



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102108854 A

(43) 申请公布日 2011.06.29

(21) 申请号 201010605927.X

(22) 申请日 2010.12.24

(71) 申请人 北京市三一重机有限公司

地址 102206 北京市昌平区回龙观北清路

三一产业园北京市三一重机有限公司

(72) 发明人 冯志雄 高凤翔 徐山

(74) 专利代理机构 北京双收知识产权代理有限公司

公司 11241

代理人 解政文

(51) Int. Cl.

E21B 44/00(2006.01)

E21B 3/00(2006.01)

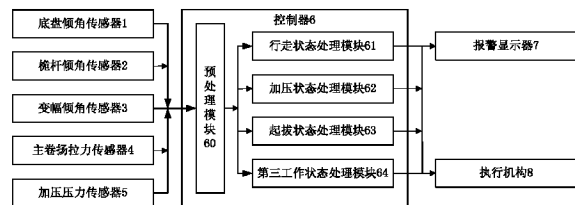
权利要求书 5 页 说明书 9 页 附图 1 页

(54) 发明名称

旋挖钻机自动防倾翻控制系统及其控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种旋挖钻机自动防倾翻控制系统及其控制方法,该系统包括底盘倾角传感器、桅杆倾角传感器、变幅倾角传感器、主卷扬拉力传感器、加压压力传感器、报警显示器,以及控制器和旋挖钻机的执行机构,由控制器根据当前接收到的底盘倾角信息、桅杆倾角信息、变幅倾角信息、起拔力信息和加压力信息,以及旋挖钻机当前的行走或工作状态判断旋挖钻机当前的重心稳定状态,如果旋挖钻机当前重心不稳定,则根据重心不稳定的程度对应的生成报警指令发送至报警显示器或生成制动指令发送至旋挖钻机的执行机构,即自动禁止向危险方向操作,从而防止了旋挖钻机发生倾翻的危险,因此,本发明的旋挖钻机自动防倾翻控制系统具有更高的可靠性和安全性。



1. 一种旋挖钻机自动防倾翻控制系统,其特征在于,包括:

底盘倾角传感器,用于实时采集旋挖钻机的底盘倾角信息发送至控制器;

桅杆倾角传感器,用于实时采集所述旋挖钻机的桅杆倾角信息发送至所述控制器;

变幅倾角传感器,用于实时采集所述旋挖钻机的变幅倾角信息发送至所述控制器;

主卷扬拉力传感器,用于实时采集所述旋挖钻机的起拔力信息发送至所述控制器;

加压压力传感器,用于实时采集所述旋挖钻机的加压力信息发送至所述控制器;

所述控制器,用于根据当前接收到的底盘倾角信息、桅杆倾角信息、变幅倾角信息、起拔力信息和加压力信息,以及所述旋挖钻机当前的行走或工作状态判断所述旋挖钻机当前的重心稳定状态,如果判定所述旋挖钻机当前重心不稳定,则根据重心不稳定的程度对应的生成报警指令发送至报警显示器或生成制动指令发送至所述旋挖钻机的执行机构;

所述报警显示器,用于接收所述控制器发送的报警指令,根据所述报警指令发出对应的声光报警信息;

所述执行机构,用于接收所述控制器发送的制动指令,根据所述制动指令停止所述旋挖钻机当前的行走或工作状态。

2. 根据权利要求1所述的旋挖钻机自动防倾翻控制系统,其特征在于,以所述旋挖钻机的底盘回转中心点向水平地面的投影为坐标原点,以所述旋挖钻机的驾驶室正前方为Y轴正向,以所述驾驶室正后方为Y轴负向,以所述驾驶室正右侧为X轴正向,以所述驾驶室正左侧为X轴负向建立坐标系,设定所述旋挖钻机的行走状态左右倾角稳定极限值为 $\alpha'_{xw}$ 、设定所述旋挖钻机的行走状态前后倾角稳定极限值为 $\alpha'_{yw}$ 、设定所述旋挖钻机的工作状态左右倾角稳定极限值为 $\alpha_{xw}$ 、设定所述旋挖钻机的工作状态前后倾角稳定极限值为 $\alpha_{yw}$ 、设定所述旋挖钻机的工作状态左右倾角动作极限值为 $\alpha_{xt}$ 、设定所述旋挖钻机的工作状态前后倾角动作极限值为 $\alpha_{yt}$ 、设定所述旋挖钻机的最大允许加压力为 $N_{max}$ 、设定所述旋挖钻机的最大允许起拔力为 $F_{max}$ , $\alpha_{xw} < \alpha_{xt}$ 、 $\alpha_{yw} < \alpha_{yt}$ ,则所述控制器包括:

预处理模块,用于接收底盘倾角信息、桅杆倾角信息、变幅倾角信息、起拔力信息和加压力信息并判断所述旋挖钻机当前所处的状态,根据所述旋挖钻机当前所处的状态将对应的底盘倾角信息、桅杆倾角信息、变幅倾角信息、起拔力信息和加压力信息发送给对应的处理模块;

行走状态处理模块,用于在所述旋挖钻机处于行走状态时,假设所述旋挖钻机的底盘当前向左右或向前后方向上的底盘倾角分别为 $\alpha_x$ 和 $\alpha_y$ ,如果 $|\alpha_x| \leq \alpha'_{xw}$ 且 $|\alpha_y| \leq \alpha'_{yw}$ ,则判定所述旋挖钻机当前稳定重心稳定,否则,判定所述旋挖钻机当前重心不稳定并生成报警指令发送至所述报警显示器;

加压状态处理模块,用于在所述旋挖钻机处于加压工作状态时,假设所述旋挖钻机的底盘当前向左右和向前后方向上的底盘倾角分别为 $\alpha_x$ 和 $\alpha_y$ 、所述旋挖钻机的变幅动臂当前向左右和向前后方向上的变幅倾角分别为 $\beta_x$ 和 $\beta_y$ 、所述旋挖钻机的桅杆当前向左右和向前后方向上的桅杆倾角分别为 $\gamma_x$ 和 $\gamma_y$ 、所述旋挖钻机当前的实际加压力为N,则:

如果 $|a_{1x}\alpha_x + b_{1x}\beta_x + c_{1x}\gamma_x| > \alpha_{xt}$ 或 $|a_{1y}\alpha_y + b_{1y}\beta_y + c_{1y}\gamma_y| > \alpha_{yt}$ ,则判定所述旋挖钻机当前重心危险并生成制动指令发送至所述执行机构,其中, $a_{1x}$ 、 $a_{1y}$ 、 $b_{1x}$ 、 $b_{1y}$ 、 $c_{1x}$ 、 $c_{1y}$ 为对应的加压状态稳定影响系数;

如 果  $|a_{1x}\alpha_x + b_{1x}\beta_x + c_{1x}\gamma_x| > \alpha_{xw}$  或  $|a_{1y}\alpha_y + b_{1y}\beta_y + c_{1y}\gamma_y| > \alpha_{yw}$ , 并 且

$|a_{1x} \alpha_x + b_{1x} \beta_x + c_{1x} \gamma_x| \leq \alpha_{xt}$  且  $|a_{1y} \alpha_y + b_{1y} \beta_y + c_{1y} \gamma_y| \leq \alpha_{yt}$ , 则判定所述旋挖钻机当前重心不稳定并生成报警指令发送至所述报警显示器, 其中,  $a_{1x}$ 、 $a_{1y}$ 、 $b_{1x}$ 、 $b_{1y}$ 、 $c_{1x}$ 、 $c_{1y}$  为对应的加压状态稳定影响系数;

如果  $|a_{1x} \alpha_x + b_{1x} \beta_x + c_{1x} \gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{1y} \alpha_y + b_{1y} \beta_y + c_{1y} \gamma_y| \leq \alpha_{yw}$ , 并且  $\alpha_y \geq 0$ ,  $N \leq N_{\max}(1 - b_{1y} \beta_y)$ , 则判定所述旋挖钻机当前稳定重心稳定, 其中,  $a_{1x}$ 、 $a_{1y}$ 、 $b_{1x}$ 、 $b_{1y}$ 、 $c_{1x}$ 、 $c_{1y}$  为对应的加压状态稳定影响系数;

如果  $|a_{1x} \alpha_x + b_{1x} \beta_x + c_{1x} \gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{1y} \alpha_y + b_{1y} \beta_y + c_{1y} \gamma_y| \leq \alpha_{yw}$ , 并且  $\alpha_y \geq 0$ ,  $N > N_{\max}(1 - b_{1y} \beta_y)$ , 则判定所述旋挖钻机当前重心不稳定并生成报警指令发送至所述报警显示器, 其中,  $a_{1x}$ 、 $a_{1y}$ 、 $b_{1x}$ 、 $b_{1y}$ 、 $c_{1x}$ 、 $c_{1y}$  为对应的加压状态稳定影响系数;

如果  $|a_{1x} \alpha_x + b_{1x} \beta_x + c_{1x} \gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{1y} \alpha_y + b_{1y} \beta_y + c_{1y} \gamma_y| \leq \alpha_{yw}$ , 并且  $\alpha_y < 0$ ,  $N \leq N_{\max}(1 + a_{1y} \alpha_y - b_{1y} \beta_y)$ , 则判定所述旋挖钻机当前稳定重心稳定, 其中,  $a_{1x}$ 、 $a_{1y}$ 、 $b_{1x}$ 、 $b_{1y}$ 、 $c_{1x}$ 、 $c_{1y}$  为对应的加压状态稳定影响系数;

如果  $|a_{1x} \alpha_x + b_{1x} \beta_x + c_{1x} \gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{1y} \alpha_y + b_{1y} \beta_y + c_{1y} \gamma_y| \leq \alpha_{yw}$ , 并且  $\alpha_y < 0$ ,  $N > N_{\max}(1 + a_{1y} \alpha_y - b_{1y} \beta_y)$ , 则判定所述旋挖钻机当前重心不稳定并生成报警指令发送至所述报警显示器, 其中,  $a_{1x}$ 、 $a_{1y}$ 、 $b_{1x}$ 、 $b_{1y}$ 、 $c_{1x}$ 、 $c_{1y}$  为对应的加压状态稳定影响系数;

起拔状态处理模块, 用于在所述旋挖钻机处于起拔工作状态时, 假设所述旋挖钻机的底盘当前向左右和向前后方向上的底盘倾角分别为  $\alpha_x$  和  $\alpha_y$ 、所述旋挖钻机的变幅动臂当前向左右和向前后方向上的变幅倾角分别为  $\beta_x$  和  $\beta_y$ 、所述旋挖钻机的桅杆当前向左右和向前后方向上的桅杆倾角分别为  $\gamma_x$  和  $\gamma_y$ 、所述旋挖钻机当前的实际起拔力为  $F$ , 则:

如果  $|a_{2x} \alpha_x + b_{2x} \beta_x + c_{2x} \gamma_x| > \alpha_{xt}$  或  $|a_{2y} \alpha_y + b_{2y} \beta_y + c_{2y} \gamma_y| > \alpha_{yt}$ , 则判定所述旋挖钻机当前重心危险并生成制动指令发送至所述执行机构, 其中,  $a_{2x}$ 、 $a_{2y}$ 、 $b_{2x}$ 、 $b_{2y}$ 、 $c_{2x}$ 、 $c_{2y}$  为对应的起拔稳定影响系数;

如果  $|a_{2x} \alpha_x + b_{2x} \beta_x + c_{2x} \gamma_x| > \alpha_{xw}$  或  $|a_{2y} \alpha_y + b_{2y} \beta_y + c_{2y} \gamma_y| > \alpha_{yw}$ , 并且  $|a_{2x} \alpha_x + b_{2x} \beta_x + c_{2x} \gamma_x| \leq \alpha_{xt}$  且  $|a_{2y} \alpha_y + b_{2y} \beta_y + c_{2y} \gamma_y| \leq \alpha_{yt}$ , 则判定所述旋挖钻机当前重心不稳定并生成报警指令发送至所述报警显示器, 其中,  $a_{2x}$ 、 $a_{2y}$ 、 $b_{2x}$ 、 $b_{2y}$ 、 $c_{2x}$ 、 $c_{2y}$  为对应的起拔稳定影响系数;

如果  $|a_{2x} \alpha_x + b_{2x} \beta_x + c_{2x} \gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{2y} \alpha_y + b_{2y} \beta_y + c_{2y} \gamma_y| \leq \alpha_{yw}$ , 并且  $\alpha_y \leq 0$ ,  $F \leq F_{\max}(1 - b_{2y} \beta_y)$ , 则判定所述旋挖钻机当前稳定重心稳定, 其中,  $a_{2x}$ 、 $a_{2y}$ 、 $b_{2x}$ 、 $b_{2y}$ 、 $c_{2x}$ 、 $c_{2y}$  为对应的起拔稳定影响系数;

如果  $|a_{2x} \alpha_x + b_{2x} \beta_x + c_{2x} \gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{2y} \alpha_y + b_{2y} \beta_y + c_{2y} \gamma_y| \leq \alpha_{yw}$ , 并且  $\alpha_y \leq 0$ ,  $F > F_{\max}(1 - b_{2y} \beta_y)$ , 则判定所述旋挖钻机当前重心不稳定并生成报警指令发送至所述报警显示器, 其中,  $a_{2x}$ 、 $a_{2y}$ 、 $b_{2x}$ 、 $b_{2y}$ 、 $c_{2x}$ 、 $c_{2y}$  为对应的起拔稳定影响系数;

如果  $|a_{2x} \alpha_x + b_{2x} \beta_x + c_{2x} \gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{2y} \alpha_y + b_{2y} \beta_y + c_{2y} \gamma_y| \leq \alpha_{yw}$ , 并且  $\alpha_y > 0$ ,  $F \leq F_{\max}(1 - a_{2y} \alpha_y - b_{2y} \beta_y)$ , 则判定所述旋挖钻机当前稳定重心稳定, 其中,  $a_{2x}$ 、 $a_{2y}$ 、 $b_{2x}$ 、 $b_{2y}$ 、 $c_{2x}$ 、 $c_{2y}$  为对应的起拔稳定影响系数;

如果  $|a_{2x} \alpha_x + b_{2x} \beta_x + c_{2x} \gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{2y} \alpha_y + b_{2y} \beta_y + c_{2y} \gamma_y| \leq \alpha_{yw}$ , 并且  $\alpha_y < 0$ ,  $F > F_{\max}(1 - a_{2y} \alpha_y - b_{2y} \beta_y)$ , 则判定所述旋挖钻机当前重心不稳定并生成报警指令发送至所述报警显示器, 其中,  $a_{2x}$ 、 $a_{2y}$ 、 $b_{2x}$ 、 $b_{2y}$ 、 $c_{2x}$ 、 $c_{2y}$  为对应的起拔稳定影响系数;

第三工作状态处理模块, 用于在所述旋挖钻机处于除加压和起拔之外的其他工作状态

时,假设所述旋挖钻机的底盘当前向左右和向前后方向上的底盘倾角分别为  $\alpha_x$  和  $\alpha_y$ 、所述旋挖钻机的变幅动臂当前向左右和向前后方向上的变幅倾角分别为  $\beta_x$  和  $\beta_y$ 、所述旋挖钻机的桅杆当前向左右和向前后方向上的桅杆倾角分别为  $\gamma_x$  和  $\gamma_y$ ,则:

如果  $|a_{3x}\alpha_x+b_{3x}\beta_x+c_{3x}\gamma_x| > \alpha_{xt}$  或  $|a_{3y}\alpha_y+b_{3y}\beta_y+c_{3y}\gamma_y| > \alpha_{yt}$ ,则判定所述旋挖钻机当前重心危险并生成制动指令发送至所述执行机构,其中, $a_{3x}$ 、 $a_{3y}$ 、 $b_{3x}$ 、 $b_{3y}$ 、 $c_{3x}$ 、 $c_{3y}$  为对应的第三工作状态稳定影响系数;

如果  $|a_{3x}\alpha_x+b_{3x}\beta_x+c_{3x}\gamma_x| > \alpha_{xw}$  或  $|a_{3y}\alpha_y+b_{3y}\beta_y+c_{3y}\gamma_y| > \alpha_{yw}$ , 并且  $|a_{3x}\alpha_x+b_{3x}\beta_x+c_{3x}\gamma_x| \leq \alpha_{xt}$  且  $|a_{3y}\alpha_y+b_{3y}\beta_y+c_{3y}\gamma_y| \leq \alpha_{yt}$ ,则判定所述旋挖钻机当前重心不稳定并生成报警指令发送至所述报警显示器,其中, $a_{3x}$ 、 $a_{3y}$ 、 $b_{3x}$ 、 $b_{3y}$ 、 $c_{3x}$ 、 $c_{3y}$  为对应的第三工作状态稳定影响系数;

如果  $|a_{3x}\alpha_x+b_{3x}\beta_x+c_{3x}\gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{3y}\alpha_y+b_{3y}\beta_y+c_{3y}\gamma_y| \leq \alpha_{yw}$ ,则判定所述旋挖钻机当前稳定重心稳定,其中, $a_{3x}$ 、 $a_{3y}$ 、 $b_{3x}$ 、 $b_{3y}$ 、 $c_{3x}$ 、 $c_{3y}$  为对应的第三工作状态稳定影响系数。

3. 根据权利要求 2 所述的旋挖钻机自动防倾翻控制系统,其特征在于,所述底盘倾角传感器安装于所述旋挖钻机的底盘上,所述桅杆倾角传感器安装于所述旋挖钻机的桅杆上,所述变幅倾角传感器安装于所述旋挖钻机的变幅动臂上,所述主卷扬拉力传感器安装于所述旋挖钻机的主卷扬的销轴上,所述加压压力传感器安装于所述旋挖钻机的液压油路上,所述报警显示器安装于所述旋挖钻机的驾驶室内。

4. 根据权利要求 3 所述的旋挖钻机自动防倾翻控制系统,其特征在于,所述控制器为 PLC。

5. 一种旋挖钻机自动防倾翻控制方法,其特征在于,包括以下步骤:

实时采集旋挖钻机的底盘倾角信息、桅杆倾角信息、变幅倾角信息、起拔力信息和加压力信息;

根据当前的底盘倾角信息、桅杆倾角信息、变幅倾角信息、起拔力信息和加压力信息,以及所述旋挖钻机当前的行走或工作状态判断所述旋挖钻机当前的重心稳定状态,如果判定所述旋挖钻机当前重心不稳定,则根据重心不稳定的程度对应的生成报警指令发送至报警显示器或生成制动指令发送至所述旋挖钻机的执行机构。

6. 根据权利要求 5 所述的旋挖钻机自动防倾翻控制方法,其特征在于,以所述旋挖钻机的底盘回转中心点向水平地面的投影为坐标原点,以所述旋挖钻机的驾驶室正前方为 Y 轴正向,以所述驾驶室正后方为 Y 轴负向,以所述驾驶室正右侧为 X 轴正向,以所述驾驶室正左侧为 X 轴负向建立坐标系,设定所述旋挖钻机的行走状态左右倾角稳定极限值为  $\alpha'_{xw}$ 、设定所述旋挖钻机的行走状态前后倾角稳定极限值为  $\alpha'_{yw}$ 、设定所述旋挖钻机的工作状态左右倾角稳定极限值为  $\alpha_{xw}$ 、设定所述旋挖钻机的工作状态前后倾角稳定极限值为  $\alpha_{yw}$ 、设定所述旋挖钻机的工作状态左右倾角动作极限值为  $\alpha_{xt}$ 、设定所述旋挖钻机的工作状态前后倾角动作极限值为  $\alpha_{yt}$ 、设定所述旋挖钻机的最大允许加压力为  $N_{max}$ 、设定所述旋挖钻机的最大允许起拔力为  $F_{max}$ ,  $\alpha_{xw} < \alpha_{xt}$ 、 $\alpha_{yw} < \alpha_{yt}$ ,

则所述根据当前的底盘倾角信息、桅杆倾角信息、变幅倾角信息、起拔力信息和加压力信息,以及所述旋挖钻机当前的行走或工作状态判断所述旋挖钻机当前的重心稳定状态,如果判定所述旋挖钻机当前重心不稳定,则根据重心不稳定的程度对应的生成报警指令发送至报警显示器或生成制动指令发送至所述旋挖钻机的执行机构,具体包括:

在所述旋挖钻机处于行走状态时,假设所述旋挖钻机的底盘当前向左右或向前后方向上的底盘倾角分别为  $\alpha_x$  和  $\alpha_y$ ,如果  $|\alpha_x| \leq \alpha'_{xw}$  且  $|\alpha_y| \leq \alpha'_{yw}$ ,则判定所述旋挖钻机当前稳定重心稳定,否则,判定所述旋挖钻机当前重心不稳定并生成报警指令发送至所述报警显示器;

在所述旋挖钻机处于加压工作状态时,假设所述旋挖钻机的底盘当前向左右和向前后方向上的底盘倾角分别为  $\alpha_x$  和  $\alpha_y$ 、所述旋挖钻机的变幅动臂当前向左右和向前后方向上的变幅倾角分别为  $\beta_x$  和  $\beta_y$ 、所述旋挖钻机的桅杆当前向左右和向前后方向上的桅杆倾角分别为  $\gamma_x$  和  $\gamma_y$ 、所述旋挖钻机当前的实际加压力为  $N$ ,则:

如果  $|a_{1x}\alpha_x + b_{1x}\beta_x + c_{1x}\gamma_x| > \alpha_{xt}$  或  $|a_{1y}\alpha_y + b_{1y}\beta_y + c_{1y}\gamma_y| > \alpha_{yt}$ ,则判定所述旋挖钻机当前重心危险并生成制动指令发送至所述执行机构,其中,  $a_{1x}$ 、 $a_{1y}$ 、 $b_{1x}$ 、 $b_{1y}$ 、 $c_{1x}$ 、 $c_{1y}$  为对应的加压状态稳定影响系数;

如果  $|a_{1x}\alpha_x + b_{1x}\beta_x + c_{1x}\gamma_x| > \alpha_{xw}$  或  $|a_{1y}\alpha_y + b_{1y}\beta_y + c_{1y}\gamma_y| > \alpha_{yw}$ , 并且  $|a_{1x}\alpha_x + b_{1x}\beta_x + c_{1x}\gamma_x| \leq \alpha_{xt}$  且  $|a_{1y}\alpha_y + b_{1y}\beta_y + c_{1y}\gamma_y| \leq \alpha_{yt}$ ,则判定所述旋挖钻机当前重心不稳定并生成报警指令发送至所述报警显示器,其中,  $a_{1x}$ 、 $a_{1y}$ 、 $b_{1x}$ 、 $b_{1y}$ 、 $c_{1x}$ 、 $c_{1y}$  为对应的加压状态稳定影响系数;

如果  $|a_{1x}\alpha_x + b_{1x}\beta_x + c_{1x}\gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{1y}\alpha_y + b_{1y}\beta_y + c_{1y}\gamma_y| \leq \alpha_{yw}$ , 并且  $\alpha_y \geq 0$ ,  $N \leq N_{\max}(1 - b_{1y}\beta_y)$ ,则判定所述旋挖钻机当前稳定重心稳定,其中,  $a_{1x}$ 、 $a_{1y}$ 、 $b_{1x}$ 、 $b_{1y}$ 、 $c_{1x}$ 、 $c_{1y}$  为对应的加压状态稳定影响系数;

如果  $|a_{1x}\alpha_x + b_{1x}\beta_x + c_{1x}\gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{1y}\alpha_y + b_{1y}\beta_y + c_{1y}\gamma_y| \leq \alpha_{yw}$ , 并且  $\alpha_y \geq 0$ ,  $N > N_{\max}(1 - b_{1y}\beta_y)$ ,则判定所述旋挖钻机当前重心不稳定并生成报警指令发送至所述报警显示器,其中,  $a_{1x}$ 、 $a_{1y}$ 、 $b_{1x}$ 、 $b_{1y}$ 、 $c_{1x}$ 、 $c_{1y}$  为对应的加压状态稳定影响系数;

如果  $|a_{1x}\alpha_x + b_{1x}\beta_x + c_{1x}\gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{1y}\alpha_y + b_{1y}\beta_y + c_{1y}\gamma_y| \leq \alpha_{yw}$ , 并且  $\alpha_y < 0$ ,  $N \leq N_{\max}(1 + a_{1y}\alpha_y - b_{1y}\beta_y)$ ,则判定所述旋挖钻机当前稳定重心稳定,其中,  $a_{1x}$ 、 $a_{1y}$ 、 $b_{1x}$ 、 $b_{1y}$ 、 $c_{1x}$ 、 $c_{1y}$  为对应的加压状态稳定影响系数;

如果  $|a_{1x}\alpha_x + b_{1x}\beta_x + c_{1x}\gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{1y}\alpha_y + b_{1y}\beta_y + c_{1y}\gamma_y| \leq \alpha_{yw}$ , 并且  $\alpha_y < 0$ ,  $N > N_{\max}(1 + a_{1y}\alpha_y - b_{1y}\beta_y)$ ,则判定所述旋挖钻机当前重心不稳定并生成报警指令发送至所述报警显示器,其中,  $a_{1x}$ 、 $a_{1y}$ 、 $b_{1x}$ 、 $b_{1y}$ 、 $c_{1x}$ 、 $c_{1y}$  为对应的加压状态稳定影响系数;

在所述旋挖钻机处于起拔工作状态时,假设所述旋挖钻机的底盘当前向左右和向前后方向上的底盘倾角分别为  $\alpha_x$  和  $\alpha_y$ 、所述旋挖钻机的变幅动臂当前向左右和向前后方向上的变幅倾角分别为  $\beta_x$  和  $\beta_y$ 、所述旋挖钻机的桅杆当前向左右和向前后方向上的桅杆倾角分别为  $\gamma_x$  和  $\gamma_y$ 、所述旋挖钻机当前的实际起拔力为  $F$ ,则:

如果  $|a_{2x}\alpha_x + b_{2x}\beta_x + c_{2x}\gamma_x| > \alpha_{xt}$  或  $|a_{2y}\alpha_y + b_{2y}\beta_y + c_{2y}\gamma_y| > \alpha_{yt}$ ,则判定所述旋挖钻机当前重心危险并生成制动指令发送至所述执行机构,其中,  $a_{2x}$ 、 $a_{2y}$ 、 $b_{2x}$ 、 $b_{2y}$ 、 $c_{2x}$ 、 $c_{2y}$  为对应的起拔稳定影响系数;

如果  $|a_{2x}\alpha_x + b_{2x}\beta_x + c_{2x}\gamma_x| > \alpha_{xw}$  或  $|a_{2y}\alpha_y + b_{2y}\beta_y + c_{2y}\gamma_y| > \alpha_{yw}$ , 并且  $|a_{2x}\alpha_x + b_{2x}\beta_x + c_{2x}\gamma_x| \leq \alpha_{xt}$  且  $|a_{2y}\alpha_y + b_{2y}\beta_y + c_{2y}\gamma_y| \leq \alpha_{yt}$ ,则判定所述旋挖钻机当前重心不稳定并生成报警指令发送至所述报警显示器,其中,  $a_{2x}$ 、 $a_{2y}$ 、 $b_{2x}$ 、 $b_{2y}$ 、 $c_{2x}$ 、 $c_{2y}$  为对应的起拔稳定影响系数;

如果  $|a_{2x}\alpha_x + b_{2x}\beta_x + c_{2x}\gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{2y}\alpha_y + b_{2y}\beta_y + c_{2y}\gamma_y| \leq \alpha_{yw}$ , 并且  $\alpha_y \leq 0$ ,

$F \leq F_{\max}(1-b_{2y}\beta_y)$ , 则判定所述旋挖钻机当前稳定重心稳定, 其中,  $a_{2x}$ 、 $a_{2y}$ 、 $b_{2x}$ 、 $b_{2y}$ 、 $c_{2x}$ 、 $c_{2y}$  为对应的起拔稳定影响系数;

如果  $|a_{2x}\alpha_x+b_{2x}\beta_x+c_{2x}\gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{2y}\alpha_y+b_{2y}\beta_y+c_{2y}\gamma_y| \leq \alpha_{yw}$ , 并且  $\alpha_y \leq 0$ ,  $F > F_{\max}(1-b_{2y}\beta_y)$ , 则判定所述旋挖钻机当前重心不稳定并生成报警指令发送至所述报警显示器, 其中,  $a_{2x}$ 、 $a_{2y}$ 、 $b_{2x}$ 、 $b_{2y}$ 、 $c_{2x}$ 、 $c_{2y}$  为对应的起拔稳定影响系数;

如果  $|a_{2x}\alpha_x+b_{2x}\beta_x+c_{2x}\gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{2y}\alpha_y+b_{2y}\beta_y+c_{2y}\gamma_y| \leq \alpha_{yw}$ , 并且  $\alpha_y > 0$ ,  $F \leq F_{\max}(1-a_{2y}\alpha_y-b_{2y}\beta_y)$ , 则判定所述旋挖钻机当前稳定重心稳定, 其中,  $a_{2x}$ 、 $a_{2y}$ 、 $b_{2x}$ 、 $b_{2y}$ 、 $c_{2x}$ 、 $c_{2y}$  为对应的起拔稳定影响系数;

如果  $|a_{2x}\alpha_x+b_{2x}\beta_x+c_{2x}\gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{2y}\alpha_y+b_{2y}\beta_y+c_{2y}\gamma_y| \leq \alpha_{yw}$ , 并且  $\alpha_y < 0$ ,  $F > F_{\max}(1-a_{2y}\alpha_y-b_{2y}\beta_y)$ , 则判定所述旋挖钻机当前重心不稳定并生成报警指令发送至所述报警显示器, 其中,  $a_{2x}$ 、 $a_{2y}$ 、 $b_{2x}$ 、 $b_{2y}$ 、 $c_{2x}$ 、 $c_{2y}$  为对应的起拔稳定影响系数;

在所述旋挖钻机处于除加压和起拔之外的其他工作状态时, 假设所述旋挖钻机的底盘当前向左右和向前后方向上的底盘倾角分别为  $\alpha_x$  和  $\alpha_y$ 、所述旋挖钻机的变幅动臂当前向左右和向前后方向上的变幅倾角分别为  $\beta_x$  和  $\beta_y$ 、所述旋挖钻机的桅杆当前向左右和向前后方向上的桅杆倾角分别为  $\gamma_x$  和  $\gamma_y$ , 则:

如果  $|a_{3x}\alpha_x+b_{3x}\beta_x+c_{3x}\gamma_x| > \alpha_{xt}$  或  $|a_{3y}\alpha_y+b_{3y}\beta_y+c_{3y}\gamma_y| > \alpha_{yt}$ , 则判定所述旋挖钻机当前重心危险并生成制动指令发送至所述执行机构, 其中,  $a_{3x}$ 、 $a_{3y}$ 、 $b_{3x}$ 、 $b_{3y}$ 、 $c_{3x}$ 、 $c_{3y}$  为对应的第三工作状态稳定影响系数;

如果  $|a_{3x}\alpha_x+b_{3x}\beta_x+c_{3x}\gamma_x| > \alpha_{xw}$  或  $|a_{3y}\alpha_y+b_{3y}\beta_y+c_{3y}\gamma_y| > \alpha_{yw}$ , 并且  $|a_{3x}\alpha_x+b_{3x}\beta_x+c_{3x}\gamma_x| \leq \alpha_{xt}$  且  $|a_{3y}\alpha_y+b_{3y}\beta_y+c_{3y}\gamma_y| \leq \alpha_{yt}$ , 则判定所述旋挖钻机当前重心不稳定并生成报警指令发送至所述报警显示器, 其中,  $a_{3x}$ 、 $a_{3y}$ 、 $b_{3x}$ 、 $b_{3y}$ 、 $c_{3x}$ 、 $c_{3y}$  为对应的第三工作状态稳定影响系数;

如果  $|a_{3x}\alpha_x+b_{3x}\beta_x+c_{3x}\gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{3y}\alpha_y+b_{3y}\beta_y+c_{3y}\gamma_y| \leq \alpha_{yw}$ , 则判定所述旋挖钻机当前稳定重心稳定, 其中,  $a_{3x}$ 、 $a_{3y}$ 、 $b_{3x}$ 、 $b_{3y}$ 、 $c_{3x}$ 、 $c_{3y}$  为对应的第三工作状态稳定影响系数。

## 旋挖钻机自动防倾翻控制系统及其控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种旋挖钻机,尤其涉及一种旋挖钻机自动防倾翻控制系统及其控制方法。

### 背景技术

[0002] 旋挖钻机属于不对称装置机械,其面对的施工作业对象和地质工程千变万化,由于施工的时空环境不断变化,很容易发生倾翻,从而造成重大事故。为了解决这一问题中国专利 ZL20092035159.5 公开了一种挖钻机防倾保护装置,其包括中央处理单元、发动机 ECM、解除锁止开关、桅杆倾角传感器、显示器、与中央处理单元连接的执行机构、以及安装于旋挖钻机的上车平台底部的倾角双轴传感器。其中,倾角双轴传感器与中央处理单元连接,用于采集钻机的平衡角度状态信息,并将信息传输至中央处理单元。发动机 ECM 与中央处理单元连接,为设备提供动力并接受来自中央处理单元下发的熄火指令。解除锁止开关与中央处理单元连接,为接触机器的锁定而设置的安全复位开关。桅杆倾角传感器与中央处理单元连接,用于实时采集桅杆的角度位置状态信息并将信息传输至中央处理单元。显示器与中央处理单元连接,用于显示 PLC 输出的信息。然而,该挖钻机防倾保护装置只简单的考虑到地盘水平度和桅杆的垂直度来进行防倾翻处理,实践表明,旋挖钻机发生倾翻还与其他很多因素有关,例如旋挖钻机的主卷扬拉力等,因此,该挖钻机防倾保护装置只是采取了一些简单的防倾翻措施,可靠性和安全性很低。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种旋挖钻机自动防倾翻控制系统及其控制方法,综合考虑底盘倾角、桅杆倾角、变幅倾角、加压力、起拔力以及旋挖钻机的行走或工作状态来进行防倾翻处理,提高旋挖钻机防倾翻的可靠性和安全性。

[0004] 为达到上述目的,本发明一方面提供了一种旋挖钻机自动防倾翻控制系统,包括:

[0005] 底盘倾角传感器,用于实时采集旋挖钻机的底盘倾角信息发送至控制器;

[0006] 桅杆倾角传感器,用于实时采集所述旋挖钻机的桅杆倾角信息发送至所述控制器;

[0007] 变幅倾角传感器,用于实时采集所述旋挖钻机的变幅倾角信息发送至所述控制器;

[0008] 主卷扬拉力传感器,用于实时采集所述旋挖钻机的起拔力信息发送至所述控制器;

[0009] 加压压力传感器,用于实时采集所述旋挖钻机的加压力信息发送至所述控制器;

[0010] 所述控制器,用于根据当前接收到的底盘倾角信息、桅杆倾角信息、变幅倾角信息、起拔力信息和加压力信息,以及所述旋挖钻机当前的行走或工作状态判断所述旋挖钻机当前的重心稳定状态,如果判定所述旋挖钻机当前重心不稳定,则根据重心不稳定的程

度对应的生成报警指令发送至报警显示器或生成制动指令发送至所述旋挖钻机的执行机构；

[0011] 所述报警显示器,用于接收所述控制器发送的报警指令,根据所述报警指令发出对应的声光报警信息；

[0012] 所述执行机构,用于接收所述控制器发送的制动指令,根据所述制动指令停止所述旋挖钻机当前的行走或工作状态。

[0013] 本发明的旋挖钻机自动防倾翻控制系统,以所述旋挖钻机的底盘回转中心点向水平地面的投影为坐标原点,以所述旋挖钻机的驾驶室正前方为 Y 轴正向,以所述驾驶室正后方为 Y 轴负向,以所述驾驶室正右侧为 X 轴正向,以所述驾驶室正左侧为 X 轴负向建立坐标系,设定所述旋挖钻机的行走状态左右倾角稳定极限值为  $\alpha'_{xw}$ 、设定所述旋挖钻机的行走状态前后倾角稳定极限值为  $\alpha'_{yw}$ 、设定所述旋挖钻机的工作状态左右倾角稳定极限值为  $\alpha_{xw}$ 、设定所述旋挖钻机的工作状态前后倾角稳定极限值为  $\alpha_{yw}$ 、设定所述旋挖钻机的工作状态左右倾角动作极限值为  $\alpha_{xt}$ 、设定所述旋挖钻机的工作状态前后倾角动作极限值为  $\alpha_{yt}$ 、设定所述旋挖钻机的最大允许加压力为  $N_{max}$ 、设定所述旋挖钻机的最大允许起拔力为  $F_{max}$ ,  $\alpha_{xw} < \alpha_{xt}$ 、 $\alpha_{yw} < \alpha_{yt}$ ,则所述控制器包括：

[0014] 预处理模块,用于接收底盘倾角信息、桅杆倾角信息、变幅倾角信息、起拔力信息和加压力信息并判断所述旋挖钻机当前所处的状态,根据所述旋挖钻机当前所处的状态将对应的底盘倾角信息、桅杆倾角信息、变幅倾角信息、起拔力信息和加压力信息发送给对应的处理模块；

[0015] 行走状态处理模块,用于在所述旋挖钻机处于行走状态时,假设所述旋挖钻机的底盘当前向左右或向前后方向上的底盘倾角分别为  $\alpha_x$  和  $\alpha_y$ ,如果  $|\alpha_x| \leq \alpha'_{xw}$  且  $|\alpha_y| \leq \alpha'_{yw}$ ,则判定所述旋挖钻机当前稳定重心稳定,否则,判定所述旋挖钻机当前重心不稳定并生成报警指令发送至所述报警显示器；

[0016] 加压状态处理模块,用于在所述旋挖钻机处于加压工作状态时,假设所述旋挖钻机的底盘当前向左右和向前后方向上的底盘倾角分别为  $\alpha_x$  和  $\alpha_y$ 、所述旋挖钻机的变幅动臂当前向左右和向前后方向上的变幅倾角分别为  $\beta_x$  和  $\beta_y$ 、所述旋挖钻机的桅杆当前向左右和向前后方向上的桅杆倾角分别为  $\gamma_x$  和  $\gamma_y$ 、所述旋挖钻机当前的实际加压力为 N,则：

[0017] 如果  $|a_{1x}\alpha_x + b_{1x}\beta_x + c_{1x}\gamma_x| > \alpha_{xt}$  或  $|a_{1y}\alpha_y + b_{1y}\beta_y + c_{1y}\gamma_y| > \alpha_{yt}$ ,则判定所述旋挖钻机当前重心危险并生成制动指令发送至所述执行机构,其中,  $a_{1x}$ 、 $a_{1y}$ 、 $b_{1x}$ 、 $b_{1y}$ 、 $c_{1x}$ 、 $c_{1y}$  为对应的加压状态稳定影响系数；

[0018] 如果  $|a_{1x}\alpha_x + b_{1x}\beta_x + c_{1x}\gamma_x| > \alpha_{xw}$  或  $|a_{1y}\alpha_y + b_{1y}\beta_y + c_{1y}\gamma_y| > \alpha_{yw}$ , 并且  $|a_{1x}\alpha_x + b_{1x}\beta_x + c_{1x}\gamma_x| \leq \alpha_{xt}$  且  $|a_{1y}\alpha_y + b_{1y}\beta_y + c_{1y}\gamma_y| \leq \alpha_{yt}$ ,则判定所述旋挖钻机当前重心不稳定并生成报警指令发送至所述报警显示器,其中,  $a_{1x}$ 、 $a_{1y}$ 、 $b_{1x}$ 、 $b_{1y}$ 、 $c_{1x}$ 、 $c_{1y}$  为对应的加压状态稳定影响系数；

[0019] 如果  $|a_{1x}\alpha_x + b_{1x}\beta_x + c_{1x}\gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{1y}\alpha_y + b_{1y}\beta_y + c_{1y}\gamma_y| \leq \alpha_{yw}$ , 并且  $\alpha_y \geq 0$ ,  $N \leq N_{max}(1 - b_{1y}\beta_y)$ ,则判定所述旋挖钻机当前稳定重心稳定,其中,  $a_{1x}$ 、 $a_{1y}$ 、 $b_{1x}$ 、 $b_{1y}$ 、 $c_{1x}$ 、 $c_{1y}$  为对应的加压状态稳定影响系数；

[0020] 如果  $|a_{1x}\alpha_x + b_{1x}\beta_x + c_{1x}\gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{1y}\alpha_y + b_{1y}\beta_y + c_{1y}\gamma_y| \leq \alpha_{yw}$ , 并且  $\alpha_y \geq 0$ ,  $N > N_{max}(1 - b_{1y}\beta_y)$ ,则判定所述旋挖钻机当前重心不稳定并生成报警指令发送至所述报警



显示器,其中,  $a_{1x}$ 、 $a_{1y}$ 、 $b_{1x}$ 、 $b_{1y}$ 、 $c_{1x}$ 、 $c_{1y}$  为对应的加压状态稳定影响系数;

[0021] 如果  $|a_{1x} \alpha_x + b_{1x} \beta_x + c_{1x} \gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{1y} \alpha_y + b_{1y} \beta_y + c_{1y} \gamma_y| \leq \alpha_{yw}$ , 并且  $\alpha_y < 0$ ,  $N \leq N_{\max}(1 + a_{1y} \alpha_y - b_{1y} \beta_y)$ , 则判定所述旋挖钻机当前稳定重心稳定, 其中,  $a_{1x}$ 、 $a_{1y}$ 、 $b_{1x}$ 、 $b_{1y}$ 、 $c_{1x}$ 、 $c_{1y}$  为对应的加压状态稳定影响系数;

[0022] 如果  $|a_{1x} \alpha_x + b_{1x} \beta_x + c_{1x} \gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{1y} \alpha_y + b_{1y} \beta_y + c_{1y} \gamma_y| \leq \alpha_{yw}$ , 并且  $\alpha_y < 0$ ,  $N > N_{\max}(1 + a_{1y} \alpha_y - b_{1y} \beta_y)$ , 则判定所述旋挖钻机当前重心不稳定并生成报警指令发送至所述报警显示器, 其中,  $a_{1x}$ 、 $a_{1y}$ 、 $b_{1x}$ 、 $b_{1y}$ 、 $c_{1x}$ 、 $c_{1y}$  为对应的加压状态稳定影响系数;

[0023] 起拔状态处理模块, 用于在所述旋挖钻机处于起拔工作状态时, 假设所述旋挖钻机的底盘当前向左右和向前后方向上的底盘倾角分别为  $\alpha_x$  和  $\alpha_y$ 、所述旋挖钻机的变幅动臂当前向左右和向前后方向上的变幅倾角分别为  $\beta_x$  和  $\beta_y$ 、所述旋挖钻机的桅杆当前向左右和向前后方向上的桅杆倾角分别为  $\gamma_x$  和  $\gamma_y$ 、所述旋挖钻机当前的实际起拔力为  $F$ , 则:

[0024] 如果  $|a_{2x} \alpha_x + b_{2x} \beta_x + c_{2x} \gamma_x| > \alpha_{xt}$  或  $|a_{2y} \alpha_y + b_{2y} \beta_y + c_{2y} \gamma_y| > \alpha_{yt}$ , 则判定所述旋挖钻机当前重心危险并生成制动指令发送至所述执行机构, 其中,  $a_{2x}$ 、 $a_{2y}$ 、 $b_{2x}$ 、 $b_{2y}$ 、 $c_{2x}$ 、 $c_{2y}$  为对应的起拔稳定影响系数;

[0025] 如果  $|a_{2x} \alpha_x + b_{2x} \beta_x + c_{2x} \gamma_x| > \alpha_{xw}$  或  $|a_{2y} \alpha_y + b_{2y} \beta_y + c_{2y} \gamma_y| > \alpha_{yw}$ , 并且  $|a_{2x} \alpha_x + b_{2x} \beta_x + c_{2x} \gamma_x| \leq \alpha_{xt}$  且  $|a_{2y} \alpha_y + b_{2y} \beta_y + c_{2y} \gamma_y| \leq \alpha_{yt}$ , 则判定所述旋挖钻机当前重心不稳定并生成报警指令发送至所述报警显示器, 其中,  $a_{2x}$ 、 $a_{2y}$ 、 $b_{2x}$ 、 $b_{2y}$ 、 $c_{2x}$ 、 $c_{2y}$  为对应的起拔稳定影响系数;

[0026] 如果  $|a_{2x} \alpha_x + b_{2x} \beta_x + c_{2x} \gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{2y} \alpha_y + b_{2y} \beta_y + c_{2y} \gamma_y| \leq \alpha_{yw}$ , 并且  $\alpha_y \leq 0$ ,  $F \leq F_{\max}(1 - b_{2y} \beta_y)$ , 则判定所述旋挖钻机当前稳定重心稳定, 其中,  $a_{2x}$ 、 $a_{2y}$ 、 $b_{2x}$ 、 $b_{2y}$ 、 $c_{2x}$ 、 $c_{2y}$  为对应的起拔稳定影响系数;

[0027] 如果  $|a_{2x} \alpha_x + b_{2x} \beta_x + c_{2x} \gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{2y} \alpha_y + b_{2y} \beta_y + c_{2y} \gamma_y| \leq \alpha_{yw}$ , 并且  $\alpha_y \leq 0$ ,  $F > F_{\max}(1 - b_{2y} \beta_y)$ , 则判定所述旋挖钻机当前重心不稳定并生成报警指令发送至所述报警显示器, 其中,  $a_{2x}$ 、 $a_{2y}$ 、 $b_{2x}$ 、 $b_{2y}$ 、 $c_{2x}$ 、 $c_{2y}$  为对应的起拔稳定影响系数;

[0028] 如果  $|a_{2x} \alpha_x + b_{2x} \beta_x + c_{2x} \gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{2y} \alpha_y + b_{2y} \beta_y + c_{2y} \gamma_y| \leq \alpha_{yw}$ , 并且  $\alpha_y > 0$ ,  $F \leq F_{\max}(1 - a_{2y} \alpha_y - b_{2y} \beta_y)$ , 则判定所述旋挖钻机当前稳定重心稳定, 其中,  $a_{2x}$ 、 $a_{2y}$ 、 $b_{2x}$ 、 $b_{2y}$ 、 $c_{2x}$ 、 $c_{2y}$  为对应的起拔稳定影响系数;

[0029] 如果  $|a_{2x} \alpha_x + b_{2x} \beta_x + c_{2x} \gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{2y} \alpha_y + b_{2y} \beta_y + c_{2y} \gamma_y| \leq \alpha_{yw}$ , 并且  $\alpha_y < 0$ ,  $F > F_{\max}(1 - a_{2y} \alpha_y - b_{2y} \beta_y)$ , 则判定所述旋挖钻机当前重心不稳定并生成报警指令发送至所述报警显示器, 其中,  $a_{2x}$ 、 $a_{2y}$ 、 $b_{2x}$ 、 $b_{2y}$ 、 $c_{2x}$ 、 $c_{2y}$  为对应的起拔稳定影响系数;

[0030] 第三工作状态处理模块, 用于在所述旋挖钻机处于除加压和起拔之外的其他工作状态时, 假设所述旋挖钻机的底盘当前向左右和向前后方向上的底盘倾角分别为  $\alpha_x$  和  $\alpha_y$ 、所述旋挖钻机的变幅动臂当前向左右和向前后方向上的变幅倾角分别为  $\beta_x$  和  $\beta_y$ 、所述旋挖钻机的桅杆当前向左右和向前后方向上的桅杆倾角分别为  $\gamma_x$  和  $\gamma_y$ , 则:

[0031] 如果  $|a_{3x} \alpha_x + b_{3x} \beta_x + c_{3x} \gamma_x| > \alpha_{xt}$  或  $|a_{3y} \alpha_y + b_{3y} \beta_y + c_{3y} \gamma_y| > \alpha_{yt}$ , 则判定所述旋挖钻机当前重心危险并生成制动指令发送至所述执行机构, 其中,  $a_{3x}$ 、 $a_{3y}$ 、 $b_{3x}$ 、 $b_{3y}$ 、 $c_{3x}$ 、 $c_{3y}$  为对应的第三工作状态稳定影响系数;

[0032] 如果  $|a_{3x} \alpha_x + b_{3x} \beta_x + c_{3x} \gamma_x| > \alpha_{xw}$  或  $|a_{3y} \alpha_y + b_{3y} \beta_y + c_{3y} \gamma_y| > \alpha_{yw}$ , 并且  $|a_{3x} \alpha_x + b_{3x} \beta_x + c_{3x} \gamma_x| \leq \alpha_{xt}$  且  $|a_{3y} \alpha_y + b_{3y} \beta_y + c_{3y} \gamma_y| \leq \alpha_{yt}$ , 则判定所述旋挖钻机当前重

心不稳定并生成报警指令发送至所述报警显示器,其中, $a_{3x}$ 、 $a_{3y}$ 、 $b_{3x}$ 、 $b_{3y}$ 、 $c_{3x}$ 、 $c_{3y}$  为对应的第三工作状态稳定影响系数;

[0033] 如果  $|a_{3x} \alpha_x + b_{3x} \beta_x + c_{3x} \gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{3y} \alpha_y + b_{3y} \beta_y + c_{3y} \gamma_y| \leq \alpha_{yw}$ , 则判定所述旋挖钻机当前稳定重心稳定, 其中,  $a_{3x}$ 、 $a_{3y}$ 、 $b_{3x}$ 、 $b_{3y}$ 、 $c_{3x}$ 、 $c_{3y}$  为对应的第三工作状态稳定影响系数。

[0034] 本发明的旋挖钻机自动防倾翻控制系统, 所述底盘倾角传感器安装于所述旋挖钻机的底盘上, 所述桅杆倾角传感器安装于所述旋挖钻机的桅杆上, 所述变幅倾角传感器安装于所述旋挖钻机的变幅动臂上, 所述主卷扬拉力传感器安装于所述旋挖钻机的主卷扬的销轴上, 所述加压压力传感器安装于所述旋挖钻机的液压油路上, 所述报警显示器安装于所述旋挖钻机的驾驶室内。

[0035] 本发明的旋挖钻机自动防倾翻控制系统, 所述控制器为 PLC。

[0036] 另一方面, 本发明还提供了一种旋挖钻机自动防倾翻控制方法, 包括以下步骤:

[0037] 实时采集旋挖钻机的底盘倾角信息、桅杆倾角信息、变幅倾角信息、起拔力信息和加压力信息;

[0038] 根据当前的底盘倾角信息、桅杆倾角信息、变幅倾角信息、起拔力信息和加压力信息, 以及所述旋挖钻机当前的行走或工作状态判断所述旋挖钻机当前的重心稳定状态, 如果判定所述旋挖钻机当前重心不稳定, 则根据重心不稳定的程度对应的生成报警指令发送至报警显示器或生成制动指令发送至所述旋挖钻机的执行机构。

[0039] 本发明的旋挖钻机自动防倾翻控制方法, 以所述旋挖钻机的底盘回转中心点向水平地面的投影为坐标原点, 以所述旋挖钻机的驾驶室正前方为 Y 轴正向, 以所述驾驶室正后方为 Y 轴负向, 以所述驾驶室正右侧为 X 轴正向, 以所述驾驶室正左侧为 X 轴负向建立坐标系, 设定所述旋挖钻机的行走状态左右倾角稳定极限值为  $\alpha'_{xw}$ 、设定所述旋挖钻机的行走状态前后倾角稳定极限值为  $\alpha'_{yw}$ 、设定所述旋挖钻机的工作状态左右倾角稳定极限值为  $\alpha_{xw}$ 、设定所述旋挖钻机的工作状态前后倾角稳定极限值为  $\alpha_{yw}$ 、设定所述旋挖钻机的工作状态左右倾角动作极限值为  $\alpha_{xt}$ 、设定所述旋挖钻机的工作状态前后倾角动作极限值为  $\alpha_{yt}$ 、设定所述旋挖钻机的最大允许加压力为  $N_{max}$ 、设定所述旋挖钻机的最大允许起拔力为  $F_{max}$ ,  $\alpha_{xw} < \alpha_{xt}$ 、 $\alpha_{yw} < \alpha_{yt}$ ,

[0040] 则所述根据当前的底盘倾角信息、桅杆倾角信息、变幅倾角信息、起拔力信息和加压力信息, 以及所述旋挖钻机当前的行走或工作状态判断所述旋挖钻机当前的重心稳定状态, 如果判定所述旋挖钻机当前重心不稳定, 则根据重心不稳定的程度对应的生成报警指令发送至报警显示器或生成制动指令发送至所述旋挖钻机的执行机构, 具体包括:

[0041] 在所述旋挖钻机处于行走状态时, 假设所述旋挖钻机的底盘当前向左右或向前后方向上的底盘倾角分别为  $\alpha_x$  和  $\alpha_y$ , 如果  $|\alpha_x| \leq \alpha'_{xw}$  且  $|\alpha_y| \leq \alpha'_{yw}$ , 则判定所述旋挖钻机当前稳定重心稳定, 否则, 判定所述旋挖钻机当前重心不稳定并生成报警指令发送至所述报警显示器;

[0042] 在所述旋挖钻机处于加压工作状态时, 假设所述旋挖钻机的底盘当前向左右和向前后方向上的底盘倾角分别为  $\alpha_x$  和  $\alpha_y$ 、所述旋挖钻机的变幅动臂当前向左右和向前后方向上的变幅倾角分别为  $\beta_x$  和  $\beta_y$ 、所述旋挖钻机的桅杆当前向左右和向前后方向上的桅杆倾角分别为  $\gamma_x$  和  $\gamma_y$ 、所述旋挖钻机当前的实际加压力为 N, 则:

[0043] 如果  $|a_{1x} \alpha_x + b_{1x} \beta_x + c_{1x} \gamma_x| > \alpha_{xt}$  或  $|a_{1y} \alpha_y + b_{1y} \beta_y + c_{1y} \gamma_y| > \alpha_{yt}$ , 则判定所述旋挖钻机当前重心危险并生成制动指令发送至所述执行机构, 其中,  $a_{1x}$ 、 $a_{1y}$ 、 $b_{1x}$ 、 $b_{1y}$ 、 $c_{1x}$ 、 $c_{1y}$  为对应的加压状态稳定影响系数;

[0044] 如果  $|a_{1x} \alpha_x + b_{1x} \beta_x + c_{1x} \gamma_x| > \alpha_{xw}$  或  $|a_{1y} \alpha_y + b_{1y} \beta_y + c_{1y} \gamma_y| > \alpha_{yw}$ , 并且  $|a_{1x} \alpha_x + b_{1x} \beta_x + c_{1x} \gamma_x| \leq \alpha_{xt}$  且  $|a_{1y} \alpha_y + b_{1y} \beta_y + c_{1y} \gamma_y| \leq \alpha_{yt}$ , 则判定所述旋挖钻机当前重心不稳定并生成报警指令发送至所述报警显示器, 其中,  $a_{1x}$ 、 $a_{1y}$ 、 $b_{1x}$ 、 $b_{1y}$ 、 $c_{1x}$ 、 $c_{1y}$  为对应的加压状态稳定影响系数;

[0045] 如果  $|a_{1x} \alpha_x + b_{1x} \beta_x + c_{1x} \gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{1y} \alpha_y + b_{1y} \beta_y + c_{1y} \gamma_y| \leq \alpha_{yw}$ , 并且  $\alpha_y \geq 0$ ,  $N \leq N_{\max}(1 - b_{1y} \beta_y)$ , 则判定所述旋挖钻机当前稳定重心稳定, 其中,  $a_{1x}$ 、 $a_{1y}$ 、 $b_{1x}$ 、 $b_{1y}$ 、 $c_{1x}$ 、 $c_{1y}$  为对应的加压状态稳定影响系数;

[0046] 如果  $|a_{1x} \alpha_x + b_{1x} \beta_x + c_{1x} \gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{1y} \alpha_y + b_{1y} \beta_y + c_{1y} \gamma_y| \leq \alpha_{yw}$ , 并且  $\alpha_y \geq 0$ ,  $N > N_{\max}(1 - b_{1y} \beta_y)$ , 则判定所述旋挖钻机当前重心不稳定并生成报警指令发送至所述报警显示器, 其中,  $a_{1x}$ 、 $a_{1y}$ 、 $b_{1x}$ 、 $b_{1y}$ 、 $c_{1x}$ 、 $c_{1y}$  为对应的加压状态稳定影响系数;

[0047] 如果  $|a_{1x} \alpha_x + b_{1x} \beta_x + c_{1x} \gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{1y} \alpha_y + b_{1y} \beta_y + c_{1y} \gamma_y| \leq \alpha_{yw}$ , 并且  $\alpha_y < 0$ ,  $N \leq N_{\max}(1 + a_{1y} \alpha_y - b_{1y} \beta_y)$ , 则判定所述旋挖钻机当前稳定重心稳定, 其中,  $a_{1x}$ 、 $a_{1y}$ 、 $b_{1x}$ 、 $b_{1y}$ 、 $c_{1x}$ 、 $c_{1y}$  为对应的加压状态稳定影响系数;

[0048] 如果  $|a_{1x} \alpha_x + b_{1x} \beta_x + c_{1x} \gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{1y} \alpha_y + b_{1y} \beta_y + c_{1y} \gamma_y| \leq \alpha_{yw}$ , 并且  $\alpha_y < 0$ ,  $N > N_{\max}(1 + a_{1y} \alpha_y - b_{1y} \beta_y)$ , 则判定所述旋挖钻机当前重心不稳定并生成报警指令发送至所述报警显示器, 其中,  $a_{1x}$ 、 $a_{1y}$ 、 $b_{1x}$ 、 $b_{1y}$ 、 $c_{1x}$ 、 $c_{1y}$  为对应的加压状态稳定影响系数;

[0049] 在所述旋挖钻机处于起拔工作状态时, 假设所述旋挖钻机的底盘当前向左右和向前后方向上的底盘倾角分别为  $\alpha_x$  和  $\alpha_y$ 、所述旋挖钻机的变幅动臂当前向左右和向前后方向上的变幅倾角分别为  $\beta_x$  和  $\beta_y$ 、所述旋挖钻机的桅杆当前向左右和向前后方向上的桅杆倾角分别为  $\gamma_x$  和  $\gamma_y$ 、所述旋挖钻机当前的实际起拔力为  $F$ , 则:

[0050] 如果  $|a_{2x} \alpha_x + b_{2x} \beta_x + c_{2x} \gamma_x| > \alpha_{xt}$  或  $|a_{2y} \alpha_y + b_{2y} \beta_y + c_{2y} \gamma_y| > \alpha_{yt}$ , 则判定所述旋挖钻机当前重心危险并生成制动指令发送至所述执行机构, 其中,  $a_{2x}$ 、 $a_{2y}$ 、 $b_{2x}$ 、 $b_{2y}$ 、 $c_{2x}$ 、 $c_{2y}$  为对应的起拔稳定影响系数;

[0051] 如果  $|a_{2x} \alpha_x + b_{2x} \beta_x + c_{2x} \gamma_x| > \alpha_{xw}$  或  $|a_{2y} \alpha_y + b_{2y} \beta_y + c_{2y} \gamma_y| > \alpha_{yw}$ , 并且  $|a_{2x} \alpha_x + b_{2x} \beta_x + c_{2x} \gamma_x| \leq \alpha_{xt}$  且  $|a_{2y} \alpha_y + b_{2y} \beta_y + c_{2y} \gamma_y| \leq \alpha_{yt}$ , 则判定所述旋挖钻机当前重心不稳定并生成报警指令发送至所述报警显示器, 其中,  $a_{2x}$ 、 $a_{2y}$ 、 $b_{2x}$ 、 $b_{2y}$ 、 $c_{2x}$ 、 $c_{2y}$  为对应的起拔稳定影响系数;

[0052] 如果  $|a_{2x} \alpha_x + b_{2x} \beta_x + c_{2x} \gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{2y} \alpha_y + b_{2y} \beta_y + c_{2y} \gamma_y| \leq \alpha_{yw}$ , 并且  $\alpha_y \leq 0$ ,  $F \leq F_{\max}(1 - b_{2y} \beta_y)$ , 则判定所述旋挖钻机当前稳定重心稳定, 其中,  $a_{2x}$ 、 $a_{2y}$ 、 $b_{2x}$ 、 $b_{2y}$ 、 $c_{2x}$ 、 $c_{2y}$  为对应的起拔稳定影响系数;

[0053] 如果  $|a_{2x} \alpha_x + b_{2x} \beta_x + c_{2x} \gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{2y} \alpha_y + b_{2y} \beta_y + c_{2y} \gamma_y| \leq \alpha_{yw}$ , 并且  $\alpha_y \leq 0$ ,  $F > F_{\max}(1 - b_{2y} \beta_y)$ , 则判定所述旋挖钻机当前重心不稳定并生成报警指令发送至所述报警显示器, 其中,  $a_{2x}$ 、 $a_{2y}$ 、 $b_{2x}$ 、 $b_{2y}$ 、 $c_{2x}$ 、 $c_{2y}$  为对应的起拔稳定影响系数;

[0054] 如果  $|a_{2x} \alpha_x + b_{2x} \beta_x + c_{2x} \gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{2y} \alpha_y + b_{2y} \beta_y + c_{2y} \gamma_y| \leq \alpha_{yw}$ , 并且  $\alpha_y > 0$ ,  $F \leq F_{\max}(1 - a_{2y} \alpha_y - b_{2y} \beta_y)$ , 则判定所述旋挖钻机当前稳定重心稳定, 其中,  $a_{2x}$ 、 $a_{2y}$ 、 $b_{2x}$ 、 $b_{2y}$ 、 $c_{2x}$ 、 $c_{2y}$  为对应的起拔稳定影响系数;

[0055] 如果  $|a_{2x}\alpha_x + b_{2x}\beta_x + c_{2x}\gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{2y}\alpha_y + b_{2y}\beta_y + c_{2y}\gamma_y| \leq \alpha_{yw}$ , 并且  $\alpha_y < 0, F > F_{\max}(1 - a_{2y}\alpha_y - b_{2y}\beta_y)$ , 则判定所述旋挖钻机当前重心不稳定并生成报警指令发送至所述报警显示器, 其中,  $a_{2x}$ 、 $a_{2y}$ 、 $b_{2x}$ 、 $b_{2y}$ 、 $c_{2x}$ 、 $c_{2y}$  为对应的起拔稳定影响系数;

[0056] 在所述旋挖钻机处于除加压和起拔之外的其他工作状态时, 假设所述旋挖钻机的底盘当前向左右和向前后方向上的底盘倾角分别为  $\alpha_x$  和  $\alpha_y$ 、所述旋挖钻机的变幅动臂当前向左右和向前后方向上的变幅倾角分别为  $\beta_x$  和  $\beta_y$ 、所述旋挖钻机的桅杆当前向左右和向前后方向上的桅杆倾角分别为  $\gamma_x$  和  $\gamma_y$ , 则:

[0057] 如果  $|a_{3x}\alpha_x + b_{3x}\beta_x + c_{3x}\gamma_x| > \alpha_{xt}$  或  $|a_{3y}\alpha_y + b_{3y}\beta_y + c_{3y}\gamma_y| > \alpha_{yt}$ , 则判定所述旋挖钻机当前重心危险并生成制动指令发送至所述执行机构, 其中,  $a_{3x}$ 、 $a_{3y}$ 、 $b_{3x}$ 、 $b_{3y}$ 、 $c_{3x}$ 、 $c_{3y}$  为对应的第三工作状态稳定影响系数;

[0058] 如果  $|a_{3x}\alpha_x + b_{3x}\beta_x + c_{3x}\gamma_x| > \alpha_{xw}$  或  $|a_{3y}\alpha_y + b_{3y}\beta_y + c_{3y}\gamma_y| > \alpha_{yw}$ , 并且  $|a_{3x}\alpha_x + b_{3x}\beta_x + c_{3x}\gamma_x| \leq \alpha_{xt}$  且  $|a_{3y}\alpha_y + b_{3y}\beta_y + c_{3y}\gamma_y| \leq \alpha_{yt}$ , 则判定所述旋挖钻机当前重心不稳定并生成报警指令发送至所述报警显示器, 其中,  $a_{3x}$ 、 $a_{3y}$ 、 $b_{3x}$ 、 $b_{3y}$ 、 $c_{3x}$ 、 $c_{3y}$  为对应的第三工作状态稳定影响系数;

[0059] 如果  $|a_{3x}\alpha_x + b_{3x}\beta_x + c_{3x}\gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{3y}\alpha_y + b_{3y}\beta_y + c_{3y}\gamma_y| \leq \alpha_{yw}$ , 则判定所述旋挖钻机当前稳定重心稳定, 其中,  $a_{3x}$ 、 $a_{3y}$ 、 $b_{3x}$ 、 $b_{3y}$ 、 $c_{3x}$ 、 $c_{3y}$  为对应的第三工作状态稳定影响系数。

[0060] 本发明的旋挖钻机自动防倾翻控制系统包括底盘倾角传感器、桅杆倾角传感器、变幅倾角传感器、主卷扬拉力传感器、加压压力传感器、报警显示器, 以及控制器和旋挖钻机的执行机构, 由控制器根据当前接收到的底盘倾角信息、桅杆倾角信息、变幅倾角信息、起拔力信息和加压力信息, 以及旋挖钻机当前的行走或工作状态判断旋挖钻机当前的重心稳定状态, 如果判定旋挖钻机当前重心不稳定, 则根据重心不稳定的程度对应的生成报警指令发送至报警显示器或生成制动指令发送至旋挖钻机的执行机构, 由执行机构根据制动指令停止旋挖钻机当前的行走或工作状态, 即自动禁止向危险方向操作, 从而有效防止了旋挖钻机发生倾翻的危险, 因此, 本发明的旋挖钻机自动防倾翻控制系统具有更高的可靠性和安全性。

## 附图说明

[0061] 图 1 为本发明的旋挖钻机自动防倾翻控制系统的结构原理框图。

## 具体实施方式

[0062] 下面结合附图对本发明的具体实施方式进行详细描述:

[0063] 参考图 1 所示, 本实施例的旋挖钻机自动防倾翻控制系统包括安装于旋挖钻机的底盘上底盘倾角传感器 1, 安装于旋挖钻机的桅杆上的桅杆倾角传感器 2、安装于旋挖钻机的变幅动臂上的变幅倾角传感器 3、安装于旋挖钻机的主卷扬的销轴上的主卷扬拉力传感器 4、安装于旋挖钻机的液压油路上的加压压力传感器 5、安装于旋挖钻机的驾驶室内部的报警显示器 7, 以及控制器 6 和与之相连的旋挖钻机的执行机构 8。其中, 底盘倾角传感器 1 用于实时采集旋挖钻机的底盘倾角信息发送至控制器 6。桅杆倾角传感器 2 用于实时采集旋挖钻机的桅杆倾角信息发送至控制器 6。变幅倾角传感器 3 用于实时采集旋挖钻机的变幅

倾角信息发送至控制器 6、主卷扬拉力传感器 4 用于实时采集旋挖钻机的起拔力信息发送至控制器 6。加压压力传感器 5 用于实时采集旋挖钻机的加压力信息发送至控制器 6。而控制器 6 用于根据当前接收到的底盘倾角信息、桅杆倾角信息、变幅倾角信息、起拔力信息和加压力信息,以及旋挖钻机当前的行走或工作状态判断旋挖钻机当前的重心稳定状态,如果判定旋挖钻机当前重心不稳定,则根据重心不稳定的程度对应的生成报警指令发送至报警显示器或生成制动指令发送至旋挖钻机的执行机构 8。报警显示器 7 用于接收控制器 6 发送的报警指令,根据报警指令发出对应的声光报警信息,提醒操作手。执行机构 8 用于接收控制器 6 发送的制动指令,根据制动指令停止旋挖钻机当前的行走或工作状态,即自动禁止向危险方向操作,防止旋挖钻机发生倾翻的危险。

[0064] 其中,控制器 6 包括预处理模块 60、行走状态处理模块 61、加压状态处理模块 62、起拔状态处理模块 63 和第三工作状态处理模块 64,下面一一说明上述四个模块的工作流程。在介绍上述四个模块的工作流程之前,首先进行以下定义:

[0065] 以旋挖钻机的底盘回转中心点向水平地面的投影为坐标原点,以旋挖钻机的驾驶室正前方为 Y 轴正向,以驾驶室正后方为 Y 轴负向,以驾驶室正右侧为 X 轴正向,以驾驶室正左侧为 X 轴负向建立坐标系,设定旋挖钻机的行走状态左右倾角稳定极限值为  $\alpha'_{xw}$ 、设定旋挖钻机的行走状态前后倾角稳定极限值为  $\alpha'_{yw}$ 、设定旋挖钻机的工作状态左右倾角稳定极限值为  $\alpha_{xw}$ 、设定旋挖钻机的工作状态前后倾角稳定极限值为  $\alpha_{yw}$ 、设定旋挖钻机的工作状态左右倾角动作极限值为  $\alpha_{xt}$ 、设定旋挖钻机的工作状态前后倾角动作极限值为  $\alpha_{yt}$ 、设定旋挖钻机的最大允许加压力为  $N_{max}$ 、设定旋挖钻机的最大允许起拔力为  $F_{max}$ ,其中,  $\alpha_{xw} < \alpha_{xt}$ 、 $\alpha_{yw} < \alpha_{yt}$ ,则:

[0066] 预处理模块 60 用于接收底盘倾角信息、桅杆倾角信息、变幅倾角信息、起拔力信息和加压力信息并判断旋挖钻机当前所处的状态,根据旋挖钻机当前所处的状态将对应的底盘倾角信息、桅杆倾角信息、变幅倾角信息、起拔力信息和加压力信息发送给对应的处理模块。

[0067] 行走状态处理模块 61 用于在旋挖钻机处于行走状态时,假设旋挖钻机的底盘当前向左右或向前后方向上的底盘倾角分别为  $\alpha_x$  和  $\alpha_y$ ,如果  $|\alpha_x| \leq \alpha'_{xw}$  且  $|\alpha_y| \leq \alpha'_{yw}$ ,则判定旋挖钻机当前稳定重心稳定,否则,判定旋挖钻机当前重心不稳定并生成报警指令发送至报警显示器 7。

[0068] 加压状态处理模块 62 用于在旋挖钻机处于加压工作状态时,假设旋挖钻机的底盘当前向左右和向前后方向上的底盘倾角分别为  $\alpha_x$  和  $\alpha_y$ 、旋挖钻机的变幅动臂当前向左右和向前后方向上的变幅倾角分别为  $\beta_x$  和  $\beta_y$ 、旋挖钻机的桅杆当前向左右和向前后方向上的桅杆倾角分别为  $\gamma_x$  和  $\gamma_y$ 、旋挖钻机当前的实际加压力为 N,则:

[0069] 如果并且  $|a_{1x}\alpha_x + b_{1x}\beta_x + c_{1x}\gamma_x| > \alpha_{xt}$  或  $|a_{1y}\alpha_y + b_{1y}\beta_y + c_{1y}\gamma_y| > \alpha_{yt}$ ,则判定旋挖钻机当前重心危险并生成制动指令发送至执行机构 8,其中,  $a_{1x}$ 、 $a_{1y}$ 、 $b_{1x}$ 、 $b_{1y}$ 、 $c_{1x}$ 、 $c_{1y}$  为对应的加压状态稳定影响系数。

[0070] 如果  $|a_{1x}\alpha_x + b_{1x}\beta_x + c_{1x}\gamma_x| > \alpha_{xw}$  或  $|a_{1y}\alpha_y + b_{1y}\beta_y + c_{1y}\gamma_y| > \alpha_{yw}$ , 并且  $|a_{1x}\alpha_x + b_{1x}\beta_x + c_{1x}\gamma_x| \leq \alpha_{xt}$  且  $|a_{1y}\alpha_y + b_{1y}\beta_y + c_{1y}\gamma_y| \leq \alpha_{yt}$ ,则判定旋挖钻机当前重心不稳定并生成报警指令发送至报警显示器 7,其中,  $a_{1x}$ 、 $a_{1y}$ 、 $b_{1x}$ 、 $b_{1y}$ 、 $c_{1x}$ 、 $c_{1y}$  为对应的加压状态稳定影响系数。

[0071] 如果  $|a_{1x} \alpha_x + b_{1x} \beta_x + c_{1x} \gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{1y} \alpha_y + b_{1y} \beta_y + c_{1y} \gamma_y| \leq \alpha_{yw}$  , 并且  $\alpha_y \geq 0$  ,  $N \leq N_{\max}(1 - b_{1y} \beta_y)$  , 则判定旋挖钻机当前稳定重心稳定, 其中,  $a_{1x}$ 、 $a_{1y}$ 、 $b_{1x}$ 、 $b_{1y}$ 、 $c_{1x}$ 、 $c_{1y}$  为对应的加压状态稳定影响系数。

[0072] 如果  $|a_{1x} \alpha_x + b_{1x} \beta_x + c_{1x} \gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{1y} \alpha_y + b_{1y} \beta_y + c_{1y} \gamma_y| \leq \alpha_{yw}$  , 并且  $\alpha_y \geq 0$  ,  $N > N_{\max}(1 - b_{1y} \beta_y)$  , 则判定旋挖钻机当前重心不稳定并生成报警指令发送至报警显示器 7, 其中,  $a_{1x}$ 、 $a_{1y}$ 、 $b_{1x}$ 、 $b_{1y}$ 、 $c_{1x}$ 、 $c_{1y}$  为对应的加压状态稳定影响系数。

[0073] 如果  $|a_{1x} \alpha_x + b_{1x} \beta_x + c_{1x} \gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{1y} \alpha_y + b_{1y} \beta_y + c_{1y} \gamma_y| \leq \alpha_{yw}$  , 并且  $\alpha_y < 0$  ,  $N \leq N_{\max}(1 + a_{1y} \alpha_y - b_{1y} \beta_y)$  , 则判定旋挖钻机当前稳定重心稳定, 其中,  $a_{1x}$ 、 $a_{1y}$ 、 $b_{1x}$ 、 $b_{1y}$ 、 $c_{1x}$ 、 $c_{1y}$  为对应的加压状态稳定影响系数。

[0074] 如果  $|a_{1x} \alpha_x + b_{1x} \beta_x + c_{1x} \gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{1y} \alpha_y + b_{1y} \beta_y + c_{1y} \gamma_y| \leq \alpha_{yw}$  , 并且  $\alpha_y < 0$  ,  $N > N_{\max}(1 + a_{1y} \alpha_y - b_{1y} \beta_y)$  , 则判定旋挖钻机当前重心不稳定并生成报警指令发送至报警显示器 7, 其中,  $a_{1x}$ 、 $a_{1y}$ 、 $b_{1x}$ 、 $b_{1y}$ 、 $c_{1x}$ 、 $c_{1y}$  为对应的加压状态稳定影响系数。

[0075] 起拔状态处理模块 63 用于在旋挖钻机处于起拔工作状态时, 假设旋挖钻机的底盘当前向左右和向前后方向上的底盘倾角分别为  $\alpha_x$  和  $\alpha_y$ 、旋挖钻机的变幅动臂当前向左右和向前后方向上的变幅倾角分别为  $\beta_x$  和  $\beta_y$ 、旋挖钻机的桅杆当前向左右和向前后方向上的桅杆倾角分别为  $\gamma_x$  和  $\gamma_y$ 、旋挖钻机当前的实际起拔力为  $F$ , 则:

[0076] 如果  $|a_{2x} \alpha_x + b_{2x} \beta_x + c_{2x} \gamma_x| > \alpha_{xt}$  或  $|a_{2y} \alpha_y + b_{2y} \beta_y + c_{2y} \gamma_y| > \alpha_{yt}$  , 则判定旋挖钻机当前重心危险并生成制动指令发送至执行机构 8, 其中,  $a_{2x}$ 、 $a_{2y}$ 、 $b_{2x}$ 、 $b_{2y}$ 、 $c_{2x}$ 、 $c_{2y}$  为对应的起拔稳定影响系数。

[0077] 如果  $|a_{2x} \alpha_x + b_{2x} \beta_x + c_{2x} \gamma_x| > \alpha_{xw}$  或  $|a_{2y} \alpha_y + b_{2y} \beta_y + c_{2y} \gamma_y| > \alpha_{yw}$  , 并且  $|a_{2x} \alpha_x + b_{2x} \beta_x + c_{2x} \gamma_x| \leq \alpha_{xt}$  且  $|a_{2y} \alpha_y + b_{2y} \beta_y + c_{2y} \gamma_y| \leq \alpha_{yt}$  , 则判定旋挖钻机当前重心不稳定并生成报警指令发送至报警显示器 7, 其中,  $a_{2x}$ 、 $a_{2y}$ 、 $b_{2x}$ 、 $b_{2y}$ 、 $c_{2x}$ 、 $c_{2y}$  为对应的起拔稳定影响系数。

[0078] 如果  $|a_{2x} \alpha_x + b_{2x} \beta_x + c_{2x} \gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{2y} \alpha_y + b_{2y} \beta_y + c_{2y} \gamma_y| \leq \alpha_{yw}$  , 并且  $\alpha_y \leq 0$  ,  $F \leq F_{\max}(1 - b_{2y} \beta_y)$  , 则判定旋挖钻机当前稳定重心稳定, 其中,  $a_{2x}$ 、 $a_{2y}$ 、 $b_{2x}$ 、 $b_{2y}$ 、 $c_{2x}$ 、 $c_{2y}$  为对应的起拔稳定影响系数;

[0079] 如果  $|a_{2x} \alpha_x + b_{2x} \beta_x + c_{2x} \gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{2y} \alpha_y + b_{2y} \beta_y + c_{2y} \gamma_y| \leq \alpha_{yw}$  , 并且  $\alpha_y \leq 0$  ,  $F > F_{\max}(1 - b_{2y} \beta_y)$  , 则判定旋挖钻机当前重心不稳定并生成报警指令发送至报警显示器 7, 其中,  $a_{2x}$ 、 $a_{2y}$ 、 $b_{2x}$ 、 $b_{2y}$ 、 $c_{2x}$ 、 $c_{2y}$  为对应的起拔稳定影响系数。

[0080] 如果  $|a_{2x} \alpha_x + b_{2x} \beta_x + c_{2x} \gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{2y} \alpha_y + b_{2y} \beta_y + c_{2y} \gamma_y| \leq \alpha_{yw}$  , 并且  $\alpha_y > 0$  ,  $F \leq F_{\max}(1 - a_{2y} \alpha_y - b_{2y} \beta_y)$  , 则判定旋挖钻机当前稳定重心稳定, 其中,  $a_{2x}$ 、 $a_{2y}$ 、 $b_{2x}$ 、 $b_{2y}$ 、 $c_{2x}$ 、 $c_{2y}$  为对应的起拔稳定影响系数。

[0081] 如果  $|a_{2x} \alpha_x + b_{2x} \beta_x + c_{2x} \gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{2y} \alpha_y + b_{2y} \beta_y + c_{2y} \gamma_y| \leq \alpha_{yw}$  , 并且  $\alpha_y < 0$  ,  $F > F_{\max}(1 - a_{2y} \alpha_y - b_{2y} \beta_y)$  , 则判定旋挖钻机当前重心不稳定并生成报警指令发送至报警显示器 7, 其中,  $a_{2x}$ 、 $a_{2y}$ 、 $b_{2x}$ 、 $b_{2y}$ 、 $c_{2x}$ 、 $c_{2y}$  为对应的起拔稳定影响系数。

[0082] 第三工作状态处理模块 64 用于在旋挖钻机处于除加压和起拔之外的其他工作状态 (例如加压前桅杆的竖起, 起拔后桅杆的归位等) 时, 假设旋挖钻机的底盘当前向左右和向前后方向上的底盘倾角分别为  $\alpha_x$  和  $\alpha_y$ 、旋挖钻机的变幅动臂当前向左右和向前后方向上的变幅倾角分别为  $\beta_x$  和  $\beta_y$ 、旋挖钻机的桅杆当前向左右和向前后方向上的桅杆倾角分

别为  $\gamma_x$  和  $\gamma_y$ , 则:

[0083] 如果  $|a_{3x} \alpha_x + b_{3x} \beta_x + c_{3x} \gamma_x| > \alpha_{xt}$  或  $|a_{3y} \alpha_y + b_{3y} \beta_y + c_{3y} \gamma_y| > \alpha_{yt}$ , 则判定旋挖钻机当前重心危险并生成制动指令发送至执行机构 8, 其中,  $a_{3x}$ 、 $a_{3y}$ 、 $b_{3x}$ 、 $b_{3y}$ 、 $c_{3x}$ 、 $c_{3y}$  为对应的第三工作状态稳定影响系数。

[0084] 如果  $|a_{3x} \alpha_x + b_{3x} \beta_x + c_{3x} \gamma_x| > \alpha_{xw}$  或  $|a_{3y} \alpha_y + b_{3y} \beta_y + c_{3y} \gamma_y| > \alpha_{yw}$ , 并且  $|a_{3x} \alpha_x + b_{3x} \beta_x + c_{3x} \gamma_x| \leq \alpha_{xt}$  且  $|a_{3y} \alpha_y + b_{3y} \beta_y + c_{3y} \gamma_y| \leq \alpha_{yt}$ , 则判定旋挖钻机当前重心不稳定并生成报警指令发送至报警显示器 7, 其中,  $a_{3x}$ 、 $a_{3y}$ 、 $b_{3x}$ 、 $b_{3y}$ 、 $c_{3x}$ 、 $c_{3y}$  为对应的第三工作状态稳定影响系数。

[0085] 如果  $|a_{3x} \alpha_x + b_{3x} \beta_x + c_{3x} \gamma_x| \leq \alpha_{xw}$  且  $|a_{3y} \alpha_y + b_{3y} \beta_y + c_{3y} \gamma_y| \leq \alpha_{yw}$ , 则判定旋挖钻机当前稳定重心稳定, 其中,  $a_{3x}$ 、 $a_{3y}$ 、 $b_{3x}$ 、 $b_{3y}$ 、 $c_{3x}$ 、 $c_{3y}$  为对应的第三工作状态稳定影响系数。

[0086] 需要说明的是, 上述的  $a_{1x}$ 、 $a_{1y}$ 、 $b_{1x}$ 、 $b_{1y}$ 、 $c_{1x}$ 、 $c_{1y}$ 、 $a_{2x}$ 、 $a_{2y}$ 、 $b_{2x}$ 、 $b_{2y}$ 、 $c_{2x}$ 、 $c_{2y}$ 、 $a_{3x}$ 、 $a_{3y}$ 、 $b_{3x}$ 、 $b_{3y}$ 、 $c_{3x}$ 、 $c_{3y}$  以及  $\alpha'_{xw}$ 、 $\alpha'_{yw}$ 、 $\alpha_{xw}$ 、 $\alpha_{xt}$ 、 $N_{max}$  和  $F_{max}$  均是通过计算旋挖钻机的重心稳定范围和实际的试验修正来确定确定的, 并且所有系数都为正。此外, 本实施例的旋挖钻机自动防倾翻控制系统的控制方法已经在描述本实施例的旋挖钻机自动防倾翻控制系统中间接的说明了, 在此不再赘述。

[0087] 本领域技术人员可以理解实施例中的装置中的模块可以按照实施例描述分布于实施例的装置中, 也可以进行相应变化位于不同于本实施例的一个或多个装置中。上述实施例的模块可以合并为一个模块, 也可以进一步拆分成多个子模块。

[0088] 以上的实施例仅仅是对本发明的优选实施方式进行了描述, 并非对本发明的范围进行限定, 在不脱离本发明设计精神的前提下, 本领域普通工程技术人员对本发明的技术方案作出的各种变形和改进, 均应落入本发明的权利要求书确定的保护范围内。

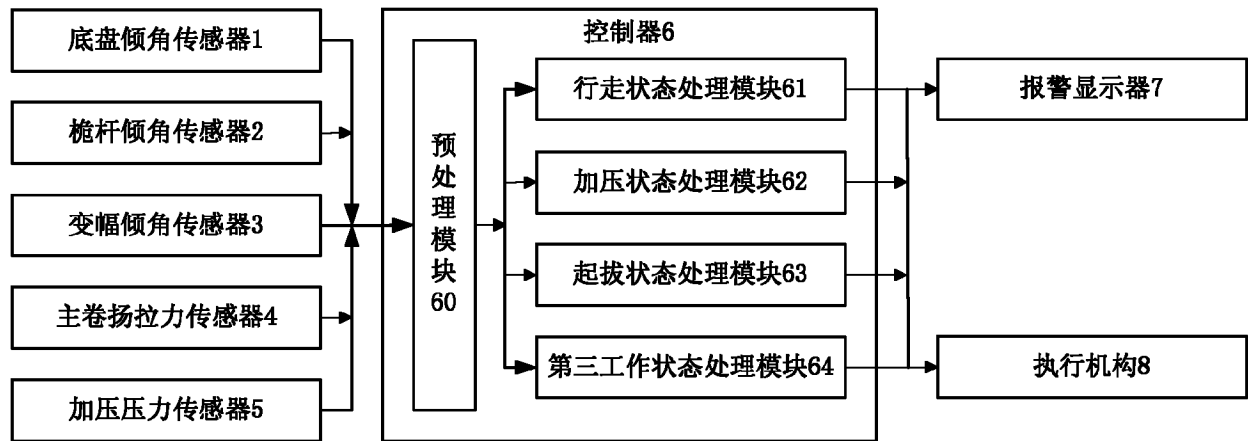


图 1