



绿色建筑

暖通空调系统

设计指南

(袖珍版)

环保刊物系列

Green Building

免责声明

特灵公司(TRANE), 美国标准集团之业务, 已尽最大努力仔细编辑本环保刊物并力争确保在此提供的信息及数据的准确性。然而, 这并不能保证信息绝对无误, 特灵公司不会对本刊物之使用、理解或者在工程设计中引起的争议承担任何法律责任。

作为全球暖通空调的领导者, 特灵完全理解并支持绿色建筑及负责任的环保行动。通过投入时间、资金、与专才为各种类型的建筑提供高效率的设备和系统。不管是设计、运行、还是维护可持续的高效系统, 特灵都可以帮助提供解决方案。

这本小册子旨在提供简便快捷的参考, 有助设计人员作出明智的决定, 以满足绿色建筑的要求。里面列出了一系列绿色选项以及相应的绿色标准和利益, 同时还给出了有关这些系统设计的更多更详细的参考资料。一个系统往往由许多设备、部件所组成, 如果要合并不同的系统策略, 请咨询当地特灵的工程师。

编辑人员

主编: 余中海

技术撰稿: 谢建宏

Gary Luepke

Jeff Moe

Mick Schwedler

John Murphy

中文校对: 李元旦

刊印服务: 吴宇芳

序 言

长期以来，特灵空调坚持不懈地对系统、设备、制冷剂和自控等方面进行研究，提高了产品的能效，减少了环境的影响。另一方面也为使用者创造了更加健康和舒适的环境，经济上也更加合理，受到了普遍的好评。

这本小册子的出版，为设计绿色建筑的工程师们提供了HVAC设计的工具。虽然字数不多，却简单明了，使用方便，更有许多参考资料可以查阅。在推动可持续发展的今天，这本介绍节能产品的手册是值得参阅的。

徐吉沅

上海同济大学教授



正当现代化建筑对环境造成的影响越来越明显,一个名为“绿色建筑”的新兴领域冒升起来,旨在从源头解决问题。“绿色”或者“可持续”建筑是实践更健康、更资源有效地建造、翻新、运行、维护、拆卸的模范。

美国环保总署

www.epa.gov/greenbuilding/

内容概要

主题	内容	数据	页数
系统	<ul style="list-style-type: none"> 冷水系统 水环热泵、地源热泵系统 直膨(DX)系统 — 屋顶式, 分体式, 整机式 	<ul style="list-style-type: none"> 系统比较 国际设计标准 	2
设备	<ul style="list-style-type: none"> 节能选择 使用多少制冷剂 防止泄漏 	<ul style="list-style-type: none"> 效率(绿色及更环保) 	6
制冷剂	<ul style="list-style-type: none"> 理论效率 大气寿命 臭氧层消耗潜力(ODP) 全球变暖潜力(GWP) 全生命周期气候影响特性(LCCP) 	<ul style="list-style-type: none"> R123 R134a R410A R407C 	9
自动控制	<ul style="list-style-type: none"> “夜间回置” 风机静压优化 增大室内温度浮动范围 可开窗户与HVAC系统的连锁操作 系统启停优化 水环优化 		10
室内环境质量	<ul style="list-style-type: none"> 通风量重置 变风量 地板送风 湿度控制 空气过滤 		11

注: 参考资料已详列于P.12-13。括号内的数字代表相关的文献。

系 统

冷水系统 (CWS)

	绿色选择	绿色标准	参考资料
1	<p>降低冷冻水和冷却水系统中水的流量。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 冷冻水温差12-20°F (6.7-11.1°C) • 冷却水温差12-18°F (6.7-10°C) 	<ul style="list-style-type: none"> • 通过减少泵和冷却塔的能耗增强整个冷水系统的效率 • 减小建造材料的消耗 (采用较小的水泵、冷却塔、风机) • 减小水管尺寸、成本和降低其他资源消耗 	(1) (2)
2	<p>变水量冷冻水系统</p> <ul style="list-style-type: none"> • 在系统运行中经过机组蒸发器的水流量可调变 	<p>比常规的一次、二次系统使用更小的水泵, 相应减少系统的耗材, 如:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 水管接头 • 过滤器 • 电器连接 • 阀及相关配件 • 水泵启动器 • 可用空间 <p>虽然泵的能耗节省不多却有效地提高系统性能</p>	(3) (4) (5) (6) (7)
3	<p>系统优化自动控制</p> <ul style="list-style-type: none"> • 冷却水温重置与优化 	<ul style="list-style-type: none"> • 改善整体系统效率 • 通过平衡机组和冷却塔的能耗来优化冷却水系统 • 依不同状态反复计算出最佳冷却水温度, 使制冷机和冷却塔的能耗在任何时刻都是最低 	(8) (9)

冷水系统 (CWS) (续)

	绿色选择	绿色标准	参考资料
4	水泵压头、速度重置	<ul style="list-style-type: none"> 将泵的运行压力重置可以保证自控阀对压力需求最大时的开度为90%左右。 泵节能 	没有相关的文献讲述优化泵压, 但可参阅风机控制的相关原理: (10)
5	制冷剂每冷吨充注量	减少系统中的制冷剂量 <ul style="list-style-type: none"> 制冷剂越少则系统泄漏对环境的影响也越小, 特别是中高压系统 可参照ASHRAE技术指南第三部 进一步减少制冷剂的耗散 	(11)
6	热回收	水冷式制冷机组冷凝器的热量回收, 可以用来提供: <ul style="list-style-type: none"> 加热冷空气 (用于湿度控制) 预热室外空气 加热进入建筑物的补水 	(12) ASHRAE 90.1-2001要求在下列情况下使用热回收加热生活用水: <ul style="list-style-type: none"> 设备每天24小时运行 系统总散热量超过6,000,000 Btu/h (约相当于450冷吨的冷水机组) 生活用水的设计加热负荷超过1,000,000 Btu/h(293kW)

水环热泵、地源热泵系统

	绿色选择	绿色标准	参考资料
1	变水量水环热泵系统	在非设计负荷工况下，降低热泵系统的水流量 <ul style="list-style-type: none"> • 每台热泵机组安装双位水阀，在机组停机时关闭水阀 • 安装一台可以在流量减少时节约能耗的水泵 • 在大型系统中安装变速泵 	(13) (14)
2	减小冷却水系统水流量	采用流量准则为 2 gpm/ton(每冷吨0.126 l/s)	
3	考虑使用地热源	分析地源热泵系统寿命周期的成本	(15)
4	热回收	从水环中回收能量 <ul style="list-style-type: none"> • 减少冷却塔的运行时间 • 减少锅炉运行时间 	(16)
5	高效热泵（更环保）	考虑采用最高效的热泵机组，达至更环保目标	

直膨(DX)系统—屋顶式、分体式、整机式

	绿色选择	绿色标准	参考资料
1	避免送风量及冷量设计过大	<ul style="list-style-type: none"> • 改进舒适性控制 • 改进除湿性能 	(17)
2	尽量避免采用热气旁通	<ul style="list-style-type: none"> • 减少整体设备能耗 • 对于直膨分体式系统，尽量减少制冷剂管路的现场接管工作，将制冷剂泄漏的可能降低 	(18)

直膨(DX)系统—屋顶式、分体式、整机式(续)

	绿色选择	绿色标准	参考资料
3	选择高效率的设备	<ul style="list-style-type: none"> 减少总能耗 	
4	考虑采用风冷热泵型设备 (不适合于严寒气候区域)	<ul style="list-style-type: none"> 热泵比热水、蒸汽、燃气和电热效率更高, 在适宜(非严寒)的室外条件下可减少采暖能耗 	
5	考虑采用全新风装置	<ul style="list-style-type: none"> 在清凉干燥的室外条件下引用全新风作冷源 	
6	加入全空气热交换器回收排风能量	<ul style="list-style-type: none"> 减小制冷和制热设备的容量 减少制冷和制热的能耗 	(19)
7	采用变风量(VAV)系统, 采用无级变速(或多速)送风风机	<ul style="list-style-type: none"> 在部分负荷工况时减少能耗 提高部分负荷工况时的除湿性能 	(17) (20) (21)
8	利用制冷剂的回收热控制室内湿度	<ul style="list-style-type: none"> 通过直接控制室内的湿度(低于需求的上限)提高舒适度和室内空气品质 避免使用“新”能源再热 	(17) (22)
9	在定风量带有全新风装置的系统中采用“动力排风”(开/关中央排风风机), 以控制建筑内的静压。在变风量带有空气侧经济器的系统中采用开度可调的中央排风, 以控制建筑内的静压	<ul style="list-style-type: none"> 使全新风装置发挥最大功效, 在适宜的室外条件下减少制冷的能耗 将空调区域或维护结构出现与湿度有关问题的可能性降至最低 通过优化中央排风风机的运行来减少风机的能耗 	(23) (24)
10	右侧条件下应放弃采用直膨系统, 而改用冷水系统或其他较高效率的系统	<ul style="list-style-type: none"> 全空调建筑, 使用系数高且建筑面积 > 40,000m² 单冷空调建筑, 使用系数高且建筑面积 > 20,000m² 例: 办公室、酒店、医院 	

设备

单元式空调器效率表

设备类型	检测标准	容 量	效率 (绿色)	效率 (更环保)
风冷	ARI 210/240	≥ 65,000 Btu/h(19.0kW) 及<135,000 Btu/h(39.6kW)	10.3 EER	11.0 EER 11.4 IPLV
		≥ 135,000 Btu/h(39.6kW) 及<240,000 Btu/h(70.3kW)	9.7 EER	10.8 EER 11.2 IPLV
	ARI 346/360	≥ 240,000 Btu/h(70.3kW) 及<760,000 Btu/h(222.7kW)	9.5 EER	10.0 EER 10.4 IPLV
		≥ 760,000 Btu/h(222.7kW)	9.2 EER	10.0 EER 10.4 IPLV
水冷或 蒸发式 冷凝	ARI 210/240	≥ 65,000 Btu/h(19.0kW) 及<135,000 Btu/h(39.6kW)	11.5 EER	
	ARI 346/360	≥ 135,000 Btu/h(39.6kW) 及<240,000 Btu/h(70.3kW)	11.0 EER	14.0 EER
		≥ 240,000 Btu/h(70.3kW)	11.0 EER	

注: 1. 效率参考资料: 绿色见 (25), 更环保见 (26)

2. EER:能效比

3. IPLV:综合部分负荷能效值 (只适用于单机比较, 不适用于多机组的系统)

单元式热泵效率表

设备类型	检测标准	容 量	制冷效率 (绿色)	制热效率 (绿色)	制冷效率 (更环保)	制热效率 (更环保)
风冷	ARI 210 /240	≥ 65,000 Btu/h (19.0kW) 及 <135,000 Btu/h (39.6kW)	10.1 EER	3.2 COP@ 47° Fdb; 43° Fwb; (8.3°C干球, 6.1°C湿球温度) 2.2 COP@ 17° Fdb; 15° Fwb; (-8.3°C干球, -9.4°C湿球温度)	11.0 EER 11.4 IPLV	3.4 COP@ 47° Fdb; 43° Fwb; (8.3°C干球, 6.1°C湿球 温度) 2.4 COP@ 17° Fdb; 15° Fwb; (-8.3°C干球, -9.4°C湿球 温度)

单元式热泵效率表 (续)

设备类型	检测标准	容量	制冷效率 (绿色)	制热效率 (绿色)	制冷效率 (更环保)	制热效率 (更环保)
风冷	ARI 346 /360	≥135,000 Btu/h (39.6kW) 及 <240,000 Btu/h (70.3kW)	9.3EER	3.1 COP@ 47°Fdb; 43°Fwb; (8.3°C干球, 6.1°C湿球温度)	10.8 EER 11.2 IPLV	3.3 COP@ 47°Fdb; 43°Fwb; (8.3°C干球, 6.1°C湿球温度)
		≥ 240,000 Btu/h (70.3kW)	9.0EER	3.1 COP@ 47°Fdb; 43°Fwb; (8.3°C干球, 6.1°C湿球温度)	10.0 EER 10.4 IPLV	2.2 COP@ 17°Fdb; 15°Fwb; (-8.3°C干球, -9.4°C湿球温度)
水冷	ISO-1325 6-1	≥17,000Btu/h (5.0kW)及 <135,000 Btu/h(39.6kW)	12.0 EER @86°F (30°C) 进水	4.2 COP @ 68°F(20°C) 进水	14.0 EER @ 85°F 进水	4.60 COP @ 70°F 进水
地下水	ISO-1325 6-1	≥17,000Btu/h (5.0kW)及 <65,000 Btu/h(19.0kW)	16.2 EER @59°F 进水	3.6 COP @ 50°F进水		
地热	ISO-1325 6-1	≥17,000Btu/h (5.0kW)及 <65,000 Btu/h (19.0kW)	13.4 EER @77°F 进水	3.1 COP @ 32°F 进水	16.0 EER @ 77°F 进水	3.45 COP @ 32°F 进水

注: 1. 效率参考资料: 绿色见 (25), 更环保见 (26)

2. COP:性能系数

3. EER:能效比

4. IPLV:综合部分负荷能效值 (只适用于单机比较, 不适用于多机组的系统)

电动冷水机组效率表

设备类型	容量 (冷吨)	效率 (绿色)	效率 (更环保)	节能选项
风冷带 冷凝器	所有	2.80 COP 3.05 IPLV	2.93 COP 3.51 IPLV	
风冷无 冷凝器	所有	3.10 COP 3.45 IPLV	3.26 COP 3.26 IPLV	
水冷螺 杆式	<150	4.45 COP 5.20 IPLV	4.82 COP 6.39 IPLV	<ul style="list-style-type: none"> • 冷却水可用于热回收 • 冷却水“免费”供冷，条件是室外气温未低至冰点(不适用于南方温暖的冬季)
	≥150 及 <300	4.90 COP 5.60 IPLV	5.76 COP 6.89 IPLV	
	≥300	5.50 COP 6.15 IPLV	5.86 COP 7.18 IPLV	
水冷 离心式	<150	5.00 COP 5.25 IPLV	5.76 COP 5.67 IPLV	<ul style="list-style-type: none"> • 制冷剂迁移“免费”制冷，既不用开压缩机 • 部分(辅助)热回收冷凝器 • 如果制冷机组在低负荷和低冷却水温度工况下长时间运行，采用变速驱动。但在有三台或更多机组的情况下，或是每年大部分时间都是潮湿气候的地方(比如，美国迈阿密、佛罗里达，中国南方地区，香港，新加坡)都不适用。
	≥150 及 <300	5.55 COP 5.90 IPLV	5.96 COP 6.28 IPLV	
	≥300及 <600	6.10 COP 6.40 IPLV	6.17 COP 6.89 IPLV	
	≥600	6.10 COP 6.40 IPLV	6.39 COP 6.89 IPLV	

注：1. 上表中的所有冷水机组均采用ARI-550/590-1998检验标准

2. 效率参考资料：绿色见[25]，更环保见[26]

3. EER:能效比

4. IPLV:综合部分负荷能效值(只适用于单机比较，不适用于多机组的系统)

环境友好制冷剂

制冷剂的选择取决于下列五大环境因素，再加上机组的密封性。除了效率越高越好，其余四个值则越低越好。

制冷剂	理论效率 (COP)	大气寿命 (年)	臭氧层消耗潜力(ODP)	全球变暖潜力 (GWP)	全生命周期气候影响特性(LCCP) [等价于kg CO ₂]	参考资料
R123	11.38	1.3	0.012	76	7,812,400	(27) (28) (31)
R134a	10.89	14.0	0	1320	8,997,000	
R410A	10.51	混合	0	1997	8,312,900	
R407C	10.69	混合	0	1674	无资料	

- 注：1. LCCP值的计算是基于亚特兰大办公楼中的350冷吨冷水机组，1999年的效率水平；见 (27)
2. R410A由R32和R125混合，大气寿命分别为4.9及29年。
3. R407C由R32、R125、R134a混合，大气寿命分别为4.9、14、29年。

自动控制策略

	绿色选项	绿色标准	参考资料
1	“夜间回置”	<ul style="list-style-type: none"> 在无人时间允许将供冷设定值设定为最高90° F (32°C) 在无人时间允许将供热设定值设定为最低60° F (16°C) 	(25)
2	风机静压优化	<ul style="list-style-type: none"> 将风机的静压重置，以保证风阀对静压需求最大时的开度为90%左右。 降低风机的运行压头和能耗 DDC/VAV风量系统必需的风机控制措施 	(10) (25)
3	增大室内温度的浮动范围	<ul style="list-style-type: none"> 允许5° F(2.8°C)的浮动区 	
4	可开关的窗户与HVAC系统的连锁操作	<ul style="list-style-type: none"> 当室外条件合适的时候，可让窗户打开进行自然通风 当窗户开着的时候，不允许HVAC系统启动 	
5	启停优化	<ul style="list-style-type: none"> HVAC系统的启动越晚越好，但在人员上班前仍必须满足预设的室内温度 在所有室内人员即将离开前，停止系统，让室内温度自然“浮动” 大于10,000 cfm(4.72m³/s)风量的系统必需优化启动 	(25)
6	水环优化	<ul style="list-style-type: none"> 使用系统层次的优化控制来决定最佳冷却水的温度，把锅炉、水环热泵和水泵的能耗总值在任何时刻都能保持最低 	

室内环境质量

	绿色选项	绿色标准	参考资料
1	通风量重置	<p>调变室外新风量，可基于以下三种指示：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 室内人数传感器 • CO₂ 浓度传感器 • 使用时间表 	(29) (30)
2	变风量	<p>提高空气侧能效，同时照顾系统需求</p> <ul style="list-style-type: none"> • 提供适量通风 • 确保冷盘不会因风量太低而冻结 • 在各种负荷情况下控制湿度 • 保持适当的建筑内正压 	(23) (32) (35)
3	地板送风	通过地板送风提高通风效率	(33)
4	湿度控制	保持室内相对湿度小于60%是控制大楼内微生物(霉菌)生长的关键	(34) (35)
5	空气过滤	<p>微粒过滤</p> <ul style="list-style-type: none"> • 10微米或以下的粒子最难处理，却又最容易穿过人体的呼吸道系统 • 置于冷盘前的过滤器必需符合MERV值6或以上的效率。 <p>气味过滤</p> <ul style="list-style-type: none"> • 来自建材或清洁剂的挥发性有机混合物 • 污染源头控制：负压、稀释、吸收等 <p>过滤器不在或肮脏指示亮着时，不允许风机启动。</p>	(36) (37) (38)

参考资料

1. CoolTools Chilled Water Plant Design Guide. <http://www.hvacexchange.com/cooltools/>
2. Kelly, D.W. and Chan, T., "Optimizing Chilled Water Plants", HPAC Engineering, January 1999, pp. 145-7.
3. Trane Engineers Newsletter, Vol.28, No.3(1999) and Vol.31, No.4(2002)
4. Waltz. "Don't Ignore Variable Flow". Contracting Business, July 1997
5. Taylor. "Primary-Only vs. Primary-Secondary Variable Flow Systems", ASHRAE Journal, February 2002
6. Bahnfleth and Peyer. "Comparative Analysis of Variable and Constant Primary-Flow Chilled-Water-Plant Performance", HVAC Engineering, April 2001
7. Kreuzmann. "Campus Cooling: Retrofitting Systems", HPAC Engineering, July 2002
8. Schwedler, M. PE and Bradley, B. "Tower Water Temperature - Control it How?" Trane Engineers Newsletter, Vol. 24, No.1, (1995)
Schwedler, M, PE, "Take it to the Limit ... or Just Halfway?", ASHRAE Journal, July 1998, pp. 32-9.
9. CoolTools Chilled Water Plant Design Guide. P.6-30 to 6-31.
<http://www.hvacexchange.com/cooltools/>
10. Dennis Stanke, Trane Engineers Newsletter "VAV system optimization: Critical zone reset" Vol. 20-2, 1991, <http://www.trane.com/commercial/library/EN20-2.pdf>
11. Guideline 3-1996 -- Reducing Emission of Halogenated Refrigerants in Refrigeration and Air-Conditioning Equipment and Systems
12. Trane Applications Manual "Waterside Heat Recovery in HVAC Systems", August 2003, SYS-APM005-EN
13. ASHRAE Standard 90.1-1999
14. Trane Applications Manual "Water Source Heat Pump System Design", 1994 SYS-AM-7
15. Engineers Newsletter, Vol. 30, No 2. 2001
16. Air Conditioning clinic "Water Source Heat Pump System", 2000, TRG-TRC015-EN
17. Trane Applications Manual "Dehumidification in HVAC Systems", SYS-APM004-EN18.
18. Solberg, P. "Hot Gas Bypass: Blessing or Curse?" Trane Engineers Newsletter, Vol.32, No.2(2003).
http://www.trane.com/commercial/library/vol32_2/ADM_APN007_EN_0503.PDF
19. Trane Applications Manual "Air-to-Air Energy Recovery in HVAC Systems", SYS-APM003-EN
20. Trane Applications Manual "Rooftop/VAV System Design", AM-SYS4
21. Trane Applications Manual "Self-Contained VAV System Design", AM-SYS9
22. Trane Applications Manual "Refrigerant Heat Recovery", SYS-AM-5
23. Trane Applications Manual "Building Pressurization Control", AM-CON-17
24. Stanke, D. "Managing the Ins and Outs of Commercial Building Pressurization." Trane Engineers Newsletter, Vol.31, No.2 (2002).
http://www.trane.com/commercial/library/vol31_2/ADM_APN003_EN_040302.PDF
25. ASHRAE standard 90.1-2001

26. New Buildings Institute. Energy Benchmark for High Performance Buildings (eBenchmark) version 1.0, October 2003.
27. Arthur D. Little, Inc., "Global Comparative Analysis of HFC and Alternative Technologies for Refrigeration, Air Conditioning, Foam, Solvent, Aerosol Propellant, and Fire Protection Applications", Final Report to the Alliance for Responsible Atmospheric Policy, March 21, 2002
28. UNEP. Montreal Protocol Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2002, Jan. 2003
29. Trane Engineers Newsletter "Using CO₂ for Demand Controlled Ventilation" Vol. 31, No.3. (2001)
30. Trane Engineers Newsletter "Design Tips for Effective Efficient Dedicated Ventilation Systems", Vol.30, No. 3 (2001)
31. Calm, J. and Didion, D, "Trade-offs in Refrigerant Selections: Past, Present and Future" Proceedings ASHRAE/NIST Refrigerant Conference, Gaithersbury MD, USA, 6-7 Oct, 1997
32. Trane Applications Manual "Rooftop/VAV System Design", AM-SYS4
33. Trane Engineers Newsletter "Underfloor Air Distribution", Vol.30, No. 4 (2001)
34. Trane Engineers Newsletter "Dehumidify with Constant Volume Systems", Vol.29, No. 4 (2000)
35. Trane Applications Manual "Dehumidification in HVAC Systems", SYS-APM004-EN
36. Trane Applications Manual "Designing an IAQ-Ready Air Handling Systems", SYS-AM-14
37. ASHRAE Standard 62-2001
38. Trane. Indoor Air Quality: A Guide to understanding ASHRAE Standard 62-2001. Feb.2002

笔 记

更多资料 微信搜索 蓝蓝

更多资料 微信搜索 蓝蓝

笔 记

更多资料 微信搜索 蓝蓝



Trane
A business of American Standard Companies
www.trane.com

Literature Order Number APP-APG004-ZH (September 2004)

File Number

Supersedes New

Stocking location Shanghai China

非卖品，如欲索取这份资料，请联系当地特灵办事处。反馈意见电邮：yupc@trane.com