



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710171523.2

[43] 公开日 2008年5月14日

[11] 公开号 CN 101178593A

[22] 申请日 2007.11.30
[21] 申请号 200710171523.2
[71] 申请人 上海奈凯电子科技有限公司
地址 200032 上海市斜土路1221号305室
[72] 发明人 刘永生 汪永生 郑之开 汤同奎

[74] 专利代理机构 上海智信专利代理有限公司
代理人 王洁

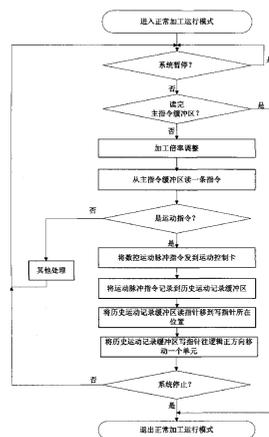
权利要求书3页 说明书9页 附图3页

[54] 发明名称

数控机床系统中实现倒行运动控制的方法

[57] 摘要

本发明涉及一种数控机床系统中实现倒行运动控制的方法，包括正常运动控制处理操作、倒行运动控制处理操作和正行运动控制处理操作，正常运动控制处理操作中系统将运动指令存储到历史运动记录缓冲区，倒行运动控制处理操作中系统在历史运动记录缓冲区中反向读取运动指令，正行运动控制处理操作中系统在历史运动记录缓冲区中正向读取运动指令。采用该种数控机床系统中实现倒行运动控制的方法，实现了精确倒行运动控制，过程简单方便，操作过程快捷高效，实际运行情况下准确可靠，能满足数控系统中进行精确倒行运动的控制要求，可运用到高压水射流切割及其它数控行业，适用范围较为广泛，为数控机床系统运动控制技术的进一步发展奠定了坚实的基础。



1、一种数控机床系统中实现倒行运动控制的方法，其特征在于，所述的系统中设置有历史运动记录缓冲区，所述的方法包括正常运动控制处理操作、倒行运动控制处理操作和正行运动控制处理操作，所述的正常运动控制处理操作包括以下步骤：

(11) 系统根据用户操作信息进入正常加工运行模式；

(12) 系统进行指令读取操作；

(13) 系统判断该指令是否为运动指令；

(14) 如果是，则系统将该运动指令发送到数控机床系统的运动控制模块，并将该运动指令存储到历史运动记录缓冲区；

(15) 如果否，则系统根据该指令进行其它处理；

(16) 返回上述步骤(12)；

所述的倒行运动控制处理操作包括以下步骤：

(21) 系统根据用户操作信息进入反向加工运行模式；

(22) 系统在历史运动记录缓冲区中进行反向读取运动指令操作；

(23) 系统将读取的运动指令的方向反向，并发送到数控机床系统的运动控制硬件模块；

(24) 系统根据用户操作判断是否需要退出反向加工运行模式；

(25) 如果是，则退出反向加工运行模式；反之，则返回上述步骤(22)；

所述的正行运动控制处理操作包括以下步骤：

(31) 系统根据用户操作信息进入正向加工运行模式；

(32) 系统在历史运动记录缓冲区中进行正向读取运动指令操作；

(33) 系统将读取的运动指令发送到数控机床系统的运动控制硬件模块；

(34) 返回上述步骤(32)。

2、根据权利要求1所述的数控机床系统中实现倒行运动控制的方法，其特征在于，所述的历史运动记录缓冲区中设置有首数据位置指针、读数据位置指针和写数据位置指针，所述的将该运动指令存储到历史运动记录缓冲区，包括以下步骤：

(141) 如果历史运动记录缓冲区中尚未存储有任何记录，则将首数据位置指针、读数据位置指针和写数据位置指针均指向同一记录单元；

(142) 系统将运动指令中的信息写入所述的写数据位置指针所指向的记录单元中；

(143) 如果该历史运动记录缓冲区中所有记录单元均写满，且该写数据位置指针与所述

的首数据位置指针所指向的记录单元相同，则将首数据位置指针向逻辑正方向移动一个记录单元；

(144) 系统将所述的读数据位置指针指向所述的写数据位置指针所指向的记录单元；

(145) 系统将所述的写数据位置指针向逻辑正方向移动一个记录单元。

3、根据权利要求2所述的数控机床系统中实现倒行运动控制的方法，其特征在于，所述的系统在历史运动记录缓冲区中进行反向读取运动指令操作，包括以下步骤：

(221) 如果所述的读数据位置指针所指向的记录单元为所述的首数据位置指针所指向的记录单元的在逻辑负方向上的下一个单元，且该读数据位置指针最近一次是沿逻辑负方向越过首数据位置指针，则系统退出反向加工运行模式；

(222) 系统进行数控机床加工倍率调整；

(223) 系统从所述的读数据位置指针所指向的记录单元中读取运动指令中的信息；

(224) 系统将所述的读数据位置指针向逻辑负方向移动一个记录单元，并返回。

4、根据权利要求3所述的数控机床系统中实现倒行运动控制的方法，其特征在于，所述的系统在历史运动记录缓冲区中进行正向读取运动指令操作，包括以下步骤：

(321) 如果所述的写数据位置指针所指向的记录单元为所述的读数据位置指针所指向的记录单元的逻辑正方向的下一个单元，且该读数据位置指针并非最近一次是沿逻辑负方向越过写数据位置指针，则系统退出正向加工运行模式；

(322) 系统进行数控机床加工倍率调整；

(323) 系统将所述的读数据位置指针向逻辑正方向移动一个记录单元；

(324) 系统从所述的读数据位置指针所指向的记录单元中读取运动指令中的信息，并返回。

5、根据权利要求2至4中任一项所述的数控机床系统中实现倒行运动控制的方法，其特征在于，所述的运动指令中的信息包括轴信息、各单轴运动脉冲数和运动方向信息。

6、根据权利要求5所述的数控机床系统中实现倒行运动控制的方法，其特征在于，所述的运动指令中的信息还包括数控机床输出端口开关动作信息。

7、根据权利要求1至4中任一项所述的数控机床系统中实现倒行运动控制的方法，其特征在于，所述的系统中设置有主指令缓冲区，所述的系统进行指令读取操作，包括以下步骤：

(121) 系统判断所述的主指令缓冲区中是否存在未读取指令；

(122) 如果否，则退出正常加工运行模式；

(123) 系统进行数控机床加工倍率调整；

(124) 系统从所述的主指令缓冲区中读取指令。

8、根据权利要求1至4中任一项所述的数控机床系统中实现倒行运动控制的方法，其特征在于，所述的用户操作信息为数控机床上的手轮操作控制信息或者控制命令操作信息。

9、根据权利要求1至4中任一项所述的数控机床系统中实现倒行运动控制的方法，其特征在于，所述的历史运动记录缓冲区的空间大小L根据以下公式确定：

$$L = n \times a \times (h \times 3600 \times 1000) / T;$$

其中，n为单轴运动脉冲指令脉冲数及运动方向所占据的字节数，a为轴数，h为系统预设的可支持自动倒行最大运动小时数，T为数控机床的控制周期毫秒数。

数控机床系统中实现倒行运动控制的方法

技术领域

本发明涉及数控机床系统领域，特别涉及数控机床系统运动控制技术领域，具体是指一种数控机床系统中实现倒行运动控制的方法。

背景技术

制造业是国民经济的基础产业，制造业的水平高低是衡量一个国家工业发达程度的重要标志。数控机床质量水平的高低，关系着国家制造业水平的高低。

在现有技术中，经常会利用数控机床系统进行相应的切割或者焊接等操作。在利用数控机床系统进行高压水射流切割机作业时，有时由于所切割材料厚度的材质局部太厚，或预设加工速度太大等原因，会遇到切割一段轨迹未切透，需要再次切割的问题。如果当前数控指令（如G代码指令）对应的是一条较长的轨迹，而未切透的只是这条指令的后半部分，则如果停止机床然后使用断点继续功能进行再切割，就要从当前轨迹的起始点开始进行重新切割，由于水切割机使用的喷嘴是易损且昂贵的部件，这种重新切割的方法显得不经济。

另外，有时数控机床系统的操作人员并不确切得知道是从哪条数控指令开始出现的问题，采用断点继续不能一次性准确确定应从哪条指令开始进行断点加工。此时便迫切需要一种能够将数控机床从当前位置沿历史加工轨迹进行倒行加工的控制方法。

发明内容

本发明的目的是克服了上述现有技术中的缺点，提供一种能够在数控机床运动控制系统中实现精确的倒行运动、处理过程简单方便、操作过程快捷高效、工作性能稳定可靠、适用范围较为广泛的数控机床系统中实现倒行运动控制的方法。

为了实现上述的目的，本发明的数控机床系统中实现倒行运动控制的方法如下：

该数控机床系统中实现倒行运动控制的方法，其主要特点是，所述的系统中设置有历史运动记录缓冲区，所述的方法包括正常运动控制处理操作、倒行运动控制处理操作和正行运动控制处理操作，所述的正常运动控制处理操作包括以下步骤：

(11) 系统根据用户操作信息进入正常加工运行模式；

(12) 系统进行指令读取操作;

(13) 系统判断该指令是否为运动指令;

(14) 如果是, 则系统将该运动指令发送到数控机床系统的运动控制模块, 并将该运动指令存储到历史运动记录缓冲区;

(15) 如果否, 则系统根据该指令进行其它处理;

(16) 返回上述步骤(12);

所述的倒行运动控制处理操作包括以下步骤:

(21) 系统根据用户操作信息进入反向加工运行模式;

(22) 系统在历史运动记录缓冲区中进行反向读取运动指令操作;

(23) 系统将读取的运动指令的方向反向, 并发送到数控机床系统的运动控制硬件模块;

(24) 系统根据用户操作判断是否需要退出反向加工运行模式;

(25) 如果是, 则退出反向加工运行模式; 反之, 则返回上述步骤(22);

所述的正行运动控制处理操作包括以下步骤:

(31) 系统根据用户操作信息进入正向加工运行模式;

(32) 系统在历史运动记录缓冲区中进行正向读取运动指令操作;

(33) 系统将读取的运动指令发送到数控机床系统的运动控制硬件模块;

(34) 返回上述步骤(32)。

该数控机床系统中实现倒行运动控制的方法中的历史运动记录缓冲区中设置有首数据位置指针、读数据位置指针和写数据位置指针, 所述的将该运动指令存储到历史运动记录缓冲区, 包括以下步骤:

(141) 如果历史运动记录缓冲区中尚未存储有任何记录, 则将首数据位置指针、读数据位置指针和写数据位置指针均指向同一记录单元;

(142) 系统将运动指令中的信息写入所述的写数据位置指针所指向的记录单元中;

(143) 如果该历史运动记录缓冲区中所有记录单元均写满, 即该写数据位置指针与所述的首数据位置指针所指向的记录单元相同, 则将首数据位置指针向逻辑正方向移动一个记录单元;

(144) 系统将所述的读数据位置指针指向所述的写数据位置指针所指向的记录单元;

(145) 系统将所述的写数据位置指针向逻辑正方向移动一个记录单元。

该数控机床系统中实现倒行运动控制的方法中的系统在历史运动记录缓冲区中进行反向读取运动指令操作, 包括以下步骤:

(221)如果所述的读数据位置指针所指向的记录单元为所述的首数据位置指针所指向的记录单元的逻辑负方向的下一个单元,且该读数据位置指针最近一次是沿逻辑负方向越过首数据位置指针,则系统退出反向加工运行模式;

(222)系统进行数控机床加工倍率调整;

(223)系统从所述的读数据位置指针所指向的记录单元中读取运动指令中的信息;

(224)系统将所述的读数据位置指针向逻辑负方向移动一个记录单元,并返回。

该数控机床系统中实现倒行运动控制的方法中的系统在历史运动记录缓冲区中进行正向读取运动指令操作,包括以下步骤:

(321)如果所述的写数据位置指针所指向的记录单元为所述的读数据位置指针所指向的记录单元的逻辑正方向的下一个单元,且该读数据位置指针并非最近一次是沿逻辑负方向越过写数据位置指针,则系统退出正向加工运行模式;

(322)系统进行数控机床加工倍率调整;

(323)系统从所述的读数据位置指针所指向的记录单元中读取运动指令中的信息;

(324)系统将所述的读数据位置指针向逻辑正方向移动一个记录单元,并返回。

该数控机床系统中实现倒行运动控制的方法中的运动指令中的信息包括轴信息、各单轴运动脉冲数和运动方向信息。

该数控机床系统中实现倒行运动控制的方法中的运动指令中的信息还可以包括数控机床输出端口开关动作信息。

该数控机床系统中实现倒行运动控制的方法中的系统中设置有主指令缓冲区,所述的系统进行指令读取操作,包括以下步骤:

(121)系统判断所述的主指令缓冲区中是否存在未读取指令;

(122)如果否,则退出正常加工运行模式;

(123)系统进行数控机床加工倍率调整;

(124)系统从所述的主指令缓冲区中读取指令。

该数控机床系统中实现倒行运动控制的方法中的用户操作信息可以为数控机床上的手轮操作控制信息或者控制命令操作信息。

该数控机床系统中实现倒行运动控制的方法中的历史运动记录缓冲区的空间大小 L 根据以下公式确定:

$$L = n \times a \times (h \times 3600 \times 1000) / T;$$

其中, n 为单轴运动脉冲指令脉冲数及运动方向所占据的字节数, a 为轴数, h 为系统预

设的可支持自动倒行最大运动小时数，T为数控机床的控制周期毫秒数。

采用了该发明的数控机床系统中实现倒行运动控制的方法，由于其采用在数控机床系统中内置的历史运动记录缓冲区将正常加工运行模式下的运动指令信息记录下来，并在系统进入反向加工运行模式时依逻辑负方向逐一从历史运动记录缓冲区中将运动指令中的信息取出反向后，控制数控机床运动，在系统进入正向加工运行模式时依逻辑正方向逐一从历史运动记录缓冲区中将运动指令中的信息取出，控制数控机床运动，从而在数控机床运动控制系统中实现了精确的倒行运动控制，不仅实现过程简单方便，而且操作过程快捷高效，实际运行情况下准确可靠，能够较好的满足数控系统（如高压水射流切割系统）中进行精确倒行运动的控制要求，不仅可运用到高压水射流切割行业，也可运用到其它数控行业领域中，适用范围较为广泛，为数控机床系统运动控制技术的进一步发展奠定了坚实的基础。

附图说明

图1为本发明的数控机床系统中实现倒行运动控制的方法在正常加工运行模式下的工作流程图。

图2为本发明的数控机床系统中实现倒行运动控制的方法在反向加工运行模式下的工作流程图。

图3为本发明的数控机床系统中实现倒行运动控制的方法在正向加工运行模式下的工作流程图。

具体实施方式

为了能够更清楚地理解本发明的技术内容，特举以下实施例详细说明。

首先对数控机床技术领域中的几个名词进行解释：

断点继续 —— 数控控制软件的一项功能，执行该功能，系统从上次加工中断处开始继续执行。

数控运动脉冲指令 —— 数控控制软件发往运动控制卡的运动指令脉冲信息，包括轴信息，各单轴脉冲数及运动方向，其中运动方向用正负号表示，在本发明的方法中，要求其所占内存大小不变。

加工倍率 —— 当前加工速度与正常加工速度的比，称为加工倍率。

手轮 —— 手摇脉冲发生器的简称，一种数控机床输入设备，通过脉冲计数，数控控制计算机将获得的手轮本次计数值与上次计数值之差，作为机床运动的一种控制输入信号。

逻辑正方向 —— 指历史运动记录缓冲区中先存入数据到后存入数据的在缓冲区里排列

的逻辑方向。

逻辑负方向 —— 指历史运动记录缓冲区中先存入数据到后存入数据的在缓冲区里排列的逻辑方向的反方向。

请参阅图 1 至图 3 所示，该数控机床系统中实现倒行运动控制的方法，其主要特点是，所述的系统中设置有历史运动记录缓冲区，所述的方法包括正常运动控制处理操作、倒行运动控制处理操作和正行运动控制处理操作，所述的正常运动控制处理操作包括以下步骤：

(11) 系统根据用户操作信息进入正常加工运行模式，该用户操作信息可以为数控机床上的手轮操作控制信息或者控制命令操作信息；

(12) 系统进行指令读取操作；该数控机床系统中设置有主指令缓冲区，所述的系统进行指令读取操作，包括以下步骤：

(a) 系统判断所述的主指令缓冲区中是否存在未读取指令；

(b) 如果否，则退出正常加工运行模式；

(c) 系统进行数控机床加工倍率调整；

(d) 系统从所述的主指令缓冲区中读取指令；

(13) 系统判断该指令是否为运动指令；

(14) 如果是，则系统将该运动指令发送到数控机床系统的运动控制模块，并将该运动指令存储到历史运动记录缓冲区；该历史运动记录缓冲区中设置有首数据位置指针、读数据位置指针和写数据位置指针，所述的将该运动指令存储到历史运动记录缓冲区，包括以下步骤：

(a) 如果历史运动记录缓冲区中尚未存储有任何记录，则将首数据位置指针、读数据位置指针和写数据位置指针均指向同一记录单元；

(b) 系统将运动指令中的信息写入所述的写数据位置指针所指向的记录单元中，该运动指令中的信息包括有轴信息、各单轴运动脉冲数和运动方向信息，同时，该运动指令中的信息还可以包括数控机床输出端口开关动作信息；

(c) 如果该历史运动记录缓冲区中所有记录单元均写满，且该写数据位置指针与所述的首数据位置指针所指向的记录单元相同，则将首数据位置指针向逻辑正方向移动一个记录单元；

(d) 系统将所述的读数据位置指针指向所述的写数据位置指针所指向的记录单元；

(e) 系统将所述的写数据位置指针向逻辑正方向移动一个记录单元；

(15) 如果否，则系统根据该指令进行其它处理；

(16) 返回上述步骤 (12);

所述的倒行运动控制处理操作包括以下步骤:

(21) 系统根据用户操作信息进入反向加工运行模式;

(22) 系统在历史运动记录缓冲区中进行反向读取运动指令操作, 包括以下步骤:

(a) 如果所述的读数据位置指针所指向的记录单元为所述的首数据位置指针所指向的记录单元的逻辑负方向的下一个单元, 且该读数据位置指针最近一次是沿逻辑负方向越过首数据位置指针, 则系统退出反向加工运行模式;

(b) 系统进行数控机床加工倍率调整;

(c) 系统从所述的读数据位置指针所指向的记录单元中读取运动指令中的信息;

(d) 系统将所述的读数据位置指针向逻辑负方向移动一个记录单元, 并返回;

(23) 系统将读取的运动指令的方向反向, 并发送到数控机床系统的运动控制模块;

(24) 系统根据用户操作判断是否需要退出反向加工运行模式;

(25) 如果是, 则退出反向加工运行模式; 反之, 则返回上述步骤 (22);

所述的正行运动控制处理操作包括以下步骤:

(31) 系统根据用户操作信息进入正向加工运行模式;

(32) 系统在历史运动记录缓冲区中进行正向读取运动指令操作, 包括以下步骤:

(a) 如果所述的写数据位置指针所指向的记录单元为所述的读数据位置指针所指向的记录单元的逻辑正方向的下一个单元, 且该读数据位置指针并非最近一次是沿逻辑负方向越过写数据位置指针, 则系统退出正向加工运行模式;

(b) 系统进行数控机床加工倍率调整;

(c) 系统将所述的读数据位置指针向逻辑正方向移动一个记录单元;

(d) 系统从所述的读数据位置指针所指向的记录单元中读取运动指令中的信息, 并返回;

(33) 系统将读取的运动指令发送到数控机床系统的运动控制模块;

(34) 返回上述步骤 (32)。

其中, 所述的历史运动记录缓冲区的空间大小 L 根据以下公式确定:

$$L = n \times a \times (h \times 3600 \times 1000) / T;$$

其中, n 为单轴运动脉冲指令脉冲数及运动方向所占据的字节数, a 为轴数, h 为系统预设的可支持自动倒行最大运动小时数, T 为数控机床的控制周期毫秒数。

在实际使用当中, 为了实现本发明的上述功能, 需要在数控机床系统的控制软件中开辟

一块内存，其数据结构是一个环形缓冲区，该缓冲区的每个单元可存储一个完整的数控运动脉冲指令的脉冲方向和脉冲数信息，软件设计时可以根据运动控制卡的运动控制周期，估算出一个运动期望最长时间要使用多大的缓冲区，并留适当余量，以此确定该缓冲区的大小。

软件设定三个位置指针，分别指向上述缓冲区当前首数据位置，读数据位置和写数据位置，最初这三个位置指针指向同一单元。

该环形缓冲区用于存储系统在正常运行模式下运行时运动控制系统产生出来的数控运动脉冲指令，存储时软件在写指针位置存储一个单元的数据后，将读指针位置指向当前写指针位置，并将写指针往逻辑正方向移动一个单元的位置。当缓冲区数据满时，此时如再写入新数据，则将覆盖历史最早数据，并要往逻辑正方向移动首数据指针一个单元。

程序进入反向读历史运动记录缓冲区模式时，则从该缓冲区读指针所指位置读出一个运动元指令，将其数控运动脉冲指令方向反向，发送到运动控制卡，然后往逻辑负方向移动读指针一个单元，如果倒行运动一直执行下去，则直至读数据位置指针越过倒行缓冲区首数据位置，则系统将停止倒行，并处于停顿状态，软件可在界面上提示用户。

如果程序进入读历史运动记录缓冲区正行模式时，向逻辑正方向移动读指针一个单元，如果缓冲区读指针位置小于写指针逻辑位置，则从读位置读出运动指令，直接发送至运动控制卡。否则脱离读历史运动记录缓冲区，进入正常状态运行。

如果在倒行模式运行过程中当中退出倒行模式，而倒行缓冲区正向还有指令未能执行，此时系统将自动正向执行历史运动记录缓冲区的数控运动脉冲指令，直至最后一个指令，然后进入正常状态运行。

因此，数控机床在正常运行时系统按照图 1 所示的流程运行，在倒行加工时系统按照图 2 所示的流程运行，脱离倒行加工时系统按照图 3 所示的流程运行，读完历史运动记录缓冲区，系统又继续按照图 1 所示的流程运行。

为了能够平稳地控制加工倍率，需要对加工倍率的变化进行平滑处理，可以在程序控制的情况下，采用从当前加工倍率下开始逐渐接近目标加工倍率的方法，直至以目标加工倍率稳定加工；也可以在手轮引导机床加工的模式下，通过手轮摇动速度控制加工速度的目的，建立手轮脉冲计数值历史数据，使用历史数据的平均值控制进给倍率，手轮历史数据将定时刷新。通过这种方式，就可以平稳地控制加工速度。

对于历史运动缓冲区所占内存大小的估算，可以按照以下方法进行：

设目标控制系统的控制周期为 T ，单位为毫秒，期望可支持自动倒行运动时间为 h ，单位为小时，单轴运动脉冲指令脉冲数及方向可用 n 个字节存储，轴数为 a ，则缓冲区大小计算

公式为:

$$L = n \times a \times (h \times 3600 \times 1000) / T;$$

其中, L 的单位为字节。

以 $n=2$ 、 $a=3$ 、 $h=0.5$ 、 $T=2.5$ 为例, 代入上式, 则可计算出:

$$L = 4320000 \text{ 字节。}$$

采用本发明的方法, 其操作方式如下:

在机床加工过程中遇到需要倒行运动进行加工时, 通过数控机床控制系统软件界面操作让机床进入手轮倒行工作模式, 机床将停止下来, 手轮倒摇, 则机床沿原轨迹路线倒行加工; 手轮沿正方向摇动, 则机床沿正行方向进行加工; 手轮摇动得越快, 机床加工速度越快, 手轮停止, 则加工停止, 加工速度变化平滑; 如用户在操作界面上改变操作方式, 离开手轮引导工作模式, 则加工程序正常运行, 沿正行方向加工。

同时, 还可以有另一种倒行操作方式, 在数控机床控制系统软件界面上加上命令操作按钮, 一个为正行加工命令按钮, 一个为倒行加工按钮。在机床处于加工过程中, 如用户需要倒要加工, 可以点击倒行加工按钮, 此时系统会以程序设定的方式, 自动倒行加工, 期间不需要前述手轮方式那样摇动手轮。如果用户倒行加工至不再需要倒行加工时, 可以按正行加工按钮, 此时系统将自动正行加工。如用户需暂停或停止加工等标准数控指令, 可以在软件界面上发相应指令 (通常是菜单或按钮方式)。

在本发明的方法中, 为了建立历史运动记录缓冲区, 需要占用一定的内存, 考虑到一般加工现场加工工人能比较及时发现需要倒行加工的情况, 因此不需要太大的倒行量, 一般几十兆内存就足够了, 对当前主流计算机的大内存来说是完全可以接受的。

同时, 在本发明的方法中, 还可以记录相应输出端口的开闭动作, 由于在高压水射流切割行业中, 切不透材料的情况通常是不规则的, 在读历史运动录缓冲区模式中要目测发现缺陷并控制切割, 此时手动控制开闭各个阀门就可以了, 不需要自动控制阀门控制输出口自动开闭, 也就是不需要记录输出端口的开闭动作, 在这种情况下可以不记录输出端口的开闭动作。

采用了上述的数控机床系统中实现倒行运动控制的方法, 由于其采用在数控机床系统中内置的历史运动记录缓冲区将正常加工运行模式下的运动指令信息记录下来, 并在系统进入反向加工运行模式时依逻辑负方向逐一从历史运动记录缓冲区中将运动指令中的信息取出反向后, 控制数控机床运动, 在系统进入正向加工运行模式时依逻辑正方向逐一从历史运动记录缓冲区中将运动指令中的信息取出, 控制数控机床运动, 从而在数控机床运动控制系统中

实现了精确的倒行运动控制，不仅实现过程简单方便，而且操作过程快捷高效，实际运行情况下准确可靠，能够较好的满足数控系统（如高压水射流切割系统）中进行精确倒行运动的控制要求，不仅可运用到高压水射流切割行业，也可运用到其它数控行业领域中，适用范围较为广泛，为数控机床系统运动控制技术的进一步发展奠定了坚实的基础。

在此说明书中，本发明已参照其特定的实施例作了描述。但是，很显然仍可以作出各种修改和变换而不背离本发明的精神和范围。因此，说明书和附图应被认为是说明性的而非限制性的。

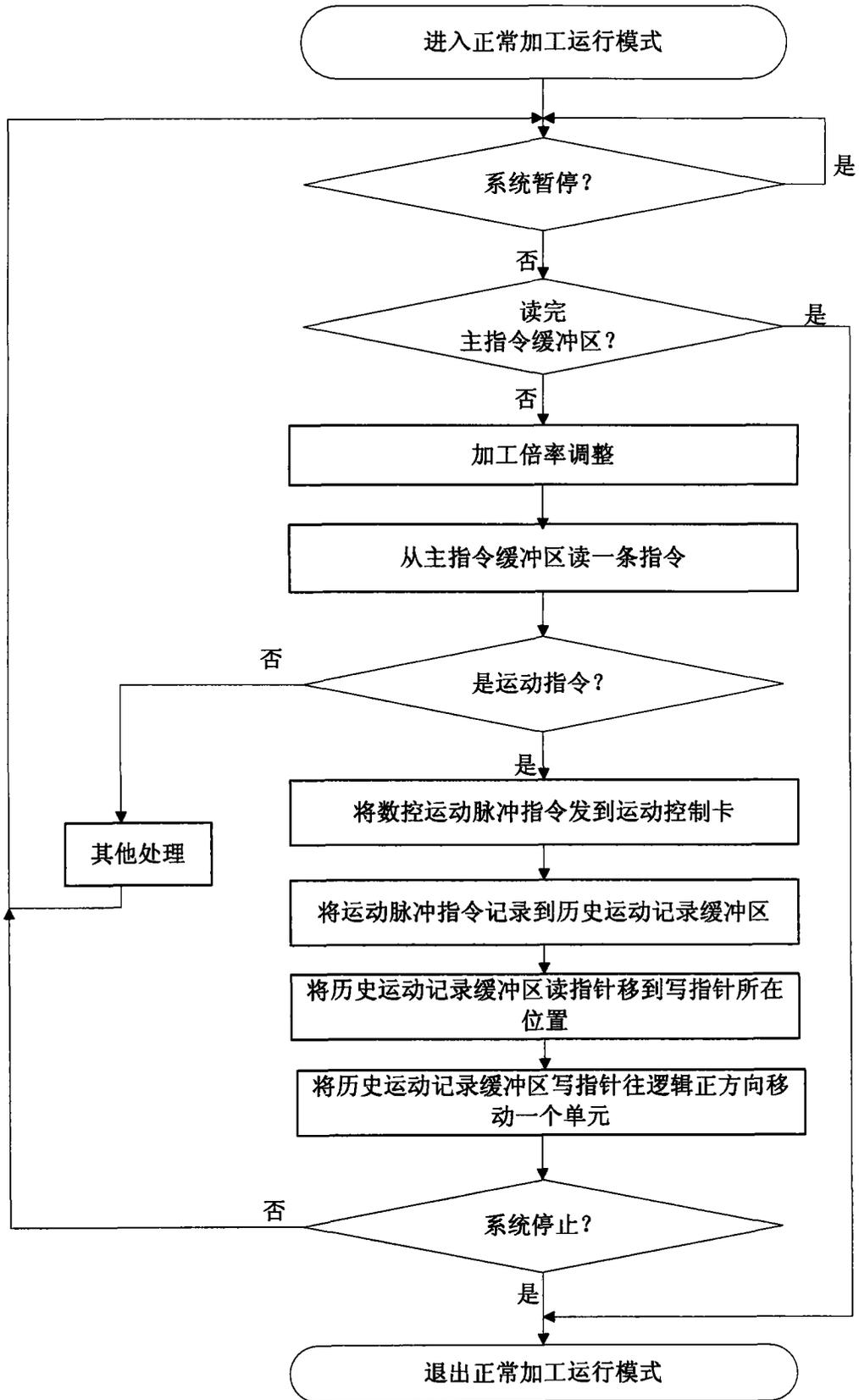


图 1

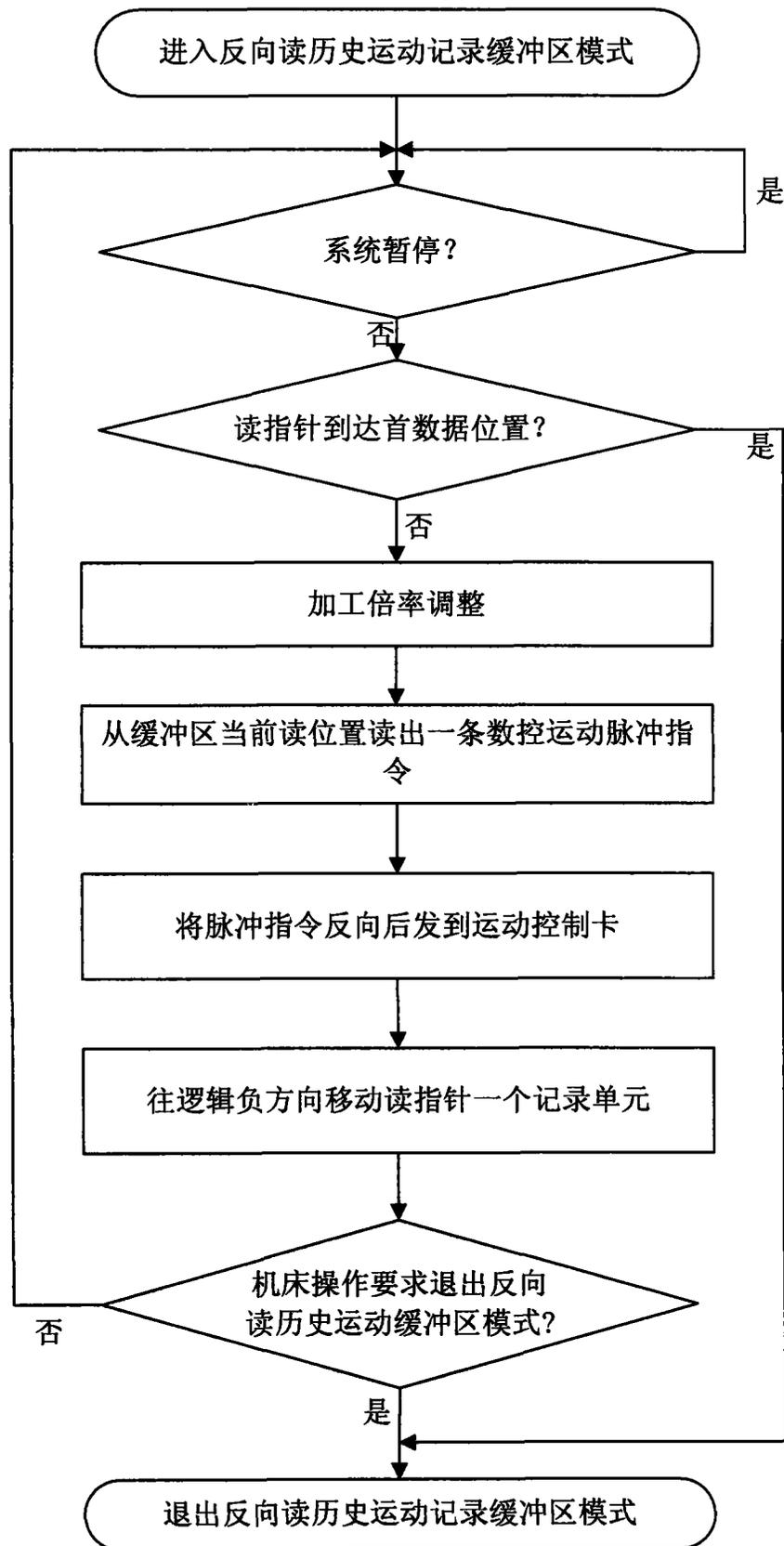


图 2

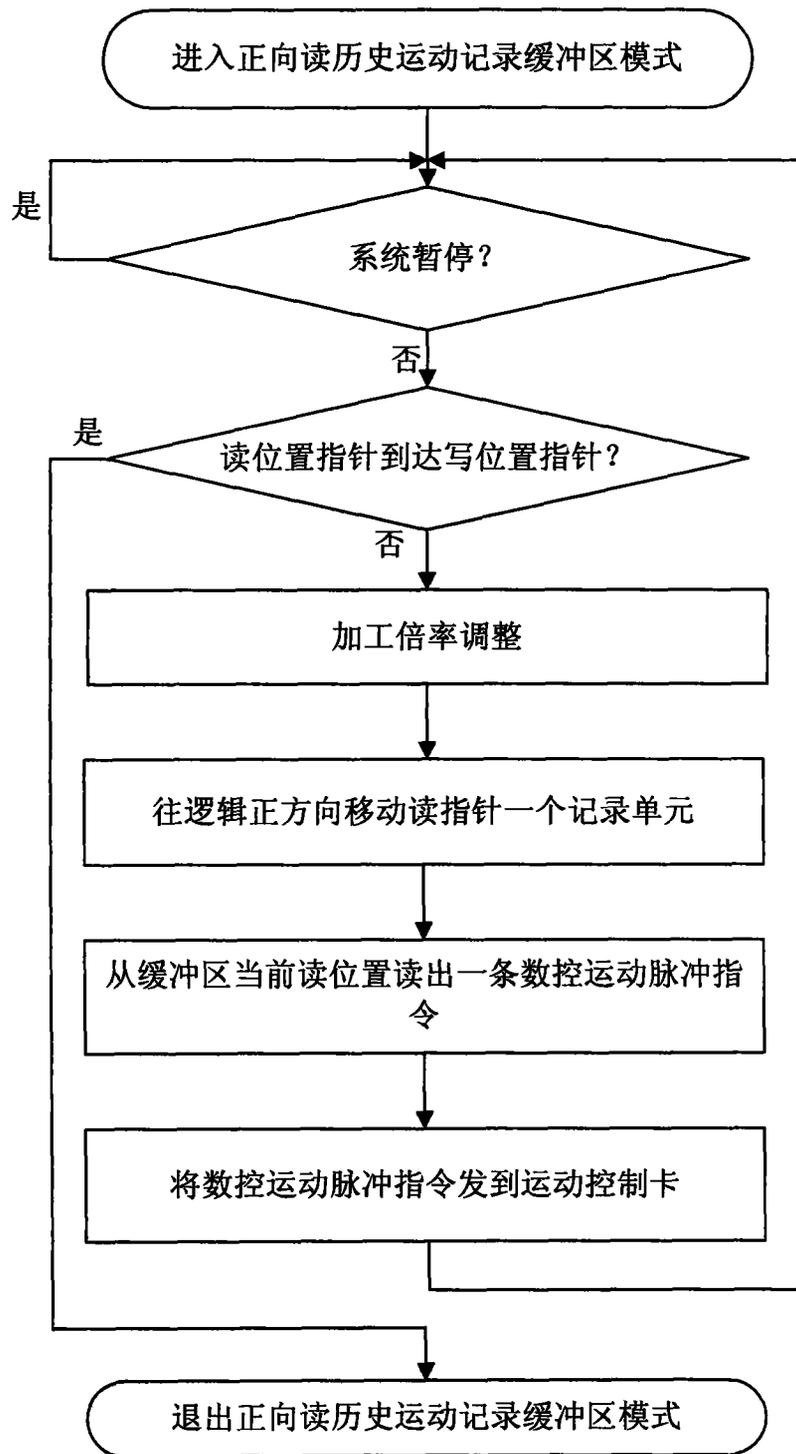


图 3