

船艇码头监视和目标跟踪

汤 建 华 邢 忠 宝 谢 朝

摘要 介绍的系统, 在尽量节省硬件资源的前提下, 通过软件方法和键盘多重定义及分层屏蔽设计, 最大限度的完成多种控制功能, 以很小代价解决了港池内船艇开环自动跟踪监视等一系列实际问题。该系统简单灵活, 控制操作方便。

一、引 言

微型机应用于特定区域监视和动目标自动跟踪是当前微机应用的一个重要领域。港口码头监视和进出港船艇的自动跟踪, 则是这一领域的课题之一。大连船运码头采用三套精密数控谐波云台联网对整个港池的情况进行全方位(监视、跟踪)指挥管理, 以一台专用控制计算机完成整个系统的多路控制任务。在尽量节省硬件资源的前提下, 通过软件设计最大限度的完成多种控制功能。

二、船艇码头监视、跟踪系统概述

港口监视、跟踪系统是一套完整的实时控制系统, 它是由专用控制计算机, 数控谐波云台, 摄像机, 云台控制驱动器, 视频信号补偿器, 视频分配器, 低温防霜控制器, 摄像机镜头控制电路, 视频分配器控制电路, 彩色监视器, 录象机等组成, 其总体结构如图 1 所示。

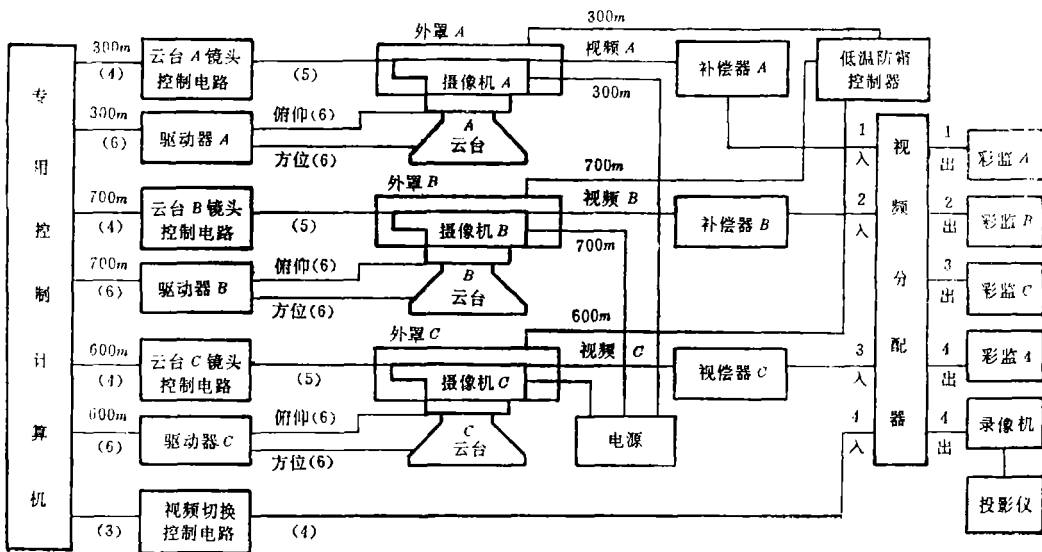


图 1 港口监视、跟踪系统总体结构

整个系统由并行的A、B、C三路云台联网，在一台专用控制计算机的统一管理控制下同时工作。

三、系统控制软件设计

港口监视、跟踪系统对三个云台的控制采用切换方式，互不干扰，独立工作。控制软件可交叉控制三个云台的六个谐波步进电机和三个摄像机镜头的六个伺服电机同时工作。可完成自动扫描，合成跟踪，定点区域监视，视频图像切换等多种控制功能。控制软件采用Z80汇编语言进行设计，控制程序近8k字节，完成港口监视、跟踪系统的实时控制。

1. 主程序设计

主程序包括系统初始化，多云台位置切换显示，控制键盘扫描，译码，功能键层次判定及功能键译码处理等，如图2所示。

2. 步进谐波电机驱动程序

三个云台六个步进电机驱动程序设计成中断服务子程序，利用CTC定时器，以Z80的中断模式2方式工作。利用该程序可使多个数控云台实时处在计算机的控制之下。

步进谐波电机驱动程序包括方位电机驱动和俯仰电机驱动，采用三相六拍驱动方式，即A→AB→B→BC→C→CA，利用PIO的一个口控制一个云台的方位电机和俯仰电机，高三位控制方位电机的A、B、C三相，低三位控制俯仰电机的A、B、C三相。因此不论方位电机驱动程序还是俯仰电机驱动程序均需同时将驱动码相与后并行输出。为提高计算机远距离控制的抗干扰能力，采用反码驱动步进电机运转。

采用的步进电机步距为1.5度/拍=90分/拍，谐波的速比为360，因此驱动程序90分/360

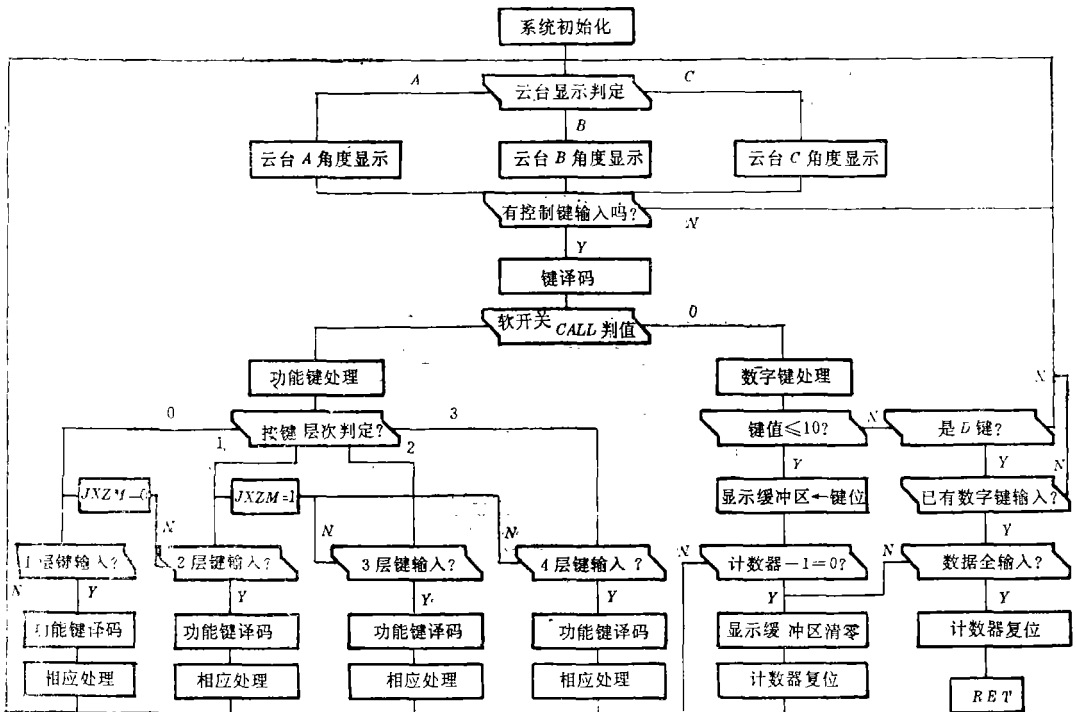


图2 系统主程序框图

拍 = 1分/4拍，即驱动电机240拍输出轴旋转1度。驱动程序中需时实记录驱动拍数并转换成度数，作为云台位置记录。

驱动程序包括电机正、反向驱动控制，极限比较、调整、判定、电机转向判定、调整等。

3. 固定曲线自动扫描监视程序

该程序可根据各个云台经常监视管理的范围进行固定曲线自动扫描监视。扫描范围可从键盘输入设定、修改。扫描程序在输入的扫描范围内驱动方位电机正向（或反向）以某一固定速度运动→当运动到方位上限（或下限）时→方位电机停止→俯仰电机启动→正向（或反向）转动5°（可改变）→俯仰电机停止→方位电机反向（或正向）运动。方位与俯仰电机的转动切换判定均在电机驱动中断子程序中完成。

4. 特定区域监视程序

整个港区划分为30个特定区域，每个区域赋以特定区域码，并定义相应的区域码键，每个云台设10个区域码，三个云台共30个区域码，对每个云台的特定区域监视均是通过公用的10个区域码按键实现的，因此对每个区域码按键的处理除层次判定外，还需分清是哪个云台的区域控制。特定区域监视程序处理过程如下：

(1) 关中断；(2) 云台判定；(3) 设定控制云台的区域码数据起始地址指针 point；(4) 查找相应区域码方位角和俯仰角；(5) 设定方位，俯仰电机驱动速度；(6) 驱动方向判定；(7) 控制云台再判；云台上下限设定，电机度数，拍数，转向设定；(8) 开中断；云台驱动；(9) 该云台摄像机镜头焦距自动调整到相应最佳位置。

5. 其它控制程序设计

(1) 云台变速驱动控制程序：通过改变各云台的方位电机和俯仰电机定时器的定时常数，实时改变步进电机的转速，实现变速控制。

(2) 云台定点微调程序：对定点监视状态各云台实现上下左右四个方向连续微调。

(3) 摄像机镜头焦距、聚焦控制程序：利用软件延时控制三个云台镜头的六个伺服电机定量转动，完成焦距、聚焦的定量调整控制。

(4) 视频“图像”切换控制程序：利用并行接口的位控方式控制三个继电器吸合来完成视频图像的切换控制。

(5) 电机“换向”控制程序：在云台运行状态下，可以控制方位或俯仰电机的运行方向，使其反方向运动。

(6) “停机”控制程序：使当前被控云台停在系统设定的位置上，并自动调整焦距，运行该程序可使不工作的云台停在固定的理想位置上。

(7) 系统“调零”控制程序：调整各云台的零点。

四、船艇目标跟踪处理

港口监视系统在扫描或监视状态时一但发现有用的动目标（进出港的船艇等），可以使控制切换到自动跟踪程序。

对进出港船艇跟踪监视这一具体情况的分析表明，视场范围内的船艇属于低速运动目标、变化慢，短时间内不会脱离视场，且运动轨迹相对变化小，在系统的整体设计中我们省略了昂贵的图像处理设备，采用单纯软件设计方法完成开环系统跟踪控制，即根据动目标的运动趋势，利用系统设定的八个跟踪方向码和方位，俯仰的变速控制功能，实现对动目标

(船艇)的合成曲线自动跟踪。

1. 视场内任意动目标的跟踪处理

由于本系统属于开环控制，因此对视场内轨迹任意变化的动目标只能按监视器上目标的画面位置实现手控半自动跟踪。在跟踪过程中为减少手控干预，增加半自动跟踪的灵活性，且能满足实际工作的需要，系统设定了八个跟踪方向码如图3所示。方向码以监视器画面为参照物，箭头表示跟踪方向，即摄像机镜头运动方向，也即动目标运动方向，其中方向码0，4仅方位电机运转，镜头水平跟踪；方向码2，6仅俯仰电机运转，镜头上下跟踪；方向码表1，3，5，7示方位电机和俯仰电机同时以各自的速度进行跟踪。

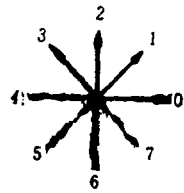


图3

由于该控制系统在跟踪过程中能实时调整方位电机和俯仰电机的跟踪速度，实现变速跟踪，因此利用0~7八个方向码可以实现0°~360°区间内任意角度的跟踪，在跟踪过程中不断切换八个基本方向码，调整方位和俯仰的跟踪速度，可实现对任一动目标运动轨迹的合成曲线自动跟踪。

三个云台的跟踪方向码公用，区别在于动态选择时，可各自保持切换前的速度跟踪。每个方向码对应一处理子程序，其处理过程如下：

(1) 跟踪云台判定；(2) 查询调整该云台的方位，俯仰速度；if (方位或俯仰速度 = 0) then置方位或俯仰速度 = 定置；eles速度保持

(3) 依选定的方向码置云台电机转向；(4) 云台电机跟踪驱动。

2. 进出港船艇的跟踪处理

由于多数进出港的船艇具有相对固定的航线，若将这些典型的航线设法记忆下来，通过选择不同航线来引导监控云台按特定轨迹自动扫描，即可实现对进出港船艇的自动跟踪。在跟踪过程中可改变云台方位、俯仰电机的转速和摄像机的焦距，使跟踪效果达到最佳。下面分别讨论处理中的几个问题：

(1) 航线记忆

由于港湾视场较大，所以采用以折代曲线的方法，将固定航线转变成合成曲线（如图4所示），将其关键折点数据（方位角、俯仰角）存入计算机中，实现航线记忆。合成曲线上折点越多，和理想航线越吻合，但存贮容量增大，为此在整个视场（方位：0°~330°；俯仰20°~40°）范围内，一条航线上折点数≤20。每个云台可存10条航线，总计30条航线。

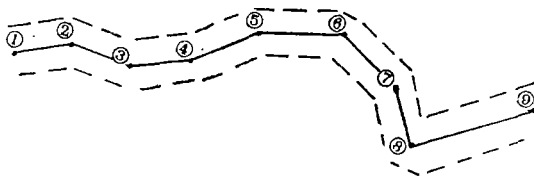


图4

(2) 速比计算

为使云台沿指定航线跟踪，在跟踪过程中需实时计算、调整云台方位、俯仰电机的速比，使其随折线斜率变化而改变，例如上图中跟踪在折点④和⑤之间时，速比为：

$$\text{方位转速}:\text{俯仰转速} = |\text{⑤方位角} - \text{④方位角}|:|\text{⑤俯仰角} - \text{④俯仰角}|$$

(3) 固定航线自动跟踪算法

- ① 选定跟踪云台；② 设定船艇进出港标志：进港 $flag = 0$ ，出港 $flag = 1$ ；
- ③ 选择航线：将被选航线的折点数据依次存在指针 $turn$ 指定的缓存区中；④ 云台初始速度选择；(手动/自动)；⑤ 选择下一折点：

根据云台当前的位置 β ，在缓存区 $turn$ 中找出它前后最近的两个折点 α 和 γ ，

if $flag = 1$ then 折点 γ 数据放入 $points$ 中；
 if $flag = 0$ then 折点 α 数据放入 $point$ 中；

- ⑥ 速比计算

if $flag = 1$ then

方位转速: 俯仰转速 = $|\gamma$ 方位角 - β 方位角| : $|\gamma$ 俯仰角 - β 俯仰角|

if $flag = 0$ then

方位转速: 俯仰转速 = $|\beta$ 方位角 - α 方位角| : $|\beta$ 俯仰角 - α 俯仰角|

- ⑦ 调“特定区域监视子程序”，驱动云台向 $point$ 指定的折点 (α 或 γ) 运行；

- ⑧ 极限判定：

if (跟踪云台运动到当前折点 $point$ 位置时)

then if (折点 $point$ 不是最后一个折点) then goto ④；

else SPOT.

else goto ⑦；

算法中①~④为程序初始化过程，⑤~⑧是跟踪动态修正过程。在船艇跟踪过程中，通过实时航线选择，可改变跟踪轨迹，实现复杂曲线跟踪；结合其他控制程序，可改变云台方位、俯仰电机的转速和摄像机的焦距，使跟踪达到最佳效果。

五、人机接口——控制键盘的多重定义及分层屏蔽设计

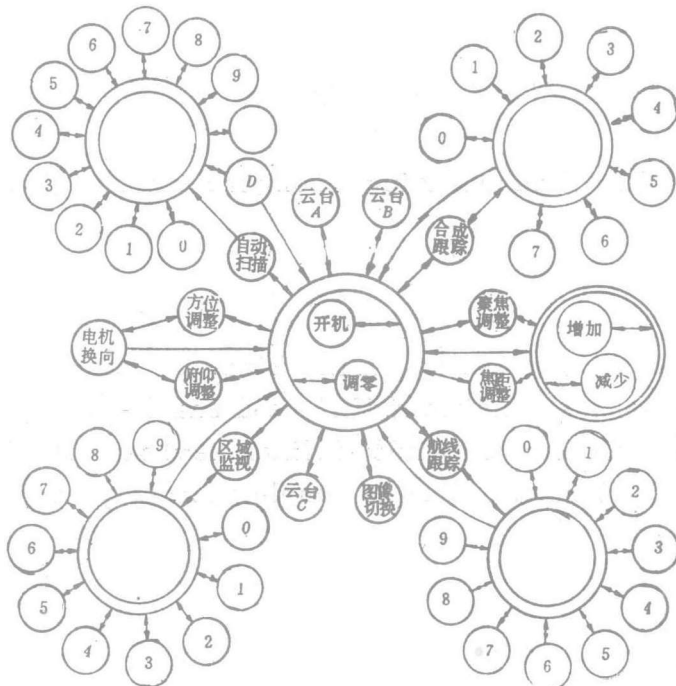


图5 键盘多重定义及分层控制转移路径

港口监视、跟踪系统的计算机控制键盘共有24个可自定义的功能键。24个功能键设计分为六层:

第一层: 包括14个功能键, 即三个云台选择键云台A, 云台B, 云台C, 开机, 云台调零, 图像切换, 自动扫描, 合成跟踪, 航线跟踪, 区域监视, 方位调整, 俯仰调整, 焦距调整, 聚焦调整。该层的14个功能键, 除在扫描的数据输入过程以外, 任何时候操作均有效; 第二层: 8个跟踪方向码(0~7); 第三层: 10个特定监视区域码(0~9); 第四层: 10个航线选择码(0~9); 第五层: 增加, 减少, 换向三个功能键; 第六层: 10个数字键和一个D键。

上述24个功能键间的多重定义及分层转移控制路径如图5所示。图中单圈表示功能键, 双圈表示同一层键的搜索路径, 连在同一双圈上的功能键间可以随时切换, 当按某一功能键后, 键盘将进入和该功能键相连通的双圈上搜索, 也即下一次应按的键只能是这些双圈上的键。

六、结 束 语

上面介绍的系统目前已在大连港正式投入使用, 实践表明, 在现有的硬件资源条件下, 利用本文提出的设计方法对港区内的船艇目标进行跟踪、监视是有效的, 这样的开环系统可以很好地完成船艇码头管理的实际需要。

参 考 文 献

- [1] 周明德;《微型计算机硬件、软件及其应用》, 清华大学出版社, 1983
- [2] 北京工业大学;《PT Z80单板机使用手册》, 北京工业大学出版社, 1981, 4
- [3] 傅京孙;《模式识别及其应用》, 科学出版社, 1984

Vessels Wharf Monitoring and Targets Tracking

Tang Jianhua, Xing Zhongbao and Xie Zhao

Abstract

In our researching system, many kinds of control functions have been finished for the conditions that used enable-saving hardware, through software method and multi-defined keyboard and its layer designing. This system structure is simple with easy controlling.