

电阻电位器商情

二〇二〇年第六期

总第二〇五期

编 辑

《电阻电位器商情》编辑部

出版发行

全国电阻电位器商情网

信 函 通 讯 处

北京八五〇二信箱

快 递 地 址

酒仙桥东路1号M2楼二层

邮政编码

100015

开户银行

中国工商银行

北京八角支行

帐 号

0200013409014406379

收款单位:

中国电子元件行业协会

电 话

010—84356559 010—64364525

传 真

010—84564361

010—84356559

网 址

Resistor.ic-ceca.org.cn

邮 箱

manq1988@126.com

QQ:852233493

印刷单位

北京永鑫印刷有限责任公司

印数:2000

2020年12月出版

主要目录

综合信息

走更高水平的自力更生之路

..... 摘自人民日报(5)

正式签署! 全球最大自贸协定达成

..... (6)

八届二次会员大会专题

新形势下的企业应对

... 北京七一八友晟电子有限公司总经理 姜海洋(7)

国产化元器件宇航应用的可靠性现状

..... 中国空间技术研究院宇航物资保障事业部

王智彬(15)

广东升威电子制品有限公司疫情应对经验分享

..... 广东升威电子董事长 洪金铤(18)

负重之下,迎难而上

——记抗疫之下的百亨人

..... 深圳百亨电子有限公司总经理 曾志雄(21)

中国电子元件行业协会电阻电位器分会

八届二次会员大会会议纪要

..... (24)

会员风采

“隐形冠军”三环:有了创新“金刚钻”,
才能揽“瓷器活”

..... 摘自科技日报(26)

好电阻 中国造 开步电子积极投身
新基建

..... 深圳市开步电子有限公司

李斐盈(27)

我公司与航天万源签署战略合作协议

..... 摘自北京七一八友晟电子有限公司友晟报(29)

企业管理

一名合格的营销人员,应如何更好的走访市场?

..... 刘伯承(31)

论文选登

射频电阻的等效并联电容测试方法探讨

..... 陈 雷 王元宇 许春宁(34)

本刊编委、编辑部组成

本刊编委:

姜海洋(北京七一八友晟电子公司总经理、协会理事长)

辛 钰(北京七一八友晟电子公司办公室主任、协会秘书长)

叶德斌(四川永星电子公司董事长兼总经理、协会副理事长)

杨志明(上海克拉电子公司董事长、协会副理事长)

许筱钧(常州山达电子公司董事长)

本刊编辑部:

主编:李国庆

编辑:唐华、王一民、辛钰(兼)

走更高水平的自力更生之路

——摘自人民日报(2020年10月16日)《续写更多“春天的故事”》



潮州是世界最大陶瓷生产出口基地。10月12日下午,习近平总书记在这里考察了一家因瓷而兴的电子元件生产企业——潮州三环(集团)股份有限公司。

公司展厅里,多层陶瓷片式电容器、IC封装劈刀、光纤连接器插芯、智能手机与可穿戴设备用陶瓷件等公司特色产品,展现着这家国家高新技术企业长期以来自主创新的成果。

“这些产品都是自主研发的吗?市场占有率怎么样?”习近平总书记拿起一块陶瓷基板边看边问。

企业负责人告诉总书记,公司成立50年来专注做一件事,就是坚持自主创新和推动产业转型升级。目前90%以上的设备是自主研发,光通信连接器用陶瓷插芯占全球市场用量75%以上,电阻器用陶瓷基体等多项主导产品市场占有率位居全球第一。

测试分析室里,科研人员们正在对材料进行纳米级的微观分析。听说他们中有5名博士,其中2位还是“海归”,总书记十分高兴。

“企业现在有多少工程师?”总书记问。

“600多个,我们每年都在国内外招聘200多名学生进行培养。企业发展,关键是人才。”企业负责人回答。

在生产车间,习近平总书记详细了解企业复工复产情况。

“上半年实现利润5亿多元。”企业负责人介绍说,“有高技术就有高质量,高质量带动高效益,我们净利润在35%以上。”

看着墙上“发展是第一要务、人才是第一资源、创新是第一动力”的标语,习近平总书记点点头:“你们对这几句话理解得很透。”

看到总书记来了,企业员工们纷纷围拢过来。

“你们企业办得不错,在创新方面给我留下了深刻印象。”习近平总书记停下脚步,“自主创新是我当前最重视的,也是党中央最重视的事情。企业要发展,产业要升级,经济要高质量发展,都要靠自主创新。现在我们正经历百年未有之大变局,难免遇到竞争和种种挑战压力,这种情况下我们更要走更高水平的自力更生之路。”

人群中爆发出一阵热烈的掌声。

“历史总是螺旋式地上升。过去我们的开放是‘跟跑’,现在我们的开放是要‘领跑’,这是更高水平的开放。”总书记接着说,“我们提出加快形成以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局,希望大家深刻领会党中央的战略意图,在大的战略格局中找准选好自己的定位,为国家富强和社会主义现代化建设作出各自的贡献。”

正式签署！全球最大自贸协定达成

来源：人民日报客户端(记者刘刚)、央视新闻

第四次区域全面经济伙伴关系协定领导人会议 11 月 15 日举行，东盟十国以及中国、日本、韩国、澳大利亚、新西兰 15 个国家，正式签署区域全面经济伙伴关系协定(RCEP)，标志着全球规模最大的自由贸易协定正式达成。签

署 RCEP，是地区国家以实际行动维护多边贸易体制、建设开放型世界经济的重要一步，对深化区域经济一体化、稳定全球经济具有标志性意义。



协定谈判长达 8 年

协定由东盟 10 国发起，邀请中国、日本、韩国、澳大利亚、新西兰、印度 6 个对话伙伴国参加，旨在通过削减关税及非关税壁垒，建立一个 16 国统一市场的自由贸易协定。

谈判于 2012 年 11 月正式启动，涉及中小企业、投资、经济技术合作、货物和服务贸易等 10 多个领域。2019 年 11 月 4 日，第三次《区域全面经济伙伴关系协定》领导人会议发表联合声明，宣布 15 个成员国结束全部文本谈判及实质上所有市场准入谈判，将启动法律文本审核工作，印度因“有重要问题尚未得到解决”而暂

时没有加入协定。

规模全球最大

截至 2018 年的统计数据，协定 15 个成员国将涵盖全球约 23 亿人口，占全球人口的 30%；GDP 总和超过 25 万亿美元，所包括的区域将成为世界最大的自由贸易区。

纳入多种新贸易形式

协定紧跟全球贸易发展趋势，纳入了很多全新的贸易形式，电子商务就是其中之一。除了电子商务，协定还包括知识产权、竞争政策、政府采购、中小企业等内容，超过世贸组织规定的范畴。

新形势下的企业应对

北京七一八友晟电子有限公司总经理 姜海洋

当前面临的新形势

1. 新冠肺炎疫情在全球范围内泛滥,在世界范围内尚未被有效控制。

在经济活动高度全球化的今天,2020年突发的疫情对全球经济运行造成较大冲击。如何防范国际疫情蔓延扩大给我国疫情防控和经济发展带来新的冲击,已成为我国各行各业的一道必答题。

2. 不断升级的中美贸易争端

自2018年起爆发的中美贸易争端,是中美经济关系中的重要问题。贸易争端主要发生在两个方面:一是中国比较具有优势的出口领域;二是中国没有优势的进口和技术知识领域。前者基本上是竞争性的,而后者是市场不完全起作用的,它们对两国经济福利和长期发展的影响是不同的。

2019年9月11日,国务院关税税则委员会公布第一批对美加征关税商品第一次排除清单。10月,美商务部称将自10月31日起对中国3000亿美元加征关税清单产品启动排除程序。12月13日,中美第一阶段经贸协议文本达成一致,美方将履行分阶段取消对华产品加征关税的相关承诺,加征关税将由升到降。12月19日,国务院关税税则委员会公布第一批对美加征关税商品第二次排除清单。

3. 以美国为首的西方世界与中国的对抗

- 美国将中国企业或机构列入“美国实体清单”,尤其是与半导体芯片等相关的物项,如华为、中兴、海康威视等;

- 美国滥用国家安全定义,针对出海中国企业,企图封杀如微信、TikTok等中国app;

- “五眼联盟”(美、英、加、澳、新),联合绞杀中国顶级通信企业,拆除更换中国通讯设备;

- 对中国的“一带一路”倡议、亚投行等指手画脚,指责中国。借新疆、西藏、香港、台湾、南海等中国议题,制裁中国相关企业和个人;

- 污名化中国,散播“武汉病毒”、“中国病毒”等言论,企图转移美国国内矛盾,减轻自身抗疫不力的指责。

以上事件和信号,都警示着我们正在面临着会对我们的企业产生极其深远影响的“新形势”,我们无法逃避,只能迎难而上。在这样的“新形势”下,企业只能通过不断创新,提高企业综合实力,提高市场竞争力,让企业立于不败之地。

新形势下的企业发展方向一创新

近几年,七一八友晟从产品技术方面、组织架构方面、信息化建设等方面做了一些工作,也取得了一些成绩,下面汇报一下。

一、产品技术创新

产品是企业的生命,指标优良、人无我有、人有我精、永远满足客户需求的高质量产品,是

企业永续发展的最可靠保障。友晟近几年在产品技术创新方面有代表性的产品(系列)有如下8类。

1.超小型片式电阻器

序号	型号	尺寸 (mm)
1	2512	6.3×3.2
2	2010	5.0×2.5
3	1210	3.2×2.5
4	1206	3.2×1.6
5	0805	2.0×1.2
6	0603	1.6×0.8
7	0402	1.0×0.5
8	0201	0.6×0.3
9	01005	0.4×0.2
10	0075	0.3×0.15

2.精密合金箔电阻器

※ 精密合金箔电阻器：

- ◆ 片式化，部分密封
- ◆ 更高精度 $\pm 0.001\%$
- ◆ 更小温度系数 $\pm 0.02\text{ppm}/^\circ\text{C}$
- ◆ 更高稳定性 5ppm/年
- ◆ 更高质量等级 T 字轨迹
- ◆ 新一代美国VISHAY 公用VSM、VSMF系列

3.全密封片式合金箔固定电阻器

※ 全密封片式合金箔固定电阻器

通过陶瓷外壳封装、合金箔电阻材料：

- ◆ TCR： $\pm 1\text{ppm}/^\circ\text{C}$
- ◆ 阻值精度： $\pm 0.01\%$
- ◆ 双85试验： $R_s \pm 0.02\%$ ；
- ◆ 寿命试验： $R_s \pm 0.05\%$ ；
- ◆ 低温工作： $R_s \pm 0.02\%$ ；
- ◆ 高温暴露： $R_s \pm 0.02\%$ ；
- ◆ 温度冲击： $R_s \pm 0.02\%$ ；
- ◆ 阻值年稳定性 $\leq 10\text{ppm}/\text{年}$

4.亚密封型片式薄膜电阻器

通过特殊工艺，可满足

- ◆ 双85试验： $R_s \pm 0.1\%$
- ◆ 寿命试验： $R_s \pm 0.25\%$
- ◆ 低温工作： $R_s \pm 0.1\%$
- ◆ 高温暴露： $R_s \pm 0.1\%$
- ◆ 温度冲击： $R_s \pm 0.1\%$

5.宇航级产品

序号	型号	质量等级
1	RMK系列	失效率等级R级 宇航级
2	RJK系列	失效率等级S级 宇航级

6.各类型片式超低阻电阻器

A类 B类 C类 D类

通过电子束焊接、镀厚铜工艺、层压工艺应用，产品可满足：

- ◆ 更低阻值：0.1mΩ
- ◆ 高精度： $\pm 0.5\%$
- ◆ 低温漂： $\pm 20\text{ppm}/^\circ\text{C}$

各类型超低阻电阻器实物图

7.合金型新型电阻器

合金电阻式分压器 合金丝电阻器

通过钎焊使电极与电阻体连接

- ◆ 最大额定电流：500A
- ◆ 额定电压：50mV
- ◆ 准确度等级：0.25级

通过电阻焊引出引脚与电阻体连接

- ◆ 阻值：5mΩ~100mΩ
- ◆ 精度： $\pm 1\%$

8.合成型陶瓷电阻器

碳陶瓷电阻器 碳电阻器 氧化膜电阻器

通过球磨、造粒、成型、烧结等工艺，产品可满足

- ◆ 耐超高压：20KV
- ◆ 高能量密度：375J/cm³
- ◆ 抗浪涌：1万次的浪涌试验

(编者注:为了最大限度保留作者原意,产品技术创新方面内容直接截图作者发言 PPT 内容。)

二、管理创新

在管理方面,友晟公司也没有停止创新的探索。我们在科研平台建设、产品专业化拓展、实验分析平台建设和基础管理提升几方面均有着举措和尝试,目前来看,效果还是不错的。

1. 科研平台建设

去年,我们与天津大学天津纳米颗粒与纳米系统国际研究中心接触后,经过双方不断深入交流,最终达成了合作意向,成立了“天津大学·七一八友晟电阻器联合实验室”。



借助天大优秀的平台,友晟派驻员工参与实验室工作,一定会快速提升员工的科研水平。本来合作应当从今年年初就开始的,但是受到新冠肺炎疫情的影响,整整推迟了大半年,形势稳定允许了,才开始正式启动。

2. 产品专业化拓展

一直以来,友晟的技术部门都在研发新产品,公司独立自主研发的新品不在少数,有些新品生产工艺已经非常成熟。虽然我们采取了很多激励措施、绩效考核方法来促进新产品的推广和订货,但是新品、老品订货额相差依然非常大。对于会成为公司未来收入、利润增长点的新品的市场推广工作,总是不尽如人意。去年年底,我们下定决心,将新品、老品彻底分开,设置专门的部门来推广新品市场!

我们新成立了市场二部,负责新品的市场推广、维护,今年1月1日正式运营。这个部门

成立时加上部门经理只有4个人(均来自于原市场部员工),虽然疫情影响了半年无法跑市场,但是到现在,二部的订货已经比成立时翻了一番还要多了。原来的市场部更名为市场一部,负责成熟产品的市场推广、维护。另外成品库房、内勤归市场一部管理,市场二部共用资源。

为了配合市场部门的调整,我们同时对技术部门做了相应调整,来避免技术部门“厚此薄彼”、配合新品市场推广力度不够这些可能出现的问题。成立了科研二所,与市场二部相对应,负责市场二部销售的产品的研发和工艺支持。原科研所更名为科研一所,与市场一部相对应,负责市场一部销售的产品的研发和工艺支持。同时,为了促进一所、二所的合作和进步,将项目管理、情报标准化(含专利)管理两块儿工作划归科研一所,二所共用资源;将以材料为核心的基础研究职能划归了科研二所,一所共用资源。

调整至今,2020年前三季度的财务数据说明调整工作还是比较成功和正确的。



从数据可以看到,从订货金额看,市场一部、市场二部业绩均同比提升。公司总的订货金额同比提升了70%,其中市场二部负责的新品订货金额同比增涨114%!而且百万级大客户的占比也提升了,说明在重要客户做深方面有提高。

3. 实验分析平台建设

在产品鉴定试验方面,过去,我们主要是跟我们一家兄弟单位——七一八友益合作,难免

会受到兄弟单位资质、时间保障等方面的影响。随着市场规模越来越大,订货越来越多,这些矛盾也越来越突出。所以,从 2017 年开始,我们筹备着建立自己的实验室。2018 年 1 月,新成立的实验分析中心筹备期结束,正式运行。职责上既囊括了原来依托七一八友益公司的新品鉴定(摸底)试验、周期试验内容,还包括从质量管理部职责中剥离出来的二筛实验、DPA 实验、原材料进厂检验、理化分析等内容。又经过准备,我们将通过 CNAS 和 DILAC 认证的工作提到工作日程上来。也是受新冠肺炎疫情的影响,本来应当今年年初就完成的现场审查拖到了 9 月 12 日才成行。审查也很顺利地通过了,我们公司也正式进入《国家认可实验室名录》。

4.基础管理提升

各位企业家都清楚基础管理工作的重要性。而且,看似某些单方面的改进和提高,其实最终带来的是企业综合管理水平的提升,任何一个单项管理的进步最终带来的必然是企业全面的进步。近两年,友晟公司以 6S 工作为抓手,同时到优秀企业参观学习,在卫生、厂容厂貌、安全、职业健康等方面都做了一些工作,也带来了公司整体“面貌”的变化。

2017 年,公司通过安全生产标准化二级达标企业认证。



2018 年初,公司通过了 ISO14001 和 OHSASA18001 体系认证。



2018 年底,公司通过了北京市安全文化示范企业认证。



生产现场、办公场地也有了改观。有些照片,跟大家分享一下。

三、信息化创新

现代企业生存与发展,离不开信息化建设。企业规模越大,就越要依靠信息化手段。友晟公司的信息化建设工作从 2010 年末开始,是与北京 X 高校合作开发的,至今有十年了! 我们的信息化系统叫“生产可视化系统”,实际上囊括了合同管理、生产全过程管理、检验试验管理、采购管理、项目管理、质量反馈、报告生成打印等多个领域。每一个阶段(我们称为 X 期)都有主要开发任务,现在开发到了第六期。另外,我们从 2015 年起,开始重点培养自己的信息化建设人才。他们从看着外面的开发人员开

发,到现在能自己独立开发,成长很快。2018年是友晟订单量突增的一年,这一年中信息化

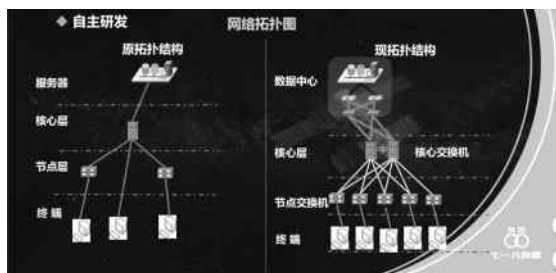
团队就做了 100 多项系统功能改进!



下面,介绍一下友晟公司信息化建设方面自主开发实现的典型工作。

1.自主研发

(1)网络拓扑图



(2) 实验分析中心功能

实现的功能包括:根据任务单内容,由系统自动匹配试验流程;实现对每道试验项目数据采集;对每项试验任务进度跟踪;根据试验路线、采集数据,由系统出整份报告等。

功能示意图如下:



(3) 财务开票功能

实现的功能包括:对客户信息透明化统一管理;规范开票明细,防止合同漏开、重开现象;

尽可能减少人的因素干扰;便于检索。

功能示意图如下:

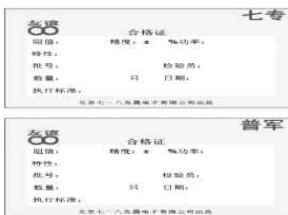
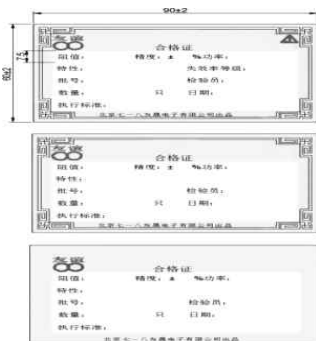


(4) 合格证、标签合并优化功能

实现的功能包括:优化合格证模板,由 100 多种版式缩减到 8 种;实现机打,更加美观,信

息准确率达到 100%。

功能示意图如下:





2.项目提升

在 YG 项目建设中,信息化建设也是其中关键一环。尤其是在友晟公司已经有了信息化基础的情况下,如何将 YG 项目中信息化建设部分与现有信息化系统融合,是信息化团队的一项重要工作。从今年 6 月开始,YG 项目中信息化内容的承接单位开发人员就入住友晟公司,与友晟的信息化团队共同工作,友晟信息化团队人员全程参与,工作有序推进。



目前,已经初步实现了对我们友晟来说比较急迫的设备数据采集和设备状态监控功能。示意图如下:

设备数据采集



设备状态监控



3.与外对接

(1)开发了选型微信小程序,为客户选型提供便捷入口



(2)二维码标签

为了方便客户快速、准确收货,我们自主开发了二维码功能,生成二维码标签——包含交货所需的产品和客户的所有信息,黏贴在最小包装上。下面是我们为航天 X 院设计的二维码标签示意图:

(3)采购平台对接

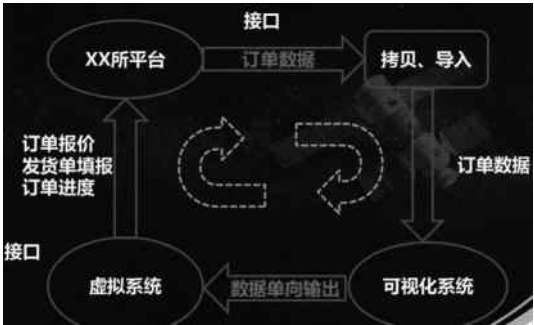
通过信息化手段实现与客户采购平台对接,让客户的采购信息直接能够传送到我们的系统,客户更便利,双方效率更高,错误率几乎为零。客户还可以直接登录查询我方的价格、

产品装箱单										
单号: WEN20157CMF-2190-23						料方台码号: JWH202006120828				
序号	订单号	行项目号	物料编码	物料名称	规格型号	数量	单位	生产批次	工厂名称	二维码
1	0016838854	00010	10	电阻器	RMK2012-Y-B-1001-W	50	只	BRT-2001017-27	宏	
2	0016838850	00010	20	电阻器	RMK2012-Y-B-2000-W	100	只	ART-2001004-73	宏	
3	0016838851	00010	30	电阻器	RMK2012-E-B-3322-B	50	只	BRT-2001017-28	宏	
4	0016838847	00010	40	电阻器	RMK2012-E-B-2800-B	50	只	BRT-2001017-29	宏	
5	0016838225	00010	50	电阻器	RMK2012-E-B-1402-B	100	只	BRT-2001017-30	宏	
6	0016838856	00010	60	电阻器	RMK2012-E-B-1202-B	50	只	BRT-2001017-31	宏	
页码: 第 1 页 共 1 页										
产方基本信息										
生产单位	北京七一八五微电子有限公				宏发人姓名	徐进				
生产方联系电话	010-64367793				宏发人联系电话	010-34377205				
生产方联系人	刘博宇				需求方联系人	681852616876225413 366601299				
说明	各种量证文件: 产品合格证 (8) 份, 交收检验 (8) 份, 测试报告 (8) 份, 数量一致性报告 (8) 份, PDA数据 (8) 份, 测试记录 (8) 份, COCO证明 (8) 份, 其他文件 (8) 份									

库存等信息,可以跟踪进度等,双方合作更加紧密。我们实现了保护数据安全的物理隔离(示意图如下):



下面的示意图,是我们已经实现的与 XX 所采购平台对接的情况。



4.信息化效益

信息化建设改变了友晟人很多的“习惯”，现在各环节有了难题，首先都会问“能不能让信息化(团队)给我解决”！对我们企业来说，信息化创新改变了员工工作思维，大大提升了管理效率，降低了企业的管理成本，企业一定程度上迈向了数字化、智能化生产。

在与客户沟通方面，除了传统的手段，信息化创新能快速适应市场环境的变化，有效提升

了客户满意度，实现了供需双方数据互通，提升了我们企业的竞争力。

以上内容，不当之处，敬请指正！也希望能有机会听到、学到其他优秀企业的创新做法，让我们更上一层楼！

总之，希望分会内的所有企业团结一心，互帮互学，让我们都能在这百年不遇之大变局中得到收获！

谢谢大家！

国产化元器件宇航应用的可靠性现状

中国空间技术研究院宇航物资保障事业部 王智彬

单位简介

中国空间技术研究院(简称“五院”)主要从事航天器的研制工作，在通信、导航、载人、深空探测等多个空间技术领域取得了一系列重大成果，是我国空间事业的主力军，为我国跻身国际航天强国作出重要贡献。

五院宇航物资保障事业部(简称五院物资部)是中国空间技术研究院从事航天器用元器件、原材料质量与可靠性保证的专业机构，依托强大的工程实施能力，为五院研制的所有卫星用元器件、原材料提供质量保证服务，为航天型号保驾护航。

元器件国产化的背景

现实：西方发达国家的价格垄断、低端出口乃至完全禁运，尤其是航空航天等涉及国家战略的高技术领域，即使出口安全性无法保证，周期也不受控，疫情导致的停工停产更降低了产品的获得性。

需求：航空航天等高技术领域的蓬勃发展，对元器件的需求量与日俱增，牵引研制单位激

发研制热情。

条件：国内从结构设计、原材料、加工工艺、质量检验等完整的工业配套体系为元器件国产化提供基础。

成果：通过一系列项目的推动，实现核心关键元器件国产化，满足型号用户的需求。

国产化元器件的质量与可靠性问题

宇航领域由于航天器的空间环境复杂性、长寿命要求以及在轨不可维修性，对于元器件的质量与可靠性要求高，宇航级是目前元器件等级中的最高级。

型号用户多年使用进口元器件完成单机与系统的设计研制，产品多已定型，原位插拔替换成为型号用户对于元器件国产化上星应用的最大诉求。“插拔替换”不仅指外形及安装形式与进口产品一致，更包括功能性能指标、质量与可靠性等各个方面。

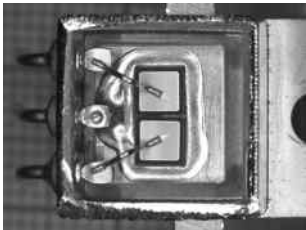
经过多方的共同努力，国产化元器件在很大程度上解决了型号应用“无米下锅”的卡脖子问题，但从研制、保证到应用的全流程中出现了

包括可靠性余量不足、产品状态离散性大、低层次质量问题常发、用户应用需求覆盖不全面等多样化问题,需要认真梳理分析,系统解决。

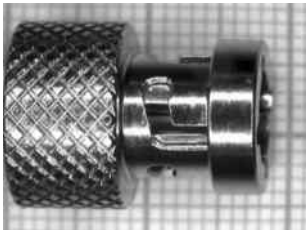
粗略划分,元器件研制基本都涉及设计、材料与工艺等重要因素,上述问题也能够归因于这三个因素或彼此间的匹配,以下举例说明。

设计

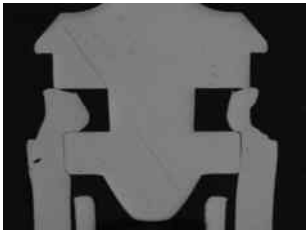
元器件的可靠性根源在于设计,由于余量设计不足、设计原理未吃透、不重视可靠性设计等多种原因都可能导致设计不当。



键合丝数量为进口产品一半,耐浪涌电流余量不足



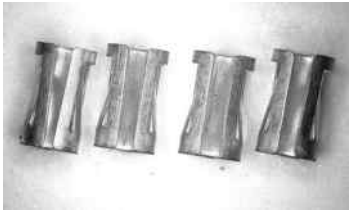
锁紧解锁力矩参照进口样品仅规定上限,实测值较大未超差时已难以实现手工锁紧



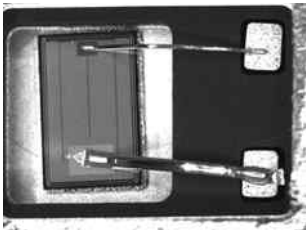
分体式接触件在焊接过程中存在助焊剂流入插孔内部的通道,从而导致接触故障

材料

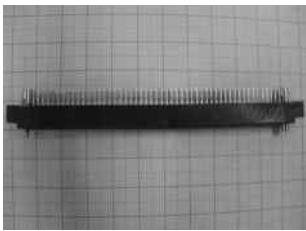
材料作为构成元器件的基本组份,目前仍存在部分材料无法国产化或国产材料性能达不到、材料选用不合理、材料入厂复验不充分导致质量波动等诸多问题。



国产铍青铜在成分、组织等方面与进口铍青铜存在显著差异,导致力学性能稳定性及使用寿命不及进口



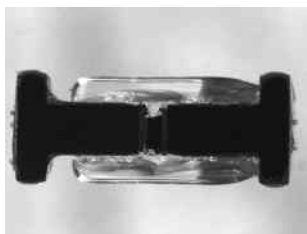
国产管壳镀金层在成分与致密度上与进口管壳镀金层存在差异,影响键合质量与可靠性



绝缘基座用玻纤增强 PPS 力学强度水平较进口低,残余应力释放时容易发生翘曲变形

工艺

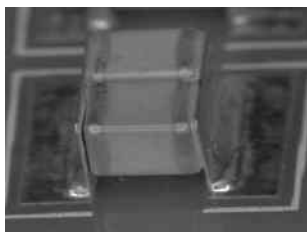
工艺是将原材料按照设计要求制成元器件产品的过程,工艺设计合理性、工艺操作质量、工艺质量检测水平等方面都显著影响最终产品的质量与可靠性。



烧结工艺与玻壳、焊片材料特性匹配问题导致玻壳过融而芯片与引线柱冶金键合不良的缺陷



熔断器电极与其外镀镍层之间剥离,表明电镀工艺与电镀质量检测考核存在问题



焊接工艺不良导致电容器电装后温度循环试验出现本体与支架开裂

质量与可靠性保证对策

由于元器件国产化存在各式各样的问题,为了不让这些隐患流入型号用户,让用户对于国产元器件有良好的使用感受,需要采取一系列的保证措施,将问题挡在应用前端。

国产化元器件应通过认定并进入选用目录后才可被型号选用,认定的主要流程包括结构分析、鉴定检验审查、详细规范初稿确认、评估、应用验证、详细规范终稿确认、PID建设及审查、认定检验、编写应用指南和采购规范、认定

总结等。

结构分析:通过一系列试验及理论分析,对元器件的结构、材料及工艺可靠性进行评价,给出宇航适用与否的结论。

评估:包括生产过程评估和详细评估试验。

生产过程评估:对生产厂中产品、检验情况和设备情况进行调查,对元器件的生产控制过程(设计能力、制造工艺、过程控制等要素)进行评估。

详细评估试验:经历筛选的样品,分组开展特性表征、步进应力试验、寿命试验等相关试验工作,获取产品的全面特性、极限能力以及寿命预计等数据,揭示薄弱点与相关失效模式。

应用验证:元器件在型号正式应用前开展的一系列验证试验工作,以确定元器件状态在型号工程应用中的可用度并有效的指导应用,搭建元器件研制与型号应用之间的桥梁,主要包括功能性能验证、环境适应性验证和装联验证等方面。

PID:为宇航用元器件建立精确基准,用于元器件的生产控制,确保元器件生产全过程的可追溯性和元器件的批次一致性,主要要素包括人员、生产组织、设备、元器件控制、方法、原材料控制等多方面要求。

进入目录后,用户选用开展常规质保业务即可,包括下厂监制、验收、补充筛选、到货检验等。对于不在目录内的型号急需元器件,可以通过单批质保等形式进行质量把关。另外对于长期困扰型号应用的质量可靠性问题,联合用户和研制单位立项攻关。

统计近年来型号应用中发生的元器件质量问题,国产化新研元器件占比较高,经分析问题根源多为技术状态变化和生产过程控制不到位,而后端检验有效性不强,甚至不可检、不可测。元器件需求量的变化也需要质保模式发生

变化,从重检验向控过程转变。

全面建立过程控制体系(PCS):PID 文件体系固化技术状态基线;CAST QE 人员体系监督过程确认文件落实和生产过程控制;风险控制体系管控基线控制过程中的风险。三要素有机融合,实施元器件生产过程“建、抓、控”的全面管控,实现元器件生产“基线固化、落实到位、变化受控”,最终实现宇航元器件持续稳定供货目标,满足航天器与元器件“零缺陷”的质量要求。

电阻器宇航应用现状

电阻作为航天器上不可或缺的基础元件,是用量最大的元器件之一,使用品种也较多(片阻(薄膜、厚膜)、零值电阻、线绕电阻器、合金箔电阻、铂电阻、电位器等等),国产化应用状况良好,仍有少量进口。

国别	厂家	型号
国产	718 友晟、四川永星、 振华云科、成都宏明等	基本覆盖了五院需求的各类电阻类型
进口	ISA、CADDOCK、 Heraeus 等	低值电阻、热敏电阻、功率电阻等

复查近年来的电阻类产品结构分析报告,由于工艺较为成熟,大部分为结论为宇航可用,出现禁限用结论的主要是由于引出端材料或涂镀工艺问题,例如:引出材料为纯 Ag,存在 Ag

迁移的隐患;引出端表面镀纯 Sn,存在生长 Sn 须的隐患;引出端表面涂镀不完整或者镀层分层。另外也发现许多例如绕线不均匀、包封内多余物、包封料内气孔等工艺质量问题需要改进。

复查近年来的电阻类产品失效分析报告,使用问题占多数,包括焊接装配应力、过电应力、异常机械外力等,固有问题包括氧化膜稳定性、包封工艺与材料导致的包封层开裂、端电极氧化导致可焊性不合格、装配焊接等组装过程导致电阻丝或电阻膜损伤开裂、调阻槽内及电位器接触区多余物或腐蚀物、早期失效(功率处理、介质耐压、耐湿试验、温度冲击等),固有问题多与生产工艺相关,需进一步提升工艺一致性与质量稳定性。

结论与展望

当前进口元器件选用的严峻形势决定了国产化是解决各类卡脖子问题的必须途径,目前已取得较大进展,后续仍会持续推进。

国产化元器件的质量与可靠性提升需要研制、保证、验证、应用等各个相关环节协同攻关,积极努力。

从单机系统到元器件的国产化是金字塔结构塔尖向下的过程,位于金字塔塔底的元器件研制用到的原材料和设备仍有很多依赖进口,解决这个问题也是后续国产化发展的方向目标。

道阻且长,行则将至。谢谢!

广东升威电子制品有限公司疫情应对经验分享

广东升威电子董事长 洪金铤

疫情期间的开工状况

广东塘厦工厂于 2 月 10 日开工生产

第一时间成立以洪淑伦总经理为组长的抗疫应对领导小组;为有效防控疫情,公司同时租

用两栋民宿酒店给疫情重点防控区域人员返厂隔离使用。

湖南慈利工厂于2月17日开工生产
当地政府批准开工

广西贵港工厂于2月21日开工生产
当地政府批准开工

开工初期由于人工严重不足,升威公司号召写字楼人员支援产线生产,每人每周8小时,这是多年来的支援活动,也是升威的一种文化。

疫情期间的产值状况

2020年1~9月份产值已相当于2019年全年生产总值。

2020年7月份开始订单猛增,月产值都在2500万以上。

2020年全年产值预计同比去年增长30%以上

订单猛增是对企业的一次挑战,处理不好供产销会崩溃,升威多年来素有应对措施,例如“天气预报”模式。

中美贸易战期间的产值状况

2019年净利润同比2018年增长33%

2019年销售收入同比2018年下降6%

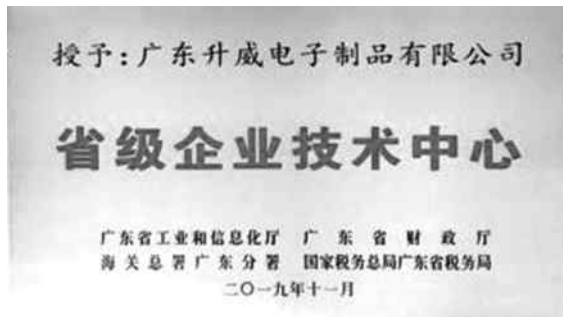
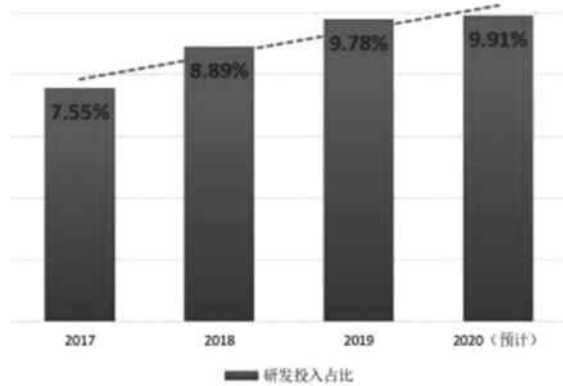
2019年及2020年的数据表明,升威公司近几年的发展方向是比较精准的

- ① 新产品开发创新
- ② 产品升级
- ③ 大量投入自动化设备
- ④ 扩大分厂降低成本

持续增长驱动力分析

1.持续不断的研发投入,开发新产品

目前升威公司每年研发投入占全年销售收入的比例接近10%,未来还将进一步增加投入。



通过不断的研发创新,升级产品

电位器 编码器 传感器 集成模组

2.不断应对市场工艺需求,产品及工艺攻关升级

客户的工艺革命: 手工焊 → 波峰焊 → 回流焊

塑胶料: POM (10元/KG 100℃) → PBT+铅 (20元/KG 150℃) → LCP (100元/KG 260℃)

锌合金: 3#锌 (普通) → 5#锌 (耐磨) → 2#锌 (耐高温, 耐磨)

压铸机: 热室压铸机 (低速) (每分钟5模) → 高速压铸机 (每分钟30模)

以及模具及五金材料的升级等。

3.不断增加投入自动化设备

升威是2004年业界最早组建自动化设备制造中心。



自动化有众多优势：

- 一、产品一致性好，减少手工装配误差；
 - 二、自动化生产线有众多的检测设备，可以及时稳定的判断产品品质情况，减少损失的同时也可以避免人为疏漏造成的质量隐患；
 - 三、自动化生产可以进行一些手工装配难度较大的精细操作。
 - 四、自动化生产线的效率非常高，通常是人工的 3 倍到 10 倍。
- 4.在内地不断开设分厂，解决产能问题
- 扩大分厂同时成立残疾人生产线，为当地就业做贡献！

2020年增加的生产线、人员统计			
序号	生产中心	增加拉别	增加人数
1	广东升威	3条	60
2	湖南利升	1条	20
3	广西港大	2条	40
4	广西大圩	8条	160
合计		14条	280

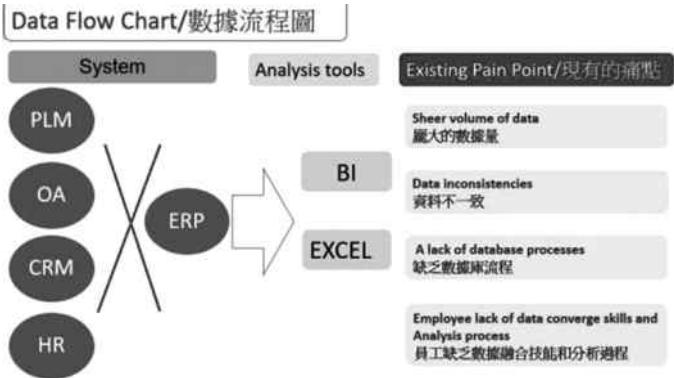
“兴企为民，回报社会”是升威公司的社会责任和前进目标，多次被政府及社会团体授予公益事业重大贡献奖。

5.不断引进信息化管理软件，提高运营效率

目前已先后引进 PLM 系统、OA 系统、CRM 系统、HR 系统、ERP 系统，即将引进 MES 系统。

加强数字化、信息化、人工智能化、云平台技术的引进工程，整合各种模块，简化工作量，减少差错，往大数据管理方向发展。

- 升威是 1998 年成立 IT 团队开发 MRP II；
- 2003 年成功引入 ERP 系统；
- 2017 年成功引入 PLM 系统；
- 升威的信息化管理应对日常零部件及成品近 8 万种的品号，起到事半功倍的作用。



人力资源自动化的个案

1.销售团队的价值共享模式（以利润分配工资）

- 2.生产团队的竞争机制“好、快、多、省”（量化各项指标，实现评比合理化）
- 3.开发团队和品管团队等的绩效机制

以利润分成,以科学的量化评比指标,营造小老板氛围,实现人力资源自动化。

今后我们在升威的人力资源自动化管理模式基础上,不断优化竞争机制。

有效的数字化对比

2019年1-12月份“好、快、多、省”综合指标部门排名表			
部门	名次	1-12月得分	备注
邑达	第1名	47.95	
升威	第2名	47.54	
利升	第3名	41.33	
2019年1-12月份“好、快、多、省”综合指标组别排名表			
组别	名次	1-12月得分	备注
邑达二组	第1名	39.75	
利升三组	第2名	38.94	
升威一组	第3名	38.52	
邑达三组	第4名	36.95	
邑达一组	第5名	36.84	
利升一组	第6名	36.21	
利升二组	第7名	35.29	
升威二组	第8名	34.30	

2019年1-12月份“好、快、多、省”指标拉别（部分）排名表			
拉别	名次	1-12月得分	备注
邑达二组F拉	第1名	50.02	
升威一组D拉	第2名	47.18	
利升三组A拉	第3名	43.95	
升威一组B拉	第4名	42.92	
升威一组E拉	第5名	42.58	
邑达三组I拉	第6名	40.84	
利升一组D拉	第7名	40.22	
邑达一组C拉	第8名	40.09	
利升一组A拉	第9名	39.75	
邑达二组E拉	第10名	39.43	
邑达二组B拉	第11名	37.45	
*****	*****	*****	
利升三组C拉	第30名	2.90	

结束语

升威将持续努力,不断完善四大任务

- ① 加大投入自动化力度;
- ② 强化人力资源自动化管理模式;

- ③ 加强信息化管理的投入;
- ④ 加大扩建分厂。

2020.10.11

负重之下,迎难而上
——记抗疫之下的百亨人

深圳百亨电子有限公司总经理 曾志雄

基本概况

百亨是一家专业的电阻生产厂家,成立于1992年,位于广东省深圳市。员工人数约215人,从事全系列电阻、电阻柜及电阻负载检测的设计、生产、销售。交易模式灵活多样,可人民币开票结算,亦可美金港币直接出口。

公司致力于新品开发,每年投入大量的资金用于新项目的研发测试及实验室检测设备的

更新添置。目前已有专利超过二十项,2012年成为国家高新技术企业。

发展方向

绿水青山就是金山银山,国家大力提倡推行绿色环保,节能减排,还自然于世界。百亨公司相应国家政策,跟随时代步伐,对自身现有产品的结构和制程工艺进行调整及优化升级,使得性能更为稳定的同时效率更高,以此来重点

匹配汽车行业,轨道交通行业及新能源风电等行业的客户,更好的为客户做好配套的服务。

抗疫战斗

2020年初,新冠肺炎疫情的突然爆发,使得很多企业原本定于2月3号开工都因为疫情原因延迟了数日才陆续复工复产。接广东省政府的通知,2月10日起,允许防护物资充足,安全检查通过后的部分企业开始陆续复工。

公司自2月17日复工开始,根据街道办的人员限制要求,陆续分批返回工厂回到岗位,截止3月初,基本全部到岗。

现对这不同寻常的8个月,对百亨公司的一些基本情况做以简单的报告。

1、疫情之初,武汉雷神山火神山医院紧急施工建设并投入使用,作为国内医疗行业的支柱,迈瑞和理邦接到临床设备的紧急需求任务,需要为武汉及其他医院提供呼吸机及其他急救设备。而百亨作为迈瑞国内独家插件电阻供应商,义无反顾、想方设法且保质保量的完成客户的订单任务需求,为奋战在前线的医护人员和不幸感染的病人的救治,间接地尽一点绵薄之力。

正确的佩戴口罩是预防病毒的关键,故而口罩需求一夜间大幅度增加,国内原有的口罩市场供不应求,导致很大一部企业临时加做口罩机,我司工控类客户一时之间订单起伏较大,变频伺服,步进马达等产品需要的制动电阻、水泥电阻及绕线类电阻成为了紧俏产品。我司因受人员不足的限制及影响,按照常规安排,短时间内车间产能无法恢复到日常标准。时间短任务重,公司相关领导研究决定务必保证客户的订单交期,故内部采取灵活调岗,非产线人员支援产线、合并计划生产、部分岗位加班,仓库分批出货等方式,不计成本地优先保证顺利出货给客户。在此期间,得到了客户的一致认可及

好评,并收到了客户的感谢鼓励等信函。

2、工厂内部,完全按照政府的要求执行。所有员工需要佩戴口罩测量体温。

公司要求内部相关员工尽可能的减少外出次数或者不外出,如有必要外出,做好登记及线路跟踪,确保员工的健康安全。

严格控制来访人员频次及其他非必要的接触。厂内员工采取就餐分批次隔座位方式,严禁就餐过程中相互交谈,宿舍由原来的4人一间调整为2人一间,尽可能的减少人员密集和接触,并准备了专门的隔离观察室。

清洁工按照街道办的相关要求,每天对厂区内各个角落进行消杀。工厂大门口准备了酒精和洗手液等防护用品,员工入厂时需要做好手部清洁,公司为员工每人每天测量体温并发放2个口罩。

班组长每日巡查2—3次,观察询问员工的身体健康状况,如有干咳发热等症状,即刻上报。

3、随着疫情逐渐的控制及好转,大约在五月底六月初开始,国内其他行业,如UPS电源、音响、新能源汽车等白色家电客户订单开始有所回升。但与此同时,国外疫情爆发,尤其是美国、日本、巴西等地区客户因为疫情及其他原因,大面积的取消订单或是延迟交货,我司车间则采取半成品封存暂停此类客户的订单生产等措施应对。持续到六月底,国外客户陆续通知恢复订单的生产及交货。

目前手头订单较为饱和,薄膜电阻、水泥电阻及绕线电阻均已排产到11月份。当下百亨合作较多的客户行业集中在工控类(包括伺服变频,机器人,步进驱动等),医疗(包括磁共振、CT设备、呼吸机、生化分析仪、血压计等产品)、UPS电源、焊机、新能源汽车、充电桩、风电等行业。百亨一如既往的品质坚持、技术突

破等优势换来了客户的信任及支持,也引得越来越多的知名公司寻找百亨的产品作为替代料,来替换掉以前的进口日本和欧美的电阻,以此来解决交期久、成本高的困扰。

当前困境

当下传统制造业面临的招工难、用工荒的问题,百亨一样面临。目前的困境即是产线缺人,存在新工人招聘难,即使入厂后还是会有部分人员流失的问题,反反复复难以突破。针对此现象,公司采取了手工转半自动化,半自动化转全自动化,逐步实现机器手机代人代替工人的计划,并且同时优化生产工艺,整改产线工序,提高效率,尤其是在水泥电阻耗人工的部分,以此来解决人工欠缺成本高的问题,同时升级 K3 系统核算成本指导报价。薄膜电阻车间,我们针对公司的实际情况,结合订单物料的比例分布,重新规划了车间的布局,淘汰更新了一部分机器设备,从而提高生产效率,进一步的保证产品的质量稳定性。为了便于研究分析电阻的细微点,公司今年 3 月份花 40 多万购买了一台 1000 倍显微放大镜,用来分析着膜棒镀膜、引线镀锡层等效果。

中美贸易战

2019 年 5 月份,美国对从中国进口的 2000 亿美元商品进行加征关税,由原来的 10% 增加到 25%,中国政府也紧急回应采取同样的增加关税措施以此应对。该此政策一出,大批的外贸企业尤其是出口美国的产品面临极大的挑战。我司有几个客户的总部和工厂设在美国,我们需要直接出口到美国或从美国中转到其他

北美港口,关税的增加部分成了最大的问题。如像以往从深圳港口正常出货,客户成本则增加太多。经与客户协商后,分别采取了改变出货地点和分解产品出货的方式。客户在东南亚如菲律宾或泰国有仓库的,我们改为从深圳出货到东南亚再由东南亚出货到美国的方式解决此问题。另外,客户若是具备条件,在美国当地有装配车间的,则可以改为从深圳出零部件到了当地再进行组装的方式解决此问题。

据目前现状来看,短时间内中美之间的贸易战停歇不了,即便停歇估计也难以恢复到最初。作为出口较多的国内制造业相关企业,还有很远的‘抗战’之路要走。打铁还需自身硬,在此时局不明朗的状况下,做好公司内部管理、坚守品质、勤修内功,稳中求胜,方能以不便应万变。

共展未来

不同寻常的 2020 年,使全国人民经历了从一开始的懵懂、恐慌到镇定、抗疫、坚守,在党和国家的伟大决策指导下,举国上下万众一心,无数的逆行者的无私奉献,平凡而又不平凡的他们,守护了我们的安全,带领我们打赢了这场没有硝烟的战争,从而取得了伟大的胜利。国家时刻把人民群众的生命财产放在第一位,不计成本不放弃每一位病人。纵观世界,如此成果仅有中国。我们为此感到骄傲,我们为自己是中国人骄傲,为我们伟大的国家骄傲。

作为制造行业的基础元器件制造商,我们不忘初心,时刻坚守,随时为国家,为客户的需要而奋斗。

中国电子元件行业协会电阻电位器分会

八届二次会员大会会议纪要

2020年10月12日,中国电子元件行业协会电阻电位器分会(以下简称“分会”)八届二次会员大会在贵州省遵义市召开,出席本次会员大会的有76家会员单位,共130人参会。中国航天五院专家王智彬受邀参会。

分会李福喜副理事长主持大会。

分会姜海洋理事长做了《新形势下的企业应对》的主题报告,介绍了当前面临的新形势——2020年突发的疫情对全球经济运行造成的冲击、中美贸易争端及美国对中国的打压,并对七·一八友晟近几年的应对作法做了介绍,突出了“新形势下企业想要良性发展必须依靠创新”这一主题。

航天五院专家王智彬做《国产化元器件宇航应用的可靠性现状》的报告,报告从元器件国产化的背景、国产化元器件的质量与可靠性问题、质量与可靠性保证对策、电阻器宇航应用现状及对行业的展望等方面进行了论述。

广东升威电子制品有限公司洪金镛董事长做了《广东升威电子疫情应对经验分享》的报告,报告介绍了企业疫情期间的开工状况、疫情期间和中美贸易战期间的产值状况及持续增长驱动力的分析。

深圳百亨电子有限公司曾志雄总经理做了《负重之下迎难而上——记抗疫之下的百亨人》的报告,首先介绍了企业的基本概况和发展方向,然后是企业抗疫战斗的情况讲述,并对未来进行了展望。

分会辛钰秘书长代表分会秘书处做工作报

告,从2019年、2020年至今工作汇报、2020年两会内容分享、2020年第四季度工作计划三个方面进行了汇报。

大会的另一项重要内容是高峰论坛,北京七·一八友晟电子有限公司总经理姜海洋、潮州三环(集团)股份有限公司副总裁刘德信、成都宏明电子股份有限公司总经理刘尊述、南京先正电子股份有限公司总经理张拾成、四川永星电子有限公司董事长叶德斌作为嘉宾登上主席台就坐,蚌埠市双环电子集团股份有限公司董事长李福喜主持此次高峰论坛。

嘉宾的论坛议题是:

1.在中美贸易战以及新冠疫情影响下,习主席的双循环新发展格局,我们企业如何应对和破局?

2.在产品结构调整、提升企业核心竞争力和创新方面,作为电子元件企业,您认为如何解决?

3.对明年我们行业、企业及个人的希望如何?

论坛现场气氛热烈,嘉宾们对每个议题都作了积极发言,从当前国际国内形势及各自企业的实际情况出发,对每个议题进行了精辟论述,全体会员对嘉宾们的精彩发言报以热烈的掌声。

八届二次会员大会在代表们的掌声中圆满结束。

会后全体会员代表参观了遵义会议会址和遵义会议纪念馆。

会员大会的前天晚上召开了八届二次理事会，会议内容有：

1.辛钰秘书长就八届二次会员大会的筹备情况进行了详细介绍；

2.姜海洋理事长介绍八届二次会员大会的会议内容；

3.辛钰秘书长对“十三五”规划工作的总结及“十四五”规划编制工作的完成情况进行了说明；

4.辛钰秘书长对分会会费的使用情况进行

了汇报，会上就分会经费不足的情况进行了讨论；

5.讨论明年八届三次理事会的会议地址：分会副理事长、潮州三环(集团)股份有限公司刘德信副总裁提议在四川省南充市召开，刘总热情邀请大家到潮州三环集团在南充市的生产基地参观指导，该基地经过 12 年的建设，占地 8 万亩，有六个厂区，30 万平米建筑，是南充市名列前茅的企业。大会鼓掌通过，时间另定。

中国电子元件行业协会电阻电位器分会秘书处

沁园春·赤水

许子聚

川贵深秋，赤水通幽，翠染丹峰。看轻纱飘落，漫腾仙雾；烟波峡畔，微荡薰风。佳酿天成，玉浆琼液，醉倒群英杯盏中。高酣处、听豪言壮语，伏虎降龙。

更思遵义诸公，危难际、问天指路踪。幸救星登位，黜邪返正；官兵临阵，鼓振行从。四渡神威，娄山风烈，智破围追永世功。游故地，念悠悠今古，诗酒情浓。

2020.10.15

“隐形冠军”三环： 有了创新“金刚钻”，才能揽“瓷器活”

摘自科技日报

10月12日，习近平总书记赴广东考察调研。当天下午，他前往潮州三环(集团)股份有限公司(以下简称三环)，了解企业自主创新和生产经营情况。

在公众中原本近乎“寂寞无名”的三环，一时间声名远扬。这家光纤陶瓷插芯等行业领域的“隐形冠军”企业，终于被大家所熟知。三环生产的陶瓷不是日常生活所见的锅碗瓢勺，而是智能手机、电子通讯、新能源等领域的电子元件。

“太激动了。”回忆起总书记来考察，三环研究院副院长陈烁烁难掩兴奋。

· “节俭”和“慷慨” ·

三环是国内首家推出陶瓷后盖市场化应用的企业。2016年，小米发布的小米5手机采用的陶瓷后盖，正是出自三环之手。但与之在国内陶瓷业久负盛名形成强烈反差的是，三环实在太没“名气”了，网上搜集到的，董事长张万镇更是“踪影难觅”。

摔不烂的陶瓷手机外壳吸引住了客户的眼球

张万镇与共和国同龄。他现在每天依然和工人一样穿着工装上班，准时出现在办公室。

三环的前身可追溯至1970年创建的潮州市无线电元件一厂。在那个年代，虽没广泛说创新，可青年的张万镇却有危机感。为了让企业

发展更有安全感，他选择的是“慷慨”投入资金进行研发。

潮汕商人低调踏实、刻苦耐劳、勇于开拓的特性，在张万镇身上体现得淋漓尽致。在缺钱缺物资的艰苦环境下，他拿自家的铜脸盆去换原材料，和厂里的年轻人捣鼓实验研发产品。

90年代，虽已挣到钱，但张万镇并不安于现状，认为必须加强技术自主性。于是，1998年三环成立了广东省电子陶瓷工程技术研究中心。

一件事情深深刺痛了张万镇。光纤陶瓷插芯是光通信行业的核心部件之一。初涉此领域时，三环购买了国外设备，可生产出的产品质量、价格都被国外企业甩出N条街。三环决定“自救”。2005年，三环在光通信领域自主研发出自动化程度、精度高的专用设备，陶瓷插芯产量和质量迅速提高。如今三环光纤陶瓷插芯销量占到全球市场份额70%以上，跃居世界首位。

“十年前，我们就定了研发新产品的30条标准，最为主要的一条是选择国内产业需求大，却仍没有人做的。”陈烁烁说。2013年，三环成立了研究院，研发团队多达800人，并从国外聘请专家担任技术顾问，聚焦陶瓷行业新材料、新技术的开发利用。“量产一代、储备一代、研发一代、调研一代”，三环已形成了良性循环的创

新之路。

张万镇每年投在研发上的资金为销售额的10%，可他自己却“节俭”得出名。他的办公桌用了25年都没换过，也没有独立办公室，一直以来都是跟几位高管共用一个办公室。他常挂在嘴上的是：“好钢应该用在刀刃上，钱应该用在技术上、人才上、创新上，而不是用于个人享乐。”

“董事长对创新是有高要求的。企业内部设有工程师评定，但非终身制，任期3到7年不等。如果没开动脑筋保持创新状态，就被撤掉。”陈烁烁说。昨天习总书记离开企业后，张万镇和中层干部连夜学习开会到夜里12点，讨论的内容依然是“创新，补短板”。

· 创新不怕“烧钱” ·

陈烁烁是潮州人，小时候十分向往到珠三角大城市。可在华南理工大学读完博士后，他婉拒了大城市的挽留，选择回到潮州，“在三环有条件进行创新研究”。

这次张万镇向习总书记汇报的几个主要产品，陈烁烁参与了多层片式陶瓷电容器和固体氧化物燃料电池（SOFC）两个产品的全程研发。

SOFC是一种效率高、燃料范围广的电化学发电技术，目前处于商业化初期。去年，由三

环牵头承担的国家重点研发计划“固体氧化物燃料电池电堆工程化开发”项目正式启动实施。

“陶瓷具有良好的电光学特性、热稳定性、不导热、耐用，但要研发成电器元件，挑战不小。”陈烁烁以SOFC为例介绍，“SOFC最为关键的技术是陶瓷隔膜片。陶瓷隔膜片的作用是将燃料电池正负极分开，阻挡燃料与空气的直接接触，又能导电。隔膜片厚了，无法通过大电流；薄了，又容易漏气”。

这一层薄薄的隔膜片是由陶瓷制作而成的。凭借过硬的技术积淀，三环不仅研发出固体氧化物隔膜片，且现已大量出口，“因为技术牢牢掌握在自己手里”。目前，三环已成为全球最大的SOFC电解质隔膜供应商、欧洲市场上最大的SOFC单电池供应商。

“项目实验中需要不断燃气发电，有人打趣道，这烧的不是天然气，而是人民币，还‘燃烧’了团队的15个年华。”陈烁烁感慨道。

在三环人眼里，创新永无止境。花上7年多时间，只为研发摔不碎的手机陶瓷后盖，但他们还不满足，还要让其更便宜、更漂亮、更轻巧。

成功非一日所成。如今的三环，把关键核心技术掌握在自己手里，先后有30多项产品荣获国家优质产品金奖，前进的底气更足了。

2020.10.16

好电阻 中国造 开步电子积极投身新基建

深圳市开步电子有限公司 李斐盈

自中央于2018年底重新定义新基建概念至今，中国的5G、人工智能、工业互联网、物联网等行业蓬勃发展，甚至在某些领域达到了世界领先水平。但随着单边贸易保护主义的抬头

和国际政治经济环境的不确定性因素加剧，中国在高科技制造业受制于人的现状更加凸显。援引我国“卡脖子”的35项关键技术，高端电阻器就是其中重要的一项。目前最好的电阻几乎

来自日本、欧洲和美国的企业,国内生产的多为中低端产品,在工艺、材料、质量管控上相对薄弱。根据 Choice 统计数据显示,我国对电阻器进口金额逐年增长,至 2017 年便已经超过 20 亿美元,这还不包括大量通过整机装备进口的部分。未来的世界是电子化的世界,国内电子产业从消费电子升级到汽车电子、医疗电子、航空航天等高端领域是必然,高端电阻是迈向高端制造必不可少的基础材料。

电子元器件的国产替代是近几年的热门话题,由美国挑起的中美贸易战加速了我国自主研发和生产高端电子元器件的进程。从政治层面来看,国家对电子元器件制造企业进行了强有力的扶持与政策倾斜,从资本层面来看,今年以来 A 股被动元件指数上涨了 43%,足以见国产高端被动器件前景被看好,而业内罕有的近亿规模的 A 轮融资近期由高端电阻制造商深圳市开步电子有限公司达成。

2020 年国庆节前夕,高端国产电阻制造商「开步电子」^[1]完成了近亿元的 A 轮融资,本轮融资由华润资本领投,知名机构明势资本和势能资本跟投。

开步电子总部位于深圳市,在长沙设有研发和生产基地,具备新一代电阻器的研发和制造能力,致力于为用户提供性能优异、价格合理、交期稳定的高端电阻产品,目前产品线主要覆盖高精密电阻、检流电阻、分流器、高压电阻、高能电阻、大功率电阻、点火电阻等。电阻器是高科技时代不可或缺的基础元件,任何电子应用场景都离不开它,如在工业自动化、航空航天、电力、轨道交通、汽车、医疗设备、新能源、充电桩、5G 通讯、物联网、人工智能等都随处可见高端电阻的身影。过去中国对高端电阻器的需求主要依赖进口,新基建当下,高端电阻是国家战略安全层面上不可或缺的一环,国产高端电

阻前景看好。

此次融资资金将主要用于开步子公司「长沙睿思电子科技」^[2]的研发投入、产能扩充和人才引进,将自主品牌「睿思电阻」的研发和生产能力提高到全新的水平。为组建一个高水准的团队,开步电子在先进电阻材料、非标自动化、自动测试、热管理、结构设计、可靠性实验室、市场、运营、销售、IT 等岗位长期引进优秀人才,不拘一格,未来可期。

开步电子董事长杨宝平表示:“近二十年来,电阻器的技术创新没有跟上电子化发展的步伐。人类社会正在快速的步入自动化,智能化,且会高度电子化。任何电子产品的创新一方面离不开基础的元器件,另外一方面也对基础元器件的性能提出更高要求。我们的产品开发方向为高精密、高电压、高能量和大电流,我们希望结合最新的材料和工艺技术,开发出下一代电阻产品,为广大客户创造更多价值。”

华润资本旗下润科微电子基金董事总经理严衍伦博士认为,开步电子十几年来坚持做一件事情,对电阻器技术和市场有深刻的理解。“我们看到绝大多数的行业龙头都和开步电子建立了深度合作关系,基于我们经验和判断,高端电阻器的市场规模很大,润科基金很高兴能有机会投资开步电子。”

明势资本创始合伙人黄明明表示,“明势资本长期看好中国市场的科技创新机会,看好杨总这类技术驱动的最优秀的企业家,我们对开步电子做高端电阻领军企业的决心非常钦佩,中国不但缺少高端芯片,也缺少高端电阻器。开步电子为行业和市场贡献了自身的智慧,未来必将是该领域的佼佼者,我们会长期坚定陪跑。”

势能资本作为本轮融资的独家财务顾问,同时也作为跟投方参与了投资。势能资本董事

总经理熊久阳说：“世界的方向是精密的测量和控制，高端电阻为代表的元器件是数字新基建的‘水泥和沙子’。开步团队是真正的创业者，此次也是国内电阻领域少见的规模融资。我们在海内外客户访谈的过程中感受到了业内对开步的认可和赞扬，期待杨总带领开步成为全球高端电阻器的领先企业。”

好电阻，还需中国造。国产替代是自救之举，也是实现弯道超车的必经之路。中国制造、中国智造、中国速度、中国精神在强大的外部施压下愈发迸发出顽强的生命力。中国不仅仅要

实现国产替代，还要朝着国产领跑的目标努力，未来中国高端电阻制造企业必将成为国际市场的主力军。

开步，始于足下，锲而不舍
睿思，睿以自省，进取有道。

注释：

- [1] 「开步电子」为深圳市开步电子有限公司的注册商标
- [2] 长沙睿思电子科技有限公司为深圳市开步电子有限公司在境内的唯一子公司

我公司与航天万源签署战略合作协议 ——摘自北京七一八友晟电子有限公司友晟报

北京航天万源科技有限公司(以下简称“航天万源”)隶属于航天科技集团一院，是中国运载火箭技术研究院军民融合产业基地，也是我们的重点客户，我公司产品占航天万源电阻器总需求量的 85% 以上。今年 9 月 21 日，我公司与航天万源成功签署了战略合作协议。在军工电阻器行业竞争态势逐步严峻的当下，此次战略合作协议的签署更加可贵，为双方长期、牢固的供需合作关系奠定了坚实的基础，也为我在航天万源占有率的保持乃至提升提供了机会。

签约地点设在我公司会议室，我公司总经理姜海洋、副总经理唐海岩、市场一部副经理牛双妹、经理助理刘增学、业务员李晓庆、内勤调度程旭及航天万源公司事业部总经理奚军、物资部经理梁训波、物资部主管采购张天宇等人

出席了签约仪式。本次战略合作协议签署受到双方领导高度重视，在前期双方就战略协议内容做了充分沟通，

取得了高度一致的意见，因此签约过程非常顺利，双方领导也非常满意！

在签约仪式上，姜总介绍了公司的资源现状和发展方向，并表态将在不断提升公司核心竞争力的同时积极探索全方位、多层次的合作方式，以持续提升服务水平。航天万源事业部总经理奚军也对此次战略合作的内容给予了高度的肯定，并强调了此次战略合作对双方的重大意义，也表明了将继续深化与我公司合作的意愿，本着“精诚合

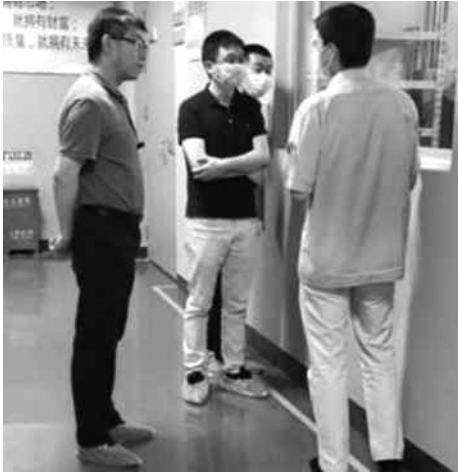
作、携手共赢、健康发展”的合作原则，结成深度的战略合作伙伴关系。

签约仪式圆满完成！



签约仪式结束后，唐总陪同客人们参观了生产现场。

作为整个签约仪式的参与者，在签约仪式结束后，我的心情久久不能平复！我感到收获



颇多，一方面，这份战略合作协议的签署稳固了双方的关系，为我将来业务工作的开展打下了良好的基础；另一方面，此次战略合作协议从提出到正式签署用的时间不多，虽然中途经历了很多，但是签署非常顺利，让我更有信心，在以后的工作中不断尝试新的方法；最重要的是，我感受到企业核心竞争力的重要性，如果没有公司整体实力的不断提升，我们今天不会得到客户如此程度的尊重和信赖。

征 稿 启 事

各会员单位：

《电阻电位器》商情杂志(双月刊)在各会员单位的大力支持下已发行了 205 期，主要栏目有：综合信息、经理论坛、宏观经济、协会动态、会员风采、企业管理、新产品新技术、工匠专题、论文选登等，该杂志为企业传递信息提供了交流的平台。为办好杂志，希望广大会员单位继续支持我们的工作，积极投稿。

投稿邮箱：manq1988@126.com，来稿请注明企业名称及作者姓名。

《电阻电位器》商情杂志
编辑部

一名合格的营销人员,应如何更好的走访市场?

原创 刘伯承

著名社会学家李银河曾提出一个观点:“人生贬值”——绝大部分普通人,从进入社会开始,人生就开始进入贬值状态,直到接受阶层固化的现实,选择把期望传递给下一代。

从近些年快消品的从业经验来看,这个观点也适用于营销行业。营销确实是一个可以改变人生的职业,但百分之八十的营销进入这个行业也开始了“人生贬值”的过程。疫情下的市场环境更是将不断贬值的营销人员照的原形毕露,苦不堪言。今天我们就来聊一下疫情下的营销人员应如何更好的走访市场,找出问题,走出困境!

一、要规范行为,更要提升思想

思想作为一个人最顶级的武器;在一个人日常发展和晋升中扮演着举足轻重的角色。因为只有思想动了,行为才能动。就像巴尔扎克讲的:彼以剑未竟之事业,吾以吾笔完成之;更如鲁迅弃医从文,以笔为刀枪;用思想救自己,救他人。但当前很多营销人员只规范行为,不提升思想。其实不管做销售还是做管理,都必须具备用思想影响他人的能力,因为用工具管理人已到了一定的瓶颈期,所以提升思想境界至关重要,当然它形成于你日常生活的点滴和习惯中。

二、要了解核心数据,掌握异常情况

营销人员思想行动之后,也需要具体的行为和方法支撑,在走访市场之前,要关注以下六

个方面,做到心中有数,胸有成竹。

1. 关注目标:该市场本月目标多少?达成多少?今年累计目标多少?达成多少?和去年同期相比怎么样?环比数据怎么样?找出增长和下滑原因?

2. 关注渠道布局:该市场客户布局怎么样?是不是渠道均有涉猎;已布局客户渠道情况如何,本产品铺市渠道情况,铺市网点活跃度如何?

3. 关注客户:关注客户的销售和库存情况;客户的同比和环比数据?客户网点质量如何?客户促销数据如何?

4. 关注费用:该市场的费用使用是否在权限范围之内,各项费用你是否了解最低收费标准?有无方法拉低费用,提升销量?

5. 关注客户人员作业情况:该市场经销商人员的出勤情况、拜访线路的定位轨迹、跟车铺货次数、晨会日志、工作日志等是否有异常?

6. 关注异常:管理的核心是管理异常,不是管理正常。出差走访市场前要发现异常,罗列到心中有数,带着解决它的目的去走访。

三、要分渠道分等级,一心一意走市场

如果你没发现市场问题和机会,就不要叫经销商和基层业务一起走市场,这样你眼睛看到的、嘴巴问到的、耳朵听到的才是你真正了解的市场状况,更有助于你清晰的了解市场,做出决策。

1. 走访市场要分渠道走访：

作为营销人员，虽走访市场时间有限，但全渠道了解公司产品在各个渠道的生存情况是入门课，以偏概全是没有发言权的。在分渠道走访的过程中来发现更多的机会点。渠道涉及到以下方面：

(1)流通渠道走访包括：小超市、夫妻店、烟酒店、社区便利店等。

(2)餐饮渠道走访包括：早餐店、中西餐店、连锁餐饮店、夜市店等。

(3)现代渠道走访包括：NKA、LKA、CVS等。

(4)特通渠道走访包括：学校、网吧、运动场所、休息娱乐场所等。

(5)其他渠道。只要你的产品在里面销售，或者具备销售条件，你均可去实地走访了解。

2. 走访市场要分等级走访：

任何市场都有做的好的区域和做的不好的区域。

(1)走访好区域要明白强在哪里？哪些品类/单品强势？是否可以复制？

(2)走访不好区域要明白弱在哪里？哪些品类/单品弱势？是否可以改善？

3. 走访市场要一心一意。

营销人员确实每天都有很多事情，走访过程中，微信电话不间断。即便有困难，我们还是要求营销人员规划好行程。毕竟做事情三心二意是没有什么效果的。就像有些人登机前会发一条朋友圈：登机中，两小时落地后联系。走市场也要有这样的觉悟和准备，毕竟全身心的投入进去才会有更好的产出。

四、要会收集信息，提升信息敏感度

信息的收集涉及到本品和竞品，以及跨品类品牌的情况。因为当前快消品的竞争已进入跨品类竞争。只有知己知彼，才可始终保持敏锐的嗅觉。正如大润发老总黄明瑞讲的：赢了

所有竞争对手，却输给了时代；也告诫一线的营销人员只有深入收集信息，保持敏锐嗅觉，才可不被时代淘汰。

1. 关于本品信息收集的方面：

(1)本品的终端零售价和整箱价是否符合公司要求？

(2)本品的市场生动化是否符合公司投入和要求标准？

(3)本品的铺货率情况？单店 SKU 情况？单店平均库存情况？

(4)本品业务维护的频率高低？送货及时性如何？有无客诉问题？

(5)本品日期如何，临期品处理情况？

(6)终端店的接货政策是什么？对本品的建议和想法？

2. 关于竞品(直接竞品、跨品类竞品)信息的收集：

(1)竞品的属性：品牌、包装、克重、箱规、口味等；

(2)竞品的价格体系及主销价格带：到岸价——批发价——终端价——零售价；

(3)竞品的政策：TP 和 CP 的投入情况：渠道投入——陈列投入——消费者促销等；

(4)竞品的大日期产品处理方案等。

3. 关于市场的竞争格局的分析和破解

某一个区域/渠道/品项的主要竞品是哪个品牌，如何破解？总之，要深入了解本品和竞品的市场状况，如果你的产品在该市场属于头部品牌，属于领导地位的品牌，那么你思考的是如何做好防御战，谁在进攻你，怎么防御？如果你的产品在该市场属于不知名品牌，那么你想进攻谁？该如何进攻？

五、要讲求时效性，及时发现及时沟通

市场走访后的反馈也讲求时效性，最好当天走访当天沟通，做好记录，隔时间久就会失去

走访时刻的感觉。此外和经销商谈具体工作的时候要严肃认真,工作归工作,生活归生活。有时候和经销商谈事情就像在博弈,他不怕营销人员本事大,很厉害,就怕营销人员对市场了如指掌、专业让他无所遁形,更怕营销人员心底无私、非常敬业。这样的营销人员在经销商面前是无坚不摧的,推动工作的相关事项也会顺畅一些。

写在文章的最后,也不需讲太多的情怀,因为就没有不想成长的企业和个人,只是成长的道路并不好走。好的一点是营销这一行没有太多的大是大非,大家只要把一件又一件的小事做精做细,成为一个身上带标签和闪光点的营销人,就一定可以避免不断的贬值。

正如乔布斯所讲:人这一辈子没法做太多的事情,所以每一件都要做得精彩绝伦。

我公司喜获长征五号 B 运载火箭首飞任务的感谢信

——摘自北京七一八友晟电子有限公司友晟报

今年 5 月 5 日,长征五号 B 运载火箭首飞取得圆满成功,其近地轨道运载能力和运载效率在我国处于最高水平,是我国在航天强国建设征程中的一次重大胜利和最新成就。实现我国空间站阶段飞行任务首战告捷,为全面实现我国载人航天工程第三步发展战略奠定坚实基础。

我公司研制的各类电阻器光荣地应用于其各个系统中,实现了各状态完成目标,在箭上测试和飞行过程中未出现故障,为中国航天事业蓬勃发展贡献了力量和智慧。长征五号运载火箭型号办公室更是给我公司发来了感谢信,赠送了模型。这是对我们工作极大的肯定,也是极大的鼓舞。今后,我们将继续深耕电阻器的研发、生产及销售,为军事武器装备、航空航天、轨道交通、医疗设备、安检设备、汽车等工业装备领域提供全方位的配套服务。

编者注:长征五号 B 以长征五号运载火箭为基础改进研制而成,主要承担着我国空间站舱段等重大航天发射任务。全长约 53.7 米,芯一级直径 5 米,捆绑 4 个直径 3.35 米助推器,整流罩长 20.5 米、直径 5.2 米,采用无毒无污染的液氧、液氢和煤油作为推进剂,起飞质量约 849 吨,近地轨道运载能力大于 22 吨,是目前我国近地轨道运载能力最大的火箭。



射频电阻的等效并联电容测试方法探讨

陈 雷 王元宇 许春宁

(四川永星电子有限公司)

摘 要:射频电阻在高频下使用时会给装配入的元器件或电路引入一个等效并联电容。该电容会对元器件或电路的高频性能有较大影响。例如 Wilkinson 功分器中使用的 100Ω 隔离电阻,必须具有较小的等效电容,以便于降低对插入损耗的影响。但射频电阻的等效并联电容未有一个标准的测试方法。本文基于 EMC 公司推荐的等效并联电容测试方法的原理及其实际测试结果进行探讨。

关键词:射频电阻、等效、并联电容、测试方法

Discussion on test method of the equivalent parallel capacitance of RF resistor

Abstract: When RF resistor is used at radio frequency, it will introduce an equivalent parallel capacitance to the component or circuit. The capacitance has great influence on performance of the component or circuit. For best performance, the 100 Ohm isolation resistor, when used in a Wilkinson divider, should have very low capacitance to minimize the effects on insertion loss. But there is no standard test method for the equivalent parallel capacitance of RF resistor. This paper discusses the principle and result of equivalent parallel capacitance test method recommended by EMC RFLabs.

Key words: RF Resistor; Equivalent; Parallel Capacitance; Test

1 引言

射频电阻的等效并联电容低频段时对元器件或电路影响不明显,高频段时往往会使其高频性能变差。例如在 Wilkinson 功分器或者合路器产品中,为得到最好的性能,在 Wilkinson 功分器中作为隔离电阻使用的射频电阻必须具有较小的等效并联电容,以便于降低插入损耗以及驻波系数的影响。但射频电阻的高频等效

并联电容一直没有统一的标准测试方法。如 MIL-STD 202G 和 GJB 360B—2009 均只提供电容直接测试方法,测试频率分别为 60Hz, 120Hz, 1KHz, 10KHz 和 1MHz。但射频电阻使用频率大多在 1MHz 之上,且部分产品如片式类产品很难通过直接测试的方式得到等效并联电容,因此常规电容测试方法对射频电阻几乎不适用。EMC 公司提供一种将射频电阻转化为等效模型,将射频电阻连接到专门测试夹

具和网络分析仪后,通过将测试结果转化为史密斯图中的 B 值从而计算等效并联电容的方法。本文从射频电阻的基本结构和低频电容的测试、高频等效并联电容模型原理及仿真分析、测试夹具设计及实际测试验证等方面对这种等效电容测试方法进行探讨。

2 射频电阻的基本结构和低频电容的测试

2.1 射频电阻的基本结构

射频电阻通常有多种结构,包括片式结构、带引出片和盖板结构、带法兰结构、柱状结构、同轴结构等。以片式结构的基本组成为例,其包括基体、电阻层、导电层(如图 1 所示),在此基础上通过焊接引出片、粘接盖板、焊接法兰、电镀等工艺也可形成带法兰结构的产品。

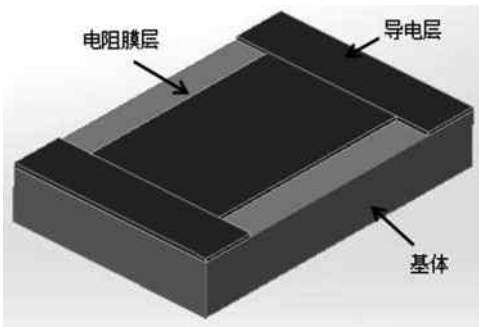


图 1 片式结构的基本组成

在射频条件下使用时,各种结构的射频电阻均会附带容抗或感抗特性。其中电容特性来源有很多种,如基体正面的电阻层、导电层和背面的接地端的由射频散射场所形成的电容,这也是其主要来源。其他的如输入、输出焊盘之间的电容等带入的电容对实际应用的影响较小,在低频时甚至可以忽略。因此我们主要考虑的是对地等效并联电容,而基体的介电常数等参数、电阻层和导电层的图形设计均会影响

该等效电容。考虑到进行低频电容直接测试便捷性,因此本文选择带法兰结构的射频电阻作为分析,其结构如图 2 所示。

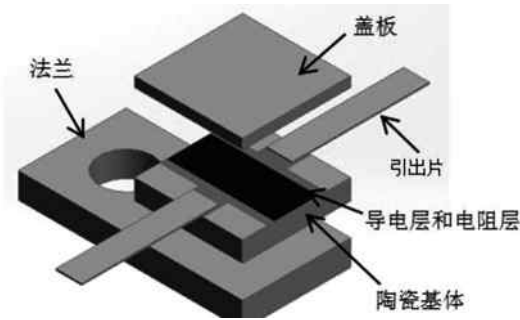


图 2 带法兰射频电阻结构

2.2 低频电容的测试

根据 GJB 360B—2009 方法 305 电容量测试要求,元件电容量可直接用电容电桥或其他合适仪器进行测试。因此采用在标准测试条件下,选取了 5 只带法兰射频电阻器 RFG214—60W—50ΩJ 作为测试样品,将电容测试仪表两端分别直接连接在射频电阻的引出片和法兰板之间进行测试,测试频率点选择 1kHz 和 1MHz。此时输入端和接地端可以近似看作以氧化铍陶瓷基体作为介质的平板电容。因此可根据平板电容的基本原理计算电容值。

平板电容计算公式为:

$$C = \frac{\epsilon \cdot S}{4 \cdot \pi \cdot k \cdot d}$$

其中 C 是电容的容量;ε 是极板间介质的介电常数,带法兰射频电阻器模型则指氧化铍陶瓷基体的介电常数;S 是平型金属板的相对面积,带法兰射频电阻器模型则是导电带和电阻带总的面积;d 是两板之间的距离,带法兰的射频电阻器模型则指即基体的厚度;k 则是静电力常量,约为 $8.98 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ 。

将平板电容计算值和测试值进行对比得到了如下:

表 1 计算电容值和低频实测电容值对比

序号	计算电容值 (pF)	实测电容值(pF) 测试频率 1kHz	实测电容值(pF) 测试频率 1MHz
1	1.1	1.05	1.28
2		0.95	1.30
3		1.12	1.33
4		1.18	1.45
5		1.15	1.40

从测试结果可以看出实测值电容与计算值接近,但有一定误差。这是由于将电阻器本身作为平板电容就是一种近似模型,忽略了如前文提到的引出片和焊点等引入的较小的电容。

从 1kHz 和 1MH 的测试结果看,虽然两者测试值接近,但 1MHz 测试值明显高于 1kHz,测试频率对电容测试值有影响。

因此还需要对高频时的等效并联电容进行验证对比。

3 高频等效并联电容的模型和计算、原理分析及仿真验证

3.1 高频等效并联电容模型

在进行原理分析前,先对 EMC 公司建立的模型和测试方法做一个简介。将电阻器转化为一个等效电路(如图 3),再测试的 S 参数和通过 Microwave Office 建立的 EM 电阻模型对比后,确认其相关性较高,只需要从史密斯图中获得 b 这个值,即可通过计算得到其任意频率的电阻的并联等效电容。例如从图绿色的线(如图 4)上查到:在 2.3GHz,b=1.083。

将其带入下面的计算式可以得出等效电容的值:

$$C = \frac{b}{\omega \cdot Z_0} = \frac{1.083}{2\pi \cdot 2.3 \cdot 10^9 \cdot 50} = 1.5pF$$

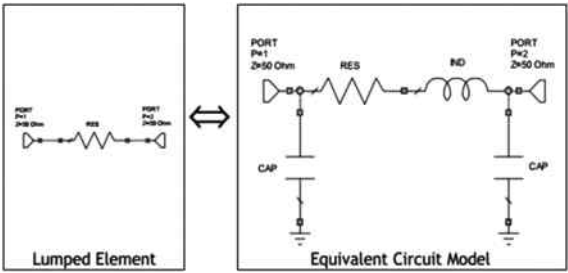


图 3 等效电路图

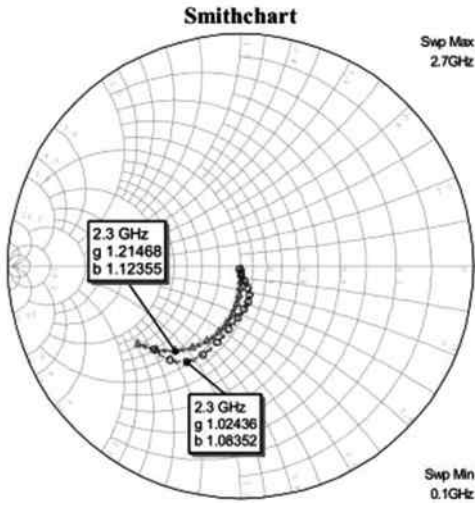


图 4 归一化测试数据与分析数据

3.2 原理分析

射频电阻在高频条件下时,可以将其作为高损耗的 TEM 波传输线电路形式。而 TEM 传输线模型如下图 5 所示,坐标的起点(z=0)在负载端,负载端电压、电流分别为 V_L 、 I_L ,传输线长度为 l,传输线左端接波源。

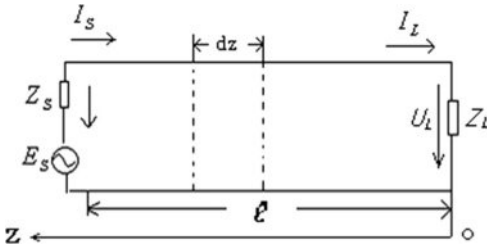


图 5 传输线模型

由于默认传输线是均匀的,固在任意点处取线元来研究, dz 足够短($dz \ll \lambda$), dz 的分布参

数效应可用串联阻抗 $Z_1 dz$ 和并联导纳 $Y_1 dz$ 的集总参数来等效,如图 6。

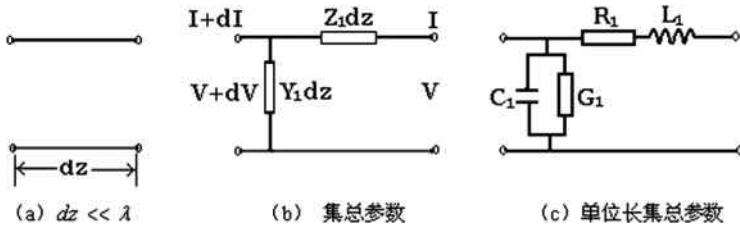


图 6 任意点等效模型

考虑时谐均匀传输线,由图 6 的模型得均匀传输线电压、电流微分方程(省去时间因子 $e^{j\omega t}$):

$$\begin{aligned} dV(z) &= I(z) Z_1 dz \\ dI(z) &= V(z) Y_1 dz; \end{aligned}$$

其中

$$\begin{aligned} Z_1 &= R_1 + j\omega L_1 \\ Y_1 &= G_1 + j\omega C_1 \end{aligned}$$

通过对方程变形并对 z 微分一次,可得传输线电压、电流波动方程:

$$\begin{aligned} \frac{d^2 V(z)}{dz^2} &= Z_1 Y_1 V(z) = \gamma^2 V(z) \\ \frac{d^2 I(z)}{dz^2} &= Z_1 Y_1 I(z) = \gamma^2 I(z) \end{aligned}$$

其通解为:

$$V(z) = A_1 e^{\gamma z} + B_1 e^{-\gamma z} \quad I(z) = A_2 e^{\gamma z} + B_2 e^{-\gamma z}$$

式中, A_1 、 B_1 、 A_2 、 B_2 为四个待定常数,可利用端条件确定。而

$$\gamma = \sqrt{Z_1 Y_1} =$$

$$\sqrt{(R_1 + j\omega L_1)(G_1 + j\omega C_1)}$$

传播因子,是电压、电流波的传播常数,大小取决于传输线的分布参数和工作频率。

利用前面公式可得:

$$I(z) = \frac{1}{Z_1} \frac{dV(z)}{dz} = \frac{\gamma}{Z_1} (A_1 e^{\gamma z} - B_1 e^{-\gamma z}) =$$

$$\sqrt{\frac{Y_1}{Z_1}} (A_1 e^{\gamma z} - B_1 e^{-\gamma z}) = \frac{1}{Z_0} (A_1 e^{\gamma z} - B_1 e^{-\gamma z}) = Y_0 (A_1 e^{\gamma z} - B_1 e^{-\gamma z})$$

因此四个待定常数只有两个是独立的,同时得到 TEM 波传输线的特性阻抗 Z_0 和特性导纳 Y_0 :

$$Z_0 = \sqrt{\frac{Z_1}{Y_1}} = \sqrt{\frac{R_1 + j\omega L_1}{G_1 + j\omega C_1}} = \frac{1}{Y_0}$$

特性阻抗 Z_0 和特性导纳 Y_0 中包含了传输线的阻抗、电抗和容抗参数。因此将射频电阻作为高损耗传输线时,理论上只需要将射频电阻的特性阻抗或特性导纳中的容抗部分提取出来,经过计算则可获得需要的等效电容的信息。

导纳值 $Y = G + jB$, 其中当 $B > 0$ 时 Y 称为容性导纳,当 $B < 0$ 时 Y 称为感性导纳。等效电容公式为:

$$C_{eq} = \frac{B}{\omega} = \frac{B}{2 \times \pi \times f} \quad (1)$$

其中 f 为测试点频率。上式(1)为已知 B 值计算并联等效电容值。

另外通过史密斯圆图可快速完成 Z 参数、 Y 参数、 S 参数之间的换算,为了使阻抗圆图方便计算,故圆图上的阻抗可采用归一化阻抗。由于建模和测试电路均使用的 50Ω 的阻抗匹配,故当使用特性阻抗 $Z_0 = 50\Omega$ 归一化处理后的导纳 $\bar{Y}$ 的值来计算等效电容时,需要反归一

处理后方可计算等效电容值。

反归一公式：

$$Y=Y_0\bar{Y}=\frac{1}{Z_0}\bar{Y}=\frac{1}{Z_0}(g+jb)=\frac{1}{Z_0}g+j\frac{b}{z_0}$$

故反归一后：

$$B=\frac{b}{z_0}$$

故

$$C_{eq}=\frac{B}{\omega}=\frac{b}{\omega\times Z_0}=\frac{b}{2\times\pi\times f\times Z_0}\quad (2)$$

上式(2)为已知归一化后的 b 值来计算并
联等效电容值。可见上式(2)与 EMC 公司通

过 b 值计算等效电容的公式一致。

3.3 仿真实验

模型仿真验证整体思路是在 ADS 软件中
建立之前的等效模型(如图 7),设定电容值,然
后提取整个模型 smith 圆图中的 B 值,采用上
公式(1)计算电容值,将计算电容值与设定电容
值进行对比,若两者相同或接近,则代表计算公
式与模型相符。其中 Term1 端并联电容值设置
为变量 C₁,Term2 端并联电容值设置为变量 C₂。
实际情况由于电阻器基本是对称结构因此,两
端电容值一般相近。

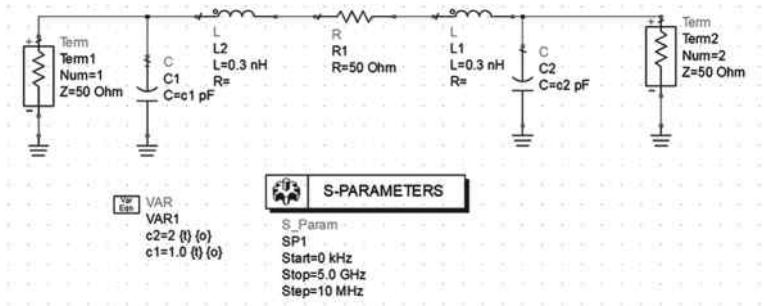


图 7 ADS 等效模型的原理图

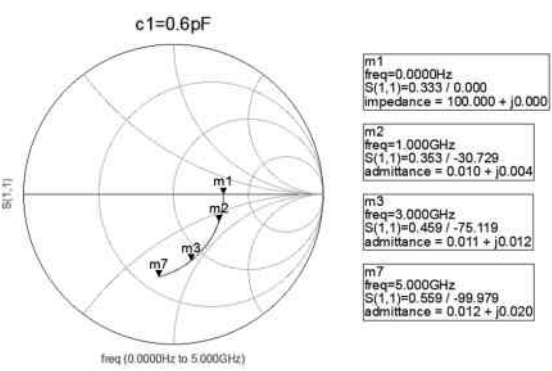


图 8 C₁=0.6pF 时仿真结果

通过 smith 圆图可以读取对应不同频点的
导纳数据,得到 B 值。例如图 8 中 m2 测试点
是在电容 C₁=0.6pF 时,频率在 1GHz 的导纳
值为 0.010+j0.004,可见此时 B=0.004,所以

$$C_{eq}=\frac{B}{\omega}=\frac{0.004}{2\cdot\pi\cdot f}=0.63pF$$

最终计算的 C_{eq}=0.63 pF 与原理图中设置
的 C₁=0.6 pF 接近。

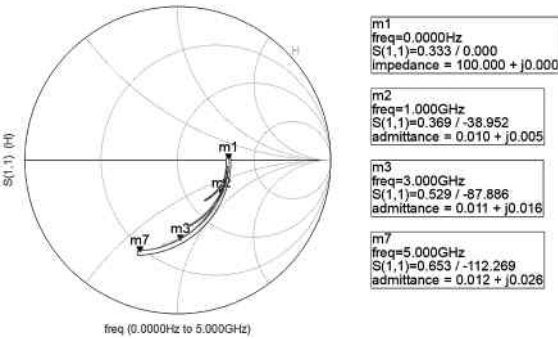


图 9 不同 C₁ 值时的仿真结果图

为了模型和计算方法准确,采用多组数据

进行验证,设置电容值 C_1 分别为 0.2 pF、0.4 pF、0.6 pF、0.8 pF 按公式计算模型在 1GHz, 3GHz,5GHz 的等效电容值 C_{eq} , 所得数据如图 1 和表 1。

表 2 不同 C_1 值时的等效电容

测试频率	计算电容值 C_{eq}				
	$C_1=0.2\text{pF}$	$C_1=0.4\text{pF}$	$C_1=0.6\text{pF}$	$C_1=0.8\text{pF}$	$C_1=1\text{pF}$
1GHz	0.2583pF	0.4774pF	0.6366pF	0.7958pF	1.114pF
3GHz	0.2651pF	0.4244pF	0.6166pF	0.8488pF	1.061pF
5GHz	0.2228pF	0.4138pF	0.6065pF	0.8276pF	1.0186pF

通过表 2,计算的等效电容值 C_{eq} 与原理图设计值 C_1 基本一致,存在差异主要原因是电路中包含有感抗特性的等因素。因此可以认为等效电容模型和计算方法基本有效,仅需要进行实际测试认证。

4 测试夹具设计、测试及测试结果分析

4.1 测试夹具设计

由于通常测试 S 参数的 smith 圆图需要使用矢量网络分析仪,而带法兰的射频电阻器无法直接连接网络分析仪,需要特定的测试夹具。但网络分析仪的校准件通常只能校准至测试电缆,这样导致实际测试结果是包含了测试夹具的,因此需要单独制作去嵌入校准件将测试夹具的误差消除。

传统的 SOLT 校准(短路—开路—负载—直通)校准操作方便、测量准确度跟标准件的精度有很大关系,一般只适合于同轴环境测量。因此 TRL(Thru, Reflect, Line)校准更适合于非同轴环境测量,如 PCB 上表贴器件、波导、夹具、片上晶圆等。但通常没有通用的 TRL 校准件存在,因为需根据测试夹具的材料及物理尺寸和工作频率设计制造出相应的 TRL 校准件,即采用不同的夹具需设计不同的 TRL 校

准件。但事实上,由于 TRL 校准的标准件不需如 SOLT 校准的标准件那么精确,其精度只是跟 TRL 标准件的质量,重复性部分相关,而不是完全由标准件决定,因此其特性也更容易描述。TRL 校准件的设计时注意以下几点:(1)PCB 上连接头的一致性越好,损耗越低,TRL 校准件的效果就越理想。(2)直通标准件参考测量面设定在的中间较适宜,因为此时电磁场相对参考测量面是对称结构。(3)开路标准件需通过测量或 3D—EM 仿真获得其边缘电容。(4)短路标准件需合理设计其连通 PCB 的过孔的位置。(5)负载标准件可以通过 2 个 100 ohm 的表贴阻抗来实现。(6)延迟线的相位跟信号传播时的相速与有效介电常数有关。因此必须考虑传输环境的有效介电常数。(7)设计时多条延迟线的频率范围需能够覆盖要求的频率范围。

具体设计方案不再赘述,最终选用厚度是 0.508mm 的 Ro5350 板材制成了测试夹具和 TRL 校准件如下图所示。

4.2 测试

使用 TRL 校准件的使用前都需把校准件的频率范围、延迟时间等数据录入矢量网络分析仪,由于不同型号的仪器操作方法有所不同,

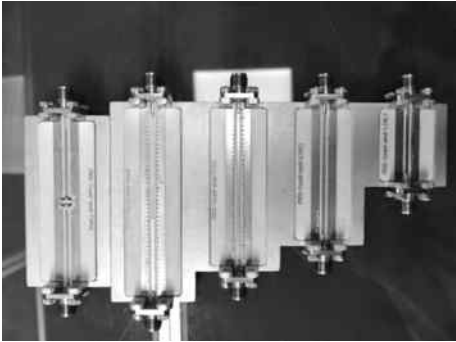


图 10 去嵌入校准件

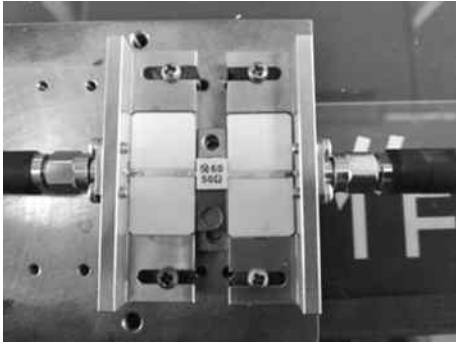


图 11 测试夹具

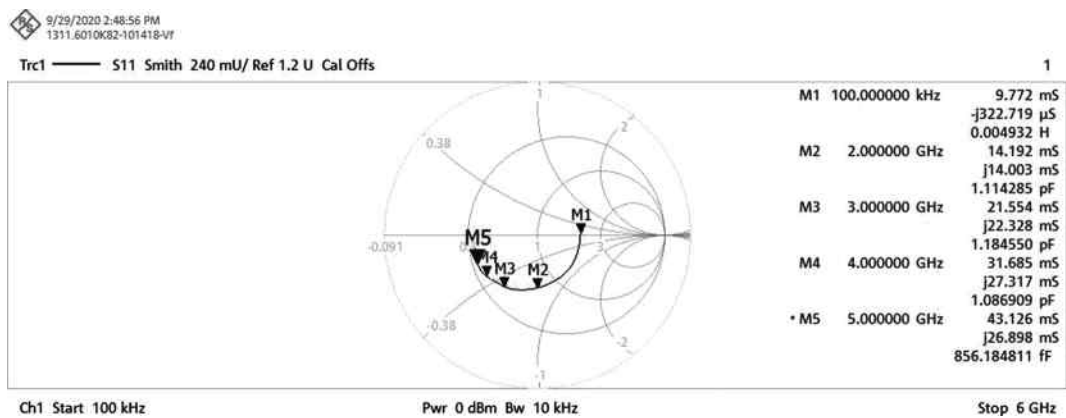


图 12 样品 1 测试结果

故不在此赘述。本文通过使用 R&S ZNB 矢量网络分析仪和测试夹具,网络分析仪可将其导纳值和等效的电感 L_{eq} 或电容 C_{eq} 值进行显示。

4.3 测试结果分析

测试了 5 只 60W-50Ω 电阻的电容值。图 12 为样品 1 的 smith 导纳圆图,直接显示的各频点的导纳值和等效电容电感值,例如在频点 5GHz 时:

$$\begin{aligned} C_{eq} &= \frac{B}{\omega} = \frac{B}{2 \times \pi \times f} \\ &= (26.898 \times 10^{-3}) / (2 \times \pi \times 5 \times 10^9) \\ &= 856.1899 \text{ fF} \\ &= 0.856 \text{ pF} \end{aligned}$$

计算结果与矢量网络分析仪显示容值基本一致。

5 结论

(1)理论计算电容值、低频测试电容值、高频等效并联电容值均不完全相同,其中低频电容值略高于理论电容值。而高频等效并联电容值则取决于选取的测试频率点,其可能高于低频测试的电容值,也可能低于低频测试的电容值。因此常规低频测试电容值可以作为选择初

即 $Y=43.126 \text{ mS}+j26.898 \text{ mS}$,导纳呈容性,等效电容值为 856.184811 fF,通过公式(1)再次计算验证:

表 3 60W—50ΩJ 的等效电容

测试频率	实测电容值 C_{eq}				
	样品 1	样品 2	样品 3	样品 4	样品 5
2GHz	1.114pF	1.124pF	1.104pF	1.134pF	1.214pF
3GHz	1.184pF	1.188pF	1.154pF	1.184pF	1.204pF
4GHz	1.086pF	1.106pF	1.056pF	1.116pF	1.121pF
5GHz	0.856pF	0.906pF	0.789pF	0.886pF	0.959pF

步参考,但不能作为完全的依据。可以考虑给出的一定频率范围内的电容值,则取该频率范围的最大等效电容值。

(2)理论计算电容和低频测试电容的方法仅限于类似带法兰的射频电阻等特定结构,而高频等效并联电容的方式需要对产品的高频时的 S 参数进行测试和计算,其适用范围更广,例如片式电阻结构。

(3)高频等效并联电容与实际的等效电容值可能还存在一定的误差,但整体在可接受范围内。如 GJB 360B—2009 方法 305 电容测试要求误差在 $\pm(0.5\%+0.2\text{pF})$ 范围内。

(4)EMC 公司的高频等效并联电容测试方法目前是受行业内较多厂家或设计师认可的方式,但射频电阻的等效并联电容带来的最终影响还需要实际使用进行确认。

参考文献

[1] EMC RFLabs, Parallel Capacitance in High Power RF Resistors[Z]. 2007.

[2] 徐锐敏等. 微波技术基础[M]. 科学出版社,2009.

[3] 清华大学《微带电路编写组》. 微带电路[M]. 清华大学出版社,2017.

[4] GJB 360B—2009, 电子及电气元件试验方法[S]. 2009.

[5] MIL—STD—202G, Test Method Standard Electronic and Electrical Component Parts [S]. 2002.

[6] Keysight Technologies, Specifying Calibration Standards and Kits for Keysight Vector Network Analyzers[Z]. 2016.

分会第八届理事会组成人员及组织架构

理事长	姜海洋	北京七一八友晟电子有限公司	总经理
副理事长	刘德信	潮州三环(集团)股份有限公司	副总裁
	刘尊述	成都宏明电子股份有限公司	总经理
	杨晓平	广东风华高新科技股份有限公司端华片式电阻器分公司	总经理
	张拾成	南京先正电子股份有限公司	总经理
	叶德斌	四川永星电子有限公司	董事长
	杨志明	上海克拉电子有限公司	董事长
	李福喜	蚌埠市双环电子集团股份有限公司	董事长
	许筱钧	常州市山达电子有限公司	董事长
理 事	金志良	东莞市长泰尔电子有限公司	董事长
	魏昭茂	广东揭阳市美得福电子有限公司	总经理
	洪金镛	广东升威电子制品有限公司	董事长
	张建国	邯郸市峰峰一零一电子有限责任公司	董事长
	钱 林	鹤壁博大电子科技股份有限公司	董事长
	陈 冀	湖南龙建达电子科技有限公司	董事长
	龚永明	宁波华宇电子有限公司	总经理
	赵 君	山东航天正和电子有限公司	董事长
	曾志雄	深圳市百亨电子有限公司	总经理
	朱 奇	深圳市格瑞特电子有限公司	董事长
	肖 波	深圳市山达士电子有限公司	总经理
	石胜兵	深圳市咸阳华星机电有限公司	总经理
	陈小诚	盛雷城精密电阻(江西)有限公司	总工程师
	周叶峰	苏州市爱业电子元件厂	总经理
	赵世有	天津百瑞杰焊接材料有限公司	总经理
	范二群	天津福源华航电子有限公司	总经理
	李志珣	天津市三环电阻有限公司	总裁
	戴建荣	天长市正隆电子有限公司	总经理
	韩领社	西京电气总公司	副总经理
	周瑞山	中国振华集团云科电子有限公司	副总经理
	卢立营	淄博鲁元电子有限公司	董事长
秘书长	辛 钰	北京七一八友晟电子有限公司	主任

注:理事排名按单位名称拼音顺序