

Energy Conservation Prospect of Evaporative Cooling Air Conditioning Technology

One renewable energy technology that caters to the trend of the times

Xiang Huang, Tiezhu Sun

Xi'an Polytechnic University, Xi'an, China

E-mail: huangx@xpu.edu.cn

Abstract: The dry gas is the low-carbon and the environmental protection renewable energy source liking the wind energy and the solar energy. The evaporative cooling air conditioning technology uses the dry gas to gain cooling capacity and is honored as one kind of green air conditioning technology, which should be worth vigorously promotion under the shortage of energy conditions. This paper analysis from the evaporative cooling and the machinery refrigeration air-conditioning system's energy consumption constitution to contrast and points out its energy conservation、environmental protection and prospect.

Keywords: renewable energy; evaporative cooling technology; machinery refrigeration technology; low-carbon; environmental protection

蒸发冷却空调技术的节能前景

一种迎合时代潮流的可再生能源技术

黄翔, 孙铁柱

西安工程大学, 西安, 中国, 710048

E-mail: huangx@xpu.edu.cn

摘要: 干空气能像风能和太阳能一样都是低碳、环保的可再生能源, 蒸发冷却空调技术就是采用大气当中的干空气能来获取冷量的一种绿色空调技术。在能源紧缺的当今应值得大力推广。本文从蒸发冷却和机械制冷空调系统的能耗构成入手对比, 指出其节能环保的特点及前景。

关键词: 可再生能源; 蒸发冷却技术; 机械制冷技术; 低碳; 环保

1 引言

根据美国能源署 (EIA, Energy Information Administration) 《International Energy Outlook 2008》统计显示, 2005 年度全球一次能耗总量达 147.1 亿 tce, 各国消耗能源占全球总量的比例如 Figure 1 所示。其中, 建筑一次能耗总量达 45.3 亿 tce, 各国建筑能耗占全球总建筑能耗的比例如 Figure 2 所示。由图可见, 无论是从社会总能耗, 还是从建筑总能耗, 中、美两国是全球能源消耗总量最多的国家。就我国而言, 在社会总能耗中建筑能耗又占据了 25% 左右如 Figure 3 所示, 建筑能耗将成为未来 20 年我国能源消耗的主要增长点之一。因此, 建筑节能不仅是经济问题, 而且是重要的战略问题。据统计, 冬夏两个季节, 建筑物采暖、通风和空调的能耗约占建筑总能耗的 55%-60%。我国政府十分重视建筑节能工作, 基于我

国国情和节能减排工作发展的需要, 早在 1995 年国家建设部就颁布了《建筑节能“九五”计划和 2010 年规划》。所以空调行业在节能减排中承担了重要的责任。

蒸发冷却技术正是适应这一时代背景的空调技术, 它是通过水与干空气之间进行热湿交换来获取冷量的一种环保高效而且经济的冷却方式。它具有较低的冷却设备成本 (初投资约为常规空调设备的 $1/2^{[1]}$), 能大幅度降低用电量和用电高峰期对电功率的要求 (运行能耗约为常规空调设备的 $1/5^{[1]}$)。该技术采用水为制冷介质, 能够减少温室气体和 CFCs 的排放, 可以提供更好的送风空气品质, 且机组结构简单, 因此又被称为“零费用制冷技术”、“绿色空调”和“仿生空调”, 是一种真正意义上的节能环保和可持续发展的制冷空调技术。^[2-3] 目前, “蒸发冷却的关键技术研究”已被列为“十一五”国家科技支撑计划重大项目“建筑节能关键技术与示范”的研究内容。

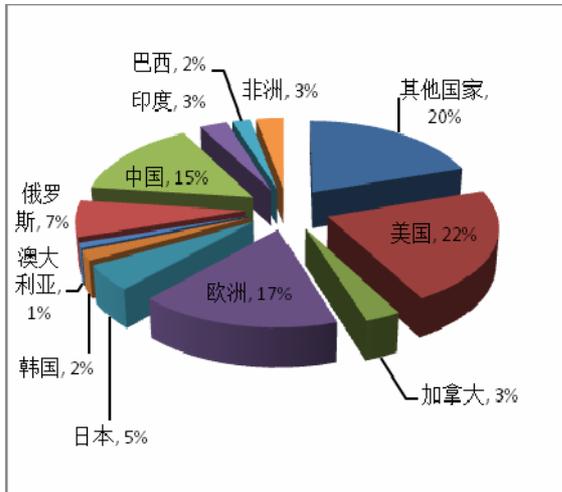


Figure 1. Various countries' society energy consumption proportion in 2005

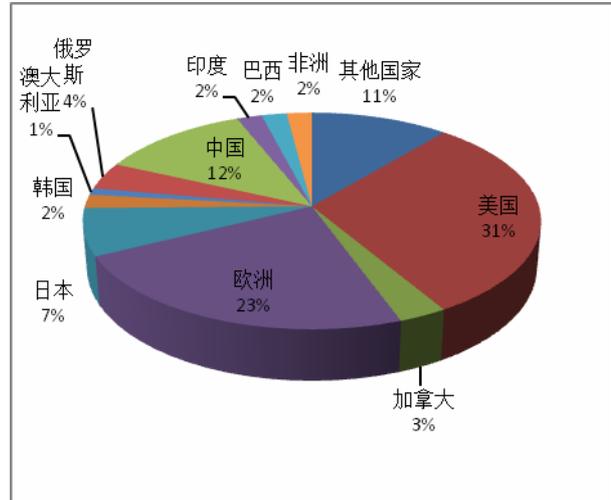


Figure 2. various countries construct energy consumption proportion in 2005

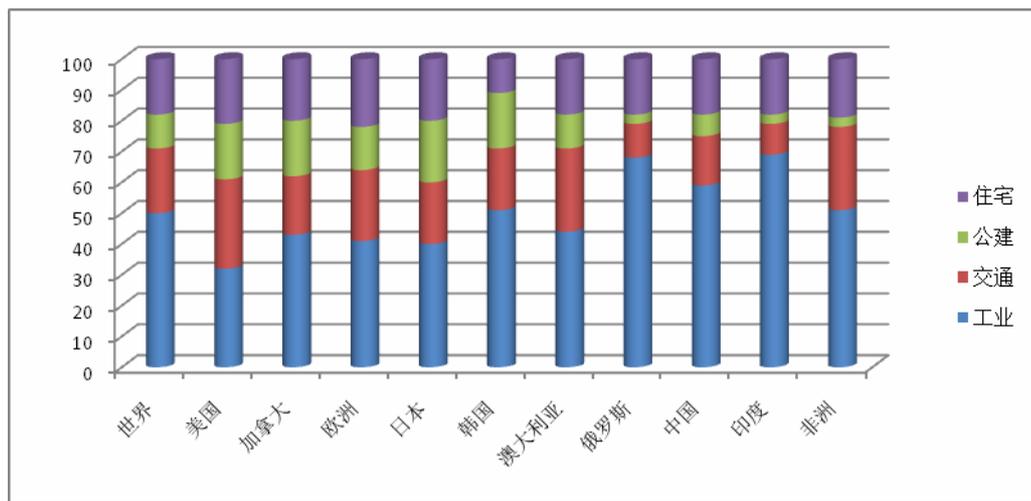


Figure3. various countries industrial structure proportion in 2005

Figure1、 2、 3 Data origin: Energy Information Administration.International Energy Outlook 2008.USA: EIA publication, 2008.

本文主要从机械制冷与蒸发冷却空调系统耗能环节方面入手对比，宏观上指出蒸发冷却技术的节能环保的特点。

2 传统机械制冷空调技术

我国建筑能耗如 Figure3 所示占社会总能耗的 25%左右，而空调能耗在建筑能耗中所占比例最高^[1]。所以为了节能空调技术应尽量选择节能环保的生态技术，比如热泵技术、蒸发冷却技术等。下面从传统（所用制冷机为水冷式冷水机组）机械制冷空调系的能耗结构方面入手分析其存在的节能潜力，并指出其一些负面影响。

2.1 半集中式传统机械制冷空调系统能耗构成

Figure 4 以某典型政府办公楼展示了半集中式传统机械制冷空调系统的能耗构成，从图中可以明显看出其耗能环节有风机盘管、空调箱风机、冷却塔、冷却水泵、冷冻水泵和冷冻机，其中冷冻机在整个空调系统能耗中所占比例是最大的，其节能潜力是相当可观，如果机械制冷冷水机组能够被更节能的蒸发冷却式冷水机组替代或者附加蒸发冷却辅助供冷，其能耗将会降低很多。

2.2 集中式传统机械制冷空调系统能耗构成



Figure 4. Some typical government office building semi-central air-conditioning system power consumption proportion [4]

室内空气品质 (IAQ) 是目前国内外暖通空调日益关注的热点问题。[5-7] 人们有 80% 的时间在室内度过, 室内空气品质直接影响到人的身心健康和工作效率, 新风量的多少又是直接影响 IAQ 的关键因素, 即新风量越大室内空气品质越好。因此全新风式空调系统 IAQ 是最优的。

Figure 5 以某典型商场展示了传统集中式空调系统的能耗结构, 可以明显看出冷冻机和空调箱风机占据了大部分能耗, 图例系统还不是全新风系统, 如果是全新风空调系统, 冷冻机的能耗比例会进一步加大。

2.3 传统机械制冷带来的其他负面影响

由于机械制冷技术使用的制冷剂是 CFCs 和 HCFCs, 这些物质都是温室气体, 并且与大气层的臭氧能发生化学反应。如果不甚将这些制冷剂泄漏到大气当中, 将会破坏臭氧层, 而且还会产生温室效应。

3 蒸发冷却空调技术

蒸发冷却空调技术是利用自然条件下空气的干湿

球温度差来获取冷量的。该技术以水做为制冷剂, 不是传统机械制冷使用的氟利昂, 不会污染大气环境。另外蒸发冷却技术是采用水的蒸发来获取冷量, 但不必将蒸发后的水蒸气再进行压缩。因此与机械制冷相比, 不需要消耗压缩功, 这使得它的 COP 值要比机械制冷的要高, 节能效果比较明显。[8-10]

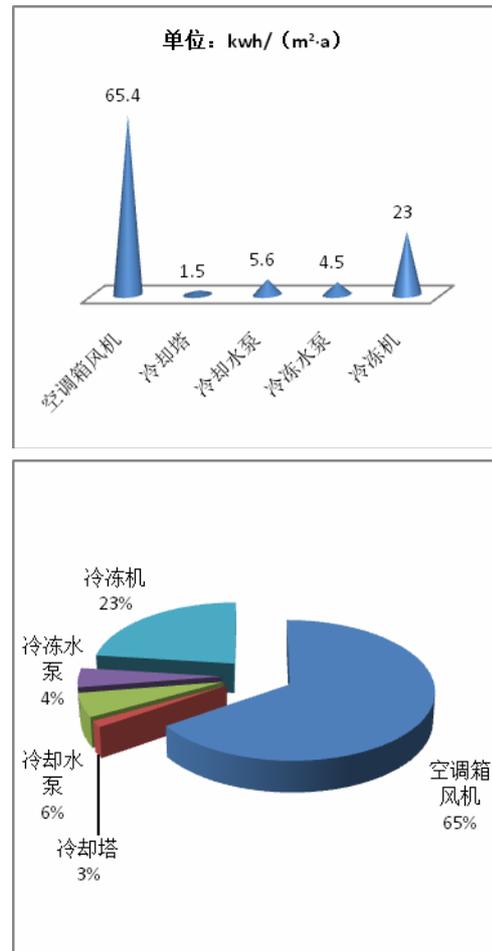


Figure 5. Some typical market central air-conditioning system sub-item power consumption proportion [4]

3.1 蒸发冷却空调系统的能耗构成

蒸发冷却技术在部分干旱地区是可完全替代机械制冷, 并能达到人体舒适性要求的。目前在新疆地区已有了集中式蒸发冷却空调系统和半集中式蒸发冷却空调系统的工程实例。Figure 6 和 Figure 7 分别展示了半集中式和集中式蒸发冷却空调系统的能耗构成, 仅从能耗构成来说, 与传统机械制冷同类空调系统相比就节约了压缩机、冷却塔和冷却水泵的能耗。从蒸发

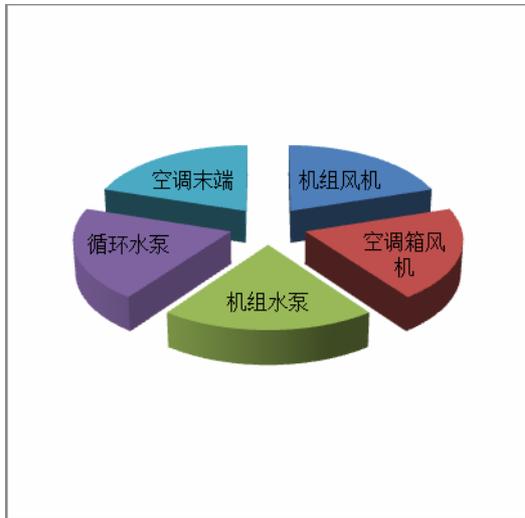


Figure 6. Semi-central evaporative cooling air-conditioning system energy consumption constitution

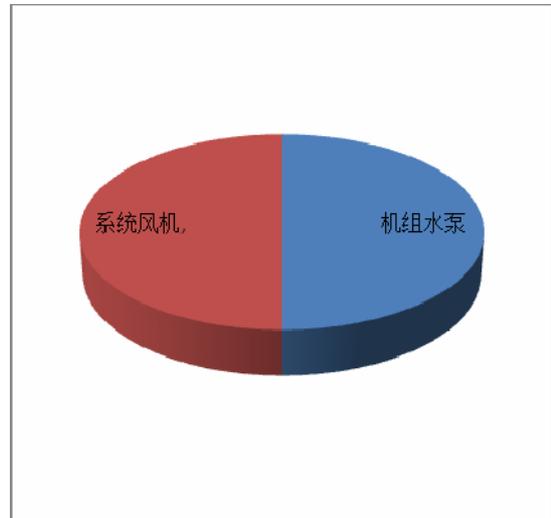


Figure 7. Central evaporative cooling air-conditioning system energy consumption constitution

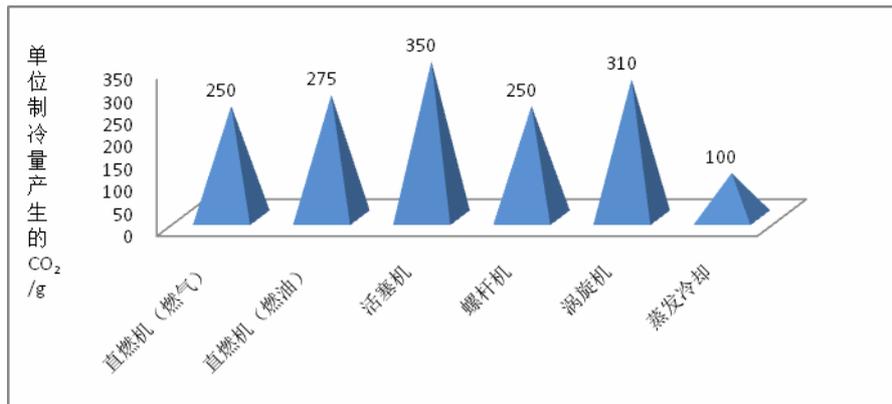


Figure 8. Each kind of air conditioning produces the CO2 quantity the unit refrigerating capacity

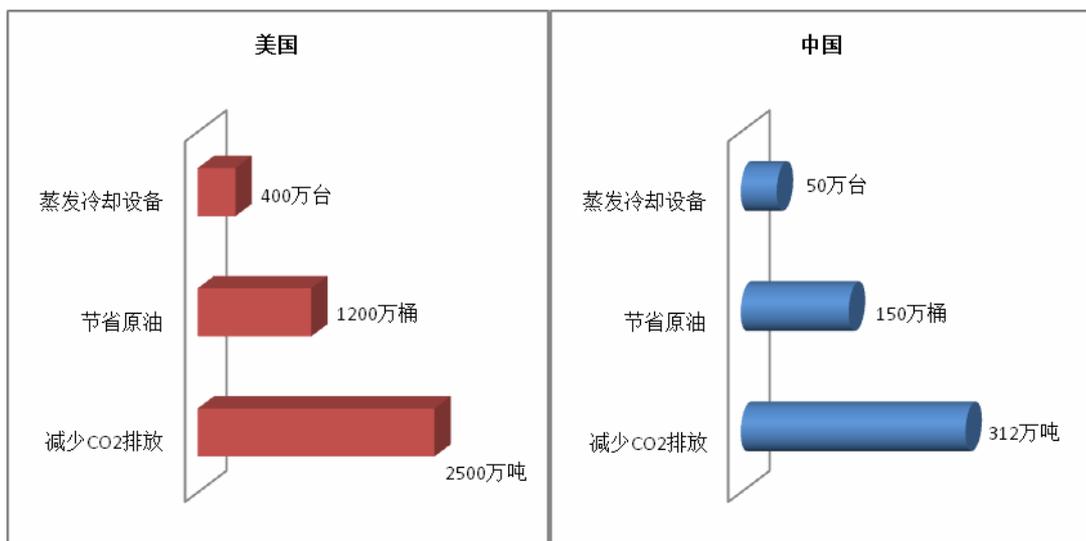


Figure9. China and USA evaporative cooling air-conditioning equipment energy conservation situation

冷却空调系统的能耗构成上可以看出,该系统消耗能源的环节减少了,特别是集中式蒸发冷却空调系统仅是系统风机和水泵在消耗能源。仅从能耗构成上就可看出比传统机械制冷空调系统节能许多。

3.2 蒸发冷却空调技术的节能前景

蒸发冷却空调是不需要压缩机的,所以它相比于机械制冷节能;而且是以水做为制冷剂不是氟利昂,所以它相比于机械制冷环保。由 Figure8 可以看出蒸发冷却空调在所有空调类别中 CO₂ 排放量是最少的,最节能。Figure 9 展示了蒸发冷却设备在中、美两国的节能情况。所以说,蒸发冷却空调技术具有很大的节能和应用前景。

4 结束语

蒸发冷却技术与机械制冷相比,在节能、环保、经济及提高室内空气品质等方面具有明显的优势,但也存在不足之处,如缺乏除湿功能,冷却空气的能力受外界空气环境的影响等,并不能完全取代机械制冷^[11]。所以要避免蒸发冷却技术取代机械制冷的误区。为了做到最大限度的节能应尽量本着以下原则去做:在可以完全替代机械制冷空调系统的地方(如炎热干旱地区的多数建筑)应尽量采用蒸发冷却空调系统;在不能完全采用的地区(比如中等湿度和高湿度地区多数建筑物),应与机械制冷相结合,尽量降低机械制冷的能耗。

愿蒸发冷却空调技术在那些适合采用的地区和建筑物中得到推广应用,并能成为其主流空调;而在那些不太适合应用的地区及场所可作为现有空调的辅助冷却措施。为节能减排做出应有的贡献!

致 谢

非常感谢中国能源学会提供给我们这个向大家介绍节能环保的蒸发冷却空调技术的机会。在此深表感谢!

References

[1] Huang Xiang. Evaporative Cooling Technologies Meeting Chal-

- lenge of Environmental Protection, Energy Saving, Economy and IAQ [J]. Building Energy & Environment, 2003, 4: P1-3 (Ch)
黄翔. 面向环保、节能、经济及室内空气质量联合挑战的蒸发冷却技术[J]. 建筑热能通风空调, 2003 (04): P1-3
- [2] Huang Xiang. Progress in research of evaporative cooling air conditioning technology at home and abroad (part 1) [J]. HV&AC, 2007, 37 (2): P24-30 (Ch)
黄翔. 国内外蒸发冷却空调技术研究进展(1) [J]. 暖通空调, 2007, 37 (2): P24-30
- [3] Wang Ruzhu. Advances in refrigeration and HVAC [M]. Beijing: Science Press, 2007.4 vol 11 (Ch)
王如竹著. 制冷学科进展研究与发展报告[M]. 北京: 科学出版社, 2007.4 vol 11
- [4] The Tsinghua University constructs the energy conservation Research center. China constructs the energy conservation year development memoir 2009 [M]. Beijing: CHINA ARCHITECTURE & BUILDING PRESS, 2009 (Ch)
清华大学建筑节能研究中心著. 中国建筑节能年度发展研究报告 2009 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009
- [5] Original by P. Ole Fanger, translated by Yu Xiaoming. IAQ in the 21st century: search for excellence [J]. HV&AC, 2000, 30 (3). P32-35 (Ch).
P. Q. 范格著, 于晓明译. 21 世纪的室内空气品质: 追求优异. 暖通空调, 2000, 30 (3). P32-35 (Ch).
- [6] Li Xianting, Yang Jianrong, Wang Xin. Status and development of indoor air quality research [J]. HV&AC, 2000, 30 (3), P36-40 (Ch)
李先庭, 杨建荣, 王欣. 室内空气品质研究现状与发展 [J]. 暖通空调, 2000, 30 (3). P36-40
- [7] Liu Dong, Chen Peilin. Relationship between HVAC and IAQ [J]. Building Energy & Environment, 2001, 3. P31-34 (Ch)
刘东, 陈沛霖. 室内空气品质与暖通空调 [J]. 建筑热能通风空调, 2001, 3. P31-34
- [8] Liu Xiang, Huang Xiang. Programmable controller PLC in evaporative cooling air-conditioning system's application [J]. HV&AC, 2005, 35 (Supplement). P213-217 (Ch)
刘翔, 黄翔. 可编程控制器 PLC 在蒸发冷却空调系统中的应用 [J]. 暖通空调, 2005, 35 (增刊). P213-217
- [9] Zhang Weifeng, Huang Xiang. The energy conservation research of spray chamber air conditioning unit [J]. HV&AC, 2005, 35 (Supplement). P259-262 (Ch)
张伟峰, 黄翔, 颜苏芊. 填料式喷水室空调机组的节能研究 [J]. 暖通空调, 2005, 35 (增刊). P259-262
- [10] Xuan Yongmei, Huang Xiang. Evaluating the performance of packing used in direct evaporative-cooling AHU [J]. Contamination Control & Air-conditioning Technology, 2001 (4): P6-8 (Ch)
宣永梅, 黄翔. 直接蒸发冷却式空调机用填料的性能评价 [J]. 洁净与空调技术, 2001 (4): P6-8
- [11] Huang Xiang. Integrating evaporative cooling outdoor air system [J]. HV&AC, 2003, 33 (5): P13-16 (Ch)
黄翔. 蒸发冷却新风空调集成系统 [J]. 暖通空调, 2003, 33 (5): P13-16