

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H02G 1/02 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710119846.7

[43] 公开日 2008 年 8 月 20 日

[11] 公开号 CN 101247030A

[22] 申请日 2007.8.1

[21] 申请号 200710119846.7

[71] 申请人 北京深浪电子技术有限公司

地址 100011 北京市西城区德胜门外大街安
德路 67-5 号

[72] 发明人 何守印 张立燕

[74] 专利代理机构 北京凯特来知识产权代理有限公
司

代理人 赵镇勇

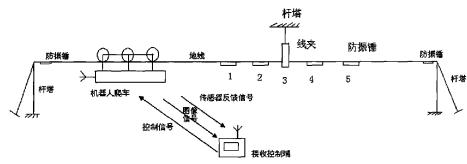
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 4 页

[54] 发明名称

架空线路越障巡检机器人及其越障控制方法

[57] 摘要

本发明涉及一种架空线路越障巡检机器人及其越障控制方法，包括行走机构和控制系统，行走机构包括 3 条悬挂臂，每条悬挂臂上分别设有障碍探测传感器，用于探测架空线路上的防振锤、线夹和过流引线等障碍信号，通过现场总线控制系统控制悬挂臂做三维移动和行走动作，依次越过障碍物，进而使整个行走机构跨越直线杆塔进行长距离巡检。同时，控制系统能够根据越障过程中带来的机器人车体的横向平衡失稳进行自我修复，从而保证越障过程中机器人车体处于稳态。提高了检测效率和检测精度，能够有效的保证电网安全运行。主要应用于超高压架空线路的自动化机器巡检，也应用于光缆或其它的架空线路的巡检。



1、一种架空线路越障巡检机器人，其特征在于，包括行走机构和控制系统，所述行走机构包括至少3条悬挂臂，每条悬挂臂的上端分别设有滚动轮，滚动轮连接有行走驱动电机，每条悬挂臂分别连接有纵向驱动电机和横向驱动电机和升降驱动电机，所述每条悬挂臂上还分别设有障碍探测传感器；

所述障碍探测传感器识别架空线路上的障碍信号，并将该信号传递给所述控制系统。

2、根据权利要求1所述的架空线路越障巡检机器人，其特征在于，所述电机上设有电机码盘，所述电机码盘记录所述电机的运转参数，并将该参数传递给所述控制系统。

3、根据权利要求1或2所述的架空线路越障巡检机器人，其特征在于，所述的控制系统包括线上控制单元和线下控制单元，所述线上控制单元和线下控制单元之间通过无线通信控制模块实现信息传输。

4、根据权利要求3所述的架空线路越障巡检机器人，其特征在于，所述的线上控制单元包括多个控制器节点，分别用于控制多条悬挂臂动作，所述多个控制器节点之间通过CAN总线互联。

5、根据权利要求4所述的架空线路越障巡检机器人，其特征在于，所述的控制器节点包括DSP控制器，所述DSP控制器与CAN总线之间通过光电耦合器耦合。

6、根据权利要求3所述的架空线路越障巡检机器人，其特征在于，所述的行走机构上设有摄像装置和图像发射模块；所述线下控制单元设有图像接收模块，所述摄像装置获取的图像信号由图像发射模块发射给图像接收模块。

7、一种权利要求1至6所述的架空线路越障巡检机器人的越障控制方法，其特征在于，包括步骤：

障碍探测传感器识别架空线路上的障碍信号，并将该信号传递给所述控制系统，控制系统根据该信号通过控制纵向驱动电机、横向驱动电机和升降驱动电机的转动，来控制所述悬挂臂做三维移动，并通过控制行走驱动电机的转动，来控制所述悬挂臂的行走动作。

8、根据权利要求7所述的越障控制方法，其特征在于，所述多条悬挂臂的控制器节点之间通过CAN总线交互信息，所述控制系统根据各个电机的运转参数判断每条悬挂臂的位置信息，并根据该信息控制所述行走机构的平衡。

9、根据权利要求7或8所述的越障控制方法，其特征在于，所述控制系统还根据所述摄像装置获取的图像信息控制所述悬挂臂的三维移动和行走动作。

10、根据权利要求7或8所述的架空线路越障巡检机器人，其特征在于，所述多条悬挂臂的控制器节点根据线下控制单元的指令控制悬挂臂动作，或自动控制悬挂臂动作。

架空线路越障巡检机器人及其越障控制方法

技术领域

本发明涉及一种架空线路巡检技术，尤其涉及一种架空线路越障巡检机器人及其越障控制方法。

背景技术

电力工业关系到国民经济的发展和人民群众的正常生活，电力架空线路是现代社会的生命线，尤其是高压和超高压输电线路。架空线处于野外环境之中，因长期风吹雨淋，常常会导致电线散股，金具松脱而影响正常的电力输送。

高压架空线分为地线和输电线路，地线内部是光缆通信线，在光缆通信线外层分别缚有钢管保护层，钢管外层包缚着缠绕钢丝，这些钢丝很容易断股。输电线路由于季节更替所导致的线路钢丝表面断裂、段股、散股、以及雷击导致的线路表面熔断等等威胁到线路安全运行的各种情况，均需要对线路进行定期的巡视，以检查电力输送是否正常并排除故障。

现有技术中，对架空线路进行巡检的方法主要有两种：

一种是人工检测，通过巡视人员的目测，或借助望远镜观察。这种方法很难达到理想的效果，特别是在地形复杂的山区，不仅巡线人员体力消耗大，而且效率低、可靠性低。

另外一种方法就是用一种能够在架空输电线上稳定行走、可以实时观测线路情况的智能化的机器人来取代人工巡视，这样既可以提高巡线的精度，又可以提高工作效率，节省了大量的人力。但是，现有的机器人只能在两杆塔间的直线段巡线，跨越障碍物的功能较差，应用过程中很不方便。

发明内容

本发明的目的是提供一种效率高、可靠性高、且能跨越障碍物的架空线路越障巡检机器人及其越障控制方法。

本发明的目的是通过以下技术方案实现的：

本发明的架空线路越障巡检机器人，包括行走机构和控制系统，所述行走机构包括至少3条悬挂臂，每条悬挂臂的上端分别设有滚动轮，滚动轮连接有行走驱动电机，每条悬挂臂

分别连接有纵向驱动电机和横向驱动电机和升降驱动电机，所述每条悬挂臂上还分别设有障碍探测传感器；

所述障碍探测传感器识别架空线路上的障碍信号，并将该信号传递给所述控制系统。

本发明的上述架空线路越障巡检机器人的越障控制方法，包括步骤：

障碍探测传感器识别架空线路上的障碍信号，并将该信号传递给所述控制系统，控制系统根据该信号通过控制纵向驱动电机、横向驱动电机和升降驱动电机的转动，来控制所述悬挂臂做三维移动，并通过控制行走驱动电机的转动，来控制所述悬挂臂的行走动作。

由上述本发明提供的技术方案可以看出，本发明所述的架空线路越障巡检机器人，由于行走机构包括至少3条悬挂臂，每条悬挂臂的上端分别设有滚动轮，滚动轮连接有行走驱动电机，每条悬挂臂分别连接有纵向驱动电机和横向驱动电机和升降驱动电机，所述每条悬挂臂上还分别设有障碍探测传感器；所述障碍探测传感器识别架空线路上的障碍信号，并将该信号传递给所述控制系统，控制系统根据该信号通过控制纵向驱动电机、横向驱动电机和升降驱动电机的转动，来控制所述悬挂臂做三维移动，并通过控制行走驱动电机的转动，来控制所述悬挂臂的行走动作。当遇到障碍物时，可以使多条悬挂臂单独进行三维移动和行走动作，依次越过障碍物，进而使整个行走机构跨越障碍物，效率高、可靠性高。

附图说明

图1为本发明架空线路越障巡检机器人的立面结构示意图；

图2为本发明架空线路越障巡检机器人的平面结构示意图；

图3为本发明架空线路越障巡检机器人的侧面结构示意图；

图4为本发明架空线路越障巡检机器人工作状态示意图；

图5为本发明架空线路越障巡检机器人的控制系统的示意图；

图6为本发明架空线路越障巡检机器人的控制节点的示意图；

图7为本发明架空线路越障巡检机器人跨越障碍过程参考图；

图8为本发明架空线路越障巡检机器人跨越障碍的控制流程图。

具体实施方式

本发明高压输电线路越障巡检机器人，包括行走机构和控制系统，所述行走机构包括至少3条悬挂臂，每条悬挂臂的上端分别设有滚动轮，滚动轮连接有行走驱动电机，每条悬挂臂分别连接有纵向驱动电机和横向驱动电机和升降驱动电机，所述每条悬挂臂上还分别设有障碍探测传感器；

所述障碍探测传感器识别架空线路上的障碍信号，并将该信号传递给所述控制系统，控制系统根据该信号控制纵向驱动电机、横向驱动电机和升降驱动电机转动，使所述悬挂臂做三维移动，并控制行走驱动电机转动，使所述悬挂臂前进、停止或后退。

所述电机上设有电机码盘，所述电机码盘记录所述电机的运转参数，并将该参数传递给所述控制系统。电机的运转参数包括电机的转速、转动圈数等。控制系统根据该参数判断悬挂臂的位置信息，并根据该信息控制其它悬挂臂做相应的移动，实现控制机器人的平衡，主要是横向平衡。控制系统能够通过软件补偿算法根据越障过程中带来的机器人车体的横向平衡失稳进行自我修复，从而保证越障过程中机器人车体处于稳态。

控制系统还能够根据行走电机码盘传递的位置信号确定机器人的线上位置，从而可以确定导线表面损伤的精确位置。

控制系统对电池的电量还进行实时监控，保证每次工作顺利进行。

行走机构的具体实施方式如图1、图2、图3所示，包括车架1，所述车架上设有至少3条悬挂臂6，所述每条悬挂臂6的上端分别设有滚动轮9，每条悬挂臂6与车架1之间分别设有纵向移动装置和横向移动装置和升降装置。形成三座标轮式行走机构。

这样，每条悬挂臂6可相对于车架1单独上下、前后、左右移动，当遇到障碍物时，可以使多条悬挂臂6单独进行三维移动，依次越过障碍物，进而使整个架空线路越障巡检机器人跨越障碍物。

每个滚动轮9可以设有单独的行走驱动电机10，保证整个架空线路越障巡检机器人线上运行和越障的可靠。可以通过多传感器提供的信息自动越过线上的每个障碍物，也可以跨越直线塔杆，进行长距离巡检。

车架1上设有摄像头11或其它的检测设备，对架空线路进行巡检，摄像头11与车架1之间的高度和位置可以手动调节，使摄像头11对准需要检测的线路。

上述的纵向移动装置包括移动架18，所述移动架18上设有齿轮3，所述齿轮3连接有纵向驱动电机19，车架1上固定有齿条2，所述齿轮3与齿条2啮合。当纵向驱动电机19驱动齿轮3旋转时，齿条2的推动作用便会使移动架18在车架1上纵向移动，进而带动悬挂臂6纵向移动。

所述的齿条2可以有两条，分别布置在车架1的两侧，相应的所述齿轮3有两个，分别与两条齿条2啮合。所述的纵向驱动电机19为双轴电机，所述双轴电机的轴的两端分别与所述两个齿轮3连接。采用两个齿轮3驱动，可使移动架18移动平稳。

所述的移动架18与车架1之间设有纵向导向装置，使移动架18与车架1之间的连接和运行可靠。纵向导向装置可以是导轨、导槽配合的形式，也可以是导轨、导向轴承配合的形式。

上述的横向移动装置包括横向滑块16，所述横向滑块16与移动架18之间通过横向导向装置活动连接。横向导向装置也可以是导轨、导槽配合的形式，也可以是导轨、导向轴承配合的形式。横向滑块16可以在移动架18上横向移动，带动悬挂臂6横向移动。

所述的横向滑块16上设有横向驱动轮15，所述横向驱动轮15连接有横向驱动电机13，所述移动架18上固定有横向同步带14，所述横向同步带14与所述横向驱动轮15啮合。当横向驱动电机13驱动横向驱动轮15旋转时，横向同步带14的推动作用便会使横向滑块16在移动架18上横向移动，进而带动悬挂臂6横向移动。

上述的升降移动装置包括升降滑块17，所述升降滑块17与所述横向滑块16固定连接，横向滑块16可带动升降滑块17移动。

所述悬挂臂6与所述升降滑块17之间通过升降导向装置活动连接，悬挂臂6可在升降滑块17上上下移动。

所述的悬挂臂6上设有升降驱动轮4，所述升降驱动轮4连接有升降驱动电机12，所述升降滑块17上固定有升降同步带5，所述升降同步带5与所述升降驱动轮4啮合。当升降驱动电机12驱动升降驱动轮4转动时，升降同步带5的推动作用便会使悬挂臂6上下移动。

所述的悬挂臂6上可以设有1个或2个或多个光电传感器8，还可以设有1个或2个或多个接触传感器7。行走驱动电机10、纵向驱动电机19、横向驱动电机13及升降驱动电机12由控制系统控制。

所述的控制系统的具体实施方式，如图4、图5所示，包括线上控制单元和线下控制单元，所述线上控制单元和线下控制单元之间通过无线通信控制模块实现信息传输。

所述的线上控制单元包括多个控制器节点，分别用于控制多条悬挂臂动作，所述多个控制器节点之间通过CAN总线互联。

如图6所示，所述的控制器节点包括DSP控制器，所述DSP控制器与CAN总线之间通过光电耦合器耦合。

所述的控制器节点根据线下控制单元的指令控制悬挂臂动作，或自动控制悬挂臂动作。

所述的行走机构上设有摄像装置和图像发射模块；所述线下控制单元设有图像接收模块，所述摄像装置获取的图像信号由图像发射模块发射给图像接收模块。

一个具体实施例的机器人性能参数及功能如下：

- (1) 具有一定的行走速度，大约1.0~1.5Km/h；
- (2) 重量在15Kg左右；
- (3) 具有一定的爬坡能力，可防止爬坡过程中出现打滑，爬坡角不小于30°；
- (4) 能够越过地线中的线夹和防振锤以及过流引线，同时能够越过输电线路中的分

裂线夹，从而保证机器人跨越直线杆塔对输电线路进行巡检；

(5) 功耗低，使用时间长，电源可连续工作4—6小时；

(6) 针对巡检断股的主要需求，采用图像实时监测的方法，保证图像通信质量，终端能够对图像进行处理，用人眼观察识别断股情况；

(7) 机器人的终端可控制，终端为用户提供傻瓜化的人机操作接口；

(8) 通过传感得知电机的行走位置，为终端定位缺陷提供可能；

(9) 巡检机器人机构简单紧凑安全、可靠，行走稳定。

本发明上述的架空线路越障巡检机器人的越障控制方法，包括步骤：

障碍探测传感器识别架空线路上的障碍信号，并将该信号传递给所述控制系统，控制系统根据该信号通过控制纵向驱动电机、横向驱动电机和升降驱动电机的转动，来控制所述悬挂臂做三维移动，并通过控制行走驱动电机的转动，来控制所述悬挂臂的行走动作。

多条悬挂臂的控制器节点之间通过CAN总线交互信息，控制系统根据各个电机的运转参数判断每条悬挂臂的位置信息，并根据该信息控制悬挂臂的三维移动和行走动作，进而控制行走机构的平衡。控制器节点根据线下控制单元的指令控制悬挂臂动作，或自动控制悬挂臂动作。

所述控制系统还根据所述摄像装置获取的图像信息控制所述悬挂臂的三维移动和行走动作。

当滚动轮9悬挂在架空线路上移动巡检时，其中一条悬挂臂6上的光电传感器8或接触传感器7感知到障碍时，将感知信号传给控制系统，控制系统根据该信号控制相应的电机运转，并根据电机吗畔传来的电机的转速、转动圈数等运转信息控制行走机构的平衡，使多条悬挂臂6依次越过障碍，实现安全、平稳、可靠越障。能够越过线路中的线夹和防振锤以及过流引线，同时能够越过输电线路中的分裂线夹等，保证机器人跨越直线杆塔对输电线路进行巡检。

一个具体实施例：

首先，将机器人运动机构根据三坐标运动情况分成A，B，C三组模块，分别代表三条悬挂臂的运动情况。每一组模块有三个自由度，运动坐标为(x, y, z)，即用A(x, y, z)，B(x, y, z)，C(x, y, z)表示三组模块所处的位置；

假设，运动坐标(x, y, z)在机器人初始状态时为(0, 0, 0)，同时规定向上为z+，向下为z-；向右为y+，向左为y-；垂直纸面向纸外为x+，垂直纸面向纸里为x-，运动位移表示为S>>，例如A组模块向上运动表示成：A(x, y, S>>z+)，其他以此类推；

再假设，主动轮前进为A+，B+，C+，主动轮后退为A-，B-，C-；

如图7所示，仅以3个障碍为例说明机器人越障方法，运动控制流程如图8所示，行走

机构可连续越过多个障碍。

本发明主要应用于超高压架空线路（包括地线）的自动化机器巡检，也应用于光缆或其它的架空线路的巡检，通过机器视觉技术实现线路表面损伤、断股、散股和腐蚀等缺陷的实时可视化巡检，从而对超高压输电线路进行定期机器自动巡查，取代了人工塔下望远镜巡查方法，提高了检测效率和检测精度，能够有效的保证电网安全运行。

以上所述，仅为本发明较佳的具体实施方式，但本发明的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内，可轻易想到的变化或替换，都应涵盖在本发明的保护范围之内。

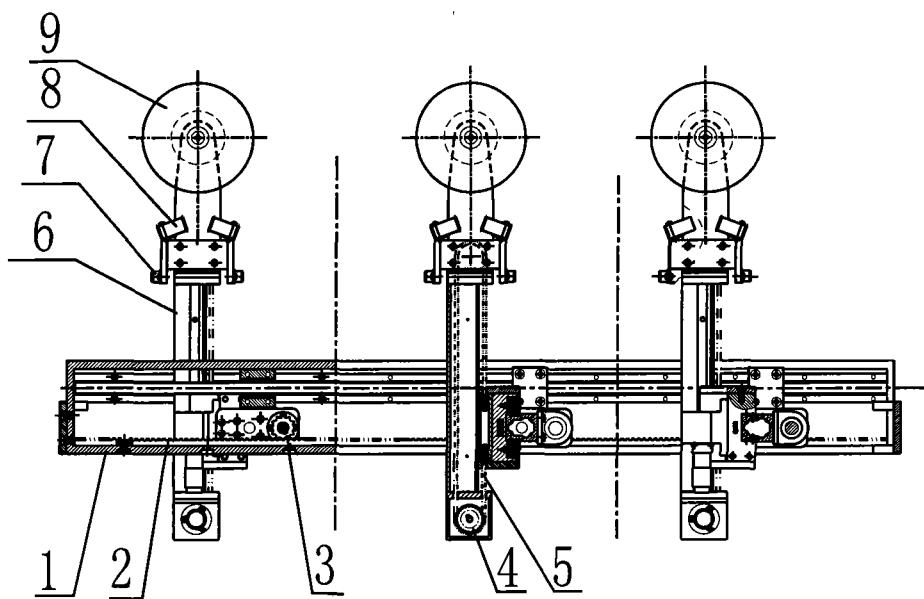


图1

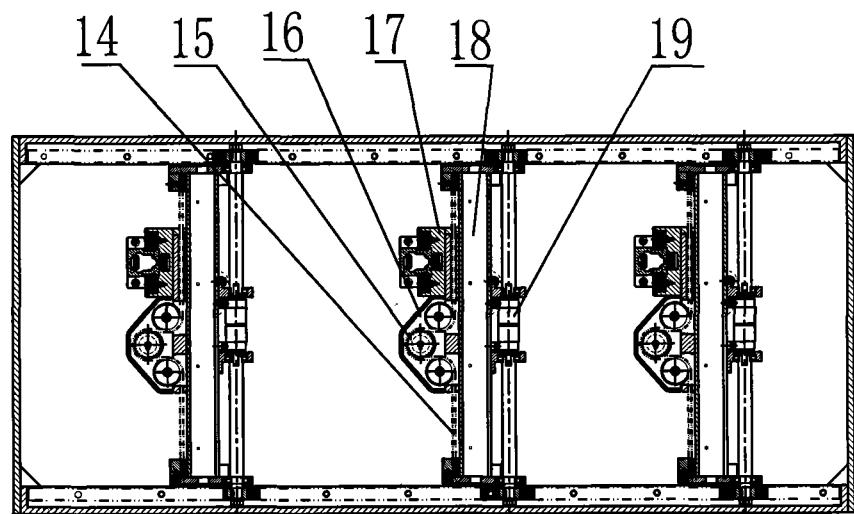


图2

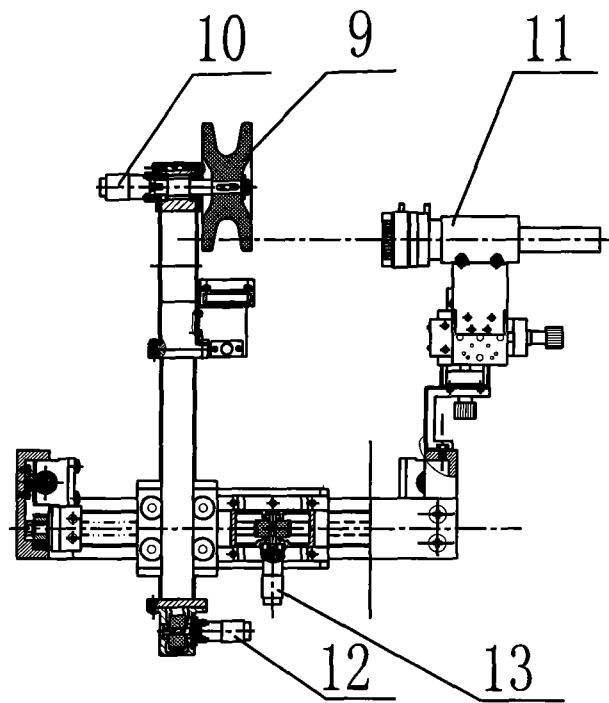


图3

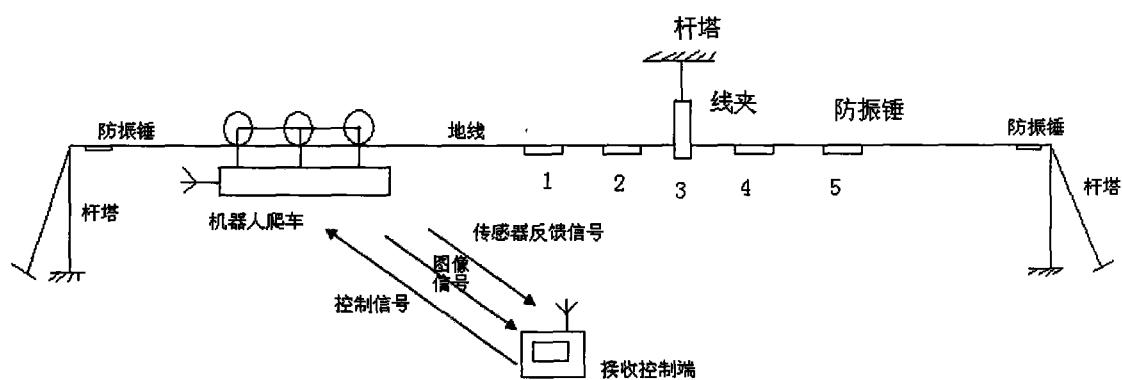


图4

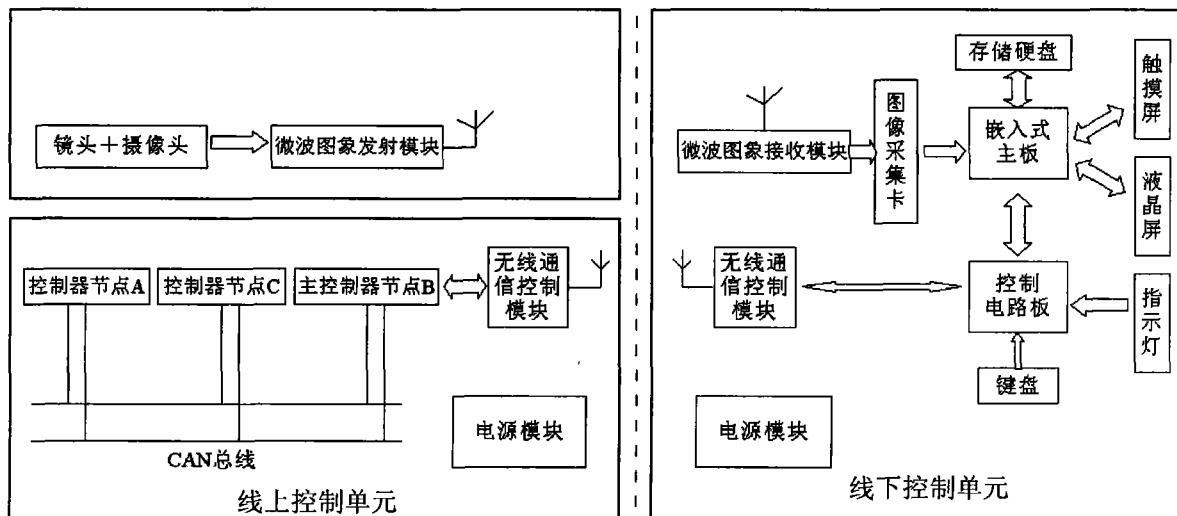


图5

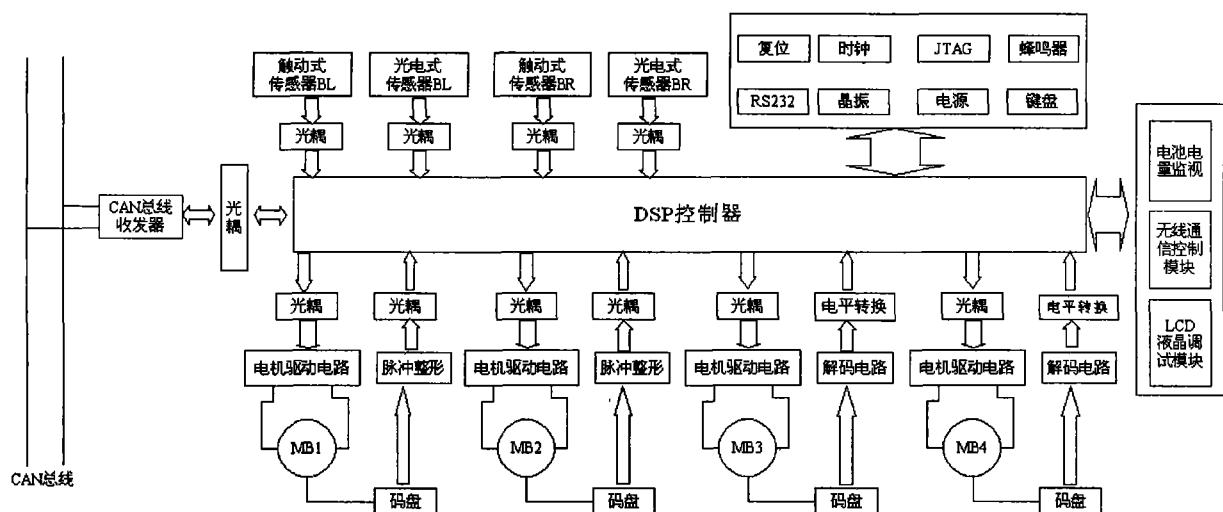


图6

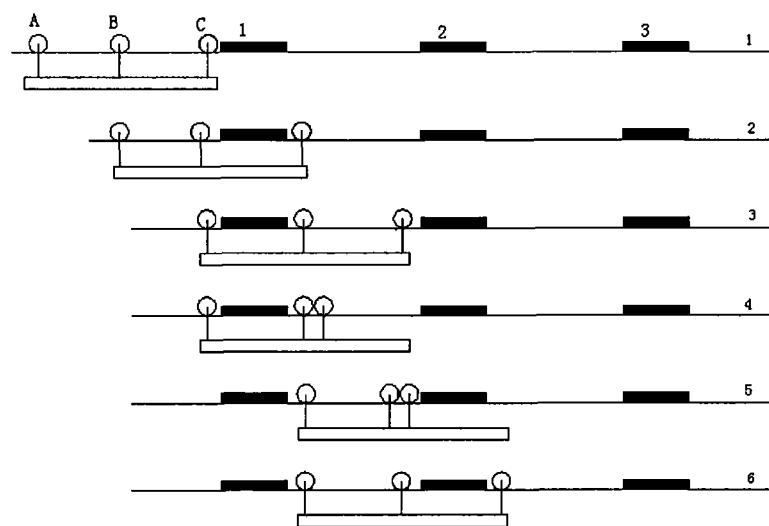


图7

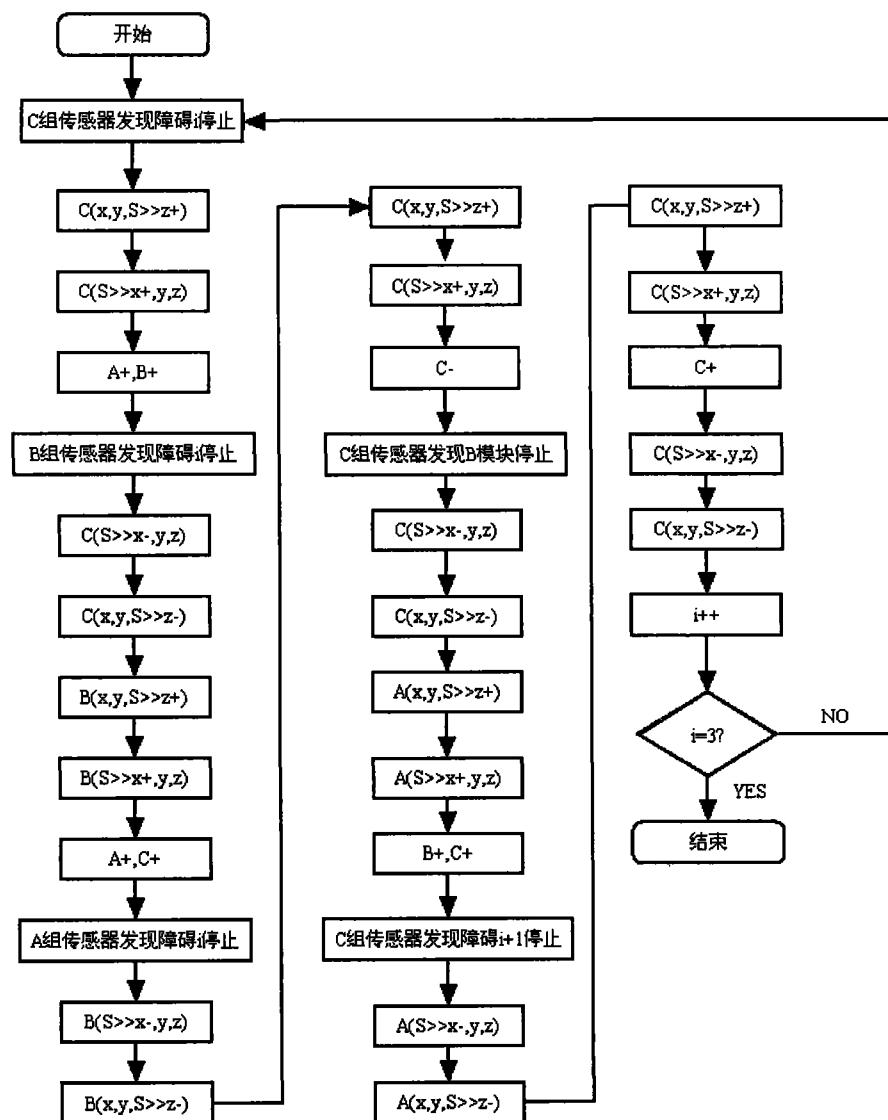


图8