

肢体运动功能康复理疗控制系统的抗电磁干扰设计

Anti-EMI Design of Physical Therapy Control System for Rehabilitation of Limb Motion Function

王帅 赵旭 张翠华 王腾

Shuai Wang Xu Zhao Cuihua Zhang Teng Wang

河北省自动化研究所
中国·河北 石家庄 050081
Hebei Institute of Automation,
Shijiazhuang, Hebei, 050081, China

【摘要】论文从控制系统各组成部分的抗电磁干扰性能入手,介绍了该控制系统抗电磁干扰的实验方法及取得的效果。

【Abstract】This paper introduces the experimental method and the effect of the control system against electromagnetic interference based on the performance of each part of the control system.

【关键词】康复理疗控制系统;电磁干扰;设计

【Keywords】rehabilitation physiotherapy control system; electromagnetic interference; design

【DOI】10.36012/etr.v1i3.457

1 引言

肢体运动功能康复理疗控制系统适用于脑卒中患者在病情趋于平稳后的肢体运动功能的康复治疗。该仪器可输出低频调制脉冲,通过电极输出电信号作用于肢体肌肉,按照设定的时间顺序刺激人体需康复的肌肉群运动,模拟肢体的运动,直接锻炼肌力,并可通过模拟运动的被动拮抗作用,协调和支配肢体的功能状态,使其恢复动态平衡。本系统利用数字模拟转换输出控制治疗强度的精密调节,可减少患者治疗时的不适应性;用彩色液晶触摸屏进行治疗参数选择及输入,设置治疗状态图标显示功能。

2 康复理疗控制系统的组成

肢体运动功能康复理疗控制系统主要由隔离电源、微处理器、彩色液晶触摸屏、脉冲序列发生电路、控制及输出电路、电极、维码器控制器和机箱等部分组成。

2.1 脉冲序列发生电路的设计

①输出脉冲控制。该仪器可进行3路脉冲输出,相邻两路输出时间间隔在0.8~1.5s连续可调,根据相关技术标准,时间间隔的误差为 $\pm 20\%$ 。

②脉冲频率和宽度控制。治疗方式的脉冲频率为 $400\text{Hz} \pm 80\text{Hz}$,按摩方式的脉冲频率为 $40\text{Hz} \pm 8\text{Hz}$,脉冲宽度在0.3~0.8ms随机变化。

③脉冲输出幅度控制。在连续工作方式下,其脉冲输出幅度在0~27V连续可调。

2.2 控制及输出电路的设计

采用双MCU的方式设计控制器主机的电路,保证信号的采集和处理速度与彩色液晶触摸屏的通信要求。该系统具

有脉冲治疗、连续治疗、重复治疗、往返治疗、步进治疗、递增治疗及按摩等功能,并且上述功能可按照一定组合定制。

2.3 维码器控制模块

采用维码器控制模块,与系统的输出控制端相连接可以通过手机支付(支付宝、微信等),以“共享”的方式提高系统使用的普遍性与自助性。

2.4 软件的编制

显示部分选用DGUS彩色液晶触摸屏,实现肢体运动功能康复理疗控制系统的治疗方式选择、治疗时间输入、治疗强度调整、治疗状态显示等功能,软件采用PC端的DGUS Tool V7.59开发软件进行编制。

利用Keil uVision4编制系统的控制软件,软件组成主要包括与彩色液晶触摸屏的通信、屏状态显示控制、D/A转换输出、脉冲序列控制发生、治疗功能实现等。

3 康复理疗控制系统的抗电磁干扰方法

电磁环境是人们生活环境的一个组成部分,为保障控制系统稳定工作,需要处理好抗干扰与电磁兼容问题。根据电磁兼容性理论和电磁干扰的机制,在进行相关电磁兼容性设计时为防止干扰可从抑制源的发射、尽可能使耦合途径无效、使接收机对发射不敏感3方面进行考虑。在实际情况中,需要采用多种措施来解决电磁干扰问题^[1]。

3.1 线路板抗电磁干扰设计

本控制系统采用双STC12C5A60S2作为控制核心,STC12C5A60S2是一款高速、低功耗、超强抗干扰的新一代8051单片机,指令代码完全兼容传统8051,但速度快8~12倍。内部集成MAX810专用复位电路、2路PWM、8路高速10

位 A/D 转换,适用于电机控制及强干扰场合。PCB 是单片机系统中电路元件和器件的支撑件,提供电路元件和器件之间的电气连接。本控制系统的 PCB 电路板抗电磁干扰主要采取了以下措施:①在 PCB 板上设有继电器、按钮等元件,操作时可能会产生火花放电,对控制系统进行干扰,本控制系统采用了 RC 电路来吸收放电电流,其中,R 选 100Ω ,C 选 $47\mu\text{F}$,有效吸收了干扰信号;②LM7805 及其外围滤波器件远离单片机放置;③电源输入串接二极管后,跨接 $1000\mu\text{F}$ 的电解电容器,对电能进行短时间的存储,可以抵抗外界电源的短时干扰;④严格按照 PCB 抗干扰原则布线,输入输出端的导线尽量避免相邻平行,增加线间地线,印刷导线拐弯处设计为圆弧形,减少自激振荡或谐振的可能。

3.2 供电部分的抗电磁干扰设计

肢体运动功能康复理疗控制系统采用隔离电源后的电源层分割为 5V 和 32V 两片区域,分别进行电源布线,加大电源层相对地层内缩的距离,抑制边缘辐射效应。5V 电源为控制主板工作电压,输出为直流波形。

电源电路经整流桥全波整流、电容滤波、稳压芯片 LM7805 输出相对稳定的 5V 直流电压。因为稳压电源芯片本身输出会有纹波并不恒定,可能无法实时响应负载对于电流需求的快速变化,负载瞬态电流在电源路径阻抗和地路径阻抗上也会产生压降,所以电源系统会产生电源噪声。电源噪声不仅会对芯片的正常工作产生影响,还有可能影响控制主板其他部分的工作,因此,需要对电源噪声进行处理。电路电源采用电容退耦的方法解决电源噪声问题。供电部分电路如图 1 所示。

3.3 外壳抗电磁干扰设计

本肢体运动功能康复理疗控制系统外壳采用工程塑料成型工艺,为了使外壳在操作者和内部电路间建立隔离、形成屏

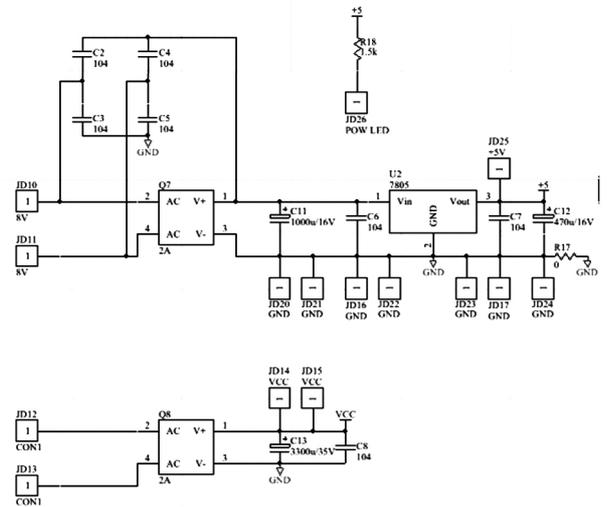


图 1 供电模块部分电路

蔽层,起到抗电磁干扰作用,本控制系统设计了金属屏蔽层,为了防止彩色液晶触摸屏在做抗电磁干扰测试时出现乱码,在屏的安装槽部位加设金属接地抗干扰电路,同时,对控制系统采取了以下抗干扰措施:①尽量缩短导线长度,将信号线、电源线等分别穿于抗干扰磁环中,根据导线芯数和长短的不同,选择不同直径的磁环;②控制系统内部所有的固定小件都采用绝缘材料,将 PCB 电路板固定在绝缘板上。

4 结语

影响肢体运动功能康复理疗控制系统抵抗电磁干扰能力的因素有很多,论文从系统硬件的线路板、供电电源、外壳等部分入手,分析并提出了控制系统抗电磁干扰的方法,提高了控制系统的抗电磁干扰的能力,保证了系统运行的稳定性。

参考文献

- [1]王云光,种晓晨,程海凭.超短波理疗仪控制系统抗干扰设计[J].生物医学工程学进展,2015,36(3):150-152.