驱动需要。

3. 操作步骤

(1) 安全确认: 首先确认变频器操作台已断电,即断开其上游的三相断路器,并悬挂“禁止合闸”警示牌。使用验电笔或万用表确认变频器电源输入端 L_1 、 L_2 、 L_3 无电。

(2) 观察铭牌: 在上述安全措施完成后,观察并记录变频器侧面铭牌上的数据于表 1-3-1 中。

表 1-3-1 变频器铭牌信息记录表

控制单元 CU		功能模块 PM			
型号		型号		订货号	
订货号		功率		输入电压	
FW 固件版本		输入电流		输入频率	

(3) 查阅手册: 对照观察到的铭牌型号,查阅《西门子 G120 变频器使用手册》,找到该型号变频器的技术数据章节,记录其额定功率、额定输入电流、输出电流、防护等级等关键参数,并与铭牌数据进行核对。

任务 4 变频器的结构与分类

知识目标 >>>>

了解通用变频器的基本结构。

了解变频器的分类。

能力目标 >>>>

能够安装和拆卸变频器的操作面板。

能够安装和拆卸变频器的控制单元。



G120 变频器因具有较高的性价比,受到了市场的青睐。那么如何拆装变频器操作面板、变频器的控制单元?



1.4.1



变频器的结构

一、变频器的结构

变频器内部分成主电路和控制电路两大部分,主电路主要由整流电路和逆变电路等构成。控制电路主要由主控电路及外接端子、采样电路和驱动电路等构成。实现信息处理与收集、变换和传输,如图 1-4-1 所示。

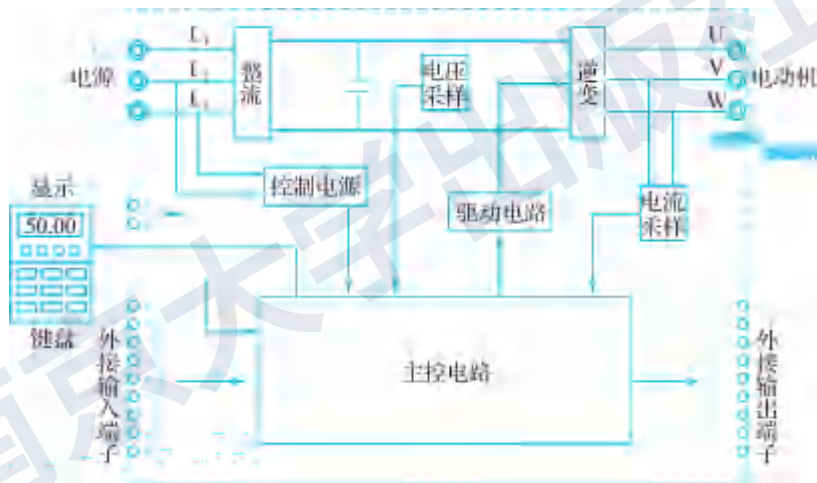


图 1-4-1 交一直一交变频器内部基本结构框图

1. 交—直—交变频器的主电路

交一直一交变频器主电路如图 1-4-2 所示,由整流电路、能耗电路和逆变电路三部分构成。

主电路端子分为输入端子和输出端子,输入端子常用 L_1 、 L_2 、 L_3 表示,输出端子一般用 U 、 V 、 W 表示,连线时一定要注意,变频器主电路的输入端和输出端不可以接反,否则可能会导致变频器损坏。

(1) 整流电路

是变频器中用来将交流变成直流的部分,它可以由整流单元、滤波电路和开启吸收电路组成。

① 整流单元

由 6 个二极管 $VD_1 \sim VD_6$ 构成三相整流桥,将三相交流电全波整流成脉动直流电。当交流电压为 380 V 时,全波整流后的平均电压为 $U_d = 1.35 U = 513 \text{ V}$ 。

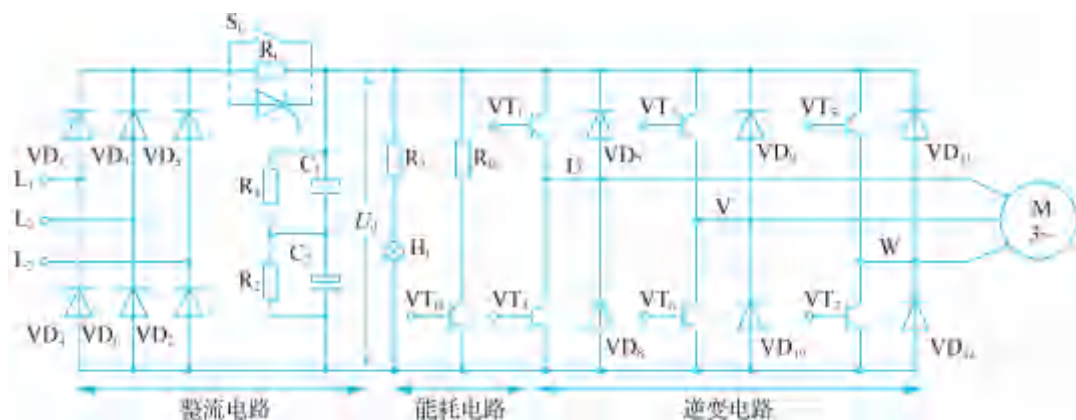


图 1-4-2 变频器的主电路

② 滤波电路

由 C_1 、 C_2 、 R_1 、 R_2 组成。整流电路输出的直流电压为脉动的直流电压，滤波电容 C_1 、 C_2 的功能是去除电压波纹，将脉动直流电变为较平滑的直流电，同时它还在整流电路与逆变电路之间起到储能作用。因而，滤波电路的电容量必须较大。电阻 R_1 、 R_2 起分压作用，使电容 C_1 、 C_2 两端电压均衡。

③ 开启吸收电路

电源接通时，滤波电容 C 的充电电流是很大的，容易导致整流桥的二极管损坏。由限流电阻 R_L 和与之并联的开关器件 S （如晶闸管、继电器或接触器）组成。变频器上电瞬间，开关 S 断开，直流母线电流经 R_L 对滤波电容 C 充电，限制冲击电流。充电完成后， S 闭合将 R_L 短接。

④ 电源指示电路

指示灯 H_L 并联在滤波电容两端，用于显示主回路是否带电。需特别注意：变频器断电后，即便 H_L 熄灭，大容量滤波电容仍会残留危险电压，需数分钟至数十分钟才能通过内部电阻放完。因此接触内部部件前，必须断电等待足够时间，并用万用表确认直流母线电压降至 60 V 以下安全值，方可操作。

(2) 能耗电路

电机在工作频率下降中，异步电机的转子转速将可能超过此时的同步转速而处于再生制动（发电）状态，拖动系统的动能将反馈到直流电路中使直流母线（滤波电容两端）电压 U_d 不断上升（即再生过电压），变频器将产生过压，甚至可能损坏变频器，因而需将反馈能量消耗掉，制动电阻就是用来消耗这部分能量的。制动单元由开关管 VT_B 与驱动电路构成，其功能是用来控制流经 R_B 的放电电流 I_B 。

(3) 逆变电路

逆变管 $VT_1 \sim VT_6$ 组成逆变桥，将整流所得的直流电再逆变成频率、电压都可调的交流电，是变频器实现变频的关键环节， $VT_1 \sim VT_6$ 进行逆变的基本工作过程是，同一桥臂的两个逆变管，处于不停地交替导通和截止的状态。

续流二极管 $VD_7 \sim VD_{12}$ 主要为无功电流和再生能量返回直流回路提供通路，如频率下降、电动机处于再生制动状态时，再生电流将通过 $VD_7 \sim VD_{12}$ 返回直流电路。

变频器逆变器中的电力电子半导体器件有:晶闸管(GTO)、GTR、电力场效应晶体管(MOSFET)、绝缘栅双极晶体管(IGBT)和其他新型电力电子器件。

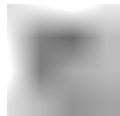
IGBT 是由 BJT 和金属氧化物半导体组成的复合全控制电压驱动功率半导体器件,兼有金属氧化物半导体场效应晶体管的高输入阻抗和 GTR 的低导通压降的优点。GTR 饱和电压降低,载流密度高,但驱动电流大,MOSFET 驱动功率小,开关速度快,但导通压降大,载流密度小;IGBT 结合了上述两种器件的优点,驱动功率低,饱和电压低。与其他电力电子器件相比,IGBT 具有可靠性高、驱动简单、易保护、无缓冲电路、开关频率高等特点。研制了高压、大电流、高频率的高压 IGBT,并应用于变频电源,获得不同频率的电流。

2. 变频器的控制电路

变频器控制电路主要由主控电路及外部端子电路、检测电路、保护电路和驱动电路构成。

变频器的主控电路可以采用数字信号处理器 DSP 或单片机实现,其外部端子电路包括数字量输入输出电路、模拟量输入输出电路、键盘显示电路和通信电路等。变频器的键盘显示电路用于显示和设置变频器参数,监控变频器运行数据。变频器的检测电路包括电压检测、温度检测和电流检测,用于监视变频器运行数据,为保护电路的动作提供依据。

1.4.2



变频器的分类

二、变频器的分类

1. 按照频率变换方式分类

变频器按照工作时频率的变换方式主要分为两类,即交—交变频器和交—直—交变频器。

(1) 交—交变频器

交—交变频器又称直接式变频器,可将工频交流电直接转换成频率、电压可调的交流电,然后将其供给电动机。由于没有中间环节,交—交变频器的变换效率高、过载能力强。由于此种变频器连续可调的频率范围窄。交—交变频器的最大输出频率为 30 Hz,使其应用受到限制,一般只用于低速度、大容量的调速系统。

(2) 交—直—交变频器

交—直—交变频器又称间接式变频器。先把频率固定的交流电整流成直流电,再把直流电逆变成频率连续可调的三相交流电,然后将其供给电动机。由于把直流电逆变成交流电的环节比较容易控制,因此交—直—交变频器在频率调节范围较宽,在改善频率后电动机的特性等方面都有明显的优势。目前,此种变频器的结构是普及应用最广泛的一种变频器,广泛用于通用型变频器中。

2. 按照主回路储能方式分类

(1) 电压型变频器

在电压型变频器中,其主回路直流环节所采用的储能元件是电解电容器,如图 1-4-3(a)所示。由于采用并联电解电容进行滤波,缓冲负载的无功功率,直流环节输出直流电压波形比较平坦、电源内阻较小,在理想情况下,可以看成是一个内阻为零的电压源。电压型变频器输出电压波形为矩形波或阶梯波,输出电流波形近似正弦波。常用在负载电压变化较大的场合。

(2) 电流型变频器

在电流型变频器中,其主回路直流环节所采用的储能元件是串联电感器,如图 1-4-3 (b)所示。由于采用串联电感器进行滤波,输出直流电流波形比较平直。电源内阻抗很大,可以缓冲负载的无功功率,即扼制电流的变化,使电压接近正弦波,对负载来说基本上是个电流源,所以称为电流型变频器。电流型变频器输出电流波形为矩形波,输出电压波形近似正弦波。

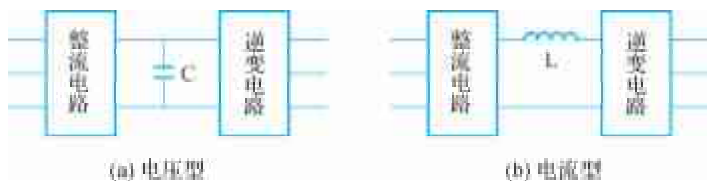


图 1-4-3 电压型与电流型变频器

在电流型变频器中,电动机定子电压的控制是通过检测电压后,对电流进行控制的方式来实现的。电流型变频器的一大优势是可以进行四象限运行,将能量回馈给电网;可扼制负载电流频繁而急剧的变化,特别是对负载电流较大时仍能适应。这种方式适用于负载电流变化较大的场合,并适用于需要回馈制动和频繁可逆运转的生产机械中。

3. 按照调制方式分类

(1) 脉宽调制变频器

脉宽调制(PWM)变频器在逆变电路部分同时对输出电压的幅值和频率进行控制。在这种方式中,PWM 变频器以较高的频率对逆变电路的半导体开关器件进行开闭控制,并通过改变输出脉冲的占空比来控制输出电压的大小。

(2) 脉幅调制变频器

脉幅调制(PAM)变频器将变压和变频分开完成。这种方式控制复杂,且在低速运行时谐波和噪声较大,因此现代通用变频器已很少采用纯 PAM 方式,多被性能更优的 PWM 方式所取代。

4. 按控制方式分类

(1) U/f 控制变频器

U/f 控制方式是指改变频率的同时控制变频器输出电压,使电动机磁通保持一致。性价比高,输出转矩恒定即恒磁通控制,但速度控制的精度不高。适用于以节能为目的和对速度精度要求较低的场合。在低速运行时,会造成转矩不足,需要进行转矩补偿。

(2) 矢量控制变频器

矢量控制方式就是将定子电流分解成规定的磁场电流和转矩电流分别进行任意控制,同时将二者合成后的定子电流供给电动机。控制特性比其他控制方式格外优越,能实现与直流电机同等以上的控制特性。

(3) 转差频率控制变频器

转差频率控制是一种闭环控制方式。它通过速度传感器检测电动机的实际转速,并与给定转速比较,利用速度调节器的输出作为转差频率,从而控制变频器的输出频率。这种控

制方式的核心在于通过转速闭环获取转差频率信号,结合定子磁场与转子转速差值(转差率)动态调整输出频率,以维持磁通近似恒定。

(4) 直接转矩控制变频器

直接转矩控制与矢量控制不同,它不是通过控制电流、磁链等量来间接控制转矩,而是把转矩直接作为被控矢量来控制。把转矩检测值与转矩给定值作比较,使转矩波动限制在一定的转差范围内,转差的大小由频率调节器来控制,并产生 PWM 脉宽调制信号,直接对逆变器的开关状态进行控制。

5. 按照用途分类

(1) 通用变频器

通用变频器是以节能为目的的变频器,主要应用于风机、水泵、鼓风机等负载。这种变频器在转矩控制性能方面是按降转矩负载特性设计的。零速时的启动转矩比其他类型的变频器要小一些,具有较高的节能性能。它同时具有体积小、价格低的优点。

(2) 专用变频器

专用变频器是指针对某一方面或某一领域而设计研发的变频器。该类型变频器针对性较强,具有适用于所针对领域独有的功能和优势,从而能够更好地发挥变频调速的作用。



G120 变频器的拆装操作

1. 电气元件和耗材

西门子 G120 变频器、电工工具等。

2. 操作步骤

(1) 变频器操作面板的拆卸和安装,如图 1-4-4 所示。

① 按下变频器顶部的锁扣按钮,向外拔出操作面板即可卸下。

② 将要更换的操作面板下部的卡子放在机壳上的槽内,再将面板上部的卡子对准锁扣,轻轻推进去,听到咔的一声轻响,新的面板即可固定在变频器。

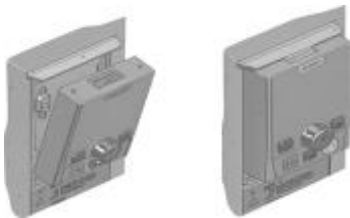


图 1-4-4 操作面板的拆卸及更换

(2) 变频控制单元的拆卸和安装,如图 1-4-5 所示。

① 将控制单元的背面凸起部分安装在功率模块对应的凹槽中。

② 将控制单元插入功率模块,直到听到控制单元在功率模块上卡紧的声音。

③ 如果要拆下控制单元,只要按住功率单元顶部的释放按钮,取下控制单元即可。

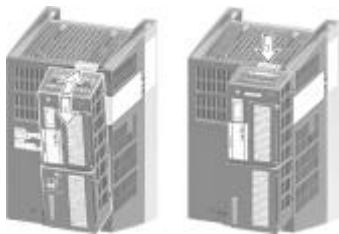


图 1-4-5 控制单元的安装和拆卸



新中国成立前,我国仅能少量仿制小型三相异步电动机,核心材料与技术完全依赖进口,无统一标准,处于落后萌芽阶段。新中国成立后至改革开放前,我国仿制苏联机型,建立标准化生产体系,形成五大电机生产基地,完成从无到有的布局。

改革开放后,我国自主研发并推广 Y 系列三相异步电动机,其性能指标接轨 IEC 国际标准,逐步淘汰了高能耗的老旧机型。进入 21 世纪,行业加速升级,卧龙电驱推出 IE4/IE5 能效三相异步电机,广泛应用于多行业节能改造。佳电股份率先通过新版国家标准 GB30254—2024 高压电机新 1 级能效认证,成为全国首家实现高压电机系列新 1 级能效产品供货的企业,同时自主研发出 30 000 kW 高压三相异步电动机,功率密度达国际领先水平,填补国内空白,为我国大功率电机国产化提供重要支撑。

如今,我国已成为全球最大研发生产国,依托政策引导与企业创新,实现高效化、大功率化突破,核心技术自主可控,产品出口全球,从“制造大国”迈向“技术强国”。



一、填空题

1. 三相异步电动机由固定不动的_____和旋转部分的_____组成。
2. 当定子绕组的三个首端与三相交流电源接通时,在定子绕组中便有对称的三相交流电流流过,从而产生_____。
3. 异步电动机转子旋转方向与旋转磁场方向相同,但转子转速 n _____ 旋转磁场转速 n_0 ,这就是“异步”名称的由来。
4. 交流异步电动机的三种基本调速方法是改变_____、改变电源频率调速、改变转差率调速。
5. 基频以下调速时,为保证_____不变,需保持 E_1/f_1 为常数,近似可保持 U_1/f_1 为常数,这种调速方法称为 VVVF 调速控制。
6. 频率较低时,需进行_____,以补偿定子阻抗压降,使气隙磁通量 Φ_m 保持额定值基本不变。
7. G120 变频器由_____和_____组成,设计目标是为交流电机提供经济的高精

度的速度/转矩控制。

8. G120 变频器的控制单元_____专门设计用于泵、风机和压缩机应用, CU250S-2 适用于对转速控制有高要求的场合。

9. G120 变频器的功率模块_____不能进行再生能量回馈, 制动能量通过外接制动电阻转换成热量消耗。

10. 按照主回路储能方式, 变频器可分为电压型变频器和_____, 前者储能元件是_____, 后者是串联电感器。

二、简答题

1. 三相异步电动机调速有哪三种基本方法?
2. 什么是三相异步电动机的固有机械特性? 包含哪四个关键特殊点?
3. 变频器调速为什么变频的同时需要变压?
4. 变频器输出频率较低时, 为什么要进行电压补偿?
5. 什么是 SPWM 控制技术? 其工作原理是什么?
6. 交—直—交变频器主电路由哪三部分组成? 各自的功能是什么?
7. G120 变频器按照结构可分为哪三类? 其中, G120P 变频器的主要应用场景是什么?
8. 简述变频器基频以上恒功率调速的工作特性。

项目二 变频调速系统的面板调试

任务 1 送料小车变频系统的面板点动调试

知识目标 >>>>>

了解变频器面板按键的功能。
掌握变频器面板操作与运行的基本流程。

能力目标 >>>>>

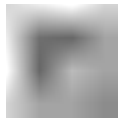
能够正确将变频器恢复为工厂缺省值。
完成变频器快速调试操作,实现变频器参数与电机铭牌参数精准匹配。

任务描述

在现代工业物流系统中,送料小车应用十分广泛。在送料小车变频系统投入自动运行前,通常先进行点动调试,以验证系统接线与运行稳定性。按住 G120 变频器 BOP-2 操作面板启动键■,送料小车运行转速为 150 rpm;松开启动键■,送料小车停止运行。

任务理论

2.1.1



操作面板按键

一、G120 变频器的操作面板

1. 变频器 BOP-2 操作面板

利用基本操作面板 BOP-2 可完成变频器基本调试和参数设置,使用前需拆下变频器保护盖并安装 BOP-2。BOP-2 可以显示参数的序号和数值,报警和故障信息,设定值和实际值。基本操作面板 BOP-2 外观如图 2-1-1 所示,显示及按键功能如表 2-1-1 所示。



图 2-1-1 操作面板 BOP-2 外观图

表 2-1-1 BOP-2 操作面板按键的功能表

按键	功能	说明
	确认键	菜单选择时,表示确认所选的菜单项 参数选择时,表示确认所选的参数和参数值设置,并返回上一级画面 在故障诊断画面,使用该按钮可以清除故障信息
	向上键	浏览菜单时,按向上键向上移动选择 编辑参数值时,增加显示值 在 HAND 模式,同时长按向上键和向下键,运行中可切换正/反转
	向下键	浏览菜单时,按向下键向下移动选择 编辑参数值时,减小显示值
	退出键	若该键按 2 s 以下,表示返回上一级菜单,或表示不保存所修改的参数值 若该键按 3 s 以上,将返回监控画面 注意,在参数修改模式下,此按钮表示不保存所修改的参数值
	启动键	在 AUTO 模式下,该按钮不起作用 在 HAND 模式下,表示启动命令
	停止键	在 AUTO 模式下,该按钮不起作用 在 HAND 模式下,若连续按两次,将按照“OFF2”自由停车 在 HAND 模式下,若按一次,将按照“OFF1”减速停车,按照 P1121 的下降时间停车
	手动/自动键	BOP(HAND)与总线或端子(AUTO)的切换按键 在“HAND”模式下,按下该键,切换到“AUTO”模式,并禁用启动和停止键 在“AUTO”模式下,按下该键,切换到“HAND”模式,并启用启动和停止键 在电动机运行期间,可以实现“HAND”和“AUTO”模式的切换

从手动模式切换至自动模式时,变频器反应如下:如果开机信号激活,新的设定值启用,模式切换后变频器自动将电机更改为新设定值。从自动模式切换至手动模式时,变频器反应如下:变频器不会停止电机运行。变频器将以按下键之前的相同速度运行电机。任何正在进行的斜坡函数将停止。

BOP-2 显示屏左侧会显示多个表示变频器当前状态的图标,图标的描述见表 2-1-2。

表 2-1-2 BOP-2 操作面板上图标描述表

图标	功能	状态	描述
	命令源	手动	当手动模式启用时,显示该图标;当自动模式启用时,无图标显示
	变频器状态	变频器和电机运行	这是一个静态图标,不旋转
JOG	点动	点动功能激活	
	故障/报警	故障或报警等待: 闪烁的符号=故障 稳定的符号=警告	如果检测到故障,变频器将停止,用户必须采取必要的纠正措施,以清除故障。报警是一种状态(例如过热),它并不会停止变频器运行

2. 变频器 BOP-2 操作面板的菜单结构

BOP-2 操作面板的显示屏有 6 个菜单,通过向上▲和向下▼键可以方便地选择菜单,每个菜单又有子菜单,菜单的功能描述如图 2-1-2 所示。

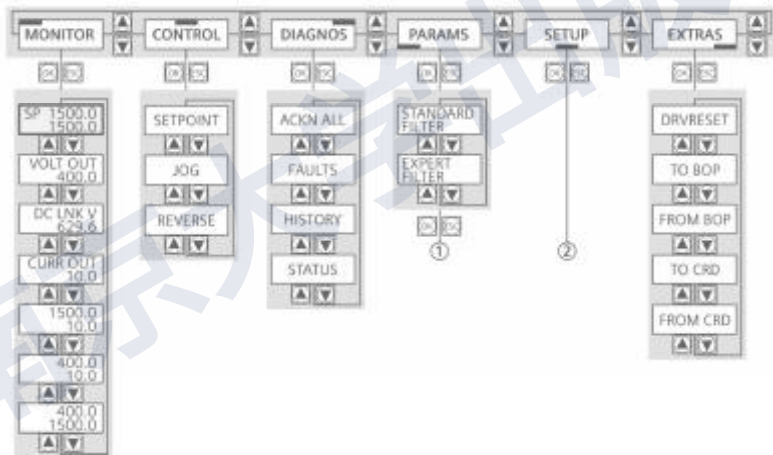


图 2-1-2 基本操作面板的菜单结构

(1) MONITOR 监视菜单:具有显示运行速度、输出电压、电流和频率、直流电压。通过向上▲/向下▼键选择需要监视的运行数据。

(2) CONRTOL 控制菜单:具有 SETPOINT 设定值、JOG 点动和 REVERSE 反向三项子功能。

(3) DIAGNOS 诊断菜单:具有 ACKNALL 确认所有故障、FAULTS 查询故障报警、HISTORY 历史记录和 STATUS 状态功能。

(4) PARAMS 参数菜单:查看和更改变频器参数。有两个过滤器可用于协助选择和搜索所有变频器参数,STANDARD FILTER 标准过滤器:可以访问安装有 BOP-2 的特定类型控制单元最常用的参数;EXPERT FILTER 专家过滤器:可以访问所有变频器参数。

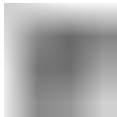
(5) SETUP 设置菜单:快速调试。设置菜单是按固定顺序显示屏幕,从而允许用户执

行变频器的基本调试。一旦一个参数值被修改,就不可能取消基本调试过程。在这种情况下,必须完成基本调试过程。

(6) EXTRAS 附加菜单:DRVRESET 变频器复位到出厂默认设置和数据备份。

二、操作面板菜单功能调试

2.1.2



操作面板菜单

1. SETUP 设置菜单

SETUP 设置菜单的主要功能是快速调试。快速调试功能使变频器与实际使用的电动机参数相匹配,并对重要的技术参数进行整定。如果变频器中存放的电动机额定数据与实际使用的电动机铭牌数据相吻合,可以不进行快速调试,使用 BOP-2 面板进行快速调试的步骤见表 2-1-3。

表 2-1-3 变频器快速调试步骤表

菜单画面	参数设置	参数功能及操作
	/	通过向上▲/向下▼键将光标移动到“SETUP”菜单,届时面板显示“SETUP”界面,按 OK 键进入“SETUP”菜单
	选择 YES	当面板显示“RESET”时,按 OK 确认键,将 NO 修改为 YES,激活复位出厂设置,按 OK 确认键开始变频器参数工厂复位,面板显示“BUSY”,一段时间后显示“DONE”,表示复位结束
	P0096=1	当面板显示“DRV APPL”时,按 OK 确认键,进入 P0096 参数,选择应用等级 P0096=0 专家控制模式,P1300 设置控制方式 P0096=1 标准驱动模式,V/F 控制 P0096=2 动态驱动模式,矢量控制
	P0100=0	当面板显示“EUR/USA”时,按 OK 确认键,进入 P0100 参数,设置电机标准 P0100=0 单位为 kW,频率默认值 50 Hz P0100=1 单位为 hp,频率默认值 60 Hz P0100=2 单位为 kW,频率缺省值 60 Hz
	P0210=380	当面板显示“INV VOLT”时,按 OK 确认键,进入 P0210 参数,设置变频器的输入电压,设置范围取决于功率单元的额定电压 P0210=400 V(默认值)
	P0300=1	当面板显示“MOT TYPE”时,按 OK 确认键,进入 P0300 参数,设置电机类型 P0300=1 异步电动机 P0300=2 同步电动机
		如果通过电机代码选择电机类型,面板出现“MOT CODE”时,进入 P0301 参数输入西门子电机专属代码,变频器会根据该代码预设电机数据

续 表

菜单画面	参数设置	参数功能及操作
	选择 NO	当面板显示“87 Hz”字样时,询问是否激活 87 Hz 特性(注:这是针对某些特殊应用,如 50 Hz/220 V 电机接 380 V 电源时,通过提高频率至 87 Hz 来恢复额定转矩的设置。常规应用无需激活)。按 OK 确认键,通过向上▲/向下▼键选择“NO”,按 OK 确认键保存
	额定电压	当面板显示“MOT VOLT”时,按 OK 确认键,进入 P0304 参数,设置电机额定电压 P0304 此参数用于设定电机的额定电压,应根据所控制电动机铭牌上标注的额定电压值来(V)设定
	额定电流	当面板显示“MOT CURR”时,P0305 参数,设置电机额定电流。 P0305 此参数用于设定电动机的额定电流,应根据所控制电动机铭牌上标注的额定电流值(A)来设定
	额定功率	当面板显示“MOT POW”时,按 OK 确认键,进入 P0307 参数,设置电机额定功率。应根据电动机铭牌上标注的额定功率值(kW)来设定
	额定频率	当面板显示“MOT FREQ”时,按 OK 确认键,进入 P0310 参数,设置电机额定频率。应根据电动机铭牌上标注的额定频率值(Hz)来设定,设定 12~650 Hz
	额定转速	当面板显示“MOT RPM”时,按 OK 确认键,进入 P0311 参数,设置电机额定转速。应根据电动机铭牌上标注的额定转速值来设定
	P0335=0	当面板显示“MOT COOL”时,按 OK 确认键,进入 P0335 参数,设置电机冷却方式 0:自冷却(默认值),1:外部冷却,2:水冷
	P0501=0	标准驱动模式下面板显示“TEC APPL”时,选择电机闭环控制的基础设置或合适的应用(P0501、P0502 或 P0500) 0:恒定负载,1:转速可变负载
	P1900=2	当面板显示“MOT ID”时,按 OK 确认键,进入 P1900 参数,选择变频器测量所连电机数据的方式 0:禁用 1:电机数据检测和转速控制器优化(矢量控制) 2:电机数据检测(静止状态) 3:转速控制器优化(矢量控制)
	选择 YES	当面板显示“FINISH”时,按 OK 确认键,选择“YES”,按下确认键。此时面板显示“BUSY”,短暂显示“DONE”界面,随后光标返回“MONITOR”菜单,快速调试结束

当 P1900 设置为 1 或 2 时,快速调试参数设置后,变频器会提示等待电机测量(如显示报警 A07991)。此时,需切换至 HAND 模式,按下启动键。变频器将自动向电机注入电流进行测量。测量完成后,报警自动消失,具体操作步骤如下:

(1) 按下 HAND/AUTO(手动/自动)键,进入 HAND(手动)运行模式。

(2) 按下启动键,接通电机。

(3) 进行电机数据检测。向电动机注入电流,BOP-2 面板上“MOT ID”闪烁,电动机发出“滋滋”声。一段时间后,自动识别完成,面板的显示屏上小叉消失,基本调试完成。

(4) BOP-2 面板上“MOT ID”消失后,按下停止键关闭电机,结束电机数据检测。

2. EXTRAS 附加菜单

为了便于使用掌握变频器参数设置,初次使用 G120 变频器,在调试过程中出现异常,或已经使用过需要再重新调试,都需要将变频器恢复到出厂设置。通过“EXTRAS”菜单项的“DRVRESET”实现参数复位,操作流程如图 2-1-4 所示。在 EXTRAS 附加菜单中选择 DRVRESET 功能,按 OK 键确认,变频器将恢复出厂设置,在此过程中 BOP-2 将显示“BUSY”,恢复完成后,将显示“DONE”,操作流程如图 2-1-3 所示。

2.1.3

快速调试



图 2-1-3 DRVRESET 操作流程

也可以设定参数 P0010=30(参数复位),P0970=1(启动参数复位),把变频器的全部参数复位为出厂设置。

3. CONRTOL 控制菜单

在 BOP-2 面板“CONTROL”菜单下提供了 3 个子菜单功能,各个子菜单只有在选择手动模式时才有效。使用向上▲/向下▼键选择子菜单,按 OK 确认键选择所需的功能。

2.1.4

参数复位

(1) SETPOINT 设定值:用来设置变频器手动方式的运行速度。“CONTROL”菜单下选择“SETPOINT”子菜单,按下 OK 键进入,使用向上和向下键修改“SP_0.0”设定值,修改值立即生效,操作流程如图 2-1-4 所示。



图 2-1-4 SETPOINT 操作流程

(2) JOG 点动功能:用来启用或禁用点动功能。“CONTROL”菜单下选择“JOG”子菜单,按下 OK 键进入,使用向上▲/向下▼键将“OFF”修改“ON”,OK 键保存即可,操作流程如图 2-1-5 所示。

2.1.5

手动模式基本操作



图 2-1-5 JOG 点动操作流程

启用点动功能后,在 HAND 模式下,按下启动键,电机将以参数 P1058 设定的速度运行;松启动键,电机停止。点动速度可在参数 P1058(正向点动速度)和 P1059(反向点动速度)中设置。

(3) REVERSE 反向功能:改变旋转方向。当点动功能被激活,同时按向上和向下键超过 3 秒将切换至反向功能。“CONTROL”菜单下选择“REVERSE”子菜单,按下 OK 键进入,使用向上▲/向下▼键将“OFF”修改“ON”,OK 键保存即可,操作流程如图 2-1-6 所示。



图 2-1-6 REVERSE 反向操作流程

4. MONITOR 监视菜单

监视菜单允许用户访问各种显示变频器/电机系统实际状态,使用向上▲/向下▼键在各监视数据之间滚动,在监视画面上显示的信息是只读信息,不能修改,监视数据访问如图 2-1-7 所示。



图 2-1-7 MONITOR 数据访问

任务实施

送料小车的面板点动调试

1. 电气元件和耗材

G120 变频器、三相异步电动机(WDJ26)、电气控制板、常用电工工具、数字万用表、铜导线等。

2. 线路连接

G120 变频器主电路端子 L_1 、 L_2 、 L_3 接三相工频电源(380 V, 50 Hz),变频器输出端子 U、V、W 接电动机绕组接头 U_1 、 V_1 、 W_1 ,电动机绕组连接三角形,如图 2-1-8 所示。

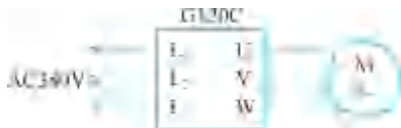


图 2-1-8 变频器主电路接线图

3. 参数设置

- (1) 恢复工厂缺省值，选择 EXTRAS 菜单→选择 DRVRESET→点击 OK 键→面板显示 BUSY→直至面板显示 DONE，表示复位完成。
- (2) SETUP 菜单的快速调试，根据表 2-1-3 操作流程设置参数，其中电动机额定参数见表 2-1-4。电动机参数设定完成后，变频器当前处于准备状态，可正常运行。

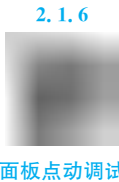


表 2-1-4 电动机快速调试参数表

额定参数	额定值	单位
额定电压	380	V
额定电流	0.68	A
额定功率	0.18	kW
额定转速	1400	rpm

4. 快速调试静态测量数据

- (1) 按下 HAND/AUTO 键，面板出现  图标，进入 HAND 运行模式。
- (2) 按下启动键 ，接通电机。
- (3) 进行电机数据检测。向电动机注入电流，BOP-2 面板上“MOT ID”闪烁，观察电动机是否会发出“滋滋”声。一段时间后，自动识别完成，面板的显示屏上小叉消失，基本调试完成。
- (4) BOP-2 面板上“MOT ID”消失后，按下停止键  关闭电机，结束电机数据检测。

5. 点动运行调试

- (1) 准备工作：HAND 运行模式，选择“CONTROL”菜单，选择“JOG”功能，修改为“ON”，面板出现 JOG 符号，点动 JOG 功能被激活。点动速度参数 P1058 默认值 150 rpm。
- (2) 按住变频器操作面板的启动键 ，变频器驱动送料小车升速，观察变频器输出转速是否为 150 rpm。
- (3) 松开变频器操作面板的启动键 ，观察变频器驱动送料小车是否减速至零。

任务2 送料小车变频系统的面板连续运行调试

知识目标 >>>>

掌握变频器功能参数设置方法。

掌握 U/f 特性曲线的特点及对应的参数设置方法。

能力目标 >>>>

能够准确选择参数号、修改参数值,完成变频器参数设置。

能够完成 G120 变频器参数复位、快速调试和功能调试操作。

任务描述

在现代工业系统中,送料小车需实现正反向运行与转速调节。传统接触器-继电器控制系统难以实现平滑调速,而变频调速系统可灵活、平稳地调节小车运行速度,更好满足工艺要求。按下 G120 变频器启动键■,变频器将驱动送料小车升速前进,以 600 rpm 转速运行;按下 G120 变频器向上▲/向下键▼改变送料小车的当前运行速度;按下 G120 变频器停止键■,变频器将驱动送料小车减速停止运行。

任务理论

一、G120 变频器参数的认识与设置

1. 变频器的参数认识

(1) 参数分类

G120 变频器参数分为显示参数和设定参数两大类。显示参数为只读参数,以 $r \times \times \times \times$ 表示,如速度给定值、实际输出电压、实际输出电流等。设定参数为可读写的参数,以 $P \times \times \times \times$ 表示。设定参数可以用基本操作面板、智能操作面板或通过安装有 Starter 或 StartDrive 软件的 PC 进行修改,使变频器实现一定的控制功能。

(2) 参数名称

参数名称的前面冠以下缩写字母:BI、BO、CI 和 CO,并且后跟一个冒号“:”,这些都是 BICO 参数。BI、BO、CI 和 CO 这些缩写字母的意义如下:

① BI:二进制互联输入,即参数可以选择和定义输入的二进制信号,通常与“P 参数”相

对应。

② BO:二进制互联输出,即参数可以选择输出的二进制功能,或作为用户定义的二进制,通常与“r 参数”相对应。BI 参数可以与 BO 参数相连接,只要将 BO 参数值填写到 BI 参数中即可。例如:BO 参数 r0751、BI 参数 P0731,设置 $P0731=751$,就可将模拟的输入状态通过继电器的输出显现出来,为监控模拟的输入状态提供很大的方便。

③ CI:模拟量互联输入,即参数可以选择和定义模拟量信号源,通常与“P 参数”相对应。

④ CO:模拟量互联输出,即参数可以选择输出量的功能,或作为用户定义的信号输出,通常与“r 参数”相对应。CI 参数可以与 CO 参数相连接,只要将 CO 参数值添写到 CI 参数中即可。例如:CO 参数 r0024、CI 参数 P0771[1],设置 $P0771[1]=24$,就可将变频器的实际频率状态通过模拟量输出 AO1 显示出来,为监控变频器的实际频率提供很大的方便。

⑤ CO/BO:模拟二进制互联输出,该参数可以作为模拟量信号或二进制信号输出,或由用户定义。为了利用 BICO 功能,必须了解各个参数表,在该访问级,可能有许多新的 BICO 参数设定值。BICO 功能是与指定的设定值不相同的功能,可以对输入与输出的功能进行组合,因此是一种更为灵活的方式。在大多数情况下,这一功能可以与简单的第 2 访问级设定值一起使用。

2. 变频器参数的设置

用基本操作面板 BOP 可以修改任何一个参数,修改参数的方法先选择参数号,再修改参数值。

(1) 选择参数号,当显示屏上的参数号闪烁时,有两种方法可以进行选择。

① 方法 1:增减输入法。用向上▲键提高参数号,用向下▼键降低参数号,直到出现所需的参数号,这种方法可能需要较长时间才能得到所需的参数号。

② 方法 2:逐位输入法。长按 OK 键超过 2 秒,参数号最高位开始闪烁,可使用 OK 键切换至下一位,ESC 键返回最高位,▲/▼键查找参数号。当最后一位数闪烁时按 OK 键退回使整个参数闪烁。这种方法可以快速得到所需的参数号。

(2) 修改参数值,当显示屏上的参数值(整数或浮点数)闪烁时,有两种方法可以修改参数值。

① 方法 1:增减输入法。用向上▲键提高参数值,用向下▼键降低参数值,直到出现所需的参数值,这种方法可能需要较长时间才能得到所需的参数值。

② 方法 2:逐位输入法。长按 OK 键超过 2 秒,参数值最高位闪烁,松开按键后,就可以使用 OK 键(移至下一位),ESC 键(移至最高位),向上▲键(该位数值加 1)和向下▼键(该位数值减 1)更改参数数值。当最后一位数闪烁时修改完成并按 OK 键时系统自动储存并提示 BUSY,完成后 BUSY 标志自动消失。这种方法可以快速完成所需的参数数值。选择参数号和修改参数值的两种方法见表 2-2-1。

表 2-2-1 选择参数号和修改参数值的方法示意图

选择参数号		修改参数值	
当 BOP-2 的参数号闪烁时,有两种方法修改参数号		当 BOP-2 的参数号闪烁时,有两种方法修改参数号	
方法 1	方法 2	方法 1	方法 2
用▲和▼查找所需的参数号	按■,保持 2 秒,再用▲和▼依次查找参数号的每一位的值	用▲和▼查找所需的参数值	按■,保持 2 秒,再用▲和▼依次查找参数值的每一位的数值
按■,确定相应的参数号		按■,确定相应的参数值	

以下就以设置 P1080=100 的过程为例,来介绍通过基本操作面板 BOP 用增减输入法选择参数号的流程如表 2-2-2 所示。

2.2.1



表 2-2-2 增减输入法参数值设置流程表

增减输入法参数

序号	操作步骤	BOP-2 显示
1	使用向上▲/向下▼键将光标移动到“PARAMS”,按 OK 确认键显示两种参数访问级别,“STANDARD”标准访问级别,所访问的参数个数少于“EXPERT”	
2	按向上▲/向下▼键选择“EXPERT FILTER”,“EXPERT”访问级别显示所有的参数	
3	按 OK 确认键,面板显示 P 或者 r 参数,并且参数号不断闪烁,按向上▲/向下▼键选择所需要的参数 P1080。若按 ESC 键返回上一级菜单,且不保存所修改的值	
4	按 OK 确认键,焦点移到下标[00],[00]不断闪烁,按向上▲/向下▼键选择所需要的下标	
5	按 OK 确认键,焦点移到参数值,参数值不断闪烁,表示可以修改该参数号的值,按向上▲/向下▼键将参数值 00.00 调整为 100.00,按 OK 确认键保存设置的参数值	

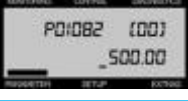
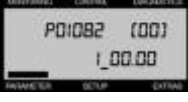
再用逐位输入法快速修改参数,以参数 P1082=1400 为例说明,具体操作流程如表 2-2-3 所示。

2.2.2



逐位输入法参数

表 2-2-3 逐位输入法参数值设置流程表

序号	操作流程	BOP 显示结果
1	使用向上▲/向下▼键将光标移动到“PARAMS”,按 OK 确认键显示两种参数访问级别,“STANDARD”标准访问级别,所访问的参数个数少于“EXPERT”	
2	按向上▲/向下▼键选择“EXPERT FILTER”,“EXPERT”访问级别显示所有的参数	
3	若目前的参数为 P0010,下一个希望修改的参数为 P1082,长 OK 确认键到参数号第一个数字开始闪烁	
4	按向上▲/向下▼键将第一数字修改为 0,按 OK 确认键	
5	按向上▲/向下▼键将第二数字修改为 1,按 OK 确认键	
6	依次类推,逐位修改,直至 P01082	
7	多次按 OK 确认键,直至参数值开始闪烁	
8	长 OK 确认键到参数值第一个数字开始闪烁	
9	按向上▲/向下▼键将第一数字修改为 1,按 OK 确认键	
10	按向上▲/向下▼键将第二数字修改为 4,按 OK 确认键,直到修改为所希望的值 1400.00,按 OK 确认键,确认修改并保存在 ROM 中。若按 ESC 键返回上一级菜单,且不保存所修改的值	

通过 BOP-2 修改的所有参数均立即保存,且掉电后不丢失。

3. 变频器的参数调试

G120 变频器一般需要经过三个调试流程如图 2-2-1 所示。



图 2-2-1 G120 变频器参数调试流程

(1) 参数复位:将变频器参数恢复到出厂设置的操作。一般在变频器出厂和参数出现混乱的时候进行此操作。

(2) 快速调试:输入电动机相关参数和一些基本驱动控制参数,并根据需要进行电机识别。使变频器能够良好地驱动电机运转。一般在复位操作后,或更换电动机后,需要进行该操作。

(3) 功能参数设置:是指用户按具体生产工艺的需要进行的设置操作。这一部分的调试工作比较复杂,常常需要在现场多次调试。

二、G120 变频器的 U/f 控制功能

1. U/f 特性曲线

在基频以下调速时,为保持主磁通恒定,需要保持 U/f 近似恒定。G120 变频器通过 P1300 选择不同的 U/f 控制方式。

(1) 线性特性 U/f 曲线:在低频时,变频器的起动电压从 0 上升到某一数值, U/f 仍保持线性关系。线性 U/f 特性如图 2-2-2 所示,设置 P1300=0 是线性特性 U/f 曲线。

(2) 线性 FCC 特性 U/f 曲线:采用磁通电流控制(FCC)时,变频器会补偿电机定子电阻中的压降,在低频时,变频器的起动电压从非 0 上升到某一数值,线性和 FCC 特性曲线如图 2-2-2 所示,设置 P1300=1 是 FCC 特性 U/f 曲线。

(3) 抛物线特性 U/f 曲线:抛物线特性曲线的 U/f 控制也称为平方律曲线,低频时斜率小(U/f 比值小),高频时斜率大(U/f 比值大)。多用于风车和泵类负载的补偿,达到节能的目的。抛物线 U/f 特性曲线如图 2-2-3 所示,设置 P1300=2 是抛物线 U/f 特性曲线。

(4) 可编程特性 U/f 曲线:可编程特性 U/f 特性曲线也称分段控制,可编程特性 U/f 曲线如图 2-2-4 所示,设置 P1300=3 是可编程的 U/f 特性曲线。用户可通过参数 P1320~P1327 设置最多 4 个坐标点(频率,电压)来定义一条任意的 U/f 曲线,实现分段线性控制,以满足特殊负载的转矩需求。

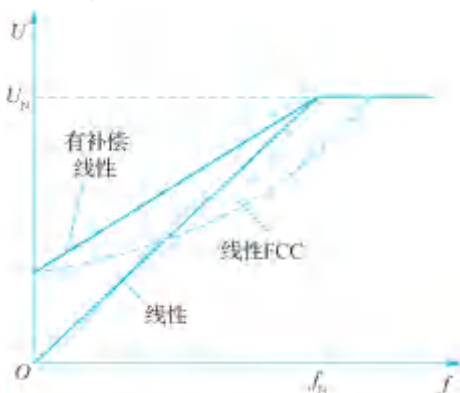


图 2-2-2 线性及线性 FCC 特性 U/f 曲线

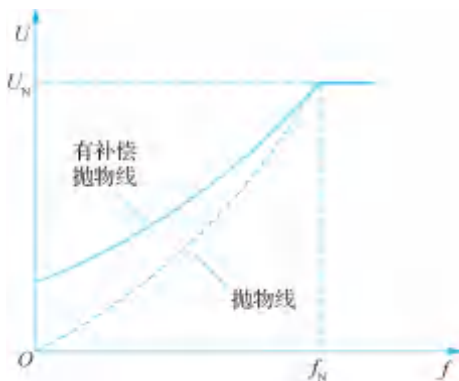


图 2-2-3 抛物线特性 U/f 曲线

2. 转矩补偿

频率 f 较低时, U/f 会下降, 导致输出转矩下降。所以提高变频器的输出电压即可补偿转矩的不足, 变频器的这个功能叫作转矩补偿或电压提升。为了提高电机的起动特性, 需要在转速较低时提升 U/f 特性曲线。可以根据变频器相应的起动电流进行 P1310、P1311、P1312 的电压提升, 转矩补偿示意如图 2-2-5 所示。

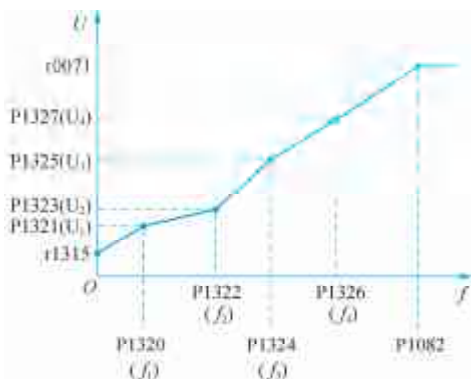


图 2-2-4 可编程 U/f 特性曲线

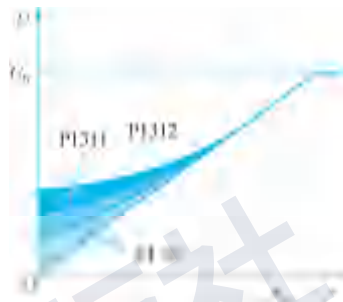


图 2-2-5 转矩补偿参数

转矩补偿可优化电机低速时的起动力矩, 提升短时过载的控制性能。与转矩补偿相关参数见表 2-2-4。

表 2-2-4 转矩补偿相关参数

参数号	说明
P1310	持续升值(出厂设置为 50%), 补偿因电缆太长而导致的电压损耗和电机的欧姆损耗
P1311	加速时的升值(出厂设置为 0%), 在电机加速时提供额外可用的转矩
P1312	起动时的升值(出厂设置为 0%), 只为电机接通后的第一个加速过程提供额外可用的转矩(起动力矩)

按照以下步骤设置电压提升:

- (1) 在设定值为 8 rpm 时接通电机, 检查电机是否自由运转。
- (2) 如果电机没有自由运转或是停止不动, 提高升压 P1310, 直到电机自由运转。
- (3) 接入最大负载, 将电机加速到最大转速, 并检查电机是否跟踪转速设定值。
- (4) 必要时提升电压 P1311, 直到电机正常加速。
- (5) 在较高起动转矩的应用中需要额外提高 P1312, 以达到正常启动的状态。



送料小车的面板连续运行调试

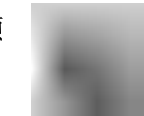
1. 电气元件和耗材

G120 变频器、三相异步电动机(WDJ26)、电气控制板、常用电工工具、数字万用表、铜导线等。

2. 线路连接

G120 变频器主电路端子 L_1 、 L_2 、 L_3 接三相工频电源(380 V, 50 Hz), 变频器输出端子 U、V、W 接电动机绕组接头 U_1 、 V_1 、 W_1 , 电动机绕组连接三角形, 如图 2-2-6 所示。

2.2.4



面板连续运行调试



图 2-2-6 变频器主电路接线图

3. 功能参数设置

(1) 恢复工厂缺省值, 选择操作面板 EXTRAS 菜单→选择 DRVRESET→点击 OK 键→面板显示 BUSY→直至面板显示 DONE, 表示复位完成。

(2) 快速调试电动机参数, 为了使电动机与变频器匹配, 需要设置电动机参数, 具体操作流程参数如表 2-2-5 所示。电动机参数设定完成后, 变频器当前处于准备状态, 可正常运行。

表 2-2-5 电动机快速调试参数表

参数号	设定值	说明
P0010	1	开始快速调试
P0304	380	电动机额定电压(V)
P0305	0.68	电动机额定电流(A)
P0307	0.18	电动机额定功率(kW)
P0311	1400	电动机额定转速(rpm)
P0010	0	结束快速调试

按 HAND/AUTO 键切换至手动模式, 按下启动键, 变频器面板显示“MOT ID”, 表示变频器正在检测相连电机的数据。在检测结束后, 变频器会自动停止电机。

4. 运行调试

(1) 准备工作: HAND 运行模式, 选择“CONTROL”菜单, 进入“SETPOINT”子菜单, 设置转速为 600 rpm。

(2) 送料小车前进启动: 按下变频器启动键■, 变频器驱动送料小车升速前进, 观察输出转速是否为 600 rpm。

(3) MONITOR 监视菜单下, 通过向上▲/向下▼键可浏览变频器输出电压、输出电流、输出频率、直流电压、输出转速。

(4) 调节运行转速: 调节向上▲/向下▼键来改变电动机转速设定值。

(5) 分别将转速设定为 600 rpm、900 rpm、1 200 rpm, 并在 MONITOR 菜单下记录对应的实际输出转速、输出电压、输出电流, 填入表 2-2-6 中。

(6) 送料小车停车: 按下变频器停止键■, 变频器将驱动送料小车减速停止运行。

表 2-2-6 变频器输出数据记录表

设定速度(rpm)	输出转速(rpm)	输出电压(V)	输出电流(A)
600			
900			
1 200			

(7) 将 P1310 分别设置为 50% 和 80%，选择进入 CONTROL 菜单的 SETPOINT，将变频器设定速度下对应输出电压记录在表 2-2-7 中。

表 2-2-7 有补偿时变频器输出数据记录表

设定转速(rpm)		200	400	600	800	1 000	1 200	1 400	1 500
P1310=50%	U1(V)								
P1310=80%	U2(V)								

(8) 通过观察记录的电压数据，分析是否能得出结论：在低速状态下，固定的电压补偿值使得输出电压相对于额定 U/f 曲线有更明显的提升，即电压补偿在低速时效果更显著。

任务 3 送料小车变频系统的工艺参数优化调试

知识目标 >>>>

了解最大转速和最小转速的含义。
掌握转速跳跃点参数设置的方法。

能力目标 >>>>

能够正确解决送料小车发生严重抖动问题。
能够选择合适的参数值解决系统噪声问题。



变频器采用 PWM 调制方式输出电压，输出电压为一系列脉冲。开关频率越高，单个周期内脉冲数量越多，电流波形平滑性越好。某送料小车现场有台 G120 变频器，电机运行时噪声很大，咨询厂家了解到为电磁噪声，送料小车运行在 900 rpm 发生严重抖动，加工产品发生倾斜，工艺较差。请分析故障原因并给出对应的解决处理方案。



一、变频器工艺参数

1. 最大转速和最小转速

(1) 最大转速 n_H : 变频器允许的最大转速。其特点是, 当设定转速小于最大转速时, 输出设定转速; 当设定转速达到或超过最大转速时, 输出最大转速, G120 变频器的最大转速参数为 P1082。在生产实践中, 最大转速一般用于超速防护。

(2) 最小转速 n_L : 变频器允许的最小转速。其特点是, 当设定转速大于最小转速时, 输出设定转速; 当设定转速低于最小转速时, 输出最小转速, G120 变频器的最小转速参数为 P1080。有的生产机械, 转速太低没有意义, 如风机等设备, 因此可以设置最小转速, 最大转速和最小转速与设定转速之间的关系如图 2-3-1 所示。

考虑变频系统驱动的负载是有差异的, 因此, 需要对变频器的最大、最小转速给予设置, 以提高变频系统的安全性和稳定性。如风机、水泵等二次方率类负载, 当设定转速大于额定转速时, 电动机有可能过载。设定最高和最低转速, 可避免操作面板的误操作或外部转速信号源出现故障, 引起转速过高或过低。

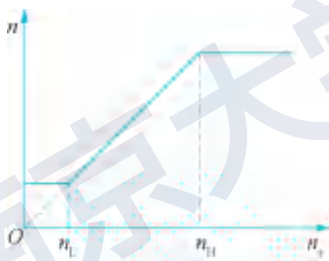


图 2-3-1 最大最小转速

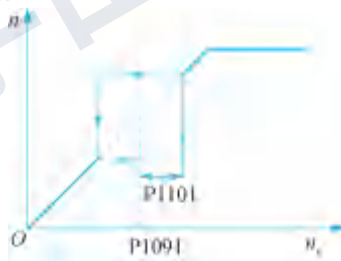
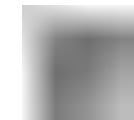


图 2-3-2 跳跃转速区间

2. 跳跃转速

跳跃转速是指变频器不允许连续输出的转速区间, 用于避免电力拖动系统因机械谐振频率引发共振、损坏传动机构。为了防止这种情况发生, 变频器以谐振转速对应的运行转速为中心, 设置一个跳跃转速区间, 如图 2-3-2 所示, 当设定转速位于跳跃区间内时, 输出区间下限或上限。G120 变频器可设置 2 跳跃区间, 如表 2-3-1 所示。分别由 P1091~P1092 设置跳跃区间中心转速值, P1101 指跳跃转速点带宽。如设置 P1091=900 rpm, P1101=50 rpm, 当转速设定值落在此区间(850~950 rpm)时, 输出被限制在区间的边界上。

2.3.1



变频器工艺参数

表 2-3-1 跳跃转速功能表

参数号	设置范围	说明
P1091	0.0~210 000.0	跳跃转速点 1
P1092	0.0~210 000.0	跳跃转速点 2
P1101	0.0~210 000.0	跳跃转速点带宽

3. 基准转速

基准转速是指变频器输出电压为电机额定电压时所对应的最小输出转速,使用 n_B 表示,一般设为电动机的额定转速,G120 变频器基准转速参数 P2000。在基准转速以下,电压与转速协调变化;在基准转速以上,转速升高电压不再升高。基准电压是指基准转速时变频器的输出电压,基准电压参数 P2001,一般设为电动机的额定电压,基准转速与输出电压的关系如图 2-3-3 所示。

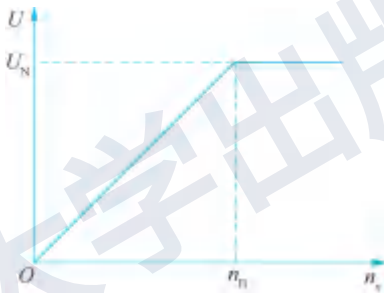


图 2-3-3 基准转速与输出电压的关系

普通三相异步电动机在变频调速时,其基准电压和基准转速一般设为出厂默认值即可满足需求。但是针对特殊行业的某些电机,需要依据实际情况重新设置基准电压和基准转速参数。

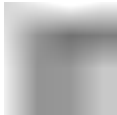
二、载波频率

低压变频器多采用 PWM 调制,载波频率(由 P1800 设定,范围 2~16 kHz)可调;开关频率越高,电流波形越平滑,但对其他设备干扰越大。并且功率模块功率损耗增大,使效率下降。遵循电动机功率大,载波频率低的原则,以减少电磁干扰。

(1) 载波频率对变频器输出电流波形的影响

载波频率越高,输出电流的波形越好,越平滑,谐波越小,如表 2-3-2 所示;反之当载波频率越低时,电机的有效转矩减小,损耗增大,噪声与温度都会增加;因此在设计时要先确定正确的载波频率,然后再考虑附加各种抑制谐波装置,如输出电抗器,滤波器等。

2.3.2



载波频率

表 2-3-2 载波频率对输出电流的影响表

参数号	设置范围	变频器输出 50 Hz 波形
P1800	4	
	8	两者之间
	16	

(2) 载波频率对电动机的噪声的影响

电动机的噪声来自通风噪声、电磁噪声、机械噪声三个方面,因此变频器的输出电压、电流中含有一定分量的高次谐波,使电动机气隙的高次谐波磁通增加,噪声变大。考虑变频器输出的高次谐波分量使得电机的转子、铁心、机壳、轴承座产生谐振。实践证明,电机的噪声与载波频率的大小直接有直接关系,随着载波频率的升高而降低。另外,变频电机的噪声相对普通电机要低。

(3) 载波频率与电动机的振动

由于载波频率的不同,输出的高次谐波不同,高次谐波产生的脉动信号对电机的转矩有影响,因此会引起电机的振动。为了防止电机振动,可以增加变频器的载波频率,或者是增加输出电抗器。



送料小车的噪声优化调试

1. 电气元件和耗材

G120 变频器、三相异步电动机(WDJ26)、电气控制板、常用电工工具、数字万用表、铜导线等。

2. 线路连接

G120 变频器主电路端子 L_1 、 L_2 、 L_3 接三相工频电源(380 V, 50 Hz),变频器输出端子 U、V、W 接电动机绕组接头 U_1 、 V_1 、 W_1 ,电动机绕组连接三角形,如图 2-3-4 所示。

2.3.3

噪声优化调试



图 2-3-4 变频器主电路接线图

3. 参数设置

(1) 恢复工厂缺省值,选择操作面板 EXTRAS 菜单→选择 DRVRESET→点击 OK 键→面板显示 BUSY→直至面板显示 DONE,表示复位完成。

(2) 快速调试电动机参数,为了使电动机与变频器匹配,需要设置电动机参数,具体操作流程参数如表 2-2-5 所示。电动机参数设定完成后,变频器当前处于准备状态,可正常运行。

(3) 功能参数设置,具体参数设置如表 2-3-3 所示。

表 2-3-3 送料小车参数表

参数号	设定值	说明
P1091	900	跳跃区间中心转速值
P1101	50	转速跳跃点带宽
P1800	6	脉宽调制频率 6 kHz
	10	脉宽调制频率 10 kHz
	12	脉宽调制频率 12 kHz
	16	脉宽调制频率 16 kHz

4. 运行调试

(1) 准备工作:HAND 运行模式,选择“CONTROL”菜单,进入“SETPPOINT”子菜单,设置转速为 800 rpm。

(2) 送料小车启动:按下变频器启动键■,送料小车系统变频器驱动电机运行在 800 rpm。

③ 调节设定转速:通过向上▲/向下▼键,依次将转速设定值修改为表 2-3-4 中的 800 rpm, 850 rpm, 870 rpm, ..., 1 500 rpm。每修改一次,等待电机稳定运行后,在 MONITOR 菜单下读取实际转速,并记录在表格中。

表 2-3-4 运行转速记录表

设定转速(rpm)	800	850	870	900	930	950	990	1 200	1 500
实际转速(rpm)									

(4) 重点观察 850~950 rpm 区间内的实际转速变化,验证跳跃转速功能是否生效。

(5) 先将 P1800 设置为 6 kHz,观察电机运行噪声是否达标;若不达标,依次调整为 10 kHz、12 kHz、16 kHz,直至找到噪声最小的合适值。

任务4 电梯变频系统的性能优化调试

知识目标 >>>>>

了解变频器加速启动和减速停止的含义。

熟悉变频器制动的三种方式。

能力目标 >>>>>

能够正确完成电梯变频系统主电路线路连接。

能够合理地设置参数提高电梯变频系统的舒适度。

任务描述

随着我国电梯行业的快速发展,越来越多的新技术也会运用到电梯行业之中。西门子 G120 变频器的调速作用在电梯运行过程中发挥了非常重要的作用。乘客对乘坐电梯时的舒适感及轿厢在任何情况下都能平稳地运行安全性要求较高,为提高了电梯的运行效率以及带来了更加优质的用户体验。电梯变频系统采用圆弧 S 形加速方式保证电梯启动加速缓慢平滑,提高了电梯乘客舒适感;当电梯曳引机处于发电状态时电梯重载下降,在这种状态下需要外加一定的制动效果来保证电梯的稳定运行,争取乘客的绝对安全。

任务理论

2.4.1

一、变频器的加速启动

变频器的加速启动

1. 变频器启动

从静止状态一直加速到稳定转速的过程,称为起动过程。变频器通电后,电动机按照预定的斜坡上升时间开始起动,电机以较低速度切割磁力线,因而起动电流不大。在整个起动过程中,随着频率上升,机械特性不断上移,电动机转速总是从下一根特性向上一根特性转移,因此动态转矩很小,故升速过程能保持平稳,减小了对生产机械的冲击。转速的上升快慢取决于用户预置的“斜坡上升时间”,用户可根据生产工艺的实际需要来决定加速过程,变频器的起动机机械特性曲线如图 2-4-1 所示。

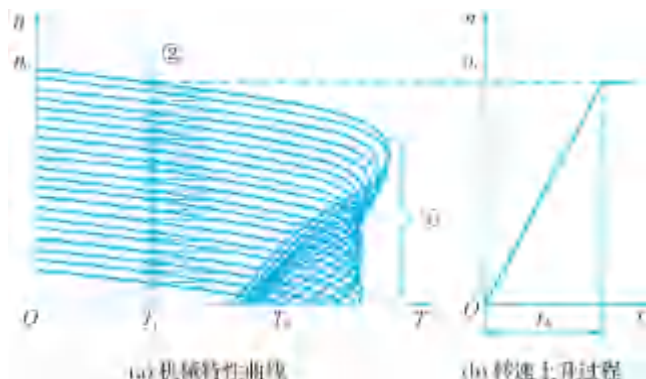


图 2-4-1 变频器的启动机械特性曲线

2. 变频器加速时间

变频器加速时间又称斜坡上升时间,是指变频器输出转速依据斜坡函数曲线(不带平滑圆弧)驱动电动机从静止状态加速到最高转速($P1082=1\,500$)所用的时间。 $G120$ 变频器斜坡上升时间参数为 $P1120$,斜坡上升过程如图 2-4-2 所示。如果转速设定值小于最大转速,实际加速时间会按比例缩短。例如:若 $P1120=10\text{ s}$, $P1082=1\,500\text{ rpm}$,则从 0 加速到 750 rpm 需要 5 s 。

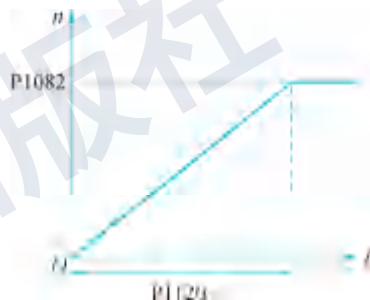


图 2-4-2 加速时间

斜坡上升时间设置越长,电机起动电流越小,起动过程也越平稳柔和;若斜坡上升时间设置过短,则易引发变频器过流故障。斜坡上升时间的设定原则一般采用“实验法”或“试探法”,来找到一较合适的加速时间,如图 2-4-3 所示。

① 实验法:变频器系统接通电源稳定运行后,突然断开电源,拖动系统自由惯性停车,从全速运行到完全停止所需的时间由拖动系统的惯性决定,如图 2-4-4 所示,斜坡上升时间 $t = t_{sp}/3$ 。



图 2-4-3 变频拖动系统

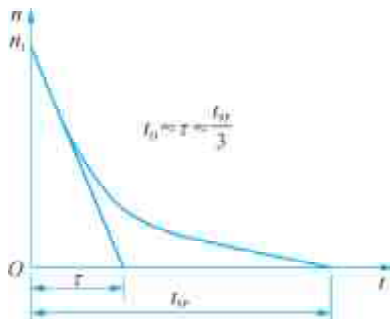


图 2-4-4 实验法计算加速时间

② 试探法:使加速时间由长而短,一般使起动过程中的电流不超过电动机额定电流的 1.1 倍为宜;就是在电动机不过流的前提下,尽量缩短加速时间。

二、变频器的减速停止

1. 变频器停止方式

(1) OFF1:变频器按照选定的斜坡下降速率减速并停止转动。激活 OFF1 功能的方法如下:

- ① 面板操作:按下停止键■ 1 次;
- ② 外部操作:断开数字量输入端控制的 ON 命令。
ON 命令和后继的 OFF1 命令必须来自同一信号源。

(2) OFF2:立即封锁变频器脉冲输出,电机自由停车,如图 2-4-5 所示。激活 OFF2 功能如下:

- ① 面板操作:连续按下两次停止键■;
- ② 外部操作:由参数 P0844 定义数字量输入 DI 激活 OFF2 功能;OFF2 是低电平有效,低电平时是封锁脉冲,高电平时是运行状态。

(3) OFF3:电动机根据变频器 P1135 设置的斜坡下降时间快速地减速停车,由参数 P0848 定义数字量输入 DI 激活 OFF3 功能,快速地减速停止,变频器的减速停止如图 2-4-6 所示。

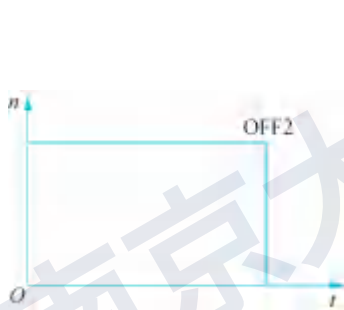


图 2-4-5 OFF2 停止



图 2-4-6 OFF3 停止

在激活 OFF3 的情况下,起动电动机,数字量输入端必须闭合(高电平)。

OFF3 停车命令为低电平触发,OFF3 为高电平,电动机才能起动并用 OFF1 或 OFF2 方式停车;OFF3 为低电平,电动机是不能起动的。参数 P1135:OFF3 功能的斜坡下降时间,发出 OFF3 命令后,电动机从最大转速减速到静止停车所需的时间。

OFF1 为常规停车方式,OFF2 为紧急停车方式,OFF3 为快速停车方式,以满足有不同停车时间要求的需求。当同时选择几个 OFF 命令,其优先级顺序是:OFF2>OFF3>OFF1。

2. 变频器减速时间

减速时间又称斜坡下降时间,是指变频器输出转速依据斜坡函数曲线(不带平滑圆弧)驱动电动机从最大转速(P1082)减速到静止停车所用的时间,西门子 G120 变频器斜坡下降时间参数为 P1121,斜坡下降过程如图 2-4-7

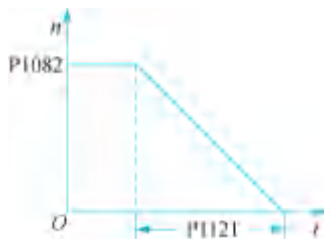


图 2-4-7 减速时间

所示。

电动机变频降速时,由于惯性的原因,转子的转速超过了旋转磁场的转速,转子的电动势和电流都与原来相反,电磁转矩的方向与电动机的旋转方向相反,电动机处于再生制动状态,再生制动状态的电能对直流侧电容充电过快,导致直流母线电压快速升高。

斜坡下降时间设置过短,会使电机快速制动产生回馈电能,导致变频器直流母线过电压而跳闸。预置斜坡下降时间的原则为:在保证变频器不发生电压故障的前提下,制动时间尽可能短。

3. 变频器的斜坡方式

(1) 线性方式:斜坡上升阶段转速随时间呈正比增加,斜坡下降阶段转速随时间呈正比减少,适用于一般要求的场合,如图 2-4-8 所示。

(2) 圆弧 S 方式:斜坡上升阶段先慢、中快、后慢,起动平稳;斜坡下降阶段先慢、中快、后慢,制动平稳,适用于传送带、电梯等对起动有特殊要求的场合。西门子 G120 变频器斜坡曲线的起始圆弧时间参数为 P1130,斜坡曲线的结束圆弧时间参数为 P1131,中间空余时间参数为 P1120 或 P1121,如图 2-4-9 所示。斜坡上升和下降时间会因圆整处理而有所延长,有效的斜坡上升时间 $=P1120+0.5\times(P1130+P1131)$,有效的斜坡下降时间 $=P1121+0.5\times(P1130+P1131)$ 。



图 2-4-8 线性方式

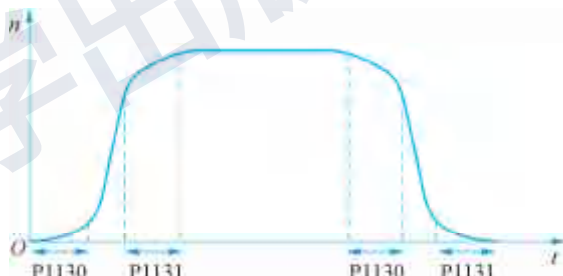


图 2-4-9 圆弧 S 方式

三、变频器的制动

在变频调速系统中,电动机的降速和制动是基于逐渐减小转速来实现的,也就是减速停车。这时逆变管并未关断,仍然按照减速时间停车,但由于惯性的存在,电动机实际转速不可能按变频器的设定转速旋转,以至于在逆变管关断以后,电动机仍然运行一段时间。

当转子转速 n 超过定子旋转磁场转速 n_0 时,旋转磁场切割转子绕组的方向与电动运行状态相反,电磁转矩 T 与转子转速 n 方向相反。此时,电动机轴上的电磁转矩转变为制动转矩,转速快速下降,进入再生制动状态。再生制动过程中产生的回馈电流会被直流侧电容器吸收,导致电容器两端电压升高,将缩短逆变管的使用寿命,严重时还可能击穿逆变管,引发直流母线电压急剧上升。例如:电动机在快速减速过程时,转速发生骤减,电动机处于发电状态;位能(或势能)负载,如起重机吊了重物下降时,出现转子转速 n 大于定子旋转磁场转速 n_0 ,这时也出现电动机发电运行状态。

为了解决变频器减速产生发电运行状态,可以在减速过程中加入电气制动,以使电动机

快速停止运转。G120 变频器有三种常用电气制动方式:能耗制动、直流制动和复合制动。

1. 能耗制动

针对再生制动过压问题,利用直流回路中的制动电阻吸收电动机产生的再生电能,将其转化为热能消耗。在直流回路并联制动电阻 R_B 与功率管 V_B ,如图 2-4-10 所示。当母线电压升至 700 V 左右时,功率管导通,多余能量被电阻消耗,防止电压上升。由于再生能量没能得到利用,它与直流制动的不同点是能量消耗于电机之外的制动电阻上,电机不会过热,因而可以较频繁的工作。

2. 4. 3

变频器的制动

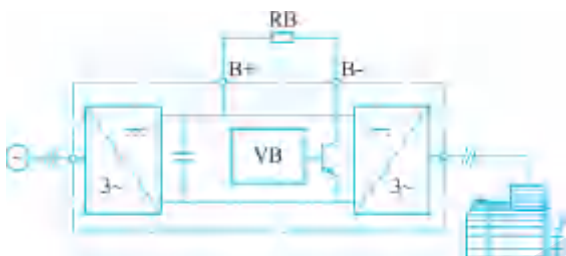


图 2-4-10 变频器制动电阻

考虑配制制动电阻的场合有:(1) 起动和制动比较频繁的场合;(2) 要求快速制动的场合;(3) 有位能负载的场合,如起重机械等。

2. 直流制动

直流制动是向电机定子绕组通入直流电产生制动力矩,实现快速停机,交—直—交变频器因具备直流环节,可方便实现该功能。制动时,转子切割固定磁场产生与转速方向相反的力矩,即制动力矩。直流制动时电动机转子上的机械能将转化成电动机转子的电能消耗在转子上,从而使电动机的转子温度升高。直流制动特别适用于离心式机械、电锯、研磨机械、皮带运输机等,不能用于要求保持悬挂状态的负载(例如卷扬设备)。

直流制动效果如图 2-4-11 所示,一般地,变频器不允许在高速运行情况下马上转入直流制动。直流制动信号为 1 时,变频器的输出脉冲被封锁,输出电流立即为零。并且在电动机充分祛磁后(祛磁时间 P0347 是根据电动机的数据自动计算出来的)向电动机注入直流制动电流,从图 2-4-11 中可以看出变频器输出转速快速下降为零。

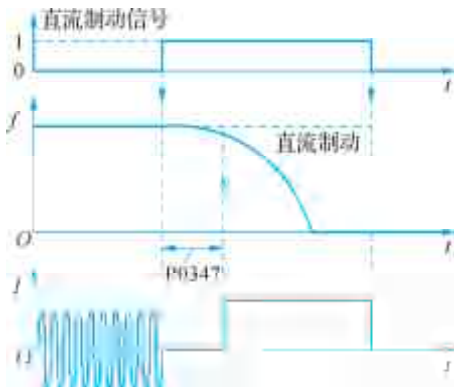


图 2-4-11 直流制动

直流制动相关功能参数见表 2-4-1。

表 2-4-1 直流制动的相关参数表

功能名称	参数号	说明		
激活制动	P1230	启用直流制动功能,0:失效;1:生效		
配置制动	P1231	直流 制动 配置	0	无直流制动
			4	通过控制指令激活直流制动
			5	OFF1/OFF3 上的直流制动,不受 P1230 影响
			14	低于初始转速时触发直流制动
制动强度	P1232	设置直流制动的制动电流,即变频器向电动机定子绕组通上直流电流的大小。该值通常由变频器根据电机参数自动计算		
制动时间	P1233	设置直流制动的持续时间,即变频器向电动机定子绕组通上直流电的时间,取决于爬行状态,其值与爬行需要成正比关系(出厂设置:1 s)		
制动转速	P1234	设置直流制动初始转速,实际转速低于此值,便会立即启动直流制动		
祛磁时间	P0347	在电机停止输出脉冲后,等待电机磁场充分消退、再注入直流制动电流的等待时间。该值通常由变频器根据电机参数自动计算		
故障号设置	P2100	设置触发直流制动的故障号(出厂值:0)		
故障响应	P2101	故障响应设置(出厂值:0)		

直流制动适用于准确停车,可抑制起动过程前电动机由外因引起的不规则自由旋转。采用 OFF1 或 OFF3 方式停车时,接到停车命令后向电动机注直流电流;直流制动可与停车方式 OFF1 和 OFF3 配合使用,实现电动机快速停车。

3. 复合制动

复合制动是指在直流母线电压超出母线电压阈值 r1282 时,变频器在输出电动机的交流电上叠加一个直流电流,消耗再生能量,防止直流母线电压上升过高。复合制动只能用在 U/f 控制,不适用于需要向电网回馈能量的应用,如 G120 的 PM250 功率单元。

复合制动的典型应用是一些要求电动机有恒速工作,并且需要长时间才能达到静态的场合,如离心机、锯床、磨床和输送机等。G120 变频器复合制动的相关参数见表 2-4-2。

表 2-4-2 G120 变频器复合制动的相关参数表

参数号	含义	说明
P3856	复合制动的制动电流(%)	在 U/f 控制中,为加强电机静止时的制动效果而另外产生的直流电流的大小 P3856=0 禁用复合制动 P3856=1~250,复合制动的制动电流为电动机额定电流百分比
P3859.0	复合制动状态字	P3859.0=1 表示复合制动已经启动

任务实施

电梯变频系统的性能优化调试

1. 电气元件和耗材

G120 变频器、三相异步电动机(WDJ26)、电气控制板、常用电工工具、数字万用表、铜导线等。

2. 线路连接

G120 变频器主电路端子 L_1 、 L_2 、 L_3 接三相工频电源(380 V,50 Hz),变频器输出端子 U、V、W 接电动机绕组接头 U_1 、 V_1 、 W_1 ,电动机绕组连接三角形,如图 2-4-12 所示。

2.4.4

性能优化调试



图 2-4-12 变频器主电路接线图

3. 参数设置

(1) 恢复工厂缺省值,选择操作面板 EXTRAS 菜单→选择 DRVRESET→点击 OK 键→面板显示 BUSY→直至面板显示 DONE,表示复位完成。

(2) 快速调试电动机参数,为了使电动机与变频器匹配,需要设置电动机参数,具体操作流程参数如表 2-2-5 所示。电动机参数设定完成后,变频器当前处于准备状态,可正常运行。

(3) 电梯舒适度功能参数设置,具体参数设置如表 2-4-3 所示。

表 2-4-3 电梯舒适度功能参数表

参数号	设定值	说明
P1120	10	斜坡上升时间
P1121	10	斜坡下降时间
P1130	3	斜坡函数曲线的起始圆弧时间,该值对加速和减速过程都有效
P1131	3	斜坡函数曲线的结束圆弧时间,该值对加速和减速过程都有效
P0347	/	祛磁时间,由变频器根据电机参数自动计算
P1231	5	OFF1/OFF3 上的直流制动
P1233	3	直流制动时间
P1234	200	直流制动初始转速

4. 运行调试

(1) 准备工作: HAND 运行模式, 选择“CONTROL”菜单, 进入“SETPOINT”子菜单, 设置转速为 1 500 rpm。

(2) 启动: 按下变频器启动键■, 变频器驱动电梯轿厢上升。注意观察启动加速过程, 是否满足初始阶段加速平稳缓慢, 中间阶段较快, 结束阶段又缓慢。

(3) 制动: 按下变频器停止键■, 变频器驱动电梯轿厢制动停车。首先观察从 1 500 rpm 下降到 200 rpm 的过程, 是否呈现“先慢—中快—后慢”的 S 形特性。当转速降至 200 rpm (P1234 设定值) 以下时, 注意听电机是否发出“滋滋”的直流制动声音, 并观察电机是否快速停止, 验证直流制动功能是否生效。



20 世纪 80 年代中后期, 美、日、德、英等发达国家开始把变频器技术研制成商品, 投入到市场中, 得到了广泛应用。先人一步的发达国家凭借市场空白和新技术研发的优势, 大规模生产电子元件, 推出了一系列高端产品, 迅速占领市场。当时我国变频器的核心部件技术仍属空白, 生产变频器所需要的关键器件无法自主生产, 只能从国外进口, 这使得许多设备的使用和维护都受制于国外。

汇川公司创始人朱兴明先从低压变频器产品入手, 一年后推出了通用变频器 MD280, 但是这并未对国外变频器产品形成有力竞争, 因此, 朱兴明等人绞尽脑汁, 将全部重心放到研发上。汇川公司凭借持续的研发投入, 推出了更具竞争力的产品, 一举成名, 打响了行业名号。后来更多的中国企业也纷纷加入了变频器领域的研发创新中, 如今国产变频器已经崛起, 逐渐抢占高端市场, 上海、深圳都成了国产变频器研发的前沿阵地, 国内变频器企业仍然保持着高昂的进军态势! 未来, 在国际市场上有望看到国内企业绽放更多光彩, 赢得更高的行业认可。



一、填空题

1. 恢复工厂缺省值时, 面板显示“BUSY”后转为_____, 表示复位完成。
2. 快速调试中, 参数 P0304 用于设置_____, 应根据电机铭牌输入。
3. 手动模式下, 点动功能激活时面板显示_____图标。
4. U/f 特性曲线中, $P1300=0$ 对应_____曲线, $P1300=2$ 对应_____曲线。
5. 跳跃中心转速 $P1091=1\ 000\text{ rpm}$, 带宽 $P1101=100\text{ rpm}$, 那么跳跃区间上下限范围为_____rpm。
6. 载波频率参数为_____, 设置范围 $2\sim16\text{ kHz}$, 用于调节电磁噪声。
7. 斜坡上升时间 $P1120$ 是指从 0 rpm 加速到_____的时间。
8. OFF2 停车方式通过长按停止键激活, 属于_____停车(自由惯性/减速)。
9. 变频器运行时, _____菜单可浏览输出转速、电流、电压等实时数据。

10. 在快速调试中,当面板显示的_____闪烁时,表示变频器正在进行电机数据检测操作。

二、简答题

1. G120 变频器 BOP-2 操作面板各个按键的含义?
2. G120 变频器如何将参数复位为工厂的默认值?
3. 变频器最大转速和最小转速的区别?
4. 什么是斜坡上升时间? 设置过大或过小的危害?
5. 斜坡上升时间的设定原则可以依据什么方法?
6. G120 变频器停车有几种方式? 它们的区别在哪里?
7. 什么是直流制动?
8. 某厂家为了提高智能产线生产效率,期望在 4 秒内智能产线变频控制系统能够运行到 900 rpm,请问时间参数如何设置?

南京大学出版社

项目三

混料罐变频系统的外部调试

任务1 混料罐变频系统的正反转调试

知识目标 >>>>>

了解变频器外部端子含义与功能。

掌握变频器数字量输入连接方式。

能力目标 >>>>>

正确设置变频器外部端子运行的参数。

熟练完成变频器外部运行线路的连接。

任务描述

在炼油、化工、制药、水处理等行业中,将不同液体混合是必不可少的工序,而且这些行业中多为易燃易爆、有毒有腐蚀性的介质,不适合人工现场操作。本混料罐系统借助变频器来控制,对提高企业生产和管理自动化水平有很大的帮助,同时又提高了生产效率、使用寿命和质量,减少了企业产品质量的波动。

闭合启动开关,变频器正转输出转速为 500 rpm,混料罐顺时针搅拌;同时闭合启动开关和反向开关,变频器反转输出转速为-500 rpm,混料罐逆时针搅拌,如图 3-1-1 所示。



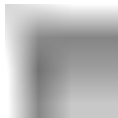
图 3-1-1 混料罐变频系统

任务理论

一、认识变频器控制端子

G120C 变频器控制端子包括数字量输入端子(DI)、数字量输出端子(DO)、模拟量输入端子(AI)和模拟量输出端子(AO)。端子的功能都是可以设置更改的,不同的外形尺寸变频器控制端子不同,FSA~FSC 尺寸控制电路端子外观如图 3-1-2 所示。

3.1.1



变频器控制端子

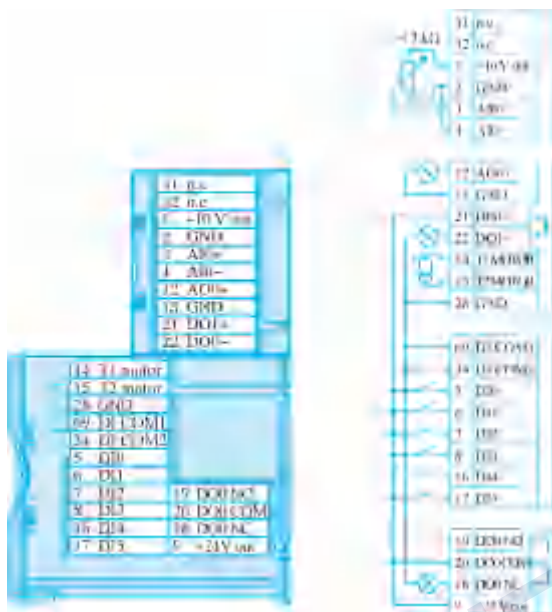


图 3-1-2 变频器控制电路图

(1) 电源模块:G120C 变频器内部提供了两种电源。变频器主电路输入电源接通后,一种是 10 V 直流稳压电源,由端子 1、2 输出。另一种是 24 V 直流稳压电源,由端子 9、28 输出。

(2) 数字量输入端子(DI):G120C 变频器提供 6 个数字量输入 DI0~DI5,即端子 5、6、7、8、16 和 17。这些端子外接开关信号接收数字信号,数字量输入信号经光电耦合隔离输入 CPU,对电动机进行正反转、正反向点动、固定转速设定值控制等。

(3) 数字量输出端子(DO):G120C 变频器提供 1 路数字量输出 DO0(DO0 NC、DO0 NO 和 DO0 COM),即端子 18、19 和 20,其中 18 和 20 组成常闭触点,19 和 20 组成常开触点。G120C 变频器也提供 1 路晶体管输出 DO1,即端子 21、22。数字量输出 DO 的信号用于监测变频器的运行状态,例如变频器准备就绪、起动、停止、故障等状态。

(4) 模拟量输入端子(AI):G120C 变频器提供 1 路模拟量输入 AI(AI0+、AI0-),即端子 3、4,模拟量输入 AI 用于接收模拟量信号,作为变频器的给定信号从而来调节变频器的运行转速。

(5) 模拟量输出端子(AO):G120C 变频器提供 1 路模拟量输出端子(AO0+、GND),即端子 12、13。模拟量输出 AO 用来模拟量输出信号可以用于监测变频器的运行转速、电压、电流等信号。

(6) 温度传感器端子:G120C 变频提供 1 路温度传感器端子 T1、T2,即端子 14、15。

(7) GND 端子:所有带参考电位 GND 的端子在变频器内部是相互连接的,例如 2、13 和 28。

(8) DICOM 端子:端子 69 是数字量输入端子 DI0、DI2 和 DI4 的公共端子,端子 34 是数字量输入端子 DI1、DI3 和 DI5 的公共端子,端子 69 和 34 与 GND 是电流隔离的。

(9) 控制模块电源端子:可选的 24V 电源连接至端子 31、32 时,即使功率模块从电网断开,控制单元仍保持运行状态。

3.1.2

二、数字量输入 DI

1. 数字量输入信号连接

(1) 使用内部电源、PNP 型输入连接。本方式为出厂设定。选择这种方式时,数字量输入信号与 PNP 集电极开路输出的传感器等输入直接连接。当按下正转按钮时,变频器内部电源端子 9 产生电流,经正转按钮流入端子 5,回到端子 28 内部电源 GND(端子 28、34 和 69 短接),该电流的途径如图 3-1-3(a)所示。

(2) 使用内部电源、NPN 型输入连接。选择这种方式时,数字量输入信号等输入直接。当按下正转按钮时,变频器内部电源端子 9(经端子 9、34、69)产生电流,从端子 5 流出,经正转按钮回到端子 28 内部电源 GND,该电流的途径如图 3-1-3(b)所示。

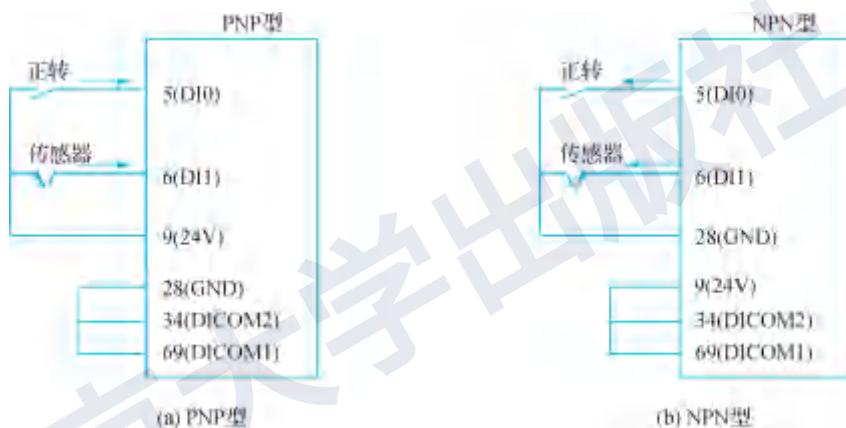


图 3-1-3 内部电源、PNP/NPN 型连接

(3) 使用外部电源、PNP 型输入连接。本方式需要外部 DC24 V,当按下正转按钮时,外部电源产生电流经正转按钮流入端子 5,经端子 34 和 69 回到外部电源 GND,如图 3-1-4(a)所示。

(4) 使用外部电源、NPN 型输入连接。本方式需要外部 DC24 V,当按下正转按钮时,外部电源产生电流经端子 34 和 69 从端子 5 流出,经正转按钮回到外部电源 GND,如图 3-1-4(b)所示。

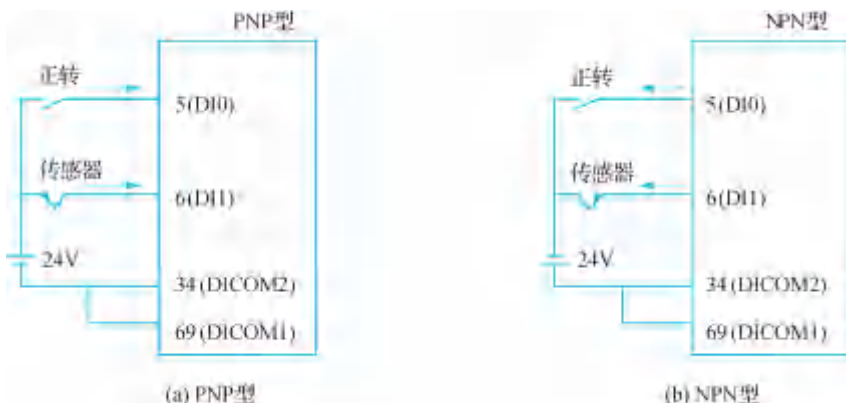


图 3-1-4 外部电源、PNP/NPN 型连接

2. 数字量输入 DI 功能

G120C 变频器配备 6 路数字量输入 DI0~DI5, 分别对应端子 5、6、7、8、16、17。各数字量输入 DI 支持多种功能配置, 可根据实际控制需求灵活设定, 具体对应参数见表 3-1-1。

表 3-1-1 数字量输入 DI 对应参数表

序号	标识	端子号	状态位	说明
1	DI0	5	r0722.0	必须将数字量输入的状态位参数与指令源 BI 连接在一起, 才可以修改数字量输入的功能
2	DI1	6	r0722.1	
3	DI2	7	r0722.2	
4	DI3	8	r0722.3	
5	DI4	16	r0722.4	
6	DI5	17	r0722.5	

指令源是指决定变频器启停、正反转等控制指令的来源, 指令源通常采用二进制互联输入(BI), 具体设置详见表 3-1-2。

表 3-1-2 G120C 指令源表

序号	状态位	BI 参数号	说明
1	r0722.0 ~ r0722.5	P0810	指令数据组选择 CDS 位 0
2		P0840	ON/OFF1
3		P0844	OFF2
4		P0848	OFF3
5		P1020	固定转速设定值选择位 0
6		P1021	固定转速设定值选择位 1
7		P1022	固定转速设定值选择位 2
8		P1023	固定转速设定值选择位 3
9		P1035	电动电位器设定值升高
10		P1036	电动电位器设定值降低
11		P1055	JOG 位 0
12		P1056	JOG 位 1
13		P1113	设定值取反
14		P2103	应答故障
15		P3330	双线/三线控制的控制指令 1
16		P3331	双线/三线控制的控制指令 2
17		P3332	双线/三线控制的控制指令 3

选择 BI 功能,是将该参数设为所需数字量输入状态参数 r0722. x 的数值。例如:电机由数字量输入 DI2 启动,参数设置 P0840=722. 2 即可。故障应答由数字量输入 DI1 应答,参数设置 P2103=722. 1 即可。

3. 二线制控制方式

通过数字量端子连接变频器实现电机控制,可采用二线制或三线制控制方式,直接通过数字量信号设定电机转向并控制启停。

变频器二/三线制控制方式类型选择参数:

- P3334=0 表示二线制控制,ON/换向;
- P3334=1 表示二线制控制,正转/反转 1;
- P3334=2 表示二线制控制,正转/反转 2;
- P3334=3 表示三线制控制,使能/正转/反转;
- P3334=4 表示三线制控制,使能/ON/换向。

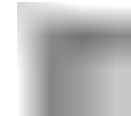
参数 P3334 的存取权限为 4 级,用户无权限修改这个参数,但是 P3334 参数值取决于 P0015(驱动单元宏设置)。

(1) 二线制控制方式 1

二线制控制方式 1 为“启停控制”+“换向控制”。第一个控制指令用于电机启动和停止;第二个控制指令用于确定电机旋转方向(换向),线路连接如图 3-1-5 所示。

若 P3334=0 时,选择二线制控制,ON/换向。数字量输入 DIx 的状态位 r772. x 与参数 P0840 互联,那么数字量输入 DIx 将定义为电机启停信号。例如:参数 P0840=722. 0,表示数字量输入 DI0 定义为电机的启停信号;若数字量输入 DIx 的状态位 r772. x 与参数 P1113 互联,那么数字量输入 DIx 将定义为电机的换向信号。例如:参数 P1113=722. 1,表示数字量输入 DI1 定义为

3.1.3



二线制连接方式

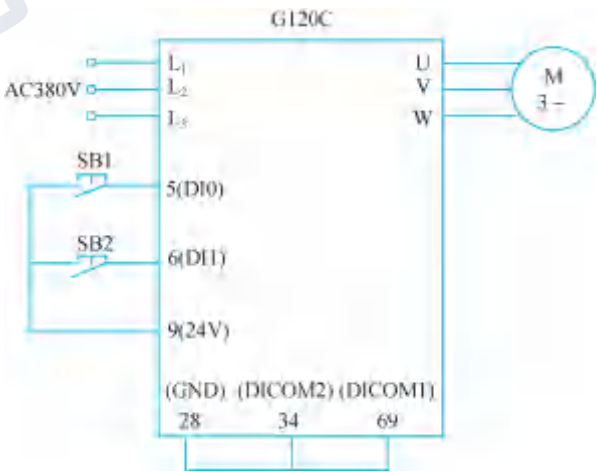


图 3-1-5 二线制控制方式线路连接图

二线制控制方式 1 的电机运行效果如图 3-1-6 所示,数字量输入 DI 逻辑表见表 3-1-3,其中 SB1 表示第一个控制指令数字量输入 DI 外接的按钮,SB2 表示第二个控制指

令数字量输入 DI 外接的按钮。



图 3-1-6 二线制控制方式 1 的电机运行效果图

表 3-1-3 连接方式 1 数字量输入 DI 逻辑表

SB1(启动)	SB2(换向)	电机状态
0	0	OFF1:电机停止
0	1	OFF1:电机停止
1	0	ON:电机正转
1	1	ON:电机反转

(2) 二线制控制方式 2

二线制控制方式 2 为“正转启停控制”+“反转启停控制”。第一个控制指令用于电机正转启停信号;第二个控制指令用于电机反转启停信号。

若 $P3334=1$ 时,选择二线制控制,正转/反转 1。数字量输入 DI_x 的状态位 $r772.x$ 与参数 $P3330$ 互联,那么数字量输入 DI_x 将定义为电机的正转信号。例如:参数 $P3330=722.0$,表示数字量输入 $DI0$ 定义为电机的正转信号。数字量输入 DI_x 的状态位 $r772.x$ 与参数 $P3331$ 互联,那么数字量输入 DI_x 将定义为电机的反转信号。例如:参数 $P3331=722.1$,表示数字量输入 $DI1$ 定义为电机的 反转信号。

二线制控制方式 2 的电机运行效果如图 3-1-7 所示,数字量输入 DI 逻辑表见表 3-1-4,其中 SB1 表示第一个控制指令数字量输入 DI 外接的按钮,SB2 表示第二个控制指令数字量输入 DI 外接的按钮。



图 3-1-7 二线制控制方式 2 的电机运行效果图

表 3-1-4 连接方式 2 数字量输入 DI 逻辑表

SB1(正转)	SB2(反转)	电机状态
0	0	OFF1:电机停止
1	0	ON:电机正转
0	1	ON:电机反转
1	1	ON:电机旋转方向以第一个为 1 的信号为准

变频器运行期间对于新的控制信号忽略,即仅在电动机停止状态下变频器才能改变运行状态。例如:电机正转运行时,按下反转按钮,反转指令无效,电机仍保持正转。

(3) 二线制控制方式 3

针对二线制控制方式 2 如果停机前给正在正转的变频器发送一个反转信号,则反转信号被忽略问题,二线制控制方式 3 的“正转启停控制”+“反转启停控制”可以较好地解决。第一个控制指令用于电机正转启停信号;第二个控制指令用于电机反转启停信号。

若 P3334=2 时,选择二线制控制,正转/反转 2,数字量输入 DIx 的状态位 r772. x 与参数 P3330 互联,那么数字量输入 DIx 将定义为电机的正转信号。例如:参数 P3330=722.0,表示数字量输入 DI0 定义为电机的正转信号。数字量输入 DIx 的状态位 r772. x 与参数 P3331 互联,那么数字量输入 DIx 将定义为电机的反转信号。例如:参数 P3331=722.1,表示数字量输入 DI1 定义为电机的反转信号。

二线制控制方式 3 的电机运行效果如图 3-1-8 所示,数字量输入 DI 逻辑表见表 3-1-5,其中 SB1 表示第一个控制指令数字量输入 DI 外接的按钮,SB2 表示第二个控制指令数字量输入 DI 外接的按钮。

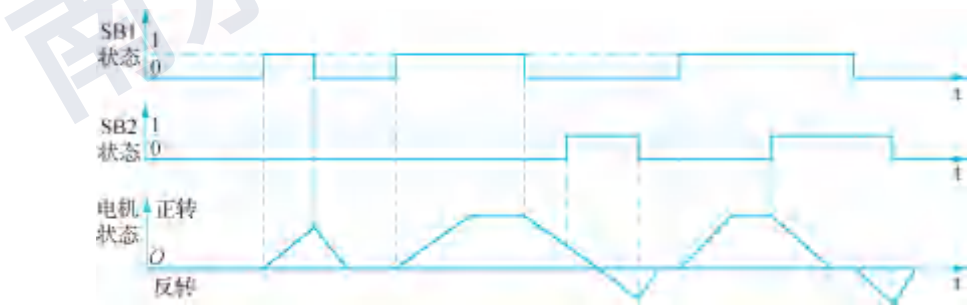


图 3-1-8 二线制控制方式 3 的电机运行效果图

与二线制控制方式 2 不同,二线制控制方式 3 变频器运行期间对于新的控制信号不可以忽略,电动机在运行的状态下变频器可以改变运行状态。例如:电机正转运行时,按下反转按钮,电机会根据斜坡时间减速至零。

表 3-1-5 数字量输入 DI 逻辑表

SB1(正转)	SB2(反转)	电机状态
0	0	OFF1:电机停止
1	0	ON:电机正转
0	1	ON:电机反转
1	1	OFF1:电机停止

4. 数字量输入 DI 的应用

(1) OFF 停车命令激活

OFF1 激活时,变频器依据斜坡下降时间正常减速停止;OFF2 激活时,变频器封锁脉冲输出,电机靠惯性自由旋转停车;OFF3 激活时,变频器将按照 P1135 所设定的斜坡下降时间快速减速;

如果需要紧急停止,变频器触发 OFF2 命令,立即封锁逆变管,自由惯性停车,变频器就不会跳闸,并且 OFF2 是低电平有效,电平为 0 时是封锁脉冲,电平为 1 时是运行状态。如图 3-1-9 所示,P0840=722.0 时将数字量输入 DI0 定义 ON/OFF1 功能;P0844=722.1 时将数字量输入 DI1 定义 OFF2 功能;参数 P0848=722.2 时将数字量输入 DI2 定义 OFF3 功能。闭合 SA0 启动开关,变频器启动运行,断开 SA0 启动开关,变频器 OFF1 减速停车;变频器启动运行后,断开 SA1 开关,变频器 OFF2 惯性停车;变频器启动运行后,断开 SA2 开关,变频器 OFF3 快速停车。

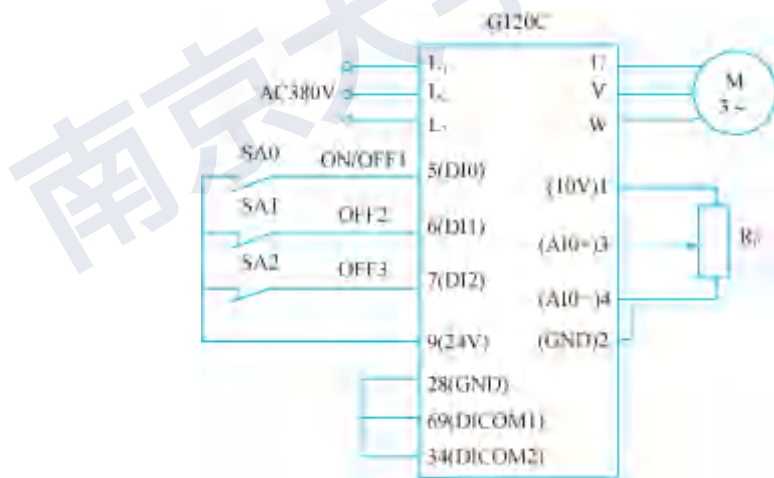


图 3-1-9 三种停车命令(OFF1/OFF2/OFF3)的线路连接图

(2) 外部端子点动控制

G120 变频器可通过 BOP 操作面板 JOG 模式或数字量输入 DI 实现点动控制。参数 P1055=722.0, P1056=722.1 时,将数字量输入 DI0 和数字量输入 DI1 设置为正向点动控制和反向点动控制。接通对应端子后,电动机可按照 P1058(点动转速)的预设值实现点动运行。

5. 数字量输入状态诊断

实际应用中,常出现开关闭合后变频器无法启动、输出继电器动作异常、固定速度值不准确等问题,排查这类故障时,可通过以下方法快速查看和测试 I/O 端子信号是否正常。

数字量输入状态由参数 r0722 显示,该参数值以二进制位的形式显示,如图 3-1-10 所示,对应数字量输入端子 DI 的开关闭合时,参数 r0722 的相应二进制位会置 1(面板显示对应位点亮),实际应用中可通过观察 r0722 的数值判断各数字量输入端子的通断状态。



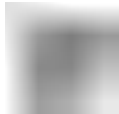
图 3-1-10 数字量输入状态诊断

三、G120 宏功能概述

G120 为满足不同接口定义提供了多种预定义接口宏,每种宏对应着一种接线方式。选择其中一种宏后变频器会自动设置与其接线方式相对应的一些参数,方便用户快速调试。

如果某一种宏定义的接口方式符合实际应用需求,选择对应的宏;如果所有宏定义的接口方式都不符合实际应用需求,可选择相近的宏,然后根据需要来调整输入/输出的配置。通过参数 P0015 修改宏,需要先设置 P0010=1;然后,再修改 P0015;最后,设置 P0010=0,只有在设置 P0010=1 时才能更改参数 P0015。G120C 变频器宏定义及功能见表 3-1-6。

3.1.4



宏程序 12、13、17、18 功能

表 3-1-6 宏定义及功能表

宏编号	宏定义	宏功能
1	采用 2 种固定频率的输送技术	双方向二线制控制,两个固定转速
2	采用 2 种固定频率的输送技术	单方向两个固定转速,预留安全功能
3	采用 4 种固定频率的输送技术	单方向四个固定转速
4	采用现场总线的传输技术	现场总线 PROFIBUS/PROFINET
5	采用现场总线和基本安全功能的传输技术	现场总线 PROFIBUS/PROFINET,预留安全功能
7	带数据组转换的现场总线	现场总线 PROFIBUS/PROFINET 控制和点动切换
8	采用基本安全功能的 MOP	端子启动,电动电位器(MOP)调速,预留安全功能
9	带 MOP 的标准 I/O	端子启动,电动电位器(MOP)调速
12	带模拟量设定值的标准 I/O	双方向二线制控制,模拟量调速(方法 1)

续 表

宏编号	宏定义	宏功能
13	带模拟量设定值和安全功能的标准 I/O	双方向二线制控制,模拟量调速(方法 1),预留安全功能
14	带现场总线过程工业	现场总线 PROFIBUS/PROFINET 控制和电动电位器(MOP)切换
15	过程工业	模拟给定和电动电位器(MOP)切换
17	2 线制(向前/向后 1)	双方向二线制控制,模拟量调速(方法 2)
18	2 线制(向前/向后 2)	双方向二线制控制,模拟量调速(方法 3)
19	3 线制(使能/向前/向后)	双方向三线制控制,模拟量调速(方法 1)
20	3 线制(使能/正转/反转)	双方向三线制控制,模拟量调速(方法 2)
21	USS 现场总线	现场总线 USS 控制

1. 宏程序 12、13 功能

P0015 设为 12 时,功能为双方向二线制控制、模拟量调速(方法 1);设为 13 时,功能在 12 的基础上增加预留安全功能,两者功能示意均如图 3-1-11。

- ① 启停控制:数字量输入 DI0 控制电机启停,数字量输入 DI1 用于电机反向。
 - ② 速度调节:模拟量输入 AI0 调节转速,AI0 默认为 $-10\sim+10\text{ V}$ 输入方式。
- 设置宏程序 12 和 13 变频器自动设置的参数见表 3-1-7。

表 3-1-7 宏程序 12 和 13 自动设置参数表

参数号	设定值	说明	参数组
P0840[0]	r0722.0	数字量输入 DI0 作为启动命令	CDS0
P1113[0]	r0722.1	数字量输入 DI1 作为电机反向命令	CDS0
P2103[0]	r0722.2	数字量输入 DI3 作为故障复位命令	CDS0
P1070[0]	r755.0	模拟量 AI0 作为主设定值	CDS0
P3334	0	二线制控制,ON/换向	/

2. 宏程序 17 功能

P0015 预设置 17,功能为双方向二线制控制模拟量调速(方法 2),宏程序 17 功能示意如图 3-1-12。

- ① 启停控制:数字量输入 DI0 控制电机正转,数字量输入 DI1 控制电机反转。
- ② 速度调节:模拟量输入 AI0 调节转速,AI0 默认为 $-10\sim+10\text{ V}$ 输入方式。
- ③ 特点:变频器仅在电机停止时接受新的启动命令;若正转与反转启动信号同时接通,电机将保持之前的旋转方向运行。

设置宏程序 17 变频器自动设置的参数见表 3-1-8。

表 3-1-8 宏程序 17 自动设置参数表

参数号	设定值	说明	参数组
P0840[0]	r3333.0	由二线制信号启动变频器	CDS0
P1113[0]	r3333.1	由二线制信号反转	CDS0
P3330[0]	r0722.0	数字量输入 DI0 作为二线制—正转启动命令	CDS0
P3331[0]	r0722.1	数字量输入 DI1 作为二线制—反转启动命令	CDS0
P2103[0]	r0722.2	数字量输入 DI2 作为故障复位命令	CDS0
P1070[0]	r755.0	模拟量 AI0 作为主设定值	CDS0
P3334	1	二线制控制,正转/反转 1	/

3. 宏程序 18 功能

P0015 预设置 18,功能为双方向二线制控制模拟量调速(方法 3),宏程序 18 功能示意如图 3-1-12。

- ① 启停控制:数字量输入 DI0 控制电机正转,数字量输入 DI1 控制电机反转。
- ② 速度调节:模拟量输入 AI0 调节转速,AI0 默认为-10~+10 V 输入方式。
- ③ 特点:变频器可在任何时刻接受新的启动命令;若正转与反转启动信号同时接通,电机将按 OFF1 斜坡方式停止。

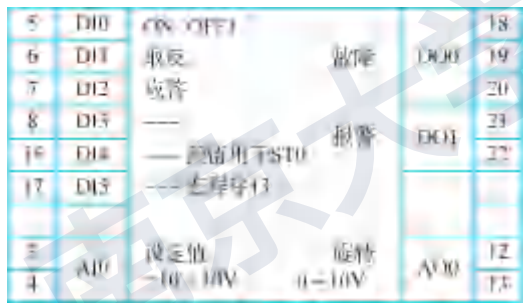


图 3-1-11 宏程序 12 和 13 功能示意图

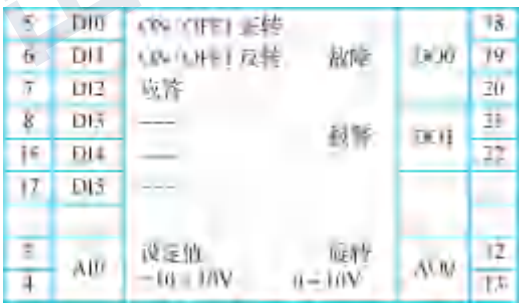


图 3-1-12 宏程序 17 和 18 功能示意图

设置宏程序 18 变频器自动设置的参数如表 3-1-9。

表 3-1-9 宏程序 18 自动设置参数表

参数号	设定值	说明	参数组
P0840[0]	r3333.0	由二线制信号启动变频器	CDS0
P1113[0]	r3333.1	由二线制信号反转	CDS0
P3330[0]	r0722.0	数字量输入 DI0 作为二线制—正转启动命令	CDS0
P3331[0]	r0722.1	数字量输入 DI1 作为二线制—反转启动命令	CDS0
P2103[0]	r0722.2	数字量输入 DI2 作为故障复位命令	CDS0
P1070[0]	r755.0	模拟量 AI0 作为主设定值	CDS0
P3334	2	二线制控制,正转/反转 2	/



混料罐变频系统的二线制控制方式 1 调试

1. 电气元件和耗材

G120C 变频器、三相异步电动机(WDJ26)、电气控制板、常用电工工具、数字万用表、铜导线、开关、按钮等。

2. 线路连接

G120C 变频器主电路端子 L_1 、 L_2 、 L_3 接三相工频电源(380 V, 50 Hz), 变频器输出端子 U、V、W 接电动机绕组接头 U_1 、 V_1 、 W_1 , 电动机绕组连接三角形。启动开关 SA0、反向开关 SA1 接数字量输入 DI0、DI1(端子 5、6), SA0、SA1 另一端接变频器电源 24 V(端子 9), 数字量输入公共端 DICOM1、DICOM2(端子 69、34)接电源 GND(端子 28), 电位器两端分别接变频器 10V(端子 1)和 GND(端子 2), 电位器可调端接变频器模拟量输入 AI0+ (端子 3), 并将变频器 GND(端子 2)和 AI0- (端子 4)短接, 线路连接如图 3-1-13 所示。

3.1.5

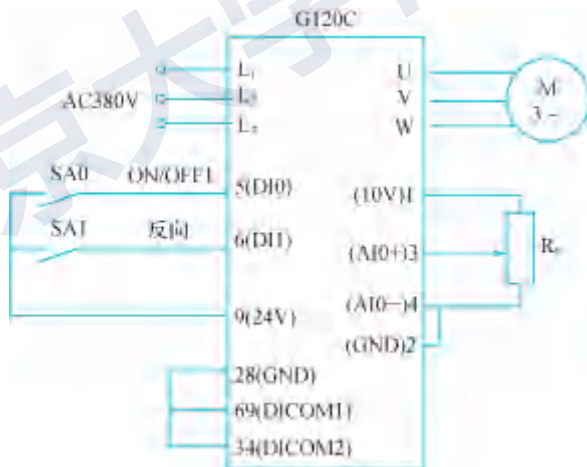
二线制连接
方式 1 调试

图 3-1-13 二线制控制方式 1 线路连接图

3. 参数设置

(1) 恢复工厂缺省值, 选择 EXTRAS 菜单→选择 DRVRESET→点击 OK 键→面板显示 BUSY→直至面板显示 DONE, 表示复位完成。

(2) 快速调试, 使电动机与变频器匹配, 具体操作流程参数见表 3-1-10。电动机参数设定完成后, 变频器当前处于准备状态, 可正常运行。

表 3-1-10 电动机快速调试参数表

参数号	设定值	说明
P0010	1	开始快速调试
P0304	380	电动机额定电压(V)
P0305	0.68	电动机额定电流(A)
P0307	0.18	电动机额定功率(kW)
P0311	1400	电动机额定转速(rpm)
P0010	0	结束快速调试

设置完成后,按下面板“HAND/AUTO”键切换至手动模式,按下变频器启动键,面板显示“MOT ID”,表示变频器正在执行电机参数自动识别;识别完成后,电机自动停止,变频器进入正常准备状态。

(3) 功能参数设置,二线制控制方式 1 具体参数设置见表 3-1-11。

表 3-1-11 二线制控制方式 1 功能参数表

参数号	设定值	说明
P0010	1	开始快速调试
P0015	12	双方向二线制控制,模拟量调速(方法 1)
P0010	0	结束快速调试

4. 运行调试

(1) 准备工作:长按 ESC 键返回 MONITOR 监视菜单,按 OK 键,浏览设定转速与输出转速 SP 组合界面,通过滑动电阻器将设定转速修改为 500 rpm。

(2) 正向运行:当闭合启动开关 SA0 时,数字量输入 DI0(端子 5)为 ON,变频器正向启动运行,观察输出转速是否稳定运行在 500 rpm,混料罐是否顺时针搅拌工作。

(3) 反向运行:当闭合启动开关 SA0、反向开关 SA1 时,数字量输入 DI0、DI1(端子 5、6)为 ON,变频器反转启动运行,观察输出转速是否稳定运行在-500 rpm,混料罐是否逆时针搅拌工作。

(4) 状态诊断:在闭合启动开关 SA0 时,数字量输入 DI0(端子 5)为 ON,观察参数 r0722 的状态;在闭合的反向开关 SA1 时,数字量输入 DI1(端子 6)为 ON,观察可读参数 r0722 的状态。

5. 思考题

混料罐变频系统中的混料罐的电机由变频器拖动,闭合正转开关,变频器正转输出转速为 500 rpm,混料罐顺时针搅拌;闭合反转开关,变频器反转输出转速为-500 rpm,混料罐逆时针搅拌。发生故障时,按下急停开关,变频器立即停止输出转速,混料罐自由惯性停车。

3.1.6



二线制连接
方式 2 调试

(1) 分析:该混料罐变频系统要求正反转搅拌工作,根据控制需要可知符合二线制控制方式 2 特点,选择宏程序 17 即可实现,线路连接如图 3-1-14 所示。急停开关 SA2 采用常闭触点,正常工作时,SA2 闭合,DI2 为高电平,OFF2 未激活;急停时,SA2 断开,DI2 变为低电平,触发 OFF2 自由停车,符合安全规范。

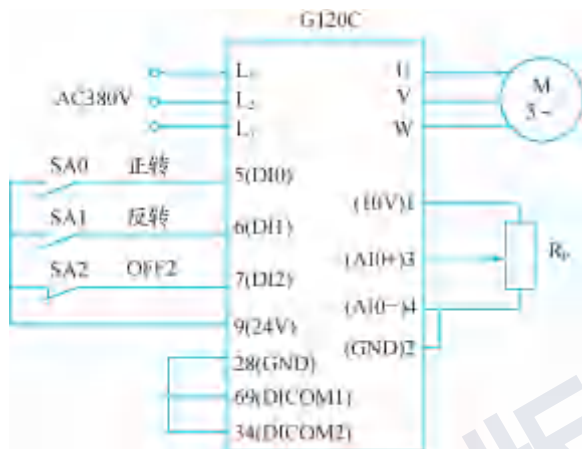


图 3-1-14 二线制控制方式 2 线路连接图

(2) 功能参数设置,二线制控制方式 2 具体参数设置见表 3-1-12。

表 3-1-12 二线制控制方式 2 功能参数表

参数号	设定值	说明
P0010	1	开始快速调试
P0015	17	双方向二线制控制,模拟量调速(方法 2)
P0844	722.2	数字量输入 DI2 作为 OFF2(急停)
P0010	0	结束快速调试

(3) 运行调试

① 准备工作:长按 ESC 键返回 MONITOR 监视菜单,按 OK 键,浏览设定转速与输出转速 SP 组合界面;在监控画面,通过滑动电阻器将设定转速修改为 500 rpm;闭合 DI2 外接的急停开关 SA2。

② 正向运行:当闭合正转开关 SA0 时,DI0(端子 5)为 ON,观察输出转速是否为 500 rpm,混料罐是否顺时针搅拌工作。

③ 反向运行:当闭合反转开关 SA1 时,DI1(端子 6)为 ON,观察输出转速是否为一 500 rpm,混料罐是否逆时针搅拌工作。

④ 紧急停车:在混料罐正常运行,按下急停开关 SA2,DI2(端子 7)为 OFF,观察输出转速是否急速降为 0 rpm。

⑤ 切换方向调试:在断开正转开关 SA0 后,马上闭合反转开关 SA1,观察变频器是否改变运行方向。

任务2 混料罐变频系统的模拟量调试

知识目标 >>>>>

- 了解模拟量输入特性曲线的意义。
- 掌握模拟量输入特性曲线的设置。

能力目标 >>>>>

- 能够正确设置模拟量转速参数。
- 能够正确设置死区参数。

任务描述

通过数字量输入 DI 实现混料罐变频系统的正反转运行控制,通过模拟量输入 AI0 外接电位器进行转速调节;要求电位器给定信号 0~8 V 对应变频器输出转速 100~1 500 rpm。请完成相关参数设置并进行运行调试?

任务理论

一、变频器设定值

G120 变频器的设定值通常是电机转速。设定值=主设定值(P1070)×主系数(P1071)+附加设定值(P1075)×附加系数(P1076),主设定值的信号源参数功能详见表 3-2-1。

变频器主设定值和附加设定值来源包括操作面板、电动电位器、固定转速设定值、模拟量输入及现场总线等,如图 3-2-1 所示。各类设定值来源均有其适用场景与特点,需根据实际控制需求进行选择与设置,也可依据功能要求实现不同设定值来源间的叠加与切换。

(1) 操作面板方式

利用 G120 变频器 BOP 操作面板上的数字键(向上键△和向下键▽)直接改变变频器的设定值。属于数字量给定方式,精度和分辨率都非常高。

(2) 电动电位器方式

电动电位器的输出值可通过控制信号“升高”和“降低”调整转速。该接点可以外接按钮或其他类似于按钮的开关信号,如 PLC 或 DCS 的继电器输出模块、常规中间继电器给出的信号。

3.2.1

变频器设定值

(3) 固定转速方式

用开关做成数字组合来设置不同固有转速,实现多段速控制。

(4) 模拟量输入

调节外部信号控制变频器模拟量端子,进而改变变频器的输出转速。模拟量给定中通常采用电流或电压信号,常见于电位器、仪表和 PLC 等控制回路。

(5) 现场总线方式

上位机通过通讯口按照特定的通信协议、特定的通信介质进行数据传输到变频器以改变变频器设定转速的方式。

表 3-2-1 主设定值信号源参数表

参数号	设定值	说明
P1070	1050	将电动电位器作为主设定值
	755.0	将模拟量输入 AI0 作为主设定值
	1024	将固定转速作为主设定值
	2050.1	将现场总线作为主设定值

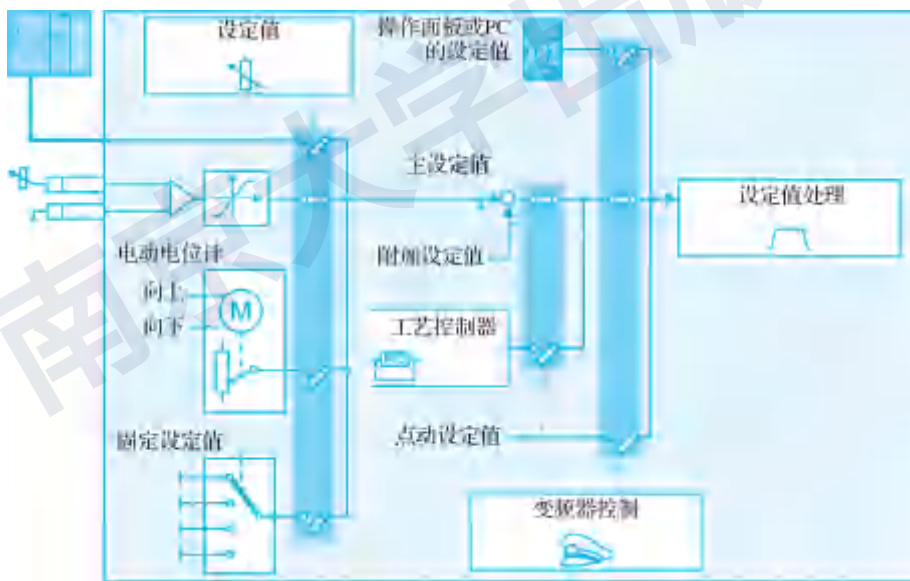


图 3-2-1 变频器设定

二、模拟量输入 AI

模拟量输入 AI 通过外部信号给定,分为电压型和电流型两种。电压信号范围有 $0\sim 10\text{ V}$ 、 $0\sim \pm 10\text{ V}$ 、 $0\sim 5\text{ V}$ 、 $1\sim 5\text{ V}$ 、 $0\sim \pm 5\text{ V}$ 等。电流信号范围有 $4\sim 20\text{ mA}$ 、 $0\sim 20\text{ mA}$ 。

1. 模拟量输入特性曲线

所谓模拟量输入特性曲线,就是指在模拟量输入作为设定值,变频器的给定信号 x 与输出转速 n_x 之间的关系曲线。这里的给定信号 x ,既可以是电压信号,也可以是电流信号,其取值范围在 10 V 或 20 mA 之内。

(1) 基本模拟量输入特性曲线

在给定信号 x 从 0 增大至最大值 $x_{\max}$ 的过程中,输出转速 n_x 线性地从 0 增大到 $n_{\max}$ 的模拟量输入特性曲线称为基本模拟量输入特性曲线,基本模拟量输入特性曲线如图 3-2-2 所示。

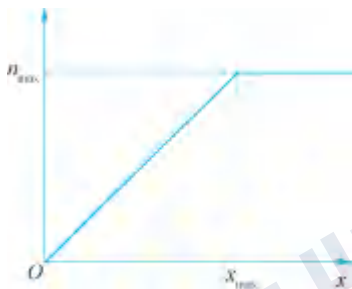


图 3-2-2 基本模拟量输入特性曲线

例 1:假设给定信号为 0~5 V,要求对应的输出转速为 0~1 500 rpm,电压信号模拟量输入特性曲线如图 3-2-3 所示。

例 2:假设给定信号为 4~20 mA,要求对应的输出转速为 0~1 500 rpm,电流信号模拟量输入特性曲线如图 3-2-4 所示。

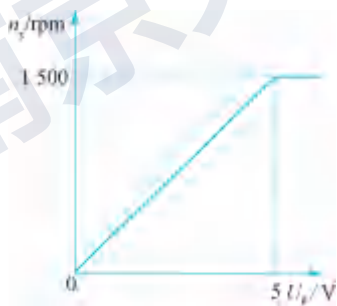


图 3-2-3 电压信号输入

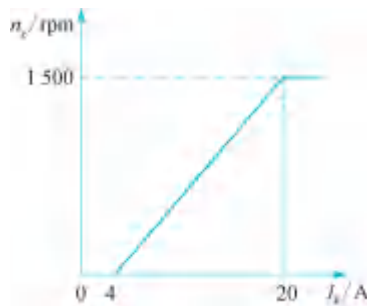


图 3-2-4 电流信号输入

(2) 模拟量输入特性曲线的设置

模拟量输入特性曲线可以简单地通过定义起点坐标为 $(x_1, y_1\%)$ 和终点坐标 $(x_2, y_2\%)$ 进行设置,其中 $y_1\%$ 、 $y_2\%$ 的计算公式如下:

$$y_1\% = (n_{x\min}/n_{\max}) \times 100\% \quad (3-2-1)$$

$$y_2\% = (n_{x\max}/n_{\max}) \times 100\% \quad (3-2-2)$$

3.2.2



模拟量输入的特性曲线

式中: $y_1\%$ 称为最小给定信号对应的转速增益, $y_2\%$ 最大给定信号对应的转速增益, $n_{x\min}$ 对应于给定信号 $x=0$ 时的输出转速, $n_{x\max}$ 对应于给定信号 $x=x_{\max}$ 时的输出转速, $n_{\max}$ 取基准转速P2000值。设置转速增益功能的目的是:使在相同输入信号作用下,各个变频器的输出转速不同,主要用于控制多台变频器的比例运行。

2. 模拟量输入控制

G120C变频器为用户提供了一路模拟量输入AI0,即通过AI0+(端子3)和AI0-(端子4)输入模拟信号控制电动机转速。图3-2-5中P1070=755[0],表示主设定值与模拟量输入AI0互联。

3.2.3

模拟量输入控制



图 3-2-5 模拟量输入 AI0 作为主设定值

模拟量输入类型选择及模拟量输入监控功能的激活,由参数P0756[0]、P0756[1]设定。该参数的下标对应模拟量输入通道,P0756[0]表示模拟量输入AI0通道,P0756[1]表示模拟量输入AI1通道。由于G120C变频器仅配备1路模拟量输入AI0,为简化表述,后续文中涉及G120C模拟量输入相关参数时,均省略下标[0]标注。

- ▶ P0756=0 选择单极性电压输入(0至+10V)。
- ▶ P0756=1 选择带监控的单极性电压输入(2至+10V)。
- ▶ P0756=2 选择单极性电流输入(0至+20mA)。
- ▶ P0756=3 选择带监控的单极性电流输入(4至+20mA)。
- ▶ P0756=4 选择双极性电压输入(-10至+10V)。

其中,带监控的类型(如1-单极性电压带监控、3-单极性电流带监控)会在输入信号低于设定阈值(由P0761定义)时触发报警。必须确保控制单元上的硬件开关与P0756设置一致:电压输入时开关置于U,电流输入时置于I。



图 3-2-6 AI 开关

模拟量输入特性曲线由起点(P0757,P0758)和终点(P0759,P0760)确定,所涉及的参数见表3-2-2。P0757~P0760的下标对应模拟量输入通道,P0757[0]~P0760[0]属于模拟量输入AI0。为简化表述,均省略下标[0]标注。

表 3-2-2 模拟量标定参数表

参数号	功能	说明
P0756	模拟量输入类型	电压或电流类型
P0757	模拟量输入 AI0 特性曲线值 x_1	输入信号对应的最小信号值
P0758	模拟量输入 AI0 特性曲线值 y_1	设定转速的最小值对应的百分比
P0759	模拟量输入 AI0 特性曲线值 x_2	输入信号对应的最大信号值
P0760	模拟量输入 AI0 特性曲线值 y_2	设定转速最大值对应的百分比

(1) 模拟量标定的正反转控制

即 0~5 V 电压时变频器输出转速为-1 500~0 rpm,电动机反转;5~10 V 电压时变频器输出转速为 0~1 500 rpm,电动机正转。给定电压 0 V 时输出转速为-1 500 rpm,给定电压 10 V 时输出转速为 1 500 rpm。即起点坐标为(0,-100%),终点坐标为(10,100%),具体参数设置见表 3-2-3,模拟量输入特性曲线如图 3-2-7 所示。

表 3-2-3 模拟量标定正反转控制参数表

参数号	设定值	说明
P0756	0	选择单极性电压输入(0 至+10 V)
P0757	0	标定 AI0 的 x_1
P0758	-100	标定 AI0 的 y_1
P0759	10	标定 AI0 的 x_2
P0760	100	标定 AI0 的 y_2

(2) 电流信号模拟量输入特性曲线

变频器应将“6~12 mA”范围内的信号换算成“-100%~100%”范围内的%值,低于 6 mA 时会触发变频器的断线监控,如图 3-2-7 所示。

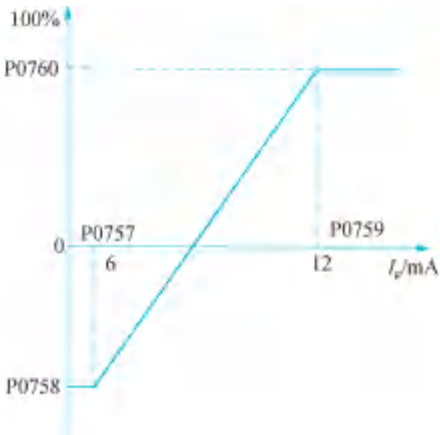


图 3-2-7 电流信号模拟量输入特性曲线

具体设置步骤如下:

- ① 将控制单元上模拟量输入 AI0 的 DIP 开关设置为电流输入
- ② 设置 $P0756=3$ AI0 定义为带有断线监控的电流输入
- ③ 设置 $P0757=6.0(x_1)$
- ④ 设置 $P0758=-100.0(y_1)$
- ⑤ 设置 $P0759=12.0(x_2)$
- ⑥ 设置 $P0760=100.0(y_2)$
- ⑦ 设置 $P0761=6$ 输入电流小于 6 mA 会导致故障 F03505

(3) 死区

通过模拟量进行调速时,往往会出现零点漂移,造成“0”给定时电机还在转动,达不到实际应用要求。零点漂移主要是受环境温度和噪声干扰影响,解决方法可以将零点设置一个死区,即零点位置是一个很小的区间,而不再是一个点。死区作用于模拟量输入特性曲线的过零点上,即使模拟量输入信号为正或负,变频器仍将其内部转速设定值设为 0,变频器会阻止电机旋转,死区参数为 P0764。

常见的死区方式有 2 种,根据实际需求选择:

① 死区方式 1,对死区范围内不进行调速。如图 3-2-8 所示,0~10 V 对应 0~100% 转速,当死区范围为 $P0764=0.2$ V,则 0.2~10 V 对应 2%~100% 转速,0~0.2 V 对应的转速为 0。如果选择的信号为 ± 10 V,则 0~ ± 0.2 V 对应的转速为 0。该选择适用于对低速段不调节的应用。

② 死区方式 2,对死区范围内数值置“0”,如图 3-2-9 所示。0~10 V 对应 0~100% 转速,当死区范围为 0.2 V,需要先设置线性化参数 $P0757=0.2$ V,则 0.2~10 V 对应 0~100% 转速,然后利用自由功能块开环控制功能中的 LIM(限值)来实现 0~0.2 V 对应转速为 0,避免反转启动。

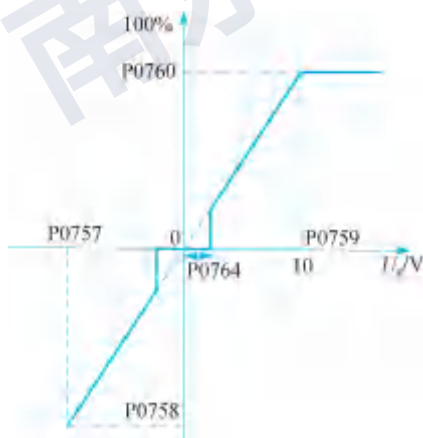


图 3-2-8 死区方式 1

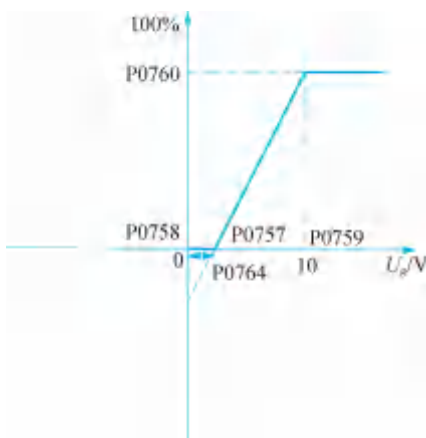


图 3-2-9 死区方式 2

3. 模拟量输入状态诊断

模拟量输入经过模数转换后的实际值由参数 r0752 显示,模拟量输入类型定义为电压

型时,其单位为 V,模拟量输入类型定义为电流型时,其单位为 mA。G120C 只有 1 个模拟量输入 AI0,其实际模拟量输入值在 r0752 中显示。

当出现可能由于模拟量输入问题导致系统运行不正常时,可通过该参数查看变频器接收模拟量的实际值,再与实际模拟量输入比较,可以初步判断是变频器模拟量接口问题还是外部模拟量信号问题。



混料罐变频系统的模拟量标定调试

1. 电气元件和耗材

G120C 变频器、三相异步电动机(WDJ26)、电气控制板、常用电工工具、数字万用表、铜导线、开关、可调电位器等。

2. 线路连接

正转开关 SA0、反转开关 SA1 接数字量输入 DI0、DI1(端子 5、6),数字量输入公共端 DICOM1、DICOM2(端子 69、34)接变频器电源 GND(端子 28);电位器两端分别接变频器 10 V(端子 1)和 GND(端子 2),电位器可调端接变频器模拟量输入 AI0+(端子 3),并将变频器 GND(端子 2)和 AI0-(端子 4)短接,线路连接如图 3-2-10 所示。

3. 2. 4

模拟量标定调试

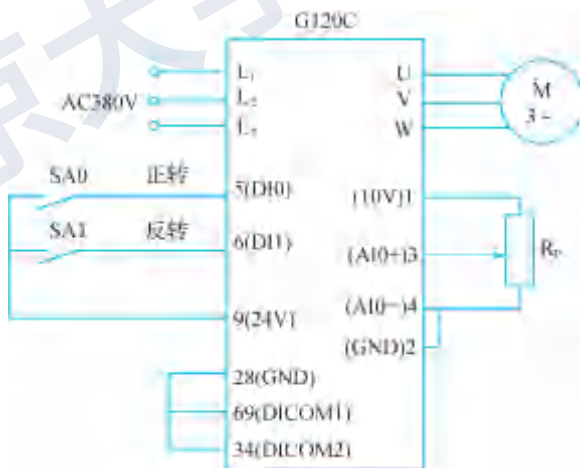


图 3-2-10 模拟量标定线路连接图

3. 参数设置

(1) 恢复工厂缺省值,选择 EXTRAS 菜单→选择 DRVRESET→点击 OK 键→面板显示 BUSY→直至面板显示 DONE,表示复位完成。

(2) 快速调试,使电动机与变频器匹配,具体操作流程参数见表 3-1-10。电动机参数设定完成后,变频器当前处于准备状态,可正常运行。

(3) 功能参数设置,模拟量输入 AI0 给定电压 0~8V,变频器输出转速为 100~1 500 rpm,与基本模拟量输入特性曲线不一致,模拟量标定参数设置见表 3-2-4。

表 3-2-4 模拟量标定功能参数表

参数号	设定值	说明
P0010	1	开始快速调试
P0015	18	双方向二线制控制,模拟量调速(方法 3)
P0010	0	结束快速调试
P0756	0	选择单极性电压输入(0 至+10 V)
P0757	0	标定 AI0 的 x_1 值
P0758	6.67	标定 AI0 的 y_1 值, $y_1=(100/1\,500)\times 100\%\approx 6.666\,7\%$
P0759	8	标定 AI0 的 x_2 值
P0760	100	标定 AI0 的 y_2 值

4. 运行调试

(1) 准备工作:长按 ESC 键返回 MONITOR 监视菜单,按 OK 键,浏览设定转速与输出转速 SP 组合界面。

(2) 混料罐正转与调速:当闭合正转开关 SA0 时,数字量输入 DI0(端子 5)为 ON,混料罐正转启动运行。缓慢调节电位器 R_p 使得 AI0 在 0~8 V 之间变化,观察输出转速是否在 100~1 500 rpm 之间变化。

(3) 混料罐反转与调速:当闭合反转开关 SA1 时,数字量输入 DI1(端子 6)为 ON,混料罐反转运行。缓慢调节电位器 R_p 使 AI0 在 0~8 V 之间变化,观察输出转速是否在 100~1 500 rpm 之间变化。

(4) 通过调节电位器 R_p 使得变频器模拟量输入 AI0 的电压满足表 3-2-5 电压值,并将输出转速数据记录在表 3-2-5 中。

表 3-2-5 输出转速记录表

AI0 电压(V)	0	1	2	4	5	6	7	8
输出转速(rpm)								
r0752 显示值								

5. 思考题

混料罐变频系统的模拟量输入正反转调试。给定电压 0~5 V 时输出转速为-1 500~0 rpm,电动机反转;给定电压 5~10 V 时输出转速为 0~1 500 rpm,电动机正转,请设置参数实现功能需求并运行调试?

给定电压 0 V 输出转速为-1 500 rpm,给定电压 10 V 输出转速为 1 500 rpm,即起点坐标为(0,-100%),终点坐标为(10,100%)。功能参数见表 3-2-6。

表 3-2-6 正反转模拟量标定功能参数表

参数号	设定值	说明
P0010	1	开始快速调试
P0015	18	双方向二线制控制,模拟量调速(方法 3)
P0010	0	结束快速调试
P0756	0	选择单极性电压输入(0 至+10 V)
P0757	0	标定 AI0 的 x_1 值
P0758	-100	标定 AI0 的 y_1 值
P0759	10	标定 AI0 的 x_2 值
P0760	100	标定 AI0 的 y_2 值

任务 3 混料罐变频系统的输出信号检测调试

知识目标 >>>>

掌握 G120C 变频器数字量输出 DO 的功能。

掌握 G120C 变频器模拟量输出 AO 的功能。

能力目标 >>>>

能够熟练完成混料罐变频系统的线路连接。

能够完成数字量输出功能参数的选择与标定。

任务描述

混料罐多级系统,混料罐首先将原料充分搅拌均匀混合后传送给传输带,如图 3-3-1 所示。若传输带运输速度较慢,则会引起传输带原料堆积,需合理设定转速以保障物料顺畅输送。系统要求:要求传输带运行转速大于 1 000 rpm 才能启动混料罐设备,通过仪表实时显示两台变频器的输出转速。

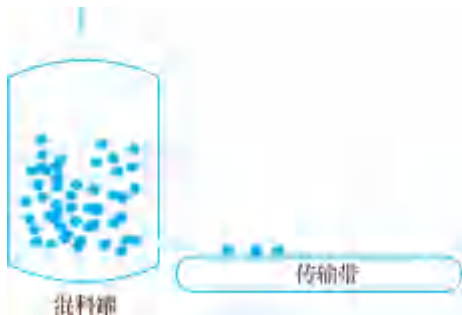


图 3-3-1 混料罐多级系统



一、数字量输出 DO

1. 数字量输出端子参数

3.3.1

G120C 变频器提供 1 路数字量继电器输出 DO0(端子 18、19 和 20),端子 18—20 为常闭触点,19—20 为常开触点。也提供 1 路数字量晶体管输出 DO1(端子 21 和 22),数字量输出 DO 外接电源范围为不大于 DC30 V 和 0.5 A。数字量输出 DO 的信号用于监测变频器的运行状态,例如变频器准备就绪、启动、停止、故障等状态。



数字量输出端子参数

数字量输出 DO0 对应参数 P0730,DO1 对应参数 P0731,需将 DO 与选中的二进制互联输出(BO)关联,才能更改其功能,参数功能如图 3-3-2。二进制互联输出在参数列表中以“BO”表示,功能说明见表 3-3-1。



图 3-3-2 数字量输出参数功能

表 3-3-1 数字量输出功能表

参数号	设定值	说明	设定值	说明
P0730 ~ P0731	52.0	变频器接通就绪	53.0	直流制动生效
	52.1	变频器运行就绪	53.1	变频器实际转速大于静态检测的转速阈值 P1226
	52.2	变频器运行使能	53.2	变频器实际转速大于最小转速 P1080
	52.3	变频器故障	53.3	变频器实际电流大于电流阈值 P2170
	52.10	已达到最大转速	53.4	变频器实际转速大于转速阈值 P2155
	52.12	电动机电流极限报警	53.5	变频器实际转速小于转速阈值 P2155
	52.13	电动机过热	53.6	变频器实际转速大于/等于设定值 r1191
	52.14	电动机正向运行	53.7	电压低于直流母线电压阈值 P2172
	52.15	变频器过载	53.8	电压高于直流母线电压阈值 P2172

参数设定值主要根据变频器状态字 r0052 与 r0053,实际上除了变频器状态字,可以将其他的二进制输出位连接到参数 P0730、P0731。例如:将 DO1 与故障信息相连,以通过数字量输出 DO1 来输出变频器的故障信息,设置 P0731=52.3。

参数 P0748 为数字输出信号取反,将继电器的输出常开触点与常闭触点对调。

G120C 变频器 P0748. x=0 时,数字量输出 DOx 未取反,数字量输出触点为默认类型;

若设置 P0748. x=1 时,数字量输出 DO_x 已取反,数字量输出触点为类型互换。变频器面板显示如图 3-3-3 所示,位号为 0 表示 DO₀,位号为 1 表示 DO₁;状态为 0 表示未取反,状态为 1 表示已取反,图中 P0748. 0=1,表示数字量输出 DO₀ 信号取反。



图 3-3-3 输出反向面板显示

2. 数字量输出端子的应用

(1) 变频器输出端子,故障检测功能

某变频调速系统中,无故障时绿色指示灯 HL1 常亮,故障时 HL1 熄灭、红色指示灯 HL2 点亮报警。将参数 P0730 的值设置为 52.3, G120C 变频器发生故障时数字量输出 DO₀ 动作,可驱动继电器或指示灯。例如:将 DO₀ 的常开触点与 24 V 和指示灯串联,故障时可用于报警,线路连接如图 3-3-4 所示。

3.3.2

数字量输出端子的应用

(2) 变频器输出端子,输出转速检测功能

变频器输出转速达到转速阈值 P2155,变频器数字量输出端子动作。随着变频器输出转速的增加,数字量输出端子 DO 一直动作,直至变频器输出转速低于转速阈值 P2155,数字量输出端子 DO 断开,效果时序如图 3-3-5 所示。

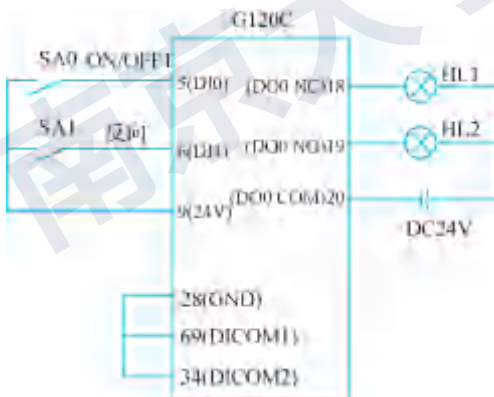


图 3-3-4 故障检测线路连接图

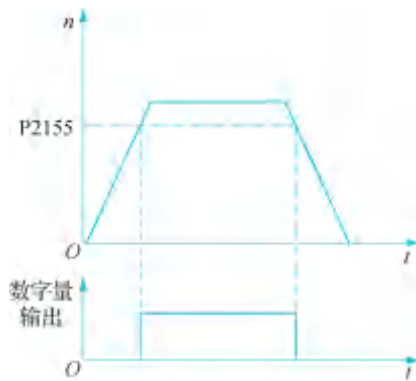


图 3-3-5 转速检测效果时序图

在变频器输出转速达到转速阈值时,变频器相应的输出端子动作,该输出信号一般与其他自动化设备协调工作。

二、模拟量输出 AO

1. 模拟量输出端子参数

G120C 变频器提供了 1 路模拟量输出 AO₀(端子 12、13),模拟量输出信号用于监测变

频器的运行转速、电压、电流等信号,如图 3-3-6 所示。



图 3-3-6 模拟量输出参数功能

(1) 模拟量输出类型

变频器模拟量输出类型由参数 P0776[0]、P0776[1]参数选择,由于 G120C 变频器仅配备 1 路模拟量输出 AO0,为简化表述,均省略下标[0]标注。模拟量输出的类型参数 P0776 默认为电流输出类型,其功能参数见表 3-3-2。

3.3.3

模拟量输出端子参数

表 3-3-2 模拟量输出的类型选择表

参数号	出厂值	设定值	说明
P0776	0	0	电流输出 0~+20 mA
		1	电压输出 0~+10 V
		2	电流输出 4~+20 mA

若变频器输出转速在 0~1 500 rpm 内变化,其电流将在 0~20 mA、电压将在 0~10 V 内变化。模拟量输出 AO 的一个确定的电压或电流是与一个确定的频率、转速等相对应的,可以使用直流电压表或电流表来测量相关物理量。

(2) 模拟量输出信号源

模拟量输出的功能通过参数 P0771 定义,该参数的下标对应模拟量输出通道。P0771[0]表示模拟量输出 AO0 通道,为简化表述,省略下标[0]标注。这些参数表示的含义见表 3-3-3。

参数 P0771:D/A 变换器,定义模拟输出的信号源。

表 3-3-3 模拟量输出变量参数含义表

参数号	出厂值	设定值	说明
P0771	21	21	已滤波的转速实际值,标定按 P2000(基准转速)确定
		25	已滤波的输出电压,标定按 P2001(基准电压)确定
		26	已滤波的直流母线电压,标定按 P2001(基准电压)确定
		27	已滤波的电流实际值绝对值,标定按 P2002(基准电流)确定
		63	转速实际值,不包含异步电机上转差补偿中的转速部分

(3) 模拟量输出特性曲线标定

变频器模拟量输出电流信号与电流表不匹配,可以对模拟量输出特性曲线进行标定,以满足实际生产需求,涉及参数 P0777、P0778、P0779、P0780 和 P0781,下标[0]已省略。

① P0775:模拟量输出绝对值计算,为1激活该功能,否则变频器反转运行时模拟量没有输出值。

② 参数 P0776:模拟量输出类型选择电流,P0776=0。

③ 参数 P0777:标定输出特性曲线 x_1 值,用%表示。该参数代表以 P200x 的百分数表示的最低模拟值(与 P0771 设定有关)。

④ 参数 P0778:标定输出特性曲线 y_1 值,该参数的单位(V 或 mA)取决于模拟量输出的类型 P0776。

⑤ 参数 P0779:标定输出特性曲线 x_2 值,用%表示。该参数代表以 P200x 的百分数表示的最高模拟值(与 P0771 设定有关)。

⑥ 参数 P0780:标定输出特性曲线 y_2 值,用%表示。该参数的单位(V 或 mA)取决于模拟量输出的类型 P0776。

2. 模拟量输出端子的应用

两台变频器的同步运行。M1 电动机为主变频器驱动,M2 电动机为从变频器驱动。变频器均采用 0~10 V 电压设定转速,主变频器输出转速驱动电动机 M1 运行时,从变频器输出相同转速驱动电动机 M2 运行,两台变频器均采用外部数字量端子驱动,线路连接如图 3-3-7 所示。

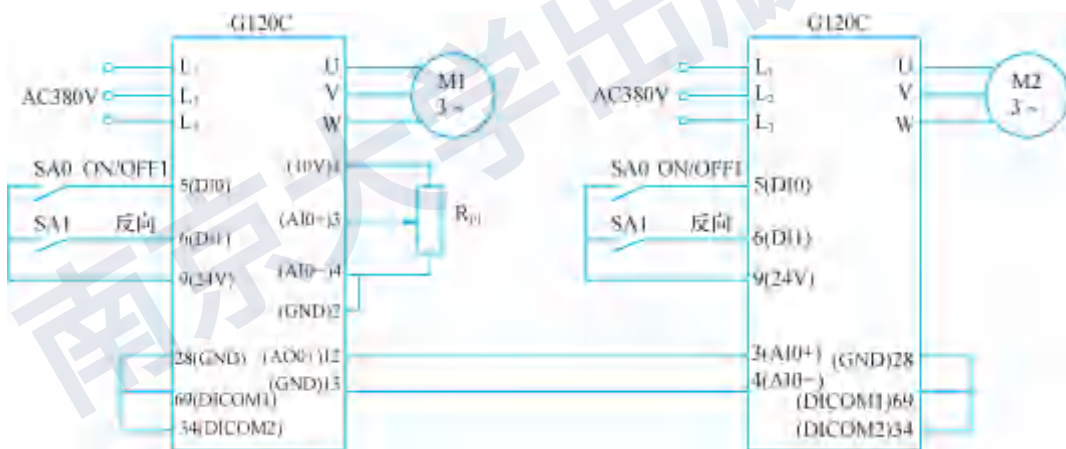


图 3-3-7 同步运行线路连接图

两台电动机同步控制的方式说明两台电动机设定转速相同,主变频器模拟量输出电压信号作为从变频器模拟量输入信号。主变频器模拟量输出 AO0(端子 12、13)接从变频器模拟量输入 AI0(端子 3、4),G120C 变频器模拟量输出信号默认配置为 0~20 mA 电流信号,可通过设置参数 P0776=1,将其切换为 0~10 V 模拟量电压输出信号。

3. 模拟量输出状态诊断

模拟量输出经过模数转换后的实际值由参数 r0774 显示,模拟量输出类型定义为电压型时其单位为 V,模拟量输出类型定义为电流型时其单位为 mA。在使用万用表测量模拟量实际输出与 r0774 参数值比较,判断模拟量输出端子是否正常。

任务实施

混料罐多级系统的运行调试

1. 电气元件和耗材

G120C 变频器、三相异步电动机(WDJ26)、电气控制板、常用电工工具、数字万用表、铜导线、开关、可调电位器、电阻、转速表等。

2. 线路连接

混料罐的变频器数字量输入 DI0(端子 5)接继电器 KA 的常开触点，传送带的变频器数字量输入 DI0(端子 5)接启动开关 SA，数字量输入公共端 DICOM1、DICOM2(端子 69、34)接电源 GND(端子 28)。两个变频器模拟量输出 AO0(端子 12、13)外接转速表，线路连接如图 3-3-8 所示。

3.3.4

输出信号检测调试

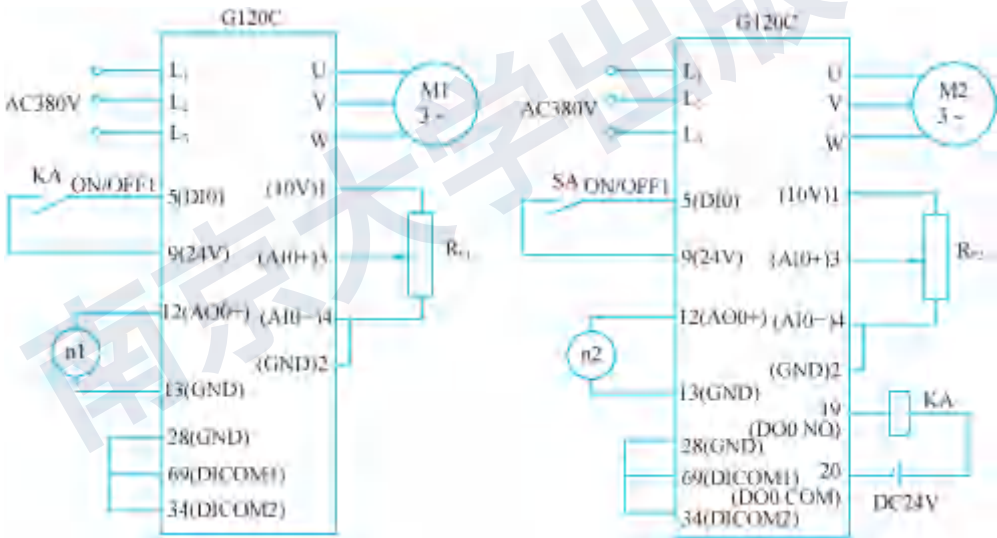


图 3-3-8 转速阈值检测线路连接图

3. 参数设置

- (1) 恢复工厂缺省值，选择 EXTRAS 菜单→选择 DRVRESET→点击 OK 键→面板显示 BUSY→直至面板显示 DONE，表示复位完成。
- (2) 快速调试，使电动机与变频器匹配，具体操作流程参数见表 3-1-10。电动机参数设定完成后，变频器当前处于准备状态，可正常运行。
- (3) 功能参数设置，具体参数设置见表 3-3-4。

表 3-3-4 模拟量标定功能参数表

参数号	设定值	说明
P0010	1	开始快速调试
P0015	12	双方向二线制控制,模拟量调速(方法 1)
P0010	0	结束快速调试
P0730	53.4	实际转速大于转速阈值 P2155(传送带的变频器设置此参数)
P0775	1	模拟量输出绝对值计算
P0776	1	模拟量输出 AO0 为 0~+10 V
P2155	1000	转速阈值(传送带的变频器设置此参数)

4. 运行调试

(1) 准备工作:长按 ESC 键返回 MONITOR 监视菜单,按 OK 键,浏览设定转速与输出转速 SP 组合界面。

(2) 传输带启动与调速:当闭合启动开关 SA 时,传送带的变频器数字量输入 DI0(端子 5)为 ON,调节电位器 R_{P2} ,通过观察转速表显示实际运行转速,将转速设定值调整在 1 000 rpm 以上。

(3) 混料罐启动运行:当传送带的变频器实际输出转速大于 1 000 rpm,观察继电器 KA 是否吸合,混料罐的变频器是否启动。

任务 4 混料罐变频系统的多段速调试

知识目标 >>>>

了解 G120C 变频器多段速控制方式。

了解 G120C 变频器多段速控制相关宏功能。

能力目标 >>>>

能够完成混料罐变频系统多段速参数的设置。

能够操作 G120C 变频器的多段速运行过程。



由于现场工艺上的要求,有时候混料罐变频系统需要几种固定不变的速度,这就需要变频器在不同的阶段输出相对应的速度。混料罐变频系统由变频器 7 段速控制,其输出转速分别为 100 rpm,200 rpm,300 rpm,400 rpm,-100 rpm,-200 rpm,-300 rpm。请设置参数实现

功能需求并运行调试?



3.4.1



多段速功能与
选择模式

一、多段速功能与选择模式

1. 多段速功能

多段速功能又称固定转速设定值功能,通过数字量端子选择固定转速组合,实现电机多段速运行。P1070 转速主设定值选择固定转速方式来控制时,P1070=1024。对于将固定转速设为主设定值,如果不要附加设定值则 P1075 参数无须设置,如图 3-4-1 所示。

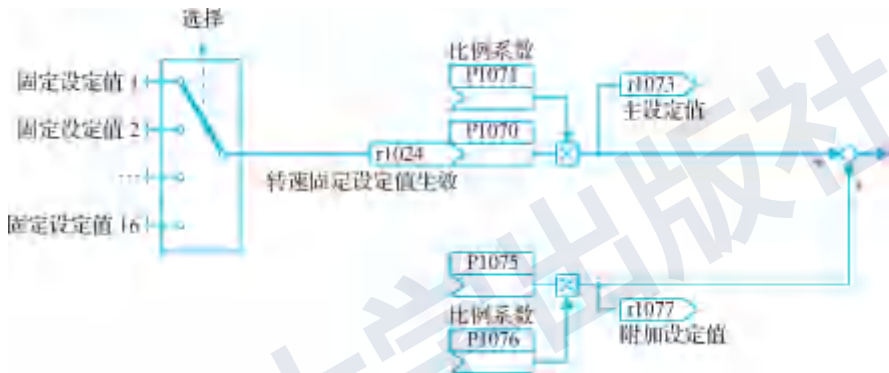


图 3-4-1 固定转速设为设定值

G120C 变频器有两种固定转速模式,直接选择模式和二进制选择模式。

2. 多段速的选择模式

(1) 直接选择模式

直接选择模式需设置 P1016=1,G120C 变频器提供 4 路固定转速设定值选择位 0~3,固定转速设定值选择位参数 P1020~P1023 与数字量输入 DI 的状态位 r0722.x 关联可实现多段控制功能。单个固定转速设定值选择位对应激活一个固定设定值,当多个固定转速设定值选择位同时激活时,输出为对应固定设定值的叠加,直接选择模式如图 3-4-2 所示。



图 3-4-2 直接选择模式

固定设定值选择位 0 激活后,变频器输出转速为参数 P1001 值(固定转速设定值 1),其他选择位的激活对应关系见表 3-4-1。

表 3-4-1 直接选择模式参数表

参数号	说明	参数号	说明
P1020	固定转速设定值选择位 0	P1001	固定转速设定值 1
P1021	固定转速设定值选择位 1	P1002	固定转速设定值 2
P1022	固定转速设定值选择位 2	P1003	固定转速设定值 3
P1023	固定转速设定值选择位 3	P1004	固定转速设定值 4

(2) 二进制选择模式

二进制选择模式需设置 P1016=2,固定转速设定值选择位 0~3 以二进制编码方式选择固定转速设定值 1~15。各段转速分别由参数 P1001~P1015 设定,最多可实现 15 段速控制。在多段速控制中,电动机的转速方向是由 P1001~P1015 参数所设置的转速正负决定的。二进制选择模式如图 3-4-3 所示。



图 3-4-3 二进制选择模式

(3) 7 段速控制

当参数 P1020=722.0、P1021=722.1、P1022=722.2 时,可将数字量输入 DI0~DI2 定义为固定转速设定值选择位 0~2。其中,DI0 为二进制最低位,DI2 为二进制最高位。二进制组合范围为 001~111,共计 7 种组合。

每一段转速分别由 P1001~P1007 参数设置,7 段速控制选择见表 3-4-2,用“0”表示数字量输入 DI 处于“断开”状态,用“1”表示数字量输入 DI 处于“闭合”状态,

表 3-4-2 7 段速控制选择对应表

固定转速	P1022(DI2)	P1021(DI1)	P1020(DI0)	固定转速设定值
1	0	0	1	P1001
2	0	1	0	P1002

续 表

固定转速	P1022(DI2)	P1021(DI1)	P1020(DI0)	固定转速设定值
3	0	1	1	P1003
4	1	0	0	P1004
5	1	0	1	P1005
6	1	1	0	P1006
7	1	1	1	P1007

在 7 段速控制中,电动机的转速方向是由 P1001~P1007 参数所设置的转速正负决定的。3 个数字量输入 DI,哪一个作为电动机运行、停止控制,哪些作为多段速控制,是可以由用户任意确定的,一旦确定了某一数字量输入 DI 的控制功能,其内部的参数设定值必须与端子的控制功能相对应。

(4) 15 段速控制

相较于 7 段速控制,15 段速控制需增加 P1023 固定转速设定值选择位 3。当参数 P1020=722.0、P1021=722.1、P1022=722.2、P1023=722.3 时,可将数字量输入 DI0~DI3 定义为固定设定值选择位 0~3。其中,DI0 为二进制最低位,DI3 为二进制最高位,二进制组合范围为 0001~1111,共可实现 15 段转速控制,具体 15 段速控制选择见表 3-4-3。

表 3-4-3 15 段速控制选择对应表

固定转速	P1023(DI3)	P1022(DI2)	P1021(DI1)	P1020(DI0)	固定设定值
1	0	0	0	1	P1001
2	0	0	1	0	P1002
3	0	0	1	1	P1003
4	0	1	0	0	P1004
5	0	1	0	1	P1005
6	0	1	1	0	P1006
7	0	1	1	1	P1007
8	1	0	0	0	P1008
9	1	0	0	1	P1009
10	1	0	1	0	P1010
11	1	0	1	1	P1011
12	1	1	0	0	P1012
13	1	1	0	1	P1013
14	1	1	1	0	P1014
15	1	1	1	1	P1015

在 15 段速控制中,电动机的转速方向是由 P1001~P1015 参数所设置的转速正负

决定的。

二、固定转速相关宏功能

3.4.2

1. 宏程序 1 功能

P0015 预设置 1,功能为双方向二线制控制,两个固定转速,宏程序 1 功能示意如图 3-4-4,选择宏程序 1 时变频器自动设置的参数见表 3-4-4。

固定转速宏功能

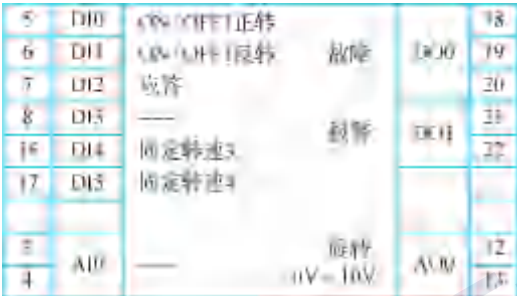


图 3-4-4 宏程序 1 功能示意图

- (1) 启停控制:数字量输入 DI0 控制电机正转,数字量输入 DI1 控制电机反转。
- (2) 速度调节:数字量输入 DI4 接通时采用固定转速 3,数字量输入 DI5 接通时采用固定转速 4。数字量输入 DI4 与 DI5 同时接通时采用固定转速 3+固定转速 4。P1003=固定转速 3,P1004=固定转速 4。

表 3-4-4 宏程序 1 自动设置参数表

参数号	设定值	说明	参数组
P0840[0]	r3333.0	由二线制信号启动变频器	CDS0
P1113[0]	r3333.1	由二线制信号反转	CDS0
P3330[0]	r0722.0	数字量输入 DI0 作为二线制—正转启动命令	CDS0
P3331[0]	r0722.1	数字量输入 DI1 作为二线制—反转启动命令	CDS0
P2103[0]	r0722.2	数字量输入 DI2 作为故障复位命令	CDS0
P1022[0]	r0722.4	数字量输入 DI4 作为固定转速 3 选择位	CDS0
P1023[0]	r0722.5	数字量输入 DI5 作为固定转速 4 选择位	CDS0
P1070[0]	r1024	固定转速设定值作为主设定值	CDS0

2. 宏程序 2 功能

P0015 预设置 2,功能为单方向两个固定转速,预留安全功能,宏程序 2 功能示意如图 3-4-5。

- (1) 启停控制:数字量输入 DI0 控制电机启停。
- (2) 速度调节:数字量输入 DI0 接通时选择固定转速 1,数字量输入 DI1 接通时选择固定转速 2。多个 DI 同时接通,将多个固定转速相加。P1001=固定转速 1,P1002=固定

转速 2。

(3) 安全功能:数字量输入 DI4 和 DI5 预留用于安全功能。

(4) 数字量输入 DI0 同时作为启停命令和固定转速 1 选择命令,也就是任何时刻固定转速 2 都会被选择。

5	DI0	CCV/CCFF1+固定转速1		18
6	DI1	固定转速2	故障	19
7	DI2	故障		20
8	DI3	——	报警	21
16	DI4	保留用于 STO		22
17	DI5			
3	AI0	——	模拟	12
4		0~10V	AI0	13

图 3-4-5 宏程序 2 功能示意图

选择宏程序 2 时,变频器自动设置的参数见表 3-4-5。

表 3-4-5 宏程序 2 自动设置参数表

参数号	设定值	说明	参数组
P0840[0]	r0722.0	数字量输入 DI0 作为二线制一启动命令	CDS0
P1020[0]	r0722.0	数字量输入 DI0 作为固定转速 1 选择位	CDS0
P1021[0]	r0722.1	数字量输入 DI1 作为固定转速 2 选择位	CDS0
P2103[0]	r0722.2	数字量输入 DI2 作为故障复位命令	CDS0
P1070[0]	r1024	固定转速设定值作为主设定值	CDS0

3. 宏程序 3 功能

P0015 预设置 3,功能为单方向四个固定转速,宏程序 3 功能示意如图 3-4-6。

5	DI0	CCV/CCFF1+固定转速1		18
6	DI1	固定转速2	故障	19
7	DI2	故障		20
8	DI3	——	报警	21
16	DI4	固定转速3		22
17	DI5	固定转速4		
3	AI0	——	模拟	12
4		0~10V	AI0	13

图 3-4-6 宏程序 3 功能示意图

(1) 启停控制:数字量输入 DI0 控制电机启停。

(2) 速度调节:数字量输入 DI0 接通时选择固定转速 1,数字量输入 DI1 接通时选择固定转速 2,数字量输入 DI4 接通时选择固定转速 3,数字量输入 DI5 接通时选择固定转速 4。

多个数字量输入 DI 接通将多个固定转速相加。P1001=固定转速 1,P1002=固定转速 2, P1003=固定转速 3,P1004=固定转速 4。

(3) 数字量输入 DI0 同时作为启停命令和固定转速 1 选择命令,也就是任何时刻固定转速 1 都会被选择。

选择宏程序 3 变频器自动设置的参数见表 3-4-6。

表 3-4-6 宏程序 3 自动设置参数表

参数号	设定值	说明	参数组
P0840[0]	r0722.0	数字量输入 DI0 作为二线制一启动命令	CDS0
P1020[0]	r0722.0	数字量输入 DI0 作为固定转速 1 选择位	CDS0
P1021[0]	r0722.1	数字量输入 DI1 作为固定转速 2 选择位	CDS0
P1022[0]	r0722.4	数字量输入 DI4 作为固定转速 3 选择位	CDS0
P1023[0]	r0722.5	数字量输入 DI5 作为固定转速 4 选择位	CDS0
P2103[0]	r0722.2	数字量输入 DI2 作为故障复位命令	CDS0
P1070[0]	r1024	固定转速设定值作为主设定值	CDS0

混料罐变频系统 3 段速控制,输出转速分别为 200 rpm,300 rpm 和 500 rpm,闭合正转开关 SA0 时混料罐正转运行,闭合反转开关 SA1 时混料罐反转运行,请设置参数实现功能需求并运行调试?

$n_1=200\text{ rpm},n_2=300\text{ rpm},n_3=500\text{ rpm}$,满足 $n_1+n_2=n_3$ 。有关多段速宏功能有宏程序 1、宏程序 2 和宏程序 3,比较接近控制要求可选择宏程序 1,线路连接如图 3-4-7 所示。

3.4.3

3 段速控制

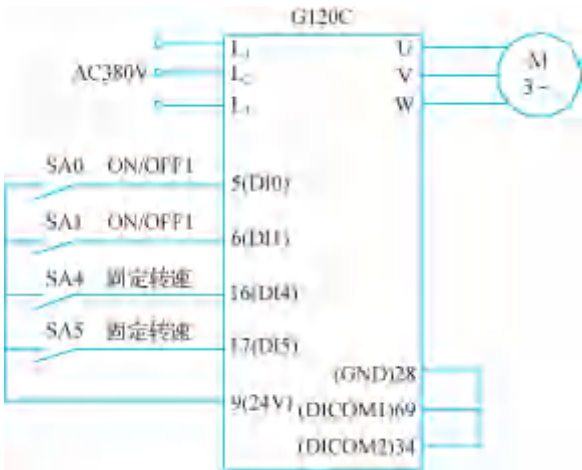


图 3-4-7 3 段速线路连接图

使用变频器宏程序 1 功能,可满足 3 段速控制要求,功能参数设置见表 3-4-7。

表 3-4-7 3 段速功能参数表

参数号	设定值	说明
P0010	1	开始快速调试
P0015	1	双方向两线制控制,两个固定转速
P0010	0	结束快速调试
P1003	200	固定转速设定值 3
P1004	300	固定转速设定值 4

任务实施

混料罐变频系统的 7 段速调试

1. 电气元件和耗材

G120C 变频器、三相异步电动机(WDJ26)、电气控制板、常用电工工具、数字万用表、铜导线、开关等。

2. 线路连接

启动开关 SA0、固定转速开关 SA1、SA2 和 SA3 接数字量输入 DI0、DI1、DI2 和 DI3(端子 5、6、7 和 8),数字量输入公共端 DICOM1、DICOM2(端子 69、34)接电源 GND(端子 28),线路连接如图 3-4-8 所示。

3.4.4

7 段速调试

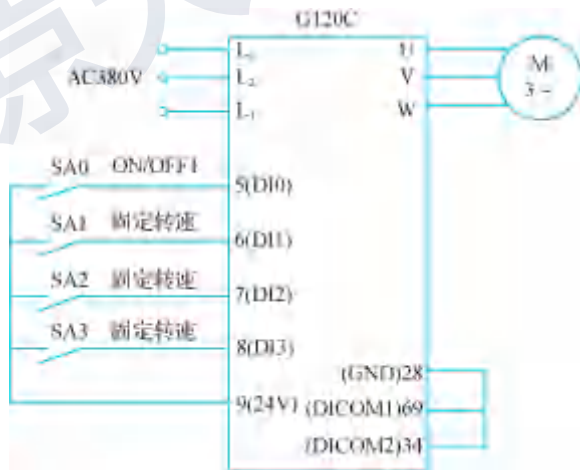


图 3-4-8 7 段速线路连接图

3. 参数设置

(1) 恢复工厂缺省值,选择 EXTRAS 菜单→选择 DRVRESET→点击 OK 键→面板显示 BUSY→直至面板显示 DONE,表示复位完成。

(2) 快速调试,使电动机与变频器匹配,具体操作流程参数见表 3-1-10。电动机参数

设定完成后,变频器当前处于准备状态,可正常运行。

(3) 功能参数设置,使用变频器宏程序 3 功能,需要进一步修改参数后将满足 7 段速功能,具体参数设置见表 3-4-8。

表 3-4-8 7 段速功能参数表

参数号	设定值	说明
P0010	1	开始快速调试
P0015	3	单方向四个固定转速
P0010	0	结束快速调试
P0840	722.0	DI0 作为 ON/OFF1
P1070	1024	固定转速设定值作为主设定值
P1020	722.1	DI1 作为固定转速设定值选择位 0
P1021	722.2	DI2 作为固定转速设定值选择位 1
P1022	722.3	DI3 作为固定转速设定值选择位 2
P1001	100	固定转速设定值 1
P1002	200	固定转速设定值 2
P1003	300	固定转速设定值 3
P1004	400	固定转速设定值 4
P1005	-100	固定转速设定值 5
P1006	-200	固定转速设定值 6
P1007	-300	固定转速设定值 7
P1016	2	固定转速模式选择二进制选择模式

注意:在本设置中,DI0 同时作为启动信号(ON/OFF1)和固定转速选择位 0。因此,当 DI0=1 时,变频器启动,转速由 DI1、DI2、DI3 的组合决定;当 DI0=0 时,变频器停止。

4. 运行调试

启动开关 SA0 闭合(DI0=1),确保变频器处于运行状态。然后按表 3-4-9 的组合操作 DI1~DI3 开关,完成输出转速的填写。

表 3-4-9 7 段速效果记录表

固定转速	DI3	DI2	DI1	混料罐输出转速(rpm)
1	0	0	1	
2	0	1	0	
3	0	1	1	
4	1	0	0	
5	1	0	1	
6	1	1	0	
7	1	1	1	

任务5 混料罐变频系统的三线制及升降速调试

知识目标 >>>>

了解三线制控制方式控制功能。

掌握变频器的 UP/DOWN 含义。

能力目标 >>>>

能够完成三线制控制方式参数设置。

能够完成 UP/DOWN 功能参数设置。

任务描述

混料罐变频系统的脉冲信号启动,按下正转按钮,输出转速为 500 rpm,并保持运行;按下反转按钮,输出转速为-500 rpm,并保持运行;按下停止按钮,混料罐变频系统减速停止,请设置参数实现功能需求并运行调试?

任务理论

一、三线制控制方式

1. 三线制控制方式 1

三线制控制方式 1 为“使能”+“脉冲正转控制”+“脉冲反转控制”。第一个控制指令用于电机使能,取消使能后电机关闭(OFF1)。第二个控制指令的上升沿将电机切换至正转。若电机处于未接通状态,则会接通电机(ON)。第三个控制指令的上升沿将电机切换至反转。若电机处于未接通状态,则会接通电机(ON)。

若 $P3334=3$ 时,选择三线制控制,使能/正转/反转。数字量输入 DIx 的状态位 $r772.x$ 与参数 $P3330$ 互联,那么数字量输入 DIx 将定义为电机的使能信号。例如:参数 $P3330=722.0$,表示数字量输入 $DI0$ 定义为电机的使能信号。

数字量输入 DIx 的状态位 $r772.x$ 与参数 $P3331$ 互联,那么数字量输入 DIx 将定义为电机的脉冲正转信号。例如:参数 $P3331=722.1$,表示数字量输入 $DI1$ 定义为电机的脉冲正转信号。

数字量输入 DIx 的状态位 $r772.x$ 与参数 $P3332$ 互联,那么数字量输入 DIx 将定义为电机的脉冲反转信号。例如:参数 $P3332=722.2$,表示数字量输入 $DI2$ 定义为电机的脉冲反

转信号。

三线制控制方式 1 的电机运行效果如图 3-5-1 所示,数字量输入 DI 逻辑表见表 3-5-1。其中,SB1 表示第一个控制指令数字量输入 DI 外接的按钮,SB2 表示第二个控制指令数字量输入 DI 外接的按钮,SB3 表示第三个控制指令数字量输入 DI 外接的按钮。

3.5.1
三线制控制方式

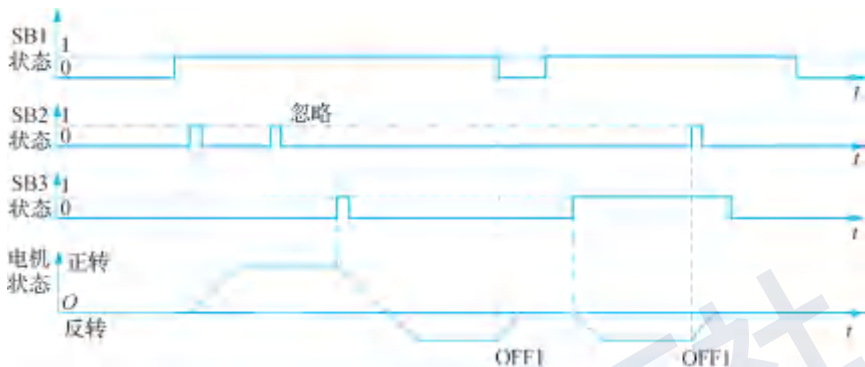


图 3-5-1 三线制控制方式 1 的电机运行效果图

表 3-5-1 数字量输入 DI 逻辑表

SB1(使能)	SB2(正转)	SB3(反转)	电机状态
0	0 或 1	0 或 1	OFF1:电机停止
1	0→1	0	ON:电机正转
1	0	0→1	ON:电机反转
1	1	1	OFF1:电机停止

2. 三线制控制方式 2

三线制控制方式 2 为“使能”+“脉冲启停控制”+“换向控制”。第一个控制指令用于电机使能,取消使能后电机关闭(OFF1)。第二个控制指令的上升沿用于电机启动信号。第三个控制指令确定电机的旋转方向(换向)。

若 P3334=4 时,选择三线制控制,使能/ON/换向。数字量输入 DIx 的状态位 r772. x 与参数 P3330 互联,那么数字量输入 DIx 将定义为电机的使能信号。例如:参数 P3330=722.0,表示数字量输入 DI0 定义为电机的使能信号。

数字量输入 DIx 的状态位 r772. x 与参数 P3331 互联,那么数字量输入 DIx 将定义为电机的脉冲启动信号。例如:参数 P3331=722.1,表示数字量输入 DI1 定义为电机的脉冲启动信号。

数字量输入 DIx 的状态位 r772. x 与参数 P3332 互联,那么数字量输入 DIx 将定义为电机的换向信号。例如:参数 P3332=722.2,表示数字量输入 DI2 定义为电机的换向信号。

三线制控制方式 2 的电机运行效果如图 3-5-2 所示,数字量输入 DI 逻辑表见表 3-5-2。

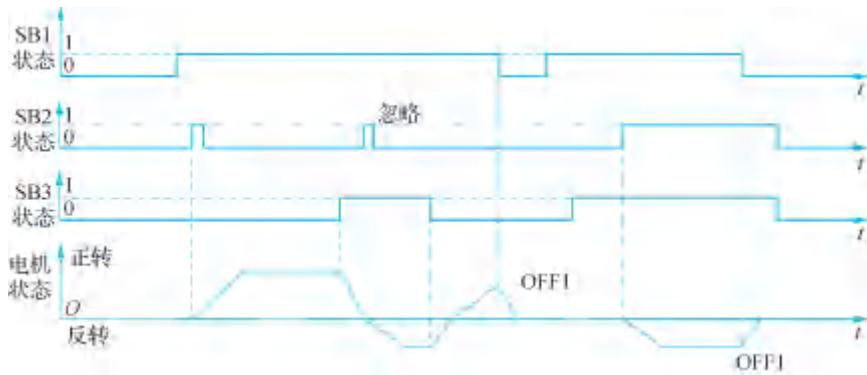


图 3-5-2 三线制控制方式 2 的电机运行效果图

表 3-5-2 数字量输入 DI 逻辑表

SB1(使能)	SB2(启动)	SB3(换向)	电机状态
0	0 或 1	0 或 1	OFF1:电机停止
1	0→1	0	ON:电机正转
1	0→1	1	ON:电机反转

3. 三线制宏功能

(1) 宏程序 19 功能

P0015 预设置 19, 功能为双方向三线制控制模拟量调速(方法 1), 宏程序 19 功能示意如图 3-5-3。

5	DI0	使能		18
6	DI1	脉冲正转	故障	19
7	DI2	脉冲反转		20
8	DI3	—	报警	21
16	DI4	故障		22
17	DI5	—		
3	AI0	设定值	反转	12
4		10~+10V	0~10V	13

图 3-5-3 宏程序 19 功能示意图

① 启停控制: 数字量输入 DI0 断开时电机停止, 数字量输入 DI1(脉冲)控制电机正转, 数字量输入 DI2(脉冲)控制电机反转。

② 速度调节: 模拟量输入 AI0 调节转速, AI0 默认为-10~+10 V 输入方式。

选择宏程序 19, 变频器自动设置的参数见表 3-5-3。

表 3-5-3 宏程序 19 自动设置参数表

参数号	设定值	说明	参数组
P0840[0]	r3333.0	由三线制信号启动变频器	CDS0
P1113[0]	r3333.1	由二线制信号反转	CDS0
P3330[0]	r0722.0	数字量输入 DI0 作为三线制—断开停止	CDS0
P3331[0]	r0722.1	数字量输入 DI1 作为三线制—脉冲正转启动命令	CDS0
P3332[0]	r0722.2	数字量输入 DI2 作为三线制—脉冲反转启动命令	CDS0
P2103[0]	r0722.4	数字量输入 DI4 作为故障复位命令	CDS0
P1070[0]	r755.0	模拟量 AI0 作为主设定值	CDS0
P3334	3	三线制控制,使能/正转/反转	/

(2) 宏程序 20 功能

P0015 预设置 20,功能为双方向三线制控制模拟量调速(方法 2),宏程序 20 功能示意如图 3-5-4。



图 3-5-4 宏程序 20 功能示意图

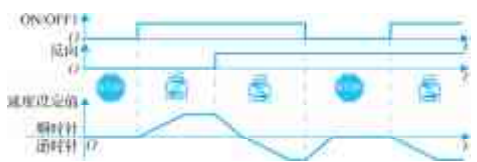
- ① 启停控制:数字量输入 DI0 断开时电机停止,数字量输入 DI1(脉冲)控制电机正转,数字量输入 DI2 控制电机反转。
 - ② 速度调节:模拟量输入 AI0 调节转速,AI0 默认为-10~+10 V 输入方式。
- 选择宏程序 20,变频器自动设置的参数见表 3-5-4。

表 3-5-4 宏程序 20 自动设置参数表

参数号	设定值	说明	参数组
P0840[0]	r3333.0	由三线制信号启动变频器	CDS0
P1113[0]	r3333.1	由二线制信号反转	CDS0
P3330[0]	r0722.0	数字量输入 DI0 作为三线制—断开停止	CDS0
P3331[0]	r0722.1	数字量输入 DI1 作为三线制—脉冲正转启动命令	CDS0
P3332[0]	r0722.2	数字量输入 DI2 作为三线制—换向命令	CDS0
P2103[0]	r0722.4	数字量输入 DI4 作为故障复位命令	CDS0
P1070[0]	r755.0	模拟量 AI0 作为主设定值	CDS0
P3334	4	三线制控制,使能/ON/换向	/

二线制控制方式与三线制控制方式控制指令的区别在于所对应的宏功能参数不同,控制命令与数字量输入互联不同,具体功能描述如表 3-5-5 所示。

表 3-5-5 二/三线制控制方式功能描述表

控制方式	功能描述	控制指令	对应宏
二线制控制方式 1		二线制控制,方法 1 1. 正转启动(ON/OFF1) 2. 切换电机旋转方向(换向)	宏 12
二线制控制方式 2		二线制控制,方法 2 1. 正转启动(ON/OFF1) 2. 反转启动(ON/OFF1)	宏 17
二线制控制方式 3		二线制控制,方法 3 1. 正转启动(ON/OFF1) 2. 反转启动(ON/OFF1)	宏 18
三线制控制方式 1		三线制控制,方法 1 1. 使能 2. 脉冲正转起动 3. 脉冲反转起动	宏 19
三线制控制方式 2		三线制控制,方法 2 1. 使能 2. 脉冲正转起动 3. 切换电机旋转方向(换向)	宏 20

二、升降速控制

生产实践中,有的生产机械需要频繁实行加减速。若操作平台与变频器安装点距离较远,将电位器连接至现场进行调速会导致信号衰减严重,此时可通过开关信号实现升降速控制,安装示意如图 3-5-5 所示。

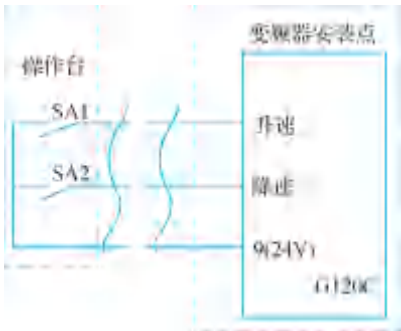


图 3-5-5 变频器与操作台示意图

1. 电动电位器 MOP

3.5.2

目前市场上不同品牌的变频器都具有升降速控制功能,G120 变频器的“电动电位器”功能用来模拟真实的水位器。电动电位器英文缩写 MOP,其输出值可通过控制信号的升高和降低指令进行调整。P1070 主设定值选择电动电位器 MOP 方式控制时,P1070=1050。若无需附加设定值,参数 P1075 可不予设置,如图 3-5-6 所示,具体参数功能说明如表 3-5-6 所示。

电动电位器 MOP

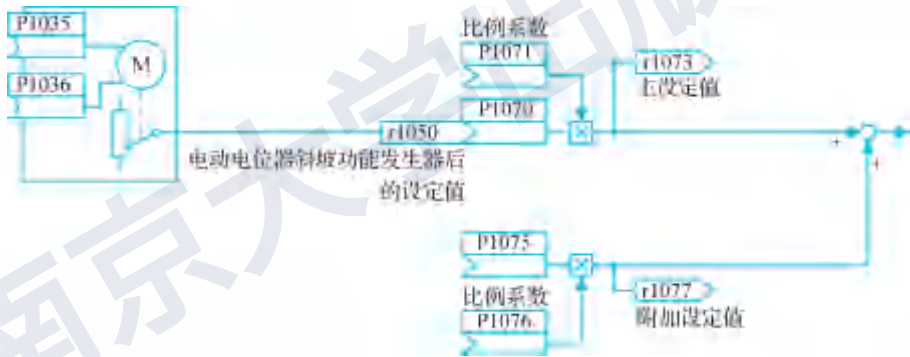


图 3-5-6 电动电位器设为设定值

西门子 G120C 变频器选择 MOP 升降速时,需将参数 P1035、P1036 分别与数字量输入 DI 的状态位 r0722.x 互联。其中,P1035 定义为 MOP 升速端子,P1036 定义为 MOP 降速端子。

表 3-5-6 转速升降速参数表

参数号	设定值	说明
P1070	1050	将电动电位器作为主设定值
P1035	r0722.0	将 DIx 定义为电动电位器升速端子
P1036	~r0722.5	将 DIx 定义为电动电位器降速端子

目前水泵控制系统大部分使用变频调速技术,能自动采集外界条件压力等传感器信号,并通过调节来改变变频器的转速值。若水泵压力传感器值<下限值,升速端接通,变频器输出转速加速;水泵压力传感器值>上限值,降速端接通,变频器输出转速减速。根据压力信

号自动控制运行,达到恒压供水,水泵升降速控制示意图如图 3-5-8 所示。

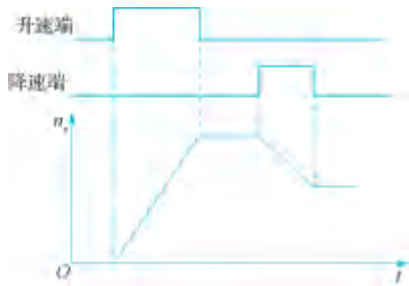


图 3-5-7 转速升降速控制效果图



图 3-5-8 水泵升降速控制示意图

2. 升降速控制宏功能

(1) 宏程序 8 和 9 功能

P0015 预设置 8 或 9,功能为端子启动,电动电位器(MOP)调速,预留安全功能,宏程序 8 和宏程序 9 功能示意图如图 3-5-9、3-5-10 所示。

5	DI0	ON/OFF1		18
6	DI1	MOP升高	故障	19
7	DI2	MOP降低		20
8	DI3	故障	报警	23
16	DI4			22
17	DI5	预留用于安全		
3	AI0		旋转	12
4			0~10V	13

图 3-5-9 宏程序 8 功能示意图

5	DI0	ON/OFF1		18
6	DI1	MOP升高	故障	19
7	DI2	MOP降低		20
8	DI3	故障	报警	23
16	DI4			22
17	DI5			
3	AI0		旋转	12
4			0~10V	13

图 3-5-10 宏程序 9 功能示意图

- ① 启停控制:数字量输入 DI0 控制电机启停。
- ② 速度调节:电动电位器(MOP)调节转速,数字量输入 DI1 接通电机正向升速,数字量输入 DI2 接通电机正向降速。
- ③ 安全功能:宏程序 8 数字量输入 DI4 和 DI5 预留用于安全功能。
- 选择宏程序 8 和 9 变频器自动设置的参数见表 3-5-7。

3.5.3

宏程序 8、9、15 功能

表 3-5-7 宏程序 8 和 9 自动设置参数表

参数号	设定值	说明	参数组
P0840[0]	r0722.0	数字量输入 DI0 作为启动命令	CDS0
P1035[0]	r0722.1	数字量输入 DI1 作为 MOP 正向升速命令(或反向降速)	CDS0
P1036[0]	r0722.2	数字量输入 DI2 作为 MOP 反向降速命令(或正向升速)	CDS0
P2103[0]	r0722.3	数字量输入 DI3 作为故障复位命令	CDS0
P1070[0]	r1050	电动电位器(MOP)设定值作为主设定值	CDS0

(2) 宏程序 15 功能

P0015 预设值 15,功能为模拟给定和电动电位器(MOP)切换。变频器供两种控制方式,通过数字量输入DI3 切换控制方式,DI3 断开为远程控制如图 3-5-11,DI3 接通为本地控制如图 3-5-12。

① 远程控制:数字量输入 DI0 控制电机启停。模拟量输入 AI0 调节转速,AI0 默认为-10~+10 V 输入方式。

② 本地控制:数字量输入 DI0 控制电机启停。电动电位器(MOP)调节转速,数字量输入 DI4 接通电机正向升速(或反向降速),数字量输入 DI5 接通电机正向降速(或反向升速)。

③ 无论远程控制还是本地控制,数字量输入 DI1 断开时都会触发外部故障。

5	DI0	CON/CIFF		18
6	DI1	外部故障	故障	19
7	DI2	故障		20
8	DI3	LOW	报警	21
16	DI4	—		22
17	DI5	—		
3	AI0	设定值	旋转	12
4	AI0	-10~10V	0~10V	13

图 3-5-11 宏程序 15 中远程功能示意图

5	DI0	CON/CIFF		18
6	DI1	外部故障	故障	19
7	DI2	故障		20
8	DI3	HIGH	报警	21
16	DI4	MOP升高		22
17	DI5	MOP降低		
3	AI0	—	旋转	12
4	AI0	—	0~10V	13

图 3-5-12 宏程序 15 中本地功能示意图

选择宏程序 15,变频器自动设置的参数如表 3-5-8 所示。

表 3-5-8 宏程序 15 自动设置参数表

参数号	设定值	说明	参数组
P0810	r0722.3	数字量输入 DI3 作为本地/远程切换命令	/
P0840[0]	r0722.0	远程控制:数字量输入 DI0 作为启动命令	CDS0
P2106[0]	r0722.1	远程控制:数字量输入 DI1 断开触发外部故障	CDS0
P2103[0]	r0722.2	远程控制:数字量输入 DI2 作为故障复位命令	CDS0
P1035[0]	0	远程控制:未定义	CDS0
P1036[0]	0	远程控制:未定义	CDS0
P1070[0]	r755.0	远程控制:模拟量 AI0 作为主设定值	CDS0
P0840[1]	r0722.0	本地控制:数字量输入 DI0 作为启动命令	CDS1
P2106[1]	r0722.1	本地控制:数字量输入 DI1 断开触发外部故障	CDS1
P2103[1]	r0722.2	本地控制:数字量输入 DI2 作为故障复位命令	CDS1
P1035[1]	r0722.4	本地控制:数字量输入 DI4 作为 MOP 正向升速命令(反向降速)	CDS1
P1036[1]	r0722.5	本地控制:数字量输入 DI5 作为 MOP 反向降速命令(正向升速)	CDS1
P1070[1]	r1050	本地控制:电动电位器(MOP)设定值作为主设定值	CDS1

本地/远程切换控制主要用于现场手动控制,远程自动控制的转换。变频器软件本身默认

有 2 套命令数据组(CDS),在每套参数里边设置不同的命令源和给定值源,通过选择不同的命令数据组(CDS)从而实现本地/远程控制的切换。指令数据组选择 CDS 位 0 参数为 P0810。

任务实施

混料罐变频系统的脉冲运行调试

1. 电气元件和耗材

G120C 变频器、三相异步电动机(WDJ26)、电气控制板、常用电工工具、数字万用表、铜导线、开关、电位器等。

2. 线路连接

停止按钮 SB0、正转按钮 SB1 和反转按钮 SB2 接数字量输入 DI0、DI1 和 DI2(端子 5、6 和 7),数字量输入公共端 DICOM1、DICOM2(端子 69、34)接电源 GND(端子 28),线路连接如图 3-5-13 所示。

3. 5. 4

脉冲运行调试

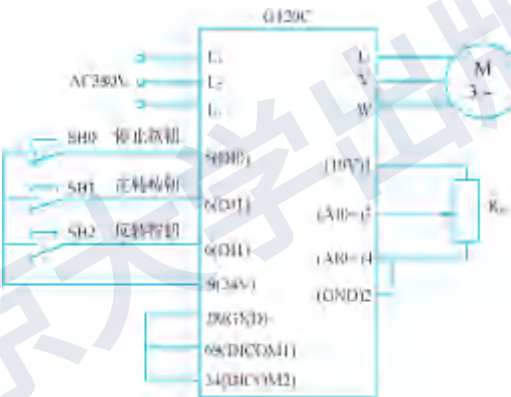


图 3-5-13 二线制控制方式 3 线路连接图

3. 参数设置

- (1) 恢复工厂缺省值,选择 EXTRAS 菜单→选择 DRVRESET→点击 OK 键→面板显示 BUSY→直至面板显示 DONE,表示复位完成。
- (2) 快速调试,使电动机与变频器匹配,具体操作流程参数见表 3-1-10。电动机参数设定完成后,变频器当前处于准备状态,可正常运行。
- (3) 功能参数设置,三线制控制方式 1 脉冲控制具体参数设置见表 3-5-9。

表 3-5-9 三线制控制方式 1 功能参数表

参数号	设定值	说明
P0010	1	开始快速调试
P0015	19	双方向三线制控制,模拟量调速(方法 1)
P0010	0	结束快速调试

4. 运行调试

(1) 准备工作: 长按 ESC 键返回 MONITOR 监视菜单, 按 OK 键, 浏览设定转速与输出转速 SP 组合界面, 通过滑动电阻器将设定转速修改为 500 rpm。

(2) 正向运行: 当按下正转按钮 SB1 时, 数字量输入 DI1(端子 6) 为 ON, 观察输出转速是否为 500 rpm, 混料罐顺时针搅拌工作。

(3) 反向运行: 当按下反转按钮 SB2 时, 数字量输入 DI2(端子 7) 为 ON, 观察输出转速是否为 -500 rpm, 混料罐逆时针搅拌工作。

(4) 停止运行: 当按下停止按钮 SB0 时, 数字量输入 DI0(端子 5) 为 OFF, 观察混料罐是否减速停止。

5. 思考题

按下启动开关 SA0, 混料罐变频系统启动, 准备工作。工作流程图如图 3-5-14 所示, 线路连接如图 3-5-15 所示。闭合升速开关 SA1, 混料罐变频系统输出转速从 0 rpm 开始加速, 当转速在 1000 rpm 左右时断开升速开关 SA1; 10 s 时闭合降速开关 SA2, 混料罐变频系统从 1000 rpm 开始减速, 当转速在 -500 rpm 左右时断开降速开关 SA2; 20 s 再次闭合升速开关 SA1, 混料罐变频系统从 -500 rpm 开始加速, 当转速在 500 rpm 左右时断开升速开关 SA1; 30 s 断开启动开关 SA0, 混料罐变频系统减速停止, 请设置参数实现功能需求并运行调试?

3.5.5

MOP 运行调试

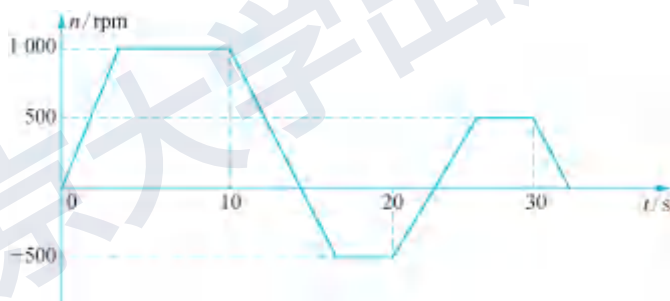


图 3-5-14 MOP 运行工作流程图

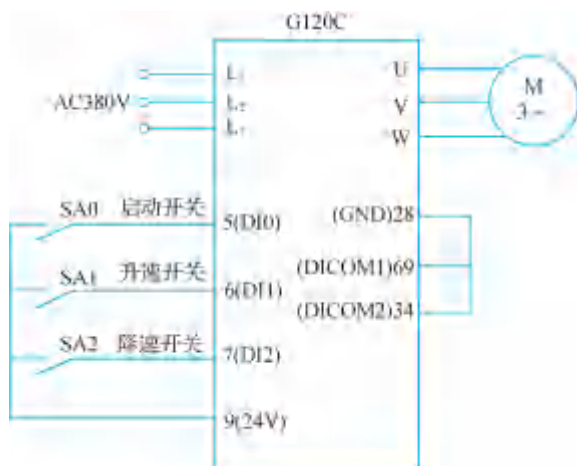


图 3-5-15 二线制控制方式 3 线路连接图

(1) 功能参数设置, MOP 运行调试具体参数设置见表 3-5-10。

表 3-5-10 MOP 运行调试功能参数表

参数号	设定值	说明
P0010	1	开始快速调试
P0015	9	端子启动, 电动电位器(MOP)调速
P0010	0	结束快速调试

(2) 运行调试

① 准备工作: 长按 ESC 键返回 MONITOR 监视菜单, 按 OK 键, 浏览设定转速与输出转速 SP 组合界面。

② 启动运行: 当闭合启动开关 SA0 时, 数字量输入 DI0(端子 5)为 ON, 变频器通常会进入“接通就绪”状态, 直至等待接通电机的指令。

③ 转速 1 000 rpm: 当初次闭合升速开关 SA1 时, 数字量输入 DI1(端子 6)为 ON, 观察变频器是否开始加速运行, 当输出转速在 1 000 rpm 左右时断开升速开关 SA1, 观察输出转速是否保持在 1 000 rpm, 混料罐稳定运行。

④ 转速 -500 rpm: 当闭合降速开关 SA2 时, 数字量输入 DI2(端子 7)为 ON, 观察变频器是否开始减速运行, 当输出转速在 -500 rpm 左右时断开降速开关 SA2, 观察输出转速是否保持在 -500 rpm, 混料罐稳定运行。

⑤ 转速 500 rpm: 再次闭合升速开关 SA1 时, 数字量输入 DI1(端子 6)为 ON, 观察变频器是否开始加速运行, 当输出转速在 500 rpm 左右时断开升速开关 SA1, 观察输出转速是否保持在 500 rpm, 混料罐稳定运行。

⑥ 停止运行: 当断开启动开关 SA0 时, 数字量输入 DI0(端子 5)为 OFF, 减速停止。



变频器的多段速功能是电动机调速中的重要控制模式, 其发展历程与变频器整体技术进步紧密相关。该功能允许电动机在预设的多个固定速度点之间切换, 通过简单的数字信号选择不同输出频率, 实现精准调速, 广泛应用于风机、泵类、传送带等设备的自动化控制。

早期阶段(20 世纪 50—70 年代): 变频器技术处于萌芽期, 以晶闸管(SCR)为基础的可控硅整流电路开始用于调速控制, 但此时的控制方式较为简单, 主要依赖硬件电路实现基本调速, 多段速功能尚未形成标准化或广泛应用。

中期发展阶段(20 世纪 70—90 年代): 随着电力电子器件从晶闸管发展到 IGBT, 微处理器和数字信号处理器引入变频器, 控制逻辑逐渐数字化。 U/f 控制和矢量控制策略的成熟, 为多段速功能提供了更精确的频率和电压调节基础。例如: 1971 年西门子首次提出矢量控制理论, 1972 年日立推出首款商品化矢量控制变频器, 大幅提升了变频器的动态响应能力, 使得多段速切换更平稳。

成熟扩展阶段(20 世纪 90 年代至今): 变频器进入智能化、高功率密度时代, 多段速功能通过微处理器实现预设速度点的灵活配置, 并支持参数化设置和通信协议。PWM 技术的

优化和混合控制策略进一步提高了速度切换的效率和稳定性。

在新能源、智能制造等领域,多段速功能结合智能网络化技术的应用,实现了更精准的多段速切换和更优的节能效果。



一、填空题

1. G120C 变频器数字量输入 DI0 和 DI1,对应的端子号分别为_____。
2. 二线制控制方式 1 中,数字量输入 DI0 与参数_____互联可定义为电机启停信号。
3. 若要将数字量输入 DI 定义为故障确认信号,需设置参数 P2103=_____,此时 DI1 接通时可复位变频器的故障报警状态。
4. 在多段速调试中,若采用二进制选择模式实现 7 段速控制,需设置参数 P1016 为_____。
5. 若需通过模拟量输入 AI0 实现 0~5 V 对应 0~1 500 rpm 的转速调节,需将参数 P0759 设置为_____,P0760 设置为_____。
6. 数字量输出 DO0 的常开触点由端子_____组成。
7. 多段速控制中,二进制选择模式通过 3 个 DI 端子可实现_____段速控制。
8. 三线制控制方式 1 的宏程序编号为_____,支持脉冲正反转启动。
9. 电动电位器(MOP)调速时,升速信号通过参数_____与 DI 端子互联。
10. 模拟量输出 AO0 的类型由参数_____定义,可选择电压或电流输出。

二、简答题

1. 数字量输入 DI 的 PNP 与 NPN 连接方式的电流路径有何不同?
2. 如何通过参数诊断数字量输入 DI 的状态?
3. 宏程序 17 与 18 在使用上有什么区别?
4. 模拟量输入特性曲线的标定参数有哪些? 如何定义起点和终点?
5. 数字量输出 DO 的主要功能是什么? 列举 3 种可监测的变频器状态。
6. 多段速控制中,直接选择模式与二进制选择模式的区别是什么?
7. 三线制控制方式 2 如何实现正反转切换?
8. 简述电动电位器(MOP)调速的原理及参数设置。