

面向便携式医疗监控设备的嵌入式应用

1. 引言

电子技术蓬勃发展的今天，政府与各级医疗机构正努力完善医疗体系，以更好地为病人服务。嵌入式技术应用深入到医疗行业后，病人可以有更大的选择空间，选择适合自己的治疗和疗养方式，选择在家中养病，或者到医院、医生办公室来。医疗行业充分发挥了便携、远距离连接的医疗监控系统的优势。这类监控设备包括电子血糖仪、便携式床旁监护仪、便携式心电图(ECG)系统，甚至更为复杂的医疗监控系统。2008年以来，越来越多的利好消息出现在医疗电子领域。德国、澳大利亚都分别明确表示要在儿童医疗和全民医疗领域加大投入。中国和墨西哥这样的发展中大国也在进行备受世人瞩目的医疗改革。这些政府级别的投入将增加全社会对医疗电子产品的需求。除此之外，还有一些因素也会对医疗电子市场产生影响。

全球人口老龄化现象日益突出，这些老龄化人口对医疗有非常大的需求。

人们对疾病预防以及对早发现和早治疗的观念日趋认同，将促进对检查诊断等基本医疗仪器，如x光、CT、正电子辐射断层扫描(PET)、MRI和超声波等的需求。

医疗仪器的升级和更新也将给市场带来新需求，如超声波仪器屏幕由黑白向彩色的变化。以上因素均对医疗电子设备的技术走向产生了较大影响，与大型设备相比成本相对较低的便携式医疗电子设备在需求的带动下展现了前所未有的活力。例如可以随身携带的血压计、血糖仪，可以在家庭或小型社康医院中使用的呼吸机、心电监护仪必然会有越来越大的市场需求。

2. 嵌入式与便携医疗电子设备

“便携式”医疗电子设备在解决灵活地传输数据的同时，便携性的要求越来越高，并且要保持采集数据的质量与实时性。便携式设备主要分为两种。一种是移动(手持)设备，例如用于患者监控的产品，像测量脉搏、血压及其他体征的产品，可以方便随时携带，同时需要保证电池有充裕的续航时间，至少要保证大夫出诊一天之内无需充电。另一种则不一定能够随身携带，但它们是低成本、简单的设备，一般用于设备较简单的医院。这当然会带来设计方面的挑战，不只是设备体积上的，而且内部的电气部分也需要有创新。

笔者参与研制的便携式医疗监控设备的一整个系统有五个基本的部分：数据采集、数据传输、数据处理、人机接口、电源。笔者参与研制的ZTE一MEDi27主板关注监控系统的这五部分组成，有针对性地采用新颖的技术，使

医疗监控设备表现最佳性能。下面分六点阐述嵌入式在编写医疗监控领域的应用：

- 1) 电池及电源管理；
- 2) 显示器与人机接口 (HMI) ；
- 3) 生物传感器接口与总线；
- 4) 数据交换接口；
- 5) 中央处理单元及数据运算效率；
- 6) 适于便携场合应用的可靠性设计。

2.1 电池及电源管理

电源管理技术与低功耗并不应该完全等同。ARM 产品本身功耗相对低，但是只有配合完善的电源管理技术，产品的续航能力才能发挥到极致。限制功耗的同时，必需要均衡考虑系统处理数据要求。新的电源管理技术及电源拓扑结构实施几个电源级别和待机模式，可帮助系统以低水平功耗实现高水平性能。嵌入式技术可以实现管理系统待机、睡眠及唤醒转换功能，可提高总体系统性能来创建兼顾两方面性能的系统。如果 CPU 只在需要处理要时活动，平均系统功耗将保持较低，仅在 CPU 唤醒状态下才能达到峰值。通过实施多级电源管理，改善系统的易用性。

比如 intel 公司的带有 speed step 功能的嵌入式处理器，设计了两组 PLL 时脉输入线路，可以支援两种不同核心电压/时脉的组合配对。一种是 1.6v 核心电压，最大效能 (Maximum Performance) 模式 (100%；) 另一种是电池最佳化 (Battery Optimized) 模式，这时候 CPU 的时脉通常只有 80% 左右，其中核心电压可降到 1.35V。而且两种操作模式的切换时间只需两百分之一秒的时间。以 Intel 的资料表示：操作频率降低 20%，再配合核心电压的降低，理论上耗电量可以降低到原先操作模式的五到六成之间。

举例 1：ZTE — MEDi27 型主板的驱动完全发挥了 speed step 的优势，共有一个工作状态和四级休眠状态，主板功耗可以从全速运行的 1030mw 逐级降到深度睡眠状态的不足 20mw。用户在强有力的电源管理技术支持下，不仅可以获得最长的续航时间，还可以降低维护成本 (减少检修频率，延长电池寿命)。

举例 2：ZTE — MEDi27 型主板配合 10 寸液晶显示器组成的个人监护系统，由两节锂离子电池供电 (2000Ma@8V)。系统无人操作 30 秒后，进入节电状态，任意外部操作激活。可连续使用 12 小时以上，无需充电。

2.2 显示器与人机接口

不论是向病人告知体温或心电图(ECG)结果或者其他体征信息,显示器的显示效果都是一项重要的性能特点。医疗监控设备尤其多功能监控设备,如6通道,8通道设备,需要较大的显示屏幕,才能清晰地显示出病人的体征信息。大尺寸的屏幕需要消耗掉更大的电池能量,因此ZTE—MEDi27型嵌入式主板上专门加入了液晶节能电路,液晶可以适时进入主动节电模式。此外建议配合该主板选用高品质低功耗的液晶,以达到更出色的显示效果。

举例:ZTE—MEDi27型嵌入式主板支持TFT液晶,最大分辨率800*600,也可以同时外接VGA设备。随着便携式超声设备从单色向彩色发展,从2D图像向3D、4D发展,超声设备通道数会大大增加,这样就需要高性能的波束合成架构,而且随着用户对超声设备图像分辨力和时间分辨力的需求提升,设备所需的运算量会大大增加,对中央处理单元的图形处理能力提出了更高的要求。ZTE—MEDiX系列可以提供比传统的DSP/FPGA图形处理方案更强大的图形处理能力,而且大大缩短了产品的研发周期,患者有机会更早地享受到先进技术带来的福音。

触摸屏(Touch Panel)是简化便携式电子设备使用的一个关键的因素,由于免除了传统键盘,还可进一步缩小设备体积。触摸屏结合软件菜单的功能选择,加强医疗产品的人机交互能力,配合友好的界面,病人或医护人员使用更方便。设计触摸屏功能时,要考虑的一个重要因素是所选方案的静电(ESD)处理能力。如果电路不能消除静电产生的能量,该能量可能对监控系统造成损坏。与触摸屏相关其它的因素有分辨率、与屏幕尺寸、转换类型与速度、灵敏度,以及总体功耗等。

2.3 生物传感器接口与总线

所有设计医疗监控设备的设计人员,都选择广泛应用的UART传感器接口,选取CAN这样的成熟总线技术。此外,本土医疗电子制造商往往只有较少的研发人员,这和外国医疗电子制造商动辄上百人的开发团队相比没有优势,所以本土开发人员更应先瞄准能降低成本且能产生效益的设备开发。ZTE—MEDiX系列为设计人员提供了多个UART接口(2—11个,不同型号有异),基于ZTE—MEDiX的便携式医疗监控设备可以同时支持多个生物传感器。总线方面,ZTE—MEDiX系列提供—2路CAN总线。此外还提供SPI、I2C、I2S和GPIO作为生物传感器接口。

举例:脉搏血氧计设计方案中,通过GPIO和负责控制和协调其他电路模块的正常工作,它将采集到的血氧信号经过数据处理,发送到显示屏。ZTE—MEDiX的处理能力、采样率、采样精度、功耗、实时性要求等指标完全达到系统的要求。并且可以提供扩展的RS232接口,与其它设备配合。

2.4 数据交换接口

医疗监控设备可产生大量的原始数据。保存数据与处理趋势、识别变化、提供反馈，支持与较大系统连接的能力，以及执行诊断算法是通常是系统控制器的重要功能。医疗电子设备数据接口从有线 RS232 接口迁移到有线及无线以太网连接、及近距离及较长距离的无线连接。医院可以利用这些新接口来连接医院内和患者家里所有设备。当病人从医院返回家中时，可通过身上无线传感器远程地与医生联系，该传感器连接到家中安全系统的监控器上。整个系统连入以太网或医疗呼叫中，可在其家中随时私密地接收监控。

这里也可采用无线接口，如蓝牙、GPRS。也可采用基因无线数创模块的无线解决方案。除了功耗外，数据速率及距离也是选择无线接口的两个重要要素。ZTE 一 MEDIX 系列医疗用主板，整合有线的 RS232 数据口，USB 接口和以太网接口，无限的 GPRS 和无线数传接 n；为便于数据传输，ZTE 一 MEDIX 还整合了 SD 卡。这种情况下，传统医疗监控设备距离的局限完全被打破，而且数据速率得以最大化。如果监控只用几个传感器，距离比数据速率更重要。最后，选择方案必须控制系统功耗。

2.5 中央处理单元及数据运算效率

医疗设备厂商选择主板方案时会依据两个原则：一是市场的主流方案；二是容易升级替换。主流的方案和有实力的供应商在持续供应上比较有保障。同时尽可能在设计中采用标准化的、有延续性的产品线。这一原则为日后遇到停产等供应问题时能快速找到替代方案。ZTE 一 MEDIX 系列产品采用基于 ARM 的 CPU。英国 ARM 公司是嵌人式 RISC 处理器的 PI (知识产权) 供应商，它为 ARM 架构处理器提供 ARM 处理器内核（如 ARM7T、ARM9T 及 ARM10 等）。由各半导体公司在上述处理器内核基础上进行再设计，嵌人各种外围和处理部件，形成各种 MCU。目前基于 ARM 内核的芯片在嵌入式处理器市场上占据 75% 的份额。ARM 作为嵌人式系统的处理器，具有低电压，低功耗和高集成度等特点，并具有开放性和可扩充性。事实上，ARM 内核已成为嵌人式系统首选的处理器内核。ZTE 一 MEDIX 系列目前采用的 CPU 主频包括 200MHz、400MHz、520MHz 三种，满足多种便携医疗监控的应用。

2.6 适于便携场合应用的可靠性设计

便携医疗设备涵盖的应用范围愈来愈广，产品的可靠性设计必须综合考虑可能的多方面需求。医疗影像设备未来需要高质量的图像，同时，要每秒帧数也在提升，所以要选取高性能器件。超声设备未来的发展趋势是低功耗、高性能和小型化，所以要考虑器件的集成度。在 EcG(心电)设计中，要注意板级电磁兼容，CMRR(共模抑制比)是重要的指标，它可以提升监护准确度，又可以保护患者。低抖动时钟信号在高速信号处理中非常重要，它可以有效优化 SNR(信噪比)。为保证设备就能和其他医疗设备兼容，一定要进行严格的安全测试。

3. 结论

未来会有更多创新的医疗设备出现，各类大型诊疗设备均有希望转向便携和小型化，只要站在机器前，就可以在 LCD 显示器前看医生。虚拟的医生在世界上的任何地方，而我们坐在家里、办公室或在休假中都可以看医生或者了解自己的健康状况。就在今天，便携式医疗设备及监控系统可提供随时随地的医疗支持。

医疗电子设备的寿命周期长于消费电子产品，小型的家用医疗电子设备的寿命一般为 3—5 年。虽然寿命周期较长，但在精度与易用性方面，医疗电子产品比消费电子产品更需要重视设计。

ZTE—MEDIX 系列不断创新，不断提高性能，整合嵌入式的各项前沿技术，简化二次开发流程。ZTE—MEDIX 系列积极贴近便携式医疗产品的特性和需求，了解各种便携设备体积与功耗预算的局限。相信在受惠于技术的不断进步以及科研人员的积极进取，患者能够更早地享受新技术的产业化成果，更主动地掌握自己的健康，享受美妙的人生。