

# 北京航空航天大学

第二十三届“冯如杯”

学生创意大赛论文

院（系）名 称 \_\_\_\_\_

专 业 名 称 \_\_\_\_\_

作 者 姓 名 \_\_\_\_\_

学 号 \_\_\_\_\_

指 导 教 师 \_\_\_\_\_

年 月

## 冷热饮智能充电装置

---

**摘要：**人们把能源设备小型化和分散型电源系统看成是当今世界唯一能与因特网相提并论的技术。热气机发电装置由于其具有燃料的多样性、相当高的转换效率,良好的环境特性等多种优点成为一种新的“绿色”能源。

这篇论文介绍的冷热饮智能充电装置就是利用热气机发电技术来为各种手持设备充电的一种装置。它利用热气机将冷热饮本身具有的内能转化为电能,以USB的形式输出。其形状类似于一个杯垫,将饮料放在上面,就能为你的手机充电。

**关键字：**热气机, 绿色能源, 发电装置, USB。

**Abstract:**As energy equipment miniaturization and distributed power supply system in the world today is the only technology that can be the equal of the Internet technology.The wide variety of fuel, high conversion efficiency and well environmental features make Stirling engine a new green energy.

This intelligent charging device introduced in the passage is using Stirling engine power technology to charge for all kinds of handheld devices.It uses the engine to convert the energy that stores in the hot or cold drinks into electricity, then output the power in the form of USB. Its shape is like a coaster. Put the drinks on it, and then you can charge you mobile phone.

**Keywords:** Stirling engine, green energy, generating device, USB.

## 目录

摘要.....	1
关键字.....	1
第一章 引言.....	3
1.1 功能概述-----	3
1.2 创意来源及国内外研究现状-----	3
第二章 整体结构.....	4
2.1 热气机单元.....	4
2.2 发电单元.....	5
2.3 USB 转换单元.....	6
第三章 可行性分析-----	7
第四章 应用前景分析.....	7
第五章 结束语-----	8
参考文献.....	9

## 第一章 引言

### 1.1 功能概述

冷热饮智能充电装置内置有一台斯特灵引擎（Stirling engine），它可通过气体受热膨胀、遇冷压缩而产生动力。这是一种外燃发动机，使燃料连续地燃烧，蒸发的膨胀氢气（或氦）作为动力气体使活塞运动，膨胀气体在冷气室冷却，反复地进行这样的循环过程，通过这样的过程使热能转化为机械能，再通过发电装置，将机械能转化为电能，最后通过转换以USB 电源的形式输出。这样的充电装置，类似于一个杯垫的形状，一面用来放置刚冲泡的滚烫咖啡，而另一面则适合冰镇啤酒或饮料，在饮料冷却的同时充分利用了散失的能量。这一技术在全球能源与环保的形势日趋严峻的今天，具有相当大的实用价值与发展潜力。

### 1.2 创意来源及国内外研究现状

在我们的日常生活中，常会有刚倒的滚烫的饮料慢慢等待变凉的经历。而这样的过程如果累积多了所浪费的能量也是相当惊人的。如果能够把这部分能量收集起来，转化为电能，被重新利用，那么也能节约很多能源。在资源日趋紧张的今天，我觉得类似这样的研究很有价值，如果能得到广泛的重视与应用，将对缓解资源浪费和能源紧缺有很大帮助。

经查阅大量书籍和电子文献，目前国内外对于利用各种能源、实际效率较高的热气机研究、发电装置研究等已经很成熟。早在 19 世纪伦敦的牧师罗巴特斯特林就已经发明了斯特林发动机。随着全球能源与环保的形势日趋严峻，热气机由于其具有多种能源的广泛适应性和优良的环境特性已越来越受到重视，所以，在水下动力、太阳能动力、空间站动力、热泵空调动力、车用混合推进动力等方面得到了广泛的研究与重视，并且已得到了一些成功的应用。所以本文通过综合各个研究成果，提出冷热饮智能充电装置这一设想。

## 第二章 整体结构

冷热饮智能充电装置由以下三个单元组成：热气机单元（将内能转化为机械能）、发电单元（将机械能转化为电能）和USB 电源转换单元（将电能以USB电源的形式输出）。

### 2.1 热气机单元

热气机部分，是利用冷热饮本身具有的内能，转换为带动发动机的机械能的装置。在热气机封闭的气缸内充有一定容积的工质。气缸一端为热腔，另一端为冷腔。工质在低温冷腔中压缩，然后流到高温热腔中迅速加热，膨胀做功燃料在气缸外的燃烧室内连续燃烧，通过加热器传给工质，工质不直接参与燃烧，也不更换。

已设计制造的热气机有多种结构，可利用各种能源，已在航天、陆上、水上和水下等各个领域进行应用。试验热气机的功率传递机构分为曲柄连杆传动、菱形传动、斜盘或摆盘传动、液压传动和自由活塞传动等。我们这里采用斯特林引擎。在理想吸热的条件下，斯特林循环的热效率等于温度上下限相同的卡诺循环。利用这种循环的“斯特林热机”，具有很多特点，如采用外燃，或外热源供热等。由于这种循环是封闭式循环，可采用传热性能好的工质，同时，工质的腐蚀性也可以很小，如氮气、氢气等气体。充入的气务工质，还可以加大压力，视封闭系统的情况，能够采用远远大于大气压力的高压气体工作，这样可以提高发动机的单位重量的功率，减小发动机的体积和重量。斯特林热机在逆向运转时，可以作为制冷机或热泵机，这种设想在现代已进入了实用研究阶段。

适用于各种能源，无论是液态的、气态的或固态的燃料，当采用载热系统(如热管)间接加热时，几乎可以使用任何高温热源，而发动机本身(除加热器外)不需要作任何更改。同时热气机无需压缩机增压，使用一般风机即可满足要求，并允许燃料具有较高的杂质含量。

热气机在运行时，由于燃料在气缸外的燃烧室内连续燃烧，独立于燃气的工质通过加热器吸热，并按斯特林循环对外做功，因此避免了类似内燃机的爆震做功和间歇燃烧过程，从而实现了高效、低噪和低排放运行。

热气机单机容量小，机组容量从20—50kw，可以因地制宜的增减系统容量。结构简单，零件数比内燃机少40%，降价空间大，同时维护成本也较低。

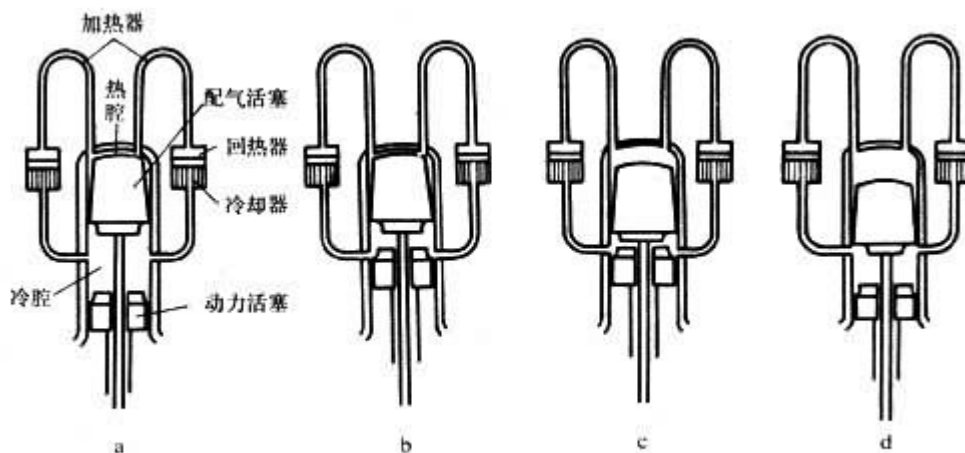


图1 配气活塞式热气机示意图

## 2.2 发电单元

发电机有很多种，我们这里采用小型低速同步发电机。

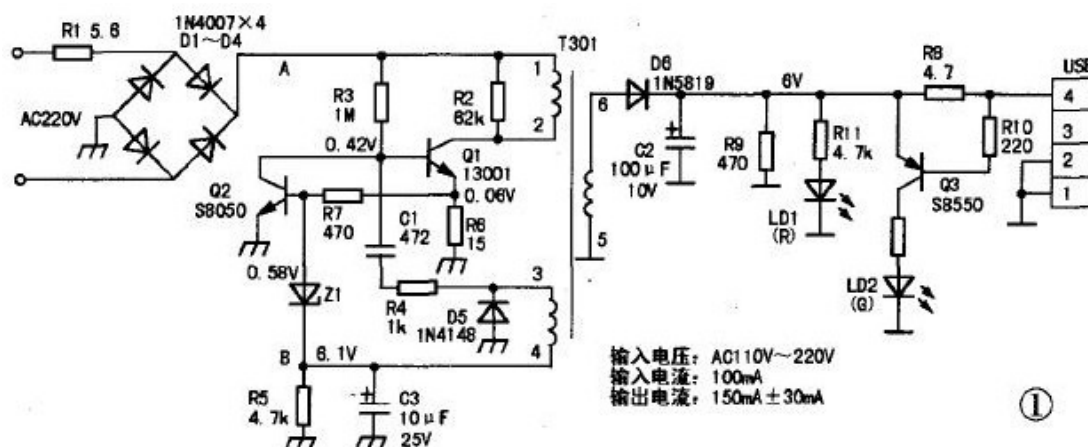
作发电机运行的同步电机，是一种最常用的交流发电机。在现代电力工业中，它广泛用于水力发电、火力发电、核能发电以及柴油机发电。由于同步发电机一般采用直流励磁，当其单机独立运行时，通过调节励磁电流，能方便地调节发电机的电压。若并入电网运行，因电压由电网决定，不能改变，此时调节励磁电流的结果是调节了电机的功率因数和无功功率。同步发电机的定子、转子结构与同步电机相同，一般采用三相形式，只在某些小型同步发电机中电枢绕组采用单相。

当发电机接上对称负载后，电枢绕组中的三相电流会产生另一个旋转磁场，称电枢反应磁场。其转速正好与转子的转速相等，两者同步旋转。

同步发电机的电枢反应磁场与转子励磁磁场均可近似地认为都按正弦规律分布。它们之间的空间相位差取决于空载电动势 $E_0$ 与电枢电流 $I$ 之间的时间相位差。电枢反应磁场还与负载情况有关。当发电机的负载为电感性时，电枢反应磁场起去磁作用，会导致发电机的电压降低；当负载呈电容性时，电枢反应磁场起助磁作用，会使发电机的输出电压升高。

## 2.3 USB 转换单元

目前市场上有多种USB 充电器，都可将交变电流转换为USB 接口电源，适用于手机、mp3、平板电脑等多种电子产品。这些充电器基本上都是采用贴片原件开关电源电路制作，电路图如下：



USB充电器内部电路

它是由电路由开关电源和充电电路两部分组成。

(1) 开关振荡电路市电经D1~D4 整流后，在A 点获得脉动直流电压，该电压一路经小型开关变压器T301 的①-② 绕组加至开关管Q1 的c 极，另一路经限流电阻R3 加至Q1 的b 极，为Q1 提供启动电流。Q1 开始导通，其集极电流在T301 的①-② 绕组中产生①正② 负的电动势，经T301 耦合，在T301 的③-④绕组中感应出③正④负的电动势，此电动势经R4、C1 叠加到Q1 的b 极，使Q1 迅速饱和导通。由于流过电感的电流不能突变，故在T301 的①-②绕组中产生①负② 正的电动势。经T301 耦合，在T301的③-④绕组中感应出③负④正的电动势，通过R4、C1，使Q1 迅速进入截止状态。随着A 点经R3 对C1 的不断充电，Q1 又开始导通，进而进入下一轮的开关振荡状态。截止期间，T301 通过副边⑤-⑥绕组，经D6 及其负载电路释放能量，获得MP3 所需的充电电压。

(2) 稳压电路稳压电路由Z1、Q2 等元件组成。当负载减轻或市电升高时，B 点电压势必上升。当该电压大于5.6V 时，Z1 击穿，Q2 因b-e 结正偏而迅速导通，使Q1 提前截止，进而使开关电源输出电压趋于下降；反之，则控制过程相反。从而使T301 副边输出电压基本稳定。

(3) 保护电路R1、R6 为限流电阻。当负载过重时，Q1 的集-射极电流势必增大，R6 上的压降也随之增大。当该电压大于0.7V 时，Q2 饱和导通，相当于Q2 的c-e 极短接，Q1 因b 极失电而立刻截止，达到过流保护的目的。为避免截止期间T301 的①-② 绕组感应出的尖峰脉冲高压击穿Q1，在T301 的①-②绕组并联了尖峰脉冲吸收电阻R2，以改善Q1 的开关特性。



(4) 充电电路当充电电路处于空载时。R8 上无电流流过，Q3 的e-b 结电压基本相等，Q3 截止，LD2(绿灯)灭，电源指示灯LD1(红灯)亮；进行充电时，充电电流在R8 上产生的压降(即 $V_{3e-b}$ )使Q3 正偏导通，LD2 亮，表示正在充电。随着电池不断地充电，其充电电流逐渐减小，R8 上的压降也随之减小，当Q3 的e-b 结偏压 $V_{3e-b}$  小于0.7V 时，Q3 截止，LD2 熄灭，表示电已充满。

### 第三章 可行性分析

热气机发电技术的能量转化效率较高。它的理论循环效率为卡诺循环效率，商业化的热气机效率现已达到40%，且有可能提高到50%以上，目前，从燃料到电能的转换效率已达30%。按这种效率计算，一杯800ml的热水从100℃冷却至室温时，所释放出的能量约为0.0744千瓦时。而一个标准电压为3.7V，电池容量为2300mA/h的手机，考虑充电器的功率，将电池充满，需要消耗大约0.013千瓦时的电能。如果按40%的能量转化效率计算，再考虑水散热时耗散的热量，那么两杯水也足够将手机电池充满了。因此从能量转化来说这种技术是完全可行的。

这种冷热饮智能充电装置采用的核心技术主要是热气机技术和发电技术。而根据各种资料和文献，这两种技术在国际国内的发展都已经趋于成熟和完善。资料显示，已设计制造的热气机有多种结构，可利用各种能源，已在航天、陆上、水上和水下等各个领域进行应用。试验热气机的功率传递机构分为曲柄连杆传动、菱形传动、斜盘或摆盘传动、液压传动和自由活塞传动等。美国STM 公司研制出了民用25KW 外燃机。日本亲潮级潜艇也使用的是斯特林发动机。



系统自动化高水平的热气机发电

## 第四章 应用前景分析

本文所介绍的冷热饮智能充电装置，充分利用了饮料本身具有的内能，利用小巧方便的装置解决了生活中常出现的烦恼。但更重要的是，我们可以从这个充电装置中获得更多关于新能源，环保，创意方面的启示。

随着全球能源与环保的形势日趋严峻，热气机由于其具有多种能源的广泛适应性和优良的环境特性已越来越受到重视。虽然斯特林发动机的发明时间是1816年，是和蒸汽机差不多的古老的发动机，多年没有引起人们的重视。但在能源紧缺的今天，世界各国都在努力寻找新能源，来减少人们对传统化石能源的依赖。热气机发电技术也成为世界各国科学家研究的热点之一。利用这项技术，我们可以将太阳能、地热能等许多能源转化为电能，为那些缺乏水和电的地区提供生活热水与电力。同时也可产生高温热媒用于建筑物的供暖、制冷剂的驱动，以满足建筑物的电荷热负荷的需求，减缓及避免了电力及热力的远程输送，将传统能源与新型能源相结合，真正实现绿色供能。

## 第五章 结束语

经过对产品创意度、可行性、应用前景进行的分析，认为这种智能充电装置在一定理论上是可行的。随着热气机发电、太阳能等相关技术的发展，相信这种充电技术一定能够有更深远的发展，为新能源发展做出贡献。

因为专业知识的限制，论文也许缺乏专业说服力，敬请专家以及读者给予指正。

参考文献:

- [1] 杨泰蓉. 1kw 斯特林发动机的实验研究及热力学分析. 合肥: 中国科学技术大学, 2010
- [2] 朱辰元. 自由活塞式热气机发电技术在世界上的发展. 上海节能, 2009
- [3] 吉晓民. 面向用户的产品质量设计与热气机开发应用研究. 西安: 西安理工大学, 2000
- [4] William B. Stine, Ph. D, etc, " A Compendium of Solar Dish/Stirling Technology" , California State Polytechnic University, 2006
- [5] 赵耀, 朱武. Stirling 热气机冷却器的设计与实验研究[J]. 现代机械, 2009