

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710026172.6

[43] 公开日 2008 年 1 月 30 日

[22] 申请日 2007.8.17

[21] 申请号 200710026172.6

[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 帅小应 张振超

[51] Int. Cl.

H04L 12/28 (2006.01)

H04L 12/403 (2006.01)

G05B 19/418 (2006.01)

[11] 公开号 CN 101114959A

[74] 专利代理机构 南京知识律师事务所

代理人 樊文红 栗仲平

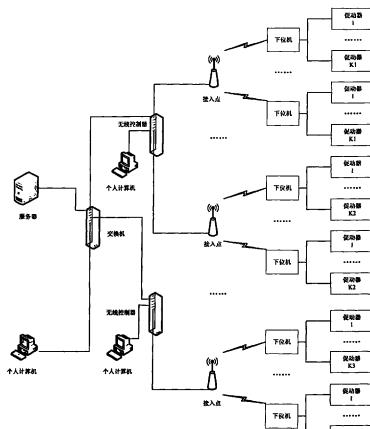
权利要求书 3 页 说明书 7 页 附图 3 页

[54] 发明名称

大型天文望远镜无线局域网控制系统

[57] 摘要

本发明涉及大型天文望远镜无线局域网控制系统，目的在于提供一种基于无线局域网的 TCS 控制系统，对整个望远镜系统提供有力、实时的及无线的控制。该系统由主控制系统和本地控制系统，所述主控制系统包括服务器、交换机和 PC；所述本地控制系统包括下位机 (LCU)、促动器，采用 RS485 总线网络结构；所述主控制系统与本地控制系统之间采用无线连接系统连接，所述无线连接系统为采用 802.11a 协议的无线局域网系统，由无线网卡、无线接入点、无线控制器和交换机组成；所述下位机通过所述无线网卡与所述无线接入点连接，所述无线接入点通过所述无线控制器与所述服务器及 PC 相连接。



1、一种大型天文望远镜无线局域网控制系统，由主控制系统和本地控制系统，所述主控制系统包括服务器、交换机和 PC，采用快速以太网网络结构；所述本地控制系统包括下位机（LCU）、促动器，采用 RS485 总线网络结构；其特征是：所述主控制系统与本地控制系统之间采用无线连接系统连接，所述无线连接系统为采用 802.11a 网路协议的无线局域网系统，由无线网卡、无线接入点、无线控制器和交换机组成；所述下位机通过所述无线网卡与所述无线接入点连接，所述无线接入点通过所述无线控制器与所述服务器及 PC 相连接，或通过所述无线控制器接入所述交换机再与所述服务器及 PC 相连接。

2、根据权利要求 1 所述的无线局域网控制系统，其特征是：所述 LCU 中设有 RTLinux 操作系统。

3、根据权利要求 1 所述的无线局域网控制系统，其特征是：该控制系统执行以下步骤：

- 1) 服务器接收通过检测系统得到的数据，处理运算得到每个促动器应加的力的大小；
- 2) 服务器采用异步非阻塞 I/O 依次向每个 LCU 发送数据；
- 3) AP 采用 PCF 方式与 LCU 之间通信；
- 4) LCU 接收数据，根据命令格式，向所属的促动器发送执行指令；
- 5) 促动器将执行结果返回给 LCU，LCU 通过无线方式传回 AP；
- 6) 服务器异步读取数据；
- 7) 本次通信过程结束。

4、根据权利要求 1 所述的无线局域网控制系统，其特征是：所述无线接入点采用 PCF 方式与 LCU 之间通信；无线接入点通过轮询方式将数据发送权交给各下位机，由无线接入点确定各下位机接入顺序和时间，并且交换控制帧信息。

5、根据权利要求 1 所述的无线局域网控制系统，其特征是：所服务器采用异步非阻塞 I/O 方式向每个 LCU 发送数据。

6、根据权利要求 1 所述的无线局域网控制系统，其特征是：所述无线接入点采用定向天线，调制成为条状覆盖范围。

7、根据权利要求 3 所述的无线局域网控制系统，其特征是：上述步骤 4) 中的命令格式包括子镜号、LCU ID、开环或闭环控制命令、力值、步数的命令格式。

8、根据权利要求 3 所述的无线局域网控制系统，其特征是：所服务器采用异步非阻塞 I/O 方式向每个 LCU 发送数据时，执行下列步骤：

服务器端：

- 1) 服务器创建 TCP 套接字；
- 2) 绑定端口号（5790）；
- 3) 监听无线网络连接；
- 4) 接受来自 LCU 数据；
- 5) 异步读、写数据；
- 6) 处理数据；
- 7) 转入步骤 3)。

客户端：

- i. 创建 TCP 套接字；

- ii. 连接服务器；
- iii. 读数据；
- iv. 处理数据；
- v. 写数据；
- vi. 结束。

大型天文望远镜无线局域网控制系统

技术领域

本发明涉及大型天文望远镜的控制系统，特别涉及大型天文望远镜无线局域网控制系统。

背景技术

大型天文望远镜的控制系统（TCS）是一个复杂的系统，包含有¹望远镜指向及跟踪控制系统、力促动器控制系统、位移促动器控制系统及圆顶控制系统等。通过力促动器控制系统及位移促动器系统，能克服薄镜面拼接望远镜镜面误差，使望远镜的像质提高，使大型天文望远镜的建造成为可能。大天区面积多目标光纤光谱天文望远镜（以下简称 LAMOST）分别由 24 块六角形子镜拼接成施密特改正板 M_A 和 37 块六角形子镜拼接成球面主镜 M_B 组成。 M_A 及 M_B 的每一块子镜分别由三套位移促动器控制镜面位移，共 183 套。 M_A 的每块子镜下装有 34 套力促动器，共 816 套。大型天文望远镜的子镜可以扩展到成千上万，并同时把位移控制和子镜变形控制集中在同一个控制系统里完成。由此带来控制对象的数量达到了空前庞大的程度，这对望远镜的控制系统提出了极大的挑战。

现有的望远镜控制系统都采用以太网控制或总线控制，控制系统中受控单元数有几千甚至上万个，控制系统网络工程难度大，尤其是在有限的范围内工程布线更为复杂。主控制机与本地控制单元之间都经过有线连接，而望远镜因跟踪天体要作指向及跟踪运动，太多的布线给望远镜的控制与运动带来了不便。

随着无线网络技术的发展，使实现基于无线网络的大型天文望远镜控制系统成为可能。

但是，望远镜的无线控制存在以下难点：

1、受控对象数量极大，成千上万，而且分布范围非常有限，一般在几十米的范围内；

2、受控对象抗干扰能力差，不易采用大功率无线发射装置，同时无线通信易受干扰；

3、望远镜控制系统对实时性及精确性要求高，要求网络响应速度快，传送数据准确及可靠性高；

4、无线局域网络中无线设备共享无线通信介质，当同一接入点接入无线设备过多时（一般几十个），因竞争资源而将严重影响通信性能，降低通信及响应速度；

5、无线接入点（AP）之间存在相互干扰，当多个 AP 信道重叠且覆盖范围重叠时，相互干扰严重，不能正常通信；

现有较为普遍的无线局域网 WLAN 为 802.11b 或 802.11g，均使用 2.4G 频段，只有三个非重叠信道，易受来自无线电话及微波的干扰。

发明内容

本发明的目的在于，克服望远镜的无线控制的难点，提供一种基于无线局域网（Wireless Local Network-WLAN）的 TCS(简称 WTCS)控制系统，对整个望远镜系统提供有力、实时的及无线的控制。

本发明的技术方案是：一种大型天文望远镜无线局域网控制系统，由主控制系统和本地控制系统，所述主控制系统包括服务器、交换机和 PC，采用快速以太网网络结构；所述本地控制系统包括下位机（LCU）、促动器，采用 RS485 总线网络结构；所述主控制系统与本地控制系统之间采用无线

连接系统连接，所述无线连接系统为采用 802.11a 网路协议的无线局域网系统，由无线网卡、无线接入点、无线控制器和交换机组成；所述下位机通过所述无线网卡与所述无线接入点连接，所述无线接入点通过所述无线控制器与所述服务器及 PC 相连接，或通过所述无线控制器接入所述交换机再与所述服务器及 PC 相连接。

所述局域网系统，采用 802.11a WLAN 结构，满足系统的稳定性、抗干扰性及传输速度。IEEE 802.11a，共有 12 个信道，信道分别为：5.15~5.25GHz 4 个信道；5.25~5.35GHz 4 个信道；5.725~8.725GHz 4 个信道。802.11a 采用正交频分多路复用（OFDM）调制技术，具有较强的抗干扰能力及高速的传输能力。本方法中选用 5.725~5.825 4 个信道，由于位移及力促动器控制系统中被控单元数较多，其中二信道用于位移及力促动器控制，另二个用于其他控制，每个信道对应于一个网络。设定每个 LCU 连接的 SSID，在望远镜控制系统中受控对象促动器的位置固定，限制网络漫游。并且作为本发明的进一步改进，AP 中采用定向天线，调制成为条状覆盖范围，避免相互干扰。

所述下位机（LCU）中设有 RTLinux 操作系统，在 LCU 中采用 RTLinux，适应系统实时响应的需求。

所述服务器中设有 Red Hat Linux 9 操作系统；所述 PC 中设有 Red Hat Linux 9 操作系统。

作为本发明的进一步改进，所述无线连接系统中，所述 AP 和本地控制系统之间采用时间片轮转算法进行轮询通信。在望远镜控制系统中，服务器主要发送的是控制信息，每次发送的数据量并不大，同时无线接入设备分布密度大，有限范围内数量大。针对无竞争型实时望远镜控制业务，采用点协调功能(PCF)的无线接入点（AP）集中控制接入算法，AP 通过轮询方式将数据发送权交给各下位机，从而无竞争地使用信道，由 AP 确定各节点接入顺序和时间，并且交换控制帧信息。

作为本发明的进一步改进，网络通信模式采用异步非阻塞 I/O（AIO）模型实现服务器端和下位机端的点对点之间的通信。异步非阻塞 I/O（AIO）模型是一种处理与 I/O 重叠进行的模型，使用异步 I/O 可以对处理和 I/O 操作重叠进行，构建 I/O 速度更快、效率更高的应用程序。服务器请求在成功发起后，请求会立即返回，在后台完成读/写操作，应用程序然后执行其他处理操作。当 I/O 的响应到达时，就会产生一个信号或执行一个基于线程的回调函数来完成这次 I/O 处理过程。在异步非阻塞 I/O 中，可以同时发起多个传输操作，可以更高效地使用可用 CPU 资源。在 AIO 中，利用 aiocb（AIO I/O Control Block）结构，此结构包含了有关传输的所有信息，`aio_read` 函数请求对一个有效的文件描述符进行异步读操作，`aio_write` 函数用来请求一个异步写操作。

所述大型天文望远镜无线局域网控制系统还包括执行以下步骤：

1. 服务器接收通过检测系统得到的数据，处理运算得到每个促动器应加的力的大小；
2. 服务器采用异步非阻塞 I/O 依次向每个 LCU 发送数据；
3. AP 采用 PCF 方式与 LCU 之间通信；
4. LCU 接收数据，根据命令格式，向所属的促动器发送执行指令；
5. 促动器将执行结果返回给 LCU，LCU 通过无线方式传回 AP；
6. 服务器异步读取数据；
7. 本次通信过程结束。

本发明与现有技术相比具有如下的优势：

1. 安装便捷。免去或减少了繁杂的网络布线，安放若干个接入点(Access Point)设备就可建立覆盖整个区域局域网络。
2. 易于扩展，减少系统控制复杂性，可灵活选择。

附图说明

图 1 是本发明实施例 1 大型天文望远镜无线局域网控制系统结构框图

图 2 是本发明实施例 1 中服务器采用异步非阻塞 I/O 向每个 LCU 发送数据的流程图

图 3 是本发明实施例 1 中服务器采用的异步非阻塞 I/O 模型图

图 4 是本发明实施例 1 中控制系统控制流程图

具体实施方式

实施例 1

LAMOST M_A每块子镜下装有 34 套力促动器，24 块子镜下共有 816 套力促动器，由 120 套 LCU 控制这 816 套力促动器，其控制系统如下：

如图 1 所示，一种大型天文望远镜无线局域网控制系统，包括主控制系统 1 和本地控制系统 2，主控制系统包括服务器、交换机和 PC，采用快速以太网网络结构；本地控制系统包括下位机（LCU）和促动器，采用 RS485 总线网络结构；主控制系统与本地控制系统之间采用无线连接系统连接，无线连接系统为采用 802.11a 网络协议的无线局域网系统，由无线网卡、无线接入点、无线控制器和交换机组成；下位机通过无线网卡与无线接入点连接，无线接入点通过无线控制器与 PC 相连接，以及无线接入点通过无线控制器接入交换机再与服务器及 PC 相连接。

无线局域网系统，采用 802.11a WLAN 结构，满足系统的稳定性、抗干扰性及传输速度。IEEE 802.11a，共有 12 个信道，信道分别为：5.15~5.25GHz 4 个信道；5.25~5.35GHz 4 个信道；5.725~8.725GHz 4 个信道。802.11a 采用正交频分多路复用（OFDM）调制技术，具有较强的抗干扰能力及高速的传输能力。本方法中选用 5.725~5.825 4 个信道，由于位移及力促动器控制系统中被控单元数较多，其中二信道用于位移及力促动器控制，另二个用于其

他控制，每个信道对应于一个网络。设定每个 LCU 连接的 SSID，在望远镜控制系统中受控对象促动器的位置固定，限制网络漫游。

如图 4 所示，大型天文望远镜无线局域网控制系统控制过程包括以下步骤：

1. 服务器接收通过检测系统得到的数据，处理运算得到每个促动器应加的力的大小；
2. 服务器采用异步非阻塞 I/O 依次向每个 LCU 发送数据；
3. AP 采用 PCF 方式与 LCU 之间通信；
4. LCU 接收数据，根据命令格式，向所属的促动器发送执行指令；
5. 促动器将执行结果返回给 LCU，LCU 通过无线方式传回 AP；
6. 服务器异步读取数据；
7. 本次通信过程结束。

上述步骤 4 中的命令格式包括子镜号、LCU ID、开环或闭环控制命令、力值、步数等命令格式。

AP 采用 PCF 方式与 LCU 之间通信：AP 通过轮询方式将数据发送权交给各下位机，下位机无竞争地使用信道，由 AP 确定各节点接入顺序和时间，并且交换控制帧信息。

如图 2 所示，服务器采用异步非阻塞 I/O 向每个 LCU 发送数据的流程如下：

服务器端：

- 1) 服务器创建 TCP 套接字；
- 2) 绑定端口号（5790）；
- 3) 监听无线网络连接；
- 4) 接受来自 LCU 数据；
- 5) 异步读、写数据；

-
- 6) 处理数据;
 - 7) 转入步骤 3)。

客户端：

- i. 创建 TCP 套接字;
- ii. 连接服务器;
- iii. 读数据;
- iv. 处理数据;
- v. 写数据;
- vi. 结束。

如图 3 所示，服务器采用的异步非阻塞 I/O (AIO) 模型如下：服务器请求在成功发起后，请求会立即返回，在后台完成读/写操作，应用程序然后执行其他处理操作。当 I/O 的响应到达时，就会产生一个信号或执行一个基于线程的回调函数来完成这次 I/O 处理过程。在异步非阻塞 I/O 中，可以同时发起多个传输操作，可以更高效地使用可用 CPU 资源。在 AIO 中，利用 aiocb (AIO I/O Control Block) 结构，此结构包含了有关传输的所有信息，`aio_read` 函数请求对一个有效的文件描述符进行异步读操作，`aio_write` 函数用来请求一个异步写操作。

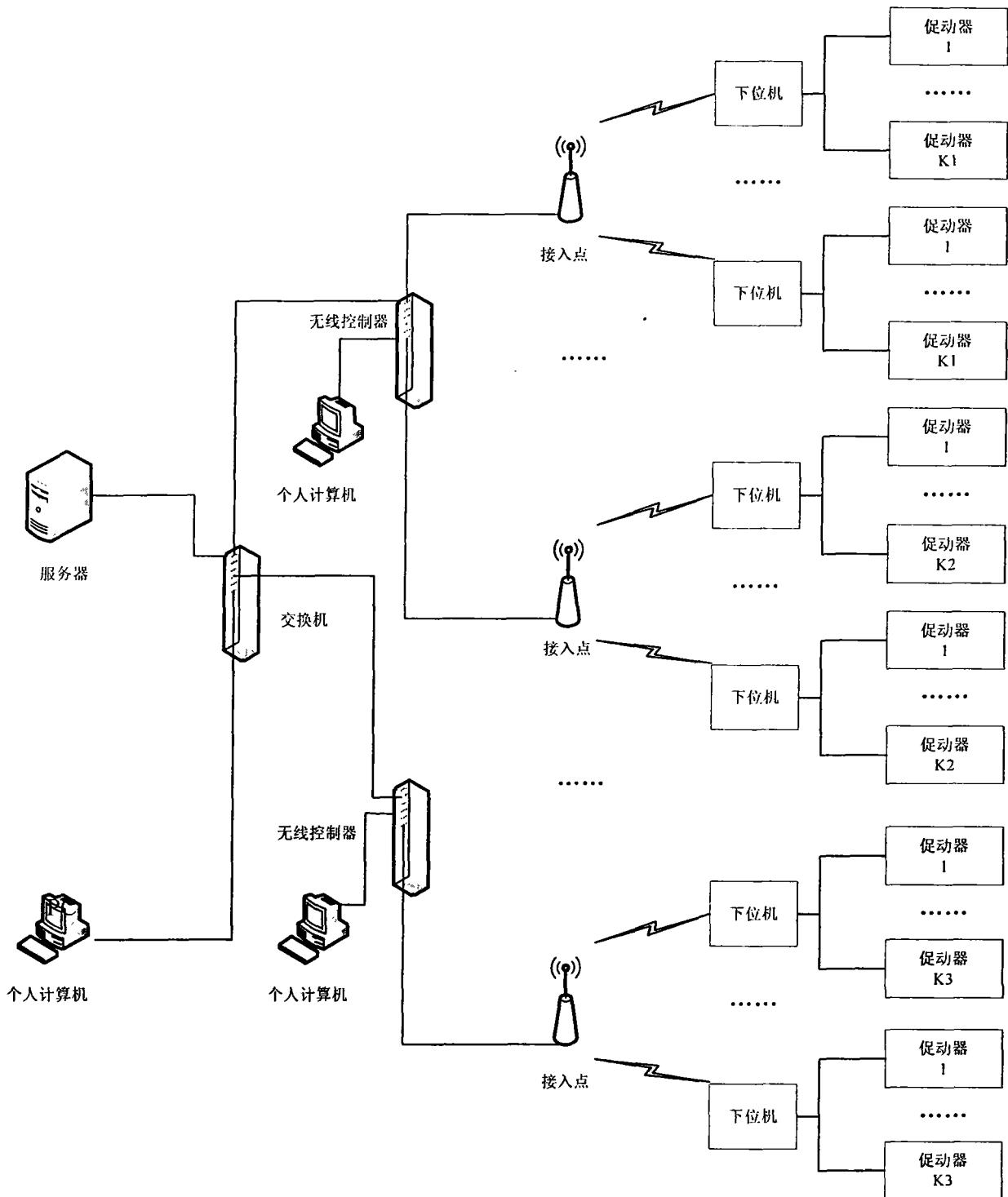


图 1

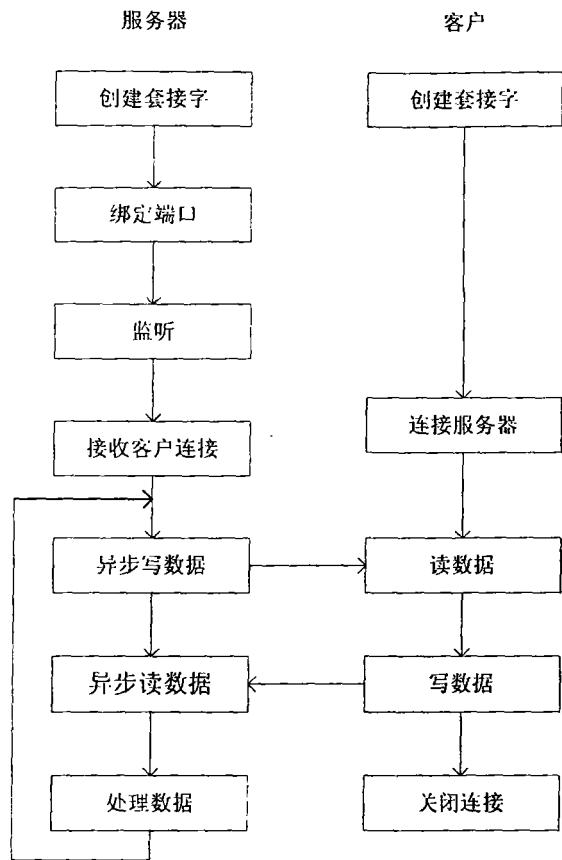


图 2

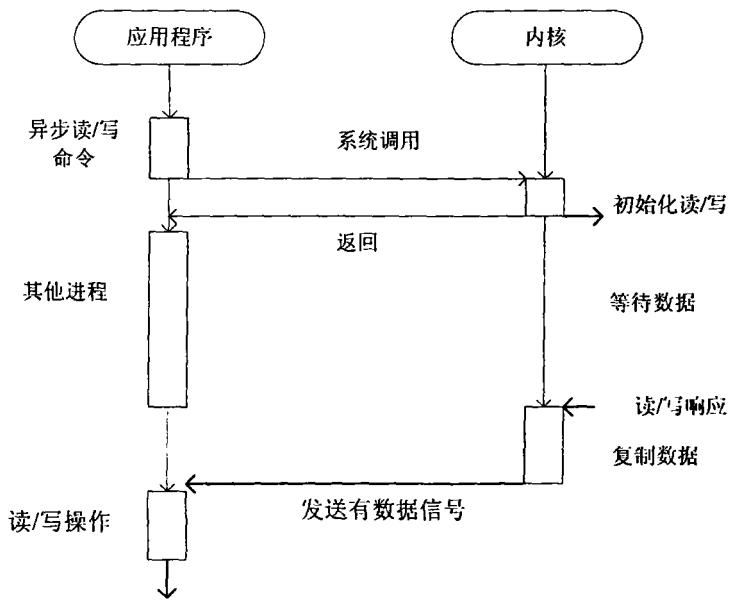


图 3

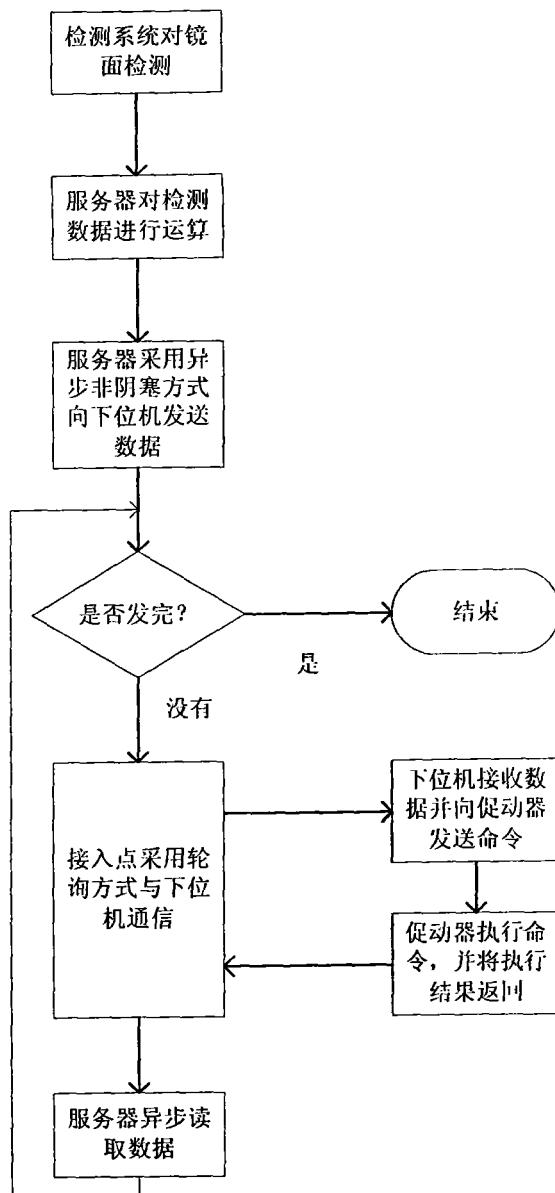


图 4