

This is Google's cache of <http://www.ednchina.com/Cstmf/BCsy/AtcShow.asp?AID=838> as retrieved on 22 Mar 2005 20:50:33 GMT.

Google's cache is the snapshot that we took of the page as we crawled the web.

The page may have changed since that time. Click here for the [current page](#) without highlighting.

This cached page may reference images which are no longer available. Click here for the [cached text](#) only.

To link to or bookmark this page, use the following url: http://www.google.com/search?q=cache:vzd_z_4kN6wJ:www.ednchina.com/Cstmf/BCsy/AtcShow.asp%3FAID%3D838+%E5%BC%80%E5%85%B3%E5%99%A8%E4%BB%B6+mos&hl=en

q=cache:vzd_z_4kN6wJ:www.ednchina.com/Cstmf/BCsy/AtcShow.asp%3FAID%3D838+%E5%BC%80%E5%85%B3%E5%99%A8%E4%BB%B6+mos&hl=en

Google is not affiliated with the authors of this page nor responsible for its content.

These search terms have been highlighted: 开关|開關 器件 mos

Reed Electronics Group



会员注册
电子通讯
留言板
中国电子设计开发业的主导刊物

EDN.com | EDN Asia | EDN Japan | EDN Europe

Welcome, guest! Register / Log in here

站内搜索 标题 [dropdown] 高级搜 [button]
[input] [提交]

首页 设计实例 技术文苑 新闻与采访 企业会员专区 技术论坛 EDN 博客 Friday



技术与产品资源

- 微处理器与DSP
- 消费电子设计
- 嵌入式系统
- 无线设计与开发
- 电源技术
- 测试与测量
- 设计工具与服务
- 显示技术
- 存储器
- 可编程器件
- 计算机与外设
- 通信与网络
- 光电技术
- 模拟与混合信号
- 元器件

所在栏目：张为佐专栏 技术分类：电源技术

发布日期：2002-08-31 点

电力电子技术的新动向

一. MOS型功率半导体器件改变了功率变换技术的面貌

过去功率半导体器件的国际会议主要是包含在半导体器件(主要是集成电路,如IEDM会议技术(如PESC, IPEC, IAS)的会议中。1989年始有专门讨论功率半导体器件的专业会议国际功率半导体器件讨论会(ISPSD)。从历年来ISPSD中论题的变化来看,功率MOS器件电路的论文发展最快。而晶闸管的论文则迅速减少。这说明晶闸管技术已趋于成熟。而器件则正在不断更新和发展。

ISPSD'97中,会议主席专门谈到了今年会议的主题是:“功率半导体器件的40周年和周年纪念”。说明1957年晶闸管(可控硅)的发明,是功率半导体器件纪元的开始。但他也同当前影响更为重大的是近20年前,功率MOS场效应晶体管的发明,它使微电子学和电力电子技术开始接通,并使功率变换技术有了新的飞跃。

功率MOSFET所以发展非常快的原因是:

- 1) 场效应晶体管作为一种多子器件,其频率大为提高。因此不仅高频应用有了扩大,在体积方面更起了关键的作用。
- 2) 场效应晶体管作为一种电压控制型器件,可用一些专用的高压集成电路直接进行控制以把主器件和控制、自保护电路做在一个芯片或器件中。这不仅进一步减小了体积和重制的概念发生了根本的变化。
- 3) 新一代的场效应晶体管的通态电阻不仅比PN结的正向好,甚至比过去认为具有最低肖特基二极管还好。因而MOSFET不仅是一种快速开关器件,而且在一定的条件下,它

最佳的整流元件。这个优点使MOSFET进入电脑等应用领域。而没有其他器件可以替代

4) 以MOSFET为基础的新型器件，如IGBT，进一步扩大了MOS型器件的功率领域。它半导体器件中的主将之一。其他更新的MOS型器件，是每次学术会议的中心，但终究胎而出，还在继续发展之中。

5) 功率集成电路通常都带有MOSFET，它作为MOSFET及IGBT的触发电路已有了很大又将保护电路结合在内，或根据不同应用制造不同的功率集成电路。这类器件大大简化件的应用。其前景是不可估量的。

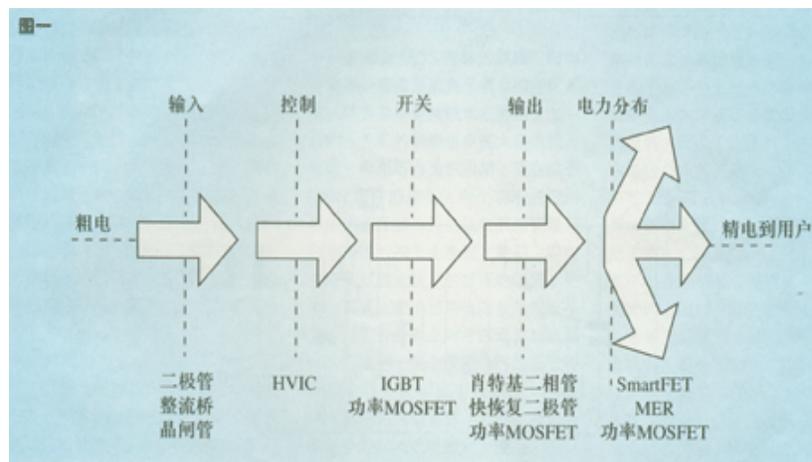
6) 以MOS型芯片或结构为主体的各种组合型器件、厚膜电路也正在迅速发展。例如IGBT+HEXFRED的COPACK封装IGBT、MOSFET+SCHOTTKT的FETKY等，这些组合仅是为缩小体积重量，也为减小接线电感改进效率减少电路噪声起了作用。再例如新型器MicroElectronicRelay(MER)，其结构为MOSFET+控制电路+光电池，其通态电阻可关。此外，新型的快恢复外延二极管HEXFRED虽然不是MOS结构器件但也是为配合MOS型器件的续流需要而诞生的。

由于MOS型功率半导体器件大量涌入市场，电力电子技术的面貌发生了根本的变化。

二. 功率变换的四个主要环节 与新型功率半导体器件

功率半导体器件主要用于处理电能(频率变换、功率变换和控制)。或者说是把粗电精炼需要的精电。在处理过程中，特别着重于效率的提高，因而可节约大量的电能。

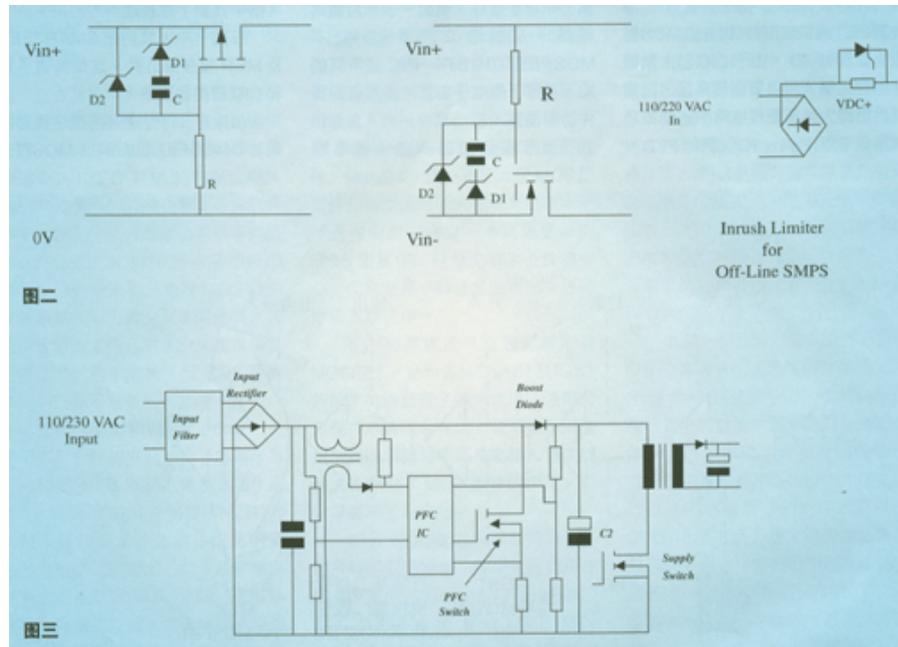
根据功率变换的功能，我们可以把电力半导体器件分成四大类。(有时也分成五类)这是是先把交流电整流为直流(I)，然后在一定的控制下(II)把直流逆变成所需频率的交流电(III)，在某些场合下，还需要将它再转换成直流(IV)。这些环节可由图一表示：



(I) 第一部分称为输入整流。由于中小功率装置的蓬勃发展，整流元件(包括晶闸管)有望贴装化和桥式化的趋势。其原因无非是减小体积，因而出现了许多新的包装形式。除了220，TO-247(TO-3P)等封装外，近年来发展的SMD-10是市场上最大的表面贴装塑料封装作电机驱动时配合IMS工艺(铝板上加绝缘层)可达到10KW的功率。作为半导体芯片来讲

塑封工艺，芯片的表面钝化常是必须的，有很长历史的成本低廉的玻璃钝化的方芯片及。

在输入这一级，除了整流而外，通常还有输入限流、功率因素调整等环节。由于前面提功率MOSFET工艺，极低的正向电阻使MOSFET可用于限流电路中。如图二所示。功：中也会用到两个MOSFET(如图三)。从这个意义来说，MOSFET也属于输入级的元件。中还没有表达出来。从上面的讨论可以理解到，输入整流最近的新趋势将是智能化。即电磁干扰、改善功率因素、软启动等功能组合在输入整流器内。



(II) 第二部份的控制元件，已有许多专门的控制集成电路(Control IC简称CIC)出现。用MOSFET或IGBT有时也称为**MOS**栅极驱动器MGD。由于CIC和主回路在一起工作，所压，因而有时也称为高压集成电路(HVIC)或功率集成电路(Power IC，简称PIC)。

对功率集成电路而言，不同应用、不同电路需要采用不同的器件。因而功率集成电路就属于用户专用电路，当然作为生产厂来说，它必须选择有较大市场的电路，才有价值去就功率集成电路(PIC)而言，还包括另一种元件称为SMARTFET，即是带有智能的MOS元件在汽车电子中颇为重要。SMARTFET和一般的CIC不同，它不是一种触发元件，具有自保护功能的功率MOSFET。它既是一个功率器件，也是一个单片集成电路。从节说，功率MOSFET，IGBT，PIC及常规的IC，都属于微电子工艺。虽然有的器件功率往上节提到过的微电子继电器(MER)，实际上也属于微电子集成电路，它将固态继电器(S尽力以单个芯片或少数几个芯片来完成。有人把它称为第三代固态继电器。它通常包括控制电路和作为主部件的MOSFET或者晶闸管。采用晶闸管作为主部件的称为单片开关Chipswitch。采用MOSFET作主部件的，称为光伏打继电器PhotoVoltaicRelay(PVR)。到，由于PVR可采用第五代的MOSFET工艺,因而其通态电阻已可低于机械接点。它们在便携式电器中找到了越来越多的应用。

在图一中，我们把SMARTFET及MER放在第五类。这是强调了它和CIC应用的区别。

(III) 第三部分逆变用器件其主体是功率MOSFET和IGBT。MOSFET的优越的高频开关特性是一种理想的逆变用器件。但多子器件也有它的缺点，即高压MOSFET的正向电阻很大，诞生了绝缘栅双极型晶体管IGBT，由于它比MOSFET多一个PN结，因此本质上是个双管。这个附加的PN结注入少子就改善了通态特性。IGBT的电压可做得很高，但目前较600-1200伏左右。功率MOSFET(在IR公司称为HEXFET)和IGBT，都是通过原胞的周界流的。周界越长，其通态电阻就越小。因而它们有一共同趋势是增加原胞的密度，因为面积内的原胞其总周界长度自然增大。从制造工艺来说，也就是说更为精密。这就是大的微米或亚微米技术。新一代的MOS器件，与超大规模集成电路的工艺已经很少区别。了IR公司前五代每平方厘米原胞数的进展。其工艺的精细性就可想而知了。当前的另一采用沟槽技术(trench)来减小正向电阻。这是因为该结构减小了寄生结型场效应管内阻，其垂直沟道也减少了占有面积。

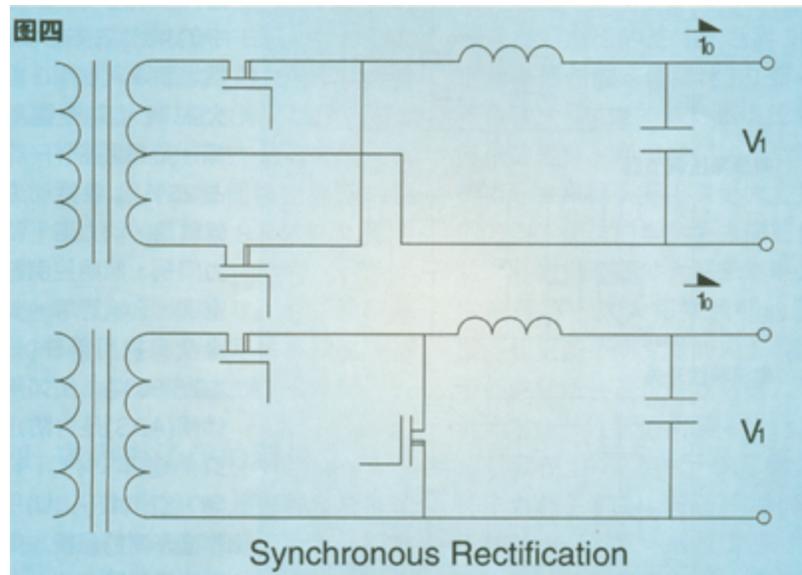
对IGBT来说，由于注入了少子，相应也就减慢了开关速度。当然，我们也可以使它更接近MOSFET而减少少数载流子的堆积。同时也常用减少少子寿命的办法来加快IGBT的工作。同代的IGBT即源于此。但少子寿命降低倒过来又会影响正向压降。

在逆变工作时，经常需续流二极管同时工作。这种二极管不仅要求速度快，而且要求恢复快，以免因寄生电感引起高压而损坏主器件。快恢复二极管通常用外延片做，故称FRED(快恢复二极管)。在应用中，有时也用肖特基二极管来和功率MOSFET搭配。肖特基二极管的恢复特性好，这是由于肖特基二极管是金属半导体结，所以理论上不存在少数载流子的恢复时间。肖特基二极管的缺点是：当施加反向电压时，往往漏电很大，耐不住高压。

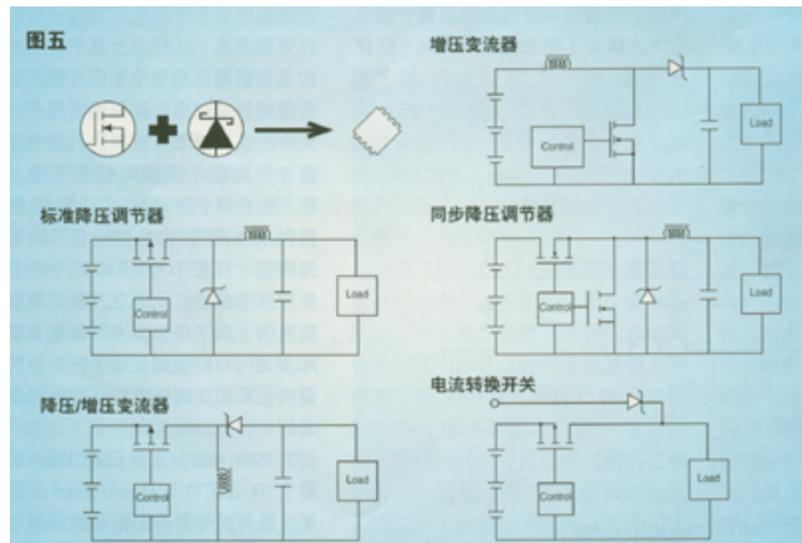
为了满足耐高压的需要，一种新型的耐高反压的快恢复外延二极管应运而生。它是在肖特基二极管的基础上，加上密集的PN结小原胞。在正向时，它有肖特基二极管的低压降特性，而在反向时，空间电荷层展开，耐受住了高压。它的恢复特性快而且也很软。这种元件在IR公司被命名为HEXFRED，因为它的原胞具有六边形(HEX)结构，因而得名。

就像MOSFET有带智能的SMARTFET一样，IGBT也有一种叫智能功率模块(IPM)它比普通的IGBT具有自保护功能，甚至把CIC也装在里边。但它不是单片器件，而是模块。在中小功率应用发展其他封装型式来代替模块。IR公司发展的COPACK，就是把IGBT与HEXFRED塑封封装内，成本当然比模块便宜。目前塑封封装已可容纳最大的IGBT芯片(如SMD-10)。IR还推出一些品种采用SIP或ISOTOP的封装，是一种介于塑封和模块之间的包装。

(IV)第四部分称为输出整流。它们一般是低压的，并且要求速度快。肖特基二极管是最理想的。前面已经说过，新一代的MOSFET具有最佳的通态电阻。所以在应用中有同步整流(如图4)，MOSFET被用作最理想的整流元件。肖特基二极管和MOSFET都可以做成模块应用。



上面已提到的一种新的组合器件称为FETKY，是把肖特基二极管和第五代的HEXFET封装内(4mmX5mm，8脚)。体积可缩小66%。它可用于降压调节器中，把DC12V降3.3V。也可用于同步整流器中，电流可达6.4A。也可用作电池转换开关。这种元件在应用中，就显得更为重要。(见图五)



三. 新型功率半导体器件大大

拓宽了应用领域 正因为MOS器件的发展，因而使应用的覆盖范围有了根本的变化。过变换技术主要用于工业控制，人们的兴趣也多在大型电机、电解、牵引等方面的应用。MOS器件的加入，中小功率的应用有了迅速发展。过去认为节约能量只对功率很大的工重要，现在理解到对量大面广的家用电器节能也十分重要。单个家用电器虽然用电不大，对全国而言节电是非常可观的。每个家庭也因此可节省许多电费，如家庭中耗电最冰箱、照明等等。节能甚至对功率很小的便携式电器更为重要，因为它大大延长了电池间。在便携式电器(所谓Portable Electronics)中，由于采用新一代MOSFET，其电池的

增加1-4倍。这当然是十分吸引人的事。

目前功率晶体管 (MOS晶体管及IGBT已成为功率晶体管的主体)大约平均地用于下述五工业控制、日用电器、通讯、便携式电器(包括电脑)及汽车电子。功率晶体管能长期维持增长率,其应用均匀分布于各个方面是一个重要原因。因此不会因为某一市场的萎缩发展。何况,上述五个方面都是当今最吸引人的方向。

下面再进一步介绍一些有关应用,以便大家对当前的新动向有更多的了解。

1) 电机调速:据报道,目前世界上大约有超过100亿个大大小小的电机正在运转,有30%的功率耗在电机中。约有15-20%的中小电机已采用电子控制,使用了约30%的晶体管。过去对于大的工业用电机的调速,那是因为对小电机进行交流调速,在经济上是不现实的。如把一个1马力的三相交流调速的主部件,装在像信用卡一样大小的线路板上,这样我们每年一二亿个调速电机的市场。据称,全世界25%电能用于电机(美国更为50%)若有90%为交流调速,如按节电40%计,则全世界可节电9%。以20立方英尺的电冰箱为例,用电子技术,每年可省电70美元。目前我国正处于一个新的空调热,采用变频技术后其节电将是1996年2月,美国PCIM杂志刊登了IR公司称为PowIRtran的新构思,即采用全套表面贴导体器件或直接用多个芯片构成模块来组成调速用部件,其中包含输入整流器中的晶闸管的COPACK型IGBT(包括HEXFRED)等等。控制用的高压集成电路则和其他部件组成总功率可超过10KW,线路板大小约相当于手掌。也可作为UPS,电源,焊机等应用。

2) 照明节能的例子大家已听到很多。节能灯的主体是作为振荡用的一对晶体管。采用功率MOSFET的节能灯,其性能可比常规的双极型晶体管更好。IR公司已将这一对功率MOSFET制用的专门集成电路做在一个塑料封装内,不仅使线路进一步简化,也使节能灯的体积小。据称,若把全世界的白炽灯都换掉,并采用电子镇流器,则可节约20%的电。国内绿色照明这个重要项目,希望逐步会有相应的奖励政策出笼,这将加快绿色照明的发展。亚洲在发展绿色照明时存在一定的区别。在美国,估计已安装的荧光灯至少有10亿个。目前正在改用电子镇流器(即3千万个)。当然对新建筑,电子镇流器就相当普遍。在欧洲,发展较快,这和欧洲较高的电费以及政府的鼓励政策有关。据称由于主要生产基地已移入中国,则欧美市场的区别将减小。关于价格方面,重要的是考虑节能灯的使用寿命,据以100瓦为例,在节能灯寿命内可节省70美元。在此情况下,节能灯价格高些就不成问题。正在发展多样化的,除了一体化而外,也有灯泡可卸下的,更有把电子镇流器装在灯具方以便散热。这样,已有42W的节能灯。高强度放电灯(HID)由于调光质量改进很快,在照明中发展最快的部分。这些发展都是MOSFET的巨大市场。

3) 便携式电器:2000年时大约有4亿个这类产品需要用到MOSFET等器件。这方面包括移动电话或笔记本计算机,移动电话,可拆卸硬盘驱动器,个人数字助理,DC-DC变流器,电池反向保护,PCMCIA卡,掌上型游戏机,掌上型无线电通信,便携式音/视频设备,控制器,可充电剃须刀,电动牙刷,掌上型万用表,掌上式测试设备等等。例如用于CD播放器,电池寿命可提高3倍。一个手提计算机中,要用8-10个功率器件。每个大哥大中,要用1-2

件。据称，过去三年内，因为电力电子技术的发展已使电池的寿命增加了一倍。

4) 汽车电子：据称目前每年欧美日每年汽车中用的功率半导体器件有14.1亿个，共142000年时将增长到20.21亿个，共19.91亿美元。这是一个非常大的市场，还没有把摩托车计算在内。现代的汽车中，由于要求改善发动机性能，要求更为安全和舒适，有许多到半导体器件。例如发动机控制单元(占功率半导体器件在汽车电子市场中的40%左右)注入控制、点火控制、变速器等等。舒适用部件(约占25%)：包括动力驾驶盘、动力窗锁、照明控制、空调、音响等等。安全及保护用部件(约占25-30%)：例如防锁闸(ABS)然刹车时汽车打弯、空气袋(ABU)用作撞车时的保护、电动车锁供防盗用。此外为了增要进一步减少车内的引线和结点，这就要求半导体器件尽量组合化和智能化。如对SM要求等等。我国现在大概约近100人才拥有一辆汽车，即使大量生产汽车，在相当长一其普及率仍不会很高。说明中国汽车电子市场潜力之大及其持久性。将来的汽车中，每到高达二百个功率器件，可见其市场之大。

5) 开关电源：可以说，功率MOSFET是开关电源的第一用语。据称开关电源的市场大元，其中约6%是功率半导体器件(即约1.2亿美元)。由于中国的人口众多，地域广阔。通信电源市场潜力也是世界上最大的市场之一。全世界的主要通信设备制造公司都涌入当然开关电源不仅用于通信电源中，也包括用于计算机主机，工业，仪表，医药等等。DC电源中的热点是一体式功率模块(BOARD MOUNTED POWER)，在BMP中，从DC表面贴装的MOSFET或是MOSFET芯片，从AC到DC需用表面贴装的肖特基二极管或晶极管芯片，然后还需要若干个使用MOSFET的调制器。由于开关电源目前有低输出电压新一代的MOSFET又更为适用。

以上这些应用，占主导的将是MOS型器件，所以尽快推广有关应用，是加快发展的关键

四. 电力电子学的新概念

由于功率MOS型器件及功率集成电路的优异性能和迅速发展，给电力电子技术注入新的当今电力电子技术的应用范围拓宽到难以置信的程度，因而原有的电力电子学概念也需容。

电力电子学是在晶闸管为核心部件的时代中诞生的。晶闸管的优点是易于制成高压器件功率方面的应用有了很大的发展。所以给人的印象是：电力电子技术是一种主要应用于控制方面的技术。长期来，使人们特别重视“电力”这两个字的份量，不自觉地将小功率除在电力电子学概念之外。经过十余年的发展，MOSFET、功率集成电路等已逐步取代成为新一代电力技术的核心，使应用对象发生了根本的变化。这时候若再过分强调用，就会使我们忽视正在蓬勃发展的大量新技术应用。其实我们不妨给电力电子技术一的定义：即电力电子技术就是一种采用功率半导体器件进行功率变换的技术。或者更形为一种通过半导体把所谓“粗电”精炼为“细电”的技术。在这里功率大小、电路简个主要因素。这里有一点必须指出的是：全世界50安以下功率器件的产值要比50安以下大10倍。其数量上无疑有几万倍的差异。所以我们决不能以原有的概念去束缚实际上有

范围的方向，使这门学科失去向前发展的活力。我们必须扩大原来对电力电子学的理解我们的业务范围，让更多不同专业的人士前来参加我们的队伍。这正是我们电力电子学注意的问题。

我在1979年时，为了筹建全国的电力电子学会，曾经写过一篇“略论电力电子学”的。引入NEWELL的倒三角定义一直为国内所引用。但最近在美国大学中，包括美国的IEEE的文件中，却很通俗地介绍了电力电子是一种无所不在的技术。的确，当你开车，用开空调，用微波炉做饭，从冰箱中取出冷饮，打电话或是使用大哥大，听音乐，看电视手电钻打个洞，你都在和电力电子技术打交道。美国有一本最主要的电力电子杂志，早“电力电子”，后改名为“功率变换和运动控制”。近来它又讨论了要不要取消1瓦功率概念的下限。但后来这本杂志还是又取名为“电力电子系统”并且和“功率变换和这个名称并用。所以看来不必过分介意功率的范畴。

MOS型器件为电力电子技术应用带来了许多崭新的领域，我们必须面对这个事实，把 π 的电力电子学结合起来，使我国的电力电子事业有一个更大的发展。让我们来共同迎接子的新时代。

本文为下述各文的综合和缩写：

1. 电力电子技术发展的新动向张为佐，白继彬《电力电子技术》1996第4期
2. 电力电子技术的应用和发展张为佐《江苏机械制造与自动化》1998第2期
3. 功率半导体器件的新发展1997年10月在中国电源学会扬州会议上的论文刊于《电源学会论文集》获优秀论文奖后又刊于《中国电源博览》1999年第1期



[关于EDN China](#) | [编辑部](#) | [广告部](#) | [发行部](#) | [友好连接](#) | [兼职招聘](#) | [About IDG-RBI](#)

© 2004 [Reed Business Information](#) - IDG
Use of this website is subject to its [terms of use](#)
[Privacy Policy](#)