



电子报

2021年3月28日出版

第13期

(总第2106期)

■实用性 ■启发性 ■资料性 ■信息性

国内统一刊号:CN51-10091

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

邮局订刊代号:61-75

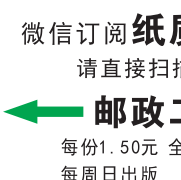
网址: <http://www.electronic.com>

让每篇文章都对读者有用

邮局订刊代号: 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”

政策密集出台 家电行业信心大增

今年以来,家电行业利好不断。3月5日,国务院总理李克强在今年《政府工作报告》中再次重点提出“稳定增加汽车、家电等大宗消费”。业界有观点认为,《政府工作报告》点名家电消费,对于加速复苏的家电行业而言无疑被注入了更多的信心,如今,全行业正在进行一场包含发展理念、生产技术、销售渠道在内的全流程升级浪潮,家电业将再迎发展春天。

2020年,受新冠肺炎疫情的冲击,我国家电行业跌宕起伏,先抑后扬,取得了骄人的成绩。工信部消费品工业司的数据显示,2020年全国家用电器行业营业收入14811.3亿元,同比上一年下降1.1%;利润总额1156.9亿元,同比上一年下降5.6%。在2020年一季度线下销售近乎停滞、上半年营收利润双双下滑超15%的背景下,可以说展现出了强大的韧性。

今年的《政府工作报告》指出要稳定和扩大消费,多渠道增加居民收入。健全城乡流通体系,加快电商、快递进农村,扩大县乡消费。稳定增加汽车、家电等大宗消费,取消对二手车交易不合理限制,增加停车场、充电桩、换电站等设施,加快建设动力电池回收利用体系。而此前的1月5日,商务部等12部门印发《关于提振大宗消费重点消费促进释放农村消费潜力若干措施的通知》,也提出促进家电家具家装消费,激活家电家具市场,鼓励有条件的地区对淘汰旧家电家具并购买绿色智能家电、环保家具给予补贴。

事实上,去年以来我国促大宗消费的方向一直未改变。2020年11月18日召开的国务院常务会议指出,要坚定实施扩大内需战略,进一步促进大宗消费重点消费,更大释放农村消费潜力。而家电在我国居民消费中占比较大,推动家电产业转型升级,成为拉动农村消费潜力的有力措施。据了解,目前加速智能绿色产品更新换代,渠道下沉,进一步辐射三四线地区及农村市场,已成为家电及零售企业布局的方向。

业的供需、渠道、营销模式等方面都较此前发生更大变化,以及在产品层面健康、智能、舒适、节能特点更加突出的背景下,深化供给侧结构性改革,为消费者提供更多高品质及功能创新的优品,成为家电消费需求持续释放的关键。

中国物联网产业协会秘书长柏斯维表示,大宗商品的消费事关民生,也事关产业的兴衰。大宗商品所在的产业如房产、家电、汽车产业等,普遍的特点是技术密集、产业集群效应强,能够带动大量就业,对经济的拉动作用不容小觑。我国一再强调稳定大宗消费,可见其重要性,预计未来两年相关政策还将陆续出台。

中国家用电器协会执行理事长姜风表示,市场刚经历过疫情带来的巨大冲击,稳定增加家电等大宗消费有着积极意义。尤其对于企业而言,把实施扩大内需战略同深化供给侧结构性改革有机结合起来,把握消费市场发展规律,则是其在国内市场竞争加剧背景下继续赢得市场的必选项。

中国机器人CR教育培训标准委员会委员魏国红指出,政府鼓励汽车和家电等大宗商品消费,后续应该还会出台一些具体措施,市场会持续回暖,但家电企业面临的挑战依然严峻。因此,企业要进一步做好品牌战略,加强智能制造的转型升级,发展自动化和数字化,着力提升品牌和服务。

(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)、插图(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、内容实用的频统、开发、制作、器件资料等内容,为广大读者呈献出段珍贵的电子盛宴。

邮购服务热线: 028-85468027

5G 进入腾飞阶段 完整 6G 标准将在 2028 年之后形成

日前,在2021世界移动大会上海站期间举办的“5G 演进峰会”上,爱立信东北亚区研究中心总经理彭俊江从5G网络及终端设备情况、5G 功耗、未来数据流量走势、6G 演进等多个角度,解读了5G发展新态势。

全球 5G 商用终端达到 335 款

彭俊江表示,截至2020年1月全球已有123张商用网络,更为可观的是商用终端已经具备335款,并且很多终端都具备动态频谱共享、载波聚合等功能。中国之外推出的中低频5G终端已经进入了300美元的数量级,而叠加毫米波的终端价格也进入了400美元的水平,门槛的降低意味着5G进入了腾飞阶段。

5G商用速度之快也超乎想象。全球总用户数仅仅一年多就超过2亿,增速远超4G普及之初,2026年将达到35亿。4G用户在2021年将达到峰值48亿左右,2026年会下降到38亿左右,但4G的生命周期依然很长。

5G的发展为何如此神速?彭俊江从5G商用终端的功能与数量层面予以了解读。他表示,5G从2019年开始商用,北美引入TDD毫米波,中国引入TDD中频。2020年,中频和低频FDD、NSA和SA也已经快速商用。动态频谱共享技术从仅支持非独立组网演进为也支持独立组网。5G的载波聚合也已经实现商用,再加上335款5G商用终端,这些都为5G的快速发展创造了良好的条件。

5G 独立组网快速实施

5G独立组网是行业关注的话题之一,最初5G建设是以非独立组网为切入点以降低成本并快速实施,但2020年独立组网已经开始大规模商用,全球承载了绝大部分用户的5张移动网络已经升级到了独立组网的5G。爱立信为运营商提供端到端的5G平台,可以同时一张硬件网络支持4G和5G,而且可以动态进行调整,这是爱立信能够获得很多商业合同,不断走向成功的关键因素之一。

新技术、新材料、新方法将帮助 5G 降低功耗

在谈到5G的功耗时,彭俊江表示,现有运营商网络存在大量的2G、3G、4G基站,可以说一个基站上叠加了多种技术、多种标准。随着半导体的发展,比如氮化镓、陶瓷滤波等材料

或技术的使用,将使5G设备的功耗、体积、尺寸得到显著优化。通过引入新的5G技术和设备替代老旧基站,仅三年节约的电费就能够与更换新设备的投入相当。此外,网络的智慧节能,包括引入智能算法和AI、精准建站等,完全可以实现高精度的节能。

2026 年视频占全网数据流量将上升到 77%

就未来数据流量的变化趋势而言,彭俊江表示,目前全球移动数据每月大约51EB,2026年会达到226EB,增长约5倍,这意味着对网络的负荷能力和要求会不断增加。目前视频占到全网数据的66%,2026年会上升到77%,视频对网络的要求和其它传统业务也会有一些差别,这对5G怎样发展提出了很高的要求。

5G 的应用场景将会越来越丰富

除了视频之外,5G的大带宽、低时延也适合于对时间敏感的业务,比如实时的媒体业务,特别是对互动要求高的云游戏,再比如在不便操作的艰苦或危险环境中使用远程控制设备操作等,5G也能发挥关键作用。在汽车制造业,工厂的自动导引车(AGV)和以及自动驾驶都需要引入边缘计算等等。这些都会给网络的负荷和终端功耗会带来非常大的负担,这让边缘计算变得非常重要。

2028 年后会形成 6G 的完整标准

在谈到5G技术的发展时,彭俊江表示,5G的演进是一个持续发展的过程。5G第一个商用版本R15仅支持MBB等最基础的功能,目前在已经商用的R16支持V2X以及工业物联网的解决方案,R17标准正在进制定中,而R18的研究范围也已经开始讨论。6G的需求将在2024年提出,按照3GPP一贯秉持的全球标准,2028年以后将会形成一个完整的标准推向市场走向商用。

对于未来,彭俊江表示,从用户应用场景角度将出现感知互联网、智能机器的联网、数字化可编程的物理世界(数字孪生),以及基于连接的可持续发展等四大类重要需求。从这些需求和趋势出发,无处不在的非受限连接、安全可靠的网络,认知网络以及网络计算等都是未来演进中的关键使能技术。

(爱立信中国)

大道至简——RISC-V 架构之魂

简单就是美——RISC-V 架构的设计哲学

RISC-V 架构作为一种指令集架构，我们先了解其设计的哲学。所谓设计的“哲学”便是其推崇的一种策略,譬如我们熟知的日本车的设计哲学是经济省油，美国车的设计哲学是霸气等。RISC-V 架构的设计哲学是什么呢？是“大道至简”。

RISC-V 设计团队最为推崇的一种设计哲学便是：简单就是美,简单便意味着可靠。无数的实际案例已经佐证了“简单即意味着可靠”的真理,反之越复杂的机器则越容易出错。一个最好的例子便是著名的 AK47 冲锋枪，正是由于简单可靠的设计哲学,使其性价比和可靠性极其出众,成为世界上应用最广泛的单兵武器。

在格斗界，初学者往往容易陷入追求花式繁复技巧的泥淖,迷信于花拳绣腿。然而顶级的格斗高手,最终使用的都是简单、直接的招式。所谓大道至简,在 IC 设计的实际工作中，也许你曾见过简洁的设计实现其安全可靠，也曾见过繁复的设计长时间无法稳定收敛。简洁的设计往往是可靠的,在大多数的项目实践中一次次得到检验。IC 设计的工作性质非常特殊,其最终的产出是芯片,而一款芯片的设计和制造周期均很长,无法像软件代码那样轻易地进行升级和打补丁，每一次芯片的改版到交付都需要几个月的周期。不仅如此，芯片的制造成本费用高昂,从几十万美金到成百上千万美金不等。这些特性都决定了 IC 设计的试错成本极为高昂,因此能够有效地降低错误的发生就显得非常重要。现代的芯片设计规模越来越大,复杂度也越来越高,并不是要求设计者一味地逃避使用复杂的技术,而是应该将好钢用在刀刃上,将最复杂的设计用在最为关键的场景,在大多数有选择的情况下，尽量选择简洁的实现方案。

当你在第一次阅读 RISC-V 架构文档之时，会不禁赞叹。因为 RISC-V 架构在其文档中不断地明确强调其设计哲学是“大道至简”，力图通过架构的定义使硬件的实现足够简单。其简单就是美的哲学。

无病一身轻——架构的篇幅

目前主流的架构为 x86 与 ARM 架构。如果你曾经参与设计 x86 或 ARM 架构的应用处理器，会发现需要阅读架构文档。如果对架构文档熟悉的读者应该了解其篇幅。经过几十年的发展,现在的 x86 与 ARM 架构的架构文档多达数千页，打印出来能有半个桌子高,可真是“著作等身”。

想必 x86 与 ARM 架构在诞生之初，其篇幅也不至于像现在这般长篇累牍。之所以架构文档长达数千页，且版本众多，一个主要的原因是其架构发展的过程也伴随了现代处理器架构技术的不断发展成熟,并且作为商用的架构,为了能够保持架构的向后兼容性,不得不保留许多过时的定义,或者在定义新的架构部分时为了能够兼容已经存在的技术部分而显得非常的别扭。久而久之就变成了老太婆的裹脚布——极为冗长,可以说是积重难返。

那么现代成熟的架构是否能够选择重新开始，重新定义一个简洁的架构呢?可以说是几乎不可能。Intel 也曾经在推出 Itanium 架构之时另起灶炉,放弃了向前兼容性,最终 Intel 的 Itanium 遭遇惨败，其中一个重要的原因便是其无法向前兼容,从而无法得到用户的接受。试想一下,如果我们买了一款具有新的处理器的计算机或者手机，之前所有的软件都无法运行,那肯定是无法让人接受的。

现在推出的 RISC-V 架构,则具备了后发优势。由于计算机体系结构经过多年的发展已经是一个比较成熟的技术,多年来在不断成熟的过程中暴露的问题都已经被研究透彻了,因此新的 RISC-V 架构能够加以规避,并且没有背负向后兼容的历史包袱,可以说是无病一身轻。

目前的“RISC-V 架构文档”分为“指令集文档”和“特权架构文档”。“指令集文档”的篇幅为 200 多页,而“特权架构文档”的篇幅也仅为 100 页左右。熟悉体系结构的工程师仅需一两天便可将其通读,虽然“RISC-V 的架构文档”还在不断地丰富,但是相比“x86 的架构文档”与“ARM 的架构文档”，RISC-V 的篇幅可以说是极其短小精悍。

大家可以访问 RISC-V 基金会的网站,无须注册便可免费下载文档,如图所示。

浓缩的都是精华——指令的数量

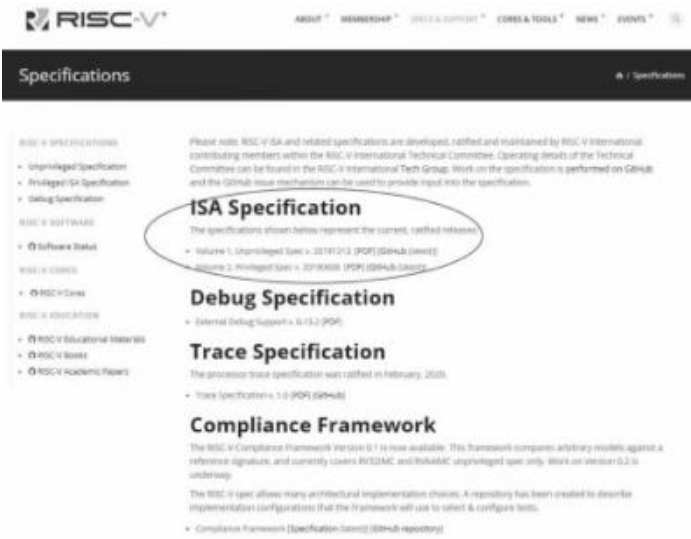
短小精悍的架构和模块化的哲学,使得 RISC-V 架构的指令数目非常简洁。基本的 RISC-V 指令数目仅有 40 多条,加上其他的模块化扩展指令总共几十条指令。

能屈能伸——模块化的指令集

RISC-V 架构相比其他成熟的商业架构,最大的不同在于它是一个模块化的架构。因此 RISC-V 架构不仅短小精悍，而且其不同的部分还能以模块化的方式组织在一起，从而试图通过一套统一的架构满足各种不同的应用。

这种模块化是 x86 与 ARM 架构所不具备的。以 ARM 的架构为例,ARM 的架构分为 A、R 和 M,共 3 个系列,分别针对应用操作系统 (Application)、实时 (Real-Time)和嵌入式 (Embedded)3 个领域,彼此之间并不兼容。但是模块化的 RISC-V 架构能够使得用户灵活地选择不同的模块进行组合，以满足不同的应用场景,可以说是“老少咸宜”。例如针对小面积、低功耗的嵌入式场景,用户可以选择 RV32IC 组合的指令集，仅使用机器模式 (Machine Mode);而针对高性能应用操作系统场景,则可以选择例如 RV32IMFDC 的指令集,使用机器模式 (Machine Mode)与用户模式 (User Mode)两种模式。

综上所述,简单就是美的设计哲学,无病一身轻的架构篇



幅,浓缩精华的指令数量,能屈能伸的模块化组合,为 RISC-V 的开放生态带来了无限可能。随着 AIoT 应用的迭代,对处理器的差异化定制化需求的爆发式需求,RISC-V 的“大道至简”必将顺其潮流而蓬勃生长。◇芯来科技市场部供稿

疫情之下如何通过“技术”保障公共安全？

COVID-19 疫情已对全球各地人们的生活造成了巨大影响,尤其是对各类场所经营方、场所访客、员工等,各类场地的所有者和各企业都渴望能在某种程度上回归到正常状态。如今,“技术”就可以帮助我们重拾返回大型场所的信心。实际上,疫情之下,全球都面临着一种紧迫感,急需开发新的系统对公共场地进行监控,保障公共安全。当务之急,就是推动这一变革。

基本安全和技术要求

国内已有完备的 COVID-19 防护机制,包括佩戴口罩,保持社交距离,测量体温,设定人员容量/拥堵阈值,以及暴露后的接触者追踪等。场所管理者需要积极配合相关规定的执行,并对合规性进行监控,而技术就是解决之道。“技术”是一个相对宽泛的概念。具体而言,相关技术方案需要生态系统中的各大厂商齐心协力,共同为各类场所开发解决方案。其中,有四项关键技术:

网络连接——无线和有线连接至关重要，能够为防护措施的实施和监控信息提供传输管道。网络必须足够灵活,以覆盖场地各处,还必须足够稳健,能够以低延迟提供高性能,且必须足够可靠,以避免停机。

定位和分析系统——借助嵌入在 WLAN 接入点中的 BLE 无线信标和 ZigBee 等互补性的无线技术，并结合本地机器学习和基于云的人工智能，支持 Wi-Fi/IoT 的场所现可将其无线基础设施转化为室内定位引擎，以进一步确保访客群体的安全。并且,无线网络可通过接收来自移动设备或跟踪设备(如腕带)的信标来跟踪位置,并将这些信息传输到可理解接收内容的分析系统。目前许多商业 Wi-Fi 系统都已涵盖了该系统。

传感器——从红外温度传感器到免接触式支付系统和摄像头,对大量人群的监控需要一系列能够看到、听到并感知人群和个体活动的设备。除利用 Wi-Fi 来定位之外,场所管理方还希望整合智能设备和 IoT 的使用,以辅助部署。这些设备包括用于测温的前视红外 (FLIR)摄像头、智能传感器和 BLE 信标等。

软件应用程序——专用于特定应用程序的软件,可从网络分析系统中获取原始数据,并根据预设标准(例如场地密度或温度阈值)对其进行评估,并将问题区域通知管理者。

定位技术的挑战和解决方案

定位信息是许多健康和安全应用的关键一环,但由于 GPS 卫星的工作频率难以穿透建筑结构,室内 GPS 一直面临考验,尤其是针对穿行于建筑物或场馆中的访客。通常情况下,由于分布式天线系统 (DAS)和宏蜂窝基站也会支持紧急情况下的定位服务，室内 GPS 若无法在关键时刻提供精准定位,可能会存在安全风险。

针对此问题,Wi-Fi 定位技术就有了用武之地。使用信号三角测量 (signal triangulation)和 RF 指纹技术,定位技术可记录 X、Y、Z 坐标,并将其传递给定位引擎进行映射。通过一组强大的应用程序编程接口 (API),该信息可提供给专门从事室内及场所定位应用程序的生态系统合作伙伴使用。此外,许多公司不仅利用 Wi-Fi 接入点的内置 API 和网络功能实现了位置和 IoT 的集成，而且还定制了专用的仪表板,以管理 COVID-19 风险事件和触发事件,例如社交距离、人员容量阈值、接触者跟踪等。

Wi-Fi 辅助 DAS 部署,保障公共安全

除提供宽带连接之外，在场地中部署 Wi-Fi 的另一益处在于,在 Wi-Fi 区域部署分布式天线解决方案 (DAS)时,无需额外的 Wi-Fi 硬件,就能补足 GPS 的技术缺陷。当用户通过移动设备报警时，设备将扫描附近的 Wi-Fi 接入点和蓝牙信标,以确定其室内位置。如果这些 Wi-Fi 接入点已存储于国家或相关部门的应急数据库中，且该数据库包括街道地址、楼层等可调度地址信息,该接入点可直接将这些信息从呼叫中心发送给急救人员。而这些都是移动设备上拨打紧急号码时自动进行的，无需在现有 Wi-Fi 或蓝牙信标网络基础上重复铺设网络。

这些技术的使用意味着我们可以对基础设施进行编程,以查看其趋势并对潜在问题进行预测,从而使警报系统可主动监控场所和每位访客的传播风险。本质上，通过收集、分析数据,系统可进行实时风险评估。更进一步的话,系统可针对网络或场地环境建议具体的逻辑或物理更改并实施,以帮助维护公共安全。例如,Wi-Fi 定位分析系统不仅有助于判断是否存在人员拥挤情况，还可计算目标停留时间以判断暴露程度。此类数据可用于判断场地的某些区域是否对 COVID-19 传播构成更高的风险，或者新的人流配置能否更有效地将特定区域中的访客或员工隔开。

连接至关重要

无线技术和定位信息可以帮助我们更安全地重返体育、旅游、酒店、交通运输和商业场所,为公共卫生和安全带来改变,以上只是简单举例。当设备、距离和位置等相关数据恰当地被关联起来，且能够在融合的智能网络基础设施上实时传输、接收并共享时,关于提供健康和安全的服

务就有了更多可能性。网络连接已成为数十亿互联网用户的便利设施,通过提供连接和服务帮助人们回归正常生活。在过去十年中,网络系统提供商及其生态系统合作伙伴一直致力于完善用户体验和商业运营。疫情的当下,我们必须共同投身到公共健康和安

◇康普企业网络北亚区副总裁 陈岚

BOSTON HPS 8WI 有源低音炮电路原理分析及维修实例(二)

(紧接上期本版)

三、功放板

本音箱功放采用 D 类功放电路,工作于开关状态,具有 150W(RMS)输出功率。功放电路没有采用常见的 D 类功放集成电路,采用的是分立元件构成的电路,实测电路图如图 4 所示。

运放 IC1(B)与外围元件组成方波发生电路,产生 100kHz 频率的方波信号,输入到功放板的低音音频信号以及运放 IC1(B)产生的方波信号在运放 IC1(A)的负输入端混合,运放 IC1(A)的输出端输出调制后的开关方波信号给对称互补功放电路。

Q2、Q4、Q5、Q6、Q10 与 Q3、Q7、Q8、Q9、Q11 组成对称互补功放电路。与一般功放电路不同的是,功放管不是工作在 AB 类线性状态下,而是工作在 D 类开关状态下。Q2、Q4、Q5、Q6、Q10 输出开关方波的正半波,Q3、Q7、Q8、Q9、Q11 输出开关方波的负半波。功放管 Q10、Q11 输出的开关方波电压经 C18、L、C19 滤波后,输出音频电压给喇叭。

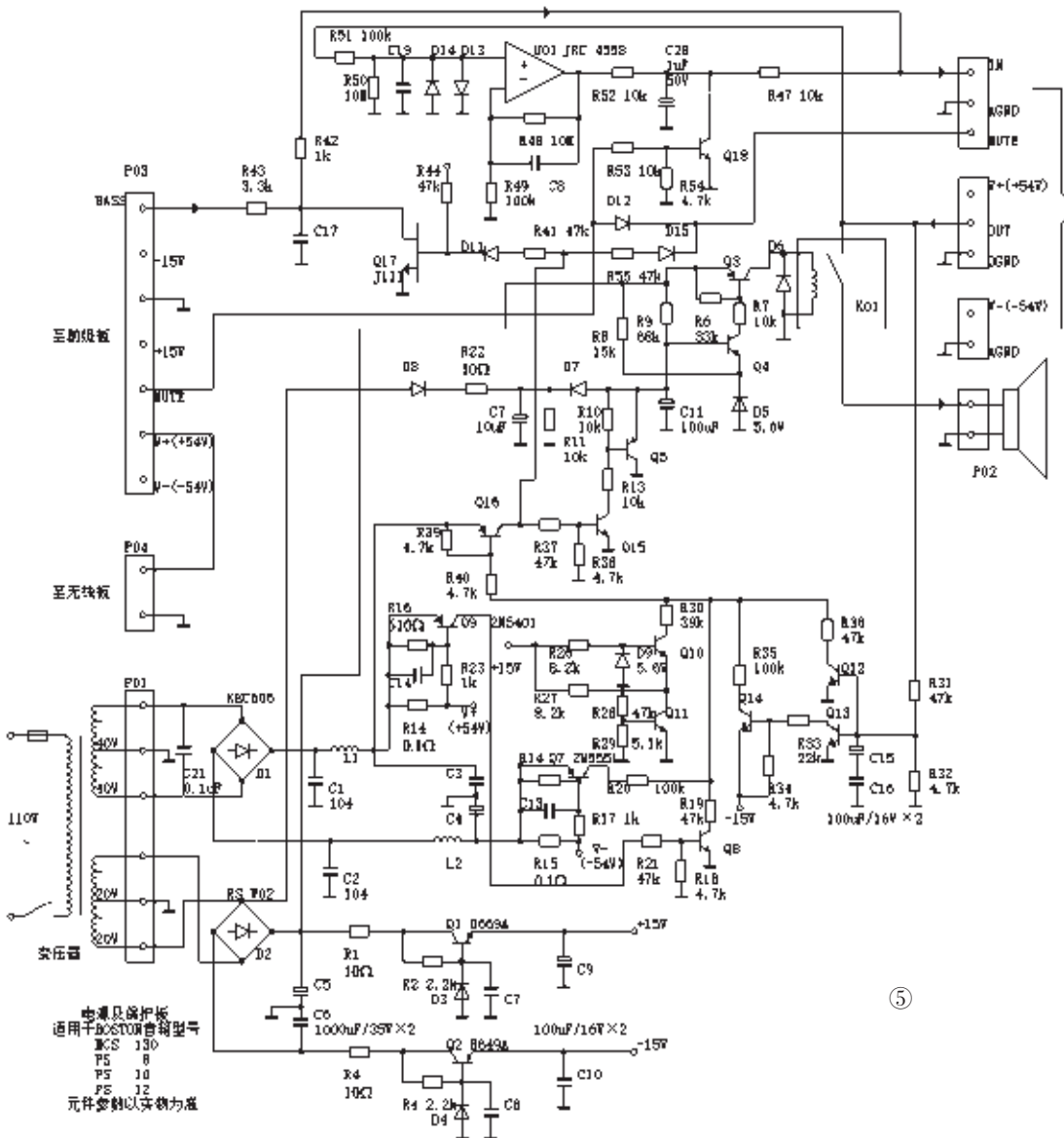
四、电源及保护板

适用于 BOSTON 音箱型号有:MCS130、PS8、PS10、PS12,实测电路图如图 5 所示。

电源:变压器的高压侧绕组为 110V,低压侧 2 个绕组为交流双 40V 和双 20V。双 40V 经 D1 整流、C3、C4 滤波后输出正负 54V 供应功放电路;双 20V 经 D2 整流、C5、C6 滤波后输出正负 28V。正负 28V 经 Q1、Q2 稳压后输出正负 15V 供应运放电路,正 28V 还供应喇叭保护继电器电路。

过流保护:供应功放的正负 54V 线路中串有 R14、R15 检测电阻。当功放电路过流时,R14、R15 电阻上的压降也变大,使得 Q9、Q7 的 BE 极之间电流也增大。当 Q9 的 BE 极之间电流大到使得 Q9 的 CE 极之间饱和导通时,Q9 的 C 极输出高电平,Q8 的 B 极变为高电平,使得 Q8 的 CE 极饱和导通,将 Q16 的 B 极下拉为低电平,又使得 Q16 的 CE 极饱和导通,Q16 的 C 极输出高电平。当 Q7 的 BE 极之间电流大到使得 Q7 的 CE 极之间饱和导通时,Q7 的 C 极输出负电压,将 Q16 的 B 极下拉为低电平,又使得 Q16 的 CE 极饱和导通,Q16 的 C 极输出高电平。

中点保护:功放输出的电压经 R31、C15、C16 滤波后加到 Q12、Q13 的 B 极。一般正常情况下,功放输出的中点电压为 0V。当功放异常,输出的中点电压为正电压时,高电平加到 Q12 的 B 极,使得 Q12 的 CE 极之间饱和导通,将 Q16 的 B 极下拉为低电平,又使得 Q16 的 CE 极饱和导通,Q16 的 C 极输出高电平。当功放异常,输出的中点电压为负电压时,负电压加到 Q13 的 B 极,使得 Q13 的 CE 极之间饱和导通,将 Q14 的 B 极下拉到地,又使得 Q14 的 CE 极饱和导



通,Q14 的 C 极变为为负电压,也将 Q16 的 B 极下拉为低电平,又使得 Q16 的 CE 极饱和导通,Q16 的 C 极输出高电平。

温度保护:在功放散热片上紧贴有三极管 Q11,正常温度下 Q11 的 CE 极截至,当温度过高时,热量使得 Q11 的 CE 极饱和压降变小,CE 极之间等效电阻变低。当 Q11 的 CE 极之间等效电阻小到使得 Q10 的 BE 极之间电压大于 0.6V,Q10 的 BE 极电流使得 Q10 的 CE 极饱和导通,也将 Q16 的 B 极下拉为低电平,又使得 Q16 的 CE 极饱和导通,Q16 的 C 极输出高电平。

继电器供电,使喇叭避开机时的冲击。而变压器低压绕组经 D08、R12 给 C12 充电后,C12 有 19V 电压。

工作时,C11 电压为 5.6V+0.6V,C12 电压比 C11 高,所以 C11 的电荷不会经 D07、R11 放掉,工作时继电器不会失电。断电关机时,由于 C12 容量很小,C12 的电荷立即放掉,C11 电压比 C12 高,C11 存的电荷就通过 D07、R11 放掉。C11 为低电平使得 Q4、Q3 的 CE 极立即截至,停止给喇叭保护继电器供电,使喇叭避关机时的冲击。

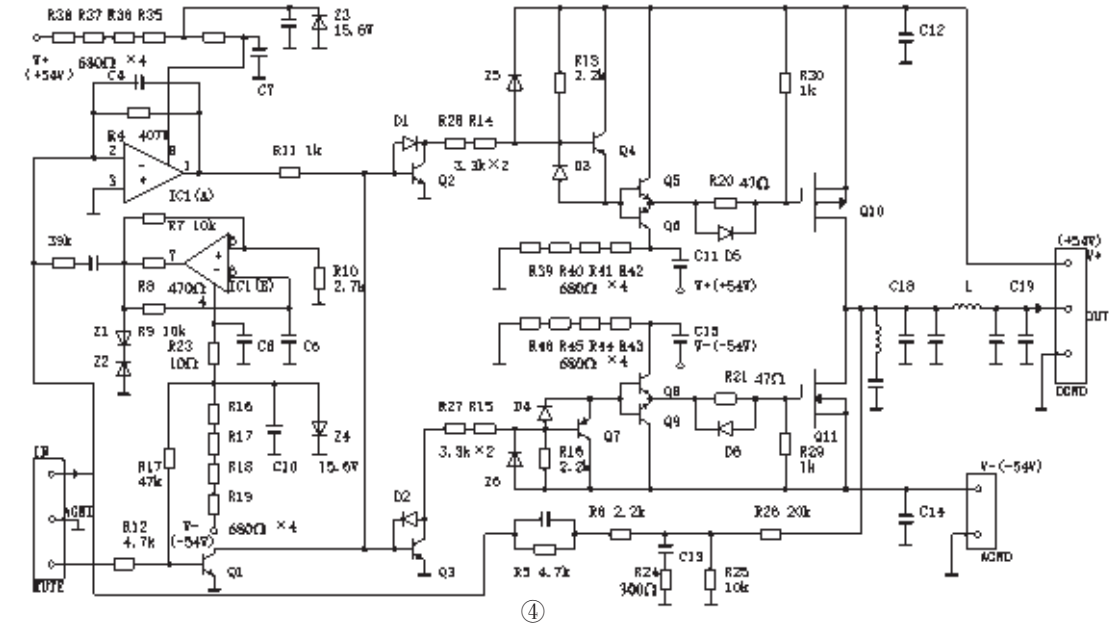
共用部分:过流保护、中点保护、温度保护,均是在保护动作时使得 Q16 的 C 极输出高电平。此高电平经过 D11 使得 Q17 的 DS 极导通,使得压限板、前级板过来输往功放板的低音信号下拉到地而静噪;经过 D15 使得功放板静噪输入端也为高电平,功放板也为静噪状态。此高电平也使得 Q15、Q5 的 CE 极饱和导通,C11 变为低电平使得 Q4、Q3 的 CE 极立即截至,停止给喇叭保护继电器供电,在上述保护动作时断开喇叭与功放电路的连接。

直流伺服:功放板的中点直流电压值经 R51 输入运放 U01,经过 U01 与外围元件组成的直流伺服电路放大后的,重新输入功放板低音信号输入端,由于功放板是纯直流电路,输入端是反向输入端,所以直流伺服电路起的是反向校正作用,稳定功放的中点电压接近 0V。

静噪控制:自动静噪电路在静噪状态时,过来的静噪信号加到 Q18 的 B 极,使得 Q18 的 CE 极饱和导通,将直流伺服电路的信号下拉到地,关闭直流伺服的工作;静噪信号还经过 D12 加到功放静噪输入端,使功放板也处于静噪状态。

(未完待续)

◇浙江 方位



数字电路实训 2:时序电路功能实验(一)

一、实验目的

1. 验证 RS 触发器、JK 触发器、D 触发器、通用计数器的逻辑功能。
2. 巩固对 RS 触发器、JK 触发器、D 触发器、通用计数器逻辑功能的理解、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、CD4027、CD40175、CD4029 各一块

三、认识集成块

1. CD4043

CD4043 是 CMOS 四 RS 触发器集成电路, 它的内部集成了四个完全相同的 RS 触发器电路。CD4043 的内部逻辑电路图和引脚功能图如图 1 所示。

2. CD4027

CD4027 是 CMOS 双 JK 触发器集成电路, 它的内部集成了两个完全相同的 JK 触发器电路。CD4027 功能齐全,J=K=1 时可作为 T 触发器使用,J=K=0 时又可作为 RS 触发器使用。其内部逻辑电路图和引脚功能图如图 2 所示。

3. CD40175

CD40175 是 CMOS 四 D 锁存触发器集成电路, 它的内部集成了四个完全相同的 D 锁存触发器电路。CD40175 具有锁存 D 输入端信息的功能, 其内部逻辑电路图和引脚功能图如图 3 所示。

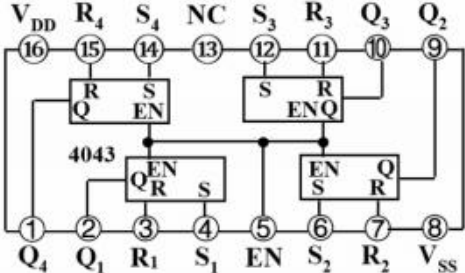


图 1 CD4043 内部逻辑和引脚功能

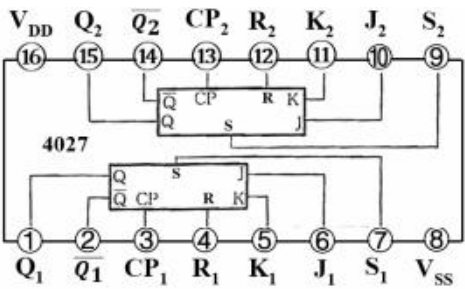


图 2 CD4027 内部逻辑和引脚功能

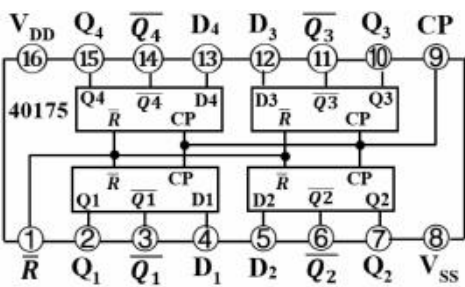


图 3 CD40175 内部逻辑和引脚功能

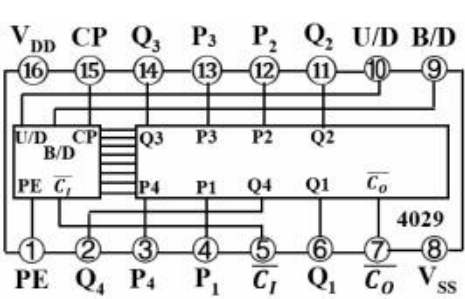


图 4 CD4029 内部逻辑和引脚功能

4. CD4029

CD4029 是 CMOS 通用计数器集成电路, 它的内部集成了一个可预置可加/减可二/十进制计数的计数器电路, 数块 CD4029 级联(低级的与高一级的相连)可构成任意进制计数器。其内部逻辑电路图和引脚功能图如图 4 所示。

四、实训操作

1. 验证 RS 触发器的逻辑功能

- 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 CD4043 集成块插入实验装置上的一个 16 脚集成块插座中, 然后按图 5 所示的实验电路进行线路连接。

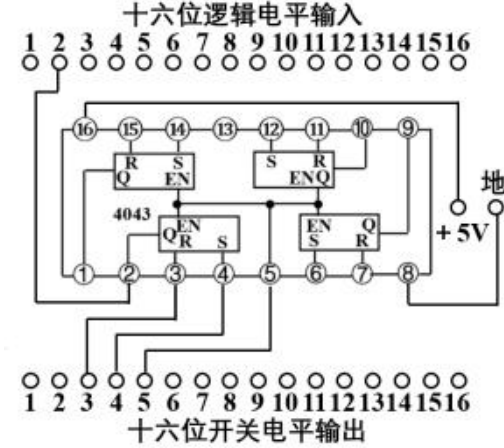


图 5 验证 RS 触发器逻辑功能实验电路

- ③对照图 5, 逐一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按表 1 的顺序把十六位开关电平输出中的第 3 位、第 4 位和第 5 位开关依次拨到相应位置, 同时分步观察十六位逻辑电平输入中的第 2 只发光管的亮灭情况, 把实验结果填入表 1 中。

表 1 验证 RS 触发器逻辑功能实验数据

R(3 脚)	S(4 脚)	EN(5 脚)	Q(2 脚)	功能
1	0	1		
×	1	1		
0	0	1		/
×	×	0	高阻	/

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 CD4043 集成块。

2. 验证 JK 触发器的逻辑功能

- 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 CD4027 集成块插入实验装置上的一个 16 脚集成块插座中, 然后按图 6 所示的实验电路进行线路连接。

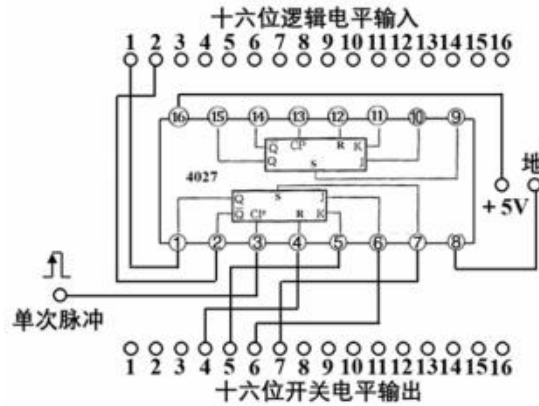


图 6 验证 JK 触发器逻辑功能实验电路

- ③对照图 6, 逐一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按表 2 的顺序把十六位开关电平输出中的第 4 位、第 5 位、第 6 位和第 7 位开关依次拨到相应位置, 并按一下单次脉冲冲按钮开关, 同时分步观察十六位逻辑电平输入中的第 1 只和第 2 只发光管的亮灭情况, 把实验结果填入表 2 中。

表 2 验证 JK 触发器逻辑功能实验数据

CP (3 脚)	R (4 脚)	K (5 脚)	J (6 脚)	S (7 脚)	Q (1 脚)	Q̄ (2 脚)	功能
↑	0	1	0	0			
↑	0	0	1	0			
↑	0	1	1	0			
↑	0	0	0	0			/
×	0	×	×	1			
×	1	×	×	0			

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 CD4027 集成块。

3. 验证 D 锁存触发器的逻辑功能

- 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 CD40175 集成块插入实验装置上的一个 16 脚集成块插座中, 然后按图 7 所示的实验电路进行线路连接。

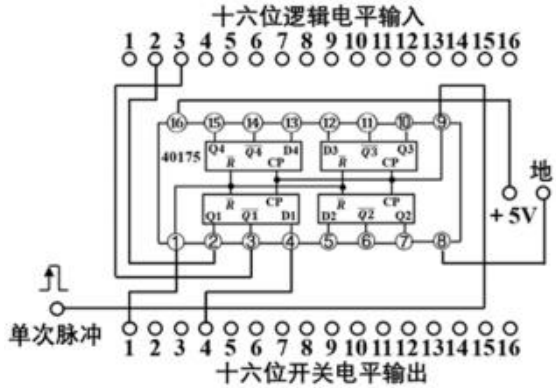


图 7 验证 D 锁存触发器逻辑功能实验电路

- ③对照图 7, 逐一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按表 3 的顺序把十六位开关电平输出中的第 1 位和第 4 位开关依次拨到相应位置, 并按一下单次脉冲冲按钮开关, 同时分步观察十六位逻辑电平输入中的第 2 只和第 3 只发光管的亮灭情况, 把实验结果填入表 3 中。

表 3 验证 D 锁存触发器逻辑功能实验数据

CP (9 脚)	R̄ (1 脚)	D (4 脚)	Q (2 脚)	Q̄ (3 脚)	功能
↑	1	0			
↑	1	1			
0	1	×			/
×	0	×			

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 CD40175 集成块。

(未完待续)

◇无锡 周金富

基于 ATtiny84A 的创意手表设计(二)

(接上期本版)

2. 时钟控制电路

本电路核心采用 ATtiny84A 单片机设计完成,其电路原理见图 4 所示。ATtiny84A 的低 I/O 数意味着段驱动引脚也用于每个数字的阴极引脚。这是通过让二极管与单片机输出端串联,使其中两个段的 OR-ing 电路来实现的。shcottky 二极管还可以将电压降到适合 LED 段的电压。

针对单片机电路设计来讲,硬件电路原理图相对简单些,而主要是程序设计。本例设计的程序设计思想如下:

(1)主-main.c

在正常操作过程中,手表会显示小时和分钟,并每两秒钟播放一次动画。如果未按下按钮,则手表将在两分钟后进入睡眠模式。在睡眠模式下按此按钮可再次激活手表。短按该按钮可激活分钟和秒显示。再次单击将显示以毫伏为单位的电池(VCC)电压。显示在 20 秒内返回到小时和分钟显示。主程序部分见如下代码。

```
static void init_mcu(void) {
//功率降低寄存器。关闭 USI 和 ADC
PRR=0b0011; // 禁用模拟比较器
sbi(ACSR, ACD);
// Start RTC
rtc_start();
led_str("v1.0");
//Enaqble LED 驱动器
led_drive_enable();
// Enable 中断
sei();
}
static void sleep_mcu(void) {
cli();
led_drive_disable();
DDRA = 0;
DDRB = 0;
PORTA = 0;
PORTB = 0;
#if 1
PCMSK0 |= _BV(PCINT0);
GIMSK |= _BV(PCIE0);
GIFR |= _BV(PCIF0);
GIFR |= _BV(PCIF0);
GIFR |= _BV(PCIF0);
GIFR |= _BV(PCIF0);
GIFR |= _BV(PCIF0);
GIFR |= _BV(PCIF0);
btn_pcint = 0;
#endif
sei();
while (btn_pcint == 0) {
```

```
set_sleep_mode(SLEEP_MODE_IDLE);
sleep_enable();
sleep_cpu();
}
#if 1
GIMSK &= ~(_BV(PCIE0));
#endif
led_drive_enable();
}
int main(void) {
init_mcu();
batt_adc_enable();
uint16_t tout, tout_anim;
uint8_t bs;
timeout_start(&tout);
uint8_t state = 0;
while(1) {
if (state == 0) {
// 小时和分钟
led_uint_h(rtc_hour);
led_uint_l(rtc_min);
//显示动画
if (timeout_check_s(&tout_anim, 2)) {
animation2(100);
timeout_start(&tout_anim);
}
}
// 分钟和秒
if (state == 1) {
led_uint_l(rtc_sec);
led_uint_h(rtc_min);
}
// voltage
if (state == 2) {
led_uint(batt_v());
}
}
//获取按钮状态
if (btn_timeout(&bs, &tout, 120)) {
batt_adc_disable();
animation1(100);
sleep_mcu();
animation1(30);
batt_adc_enable();
state = 0;
timeout_start(&tout);
}
//长按进入菜单
if (bs & BTN_LONG_PRESS) {
menu();
state = 0;
}
// 如果未按任何键,则进入状态 0
if (timeout_check_s(&tout, 30)) {
```

```
state = 0;
}
if (bs & BTN_SHORT_CLICK) {
state = (state+1)%3;
switch (state) {
case 0:
animation2(50);
timeout_start(&tout_anim);
break;
case 1:
led_str("SEC ");
break;
case 2:
led_str("BAAt ");
break;
}
delay_ms(200);
}
};
}
```

(2)菜单-menu.c

手表的用户界面通过单个按钮进行操作。通过使用菜单系统,可以设置时间和校准。在时间显示模式下,按住按钮 2 秒钟即可进入菜单。如果未按任何按钮,菜单将在 20 秒后退出。

主菜单中有五个选项。短按以循环浏览,长按(超过两秒钟)进入子菜单。

1)“ SEt”—设置时间。显示在选项名称“ SEt”和当前时间之间切换。

2)“ SEC”—显示菜单选项重置秒。显示在选项名称“ SEC”和当前分钟和秒之间切换。

3)“ CALI”—显示菜单选项 RTC 校准。

4)“ P”—当此选项激活时,PA3 上的 PPS 脉冲,此菜单项上的 timeout 禁用。

5)“结束”—退出菜单。

(3)选项:“ SEt”—设置时间

此选项用于设置小时和分钟。首先,通过短按按钮来查询分钟。然后长按以选择小时调整。也可以通过短按调整小时数。长按一下即可保存更改。在此设置期间,秒数设置为零。

(4)选项:“ SEC”—重置秒

此选项用于重置秒。这对于将手表同步到准确的时间源很有用。短按一下按钮,可将秒重置为零。如果按下按钮时秒数已超过 30,则分钟数也会增加。这有效地将时间舍入到最接近的分钟。长按按钮退出此设置。

(5)选项:“ CALI”—RTC 校准

可以将 RTC 校准设置为 0.1sec / day 的分辨率。首先通过短按按钮选择校准的符号。如果手表运行缓慢,请选择一个负号(-)。如果手表运行快,请选择正号(空白)。长按以选择校准的后三位数字,短按以进行更改。长按最后一位数字可将校准值保存到 EEPROM。

例子:

如果 RTC 在一天之内以 7.2 秒的速度运行,请将校准值设置为“ 072”。

如果 RTC 在一天之内以 2.8 秒的速度运行,请将校准值设置为“ -028”。

(6)选项:“ P”—PPS 脉冲

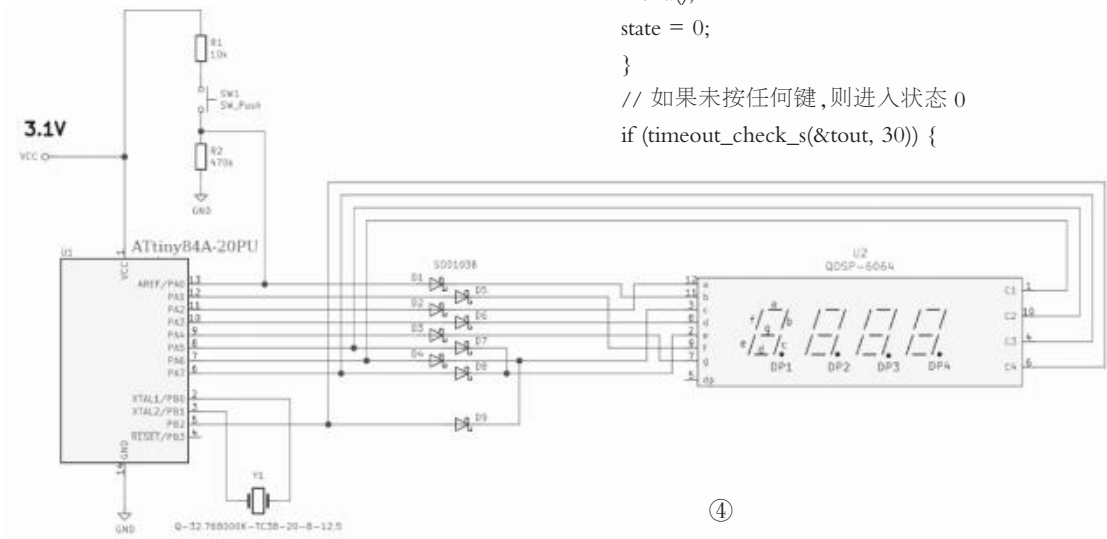
当此主菜单选项处于活动/显示状态时,PA3 端口上可以使用 PPS 脉冲。在此菜单项上禁用了超时。

(7)选项:“结束”—退出

长按此主菜单选项可退出菜单。

(未完待续)

◇宜宾职业技术学院 朱兴文



换一种思维看汽车发动机——比亚迪 DM-i 混动技术详解(二)

(接上期本版)



2020 年 6 月,比亚迪发布了双模(DM)技术双平台战略,即 DM-p 平台和 DM-i 平台。DM-p 平台的 p 即 powerful,是指动力强劲、极速,满足“追求更好驾驶乐趣”的用户。DM-i 的 i 即 intelligent,指智慧、节能、高效,满足“追求极致的行车能耗”的用户。

DM-p 是对 DM3 代强劲动力的延续,而本文的主角 DM-i 则是对 DM1 代的传承。从 2008 年的 DM1 代到 2021 年,比亚迪用 2000 名工程师创造出颠覆世界的超级混动。DM-i,不仅是节能、高效,同时,i 也是对 1 的致敬,DM-i 通过对 DM1 的重新打磨,获得几百项新能源方面的专利技术,也可以看作目前量产车无论是混动还是纯燃油车中颠覆性的设计。



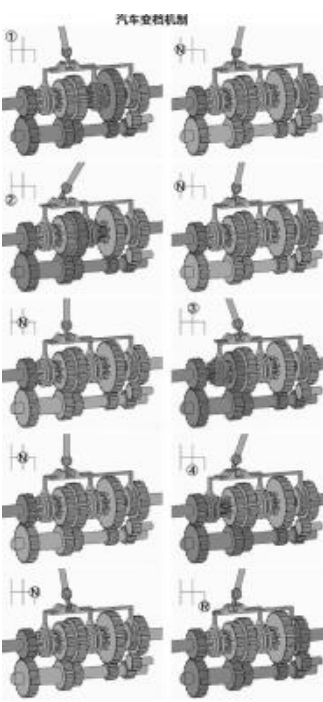
说到油耗,再次回到纯内燃机,从一百多年前被发明以来,原理层面一直没有什么变化。其基本原理大家应该都懂:简单说,就是吸气、喷油,然后在缸内点燃油气混合物,推动活塞做功,之后排气、吸气,周而复始。

为什么现在尤其是国内车企推出新的发动机时都爱提到一个词汇——热效率,首先说我们无法让发动机的转数和车速实现同步。发动机转的慢点,车速就慢点,转得快一点车速就快一点——这是无法实现的,因为发动机转的太慢,根本就带不动车辆!

为了解决这个问题,汽车工程师不得不通过齿轮来放大发动机的扭矩,简单说就是发动机这边是小齿轮,车轮那边是个大齿轮,这边倒腾好几圈,车轮才动一下。其实就是很简单的杠杆原理。

然而,发动机的转数越高,喷油次数越多,自然而然地也就越费油。而且发动机转数也不能无限增加,仪表盘上基本上大于 6000 转就进入红线区了。可是搭配那样的小齿轮来驱动车辆,哪怕发动机最高转数,车速也不过 40Km 而已,也就是说汽车开不快。

于是工程师又加了几组齿轮,这就是变速箱的档位,实质就是改变齿比来提升速度。起步的时候发动机动力输出轴

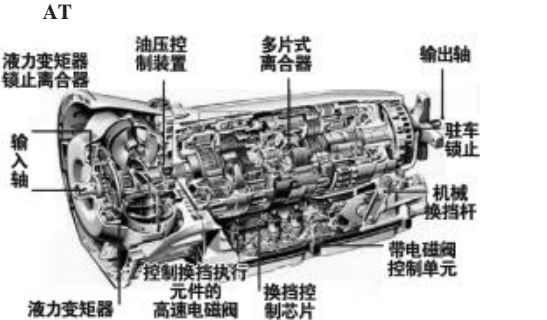


这边用小齿轮,车轮那边连接的是大齿轮,而到了高速,有了惯性,不需要那么大的“劲儿”了,输出轴这边的齿轮大一点,车轮那边齿轮小一点,原来是这边转 30 圈车轮转一圈,现在这边转 5 圈车轮转一圈,车速就起来了。

这也是目前为止,为什么除了纯电汽车,几乎所有的混动汽车和纯燃油汽车都离不开传统的三大件——发动机、变速箱、底盘中的变速箱。

刚开始是手动挡变速箱(MT),后来发明了自动变速箱,即 AT(手自一体变速箱)、CVT

(无级变速箱)和 DCT(双离合变速箱),先比较这几款变速箱的特点和优缺点。



AT 变速器算的上是自动变速器的始祖了,主要是由液力变矩器、行星齿轮机构、液压控制系统来构成的,结构相对复杂,而且体积比较大。

优点
蠕动起步,因为有液力变矩器这个液力缓冲调速装置,所以 AT 可以轻松做到柔顺起步,跟着平顺爬行。同时因为有液力缓冲器的作用,所以车辆熄火的时候可以直接让变速箱挂在 1 档而非空挡,保持 1 档制动离合器油压,启停系统再次工作的时候,车子可以马上冲出去,同时也有较好的爬坡能力,起步动力强。在坡道起步中,车子即使溜坡也因有阻尼的存在缓慢倒退,踩下油门缓慢转变车态再朝前。

挡位结合的舒适度较好,升档速度上的过程中确实某些工况不如 DCT,但在大油门降档的过程中,挡位结合上也要比 DCT 舒适,缓冲过程更舒适。从结构上来讲,AT 对于扭矩误差的容忍度更高,所以换挡的感觉比较一致,性格上比较稳定。

还有动力传递的“直接感”上,差于 DCT,DCT 会尽可能的锁止离合器防止升温,而用 AT 的车辆在追求舒适性上,可以做到更极致,液力变矩器可以长时间滑磨,动力响应的直接感在山区开车和赛道开车轻点油门的时候尤其明显。

因为 AT 不存在拨叉,所以低速行驶车辆,车子也不会发出机械碰撞的咔哒声。

相对 CVT 来说,AT 自带“换挡感”,AT、DCT 往往都比 CVT 响应上要快,AT 和 DCT 有些时候都会在中间档短暂停留来及时响应驾驶员,然后再准备降到目标档位。

8AT、9AT 变速箱主要匹配的是 2.0T 发动机,而扭矩更小的 1.5T、1.5L 发动机根本不需要这么多档位,档位太多反而会降低耐用性,所以 6AT 变速箱就足够了。



无级变速器又叫无段变速,和普通自动变速器的最大区别,是它省去了复杂而又笨重的齿轮组合变速传动,变速机构的核心组件是两组带轮,通过改变驱动轮与从动轮金属带的接触半径进行变速。无级变速器的传动效率高且稳定,变速范围可达 5~6,传动效率可高达 95%,而采用液力变矩器的自动变速器传动效率只有 87%左右,因为无级变速只需要 1 组两个带轮及金属带(链)便可改变传动比,而不象 4 档或 5 档的变速器需要有 4~5 组齿轮。

当前常用的无极变速器的传动构件主要由轮带驱动,它



有两种形式,分别是金属带 V 轮式和金属链带 V 轮式,金属带 V 轮式采用一根非常坚韧的金属带与一对可作轴向移动,宽度可调的 V 型带轮配合 6 金属带紧压在 V 型带轮上,通过改变带轮槽的宽度来改变金属带与带轮接触的直径,从而改变传动比。

CVT 的优缺点更为明显,一直是很多汽车爱好者讨论点之一。

优点
1. 变速平顺无顿挫。由于 CVT 变速箱速比连续可变,再也没有了顿挫的烦恼。

2. 省油车必备的选择。发动机可保持在经济转速区间,由于 CVT 变速箱速比连续可变且可和车速联动,因此发动机转速区间不再受车速变化的限制。这一点是 CVT 变速箱与 AT 或 DCT 等齿轮传动变速箱的最大区别。

3. 更好的爬坡性能。CVT 变速箱在爬坡过程中不会出现其他类型变速箱由于换挡出现的动力中断问题,整个爬坡过程中发动机都能够很好的输出动力。

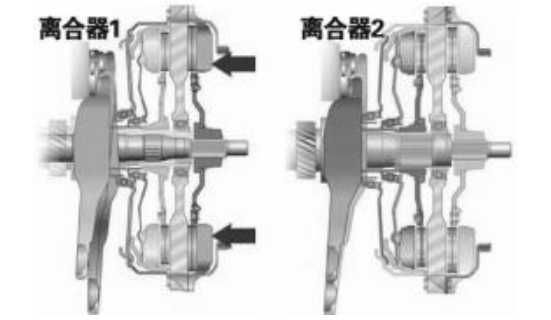
缺点
1. 需要限制在一定重量的车辆中使用。由于 CVT 变速箱采用的是钢带摩擦传动,因此对动力输出必须进行限制;否则可能超出静摩擦力而出现相对摩擦,从而磨损钢带。

2. 需要限制发动机的输出功率和扭矩。同样由于上述原因,过大的发动机输出功率或扭矩会损坏钢带。这两大缺点也是相比于 AT 或 DCT 等齿轮传动变速箱的最大弱点。

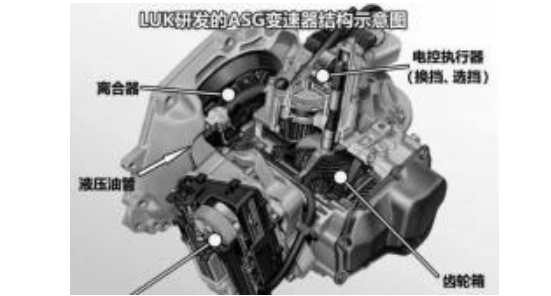
由于如上提到的优点和缺点,注定 CVT 变速箱和目前德系车型推行注重动力的涡轮增压车型不和,但却与注重舒适和节油的日系车型理念配合的更好,这也是 CVT 变速箱德系遇冷日系渐热的主要原因。



即双离合变速器(Double-Clutch Transmission),是以德国大众为代表的欧洲车系主推的自动变速器。在大众车系中称为直接换挡自动变速器(Double-Clutch Gearbox,简称DSG)。



DTC 算是四大变速器里面难度技术最高的,可以看作两台变速器合二为一,并在单一的系统下运作。DSG 内含两台自动控制的离合器,由电子控制和液压推动同时控制两台离合器运行。工作时,一组齿轮啮合;当接近换挡时,下一档位的齿轮已被预选,但离合器仍处于分离状态。换挡时,一台离合器将使用中的齿轮分离,同时另一台离合器啮合已被预选的齿轮,整个换挡期间确保最少有一组齿轮在输出动力,因此动力不会出现间断的状况。



(未完待续)

◇四川 李运西

WalkMan 的回忆(一)

说到听随身听音乐,笔者一直念念不忘学生时代的“随身听”磁带机,相信有不少音乐爱好者的脑海里也是满满的“记忆杀”。笔者当时用的 SONY Walk-ManFX615 虽说只是印度尼西亚的代工生产,不过售价也将近 1000 元了,在当时好多同学还用的是几十、百元左右的其他品牌,纷纷投来羡慕的眼光。



当然说到磁带机,首先要感谢飞利浦。1963 年,飞利浦在柏林电子展上推出了第一盘磁带,同年还推出了第一款小型盒式录音机,对当时只能放在家里的黑胶唱片来说,无疑开启了“随身听”的新时代。



一年后,这款由荷兰工程师奥滕斯(Lou Ottens)发明的“卡式录音带”被注册为商标。在与索尼公司达成协议后,奥滕斯的设计最终成为了全球磁带的行业标准。从那之后,磁带已经卖出了超过 1 亿盘。



1979 年,世界第一台磁带随身听在索尼公司诞生,其型号为 TPS--L2。在随后的 40 年里,索尼推出了很多经典的 Walkman 型号(以下简称 WK),而且都深受音乐爱好者的喜爱。在电影《银河护卫队》系列中,主角星爵最爱的磁带随身听就是“TPS-L2”,也算是作为索尼粉丝的导演向经典致敬。

虽然随身听后来被苹果公司的 iPod 数字音乐播放器赶下神坛,但是对于全球的音乐爱好者来说,WK 依然是“伟大的产品”,甚至现在还有一些玩家偶尔仍在使用 WK 听音乐。

作为一个忠实的磁带粉,笔者列出了部分索尼 Walkman 的经典机型和产品特点,送给大家欣赏。

WM-2(1981 年)

索尼于 1981 年推出的 WM-2,这款 Walkman 采用了轻量化设计,重量只有约 280g,成为当时世界上最小巧和轻薄的磁带随身听之一。



WM-R2(1982 年)

针对消费者对于“录制音乐并聆听”需求的不断增长,索尼于 1982 年推出了这款 WM-R2。在保持小巧便携的基础上加入了可以实现高性能录音的内置立体声麦克风。同时改良了马达、机芯等各

部件并降低了底噪,以纯净而具有现场感的立体声录音功能拓展了人们享受音乐的方式。



WM-F5(1983 年)



这款 WM-F5 于 1983 年正式推出,一上市就受到了全球消费者的追捧,在当年也算是一款现象级磁带随身听产品了。

WM-30(1984 年)

WM-30 发布于 1984 年,是在 WM-20 基础上改进了电池仓盖并优化了前面板设计。相对于 1 年前发布的首款伸缩机 WM-20,机器做了一些设计上的改善。其中最明显的就是内部电池舱盖,不像 20 那样复杂容易损坏。无疑 WM-20、30 是 sony 的一个创造,将机器做的和一个完整磁带盒等高,短短的几年时间已经将随身听从 380g 笨拙 L2 往前推了整整一大步。其首次使用了超博电机和相应的机芯,为后续随身听的超博超小化开辟了道路,84 年推出的 F15 就是使用了和 20 相同的机芯(PS:当时 Walkman 机芯结构有 3 个方向,DD 轴传动、WA 靠轮结构、Wm-20 这样的双铜飞简化结构)。

当然受制于当时材料加工工艺的限制,使用的铝合金材料偏软,导致 20、30、40 这一系列的机器都不坚固,稍有不慎就会导致机器凹陷或者瘪角。电路方面 WM-30 类似于早期的 L2,属于老砖音质,已搭载 DOLBY NR;1.5V 机器,推力要强于后期机型。

WM-GX202(1986 年)



1986 年,支持录音功能的磁带随身听 WM-GX202 上市。同年,Walkman 的全球累计销量突破 2000 万台;与此同时,“Walkman”一词被正式载入牛津英语词典。

WM-102(1988 年)



1988 年,索尼推出深受音乐爱好者和发烧友喜爱的高端磁带随身听——WM-102。作为 WM-101 的改进型,WM-102 不仅体积小巧,还拥有高端 Walkman 机型所具有的所有功能,例如杜比 B NR,超薄金属机身、自动反向播放功能等。像 WM-51 一样,暗盒门也可以锁紧。

此外,WM-102 还配有一对优质的人耳式耳机和一个紧密贴合的外壳,以保护耳机。

WM-703C(1989 年)

1989 年,索尼发布 WM-703C,是旗舰机型 701C 的升级版。WM-703C 集合了索尼当时最先进的技术于一身,升级了口香糖电池充电器,10 分钟充电可播放 1.5 小时,30 分钟充满可播放与 WM-701C 完全相同的时间。

该机机身尺寸小巧,采用了先进的电子系统以及触摸式按键;还配备了非晶磁头、杜比 C 降噪和全新的 Megabass 系统。出色的工业设计即使放在今天也是一流品质,也为之后 90 年代的随身听产品设计树立了新的榜样。

WM-SXF30(1991 年)

1991 年,索尼推出适合户外运动使用的磁带随身听——WM-SXF30。这款产品的外观主打年轻时时尚风,支持 FM/AM 调频,另外还支持自动反向播放功能,拥有很好的便携和易用性。

WM-EQ2(1996 年)

1996 年,一款看上去像是专为女性消费者设计的磁带随身听 WM-EQ2 发布,虽说性能非常低级,但外观设计非常可爱吸引人,半透明外壳,可爱的“豌豆”形机身,5 种时尚靓丽的颜色可选,再一次俘获了众多年轻消费者的心。

顺带说一下,该型号销售途径不是电器商场或者音响店,而是以时尚家居为主的杂货商店,设计师也是首次请女设计师设计的。

WM-WE01(1999 年)

1999 年推出的 WM-WE01 对索尼来说有着重要的历史意义,因为这是一款为了致敬索尼第一款随身听 TPS--L2 而精心设计的 20 周年纪念版机型。它是由耳机、遥控器、机身 3 个独立部分组成的 Walkman,配色也采用了与 20 年前第一款机型 TPS-L2 相同的颜色。
(未完待续)

