

三联产系统气电力转换器

- 欧洲项目“TRI-GEN EGD”研发成果

概述

技术名称:三联产系统气电力转换器

技术开发者:

- 葡萄牙波尔图大学机械工程和工业管理学院工程系
- 希腊佩特雷大学工程学院化学工程系液体力学和能源实验室
- 英国诺丁汉大学建筑技术研究所
- 英国 Thermacore 欧洲有限公司
- 以色列特拉维夫大学工程系液体力学和传热部
- 英国 Venturi Jet 泵有限公司

成果公布日期: 2004 年 9 月

宗旨与目标

许多建筑需要同时供电、供热和制冷。本项目开发了一个新颖的三联产系统, 为建筑提供热力、冷量和电力。这一系统结合了喷射式制冷循环和气电力转换器, 前者用于制冷和供热, 后者用于发电。

技术简介

系统的关键组件是气电力喷射器, 气电力转换器的电极安在喷射器上面, 因此很容易与传统的热电联产系统进行比较。气电力转换器通过荷电浮质将热力直接转化为电力。较之传统的热电冷三联产发电系统, 这一系统具有无运动机件和运行简易的优势。此外, 系统使用了不破坏臭氧层的制冷剂, 例如水、甲醇、乙醇、碳氢化合物、氢氟醚类化合物或碳氟化合物, 系统可以被太阳能、地热能或混合热源驱动。系统的使用将有益于二氧化碳的减排。

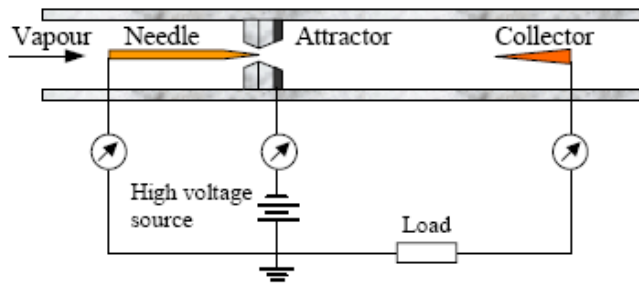


Figure 1 - Principle of EGD power converter

气电力转换器的功能是使荷电浮质向电场反向运动。液滴、固体颗粒, 甚至分子可能携带了电荷。带电粒子悬浮在高速运载气体中, 形成荷电浮质。作为反向电场运动的荷电浮质流, 工作流体的动能直接转化为电力(图1)。

气电力转换器的特点是高电压和小电流。气电力发生器已经被运用到喷漆、涂层、仪器高压电源和沉淀等方面。

结合气电力转换器, 喷射式制冷系统可以提供一个在供热、制冷和发电系统(CHCP)方面有吸引力的选择。在一个喷射式制冷系统中, 气电力转换器与喷射器的喷嘴结合, 形成一个三联产气电力转换系统, 见图2。

在喷嘴的收敛部分, 有一个安置在中央的电晕电极。环形吸引电极位于窄处, 集电电极位于分叉部位的中间。气电力发生器的功能集中在喷嘴处。喷嘴喷出的蒸汽持续地将蒸汽从蒸发器中推出, 从而引起冷却效应, 凝结热也可用于供热。这样, 气电力喷射系统能够同时生产热力、冷量和电力。

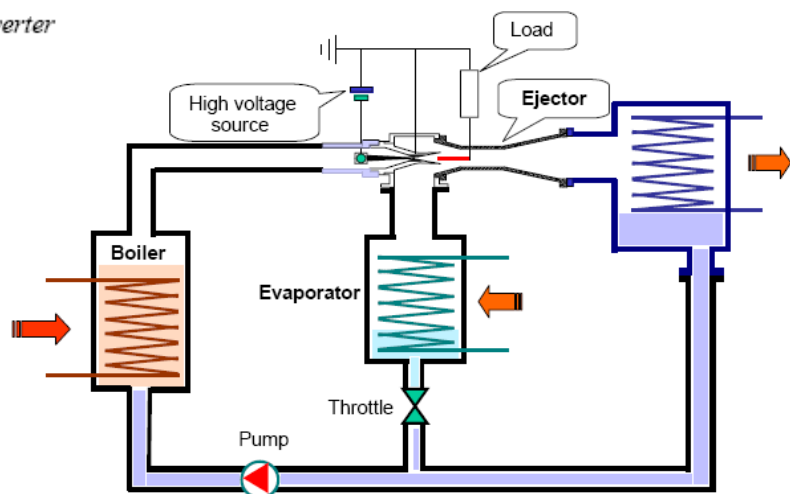
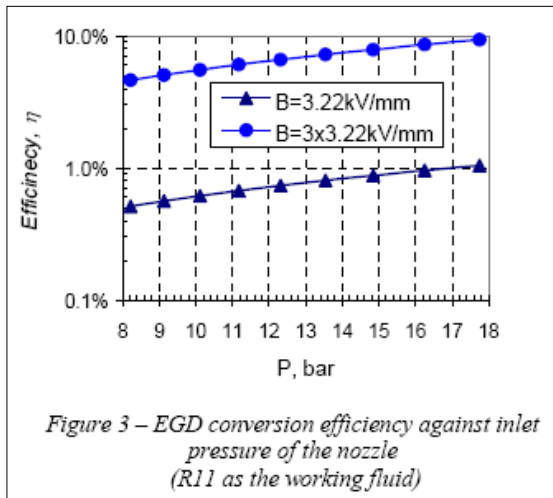


Figure 2 - EGD ejector system for combined heating, cooling and power



结论与成果

气电动力转换效率可以通过改变工作电流进行调整，但是与其他转换方式不同，气电动力转换效率受到工作电流击穿电压的限制。更大的转换效率的获得依赖于更大的蒸气进口密度，更小的蒸发比潜热和更大的击穿电压。沿着转换部位，进口处的电场是最大的。

经过计算，为了获得 5% 的效率，在上述条件下，最高电场强度在 150kV/mm 以上，即使为了获得 1% 的效率，最高电场强度仍然需要达到 60kV/mm 左右。在标准条件下，这一电场强度远大于 3.22kV/mm 的蒸气击穿电压。由于击穿电压的限制，转换效率将非常低（见图 3）。

再者，计算显示，蒸汽并不是一种理想的工作流体，因为它的气电动力转换效率非常低，电场强度也很小。然而，R134a 具有 0.8-1.0% 的转换效率，HFE7100 的转换效率为 0.03-0.07%。

转换效率随着蒸气进口密度和击穿电压的提高而增长。蒸汽具有 3.22kV/mm 的击穿电压，与空气相当。计算显示，转换效率随着锅炉压力的增加而增长。获得 100°C 至 140°C 温度的转换效率仅为 0.001%，因此性能系数的变化非常微小。为了达到 5% 的转换效率，击穿电压必须提高 60 倍，或者进口密度提高 3600 倍。

然而，提高击穿电压比提高蒸气进口密度更为有效。显然，转换效率也与蒸气发生器中工作流体的较小的热焓差相关。例如，将 R11 作为工作流体，进口密度比蒸气作为工作流体时，增加了 100 倍，热焓差减少为 1/10。

R11 作为工作流体的分析见图 3。如果 R11 的击穿强度为 3x3.22 kV/mm，R11 作为工作流体，在产生 100°C 至 140°C 温度时，可以获得 5-9% 的转换效率。

大多数制冷剂的击穿电压比空气或水蒸气高，可以获得较高的气电动力转换效率。

根据实验结果设计了一个非常合适的气电动力喷嘴。在蒸汽喷射制冷实验中，达到了 0.25 的性能系数。将水蒸气作为工作流体是不成功的，因为对于气电动力转换来说，水蒸气的电传导性太强。

使用 HFE7100 作为工作流体的实验显示了很好气电动力转换性能。对 HFE7100 进行制冷测验难以进行，因为喷射器最初是按照将蒸气作为工作流体而设计的。必须对设备进行调整，以使更多的工作流体可以被测试。在提高效率和调整实验设备以使更多的工作流体（包括混合剂）可以被测试方面，非常开展进一步的工作。

总之，根据对系统性能的理论分析，气电转换效率与工作电流相称，并且受限于工作流体的击穿电压。高转换效率与高进口密度、高击穿电压和蒸气发生器的较小的热比焓相关。

应用领域

三联产气电动力喷射系统具有为建筑供热、制冷和发电的一种新途径的潜力。

参考：欧盟第五框架计划 TRI-GEN EGD (Project # 47NNE5-2001-00538)

联系人

姓名	Mr. Armando C OLIVEIRA
公司	波尔图大学机械工程和工业管理学院新能源技术部
电话	+35-22- 508 1768
传真	+35-22-25081441
E-mail	acoliv@fe.up.pt
地址	Rua Dr. Roberto Frias, 4200-465 PORTO PORTUGAL
网址	www.fe.up.pt/

资料由 ENEA 编写，2/2009