

技术交流。

增强型体外反搏器的电磁兼容性^①

李海云^② 郑振声

(中山医科大学辅助循环重点实验室, 广州: 510089)

摘要 作者研究了增强型体外反搏器的电磁兼容性特征, 测试并分析了增强型体外反搏器对周围电磁环境的影响, 以及周围电磁环境的各因素对反搏器正常工作的电磁干扰及其影响程度, 为医学电子仪器适应周围电磁环境, 提高自身抗扰度提供了实验依据。

关键词 反搏动术 仪器和设备; 电磁学

中图分类号 R 318.6

随着电子技术的发展, 越来越多的医学电子仪器进入了临床诊断和治疗领域, 极大的支持了临床医疗水平的发展。同时也使其周围的电磁环境越来越复杂, 严重影响医学电子仪器的工作性能, 降低了信噪比, 甚至损坏集成芯片, 使它失去检测和治疗功能。为使各种仪器稳定可靠的工作, 其电磁兼容性显得越来越重要。我们对增强型体外反搏器 (EECP) 的电磁兼容性进行了实验研究, 就其发射和抗扰度 (不敏感度) 进行了测试与分析, 为保证体外反搏器在日益复杂的电磁环境中的高可靠性、高疗效性奠定理论基础。

1 原理与方法

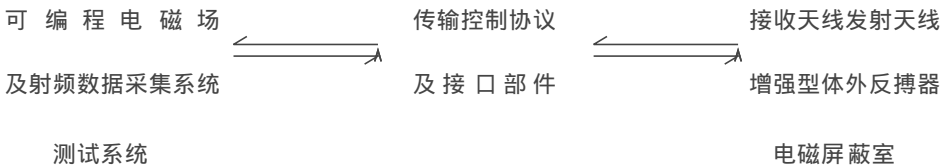
根据麦克斯韦方程

$$(1) \oint_l H^\circ \cdot dl = \int_s \frac{\partial D^\circ}{\partial t} \cdot dS$$

$$(2) \oint_l E^\circ \cdot dl = - \int_s \frac{\partial B^\circ}{\partial t} \cdot dS$$

E 电场强度 D : 电位移 B : 磁感应强度 H 磁场强度 i : 传导电流

时变磁场感生电场, 时变电场产生磁场。任何电磁扰动都将以有限速度向空间传播, 因此增强型体外反搏器处在复杂的电磁环境中其电磁兼容性主要由发射和抗扰度 2 大部分组成^[1]。发射是指仪器本身对周围环境的电磁干扰, 包括辐射和传导电磁能, 以及磁场辐射发射。抗扰度 (或不敏感度) 就是指仪器本身抵抗环境电磁干扰的能力, 包括辐射电磁场敏感度、传导电磁能敏感度、磁场辐射敏感度、准静电场敏感度、交流电源电压起伏、瞬变和浪涌敏感度, 以及静电放电。我们在电子部十所的电磁兼容研究室完成了增强型体外反搏器 (EECP) 的电磁兼容性测试。测试原理图如下:



2 结果

按美国心血管、呼吸和神经学仪器部有关医学电子仪器的电磁兼容性要求,对增强型体外反搏器的电磁兼容性进行以下项目检测

2.1 电源线传导发射电压

根据 CISPR-II出版物中工、科、医 (ISM) B级标准,用 EATON (SERIES VII PROGRAMMABLE EMI/RFI DATA COLLECTION SYSTEM) 测试增强型体外反搏器的电源线传导发射电压,结果见图 1

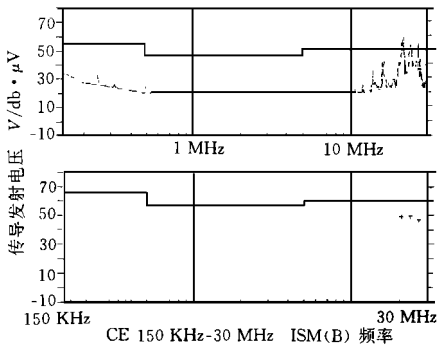


图 1 电源线传导发射电压

2.2 电场辐射发射

根据 CISPR-II出版物中工、科、医 (ISM) B级标准,用 SERIES VII PROGRAMMABLE EMI/RFI DATA COLLECTION SYSTEM 94455-1 (BI-CONICAL ANTENNA)、AT1100 (LOG PERIODIC ANTENNA) 等仪器,在一个 8.5 m x 5.1 m x 4.2 m 的无回波电磁屏蔽室测量增强型体外反搏器的电场辐射发射,结果见图 2

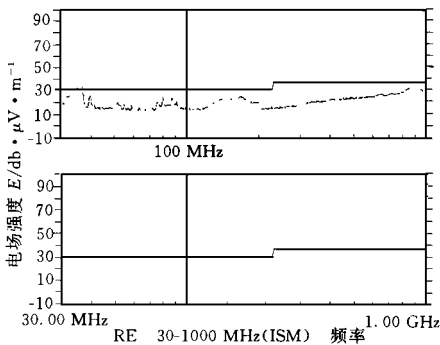


图 2 电场辐射发射

2.3 辐射电磁场抗扰度

在 26 MHz~ 1 000 MHz 频率范围内,场强峰值为 8.5 V/m 条件下,用 RADIATED SUSCEPTIBILITY TEST SYSTEM,按美国军用标准 MIL-STD-462D 测试辐射电磁场抗扰度,见图 3,图 4

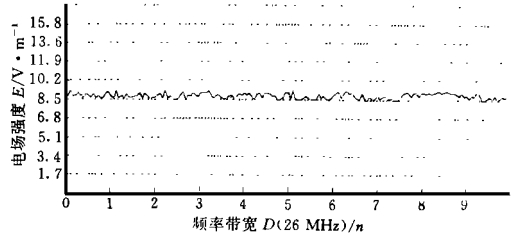


图 3 电场辐射抗扰度

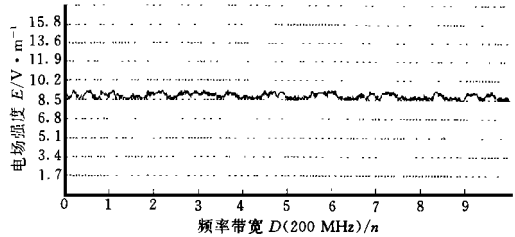


图 4 电场辐射抗扰度

2.4 交流电电源电压起伏、瞬态和浪涌

用 9406-1 FREQUENCY/AMPLITUDE TRANSIENT SINE-WAVE POWER SOLAR 8282-1 TRANSIENT PULSE GENERATOR COS6100 OSCILLOSCOPE 和 POWER-LINE ISOLATION TRANSFORMER 等仪器,根据中华人民共和国国家标准 GB6833.4 进行试验,结果如下:① 施加一宽度为 10 μs,幅度为 440 V (2 倍电源有效值) 的尖峰信号在交流电源电压相位的 0°、90°、180° 和 270° 等位置,反搏器工作正常。② 使电源电压从比标称电压 (220 V) 高 10% 瞬变到高 30%,保持约 0.5 s 再瞬变回到高 10%,重复 4 次,每次间隔 2 min,试验前后反搏器工作正常。③ 使电源电压比标称频率 (50 Hz) 高 5% 瞬变到高 10%,保持约 0.5 s,然后瞬间回到 5%,重复 4 次,每次间隔 2 min,反搏器工作正常。④ 将反搏器的电源 50 Hz/220 V 从过零点断开 n=1 个整半周 (即 1 ms),并重复进行 4 次,反搏器工作正常。

3 讨论

研制和使用医用电子仪器,即要考虑诊断和治疗的有效性,更要考虑其稳定性和安全性,正常工作

状态下的医学电子仪器各自都有辐射和传导电磁能的发射,磁场辐射发射,加上电讯网络和供电网络电磁影响,对仪器的电磁干扰日趋多样化和复杂化,我们必须认真对待其电磁兼容性,以避免误诊及危害病人的生命安全。医用电子仪器对外界电磁环境的影响,主要表现为①辐射和传导电磁能发射 ②磁场辐射发射。测试结果 30 MHz频率附近辐射和传导电磁能发射最严重,100 MHz频率附近磁场辐射发射较严重。在仪器内加装交流电源滤波器,在仪器显示屏上加装反射层薄膜,可以减小仪器对外界的电磁干扰。外界电磁环境对医用电子仪器的干扰表现为仪器的抗扰度,主要包括:①辐射电磁场抗扰度,②交流电源电压起伏,瞬态和浪涌。实验结果表明,要想提高辐射电磁场抗扰度,仪器自身磁场部分必须用坡莫合金加以屏蔽,电子电路部分必须采用整

体屏蔽机箱。仪器对交流电源电压起伏,瞬态和浪涌的抗扰度至为重要,抗扰度太低,轻则损坏仪器,重则电击病人,对此我们必须认真研究医用电子仪器供电原理,对电源电路加装过压,过流,过热保护电路,同时加装辅助电源^[2],自动监测电源电压,在电源电压不合要求时,自动替代;为保护仪器的可靠性,电磁兼容性必须满足相关标准。

参 考 文 献

- 1 苗振魁主编. 医用电子仪器. 天津: 天津大学出版社, 1992. 43~ 48, 63~ 70
- 2 庄天戈主编. 计算机在医学中的应用. 南京: 东南大学出版社, 1991. 8~ 10

(1996-09-04 收稿 1996-12-23修回)

THE ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY OF THE ENHANCED EXTERNAL COUNTERPULSATION APPARATUS

Li Haiyun Zheng Zhensheng

(Key Laboratory on Assisted Circulation, Sun Yat-sen University of Medical Sciences, Guangzhou, 510089)

The electromagnetic compatibility of the enhanced external counterpulsation apparatus was meticulously studied. The effect of the enhanced external counterpulsation apparatus on the surrounding and the electromagnetic disturbance of the surrounding on the apparatus were tested and analysed. The results provided experimental foundation for improving adaptability of medical apparatus to the electromagnetic surrounding.

Subject headings counterpulsation/instrumentation; electromagnetics