



## [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410014396.1

[43] 公开日 2005 年 3 月 9 日

[11] 公开号 CN 1591078A

[22] 申请日 2004. 3. 23

[21] 申请号 200410014396.1

[71] 申请人 中国科学院国家天文台南京天文光学技术研究所

地址 210042 江苏省南京市板仓街 188 号

[72] 发明人 张振超 崔向群 王佑 李国平  
毕汪虹 马礼胜

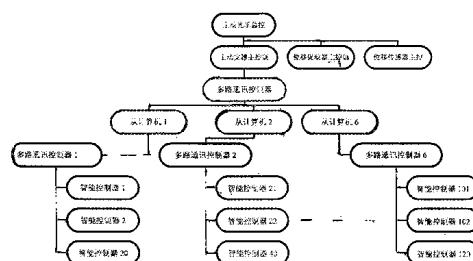
[74] 专利代理机构 南京知识律师事务所  
代理人 栗仲平

权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 4 页

[54] 发明名称 天文望远镜主动光学主动支撑的电控系统

## [57] 摘要

天文望远镜主动光学主动支撑的电控系统，主控计算机分别连接若干台从计算机；每台从计算机分别连接若干个智能控制器；每个智能控制器又分别连接若干套力促动器，其特征在于：在主控计算机的上级设置有总控计算机，总计算机与主控计算机连接，实现四级控制，同时，在总计算机、主控计算机、每个从计算机上都设有通讯接口，每个智能控制器上设有独立的、带有通讯接口的嵌入式 CPU 主板。优化方案在总计算机、主控计算机、从计算机及智能控制器上还同时设有光纤通讯模块，构成光纤通讯接口板，利用光纤通讯实现远程高速监测与控制。本发明四级控制大幅度增加了处理容量与处理速度，并实现了远程控制，为进一步提高控制精度奠定了基础。



1、一种天文望远镜主动光学主动支撑的电控系统，主控计算机分别连接若干台从计算机；每台从计算机分别连接若干个智能控制器；每个智能控制器又分别连接若干套力促动器，其特征在于：在主控计算机的上级设置有总控计算机，总控计算机与主控计算机连接，实现四级控制，同时，在总控计算机、主控计算机、每个从计算机上都设有通讯接口，每个智能控制器上设有独立的、带有通讯接口的嵌入式 CPU 主板。

2、按照权利要求 1 所述的天文望远镜主动光学主动支撑的电控系统，其特征在于：在总控计算机、主控计算机、从计算机及智能控制器上还同时设有光纤通讯模块，构成光纤通讯接口板。

3、按照权利要求 1 或 2 所述的天文望远镜主动光学主动支撑的电控系统，其特征在于：所述的智能控制器与力促动器的连接方式是，每个智能控制器通过 ISO32 步进电机控制卡控制 8 套力促动器，ISO32 步进电机控制卡的结构是：PCI04 总线通过总线接口电路与逻辑控制与寄存器双向连接，逻辑控制与寄存器通过光隔离分别与各步进电机驱动模块连接。

## 天文望远镜主动光学主动支撑的电控系统

### 技术领域

本发明涉及一种天文望远镜的控制设备，特别是一种天文望远镜主动光学主动支撑的电控系统。

### 背景技术

主动光学天文望远镜是现代天文观测新技术。该技术的出现，是为了解决建造超大口径的大型天文望远镜的技术困难，而采用多块子镜拼接成大型天文望远镜；拼接结构中的各子镜在控制系统操纵下同时动作，可以形成整个镜面的形变，达到天文观测的需要，即构成主动光学天文望远镜。这种拼接结构的大型主动光学天文望远镜的技术难点在于控制系统：它需要满足所有子镜同时接到指令，同时动作的技术要求，动作中还包括有位移动作和形变动作，需要控制的因子数量是巨大的，同时还要满足毫牛顿级的控制精度。01113669.3号中国发明专利提供了一种“大型天文望远镜镜面位移控制系统”，其方案是：镜面由若干块六角形的子镜拼接而成，每一块子镜的背面放置微位移促动器及微位置传感器，微位置传感器的输出连接到计算机，计算机的输出接各促动器，形成闭环控制系统，其特征是：由上位机连接主控制机，主控制机分别连接若干个位移控制器，每个位移控制器分别连接若干个位移促动器的驱动器，每个驱动器连接一个位移促动器。

01113668.5号中国发明专利提供了一种“大型天文望远镜中力促动器的电控系统”，其方案是：镜面由若干块六角形薄镜面的子镜拼接而成，每一块子镜的背面设置力促动器，并设置力传感器，传感器连接计算机闭环控制系统，计算机对每个力促动器发出实时指令，其特征是：控制系统的组成是，由主动光学控制器分别连接若干通用数字接口，数字接口接用户接口控制器，控制器再接

力促动器控制器，力促动器控制器接力促动器，子镜上的力传感器接用户接口控制器。

这两个技术方案基本解决了所有子镜同时接到指令，同时动作的技术要求，也基本满足了毫牛顿级的控制精度。但是以上方案中，三级计算机之间的信号传递是通过有线连接进行控制，而这种超大型望远镜的规模宏大，完全靠有线连接和有线控制，在使用中会造成很大困难和问题，天文观测的实践证明：在这种大型天文望远镜上实现远程控制是非常必要的。同时，随着需要控制的因子数量成几何级数的增加，上述的三级计算机控制已经无法进一步提高控制精度，这种控制模式已不能成为新一轮技术进步的基础。

## 发明内容

本发明目的在于提供一种天文望远镜主动光学主动支撑的电控系统，该技术方案要对现有技术中“大型天文望远镜中力促动器的电控系统”进一步改进，以便在这种系统中实现远程控制，提供能够不断提高控制精度的新的控制模式，并适应“需要控制的因子数量成几何级数增加”的技术要求。

完成上述发明任务的方案是：天文望远镜主动光学主动支撑的电控系统，主控计算机分别连接若干台从计算机；每台从计算机分别连接若干个智能控制器（子计算机）；每个智能控制器又分别连接若干套力促动器，其特征在于：在主控计算机的上级设置有总控计算机，总控计算机与主控计算机连接，实现四级控制，同时，在总控计算机、主控计算机、每个从计算机上都设有通讯接口，每个智能控制器上设有独立的、带有通讯接口的嵌入式CPU主板。所说的“四级控制”，第一级为主动光学总控制计算机；第二级由三个主控制计算机分别控制主动支撑、位移促动器和位移传感器；第三级为控制主动支撑的从计算机；第四级为智能控制器。

本方案的进一步优化，在总控计算机、主控计算机、从计算机及智能控制器上还同时设有光纤通讯模块(例如使用高速网络处理器模块 MPC85XX 或

MPC82XX 系列电路), 构成光纤通讯接口板, 利用光纤通讯实现远程高速监测与控制。

设置总控计算机以后, 整个控制系统的控制数据按照前台管理和后台管理分别由总控计算机和主控计算机处理, 大幅度增加了处理容量与处理速度; 每个智能控制器设置独立的嵌入式 CPU 主板 (例如: 586/300M) 作为控制处理, 同时通过主板上的通讯接口, 例如: RS232/485 进行串行通讯与以太网通讯, 优化方案还可进行光纤通讯, 从而实现远程监测与控制。

#### 子系统结构信息传输方式与可靠性:

每个智能控制器的信息传输与 RS232/485 串行通讯与以太网通讯的两种方式相互分工又相互备份。

1、在正常运行的情况下, 智能控制器与主控机之间通过 RS232/485 用点对点方式传输, 实时指令与数据; 通过以太网传输执行文件与数据文件。

2、各智能控制器默认执行程序固化在受保护的 EPROM 中; 负责控制程序的升级、实现通讯的自检安全、与默认的采集与控制算法。

3、当各智能控制器的控制程序需要修改或者需要通过 INTERNET 进行远程修改时, 各智能控制器的默认执行程序通过以太网核查主控制机中的安全自检程序, 在确定控制程序的安全无误后, 通过以太网将控制程序下载至智能控制器且执行。主控机的新控制程序与安全自检程序文件可以通过 INTERNET 远程传输或下载。

4、经过安全与级别认证后, 可以在全世界任何地方通过 INTERNET 观测到每块子镜加力的实时控制状态。

5、当发生意外, 如果主机与智能控制器的某一通讯线短路, 指令与数据的实时传输可以通过以太网, 控制文件的下载, 也可以通过 RS232/485 发送和接收数据与命令。

6、5 个智能控制器组成子通讯网。

本发明设置总控计算机以后，整个控制系统的四级控制数据按照前台管理和后台管理分别由总控计算机和主控计算机处理，大幅度增加了处理容量与处理速度；子通讯网设置三种通讯方式：1、高速光纤通讯网，它通过专用电路模块与从控制计算机的专用模块实现命令和数据交换。2、从控制计算机通过多路通讯板连接智能控制器实现程序升级修改等操作。3、各个智能控制器相互之间采用 RS232/485 互相通讯从而保证命令、数据和程序的升级修改的可靠性同时在这种系统中实现了远程控制，新的控制模式能够适应“需要控制的因子数量成几何级数增加”的技术要求，为进一步提高控制精度奠定了基础。

#### 附图说明

图 1 为主动支撑的电控系统的结构方框图；

图 2 为一块子镜的监测与控制的结构示意图；

图 3 为 PR0676 高精度数据采集卡框图；

图 4 为 ISO32 步进电机控制卡(在该板上放置 8 套步进电机驱动器)框图；

图 5 为 PRO624 力传感器的小信号放大器板(该板上放置 8 套激励源)框图；

图 6 为智能控制器组成控制盒框图。

#### 具体实施方式

实施例 1，LAMOST 望远镜 M<sub>A</sub> 中主动光学 1: 1 子镜实验的电控系统方案设计、控制方法以及主动光学天文望远镜中主动支撑的电控系统。参照图 1~图 6：本实施例根据主动光学的实验要求使用 34 套力促动器，进行控制一块子镜改变镜面面形的实验。由总控计算机下辖主控制计算机，主控制机通过多路通讯控制器控制 6 台从计算机；每台从计算机又控制 20 个智能控制器；每个智能控制器又通过本发明专门设计的 ISO32 步进电机控制卡控制 8 套力促动器，专用的 ISO32 步进电机控制卡的结构是：PCI04 总线通过总线接口电路与逻辑控制与寄存器双向连接，逻辑控制与寄存器通过光隔离分别与各步进电机驱动

模块连接。共控制 24 块子镜，每块子镜用 5 个智能控制器，每个智能控制器接 8 个力传感器的信号输入（包括激励），数据采集，8 路步进电机控制输出，每个智能控制器具有独立的嵌入式 CPU 主板（586/300M）作为控制处理，同时通过 RS232/485 进行通讯与以太网通讯，从而实现远程监测与控制，结构示意图如图 1、图 2。从计算机通过以太网控制 5 个智能控制盒很方便的实现了发布命令、接受命令和数据交换等控制。使用了力传感器作为加（拉）力闭环控制的反馈器件。采用软硬结合的方法，进行逻辑组合的控制思想。对该系统已经实现了同时控制 34 套力促动器操作。加力的范围为  $\pm 150N$ ，计算机对力促动器的闭环控制精度达到了万分之五，均方根值  $\leq 50mN$ 。该系统通过局域网得到控制参数控制改变  $M_A$  子镜的非球面面形。

智能控制器硬件、软件控制结构。

硬件结构，智能控制器由：

- 1、嵌入式 CPU 主板，主动光学实验现使用 586/300M，
- 2、电子盘，
- 3、16 位的 A/D 卡，型号：PRO16AD，
- 4、步进电机控制卡，型号：ISO32（在该板上放置 8 套步进电机驱动器），
- 5、力传感器的小信号放大器板，型号：PRO624，该板上放置 8 套激励源，组成。

8 套激励源采用 SM9XXX 的模块电路组成。高精度的激励稳定性，10V 的电压稳定在  $10^{-7}$ 。从而保证了力传感器输出的信号稳定和可靠性。采用了 AD6XX 电路构成功能传感器的小信号放大器，把  $\mu V$  级的信号放大 333 倍后送到 16 位的 A/D 卡，进行计算机数据采集处理。

软件控制结构：

下面是一块子镜的控制算法：

$$\vec{Y} = K\vec{X} + \vec{B} \quad (1)$$

其中；

$$\vec{Y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_{34} \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$K = \begin{bmatrix} k_{11} & k_{12} & \dots & k_{1n} \\ k_{21} & k_{22} & \dots & k_{2n} \\ \dots & \dots & & \\ k_{m1} & k_{m2} & \dots & k_{mn} \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$\vec{X} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_{34} \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$\vec{B} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_{34} \end{bmatrix} \quad (5)$$

其中当  $m=n$  时是预先测的  $K$  值，这个值是从  $m=n=1, 2, \dots, 3, 4$  以数据文件的方式存在计算机中；其余  $K$  值为 0。  $B$  是望远镜运行时不同的高度函数  $b_n * \cos(\alpha)$  关系。 $X$  是从检测中得到的数组。计算机通过解算求出数组  $Y$  的值，根据  $Y$  的值控制促动器运行。

第四级其中一块子镜用五个智能控制器控制 34 套力促动器同时运行。每个智能控制器中具有独立的软件操作系统和软件控制系统；解析上一级的命令与实施并报告本机的运行状态。

第三级其中每个从计算机分别负责它所属的子镜，每个从计算机中具有独立的软件操作系统和软件控制系统；解析上一级的命令与实施并报告本机的运

行状态。

第二级由三个主控制计算机分别控制主动支撑、位移促动器和位移传感器；分别负责它所属的控制部分，每个主计算机中具有独立的软件操作系统和软件控制系统；解析上一级的命令与实施并报告本机的运行状态。

第一级主动光学总控计算机负责接收光学检测的数据、望远镜运行的方位和高度的状态、命令等；解析并向下一级发布命令，检测命令的执行情况，并向观测控制系统报告主动光学电控装置的运行状态。

本发明不限于这些公开的实施方案，本发明将覆盖在专利权利要求书中所描述的范围，以及权利要求范围的各种变型和等效变化。

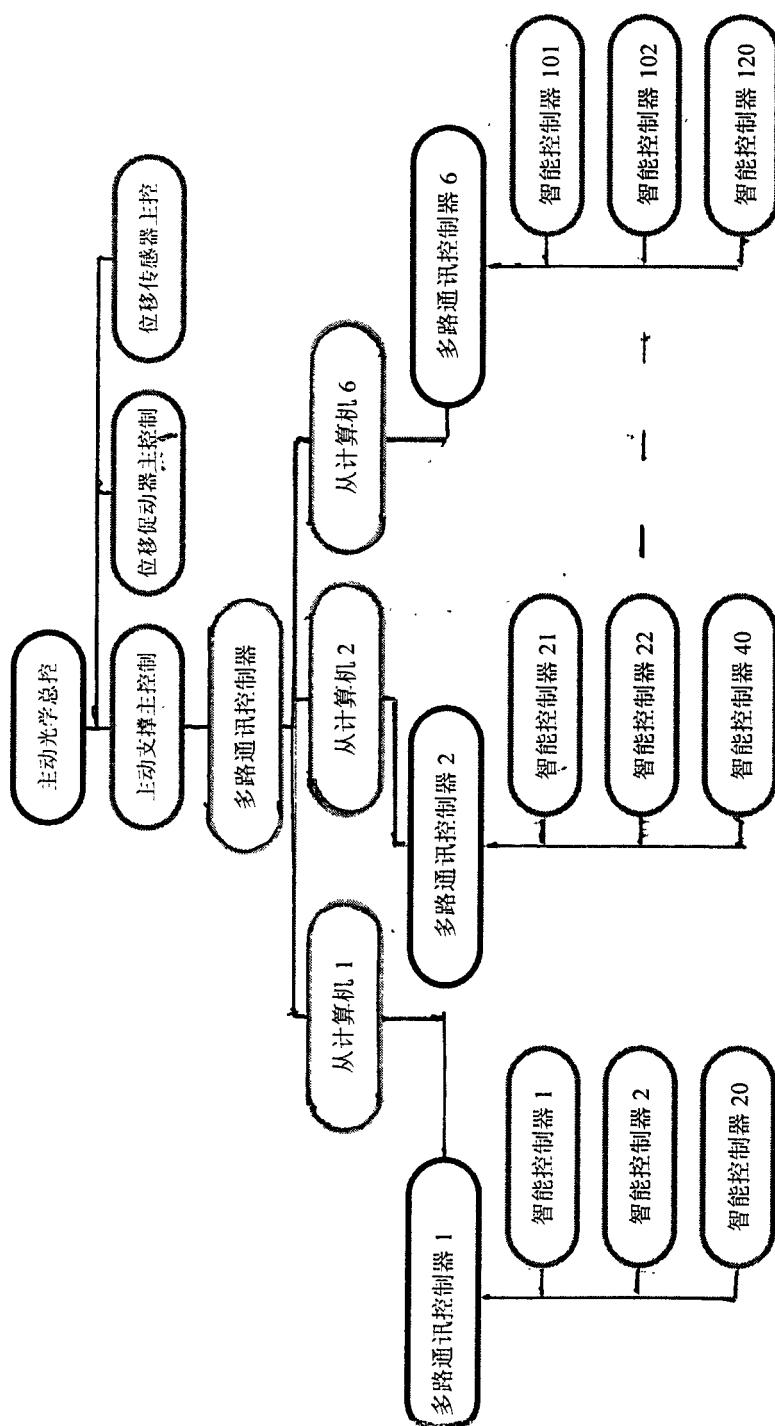


图 1

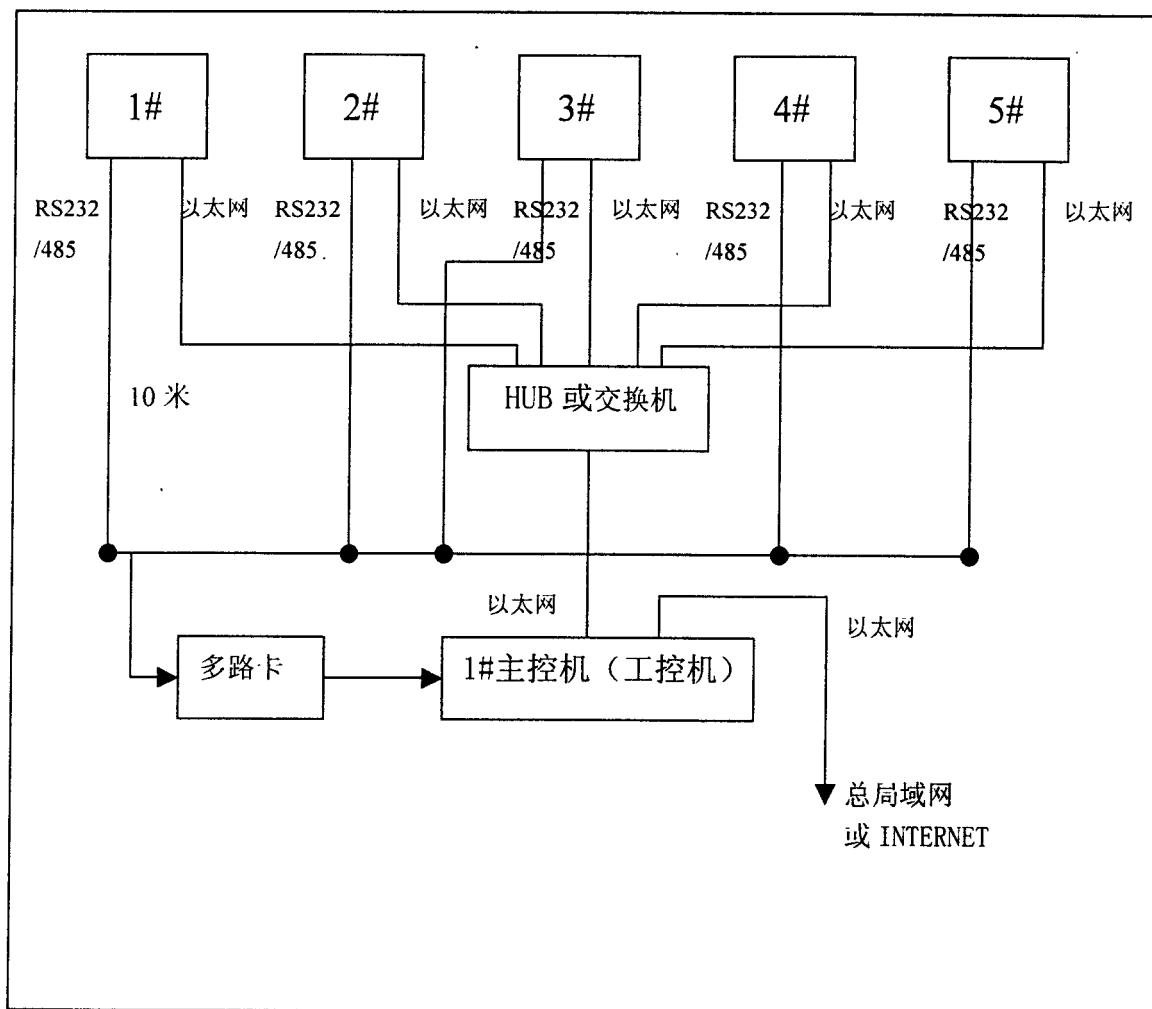


图 2

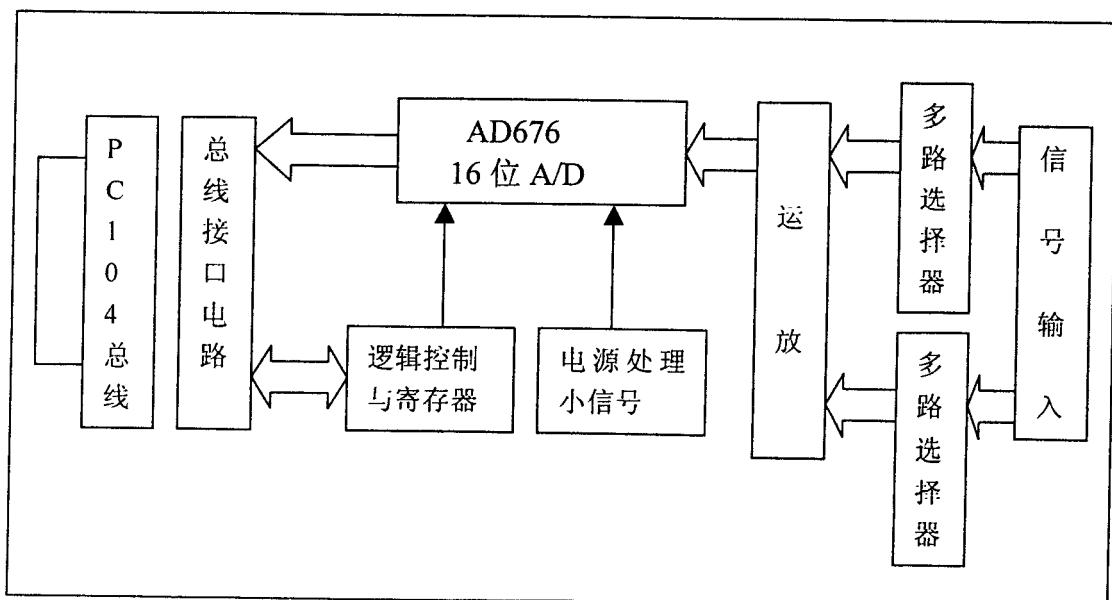


图 3

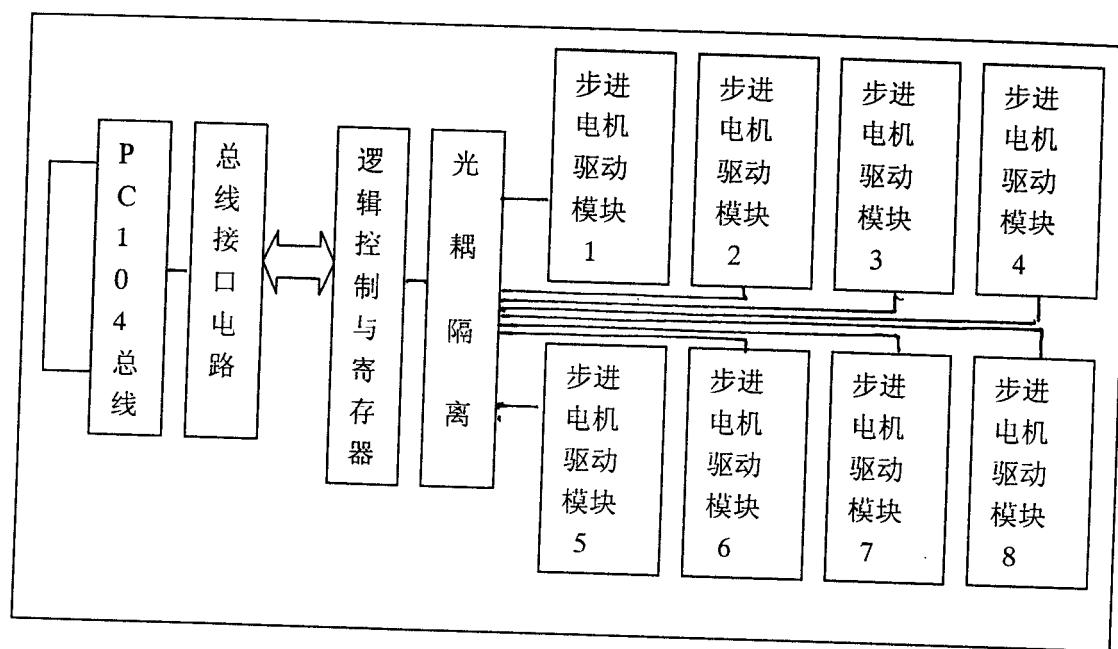


图 4

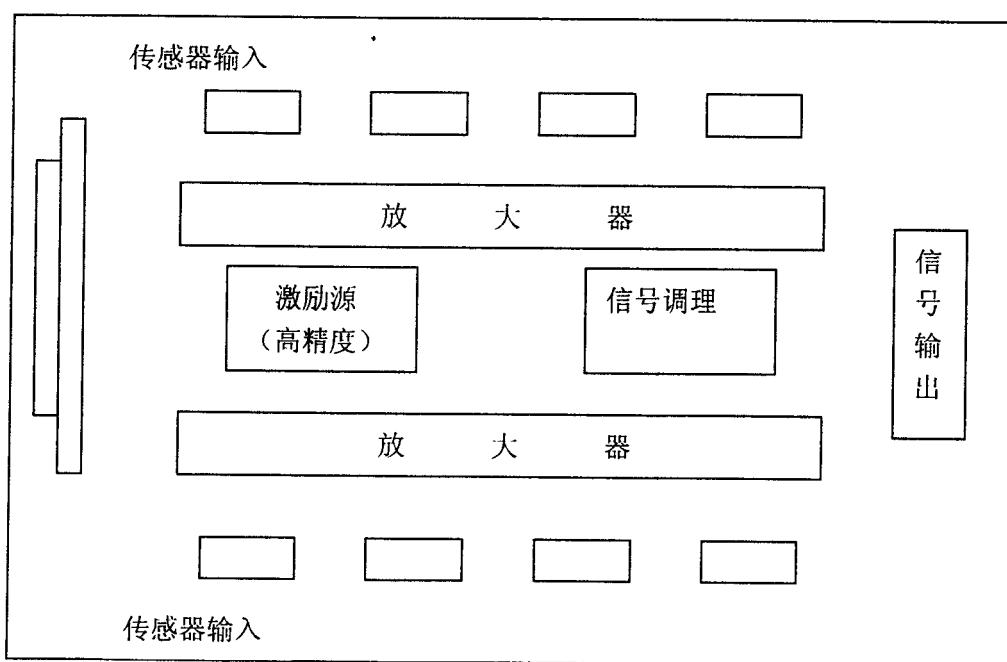


图 5

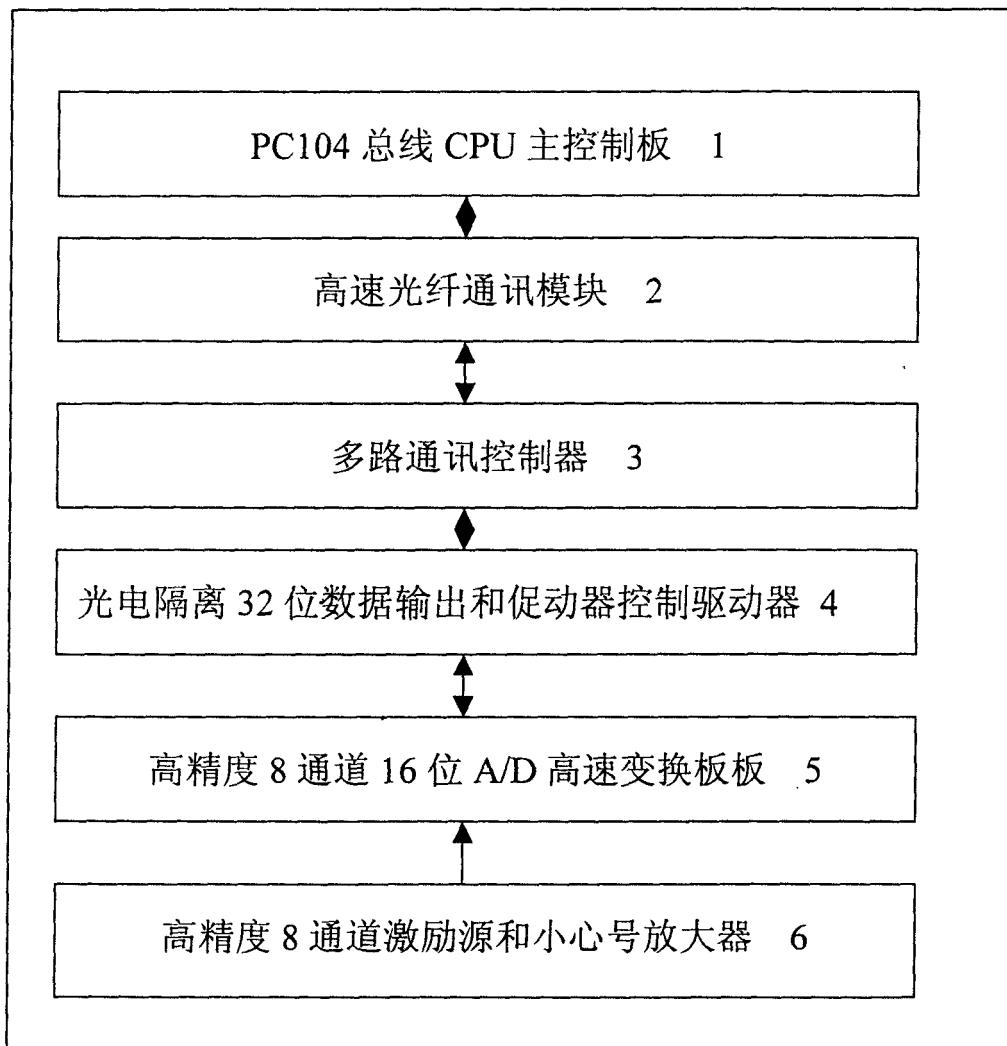


图 6