

**T/CECS** XXX- 202X

中国工程建设标准化协会标准

多联机空调系统运行能效与节能量检测技术规程

Technical specification for field measurement of energy efficiency and energy saving of multi-connected air conditioning system

（征求意见稿）

\*\*\*\*出版社

中国工程建设标准化协会标准

多联机空调系统运行能效与节能量检测

技术规程

Technical specification for field measurement of energy efficiency and energy saving of multi-connected air conditioning system

**T/CECS \*\*\* -20XX**

主编单位：建科环能科技有限公司

 广东美的暖通设备有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：20XX年××月××日

XXXX出版社

2022 北京

**前 言**

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2021年第一批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2021]011号），编制组经深入调查研究，认真总结实践经验，参考国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本标准共分7章和2个附录，主要内容包括：总则、术语和符号、基本规定、运行参数测量、运行数据存储、传输、清洗和修补、实际运行能效计算、节能量计算等。

本标准的某些内容可能直接或间接涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国工程建设标准化协会建筑环境与节能专业委员会归口管理，由建科环能科技有限公司负责具体技术内容解释。执行过程中，如有意见或建议，请反馈给建科环能科技有限公司（地址：北京市朝阳区北三环东路30号中国建筑科学研究院环能院410，邮编：100013，邮箱：1169095926@qq.com）。

主编单位：建科环能科技有限公司

 广东美的暖通设备有限公司

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

目 次

[目 次 1](#_Toc127172495)

[Contents 2](#_Toc127172496)

[1 总 则 1](#_Toc127172497)

[2 术语与符号 2](#_Toc127172498)

[3 基本规定 7](#_Toc127172501)

[4 运行参数测量 8](#_Toc127172502)

[5 运行数据存储、传输、清洗和修补 13](#_Toc127172503)

[6 实际运行能效计算 17](#_Toc127172504)

[7 节能量计算 19](#_Toc127172505)

[附录A 测量装置的检验 22](#_Toc127172506)

[附录B 多联机空调系统实际运行制冷（热）量和耗电量计算方法 28](#_Toc127172507)

[用词说明 33](#_Toc127172508)

[引用标准名录 34](#_Toc127172509)

Contents

[Contents 2](#_Toc118450217)

[1 General provisions 1](#_Toc118450218)

[2 Terms and Symbols 2](#_Toc118450219)

[3 Basic requirements 7](#_Toc118450222)

[4 Operation parameter measurement 8](#_Toc118450223)

[5 Operation data storage, transmission cleaning and mending 13](#_Toc118450224)

[6 actual energy efficiency calculation 17](#_Toc118450225)

[7 Energy saving calculation 19](#_Toc118450226)

Appendix A Test on measuring devices 22

[Appendix B Calculation method of refrigerating (heating) output and power consumption of multi split air conditioning system in actual operation 28](#_Toc118450231)

Explanation of wording in this specification 33

List of quoted standards 34

1. 总 则
	* 1. 为了规范多联机空调系统实际运行能效和节能量检测，提高多联机空调系统实际运行能效，制定本规程。

【条文说明】空调系统能耗在建筑能耗中所占比例达到40%以上。在众多中央空调系统形式中，多联机空调系统是最主要的形式之一，所占比例超过50%，多联机空调系统节能对于建筑节能意义重大。我国已有一套基于实验室检测的多联机空调系统性能检测方法，但缺乏多联机空调系统实际运行性能检测标准，在一定程度上影响了多联机空调系统的发展。本标准力图解决这个问题，对多联机空调系统实际运行能效和节能量的检测进行规范。

* + 1. 本规程适用于风冷式、水冷式多联机空调系统实际运行能效和节能量检测。

【条文说明】风冷式和水冷式多联机空调系统是当前主流的产品类型，本标准主要针对这些产品。其他类型多联机空调系统，如热回收型、燃气驱动型以及蓄能型不是主流产品类型，应用范围非常有限，不作为本标准的主要适用对象。

* + 1. 多联机空调系统实际运行能效和节能量检测除应符合本规程的规定外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。
1. 术语与符号

**2.1** 术语

* + 1. 多联机空调系统 multi-connected air conditioning system

一台（组）空气（水）源制冷或热泵机组配置多台室内机，通过改变制冷剂流量适应各房间负荷变化的直接膨胀式空气调节系统。

* + 1. 风冷式多联机空调系统 air-cooled multi-connected air conditioning system

制冷运行时，其冷凝器采用室外空气为冷却介质的多联机空调系统。

* + 1. 水冷式多联机空调系统 water-cooled multi-connected air conditioning system

制冷运行时，其冷凝器采用冷却塔制取的冷却水、地下水、地表水或地埋管中的循环水等水体为冷却介质的多联机空调系统。

* + 1. 测量装置 measuring equipment

由参数采集单元、性能计算单元和数据传输单元构成的用于测量多联机空调系统实际运行制冷（热）量、耗电量、能效比的装置、设备或仪表，包括内置于多联机空调系统的虚拟测量装置和外置于多联机空调系统的测量仪。

* + 1. 测量期 measuring period

用于统计分析多联机空调系统能效与节能量检测数据的连续时间段。根据时间段长短不同，测量期可以是为一小时、一天、一个制冷（热）季、一年等时间段。在制冷运行期间的测量期为制冷测量期，在制热运行期间的测量期为制热测量期。

* + 1. 制冷季节 cooling season

多联机空调系统在一年中处于制冷运行时间段的总和。

* + 1. 制热季节 heating season

多联机空调系统在一年中处于制热运行时间段的总和。

* + 1. 实际运行制冷能效比/制热性能系数（AEER/ACOP） actual energy efficiency ratio/ actual coefficient of performance

实际运行的多联机空调系统，在测量期内制取的总制冷（热）量与系统总耗电量的比值。

* + 1. 实际运行小时制冷能效比/制热性能系数（AHEER/AHCOP） actual hourly energy efficiency ratio/ actual hourly coefficient of performance

测量期为1小时的多联机空调系统的实际运行制冷（热）能效比。

* + 1. 实际运行日制冷能效比/制热性能系数（ADEER/ADCOP） actual daily energy efficiency ratio/ actual daily coefficient of performance

测量期为24小时的多联机空调系统的实际运行制冷（热）能效比。

* + 1. 实际运行制冷季节能效比/制热季节性能系数（ASEER/ASCOP）actual cooling seasonal energy efficiency ratio/ actual heating seasonal coefficient of performance

测量期为整个制冷（热）季的多联机空调系统的实际运行制冷（热）能效比。

* + 1. 实际运行全年性能系数（AAPF） actual annual performance factor

测量期为1年的多联机空调系统的实际运行制冷（热）能效比。

* + 1. 压缩机能量平衡法compressor set energy conservation method

通过测量压缩机的输入功率、吸/排气温度和压力等制冷剂状态参数，并通过传热模型计算压缩机壳体漏热量，利用压缩机能量平衡方程，计算压缩机的制冷剂质量流量，进而计算多联机空调系统制冷（热）量和能效比的方法。简称CEC法。

* + 1. 压缩机容积效率法compressor volumetric efficiency method

根据压缩机容积效率模型，通过压缩机理论输气量、容积效率、吸气比容、转速计算压缩机的制冷剂质量流量，进而计算多联机空调系统制冷（热）量和能效比的方法。简称CVE法。

* + 1. 修正压缩机能量平衡法 Modified compressor energy conservation method

当压缩机吸气为过热状态时，采用压缩机能量平衡法计算多联机空调系统制冷（热）量和能效比；当吸气为两相（即回液）状态时，根据修正压缩机容积效率模型（依据压缩机吸气为过热状态下的数据构建），采用压缩机容积效率法计算压缩机的制冷剂质量流量，进而计算多联机空调系统的制冷（热）量和能效比。

* + 1. 广义压缩机 general compressor

将实际压缩机、油分离器、回油毛细管、气液分离器及其连接管构成的组合单元看作一台具备特殊卸载能力的压缩机。

* + 1. 系统能量平衡法system energy conservation method

通过测量水冷式多联机空调系统的水冷换热器的换热量，结合压缩机的输入功率及水泵、风机功率，利用多联机系统能量平衡方程计算多联机系统制冷（热）量和能效比的方法。

* + 1. 基期 baseline period

确定多联机空调系统能耗基准的节能措施实施前的时间段。

* + 1. 统计报告期 reporting period

确定多联机空调系统能耗基准的节能措施后的时间段。

* + 1. 基期能耗 energy consumption in baseline period

基期内多联机空调系统的耗电量。

* + 1. 统计报告期能耗 energy consumption in reporting period

统计报告期内多联机空调系统的耗电量。

* + 1. 校准能耗 adjusted energy consumption

推算得到的在统计报告期内多联机空调系统不采用节能措施情况下的耗电量。

**2.2** **符号**

|  |
| --- |
| *Ashell, gcom*⎯⎯广义压缩机部件（主要包括压缩机、油分离器、气液分离器）的外表面积，m2；  |
| *Bin,i*⎯⎯多联机空调系统室内机电能表在第 *i*个数据存储时刻的电能值，kWh |
| *Bout,i*多联机空调系统室外机电能表在第*i*个数据存储时刻的电能值，kWh |
| *CCC*⎯⎯累计制冷量，kWh |
| *CCCd*⎯⎯日累计制冷量，kWh |
| *CCCh*⎯⎯小时累计制冷量，kWh |
| *CCCs*⎯⎯制冷季节累计制冷量，kWh |
| *CCCy*⎯⎯全年累计制冷量，kWh |
| *CHC*⎯⎯累计制热量，kWh |
| *CHCd*⎯⎯日累计制热量，kWh |
| *CHCh*⎯⎯小时累计制热量，kWh |
| *CHCs*⎯⎯制热季节累计制热量，kWh |
| *CHCy*⎯⎯全年累计制热量，kWh |
| *CHC’* ⎯⎯忽略除霜耗热量的累计制热量，kWh |
| *City*⎯⎯多联机空调系统所在的地理位置 |
| *ECd*⎯⎯日累计制冷耗电量，kWh |
| *ECh*⎯⎯小时累计制冷耗电量，kWh |
| *ECs*⎯⎯制冷季节累计制冷耗电量，kWh |
| *ECy*⎯⎯全年累计制冷耗电量，kWh |
| *EHd*⎯⎯日累计制热耗电量，kWh |
| *EHh*⎯⎯小时累计制热耗电量，kWh |
| *EHs*⎯⎯制冷季节累计制热耗电量，kWh |
| *EHy*⎯⎯全年累计制热耗电量，kWh |
| *Ein,j*⎯⎯多联机空调系统室内机在*j*次数据存储周期内的耗电量，kWh |
| *Eout,i*⎯⎯多联机空调系统室外机在*j*次数据存储周期内的耗电量，kWh |
| *fcom*⎯⎯压缩机运行频率，Hz |
| *Gw*⎯⎯水冷式多联机系统的冷却水质量流量，kg·s-1 |
| *h*⎯⎯制冷剂比焓值，kJ·kg-1 |
| *his*⎯⎯等熵压缩过程对应的压缩机排气制冷剂比焓值，kJ·kg-1 |
| *kconv, gcom*⎯⎯广义压缩机部件与周围环境的对流换热系数，W·m-2·K-1 |
| *Lin，j*⎯⎯各室内机设定风速档位，下标*j*为室内机编号 |
| *mref,com*⎯⎯流过压缩机的制冷剂质量流量，kg·s-1 |
| *N*⎯⎯在测量期内，测量装置存储数据的总次数，次 |
| *Oin，j*⎯⎯各室内机开关状态，下标*j*为室内机编号 |
| *pdis*⎯⎯压缩机排气口制冷剂绝对压力，kPa |
| *psuc*⎯⎯压缩机吸气口制冷剂绝对压力，kPa |
| *Ps*⎯⎯在稳态工况下，空气焓值法试验装置测得的多联机空调系统的电功率，kW |
| *Ps,cum*⎯⎯在连续运行的标定工况中，采用空气焓值法试验装置测得的多联机空调系统的累计耗电量，kWh |
| *Pt*⎯⎯在稳态工况下，本标准规定的测量方法测得的多联机空调系统的电功率，kW |
| *Pt,cum*⎯⎯在连续运行的标定工况中，本标准规定的测量方法测得的多联机空调系统的累计耗电量，kWh |
| *Qconv,gcom*⎯⎯广义压缩机部件与周围环境的对流换热量，W |
| *Qdf*⎯⎯除霜过程中多联机空调系统从房间吸收的热量，W |
| *Qloss,com*⎯⎯压缩机与周围环境的换热量，W |
| *Qloss,gcom*⎯⎯广义压缩机部件与周围环境的换热量，W |
| *Qloss,oil*⎯⎯油分离器与周围环境的换热量，W |
| *Qloss,sep*⎯⎯气液分离器与周围环境的换热量，W |
| *Qloss,tot*⎯⎯广义压缩机与周围环境的总换热量，W |
| *Qrad,gcom*⎯⎯广义压缩机部件与周围环境的的辐射换热量，W |
| *Qs*⎯⎯稳态工况下，空气焓值法试验装置测得的多联机空调系统的制冷（热）量，W |
| *Qs,cum*⎯⎯连续运行标定工况下，空气焓值法试验装置测得的多联机空调系统的累计制冷（热）量，W |
| *Qt*⎯⎯稳态工况下，本标准规定的测量方法测得的多联机空调系统的制冷（热）量，W |
| *Qt,cum*⎯⎯连续运行标定工况下，本标准规定的测量方法测得的多联机空调系统的累计制冷（热）量，W |
| *Rin，j*⎯⎯各室内机进口空气湿度，下标*j*为室内机编号 |
| *Rout*⎯⎯室外机进口空气湿度，% |
| *T*⎯⎯温度测量值，℃ |
| *Tin，j*⎯⎯各室内机进口空气温度，下标*j*为室内机编号 |
| *Tout*⎯⎯室外机进口空气温度，℃ |
| *Tset，j*⎯⎯各室内机设定空气温度，下标*j*为室内机编号 |
| *Tsuc,sat*⎯⎯吸气压力对应的饱和温度，℃ |
| *Tshell,gcom*⎯⎯广义压缩机部件（如压缩机、油分离器、气液分离器）壳体表面平均温度，℃ |
| *Tw*⎯⎯水冷式多联机系统的冷却水进口水温，℃ |
| *vcom,suc*⎯⎯压缩机吸气口制冷剂比容，m3/kg |
| *Vcom*⎯⎯压缩机的理论输气量，m3/rev |
| *Wcom*⎯⎯压缩机的输入电功率，kW |
| *Wpump*⎯⎯水冷式多联机系统室外侧水泵的输入电功率，kW |
| *δTsuc,sh*⎯⎯压缩机吸气口制冷剂过热度，℃ |
| *ηs,com*⎯⎯压缩机等熵压缩效率 |
| *ηv,com*⎯⎯压缩机容积效率 |
| *σ*⎯⎯Stefan-Boltzmann辐射常数，5.67×10-8 W·m-2·K-4 |
| *τi*⎯⎯在测量期内，测量装置的第*i*时间段的数据存储周期，s |
| *τm*⎯⎯数据缺失时段时间长度，s |
| *τp*⎯⎯测量期时间长度，s |

1. 基本规定
2. 多联机空调系统实际运行能效与节能量检测应针对实际运行的多联机空调系统进行。

【条文说明】本标准通过对多联机空调系统实际运行数据的测量和分析，获得多联机空调系统实际运行能效和节能量。对于未运行多联机空调系统，不适用本标准规定的检测方法。

1. 多联机空调系统实际运行能效与节能量检测应按照如下步骤进行：
2. 对一个或多个时间段的运行参数进行测量；
3. 对运行数据进行存储和传输；
4. 通过对运行数据的分析和计算，得到实际运行能效或节能量。

【条文说明】实际运行能效和节能量检测与实验室检测不同的是，需要对一个或多个时间段的运行数据进行实时测量，测量数据量非常大。就地存储一般不能满足对存储容量的要求，因而测量数据要经过传输并存储在远端测量平台上。

1. 风冷式多联机空调（热泵）系统实际运行能效宜采用修正压缩机能量平衡法进行检测。
2. 水冷式多联机空调（热泵）系统实际运行能效宜采用修正压缩机能量平衡法进行检测，也可采用系统能量平衡法进行检测。

【条文说明】修正压缩机能量平衡法适用于风冷式和水冷式多联机空调系统，对于水冷式多联机空调系统，由于水冷式多联机系统能够通过测量水侧温差、流量简便地获取水侧换热量，结合系统能量平衡关系，能够得到系统实际性能、能效比，因而水冷式多联机空调系统在水侧具备必要的传感器条件下，也可以采用系统能量平衡法测量实际运行能效。

1. 在测量运行参数时，不应影响多联机空调系统正常运行状态，不应影响多联机空调系统使用人员的正常工作与生活。

【条文说明】多联机空调系统实际运行能效和节能量检测是针对实际运行的多联机空调系统进行的，力图反映多联机空调系统实际运行性能，如果影响了多联机空调系统正常运行状态和使用人员的正常工作与生活，则多联机空调系统并未处于真正的“实际运行状态”。

1. 多联机空调系统运行能效与节能量检测装置可内置于机组，也可以采用外置于机组。

【条文说明】多联机空调系统实际运行能效和节能量检测装置可以作为多联机空调系统的一部分，也可作为独立于多联机空调系统的装置。

1. 多联机空调系统运行能效与节能量检测装置应按照附录A规定的方法进行检验。
2. 运行参数测量
3. 对多联机空调系统运行参数进行测量的时间段应符合表4.0.1的规定。

表4.0.1 运行参数测量的时间段

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 测量项目 | 运行参数测量的时间段 |
| 1 | 实际运行小时制冷（热）能效比 | 小时 |
| 2 | 实际运行日制冷（热）能效比 | 日 |
| 3 | 实际运行季节制冷（热）能效比 | 相应制冷（热）季节 |
| 4 | 实际运行全年性能系数 | 当年 |
| 5 | 节能量（“基期能耗-影响因素”模型法） | 确定的基期和统计报告期 |
| 6 | 节能量（直接对比法） | 确定的两个或多个对比间时段 |

1. 应在多联机空调系统运行时对运行参数进行连续测量。

【条文说明】由于多联机空调系统运行状态随时都在发生变化，因而在多联机空调系统运行时应对运行参数进行连续测量，以期准确反映其运行状态。多联机空调系统停机时制冷（热）和耗电量均为0，可不对其运行参数进行测量。

1. 在制冷和制热运行阶段，运行参数测量时间间隔不宜大于5 min。在除霜阶段，运行参数测量时间间隔不宜大于30 s。

【条文说明】运行参数测量时间间隔越小，测量准确度越高。但运行参数测量时间间隔越小，需要存储和传输的测量数据就越多。综合考虑测量准确度和数据存储、传输能力的限制，本条对运行测量时间间隔进行了规定。在除霜阶段，多联机空调系统运行状态变化较快，因而运行参数测量时间间隔较短。

除霜阶段的开始和结束应有检测装置自动判断。不同除霜方式除霜开始和结束的标志不同，如采用热气旁通除霜时，可将四通阀换向作为除霜开始和结束的标志，采用热气旁通除霜，则可将热气旁通阀打开或关闭作为除霜开始和结束的标志。

1. 运行参数测量应由测量装置自动进行，并即时存储在当地存储器中。

【条文说明】由于测量参数较多，测量时间间隔较短，手动测量是不可行的，必须进行自动测量。为了保证测量数据的安全，测量数据要第一时间存储在当地存储器中。

1. 当采用修正压缩机能量平衡法检测多联机空调系统实际运行能效时，运行参数测量应符合表4.0.5的要求，运行参数测点位置应按图4.0.5-1~4.0.5-3设置。

【条文说明】本条规定了单冷型、热泵型的不同结构形式（常规系统、带过冷却支路系统、带中间喷射支路系统）的多联机空调系统，在制冷（热）工况下采用修正压缩机能量平衡法对多联机空调系统能效测量时的必测、选测的测量参数、测量位置及测量准确度要求。

当采用修正压缩机能量平衡法和系统能量平衡法对多联机空调系统实际运行能效进行测量时，测量参数应包含温度类参数、压力类参数、电能类参数和水流量类参数，温度类参数测量准确度要求应满足±0.5℃，压力类参数测量准确度要求应满足测量压力的±2.0%，电能类参数测量准确度要求应满足测量功率或电量值的±2.0%，水流量类参数测量准确度要求满足测量流量的±5.0%。

多联机空调系统实际运行能效检测，可在相同工况下采用不同测量方法进行对比校验，以验证实际运行能效的检测精度。

表4.0.5 采用修正压缩机能量平衡法检测实际运行能效时运行参数测量要求

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测量参数类别 | 测量参数 | 测量准确度要求 | 代号 | 在图4.5-1~图4.5-3中位置编号 | 常规系统 | 带过冷却支路系统 | 带中间喷射支路系统 |
| 制冷（热） | 制冷 | 制热 | 制冷（热） |
| 温度类 | 气液分离器制冷剂进口温度a | ±0.5℃ | *T*1 | 1 | ◐ | ◐ | ◐ | ◐ |
| 气液分离器制冷剂出口温度a | ±0.5℃ | *T*1’ | 1’ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 压缩机壳体（或外保温）中部温度b | ±0.5℃ | *T*2 | 2 | ◐ | ◐ | ◐ | ◐ |
| 压缩机排气管温度 | ±0.5℃ | *T*3 | 3 | ◐ | ◐ | ◐ | ◐ |
| 油分离器出口温度c | ±0.5℃ | *T*3’ | 3’ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 室外环境空气温度 | ±0.5℃ | *T*4 | 4 | ● | ● | ● | ● |
| 室外机换热器制冷剂进（制热）出（制冷）口温度 | ±0.5℃ | *T*5 | 5 | ● | ● | — | ● |
| 室内机制冷剂进（制冷）出（制热）口总管温度 | ±0.5℃ | *T*11 | 6 | — | — | ● | ● |
| 中间换热器节流侧入口温度 | ±0.5℃ | *T*12 | 7 | — | — | — | ● |
| 喷射支路制冷剂温度 | ±0.5℃ | *T*13 | 8 | — | — | — | ● |
| 压力类 | 气液分离器制冷剂进口压力 | ±2.0% | *psuc* | 9 | ● | ● | ● | ● |
| 压缩机排气压力 | ±2.0% | *pdis* | 10 | ● | ● | ● | ● |
| 电能类 | 压缩机输入电功率 | ±2.0% | *Wcom* | 11 | ● | ● | ● | ● |
| 室外机电能表在第*i*个数据存储时刻处的电能值 | ±2.0% | *Bout,i* | 12 | ● | ● | ● | ● |
| 室内机电能表在第*i*个数据存储时刻处的电能值d | ±2.0% | *Bin,i* | 13 | ◐ | ◐ | ◐ | ◐ |
| 注：“●”表示必测且无替代点，“◐”表示必测并有替代点，“○”表示替代测量点；a 在考虑气液分离器漏热量的情况下，“气液分离器制冷剂进口温度*T*1”可采用“气液分离器制冷剂出口温度*T*1’”代替；b 在压缩机壳体无外保温的情况下，“压缩机壳体中部温度*T*2”可采用“压缩机排气管温度*T*3”代替；c 在考虑油分离器漏热量的情况下，“压缩机排气管温度*T*3”可采用“油分离器出口温度*T*3’”代替；d 在无其他辅助部件的情况下，“室内机电能表在第*i*个数据存储时刻处的电能值”可采用多联机整机电能表在第*i*个数据存储时刻处的电能值与室内机电能表在第*i*个数据存储时刻处的电能值的差值代替。 |

 

图4.0.5-1 常规多联机空调系统运行参数测点位置示意图



图4.0.5-2 带过冷却支路的多联机空调系统运行参数测点位置示意图



图4.0.5-3 带中间喷射支路的多联机空调系统运行参数测点位置示意图

1. 当采用系统能量平衡法对水冷式多联机空调系统实际运行能效进行检测时，运行参数测量应符合表4.0.6的规定，运行参数测量位置应按图4.0.6设置。

【条文说明】本条规定了单冷型、热泵型多联机空调系统，在制冷（热）工况下采用系统能量平衡法对多联机空调系统能效测量时的必测、选测的测量参数、测量位置及测量准确度要求。

表4.0.6 水冷式多联机空调系统采用系统能量平衡法时的参数测量要求

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测量参数类别 | 测量参数 | 测量准确度要求 | 代号 | 在图4.6中位置编号 | 测点必要性 |
| 温度类 | 室外机水侧进口温度 | ±0.5℃ | *Tw,*1 | 1 | ● |
| 室外机水侧出口温度 | ±0.5℃ | *Tw,*2 | 2 | ● |
| 电能类 | 压缩机输入电功率 | ±2.0% | *Wcom* | 3 | ● |
| 室外机电能表在第*i*个数据存储时刻处的电能值 | ±2.0% | *Bout,i* | 4 | ● |
| 室内机电能表在第*i*个数据存储时刻处的电能值a | ±2.0% | *Bin,i* | 5 | ◐ |
| 水泵输入电功率 | ±2.0% | *Wpump*  | 6 | ● |
| 水流量类 | 室外机水侧流量 | ±5.0% | *Gw* | 7 | ● |
| 注：“●”表示必测且无替代点，“◐”表示必测并有替代点；a 在无其他辅助部件的情况下，“室内机电能表在第*i*个数据存储时刻处的电能值”可采用多联机整机电能表在第*i*个数据存储时刻处的电能值与室内机电能表在第*i*个数据存储时刻处的电能值的差值代替。 |

 

图4.0.6 水冷式多联机采用系统能量平衡法时运行参数测点位置示意图

1. 当采用“基期能耗-影响因素”模型法对多联机空调系统节能量进行检测时，运行参数测量应符合表4.0.7的规定。

表4.0.7 采用“基期能耗-影响因素”模型法检测多联机空调系统节能量时参数测量要求

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 编号 | 测量参数 | 代号 | 测量准确度要求 | 说明 |
| 1 | 室外机进口空气温度 | *Tout* | ±0.5℃ | 可用当地气象数据代替 |
| 2 | 室外机进口空气湿度 | *Rout* | 5%RH | 可用当地气象数据代替 |
| 3 | 各室内机开关状态 | *Oin，j* | —— | 值0代表关，取值1代表开。下标*j*为室内机编号。 |
| 4 | 各室内机进口空气温度 | *Tin，j* | ±0.5℃ | 下标*j*为室内机编号 |
| 5 | 各室内机进口空气湿度 | *Rin，j* | 5%RH | 下标*j*为室内机编号 |
| 6 | 各室内机设定空气温度 | *Tset，j* | —— | 下标*j*为室内机编号 |
| 7 | 各室内机设定风速档位 | *Lin，j* | —— | 下标*j*为室内机编号 |

【条文说明】本条对于测量参数的要求综合考虑了本规程第7.3条第（4）款对多联机空调系统主要能耗影响因素的规定以及掌握多联机空调系统基本运行状态的需求，对于测量准确度的要求综合考虑了“基期能耗-影响因素”模型法的要求以及实际测量的可行性。

1. 运行数据存储、传输、清洗和修补
2. 存储和传输的运行数据应包括表5.0.1中所列数据。

表5.0.1存储和传输的运行数据及其在通信协议中的放置顺序和所占字节数

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 运行数据 | 代号 | 单位 | 分辨率 | 字节数 |
|  | 机组编号 | *Num* | —— | 1 | 2 |
|  | 所在城市 | *City* | —— | 1 | 4 |
|  | 机组型式代码a | *Type* | —— | 1 | 1 |
|  | 室外机数量 | *Nout* | —— | 1 | 1 |
|  | 室内机数量 | *Nin* | —— | 1 | 1 |
|  | 运行时刻 | *Time* | *s* | 1 | 8 |
|  | 报警状态代码b | *Alarm* | —— | 1 | 1 |
|  | 制冷/制热、除霜、回油状态代码c | *Status* | —— | 1 | 1 |
|  | 气液分离器制冷剂进口温度 | *T*1 | ℃ | 0.1 | 2 |
|  | 气液分离器制冷剂出口温度 | *T*1’ | ℃ | 0.1 | 2 |
|  | 压缩机壳体（或外保温）中部温度 | *T*2 | ℃ | 0.1 | 2 |
|  | 压缩机排气管温度 | *T*3 | ℃ | 0.1 | 2 |
|  | 油分离器出口温度 | *T*3’ | ℃ | 0.1 | 2 |
|  | 室外环境空气温度 | *T*4 | ℃ | 0.1 | 2 |
|  | 室外机换热器制冷剂进（制热）出（制冷）口温度 | *T*5 | ℃ | 0.1 | 4 |
|  | 气液分离器制冷剂进口压力 | *psuc* | kPa | 10 | 2 |
|  | 压缩机排气压力 | *pdis* | kPa | 10 | 2 |
|  | 压缩机输入电功率 | *Wcom* | kW | 0.01 | 2 |
|  | 室外机耗电量 | *Eou* | kWh | 0.1 | 6 |
|  | 室内机耗电量 | *Eiu* | kWh | 0.1 | 6 |
|  | 室内机制冷剂进（制冷）出（制热）口总管温度 | *T*11 | ℃ | 0.1 | 4 |
|  | 中间换热器节流侧入口温度 | *T*12 | ℃ | 0.1 | 2 |
|  | 喷射支路制冷剂温度 | *T*13 | ℃ | 0.1 | 2 |
|  | 室外机水侧进口温度 | *Tw,*1 | ℃ | 0.1 | 2 |
|  | 室外机水侧出口温度 | *Tw,*2 | ℃ | 0.1 | 2 |
|  | 室外机水侧流量 | *Gw* | ℃ | 0.1 | 4 |
|  | 水泵输入电功率 | *Wpump* | kW | 0.01 | 4 |
|  | 室外机进口空气温度 | *Tout* | ℃ | 0.1 | 2 |
|  | 室外机进口空气湿度 | *Rout* | % | 1 | 2 |
|  | 室内机*j*开关状态d | *Oin，j* | —— | 1 | 1 |
|  | 室内机*j*进口空气温度 | *Tin，j* | ℃ | 0.1 | 2 |
|  | 室内机*j*进口空气湿度 | *Rin，j* | % | 1 | 2 |
|  | 室内机*j*设定空气温度 | *Tset，j* | ℃ | 0.1 | 2 |
|  | 室内机*j*设定风速档位 | *Lin，j* | —— | 1 | 1 |
| 注：某个数据缺失时，应赋值为null，所占字节数不变；a：机组型式代码如下：1-单冷型；2-普通热泵型，3-带过冷却支路热泵型，4-带喷射支路热泵型；b：报警状态代码如下：0-无报警，1-有报警，2-有故障；c：制冷/制热、除霜、回油状态代码如下：0-不运行；1-制冷，2-制热，3-除霜，4-回油。d：*j*取值从1到*Nin*。 |

1. 运行数据应在当地存储器中暂存，然后传输至远程测量平台并在远程测量平台中存储。

【条文说明】由于测量数据传输依赖网络进行，网络运行存在暂时中断的可能性，为了保证测量数据不因网络暂时中断而丢失，测量数据应在当地存储器中暂存，然后再传输至远程测量平台并进行永久存储。

1. 运行数据在当地存储器中存储的时间长度不宜少于30min。

【条文说明】由于收到成本和空间的限制，当地存储器容量不可能很大。但如果当地存储器中存储数据量过少，由于网络传输中断造成数据丢失的风险就会增大。综合考虑当地存储成本和网络传输的可靠性，本条规定了运行数据在当地存储器中存储的时间长度。

1. 运行数据由当地存储器传输至远程测量平台时应符合下列规定：
2. 数据应打包和加密，然后以通信协议的方式传输至远程测量平台；
3. 数据的远程传输应具备断网续传功能；
4. 数据的远程传输应具备将数据同时传输给多个目标的功能；
5. 当数据通过第三方平台转发时，应采用透明传输模式。

【条文说明】本条对运行数据传输过程进行规定，其目的是为了保证数据传输的可靠性、保密性和安全性。

1. 运行数据在远程测量平台的存储应符合下列规定：
2. 运行数据在进行实际运行能效和节能量计算之后仍应存储1年以上，有条件时宜存储3年以上；
3. 存储的运行数据应设置可靠备份；
4. 对远程测量平台中数据的访问不应影响数据存储动作；
5. 远程测量平台应设置防止存储的运行数据被有意或无意修改的技术措施。

【条文说明】本条第（1）款的规定是为了便于对实际运行能效和节能量检测结果进行复核。本条第（2）~（4）款对远程测量平台中运行数据存储进行规定，其目的是为了保证运行数据在远程测量平台中安全存储。

1. 运行数据在通信协议中应按表5.1规定的顺序及占用字节数放置。

【条文说明】本条对通信协议中各运行数据的位置和占用字节数进行了规定，其目的是为了方便远程测量平台对传输过来的运行数据进行解析。

1. 远程测量平台应对获得的原始运行数据应进行数据清洗，获得的有效数据用于运行能效及节能量计算。数据清洗应符合下列规定：
2. 超出上下限值的数据应标识为无效数据；
3. 不满足数据间物理关系的数据均应标识为无效数据；
4. 由于传感器断路或短路产生的测量数据应标识为无效数据。

【条文说明】由于测量和传输过程中的不确定因素的干扰，远程测量平台接受到的实际运行数据中存在各种无效数据，这些无效数据不能参与实际运行能效和节能量计算。本条规定将无效数据标识出来而不是删除，是为了下一步数据分析的需要。

1. 当运行数据部分缺失时，宜按下列规定处理：

**1** 当数据缺失率小于5%时，无需处理。数据缺失率ω宜按下式计算：

 (5.0.8)

**2** 当数据缺失率为5~15%时，宜按下列规定修补数据：

1）在制冷和制热运行阶段，当缺失数据相邻间隔不大于15 min，或在除霜阶段缺失数据相邻间隔不大于150 s时，根据缺失时段前的最后一个正常测量数据和缺失时段末的第一个正常测量数据对缺失时段数据进行线性插值，补全缺失数据；

2）在制冷和制热运行阶段，当缺失数据相邻间隔大于15 min，或在除霜阶段缺失数据相邻间隔大于150 s时，缺失数据不可修补。

**3** 当数据缺失率大于15%，或经修补之后的数据缺失率大于5%时，检测结果无效。

【条文说明】本条规定了多联机空调系统运行能效与节能量检测中数据缺失的处理方法，根据条文4.3给出的制冷（热）运行阶段运行参数测量时间间隔（5 min）和除霜阶段运行参数测量时间间隔（30 s），超出时间间隔要求的时段为数据缺失时间段。本条通过计算数据量缺失率ω，根据数据量缺失率判断检测结果的有效性，并对缺失数据进行修补。

当数据量缺失率较低（小于5%）时，可认为检测数据连续性较好，对测量结果影响较小，缺失数据可忽略不计；

当数据量缺失率在5~15%范围内时，应对制冷（热）运行阶段缺失数据相邻间隔15 min以内的部分和除霜阶段缺失数据相邻间隔150 s以内的部分，根据缺失时段首末测量数据，通过线性插值补全缺失数据，且修补之后的数据量缺失率应在5%以内；

当数据量缺失率较高（大于10%）时，或经修补之后的数据量缺失率在5%以上时，缺失数据对运行能效与节能量检测结果的影响较大，当测量数据连续缺失时间段较长时（如：制冷和制热运行阶段缺失数据相邻间隔超过15 min，或在除霜阶段相邻间隔超过150 s），根据线性插值补全缺失数据的方法可能与实际情况产生较大误差，缺失的数据视为不可修补。对于此类情况，宜合理选根据气象参数、日常作息和建筑的负荷特征对缺失数据进行合理补全；当气象参数、日常作息和建筑的负荷特征不明确时，可认为缺失数据阶段的检测结果无效，不纳入统计结果。

1. 实际运行能效计算
	1. 多联机空调系统实际运行小时制冷能效比AHEER，应按下式计算：

 (6.0.1)

式中，小时累计制冷量CCCh和小时制冷耗电量ECh应按附录B规定的方法计算，计算时应采用该小时的运行参数测量数据。

* 1. 多联机空调系统实际运行小时制热性能系数AHCOP，应按下式计算：

 (6.0.2)

式中，小时累计制热量CHCh和小时累计制热耗电量EHh，应按附录B规定的方法计算，计算时应采用该小时的运行参数测量数据。

* 1. 多联机空调系统实际运行日制冷能效比ADEER，应按下式计算：

 (6. 0.3)

式中，日累计制冷量CCCd和日累计制冷耗电量ECd，应按附录B规定的方法计算，计算时应采用当日运行参数测量数据。

* 1. 多联机空调系统实际运行日制热性能系数ADCOP，应按下式计算：

 (6. 0.4)

式中，日累计制热量CHCd和日累计制热耗电量EHd，应按附录B规定的方法计算，计算时应采用当日运行参数测量数据。

* 1. 多联机空调系统实际运行制冷季节能效比ASEER，应按下式计算：

 (6. 0.5)

式中，制冷季节累计制冷量CCCs和制冷季节累计制冷耗电量ECs，应按附录B规定的方法计算，计算时应采用当季运行参数测量数据。

* 1. 多联机空调系统实际运行制热季节性能系数AHSPF，应按下式计算：

 (6. 0.6)

式中，制热季节累计制热量CHCs和制热季节累计制热耗电量EHs，应按附录B规定的方法计算，计算时应采用当季运行参数测量数据。

* 1. 多联机空调系统实际运行全年性能系数AAPF，应按下式计算：

 (6. 0.7)

式中，全年累计制冷量CCCy、全年累计制热量CHCy、全年累计制冷耗电量ECy和全年累计制热耗电量EHy，应按附录B规定的方法计算，计算时应采用全年运行参数测量数据。

【6.0.1~6.0.7 条文说明】本条规定了多联机空调系统实际运行能效的计算公式。根据测量期和制冷（热）运行模式的不同，定义了不同测量期对应的多个多联机空调系统实际运行能效参数。运行能效参数通过测量期内累计制冷（热）量除以累计耗电量计算，测量期内累计制冷（热）量和累计耗电量依据附录B方法和要求计算。

1. 节能量计算
	* 1. 多联机空调系统所有组件的能耗都应计入被测多联机空调系统的能耗。

【条文说明】本条规定了多联机空调系统能耗统计范围。

* + 1. 对可获得完整基期能耗、统计报告期能耗及相关影响因素数据的项目，宜采用“基期能耗-影响因素”模型法获得较为准确的节能量结果。对于无法获得完整期能耗数据的项目，如节能措施可关停且对系统正常运行无影响，可采用直接比较法获得节能量结果。

【条文说明】“基期能耗-影响因素”模型法相对较为准确，但需要的数据量较大，测量时间较长。当数据量或者测试时间不支持“基期能耗-影响因素”模型法时，对于某些节能措施，也可采用直接比较法。

* + 1. 采用“基期能耗-影响因素”模型法进行多联机空调系统节能量检测，应符合下列规定：

**1** 节能量应按下列步骤检测：

1. 建立“基期能耗—影响因素”回归模型 依据基期能耗和影响因素数据，建立能耗和能耗主要影响因素之间的函数关系，其中能耗是函数，影响因素是自变量；
2. 计算统计报告期校准能耗 将统计报告期的能耗主要影响因素数据作为自变量带入到“基期能耗—影响因素”回归模型中，计算得到统计报告期校准能耗；
3. 计算统计报告期能耗 将统计报告期小时段能耗数据求和得到统计报告期能耗；
4. 计算统计报告期节能量 统计报告期校准能耗减去统计报告期校准能耗得到统计报告期节能量。

【条文说明】本条依据国家标准《节能量测量和验证技术要求 中央空调系统》GB/T 31349-2014 对“基期能耗-影响因素”模型法的规定。

**2** 对于仅提供制冷量的空调系统，基期应至少包括实时节能措施前的一个完整制冷季节，统计报告期应为实时节能措施后的1个完整制冷季节；

**3** 对于既可提供制冷量又可提供制热量的空调系统，基期应至少包括实时节能措施前的一个完整制冷季节和1个完整制热季节，统计报告期应为实时节能措施后的1个完整制冷季节和1个完整制热季节；

**4** 建立“基期能耗-影响因素”回归模型时宜采用表7.0.3所列因素作为能耗主要影响因素。

表7.0.3 多联机空调系统能耗主要影响因素

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 编号 | 主要影响因素 | 说明 |
| 1 | 室外干球温度 | 根据运行记录获取或从气象网站获取 |
| 2 | 室外湿球温度 | 根据运行记录获取或从气象网站获取 |
| 3 | 室内干球温度 | 根据运行记录获取 |
| 4 | 室内湿球温度 | 根据运行记录获取 |
| 5 | 天气阴、晴、多云或雨雪状况 | 根据运行记录获取或从气象网站获取 |
| 6 | 用户所需运行时间 | 指用户实际需要的多联机空调系统运行时间，可以但不限于通过以下方式确定：（1）根据上下班时间确定；（2）通过室内人员行为感知确定；（3）通过照明状况确定；（4）根据多联机空调系统运行状态确定。 |
| 7 | 建筑使用人数或能反映建筑使用人数情况的参数 | 当不能直接确定建筑使用人数时，可将周几及节假日作为反映建筑使用人数的参数。 |

【条文说明】本条所列因素对多联机空调系统的负荷和/或能效有影响，因而影响多联机空调系统能耗。在具体项目中，本条所列能耗影响因素根据所采用的能耗数据对应的时间段不同而有不同的表现形式。譬如，如选用的时间段为日，则应采用日平均室外干球温度、日平均室外湿球温度等。在具体项目中，当某一项能耗影响因素变化不大时，可不将其作为能耗影响因素。

**5** 建立“基期能耗-影响因素”回归模型的能耗数据对应的时间段宜为日。

【条文说明】如果时间段为周，则建立“基期能耗-影响因素”模型所可用的数据太少。如果时间段为小时，则由于偶然因素影响太大，“基期能耗-影响因素”模型拟合度较差。根据对实际运行数据进行拟合的结果分析，时间段选为日较为适宜。

**6** 宜采用决策树或神经网络方法建立“基期能耗-影响因素”回归模型。回归模型对于训练集的预测，拟合优度不应小于0.85。回归模型对于测试集的预测，拟合优度不应小于0.75。

【条文说明】根据对实际运行数据进行拟合的结果分析，决策树或神经网络法具有较好拟合结果。采用决策树或神经网络方法对数据进行回归时，测试集的数据量一般不应少于总数据量的20%。

* + 1. 采用直接比较法进行多联机空调系统节能量检测，应符合下列规定：

**1** 节能量检测的步骤如下：

1. 确定相似周期的时间长度；
2. 选取报告期内能耗主要影响因素接近的运行周期作为相似周期；
3. 统计节能措施关闭状态下测量期的能耗*e*0；
4. 统计节能措施开启状态下测试周期的能耗*e*1；
5. 按下式计算节能率*η*：

$η=\frac{e\_{0}-e\_{1}}{e\_{0}}×100\%$ （7.0.4-1）

1. 按下式计算节能量Es：

$E\_{s}=E\_{r}⋅\frac{η}{1-η}$ （7.0.4-2）

**2** 宜采用相似周或相似日比较法计算和验证节能量；

**3** 能耗主要影响因素宜采用本规程7.0.3条第4款中所列出的因素，相似周或相似日能耗影响因素偏差应符合表7.0.4的要求。

表7.0.4 主要能耗影响因素最大允许偏差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 参数名称 | 相似日最大允许偏差 | 相似周最大允许偏差 |
| 1 | 平均室外干球温度 | ±5% | ±3% |
| 2 | 平均室外湿球温度 | ±5% | ±3% |
| 3 | 平均室内干球温度 | ±5% | ±3% |
| 4 | 平均室内湿球温度 | ±5% | ±3% |
| 5 | 建筑使用人数（或能反映建筑使用人数情况的参数） | ±5% | ±5% |
| 6 | 用户需要的运行时间 | ±5% | ±5% |

【条文说明】本条依据国家标准《节能量测量和验证技术要求 中央空调系统》GB/T 31349-2014 对直接对比法的规定

附录A 测量装置的检验

### A.1 运行工况

**A.1.1** 多联机空调系统应在表A.1.1所规定的稳态制冷工况下运行时对其运行能效及节能量检测装置的测量准确度进行检验。稳态制冷工况应符合国家标准《单元式空气调节机》GB/T 17758-2010表C.2的要求。

【条文说明】本条规定了对测量装置进行检验时的稳态制冷工况及测量要求。

表A.1.1 稳态制冷工况

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 测量项目 | 制冷能力 | 标定工况 ℃ | 测量内容 | 测量工况选项 |
| 室内侧 | 室外侧 |
| 干球 | 湿球 | 干球 | 湿球 |
| 制冷运行 | 制冷性能 | 名义 | 27 | 19 | 35 | 24 | 额定制冷量 | ● |
| 输入功率 |
| 中间 | 额定中间制冷量 | ● |
| 输入功率 |
| 最小 | 最小制冷量 | ●a |
| 输入功率 |
| 低温制冷 | 名义 | 27 | 19 | 29 | — | 额定制冷量 | ○b |
| 输入功率 |
| 中间 | 额定中间制冷量 | ○b |
| 输入功率 |
| 最小 | 最小制冷量 | ○b |
| 输入功率 |
| 注：“●”表示必须进行此项实验，“○”表示选择性实验。 |
| a 用作测量装置的精度标定的机组名义制冷量小于7 kW时，可不进行此项试验b 若选做该试验，该工况下机组制冷能力运行模式应按照对应的制冷性能工况机组制冷能力运行模式。 |

**A.1.2** 多联机空调系统应在表A.1.2规定的稳态制热工况下运行时对其运行能效及节能量检测装置的测量准确度进行检验。稳态制热工况应符合国家标准《单元式空气调节机》GB/T 17758-2010中附录C中表C.2的要求。

【条文说明】本条规定了对测量装置进行检验时的稳态制热工况及测量要求。

表A.1.2 稳态制热工况

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 测量项目 | 制热能力 | 标定工况 ℃ | 测量内容 | 测量工况选项 |
| 室内侧 | 室外侧 |
| 干球 | 湿球 | 干球 | 湿球 |
| 制热运行 | 额定制热b | 名义 | 20 | — | 7 | 6 | 额定制热量 | ● |
| 输入功率 |
| 中间 | 额定中间制热量 | ● |
| 输入功率 |
| 最小 | 最小制热量 | ●a |
| 输入功率 |
| 低温制热 | 最大 | 20 | ≤15 | 2 | 1 | 最大制热量 | ● |
| 输入功率 |
| 名义 | 额定制热量 | ○b |
| 输入功率 |
| 中间 | 额定中间制热量 | ○b |
| 输入功率 |
| 最小 | 最小制热量 | ○b |
| 输入功率 |
| 超低温制热c | 最大 | 20 | ≤15 | -7 | -8 | 最大制热量 | ○b |
| 输入功率 |
| 名义 | 额定制热量 | ○b |
| 输入功率 |
| 中间 | 额定中间制热量 | ○b |
| 输入功率 |
| 最小 | 最小制热量 | ○b |
| 输入功率 |
| 注：“●”表示必须进行此项实验，“○”表示选择性实验。 |
| a 用作测量装置的精度标定的机组名义制冷量小于7 kW时，可不进行此项试验b 若选做该试验，该工况下机组制冷能力运行模式应按照对应的制冷性能工况机组制冷能力运行模式。 |

**A.1.3** 多联机空调系统应在表A.1.3所规定的连续制冷工况下对其运行能效及节能量检测装置的测量准确度进行检验。应依次进行下列连续制冷运行工况运行：最小负荷制冷工况，名义制冷工况和高温制冷工况。在每个连续制冷运行工况下，依次进行下列制冷能力运行：名义制冷能力，中间制冷能力和最小制冷能力，在每个制冷能力下运行持续时间不少于30min。

【条文说明】本条规定了对测量装置进行检验时的连续运行制冷工况及测量要求。

由于实际气象条件下，多联机多数时间处于动态工况下连续运行，故对测量装置的检验应同时考核机组在稳态工况运行时的测量精度，以及机组在包含动态工况下连续运行过程的测量精度，以保障测量装置的准确性。

在连续运行工况下，为对连续运行的工况作统一要求，同时考虑到焓差实验室调控室内外工况的时间及经济成本，要求连续制冷运行工况切换顺序按“最小负荷制冷→额定制冷→高温制冷”顺序调节，且在每个工况下，制冷能力调节顺序为 “名义制冷→中间制冷量→最小制冷量”。权衡验证效果及检验成本，每个工况持续时间应不少于30 min。

表A.1.3 连续制冷工况

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 测量项目 | 制冷能力 | 标定工况 ℃ | 测量内容 | 测量工况选项 |
| 室内侧 | 室外侧 |
| 干球 | 湿球 | 干球 | 湿球 |
| 制冷变工况运行 | 高温制冷 | 名义 | 27 | 19 | 43 | — | 额定制冷量 | ● |
| 输入功率 |
| 中间 | 中间制冷量 | ● |
| 输入功率 |
| 最小 | 最小制冷量 | ●a |
| 输入功率 |
| 名义制冷 | 名义 | 27 | 19 | 35 | — | 额定制冷量 | ● |
| 输入功率 |
| 中间 | 中间制冷量 | ● |
| 输入功率 |
| 最小 | 最小制冷量 | ● |
| 输入功率 |
| 最小负荷制冷 | 名义 | 27 | 19 | 21 | — | 额定制冷量 | ● |
| 输入功率 |
| 中间 | 中间制冷量 | ● |
| 输入功率 |
| 最小 | 最小制冷量 | ● |
| 输入功率 |
| 注：“●”表示必须进行此项实验。 |
| a 用作测量装置的精度标定的机组名义制冷量小于7 kW时，可不进行此项试验。 |

**A.1.4** 多联机空调系统应在表A.1.4所规定的连续制热工况下运行时对其运行能效及节能量检测装置的测量准确度进行检验。连续制热运行工况切换顺序为：最小负荷制热→额定制热→高温制热，且在每个工况下，制热能力调节顺序为：名义制热量→中间制热量→最小制热量，每个工况持续时间不少于30min。

【条文说明】本条规定了对测量装置进行检验时的连续运行制热工况及测量要求。

表A.1.4 连续制热工况

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 测量项目 | 制热能力 | 标定工况 ℃ | 测量内容 | 测量工况选项 |
| 室内侧 | 室外侧 |
| 干球 | 湿球 | 干球 | 湿球 |
| 制热变工况运行 | 最大负荷制热 | 名义 | 20 | 15 | 21 | 15 | 额定制冷量 | ● |
| 输入功率 |
| 中间 | 中间制冷量 | ● |
| 输入功率 |
| 最小 | 最小制冷量 | ●a |
| 输入功率 |
| 额定制热 | 名义 | 20 | 15 | 7 | 6 | 额定制冷量 | ● |
| 输入功率 |
| 中间 | 中间制冷量 | ● |
| 输入功率 |
| 最小 | 最小制冷量 | ● |
| 输入功率 |
| 除霜制热 | 名义 | 20 | 15 | 2 | 1 | 额定制冷量 | ● |
| 输入功率 |
| 中间 | 中间制冷量 | ● |
| 输入功率 |
| 最小 | 最小制冷量 | ● |
| 输入功率 |
| 低温制热 | 名义 | 20 | 15 | -12 | -13.5 | 额定制冷量 | ● |
| 输入功率 |
| 中间 | 中间制冷量 | ● |
| 输入功率 |
| 最小 | 最小制冷量 | ● |
| 输入功率 |
| 注：“●”表示必须进行此项实验。 |
| a 用作测量装置的精度标定的机组名义制冷量小于7 kW时，可不进行此项试验 |

**A.1.5** 按照表A.1.4规定的连续制热运行工况进行标定时，测量过程中应至少包含一个满足国家标准《多联式空调(热泵)机组》GB/T 18837-2015第C.6条要求的完整除霜循环。

### A.2 测量误差计算

**A.2.1** 测量装置测得的多联机空调系统在稳态工况点的耗电量最大相对误差*δP,max*，应按下式计算：

………………………（A.2.1）

**A.2.2** 测量装置测得的多联机空调系统在连续测量时段内的耗电量相对误差*δP,cum*，应按下式计算：

………………………（A.2.2-1）

式中，连续测量时段内的耗电量*Pt,cum*，应按下式计算：

………………………………（A.2.2-2）

**A.2.3** 测量装置测得的多联机空调系统在稳态工况点的制冷（热）量最大相对误差*δQ,max*，应按下式计算：

……………………（A.2.3）

**A.2.4** 测量装置测得的多联机空调系统在连续测量时段内的制冷（热）量相对误差*δQ,cum*，应按下式计算：

………………………（A.2.4-1）

式中，连续测量时段内的制冷（热）量*Qt,cum*，应按下式计算：

………………………………（A.2.4-2）

【条文说明】本条规定了测量装置的误差计算方法。为保证多联机空调实际运行能效比、节能量的检测准确性，对测量装置的检验应包含对稳态工况点、连续测量时段内的耗电量、制冷（热）量最大相对误差的校验。

### A.3 测量精度要求

**A.3.1** 应按国家标准《多联式空调(热泵)机组》GB/T 18837-2015第6.4条的要求对测量装置的测量精度进行标定。

**A.3.2** 测量装置的测量精度应符合表A.3.2的要求。

表A.3.2 测量装置测量精度要求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标定工况 | 评价指标 | 精度要求 |
| 稳态制冷（热）运行 | 稳态工况点的耗电量最大相对误差*δP,max* | ≤2.0% |
| 稳态工况点的制冷（热）量最大相对误差*δQ,max* | ≤20% |
| 连续制冷（热）运行 | 连续测量时段内耗电量相对误差*δP,cum* | ≤2.0% |
| 连续测量时段内制冷（热）量累计相对误差*δQ,cum* | 制冷，≤15% |
| 制热，≤20% |

【条文说明】本条规定了测量装置的精度要求。为保证多联机空调实际运行能效比、节能量的检测准确性，测量装置对耗电量的测量最大相对误差应满足2.0%的精度要求；对稳态工况点的制冷（热）量的测量最大相对误差应满足20%的精度要求；由于连续制热运行过程中，多联机系统周期性运行除霜模式、可能运行中间喷射循环等因素，故能量平衡法对制冷量的测量不确定度较制热量更小，因此，连续测量时段内制冷量累计相对误差要求在15%以内，连续测量时段内制冷量累计相对误差要求在20%以内。

附录B 多联机空调系统实际运行制冷（热）量和耗电量计算方法

### B.1 实际运行制冷（热）量计算方法

**B.1.1** 当吸气过热度*δTsuc,sh*＞5℃，且等熵压缩效率*ηs,com*＜0.8时，应采用压缩机能量平衡法（CEC法）计算多联机空调系统的制冷（热）量。当吸气过热度*δTsuc,sh*≤5℃，或等熵压缩效率*ηs,com*≥0.8时，应采用容积效率法（CVE法）计算多联机空调系统的制冷（热）量。*δ*T*suc,sh*及*ηs,com*应按下列公式计算：

 （B.1.1-1）

 （B.1.2-2）

注：等熵压缩过程对应的制冷剂排气焓值*h3,is*，由压缩机排气压力和吸气熵值联合计算得到。气液分离器制冷剂进口温度*T*1（或气液分离器制冷剂进口温度）、压缩机排气管温度*T*3（或油分离器出口温度）及室外机换热器制冷剂进（制热）出（制冷）口温度*T*5应按照中国工程建设标准化协会标注《多联机空调系统改造技术规程》T/CECS 910-2021第B.3.1条的规定进行修正。

【条文说明】本条规定了采用“压缩机能量平衡-容积效率测量法”计算多联机系统实际运行制冷（热）量时的计算方法判断准则。当吸气过热度*δTsuc,sh*＞5℃，且等熵压缩效率*ηs,com*＜0.8时，压缩机吸气口的制冷剂处于“吸气过热”状态，采用压缩机能量平衡法能够高精度地测量多联机空调系统的制冷（热）量，同时该工况数据可纳入压缩机容积效率的计算修正数据集。当吸气过热度*δTsuc,sh*≤5℃，或等熵压缩效率*ηs,com*≥0.8时，压缩机吸气口的制冷剂处于“吸气两相”状态，此时由于压缩机吸气口制冷焓值无法准确确定，导致能量平衡法易产生偏差，故此时根据压缩机排气状态和修正后的容积效率确定的吸气状态点，采用容积效率法计算多联机空调系统的制冷（热）量。

**B.1.2** 采用压缩机能量平衡法（CEC）计算多联机空调系统实际运行制冷（热）量，应符合下列规定：

**1** 常规热泵型多联机空调系统，某一段时间的累计制冷量*CCC*应按下式计算：

 (B.1.2-1)

**2** 常规热泵型多联机空调系统，某一段时间的累计制热量*CHC*应按下式计算：

 (B.1.2-2)

**3** 带过冷却支路的多联机空调系统，某一段时间的累计制冷量*CCC*计算方法与常规热泵型多联机空调系统相同；

**4** 带过冷却支路的多联机空调系统，某一段时间的累计制热量*CHC*应按下式计算：

 (B.1.2-3)

**5** 对于带喷射支路热泵型多联机空调系统，某一段时间的累计制冷量*CCC*应按下式计算：

 (B.1.2-4)

**6** 对于带喷射支路热泵型多联机空调系统，某一段时间的累计制热量*CHC*应按下式计算：



 (B.1.2-5)

**7** 式（B.1.2-1）~（B.1.2-5）中，广义压缩机部件与周围环境的总换热量*Qloss,tot*应按下列公式计算：

 (B.1.2-6)

 (B.1.2-7)

 (B.1.2-8)

 (B.1.2-9)

 (B.1.2-10)

注：计算压缩机与周围环境换热量*Qloss,com*、油分离器与周围环境换热量*Qloss,oil*时，*Tshell,gcom*宜取压缩机壳体（或外保温）中部温度*T*2，计算气液分离器与周围环境换热量*Qloss,sep*时，*Tshell,gcom*宜取气液分离器制冷剂进（出）口温*T*1，*Bshell,gcom*为广义压缩机部件的外表面积，通过测量部件尺寸计算。

【条文说明】本条规定了不同结构多联机空调系统制冷（热）量计算公式和广义压缩机与周围环境的总换热量的计算方法。

由于制冷工况下多联机系统过冷却换热器上的换热过程可视作室内侧换热器与过冷却换热器构成的整体在内部的换热，故该工况下过冷却支路的开/闭对系统性能的计算没有影响。因此，对于带过冷却支路的多联机空调系统，某一段时间的累计制冷量*CCC*计算方法与常规热泵型多联机空调系统相同。

由于室内侧风机的能耗用于室内空气的循环并最终耗散到室内空气中，因此，系统实际制冷（热）量的计算过程必须考虑风机能耗的影响。

由于广义压缩机与周围环境的总换热量包含压缩机换热量、油分离器换热量、气液分离器吸热量，因此，应根据漏热模型估算每个广义压缩机部件与周围环境的换热量，以保证通过能量平衡法计算通过广义压缩机的制冷剂质量流量的准确性。

**B.1.3** 采用容积效率法（CVE法）计算多联机空调系统实际运行制冷（热）量，应符合下列规定：

**1** 某一段时间的总制冷量*CCC*应按下式计算：

 (B.1.3-1)

**2** 某一段时间的总制热量*CHC*应按下式计算：

 (B.1.3-2)

**3** 式（B.1.3-1）和（B.1.3-2）中，*mref,gcom*应根据下列公式求解得到：

|  |  |
| --- | --- |
|  | (B.1.3-3) |
|  | (B.1.3-4) |
|  | (B.1.3-5) |

注：1 式（B.1.3-2）中，对于常规热泵型多联机空调系统，*h*11采用*h*5代替。

2 式（B.1.3-3）~（B.1.3-4）中，*ηv,comVcom*根据压缩机数学模型计算得到。压缩机数学模型宜依据“吸气过热”状态下的测量数据建立，数学模型的精度应满足回归系数R＞0.9。

【条文说明】本条规定了采用容积效率法（CVE）计算多联机空调系统实际运行制冷（热）量时的计算公式及通过压缩机的制冷剂质量流量的计算方法。

容积效率*ηv,com*或实际输气量(*ηv,comVcom*)应根据压缩机数学模型计算得到，压缩机数学模型宜依据“吸气过热”状态下的测量数据建立，数学模型的输入参数宜 包括吸气压力、排气压力、压缩机频率，可包括吸气过热度等参数。为保证制冷剂质量流量的计算准确性，数学模型的精度应满足回归系数*R*＞0.9

**B.1.4** 除霜模式下，应在总制热量中减去除霜耗热量。除霜耗热量计算应符合下列规定：

**1** 采用逆循环除霜的系统，除霜耗热量（*Qdf*）应按下式计算：

  (B.1.4-1)

**2** 采用热气旁通除霜的系统，除霜耗热量取0。

**3** 采用蓄热除霜、交替除霜的系统，除霜耗热量取0，但在总制热量*CHC*的计算中，不应包含用于蓄热材料的热量和用于室外机除霜的热量。

注：通过压缩机的制冷剂质量流量（*mref,com*）根据本规程第B.1.3**条**所述方法法获得。对于常规热泵型多联机空调系统，*h*11采用*h*5代替。

【条文说明】本条规定了多联机系统除霜模式运行对系统总制热量的修正方法。根据多联机所采用的除霜方式不同，应合理计算除霜过程中从室内侧移除的热量，以保障系统累计制热量的测量准确性。

**B.1.5** 水冷式多联机空调系统采用系统能量平衡法检测时，总制冷量和总制热量的计算应符合下列规定：

**1** 总制冷量*CCC*应按下式计算：

 (B.1.5-1)

**2** 总制热量CHC应按下式计算：

 (B.1.5-2)

【条文说明】本条规定了采用水冷式多联机系统能量平衡法测量时系统总制冷（热）量的计算公式。

根据系统能量平衡关系，通过测量水侧换热量、水泵能耗、压缩机能耗、风机能耗，能够确定室内侧总换热量。由于室内侧风机的能耗最终耗散到室内空气中，因此，系统实际制冷（热）量的计算过程必须考虑风机能耗的影响。

### B.2 耗电量计算方法

**B.2.1** 在制冷测量期内，多联机空调系统的累计耗电量*EC*应按下式计算：

 (B.2.1)

**B.2.2** 在制热测量期内，多联机空调系统的累计耗电量*EH*应按下式计算：

 (B.2.2)

**B.2.3** 多联机空调系统室外机在*j*次数据存储周期内的耗电量*Eout,j*应按下式计算：

 (B.2.3)

**B.2.4**多联机空调系统室内机在*j*次数据存储周期内的耗电量*Ein,j*应按下式计算：

 (B.2.4)

【条文说明】本条规定了多联机空调系统在制冷（热）测量期内累计耗电量的计算方法。由于多联机空调系统通常采用室内、外机单独供电的方式，系统累计耗电量根据室内、外机累计耗电量加和计算；室内、外机累计耗电量根据电能表存储的电能值计算。

用词说明

为便于在执行本规程条款时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1. 表示很严格，非这样做不可的：

 正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

1. 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

 正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

1. 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

 正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

1. 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

引用标准名录

本规程引用下列标准。其中，注日期的，仅对该日期对应的版本适用本标准；不注日期的，其最新版适用于本标准。

《单元式空气调节机》GB/T 17758-2010

《多联式空调(热泵)机组》GB/T 18837-2015

《节能量测量和验证技术要求 中央空调系统》GB/T 31349