

·技术交流·

微机化非侵入性临时便携心脏起搏器的硬件和软件设计^①

聂邦畿^② 杨尚春

(中山医科大学生物医学工程教研室;广州,510089)

提 要 为了满足急救场合及野外救护的需要,作者研制了一种便携式微机化非侵入性临时心脏起搏器。它以80C51单片微处理器、液晶显示屏和键盘为主体,可通过键盘改变起搏方式、起搏频率、起搏脉冲宽度和起搏脉冲电流等,并能以刷新方式完成心电信号、起搏脉冲信号波形和心率等图文显示。该系统具有无创起搏、心电监护两种功能,以及操作快捷携带方便等特点。

主题词 起搏器,人工;微型计算机

中图分类号 R 318.6

近几十年来,用人工心脏起搏器治疗一些严重的心律失常,是心血管疾病治疗领域取得的重大进展之一^[1]。在许多特殊场合下,如急救时争分夺秒的需要,救护车上颠簸的环境、狭小的空间,野外救护时电力供应不便,以及医生出诊时所携器具的体积重量限制,都使侵入性起搏器和常规心电监护设备作用受限。如能体外无创伤临时起搏和实时观测心电波形,以及缩小体积、减少重量以利便携,就能提高上述场合的诊治和救护水平。

及时挽救病人的生命。基于上述设想,作者研制了微机化体外非侵入性临时起搏器。

1 系统硬件结构

本系统的硬件包括5个主要部分,即包括心电电极在内的心电信号拾取及模拟放大电路,以CMOS单片微处理器80C51为主体的微型计算机系统,起搏脉冲产生电路,液晶显示屏及其控制电路和键盘等,其原理见图1。

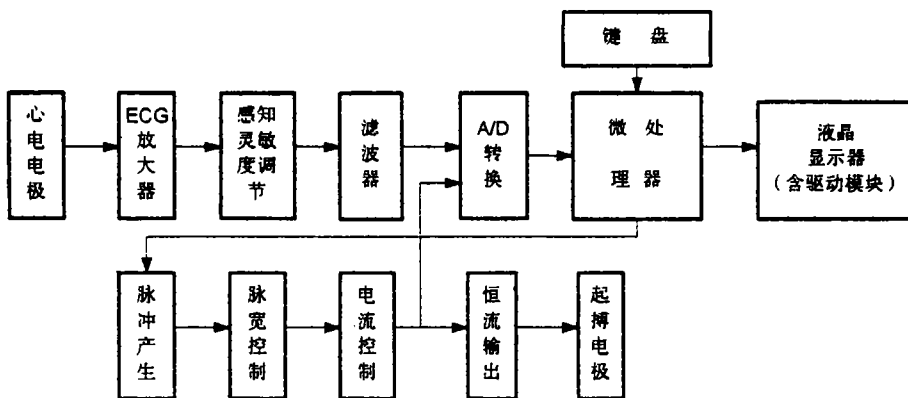


图1 微机化非侵入性起搏系统硬件结构

① 广东省卫生厅科研基金资助项目; ② 第一作者,1945年生,男,副研究员

本系统的模拟电路部分有除颤保护、由三级运放构成的同相并联差动放大电路作为前置级放大器、屏蔽驱动电路、有源滤波器及由触发器构成的脉冲产生电路等常规电路。起搏脉冲输出采用恒流输出且电流可调,其效果比恒压输出好^[2]。

本系统中用来连接体表起搏电极和心电图检测电极的两个插座都安装在仪器的背面。体表起搏电极采用1对银丝网状电极或银—氯化银电极,其中阴极为直径等于5.65 cm的圆形电极,使用时安放在病人的前胸靠近心脏位置;阳极为长轴等于8 cm、短轴等于4 cm的椭圆形电极,安放在病人背部的相应部位。心电电极安放在病人的前胸锁骨下方,可采集到病人的心电信号(相当于标准肢导联I)。

本系统实现程控起搏、实时显示和便携式的主要技术手段是运用了80C51微处理器和点阵式液晶显示屏。本装置采用国产TMA12864ABA液晶显示屏。它由液晶显示屏和驱动模块组成,可直接与微处理器接口。它可以选图形模式和字符模式。在图形模式下,外部RAM中的一位数据对应液晶显示屏上的一个像素的亮、暗状态;在字符模式下,存储在外部RAM中的字符码可通过寻址芯片内(或扩展的芯片)的ROM字库,把它们变成点阵式字符显示出来。为了能使操作者方便地改变参数,本系统采用小键盘和一些外围控制电路。这些外围电路通过接口接受CPU所发出的指令控制。通过键盘,操作者可方便地改变起搏方式、起搏脉冲频率、起搏脉冲电流和起搏脉冲宽度等参数。根据对数据采集、信号处理、起搏参数控制及控制显示的需要,作者设计了功能完备的小型微机系统^[3]。

由电极拾取的心电信号经模拟放大及滤波后,输入A/D转换器0809,在单片微处理器控制下,以中断方式和400 Hz的采样率变为数字量存储在外部存储器62C64RAM中;同时,单片机采样起搏脉冲信号。经过适当处

理和变换后,计算机发出信号控制脉冲产生电路产生和输出起搏脉冲,并将心电信号、起搏脉冲信号以两路波形的形式在液晶显示屏上显示出来。本系统同时能显示心率、起搏脉冲频率和起搏方式。

2 系统软件

本装置的软件包括采样子程序、显示子程序、键盘子程序和起搏参数改变子程序等。这些软件采用模块化结构,各子程序可分别调试,结构紧凑。本系统主程序流程图见图2。

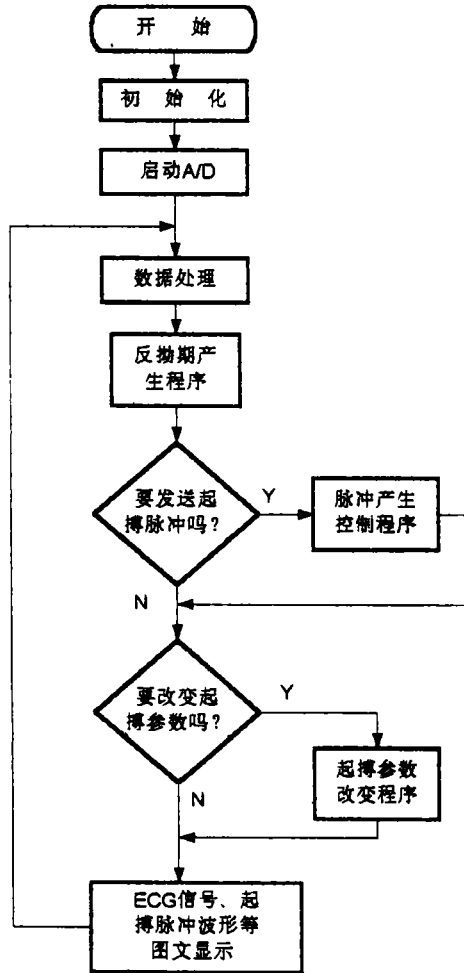


图2 系统主程序流程

本系统采用定时器中断方式进行数据采集和处理。在刷新显示方式下,每次中断进行一次采样,采样数据送往原始数据存放区,同

时做差分处理和变换处理,结果分别送往差分数据区和显示数据区。采样频率为400 Hz。

计算心率的关键是特征点的识别,本程序设计中采用差分阈值进行识别,差分公式为:

$$y_n = [(x_{n+1} - x_{n-1}) + a(x_{n+2} - x_{n-2})] / b$$

其中, a, b 为常数,由实验确定。每采集一点 x_n , 求出一个 y_n , 根据差分值确定阈值。确定阈值后, 将差分值第一次大于较大阈值的点作为特征点 R'。根据特征点 R' 地址之差及采样频率就可算出心率。

在液晶显示器件上, 绘制图形的工作分为两步: ①应用某种算法求出所绘图形的各点坐标值, 完成算法程序的编写; ②在所利用的液晶显示器件上, 根据算法程序所提供的点的坐标, 换算成点阵液晶显示屏上显示点的位置, 即显示缓冲区相应单元地址及该单元内数据的确定, 从而在显示屏上组成所需显示图形, 完成绘点程序的编制。本系统所显示的字符是在图形方式下显示。

反拗期的产生是通过80C51的定时器和一些外围硬件电路来实现。当微处理机的 P1 口控制线发生控制信号使起搏脉冲产生后, 微处理机发出指令使定时器工作并使脉冲产生电路不能再输出脉冲, 直到定时器发出中断, 微处理机才通过控制线解除对脉冲产生的限制。对其它起搏参数的改变同样是通过 P1 口控制线和相应的外围电路来实现。

3 主要技术指标

本研究起搏系统的主要技术指标如下: 非侵入性; 单片微机控制; 2种搏方式: 固定型

(VOO)和按需型(VVI);起搏频率可调:(30 min^{-1} ~ 180 min^{-1})脉冲宽度可调;20 ms 和 40 ms;感知灵敏度可调:1 mV ~ 10 mV;起搏输出电流可调:0 mA ~ 150 mA;反拗期:250 ms;液晶显示;心电电极、起搏电极脱落报警。

4 讨论

临床研究发现,皮肤神经受刺激后的疼痛感,与起搏脉冲的形态,尤其与宽度关系密切。实践证明,起搏脉冲宽度为40 ms 比较理想,此时起搏阈值下降到35 mA ~ 70 mA^[2]。因此,在本系统中,起搏脉冲宽度最小为20 ms,最大为40 ms,且输出脉冲为恒流型,以适应皮肤表面阻抗较高的特点。起搏电极面积越小,刺激电流密度越大,皮肤越疼痛,故电极面积越大越好(可达90 cm^2 ~ 100 cm^2)。另外,起搏电极的安放位置也很重要。

参 考 文 献

- 1 朱纯石,康殿邦,朱中林,等.人工心脏起搏和电复律.广州:广东科技出版社,1989.1~7
- 2 康殿邦.非侵入临时心脏起搏进展.国外医学生物医学工程分册,1989,12(6):326
- 3 孙涵芳,徐爱卿编.MCS-51、96系列单片机原理及应用.第2版.北京:北京航空航天大学出版社,1989.228~236

(1996-04-25收稿 1996-09-05修回)

DESIGN OF HARDWARE AND SOFTWARE OF A PORTABLE MICROCOMPUTER-BASED NON-INVASIVE TEMPORARY CARDIAC PACEMAKER

Nie Bangji Yang Shangchun

(Department of Biomedical Engineering, Sun Yat-sen University of Medical Sciences, Guangzhou, 510089)

A portable microcomputer-based external non-invasive temporary cardiac pacemaker has been studied and developed for meeting the needs of treating patients in the emergency case and outdoors. The device mainly uses a 80C51 single chip microprocessor, LCD and keyboard. It can change pacing mode, pacing frequency, pacing pulse width and pacing current, and so on, through keyboard. It can also display waveforms of ECG and pacing pulse and other data, such as heart rate, in refreshing mode. This system possesses two functions, non-invasive pacing and ECG monitoring. It can be simply and easily operated by doctors.

Subject headings pacemaker, artificial; microcomputer

• 题 录 •

- 林学颢 抗 CD3 单抗—表阿霉素结合物导向杀伤靶细胞的体外研究. 临床免疫学杂志, 1995, 5(1): 9
- 林学颢, 鄂学平 单抗免疫导向药物 3A1-DM 对 CFU-GM 的效应试验. 中国免疫学杂志, 1996, 12(1): 18
- 杨 斌, 林学颢 抗人 B 淋巴母细胞单抗 B159-PAP 免疫毒素的体外效应研究. 临床免疫学杂志, 1995, 5(3): 24
- 杨 斌, 林学颢 辛酸—硫酸铵沉淀法纯化抗人 B 淋巴母细胞单抗. 中国免疫学杂志, 1995, 11 增刊: 592
- 张秋萍, 林学颢 鼻咽癌单克隆抗体重链可变区基因的扩增. 细胞与分子免疫学杂志, 1996, 12(2): 48
- 任均田, 林学颢 ¹³¹I-BAC5 在荷瘤裸鼠体内分布及放射免疫显像研究. 中华核医学杂志, 1996, 16(2): 92