

doi: 10.7690/bgzd.2020.09.002

一种高性能多接口加固笔记本

祝本明¹, 周睿², 肖伟杰¹, 唐吉林¹

(1. 中国兵器装备集团自动化研究所特种产品事业部, 四川 绵阳 621000;
2. 陆军装备部防化军代局驻重庆地区防化军代室, 重庆 400000)

摘要: 为使笔记本的防护等级满足苛刻环境下的特殊需求, 设计一款一体化高性能多接口加固笔记本。根据多接口加固笔记本的组成原理, 利用 Intel® 酷睿™ i7-6822EQ 处理器外设资源, 通过外围电路扩展出各类型的功能接口, 对其硬件组成进行设计, 实现了计算、通信和显示等功能。实践应用结果表明, 该设计笔记本具有通用性、高性能、高扩展性、便利性等特点。

关键词: 高性能; 多接口; 加固笔记本

中图分类号: TP303 **文献标志码:** A

A High Performance Multi Interface Ruggedized Notebook

Zhu Benming¹, Zhou Rui², Xiao Weijie¹, Tang Jilin¹

(1. Department of Special Product, Automation Research Institute of China South Industries Group Corporation, Mianyang 621000, China;
2. Military Representative Office in Chongqing, Defense & Chemical Bureau of Army Equipment Department, Chongqing 400000, China)

Abstract: In order to make the protection level of notebook meeting the special needs in harsh environment, a high performance multi interface ruggedized notebook is designed. According to the composition principle of multi interface ruggedized notebook, used the peripheral resources of Intel® core™ i7-6822eq processor, expanded various types of functional interfaces through peripheral circuits, designed its hardware composition, and realize the functions of calculation, communication and display. The practical application results show that the notebook has the characteristics of universality, high performance, high expansibility and convenience.

Keywords: high performance; multi interface; ruggedized notebook

0 引言

加固笔记本指在防水、防撞、防摔等方面进行特殊设计, 具有全封闭密封设计、防震设计、自通流设计, 防护等级满足苛刻环境下的特殊需求。多接口加固笔记本在综合考虑加固笔记本的通用性、扩展性及使用便利性的基础上, 努力提高系统性能, 保证系统工作的可靠性, 可以在不同环境条件下使用, 具有一机多用的特点, 市场需求巨大。笔者在现有加固笔记本的基础上, 利用先进电子技术, 研制的一款高性能、多接口加固笔记本^[1]。

1 总体方案设计

多接口加固笔记本主要由主板、液晶屏、矩阵键盘触摸板、锂电池组和电源及对外接口等组成。

2 硬件设计

2.1 组成与原理

多接口加固笔记本以 Intel® 酷睿™ i7-6822EQ

(8 M 高速缓存, 睿频高达 2.80 GHz) 处理器为核心, 通过外围电路扩展出各类型的功能接口, 具备抗振动、抗冲击、防砂尘、防电磁干扰等特点, 满足用户的性能指标要求。

笔者利用 Intel® 酷睿™ i7-6822EQ 处理器外设资源, 并通过外围芯片的扩展方式, 实现了计算、通信和显示等功能, 具体包括加固笔记本的液晶屏显示、按键触摸功能及对外通信所需的千兆以太网、万兆以太网、SRIO 接口、VGA 显示扩展接口、音频输出接口以及 USB 接口等^[2]。

2.1.1 主板设计

主扳原理如图 1 所示。主扳为加固笔记本的核心部件, 以 Intel® 酷睿™ i7-6822EQ 处理器+QM170 桥片为核心, 通过集成高性能图形控制器和高性能内存控制器, 分别实现高性能、高分辨率的显示功能及板载高带宽 DDR4 内存, 容量为 16 GB。

收稿日期: 2020-05-10; 修回日期: 2020-06-15

作者简介: 祝本明(1981—), 男, 安徽人, 硕士, 高级工程师, 从事特种计算机研究。E-mail: zhubenming@126.com。

电源电路产生主板上的工作电源，并负责完成电池充放电及对系统供电功能。

通过 EC 电路完成加固笔记本的开关机、待机、电源状态监测、低功耗模式相关控制等功能。

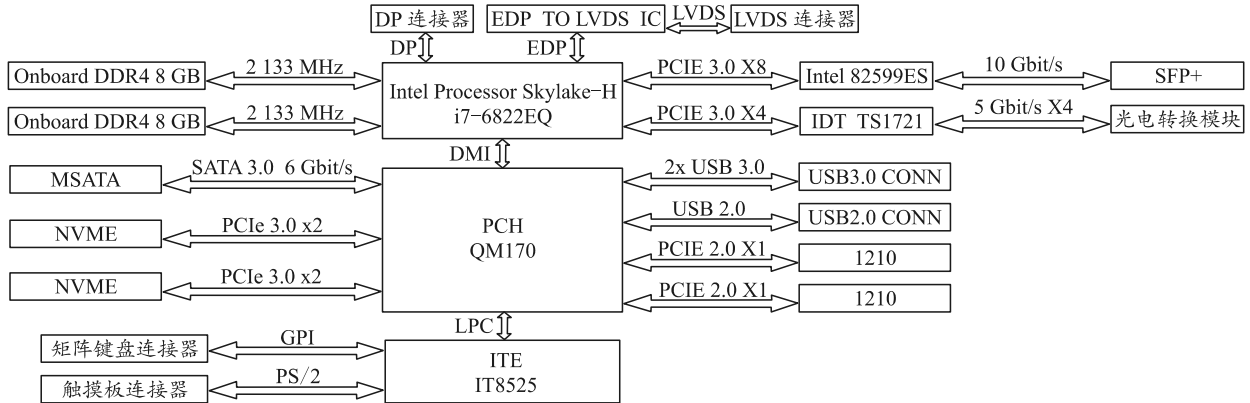


图 1 主板原理

2.1.2 内存设计

主板集成的 DDR4-2133 内存控制器扩展内存，采用双通道的 DDR4 SDRAM 颗粒 (96Ball BGA)，进行 PCB 板载设计，以增强笔记本在振动、冲击环境下的可靠性。

2.1.3 硬盘设计

主板采用 PCH 桥芯片 QM170 扩展硬盘，实现加固笔记本对大容量及高读写速率存储器的要求。笔者选用 2 片 M.2 接口的 NVME 固态硬盘，容量为 2 TB，分别通过 2 路 PCIe3.0x2 总线与桥片连接，实现总容量为 4 TB 的硬盘设计。

同时，通过 QM170 桥片扩展了一路 SATA 接口，供系统功能的升级扩展备用。

2.1.4 USB 电路设计

USB3.0 及 1 路 USB2.0 接口直接由 QM170 桥片引出，信号经共模抑制电感和 ESD 芯片保护后，输出至加固笔记本后面板航插接口，接口具备抗 EMS 干扰和 ESD 静电防护能力。用户通过 USB 接口可实现对加固笔记本系统安装、升级、数据导入导出等功能。

2.1.5 万兆以太网

万兆光纤以太网网络通过 i7-6822EQ 处理器的 PCIe 3.0 X8 总线连接 Intel 82599EN 芯片实现^[3]，82599EN 是 Intel 第三代万兆以太网控制器，支持 SR-IOV、VDMq、快速数据、多 CPU 内核负载均衡等先进技术，工作时的典型功耗为 5.1 W。

82599EN 支持 SFI 信号输出，通过光电双向转换模块，实现电信号与光信号的相互转换，加固笔记本对外传输信号为光信号，可提高传输距离和抗电磁干扰能力。

光电转换模块选用 D-Lightsys 或北亿纤通的 10 G SFP+光模块，或者 LC-RJ 超小型单路光模块，光口形式为 LC 接口。

2.1.6 SRIO 设计

SRIO 电路通过 i7-6822EQ 处理器的 PCIe 3.0 X4 总线连接 SRIO 桥片 TSI721 实现，IDT 公司的 RapidIO 协议转换网桥芯片 TSI721 适用于 X86 处理器，支持 x4 PCIe Gen2 to x4 SRIO Gen2 总线，实现 CPU 与 SRIO 节点之间的互联。单 lane 最高支持 5 Gbit/s，最大带宽可达 20 G，典型功耗 2 W。TSI721 接口电路设计如图 2 所示。

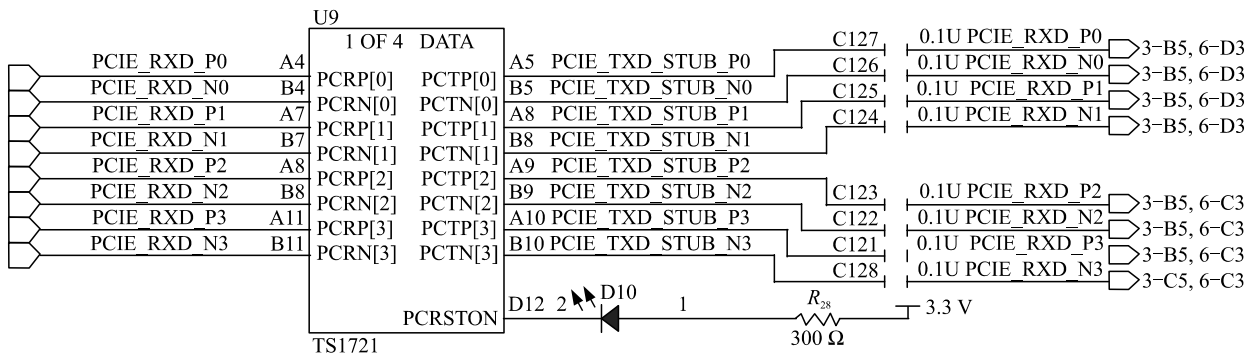


图 2 TSI721 接口电路设计

SRIO 信号通过光电转换模块,将电信号转换为光信号,并将光信号引出到加固笔记本后面板航插接口。光电转换模块可以选用 D-Lightsys 或北亿纤通 PLCC 封装的 4 路并行收发一体光模块,光口形式为 LC 光口。

2.1.7 VGA 显示扩展接口设计

i7-6822EQ CPU 集成显卡支持多路显示信号的输出,扩展显示 VGA 接口可直接由 CPU 输出,分辨率支持 1 920×1 080 及以上。

2.1.8 音频输出接口设计

QM170 桥片集成了高音质音频控制器,可通过 HD Audio 总线扩展 Realtek 公司的 ALC662 芯片,5.1 声道高保真音频芯片,支持音频输入输出 3.5 mm 接口。

2.1.9 千兆以太网接口

通过 QM170 桥片上的 2 路 PCIe 2.0 x1 总线扩展 2 片 Intel i210 千兆以太网控制器,支持自适应 10/100/1 000MBASE-T 以太网,集成 GMAC+PHY 功能,并通过加固笔记本后面板航插引出。

2.1.10 EC 控制电路设计

EC 控制电路主要实现设备开关机、电源时序控制等功能。EC 对设备进行开关机管理,监测开关机状态信息,当接收到大于 100 ms 的开机信号时,使能各系统电源,对多接口加固笔记本进行上电及功能芯片复位、启动。当接收到处理器或按键的关机信号时,执行关机逻辑程序,关闭多接口加固笔记本,切断系统电源。

2.1.11 充电电路设计

笔者选用 BQ24735 智能充电芯片实现 5~28 V 锂电池充电管理。与传统的控制器相比较,充电控制器效率更高,散热更少,有助于延长电池使用寿命;动态电源管理可在电池充电时仍可为系统供电,最大限度地提高适配器效率^[4-5]。

BQ24735 充电电路工作原理可分为预充、快充和终止阶段。当接通电源,如果 $V_{BAT} < V_{LOWV}$ 引脚的电压,BQ24735 控制电池进入快速充电阶段。预充电是为了激活正常的电池功能,预充电电流的大小约为充电电流的 1/6,如果 V_{LOW} 在 30 min 内未达到启动预充电的值,充电关闭,status 引脚显示充电出错。

快充分恒流充电和恒压充电 2 个阶段。在该充

电阶段,恒流充电电流不变,电压持续上升,当电压达到调节电压时,充电进入恒压充电阶段。在恒压阶段,充电电流逐渐减小,BQ24735 负责管理充电电流。在 VTT 有效情况下,如果 $V_{VFB} > V_{RECH}$,并且 $I_{CHARGE} < I_{TERM}$,检测到充电终止。

BQ24735 能够自动选择适配器或者电池给负载供电,当处于上电状态或者睡眠模式的时候,电池连到负载。当电池跳出睡眠模式 30 ms,电池自动与负载断开,适配器与电池相连。一个自动闭合逻辑防止转换器转换的时候电流击穿。每次确保输出电容或者电源转换器没有充或击穿之后,进入快速充电模式,充电器自动软启动调节电流。

2.2 键盘和触摸板设计

防水巧克力键盘和防水触控板模组通过键盘转接板和触摸按键板连接使用,实现键鼠连接统一信号控制。键盘采用工业级键芯 IC,通过软排线连接键盘板,而键盘板通过 PS2 信号连接触摸板模组,通过 USB 信号与主机通信,既能合理分配信号,又能方便键盘模组安装和拆卸^[6]。

触控板模组内部通过软排线连接触控板和按键板,外部通过 PS2 信号连接键盘控制板,简单易用,模块化设计,方便模组安装和拆卸。

2.3 结构设计

多接口加固笔记本外形采用一体式便携式加固笔记本结构设计,可兼顾便携性和高性能处理能力。整机外壳采用铝制件铣制加工完成,由主腔体和后盖板组成。结构件导电氧化后再表面喷漆,颜色为 T.灰黑 S05.II.Y,填字用白色,内部喷涂三防漆,可在恶劣环境条件下使用。

设备内部安装 1 块定制主板和 1 个锂电池组,多接口加固笔记本正面设计有液晶屏、键盘触摸板、指示灯、开关,后侧面设计有 USB 接口、网口、VGA 接口、音频接口以及电源等。多接口加固笔记本整机采用橡胶包角对 4 角进行保护,防止跌落碰撞造成的损坏^[7]。

多接口加固笔记本安装了 1 块 13.3 寸高亮液晶屏,可在阳光下正常工作,并采用防水巧克力键盘(86 键)和防水触控板,满足操作面防水泼溅要求。

多接口加固笔记本背面有一个进风口,能够快速散热,右上角增加了一个铭牌槽位,左上角设计了硬盘后盖,可以方便对硬盘进行安装和拆除。

如图 3 所示,多接口加固笔记本外接信号接口

连接器，通过整机背面一个凹台安装，整机背面的右侧是设备的电源输入接口，依次是以太网口、SRIO 接口、USB 接口等。当不使用时，可用金属防尘盖塞将接口盖住，满足屏蔽及防水要求。



图 3 多接口加固笔记本后面设计

3 结束语

笔者设计的产品已应用于各种苛刻恶劣环境条件下，既保持了加固笔记本便携、耐摔、防水、防撞的特点，又满足一机多用，节约空间及成本。应用结果表明：该加固笔记本性能高、接口丰富，可

(上接第 4 页)

当前，国内 HALT 试验层次限于材料级、元器件级和部件级，整机级、整弹级的高加速寿命试验理论与方法将是今后研究的重点。此外，国内的高加速寿命试验还局限于试验方法研究，尚缺乏模型支持，构建基于失效模式与失效机理分析的高加速寿命试验模型是设计有效高加速寿命试验方法的核心和关键。

参考文献：

[1] 李久祥, 申军, 侯海梅, 等. 装备贮存延寿技术[M]. 北京: 中国宇航出版社, 2007: 1.

[2] 孟涛, 张仕念, 易当祥, 等. 导弹贮存延寿技术概论[M]. 北京: 中国宇航出版社, 2013: 212-215.

[3] 王浩伟, 滕克难, 吕卫民. 导弹贮存延寿试验关键技术及研究进展[J]. 飞航导弹, 2019, 31(1): 55-65.

[4] SABBAH W, ARABI F, AVINO S O, et al. Lifetime of power electronics interconnections in accelerated test conditions: High temperature storage and thermal cycling[J]. Microelectronics Reliability, 2017, 16(10): 76-77, 444-449.

[5] 张生鹏, 李宏民, 赵朋飞. 导弹装备贮存寿命加速试验技术体系探讨[J]. 装备环境工程, 2018, 15(2):

以在多种条件下进行多功能工作，是室外作业、车载操作、潮湿环境下不可多得的工具。

参考文献：

[1] 袁强, 亲友伦. 一种军用加固笔记本电磁兼容设计方法[J]. 安全与电磁兼容, 2018, 155(6): 68-70.

[2] 魏永辉, 郝宾波, 李莉芳. 计算机技术的应用现状与发展趋势[J]. 科学技术创新, 2017(12): 170-170.

[3] 孙科星, 刘治红. 基于以太网的 FANUC 数控机床 DNC 系统开发[J]. 兵工自动化, 2019, 38(12): 20-23.

[4] 王明渝, 俞静. 电池组均衡充电电路研究[J]. 电气应用, 2007, 26(8): 46-47.

[5] 朱光辉, 侯振义. 一种铅酸蓄电池脉冲修复充电电路研究[J]. 电源技术, 2011, 35(9): 1090-1094.

[6] 李军徽, 朱星旭, 严干贵. 模块化 VRB-EC 混合储能系统配置与控制的优化[J]. 电力自动化设备, 2014, 34(5): 67-71.

[7] 葛亚明, 李军. 锂离子电池模型参数辨识方法和放电模拟[J]. 兵器装备工程学报, 2018, 39(6): 188-191.

92-96.

[6] 翁雷, 刘庆民, 张树文. 军用电子产品的高加速寿命试验[J]. 航空精密制造技术, 2009, 45(1): 29-32.

[7] 黄英华. 提高电子产品可靠性的方法: HALT/HASS[J]. 标准与技术追踪, 2004(11): 32(11): 124-131.

[8] HOBBS G K. 高加速寿命试验与高加速应力筛选[M]. 北京: 航空工业出版社, 2012: 6.

[9] 郭秀才, 冯伟泉, 郑会明. 卫星电子组件高加速寿命试验技术[J]. 航天器环境工程, 2011, 28(5): 454-458.

[10] 褚卫华, 陈循, 陶俊勇. 高加速寿命试验(HALT)与高加速应力筛选(HASS)[J]. 强度与环境, 2002, 29(4): 57-62.

[11] 高松, 滕克难, 赵建印, 等. 温湿度因子对舰载导弹发射箱可靠性的影响分析[J]. 舰船电子工程, 2019, 39(1): 101-105.

[12] 鄢宁彪. 温度、湿度应力在电气电子产品失效中的作用[J]. 印制电路信息, 2005(2): 14-20.

[13] 李贤灵, 李高生. 某航空电子设备的 HALT 方案设计与实施[J]. 装备环境工程, 2016, 14(4): 117-123.

[14] 李敏伟, 傅耘, 王丽, 等. 加速贮存寿命试验设计方法研究[J]. 装备环境工程, 2014, 2(4): 58-64.

[15] 晋李华, 刘中华. 微波组件产品高加速寿命试验综述[J]. 电子产品可靠性与环境试验, 2017, 6(35): 69-73.