
ICS 27.200

CCS E 4710

T/JAR

江苏省制冷学会团体标准

T/JAR 010/1-2024

户式辐射冷暖一体化系统工程技术规程
Technical Specification for Household Radiant Heating and
Cooling integrated System

2024-02-29 发布

2024-03-08 实施

江苏省制冷学会 发布

前 言

根据江苏省制冷学会团体标准制编制计划和要求，编制组经广泛调查研究，参照国际国内有关标准，在充分征求意见的基础上，编制本规程。

本规程自 2024 年 2 月 29 日经主管部门批准发布，自 2024 年 3 月 6 日起实施。

本规程共 9 章，主要技术内容包括：1 总则；2 术语；3 建筑围护结构；4 设计参数与负荷；5 冷热源及输配系统；6 新风系统；7 辐射末端；监测与控制；8 施工与验收；9 运行与维护。

本规程由江苏省制冷学会负责管理，由南京长江都市建筑设计股份有限公司（地址：南京市秦淮区卡子门大街 19 号紫云智慧广场 4 幢，邮政编码 210022）负责具体技术内容的解释。各单位执行过程中若有修改意见或建议，请反馈至江苏省制冷学会（地址：南京市秦淮区中山东路 532-2 号 A2 栋 308 室，邮政编码 210016）。

本规程主编单位、参编单位、主要起草人和审查人：

主编单位：南京长江都市建筑设计股份有限公司

东南大学

参编单位：格瑞海思人居环境科技（江苏）有限公司

南京慧和建筑技术有限公司

北京金茂绿建科技有限公司

江苏省特种设备安全监督检验研究院

东南大学建筑设计研究院有限公司

中能建城市投资发展有限公司

南京奥体建设开发有限责任公司

南京金基建筑科技有限公司

上海朗绿建筑科技股份有限公司

江苏洁能缘环境科技有限公司

南京兴华建筑设计研究院股份有限公司

主要编写人：张建忠、殷勇高、刘拴强、卜根、朱加庆、江丽、赵兴旺、左建波、王驿凯、车春文、董文利、陈俊、秦淑岚、周斌、陈乐洽、于昌勇、陈华河、张馨月、韩正刚、郁华斌、杨生、王月亭、张滢、饶映明

主要审查人：陈振乾、龚延风、魏霖、蔡德洪、黄浩良

目 次

1 总 则 1

2 术 语 2

3 建筑热工 3

4 室内设计参数与空调负荷计算 5

5 空气源热泵与输配系统 8

6 新风系统 10

7 末端系统 13

8 监测与控制 15

9 施工与验收 18

10 运行与维护 22

条文说明 23

1 总 则

1.0.1 为规范户式辐射冷暖一体化系统设计、施工与运行维护工作，提高系统质量与能效，促进新技术推广应用，更好满足居民对室内温湿度、空气品质、静音等高品质环境与节能需要，制订本规程。

1.0.2 本规程适用于夏热冬冷地区新建住宅、公寓的户式辐射冷暖一体化系统的设计、施工与运行管理，其他地区新建或既有住宅增设辐射冷暖一体化系统可以参照执行。

1.0.3 户式辐射冷暖一体化系统的设计、施工与运行管理，除应执行本规程外，尚应符合国家及地方现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 户式辐射冷暖一体化系统 household radiant heating and cooling integrated system

以户为单位设置热泵，采用同一辐射换热末端实现夏季供冷、冬季供暖，并通过新风满足室内卫生与湿度要求的空调供暖系统。由热泵、辐射换热末端、新风机组与输配系统组成。

2.0.2 毛细管（席）capillary tube

由外径不大于 4.5mm、内径不大于 3mm 的 PPR 管束以 20mm 间距，两端并联连接于规格为 20mm×2mm 的 PPR 集管，对折后组成的间距为 10mm 的管席称为毛细管（席）。

2.0.3 毛细管辐射换热器（末端）capillary tube radiator

以水为冷热媒，毛细管敷设于房间结构楼板或吊顶下方，或敷设于墙面，喷涂涂料后形成以辐射换热为主的换热面。

2.0.4 户式新风系统 residential fresh air system

分户设置的新风机组将室外空气经过滤与热湿处理，达到设计要求参数后送入室内的送风系统。

2.0.5 辐射对流耦合系统 radiant-convection coupled system

辐射换热器承担房间主要显热负荷，辅助对流换热器（如吊顶或地面安装风机盘管），适应昼间较大瞬间负荷，夜间等较低负荷状态辐射换热器独立运行，满足舒适静音要求的组合空调末端系统。

3 建筑热工

3.0.1 采用辐射冷暖一体化空调方式的新建住宅宜精装修交付，并应有防止二次装修破坏毛细管辐射换热器的措施与提示。

3.0.2 新建住宅围护结构热工性能应满足《居住建筑热环境和节能设计标准》DB32/4066-2021 相关规定。

3.0.3 除厨房与卫生间外，围护结构建筑热工性能宜与房间顶面辐射换热器换热能力相适应。

3.0.4 屋面、架空层楼板、分户墙、外窗等热工性能宜满足表 3.0.4 要求；

表 3.0.4 围护结构热工性能

围护结构	热工指标
屋面	$K \leq 0.25 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ， $D > 3$
底面接触室外空气的架空 或外挑楼板	$K \leq 0.35 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
分户墙、分户楼板、楼梯间 隔墙、外走道隔墙	$K \leq 1.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
外窗	$K \leq 1.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ，夏季遮阳系数 ≤ 0.2

3.0.5 除厨房以及有固定遮阳设施（如阳台）的房间外，东、西、南朝向外窗（含透明幕墙）应设置活动外遮阳，东、西、南朝向设阳台的房间，其外窗宜设内置活动遮阳。

3.0.6 宜采取增强外门、窗隔热与气密性的措施，并应符合下列要求：

1 分户门、阳台门、外窗气密性等级不应低于《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能检测方法》GB/T 7106 规定的 6 级，外窗气密性等级不宜低于 7 级；

10 层及以上住宅外窗气密性不应低于《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能检测方法》GB/T 7106 规定的 7 级。建筑底层门厅宜设门斗，门厅及楼梯间通向屋顶与地下室的门应常闭，气密性不宜低于 6 级。

2 竖向管道井应层层封堵。

3 外窗洞口与外窗框的结合部位应严密，缝隙处应采用保温材料填充密封。

4 采用预制外墙时，外门、窗框宜与外墙构件一体化预制，提高外门窗的气密性。

3.0.7 应优先选用外墙外保温或外墙自保温体系，并选用自身保温性能好的外墙材料。与基层墙体、装饰层之间无空腔的建筑外墙外保温系统，应在保温层与墙体基层之间设防水层；与基层墙体、装饰层之间有空腔的建筑外墙外保温系统，应在墙体粉刷找平层上设置防水层，当保温材料选用矿物棉保温材料时，应选择低吸水率产品，保温层外侧宜选用防水透气膜。

3.0.8 采用直接敷设于顶面（墙面）的毛细管辐射换热器或楼板埋管换热器时，楼板（墙体）另一侧、应有保温隔热措施，并应满足防结露要求。

3.0.9 室内顶面、墙面应采用防霉涂料或其他防霉饰面。

3.0.10 应对架空地板空间、架空楼板作防结露验算，并采取相应措施。

3.0.11 外墙不应敷设换热器，敷设毛细管的内隔墙宜采用蒸压陶粒混凝土墙板。

4 室内设计参数与空调负荷计算

4.1 室内设计参数

4.1.1 卧室、书房、起居室设计计算温湿度应符合表 4.1.1 的规定：

表 4.1.1 卧室、书房、起居室设计计算温湿度

	温度	相对湿度	PMV 指数
夏季	24~26℃	55~65%	+0.5~-0.5
冬季	20~22℃	35~40%	+0.5~-0.5
春秋季	18~27℃	35~65%	——

4.1.2 卫生间、厨房设计计算温湿度宜符合表 4.1.2-1、表 4.1.2-2 的规定：

表 4.1.2-1 卫生间设计计算温湿度

	温度	相对湿度
夏季	26~28℃	65~75%
冬季	20~22℃	——

表 4.1.2-2 厨房设计计算温湿度

	温度	相对湿度
夏季	26~28℃	——
冬季	18~20℃	——

4.1.3 室内新风量应采用湿负荷分析法计算确定，并应满足如下规定：

- 1 套内新风换气次数：0.7~0.9 次/h。
- 2 卧室、书房、起居室新风量：>30m³/h. p。

4.1.4 室内有害物浓度，应满足如下规定：

- 1 建材、装修、软装等材料均应满足室内相关建材环保控制标准。
- 2 室内有害物浓度应满足《建筑环境通用规范》 GB55016-2021 的规定。
- 3 室内卧室、起居室、书房 PM2.5 浓度不应大于 30ppm。

4.1.5 室内噪音应满足如下规定：

- 1 建筑物外部噪声源传播至主要功能房间室内的噪声限值，以及建筑物内部建筑设备传播至主要功能房间室内的噪声限值应满足《建筑环境通用规范》 GB

55016-2021 的规定。

2 新风系统、热泵传播至主要功能房间室内的噪声限值应满足表 4.1.5 规定。

表 4.1.5 新风系统、热泵传播至主要功能房间室内的噪声限值

房间名称	噪声限值（等效声级 LAeq, T, dB）
卧室、书房	推荐值 30 ， 限制值 33
起居室	推荐值 35 ， 限制值 40
厨房、卫生间	推荐值 40 ， 限制值 45

4.2 空调负荷

4.2.1 应以户为单位分别计算各房间逐时空调冷负荷、热负荷、湿负荷。

4.2.2 冷负荷计算时，应按房间列出显热负荷与潜热（湿）负荷。

4.2.3 计算房间空调负荷时，应计算户间传热。计算户间楼板传热时，应取实际装修完成后的楼面构造整体传热系数。中间户的楼板传热量，可取顶面、地面合计传热量的 75%作为计算值。

4.2.4 计算起居室冷负荷时，起居室人员数量可按卧室、书房累计人数的 50%取整确定。计算食物引起的冷负荷时，按可全部人员计算。

4.2.5 计算冬季热负荷时，人员得热量可不计入。

4.2.6 新风负荷可以户为单位，根据新风量与设计送风焓差独立计算。

$$Q_{PA}=L \cdot \rho \cdot (i_w-i_s) \qquad \text{kW} \qquad (4.2.6)$$

式中，

Q_{PA} ,新风负荷，单位 kW；

L ，新风量，单位，m³/s；

ρ ，新风（送风）空气密度，单位 kg/m³；

i_w 、 i_s 分别为室外空气焓值与新风送风状态焓值，单位 kJ/kg

4.2.7 每户新风量 L 可按式 4.2.7 计算：

$$L = \frac{W}{\rho \cdot (d_n-d_0)} \qquad \text{(m³/s)} \qquad (4.2.7)$$

式中，

W 为用户计算湿负荷，单位 g/s

d_n 、 d_o 分别为室内空气含湿量与新风送风含湿量。单位 g/kg 干空气。

4.2.8 新风量也可按下式计算：

$$L = n \cdot V / 3600 \qquad (\text{m}^3/\text{s}) \qquad (4.2.8)$$

式中，

V 为套内体积，单位 m^3 。

N 为换气次数，可按表 4.2.8 选定。

表 4.2.8 送风含湿量与新风换气次数

送风含湿量 d_o (g/kg 干空气)	新风量换气次数 (次/h)
7.5	0.65
8	0.7
8.5	0.8
9	0.95

5 空气源热泵与输配系统

5.0.1 当采用自带冷热源的直膨式新风机组时，应按同时满足冬、夏季户内显热负荷选择空气源热泵。

5.0.2 当采用由表冷器初冷、内循环压缩机二级冷却除湿的双冷源新风机组时，应按同时满足冬、夏季户内显热负荷加上新风负荷选择空气源热泵。计算热泵制冷量时，应额外加上双冷源新风机组内置压缩机的功率。

5.0.3 空气源热泵出力应根据热泵机组环境参数与供回水温度作修正，并应计及冬季化霜对制热量的影响。

5.0.4 热泵机组宜直接给毛细管等辐射换热器供水，夏季设计供水温度宜为 17~18℃，冬季设计供水温度宜为 35~40℃。

5.0.5 当热泵机组同时给单一冷源新风机组供水时，冬、夏供水温度应满足新风处理需要，夏季设计供水温度宜为 7℃，冬季设计供水温度宜为 40℃。

5.0.6 空气源热泵机组宜选用变频机组，热泵机组能效水平不应低于 2 级，宜选用 1 级能效热泵机组。

5.0.7 当选用定频空气源热泵机组时，水系统应配置缓冲水箱，水箱容积由系统大小计算确定，一般为 50~100 升有效容积。

5.0.8 空调水系统循环水泵宜选变频水泵，水泵额定流量与扬程应通过计算确定，并应同时满足系统冬夏两季需要。

5.0.9 热泵机组宜与水泵、膨胀罐、安全阀等组成的水力模块一体化设计。

5.0.10 当热泵出水直接进入毛细管换热器时，系统水泵、气压罐水空间、管道、阀门、管件均应为不锈钢、铜等不锈材料。

5.0.11 热泵机组应设于专用设备平台，设备平台应满足以下要求：

- 1 不应与卧室、书房等噪音敏感房间贴临，不宜正对卧室等窗户设置。
- 2 具有良好的散热通风条件，装饰性遮挡百叶通透率应 $\leq$ 80%，热泵出风口不应低于平台挡水坎，热泵背面距离墙面不小于 250mm。
- 3 足够的安装检修空间，宜有通向公区便于维修人员出入的条件。
- 4 应设置防止安装、维修时人员坠落的安全防护设施。
- 5 设备平台处应预留补水管、地漏及下水管。
- 6 设备平台应能承载热泵及其基础与维修人员的重量。

5.0.12 热泵、水泵等应选用低噪声产品，应设减震基础；设备进出口水管均应设置软接。其对室内的影响应满足 4.1.5 条规定。

5.0.13 空调水系统补水应设目数不低于 80 目/吋的过滤器、自动补水阀，宜设防污隔断阀、系统泄水阀。自动补水阀平时自动关闭。

5.0.14 空调水系统应采取以下防冻措施：

- 1** 户外空调水管、加湿水管均应保温。
- 2** 热泵机组应设防冻保护功能，当水系统有冻结风险时，强制启动热泵与水循环系统，防止水路冻结及管道破裂。
- 3** 新风机组进风管上应设置能严密关闭的阀门，与新风机组联锁启闭。
- 4** 设置加湿器的新风机组，加湿器应和机组联锁启停。

6 新风系统

6.0.1 辐射空调应设新风系统，新风系统承担房间全部湿负荷，新风量按公式（4.2.7）与 4.2.8 计算确定。设计工况条件下，新风送风口夏季含湿量不宜大于 8g/kg 干空气。新风机组宜设置加湿器。

6.0.2 新风机组应设初(G4)、中效(F9)两级以上过滤，宜设亚高效、高效过滤。宜选用有高温冷冻水预冷的双冷源新风机组或直接蒸发冷却新风机组。

6.0.3 卫生间应有组织连续排风，风机宜变频。排风口远离卫生间门口，排风宜直接对外，并设防雨防虫不锈钢外墙排风口。

6.0.4 厨房宜设排风，风机宜变频。排风口远离灶台与厨房门口，排风直接对外。厨房宜设与油烟联动的补风措施，补风口不宜靠近人员活动区。不锈钢外墙排风口应设防雨防虫网。

6.0.5 卫生间与厨房总排风量宜为新风量的 75%。新风机组设排风热回收时，宜选用热回收效率不低于 75%的全热回收装置，或热回收效率不低于 65%的热管热交换器

6.0.6 新风管道可选择吊顶敷设与地面下敷设，并应满足一下要求：

1 非地面敷设的新风管道，宜采用保温一体化成品双面金属风管，或成品单面金属吸音风管。吸音风管内材料应满足卫生与防火要求，并有防止芯材外露进入风道的可靠措施。

2 户外风管保温材料及厚度应满足防火与节能相关规范要求。户内风管及保温可采用难燃材料，保温层厚度应满足防结露要求。

3 地面内敷设的风管可采用难燃 PE 管、保温一体难燃加厚 PVC 管及符合防火与卫生要求的其他成品非金属风管，也可采用预制壁厚为 1.2mm 的镀锌钢板。所选风管应有相应的成品管接件。

4 各路支管应作水力平衡计算，压降差不宜大于 15%。

5 地面设置的分风箱应采用防火、防腐、气密性良好的成品，其总管、支管接口规格应与所连接的送风总管及各路支管相匹配，连接方式应严密可靠。

6 地面敷设的管道保温应经过装饰地坪表面及楼板下部防结露计算确定。不应与卧室紧邻。新风机组及风系统应有良好的自身隔振、消音措施。新风机组应设减振支吊架。

7 各房间嵌入地面的条形送风静压箱应采用防火、防腐、气密性良好的成品，接入管口应设风量调节阀，内壁宜贴符合卫生要求、不容易风化的难燃吸音材料。

8 地面条线送风口应为不燃或难燃材料、能承受一个成人单脚站压。可选用不锈钢铜质风口，表面宜作烤漆等防结露处理，送风口宜设过滤网。

6.0.6 风管与风口风速应符合以下规定：

1 户外送回风风管、排风风管风速不宜大于4m/s，室内干管风速不宜大于3.5m/s，直接连接风口的支管风速不宜大于3m/s。

2 分风静压箱断面风速不宜大于2m/s。

3 地面送风口风速不应大于0.5m/s，顶部送风口风速不大于1m/s。

6.0.7 新风系统的取风应满足以下要求：

1 应避免厨房排油烟、卫生间排风、燃气热水器排风等污染。距离卫生间排风口或热回收集中排风口水平距离不应小于2米，与燃气热水器排烟口不小于5米，或采取其他措施避免短路。

2 户式热回收新风系统，当新风口和排风口布置在同一高度时，宜在不同方向设置；在相同方向设置时，水平距离不应小于1.0m。

3 宜在安全摄像头覆盖范围。

4 应采用不锈防腐材料，应设防雨百叶与防虫网。

5 户外取风口风速不宜大于2 m/s。

6.0.8 户内卧室、书房与公共空间应设置透风装置，透风装置以与门头一体化设计，并应有消音措施。透风装置的通风面积不宜小于0.012m²。卫生门头的透风装置有效通风面积不宜小于0.02m²。

6.0.9 新风机组设置应符合以下要求：

1 宜设于专门房间，房间宜有通向公区、便于维修人员出入的通道；新风机房应有消声隔音措施，通向前室的门应为甲级防火隔音门，房间设排水地漏与排水管。

2 可设于户外平台，平台应满足新风机组日常维护空间需要，平台宜有通网公区的出入口。新风机组包括表冷器、空调水系统、加湿系统应有防冻措施，新风进风管应设保温及与新风机联动的电动密闭阀。新风机组冷凝水出水口应设水封，冷凝水应有组织间接排放至地漏，出水口设防虫网。新风机组接管底部设

泄水阀。

3 设独立室外机的新风机组或其室外机平台设置应符合5.0.11条规定。

4 设于户内阳台的小风量新风机组应设于隔音吊顶或隔音装饰柜内。

6.0.10 新风系统应有防范室外雨水通过风道进入户内的措施，风管不应直接从室外阳台地坪进入户内，风管应有不小于0.5%坡度坡向室外。从室外进入室内的所有套管均应有不小于1%坡度坡向室外。冷媒管、冷凝水管、空调水管均应有不小于0.5%坡度坡向室外。

6.0.11 新风系统应进行专业的声学评估，以满足4.1.5条规定，并应采取以下措施：

1 新风机组应采用低噪音产品。

2 新风机组应设减振台座或减振支吊架。

3 各种管道应通过减振软接与新风机组连接。

4 新风系统设消声弯头与管式消声器，经分析，技术合理时，可采用吸音风管。

7 末端系统

7.0.1 末端采用毛细管网辐射换热器时，应符合以下要求：

- 1 毛细管材质及其热工、力学与阻氧等物理性能应符合相关规定。
- 2 敷设毛细管的石膏板应为双层结构，并具有良好的防水、防霉性能。石膏板吊顶内侧应作防结露验算，并采取绝热等防结露措施。
- 3 采用湿法敷设毛细管换热器时，宜同时采用预埋件、自攻螺丝固定与专用胶相结合的方式将毛细管网（席）紧贴于房间天面或墙面。粉刷面层材料应与楼面、石膏板吊顶或墙面有很好附着力，并有防霉特性。表面平整度应符合精装修顶面、墙面的相关规定。
- 4 毛细管网出厂前应进行严密性检验：工厂严密性检验采用气压试验，测压压力为 2.0MPa，测压时间为 5min，判断依据为测压时无气泡，压力显示器在测压周期内无变化。

7.0.2 与毛细管联通的循环水系统，包括热交换器、管材与管件应满足防腐要求，如采用不锈钢等材料；毛细管分水器进水管段及集水器出水管段宜设不低于 80 目/吋的过滤器。换热管规格大于 10mm 吋，水过滤器不低于 60 目/吋。

7.0.3 管道井或局部吊顶内裸露部分的换热器或集管、分集水器、阀件应作保温处理。进入楼栋单元的地下、地上门厅宜设降温除湿设备。

7.0.4 毛细管辐射换热器、阀件等设备的承压压力应满足工作压力要求，水系统宜设密闭膨胀罐或类似方式定压补水，补水宜设独立高精度水表，平时出现超量补水时，应能自动关闭补水阀并报警。

7.0.5 毛细管网设计应符合下列要求：

- 1 应按夏季室内显热负荷选择毛细管换热器铺设面积，同时验算冬季加热量。毛细管应顶面敷设，确有困难，可适量采用内墙敷设方式加大换热能力。毛细管换热器单位有效面积换热量可查生产企业技术资料，不应超过 $60\text{W}/\text{m}^2$ 。
- 2 夏季供水设计温度宜为 17°C ，供回水温差宜为 3°C ；冬季供回水温度宜为 $35/30^\circ\text{C}$ ，当冬季热负荷较大时，可提高供水温度一般不大于 40°C 。
- 3 各房间应设温控器，并在易结露部位设露点传感器。各房间宜设独立的集管回路，每个回路应有温度自动调节与防结露联动的功能。
- 4 每路集管连接的毛细管面积宜接近，每个回路毛细管面积不应大于 15

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。
。如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/006211015124010204>