

高等职业技术一体化系列教材

GAODENG ZHIYE JISHU

YITIHUA

XILIE JIAOCAI

机电一体化

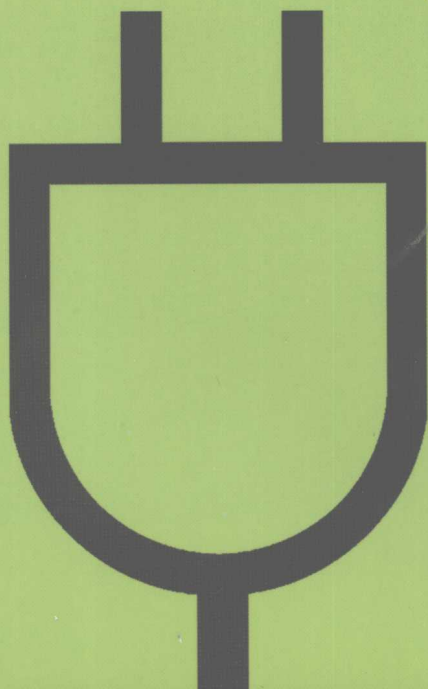
自动化技术

电气自动控制 综合应用

主编 张静之

DIANQI
ZIDONG KONGZHI
ZONGHE YINGYONG

上海科学技术出版社



高等职业技术一体化系列教材

电气自动控制综合应用

主 编 张静之
参 编 刘建华
审 阅 王建立

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

电气自动控制综合应用/张静之主编. —上海: 上海科学技术出版社, 2007. 7

(高等职业技术一体化系列教材)

ISBN 978—7—5323—8842—4

I. 电... II. 张... III. 电气设备—自动控制系统
—高等学校: 技术学校—教材 IV. TM762

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 019323 号

上海世纪出版股份有限公司 出版、发行
上 海 科 学 技 术 出 版 社

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

新华书店上海发行所经销

苏州望电印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 12

字数: 185 千字

2007 年 7 月第 1 版 2007 年 7 月第 1 次印刷

印数: 1—2 250

定价: 33.00 元

本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题,
请向工厂联系调换

内 容 提 要

本书系“高等职业技术一体化系列教材”之一。内容涉及步进驱动器的连接设置及 PLC 驱动程序设计、自动化机械手的接线与编程调试、西门子 MM420 交流变频器和松下 VF0 交流变频器的参数设置与调试、变频器与 PLC 的组合控制、旋转编码器应用、触摸屏的使用、气动控制电磁阀的使用、传感器的应用,以及自动化货物搬运系统接线、编程与调试等,还附有 MM420 变频器参数表、MM420 故障代码表与报警信息表和 VF0 参数表。

本书在内容上力求做到理论与实际相结合,符合循序渐进的教学要求,从打好基础入手,突出机械类高职院校生产实习教学的特点。

本书以职业能力为核心,以项目为学习单元,整合了该专业学生所需掌握的基本知识和技能实践,实用性强。适合高职高专机电类相关专业作为教材使用,同时也适用于技术工人的继续教育和培训。

《高等职业技术一体化系列教材》编委会

主 任：陈力华

副主任：张方良

委 员(以姓氏笔画为序)：

叶聚丰 许 涛 李春明 张孝三

陈廷雨 顾卫东 徐维权

前 言

近年来,我国高等职业教育得到了蓬勃的发展,“以就业为导向”的教学改革不断深化,以职业能力为依据组织课程内容逐渐取代了以往的实验和认知课程。一套能适应以职业能力为导向的技能培训教材,已成为高等职业技术学院教学改革实践中的渴求。

作者在总结了多年培养生产第一线应用型技术人才经验的基础上,调研了不同经济形式和不同技术应用程度的企业对生产第一线技术人才的要求,咨询了行业高技能人才对岗位规范的要求,聆听了他们对工作任务的描述,研究了国家相关职业资格鉴定标准,借鉴了工作任务分析法和 CBE、MES 及二元制的职业教学模式,在整合上述各方面信息的基础上,编著了这套供高等职业院校使用的模块式一体化教材。教材中各课题(即模块)均遵循人的认知规律和技能养成规律来设计,并将理论知识与动手实践相融合(即一体化),各课题相对独立,一个课题即为一项职业能力。课题顺序由简到繁,由易到难安排,形成岗位或岗位群的以职业能力为核心的技能培训系统。

本套教材适用范围广,可作为高等职业院校机电类相关专业的系列教材,也可作为相应的国家职业培训教材;其中的各课题还可作为中等职业学校或企业职工单项职业能力培训或强化训练之教材。

愿本套教材能解工科类高等职业院校教学和技能培训的燃眉之急,更希望广大高等职业院校的师生为教材质量的进一步提高提出宝贵的意见

陈力华

2007 年 1 月 20 日

目 录

课题 1	步进驱动器的连接与设置	1
课题 2	步进驱动器的 PLC 驱动程序设计	9
课题 3	自动化机械手的结构与接线	17
课题 4	自动化机械手的编程控制与调试	25
课题 5	西门子 MM420 交流变频器的参数设置与调试	31
课题 6	松下 VFO 交流变频器的参数设置与调试	59
课题 7	变频器与 PLC 的组合控制	77
课题 8	旋转编码器应用	84
课题 9	旋转编码器与 PLC 高速计数	92
课题 10	触摸屏的使用	102
课题 11	自动化电梯结构与控制程序编制、调试	113
课题 12	气动控制电磁阀的使用	122
课题 13	传感器的应用	130
课题 14	自动化货物搬运系统控制要求与接线	139
课题 15	自动化货物搬运系统程序编制与调试	145
附录 1	MM420 变频器参数表	157
附录 2	MM420 故障代码表与报警信息表	177
附录 3	VFO 参数表	182

课题1 步进驱动器的连接与设置



【教学目的】

- (1) 学会步进驱动器的连接。
- (2) 能对步进驱动器进行设置。



【任务分析】

在实际使用中,通过对步进驱动器进行接线与设置,可以来控制步进电机。本课题使用四通(SH)系列的SH-20830N两相混合式步进电机驱动器为实训对象,来控制步进电机,如图1-1所示。

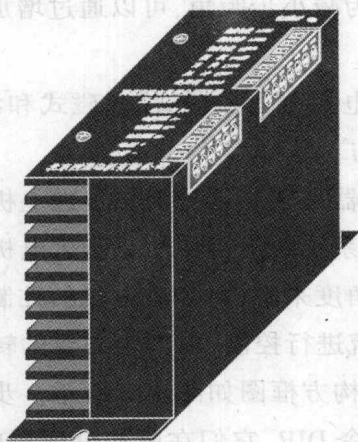


图 1-1 SH-20830N 两相混合式步进电机驱动器

§1.1 基本知识

一、步进电机与步进驱动器

步进电机是一种执行机构,是机电一体化的关键产品之一,广泛应用于各

种自动控制系统。

步进电机接收数字控制信号(电脉冲信号)后,能转化为与之相对应的角位移或直线位移,它本身就是一个完成数字模拟转化的执行元件,这也是步进电机区别于其他控制用途电动机的最大特点。而且步进电机可进行开环控制,输入一个脉冲信号就得到一个规定的位置增量。步进电机的角位移量与输入的脉冲个数严格成正比,其角速度与脉冲频率成正比,因此只要控制输入脉冲的数量、频率和电动机绕组的相序就可获得所需的转角、速度和方向。同时,这种增量式位置控制系统与传统的直流伺服系统相比,成本明显降低,几乎不必进行系统调整。随着运动控制系统数字化时代的到来,步进电机广泛应用于打印机、复印机、传真机、材料输送机、数控机床和机器人等各种自动仪器和设备上。随着微电子技术和计算机技术的发展,步进电机的应用范围还在不断扩大。

步进电机的某相绕组保持通电状态时,转子即被锁住,这被称为自锁功能。自锁功能使转子能稳定地停在平衡位置上,这也使得即使对它进行开环控制,也能保持较高的精度。步进电机的步距角是步进电机的一个重要特征,对定位控制精度影响很大。为减小步距角,可以通过增加相数或转子齿数两种方法实现。

按照作用原理,步进电机分为反应式、永磁式和混合式三种类型,其中以混合式步进电机应用最为广泛。

步进电机与步进驱动器是密不可分的,步进电机的性能主要取决于步进驱动器的性能,步进驱动系统的运行特性是步进电机与步进驱动器配合所反映出的综合效果。从驱动角度来看,对步进电机的控制就是按一定的顺序向多相线圈通电,并对多相电流进行控制,以产生必要的转矩。

步进驱动器的基本结构方框图如图 1-2 所示。步进电机控制器给出输入脉冲指令 CK 以及方向指令 DIR,它们在脉冲分配器中经逻辑组合,转化成各相通断的时序逻辑信号。脉冲分配器输出的 mA 级小电流,必须经过功率放大,控制逻辑信号送至推动级以及驱动级后转化成其内部功率开关的基级(或栅级)驱动信号。推动级和驱动级除了包括功率开关及其驱动电路外,还包括一些电流反馈控制和限流、限压、过热保护等辅助电路。

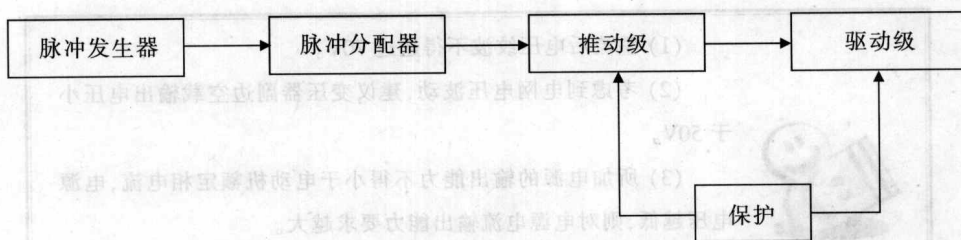


图 1-2 步进驱动器方框图

步进驱动器中,对步进电机性能有明显影响的部分是功率驱动级的结构。过去采用单电压驱动电路,后采用高低压驱动电路,现在则较多采用恒流斩波、调频调压和细分驱动等形式的驱动电路。

二、四通(SH)系列两相混合式步进电机驱动器

1. 四通(SH)系列两相混合式步进电机驱动器接线

四通(SH)系列两相混合式步进电机驱动器面板示意图如图 1-3 所示。该步进驱动器采用直流 24~70V 供电,可直接采用变压器降压、整流电容滤波后供电,由机壳正面的红色电源指示灯显示。

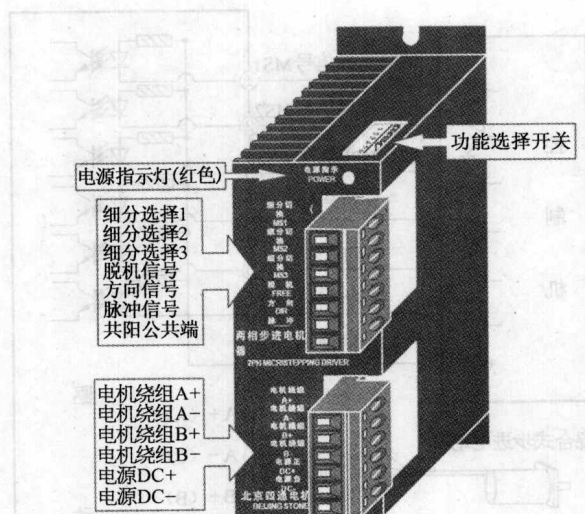


图 1-3 四通(SH)系列两相混合式步进电机驱动器面板示意图



注意

(1) 整流后电压纹波不得超过 70V。

(2) 考虑到电网电压波动,建议变压器副边空载输出电压小于 50V。

(3) 所加电源的输出能力不得小于电动机额定相电流,电源电压越低,则对电源电流输出能力要求越大。

(4) 接线时务必注意电源正负极性,以免接反。

(5) 电源质量的好坏直接影响到驱动器的性能,应注意提高电源的质量。

四通(SH)系列两相混合式步进电机驱动器接线图如图 1-4 所示,采用单脉冲控制方式,输入控制信号采用内置光耦隔离,采用共阳极接法。为确保内置光耦可靠导通,要求控制信号至少 6mA 的电流。内置光耦的限流电阻为 330 Ω ,适合 TTL 电平信号接口($V_{cc}=5V$)。当输入信号不是 TTL 电平时,必须加限流电阻,12V 时加 1k Ω 限流电阻,24V 时加 2 k Ω 限流电阻,为提高抗干扰的性能,限流电阻应串在各个信号端上,而不应串在共阳极端上。各接线端子功能如表 1-1 所示。

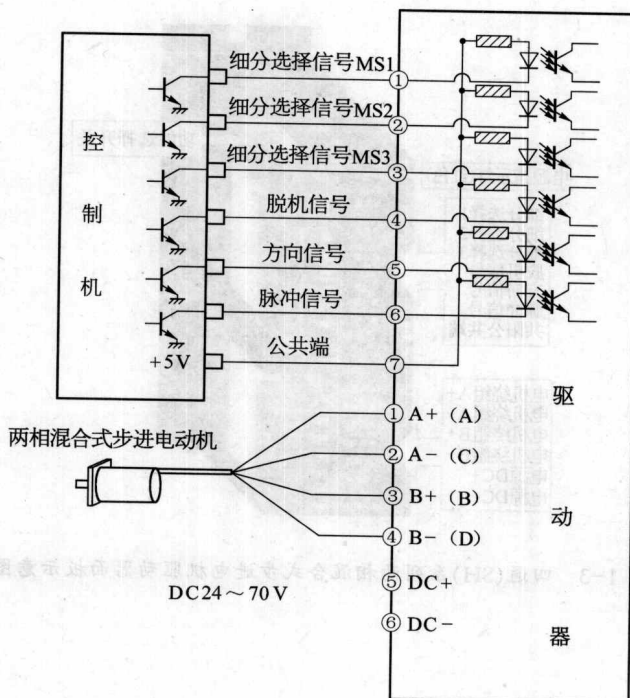


图 1-4 四通(SH)系列两相混合式步进电机驱动器接线端子图

表 1-1 四通 (SH) 系列两相混合式步进电机驱动器端子功能

端子 NO.	端 子 功 能
细分选择 MS1	实现上位控制器的无接触式设置细分和细分在线自动切换功能,端子外加低电平时内部的光耦导通,可实现细分选择开关(ON 侧)相同的效果,当对应的开关闭合时,端子的信号将不被响应。应确保细分选择优先于脉冲输入至少 $20\mu\text{s}$ 建立,从而避免驱动器对脉冲的错误响应。当不用此功能时,信号端可悬空
细分选择 MS2	
细分选择 MS3	
脱机信号输入端 FREE	输入低电平时电机相电流被切断,转子处于自由状态。当不用此功能时,信号端可悬空
方向信号输入端 DIR	该端的高电平和低电平被解释为电机运行的两个方向,信号的改变将使电机运行的方向发生变化。该端的悬空被等效认为输入高电平。应确保方向领先脉冲输入至少 $20\mu\text{s}$ 建立,从而避免驱动器对脉冲的错误响应。当不需换向时,信号端可悬空
脉冲信号输入端 STEP	信号从高到低的下跳变被驱动器解释为一个脉冲,此时驱动器将按照相应的时序驱动电机运行一步。脉冲低电平的持续时间不应少于 300ns 。本驱动器最高响应频率为 2MHz
共阳公共端 COM	本驱动器的输入信号采用共阳极接线方式,用户应将控制信号的正电源(5V 或 24V)连接到该端子上,信号输出线连接到相应的信号端子上,当信号输入端出现低电平时,相对应的内部光耦开通,将信号输入驱动器中。当用户系统的信号无法提供共阳极接线方式时,需要另做转换接口的电路与之匹配,也可以使用厂家提供的信号转换模块解决
电机接线端	本驱动器的设计是为了配合两相混合步进电机使用,所采用的是双极恒流的控制方式,可以最大限度的利用电机的铁磁材料。可配合 4 线、6 线及 8 线的电机使用

2. 四通 (SH) 系列两相混合式步进电机驱动器设置

本驱动器有 A、B 两种类型,每种类型各提供 8 种细分运行模式。对于 A 型驱动器,可提供整步、半步、4 细分、8 细分、16 细分、32 细分和 64 细分模式,其模式选择可采用侧板开关(1、2、3)设置,如表 1-2 所示。也可以使用端子上提供的 MS1、MS2、MS3 三个接口,由系统选择。

表 1-2 A 型驱动器细分运行模式设置

细分功能	开关 1	开关 2	开关 3
端子控制	OFF	OFF	OFF
整步	OFF	OFF	ON
半步	OFF	ON	OFF
4 细分	OFF	ON	ON
8 细分	ON	OFF	OFF
16 细分	ON	OFF	ON
32 细分	ON	ON	OFF
64 细分	ON	ON	ON

对于 B 型驱动器, 可提供整步、半步、4 细分、5 细分、8 细分、10 细分、20 细分和 40 细分模式, 其模式选择可采用侧板开关(1、2、3)设置, 如表 1-3 所示。也可以使用端子上提供的 MS1、MS2、MS3 三个接口, 由系统选择。

表 1-3 B 型驱动器细分运行模式设置

细分功能	开关 1	开关 2	开关 3
端子控制与整步	OFF	OFF	OFF
半步	OFF	OFF	ON
4 细分	OFF	ON	OFF
5 细分	OFF	ON	ON
8 细分	ON	OFF	OFF
10 细分	ON	OFF	ON
20 细分	ON	ON	OFF
40 细分	ON	ON	ON



注 意

细分步数均相对整步而言, 如驱动整步为 1.8° , 电机设定整步运行时, 一个脉冲使电机转动 1.8° ; 半步时, 一个脉冲使电机转动 0.9° ; 4 细分时, 一个脉冲使电机转动 0.45° , 依此类推。

驱动器细分后的主要优点为:

(1) 完全消除了电机的低频振荡。低频振荡(约 200Hz)是步进电机的固有特性, 而细分是消除它的唯一途径, 如果步进电机有时要在共振区工作(如走圆弧), 选择细分驱动器是唯一的选择。

(2) 提高了电机的输出转矩。尤其是对三相反应式电机, 其力矩比不细分时提高约 30%~40%。

(3) 提高了电机的分辨率。由于减小了步距角、提高了步距的均匀度, 可以明显提高电机的分辨率。

以上这些优点, 尤其是在性能上的优点, 并不是一个量的变化, 而是质的飞跃。所以最好选用细分驱动器。在没有细分驱动器时, 用户主要靠选择不同相数的步进电机来满足自己对步距角的要求。细分驱动器的出现改变了这种观念, 用户只需在驱动器上改变细分数, 就可以改变步距角。

用户除了可以通过驱动器面板上的拨码开关选择细分模式, 还可以通过在输入信号选择端子上加对应的电信号来实现同样的功能。信号端子和细分开关一一对应。MS1 对应细分选择开关 1, MS2 对应细分选择开关 2, MS3 对

应细分选择开关 3。细分选择开关闭合(ON 拨码开关置于“0”侧)等效于对应的输入端子输入低电位(内部光耦导通)。当开关设定和端子信号不一致时,以端子低电平和开关闭合为优先。当要使用输入信号端子完全控制细分,应将细分开关 1、2、3 设置为 OFF 状态。



注意

若不停止脉冲输入的情况下进行细分模式的动态切换,由于细分的差异,同样的输入脉冲频率会对应不同的电机转速,因此当由高细分切换到低细分或整步时,若不相应调整脉冲频率,就会使电机转速突然以倍数上升,这种状况可能导致电机丢步或堵转,所以动态切换细分时要注意相应的调整脉冲频率,以保持切换前后电机转速的平稳过渡。

此驱动器采用双极恒流方式,最大输出电流为 3A/相(峰值),根据驱动器侧板开关(4、5、6)设置,如表 1-4 所示。

表 1-4 电流设置

输出电流	开关 4	开关 5	开关 6
3.1A	OFF	OFF	OFF
2.5A	OFF	OFF	ON
2.8A	OFF	ON	OFF
2.0A	OFF	ON	ON
2.9A	ON	OFF	OFF
2.3A	ON	OFF	ON
2.1A	ON	ON	OFF
1.5A	ON	ON	ON

§1.2 技能训练

一、技能训练要求

- (1) 根据课题的要求,按照电气原理图完成线路的接线。
- (2) 按照步骤要求进行线路的调试。
- (3) 时间:60min。

二、技能训练内容

- (1) 根据课题的要求,按照图 1-3 完成线路的接线。

(2) 检查接线正确无误后通电,设置步进驱动器参数。

(3) 运行调试,达到指导教师的要求。

三、技能训练使用的设备、工具和材料

SH-20830N 两相混合式步进电机驱动器

1 台

两相混合式步进电机

1 台

脉冲产生电路、控制电路

1 块

连接导线

若干

四、操作步骤

(1) 根据课题的要求,按照图 1-4 完成线路的接线。

(2) 在确定接线无误的情况下,经教师检查后通电。

(3) 开关设置细分。

(4) 输出电流设置。

(5) 端口设置细分。

(6) 方向信号控制。

五、技能评分标准(见表 1-5)

表 1-5 技能评分标准

项目	技能要求	配分	评分细则	评定记录
接线	1. 接线正确	30 分	每遗漏或接错一根线,扣 5 分	
	2. 通电一次成功		通电一次不成功扣 15 分,最多通电两次	
参数设置	1. 开关设置细分	30 分	开关设置细分不正确,扣 15 分	
	2. 输出电流设置		输出电流设置不正确,扣 15 分	
运行调试	1. 端口设置细分	40 分	端口设置细分不正确,扣 20 分	
	2. 方向信号控制		方向信号控制不正确,扣 10 分	
	3. 脱机信号控制		脱机信号控制不正确,扣 10 分	
文明安全、规范操作	1. 工具、元件完好无损	从总分扣 5~10 分	如有损坏,酌情扣 5~10 分	
	2. 安全、规范操作,无事故发生		如违反安全操作,酌情扣 5~10 分;如发生事故,取消考试资格	
工时	定额时间 60min			
备注				

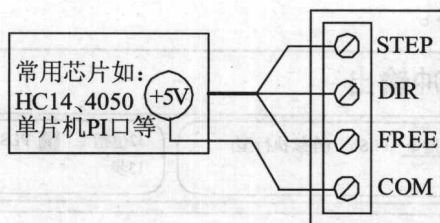
课题2 步进驱动器的 PLC 驱动程序设计

【教学目的】

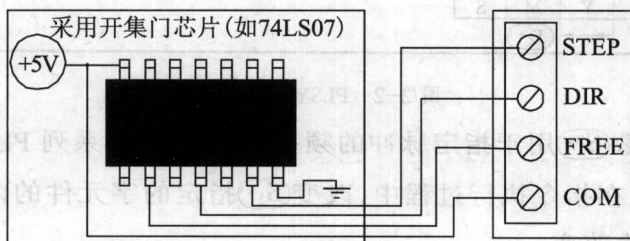
- (1) 能使用 PLC 的脉冲输出与可调脉冲输出指令。
- (2) 能进行 PLC 与步进驱动器的连接。
- (3) 能对 PLC 进行编程来控制步进驱动器。

【任务分析】

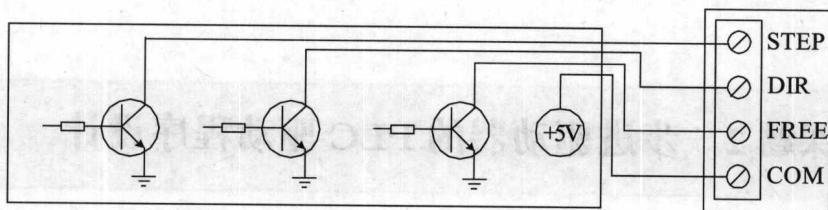
在实际使用中,通常使用各种驱动电路驱动步进驱动器来控制步进电机,有时控制系统驱动不了驱动器,这主要是驱动电流不够或极性不对,常用的正确驱动电路如图 2-1 所示。此外还可采用 PLC 的输出直接驱动步进驱动器。本课题使用三菱 FX2N 系列 PLC 驱动四通 SH-20830N 两相混合式步进电机驱动器为实训对象,来控制步进电机。



(a) 常用芯片或单片机 PI 口驱动



(b) 采用开集门芯片驱动



(c) 采用三极管驱动

图 2-1 常用驱动电路驱动步进驱动器

§2.1 基本知识

一、三菱 FX2N 系列 PLC 的脉冲输出指令

三菱 FX2N 系列 PLC 的高速处理指令中有两条可产生高速脉冲的输出指令,一条称为脉冲输出指令 PLSY,另一条称为带加减速脉冲输出指令 PLSR。我们可以利用这两条指令产生的脉冲,作为步进驱动器的脉冲输入信号来控制步进电机。

1. 脉冲输出指令 PLSY

脉冲输出指令 PLSY 可产生指定频率及定量脉冲的输出指令,其基本格式如图 2-2 所示。

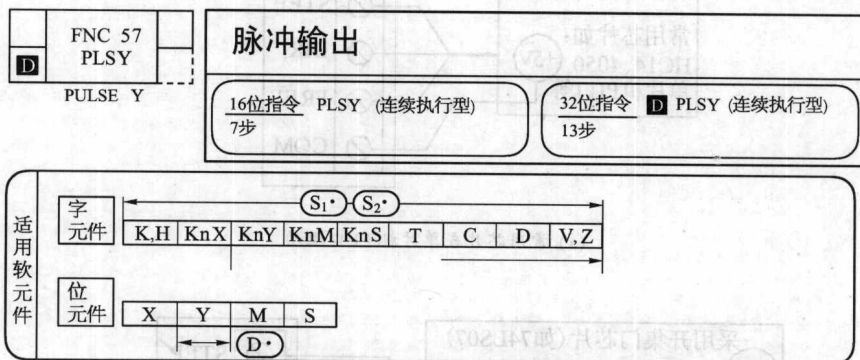


图 2-2 PLSY 指令格式

源操作数(S₁•)用于指定脉冲的频率,对于 FX2N 系列 PLC,其取值在 2~20 000Hz,在指令执行过程中,改变(S₁•)指定的字元件的内容,输出频率也随之发生改变。