

心电图机计量检定中的问题及优化措施

马克华*

(池州市计量测试所, 池州 247100)

摘要:近年来,随着医疗科技的进步,心电图机的诊断技术逐渐成熟,操作变得更加简便,功能更加多样化的心电图机在各级医院中得到了广泛的应用。同时,其不仅有助于诊断心率方面的疾病,更为相关研究提供保障。因此,这也使其检定工作有着更高的标准以及要求。基于此,本文重点围绕心电图机在计量检定中的问题进行了分析,并提出了相应的优化措施,以期丰富心电图机的计量检定指导依据,提高心电图机的实际应用效果。

关键词:心电图机; 计量检定; 不确定度

0 引言

心电图机是一种通过分析人体心脏活动产生的电信号,从而为医护人员提供关于心脏功能状态的医疗设备^[1]。在长期的使用过程中,心电图机也会容易出现一些故障。因此,为确保诊断的准确性,需要根据相关标准要求进行有效的计量检定,详细记录和收集心电图机的各种参数信息,并对收集到的数据进行分析,进而发现设备存在的潜在问题,以便进行必要的校准和调整。其次,有效的计量检定还能促进心电图机稳定运行。通过对心电图机内部电磁环境的监测和分析,可以及时发现并消除可能影响设备正常工作的外部因素,从而保证数据采集的准确性和可靠性,为患者提供更加精准可靠的健康保障。第三,系统的计量检定不仅可以对心电图机的数据信息进行归纳整理。也可以根据总结的数据信息进行分析进而确定合适的运行模式。此外,计量检定还有助于医护人员更好地理解 and 解读心电图数据,避免因设备误差导致的误诊或漏诊,从而提高整个医疗体系的效率和质量。对于医疗机构而言,心电图机计量检定的准确性直接关系到心电图数据的可靠性。因此,本文旨在探讨心电图机计量检定中的问题,为优化心电图机提供支持。

1 心电图机概述

心电图机是一种重要的医疗诊断设备,按照设备的功能特点和技术形态分类,可以分为模拟式心电图机和图数字式智能化心电图机^[2]。模拟式心电图机可以感知心脏活动产生的电信号,并将其转化为可视化的波形记录在图纸上。图数字式智能

化心电图机不仅具备模拟式心电图机的图形记录功能,还能分析心电图数据,提供初步的诊断支持。

2 心电图机计量检定注意事项

2.1 计量检定环境

在计量检定心电图机时,为了保证检定结果的准确性和可靠性,检定人员需要控制好检定环境参数,远离潮湿的环境;隔绝震动源、强电场、强磁场等的干扰;在计量检定前,检定人员应该备好装有地线的电源;计量检定人员应提前与客户沟通,提前告知检定需要的环境条件及注意事项,协商布置好检定场地,减少环境因素对检定结果的影响。

2.2 检定时间

依据我国计量法相关规定以及计量检定规程的要求,所有强制检定的计量器具都要在规定的时间内完成检定^[3-4]。在检定心电图机前,计量检测单位的工作人员应该提前了解科室关于心电图机的使用情况,比如使用频率、使用时间等,并据此合理规划检定时间^[5-6]。

2.3 调整参数

阻尼值及相关参数关系到心电图机的输出效果以及矩形波管控情况^[7]。因此,在计量检定心电图机的过程中,必须按照检定规程的要求,对阻尼值以及相关运行参数进行调整与校准。

2.4 采取防护措施

首先,将导联线远离电源线、电线及其他设备,可以有效降低电磁干扰。其次,选择带有屏蔽层的导联线,可以有效减少外界对心电图机信号的影响。并且导联线应尽可能直线铺设,避免交叉和折叠引起的相互干扰进而导致信号失真。

* 通信作者: 马克华, 工程师, 研究方向为电磁、医疗计量领域检定校准。E-mail: 1661189720@qq.com

3 心电图机计量检定中的问题

3.1 心电图机不工作

心电图机整机不工作的情况主要表现在两个方面：一是没有反应；二是指示灯不亮或闪烁不正常。这些情况可能是由多种因素引起的。心电图机无正常反应和指示灯异常均会对计量检定工作造成阻碍，导致计量检定程序停滞不前。这不仅会影响心电图机的应有效果，也会影响计量检定的全面性。

3.2 信号波形异常

受标定电压的影响，心电图机容易出现信号波形异常现象，严重阻碍了检定工作的正常开展。具体来说，主要包含以下几种问题：第一，波形振幅过大且无法通过常规手段调回正常范围。第二，波形呈无规律振荡的变化趋势。第三，定标电压上显示缺口。

3.3 幅频特性问题

根据心电图机的工作原理分析，它的信号输出幅度与信号接收频率之间存在对应关系，这是保证心电图机准确记录和显示心脏电活动的基础。但是，在心电图机的实际运行中，由于信息不合理以及应用环境变化等因素的影响，在计量检定过程中，幅频特性问题愈发严重，信号输出幅度与信号接收频率之间的对应关系也会受到不良影响。如果不能妥善处理这一问题，则会导致心电图机的计量检定结果出现偏差。

3.4 外界干扰

心电图机在计量检定过程中会受到多种外界干扰因素的影响，进而出现误差。例如，电磁干扰是一种常见且具有破坏性的干扰源，它源于电子设备以及电网内部的电压波动和谐波污染等。这种干扰因素可以通过空间辐射的方式直接穿透心电图机的外壳干扰其内部电路，或者通过线路传导的形式进入心电图机，对正常的信号采集过程产生干扰，从而引发误差；电源噪声也是一种常见的干扰源，在心电图机运行时，其内部电路会产生高频噪声，同时噪声会沿着电源线路传输，对心电图机造成干扰而产生误差；接地不良也是导致心电图机信号测量误差的一个因素，接地不良会增大信号传输阻抗，不仅会破坏信号质量，还会引入额外的误差。除了上述因素外，信号源的稳定性也会心电图机的检定结果产生相应的影响，如果信号源本身具有不稳定性，则会导致心电图信号采集质量下降，增加后续处理和分析的难度与误差。

3.5 加权系数误差

心电图机在检定过程中，为了采集模拟信号并进行量化分析，通常会选择使用加权系数。加权系数指的是信号转换(模拟→数字)过程中所用的比例系数。但是，加权系数的引入并不能避免误差的产生。首先，从计算层面来看，加权系数涉及大量的数字运算，如采样、量化、数字滤波等过程。这些计算

过程中，受算法精度、浮点数运算舍入误差等因素的影响，容易出现偏倚，降低加权系数的精度。其次，从软硬件的角度分析，心电图机中的放大器、模数转换器(ADC)等硬件设备的性能对加权系数的精度有一定的影响。如果误差过大，会影响心电图机的性能，例如数字信号无法准确反映原始模拟信号的特征，导致信息丢失或变形。

4 心电图机计量检定的优化措施

4.1 心电图机故障维修

针对心电图机而言，指示灯不亮与电路连接异常有关。对此，需要心电图机计量检定的过程中进行排查和修复^[8-10]。首先，从供电电源开始检查，如果发现这一部分发生故障，需要迅速定位故障点，并依据心电图机供电电源的构造和原理，制定出合适的维修方案，更换电源。如果供电电源无异常，则分析心电图机的运行状况，判断是否存在保护电熔问题。在排查故障的过程中，观察心电图机的电源线是否正常，如果出现熔断或者缺失等问题，立即更换电源线；同时，按照相关的标准和要求，综合检测变压器，在检测心电图机的直流和交流供电系统时，分别检测这两种供电系统的电路情况，根据实际检测结果，判断出哪些部件或线路出现了问题，然后采取相应的处理措施^[11-13]。如果心电图机的指示灯无异常表现，但是整机不工作，需要进一步检查心电图机的电路整流管，结合检查结果，确定是否需要维修或更换。通过排查、解决心电图机在计量检定中出现的故障问题，可以优化计量检定效果。

4.2 解决信号波形异常问题

在计量检定心电图机的过程中，尤其是在定标电压条件下，经常会出现信号波形异常的问题^[14-16]。对此，通常会根据相关指标来评估异常程度，如观察矩形波长形态有无异常以及幅值大小。在定标电压的条件下，如果发现方形波振幅不稳定，通常意味着心电图机内部存在机械或电气连接问题，如加热后的笔杆与标头轴线的连接松动，对此，需要重新检查并紧固螺钉；在定标电压的条件下，如果发现矩形波幅度异常大且无法调节，此时，需要仔细检查记录仪中的盘香弹簧组件，若发现其出现脱落等问题，应立即更换；如果定标电压上出现了缺口，需要检查并替换1 mV标准电压按钮开关组件，消除波形缺口现象。

4.3 优化幅频特性

在计量检定心电图机时，由于受到多种不合理因素的干扰，心电图机的幅频特性可能会出现异常情况。为了确保检定结果的准确性，在检定操作的过程中，应该将工频滤波器设置为关闭状态，基线漂移滤波器设置为关闭状态或调整为最小值，肌电滤波器和低通滤波器一般设置为关闭状态或者调整为最大值^[17]。此外，心电图机的运行状态会直接影响输入信号的

准确性。因此,在计量检定心电图时,应根据患者的病情和医生的需求,适当调整心电图机的各种参数和状态,使心电图峰与峰之间的距离保持合理性。

4.4 降低环境干扰

在计量检定心电图机的过程中,检定人员需要综合分析环境等因素对检定工作的干扰,并采取相应的措施以解决。首先,温度和湿度是最常见环境参数之一^[18]。温度变化会导致电路元件如电阻、电容等物理特性发生改变,从而导致电路的工作状态不稳定。而湿度过高或过低则会影响电子元件接合处的电气性能,导致信号传输特性发生变化。因此,在计量检定心电图机时,应该保证环境温度、湿度的恒定性。周围环境中存在的电磁辐射会影响心电图机的信号采集和传输过程。因此,在计量检定过程中,相关工作人员需要将心电图机远离电磁辐射源,隔绝外部电磁干扰^[19]。

4.5 控制加权系数误差

在计量检定心电图机的过程中,为了规避加权系数误差对检定结果的影响,可以选择高精度和高稳定性的硬件设备,例如放大器、ADC等,这些硬件设备的性能优劣直接决定了加权系数计算的精准性。在心电图机的信号处理环节,使用自适应数字滤波算法,根据实时变化的信号特征动态调整滤波器参数,有利于减少加权系数误差带来的影响^[20]。采样和量化是心电图机获取生理信息的主要步骤之一,针对这两个步骤中所用的算法和参数进行优化,也可以进一步控制加权系数误差,进一步保证计量检定工作的准确性和可靠性。

5 结论

为确保数字心电图机可以更好地服务于临床诊断工作,应强化其检定工作。首先,相关部门必须严格按照相关标准进行严格的检定工作。确保其在临床应用中的稳定性和可靠性。只有在设备检定合格后,才能正式投入使用。其次,加强对潜在问题的监控与分析,例如,如果发现心电图机出现异常读数或信号失真现象,应及时排查原因并加以解决。最后,为了确保心电图机的长期可靠运行,还应加强对工作人员的培训。医护人员不仅需要掌握心电图的基本原理和操作技巧,还应了解设备的工作原理、常见故障及其排除方法,从而更好地利用心电图机为患者服务。

综上所述,为了使心电图机在日常运行中保持高效的工作状态,应强化心电图机的计量检定工作。本文主要分析了心电图机计量检定中可能出现的问题,并制定了相应的优化措施,为心电图机的计量检定以及校准工作提供了可参考依据。

参考文献

- [1] 劳婉仪,肖翔,黄劲,等.基于运用ProSim8型生命体征模拟器进行数字心电图机质控检测的研究与实践[J].计量与测试技术,2023,50(01):69-74.
- [2] 鲍超驰.心电图机检定中长度测量仪器的选择与测量不确定度分析[J].中国医疗器械信息,2023,29(02):162-164.
- [3] 张辉.心电图机检定要点及电压测量的不确定度评定[J].品牌与标准化,2022,(05):24-26.
- [5] 左华振,李小玲,薛程昱.基于并联方式的心电图机计量检定方法[J].中国质量监管,2024,(02):72-73.
- [6] 钱福颖.图形测量系统在数字心电图机幅度和时间参数测量中的应用[J].中国计量,2024,(03):86-90.
- [7] 霍文婷,刘建森.心电图机检定常见问题及解决对策[J].仪器仪表标准化与计量,2024,(04):36-39.
- [8] 孙小芳.心电图机计量检定及常见问题分析[J].电脑爱好者(电子刊),2023,(07):3436-3437.
- [9] 马雯.动态心电图机的分析技术与应用[J].医疗装备,2023,36(24):161-164.
- [10] 徐静.基于并联方式的动态(可移动)心电图机计量检定方案[J].中国计量,2023,(04):111-112.
- [11] 石俊杰.心电图机计量检定中的问题及优化措施[J].中国质量与标准导报,2022,(02):31-34.
- [12] 刘丽丽.数字心电图机计量检定及常见问题分析[J].中国科技期刊数据库医药,2022,(11):136-138.
- [13] 谷佳妍.关于对心电图机计量检定的探讨[J].模型世界,2022,(36):19-21.
- [14] 郑维君.数字心电图机检定常见问题分析[J].电子质量,2022,(01):100-102.
- [15] 张岳.SE-1200 Express心电图机的工作原理及故障分析处理[J].城市周刊,2022,(17):67-69.
- [16] 卢俊华.动态(可移动)心电图机日常检定注意事项[J].中国计量,2022,(11):136-136.
- [17] 罗莎.数字心电图机的工作原理与检定方法[J].科技创新与应用,2022,(31):131-134.
- [18] 佚名.航空工业南京机电获计量检定校准技能大奖[J].航空维修与工程,2023,(07):50-50.
- [19] 乌日嘎.医用心电图机的计量检定及常见问题研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)医药卫生,2021,(01):168-169.
- [20] 周伶俐.数字心电图机内部噪声电平检定中外部干扰信号的排除[J].中国计量,2021,(02):125-126.