

# 迈瑞 IPM8 心电监护仪信号处理及其故障维修

朱磊磊

(安徽省宿州市立医院 安徽 宿州 234000)

**摘要:** 在临床实践中,对心电监护仪信号处理的实时性和准确性有很高的要求。但随着设备使用时间的增长,心电监护仪可能会出现故障问题,对病人的生命体征监测产生不利影响。本文对迈瑞 IPM8 心电监护仪信号处理过程进行深入分析,以提升设备的稳定性和可靠性,并通过采取适当的措施,保证设备始终保持最佳工作状态,更好地履行其在医疗中的关键职责。

**关键词:** 心电监护仪; 信号处理; 故障问题; 迈瑞 IPM8

## 0 引言

迈瑞 IPM8 作为一种自动智能医疗设备,在临床实践中得到广泛应用。它能够持续监测患者的生命体征,尤其在危重病患的生命体征监测中扮演重要角色。心电信号处理包括提升测量精准度和重现性,以及通过视觉评估从信号中提取不易获取的信息。在许多情况下,心电图信号受到不同类型噪声的干扰,有时这些噪声源于身体的其他生理过程。例如心电监护病人均有不同程度的焦虑和恐惧,对病人心理产生较大的影响甚至出现异常心电图。因此,消除心电监护机器外部影响因素和降噪是心电信号处理中另一个重要目标。首先,对于清醒者,应有针对性地指导病人认识所用的心电监护设备介绍仪器的使用目的、方法解释监护的必要性和重要性,尤其对仪器发出的报警情况要向病人说明。工作人员应做到走路轻、讲话轻、开关门轻,尽量调低监护仪的报警声音,病室保持适宜的温度、湿度和光线,创造安静舒适的环境减轻或解除焦虑、恐惧情绪,取得病人的配合。

然后做好充分的皮肤准备。由于皮肤是不良导体、有污渍影响监护仪心电导联线电极片接触不良,导致心电波形出现紊乱测量不准,要获得良好的心电数据,要求擦净患者皮肤,不能留有呕吐物、血迹等;剪去密的毛发擦干潮湿皮肤如汗渍;如果患者是油性皮肤,用酒精棉球擦拭局部并凉干;使用电极背后粗糙的垫或干毛巾或纱布块擦拭局部直到皮肤发红,但不能损伤皮肤,这样可以去除坏死的皮肤细胞(皮屑)。心电图信号通常被记录在长时间尺度内,以识

别心律中间断性干扰。然而,由于产生的心电记录数据量庞大,很快就会占满存储空间。通过公共电话网络传输信号也涉及大量数据。在这两种情况下,数据压缩成为必不可少的操作,因此,数据压缩是心电信号处理的另一个目标<sup>[1,2]</sup>。

所有类型的心电图分析,无论是静息心电图解释、压力测试、动态监测还是重症监护监测,都采用一套基本算法,以适应不同类型的噪声和伪影,进行心跳检测,提取基本心电图测量值、振幅和持续时间,并通过数据压缩实现有效的存储或传输<sup>[3]</sup>。图 1 中的框图呈现了这些信号处理算法。图中, QRS 检测器产生的定时信息可以馈送到块中进行噪声滤波和数据压缩,以提高各自的性能。上支路输出的是心电信号和相关的时间信息,包括每次心跳的发生时间和每波的起止时间。一旦基本算法产生的信息可用,就会有广泛的 ECG (electrocardiogram) 应用,其中使用信号处理来量化心律和心跳形态特性是一个有趣的领域。此外,信号处理还与高分辨率 ECG 和 T 波交替等应用相关。

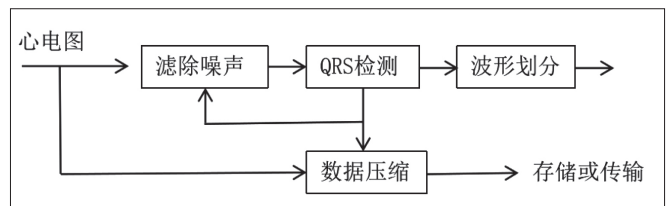


图 1 基本心电信号处理算法

如果心电监护仪发生故障导致功能异常,可能会影响紧急救治工作,危及患者生命安全。在应用时,可能出现各种信号处理和传输故障<sup>[4]</sup>。为确保心电监

护仪正常运行，必须迅速识别和处理常见故障，并实施日常维护工作。本研究聚焦于常见的心电监护仪信号处理故障和日常维修，旨在保障应用效果的稳定性。

### 1 心电监护仪预处理

监护仪屏幕有心电波形显示，但基线漂移波形杂乱，心率显示数值不稳。基线漂移的频率通常在 0.5 Hz 以下，但压力测试后期身体运动增加，频率也增高。迈瑞 IPM8 基线漂移如图 2 所示。

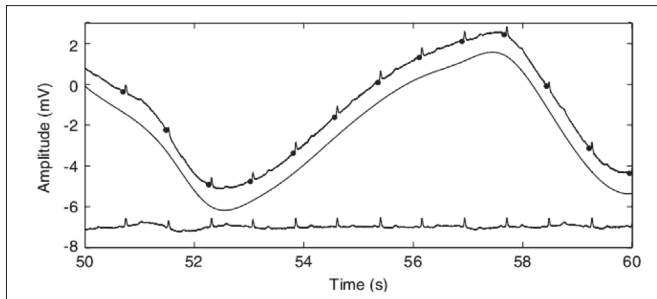


图2 基线漂移

为了消除基线漂移和工频干扰的影响，滤波器的设计受到了极大的关注。通过检查发现，心电波形杂乱出现干扰由以下几种情况引起（图 3）：

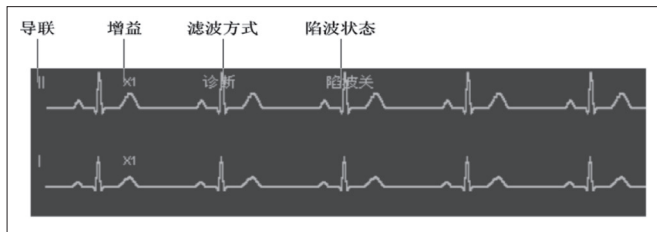


图3 心电波形杂乱原因

(1) 机器导联选择问题。心电监护仪分为 3 导联、5 导联和 12 导联，要根据心电导联线类型和病人情况在监护仪系统里选择合适的导联方式；

(2) 选择合适的增益类型来调整心电波形幅度，防止心电波形幅度过大显示不完全，心电监护仪增益分为 X1、X2 调整波形幅度；

(3) 通过选择不同的滤波方式可以获得更精确的波形。滤波技术主要用于信号的预处理，已在多种 ECG 分析系统中得到广泛应用。必须注意的是，对 ECG 信号进行滤波必须考虑其所处的上下文，只有在所需信息不受损害的情况下才应进行滤波处理。这一关键见解在消除电力线干扰的滤波策略中得到了充分体现<sup>[5]</sup>。

IPM8 监护仪滤波方式有诊断、监护、手术、ST 四个选项。诊断：显示未经滤波的 ECG 波形（0.05 ~ 150 Hz）；监护：过滤可能导致假报警的伪差（0.5 ~ 40Hz）；手术：减小来自电外科设备的伪差与干扰（1 ~ 20Hz）；ST：在进行 ST 段测量时使用（0.05 ~ 40Hz）；通常情况下建议选择【监护】模式，手术过程中监护时建议选择【手术】模式，这种模式下滤波带宽较宽，增强监护仪抗干扰能力会使波形输出有所改善。在关注 ARR 分析结果时，建议采用【诊断】或【监护】模式，在关注 ST 段分析结果时，系统默认采用【诊断】或【ST】方式对病人进行监护；

(4) 陷波状态：用于设置是否进行滤波。设置为开：系统以陷波频率（50/60Hz）对波形进行滤波；设置为关：不进行滤波。

### 2 心电图噪声源

#### 2.1 外界干扰

心电图中常见的噪声源之一是外界干扰，如自于病人附近的未接地仪器的干扰和高频电外科设备（ESU）干扰可能导致心电波形失真。这种干扰给心电波形的分析和解释带来了困难，因为它会影响低幅度波形的可靠性，甚至引入虚假波形。可以采取预防措施减少电力线干扰，例如选择较少电气设备的记录位置，采用适当的屏蔽和接地方法，使用高频电外科设备（ESU）时，不要将电极片放置在手术部位和电外科设备负极板之间，以避免灼伤。为避免高频手术过程中的灼伤风险，应注意避免监护仪线缆、传感器和高频电外科设备（ESU）接触，安放电极或连接电缆时，应确保未接触其他导电部件或大地，尤其应确保所有心电导联线电极都连在病人身上。

但仍需要确保心电导联线连接正常来消除这种影响，检查心电导联线电极与患者是否接触良好，心电导联线与监护仪是否接触良好，将监护仪接地，如仍不能使输出心电波形得到改善，则将监护仪放置到离干扰源较远的地方进行监护患者。监护仪受潮也会引起输出心电波形不稳定，可将机器打开预热一段时间，进行自身排潮，然后再进行监护。定期检查安放电极处的皮肤，若出现过敏迹象，应更换电极或改变安放位置。

#### 2.2 工频干扰

心电图中常见的噪声源之一是电力线引起的电磁

场,其表现为 50Hz 或 60Hz 的正弦干扰,可能带有谐波成分。这种窄带噪声给 ECG 的分析和解释带来了困难,因为它会影响低幅度波形的可靠性,甚至引入虚假波形。尽管可以采取预防措施减少电力线干扰,例如选择较少电气设备的记录位置,采用适当的屏蔽和接地方法,但仍可能需要信号处理来消除这种影响<sup>[6]</sup>。为此,提出了多种技术,从基本的线性带阻滤波到更高级的方法,能够适应电力线频率的变化,并抑制 QRS 复合体产生的瞬态影响。在消除电力线干扰时,重点是控制 QRS 复合体在滤波器输出中的影响。实际上,QRS 复合体充当了不必要的高振幅脉冲输入的滤波器。由于线性不变的陷波滤波器通常对这种脉冲敏感,因此考虑采用非线性结构的电力线滤波器可能更合适。为了确保滤波器不会引入不可接受的失真,应通过模拟信号评估其性能,以准确量化可能的失真效应。

### 2.3 信号故障维修

面对以上的故障情况,医护人员可以选择一个合适的滤波方式来抑制这些频率的振荡,从而减少心电图上的噪声。经过滤波处理后,心电图变得更加清晰,干扰被有效地消除,使医生能够更准确地分析患者的心脏状况;他们可以仅使用 IPM8 监护仪指定的心电电极和电缆来减少低频基线漂移的影响。还需要对病人进行除颤时,不可采用非除颤型的心电电缆,除颤期间,不要接触病人、桌子或仪器来屏蔽噪声,从而更准确地捕捉心脏的活动变化。最后,在记录过程中进行实时监控,及时调整电极贴附和滤波参数,以确保信号质量。

通过采取这些措施,可以降低基线漂移的影响,使迈瑞 IPM8 心电图分析更具有可靠性,为研究心脏在不同运动强度下的响应提供更准确的数据。

## 3 心电监护仪硬件故障维修

### 3.1 QRS 探测头

由于 QRS 复合体是最容易从心电图识别出来的波形,因此心跳检测与 QRS 复合体检测是同义词<sup>[4]</sup>。根据 ECG 应用,存在几种检测器关键类型的噪声和伪影。噪音可能是高度短暂的,也可能是持久的,如电力线干扰的存在。在心电记录包含过多噪声的情况下,可能有必要从进一步分析中排除此类事件。图 4 说明了两种在 QRS 检测中特别成问题的噪声。预处理器通常被实现为一个线性滤波器,然后是一

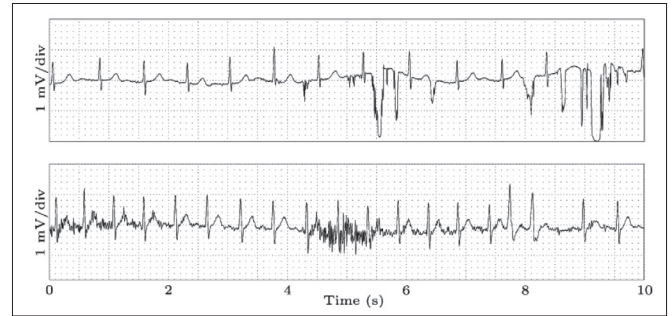


图4 在 QRS 检测中,由电极运动伪影(上)和肌电图噪声(下)引起的噪声

个非线性变换。然后将预处理器的输出馈送到探测器进行检测,探测器结构可以从基于模型的角度,通过对参数描述未知发生时间  $y$  和振幅  $a$  的统计模型应用极大似然估计得到:

$$x(n)=as(n-\theta)+v(n)$$

假设观测信号  $x(n)$  由感兴趣的波形  $s(n)$  和加性噪声  $v(n)$  组成,是一个平稳的白高斯过程<sup>[6]</sup>。虽然该模型只考虑单次心跳,但所得到的检测器结构仍然可以用于处理连续间隔的心电信号。

### 3.2 检测器硬件故障维修

当医院临床科室使用的心电监护仪中的心电导联线在使用过程中出现故障,心电图(ECG)信号无法准确地检测和显示心跳时。医疗技术人员首先仔细检查心电导联线的故障症状。当出现心电图信号在显示心跳时存在不稳定和错误的波形,这表明心电监护仪可能出现硬件或软件故障。为了安全起见,医疗技术人员将心电监护仪断电,并断开与电源和其他外部的连接。仔细检查心电导联线的外观,可能是由于物理损坏或内部部件松动导致的。必要的时候可以打开心电导联线,并检查内部导线接头和连接线。可能是连接线的插头松动,导致信号传输中断。通过更换导联线插头后,一旦确认信号传输正常,将心电导联线重新组装起来,确保所有连接和插头都正确连接,然后进行测试和校准,确保信号传输正常并且心电图显示准确。

## 4 迈瑞 IPM8 日常维护与保养

### 4.1 定期检查

检查电极的粘性是否足够,导联线是否完好。确保电极与皮肤良好接触,以获得准确的心电信号。检查心电波形的显示是否准确,确保标定(比如 1mV



标定)的准确性<sup>[5]</sup>。模拟不同心率、心律和电极脱落情况,测试报警系统是否能及时响应。记录维护的日期、维护项目、检查结果等信息,以建立维护历史记录。

#### 4.2 日常维护

心电监护仪使用完毕后,操作者需关闭电源开关,断开电源连接。然后,用柔软且干净的抹布搭配温和的清洁剂,轻轻擦拭仪器表面。在这个过程中,务必确保抹布拧干,以防止液体渗透到仪器内部。同时,对于电极的清洁,特别是与患者接触的部分,更需格外注意,以免电极受到污染并导致腐蚀或老化。例如,清洁电极片时应特别小心,避免其遭受损坏。在清洗袖带时,可以使用清水进行搓洗,如果导联线上有胶布、呕吐物等污渍,首先需要进行适当的处理,然后再进行彻底清洗。对于电极片的清洁,务必注意不仅要确保其表面干净,还要保证其接触患者部位的质量,以保障监护的准确性和安全性。最后,使用清洁的抹布将仪器仔细擦干,并将其放置在阴凉通风的地方。这些细致入微的清洁和保养步骤,不仅能延长设备的使用寿命,还能确保设备在下一次使用时能够正常、安全地工作。这是对设备和患者健康负责的体现。

## 5 结语

本文深入研究了心电监测及其相关技术在医疗领域中的重要性和应用。迈瑞 IPM8 心电监护仪作为评估心电图 (ECG) 和诊断心血管疾病的关键工具,对于保障患者健康至关重要。由于心电信号的复杂性,它可能受到多种噪声和干扰的影响,如基线漂移、电力设备干扰以及环境影响。为了准确分析这

些信号,采用合适的滤波方式是至关重要的,这有助于去除噪声并保留有关心脏活动的重要信息。心电监护仪的维护和保养也是至关重要的,定期检查、清洁和校准是确保监护仪正常工作的必要步骤。应对心电导联线损坏以及心电监护仪的日常保养措施,这些维护措施不仅有助于设备的长期稳定运行,也对于患者的生命安全至关重要。心电监测技术在现代医疗中扮演着不可或缺的角色。通过对心电信号的精确分析和维护保养,医疗人员能够更好地理解患者的健康状况,及早发现问题并采取相应措施。

## 参考文献:

- [1] 魏恒焯. PDCA 循环在提升心电监护仪调配周转率中的应用 [J]. 医疗装备, 2023, 36(14):28-30.
- [2] 唐利, 金秋凤. 一种便携式心电监护仪挂钩框的设计与应用 [J]. 中国乡村医药, 2023, 30(14):38-39.
- [3] 李玥. 迈瑞 CR60 遥测心电监护仪在心内科疾病诊治中的价值研究 [J]. 中国医疗器械信息, 2023, 29(06):22-25.
- [4] 高艺桑, 刘源. PDCA 循环在心电监护仪报警参数设置管理中的应用 [J]. 中国卫生标准管理, 2023, 14(09):63-66.
- [5] Pongpon Sri S, Yu X H. An adaptive filtering approach for electrocardiogram (ECG) signal noise reduction using neural networks [J]. Neurocomputing, 2013, 117: 206-213.
- [6] 窦丽媛. 护士应用心电监护仪导线保护的固定方法创新 [J]. 中国医疗器械信息, 2023, 29(02):96-98.

作者简介: 朱磊磊 (1995.03-), 男, 汉族, 安徽宿州人, 本科, 助理工程师, 研究方向: 生物医学工程。