

Upgrade and Utilization Design of New Industrial Waste Heat Recovery Based on Semiconductor Thermoelectric Power Generation

Shiyi GUO

Shanghai Electric Power Plant Environmental Protection Engineering Co., Ltd., Shanghai, 20160

Abstract

In the face of the rapid development of economy, we must have a strong energy supply to ensure the modernization construction, this paper takes semiconductor thermoelectric power generation technology as the core, aiming at the general industrial flue waste heat recovery, The efficiency of power generation is greatly improved by changing the inefficient mode of using waste heat to utilize working fluid cycle to generate electricity, and adopting the way of thermoelectric transformation and upgrading energy to improve the efficiency of power generation to a great extent.

Key Words

Thermoelectric Power Generation, Waste Heat Recovery, Upgrade Utilization, Efficient and feasible

DOI:10.18686/xdhg.v1i2.404

基于半导体温差发电的新型工业余热回收升级利用设计

郭士义

上海电气电站环保工程有限公司, 上海, 201600

摘要

面对飞速发展的经济, 必须要有一个强有力的能源供应来保证现代化建设, 本文以半导体温差发电技术为核心, 针对目前普遍的工业烟道余废热进行回收, 一改过去使用余热利用工质循环发电的低效模式, 采用热电转换升级能量的方式, 极大地提高发电效率。

关键词

温差发电; 余热回收; 升级利用; 高效可行

1. 引言

面对飞速发展的经济, 必须要有一个强有力的能源供应来保证现代化建设。一方面, 人们加大对新能源的开发利用, 调整了能源结构。另一方面, 人们采用新技术新工艺以提高能源的利用率。而恰恰是造成城市污染的各种工业生活垃圾如果能被合理回收利用, 将会是应对能源环境挑战、促进社会经济可持续发展的一个重要举措。

当前, 科技发达国家已先后将发展温差电技术列入中长期能源开发计划。美国倾向于军事、航天和高科技领域的应用; 日本在废热利用, 特别是陶瓷热电转换材料的研究方面居于世界领先地位; 欧盟着重于小功率电源、传感器和运用纳米技术进行产品开发。我国虽然在

半导体热电制冷的理论和应用研究方面具有一定的实力, 但对温差电的研究尚处于起步阶段。虽然国外一些公司在上海、杭州等地建立了工厂, 但只是利用中国的资源和劳动力, 我国在技术和产品开发方面仍是空白。随着温差电技术在军事、航空, 尤其是微型电源、低品位能源、废能源利用方面的应用价值越来越明显, 我国应迅速加大对该技术的开发力度, 尽快实现温差电技术的产业化。

国内开展半导体温差发电技术研究相对比较晚, 主要集中在功能材料学科领域, 其中比较典型的是中国科学院半导体研究所、浙江大学、北京科技大学等单位。就半导体温差发电技术在热科学领域的研究而言, 我国学者在上世纪 60~70 年代曾经提出过一些理论成果,

并开展了为数不多的应用。但由于当时的材料性能十分有限以及其它诸多原因,该技术从 80 年代开始出现了近十多年的空白。直到 90 年代中后期以后,该技术才又逐渐被重新认识,并继续被探索和研究。

我国的西气东输工程中,直径超过 3m 的输气管道总长度将达到 6000km。为此我国研制以天然气为燃料的热电发电机,它将作为输气管道阴极保护电源应用在西气东输工程,保护着这条大动脉的安全运行。而且,我国也已经正式启动了“嫦娥”载人航天计划,旨在深入探索开发月球。这无疑为半导体温差发电技术的研究与应用提供了一个崭新的契机。

但就整体水平而言,我国与国外存在着近 10~20 年的差距,尤其是应用方面,目前我国比较缺乏相关配套技术以及市场的支持。因此,在国内进一步深入开展半导体温差发电技术的研究,具有十分重要的意义。

2. 温差发电余热利用模型设计

如图 1 所示,我们的模型原理如下:

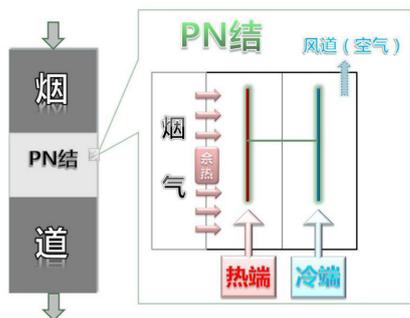


图 1 模型原理图

由图可得:本项目是将现有烟道部分进行截取,替换为以 PN 结为核心的热电模块,用以更好的回收烟气余热并通过热电转换进行发电,由于其热量能直接转换为自然界中最高能级形式,故此能量升级过程中的回收转化率很高。

3. 相关系数如下

烟气: 正常工业生产中工艺炉烟囱烟道,或陶瓷烧制中横向低位烟道中正常流通的气体,其主要成分为:水蒸气、二氧化碳、硫化物、氮氧化物、灰。

热端: 本项目采用烟道中正常流通的烟气所含有的余热做为以 PN 结为核心的热电模块的热端,直接吸收

烟气中的 余热,实际可查温度处在 150℃ 左右。

冷端: 本项目采用外设风道中正常流通的空气做为本热电模块的冷端,取室温为标准,实际可查其温度为 20℃。

热电模块: 我们采用的是芯片型号为 TEG1-127-1.4-1.6-250。实验中使用的温差电模块(见图 2)

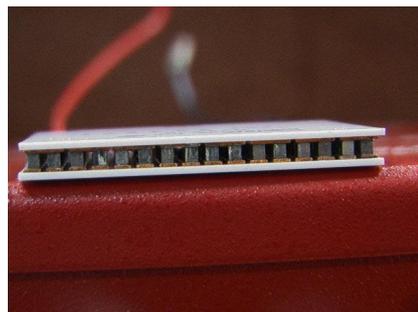


图 2 温差热电模块

该模块由 127 对 PN 结串接构成,半导体材料使用的是在低温(常温附近)范围内具有最大优值的 Bi_2Te_3 化合物。生产时将半导体材料做成小团,然后将它们固定在陶瓷基片上(如图 2 所示),最后将模块封装起来就完成了。具体的工作原理如图 3 所示:

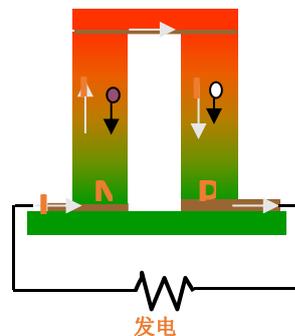


图 3 工作原理图

由此可得,本热电模块冷端与热端这两端的温差达到 130℃。由以 PN 结为核心的热电模块温差发电原理可得,PN 结两端的温差即刻会产生对电子的驱动力,使其内部电子有规律地移向两端,于冷热两端的载体上分别产生正负电荷集聚,由于于两端可产生一定的电位差。若闭合成回路,则可以形成电流,发电完成。

实际效果如图 4 所示。灰色部分为工业烟道,白色部分为热电模块。

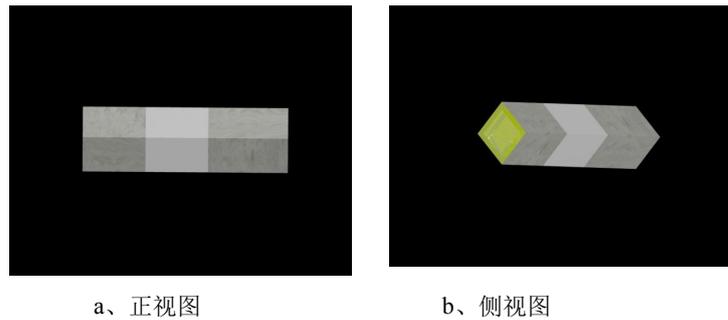


图4 实际效果图

4.总结

社会经济的持续发展必须以充足的能源作保障。随着能源供求矛盾的不断加剧,节能就显得尤为重要。现实中有大量的低温余热、废热,其它的能量转换方式无法对其进行利用,半导体温差发电技术则可以利用。21世纪是一个以绿色能源为主的高新技术时代,对温差电技术的应用必将随着社会的进步而不断扩展。我们以半导体温差发电技术为核心,针对目前普遍的工业烟道余热进行回收,一改过去使用余热利用工质循环发电的低效模式,采用热电转换升级能量的方式,最大限度地提高发电效率,为30.72%。

参考文献

- [1] 褚泽, 废热半导体温差发电技术的研究与开发, 2008,1。
- [2] 郭廷杰, 对“十五”期间我国能源结构优化的探讨, 中国能源 2001(1).-20-22.
- [3] 周菊华 城市垃圾焚烧发电技术现状与发展 武汉电力职业技术学院学报 2004年10月。
- [4] Paul. H. Egli. Thermoelectricity. London, 1956.
- [5] HEIKES-URE. Thermoelectricity: Science and Engineering. London Press, 1995.
- [6] 高敏, 张景韶, DMR[英]. 温差电转换及其应用[M]. 北京:兵器工业出版社, 1996,226-230.