

电子报

2021年4月11日出版

第15期

(总第2108期)

■实用性 ■启发性 ■资料性 ■信息性

国内统一刊号:CN51-0091

主管主办:成都市工业经济发展研究中心

地址:65100111成都市武侯区一环路南三段24号节能环保大厦4楼

定价:1.50元

邮局订阅代号:61-75

网址: <http://www.electronic.com>

让每篇文章都对读者有用

邮局订阅代号：61-75 国内统一刊号：CN51-0091

微信订阅**纸质版**
请直接扫描
邮政二维码
每份1.50元 全年定价78元
每周日出版

扫描添加**电子报微信号**
或在微信订阅号里搜索“电子报”

“智慧生活”引领未来

近日,2021 中国家电及消费电子博览会 (以下简称 AWE2021)在上海圆满闭幕,这一届展会更像是人们触碰未来和梦想生活的一个窗口。据悉,今年是 AWE 第 4 年将展会主题聚焦“智慧生活”,正如中国家用电器协会理事长姜风所言,智能化正在赋予“中国家电”更大的创新升级空间,新模式、新业态、新产品不断涌现,为行业高质量发展带来新动能。

当前,全品类 IoT 已经成为家电行业的必争之地,甚至可以说将决定未来品牌的去留。所以,比拼家电智能化的实力,自然要看产品能否完成家庭场景的全覆盖。比如,在恒洁 AWE 展馆可以看到,既有除菌、清洗、冲水、釉面、人机交互等技术展区,也有水上舞台、网红打卡区等特别设置;此外,观众还能零距离体验恒洁智能马桶在星级酒店、精装公寓、民俗别墅套间等空间的应用场景,集专业、趣味和体验于一身。

恒洁集团首席执行官丁威表示,长期以来,智能马桶的行业难题和消费痛点集中在冲、洗、卫生三大方面,即冲得干净、洗得舒适和是否抗菌健康卫生,恒洁研发团队正是在这三大产品属性上通过原创技术,让全新 R 系列智能马桶的各项体验都达到极致化。中国家用电器协会副理事长徐东生表示,智能马桶品类对品质生活的作用举足轻重,近年来中国智能马桶市场正在蓬勃成长,无论是在新品 TOP 排行榜,还

是在中高端市场都占有很大份额。

在同一个展台上,国内外企业同台竞技。德国福维克美善品多功能料理机品牌 5 是智能料理机行业的高端品牌,重量仅约 7 公斤的该品牌多功能料理机,集调、炖、炒、切、揉、磨、混、乳、称、打、蒸、融等多种功能于一身。“过去的 50 年,我们品牌始终坚持在智能化、数字化方面的创新,这是福维克集团的传统,也是我们发展的战略方向。”福维克美善品事业部中国区销售总监伦德奎先生表示:“美善品致力于打造全球领先的、数字化驱动型多功能料理机品牌。我们汲取了来自中国消费者的深刻市场洞察,这受益于中国领先于世界的数字化营销浪潮,更离不开中国市场迅猛发展的科技灵感。未来,福维克美善品将继续根植于中国,为消费者量身定制更符合需求的功能与产品,将品质生活带给每一个中国家庭。”

在“真憾于新,新生不息”三星 2021 电视新品线上发布会上,三星一次发布了 Micro LED、Neo QLED 和 Lifestyle 三个系列新品,“疫情使我们的日常生活发生了巨大变化。家被赋予了新的意义,成为集日常生活、工作、家庭娱乐等活动于一体的多功能枢纽。消费者对电视的需求不仅局限于视听体验,也希望通过电视探索生活的更多可能性。”三星电子大中华区总裁崔胜植表示,“我们希望三星电视在提升人们观感体验的同时,也为环境保护尽一份力。此外,三星电视还推出一



款太阳能遥控器,利用室内光线、室外光线或 USB 即可为其充电。

此外,在今年的展会上,越来越多的企业展示在智慧城市、智慧医疗、智慧社区等智慧产业生态的布局,体现出目前 B2C、B2B 产业格局并重的转型成果。比如海信的智能烤箱,能和冰箱相连,甚至可以打造美食社交圈、连通社区电商……海信通过搭载自研 NB-IoT 模块,在产品研创上做出了突破性改变,将“智慧”与“健康”融为一体,全面解锁智能时代生活方式,并迅速成为第 4 代智慧中央空调的领跑者。

◇ 刘国信

《2020年电子报合订本》

现已正式出版发行

全国新华书店同步发售

《2020年电子报合订本》内容是由《电子报》本年度内容精选「正文」, 增补「附录」, 编印「大土六开」而成, 是目前编发时间最长、发行量较大的实用性电子技术类图书。其第一品牌地位多年来从未动摇。本套图书实用性、资料性很强,极具保存查阅价值,是广大电子爱好者、电器维修维护人员、电子电气产品设计开发人员、职业院校师生及行业经营者的实用工具手册。

《2020年电子报合订本》分上、下两册,共计720页,随书赠送 3.67GB 最新实用电子技术资料,全书附录部分收录大量器材丰富、内容实用的维修、开发、制作、器件资料等内容,为广大读者奉献出珍藏版电子盛宴。

邮购服务热线: **028-85468027**

5G 技术使能“数据”与“计算”支撑未来交通出行

在 2021 世界移动大会.上海(暨 2021MWC Shanghai)期间举办的“物联网峰会”上,爱立信全球新兴事业群中国区车联网业务总监刘云鹤就“通过 5G 实现汽车与交通转型”的主题与来自中国联通、中国电信、沃达丰、高通、IHS Markit、5GAA 汽车联盟的嘉宾进行了交流,并围绕“为什么 5G 是车联网或者智慧出行的规则改变者”、“5G 技术如何使能先进的信息技术支撑未来交通”等话题分享了自己的洞察。

5G 技术将使能大数据支撑未来交通系统的发展

谈及大数据之于 5G 在未来的智能交通、智能驾驶和车生活当中到底扮演着什么样的角色?刘云鹤指出:当前,我们是有 CV2X、V2V 和 V2I 等不同技术的,其中可以理解为通过可见光实现的是 V2V,也就是通过转向灯、刹车灯、晃大灯甚至是车辆驾驶员互相的喊声来实现。基于这些非常有限的数 据,不超过 10 比特的数据就支撑起了汽车交通在过去 150 年的出行需求。V2I 就是我们的红绿灯、道路两旁的交通标识,起到了为车辆提供交互信息的作用。在过去,通过如此有限的信息交互就让我们今天实现了如此丰富的汽车公路交通系统,我们有理由相信随着 5G 技术的普及,V2X 技术的普及,逐渐进入整个交通系统当中,百倍、千倍的数据能够更好地去支撑整个交通系统的发展。大家可以想像一下,未来会是非常光明、非常绚烂的交通盛况。

5G 的低时延将使边缘计算具有“真正的意义”

面对“边缘计算的模型适合在哪里部署?未来由谁提供 MEC(移动边缘计算)的基础设施?”的问题,刘云鹤则表示:边缘计算是相对于现在集中计算的概念,现在所有的互联网服务也好、PaaS、SaaS 和 IaaS 的服务都是用集中部署、集中提供算力的能力向大家提供服务。随着我们越来越多的应用对于时延、性能有了更高的要求,我们发现这种集中部署的系统架构不能满足未来 Mission-Critical 的应用,所以边缘计算的概念就应运而生了。

作为通信厂商来讲,我们可以看到随着 5G 技术的成熟,无线空口的时延变得非常低,核心网侧的时延优化就具备了对终端应用的实际意义。也就是说只有当空口时延低到一定程度的时候,再去优化后端的核心网侧部署,通过计算向边缘移动,起到了降低整体时延的意义。首先是核心网侧的能力向边缘进行移动,包括 UPF 节点下沉。随着核心网能力向边缘侧移动,算力也将跟着核心网边缘侧节点一同部署。未来边缘计算的发展在时延的大幅度降低,以及相应的安全性和可靠性都能够提供非常好的保障支撑。

汽车和交通涉及的产业链都非常长,在公路和道路交通当中部署边缘计算,是非常有挑战的。部署架构复杂,投资巨大,加上商业模式的落地,我们相信一个各方满意的产业前景,需要企业、政府和终端用户的合力。

(爱立信中国)

EDA
专栏

RISC-V 发展研究报告(二)

(接上期本版)

自主:生态平台赋能本土应用

RISC-V 自主可控的机遇

开放的基因,繁荣的生态为自主的应用提供了前所未有的发展良机。长期以来,我国集成电路产业普遍注重应用层面 SoC 的开发,在底层技术上投入有限。虽然国内集成电路产业得益于国内市场的迅速膨胀而积累了大量的发展资金,但在核心技术链、关键供应链上仍然存在不少断点,忽视底层技术特别是以处理器 IP 为代表的核心环节,将有可能成为产业发展的致命罩门。Arm 公司对华为的技术断供有可能对海思麒麟芯片未来的技术和服务升级形成巨大障碍,就是一次对产业敲响的警钟。

RISC-V 的出现,为中国处理器 IP 发展提供了一个千载难逢的机会。让我们欣喜的是,在此领域也出现了深耕于开放指令架构标准中不同层次的国内本土公司,在自主可控与共享繁荣中,找到了一条奋起直追的道路。本土 RISC-V 处理器 IP 厂商,在不同领域发力,保持我国的 RISC-V 处理器 IP 与世界先进厂商同步演进,完成“突破”与“并跑”,并依靠国内市场强劲的创新需求向“引领”迈进。

RISC-V 的中国力量

产业链自主可控生态的关键由三个因素组成:指令集的发展权,研发团队的本土化以及微架构的自主开发。RISC-V 指令集架构的标准化为我们解决了指令集发展权的问题。而本土公司和团队的自主开发为我们带来真正的产业链供应安

全。经过几十年的国内产业发展,我国在处理器领域人才培养上已经初具规模,形成了一批能够根据指令集架构标准进行微架构研发的团队与软生态研发团队,基于开放架构的指令集标准,更是为优秀的团队提供了打造自主可控产品的良机,伴随着国内 AIoT 市场的蓬勃发展,为产业提供了从硬到软各个层次自主可控生态打造的应用基础。国内集成电路产业以至 ICT 产业链各个环节,应抓住开放架构指令集生态打带来的自主可控的处理器 IP 共性技术平台建设良机,从应用需求入手,彻底解决处理器领域“穿马甲”问题。

阿里巴巴旗下的平头哥半导体,以及其处理器团队的前身中天微团队,作为出身于高校的本土化研究团队,具备多年的内核开发经验,其发布的 RISC-V 处理器玄铁 910 针对云和边缘服务器,更多的依靠阿里生态推动应用与芯片的联动。

芯来科技的技术演进不同于国外引进或开源吸收模式,其技术团队具备长期的一线巨头企业处理器研发经验,在 RISC-V 架构产品的打造上从零开始,结构设计和源代码实现完全由本土团队完成,真正的国产自主可控,输出了具有自主知识产权的核心产品。芯来科技目前拥有近 100 名员工,拥有 3 个研发中心。

RISC-V 自主生态与应用结合

芯来科技作为本土 RISC-V 的领军企业,启动建设了基于 RISC-V 处理器内核的开放创新全栈式 SoC 方案平台建设,该平台能缩减基于 RISC-V 架构的 SoC 设计周期,降低设计成本。以模块化形式呈现的全栈式 RISC-V SoC 方案平

台则是芯来科技未来业务布局的一个重要方向。芯来 SoC 方案平台包含了用户在使用 RISC-V 处理器进行系统级设计流程中的共性需求模块和通用解决方案。通过预制模板和流程,为用户提供自有、第三方、客供等多种数模 IP 与 CPU 内核 IP 的快速集成,并同步为用户生成硬件层次适配以及配套软件方案和开发操作工具。

芯来科技的 RISC-V 架构处理器有超过 200 个客户的评估和使用,全国前 10 大集成电路设计企业中已有 5 家成为该公司合作伙伴。在不到三年的发展进程中,收获了不同领域的大量典型客户,协助客户在汽车、工业控制、通信、智能家居、区块链、航空航天、能源、金融、人工智能等领域输出基于芯来内核的产品。

基于处理器内核的自主可控,是实现 SoC 平台化的前提,将周边通用 IP 与内核的全自动化耦合集成,能为客户一站式解决基于 RISC-V 架构的 SoC 集成问题,能够推动 RISC-V 应用生态的更快落地,帮助客户节省大量的各种 IP 的集成、验证和应用成本。

我国作为全球最大的 AIoT 市场,将出现海量的差异化应用需求,并且随着市场的迭代加速,对处理器一体化定制化解决方案的需求,将远远超越对 CPU 芯片和内核 IP 的单一需求。RISC-V 开放架构和自主 IP 可以让产业界进一步提升相关应用领域的效能,也借此为厂商创造利基与更多商机。

(全文完)

◇芯来科技市场部供稿

5G 时代下运营商的网络效率变革

对于运营商而言,5G 技术本身虽然并不能完全解决其长期以来存在的业务“被管道化”及“同质竞争”的问题,但 5G 却给运营商带来了一个可以从各方面提升网络效率的新契机。通过规划不同的频谱,对不同解决方案进行组合,运营商可以打造一张高效的 5G 网络,从而通过提升效率来解决传统运营模式所面临的难题。具体而言,运营商可实现 4G/5G 天线的平滑融合演进、引入开放式 RAN 及动态频谱共享三个方面来着手提升网络效率。

4G 向 5G 天线演进,平滑融合是关键

作为第五代移动通信技术,5G 融合了有线、无线、核心网和光传输网络,而其中任一节点的建设都影响着全网 5G 的运行效率。然而 5G 的部署并非一蹴而就,确保 4G/5G 的平滑融合演进是关键。

相较于 4G,5G 作为一个融合网络,其高速率、高容量的特点主要受三个因素驱动:高效的 NR(New Radio)信道、大规模 MIMO 和更宽的信道带宽。5G NR 由于采用了新的编码方案,同样频段、设备和配置的情况下,5G 编码可以将效率提升 15%~20%;而大规模 MIMO 相比 4G 可将容量提升 2~3 倍,能够实现更多小区的覆盖;在带宽方面,5G 使用了 60M~100MHz 的带宽,而 4G 仅有 20MHz 的带宽。

在 5G 部署过程中,所使用的天线形态和组网方式决定了网络的容量和覆盖。就天线形态的演进而言,运营商可针对 FDD 和 TDD 两个系统频段分别进行升级。目前在亚太地区,几种常见的演进形态包括:对于 FDD 系统的低频段(700/850/900M)、中频段(1800/2100/2600M),运营商可分别依据所在区域的带宽、生态系统的具体条件,考虑升级为 4T4R 或双波束。对于 TDD 系统中现有的 4G 频段(2300/2600M),运营商可根据具体覆盖和容量的要求,考虑 8/32/64TR 波束赋形,以进行 5G 重耕或者单纯地提升 4G 容量;在 TDD 系统中 3500~5000MHz 的新频段上,则可考虑 8TR 或 32/64TR 波束赋形作为标配。

众所周知,5G 有非独立组网(NSA)和独立组网(SA)两种组网方式。在 NSA 中,由于 5G 的上下行采用了 3.5/2.6 GHz 频段的波束赋形,其与 3GHz 以下 4G 的下行覆盖基本相同,但 5G 的上行覆盖有较 4G 有一定不足。这种情况下,5G 移动台可采用与 4G 的上行以双连接来进行上行覆盖的补偿,使得 5G 的移动台上行能够达到 4G 和 5G 下行的覆盖范围。而对于 5GSA,则可以通过 5G 的 3GHz 以下频段和 5G 的

3.5GHz 频段进行载波聚合,以实现上行的补偿,从而使得上下行的覆盖范围相同,进而保证 5G 3.5GHz 覆盖与 4G 的覆盖相匹配。

5G 的部署将是一个基于 4G 网络进行的长期替换、升级、迭代的过程。运营商在进行射频配置的时候,需要根据所采用的不同频谱、用户分布模式,以及成本投资来综合考虑演进方式,达到相应的配置。康普作为天线解决方案的专家,能够提供一系列有源/无源天线解决方案的工具包,为运营商面临的多种升级情况提供简化、可靠的部署方案,保证网络演进过程中 4G/5G 天线的平滑融合。

开放式 RAN 接口,实现网络灵活部署

为实现更多 5G 创新及催生更多创新型服务,移动产业正在朝着开放 RAN 接口的方向发展。随着今年 O-RAN 联盟与 GSMA 正式建立合作,相信这一趋势在今后将越发凸显。

开放式无线接入网(O-RAN)相当于移动行业中的开源,它需要采用芯片组构建大量不同的设备,这与开放 RAN 接口并构建模块以创建多个网络的方式是相同的。业界驱动接口开放的因素有很多,包括与 4G 网络在 X2 信令上的互操作性、虚拟化使小基站更容易商品化、可引入更多供应商并灵活使用不同供应商库存、使 5G 能够进入专网及企业网、改善总体拥有成本等。

为实现更灵活的网络部署及结构的多样化,5G 技术引入了切片的概念。从 RAN 的角度来说,基于 3GPP R15,BBU(基带处理单元)的功能被切成三块:无线单元(RU),分布单元(DU)和中心单元(CU)。此前,BBU 和 RU 由于是专用接口,需由同一个供应商来供应,而在引入 O-RAN 后,各个功能块的接口可以公开化、标准化,能够让不同的供应商参与进来,促进产业链向广度及纵深发展,在实现灵活网络部署的同时,降低使用者的成本,从而能够更快地引入新服务。

作为 O-RAN 联盟中开放式前传接口工作组(WG4)的重要成员,康普将与联盟及整个 O-RAN 生态系统的合作伙伴一道,致力于更加开放、创新的 5G 未来。

动态频谱共享,网络使用效率最大化

对无线行业来说,频谱是所有运营商业务运营的基础资源,而频谱共享技术可以提高整个频谱使用的效率。包括大型企业工厂、无线运营商、OTT 公司以及其他新兴市场,都对高

效的频谱共享技术有着广泛需求。以工业物联网为例,5G 技术解锁了包括垂直工业领域在内的许多 IoT 应用。企业工厂内百万、千万级别的机器到机器(M2M)连接可以通过智能化的管理,有效降低管理成本。然而,这些机器的连接并不会产生其他的附加价值,随着这些连接不断使用频率等相应的资源,对企业来说也成为了亟待优化的成本。相比之下,继续购买频率显然不如采用按时、按需租用的动态频谱共享机制来得有效。

频谱共享并非新兴名词,其实从无线技术出现起,我们就一直在使用无线频谱的共享。例如,不同终端在同一个地点,通过时分的方式去共享相同的无线频点。频谱共享不只是在用户之间共享相同的频点资源,还能在同一个区域、同一时间里让不同的网元、不同的网络在同一个区域内共享一个公共的频谱,通过有效地分配,提高整个频谱的使用效率,进而提高整体网络效率。

通过频谱共享来提升网络效率的一个实际例子就是北美市场在 3.5GHz 频段上引入的 CBRS(公民宽带无线服务)频谱共享方案。CBRS 可以通过完全自动的机制完成使用权的管理、分配、终结、再分配,来实现频谱的动态分配进而提升网络使用效率。该方案能够根据用户的优先级、申请服务的类别、支付的服务费用,为其提供相应的无线频谱使用权。

CBRS 网络的核心是 SAS(频谱接入系统),其相当于 CBRS 的“大脑”,拥有强大的动态分配管理的功能。SAS 服务器能够主动地分析相应区域内各个网元的优先级及业务进展情况,同时动态地调节各个网源的发射功率,从而消除干扰,保障高优先级用户的服务。康普在 CBRS 网络领域有多年的积累,积极参与并推动全球 CBRS 的各论坛、标准化组织相关工作。作为全球领先的 SAS 服务器提供商,康普也是目前唯一被美国两大运营商授权的 SAS 厂商。

把握“弯道超车”机遇

综上所述,5G 技术给运营商带来了一个可从多方面提升网络效率的契机,通过最大限度地优化网络效率,实现网络收益率的提升。因此,在网络建设初期,运营商就应根据自身网络的特点和业务目标,合理地规划如何高效地实施、建设 5G 网络。唯有如此,才能在新一代技术演进的关键时刻,把握“弯道超车”的机遇。

◇康普 林海峰 王占军

长新牌多功能电子定时器、微电脑时控开关电路分析及故障排除

由于手头有五六个长新电子生产的电子定时器陆续出现了故障而无法使用,故而拆解其电路分析故障原因,在拆解中发现长新牌的多功能电子定时器 CX-T02、微电脑时控开关 CX-TGK01 模拟控制电路部分全部相同,其功能区别在微电脑的编程设计部分和键盘布局部分,笔者所遇到的故障均在模拟控制电路部分,都是通病。主要有两个故障现象:一是液晶显示屏不亮,所有控制键均不起作用;另一个故障是显示屏及按键功能均正常信号,LED 灯也随着设定程序灯点亮,但是内部继电器不动作。为了分析故障原因测绘了电路原理图(如图 1 所示)。

本电路没有采用常用的变压器降压电路,而是采用了比较简单的阻容降压电路,R1 和 C1 是阻容降压电路供电的核心,R2 为泄放电阻,D1~D4 组成桥式整流电路,C2 为滤波电容,所驱动的负载主要是继电器。继电器采用了 48V、触点容量 30A/250VAC 的密封继电器。其参数是:电压 48V,电阻 2560Ω,电流为 18.75mA。这个负载电流的准确值是设计的重要目标参数,图 2 是松乐 SLA-48VDC-SL-A 继电器参数表,画圈部分是 48V 型号的主要参数。

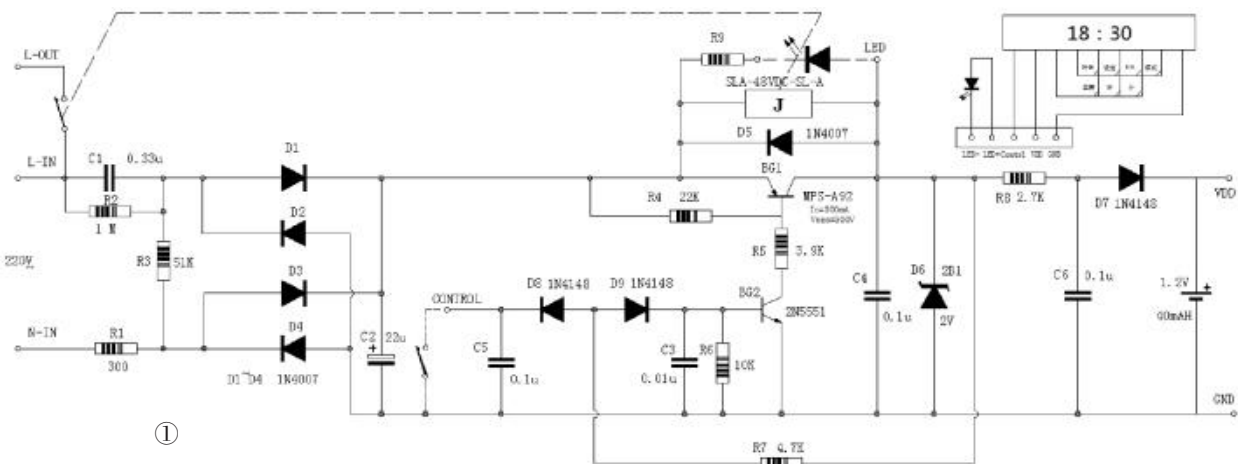
本电路中继电器的驱动电路设计也很特别,没有采用常用的三极管集电极或发射极串联为继电器线圈供电,而是采用与继电器线圈并联的方式形成线圈两端的旁路开关。图中三极管 BG1 和 BG2 组成控制开关控制电路,当微电脑程序处于断开状态时(高电平)BG2 通过 R7 得到的偏置电压使 BG1 处于导通状态,由于导通电阻很小继电器线圈两端相当于短路,电流均通过三极管 BG1 流走,继电器线圈由于没有电压和电流继电器处于断开状态;当微电脑的控制端接通状态(低电平)时,图中的 CONTROL 相当于开关闭合短路,D8 的负极对地导通使三极管 BG2 的偏置电压改变 BG1 处于截止状态 CE 端相当于很大的电阻,继电器线圈两端则得到启动电压和电流,从而继电器吸合达到控制负载的作用。由于 BG2 采用 Ic=500mA、耐压 300V 的 MPS-A92 的 PNP 三极管,300V 的耐压充分保证在电路中不会被击穿。

采用阻容降压电路其目的是降低成本,由于产品采用全封闭设计并没有触电隐患,设计核心是电容容抗的选择,利用电容在 50Hz 交流频率下产生的容抗限制以满足负载所需最大电流来控制继电器的动作,其电路分析及计算公式如下:

电路中 C1 的容抗决定着负载的电流,其容抗为 Xc,市电频率 f 为 50Hz,本机电容 C 为 0.33μF,π 为圆周率 3.14。根据继电器的规格表得到继电器的电压为 48V,电流为 18.75mA,达到 75%即能吸合,其计算过程如下:

$$X_c = \frac{1}{2\pi f c} = \frac{1}{2 \times 3.14 \times 50 \times 0.33 \times 10^{-6}} = 9651 \Omega$$
$$U_c = U_1 - \frac{U_2}{\sqrt{2}} - 0.7 \times 2 = U_1 - \frac{U_2 + U_3}{\sqrt{2}} - 0.7 \times 2$$
$$= 220 - \frac{48 + 2}{\sqrt{2}} - 0.7 \times 2 = 220 - 35.36 - 1.4 = 183V$$

当 C 选用 0.33u 时, $I = \frac{U_c}{X_c} = \frac{183}{9651 + 300} = 18.4 \text{ mA}$



根据电路分析原设计 $X_c=C1=0.33\mu F$ 这个电容的选值非常重要,不能偏小也不能过大,过大会造成 C2 两端电压过高及稳压管 D6 承受过大的电流,造成成本提高或其他问题,由于微电脑部分的耗电量非常小可以忽略不计,所以电路中容抗以刚刚能满足继电器所需的电流为佳,查参数得知继电器的启动电流为 18.4mA,实际吸合大于 75%为 14mA 就能启动,经过计算可以看出得到的电流正好与继电器的启动电流相符范围内,因而本电路中 C1 选用 0.33μF 是最佳选择。

下面分析一下两种故障原因和维修过程。

故障一:显示屏及按键功能正常,信号 LED 灯也随着设定程序灯点亮但是内部继电器并不动作。

按照顺序检查微电脑、BG2、BG1 控制电路并没有发现问题,继电器两端也有 26V 左右的电压,最初怀疑继电器本身故障造成不吸合,用外加电源测试并没有发现继电器本身有问题,后来切断继电器线圈电路板串入电流表发现启动时实测电流只有 9mA 左右偏小不足以启动继电器,因而怀疑 C1 的容抗变小,拆下的 0.33μF/250V 电容实际测量容量只有 0.21μF,估计是电容质量问题,随后拆下几个故障机器的 C1 电容发现都存在容量减小的毛病。

实际在排除故障中发现因而电容的变小造成了微电脑指令正确而继电器不吸合是一个通病,另外还有一台滤波电容 C2 容量变小,造成继电器接到指令时都无法吸合。C1 因而电容变小后会造成输出电流不能满足继电器工作,更换新的 0.33μF 的电容后继电器正常吸合,吸合时实测电流(继电器吸合状态)为 14.6mA,另外原设计的整流滤波电容 C2 容量为 22μF 耐压为 50V,负载继电器的电压就是 48V 加上 2.1V 的稳压管,启动时 C2 两端的电压就是 50V 左右,显然电容耐压 50V 有些偏小,存在隐患,这次维修一起更换了耐压 100V 的 22μF 电容。

故障二:液晶屏不显示、按键不起作用。

怀疑内部镍氢充电电池损坏,打开盖后发现确实是镍氢电池损坏。损坏电池的基本现象都是电池漏液,

特性参数

绝缘等级	B / F	
绝缘电阻	100MΩ (50VDC)	
介质耐压	线圈与触点间	2000V/400VAC 1分钟
(漏电流1mA)	断开触点间	1000VAC 1分钟
吸合时间(额定电压下)	<10ms	
释放时间(额定电压下)	<10ms	
湿度	45%~85% RH(20℃)	
环境温度	-40℃~+85℃/-40℃~+105℃	
抗冲击	稳定性	98m/s ²
	强度	980m/s ²
抗振动(双振幅)	10Hz~55Hz 1.5mm	
重量	约23g	
封装形式	密封型	

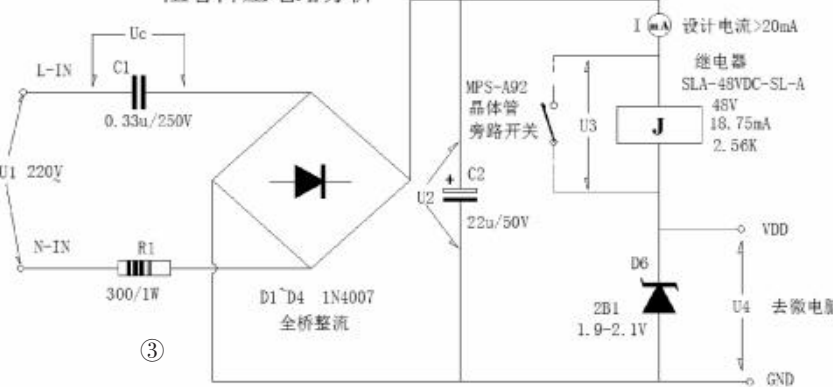
备注: 1) 以上数据均为初始值

线圈规格表

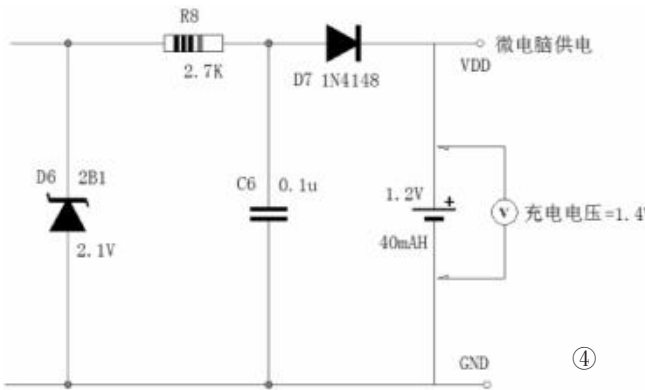
功率 W	电压 VDC	电流 mA	电阻 Ω±10%	吸合电压	释放电压	过载电压
0.9W (L)	05	185	27	75%Max	10%Min	130%
	06	150	40			
	09	100	90			
	12	75	160			
	18	50	380			
	24	37.5	640			
	36	25	1440			
	48	18.75	2560			

②

阻容降压电路分析



③



④

用万用表测量电池两端几乎都是没有电压,有几台电池附近的两个瓷片电容 C5、C6 也会被电池液腐蚀而损坏,这部分供电电路如图 4 所示。

微电脑程序和液晶显示电路的供电是由 1.2V 的 40mAH 镍氢纽扣充电电池直接供给的,在没有接市电的时候,电池也会始终供电给微电脑和液晶显示屏,由于电脑版工作电流很小,实测只有 2μA 左右,因而不通电的状态也可以进行程序编辑且放电时间会很久,当插入市电时阻容降压电路会通过整流降压以及 D6 的 2.1V 稳压保护电路给电池浮充充电。电路中的 R8 为镍氢电池充电和微电脑供电两个作用,D7 为充电保护二极管,当电池电压超过 1.4V 时 D7 由导通转为截止,从而防止电池过充电。虽然微电脑和液晶耗电很小,但是长时间不通电也会有电池耗尽的情况出现,由于原电路设计 R8 的阻值较大,给镍氢电池的充电电流很小,在电池亏电的情况下一周左右时间才可以给内部电池充满,因而建议定期充电不应让机器长时间不接电。

总结:

1. 若故障现象为显示屏不显示,故障一般为镍氢电池漏液损坏,注意电容 C5、C6 是否被电池液腐蚀而损坏,建议几个月不用也要定期充电。

2. 如果显示器正常,而继电器不动作,一般为 C1 的容量变小,直接更换 C1,建议耐压选用 300V 以上的,最好顺便更换滤波电解电容 C2,耐压选用 100V 的。

◇周泉

数字电路实训 3:循环流水灯和抢答器(一)

一、实验目的

- 1. 学习逻辑门电路和触发器在电子产品中的综合应用方法。
- 2. 巩固对逻辑门电路和触发器逻辑功能的理解、区别和记忆。

二、器材准备

- 1. DZX-2 型电子学综合实验装置一台
- 2. MF47 型万用表一只
- 3. 带插头铜芯软导线若干根
- 4. 集成块 CD4043、CD40175 各一块,CD4012 两块

三、认识集成块

CD4012 是 CMOS 二 4 输入与非门集成电路,它的内部集成了两个完全相同的 4 输入端与非门电路。4 输入与非门的逻辑表达式为 $Y=\overline{ABCD}$, 与非门不用的输入端应接高电平或将输入端并联使用。CD4012 的内部逻辑电路图和引脚功能图如图 1 所示。

四、实训操作

(一)四循环流水式 LED 灯控制器

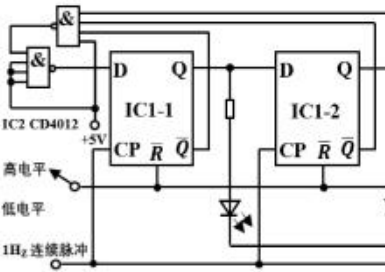
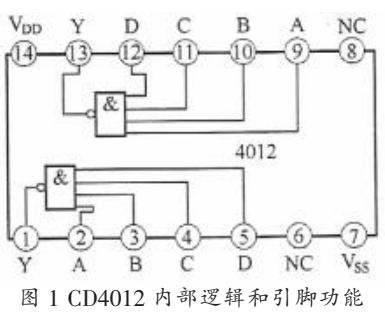


图 2 四循环流水灯控制器逻辑原理图

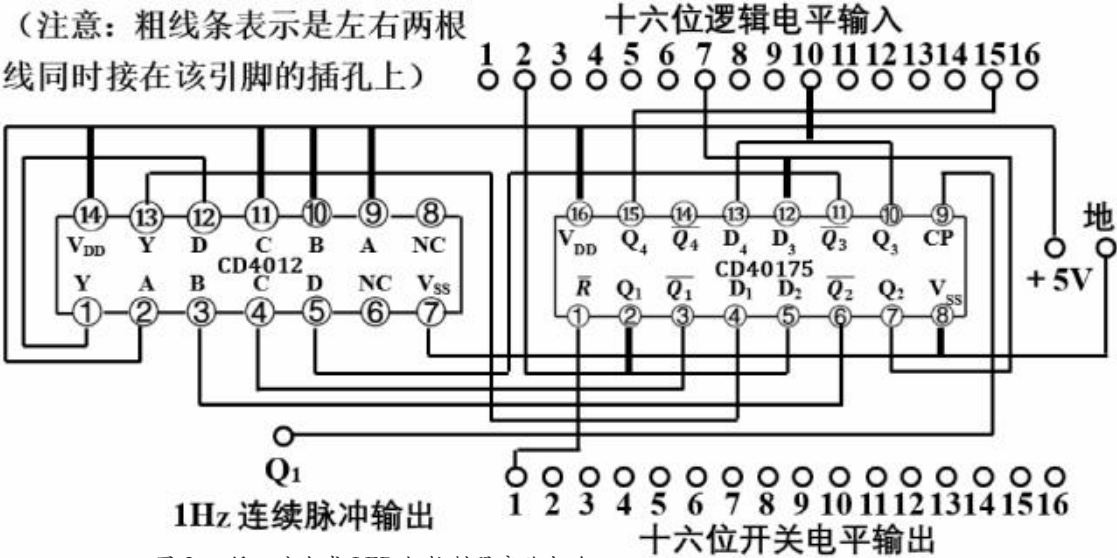


图 3 四循环流水式 LED 灯控制器实验电路

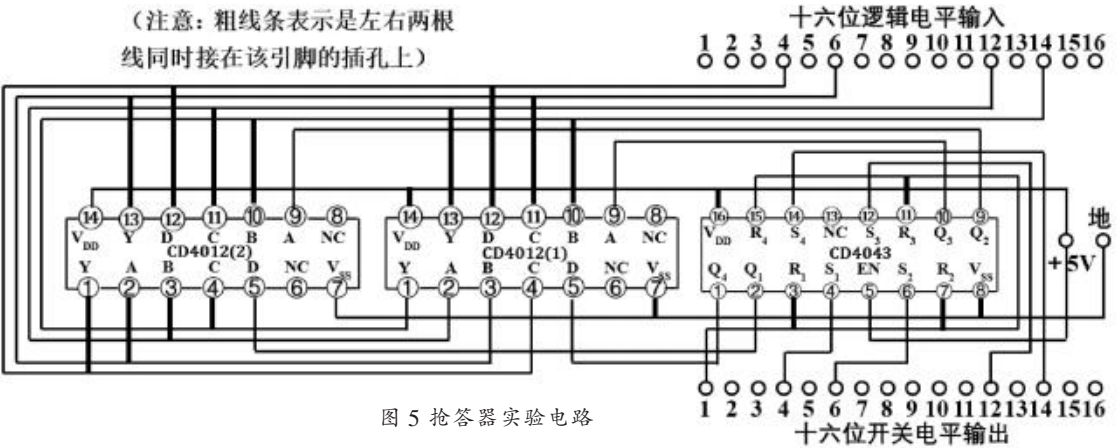


图 5 抢答器实验电路

构成一个环形计数器,CD4012 构成一个 3 输入与门(由两个 4 输入与非门构成)。D 触发器的逻辑功能是在 CP 脉冲上升沿作用时 D 端的电平传递到 Q 端;与门的逻辑功能是有 0 出 0、全 1 出 1。

当 $\overline{R}$ 端为低电平 0 时,四个 D 触发器的 Q 端全为低电平 0,四只 LED 灯全部不亮,此时四个 D 触发器的 $\overline{Q}$ 端全为高电平 1,故与门输出高电平 1,这样第一个 D 触发器的 D 端也就为高电平 1。

当 $\overline{R}$ 端为高电平 1 时,在第一个 CP 脉冲上升沿作用下,第一个 D 触发器 D 端的高电平 1 传递到 Q 端,第一只 LED 灯点亮。此时,第一个 D 触发器的 $\overline{Q}$ 端为低电平 0,与门输出 0,第一个 D 触发器的 D 端变为 0。

在第二个 CP 脉冲上升沿作用下,第二个 D 触发器 D 端的高电平 1 传递到 Q 端,第二只 LED 灯点亮。第一个 D 触发器 D 端的低电平 0 传递到 Q 端,第一只 LED 灯熄灭。此时,第二个 D 触发器的 $\overline{Q}$ 端为低电平 0,与门输出 0,第一个 D 触发器的 D 端仍为 0。

在第三个 CP 脉冲上升沿作用下,第三个 D 触发器 D 端的高电平 1 传递到 Q 端,第三只 LED 灯点亮。第一个 D 触发器 D 端的低电平 0 传递到 Q 端,第一只 LED 灯保持熄灭状态;第二个 D 触发器 D 端(即第一个 D 触发器 Q 端)的低电平 0 传递到 Q 端,第二只 LED 灯熄灭。此时,第三个 D 触发器的 $\overline{Q}$ 端为低电平 0,与门输出 0,第一个 D 触发器的 D 端仍为 0。

在第四个 CP 脉冲上升沿作用下,第四个 D 触发器 D 端的高电平 1 传递到 Q 端,第四只 LED 灯点亮。第一个 D 触发器 D 端的低电平 0 传递到 Q 端,第一只 LED 灯保持熄灭状态;第二个 D 触发器 D 端(即第一个 D 触发器 Q 端)的低电平 0 传递到 Q 端,第二只 LED 灯保持熄灭状态;第三个 D 触发器 D 端(即第二个 D 触发器 Q 端)的低电平 0 传递到 Q 端,第三只 LED 灯熄灭。此时,与门的三个输入端又全为高

电平 1,故第一个 D 触发器的 D 端又变为高电平 1。

在第五个 CP 脉冲上升沿作用下,第一个 D 触发器 D 端的高电平 1 又传递到 Q 端,第一只 LED 灯又被点亮……

这样,在 CP 脉冲的连续作用下,四只 LED 灯被依次轮流点亮,并一直循环下去。

2. 实训过程

① 关断交流电源开关,关断直流稳压电源的 5V 电源开关。

② 把 CD4012 集成块和 CD40175 集成块分别插入实验装置上的一个 14 脚集成块插座中和一个 16 脚集成块插座中,然后按图 2 所示的实验电路进行线路连接。

③ 对照图 2,检查每根导线连接是否正确无误且没有遗漏。

④ 确认线路连接正确无误后,接通交流电源开关,接通直流稳压电源的 5V 电源开关。

⑤ 把十六位开关电平输出中的第 1 位开关拨向低,这时可看到十六位逻辑电平输入中的第 2 只、第 7 只、第 10 只和第 15 只发光管均不亮,此时流水 LED 灯控制器处于停止状态;再把十六位开关电平输出中的第 1 位开关拨向高,这时可看到十六位逻辑电平输入中的第 2 只、第 7 只、第 10 只和第 15 只发光管按照第 2 只→第 7 只→第 10 只→第 15 只→第 2 只→……的顺序依次点亮并一直循环下去,此时流水 LED 灯控制器处于运行状态。

⑥ 关断交流电源开关,关断直流稳压电源的 5V 电源开关,拆除所有的连接导线,拔下 CD4012 集成块和 CD40175 集成块。

(二)四路抢答器实验

1. 电路原理

本次实验中四路抢答器的逻辑原理如图 4 所示。两块 CD4012 构成四个 4 输入与非门,CD4043 则构成四个 RS 锁存触发器。与非门的逻辑功能是有 0 出 1、全 1 出 0;RS 锁存触发器的逻辑功能是当 S 端为高电平 1 时,无论 R 端为何种电平,Q 端都被强制输出高电平 1。

按一下复位开关 S 后,4 个锁存触发器的 Q 端均为低电平 0,4 个与非门的 Q 端均为高电平 1;当某一输入端(例如 IN2)第一个变为高电平 1 时,第二个 RS 锁存触发器的 Q 端强制变为高电平 1 并一直保持为高电平 1,则第二个与非门的 Q 端(即 Q_2)变为低电平 0 并一直保持为低电平 0,从而准确指示出第二只抢答开关是第一个按下的。至于其余任一抢答开关再按下却无法抢答成功的原理,则是本文“五、归纳与思考”的思考题,这里不再介绍。

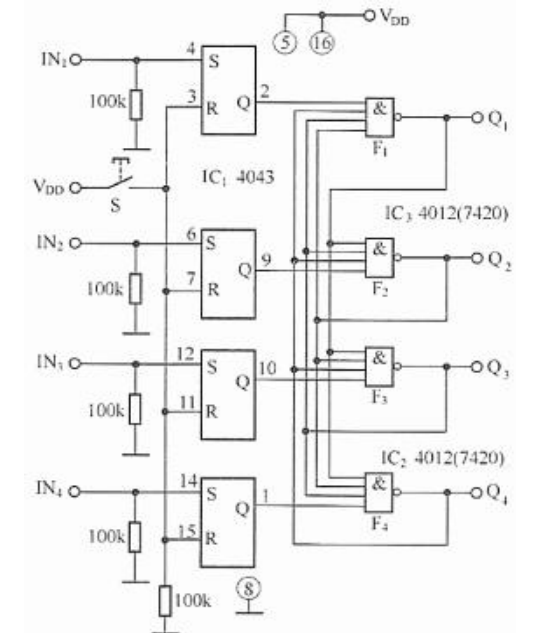


图 4 四路抢答器电逻辑原理图 (未完待续) ◇ 无锡 周金富

1) 工作温度测

换一种思维看汽车发动机——比亚迪 DM-i 混动技术详解(四)

这是采用传统的铜线绕组,因为铜线为圆形截面,多股线并行缠绕,所以槽满率(即固定铜线的开槽中铜线的比例)比较低,空间浪费多。另外,因为缠绕结构的问题,散热较难,发热量较大,功率密度很难进一步提升。



这是比亚迪自己独立生产的扁线电机(又称发卡电机),DM-i 系统就采用的是这种电机。其优点是槽满率高,比传统电机高 50%以上,可以达到 70%甚至更高。散热性能好,一方面是表面积加大,散热面积大;另一方面是绕组之间接触面积大,空隙小,导热能力更好。绕组端部短,也就是绕组两头接线所需要的空间更小,节省更多的空间。体积更小,可以有效减小电机的体积,提升功率密度。另外就是 NVH 更好,因为开槽形状不一样,电磁噪音更低。缺点是制造加工难度较大,加工精度要求高,必须采用自动化设备进行生产,因此成本很高。

比亚迪 EHS 电混系统的驱动电机有三种不同的峰值功率,分别是 132kW、145kW 和 160kW。其中 132kW 和 145kW 版本所搭载的发电机的峰值功率是 75kW,160kW 版本所搭载的发电机的峰值功率是 90kW。三款电机转速都高达 1 万 6 千转,扭矩都超过了 300N·m,单纯从数据上来说至少是秦 ProEV 的级别。另外它继承了双电机双电控,没有外部线路,降低线路损耗提高了可靠性。与第一代 DM 相同的串并联结构,单档直驱,大大提升了传动效率。



其中 EHS 系统的两个超高转速电机为并列式设计,发电机直连发动机,通过离合器与减速器通过减速齿轮相连。驱动电机直接通过减速齿轮与减速器相连。简单的单速减速器架构极大的提高了传动效率,湿式离合器确保了离合器的寿命和稳定性,而且可以在急加速时传递更高的扭矩,进一步提高系统性能降低能量损失。



双电机控制器高度集成,并且采用电动与电机三相直连技术,极大的减少了连接线缆带来的能量损耗。同时,采用比亚迪现阶段最成熟的第四代 IGBT 技术,电控的综合效率高达 98.5%,并且使得电控高效区(即电控效率超过 90%的区域)占比高达 93%,极大的降低了电控损耗,提高效率。

DM-i 超级混动专用功率型刀片电池

继 2020 年 7 月推出首款搭载纯电版的刀片电池比亚迪汉 EV 之后,又针对混动平台开发出混动专用的功率型刀片电池。通过内部串联电芯的设计,在一节刀片电池内串联了 6 节软包卷绕式电芯,通过改造老的生产设备可以快速上马功率型刀片电池的生产。单节 20V 的设计也保证了低电池容量的混动电池包可以有足够的电压来保证驱动效率。

电池包电量从 8.3kWh 到 21.5kWh 不等,功率型刀片电池单节容量最高可达 1.53kWh,单节电压 20 伏这三个数据可以看出,功率型刀片电池的电芯容量可能会根据车型的不同而不同。



上图所示的电池包的刀片电池是纵向排列,这样做最大的好处是比横向排列更进一步的节省电池包的空间,提高电池包的功率密度。而且可以大幅降低结构复杂度,电芯采样线、电线、数据线等只需要布置在车头这一侧即可。根据车型的不同,电池包的主要变化是在长度上,也就是电芯长度会有变化,为了保证单节 20V 的设计,电芯的容量会有变化,考虑到比亚迪传统的锂电池电芯容量有很多,串联型刀片电池生产难度提高有限,不会对生产产生太大的影响。

耐久性考验

而对于使用如此之多发动机技术的使用耐久性问题,比亚迪方面表示,这款发动机已经过完整的台架、整车耐久及“三高”环境测试。并完成交变循环负荷试验等 6 项,28 台次的发动机台架耐久试验,应该说是一款具有高可靠性的发动机。

重点来了,除了 43%的发动机热效率以外,比亚迪 DM-i 系统用电来弥补了发动机那些不经济工况,只要发动机启动,就是 43%热效率的最佳工况区间,如果速度允许,可以直驱车辆,那就直接驱动,避免能量转换过程中的浪费。如果是低速蠕行的话,那就以 43%的热效率来给电池充电,之后再用电来驱动车辆。这个过程可以用一句话来解释,1~4 挡,通过发动机转换为电能,进行电驱驱动;上了 5 挡燃油发动机直接介入驱动。

毕竟电能的转化效率要比内燃机高得多,基本上都可以达到 95%左右。而且电不存在低扭不足的问题,动力平顺,油门响应迅速,而且没有发动机的噪音和震动。

起步阶段用电,停车也没有怠速,低速蠕行的时候,如果电量充足就直接以纯电形式行驶,如果电量不足,则启用增程模式,让发动机以 43%的热效率给电池充电,同时用电来驱动车辆。你在市区内开 50Km,可能发动机只有 20~30Km 左右在工作,其余时间都是零油耗。因此我们完全可以将比亚迪 DM-i 车型理解为能上绿牌(因政策原因,北京除外)的燃油车。

换一种思维来看比亚迪 DM-i 系统,该系统没有变速箱,颠覆式的创新直接取消了变速箱,这一下子绕过了很多专利,真正实现了国产车科技创新的弯道超车。当然,虽然没有变速箱,不过差速器是肯定有的;或者说是仅有两挡变速:即传统的 1~4 挡为一个挡,5 挡为一个挡,变速器更为简单可靠,DM-i 系统在变速箱这一块真的做到了革新性的创新,也是纯电行驶下油耗更低的主要原因。

写在最后

早在比亚迪的二代混动 B 端也很明显,就是变速箱容易坏,车速和怠速不匹配,强行转化动力,导致变速箱比较容易坏,但三代混动不存在这个问题了,现在 DM-i 直接取消了变速箱,就更没有这个问题了,只有技术的创新才能真正的推动汽车的发展。

而今年 3 月-4 月陆陆续续上市的全新的三款搭载 DM-i 系统的车型,作者也在这里列了出来,其中第一排“xxKMxx 型”是指纯电状态下续航里程,“亏电油耗”则是指完全不插电情况下,纯电驾驶油耗,相信一定会惊艳到你,性价比非常高。

秦PLUS DM-i			
全球首款全新混动SUV			
预计上市时间:2021年3月初			
	55KM尊贵型	55KM旗舰型	120KM尊贵型
补贴后预售价	107,800元	123,800元	133,800元
亏电油耗	3.8L/百公里		3.8L/百公里
电混系统	EHS132		EHS145
百公里加速	7.9s		7.3s
纯电续航里程	55km		120km
可油可电 综合续航里程	1180km		1245km

宋PLUS DM-i			
全球首款宽体萌宠SUV			
预计上市时间:2021年3月中旬			
	51KM尊贵型	51KM尊贵型	110KM旗舰型
补贴后预售价	153,800元	162,800元	165,800元
亏电油耗	4.4L/百公里		4.5L/百公里
电混系统	EHS132		EHS145
百公里加速	8.5s		7.9s
纯电续航里程	51km		110km
可油可电 综合续航里程	1150km		1200km

唐 DM-i			
中大型旗舰智能混动SUV			
预计上市时间:2021年3月下旬			
	52KM豪华型	112KM尊贵型	112KM尊贵型
补贴后预售价	197,800元	207,800元	224,800元
亏电油耗	5.3L/百公里		5.5L/百公里
电混系统	EHS145		EHS160
百公里加速	8.7s		8.5s
纯电续航里程	52km		112km
可油可电 综合续航里程	1010km		1050km

(全文完)

◇四川 李运西

MacBook M1 第三方成功破解扩容 16G 内存、1TB 硬盘

对于 2020 年第三季度发布的 Mac M1 是苹果非常有纪念意义的产品(意味着手里有闲钱的朋友可以多买一台不开包装以便收藏升值,现在已经停止生产了),苹果首次将处理器、显卡、内存全部封装在了一个 M1 芯片里面,也造就了新 Mac 电脑功耗低,续航最多可达 20 小时的成绩。

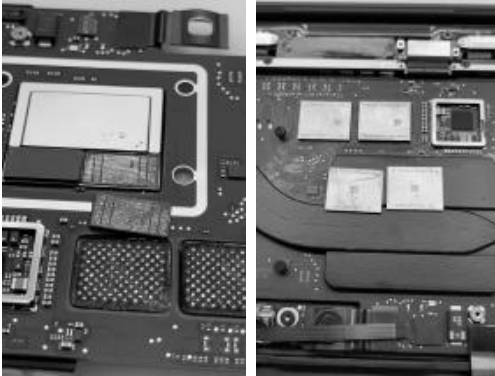
不过 M1 默认配置对于办公室还勉强能应付,要是想玩点小游戏或者多存储一些资料就显得捉襟见肘了,毕竟 7999 元的价格只能默认 8+256GB 的组合确实不大够用。

在苹果官网上可以看到想要升级内存需要 1500 元,固态硬盘甚至更多。最关键的是要想升级内存或者硬盘存储的话只能在购买的时候升级,后面再想升级硬盘也只能买新的,浪费极大。

不过近日已经有玩家破解了第三方渠道升级内存和硬盘(16GB+1TB)。



图中红色框内的就是苹果用于桌面端的 M1 芯片,右侧就是两块内存条,可以看到完全集成到了一起。



加装成功后的系统信息,使用完全没有障碍。

当然最后我们还是提醒各位,扩容有风险,请提前做好备份,扩容会改造硬件,失去保修。

早在 2017 年 11 月就已发布了 HDMI 2.1 标准接口，在当时电视使用领域,4K 高刷新率的使用需求并不多（几乎没有）,HDMI 2.0 足以应对 4K 使用需求，没有必要增加成本来使用更高端的 HDMI 2.1 标准接口，甚至大部分 1080p 分辨率的电视还使用了 HDMI 1.4 标准的接口，直至 4K 视频的逐渐普及,HDMI 2.0 才逐渐崭露头角。而随着新款 XBOX、PS5 的发布才让 4K120Hz 高刷游戏电视得到进一步的普及，逐渐开始大热，HDMI 2.1 版与目前主流的 2.0 版相比，每秒能传输更多的视频、音频内容,因此才能负荷 4K 超清分辨率下,高达 120 帧的画面刷新率。

不过对于 PC 玩家来说 4K120Hz 在 PC 领域早已不是什么新鲜事,使用 DP1.4 标准端口的显卡和显示器，可以轻松达到 4K120Hz。那么为什么支持 4K120HzDP 接口的 DP 协议既然免费无需缴纳专利费,而电视厂商却很少采用，一直坚持使用 HDMI 接口呢？

这就要从各自的历史说起了。



DisplayPort(简称 DP)是一个由 PC 及芯片制造商联盟开发,视频电子标准协会(VESA)标准化的数位式视讯接口标准。该接口免认证、免授权金,主要用于视频源与显示器等设备的连接,并也支持携带音频、USB 和其他形式的数据。



High Definition Multimedia Interface(简称 HDMI)是一种全数位化影像和声音传送媒介,可以传送未压缩的音讯及视讯信号。HDMI 可用于机顶盒、DVD 播放机、个人电脑、电视游乐器、综合扩大机、数位音响与电视机等设备。

DP 和 HDMI 接口在功能上非常相似，都能用于视频和音频信号的传输,当然方便之余,决定两种接口强弱的还要看硬件参数：

DP1.4:主链路最大总带宽 32.40Gbps,最大总数据率 25.92Gbps

HDMI2.1：传输带宽 48.0Gbps，最大数据率 42.6Gbps

其它性能方面的对比：两者均支持 1080p30－240Hz、1440p/2K @ 30－240Hz、4K 30－144Hz/240HzDSC、5K 30－60Hz/120HzDSC、8K @ 30Hz/60HzDSC,色彩格式、色彩深度、色彩空间的支持上基本相同,唯一的区别就是 DP1.4 还支持 DCI-P3 色彩空间,HDMI2.1 则额外支持 8K120Hz。

不过 DP1.4 比 HDMI2.1 带宽稍小一些，但是目前主流应用绝对是绰绰有余,而且新升级的 DP2.0 标准还将能达到 80GB/s 的带宽。

从技术层面分析,DP1.4 接口和 HDMI2.1 接口在参数上相差无几,一些极限“性能”差距也仅仅是针对超级影音发烧友而言,而对于普通用户日常娱乐使用而言,两者并没有什么区别。那么为什么电视厂商不改用免费的 DP 接口？

究其原因还是产业链的问题,DP 接口是 PC 与显示器厂商主导的协议,而 HDMI 接口是则是电视厂商主导的协议。现阶段在电视领域,HDMI 的普及率已经非常高,同时与电视相关的各种“衍生产品”——家里所配套的电视盒子、游戏主机、播放器、音箱功放等等也都以 HDMI 接口为主。

如果抛弃 HDMI 接口采用 DP 接口,就会面临向下兼容问题——家里一堆老设备不能连电视了！所以如果电视厂商准备过度 DP 接口,为了基础市场,仍然



小议 DP 与 HDMI

要保留 HDMI 接口,这样 HDMI+DP 的双接口设计,无疑是增加了销售成本,但又不会增加太多销量,毕竟 PC 玩家依然被显示器厂商牢牢把持。

另外对于一些有特殊需求的少数人群——PC 主机连接电视,显卡大多也会配有 HDMI 接口,而且 DP 接口也很容易通过转接的方式支持 HDMI 连接。而 HDMI 转接支持 DP,则非常不方便,而且价格昂贵！因此综合之下,电视厂商根据市场需求,升级 HDMI 接口至 2.1 标准,是最符合成本利益考量的方向。

不过,随着人们对于画面分辨率和刷新率的要求越来越高,DP 接口的普及是充满希望的。

PS:HDMI 2.1 标准诞生于 2017 年,是面向未来超高质量音视频传输的技术标准。它和 HDMI 2.0 的最大区别就是带宽。HDMI 2.0 的传输带宽为 18Gbps,而 HDMI2.1 的带宽则升级到了 48Gbps,带宽的提升直接带来了传输数据量的提升。

其次,HDMI 2.0 并不能支持 8K 视频的传输,而 HDMI 2.1 不仅可以支持到 4K 120Hz，还能支持 8K 60Hz。

此外,HDMI 2.1 还支持 VRR(可变刷新频率)。用于游戏,减少或消除画面延迟、卡顿、撕裂,保证游戏更流畅、细节更完整。

同时,HDMI 2.1 还支持 ALLM（自动低延迟模式）。在自动低延迟模式下,智能电视用户不用根据电视播放的内容手动来切换低延迟模式,而会根据电视播放的内容自动启用或者禁用低延迟模式。实现流畅、无卡顿、无中断的观看与交互。

HDMI 2.1 还支持动态 HDR,而 HDMI 2.0 只支持静态 HDR。

在 HDMI 2.1 技术的加持下，电视所呈现的画面更清晰逼真,色彩更丰富,视听效果更佳,画面延迟、卡顿现象减少。

顺便再说下 DP：

DP 1.0 标准在 2006 年 5 月发布,带宽 10.8Gbps。DisplayPort 1.0 的最大传输速度是 8.64Gbit/s,长度是 2 米，已经废弃。之后 VESA 协会（Video Electronics Standards Association，即视频电子标准协会，简称“VESA”，是制定计算机和小型工作站视频设备标准的国际组织,1989 年由 NEC 及其他 8 家显卡制造商赞助成立。）又相继发布了 1.1a、1.2、1.2a、1.3、1.4,直到现在的 DP 2.0。

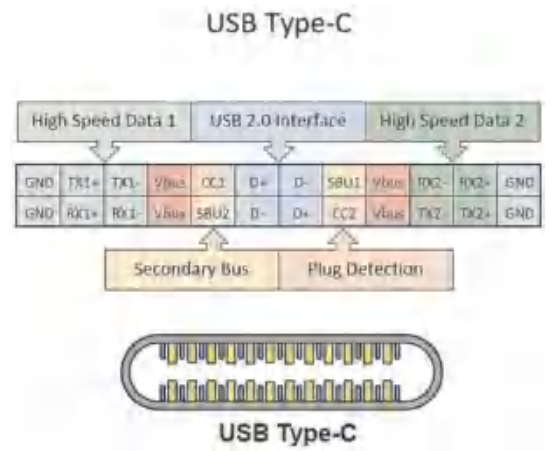
除了大家熟知的 DP 协议外,VESA 协会还认证了 DisplayHDR。

DP 的物理层设计于十多年前,最开始的目的只是为了取代 VGA 和 DVI,当时完全没有想到要扩展到如今这样的带宽。

VESA 采用了一个很聪明的办法——参考了 Intel 近期开放的雷电 3 标准。基于 USB Type-C 介质面的雷电 3 最早的应用可以追溯到 2015 年，它共有 4 个 20Gbps 的数据传输通道，一共能提供 80Gbps 的最大带宽，在默认的双向全双工工作状态下，带宽为 40Gbps。

到底是 VESA 这些年是在等待 Intel 开放雷电 3，还是因为雷电 3 的开放给 VESA 指明了道路，我们无从得知。总之 Intel 的雷电 3 为 USB 4 和 DP 2.0 两大标准“指明了道路”。

鉴于雷电 3、DP 2.0、USB Type-C 在物理结构上是



采用雷电 3 的物理层设计

一样的,这使得 USB Type-C 也成了 DP 官方接口标准之一。VESA 综合考虑成本、技术、市场等多方面因素后,最终决定 DP 2.0 采用了两个物理接口:一是继续利用原有 DP 接口并向下兼容,二是利用 USB Type-C 接口(工作在 DP alt 模式)。

DP 标准的物理层几乎使用了超过十年的时间,已经跟不上大数据传输的时代发展了,在面对高分辨率带来的带宽挑战时力不从心。于是 VESA 组织在制定 DP 2.0 标准时参考了 Intel 近期开放出来的雷电 3 标准,它一共有 4 个数据传输通道,正巧 DP 也是设计了 4 个通道。雷电 3 标准一共能够提供 80Gbps 的带宽,在默认的双向全双工工作状态下，带宽为 40Gbps,而视频信号传输为单向,并不需要全双工,所以可以利用上雷电 3 的最大带宽——80Gbps

DisplayPort Signaling Standards			
Standard	Raw Bandwidth (4 Lanes)	Effective Bandwidth (4 Lanes)	Target Monitor Resolutions
DP 1.0/1.1 (HBR 3)	10.8 Gbps	8.64 Gbps	1440p@60Hz
DP 1.2 (HBR 2)	21.6 Gbps	17.28 Gbps	4K@60Hz
DP 1.3/1.4 (HBR 3)	32.4 Gbps	25.92 Gbps	4K@120Hz 8K@60Hz (w/DSC)
DP 2.0 (UHBR 20)	80 Gbps	77.37 Gbps	8K@60Hz HDR >8K@50Hz SDR 4K@144Hz HDR 2x5K@60Hz

对于原有的 DP 接口,因为物理层的改变,老版本的线材无法兼容 2.0 标准，因此 VESA 一并制定了符合 2.0 新标准的 DP 线材标准——UHBR（Ultra High Bit Rate 超高比特率)标准,分为三档,以每通道带宽为名,分别命名为 UHBR 10、13.5、20。里面的数字实际上就是各自的每通道带宽。UHBR 10 作为最低标准的拥有 10x4=40Gbps 的理论带宽，单纯传输 8K 视频已经足够了,关键是它对线缆要求很低,普通的无源铜线缆已经足够,并且传输距离可以达到 2~3 米,而更高级的 UHBR 13.5 和 UHBR 20 就不一样了，高带宽带来的副作用就是传输距离的下降,为了解决长距离通信信号衰减的问题,线材中需要加入相应的放大和控制芯片，成本自然也会上升。UHBR 10 也符合 VESA 曾经推出的 DP 8K 线缆认证项目,也就是说,通过了 8K 认证的 DP 线缆就符合 UHBR 10 的信号传输要求。

Thunderbolt 3 vs. DisplayPort 2.0		
	Thunderbolt 3	DisplayPort 2.0
Max Cable Bandwidth	80Gbps	80Gbps
Max Channel Bandwidth	40Gbps (Full Duplex, Bidirectional)	80Gbps (Simplex, Unidirectional)
Physical Layer	Thunderbolt 3	Thunderbolt 3
DisplayPort	3x DP 1.4 Streams	1x DP 2.0 Stream
Passive Cable Option	Yes (20Gbps)	Yes (40Gbps)
Interface Port	USB Type-C	DisplayPort USB Type-C

数据压缩

DP 1.4 引入的 DSC 在新版本中加强成为了核心标准,任何支持 DP 2.0 标准的设备都必须同时支持对 DSC 数据流的编解码与传输，不过并不会强制使用 DSC 技术进行视频流的传输。

电源效率改进

在节能方面,DP 2.0 同样支持 VESA 新的“面板重放(Panel Replay)”技术,这项技术允许系统只传输有图像更新部分的数据来达到节能的目的。对于小型电子设备,面板重放技术的节能效果可以延长续航时间,并且因为特性内置于 DP 2.0 标准中,不再需要额外的控制芯片来达成目的,变相达到了更加节能的目的。

多显示流支持改进

DP 1.X 时代的多显示流特性需要显示设备同时支持解码 DP 数据流，对于一个超高带宽的数据流来说,要去解码它并不容易。而 DP 2.0 改进了这一点,现在只要求显示设备支持 DP 数据流的传递即可使用多显示流特性。

DisplayPort 2.0: UHBR Modes			
Standard	Raw	Effective	Cable
UHBR 10	40 Gbps	38.65 Gbps	Passive Copper
UHBR 13.5	54 Gbps	52.32 Gbps	Tethered
UHBR 20	80 Gbps	77.37 Gbps	Tethered

展望

DP 2.0 带宽的最大理论带宽从 32.4Gbps 进步了 2.47 倍达到了 80Gbps，而最大有效带宽从 25.92Gbps 提升到了 77.4Gbps,接近提升了 3 倍之多。