

# [12] 发明专利申请公开说明书

G02B 23/02  
G02B 26/08 G06F 5/01  
G06F 9/00

[21] 申请号 01113668.5

[43] 公开日 2002年4月10日

[11] 公开号 CN 1343897A

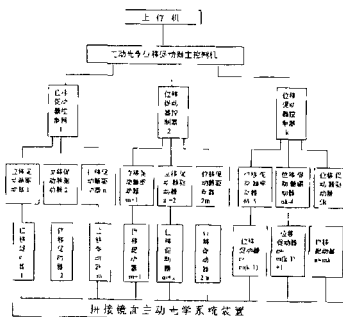
[22] 申请日 2001.6.5 [21] 申请号 01113668.5  
[71] 申请人 中国科学院国家天文台南京天文光学技术研究所  
地址 210042 江苏省南京市板仓街 188 号  
[72] 发明人 张振超

[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 4 页 附图页数 2 页

[54] 发明名称 大型天文望远镜镜面位移控制系统  
[57] 摘要

大型天文望远镜镜面位移控制系统, 镜面由子镜拼接而成, 子镜背面 设置位移促动器, 位置传感器检测位移量并反馈给计算机闭环控制系统, 计算机的输出接各促动器, 特征是由上位机连接主控制机, 主控制机分别连接若干位移控制器, 位移控制器分别连接若干位移促动器驱动器, 驱动器连接位移促动器。这种结构与软件结合实现了主控机同时向所有控制器 发出指令, 所有促动器同时实时工作。本发明首创了加力和位移两种促动器的同时实时控制。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

# 权 利 要 求 书

---

1、一种大型天文望远镜镜面位移控制系统，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。

2、按照权利要求 1 所述的大型天文望远镜镜面位移控制系统，其特征是：所说的位移传感器采用光电式传感器。

3、按照权利要求 1 或 2 所述的大型天文望远镜镜面位移控制系统，其特征是：控制系统中还同时接有力促动器控制系统，控制系统同时连接力促动器和位移促动器，两种促动器在主控的命令下同时实时工作。

4、按照权利要求 3 所述的大型天文望远镜镜面位移控制系统，其特征是：所说的位移控制器由含 CPU 的总线系统构成控制盒。

5、按照权利要求 4 所述的大型天文望远镜中力促动器的电控系统，其特征是：本系统通讯采用安全控制字和自动身份认证的方法，智能控制盒中的处理器自动分析数据和判断命令的正确性，从而提高每个环节的运行可靠性，其中安全控制字与身份认证的编码为自定义的方式。

6、按照权利要求 4 所述的大型天文望远镜镜面位移控制系统，其特征是：在被控对象的地与计算机控制系统地之间的通路上，设有光电信号隔离装置。

7、按照权利要求 4 所述的大型天文望远镜镜面位移控制系统，其特征是：控制系统的输出通道采用 OC 门电路的输出方式。

# 说明书

## 大型天文望远镜镜面位移控制系统

本发明涉及一种天文望远镜的控制机构，特别是一种拼接式大型天文望远镜镜面的位移控制系统。

建造巨大的天文望远镜一直是天文学家不断追求的目标，望远镜的口径越大，获取的天体信息就越多，但是随着望远镜口径的加大，建造时的困难会呈指数式变大，以至超越了人类的技术能力。为了解决这一矛盾，现有技术中出现了拼接式的大型望远镜技术，即由若干块六角形的“子镜”拼接成完整的拼接镜面。其中每一块子镜设置三个支撑点，对于基准镜，这三个支撑点为固定点；对于其他子镜，这三个支撑点为位移点：每一块子镜的背面放置微位移促动器控制子镜的位移，并设置反馈装置为控制系统的计算机提供反馈信号，形成闭环控制，反馈装置包括微位置传感器及光学检测装置，计算机经过解算求出各促动器的位移量，对各促动器发出指令，控制位移，从而实现共焦或共面。这种技术解决了建造超大型天文望远镜镜面的技术困难，但是随着子镜数量的增加，其微位移促动器的数量也成倍地增加，这对控制系统提出了非常高的要求：天文观测需要随时改变镜面的形状，即要求各块子镜分别进行位移，这时观测效果会受到影响。为了尽可能缩短过渡与协调时间，就要求主计算机必须是同时对每个控制器发出指令，所有促动器同时接受指令，实现同时实时工作。计算机控制领域里经常使用的“分时控制”或“异步控制”均无法达到这种要求，而不能采用。同时，由于促动器的位移量范围在 $\pm 1\text{mm}$ ，控制精度分辨率为1纳米，精度为50纳米，使得控制难度更大。目前的现有技术只能实现对有限数量促动器的控制，例如：美国实现了由36块子镜拼接的10米望远镜的位移控制系统。要建造更大型的望远镜，实现对更多数量促动器的控制以及精度更高的控制，需要提出新的控制系统方案。另外，目前的“主动光学控制”技术包括控制子镜的位移与控制子镜的形变，而现有技术中的控制系统，只分别实现了只对子镜位移控制，或者只对子镜形变控制。天文望远镜（例如施密特望远镜）需要同时解决对每块子镜镜面的位移控制与变形控制（由平面镜变为非球面镜），目前的控制系统尚未解决

这一问题。

解决上述课题是本申请的发明目的，本申请将解决建造超大型天文望远镜对控制系统的要求，即主计算机对更多的控制器同时发出指令，实现所有促动器的同时实时工作，并且控制的精度达到纳米级。同时，本申请还将解决控制系统同时完成对每块子镜位移的控制和对镜面的变形控制。本技术方案是中国国家自然科学基金重点科研项目：拼接镜面主动光学技术研究的成果，该项目的研究目的是为我国将要建造大型光学天文望远镜技术的预研和技术储备。如现正在实施的国家重点工程 LAMOST 望远镜的研制等。

完成上述发明任务的方案是：大型天文望远镜镜面位移控制系统，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，由微位置传感器检测微位移的位置，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（例如 3-9 个）位移促动器的驱动器，每个驱动器连接一个位移促动器。这种结构与计算机中相应的软件结合，即可实现主控机同时向所有的控制器发出指令，所有的促动器同时实时工作。本方案的优化方案是：

1、位移控制器由含 CPU 的总线系统构成控制盒，例如采用 PC104 总线构成控制盒。该控制盒包括有处理器、电子盘、数字接口、A/D 接口、D/A 接口、通讯接口及促动器控制器。在面积十分有限的子镜背面，施工空间受到很大限制，采用控制盒可以减小控制器的体积，以及接线的数量，提高实际工程施工的可行性。对于更大型的望远镜，还可以实现控制系统与各控制器之间用局域网传输或无线传输。2、由于实现了同时对更多数量促动器的有效控制，就可以将镜面形变用的力促动器的控制同时纳入本系统。即子镜背面安装位移促动器，也安装力促动器，同时接收一个控制系统的指令，同时实时工作。按照观测的需要，可以是所有的子镜均安装两种促动器，也可以是其中的一部分安装一种、另一部分安装两种。3、位移传感器可以采用现有技术中的电容式或电感式，也可以采用本发明提供的新方案：光电式传感器。4、为了增强控制逻辑的抗干扰的能力，采用

光电隔离信号驱动方法。从而阻断被控对象的地与计算机控制系统地之间的通路。5、为了提高输出通道的驱动能力，采用 OC 门电路的输出方式。

本发明解决了建造超大型天文望远镜对控制系统的要求，即主计算机同时对更多的控制器发出指令，实现所有促动器的同时工作，从而实现有效控制更多的促动器。位移促动器的控制分辨率为 5nm 左右，系统控制的位置误差小于 25nm。同时，本申请还解决了控制系统同时实现对每块子镜位移的控制和对镜面的变形控制。

现结合实施例与附图作进一步说明。

图 1 为本控制系统结构示意图；

图 2 为实施例中位移促动器的计算机接口逻辑图。

实施例 1，参照图 1-图 2：拼接镜面主动光学控制系统，镜面由若干块六角形薄镜面的子镜拼接而成，每一块子镜的背面放置微位移促动器控制子镜的位移，由电容式位置传感器检测微位移的位置，传感器连接到计算机闭环控制系统，提供反馈信号。镜面分为  $M_A$  镜与  $M_B$  镜， $M_A$  镜由 24 块薄镜面子镜拼接组成，每块子镜设置 3 个位移促动器，其中一块是参考镜（不设位移促动器）； $M_B$  镜由 37 块子镜组成，其中一块为参考镜，则位移促动器数量为： $23 \times 3 + 36 \times 3 = 177$ 。每两块子镜的连接边缘处，设置两个位移传感器。每块子镜的背面还设置有力促动器。所有位移促动器与力促动器的控制系统：由上位机连接主控制机，主控制机分别连接位移促动器控制器和力促动器的控制器（每个控制器分别由一个含 CPU 的总线系统 PC104 构成），每个控制器分别连接若干个促动器（包括位移促动器和力促动器）的驱动器，每个驱动器连接一个促动器。为了增强控制逻辑的抗干扰的能力，采用光电隔离信号驱动方法。从而阻断被控对象的地与计算机控制系统地之间的通路。8bit × 2 中的每一路输出控制都是用光电耦合器件将被控对象的信号地与计算机系统地隔离开。为了提高输出通道的驱动能力，采用 OC 门电路的输出方式。根据这个方案选用了 HY-6120 隔离型数字量 I/O 接口板。当电源电压  $V_{cc} = 5V$  时，每一路的驱动能力为 20mA。该接口在主机上使用的基地址设置为 280H。微位置促动器采用的是步进电机驱动。使用的是 45BF005 II。该电机控制方式是三相三拍，步距角为 3 度 / 步，走三相六拍时，步距角为 1.5 度 / 步，额定电压为 27V，

电流 2.5A, 相电阻为  $0.94\Omega$ , 相电感 15.8mH, 空载起动频率为 3K, 保持转矩 0.2N.M。45BF005 II 步进电机驱动出厂时给出矩频特性曲线表明: 大约在 300Hz 时, 出力  $<0.003\text{N.M}$ 。我们使用时避开了这个频率, 为了使出力接近于最大静转矩 0.196NM; 计算机输出的控制频率低于 100Hz。机械设计的微位移驱动器的最大行程约为 150 步 (240 步/周), 经过缩比后的每一步的位移量约为 50nm (三相六拍, 步距角为 1.5 度/步)。再采用 10 细分驱动电路, 即每一细分步为: 5 nm 左右。控制结构如图 3 所示。主机通过数字输出接口发出控制命令, 控制微位移驱动器的正 (反) 向位移。步进电机的 10 细分驱动具有内部半流锁定功能; 当输入控制信号停止施加约 3 秒后, 电机电流只是额定值的一半, 减少功耗。也就是说, 步进电机在保持状态下, 锁定在某相的时候, 相应产生的热量就少。这对微位移的检测是比较有利的。驱动器的内部具有过流保护, 电机绕组之间的短时间的短路, 将不会造成驱动器的损坏。驱动器内部具有过温保护, 当驱动器的温度达到  $80^{\circ}\text{C}$  时, 过温保护动作, 这时驱动器处于脱机状态。当温度下降  $10^{\circ}\text{C}$  后, 驱动器恢复工作。微位移传感器采用电容式传感器, 它的探测头是运算法电容测微仪的敏感部分; 其端面与待测表面形成电容, 使用圆柱形的测头, 六角形的子镜背面安放支架固定传感器的测头; 子镜背面贴一片金属片 (采用铟钢), 金属片与测头之间形成电容。在理想的情况下, 输出电压与相对距离的变化完全是线性关系。这就是使用电容式位移传感器的突出特点。本系统通讯采用安全控制字和自动身份认证的方法, 智能控制盒中的处理器自动分析数据和判断命令的正确性, 从而提高每个环节的运行可靠性, 其中安全控制字与身份认证的编码为自定义的方式。

实施例 2、与上例基本相同, 但位移传感器采用光电位移传感器, 即在每个子镜的背面设置光电管和小反光镜, 由光电管接收小反光镜反射的光束, 从而测得子镜的位移量。光电式传感器成本低、精度高, 安装简便。

实施例 3, 与上述实施例基本相同, 但位移驱动器上的反应式步进电机采用混合永磁式步进电机或稀土材料的电机。A/D 变换采用 16 bit, 闪速变换的采集模块。

说明书附图

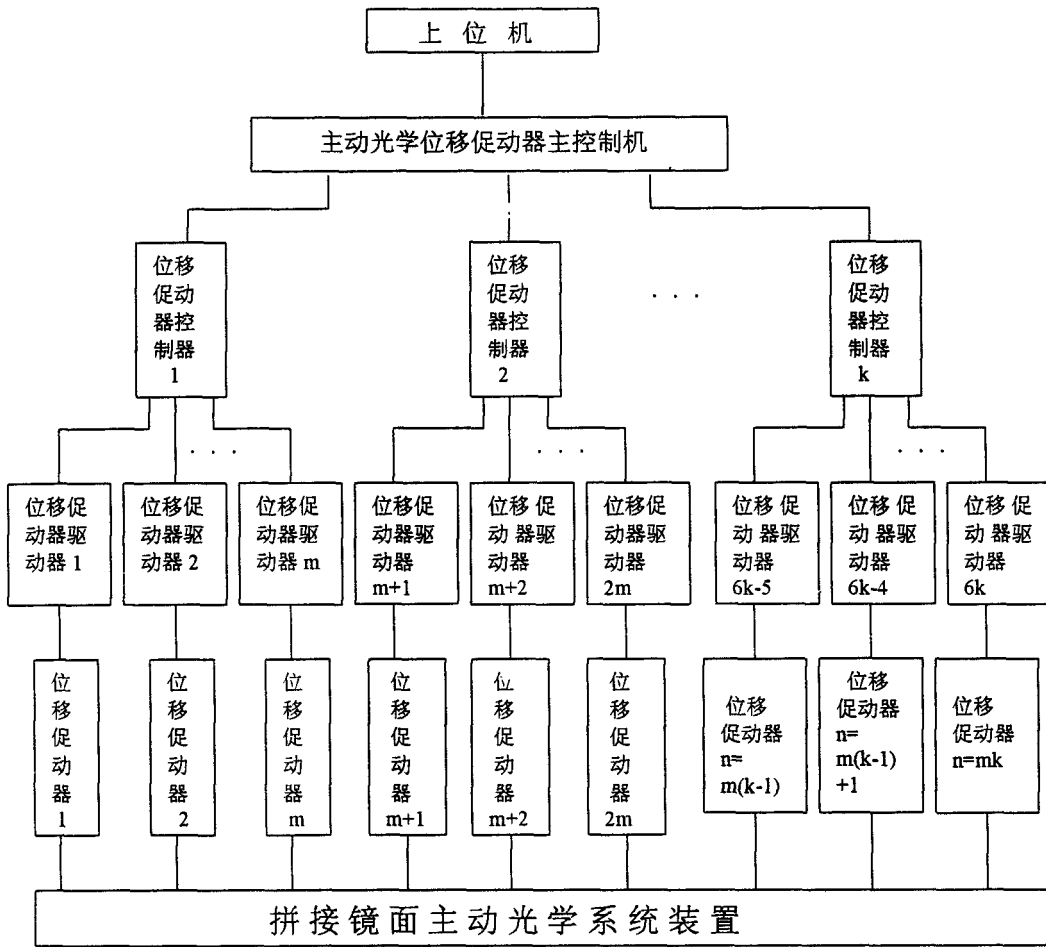


图 1

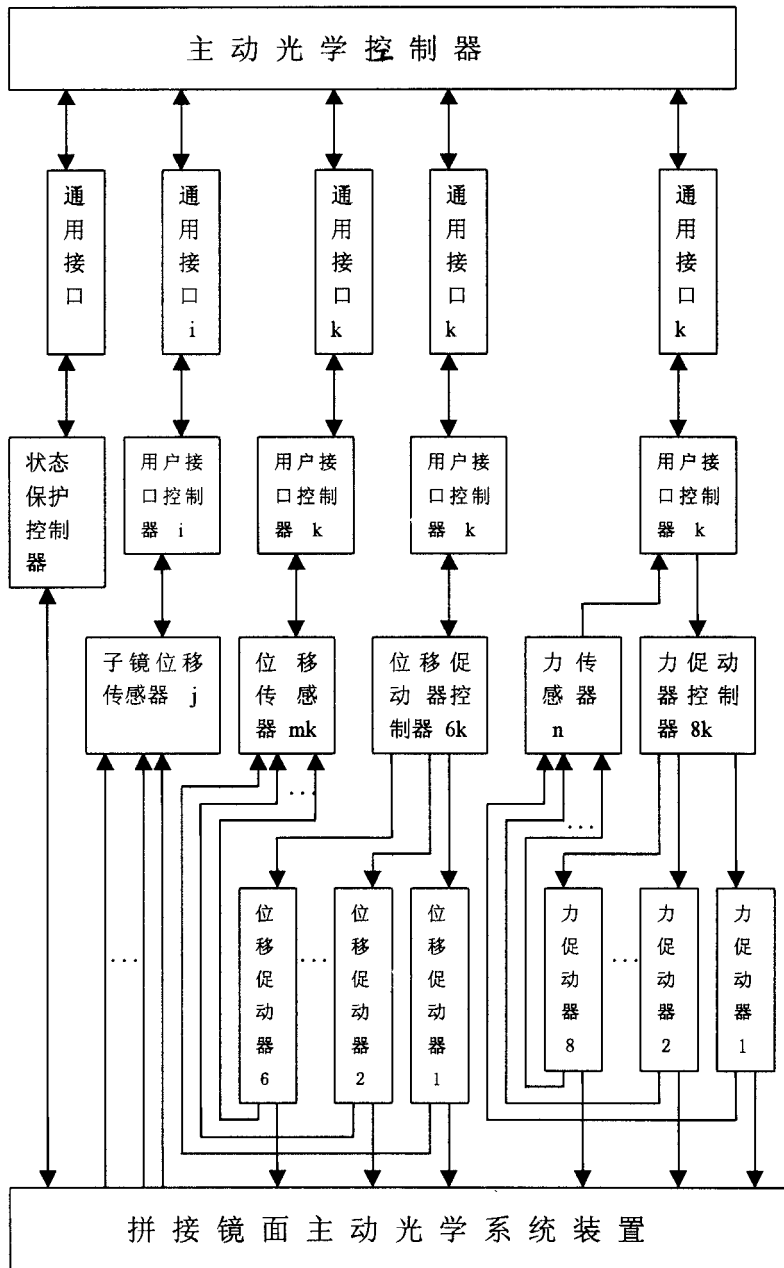


图 2