

ICS xx.xxx

J xx



中国制冷空调工业协会标准

T/CRAAS XXX—20XX

应用多联式空调（热泵）机组的温湿度 独立控制系统节能评价技术规范

Technical
Specification for Energy Efficiency Evaluation of Temperature and Humidity
Independent Control Systems Applied in Multi-split
Air Conditioning (Heat Pump) Units
(征求意见稿)

20xx-xx-xx 发布

20xx-xx-xx 实施

中国制冷空调工业协会 发布

重要声明

安全建议

本协会竭力推荐制冷空调产品或系统的设计、制造、安装、维修及保养执行国家认可的安全规范和标准。

作为行业协会，中国制冷空调工业协会力求在制定本协会标准时，采用当前的技术工艺水平和成熟有效的实践经验。但是，中国制冷空调工业协会不保证按照这些标准进行的任何实践无害或没有风险。

目 次

前 言	II
引 言	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 系统组成要求.....	3
5 测试方法.....	4
6. 节能评价指标.....	7
7. 评价报告要求.....	8
附录 A（资料性附录）	9
A.1 仪器仪表及测量数据要求	9
A.2 测量数据.....	9
A.3 典型 THIC 系统与控制组系统示意图（规范性附录）.....	10

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020 《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国制冷空调工业协会提出并归口。

本文件主要起草单位：

本文件参加起草单位：××××

本文件参加起草人：××××

本文件于 XXX 年 XXX 月 XXX 日通过中国制冷空调工业协会技术委员会审查。

本文件于 XXX 年 XXX 月 XXX 日经中国制冷空调工业协会会长审核批准。

本文件由中国制冷空调工业协会标准法规与技术服务部负责解释。

引 言

本文件为规范评价温湿度独立控制系统节能效果提供了依据。

本文件在制定过程中，规范编制组开展了相关专题研讨，在总结国内相关温湿度独立控制系统节能效果的基础上，吸收近年来众多有代表性专业企业实践成果，并以多种方式广泛征求了全国各有关单位和行业专家的意见，最终形成本规范。

本文件在实施过程中，希望各单位注意总结经验、积累资料，如发现需要修改和补充之处，请随时将有关意见和建议反馈给中国制冷空调工业协会，以便今后修订时参考。

应用多联式空调（热泵）机组的温湿度独立控制系统节能评价技术规范

1 范围

本文件适用采用多联式空调（热泵）机组和调湿新风机构成的温湿度独立控制（THIC）系统，规定了系统节能性能的试验方法、评价指标、计算流程、分级标准。同时规定对照组系统的测试方法，对照组由常规多联式空调和双向流新风机（无热回收）的构成。

本文件仅适用调湿新风机与多联式空调协同工作的系统，不适用于单一设备。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本技术规范。

- GB/T 18837 多联式空调（热泵）机组
- GB 21454 多联式空调（热泵）机组能效限定值及能效等级
- GB/T 21087-2020 热回收新风机组
- GB/T 40397-2020 户式调湿新风机
- T/CECS-500-2018 温湿度独立控制空调系统工程技术规程
- GBT 14295 空气过滤器
- GB/T 16803 供暖、通风、空调、净化设备术语
- GBT 21551.2 家用和类似用途电器的抗菌、除菌、净化功能 抗菌材料的特殊要求
- GB/T 34012 通风系统用空气净化装置
- GB/T 18837 多联式空调机组
- GB 50189 公共建筑节能设计标准
- JB/T 7249 制冷与空调设备 术语

3 术语和定义

GB/T 18837、GB/T 40397 和 JB/T 7249 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 温湿度独立控制空调系统（Temperature and Humidity Independent Control System, 简称 THIC）

由显热处理系统和潜热处理系统组成的复合式空调系统。其中：显热处理系统采用多联式空调（热泵）机组，负责消除室内显热负荷；潜热处理系统采用调湿新风机组，承担建筑潜热负荷（含新风负荷与室内产湿负荷）

3.2 显热负荷（Sensible Heat Load, SHL）

指为维持室内设定温度需通过空调系统排除（或补充）的显热量，其传递过程仅导致空气温度变化而不伴随含湿量改变。该负荷由围护结构导热、太阳辐射透射、新风显热交换，以及人员、照明与设备散热等显热源共同构成。

3.3 潜热负荷（Latent Heat Load, LHL）

指为维持室内设定湿度需通过空调系统排除（或补充）的潜热量，其传递过程伴随含湿量改变的水蒸气相变（汽化或凝结）。该负荷由室内产湿源（人员呼吸、设备蒸发）、围护结构湿渗透、新风湿交换，以及表面结露等与湿度差直接相关的热质传递过程共同构成。

3.4 高显热运行模式（High Sensible Heat Operation Mode, HSH Mode）

多联式空调（热泵）机组在温湿度独立控制系统中，通过设定蒸发器温度高于空气露点温度（制冷工况），实现空气显热处理且含湿量变化率 $\leq 10\%$ 的运行控制策略，该模式专用于显热负荷独立调节场景

3.5 高显热多联机机组 (High Sensible Heat Multi-connected Unit)

是指机组的蒸发温度高于室内空气露点温度 (制冷时), 以实现无凝露的显热传递。其主要作用是用于处理显热负荷, 仅对空气温度的调节, 为温度控制系统提供所需一定温度的冷媒, 是温湿度独立控制系统的重要组成部分。

3.6 温度控制系统 (Temperature Control System, TCS)

是指由调湿新风机组、高显热多联机机组及控制系统构成的温湿度独立控制空调系统, 其中专门处理显热负荷的功能子系统。

3.7 湿度控制系统 (Humidity Control System, HCS)

是指由调湿新风机组、高显热多联机机组及控制系统构成的温湿度独立控制空调系统, 其中专门处理潜热负荷的功能子系统。

3.8 显热末端 (Sensible Heat Terminal)

是指能够对室内空气进行温度调节的末端装置或设备, 可以是多联机的室内机、干式风机盘管、辐射末端等形式。

3.9 调湿新风机组 (Fresh Air Humidity Control Unit)

指能够对新风进行湿度调节的机组, 其主要作用是用于处理潜热负荷, 包括新风潜热负荷和室内潜热负荷, 是温湿度独立控制系统的重要组成部分。

3.10 热回收式新风机组 (Enthalpy Recovery Ventilator)

以显热或全热回收装置为核心, 通过风机驱动空气流动实现新风对排风能量的回收和新风过滤的设备

3.11 蒸发冷却新风机组 (Evaporative Cooling Fresh Air Handling Unit)

利用风侧蒸发冷却技术对新风进行除湿或降温等处理的机组, 可包括热回收段、预冷段、蒸发冷却段等功能段。

3.12 直膨式新风机组 (Direct Expansion Fresh Air Unit)

采用制冷剂为冷源对新风进行除湿的新风处理设备

3.13 固体吸附调湿新风机组 (Solid Desiccant Humidity Control Fresh Air Unit)

以热回收装置和热泵为冷热源, 采用固体吸附材料对新风进行除湿或加湿的新风处理设备, 其中固体吸附材料可以是转轮、涂层或模块等形式。

3.14 额定新风量 (Rated Outdoor Air Volume)

在额定工况下, 单位时间通过新风机组的室外空气的体积流量, 单位为立方米每小时 (m³/h)。

3.15 额定除湿量 (Rated Dehumidification Capacity)

在额定工况下, 额定新风量下新风机组运行 1h 从空气中去除的水量, 单位为千克每小时 (kg/h)。

3.16 额定加湿量 (Rated Humidification Capacity)

在额定工况下, 额定新风量下新风机组运行 1h 向空气中增加的水量, 单位为千克每小时 (kg/h)。

3.17 送风含湿量 (Supply Air Moisture Content)

从调湿新风机组送风口送出的空气的含湿量, 单位为克每千克干空气 (g/kg 干空气)。

3.18 对照组系统 (Reference System)

用于对比节能效果的基准系统, 由常规多联机+双向流新风机 (无热回收) 组成。

3.19 节能率 (ESR)

相同工况下, THIC 系统比对照组系统节省的能耗百分比

3.20 协同控制系统 (Synergistic Control System)

是指负责协调 THIC 系统中温度控制系统和湿度控制系统运行的逻辑或装置。

3.21 年度节能率 (ESR_{year})

是指 THIC 系统全年能耗相较于对照组系统全年能耗的节省程度，通常以百分比形式表示。

4 系统组成要求

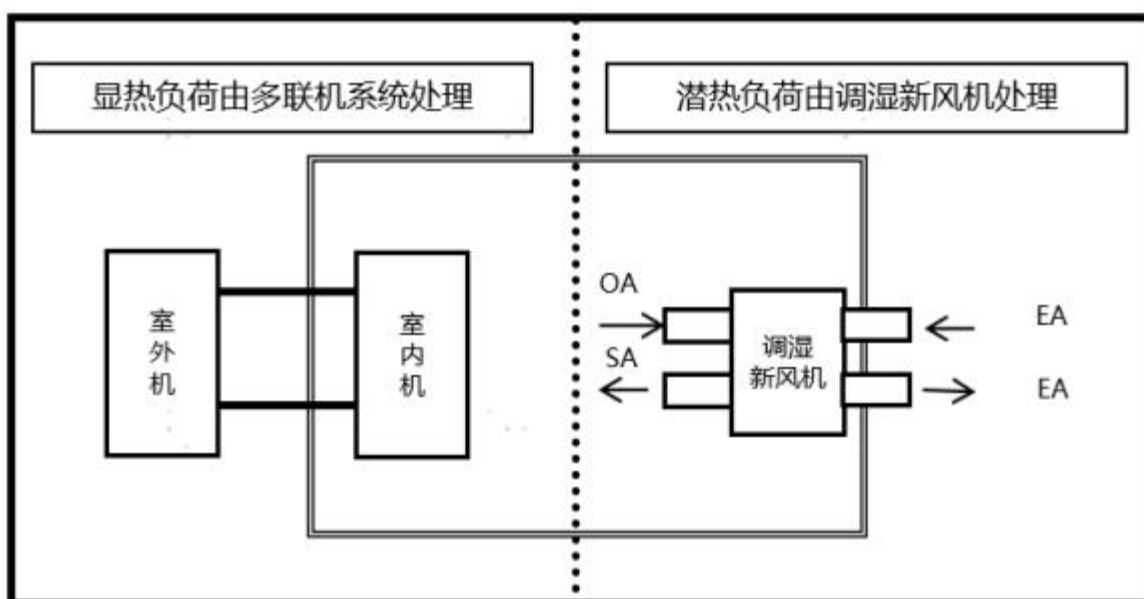
4.1 温湿度独立控制系统

(1) 系统组成

温湿度独立控制系统由具有高显热功能的多联机空调系统、调湿新风机组和控制器或控制系统组成，其中温度主要由高显热多联机系统处理，湿度由调湿新风机独立处理。调湿新风机自身运行可能伴随温度变化（如除湿降温、加湿升温），但其首要和核心目标是湿度控制，过程中造成温度变化，交由多联机处理。

多联机空调系统：须具备显热优先控制模式

调湿新风机：独立除湿/加湿能力，风量可调，支持与多联机通讯协议



(2) 协同控制要求

强制条款：系统必须具备温湿度解耦控制逻辑（如：当室内实时湿度与目标湿度的差值 5%RH 以内，优先启动调湿新风机，此时多联机以高显热模式运行，仅对空气进行温度处理；调湿新风机依据湿度目标运行，对空气进行湿度处理）

- 通讯接口：设备间需实时交换设备运行状态数据，包括室内温湿度设定值、实际值、设备运行模式指令（HSH On/Off）、设备运行状态（运行/停止、故障）；需支持通用协议（如 Modbus RTU/TCP, BACnet）或提供专用接口文档。

4.2 对照组系统

对照组由常规多联机（普通制冷/制热模式）和双向流新风机（无热回收）（仅具备新风引入功能，无温湿度处理能力）构成。

该对照组系统未采用温湿度独立控制的策略，而是依赖常规多联机系统负责室内温湿度调节，双向流新风机（无热回收）仅用于引入新风，不具备对空气进行温湿度处理的能力，在实际运行中，常规多联机系统需要在制冷或制热的同时承担新风负荷的处理任务。

4.3 安全要求

4.2.1 电气安全

系统应符合以下标准要求：

GB 4706.1 《家用和类似用途电器的安全 第1部分：通用要求》

GB 4706.32《家用和类似用途电器的安全 热泵、空调器和除湿机的特殊要求》

GB 5226.1《机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件》

4.2.2 制冷剂安全

GB/T 7778《制冷剂编号方法和安全性分类》

GB 9237《制冷系统及热泵 安全与环境要求》

GB 28989《制冷剂回收、再生与再利用安全要求》

4.2.3 防火要求

GB 50016《建筑设计防火规范》（涉及风管防火阀设置）

GB 15930《建筑通风和排烟系统用防火阀门》

GB/T 8624《建筑材料及制品燃烧性能分级》

4.2.4 机械安全

GB 12265.3《机械安全 防止下肢触及危险区的安全距离》

GB/T 15706《机械安全 设计通则 风险评估与风险减小》

4.2.5 紧急保护功能

系统应具备：

制冷剂泄漏检测报警装置（引用GB/T 34020《制冷剂泄漏检测报警装置》）

异常高温自动断电保护（引用GB 14536.10《家用和类似用途自动控制器 温度敏感控制器的特殊要求》）

冷凝水溢流防护（引用GB/T 19232《风机盘管机组》中5.2.7条款）

4.2.6 电磁兼容

GB 4343.1《家用电器、电动工具和类似器具的电磁兼容要求 第1部分：发射》

GB 17625.1《电磁兼容 限值 谐波电流发射限值》

5 测试方法

5.1 试验工况

表1—试验工况

项目		室外干球/湿球 温度 °C	室内初始干球/湿球 温度 °C	墙温°C	设定目标温湿度
制冷	额定工况	35/28	30/23.8	30	温度设定为25°C 湿度以对照组能达到的湿度为目标
	最大负荷 工况	40/30	27/19.5	27	
	最小负荷 工况	16/14	27/19.5	27	
制热	额定工况	7/6	21/13	14	22°C 湿度以对照组能达到的湿度为目标
	最小运行	-7/-8	21/13	7	
	最大运行	21/15	27/19.5	27	

注：墙温夏季取室内温度，冬季取室内外平均温度

5.2 THIC 系统能耗测试流程

(1) 系统预运行与工况稳定

在模拟环境试验室，将多联机空调机组与调湿新风机按实际安装模式连接（含通讯线缆与风管系统），置于符合5.1规定的试验工况环境中；启动系统至协同运行模式，持续运

行≥1小时，直至满足以下稳定条件：室内干球温度波动 $\leq \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ；室内相对湿度波动 $\leq \pm 3\% \text{RH}$ ；系统总输入耗电量波动 $\leq \pm 2\%$ 。

(2) 系统运行能耗测试

① 制冷和制热分别测试

② 额定工况下，室内目标温湿度参考表1，同步启动多联机（显热制冷模式）与调湿新风机（自动调湿模式）；在100%负荷工况下，持续运行5小时，并在2小时内达到稳定状态，至少每1分钟记录一次数据；取稳定阶段的数据（不少于2h），并将数据代入下面的公式，计算系统总输入耗电量为：

$$\text{制冷： } P_{THIC1} = P_{\text{多联机}} + P_{\text{调湿机}}$$

$$\text{制热： } P_{THIC2} = P_{\text{多联机}} + P_{\text{调湿机}}$$

(3) 全年能耗测试

按GB/T 18837中APF测试的运行时间比例法（即不同负荷率下的运行时间权重）进行测试。依次调整系统至100%、75%、50%、25%负荷点，具体调节方法按照GB/T 18837 - 2015执行。各负荷工况下：持续运行12小时，并在2小时内达到稳定状态，至少每1分钟记录一次数据；取稳定阶段的数据（不少于8h），并将数据带入下面的公式，计算系统总输入耗电量为：

$$P_{THIC} = P_{\text{多联机}} + P_{\text{调湿机}}$$

具体时间权重系数取表1和表2。

表1—制冷权重系数

25%	50%	75%	100%
0.1	0.34	0.5	0.06

按权重计算全年能耗（制冷）：

$$P_{THIC,sys1} = (0.06 \times P_{THIC 100\%}) + (0.5 \times P_{THIC 75\%}) + (0.34 \times P_{THIC 50\%}) + (0.1 \times P_{THIC 25\%}) \quad \text{公式}$$

(1)

表2—制热权重系数

25%	50%	75%	100%
0.01	0.29	0.46	0.24

按权重计算全年能耗（制热）：

$$P_{THIC,sys2} = (0.24 \times P_{THIC 100\%}) + (0.46 \times P_{THIC 75\%}) + (0.29 \times P_{THIC 50\%}) + (0.01 \times P_{THIC 25\%}) \quad \text{公式}$$

(2)

(4) 其他

记录全过程的温度、湿度、功率等参数变化，当持续运行12小时，湿度若未达到目标湿度 $\pm 3\% \text{RH}$ 以内，则延长运行时间，若运行15小时，仍未达到则停止试验。

5.3 对照组能耗测试流程

(1) 系统构成要求

多联机：需与THIC系统中的多联机同系列同容量，运行于普通制冷/制热模式（允许除湿再热）；

新风机组：采用双向流新风机（无热回收功能，即无任何形式的空气-空气热回收装置），其热回收效率为0%。风量与THIC系统的调湿新风机一致。

（2）系统运行能耗测试

额定工况下，室内目标温湿度参考表1，普通多联机和双向流新风机（无热回收）同时运行，测试多联机的耗电量（ $P_{0\text{多联机}}$ ），及双向流新风机（无热回收）的耗电量（ $P_{0\text{新风机}}$ ），制冷和制热工况分别记录。在100%负荷工况下，持续运行5小时，并在2小时内达到稳定状态，至少每1分钟记录一次数据；取稳定阶段的数据（不少于2h），并将数据带入下面的公式，计算系统总输入耗电量为：

系统总耗电量为

$$\text{制冷： } P_{\text{base1}} = P_{0\text{多联机}} + P_{0\text{新风机}}$$

$$\text{制热： } P_{\text{base2}} = P_{0\text{多联机}} + P_{0\text{新风机}}$$

（3）全年能耗测试

按GB/T 18837中APF测试的运行时间比例法（即不同负荷率下的运行时间权重）进行测试。依次调整系统至75%、50%、25%负荷点，具体调节方法按照GB/T 18837-2015执行。在各负荷工况下：持续运行12小时，并在2小时内达到稳定状态，至少每1分钟记录一次数据；取稳定阶段的数据（不少于8h），并将数据带入下面的公式，计算系统总输入耗电量为 $P_{\text{base,sys}} = P_{0\text{多联机}} + P_{0\text{新风机}}$

具体时间权重系数取表1和表2。

按权重计算全年能耗(制冷)：

$$P_{\text{base,sys1}} = (0.06 \times P_{\text{base}} 100\%) + (0.5 \times P_{\text{base}} 75\%) + (0.34 \times P_{\text{base}} 50\%) + (0.1 \times P_{\text{base}} 25\%) \quad \text{公式 (3)}$$

按权重计算全年能耗(制热)：

$$P_{\text{base,sys2}} = (0.24 \times P_{\text{base}} 100\%) + (0.46 \times P_{\text{base}} 75\%) + (0.29 \times P_{\text{base}} 50\%) + (0.01 \times P_{\text{base}} 25\%) \quad \text{公式}$$

（4）

注意：测试期间需确保室内温湿度与THIC系统测试目标一致。

5.4 节能率计算

（1）测试工况同步性：

THIC系统与对照组需在相同环境工况（温度/湿度）、相同室内负荷（显热/潜热比例）、相同新风量下并行测试。

（2）数据对比基准：

对比项目		THIC 系统	对照组系统
额定 工况	运行耗电量（制冷）	P_{THIC1}	P_{base1}
	运行耗电量（制热）	P_{THIC2}	P_{base2}
	室内温湿度达标状态	温度 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ，湿度 $\pm 3\%\text{RH}$	温度 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ，湿度 $\pm 3\%\text{RH}$
全年耗电量计算（制冷）		$P_{\text{THIC,sys1}}$	$P_{\text{base,sys1}}$
全年耗电量计算（制热）		$P_{\text{THIC,sys2}}$	$P_{\text{base,sys2}}$

(3) 节能率计算:

$$\text{ESR} = \left(1 - \frac{P_{\text{THIC1}} + P_{\text{THIC2}}}{P_{\text{base1}} + P_{\text{base2}}}\right) \times 100\%$$

额定工况下的节能率

$$\text{ESR}_{\text{year}} = \left(1 - \frac{P_{\text{THIC.sys1}} + P_{\text{THIC.sys2}}}{P_{\text{base.sys1}} + P_{\text{base.sys2}}}\right) \times 100\%$$

年度节能率

5.5 实施要点说明

(1) 对照组设备选型原则:

多联机: 需与THIC系统中的多联机同系列同容量;

双向流新风机(无热回收): 风量误差 $\leq \pm 5\%$, 热回收效率 $\leq 5\%$ (避免能量回收影响)。

(2) 公平性保障措施:

① 当对照组多联机因Thermoff导致室温波动时, 允许温控器在 $\pm 2^\circ\text{C}$ 带宽内自动启(即常规温控行为);

② THIC系统的湿度设定值必须与对照组最终达成的室内湿度一致(如 $50\% \pm 3\% \text{RH}$)。对照组测试时, 不允许对其多联机进行专门的湿度设定(因其无独立湿度控制能力), 只设定温度。记录其最终稳定后的室内平均相对湿度值。在进行THIC系统测试时, 将该平均相对湿度值作为THIC湿度控制系统的设定值。确保两系统维持的室内实际平均相对湿度一致。

(3) 测试报告新增内容:

两套系统在温、湿度变化时的能耗对比曲线(凸显THIC系统湿度独立控制的响应速度与节能)

数据有效性: 每个测试过程需连续记录 ≥ 5 小时有效数据, 剔除异常值后取平均;

设备交互验证: 需实时监测通讯协议数据(如Modbus寄存器), 确认多联机与调湿机控制信号同步;

室内空气参数的测点布置要求(如测点数量、位置(避免气流死角)、高度(人员活动区)), 可参考GB/T40397。

5.6 试验室误差控制:

① 温度测量误差 $\leq \pm 0.1^\circ\text{C}$

② 湿度测量误差 $\leq \pm 3\% \text{RH}$

③ 耗电量测量误差 $\leq \pm 0.5\%$

6. 节能评价指标

节能率(ESR)指标要求

等级	节能率(ESR)
1级	$\geq 40\%$
2级	$\geq 30\%$
3级	$\geq 20\%$

注1: ESR需在同等室内初始温湿度和室内环境质量(如PM2.5浓度 $\leq 35\mu\text{g}/\text{m}^3$, $\text{CO}_2 \leq 1000\text{ppm}$)下验证

注2: ESR需在同等时间段内对比,且室内温湿度达到相同温湿度条件(温度差值在 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$,湿度差值在 $\pm 5\%$)对比

温度差值指的是THIC系统与对照组系统运行相同时间后室内温度达到的温度差

湿度差值指的是THIC系统与对照组系统运行相同时间后室内湿度达到的湿度差

7. 评价报告要求

必须包含数据:

1. 额定工况和不同负荷点下的能耗曲线图
2. 试验过程参数变化记录,包含试验室环境参数、设备信息、多联机和新风机运行过程中的参数。
3. 系统控制逻辑说明及通讯协议版本

附录 A（资料性附录）

A.1 仪器仪表及测量数据要求

A.1 仪器仪表

A.1.1 测试评价用仪器仪表应经法定计量检验部门检定合格，并在有效期内。

A.1.2 测试评价用仪器仪表的型式及准确度、测量要求应按附录 A 的规定。

A.1.3 使用仪表的量程应满足现场测量要求，仪表（含在线工作仪表）的准确度应不低于表 A.1 的规定，仪表应在检定的有效期内。

A.1.4 实施现场检测前，应对仪表进行准确性的现场核验，核验误差超出本文件规定的，应予以更换，且再次计量合格后方可继续检测。

表 A.1 测量仪表的准确度

仪表类别	准确度及测量精度等级
温度测量仪表	温度传感器 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ($\pm 0.5^{\circ}\text{C}$)
	水温度 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$
	制冷剂温度 $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$
湿度传感器	湿度 $\pm 5\%$
压力表、变送器	测量压力的 $\pm 1.0\%$
时间测量仪表	测量经过时间的 $\pm 1.0\%$
电量测量仪表	积算式 1.5 级精度
	指示式 1 级精度
风速测量仪表	2.0 级精度

A.2 测量数据

A.2.1 一般数据主要包括：

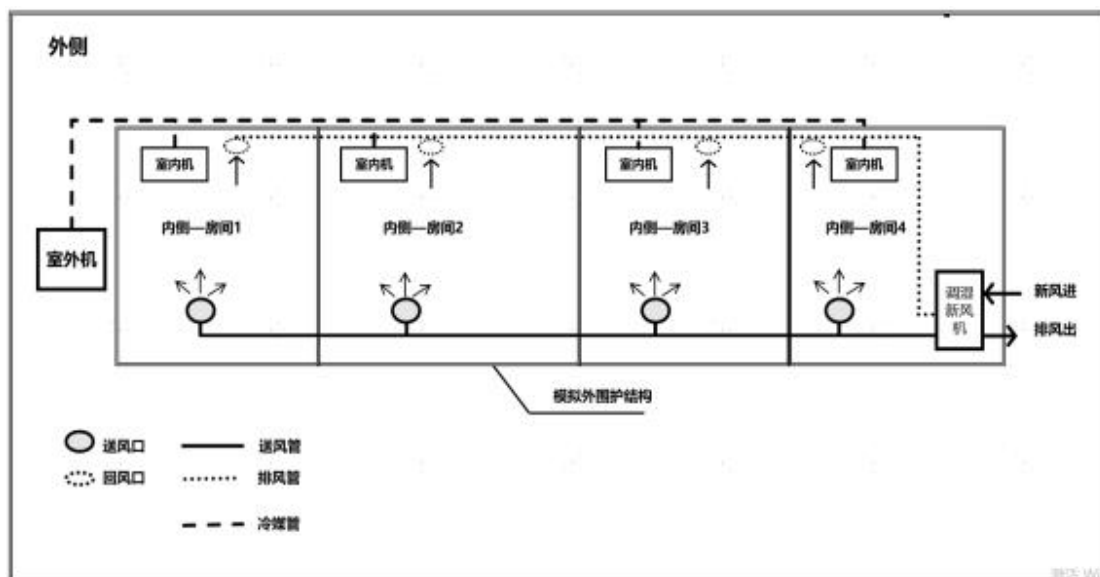
- 试验日期、启动时间、结束时间和测量时间；
- 电源电压、频率、输入电流；
- 机组使用环境大气压；
- 机组室外机环境空气干球温度、相对湿度；
- 机组室内机房间初始温度、相对湿度；
- 机组室内机设定温度；
- 机组开机时间；
- 机组稳定时间；
- 机组测点位置干球温度、相对湿度；
- 机组测点位置噪声；
- 机组测点位置风速。

A.2.2 试验结果应记录：

- 机组室内机温控时长；
- 机组制冷（热）消耗耗电量；

- 机组噪声；
 —— 机组风速。

A.3 典型 THIC 系统与控制组系统示意图（规范性附录）



上图为典型 THIC 系统与控制组系统示意图，THIC 系统能耗测试建议在模拟环境试验室中进行，可以确保测试环境的稳定性和可控性，从而提高测试结果的准确性和可靠性。模拟环境试验室能够提供恒定的温度和湿度条件，模拟真实的使用环境，有助于评估 THIC 系统在不同工况下的能耗表现。此外，试验室还配备了先进的测量仪器和设备，能够精确测量和记录 THIC 系统的各项能耗数据，为后续的能耗分析和优化提供有力的支持。

试验前准备好各种测试仪器，确保所有仪器经过校准，以保证测量结果的准确性。同时，根据测试需求，设置室内负荷（显热负荷和潜热负荷），及测试参数，如温度、湿度、风速等，以模拟不同的使用场景。在试验过程中，需密切关注系统的运行状态，及时记录并处理任何异常情况，确保测试结果的可靠性。