

doi: 10.7690/bgzdh.2016.09.023

基于西门子 PLC 的旋转衰减盘控制

蒲 敏

(绵阳职业技术学院计算机科学系, 四川 绵阳 621000)

摘要: 为实现智能化光衰减器不同能量光路的参数测量, 设计一种旋转衰减轮盘, 并基于西门子 PLC 进行总线运动控制。主要介绍旋转衰减轮盘的设计, 利用西门子 S7-200 系列 PLC 实现运动控制功能, 通过西门子 S7-200 系列 PLC 的自由口通信, 进行 RS-485 总线组网。研究表明: 该设计能实现对旋转衰减盘的准确定位控制和远程控制, 目前已投入正常使用, 并保证了某国家大型装置光学实验的正常运行。

关键词: 旋转衰减盘; 自由口通信; RS-485

中图分类号: TP273 **文献标志码:** A

Control of Rotary Attenuation Disk Based on SIEMENS PLC

Pu Min

(Department of Computer Science, Mianyang Vocational & Technical College, Mianyang 621000, China)

Abstract: In order to realize the parameter measurement of intelligent optical attenuator with different light energy, design a kind of rotary attenuation disk, and achieve field-bus motion control based on SIEMENS PLC. Introduced the design of rotary attenuation disk, and realized motion control according to SIEMENS S7-200 series PLC, constituted RS-485 field-bus with the free port communication. Research results show that the design can realize the accurate positioning control and remote control of rotary attenuation disk, at present, it has been put into normal operation and ensure normal optical experiment of a certain national large-scale facility.

Keywords: rotary attenuation disk; free port communication; RS-485

0 引言

在光纤通信设备检测(如光功率计计量、光功率衰减、接收机灵敏度测量等)中,经常会用到光衰减器,其原理是利用物质对光的吸收特性,制成片状或条状的中性暗色玻璃,放在光路上,可以将光强衰减。它可按用户的要求将光信号能量进行预期的衰减,常用于吸收或反射掉光功率余量、评估系统的损耗及各种测试中。

目前,固定式光衰减器主要用于对光路中的光能量进行固定量的衰减,其温度特性极佳,通常用于对光测试仪器的校准定标。由于在实际应用中常常需要衰减量可随用户需要而改变的光衰减器,所以可变衰减器的应用范围更广泛。光衰减器正向着小型化、系列化、低价格方向发展;同时,由于普通型光衰减器已相当成熟,光衰减器也向着高性能方向发展,如智能化光衰减器、高回损光衰减器等。

针对某智能化光衰减器,笔者主要研究如何控制步进电机带动衰减盘运动,实现不同衰减系数,从而实现不同能量光路的参数测量。

1 衰减轮盘控制设计

1.1 衰减轮盘结构

笔者研究的智能化光衰减器,能根据用户的不同需求实现不同的衰减,主要应用于具有较大能量的光路能量测试。光路中插入具有 6 个均匀分布小孔的衰减圆盘,各个小孔分别装有衰减系数为 50%、20%、15%、10%、5% 的 5 个衰减片,剩余一个小孔为光全通模式(无衰减片),通过步进电机旋转该圆盘,即可获得不同的光衰减系数,如图 1 所示。

同需求实现不同的衰减,主要应用于具有较大能量的光路能量测试。光路中插入具有 6 个均匀分布小孔的衰减圆盘,各个小孔分别装有衰减系数为 50%、20%、15%、10%、5% 的 5 个衰减片,剩余一个小孔为光全通模式(无衰减片),通过步进电机旋转该圆盘,即可获得不同的光衰减系数,如图 1 所示。

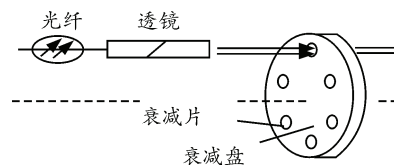


图 1 衰减轮盘结构

1.2 运动控制器设计

西门子 S7-200 系列 PLC 具有两路高速脉冲输出 Q0.0 及 Q0.1(可达 20 kHz,高速脉冲输出对 CPU 扫描速度没有影响)。通过相应的参数设置可实现高速脉冲输出,从而通过步进电机驱动器驱动步进电机运动^[1]。

当 Q0.0 及 Q0.1 组态为 PWM 操作时,输出周期固定,脉宽或脉冲占空比可通过程序进行控制。脉冲宽度的变化在程序中可以控制速度或位置。

当 Q0.0 及 Q0.1 组态为 PTO 操作时,生成一个 50% 占空比脉冲串用于步进电机或伺服电机的速度

收稿日期: 2016-06-06; 修回日期: 2016-07-30

作者简介: 蒲 敏(1976—),女,四川人,硕士,讲师,从事计算机软件及应用、自动控制研究。

和位置的开环控制。

笔者采用带有脉冲包络的 PTO 输出,每一脉冲的频率或周期随着加速和减速时的频率线形变化,而在移动的常频率段部分保持不变。一旦产生完指定数目的脉冲,PTO 输出变为低电平,并且直到装载一个新的指定值时才产生脉冲^[2],如图 2 所示。



图 2 PTO 脉冲串输出

1.3 步进电机及驱动器

步进电机是一种将电脉冲转化为角位移的执行机构,具有控制简便、定位准确等特点^[3]。当步进驱动器接收到控制器发出的一个脉冲信号,它就驱动步进电机按设定的方向转动一个固定的角度(即步进角),通过控制脉冲个数来控制角位移量,从而达到准确定位的目的,实际运动中,高速时易出现丢步现象,因此不采用发送固定的脉冲个数,而是通过检测到位信号进行步进电机的启停控制;同时,可以通过控制脉冲频率来控制电机转动的速度和加速度,从而达到调速的目的。另外,调节步进驱动器的电流细分参数(8 细分、16 细分、32 细分等),可实现步进电机的平稳运动。

即采用一定频率的输出脉冲(速度控制方式),控制步进电机驱动器驱动步进电机运动,此控制虽为开环控制方式,但由于有到位信号检测反馈,可实现步进电机的准确定位控制。

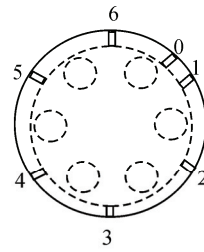
1.4 衰减盘到位信号设计

最初定位设计思路:衰减盘固定在步进电机转轴上,在衰减盘上设置一参考零点,各孔的定位则是根据从参考点旋转到该孔所需要的脉冲个数来控制的,但由于步进电机特有的丢步特性,实际运行过程中存在定位误差;因此,综合考虑旋转衰减盘孔的位置及其现场安装位置,定位设计如图 3 所示。

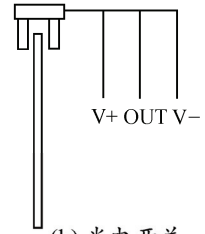
旋转衰减盘的 6 个孔均匀分布,在盘的边沿设计 6 个均匀分布的凹槽(各凹槽均在两孔之间,约为 1~3 mm),并在任意 2 个凹槽之间设置一参考零点凹槽(距离两边凹槽分别为 20°和 40°),每次运动均回到该参考零点,然后继续旋转,直到旋转到所需要的孔位置。位置编号 1~6 与衰减系数的对应关系为:

- 1. 100%(全通); 2. 50%; 3. 20%; 4. 15%; 5.

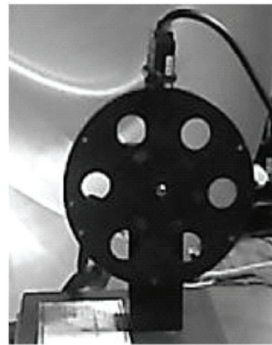
10%; 6. 5%。



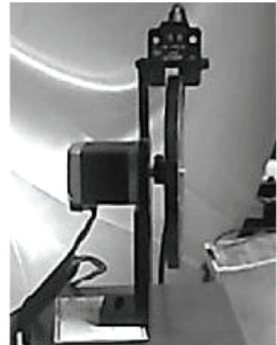
(a) 孔位



(b) 光电开关



(c) 安装正规图



(d) 侧视安装图

图 3 衰减盘定位设计及检测

当旋转衰减盘旋转时,通过固定于基座上的槽型光电检测开关检测各孔的位置(检测开关的安装位置与通过光路成直角分布,凹槽的深度须与槽型光电检测开关匹配),输出 OUT 通常保持低电平输出,当凹槽到达光电检测开关位置,开关的光信号穿过衰减盘,输出 OUT 即产生高电平,该电平信号进入 S7-200 PLC 的数字量输入端口,输入端口的上升沿触发中断响应,快速进入中断服务程序,控制步进电机停止运动,此时,光路通过衰减盘的相应孔得到相应的衰减。

2 系统架构与硬件实现

实际光路中,有多路光需要衰减;因此,需要对多个衰减盘同时进行控制,利用 S7-200 PLC 的自由口通信,采用 RS-485 总线控制方式,系统结构如图 4 所示。

2.1 RS-485 总线通信

S7-200 PLC 的自由口通信可设置为 RS-485 通信。RS-485 有两线制和四线制 2 种接线。笔者采用两线制接线方式,这种接线方式为总线式拓扑结构,在同一总线上最多可以挂接 32 个节点^[4]。RS-485 接口采用二线差分平衡传输,优点是抑制噪声,且能实现远距离传输,当传输速率为 100 kbit/s 时,最大距离可达 1 200 m,速率降低则传输距离更大。

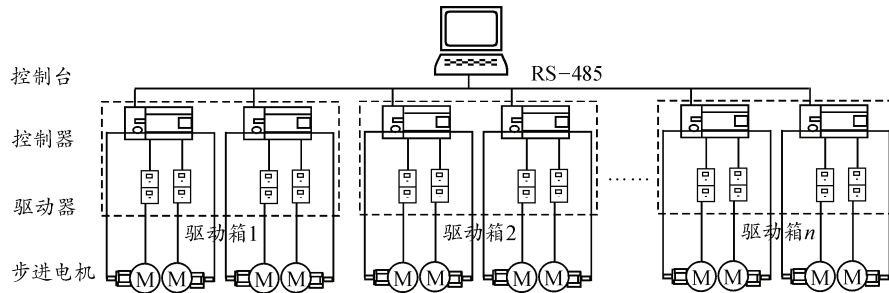


图 4 系统结构

采用一条双绞线电缆作总线，将各个节点（引脚 3 和 8）串接起来。从总线到每个节点的引出线长度应尽量短，以便使引出线中的反射信号对总线信号的影响最低。有些网络连接不正确，尽管在短距离、低速率时仍可能正常工作，但随着通信距离的延长或通信速率的提高，其不良影响会越来越严重，主要原因是信号在各支路末端反射后与原信号叠加，会造成信号质量下降^[5]。

应注意总线特性阻抗的连续性，在阻抗不连续点就会发生信号的反射。下列几种情况易产生这种不连续性：1) 总线的不同区段采用了不同电缆；2) 某一段总线上有过多收发器紧靠在一起安装；3) 过长的分支线引出到总线。

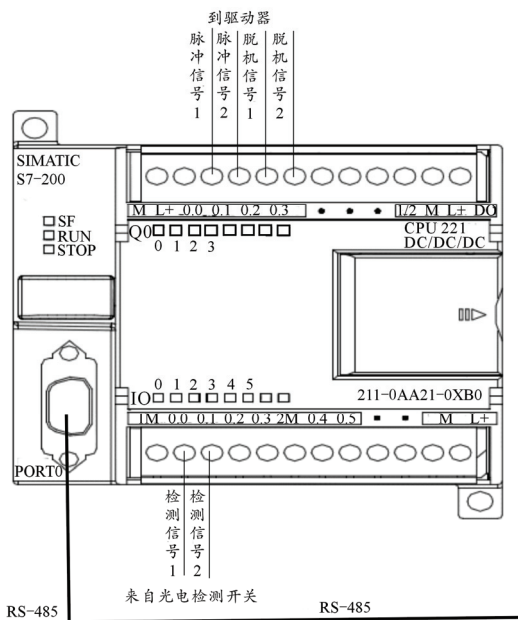


图 5 S7-200 PLC 控制端口分配

2.2 驱动实现

由于实际光路的分布为 4 路一组，故驱动控制箱也采用 4 轴控制设计，即 2 台 S7-200 系列 PLC，总共控制 4 台步进驱动器。各 PLC 之间采用 RS-485 总线串接。

衰减轮盘按照 0→1→2→3→4→5→6→0 顺序运行，运动方向固定，故驱动器方向信号不用控制，S7-200 PLC 控制端口分配如图 5。

3 软件实现

3.1 PLC 软件实现

STEP 7-Micro/WIN V4.0 SP6 是用于 S7-200 的 32 位编程软件包，软件流程如图 6。

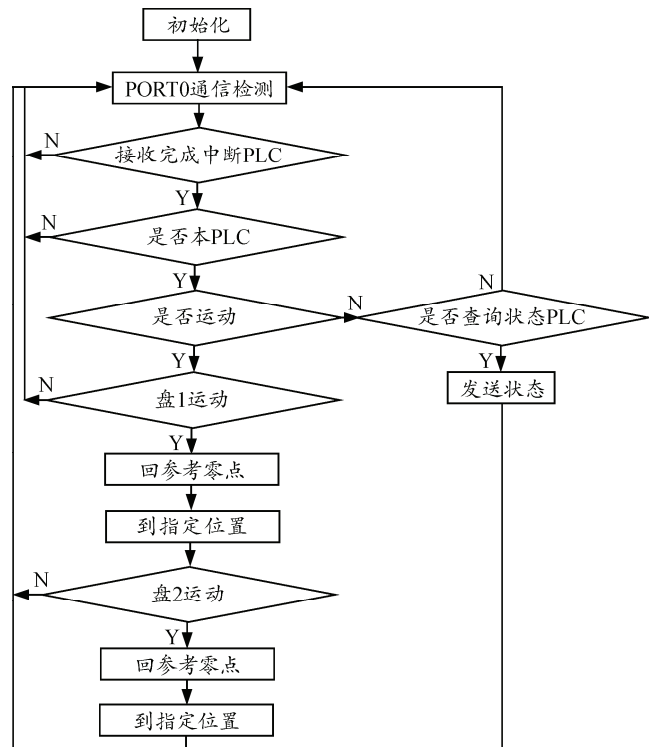


图 6 PLC 软件流程

3.1.1 通信端口初始化

多个 PLC 在同一 RS-485 总线上，必须设置不同的通信地址，以免冲突，如图 7。

RS-485 接口为半双工接口，因此，编写 PLC 程序的关键是避免在通信端口上同时发送和接收。按照如下模式编写自由口通信程序，可以有效地避免因同时发送和接收造成的通信冲突，从而保证程序的正常运行。

```
LD SM0.1
```

MOVB 9, SMB30 端口 0 设置为 9600,8,N,1 自由口方式

MOVB 2#11000100, SMB87 端口 0 接收状态设置

MOVB '@', SMB88 设置接收起始字符

MOVW +5, SMW92 设置定时器超时时间为 5 ms

MOVB 255, SMB94 设置 RCV 指令接收的最大字符数位 255

ATCH INT_0, 23 接收完成中断

ATCH INT_1, 9 发送完成中断

将上面这段程序添加到主程序中, 对 PLC 的端口 0 进行初始化。这段程序以 SM0.1 为触发条件, 每当 PLC 进入 RUN 状态时执行一次。

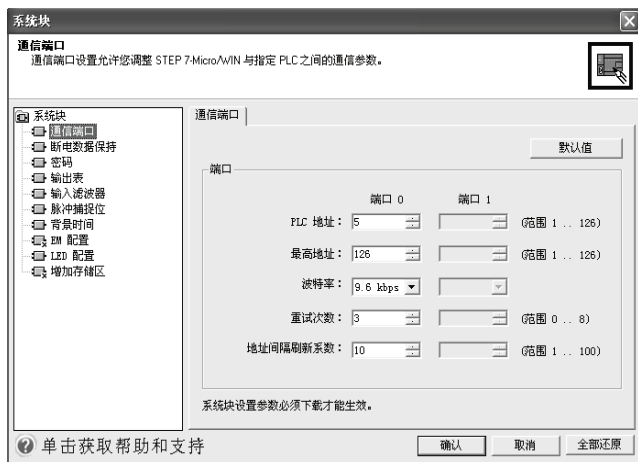


图 7 PLC 通信端口设置

3.1.2 脉冲参数设置

要控制 2 个端口的脉冲输出, 需要对相应特殊寄存器进行设置, 端口 Q0.0 的脉冲参数设置寄存器为 SMB67、SMD68、SMD72, 端口 Q0.1 的脉冲参数设置寄存器为 SMB77、SMD78、SMD82, 其中 SMB67、SMB77 控制脉冲的模式及发送, SMD68、SMD78 设置脉冲周期, 最小可达 2 μs, SMD72、SMD82 设置脉冲个数, 注意端口使用前, 必须对端口进行复位操作。

3.1.3 回参考零点

当 PLC 收到来自控制台计算机的运动指令, 首先需要回到参考零点, 以消除长时间未使用时, 轮盘位置异常变动的影 响。

光电检测开关信号进入 PLC, 通过 I0.0 及 I0.1 的上升沿高速中断响应(200 μs), 判断该衰减盘已经到达盘边沿的设计凹槽处, 每次运动到一个凹槽,

即停止运动, 相应计数器加 1, 当计数器大于 1(排除运动前位置随机的因素), 且所用脉冲个数在一定范围(8 细分时, 大于 90 小于 180), 判断该点为参考零点。

步进电机从停止的凹槽处重新启动瞬间, 由于其固有的抖动特性, 光电检测开关会产生持续的脉冲输出, PLC 可能识别该脉冲输入信号(当达到 0.2 ms)而马上停止; 因此, 在程序的上升沿中断子程序中, 进行软件滤波, 增加脉冲输出直到 20 个之后, 以保证该凹槽能正常通过。

3.1.4 到目标位置

回参考零点以后, 每经过一个凹槽, 上升沿中断服务程序将位置计数器加 1, 并与目标位置比较, 如不等则继续发送脉冲至步进驱动器, 驱动步进电机旋转衰减轮盘到达下一个凹槽, 再次进入上升沿中断服务程序, 直到与目标位置代号相等, 即到达目标位置, 从而实现相应系数的衰减。

3.2 上位机软件实现

上位机软件采用 C++ Builder 开发平台, 操作界面具备通信参数设置、衰减轮盘位置设置、发送运动指令、查询位置状态和查询故障状态等功能。篇幅所限, 不一一赘述。

4 结论

通过 RS-485 总线与西门子 S7-200 系列 PLC 进行通信, 输出高速脉冲串, 控制步进电机驱动器驱动步进电机, 实现了旋转衰减盘的准确定位, 从而获得准确的衰减光输出。该系统已投入正常使用, 运行准确、可靠, 实现了多路光的准确衰减, 保证了某国家大型装置光学实验的正常运行。

参考文献:

- [1] SIEMENS. SIMATIC S7-200 可编程控制器系统手册[S]. SIEMENS. 2007年9月版, 本手册订货号: 6ES7298-8FA 24-8FH0, 251-253.
- [2] 田淑珍. S7-200PLC原理及应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2009: 103-105.
- [3] 高川, 蒋婧妍, 芮伟, 等. 一种基于虚拟总轴结构的多电机比例同步控制方法[J]. 兵工自动化, 2015, 34(10): 85-88.
- [4] 李正军. 现场总线及其应用技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2010: 212-213.
- [5] 谢希仁. 计算机网络[M]. 北京: 电子工业出版社, 2013: 87-89.