

# 功率驱动模块（2SD315AI-33）检测技术研究

敖波 陆定红 王文玺

（贵州航天计量测试技术研究所 贵州 贵阳 550000）

**摘要**大功率IGBT驱动模块2SD315AI-33具有2路完全隔离的驱动电路，驱动电流大，拥有完善的过流、短路保护和电路监控功能。本文介绍了2SD315AI-33驱动器工作原理，设计了直接控制工作模式的接口电路及其测试电路，利用设备仪器开展功能和电参数测试，通过对其功能性能测试，掌握2SD315AI-33驱动模块工程应用中需要注意的事项。

**关键词**驱动器；模块；可靠性

**DOI** 10.12252/j.issn.2096-6261.2020.06.1108

## 引言

IGBT作为电能转换的核心器件，具有高可靠性、驱动简单、保护容易、不需要缓冲电路和开关频率高等优点，广泛应用于武器装备中。当前，电能转换装置中功率器件主要采用大功率的IGBT，IGBT的性能主要取决于驱动电路的驱动能力，驱动电路是信息与电能变换之间的重要电气接口<sup>[1]</sup>，2SD315AI-33驱动模块是目前使用较多的IGBT驱动器，其可靠性直接影响装备产品的可靠性。本文结合工程应用，对2SD315AI-33模块功能性能进行分析，探讨了其关键技术指标测试方法以及应用中的关键问题。

### 1 2SD315AI-33模块工作原理

#### 1.1 2SD315AI-33内部结构

2SD315AI-33主要由LDI (Logic to Driver Interface) 逻辑驱动转换接口、IGD (Intelligent Gate Driver) 智能门极驱动和DC/DC变换器构成。

(1) LDI：模块主要用于接受控制端的PWM信号，经过处理后传递到下一级；

(2) IGD：通过高频隔离变压器从上一级 (IDI) 接收控制信号，经过放大等处理后，输出±15V/±15A (瞬时电流) 的驱动信号，用于控制驱动端IGBT，每只2SD315AI-33包含两路IGD模块。

(3) DC/DC：主要是给两路输出通道提供彼此隔离的供电，采用变压器耦合隔离，工作频率可达100kHz以上，输入输出间交流耐压可达4000V<sup>[2]</sup>。

#### 1.2 2SD315AI-33性能特点

相比于其他驱动模块，2SD315AI-33具有以下可灵活定义逻辑电平、自由选择工作模式、具有短路和过流保护功能、可动态设定短路保护阈值等优点。

### 2 电路设计

基于2SD315AI-33工作原理，结合设备资源，设计了测试电路<sup>[3, 4]</sup>，原理图如图1。

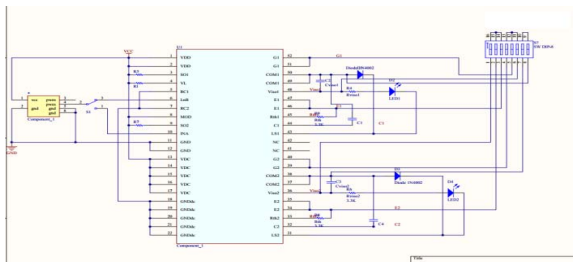


图1 2SD315AI-33驱动模块测试原理图

#### 2.1 工作模式选择

2SD315AI-33具有两种工作模式，分别为直接式和半桥式。在直接方式下，MOD输入端接VDD，RC1和RC2接地，PWM信号接INA和INB，S01和S02引出两个状态反馈信号，驱动器通道之间相互独立，死区时间可通过软件设置；结合实际情况，本次选

用在直接工作模式下，开展功能性能测试。

#### 2.2 PWM控制信号

本次实验选择PWM脉冲频率、占空比可调的波形发生器，在测试过程中，通过触屏调节输入PWM信号，测试不同幅度波形控制条件下的驱动器输出状态。

#### 2.3 状态指示

利用指示灯显示上下桥臂工作状态。IGD导通集电极时，输出约5mA，在管脚Visox和Lsx间串联一个电阻和发光二极管，指示通道的工作状态，正常情况下发光二极管发光，当发生欠压或短路故障时发光二极管熄灭。

### 3 测试试验

#### 3.1 试验目的

(1) 通过设计2SD315AI-33工作电路，测试LDI、IGD和DC/DC变换器模块输出特性及直流参数，验证测试工作台的正确性；

(2) 掌握2SD315AI-33驱动器测试方法及原理。

#### 3.2 试验结果

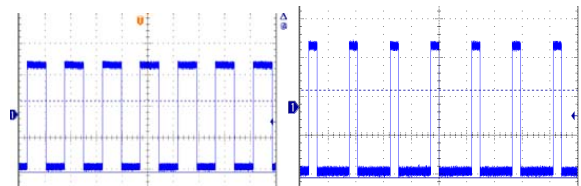


图2 2SD315AI-33端输出信号

如图2所示，当输入信号为1kHz，幅值为15V时，输出信号幅值、频率均满足输出要求，测试过程中，发光二极管一直正常工作，状态显示正常。改变输入信号频率、占空比，输出信号会随着输入信号变化而变化。脉冲上升时间很短，高电平平稳无抖动，说明测试电路设计良好，满足功率驱动模块测试要求。

### 4 结语

在掌握2SD315AI-33工作原理的基础上，开展各项功能、电参数测试，测试参数有效，保障产品可靠性。同时，进一步掌握2SD315AI-33外围电路设计原理，对同类型功率模块测试打下基础。

#### 参考文献

- [1] 郑月非，张爱玲，以2SD315AI为核心的IGBT驱动电路的设计与调试[J]. 电气技术，2010 (03)：65-67.
- [2] 李艺，在变频器中应用2SD315AI驱动模块[J]. 电气时代，2008 (09)：116-117.
- [3] 胡晚芝，模块2SD315AI-33在矿用逆变焊机上的应用[J]. 科技情报与经济，2005 (15)：280-281.
- [4] 曹军，2SD315AI-33型功率器件驱动器的性能及应用[J]. 电子器件应用，2004 (10)：35-37.

# ZA45合金自孕育成型及其磨损行为研究

罗军文 邓权利 卢庆添 覃业波 杨春荣

（百色学院 广西 百色 533000）

**摘要**近年来，由于铜和锡资源的短缺，高铝锌基合金替代铜合金在各种工程机械零件上的应用越来越普遍。本文重点研究ZA45高铝锌基合金的自孕育成型及其磨损行为，为开发新型替代合金，拓展高铝锌基合金的应用领域奠定基础。

**关键词**高铝锌基合金；自孕育成型；磨损行为

**DOI** 10.12252/j.issn.2096-6261.2020.06.1109

ZA45合金是一种高铝锌基合金，铝含量约为45%。化学成分主要有锌、铝、铜、铁等。高铝锌基合金指铝含量不低8%的锌基合金。该系列合金在具有优越的力学性能，良好的摩擦性能和切削加工性能，而且原材料丰富。近年来，高铝锌基合金不断出现在机械制造、模具、电器等各个领域。锌铝合金可作为各种机械零件，如轴套、轴瓦和蜗杆的车轮、螺母、导板等结构件，以及各种锻造机械的轴瓦、导板等结构件，被广泛使用<sup>[1]</sup>。由于中国铜和锡资源的短缺，铜及其合金的价格也在上涨。锌铝资源较为丰富，特别是在素有“红城铝都”美誉的百色地区，铝资源十分丰富，可加以利用。因此，研究开发高铝锌基合金取代铜合金在工程机械零件上的应用具有重要意义。本文论述了自孕育法在ZA45合金上的应用及磨损行为的研究。

## 1 自孕育法的原理

自孕育法，顾名思义，就是将两种合金在一定的成分、质量和温度下混合，而后以一定的角度经过偏转板浇注。因为两种合金液体的温度和表面张力，在混合后的合金熔体中立刻形成大量的晶核。同时，经过导热板熔体产生冷却和对流效应，促进晶粒的分散，加强自孕育效应，抑制晶粒的成长，达到清除合金铸件中粗大的树枝晶组织和球状颗粒组织的目的，获得细小的等轴晶组织，该方法本质上是热力学细化法和动态结晶法相结合而形成的一种复合细化方法<sup>[2]</sup>。方法的目的是通过控制铸造过程中熔体的冷却和流动，使熔体中晶粒的扩散达到最大，从而为取得优异的合金细化效果提供条件。此外，该方法广泛应用于高铝锌基合金的研究领域，特别是在一些高铝锌基合金的制备上，也取得了一定的研究成果。

## 2 自孕育法制备ZA45合金的组织性能变化

自孕育法制备的ZA45合金铸件中,利用光学显微镜和扫描电镜观察了合金铸件不同部位的凝固组织。结果表明,自孕育法制备的铸件能够细化合金铸件组织,获得近球状初生 $\alpha$ 相,且自孕育法制备的铸件,形成的二次 $\alpha'$ 相比液态压铸件形成的细小。浆料保温时间会影响合金铸件初生 $\alpha$ 相,不影响二次凝固组织。采用自孕育法制备合金铸件能够显著提高力学性能,并在保温3 min时达到最佳综合力学性能<sup>[3]</sup>。从实验结论可以看出,当使用自孕育法制备ZA45合金时,其组织性能发生显著变化,通过自孕育法来改变ZA45合金内部组织,从而提升ZA45合金的组织性能和力学特性,对于ZA45合金研究领域具有重要意义。

## 3 自孕育法在ZA45合金上的应用

自孕育法广泛应用于ZA系列高铝锌基合金,采用自孕育法制备ZA45合金,工艺流程短而且生产效率高,不仅工艺流程简单,并且使用的设备简单,环境适用性很强,对合金液无污染,适合大规模的商业化实际生产,具有一定的经济效益前景。如今也采用一种新型自孕育流变浇铸方法研究熔体处理温度对ZA45合金组织的影响,通过自孕育流变成形技术,能有效细化组织晶粒尺寸,并且控制在一定的范围之内,使得合金的组织性能进一步提高<sup>[3]</sup>。自孕育法还运用于合金铸造领域,使用自孕育制备的合金,内部组织随着浇注温度的降低,合金组织中的树枝晶逐渐减少,也有可能消失,从而获得大量均匀细小的近球状晶,这与传统铸造工艺相比,自孕育工艺可获得均匀、精细的半固态浆料组织。

自孕育法对合金组织和性能的研究取得了重大突破。自孕育料浆可以得到理想的非枝晶结构。当不进行保温处理时,微观结构由大量等轴晶和少量未发育的枝晶组成。短时间保温后,初相均匀分布在基体中,内部无夹杂液相。随着等温温度的升高,基体中没有覆盖合金的微观结构,一次颗粒和二次颗粒随着Ostwald熟化,重熔液相先以薄膜的形式沉淀,然后逐渐增大为小片区域,为随后的二次凝固提供了条件;次生初生相按照附着初生相生长或成核生长成接近球形的粒子,共晶反应的结束标志着凝固过程的完成。此外,使用一种能够高效制备优质半固态浆料/坯料的工艺方法,即液-液混合的自孕育法,从形核和晶核生长两方面入手,深入探讨合金熔体凝固过程中非枝晶组织的形成机理,通过控制ZA45合金凝固过程中的形核和生长过程,可以得到半固态非枝晶浆。合金在铸造过程中,使用自孕育法制备的合金坯料中细小的球状组织比传统工艺制备的坯料球状组织颗粒多一半,细小的球状组织有利于浆料的流动和复杂条件的成形,这在实际生产铸造合金中是非常有利的,有着良好的市场前景<sup>[4]</sup>。

## 4 ZA45合金摩擦磨损行为研究

### 4.1 ZA45合金的磨损机理

ZA45合金广泛运用于工程机械的各个方面,研究ZA45合金的磨损机理,减少合金的磨损程度,加大合金使用寿命至关重要。了解ZA45合金的磨损机理是掌控合金使用寿命的关键一环,我们只有掌握准确的理论依据,才能更有效的改善合金的磨损度。ZA45合金的摩擦磨损形式主要有:磨料磨损、黏着磨损、冲蚀磨损、表面疲劳磨损、腐蚀磨损等。而在不同工作环境下,磨损的主要表现形式可能不同,但在正常情况下这几种磨损形式理论上是可能同时发生的。影响ZA45合金的磨损因素有载荷、环境、温度、对磨材料等。

### 4.2 微量元素对ZA45合金摩擦磨损性能影响:

微量元素是影响ZA45合金摩擦磨损性能的重要因素。通过改变微量元素从而达到改善ZA45合金的性质,增加合金的耐磨性能,Mg和Si两种元素是影响显微硬度和冲击韧性的重要指标,适量添加Mg和Si元素,获得均匀分布Mg<sub>2</sub>Si,可以有效提高合金的耐磨性和耐蚀性,合金的屈服强度也得到升高,合金硬度获得不同程度的提高。

通过对自孕育法制备的ZA45合金内适量的添加硅元素可以有效的改善合金受损伤程度,将含有硅元素和未添加硅元素的ZA45合金进行对比,可以观察到耐磨性能的到了显著提高。由此看得出微量元素对ZA45合金摩擦磨损性能有较大影响。

## 5 结束语

通过此次研究,拓宽了自孕育法在ZA45合金上的应用知识面,结合相关文献资料,得出ZA45合金自孕育成型及其磨损行为研究结论,有利于促进ZA45合金自孕育成型技术的应用与推广,实现资源的可持续发展战略目标,降低企业生产成本。由于此次条件和时间有限,不能全面系统的研究,还存在着许多不足之处,ZA45合金仍有许多领域值得去探索开发,在今后的研究过程中,仍会继续对ZA45合金自孕育成型及其磨损行为作进一步研究。

## 参考文献

- [1] 纪刚,孙静,王吉岱.高铝锌基合金的研究进展及应用[J].热加工工艺,2011,40(08):52-55.
  - [2] 李元东,李明,毕广利,马颖,黄晓锋,陈体军.自孕育凝固技术及其研究进展[J].铸造,2017,66(04):360-366.
  - [3] 杨建.自孕育法镁合金AM60半固态浆料制备[D].兰州理工大学,2009.
  - [4] 邢博.镁合金自孕育凝固过程及其半固态流变成形的研究[D].兰州理工大学,2013.
- 作者简介:  
罗军文,1999.03,男,壮族,广西金秀县,本科,研究方向:材料成型及控制工程。  
项目:2019年自治区级大学生创新创业训练计划立项项目(201910609074)

# 低糖果酱的研究

冯彦娟

(吉安职业技术学院 江西 吉安 343000)

**[摘要]**低糖果酱不仅是一种含糖量比一般的果酱含量低不少,营养也是更为丰富的程度,低糖果酱不单突出了原味水果的风味,而且色泽均匀,口感细腻,不会太甜,适合各种人群食用。结合这几年来低糖果酱的制作技术,主要是低糖果酱原料的选择和比例,高温与多种灭菌方法。除此之外,甜味剂与增稠剂的近些年来使用为推动研究分析低糖果酱奠定了基础。

**[关键词]**果酱;低糖;复合低糖果酱

**[DOI]** 10.12252/j.issn.2096-6261.2020.06.1110

## 1 低糖果酱

用水果、果肉和糖等为主要原材料,通过一系列的预处理,包括煮沸、研磨、粉碎、配料、熬制、包装等工艺,其产出或者制成的一种酱料产品,人们称之为果酱。绝大部分水果都可以用来做制作果酱。用一些刚采摘的新鲜水果制作果酱,不仅可以在保持水果本身的口感当中的酸甜,还可以延续水果的存放期限。此外,该工艺可以丰富果酱的营养成分。伴随人们生活质量的提升,生活方式大力倡导绿色健康,少糖和低热量的食品受到人们的喜爱。相比于现在的水平,以前的制作的高糖果酱往往味道太甜太油腻,摄入过多的糖,并且会对人体健康造成损害,例如导致产生糖尿病等。为减少疾病的危险,低糖产品的市场不断扩大,低糖果酱具有良好发展前景。

区别于传统果酱大多数是利用高酸、高糖的果胶形成的凝胶,现代化工艺下的低糖果酱则不是以此为基础,其主要是通过添加黄原胶等化学物质来减少食物果实吸出的水分。除此之外,低糖果酱也比传统的果酱在口感和色泽上更加的丰富多彩。在口感上,低糖果酱保证了口感上的清爽,并且明显的突出原果的风味,让人产生味觉的享受,也让人更愿意尝试和接受。在色泽上,低糖果酱也比传统通过色泽更加稳定,保留原果的颜色,让人感觉到更加的艳丽,吸引消费者的购买。由于其这些特性,低糖果酱适用的人群也相比于传统果酱更多。除此之外,不少研究发现在相同的时间下,低糖果酱的储藏时间会比传统的果酱更加的长久。在色泽变化上,低糖果酱的色泽变化也比传统果酱更加的具有持续性。这是由于低糖果酱中含有氨基酸以及维生素等物质,能够起到很好的保存作用。但是,果酱由于其制备制水果的单一性,虽然可以长久的保存和保持原果独特的口感,但是营养可能不够全面。因此发展复合果酱是符合市场需求的,也是有一定的市场前景的。例如某公司新研发的复合果酱是按照一定的比例将玫瑰和蓝莓进行调配,调配出来的,符合果酱不仅改善了口感,而且营养上面更加的均衡全面。味道上则具有了果香和花香,更加的吸引消费者。

## 2 原料的选择与配比

不同水果的选择会使得制作成的果酱在口感以及营养等方面存在较大的不同。根据杨颖等人的调查研究发现,以其层为原料制作的果酱营养丰富,但是缺乏一些人体必备的微量元素,例如Ca和Fe等。因此,在其中加入金雀花可以补充缺乏的微量元素,并且还能够补充人体必备的氨基酸等,除此之外,加入红枣等可以补血。通过这种方法将大量的不同材料制作成复合果酱,能够更好的满足人体的需求。

原料的配比非常影响果酱的味道、质地、色泽等品质,所以原料配比是制作复合型低糖果酱的重中之重。不恰当的搭配或许导致不能充分反映出某些原材料的质量效果,所以不同的原材料需要研究不同的配比。李英等人将山楂泥和山药泥制作成1比1质量的低糖复合酱,果酱的色泽鲜艳,两者的口感融合巧妙,口感非常独特。王晨等人研制了质量为3比2的五味子皮人参复合低糖果酱,该产品充分包含了五味子和人参的独特香气。

## 结语

现在社会低糖果酱的种类繁多,口感丰富,营养价值颇高,符合人们对健康、品质生活的追求。而随着健康意识的不断加强,人们的消费水平不断的提高,低糖果酱的开发技术的不断增强,低糖果酱食品的发展将会拥有更多的空间,低糖果酱食品也将会发展的越来越好,人们的身体健康和生活水平也会不断的提高。

## 参考文献

- [1] 卫萍,游向荣,张雅媛,等.不同杀菌方式对低糖香蕉果酱品质的影响[J].食品工业科技,2015,36(7):97-100,104.
- [2] 李晓静,韩宗元,闫思凡,等.复合增稠剂和护色剂对低糖树莓果酱品质影响[J].食品工业科技,2017,38(9):228-234.
- [3] 陈诗晴,王征征,姚思敏,等.不同杀菌方式对贮藏过程中猕猴桃低糖复合果酱品质的影响[J].食品工业科技,2018,39(5):53-58,64.