

人体心电电话遥测系统的研制

方路平 曹平 (浙江大学生医系 310002)

心电电话遥测系统国内尚不多见,这是一种心电监护仪器。心脏病患者在需要的时候,利用随身携带的心电信号采集存储器存放心电数据,拨通医院ICU的值班电话,通过电话线路将存储的数据传送到医院的计算机中。医生利用计算机屏幕,查看该患者的心电波形,对信号进行诊断、处理、存档,同时医生可以通过电话遥控、遥瞩患者,这是一种为医生、病人、市场看好的医学仪器。

一、系统结构

1. 整体设计

心电电话遥测系统整体由两部分组成,一部分是放置在病人家中的心电采集器(前端机),另一部分是放置在医院监护中心的中心值班系统(中心机),两者之间通过公共电话网(PSTN)相连接,如图1所示:

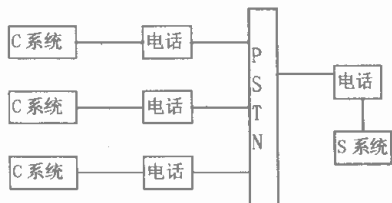


图 1

其中S为医院的中心机系统, C_1, C_2, \dots, C_N 为N个前端机,分别放置在N个病人家里,S和C之间的信息交换包括语音通信和数字通信。

系统S采用以486主机为平台,插通信卡方式。平时系统处于被动等待状态,一旦出现服务请求,通信卡接收由电话线传输过来的患者的数据,中心解调收到的信号,译码后重显心电波形,同时经专家诊断功能进行自动分析。值班医生可进行电话医嘱或随访。中心提供诊断报告,并对心电数据进行管理,便于事后重诊、检索等。

前端机C采用以98单片机为核心,负责对病人的ECG信号放大、采样、数据压缩、编码,然后由通信卡调

制经电话线路传送至监护中心S。同时提供报警功能。

2. 前端机设计

前端机作为一个独立的单元,放置在病人家里。整个单元系统的元件选择和电路设计均围绕可靠、有效、实时性强三大特点来进行。在元件选择上我们大多采用功能强、集成度高的芯片,以避免由于元器件过多而使可靠性降低的问题。同时在电路设计中力求简化,如在心电放大电路中,省去R波检测电路、起搏脉冲抑制电路等,而采用软件检测来代替,大大节省系统空间,降低成本。

前端机的框图如图2所示:

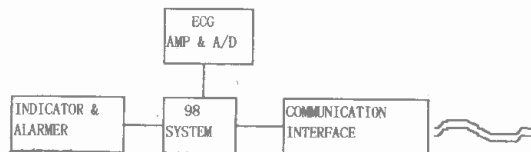


图 2

3. 中心机设计

中心机响应每个前端机的呼叫,接收由各个心电采集器得到并通过公共电话网传输来的用户的ECG信号。通过软件和硬件的配合,保证通信顺利。同时对ECG数据进行管理、分析,打印ECG图表、诊断报告。其中硬件部分以调制解调芯片AM7910为核心。

作为中心机的通信卡,采用机内插卡的形式设计,框图如图3:

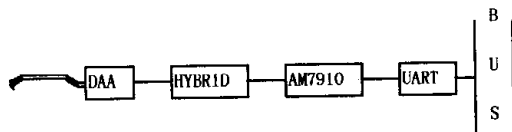


图 3

其中, UART 负责异步通信, 采用 8250 HYBRID --- 转换器, 负责 2 线至 4 线转换
DAA --- 连接器, 负责系统和公共电话网的连接

MODEM 的接收和发送部分分别需要双线作电气连接, 而电话线路只提供一对双线, 因而需要一个转换器 (即 2-4 线转换器) 把 MODEM 和电话线路相连接, 转换器需有一个隔离变压器, 为防止回波损失 (ECHO RETURN LOSS), 应满足如下指标:

主边阻抗: 600 欧

付边阻抗: 600 欧

最大 DC 电流: 80 毫安

回波损失: 20DB

频响范围: 300 - 3500 赫兹 ± 0.5 DB

DC 阻抗: 主阻抗 = 60 欧 + 10%

付阻抗 = 72 欧 + 10%

谐波失真: 在 300 赫兹处 0.1%, 80 毫安

用于连接终端设备 (包括 MODEM) 和电话线的电路称之为 DAA, 这部分电路提供调制后的音频带信号耦合到电话线路上去的功能和模拟电话的功能 (比如: 通、断、控制、拨号、振铃检测等)。更重要的是这个界面提供一种安全保护, 无论是电话线路对终端的影响, 还是终端设备对电话线路。下面是相应的电气要求:

(1) 直流要求

MODEM 的直流指标是在 TIP 和 RING 之间测电压, TIP 端测电流, 电话接通时的直流电阻:

R > 10 兆欧, 当 $U < 100$ VDC (TIP - RING)

R > 30 千欧, 当 $100 < U < 200$ VDC (TIP - RING)

电话断开时直流电阻:

R < 200

(2) 交流要求

电话接通时的直流阻抗:

$1600 < Z < 40$ K, 当 $15 < F < 70$ HZ, $15 < U < 150$ V

二、数据通信

通信的基本目的是传递信息。因此人们对通信提出两个基本要求: 有效性和可靠性。通信的有效性和可靠性是矛盾的、又是统一的。人们总是希望在满足可靠性的基础上尽量提高通信的效率。

1. 本系统通信的特点

通过一定的市场调查, 在评估同类产品性能方面, 发现一些国外医疗器械公司开发的心电遥测系统的通信方式为单向性, 即数据传输只能是由前端机传向中心机。这样就导致了一个问题: 双方不能进行应答, 因而数据的正确性得不到保证。而我们开发的系统中数据通信为双向, 这意味着克服 (不存在) 了上述一些国外产品的不足。

从系统商品化角度出发, 我们选用软件双工方式, 以降低产品成本。

2. 规程设计

电话网由于开放性, 干扰源很多, 种类很杂。入网通信设备都是干扰源, 市电、广播等也会耦合到电话网中, 自然界中的闪电、地震也会串入电话网。在平时通话时, 由于人对通话内容有判别推理能力, 所以人耳的抗干扰能力很强, 但计算机则不同, 没有人的推理、判断能力, 真正只能做到“1”是“1”, “0”是“0”, 来不得一点错误。各种干扰都会污染电话网中正在传输的信号, 甚至淹没。或通信线路会突然中断。在本系统中, 利用软件防备各种情况。参照高级数据链路控制规程 (HDLC), 建立了一个适合于实际运作情况的主、从站分明的规程 (ETHDLC)。

对于利用软件实现双工的通信系统, 确定主、从站这一工作非常重要。可以证明, 在此种系统中通过程中无法可靠地切换主、从站身份。

在我们的系统中, 从站一直处于被唤状态, 而主站则永远处于主叫状态。

主叫命令包括: IDS - HAND, IDS - TRANS, IDS - RESUME, IDS - ENQ, IDS - TALD, IDS - END, IDS - HACK, IDS - NAK。

应答信号包括: IDC - HAND, IDC - TALK, IDC - EOT, IDC - NAK, IDC - ACK。

IDS - HAND: 主站和从站进行联络 (命令)。

IDC - HAND: 从站对应主站的联络呼叫 (应答状态)。

IDS - TRANS: 主站命令从站进行数据传输 (命令)。

IDS - ENQ: 主站查询从站状态 (命令)。

IDS - TALK: 主站通知从站切换到语音通信 (命令)。

IDS - END: 主站通知从站进行结束传输 (命令)。

IDC - EOT: 从站通知主站数据传输完毕 (应答状态)。

(下转第 48 页)

(上接第 45 页)

IDS - RESUME: 主站通知从站复位(命令)。

IDS - ACK: 主站确认从站(应答状态)。

IDS - NAK: 主站否认从站的信息, 作为否认应答, 意味着接收的数据包有误, 要求从站重发(应答状态)。

IDC - ACK: 从站确认主站的命令(应答状态)。

IDC - NAK: 从站否认主站的信息, 作为否认应答, 意味着接收的数据包有误, 要求主站重发(应答状态)。

三、临床应用

系统开发完成后, 和浙江医院合作进行临床应用。初步观测效果良好。全部 28 例病人中男性 25 例, 女性 3 例, 体型不一(6 例偏瘦, 19 例中等, 3 例偏胖), 选择不同

导联(肢体连接法模拟导 16 例, 模拟导 6 例, 胸前连接法模拟导 6 例)并与美国 HP 公司心电监护相应导联对照观察心电波形情况, 共 8 例, ST - T 缺血性改变 1 例, 完全起搏器节律 1 例, 起搏与自身节律交替出现共 7 例。28 例受试者拨通连接中心机的电话后显示其所连接导联的心电波形, 从拨通电话到波形显示完毕大约需数十秒, 显示的心电波形与 HP 公司产品的相应导联之波形基本一致, 能真实反应临床有意义的心电波形情况(包括正常和各种异常波形), 符合临床判断标准。波形清晰、稳定, 干扰较少。不同体型和情况下(体型较胖者, 肺气肿等心电波形电压较低者)均能良好、稳定地显示其真实心电波形。

(来稿时间: 1997 年 6 月)