

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102880131 A

(43) 申请公布日 2013.01.16

(21) 申请号 201210342893.9

(22) 申请日 2012.09.14

(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 李晓燕 汪达兴

(74) 专利代理机构 江苏致邦律师事务所 32230
代理人 栗仲平

(51) Int. Cl.

G05B 19/418 (2006.01)

G05D 23/19 (2006.01)

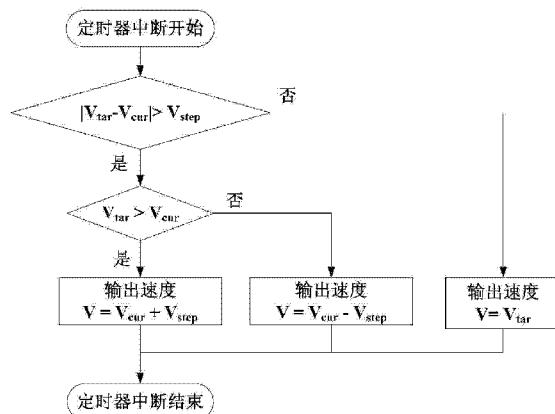
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 3 页

(54) 发明名称

应用于南极天文望远镜的软件控制方法

(57) 摘要

应用于南极天文望远镜的软件控制方法：
(1)“指令”形式采用有规定格式的字符串，“指令”从另一台计算机发出，通过卫星通信或者局域网，将“指令”传送给控制软件；(2)南极天文望远镜中的控制软件接收到“指令”后进行指令解析；(3)由控制计算机内置的位置控制卡和驱动控制器完成控制系统的位罝闭环；(4)由驱动控制器完成控制系统的电流闭环和速度闭环；(5)计算机控制软件完成外环的位置控制算法，以及望远镜运动的加速和减速控制算法；控制望远镜进行相应的动作，完成望远镜的控制操作；(6)望远镜控制软件镜面加热控制方法。本发明能够满足南极天文望远镜在南极低温、低压极端环境下的系统调试与观测运行中的特殊要求。



1. 一种应用于南极天文望远镜的软件控制方法,其特征在于,步骤如下:

(1). “指令”形式采用有规定格式的字符串,

“指令”从南极地区以外的控制台计算机发出,通过卫星通信,将“指令”传送给设置在南极现场的卫星信号接收设备 OpenPort, OpenPort 与望远镜控制计算机以及其他计算机和仪器组成局域网,OpenPort 通过该局域网再将指令传送给望远镜控制计算机的控制软件;

(2). 南极天文望远镜中望远镜控制计算机的控制软件接收到“指令”后进行指令 的校验和 解析;

(3). 由控制计算机和驱动控制器完成控制系统的位置闭环;

(4). 由驱动控制器完成控制系统的电流闭环和速度闭环;

(5). 计算机控制软件完成外环的位置控制算法,以及望远镜运动的加速和减速控制算法;控制望远镜进行相应的动作,完成望远镜的控制操作;

(6). 望远镜控制软件镜面加热控制方法:采集镜面三个传感器温度值,取平均值作为镜面温度;采集环境温度传感器温度值,与镜面温度进行比较,根据二者的温度差,输出不同的加热功率,到镜面导电膜的电流控制机构。

2. 根据权利要求 1 所述的应用于南极天文望远镜的软件控制方法,其特征在于,步骤(1)所述的“指令”字符串格式为:

<ID=N><para=value>[<para=value>] ;

其中:N 为正整数,代表每条指令的唯一的识别号;para 为字符串,代表参数名称;value 可为数值型或字符串型,代表参数的值;其中,<para=value> 项可以是一项,也可以是数项。

3. 根据权利要求 1 所述的应用于南极天文望远镜的软件控制方法,其特征在于,步骤(1)、(2)所述的具体操作是:指令的发送是通过卫星通信,登陆望远镜控制计算机,将指令文件传送至指定的“接收目录”下;望远镜控制软件定时扫描指定“接收目录”,发现目录中有文件存在时,读取文件中的指令,判断指令格式是否正确,如果正确则解析指令,完成指令规定的动作;执行过程中,控制软件将反馈信息写入新的文件,保存在指定“发送目录”下;取回反馈信息的方法是通过卫星通信,登陆望远镜控制计算机,将指定“发送目录”下的文件传回。

4. 根据权利要求 1 所述的应用于南极天文望远镜的软件控制方法,其特征在于,步骤(3)的具体操作方法是:控制软件计算望远镜两轴此刻的理论轴角位置,读取望远镜两轴此刻的实际轴角位置,二者之差为两轴此刻的位置误差;由 PID 控制理论,采用离散的 PID 控制算法,计算望远镜两轴此刻的理论运行速度,将其转化为相应指令,输出给驱动控制器。

5. 根据权利要求 1 所述的应用于南极天文望远镜的软件控制方法,其特征在于,步骤(4)的具体操作方法是:电流闭环中,霍尔电流传感器采集实际输出电流,硬件电路比较实际值与理论值的差别,实现闭环;速度闭环中,伺服电动机的旋转变压器做速度反馈,硬件电路比较速度实际值与理论值的差别,做出补偿,实现闭环。

6. 根据权利要求 1-5 之一所述的应用于南极天文望远镜的软件控制方法,其特征在于,步骤(5)所述的控制望远镜进行相应的动作,是采用二档速度控制算法,该二级调速的软件控制方法为:计算机通过 D/A 转换卡将 12 位数字量转化为模拟量,作为速度给定送入驱

动器；在 D/A 转换过程中，设置两档最高速度模式：1) 高速模式；12 位数字量 0~4095 输出 0~10V 电压；2) 低速模式中，12 位数字量 0~4095 输出 0~0.625V 电压；输出电压越高，望远镜运动速度越快。

应用于南极天文望远镜的软件控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种天文望远镜的软件控制方法,具体涉及一种应用在南极天文望远镜的软件控制方法,该方法可以在有卫星通信和局域网的前提下,实现南极天文望远镜的非现场调试、控制参数修改、维护、操作和运行。

背景技术

[0002] 天文望远镜的控制软件,其核心功能是实现对天文目标的位置指向和跟踪。指向和跟踪的具体实现算法根据硬件配置和软件结构的不同有所区别。传统望远镜通常通过控制软件进行现场调试和观测。操作时通常通过人机交互界面,直观地了解望远镜各项状态指标,通过鼠标和键盘对望远镜发送“指令”,对望远镜的运动进行操作和控制,实现调试和运行。这种人机交互的操作方式,可以满足望远镜的现场调试和有人值守的天文观测。

[0003] 近年来的,理论研究和实际观测发现,南极大陆有优越的天文观测条件。南极大陆的天文观测环境已经成为国际上天文观测研究的热点。中国在2007~2008年第24次南极科考期间,在南极大陆至高点—DOME A成功安装运行了自动天文观测站(PLATO)和小型光学天文观测望远镜阵(CSTAR),2011~2012年第28次南极科考期间,安装第一台全自动的南极巡天望远镜(AST3-1)。十二·五期间还将陆续进行第二、第三台南极巡天望远镜(AST3-2, AST3-3)的研制和安装、2.5米大视场光学/红外望远镜KDUST等的研制。

[0004] 目前,DOME A尚未建立越冬站,每年1月份有科考队员抵达DOME A,驻留时间通常在20~25天左右。在这种情况下,安装在南极的天文望远镜对控制软件设计来说,面临着特殊的挑战,主要归纳为:1)安装周期短,人力少;2)现场调试的时间短,间隔时间长(接近1年);3)系统达到最优控制的调试要通过软件远程完成;4)天文观测时望远镜现场处于无人值守状态。同时,南极天文望远镜运行于低温、低压的极地环境下,其结构与软件控制系统都需要满足极端环境的运行要求;用于南极地区天文望远镜的电源供电主要是由燃油发电机发电供电(太阳能、电池组做备用供电),其受燃油、气压、燃油发电机运行情况等因素影响较大,不能保证有较高的电源供电质量。

发明内容

[0005] 为了满足南极天文望远镜在南极低温、低压极端环境下的系统调试与观测运行中的特殊要求,本发明提供一种应用于南极天文望远镜的软件控制方法,该方法能够在现场无人值守状态下,通过远程控制,在天文望远镜的调试阶段,使系统达到最优控制;在正常观测状态下,采用精简的控制结构通过软件远程完成对望远镜的控制、操作,以减少故障点,提高系统的可靠性。

[0006] 完成上述发明任务的技术方案是:一种应用于南极天文望远镜的软件控制方法,其特征在于,步骤如下:

(1). “指令”形式采用有规定格式的字符串,“指令”从南极地区以外的控制台计算机发出,通过卫星通信,将“指令”传送给设置在南极现场的卫星信号接收设备OpenPort,

OpenPort 与望远镜控制计算机以及其他计算机和仪器组成局域网, OpenPort 通过该局域网再将指令传送给望远镜控制计算机的控制软件。

[0007] (2). 南极天文望远镜中望远镜控制计算机的控制软件接收到“指令”后进行指令的校验(要判断指令的格式、参数名、参数数值是否正确)和解析;

(3). 由控制计算机和驱动控制器完成控制系统的位罝闭环;

具体方法是控制软件计算望远镜两轴此刻的理论轴角位置,读取望远镜两轴此刻的实际轴角位置,二者之差为两轴此刻的位置误差。由PID控制理论,采用离散的PID控制算法,计算望远镜两轴此刻的理论运行速度,将其转化为相应指令,输出给驱动控制器。

[0008] (4). 由驱动控制器完成控制系统的电流闭环和速度闭环;

具体方法是:电流闭环中,霍尔电流传感器采集实际输出电流,硬件电路比较实际值与理论值的差别,实现闭环;速度闭环中,伺服电动机的旋转变压器做速度反馈,硬件电路比较速度实际值与理论值的差别,做出补偿,实现闭环。

[0009] (5). 计算机控制软件完成外环的位置控制算法,以及望远镜运动的加速和减速控制算法;控制望远镜进行相应的动作,完成望远镜的控制操作;

(6). 望远镜控制软件镜面加热控制方法:采集镜面三个传感器温度值,取平均值作为镜面温度;采集环境温度传感器温度值,与镜面温度进行比较,根据二者的温度差,输出不同的加热功率,到镜面导电膜的电流控制机构。

[0010] 其中步骤(6)为日常观测中随时使用的步骤。使用该步骤时,与其他步骤没有时间先后的限制。

[0011] 本发明基于中国科学院国家天文台南京天文光学技术研究所研制的第一台南极巡天望远镜(AST3-1)的硬件控制系统。其特点是:

1. 传统有人值守的望远镜,通过控制软件的交互界面,直观地了解望远镜各项状态指标,通过鼠标和键盘对望远镜发送“指令”,对望远镜的运动进行控制,实现调试和运行。

[0012] 南极天文望远镜控制软件,其特征在于,“指令”形式为有规定格式的字符串,“指令”从另一台计算机发出,通过卫星通信或者局域网,将“指令”传送给控制软件,控制软件接收到“指令”后进行指令解析,控制望远镜进行相应的动作,完成望远镜的控制操作。在此过程中,没有在现场对控制软件的直接操作。

[0013] 2. 对于传统中纬度台址的望远镜控制系统,没有极端环境运行要求,通常由控制计算机内置的位置控制卡和驱动控制器完成控制系统的位罝闭环。南极天文望远镜运行于低温、低压的极地环境下,为减少故障点,提高系统的可靠性,尽可能采用精简的控制结构,没有采用单独的位置控制卡。而是由驱动控制器完成控制系统的电流闭环和速度闭环,计算机控制软件完成外环的位置控制算法。

[0014] 南极望远镜控制软件特征在于,由计算机控制软件完成外环的位置控制算法,以及望远镜运动的加速和减速控制算法。

[0015] 3. 传统中纬度台址的光学望远镜,通常都有保护镜盖,镜盖通过人工或者电动打开/关闭。由于Dome A有三、四个月的极夜可以连续观测,另外为了减少故障点,增加控制系统的可靠性,南极望远镜没有设计镜盖。入瞳镜面直接暴露于外部环境中,为了镜面的除冰去雪,镜面加镀导电膜。

[0016] 南极望远镜控制软件的特征在于:控制软件有镜面加热控制,即镜面导电膜的通

断电控制由望远镜控制软件完成,保证镜面温度略高于环境温度,防止镜面结霜。

[0017] 4. 由于天文望远镜两驱动轴运动速度范围较大,通常最高速与最低速的比率达到3600:1以上,南极天文望远镜的运行速度还和望远镜的轴角安装精度有关,为了保证望远镜赤经、赤纬轴的极轴微量修正,因此需要保证驱动器有较一般望远镜更大的调速范围。因此,控制回路中必须采用高精度数模转换器来完成,它必须有高精度、低纹波系数的电源来支撑,用于南极地区天文望远镜的电源供电主要是由燃油发电机发电供电,其受燃油、气压、燃油发电机运行情况等因素影响较大,不能保证有较高的电源供电质量。传统望远镜控制系统的解决方案有:1)增加控制卡,分别负责望远镜高速和低速运行的控制;2)将望远镜运行速度限为高速、中速、低速三档,分别用不同的控制电路或算法保证精度。

[0018] 这二种方案都难在南极天文望远镜中使用,南极望远镜控制系统为了增加系统的可靠性,方案采用低精度的12位D/A转换器自动衰减16倍和不衰减二种控制模式进行控制,可以获得近似16位D/A数模转换器的使用效果,运行速度不需要设档,即可完成宽范围的无级变速。具体方案如图1所示。为了保证望远镜较宽范围的平稳速度控制,需要采取二档调速,并实现二种速度的平稳对接,二档调速算法由控制软件完成。

[0019] 南极望远镜控制软件的特征在于,望远镜加速和减速算法采用二档调速算法。

[0020] 本发明的应用于南极天文望远镜的软件控制方法,能够满足南极天文望远镜在南极低温、低压极端环境下的系统调试与观测运行中的特殊要求,该方法能够在无人值守状态下,通过远程控制,在天文望远镜的调试阶段,使系统达到最优控制的调试状态;在正常观测状态下,采用精简的控制结构通过软件远程完成对望远镜的控制、操作,以减少故障点,提高系统的可靠性。

附图说明

[0021] 图1为速度控制方案流程图;

图2为加速/减速控制算法流程图;

图3为位置闭环控制算法流程图;

图4为镜面温度控制算法流程图;

图5为二档速度控制算法流程图。

具体实施方式

[0022] 实施例1,中国科学院国家天文台南京天文光学技术研究所研制的第一台南极巡天望远镜(AST3-1)的硬件控制系统。

[0023] 1. 对于“特征1”,南极望远镜可解析的“指令”字符串格式为:

<ID=N><para=value>[<para=value>];

其中:N为正整数,代表每条指令的唯一的识别号;para为字符串,代表参数名称;value可为数值型或字符串型,代表参数的值。<para=value>项可以是一项,也可以是多项。

[0024] 例如指令“<ID=2>;”指令含义为:返回望远镜状态信息。

[0025] 指令“<ID=6><RA=12.34><DEC=56.789>;”指令含义为:望远镜指向并跟踪赤道坐标系坐标为(12.34°, 56.789°)的天体目标。

[0026] 2. 对于“特征 1”，“指令”的传输有两种方式：

1) 文件式：指令的发送是通过卫星通信，登陆望远镜控制计算机，将指令文件传送至指定的“接收目录”下。望远镜控制软件定时扫描指定“接收目录”，发现目录中有文件存在时，读取文件中的指令，判断指令格式是否正确，如果正确则解析指令，完成指令规定的动作。执行过程中，控制软件将反馈信息写入新的文件，保存在指定“发送目录”下。取回反馈信息的方法是通过卫星通信，登陆望远镜控制计算机，将指定“发送目录”下的文件传回。

[0027] 2) SOCKET 方式：望远镜控制软件建立基于 TCP/IP 协议的 SOCKET 服务器端，侦听客户端连接请求。另一台计算机要想控制望远镜的运行，可以与望远镜控制计算机组建局域网，向望远镜控制软件端口发送连接请求。建立连接后，客户端将“指令”信息流发送给控制软件服务器端，控制软件对指令进行判断和解析，完成指令规定的动作。执行过程中，控制软件将反馈信息发送给客户端。

[0028] 3. 对于“特征 2”，望远镜运动的加速和减速控制由望远镜控制软件完成。具体算法流程如图 2 所示。 V_{tar} 为目标速度值， V_{cur} 为当前速度值， V_{step} 为加速度值。

[0029] 4. 对于“特征 2”，望远镜运动的外环位置控制的算法有望远镜控制软件完成，具体算法流程如图 3 所示。S1, S2, S3 为指定的减速位置差阈值；V1, V2, V3 为指定限定速度。

[0030] 5. 对于“特征 3”，望远镜控制软件镜面加热控制方法：采集镜面三个传感器温度值，取平均值作为镜面温度。采集环境温度传感器温度值，与镜面温度进行比较，根据二者的温度差，输出不同的加热功率。控制算法流程图如图 4 所示。

[0031] 6. 对于“特征 4”，二档调速的软件控制方法为：计算机通过 D/A 转换卡将 12 位数字量转化为模拟量，作为速度给定送入驱动器。在 D/A 转换过程中，设置两档最高速度模式：1) 高速模式。12 位数字量 0~4095 输出 0~10V 电压；2) 低速模式中，12 位数字量 0~4095 输出 0~0.625V 电压。输出电压越高，望远镜运动速度越快。

[0032] 软件速度控制算法为：设定一个速度阈值 V_s ，如果目标输出速度 $V > V_s$ ，采用高速模式输出；如果 $V \leq V_s$ ，则采用低速模式输出。具体算法流程如图 5 所示。

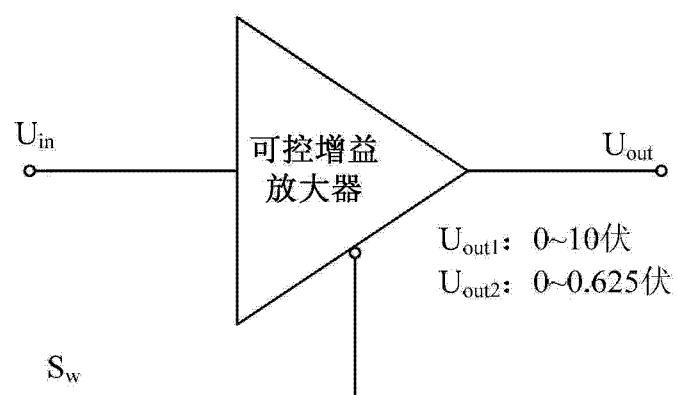


图 1

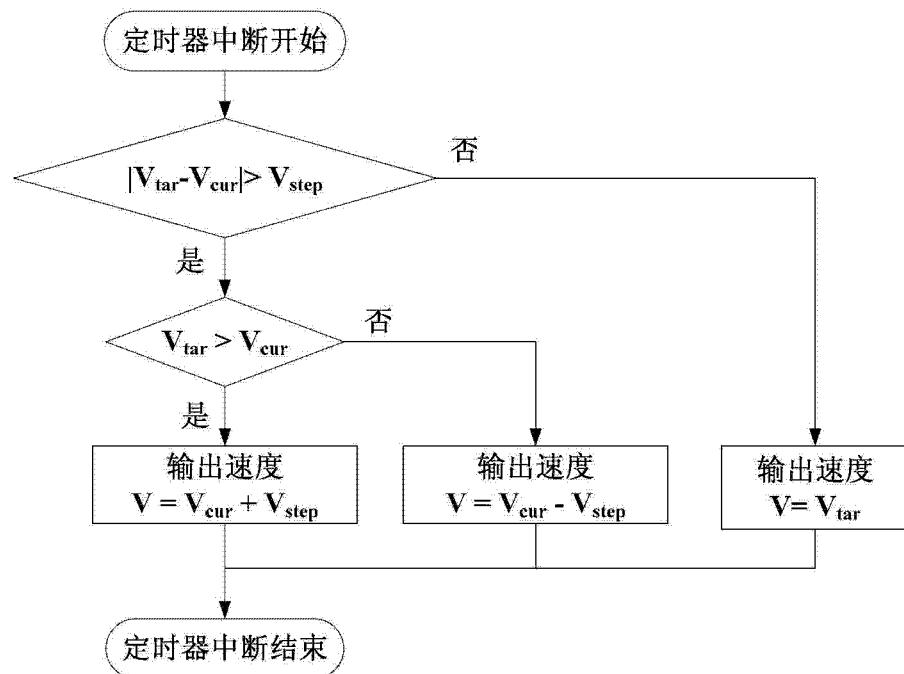


图 2

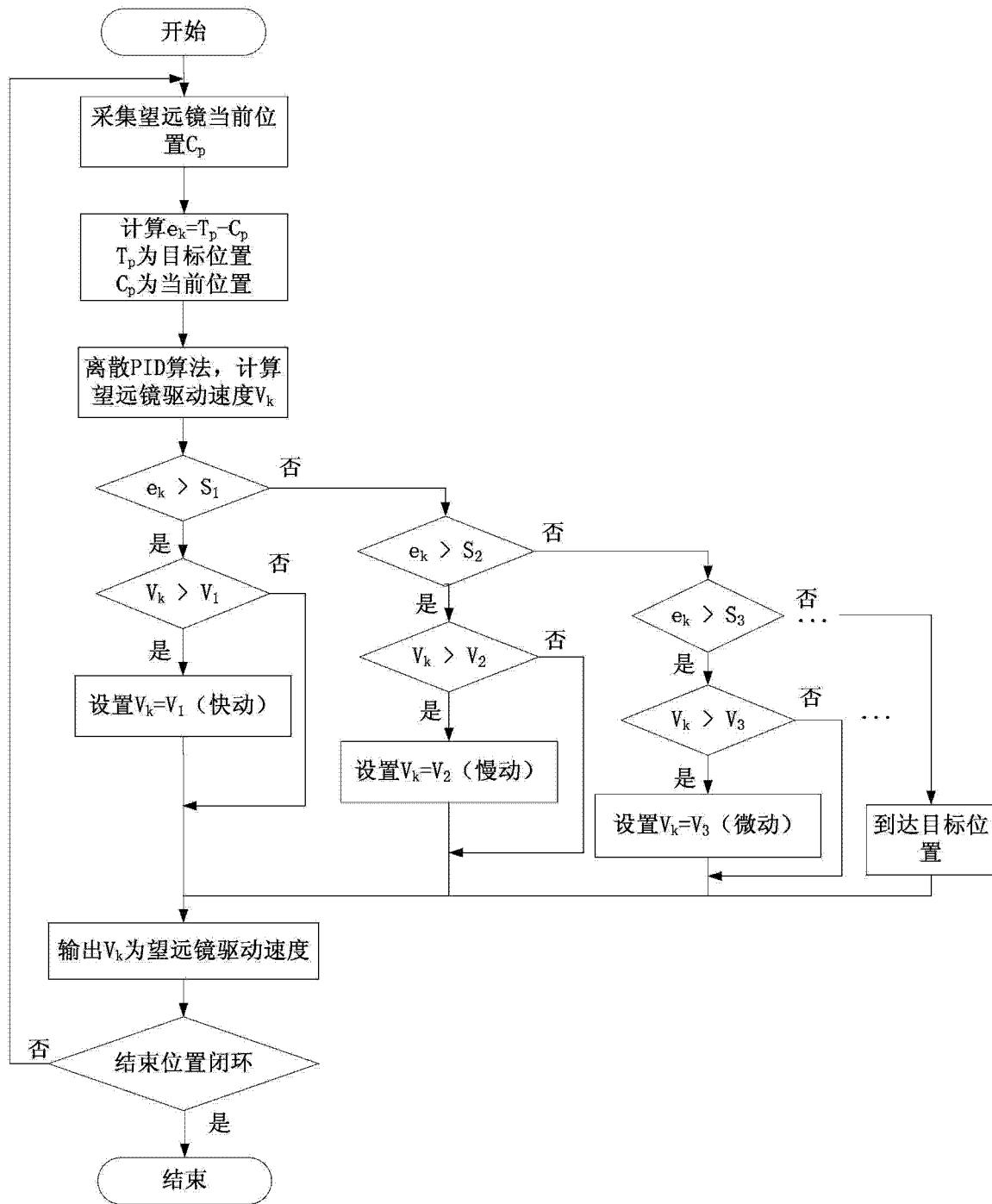


图 3

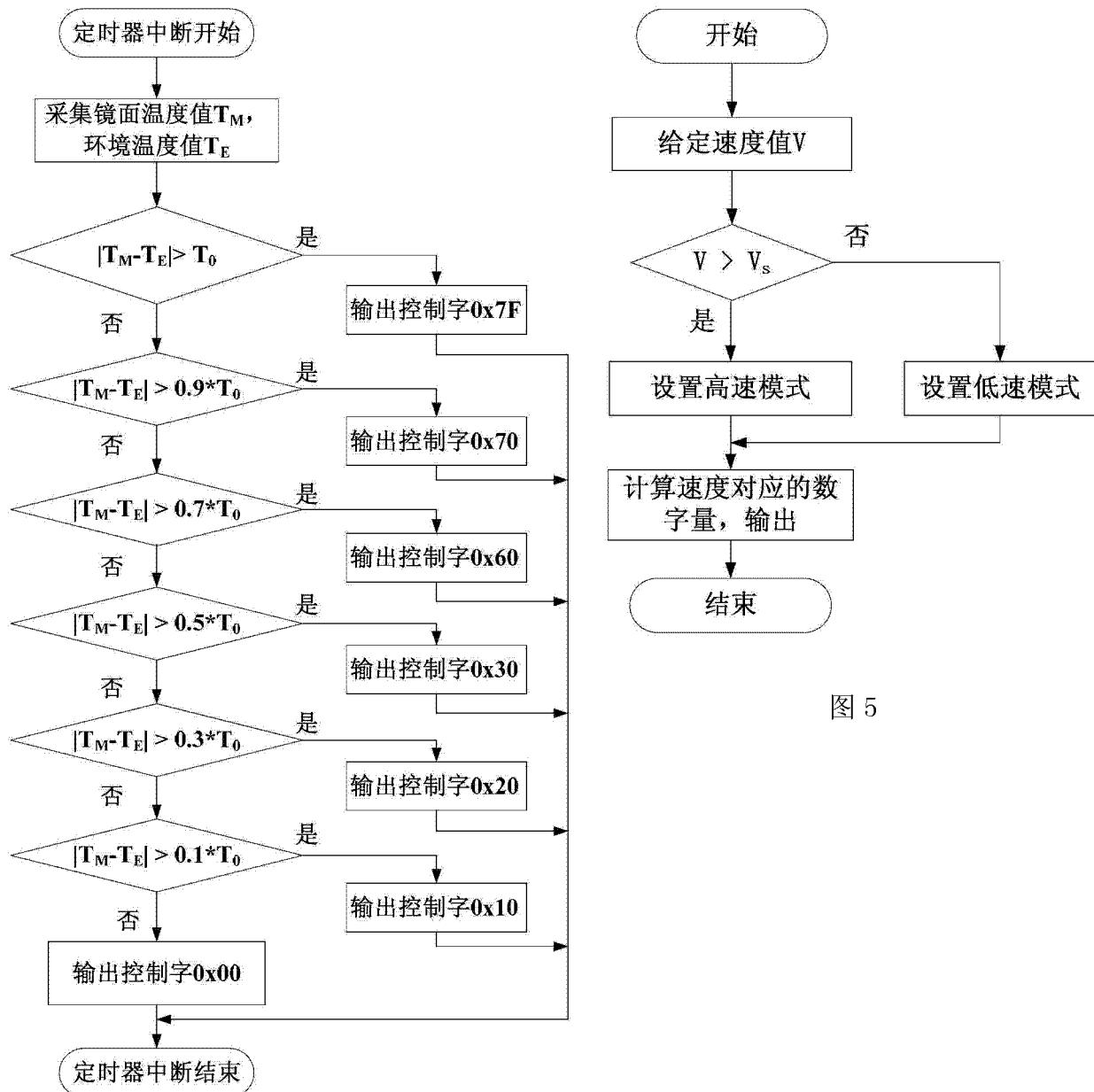


图 4

图 5