

高离子浓度和低臭氧浓度发生器 ——运用于冰箱除臭、保鲜、杀菌

张兰茜 / 福建省厦门市同安第一中学
指导教师 康良溪

◎ 研究背景

我在生活中注意到，食物存放在冰箱冷藏室，常常3天左右菜就开始出现变质，冰箱里渐渐出现异味、怪味。这件具有普遍性的事促使我去思考如何提高冰箱的保鲜效果。于是，我开始对这个问题进行调查，发现现在冰箱基本仅仅靠调低温度方法来保鲜食物，没有抗菌和杀菌功能。虽然很多人知道在低温环境下仍然有细菌存在，但都无可奈何。尽管有的冰箱内胆里加入了抗菌材料，有一定的效果，但是这种方法只能杀死与冰箱内壁接触的细菌，而无法杀死冰箱内部的全部细菌。我受物理课“尖端放电实验”的启示，决定要研究“高浓度离子和低浓度臭氧发生器”（以下简称发生器），目的是研制出一种不仅能为冰箱中的食品提供保鲜，还能创造一种洁净的环境、能杀灭食品上的细菌的新型装置，并在工作电流、负离子浓度、臭氧浓度和抗电磁干扰等几个重要技术指标实现突破与创新。

◎ 研究项目的工作原理

➤ 发生器工作原理

发生器的主要工作原理是将低电压通过升压电路升至正高压及负高压，

利用正高压及负高压电离空气（主要是氧气）产生大量的正离子及负离子，负离子的数量大于正离子的数量（负离子的数量大约为正离子数量的1.5倍）。同时产生的正离子与负离子在空气中进行正负电荷中和的瞬间产生巨大的能量释放，从而导致其周围细菌结构的改变或能量的转换，从而致使细菌死亡，实现其杀菌的作用。由于负离子的数量大于正离子的数量，因此多余的负离子仍然飘浮在空气中，可以消烟、除尘、消除异味、改善空气的品质，提升冰箱对食品的保鲜作用。

➤ 臭氧的生成及灭菌原理

臭氧(O_3)可通过高压放电、电晕放电，使空气中的部分氧气分解后聚合而成。臭氧能氧化分解细菌内部葡萄糖所需的酶，使细菌死亡；它能直接与细菌、病毒作用，破坏它们的细胞器和DNA、RNA，导致细菌死亡；它能透过细胞膜组织，侵入细胞内，使细菌发生通透性畸变而溶解死亡。

臭氧灭菌彻底，无残留，杀菌广谱，可杀灭细菌繁殖体和芽孢、病毒、真菌等，并可破坏肉毒杆菌毒素。臭氧是气体，能迅速弥漫到整个灭菌空间，灭菌无死角。另外，臭氧对霉菌也有极强的杀灭作用。臭氧在一般环境下很快会自行分解为氧气或单个氧原子，原子能自

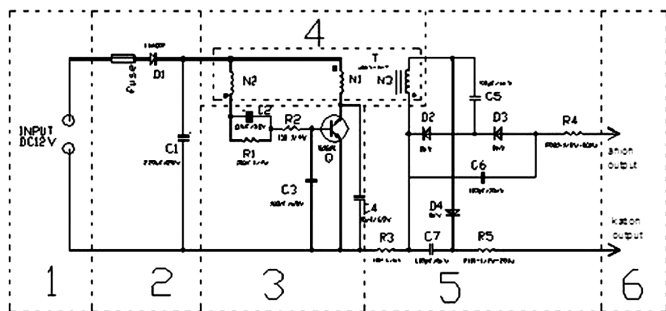
行结合成氧分子，不存在任何有毒残留物，所以，臭氧还是一种无污染的消毒剂。

◎ 技术线路实现方式

要产生正负离子及臭氧，首先需要能够实现高电晕放电的正负离子发生装置，在其中有高频电压发生电路，其功耗控制在一定范围内（额定电压12V/DC输入，电流10mA以下，功率小于1W），输出高压： $+DC2.5KV \pm 0.5KV$ 、 $-DC3.5KV \pm 0.5KV$ 。可长时间不间断的使用。

其次，采用碳纤维作为放电端，碳纤维与针尖相比放电空间更大，效果更好，使用更安全。尖端放电的尖刺形正负极的距离设定为35mm，有效地控制了臭氧的产生量。通过内部电路和外部的两放电极间的固定距离来实现这一特点。另外该电路进行真空绝缘灌封，灌封材料、外壳材料和支架等都选用耐高温冲击、耐酸碱、硬度高、绝缘防火等高级材料，电器绝缘指数CTI值大于250。从而实现项目作品能在各种恶劣环境下正常工作。通过优化电路结构和元件的选型等处理，电磁兼容也符合国际标准。

发生器线路原理图如图所示。



◎ 项目实施措施及技术指标完成情况

③ 研发阶段

考虑到冰箱内部环境的特殊性，因此，项目作品的设计参数设定为：输入电压 $DC12V \pm 10\%$ ；输入电流 $6mA$ ；有等离子及负离子两种功能输出，且为低频的离子团，要控制好负离子、等离子、臭氧的输出量，使这些相关的输出量的技术指标在国内处于领先水平，且工作性能稳定。

③ 设计实现阶段

材料选择耐温高的材料且 CTI 大于 250，电路设计为 $DC12V$ 输入的低频离子发生器电路，同时产生等离子、负离子及小量臭氧三种功能，电路设计符合 EMC 规定标准。

③ 发生器参数测试结果

- ◆ 工作电流： $6mA$
- ◆ 输出高压： $DC 2.5 \pm 0.5KV$
— $DC 3.5 \pm 0.5KV$
- ◆ 输出离子浓度：正离子浓度： $900 万 / S/cm^3$ ；负离子浓度： $1390 万 / S/cm^3$
- ◆ 臭氧浓度： $15ppb$
- ◆ 耐温：耐高温 $125^\circ C$
- ◆ 耐压： $DC4000V/1mA/S$
- ◆ 电磁兼容性 EMC：所测作品的电磁兼容传导干扰符合 EMC 标准。

③ 食品保鲜对比实验

用同品牌同型号冰箱两台，一台放有自己设计制作的离子发生器，另一台不放。冷藏室温度都调在 $5^\circ C$ ，冷藏时间都是 3 天。实验对象是鲜鱼和菠菜。

实验结果表明，在没有放置发生器的冰箱中，食物放置时间长了也会腐烂变坏，冰箱会发出难闻的臭味；而放置了发生器的冰箱，没有臭味及异味。

◎ 结论

综合参数测试和保鲜实验结果，可以看出，本作品运用于冰箱除臭保鲜杀菌时有以下特点：

◆ 强力杀菌：具有极强的杀菌力，对食品、蔬菜上沾染的各种有害微生物的杀灭效果好，抑制细菌的繁殖，避免食品交叉污染。

◆ 消除异味：迅速分解冰箱内的各种异味和臭味，避免食物串味，保持生鲜食品的新鲜度。例如：消除 SO_2 、 NH_3 、 NO_2 等异味。

◆ 抑制水果蔬菜的代谢，加之灭菌除臭作用，能延长鲜肉、水果和蔬菜的保鲜时间。

◆ 可持续氧化分解冰箱里的有机或无机污染气体，并可杀灭冰箱内的细菌繁殖体和芽孢、真菌、病毒等，有效保持冰箱卫生。

◆ 电子产品“除臭保鲜杀菌”绝无二次污染。

本作品跟国内同类产品相比更科学、更有功效，表现在如下几方面：

◆ 节能与安全（电流 $6mA$ ，电极高压放电，即使用手触摸都没事）；

◆ 健康（臭氧无味道，不刺激人的感官，有杀菌功效）；

◆ 离子浓度高（大大提升冰箱“保鲜、除臭、杀菌”功效）；

◆ 性能稳定及电磁兼容等。

可以预见，本作品将来的开发将解决一个与老百姓日常生活及身体健康紧密相关的大问题。

该项目获得第 25 届全国青少年科技创新大赛创新成果竞赛项目中学组物理学一等奖。

专家评语

本项目研制了一种生产高浓度离子和低浓度臭氧的小型发生器，并进行了实验测试，其在冰箱保鲜、杀菌和除臭方面效果较好。■