

武汉市超低能耗居住建筑节能设计导则

Design guide for residential buildings of ultra-low energy consumption
in Wuhan

武汉市自然资源和城乡建设局

2025 年 11 月

前 言

为深入贯彻党中央、国务院关于“碳达峰、碳中和”决策部署，进一步提升我市建筑能效水平，推动建筑行业绿色低碳发展，结合武汉市气候特点和技术发展水平，编制组在广泛调查研究、参考国内外先进标准及技术经验的基础上，制定本导则。

本导则的主要内容包括：1.范围；2.规范性引用文件；3.术语和定义；4.基本规定；5.规划布局与建筑设计；6.建筑围护结构热工与建筑节能构造设计；7.供暖、通风、空调和燃气设计；8.给水排水设计；9.电气与智能化设计。

本导则由武汉市自然资源和城乡建设局负责管理，武汉市绿色建筑发展促进中心负责技术内容解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送至武汉市绿色建筑发展促进中心（地址：武汉市江岸区老蔡家田特5号；邮编：430015）。

主编单位：武汉市绿色建筑发展促进中心

中信建筑设计研究总院有限公司

主要起草人员：肖孟、陈焰华、汤小亮、张凯、熊峰、朱琴、范天宸、王晓晖、李蔚、李传志、雷建平、於仲义、彭力、贾英男、张朗、谢华、杨笑然、杨坤、张再鹏、邹智慧、易继锋、金碧辉、张豪杰、邱雅凡

目 次

1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 基本规定	3
5 规划布局与建筑设计	4
5.1 规划布局	4
5.2 建筑设计	4
6 建筑围护结构热工与建筑节能构造设计	5
6.1 建筑围护结构热工设计	5
6.2 建筑围护结构热工权衡判断	7
6.3 建筑节能构造设计	8
7 供暖、通风、空调和燃气设计	10
7.1 一般规定	10
7.2 通风系统	11
7.3 供暖和空调系统	11
7.4 供暖和空调系统的冷热源	12
8 给水排水设计	13
8.1 一般规定	13
8.2 供水系统	14
8.3 热水系统	15

9 电气与智能化设计	16
9.1 供配电系统	16
9.2 照明	16
9.3 电气设备	18
9.4 太阳能光伏发电系统	18
9.5 智能化系统	19
附录 A （规范性） 建筑围护结构热工性能权衡判断	20
条文说明	21

武汉市超低能耗居住建筑节能设计导则

1 范围

本文件规定了超低能耗居住建筑节能设计的基本规定，规划布局与建筑设计，建筑围护结构热工与建筑节能构造设计，供暖、通风、空调和燃气设计，给水排水设计，电气与智能化设计等。

本文件适用于新建、改建和扩建的超低能耗居住建筑节能设计。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 8624 建筑材料及制品燃烧性能分级
- GB 19577 热泵和冷水机组能效限定值及能效等级
- GB 19761 通风机能效限定值及能效等级
- GB 19762 清水离心泵能效限定值及节能评价
- GB 20052 电力变压器能效限定值及能效等级
- GB 20665 家用燃气快速热水器和燃气采暖热水炉能效限定值及能效等级
- GB 21454 多联式空调（热泵）机组能效限定值及能效等级
- GB 21455 房间空气调节器能效限定值及能效等级
- GB 25501 水嘴水效限定值及水效等级
- GB 25502 坐便器水效限定值及水效等级
- GB 28377 小便器水效限定值及水效等级
- GB 28378 淋浴器水效限定值及水效等级
- GB 28379 便器冲洗阀水效限定值及水效等级
- GB 29539 吸油烟机能效限定值及能效等级
- GB 29541 热泵热水机（器）能效限定值及能效等级
- GB 30255 室内照明用 LED 产品能效限定值及能效等级
- GB 30720 家用燃气灶具能效限定值及能效等级
- GB 50015 建筑给水排水设计标准
- GB 50016 建筑设计防火规范
- GB 50033 建筑采光设计及标准
- GB 50096 住宅设计规范
- GB 50176 民用建筑热工设计规范
- GB 50180 城市居住区规划设计标准
- GB 50189 公共建筑节能设计标准
- GB 50364 民用建筑太阳能热水系统应用技术标准
- GB 50366 地源热泵系统工程技术规范

GB 50555 民用建筑节水设计标准
GB 50736 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范
GB 55015 建筑节能与可再生能源利用通用规范
GB 55016 建筑环境通用规范
GB 55020 建筑给水排水与节水通用规范
GB 55031 民用建筑通用规范
GB 55038 住宅项目规范
GB/T 8175 设备及管道绝热设计导则
GB/T 18870 节水型产品通用技术条件
GB/T 31433 建筑幕墙、门窗通用技术条件
GB/T 36963 光伏建筑一体化系统防雷技术规范
GB/T 50034 建筑照明设计标准
GB/T 50378 绿色建筑评价标准
GB/T 51366 建筑碳排放计算标准
GB/T 51368 建筑光伏系统应用技术标准
GBZ 2.1 工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素
JGJ 134 夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准
JGJ 230 倒置式屋面工程技术规程
JGJ 289 建筑外墙外保温防火隔离带技术规程
JGJ/T 235 建筑外墙防水工程技术规程
CJ/T 164 节水型生活用水器具
DB42/T 559 低能耗居住建筑节能设计标准
DB42/T 1332 分体式空调器室外机设置技术标准
DB42/T 2068 外墙保温工程技术规范

3 术语和定义

3.1 体形系数 shape coefficient

建筑物与室外大气接触的外表面积与其所包围的体积的比值。

3.2 建筑朝向 orientation of buildings

南朝向指南偏东 30°（含）至南偏西 30°（含）；北朝向指北偏东 30°（含）至北偏西 30°（含）；东朝向指东偏南 60°至东偏北 60°；西朝向指西偏南 60°至西偏北 60°。

3.3 太阳得热系数（SHGC） solar heat gain coefficient

通过透光围护结构(门窗或透光幕墙)的太阳辐射室内得热量与投射到透光围护结构(门窗或透光幕墙)外表面上的太阳辐射量的比值。

3.4 太阳辐射吸收系数（ ρ_s ） solar absorptance

材料表面吸收的太阳辐射热与其所接收到的太阳辐射热的比值。

3.5 制冷季节能效比（SEER） seasonal energy efficiency ratio

制冷季节期间，空调器进行制冷运行时从室内除去的热量总和与耗电量的总和之比。

3.6 全年性能系数（APF） annual performance factor

在制冷季节及制热季节中，机组进行制冷（热）运行时从室内除去的热量及向室内送入的热量总和与同一期间内消耗的电量总和之比。

3.7 制冷季节能效比（SEER） seasonal energy efficiency ratio

在制冷季节中，空调机（组）进行制冷运行时从室内除去的热量总和与消耗的电量总和之比。

3.8 性能系数（COP） coefficient of performance

名义制冷或制热工况下，机组以同一单位表示的制冷（热）量除以总输入电功率得出的比值。

3.9 综合部分负荷性能系数（IPLV） integrated part load value

基于冷水(热泵)机组或空调 (热泵)机组部分负荷时的性能系数值，经加权计算获得的表示该机组部分负荷效率的单一数值。

3.10 全年综合性能系数（ACOP） Annual Coefficient of Performance

水（地）源热泵机组在名义制冷工况和名义制热工况下满负荷运行时的能效，与多个典型城市的办公建筑按制冷、制热时间比例进行综合加权。

3.11 建筑能耗综合值 building energy consumption

在设定计算条件下，单位面积供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯的终端能耗量和可再生能源系统发电量，利用能源换算系数，统一换算到标准煤当量后，两者的差值。

3.12 建筑本体节能率 building energy efficiency improvement rate

在设定计算条件下，设计建筑不包括可再生能源发电量的建筑能耗综合值与基准建筑 f 的建筑能耗综合值的差值，与基准建筑的建筑能耗综合值的比值。

3.13 围护结构热工性能权衡判断 building envelope thermal performance trade-off

当建筑设计不能满足围护结构热工设计规定指标要求时，计算并比较参照建筑和设计建筑的全年供暖和空气调节能耗，判定围护结构的总体热工性能是否符合节能设计要求的方法，简称权衡判断。

4 基本规定

4.1 超低能耗居住建筑节能设计应根据气候特征和场地条件，通过被动式设计降低建筑冷热需求和提升主动式能源系统的能效达到超低能耗，利用可再生能源减少建筑物对化石能源的消耗，降低碳排放强度。

4.2 居住建筑的供热（供暖和生活热水）、供冷应优先采用余热、工业废热、空气能、太阳能、地热能、生物质等非化石能源，并考虑多能互补集成优化。

4.3 超低能耗居住建筑的本体节能率达到 75%。

4.4 新建的居住建筑碳排放强度应在《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015 的基础上平均降低 28%，并满足表 1 要求。

表 1 碳排放强度降低值

kgCO₂/（m²·a）

建筑类型	碳排放强度降低值
住宅	≥3.7
宿舍	≥2.6

4.5 居住建筑室内天然采光与自然通风设计指标应符合表 2 的规定：

表 2 居住建筑室内天然采光与自然通风设计指标

类别		设计指标		
天然采光	住宅	主要功能房间窗地面积比应达到 1/6×1.1 以上		
	宿舍	宿舍居室、公共活动室、共用厨房窗地面积比应达到 1/6×1.1 以上		
自然通风	主要功能房间通风开口面积与房间地板面积的比例			
	住宅	卧室、起居室（厅）	明卫生间	厨房
		≥8%	≥5%	≥10%（且通风开口面积≥0.60 m²）
	宿舍	≥5%		

4.6 室内热环境设计和供暖空调系统设计计算指标取值应符合表 3 的规定：

表 3 室内热环境设计和供暖空调系统设计计算指标

工况	卧室、起居室等居室 室内设计温度	换气次数	供暖空调系统综合性能系数
供冷	26℃	1.0 次/h	3.8
供暖	18℃		3.0

4.7 建筑节能设计应优先采用绿色建材和节能标识产品，墙体保温隔热和节能门窗应选用定型产品和成套技术，宜优先选用装配式建造方式。

4.8 当外墙保温设计选用外保温系统时，应根据工程抗风荷载要求和相应的保温系统工程技术标准进行保温系统与基层墙体连接安全性设计。

4.9 设计文件中应有建筑节能设计专篇。外墙保温系统应进行安全性、耐久性、防水密封等专项设计，明确保温系统构造、保温系统及其组成材料性能指标。施工图应有围护结构保温层范围示意图（包括平面图与剖面图）和节点构造图及索引。

4.10 居住建筑设计时，宜预留吊扇等增强空气流动装置的安装位置。

5 规划布局与建筑设计

5.1 规划布局

5.1.1 居住建筑规划布局应符合下列规定：

- 1.建筑群体的布局应有利于冬季增加日照及营造良好的风环境，保证室内及室外活动空间的良好自然通风条件，减少气流对区域微气候及建筑本身的不利影响，并避开冬季不利风向；
- 2.宜进行场地风环境典型气象条件下的计算机模拟预测，优化建筑群布局；
- 3.应为可再生能源利用创造条件。

5.1.2 建筑物宜南北向或接近南北向布置。建筑平面布置时，宜使居室朝向南偏东15°至南偏西15°范围，不宜采用东西不利朝向布置。

5.1.3 居住建筑之间的间距，除应符合当地城市规划部门有关建筑间距的规定外，还应符合《城市居住区规划设计标准》GB 50180中有关日照时间标准的规定，且不得降低周边建筑的日照标准。

5.1.4 配建的绿地应符合当地城市规划部门的要求。宜采用立体绿化、复层绿化，合理进行绿化配置，减少硬化地面，改善居住区室外夏季热环境。

5.2 建筑设计

5.2.1 建筑设计应优化建筑形体、内部空间布局，充分采用自然通风、天然采光、围护结构保温隔热的构造设计与遮阳等措施降低建筑的供暖、空调、照明等系统的能耗。

5.2.2 建筑物的体形系数应符合表4限值的规定。建筑物体形系数的计算应符合《低能耗居住建筑节能设计标准》DB42/T 559附录A的规定。

表 4 建筑物的体形系数限值

体形系数	
建筑层数≤3 层	建筑层数≥4 层
≤0.55	≤0.40

5.2.3 不同朝向外窗（包括阳台门的透明部分）、坡屋面上的外窗的平均窗墙面积比限值应符合表5的规定，其中每套住宅应允许一个房间在一个朝向上的窗墙面积比不大于0.6。

表 5 不同朝向外窗、坡屋面上的外窗的平均窗墙（地）面积比限值

外窗朝向	平均窗墙面积比
南	≤ 0.45
东、西	≤ 0.30
北	≤ 0.35
坡屋面上的天窗	≤ 0.04
注：不设供暖空调的公共楼梯间、电梯间及电梯机房、外走廊及一层公共门厅的透明外门窗的窗墙比不按本表规定执行。	

5.2.4 采用分体式空调器、单元式空调机、多联式空调机、空气源热泵机组时，室外机平台应与主体建筑同步设计，且应符合《分体式空调器室外机设置技术标准》DB42/T 1332的规定。

5.2.5 建筑的外遮阳、可再生能源利用设施应与主体建筑同步设计，其安装构造应确保安全可靠，并应具备安装、检修与维护条件。

5.2.6 平屋面宜采用种植屋面，东西向外墙宜采用墙体垂直绿化。

6 建筑围护结构热工与建筑节能构造设计

6.1 建筑围护结构热工设计

6.1.1 不同体形系数建筑的围护结构热工性能限值应符合表6的规定，围护结构热工性能的设计应符合下列规定：

1.外墙的传热系数、热惰性指标应考虑结构热桥的影响，取各朝向外墙的平均传热系数 K_{mi} 与平均热惰性指标 D_{mi} ；

2.当建筑有凸窗时，对凸窗不透明的上顶板、下底板和侧板，应进行保温处理，且板的传热系数应满足外墙传热系数的限值要求；

3.套内分户墙、分隔供暖空调与不供暖空调空间隔墙的传热系数，应取其主体部位与梁柱、剪力墙等热桥部位的面积计权的平均传热系数 K_{mi} （ i 为不同结构类型的分户墙或隔墙）；

4.当屋面和外墙外表面饰面材料的太阳辐射吸收系数 $\rho_s > 0.70$ 时，应将本表中屋面（保温屋面设置在不住人阁楼楼板上的坡屋面除外）和外墙传热系数的限值乘以 0.90 之后采用。屋面和外墙外表面饰面材料的太阳辐射吸收系数 ρ_s 应按《民用建筑热工设计规范》GB 50176 附录 B 中选取；

5.屋面和外墙的冷桥部位表面结露验算值应符合《建筑环境通用规范》GB 55016 的规定，否则应采取保温措施；

6.跃层平台（露台）及坡屋面内部空间利用部分的屋面和老虎窗顶部、侧壁的传热系数，要求同屋面。

表 6 不同体形系数建筑的围护结构传热系数 K 、热惰性指标 D 的限值

部位		传热系数 $K[W/(m^2 \cdot K)]$ 、热惰性指标 D	
		建筑层数 ≥ 4 层	建筑层数 ≤ 3 层
屋面 ^a		$K \leq 0.30, D \geq 3.0$	$K \leq 0.25, D \geq 2.5$
墙体 ^b	南北朝向建筑的外墙	$K_{mi} \leq 0.80, D_{mi} \geq 2.5$	$K_{mi} \leq 0.35, D_{mi} \geq 2.5$
	东西朝向建筑的外墙	$K_{mi} \leq 0.60, D_{mi} \geq 2.5$	
	分户墙，分隔供暖空调与不供暖空调空间的隔墙	$K_{mi} \leq 1.5$	$K_{mi} \leq 1.5$
楼板 ^c	分层楼板	$K \leq 1.8$	$K \leq 1.5$
	底面接触室外空气的架空或外挑楼板	$K \leq 1.0$	$K \leq 0.5$
	封闭式不供暖空调架空层的顶板或楼板，与公共建	$K \leq 1.0$	$K \leq 0.5$

	筑直接衔接的楼板		
	封闭式不供暖空调地下室和半地下室的顶板	$K \leq 1.0$	$K \leq 0.5$
门窗	户门	$K \leq 2.0$	$K \leq 2.0$
	阳台门下部的门芯板	$K \leq 2.0$	$K \leq 1.7$
	外窗（含阳台门的透明部分）	按表 7 的规定限值	
注：a 含出屋面楼梯间、电梯机房、老虎窗的屋面和楼层之间开敞式架空层的楼面； b 外墙包括出屋面楼梯间和电梯机房外墙，架空层中的楼梯间、电梯井、管道井的外墙，坡屋面顶窗的外墙，半地下室、架空地面的外墙；分户墙包括宿舍的分室隔墙、公共建筑与居住建筑之间的隔墙；不供暖空调空间包括楼梯间、电梯间及管道井、储藏室、厨房和卫生间、车库、独立走廊等； c 分层楼板含保温坡屋面底部不住人阁楼的楼板；底面接触室外空气的楼板含底层非封闭式架空地面（地面以下外墙设有通风百叶窗）的地板；封闭式不供暖空调架空层的楼板，指楼层之间封闭架空层的楼板，还包括封闭式架空地面（地面以下外墙无通风百叶窗）的地板。			

6.1.2 不同朝向、不同平均窗墙（地）面积比外窗（包括通往开敞空间门透明部分）的传热系数、太阳得热系数应符合表7规定的限值，且应符合下列规定：

- 1.当外窗为凸窗且有透明侧窗时，其传热系数应将外窗的传热系数规定的限值乘 0.80 的修正系数后采用，计算窗墙面积比时，凸窗的面积按洞口面积计算；
- 2.坡屋面上的天窗的窗地面积比应不大于 0.04，其传热系数 K 应不大于 $1.2W/(m^2 \cdot K)$ ，太阳得热系数 SHGC 夏季应不大于 0.20，冬季应不小于 0.50；
- 3.不设供暖空调的公共楼梯间、电梯间及电梯机房、外走廊及一层公共门厅的透明外门窗的 $K \leq 3.2 W/(m^2 \cdot K)$ ；
- 4.当外窗太阳得热系数限值要求 ≤ 0.30 时，为满足限值要求，宜采用外遮阳、中置百叶遮阳等设施；
- 5.当屋面保温层设置在坡屋面底部的阁楼楼板上时，坡屋面上的顶窗和天窗无热工性能要求；
- 6.套内外窗及敞开式阳台门在 10 Pa 压差下，每小时每米缝隙的空气渗透量 q_1 不应大于 $1.5m^3$ ，每小时每平方米面积的空气渗透量 q_2 不应大于 $4.5m^3$ 。

表 7 外窗的传热系数与太阳得热系数限值

平均窗墙面积比（ A_{wd}/A_w ）	传热系数 K[W/（ $m^2 \cdot K$ ）]	玻璃可见光透射 比 T_v	太阳得热系数 SHGC：南/东、西	
			夏季	冬季
$A_{wd}/A_w \leq 0.30$	≤ 1.8	≥ 0.50	$\leq 0.30/\leq 0.25$	—
$0.30 < A_{wd}/A_w \leq 0.40$	≤ 1.6		≤ 0.25	—
$0.40 < A_{wd}/A_w \leq 0.60$	≤ 1.5		≤ 0.20	$\geq 0.50/—$

6.1.3 围护结构热工性能参数计算应符合下列规定：

- 1.外墙的传热系数、热惰性指标限值应取各朝向外墙的平均传热系数 K_{mi} 与平均热惰性指标 D_{mi} ，其计算方法应分别符合《低能耗居住建筑节能设计标准》DB42/T559 附录 B 和附录 C 的规定；
- 2.无论精装交付还是毛还交付的项目，在验收时其围护结构中参与节能计算的构造层均应实施完成；
- 3.窗墙面积比应按建筑开间（轴距离）计算，且平均窗墙面积比应按《低能耗居住建筑节能设计标准》DB42/T559 附录 D 的规定计算。
- 4.透明外门窗（幕墙）的太阳得热系数（SHGC）按公式（1）和（2）计算。

$$SHGC = SHGC_c \cdot SD \dots\dots\dots (1)$$

$$SHGC_c = \frac{\sum g \cdot A_g + \sum \rho_s \frac{K}{\alpha_e} A_f}{A_w} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

SHGC_c——门窗（幕墙）自身的太阳得热系数，无量纲；

g——门窗（幕墙）中透光部分的太阳辐射总透射比，无量纲；

ρ_s——门窗（幕墙）中非透光部分的太阳辐射吸收系数，无量纲；

K——门窗、幕墙中非透光部分的传热系数[W/(m²·K)]；

α_e——外表面对流换热系数[W/(m²·K)]，夏季取 16W/(m²·K)，冬季取 20 W/(m²·K)；

A_g——门窗（幕墙）中透光部分的面积（m²）；

A_f——门窗（幕墙）中非透光部分的面积（m²）；

A_w——门窗（幕墙）的面积（m²）；

SD——建筑外遮阳的遮阳系数，无建筑遮阳时取 1，无量纲，按公式（3）计算或从《低能耗居住建筑节能设计标准》DB42/T559 附录 E 中查取。

$$SD = \frac{E_t}{I_0} \dots \dots \dots (3)$$

式中：

E_t——通过外遮阳系统后的太阳辐射（W/m²）；

I₀——门窗洞口朝向的太阳总辐射（W/m²）。

6.1.4 外窗（含外门透明部分）传热系数、窗玻璃遮阳系数、玻璃可见光透射比，应按《民用建筑热工设计规范》GB 50176的规定计算，工程设计可根据《民用建筑热工设计规范》GB 50176附录中选取。

6.1.5 符合下列条件的特殊围护结构部位可不作保温、隔热设计，但应在设计文件中加以明确说明或用图示给予区分。

1.除电梯机房外，高出建筑屋面二层及二层以下（每层面积小于等于 200m²）的出屋面楼梯间、贮藏室、物品库、设备用房等无人员长时间停留的房间，可不作保温、隔热设计；

2.凡居住建筑的楼梯间（或楼电梯间）三面墙与室外空气接触，仅有一面墙与住户套房（或候梯厅）相邻，则该楼梯间（或楼电梯间）三面外墙可不作保温隔热层；

3.通过开敞式外廊与住户相连通的独立楼梯间（或楼电梯间），其四面外墙可不作保温隔热层。

6.1.6 非透明幕墙的金属主龙骨应采用离墙（包括外墙外保温保护层面）悬挂构造。非透明幕墙各部位墙体的传热系数，应按《低能耗居住建筑节能设计标准》DB42/T559附录B第B.4条的规定计算。

6.2 建筑围护结构热工权衡判断

6.2.1 建筑围护结构的热工性能应优先采用规定性指标进行设计，当设计建筑有部分围护结构热工性能不能完全符合本导则第5.2.2条、5.2.3条、6.1.1~6.1.2条的规定时，应按本节规定和附录A的计算方法对设计建筑围护结构热工性能进行权衡判断。

6.2.2 进行权衡判断前，应满足下列基本要求：

1 体形系数不得大于表 8 的规定值要求；

2 窗墙比（包括坡屋面天窗）不得大于表 9 的规定值要求；

3 屋面、墙体、楼板的传热系数性能不得降低；

4 外窗（包括阳台门透明部分）的传热系数和太阳得热系数应满足表 10 的规定值要求；

5 当体形系数、窗墙比不满足规定性指标要求进行权衡时，墙体、外窗的传热系数和太阳得热系数应优于相近窗墙比的规定性指标要求；因外窗传热系数不满足规定性指标要求进行权衡时，外窗太阳得热系数应优于规定性指标要求；因外窗太阳得热系数不满足规定性指标要求进行权衡时，外窗传热系数应优于规定性指标要求。

表 8 体形系数基本要求

指标	参数	数值
体形系数	建筑层数≤3 层	0.60
	建筑层数≥4 层	0.45

表 9 窗墙比基本要求

指标	参数	数值
窗墙比	南	0.60
	东、西	0.35
	北	0.40
	坡屋面上的天窗	0.06

表 10 外窗的传热系数与太阳得热系数基本要求

平均窗墙面积比 (A_{wd}/A_w)	传热系数 $K[W/(m^2 \cdot K)]$	太阳得热系数 SHGC	
		南向	东西向
$A_{wd}/A_w \leq 0.30$	≤ 2.0	夏季 ≤ 0.35	夏季 ≤ 0.30
$0.30 < A_{wd}/A_w \leq 0.40$	≤ 1.8	夏季 ≤ 0.30	夏季 ≤ 0.25
$0.40 < A_{wd}/A_w \leq 0.60$	≤ 1.6	夏季 ≤ 0.25	夏季 ≤ 0.20

6.2.3 建筑物应在规定的计算条件下，采用附录A的计算方法对全年供暖和供冷的总耗电量进行动态权衡计算。

6.3 建筑节能构造设计

6.3.1 外墙保温应优先选用墙体自保温系统、保温结构一体化技术，建筑外墙立面宜采用浅色饰面或反射隔热涂料饰面。

6.3.2 外墙构造设计应符合下列要求：

1.外墙保温系统设计宜有相应的工程技术标准依据，参见《低能耗居住建筑节能设计标准》DB42/T559 附录 F；

2.外墙外保温系统选用应根据《建筑设计防火规范》GB 50016、建筑物使用性质、高度以及保温材料使用的位置等要求，合理确定保温材料燃烧性能等级、保温系统构造和防火隔离措施；

3.基层墙体与保温层之间应按《建筑外墙防水工程技术规程》JGJ/T 235 的规定设置找平层、防水层，找平层厚度应根据砌体平整度确定，且不宜超过 20mm，确需超过的应采取加强措施；

4.外墙与地面、室外平台、屋面相交的勒脚部位应选用吸水率低的保温材料，并做好与相邻部位和材料之间的防水密封措施；外墙采用纤维保温材料时应密封包覆，且不宜直接接触室外地面。

5.外墙上的挑出构件及附墙部件（如阳台、雨棚、开敞阳台栏板、室外空调搁板、附壁柱、装饰线条、结构性遮阳等），应符合本文件 6.1.1 的规定；

6.外墙接缝、嵌入外墙的金属件等热桥部位应有保温隔热措施；外墙变形缝盖口构件内侧，应紧密填充宽度不小于缝宽、深度不小于 200 mm 的柔性 A 级不燃保温材料；

7.建筑外饰面做法应选用与保温系统相配套的材料，保温系统的构造层次、防水、抗裂和锚固措施参见《低能耗居住建筑节能设计标准》DB42/T559 附录 F，外墙外保温工程饰面不宜采用面砖饰面；

8.外墙外保温系统设置防火隔离带时，应满足《建筑外墙外保温防火隔离带技术规程》JGJ 289 的要求。

6.3.3 围护结构建筑节能基本构造的主要类型参见表11，围护结构基本构造示意图与常见材料性能参数参见《低能耗居住建筑节能设计标准》DB42/T559附录F。

表 11 围护结构建筑节能基本构造主要类型

序号	基本构造	
1	外墙	高性能蒸压加气混凝土砌块（板）墙体自保温系统
2		预制混凝土夹心保温外墙板系统
3		预制混凝土反打保温外墙板系统
4		免拆复合保温模板现浇混凝土墙体保温系统
5		内置保温现浇复合剪力墙系统
6		保温装饰板外墙外保温系统
7		保温板薄抹灰外墙外保温系统
8		非透明幕墙外保温系统
9		内保温系统
8	内墙	单面保温系统
9		双面保温系统
10	楼板	全轻混凝土保温系统
11		保温板保温系统
		顶棚保温板保温系统
12		免拆复合保温模板现浇混凝土楼板保温系统
13	屋面	一般屋面
14		倒置式屋面
15		种植屋面
16		架空隔热板屋面
17		瓦屋面

6.3.4 外门窗设计应符合下列规定：

- 1.外窗应有安全、防脱落的措施；
- 2.外门窗宜采用塑料、隔热铝合金多腔型材中空玻璃窗，不应采用非隔热型材，双玻单腔中空玻璃的气体层厚度不应小于 12 mm；
- 3.各朝向外窗热工性能等级、玻璃品种、厚度及中空层尺寸，不宜多于两种；
- 4.外窗不宜采用转角窗和转角凸窗；
- 5.建筑采用外凸（飘）窗时，外窗尺寸不宜大于 600mm（外墙外边线至凸窗中心线尺寸）。

6.3.5 外门窗与墙体之间的节点构造应符合下列要求：

- 1.外门窗框与墙体之间缝隙，应采用弹性发泡保温材料填充，不得采用水泥砂浆填缝；墙面内外粉刷与窗框之间缝隙，应采用建筑密封胶嵌缝增强围护结构气密性；
- 2.门窗洞口四周外侧边墙面应设保温层，厚度不应少于 20 mm 并确保不结露，且应做好收头密封处理，窗台保温层面应有防踩踏措施。

6.3.6 居住建筑东、南、西向外窗应采取遮阳措施，并应符合下列规定：

- 1.东、西向外窗宜设置可遮住窗户正面的外遮阳或中置活动遮阳；
- 2.南向外窗宜设水平遮阳或中置活动遮阳；
- 3.建筑外遮阳装置应与结构牢固连接；
- 4.当南向阳台进深大于等于 1.5 m 时，可认定通向阳台的外门窗满足本导则夏季综合太阳得热系数的要求。

6.3.7 屋面节能设计应采取下列综合措施：

- 1.屋面隔热设计应采用外保温；

2.建筑屋面面层宜采用浅色饰面或反射隔热涂料饰面或架空隔热等措施。

6.3.8 屋面中的接缝、混凝土等构成热桥的部位应有保温隔热措施；结构变形缝盖口构件内侧，应紧密填充深度不小于150mm的柔性A级不燃保温材料。

6.3.9 屋面保温材料应选择满足使用荷载要求、吸水率低、保温性能好的材料；面（保护）层应满足抗压、耐磨要求，并有防水、防潮措施。倒置式屋面保温材料选择及使用厚度应符合《倒置式屋面工程技术规程》JGJ 230的规定。

6.3.10 楼地面保温设计应符合下列要求：

1.供暖空间与供暖空间的楼板保温层宜设在楼板上部，建筑物室内接触基土的首层地面铺设保温层前应增设水泥混凝土垫层并作防潮处理。当楼板上铺设板材类保温材料，其平整度不满足要求时，宜设找平层；

2.有防水、防潮要求的地面，保温层宜铺设在防水、防潮隔离层上面，保温层与地面面层之间应设保护层；

3.地下室的地上、地下交界部位的楼板、架空、外挑楼板应采用外保温做法，并应有安全、防开裂、脱落的措施；保温设计应注明所用保温材料及厚度、构造做法、组成材料性能要求，并用图例表示或说明使用范围；

4.有撞击声隔声要求的楼板保温宜使用保温隔声系统一体化设计；

5.铺设在楼板上面的保温材料不应采用松散型材料或浆体类材料。

7 供暖、通风、空调和燃气设计

7.1 一般规定

7.1.1 供暖和空调系统的施工图设计，必须对每一个供暖、空调房间进行热负荷和逐项逐时的冷负荷计算。

7.1.2 居住建筑室内热湿环境的调节应遵循通风优先、热湿调控与之配合的设计原则，在满足全年室内热环境、空气品质要求的前提下实现能源的高效综合利用。

7.1.3 应通过对当地能源资源、环境情况和建筑使用模式的综合分析，选择清洁、低碳的供暖、通风和空调方式。

7.1.4 居住建筑供暖、通风与空调系统形式应根据下列原则进行选择：

1.适应居住建筑使用模式，满足房间功能需求；

2.有利于提高室内空气品质和热环境质量；

3.有利于提高设备和系统能效；

4.适应资源环境的约束；

5.全寿命期技术经济合理。

7.1.5 除符合下列条件之一时，不应采用电直接加热设备作为供暖热源，当采用电直接加热设备作为供暖热源时，应分散设置。

1.建筑所在地无法利用其他形式的能源；

2.利用可再生能源发电，其发电量能满足自身电加热用电量需求的建筑；

3.电力供应充足，且电力政策鼓励用电供暖时。

7.1.6 单个燃烧器额定热负荷不大于5.23kW的家用燃气灶具的能效限定值应符合表12的规定。

表 12 家用燃气灶具的能效限定值

类型		热效率 η (%)
大气式灶	台式	≥ 62
	嵌入式	≥ 59

	集成灶	≥ 56
红外线灶	台式	≥ 64
	嵌入式	≥ 61
	集成灶	≥ 58

7.1.7 风机和水泵选型时，风机效率不应低于现行国家标准《通风机能效限定值及能效等级》GB 19761规定的通风机能效等级的2级。循环水泵效率不应低于现行国家标准《清水离心泵能效限定值及节能评价》GB 19762规定的节能评价。

7.2 通风系统

7.2.1 应结合建筑设计充分利用自然通风，房间的可开启外窗的设置应符合本文件第4.5条的规定。应做好室内气流组织设计，提高通风系统的有效性。宜设置组织的通风换气装置满足新风量的需求或预留新风装置的安装位置。

7.2.2 厨房、卫生间应设置局部机械排风装置；排风竖井出屋面处宜采用被动式无动力风帽装置。

7.2.3 设有供暖、空调系统的居住建筑，当经济合理时宜采用带热回收的机械换气装置对新风进行预冷或预热处理。

7.2.4 居住建筑吸油烟机的能效应符合《吸油烟机能效限定值及能效等级》GB 29539中规定的节能评价要求。

7.2.5 地下停车库设置通风系统时，应根据车库内的CO浓度进行自动运行控制。风量大于10000m³/h通风系统的风机单位风量耗功率不应大于0.27W/(m³/h)。

7.3 供暖和空调系统

7.3.1 居住建筑供暖、空调系统应设置自动室温调控装置。

7.3.2 当居住建筑采用集中供暖、空调系统时，应设置分户热（冷）量计量或分摊设施。

7.3.3 居住建筑供暖系统设计应符合下列规定：

- 1.连续使用的居住空间宜采用地板辐射供暖，且全面辐射供暖室内设计温度可降低 2℃。
- 2.间歇使用的居住空间宜采用散热器供暖，散热器应明装。

7.3.4 居住建筑设置集中供暖系统时，应按热水连续供暖进行设计。居住区内配套公共建筑的供暖系统应与居住建筑分开。

7.3.5 采用辐射供冷系统时应按连续供冷进行设计。辐射供冷系统设计应符合下列规定：

- 1.当采用全面辐射供冷系统时，室内设计温度可提高 0.5℃~1.5℃；
- 2.使用空间的密闭性应得到保证；
- 3.宜采用顶棚或墙面作为辐射面；
- 4.应采用可靠的新风处理和防结露措施；
- 5.卫生间及厨房不宜采用辐射供冷系统。

7.3.6 采用户式冷水（热泵）机组时，应标明经详细计算的系统压力损失，并根据冷、热工况对配套水泵进行校核，应配置储能水箱，机组及水泵均宜采用变频设备。

7.3.7 集中空调水系统循环水泵的选配应满足《公共建筑节能设计标准》GB 50189中耗电输冷（热）比的规定，并应标注在施工图的设计说明中。

7.3.8 集中空调系统的管道与设备应采取保温保冷措施，其绝热层的设置应符合下列规定：

- 1.保温层厚度应按《设备及管道绝热设计导则》GB/T 8175 中经济厚度计算方法计算确定；
- 2.供冷或冷热共用时，保冷层厚度应按《设备及管道绝热设计导则》GB/T 8175 中经济厚度和防止表面结露的保冷层厚度方法计算确定，并取其大值；

3.管道与设备绝热厚度及风管绝热层最小热阻应按《公共建筑节能设计标准》GB 50189 附录 D 的规定选用；

4.管道和支吊架之间，管道穿墙、穿楼板处应采取防止“热桥”或“冷桥”的措施；

5.采用非闭孔材料保温时，外表面应设保护层；采用非闭孔材料保冷时，外表面应设隔汽层和保护层。

7.4 供暖和空调系统的冷热源

7.4.1 居住建筑供暖、空调冷热源，宜按下列顺序选择：

- 1.利用工业余热、废热或热电联产热源；
- 2.电驱动的热泵型空调机组（器），包括地源热泵和空气源热泵；
- 3.蒸汽或热水驱动的吸收式冷（热）水机组；
- 4.燃气热泵或供暖热水炉。

7.4.2 采用户式燃气供暖热水炉作为供暖热源时，其热效率应满足表13的规定。

表 13 户式燃气供暖热水炉的热效率

设备类型			热效率（%）
采暖炉	热水	η_1	≥ 96
		η_2	≥ 92
	采暖	η_1	≥ 99
		η_2	≥ 95
注： η_1 为户式燃气供暖热水炉额定热负荷和部分热负荷(供暖状态为 30%的额定热负荷)下两个热效率值中的较大值， η_2 为较小值。			

7.4.3 采用房间空调器时，其全年性能系数（APF）或制冷季节能效比（SEER）不应低于表14的规定值。

表 14 房间空调器能效限值

类型	额定制冷量（CC）/ W	全年性能系数（APF）	制冷季节能效比（SEER）
分体热泵型	$CC \leq 4500$	5.0	—
	$4500 < CC \leq 7100$	4.5	—
	$7100 < CC \leq 14000$	4.2	—
分体单冷式	$CC \leq 4500$	—	5.8
	$4500 < CC \leq 7100$	—	5.5
	$7100 < CC \leq 14000$	—	5.2

7.4.4 采用多联式空调（热泵）机组时，其在名义制冷工况或规定条件下的能效不应低于表15~16的规定值。

表 15 风冷多联式空调（热泵型）机组全年性能系数

名义制冷量（CC）kW	APF
$CC \leq 14$	≥ 5.2
$14 < CC \leq 28$	≥ 4.8
$28 < CC \leq 50$	≥ 4.5
$50 < CC \leq 68$	≥ 4.2
$CC > 68$	≥ 4.0

表 16 水冷多联式空调（热泵）机组制冷综合部分负荷性能系数

名义制冷量 (CC) kW	IPLV
$CC \leq 28$	≥ 7.0
$CC > 28$	≥ 6.8

7.4.5 采用电机驱动的蒸气压缩循环冷水（热泵）机组时，其在名义工况和规定条件下的性能系数（COP）和综合部分负荷性能系数（IPLV）不应低于《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015的规定。

7.4.6 电动压缩式冷水机组的总装机容量应根据计算的空调系统冷负荷值直接选定，不应另作附加；在设计条件下，当机组的规格不能符合计算冷负荷的要求时，所选择机组的总装机容量与计算冷负荷的比值不得超过1.1。

7.4.7 当选择地源热泵系统作为居住区或作为户用供暖空调的冷热源时，应进行适宜性分析，且严禁破坏和污染地下资源，水（地）源热泵机组的性能系数/全年综合性能系数（COP/ACOP）不应低于表17的规定值。

表 17 水（地）源热泵机组能效限值

类型			名义制冷量 (CC) kW	性能系数/全年综合性能系数 (COP/ACOP) W/W
冷热风型	热泵型	水环式	—	4.10
		地下水式	—	4.60
		地埋管式、地表水式	—	4.00
冷热水型	单热型	水环式	$CC \leq 260$	5.00
			$CC > 260$	5.40
		地下水式	$CC \leq 260$	4.50
			$CC > 260$	4.70
		地埋管式、地表水式	$CC \leq 260$	4.30
			$CC > 260$	4.50
	热泵型	水环式	$CC \leq 260$	4.70
			$CC > 260$	5.20
		地下水式	$CC \leq 260$	5.50
			$CC > 260$	5.80
		地埋管式、地表水式	$CC \leq 260$	4.70
			$CC > 260$	5.10

注：单热型机组按名义制热量，热泵型机组按名义制冷量；单热型机组的能效指标为 COP，热泵型机组的能效指标为 ACOP。

8 给水排水设计

8.1 一般规定

8.1.1 给排水系统的节水设计应符合《建筑给水排水设计标准》GB 50015和《民用建筑节水设计标准》GB 50555的有关规定。

8.1.2 生活热水系统应有保证用水点处冷水、热水供水压力平衡和稳定的措施。

- 8.1.3 生活供水系统应按照使用用途、付费或管理单元，分项、分级安装满足使用需求的计量装置。
- 8.1.4 给水泵设计选型时其效率不应低于现行国家标准《清水离心泵能效限定值及节能评价值》GB 19762规定的节能评价值。

8.2 供水系统

- 8.2.1 给水系统应充分利用室外管网压力直接供水。
- 8.2.2 室外给水管网压力不能满足最不利配水点卫生器具或用水设备最低工作压力要求时，供水系统应结合室外管网压力等供水条件，根据建筑用途、建筑高度、使用要求、材料设备性能、维护管理、运营能耗等因素合理确定系统供水方式及供水分区，采用合理的加压供水系统，且应满足下列要求：
- 1.有条件设置高位水箱时，宜采用高位水箱和工频水泵联合供水；
 - 2.室外管网条件许可时，宜采用叠压供水；
 - 3.采用变频调速供水方式时，宜采用恒压变量供水。
- 8.2.3 高层建筑的供水系统应竖向分区，且应满足下列要求：
- 1.各分区的最低卫生器具配水点的静水压力不宜大于 0.45 MPa；
 - 2.各加压供水分区宜分别设置加压泵，不宜采用减压阀减压后分区；
 - 3.建筑入户管给水压力不应大于 0.35 MPa；
 - 4.各分区内压力较高的楼层，应采取减压措施，保证用水点处水压力不大于 0.20MPa，并满足用水器具最低工作压力的要求。
- 8.2.4 供水泵房宜设置在靠近建筑物或建筑小区用水量大的部位；条件许可时，宜减少泵房内贮水池（箱）与用水点间需要加压的高差，当泵房内需要设置低位贮水池（箱）时，宜布置在地下一层及以上，不应设置在地下三层及以下。
- 8.2.5 供水加压系统应根据管网水力计算选型和配置，保证加压泵组高效率运行，且所选水泵的Q-H曲线特性应随着流量增大扬程逐渐下降。供水加压设备的选择应满足下列要求：
- 1.供水系统采用变频调速泵组供水时，各台水泵宜在高效区内工作。水泵调速范围宜在 0.7~1.0 范围内。水泵额定转速时的工况点，应位于水泵高效区的末端；
 - 2.变频调速泵组的水泵规格、数量应根据主泵高效区流量与设计流量变化范围间的比例关系确定，变频工作泵应设 2 台或 2 台以上，但不宜多于 4 台，并应至少设一台备用泵。当用水量不均衡且持续时间较长时，宜配置适合于低谷用水量的小型水泵，小型水泵的流量可为工作泵流量的 1/3~1/2；
 - 3.恒压供水宜采用同型号水泵，变压供水宜采用不同型号水泵；
 - 4.给水系统采用管网叠压供水时，水泵工频与变频运行的工作区均宜在高效区内；
 - 5.供水水泵机组采用变频调速控制时，每台水泵应设置单独的变频器。设备应能自动进行小流量运行控制，具有小流量运行功能。当工作泵额定流量不小于 10m³/h，设备供水流量小于单台工作泵额定流量的 25%时，在满足用水压力的要求的条件下，设备应能自动进入小流量运行的节能状态，工作泵额定流量小于 10m³/h 时不可受限制。
- 8.2.6 供水系统管材选择应符合下列要求：
- 1.应使用耐腐蚀、耐久性能好的管材、管件和阀门；
 - 2.管件和管材宜为同一材质，管件宜与管道同径；
 - 3.管道与管件连接的密封材料应卫生、严密、防腐、耐压、耐久；
 - 4.给水系统采用的阀件的公称压力不得小于管材及管件的公称压力。
- 8.2.7 卫生器具和设备应满足下列要求：
- 1.采用的卫生洁具、水嘴、淋浴器等应符合《节水型生活用水器具》CJ/T 164 及《节水型产品通用技术条件》GB/T 18870 的规定；
 - 2.水龙头、淋浴喷头内部宜设置限流配件；

- 3.全部卫生器具应采用节水器具，满足现行有关国家用水效率等级标准的2级水效要求；
- 4.公共场所的洗手盆水嘴应采用非接触式或延时自闭式水嘴，小便器、大便器应配套采用延时自闭式冲洗阀、感应式冲洗阀、脚踏式冲洗阀。
- 8.2.8 水表应按照使用用途和管网漏损检测要求设置，并应符合下列规定：
 - 1.住宅小区引入管应设置水表；
 - 2.景观、灌溉及消防等不同用途的供水均应设置水表；
 - 3.住宅配套公建用水应分类设置计量水表；
 - 4.住宅建筑每个居住单元应设置水表；
 - 5.贮水池或水箱的补水管应设置水表；
 - 6.高位水箱供水管宜设置水表；
 - 7.水表选型应符合《建筑给水排水设计标准》GB 50015 和《民用建筑节能设计标准》GB 50555 的规定。
- 8.2.9 冷却塔应选用冷效高、飘水少、噪声低的产品，其选用及设置应满足《建筑给水排水设计标准》GB 50015的相关要求。
- 8.2.10 地面以上的污废水应采用重力流直接排入室外管网。

8.3 热水系统

- 8.3.1 热水系统用水定额、水温 and 水质应符合《建筑给水排水设计标准》GB 50015和《民用建筑节能设计标准》GB 50555的规定。
- 8.3.2 集中生活热水系统不应采用市政供电直接加热作为生活热水系统的主体热源。
- 8.3.3 新建居住建筑应安装可再生能源热水系统，不具备太阳能集热条件时，应设置空气源热泵热水系统，空气源热泵热水机组能效应符合《热泵热水机（器）能效限定值及能效等级》GB 29541中规定的2级能效标准。
- 8.3.4 采用太阳能集热器集中设置的太阳能热水系统，应满足全部住户的热水需求；当集热器面积不足时，应按最大适宜安装面积确定集热器面积，并优先满足靠近太阳能集热器住户的热水需求。
- 8.3.5 太阳能集热器面积应经过计算确定。太阳能热水系统设计应符合《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB 50364的要求。
- 8.3.6 分户设置太阳能热水系统时，集热器安装位置应不影响室内视线，宜安装在日照时间长、接管方便、便于维护的阳台或外墙面；集热器应具有集热效率高、不宜损坏、使用寿命长的特点；建筑应同步设计集热器和蓄热水箱平台。
- 8.3.7 集中热水系统应设置循环系统，并应符合下列要求。
 - 1.集中热水系统采用机械循环，保证干管、立管中的热水循环。集中热水系统热水表后或户内热水器后不循环的热水供水支管，长度不宜超过 8m；
 - 2.全日集中供应热水的循环系统，应保证配水点出水温度不低于 46℃的时间，对于住宅不得大于 15s，其它居住建筑不得大于 10s。
- 8.3.8 采用共用水加热设备的局部生活热水系统应符合下列要求：
 - 1.三个或三个以上卫生间，宜设置循环系统；
 - 2.支管长度大于 15 m 时，宜设置循环系统。
- 8.3.9 居住建筑采用集中热水供应系统时，距离远的分散供水点宜选用局部加热装置。
- 8.3.10 热水循环系统管道的布置应保证循环效果，并应符合下列规定：
 - 1.宜采用同程布置；
 - 2.当采用同程布置有困难时，热水回水干管、立管可采用限流调节阀、温控阀、导流三通等保证循环效果的措施；

3.当热水配水支管较长不能满足本导则的要求时，宜设支管循环；

4.当采用减压阀分区供热水时，应保证各分区的热热水循环；

5.当采用热水贮水水箱经加压水泵集中供应热水时，可不单独设置循环水泵，但应在回水干管入热水贮水箱处，设带温控调节功能的流量控制阀，控制循环回水流量。

8.3.11 热水供应系统保证用水点处冷、热水供水压力平衡的措施应符合下列规定：

1.冷、热水系统分区应一致；

2.当冷、热水系统分区一致有困难时，宜采用在配水支管上设可调式减压阀等减压措施，保证用水点处冷、热水供水压力平衡；

3.用水点处冷、热水供水压力差不宜大于 0.01MPa；

4.在用水点处宜设带调节压差功能的混合器、混合阀。

8.3.12 热水系统需采用加压方式供应热水时，加压水泵组应选用变频调速控制，在恒压供热水时，设备的压力控制误差不应超过 $\pm 0.01\text{MPa}$ 。

8.3.13 热水系统的循环水泵应设置温度自控装置，控制循环水泵的启停。

8.3.14 热水供应系统的控制应满足下列要求：

1.直接供应热水的热水机组或水加热器出口的最高水温或储水温度应控制在 $55^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ 。当采用热泵热水系统时，储水温度可降低至 50°C ；

2.采用循环热水供应系统时，循环水泵应采用定时或定温循环开关；

3.设有内循环的储水槽，应有时间及温度控制，加热结束后 5 分钟内应自动关闭循环泵。

8.3.15 热水系统的设备和管道均应保温。

8.3.16 热水系统的设备和管道的保温绝热层厚度应符合《设备及管道绝热设计导则》GB/T 8175的要求，并经计算确定。

9 电气与智能化设计

9.1 供配电系统

9.1.1 变配电所或配电室应深入或接近负荷中心。

9.1.2 三相配电干线的各相负荷宜分配平衡，最大相负荷不宜超过三相负荷平均值的115%，最小相负荷不宜小于三相负荷平均值的85%。

9.1.3 应选用接线组别为D，yn11 的节能型变压器、节能型电气设备和元器件，建筑内机电设备的配电系统应采取节电措施。

9.1.4 电力变压器的能效应不低于《电力变压器能效限定值及能效等级》GB 20052中能效等级2级的要求。

9.1.5 合理采取无功补偿和抑制谐波的措施，无功补偿宜在变压器低压侧集中补偿，低压侧功率因数不宜低于0.9；高压侧的功率因数应符合当地供电部门的要求。

9.1.6 套内的电源线应选用铜质导体，进户线不应小于 10mm^2 ，照明和插座回路支线不应小于 2.5mm^2 。

9.1.7 应设置电能及其它能源的计量装置，宜设置能耗监测管理系统。

9.2 照明

9.2.1 居住建筑照明标准值应符合表18规定。

表 18 照明标准值

房间或场所		参考平面 及其高度	照度标准 值 (lx)	照明功率密 度限值的目 标值 (W/m ²)	统一眩光 值 UGR	照度均 匀度 U ₀	显色指 数 R _a
住宅建筑照明标准值							
起居室	一般活动	0.75m 水平面	100	≤4.0	—	—	80
	书写、阅读		300*				
卧室	一般活动	0.75m 水平面	75				80
	床头、阅读		200*				
餐厅		0.75m 餐桌面	150				80
厨房	一般活动	0.75m 水平面	100				80
	操作台	台面	300*				
卫生间	一般活动	0.75m 水平面	100				80
	化妆台	台面	300*				90
走廊、楼梯间		地面	100	≤1.5	25	0.60	60
电梯前厅		地面	75	—	—	0.40	60
宿舍建筑照明标准值							
居室		0.75m 水平面	150	≤4.0	—	—	80
卫生间		0.75m 水平面	100		—	—	80
公厕、盥洗室、浴室		地面	150	≤3.5	—	0.60	60
公共活动室（空间）		地面	300	≤6.5	—	—	80
公用 厨房	一般活动	0.75m 水平面	100	≤4.0	—	—	80
	操作台	台面	300*		—	—	
走廊		地面	100	≤2.5	25	0.6	60
其他房间或场所照明标准值							
公共机 动车库	车道	地面	50	≤1.4	—	0.6	60
	车位	地面	30		—	0.6	60
门厅	普通	地面	100	—	—	0.40	60
	高档	地面	200	—	—	0.60	80
变、配电 站	配电装置室	0.75m 水平面	200	—	—	0.60	80
	变压器室	地面	100	—	—	0.60	60
发电机房		地面	200	—	25	0.60	80
水泵房、风机房、空调 机房		地面	100	≤2.5	—	0.60	60
电梯机房		地面	200	—	25	0.60	80
控制室	一般控制室	0.75m 水平面	300	≤6.5	22	0.60	80
	主控制室		500	≤9.5	19		

注：*指混合照明照度。

9.2.2 照明光源应选用高效节能光源，不应采用普通白炽灯。走道、楼梯间、地下车库、设备用房等公共场所，宜选用高效能LED灯。

9.2.3 荧光灯、金属卤化物灯应配用电子镇流器或节能型电感镇流器，使用电感镇流器的气体放电灯应在灯具内设置电容补偿，荧光灯功率因数应不低于0.9，金属卤化物灯功率因数应不低于0.85。

9.2.4 在满足眩光限制和配光要求条件下，应选用效率或效能高的灯具，并应符合下列规定：

1.直管型荧光灯灯具的初始效率不应低于表 19 的规定：

表19 直管型荧光灯的灯具初始效率

灯具出光口形式	开敞式	保护罩		格栅
		透明	棱镜	
灯具效率	75%	70%	55%	65%

2.紧凑型荧光灯筒灯灯具的初始效率不应低于表 20 的规定：

表 20 紧凑型荧光灯筒灯的灯具初始效率

灯具出光口形式	开敞式	保护罩	格栅
灯具效率	55%	50%	45%

3.小功率金属卤化物灯筒灯灯具的初始效率不应低于表 21 的规定：

表 21 小功率金属卤化物灯筒灯的灯具初始效率

灯具出光口形式	开敞式	保护罩	格栅
灯具效率	60%	55%	50%

4.LED 筒灯的灯具初始效能不应低于表 22 的规定：

表 22 LED 筒灯的灯具初始效能值（lm/W）

额定相关色温		2700K/3000K		3500K/4000K/5000K	
灯具出光口形式		格栅	保护罩	格栅	保护罩
灯具功率	≤5W	75	80	80	85
	>5W	85	90	90	95

注：当灯具一般显色指数 Ra 不低于 90 时，灯具初始效能值可降低 10lm/W。

5.LED 平板灯的灯具初始效能不应低于表 23 的规定。

表 23 LED 平板灯的灯具初始效能值（lm/W）

额定相关色温	2700K/3000K	3500K/4000K/5000K
灯具初始效能值	95	105

注：当灯具一般显色指数 Ra 不低于 90 时，灯具初始效能值可降低 10lm/W。

9.2.5 有条件时，宜采用各种导光或反光装置将天然光引入室内进行照明。

9.2.6 公共场所的照明，采用分区分组、定时、自动降低照度或自动感应方式控制。当应急疏散照明采用节能自熄开关时，必须采取消防时强制点亮的措施。

9.2.7 照明产品应满足国家现行有关标准节能评价值的要求。

9.3 电气设备

9.3.1 应选用能耗低、电磁兼容性好的家用电器设备，为其供电的电源回路应设置相应的配电保护。

9.3.2 家用电器的电源插座宜选用自带翘板开关控制的插座面板。

9.4 太阳能光伏发电系统

9.4.1 太阳能光伏发电系统应与建筑一体化设计，满足现行国家标准《建筑光伏系统应用技术标准》GB/T 51368、《光伏建筑一体化系统防雷技术规范》GB/T 36963相关要求。

9.4.2 光伏组件平均光电转换效率应满足表24要求。

表 24 光伏组件平均光电转换效率

类型			平均光电转换效率
晶硅组件	多晶硅		$\geq 19.4\%$
	单晶硅	P 型	$\geq 21.2\%$
		N 型	$\geq 22.3\%$
薄膜组件	硅基		$\geq 12\%$
	铜铟镓硒（CIGS）		$\geq 15\%$
	碲化镉（CdTe）		$\geq 15\%$
	钙钛矿及其他		$\geq 14\%$

9.4.3 太阳能光伏系统应给出系统装机容量和年发电总量。

9.5 智能化系统

9.5.1 居住建筑宜设计建筑设备管理系统，对公共区域的空调及通风、给水排水、供配电、照明、电梯等设备进行监控，并对其能耗进行监测。

9.5.2 公共区域能耗监测的内容应包括电量、水量、燃气量、集中供热/供冷量及其他能源、可再生能源等，应具有故障报警和信息记录功能。

9.5.3 宜设置家居电能管理系统，系统功能宜符合下列要求：

- 1 在系统平台提供查询、远程及定时开断功能，且具备数据安全防护功能。
- 2 用电功率及用电量宜按回路分别统计，通过业主移动端软件可实时查看各用电回路开关状态和用电功率，并具备远程通断微型断路器的功能。
- 3 家用光伏电源、家用储电设备的管理系统应能反馈工作/故障状态、产电/储电量、效率衰减等值等信息，并提供开放接口，与家居电能管理系统的模块数据对接，实现集中监控。
- 4 融合智能家居系统，集控系统设置多模网关，接入室内照明灯具、电动遮阳装置、空调、供暖、各类探测器及智能电器等，统一监控和管理。

附录 A

(规范性)

建筑围护结构热工性能权衡判断

A.1 建筑围护结构热工性能权衡判断计算软件应具有下列功能：

- 1 采用动态负荷计算方法；
- 2 能逐时设置人员数量、照明功率、设备功率、室内温度、供暖和空调系统运行时间；
- 3 能计入建筑围护结构蓄热性能的影响；
- 4 能计算建筑热桥对能耗的影响；
- 5 能计算 10 个以上的建筑分区；
- 6 能直接生成建筑围护结构热工性能权衡判断计算报告。

A.2 建筑围护结构热工性能权衡判断采用对比评定法，并应符合下列规定：

- 1 判断指标应为全年供暖和供冷总耗电量；
- 2 当设计建筑总耗电量不大于参照建筑时，判定围护结构的热工性能符合本导则要求；
- 3 当设计建筑总耗电量大于参照建筑时，应调整围护结构的热工性能重新计算，直至设计建筑的总耗电量不大于参照建筑。

A.3 计算设计建筑全年累计耗冷量和累计耗热量时，应符合下列规定：

- 1 参照建筑的形状、大小、朝向、内部的空间划分、使用功能应与设计建筑完全一致；
- 2 参照建筑围护结构应符合本导则 6.1 节的规定，本导则未作规定时，参照建筑应与设计建筑一致；
- 3 建筑功能区除设计文件明确为非空调区外，均应按设置供暖和空气调节系统计算；
- 4 全年供暖和供冷总耗电量计算应符合现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015 附录 C 的规定。

A.4 建筑物在规定条件下的供暖和空调年耗电量应采用动态方法计算，并应符合下列规定：

- 1 室外气象计算参数应采用现行行业标准《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346 中的相关数据；
- 2 供暖、空调设备为家用空气源热泵空调器，制冷时额定能效比取 3.8，供暖时额定能效比取 3.0；
- 3 建筑的空气调节和供暖系统运行时间、室内温度、照明功率密度值、照明使用时间、房间人均占有的建筑面积及逐时在室率、换气次数、电器设备功率密度及逐时使用率，应符合现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015 附录 C 的规定。

武汉市超低能耗居住建筑节能设计导则

Design guide for residential buildings of ultra-low energy
consumption in Wuhan

条文说明

1 范围

本文件适用于纳入基本建设监管程序的各类居住建筑，主要包括住宅建筑和宿舍建筑。

3 术语和定义

3.3 遮阳系数的定义为投进玻璃、门窗、玻璃幕墙及其遮阳设施的太阳辐射得热量，与相同条件下透进相同面积的标准玻璃（3mm 厚的透明玻璃）的太阳辐射得热量的比值。行业标准《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》JGJ/T 151 中规定 3mm 玻璃太阳光总透射比理论值 0.87。 $SHGC = 0.87 \times SC_c$ ， SC_c 为窗本身的遮阳系数。

太阳辐射照度是被窗户等透光部位本身遮挡和建筑外遮阳构件遮挡后进入室内的，因此太阳得热系数 $SHGC$ 和遮阳系数 SC 都是二者的综合值；衡量外窗等透光玻璃光学性能的窗本身的太阳得热系数表示为 $SHGC_c$ ，对应的窗本身遮阳系数表示为 SC_c 。

3.10 全年综合性能系数 $ACOP = 0.56EER + 0.44COP$ ，其中， EER 为水（地）源热泵机组在额定制冷工况下满负荷运行时的能效； COP 为水（地）源热泵机组在额定制热工况下满负荷运行时的能效。加权系数 0.56 和 0.44 为选择北京、哈尔滨、武汉、南京和广州五个典型城市的办公建筑制冷、制热时间分别占办公建筑总的空调时间的比例。

4 基本规定

4.1 超低居住建筑应首先保证居住者的安全、健康、舒适，满足室内热环境和空气品质的要求，在此基础上通过建筑布局、朝向、体形优化和遮阳、自然通风、保温隔热等被动式技术措施降低建筑的冷热需求，再通过提高供暖空调、照明电气和给排水等建筑用能系统的能源利用效率降低能源消耗，以及充分利用可再生能源平衡和替代，降低建筑能耗和碳排放，实现超低能耗、近零能耗乃至零能耗目标。

4.2 《中华人民共和国能源法》第二十二条：“国家支持优先开发利用可再生能源，合理开发和清洁高效利用化石能源，推进非化石能源安全可靠有序替代化石能源，提高非化石能源消费比重。”、第二十五条：“国家推进风能、太阳能开发利用，坚持集中式与分布式并举，加快风电和光伏发电基地建设，支持分布式风电和光伏发电就近开发利用，合理有序开发海上风电，积极发展光热发电。”、第二十六条：“国家鼓励合理开发利用生物质能，因地制宜发展生物质发电、生物质能清洁供暖和生物液体燃料、生物天然气。国家促进海洋能规模化开发利用，因地制宜发展地热能。”

本条所述的供热包含建筑供暖和生活热水，规定了供冷和供热系统选择的原则。可再生能源的利用，其具体形式的选用，要充分依据项目资源条件和系统末端需求，进行适宜性分析，当技术可行性和经济合理性同时满足时，方可采用。

太阳能、地源热泵系统、空气源热泵系统的应用与项目所在地的资源条件密切相关，应根据资源禀赋、以可再生能源的高效利用为目标，选择经济适用的技术方式和系统形式；应对实施项目进行负荷分析、系统能效比较，明确其具有技术可行、经济合理的应用前景时，才能确保实现节能环保的运行效果。热泵系统需要采用热能或者电能驱动，当采用化石能源燃烧获得的电能或热能作为驱动能源时，热泵系统供热量消耗的驱动化石能源量，应低于提供相同热量直接燃烧所需化石能源量。热电联产电厂的余热、工业废热是已经具有的热量，具备利用条件时应优先进行利用。

4.3 建筑本体节能率是建筑节能的关键控制指标，近年来，安徽省、浙江省、江苏省、上海市等夏热冬冷地区陆续发布了 75% 居住建筑节能设计标准，且《武汉市建筑节能与绿色建筑“十四五”发展规划》已明确：到 2025 年，城镇新建居住建筑能效由 65% 提升至 75% 的目标，故在本导则中明确相应指标要求。

本条要求的本体节能率不低于 75%是指以 20 世纪 80 年代初期建造的居住建筑作为比较能耗的基础,通过主、被动式节能技术策略,实现建筑能耗综合值降低 75%以上。2001 年我国发布实施了《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134-2010,标准规定节能率为 50%,故本导则要求的本体节能率不低于 75%也可考虑其建筑能耗水平较《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134-2010 降低 50%以上,即达到超低能耗居住建筑节能水平。

超低能耗居住建筑的本体节能率计算参照《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350。

4.4 随着城镇化的推进和人民生活水平的提高,我国建筑总量依然保持一定增长的势头。与发达国家相比,我国城镇化率低 20%左右,建筑领域碳减排压力更大。通过标准的提升降低新建建筑用能强度,同时优化用能结构,实现新建建筑碳排放强度的降低,是建筑领域实现碳达峰、碳中和战略的重要措施。

本条基于满足 4.3 条建筑本体节能率不低于 75%的要求,根据电力、煤炭、燃气等能源碳排放因子,对居住建筑的减碳效果进行了计算评估,以便反映建筑节能标准提升后对建筑运行碳排放降低的贡献。

碳排放强度降低限值根据模型分析得出,计算范围为供暖空调及照明能耗,不考虑可再生能源。

碳排放计算应符合《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366 运行阶段排放计算的要求。

4.5 天然采光和自然通风是住宅建筑被动式节能技术的关键指标,符合武汉市居民生活习惯,契合地域气候特征,有助于提升室内环境品质和降低建筑供暖空调、照明能耗,因此将天然采光与自然通风性能纳入超低能耗居住建筑的约束性指标:

1. 依据《建筑采光设计标准》GB50033,天然采光的主要功能房间包括卧室、起居室、厨房,采光系数标准值要求不低于 2%,武汉地区位于 IV 类光气候区,故其窗地面积比为 $1/6 \times 1.1$ 。《宿舍建筑设计规范》JGJ36 的 6.1.2 条要求:宿舍居室、公共活动室、共用厨房侧面采光的采光系数标准值不应低于 2%;公用盥洗室、公共厕所、走道、楼梯间等侧面采光的采光系数标准值不应低于 1%。另外,根据相关研究,学生宿舍照明累计时长较长,即使处于全天光照条件最好的时段也会开灯,说明使用者对于室内光环境要求较高,良好的天然采光可以极大的降低照明耗电量。

2. 室内自然通风是夏热冬冷地区居住建筑节能设计的重要手段之一,研究表明当室外温度不高于 28°C 而室内具有良好通风条件时,能基本保证室内人员的热舒适性,从而减少空调的运行时间。而居住建筑能否获得足够的自然通风与通风开口面积的大小密切相关。自然通风开口包括可开启的外窗及阳台门,自然通风开口面积不小于该房间地板面积的 8%系现行国家标准《绿色建筑评价标准》GB/T 50378 的规定,厨房的自然通风开口面积不小于该房间地板面积的 10%参照现行国家标准《住宅设计规范》GB 50096 的规定。应当注意的是,当采用自然通风的房间(卧室、起居室、明卫生间、厨房)外设置封闭阳台,计算通风面积比时,分母应为自然通风的房间和阳台地板面积总和。另外,厨房在满足通风面积比基础上,其通风开口面积应 $\geq 0.60\text{m}^2$ 。《宿舍建筑设计规范》JGJ36 的 6.1.3 条要求:采用自然通风的居室,其通风开口面积不应小于该居室地板面积的 $1/20$ 。当采用自然通风的居室外设置阳台时,阳台的自然通风开口面积不应小于采用自然通风的房间和阳台地板面积总和的 $1/20$ 。

4.7 根据现行政策,国家、湖北省及武汉市均倡导产品质量认证和对节能产品进行标识,本条要求所有节能建筑应优先选用通过建筑行业绿色建材和节能产品认证或具有建筑行业颁发的节能标识的产品。墙体保温隔热和节能门窗应选用定型产品和成套技术其目的是防止采用不成熟工艺或质量不稳定的材料和产品。采用非定型产品和成套技术,其材料质量、施工工艺不易保持稳定可靠,也难以在施工现场进行检查,工程的安全性、耐久性和节能效果在短期内更是难以判断。

装配式建造方式具有施工效率高、节能环保、质量可控等优点,推荐优先选用。

4.8 外墙外保温系统与基层墙体牢固结合,是保证外保温层稳定性的基本环节,外保温体系应能抵抗下列因素综合作用的影响,即在当地最不利的温度与湿度条件下,承受风力、自重以及正常碰撞等各种内外力相结合的负载,在如此严酷的条件下,保温层仍不致与基底分离、脱落,设计中应根据相应的建筑节能工程建设标准的要求进行设计。

对复合外保温系统的力学性能和稳定性提出要求。复合外保温系统在由正常荷载，如自重、温度、湿度和收缩以及主体结构位移和风力（吸力）等引起的复合应力的作用下应能保持稳定。

外墙外保温工程设计使用年限不少于 25 年，外墙外保温系统应进行周期性的检查，外墙外保温工程检查周期应符合表 1 的规定。

表 1 外墙外保温系统检查周期

已使用年限 A（年）	检测周期
$A \leq 9$	3 年
$9 < A < 15$	2 年
$A \geq 15$	1 年

4.9 施工图设计文件中的建筑节能专项设计篇章应包含但不限于下列内容：

1. 建筑节能设计执行标准；
2. 建筑所属地区及建筑类别；
3. 设计选用保温系统的执行标准，保温系统及组成材料的品种、规格、主要物理力学性能指标；门窗框料及玻璃厚度、中空层尺寸、充气及镀膜品种要求，框料、玻璃热工性能指标、物理性能等级及遮阳系数等；
4. 屋面、外墙、架空或外挑楼板、层间楼板等主要围护结构的分层构造、细部节点构造详图及锚固加强措施；绘制平面、剖面保温界面示意图；
5. 对外墙外保温系统、架空或外挑楼板保温系统应采取的确保系统安全性、耐久性的措施；外保温系统防碰撞、踩踏的加强措施和防水密封措施；
6. 建筑节能设计参数及构造用料一览表；
7. 建筑节能验收需要明确的主要内容；
8. 近年来，随着我省建筑市场的高速发展，为了使建筑节能设计文件深度达到施工要求，应进行必要的建筑节能构造设计。

4.10 武汉位于夏热冬冷地区，夏季和过渡季节具有非常良好的自然通风利用条件，且居住建筑室内发热量小，通过一定的加强通风或空气流通措施（如开窗通风、吊扇等）即可保证室内的热舒适，减少空调的使用时间，降低空调能耗。同时，武汉居民也普遍习惯采用吊扇、电风扇等措施配合自然通风，一定程度改善室内热舒适环境。因此，建议居住建筑设计预留吊扇等增强空气流动装置的安装位置。

5 规划布局与建筑设计

5.1 规划布局

5.1.1 建筑节能是一项综合性工作，规划设计是建设过程最上游的环节，建筑节能必须从规划设计阶段考虑其合理性。在居住区规划及建筑设计时，应采取有利于冬季增加日照的措施，组织好建筑物室内外的自然通风，不仅有利于改善室内及室外活动空间的热舒适性，而且可减少空调开启的时间，有利于降低建筑物的实际使用能耗。因此，在建筑单体设计和群体总平面布局及建筑的平面布置时，考虑自然通风是十分必要的。

大型水体周边所形成的水陆风，以及山谷周边存在的山谷风对于夏季的热环境具有改善作用。武汉市湖泊河流众多，郊区多山体地形，拥有充分利用水陆风及山谷风等自然资源的良好条件。水陆风及山谷风的风向具有一定规律，在利用时应注意建筑朝向及布局与风向的关系。

建筑周边的气象条件十分复杂，仅靠经验判断难以较为准确地分析出场地内的风环境状况，利用计算机模拟技术进行典型气象条件下的模拟分析能够较为准确地分析场地内风环境状况，有利于建筑群布局的优化。

在规划和单体方案设计阶段应进行可再生能源系统策划,为可再生能源利用创造条件,分析可再生能源系统利用率将有利于可再生能源系统与建筑的一体化建设,提高可再生能源系统的能源利用效率。

5.1.2 根据武汉市所处地理位置和自然条件,本条规定了武汉市居住建筑的适宜朝向。在居住建筑朝南或南偏东、南偏西的偏角在 15° 以内时,冬季有良好的日照,太阳辐射得热较多,可降低冬季供暖能耗;而夏季太阳辐射又较少,可以降低空调能耗。

5.1.4 在居住区内增加绿地、透水性铺装以及水体面积,有利于改善城市下垫面条件,促进蒸腾作用,从而改善居住区微气候条件,缓和城市热岛效应。研究表明大面积的草坪不但维护费昂贵,生态效果也不理想,其生态效益远小于采用由乔木、灌木和草地等组成的立体绿化系统。

植物的配置应充分体现本地地区的植物特点,突出地方特色。应采用乡土植物,有效提高植物的存活率,降低维护费用。

5.2 建筑设计

5.2.1 被动式节能技术在方案设计及建筑设计阶段通过对建筑的体形、朝向、围护结构的保温隔热、遮阳等进行优化设计,促进建筑的自然通风、天然采光、减少通过围护结构产生的热损失,可有效减少供暖空调及照明能耗。被动式技术具有低成本、常规技术的特点,符合我国大力发展绿色建筑的设计原则。

5.2.2 体形系数的大小对建筑能耗的影响非常显著。体形系数越小,单位建筑面积对应的外表面积越小,暖通空调能耗越小。因此,必须对体形系数予以控制。但是,体形系数不只影响外围护结构的传热损失,它还与建筑造型、平面布局、采光通风等紧密相关。体形系数过小,将制约建筑师的创造性,造成建筑造型呆板等问题。因此,确定体形系数的限值必须权衡利弊,力求合适。

5.2.3 表中所列不同朝向外窗、坡屋面上的外窗的平均窗墙(地)面积比限值,是通过不同能耗计算模型的优化组合计算得到的,并保证供暖能耗和空调能耗的节能率符合本导则的编制规定。

表中所列窗墙面积比能满足室内采光要求。当工程设计出现窗墙面积比限值不能满足最小窗地面积比的要求时,说明平面布置不合理,此时应修改设计,使其符合表中所列限值的規定。

5.2.4 采用分体式空调器、单元式空调机、多联式空调机、空气源热泵机组(含空气源热泵热水机组)时,需要在规划设计阶段考虑空调(热水)室外机的安装位置,室外机平台应与主体建筑同步设计,结构设计进行承载能力极限状态计算和正常使用极限状态验算,确保室外机平台的安全与耐久。夏季空调(热水)室外机向外部空间大量排热,如果室外机位于通风不良的场所,例如位于“凹”型空间内部,其排出的热量将蓄积在空间内部,使外部空间的热环境恶化,同时也会进一步增加建筑的空调负荷,形成恶性循环。另外,空调(热水)室外机需要定期检修和维护。因此,应将空调(热水)室外机设置在便于安装、检修、维护以及通风良好的场所,提高安全耐久性的同时确保空调(热水)机组的良好运行效果。

5.2.5 建筑的可再生能源利用设施在规划设计时应考虑其荷载及合理的安装位置,与主体建筑同步一体化设计,结构设计进行承载能力极限状态计算和正常使用极限状态验算,确保可再生能源设施的安全与耐久。同时,需考虑可再生能源设施的安裝、定期检修与维护,设计时考虑检修通道和吊篮固定端等措施。阳台壁挂式太阳能热水系统规划设计时应统一考虑太阳能集热器、承压储热水箱的设置平台和位置。

5.2.6 通过对屋面和墙身的种植绿化,不仅能有效地实现建筑节能,同时还对提升建筑环境、改善区域气候起到积极的效果,是一种早已被大众所接受的绿色、环保、节约的技术手段,在建筑设计中应大力提倡和推广应用。

6 建筑围护结构热工与建筑节能构造设计

6.1 建筑围护结构热工设计

6.1.1 表中的各部位围护结构各项热工性能指标的规定限值,是通过不同建筑层数和体形系数的典型建筑能耗计算模型,分别处于不同建筑朝向,并符合下列计算条件,采用动态能耗计算软件计算不同条件组合下的供暖空调能耗,经综合平衡优化选择得到的。

1. 建筑物体形系数 S 符合第 5.2.2 条的限值规定;
2. 平均窗墙面积比和外窗传热系数均符合第 6.1.2、6.1.3 条限值的规定;
3. 外窗和阳台门的气密性符合第 6.1.2 条的规定;
4. 能耗计算基本模型为触土地面;
5. 屋面和外墙采用中等色饰面 (太阳辐射吸收系数 $\rho_s=0.70$);
6. 顶层楼的供暖、空调能耗分别不大于中间楼层供暖、空调能耗的 10%。

为了使顶层楼的供暖、空调能耗分别不大于中间楼层供暖、空调能耗的 10%,则必须降低屋面的传热系数 (发达国家的建筑节能标准也是如此,如美国类似地区的住宅屋面传热系数是外墙传热系数的 $1/5 \sim 1/6$)。

考虑到上、下、左、右相邻房间不一定都同时供暖空调,并适当控制供暖空调房间向不供暖空调空间的热 (冷) 量散失,因此规定分户墙、分隔供暖空调与不供暖空调空间的隔墙、楼板的传热系数限值。

当采用具有反射隔热性能的饰面材料,视为太阳辐射吸收系数限值满足要求。

节能计算时,凸窗下部空腔的面积需计入外墙总面积中,并单独核算其传热系数。若空腔与室外空气接触,其保温性能需满足外墙的限值要求,且热桥部位需连续保温。

6.1.2 外窗 (包括阳台门的透明部分) 比外墙的传热系数大数倍,是冬季供暖热量损失的重要部位,太阳辐射透过玻璃直入室内,是夏季空调负荷的主要部分。窗墙面积比越大,则供暖和空调能耗也就越大。因此,超低能耗建筑,必须严格限制窗墙面积比。

能耗计算结果表明,当建筑围护结构其它部位的热工性能一定,建筑能耗随着窗墙面积比的减小而减小,但当窗墙面积比减小到一定程度,建筑能耗不但不减小,反而增大。其原因是外窗具有采光和通风的功能,当窗墙面积比太小,阴雨天会造成室内采光不足而需采用电照明,凉爽天因通风不良也需开启空调。为避免窗墙面积比过大过小,应按照《住宅设计规范》GB 50096 第 5.1.3 条表 5.1.3 中所列窗地面积比计算出适宜的窗墙面积比。

表中所列的 K 、 $SHGC$ 值,是通过不同能耗计算模型的优化组合计算得到的,并保证供暖能耗和空调能耗的节能率符合本导则的编制规定。

夏季时阳光进入室内,会增大空调能耗并恶化室内热环境。兼顾到冬、夏季不同特点规定:阳台门窗应利用阳台板 (含阳台雨篷板) 水平遮阳,采用透明白玻璃以利于冬季时阳光进入室内;非阳台的东、西向窗,应采用活动外遮阳设施,不宜采用阳光控制镀膜玻璃 (其性能保证年限有限,且不利冬季阳光进入室内),不得采用吸热玻璃 (会增大空调能耗);北向窗宜采用垂直侧板遮阳。

当外窗太阳得热系数限值要求 ≤ 0.30 时,当前市场上常规玻璃自身的热工性能往往难以满足,选择范围较小。因此,建议采用外遮阳、中置百叶遮阳等设施提升外窗的综合遮阳性能。

冬季时阳光进入室内,有利于室内采光、卫生要求和降低供暖能耗。同时,为了使常用低传热系数中空玻璃的可见光透射比也能满足标准要求,规定了外窗玻璃的可见光透射比不得小于 0.5。

6.1.6 有的高层居住建筑的底部一、二层采用非透明幕墙,金属主龙骨系统采用紧贴外墙面的构造,保温层做在龙骨之间,保温外墙的传热系数忽略金属龙骨热桥的影响,仅按主体部位计算,显然是错误的。为了规范其节能构造和热工计算方法,制订本条文。

6.2 建筑围护结构热工权衡判断

6.2.1 为保证设计建筑的节能性能达到本规范要求,同时给建筑师更多的创作空间,本规范给出了两种达标路径。对于第 5.2.2 条、5.2.3 条、6.1.1~6.1.2 条,当满足规定的限值时,即可以判定建筑达到了本

规范要求的节能性能;不满足时,也允许通过权衡判断的方法使设计建筑的能耗不超过参照建筑的方法,对建筑节能性能进行达标性判定。

6.2.2 随着居住建筑市场的发展与变化,改善类需求的高品质住宅项目在武汉越来越多,如公建化立面住宅、第四代住宅以及低层低密度住宅等。这类住宅项目在节能设计时,存在较多的体形系数、窗墙比等指标超出《低能耗居住建筑节能设计标准》DB42/T 559-2022 限值的问题,进而采用内部设置“假墙”等实际上难以落地的措施,无法保证实际节能效果。因此,本导则提出可通过优化围护结构热工性能、立面或形体构造等措施弥补部分类型住宅或户型因体形系数、窗墙比等超标带来的不利影响,以最终权衡计算判断项目是否满足节能设计要求。同时,仍然对建筑节能基础影响较大的体形系数和窗墙比提出合理的底线控制要求。

6.3 建筑节能构造设计

6.3.1 外墙保温应符合《关于进一步加强外墙保温工程管理的通知》鄂建文〔2021〕47号文和现行湖北省地方标准《外墙保温工程技术规范》DB42/T 2068 的相关规定,采用自保温、一体化、同寿命的外墙保温技术体系。

外墙面采用浅色饰面或反射隔热涂料等综合措施,有利于确保外墙节能构造保温隔热作用的充分发挥,特别是当采用外墙外保温系统时,浅色饰面材料的太阳辐射吸收系数小,深色材料的太阳辐射吸收系数大,所以深色材料面层的吸热大、温度高,其防护层温度在夏季高达 60℃,突遇暴雨后,表面气温差变化可达 40℃,产生极大的热应力,引起相邻材料变形速率差不一致,材料热胀冷缩,使得保温层面层开裂、空鼓,危害保温系统的安全,同时还加速防护层的老化。另反射隔热涂料不能参与热阻计算。

6.3.2 外墙构造设计应符合以下要求:

1.外墙外保温系统的设计、施工、验收、以及组成保温系统的性能指标、组成材料的性能指标均应有相应的工程技术标准(规程),这主要是为了控制保温系统的设计、施工质量,一般保温系统工程技术标准(规程)均由基本规定、系统及其组成系统材料的性能指标、设计、施工、验收等相关内容组成,我们在建筑节能检查中发现大多数设计单位在节能设计中只有热工计算,对外墙保温系统及其组成系统材料的性能指标、设计、施工、验收等要求均无要求,这也是保温系统质量得不到保证的重要因素之一,所以本导则这次增加了相应内容,把常用的保温系统工程建设标准(规程)的名称通过附录 F 推荐出来,供设计、施工、验收参考,由于这些标准(规程)可能没有纳入一些新型的保温材料,设计中如要采用应对该材料的系统性能指标、组成系统保温材料的性能指标、施工、验收均应提出相应要求。对于保温系统的节点详图本次标准修编也提出要求,没有保温系统工程建设标准的外墙外保温系统不宜应用于工程建设中,如需应用应进行专项设计论证;

2.外墙外保温系统因可燃保温材料而引发的火灾,不仅造成巨大的经济损失,甚至危及人的生命,因此严格控制保温材料的防火性能,采取可靠有效的组织火灾蔓延措施,是外墙外保温系统设计的重要内容,所以设计应满足《建筑设计防火规范》GB 50016 或其他文件规定的要求,是保证外墙外保温系统防火的重要手段。保温材料的燃烧性分级能满足《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624 分类分级的要求,A 级材料为不燃材料、B1 级材料为难燃材料、B2 级为可燃材料,B3 级为易燃材料。外墙保温系统的设计要求详见《建筑设计防火规范》GB 50016,第 6.7 章节的要求;

3.基层墙体找平层能使墙体平整度达到要求,对于保温板材的施工特别有利,另外钢筋砼墙体、梁、柱,由于砼浇筑的过程中,钢筋的保护层没有满足设计要求,使钢筋外露或者保护层很薄,容易使钢筋锈蚀,而锈蚀的钢筋体积是正常钢筋体积的 4.5 倍,从而在锈蚀的过程中要释放外力,特别是浆料类的外墙外保温系统不做找平层,直接在基层墙体上进行保温层的施工,饰面层经常在钢筋混凝土柱、梁的部位局部起鼓,造成保温系统进水,最后整个系统空鼓有很多情况是这个造成的。但是找平层与基层墙体的粘结强度对保温系统的脱落也有很大的影响,所以找平层的厚度控制应严格控制在规范的要求以

内，并要做粘结剂与基层墙体的拉拔试验，强度不应低于 0.3MPa，第二个外墙防水层是《无机轻集料砂浆保温系统技术标准》JGJ/T 253 要求设置，这和外保温系统防水是两回事，外墙防水≠外墙外保温系统防水，因外墙防水层采用聚合物水泥防水砂浆或聚合物水泥防水涂料，做在外墙外保温层的内侧，可以抵挡冬季室内水蒸气渗入保温层，防止保温层内部结露。特别是蒸压加气混凝土砌块墙体，在做找平层前一定要刷专用界面剂，加强了找平层与砌块的粘结，增加了粘结强度，抹灰砂浆要采用专用抹灰砂浆；

4.外墙与地面、室外平台、屋面相交的勒脚部位，易受雨水冲刷和浸泡，故应做好保温层的防水处理，不得选用吸水率高的保温材料；

5.外墙的出挑构件保温隔热处理有利于减少热桥等对节能效果的不利影响，应符合本导则 6.1.1 规定；

6.建筑物变形缝是常见的缝隙，且空隙较大（≥100 mm），为了确保变形效果，缝内两侧往往无法进行完全保温处理，因此要求缝的盖口构件内侧（墙身、屋顶）紧密嵌填保温、隔热材料，阻挡缝隙内外之间的热流传播，并防止内部空气流通；

7.外保温系统饰面材料应与保温系统相容，应采用透气性能好、水蒸气渗透阻小、憎水性能好的饰面材料，是保证保温系统冷凝受潮和内部不结露的控制措施一种手段，外墙外保温系统饰面不宜采用面砖系统，这是根据很多保温系统技术标准的内容来要求的，如果保温系统饰面层要做面砖时，应依据国家现行相关标准制定专项技术方案和验收方法，并应组织专题论证；

8.防火隔离带的材料与外保温系统材料的匹配和构造要求应满足《建筑外墙外保温防火隔离带技术规程》JGJ 289 的要求。

6.3.4 外门窗设计应符合下列规定：

1. 外平开窗仅适用于多层建筑，高层建筑不应采用外平开窗是出于安全的考虑。很多开发商希望高层建筑采用外平开窗时，根据 JG/T 127-2017 的要求，应从控制开启扇尺寸（高度不大于 1.4m、宽度不大于 0.6 m）、定位控制开启角度（一般不大于 30°），确保开启扇滑撑五金件的材质及其窗框之间的锚固，并对外窗增设防脱落拉结措施（安全绳）。必要时可通过门窗制作企业进行专项设计及专题论证后决定；

2. 中空玻璃的气体间隔层的厚薄与传热阻的大小有之间的联系。在玻璃材质、密封构造相同的情况下，气体间隔层越大，传热阻越大。但气体层的厚度达到一定程度后，气体在玻璃之间温差的作用下就会产生对流状态，从而减低了气体层厚度的作用。按测试，气体层从 1 mm 增加到 9 mm 时，白玻中空充填空气时 K 值下降 37%，Low-E 中空玻璃充填空气时 K 值下降 53%，充填氩气时下降 59%。从 9 mm 增加到 13 mm 时，下降速度都开始变缓。13 mm 以后，K 值反而有轻微的回升。所以，对于 6 mm 厚度玻璃中空组合，超过 13 mm 的气体间隔层厚度再增大不会产生明显的节能效果，所以中空玻璃尺寸在 12 mm 时，效果最佳；

3. 各朝向的外窗选用同一规格型材、玻璃品种、厚度及中空尺寸，其品种不宜太多，避免造成订货混乱，施工困难。当设计采用了不同热工性能门窗时，必须在门窗表中注明不同窗型编号及使用部位，以免搞错；

4. 转角窗或转角凸窗因设置在转角处，冷热量损失比一般凸窗还要大，在武汉地区不宜使用；当建筑采用凸（飘）窗时，由于玻璃面积增加，冷热量损失比普通平面窗要大，故对外凸尺寸加以限制，同上应将外凸（飘）窗的热工性能适当提高。

6.3.5 为了保证节能设计的效果，根据我省建筑节能设计实践和节能检查的实际情况，本节对围护结构设计、材料选用和细部构造措施提出具体要求，以使建筑物投入使用时保证建筑工程节能效果，达到节能设计目标、提高节能工程质量。

1. 外墙与外窗框间的密封构造措施是确保门窗气密性和节能性能的重要措施，也有利于提高防水、抗渗性能；

2. 门窗洞口侧边（上口、下口、二个侧边）做保温层，可以减少门窗洞口处传热（冷）损失；考虑到一般门窗框比外墙洞口均小 20 mm 左右的习惯做法，要求门窗洞口侧边保温层厚度不少于 20 mm 是宜于施工。有些设计用保温材料在窗台处做成较大线条，由于构造不合理，容易造成踩塌事故。

6.3.6 根据武汉市气候特点，建筑的东、西、南朝向外窗宜采用遮阳措施，尤其是东、西向的住宅，更应重视遮阳措施。由于太阳东升西落，水平遮阳效果不佳，垂直遮阳效果有限，故建议采用可遮住窗户正面的外遮阳中置活动遮阳措施，如挡板式外遮阳、可开启百叶窗、可调节外遮阳百叶帘/卷帘、中空玻璃内置可调节遮阳百叶等，以实现良好的遮阳效果。由于武汉地区夏季太阳高度角高、冬季太阳高度角低，合理的南向水平遮阳天然具备不同季节的调节功能，中空玻璃内置可调节遮阳百叶具备遮阳性能好、免维护、成本低的特点在武汉已有很好的应用，故南向外窗建议设置水平遮阳或中置活动遮阳。同时，结合当前居住建筑层高及南向房间外门窗的尺寸的分析研究，当南向阳台进深大于等于 1.5m 时，外遮阳系数可达到 0.75，选用普通双银 Low-e 玻璃即可实现夏季综合太阳得热系数低至 0.20~0.25。

6.3.7 屋面受太阳辐射最强部分，因此除做好屋面冬季保温措施外，还应提高夏季隔热性能，这样不仅大幅度改善室内热环境，而且可明显降低顶层房间内空调能耗。

平屋面宜采用浅色饰面、反射隔热涂料饰面、增设反射膜或铝箔的封闭空气间层、绿化种植屋面、蓄水屋面或屋面遮阳等隔热措施，有条件时推荐使用绿化种植屋面；坡屋面构造层内宜设置高反射率的阳光反射膜，或采用浅色饰面、反射隔热涂料饰面、设置通风夹层，以提高屋面隔热性能。

6.3.8 屋面、墙身变形缝是常见的缝隙，且空隙较大（ ≥ 100 mm），为了确保变形效果，缝内两侧往往无法进行完全保温处理，因此要求缝的盖口构件内侧（墙身、屋顶）紧密嵌填保温、隔热材料，阻挡缝隙内外之间的热流传播，并防止内部空气流通。

6.3.9 设计中经常采用将保温层置于防水层上面的倒置屋面做法，对于保温材料的力学性能和使用厚度的要求不同于常规的正置式屋面，设计选用倒置式屋面应严格执行《倒置式屋面工程技术规程》JGJ 230 第 4.3.1 条、第 5.2.5 条的强制性规定。

6.3.10 本条对建筑物室内接触基土的首层地面、供暖空间与供暖空间的楼板铺设保温层的前提条件作出规定。

1. 保温层上设置混凝土保护层，主要考虑是保护保温层不受破坏，同时考虑混凝土保护层宜开裂，要求结合层内铺设钢筋网片，如果保温层上设其他保护层时，应满足抗压、耐磨、防火等要求，且宜有防水、防潮措施；

2. 对于接触到室外空气的楼板应采用外保温做法，主要考虑保护结构的耐久性，延长建筑物寿命考虑，并对保温层安全、耐候提出要求，耐候性能宜同外墙外保温系统；

3. 楼板保温隔声系统一体化设计主要采用浮筑楼板隔声保温系统。浮筑楼板保温隔声系统是由楼板结构层、保温隔声垫层、细石混凝土保护层、竖向隔声片组成，起保温、隔声作用的楼板地面构造系统。无地暖的浮筑楼板保温隔声系统，保护层厚度不小于 40 mm，保护层内配筋应为 $\Phi 4@100$ 双向钢丝网片（网号 40×40 的镀锌电焊网），钢丝网片距保护层顶面 10 mm~15 mm，当采用 LC15 全轻混凝土时可设钢筋网片。有热水地暖的浮筑楼板保温隔声系统，保护层厚度不小于 50 mm，保护层内配筋应为 $\Phi 4@100$ 双层钢丝网片（网号 40×40 的镀锌电焊网），上层钢丝网片距保护层顶面 10 mm~15 mm，下层钢丝网片位于保护层底部，浮筑楼板保温隔声系统性能指标、组成材料性能指标、构造、设计、施工、验收等要求可参照 T/CECS 672-2020 标准。

7 供暖、通风、空调和燃气设计

7.1 一般规定

7.1.1 施工图设计阶段，冷、热负荷不应采用估算，避免出现设备及管道配置过大的现象，避免投资增高、能量消耗增加。空调区的夏季冷负荷，包括通过围护结构的传热、通过玻璃窗的太阳辐射得热、室内人员和照明及设备散热形成的冷负荷，其计算应分项逐时计算，逐时分项累加，按逐时分项累加的最大值确定。对于供暖，即使是采用户式燃气供暖热水炉的分散式系统，也应对每个房间进行计算，才能正确选用地板辐射系统或散热器、进行户内管路平衡计算、确定管道管径。精装修交付的居住建筑，不管是采用户式空调系统还是分体式空调器，都应该进行空调冷、热负荷的计算，而对于仅预留空调设施位置和条件（电源等）的情况，分体式空调器一般由用户自理，可以不做要求。

7.1.2 居住建筑应首先保证居住者的安全健康、舒适便捷，满足室内环境要求。居住建筑室内环境的各种需求是相互关联的。供暖、通风和空调等系统在居住建筑中的应用应从室内环境要求出发综合考虑。通风的第一功能是保障建筑内的呼吸安全与健康，第二功能是提供建筑内的热舒适性。为保证室内空气质量和热舒适性，根据通风、供暖和舒适空调使用的时间、空间特点和技术难度以及能源消耗，结合武汉市气候特点和居民生活习惯，住宅环境控制的基本思路应是通风优先，热湿调控配合。因此在居住建筑设计时，应采用被动式优先的建筑节能技术，充分利用自然通风、天然采光及自然资源等可再生能源利用技术，尽量减少供暖和空调系统的使用时间，减少建筑能耗。

7.1.3 每个项目所在地的能源资源、环境状况及建筑用能需求各不相同，应根据具体条件选择技术经济合理的供暖、通风和空调方式。根据《中华人民共和国能源法》和国家碳达峰碳中和战略要求，居住建筑的供暖、通风和空调应选择清洁、低碳的能源利用方式。大量研究和工程实践经验表明，为满足建筑热舒适性，供暖和空调系统所需要的能源供应品味、温度都不是很高，各类余热、废热和利用可再生能源的热泵能够很好满足这种能源供应需求，这就为清洁、低碳供热、供冷提供了广阔的前景。

7.1.4 供暖、通风与空调系统采用集中或分散形式时需要遵循的原则。武汉地区冬季低温湿冷、夏季高温酷热，随着经济发展和人民生活水平的不断提高，对供暖、空调的需求逐年上升。居民供暖和空调所需设备及运行费用全部由居民自行支付，因此，除选择清洁、低碳的建筑能源利用形式外，还应该考虑用户对系统形式、设备维护的接受程度及运行费用的承担能力。

7.1.5 合理利用能源、提高能源利用率、节约能源是我国的基本国策。将高品位的电能用来转换为低品位的热能进行供暖，热效率低，运行费用高，是不合适的。近些年来由于供暖用电所占比例逐年上升，冬季尖峰负荷迅速增长，电网运行困难，出现冬季电力紧缺。特别是采用集中的电锅炉为热源，用电加热热水再进行供热的形式会带来投资和运行能耗的巨大浪费，属典型的高品位能源低效利用，应予以禁止。

随着我国社会碳达峰和碳中和目标的确定，终端用能的电气化成为响应碳中和的技术手段之一，但强调必须使用分散系统，以便发挥电供暖控制灵活、能够精准贴合末端需求的特点，节约能源。本条所指均为建筑工程设计环节，不限制居住者自行、分散地选择直接电热供暖的方式。

7.1.6 家庭炊事能耗是居住建筑能源消耗的重要组成部分。对燃气灶具的能效提出要求是降低炊事能耗的重要手段。按照国家标准《家用燃气灶具能效限定值及能效等级》GB 30720 中第 4.4 条规定，将符合 2 级能效的燃气灶具作为节能评价价值。本条中热效率值引自国家标准《家用燃气灶具能效限定值及能效等级》GB 30720 第 4.2 条的相关规定。

7.2 通风系统

7.2.1 居住建筑充分利用自然通风是减少能耗和改善室内热舒适的有效手段，在过渡季室外气温低于 26℃、高于 18℃时，由于住宅室内发热量小，这段时间完全可以通过自然通风来消除室内发热量，改善室内热舒适状况。即使是室外气温高于 26℃，但只要低于 30℃，多数人在自然通风的条件下或辅以吊扇等加强通风的措施仍然会感觉到舒适。保证自然通风量及其室内气流组织设计的关键是建筑设计的外窗应符合本导则第 4.4 条的规定。

目前居住建筑还没有条件普遍采用有组织的全面机械通风系统，但为了防止厨房、卫生间的污浊空气进入居室，应当在厨房、卫生间安装局部机械排风装置。如果当地夏季白天与晚上的气温相差较大，应充分利用夜间通风，达到被动降温的目的。居住建筑的新风设置是为了满足卫生防疫和身体健康要求，新风可采用有组织通风换气装置实现，也可采用无组织新风渗透方式实现，但都应做好室内气流组织设计，提高通风系统的效率，保证其有效性。有组织通风换气装置的新风处理方式可采用户式集中热湿处理，也可采用分散送入室内，由室内供暖或空调设施承担新风热湿负荷。

7.2.2 居住建筑厨房、卫生间污染源集中，对室内居住空间空气质量影响大，应采用局部机械排风系统将污染物尽快排出。被动式通风利用风压和热压的作用，可起到强化通风的效果，如屋顶无动力风帽装置不需要电力驱动，可长期运转且噪声较低，在国内已经大量使用，因此建议采用被动式无动力风帽装置强化排风竖井通风效果。

7.2.3 采用机械新风系统时，如果直接引入室外新风，在室内外温差较大时将会带来很高的冷热负荷，增加能源消耗。经技术经济分析，如果当地采用热回收装置在经济上合理，可以采用带热回收功能的双向换气装置或带热回收的新风系统，能够回收排风中可利用的冷热量，从而提高能源利用效率。通常设置独立新风系统且新风与排风的温差超过 15°C 时宜设置排风热回收装置（全热和显热），其额定热回收率制冷工况下一般不应低于 55%，制热工况下一般不应低于 60%。对于设置全新风运行工况的系统宜设置跨越热回收装置的旁通管。

7.2.4 厨房吸油烟机是居住建筑排风系统的重要组成部分，工程应用中，设备能效等级按现行产品能效等级标准需达到节能评价价值水平。

7.2.5 地下车库空气流通不好，容易导致有害气体浓度过大，对人体造成伤害。有地下停车库的居住建筑，车库应设置与排风设备联动的一氧化碳检测装置，超过一定的量值时即报警并启动排风系统。所设定的量值可参考《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》GBZ 2.1 等相关标准的规定：时间加权（8 h 工作日）平均允许浓度为 20 mg/m^3 ，短时间（15 min）接触允许 30 mg/m^3 。

随着居住建筑地下空间开发的规模越来越大，地下空间通风系统的能耗日益增加，因此，需要通过风机设备能效提升和单位风量耗功率控制对通风设备及系统的能耗加以约束。通风系统的风机单位风量耗功率应满足《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的有关要求。

7.3 供暖和空调系统

7.3.1 当居住建筑采用供暖、空调系统时，应根据各房间的实际室温要求和变化自动控制调节系统或设备运行，确保供暖工况下不出现过热、供冷工况下不出现过冷现象。本条是出于节能考虑，对集中系统和分散系统同样适用。

7.3.2 量化管理是节约能源的重要手段，可以促进和提升供暖、空调系统的运行效率。当居住建筑采用集中供暖、空调系统时，设置分户热（冷）量计量或分摊设施既可以用户根据本户的使用情况缴纳相关费用，又能够提高用户的行为节能意识。

集中供暖和空调系统，为方便以“楼”为单位进行计量收费，及时发现不合理用能现象，每一栋楼的热力入口都应安装冷、热量计量装置；《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 和《住宅项目规范》GB 55038 中关于分室（户）的温度调节和计量均为强制性条文。因此，设置分户热（冷）量计量或分摊设施是必要的。

7.3.3 采用辐射供暖时，室内高度方向的温度梯度较小；同时，由于有温度和辐射照度的综合作用，既可以创造比较理想的热舒适环境，又可以比对流供暖时减少能耗。但是，由于地板辐射供暖初次加热过程较漫长，且耗能较大，所以一般适宜于连续使用的居住空间。根据国内外资料和国内一些工程的实测，辐射供暖用于全面供暖时，在相同热舒适条件下的室内设计温度可比对流供暖时的室内温度低 2°C 。

在居住建筑围护结构达到现行建筑节能标准的要求时，实际运行情况表明，采用连续供暖的方式维持室内舒适性所要求的供热量是较小的，更有利于节能。但居住建筑若有间歇使用需要时，建议采用散热器

供暖的形式。采用散热器供暖时，系统水量小于地板辐射供暖，系统热惰性小，且主要通过对流方式散热，因此室内空气预热响应较快。如果散热器暗装在罩内时，不但散热器的散热量会大幅度减少，而且，由于罩内空气温度远远高于室内空气温度，从而使罩内墙体的温差传热损失大大增加。为此，本条规定散热器应明装。

7.3.4 供暖是否采用热水供暖系统关系到很多因素，要求结合实际工程通过具体的经济技术分析比较确定。国家节能指令第四号明确规定：“新建供暖系统应采用热水供暖”。实践证明，采用热水作为热媒，不仅对供暖质量有明显的提高，而且便于进行节能调节。因此，明确规定集中供暖系统采用热水连续供暖进行设计。另居住区内设有配套公共建筑时，因使用时间和功能的不一致，应将公共建筑（不包括居住建筑中少量公共功能的区域）的供暖系统与居住建筑分开，以便于系统的调节、管理及收费。

7.3.5 辐射供冷区域的室内温度梯度较小，热舒适性好，但辐射供冷初次降温过程较漫长，且耗能较大，所以一般适宜于连续使用的居住空间。而且，根据国内外资料和国内一些工程的实测，全面辐射供冷时室内设计温度高于采用对流方式的供冷系统 $0.5^{\circ}\text{C}\sim 1.5^{\circ}\text{C}$ ，可达到同样舒适性。

另外，由于夏热冬冷地区夏季普遍湿度较高，在空调季节采用辐射供冷时，如果使用空间的密闭性得不到保障，或没有设置可靠的防结露措施（如设置露点湿度报警等措施）时，湿空气侵入会造成冷表面结露，并将对室内环境造成不利影响。辐射供冷系统应结合新风系统进行深度除湿设计，对于卫生间、厨房等高湿、高污染房间，不宜采用辐射供冷系统。由于冷空气下沉的原因，为使室内温度场更加均匀，达到较好的舒适度要求，并实现节能运行的目的，建议在夏热冬冷地区设置辐射供冷系统时，宜设置在顶棚或者墙面上。

7.3.6 针对户式冷水（热泵）机组内置水泵的实际情况，设计时应计算复核冷水（热泵）机组配套水泵所需的扬程，方便供货厂家提供合理的水泵等配套设备。户式集中空调冷（热）水系统因水容量较小，应配置储能水箱，并采用变频机组，以减少机组开、关机频率，降低运行能耗和系统故障率。

7.3.7 空调冷（热）水系统耗电输冷（热）比反映了空调水系统中循环水泵的耗电与建筑冷热负荷的关系，当采用集中空调时，对此值进行限制是为了保证水泵的选择在合理的范围，降低输配能耗。

7.3.8 从节能角度出发，对集中空调系统冷媒管道的保温、保冷应按经济厚度和防结露的原则制定。但由于气候条件的不同，保冷管道防结露厚度的计算结果会有一定的差异，因此除了经济厚度外，还必须对冷管道进行防结露厚度的核算，对比后取其大值。详细数据参见《公共建筑节能设计标准》GB 50189 附录 D。

7.4 供暖和空调系统的冷热源

7.4.1 增加了优先顺序的建议，体现合理选择系统能源形式。

当地有余热、废热或区域性热电联产热源可供利用时，宜采用蒸汽或热水驱动的吸收式冷（热）水机组为冷（热）源。应积极推广利用可再生能源、能效比高的各类电动热泵型空调机组（器）的工程应用，进行冬季供暖、夏季空调。**不建议采用燃气的方式来为居住建筑供暖，过渡条件下，应优先采用燃气热泵或冷凝式燃气供暖热水炉。**至于选用何种方式进行供暖和空调，应由建筑条件、能源情况、环保要求等进行技术经济分析，以及用户对设备及运行费用的承担能力等综合因素来确定。

7.4.2 当以燃气为能源提供供暖热源时，可以产生热水，通过散热器、风机盘管或低温地板辐射系统进行供暖；也可以经由风管系统送入热风。所使用的燃气设备的能效等级要求不低于国家标准《家用燃气快速热水器和燃气采暖热水炉能效限定值及能效等级》GB 20665 中的 1 级，相应的检测方法等也要符合该标准的规定。居住建筑主要采用的供暖设备有燃气快速热水器、燃气供暖热水炉，其中燃气热水器或供暖热水炉存在额定热负荷和部分负荷下两个热效率值，分别作出了限定要求。

7.4.3 武汉市居住建筑供暖空调系统中，分体热泵型房间空调器应用占比较高，本条应达到《房间空气调节器能效限定值及能效等级》GB 21455 的 1 级能效。

7.4.4 《多联式空调（热泵）机组能效限定值及能效等级》GB 21454 将多联机能效等级分为 3 级，本条要求达到 1 级能效。

7.4.5 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 中对采用电机驱动的蒸气压缩循环冷水（热泵）机组进行集中空调设计时作出了明确的能效限值要求，本导则参照执行。

7.4.6 本条引自《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 第 8.2.2 条，其中 1.1 的比值不是放大系数，该值强调当设备选型与计算负荷不匹配时，设备选型的总负荷不能超过计算负荷的 1.1 倍。

7.4.7 《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366 中对于“地源热泵系统”的定义为“以岩土体、地下水或地表水为低温热源，由水源热泵机组、地热能交换系统、建筑物内系统组成的供热空调系统。根据地热能交换系统形式的不同，地源热泵系统分为浅层地埋管地源热泵系统、中深层地埋管地源热泵系统、地下水地源热泵系统和地表水地源热泵系统。”，地表水包括河流、湖泊、海水以及污水、中水和废水等。

地源热泵系统为典型的可再生能源建筑应用，技术经济适宜时应积极推广应用，但不能破坏和污染地下资源。地埋管地源热泵系统，应进行岩土热响应试验，并进行土壤温度平衡模拟计算，预测长期运行后土壤温度变化趋势，以避免土壤温度变化后出现机组效率降低甚至不能制冷或供热的情况。

考虑制冷空调技术的发展和设备性能的提升，水（地）源热泵机组的性能系数/全年综合性能系数（COP/ACOP）参照《热泵和冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577 中的 2 级能效限值执行。

8 给排水设计

8.1 一般规定

8.1.1 本条与《民用建筑节能设计标准》GB 50555 第 4.2.1 强制性条文等效。设计给水系统时，应调查和掌握准确的市政供水水压、水量及供水可靠性的资料，为合理设计给水系统、利用市政供水压力提供依据，根据用水设备、数量及所需的最低工作压力要求，确定直接利用市政自来水管网直接供水的层数。城市管网供水和建筑物的加压供水，无论是水的净化处理还是输送，都需要耗费电能等能源，因此广义上节水就是节能。但是国家的相关规定已经对给排水系统设计和节水进行了详细的规定，因此本导则仅对涉及节约建筑物自身用于给排水系统的水泵能耗、生活热水加热能耗等做出相应规定，其余均应按相关标准的规定执行。

8.1.2 用水点尤其是淋浴设施处冷、热水供水压力平衡和稳定，能够减少水温初调节时间，避免洗浴过程中的忽冷忽热，对节能节水有利。其保证措施包括冷水、热水供应系统分区一致，减少热水管网和加热设备的系统阻力（见本导则第 8.3.8 条），淋浴器处设置能自动调节水温功能的混合器、混合阀等。生活热水侧阻力损失小，有利于整个系统冷、热水压力的平衡。

8.1.3 节约用水也是减少水的净化处理、输送等需要耗费电能等能源。

8.1.4 生活给水的加压泵是长期不停地工作的，水泵产品的效率对节约能耗、降低运行费用起着关键作用。因此，选泵时应选择效率高的泵型，且管网特性曲线所要求的水泵工作点，应位于水泵效率曲线的高效区内。水泵及其电机等功率较大的用电设备应选用高效用电设备，满足相应的能效限定值及能源效率等级国家标准所规定的节能评价价值。

8.2 供水系统

8.2.1 本条内容与国家标准《民用建筑节能设计标准》GB 50555 中强制性条文第 4.2.1 条等同。

为节约能源，减少居民生活饮用水水质污染，建筑物底部的楼层应充分利用城镇或小区给水管网的水压直接供水。设有城镇中水供水管网的建筑，也应充分利用城镇供水管网的水压，节能。

8.2.2 常用的加压供水方式包括高位水箱供水、气压供水、变频调速供水和管网叠压供水等，从节能节水的角度比较，这四种常用的供水方式中，高位水箱和管网叠压供水占有优势。但在工程设计中，在考虑节能节水的同时，还需兼顾其他因素，例如顶层用户的水压要求、市政水压等供水条件、供水的安全性、用水的二次污染等问题。

1. 加压泵加高位水箱供水方式，是最节能的供水方式。水泵工频运转，运行效率最高。有条件设置高位水箱的建筑宜优先采用。

2. 市政条件许可的地区系指市政给水管网管径大、供水量足够，但水压不能满足要求的地区。

8.2.3 该条规定了给水系统应竖向分区及分区标准，并提出各用水点处供水压力不大于 0.20 MPa 的要求。建筑的各类供水系统包括给水、中水、热水、直饮水等。

给水系统的水压，既要满足卫生器具所需要的最低水压，又要考虑系统和给水配件可承受的最大水压和使用时的节水节能要求。各分区的最低卫生器具配水点指同一立管的每层分支处，其静水压力要求与现行相关国家标准一致。但在工程设计时，为简化系统，常按最高区水压要求设置一套供水加压泵，然后再将低区的多余水压采用减压或调压设施加以消除，显然，被消除的多余水压是无效的能耗。对于高层居住建筑，尤其是供洗浴和饮用的给水系统用量较大，完全有条件按分区设置加压泵，避免或减少无效能耗。

对供水水压设定上限可以防止在用水过程中由于水压过大，出水量超出合理的额定流量而浪费水资源。对于用水点供水压力的限制，是为了节约用水，同时降低了加压水泵的流量和功率，并节省了生活热水的加热能耗。

依据《建筑给水排水设计标准》GB50015 表 3.2.12，大多数用水器具最低工作压力为 0.10MPa，自闭式冲洗阀最低工作压力宜为 0.15MPa，给排水设计时应满足最低工作压力要求，避免部分住户水压过小。

控制配水点处的压力是节水节能最关键的一个环节。可调式减压阀最小减压差即阀前压力 P_1 与阀后压力 P_2 的最小差值一般为 $P_1 - P_2 > 0.1$ MPa，因此，当给水系统中配水点压力大于 0.20 MPa 时，其配水支管上设置减压阀，配水点处的实际压力仍大于 0.10MPa，满足除自闭式冲洗阀外的卫生器具的压力要求。设有自闭式冲洗阀的配水支管，设置减压阀的最小供水压力宜为 0.25 MPa，即经减压后，冲洗阀前的供水压力不小于 0.15 MPa，满足使用要求。

8.2.4 室内生活给水管道宜布置成枝状管网，单向供水。水泵房宜设置在靠近建筑物或建筑小区用水量大的部位是为了减少输送管网长度。

当水泵和吸水池设置在建筑物地下室时，吸水池（箱）宜设在最接近地面上用水点的地下室上部位置，尽量减少水泵的提升高度；但要注意给水泵房位置还必须满足隔声和隔振等要求，避免在贴邻居室的正下方设置水泵；必要时可将吸水池尽量设置在地下室上部，水泵设置在远离居室的地下室下部。

8.2.5 水泵铭牌上所列出的各数据，相应于效率最高值的各参数是水泵最经济的工作点；在该点附近的一定范围内（一般不低于最高效率点的 10%）是效率较高的区段；在水泵样本中，用两条波形线“§”标出，称为水泵的高效段。在选泵时，应使水泵设计所要求的流量和扬程能落在高效段的范围内。

比转数 N_s 是反映叶片泵综合性能的相似准数，计算如式 8.2.5。

$$N_s = \frac{3.65n\sqrt{Q_0}}{H_0^{\frac{3}{4}}} \dots\dots\dots (8.2.5)$$

式中：

Q_0 ——最高效点流量（ m^3/s ）；

H_0 ——最高效点扬程（ m ），多级泵以单级扬程计；

n ——转速（ r/min ）。

比转数相同的水泵为水力相似的一组水泵，它们的特性曲线形状相似。对叶片式水泵，当水泵流量 Q 一定， N_s 取 150-200 时，效率刀值最高。

对于离心泵，当转速变化在 30% 以内时，可以认为效率不变。

水泵的数量应考虑不同性质的建筑及生活给水流量的变化范围。多台水泵并联供水时，应该考虑实际增加的每台水泵流量的折减及其效率。

恒压供水采用同一型号水泵，保证恒压供水的稳定性；变压供水采用不同型号水泵，满足不同流量和不同扬程的需要。

额定转速时，水泵最不利工况点在水泵特性曲线高效区段的右端点，这是为了保证水泵流量扬程调节的需要。同时也易实现变频调速时，水泵在高效区运行。

采用 2 台或多台变频的方式运行，保证水泵在高效区运行。

配置小流量水泵，保证水泵不频繁启停。小流量水泵的选择应考虑不同性质建筑的用水特点。

8.2.6 本条对管材应满足的条件做出了规定。

第 1 款来源于现行国家标准《建筑给水排水与节水通用规范》GB55020 的 3.4.2 条，用以减少管道系统漏损。

工程建设中，不得使用假冒伪劣产品，给水系统中使用的管材、管件，必须符合国家现行产品标准的要求。管件的允许工作压力，除取决于管材、管件的承压能力外，还与管道接口能承受的拉力有关。这三个允许工作压力中的最低者，为管道系统的允许工作压力。管材与管件采用同一材质，以降低不同材质之间的腐蚀，减少连接处的漏水的几率。管材与管件连接采用同径的管件，以减少管道的局部水头损失。

8.2.7 本条对用水器具和设备应满足的条件做出了规定。

选用卫生器具、水嘴、淋浴器等产品时不仅要根据使用对象、设置场所和建筑标准等因素确定，还应考虑节水的要求，即无论选用上述产品的档次多高、多低，均要满足现行行业标准《节水型生活用水器具》CJ/T 164 的要求。

当前，我国已发布水嘴、坐便器、小便器、淋浴器、便器冲洗阀等卫生器具的用水效率限定值及用水效率等级标准，如《水嘴水效限定值及水效等级》GB25501、《坐便器水效限定值及水效等级》GB25502、《小便器水效限定值及水效等级》GB28377、《淋浴器水效限定值及水效等级》GB28378、《便器冲洗阀水效限定值及水效等级》GB28379，均明确 2 级水效要求为节水评价价值，故本导则要求达到卫生器具达到 2 级水效要求。

洗手盆感应式水嘴和小便器感应式冲洗阀在离开使用状态后，定时会自动断水，用于公共场所的卫生间时不仅节水，而且卫生。洗手盆自闭式水嘴和大、小便器延时自闭式冲洗阀具有限定每次给水量和给水时间的功能，具有较好的节水性能。

8.2.8 按使用用途、付费或管理单元情况，对不同用户的用水分别设置用水计量装置，统计用水量，并据此施行计量收费，以实现“用者付费”，达到鼓励行为节水的目的，同时还可统计各种用途的用水量和分析渗漏水量，达到持续改进的目的。各管理单元通常是分别付费，或即使是不分别付费，也可以根据用水计量情况，对不同管理单元进行节水绩效考核，促进行为节水。

对公共建筑中有可能实施用者付费的场所，应设置用者付费的设施，实现行为节水。公共建筑应对不同用途和不同付费单位的供水设置水表，如餐饮、洗浴、中水补水、空调补水。

按使用性质设水表是供水管理部门的要求。绿色建筑设计中应将水表适当分区集中设置或设置远传水表；当建筑项目内设建筑自动化管理系统时，建议将所有水表计量数据统一输入该系统，以达到漏水探查监控的目的。

常用流量系水表在正常工作条件即稳定或间隙流动下，最佳使用流量。对于用水量在计算时段时用水量相对均匀的给水系统，如用水量相对集中的工业企业生活间、公共浴室、洗衣房、公共食堂、体育场等建筑物，用水密集，其设计秒流量与最大小时平均流量折算成秒流量相差不大，应以设计秒流量来

选用水表的常用流量；而对于住宅、旅馆、医院等用水疏散型的建筑物，其设计秒流量系最大日最大时中某几分钟高峰用水时段的平均秒流量，如按此选用水表的常用流量，则水表很多时段均在比常用流量小或小得很多的情况下运行；且水表口径选得很大。为此，这类建筑宜按给水系统的设计秒流量选用水表的过载流量较合理。

居住小区由于人数多、规模大，虽然按设计秒流量计算，但已接近最大用水时的平均秒流量。以此流量选择小区引入管水表的常用流量。如引入管为 2 条及 2 条以上时，则应平均分摊流量。该生活给水设计流量还应按消防规范的要求叠加区内一次火灾的最大消防流量校核，不应大于水表的过载流量。

8.2.9 在实际工程设计中，由于受建筑物的约束，冷却塔的布置很可能受限。当采用多台塔双排布置时，不仅需考虑湿热空气回流对冷效的影响，还应考虑多台塔及塔排之间的干扰影响（回流是指机械通风冷却塔运行时，从冷却塔排出的湿热空气，一部分又回到进风口，重新进入塔内；干扰是指进塔空气中掺入了一部分从其他冷却塔排出的湿热空气）。这时候，必须对选用的成品冷却器的热力性能进行校核，并采取相应的技术措施，如提高汽水比等。

冷却塔设计计算所采用的空气干球温度和湿球温度，应与所服务的空调等系统的设计空气干球温度和湿球温度相吻合，应采用历年平均不保证 50h 的干球温度和湿球温度。

开式冷却水系统或闭式冷却塔的喷淋水系统的实际补水量大于蒸发耗水量的部分，主要由冷却塔飘水、排污和溢水等因素造成，蒸发耗水量所占的比例越高，不必要的耗水量越低，系统也就越节水。

8.2.10 此条是针对有些工程将部分或全部地面以上的污废水先排入地下污水泵房，再用污水提升泵排入室外管网而提出的。这种做法既浪费能源又不安全。

8.3 热水系统

8.3.1 合理选取冷水和热水的用水量和水温是给水排水专业节能的一个重要手段，取标准定额中的低值是为了更好地在缺水地区贯彻节水的理念。

8.3.3 太阳能、空气能是取之不尽、用之不竭的能源，维护和运行费用低，符合节能减碳要求。新建居住建筑应设计安装可再生能源热水系统。本导则没有规定可再生能源热水的最低使用量，但具备太阳能利用条件的居住建筑各住户均应设置，利用形式可以是平板式太阳能热水器、太阳能光伏电热水器等，并结合项目类型和特点屋面集中设置或阳台分户设置。因建筑遮挡不具备太阳能集热条件时，应设置空气源热泵热水系统。对于低密度多层住宅、第四代大平层住宅，可考虑太阳能与空气能复合式热水器提供零碳生活热水。可再生能源热水的使用量应满足湖北省及武汉市可再生能源建筑应用相关政策要求。

空气源热泵热水机组的效率约为电直接加热方式的 3 倍，当楼栋或部分住户不具备太阳能集热条件时，应采用电能利用效率高的空气源热泵热水机组提供热水。空气源热泵热水机组能效应符合《热泵热水机（器）能效限定值及能效等级》GB 29541 中规定的 2 级能效标准。

表 2 能源效率等级指标性能系数（W/W）

制热量 (kW)	型式	加热方式		能效等级				
				1	2	3	4	5
<10	普通型	一次加热、循环加热式		4.60	4.40	4.10	3.90	3.70
		静态加热式		4.20	4.00	3.80	3.60	3.40
	低温型	一次加热、循环加热式		3.80	3.60	3.40	3.20	3.00
≥10	普通型	一次加热		4.60	4.40	4.10	3.90	3.70
		循环加热	不提供水泵	4.60	4.40	4.10	3.90	3.70
			提供水泵	4.50	4.30	4.00	3.80	3.60
	低温型	一次加热		3.90	3.70	3.50	3.30	3.10

		循环加热	不提供水泵	3.90	3.70	3.50	3.30	3.10
			提供水泵	3.80	3.60	3.40	3.20	3.00

8.3.4 本条规定了太阳能集热器集中设置的太阳能热水系统量的确定原则,即按照安装太阳能集热器的场地条件确定。同时规定了场地条件许可时应满足全部住户的热水需求;安装场地条件不足时应优先满足靠近太阳能集热器住户的热水需求,如在屋顶安装太阳能集热器时应满足建筑上部住户的热水需求。

8.3.5 太阳能集热器的设计安装应符合以下要求:

1. 集热器安装方位(集热器采光面法线)宜朝向正南或南偏东、偏西 30°的朝向范围内设置。集热器不宜安装在受建筑自身及周围设施和绿化树木遮挡的部位,且宜满足不少于 4 h 日照;

2. 集热器安装倾角(集热器与水平面的夹角)宜等于当地纬度;如系统侧重在夏季使用,其安装倾角等于当地纬度减 10°;如系统侧重在冬季使用,其安装倾角等于当地纬度加 10°。当采用水平热管集热器时,其安装倾角可以为 0°;

3. 太阳能集热器的布置应根据集热器的形式、安装面积、尺寸大小进行细部设计,确定其在建筑上的安装位置和安装方式(如一体式、叠合式、支架式等)。集热器与遮光物或前后排的最小距离按下式计算:

$$D=H \cdot \cot \alpha_s \cdot \cos r$$

式中:

D——集热器与遮光物或集热器前后排间的最小距离(m);

H——遮光物最高点与集热器最低点的垂直距离(m);

α_s ——太阳高度角,度(°)。全年运行系统,宜选当地春分、秋分日 9:00 或 15:00 的太阳高度角;主要在春、夏、秋三季运行系统,宜选当地春分、秋分日 8:00 或 16:00 的太阳高度角;主要在冬季运行系统,宜选当地冬至日 10:00 或 14:00 的太阳高度角;

r.——计算时刻太阳光线在水平面上的投影线与集热器表面法线在水平面上的投影线之间的夹角,度(°)。

8.3.6 为了使太阳能热水系统(包括平板式太阳能热水器、太阳能光伏电热水器、太阳能空气能复合式热水器)能有效实施且能长期有效使用,特作本条规定。阳台立式安装太阳能热水系统应设置集热器或光伏板的安装平台,太阳能光伏电热水器水箱可设置于卫生间或厨房,平板式太阳能热水器和太阳能空气能复合式热水器应设置水箱安装平台,并便于用户操作及维护;外墙面安装太阳能集热器或光伏面板时,建筑应统一考虑安装位置,保证日照时间长、安装及维护的便利性,并应考虑与外立面的协调。

8.3.7 本条规定了热水系统设循环管道的设置原则。为避免使用热水时需要放空大量冷水而造成水和能源的浪费,集中生活热水系统应设循环加热系统。为保证无循环的供水支管长度不超过 8 m,宜就近在用水点处设置供回水立管,热水表宜采用在户内安装的远传电子计量或 IC 卡仪表。当热水用水点距水表或热水器较远时,需采取其他措施,例如集中热水供水系统在用水点附近增加热水供水和回水立管并设置热水表;循环水泵控制可以采用用水前手动开闭或定时关闭方式。

设有多个卫生间的居住建筑采用一个热水器(机组)供应热水时,如热水支管不设热水循环管道,则每次使用要放掉很多冷水,因此,对这种局部加热供应系统强调要保证循环效果。

本条提出了全日集中热水供应系统循环系统应达到的标准。一些集中热水供应系统,打开放水龙头要放数十秒钟或更长时间的冷水后才出热水,循环效果差。本条提出保证配水点出水水温大于 45°C 的时间不超过 10s,即配水支管长度 7 m 左右。当其配水支管较长时,亦可采用支管循环。

住宅建筑因每户均设水表,而水表宜设户外,这样从立管接出入口支管一般均较长,而住宅热水采用支管循环或电伴热等措施,难度较大也不经济、不节能,因此将允许放冷水的时间为 15 s,即允许入户支管长度为 10 m~12 m。

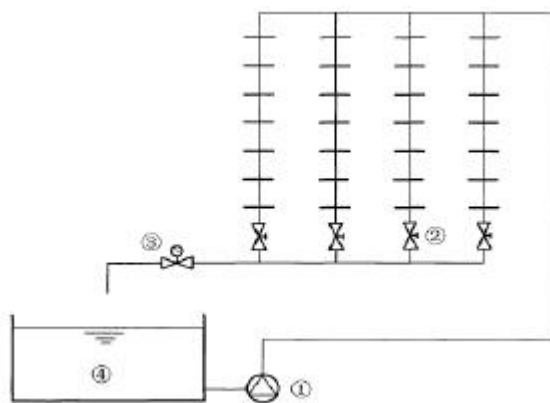
8.3.8 高档别墅、公寓，其中大部分均采用自成小系统的局部热水供应系统，从加热器到卫生间管道长达十几米到几十米，如不设回水循环系统，既不方便使用，更会造成水资源的浪费。因此大于 3 个卫生间的居住建筑，应设置回水配件自然循环或设小循环泵机械循环。值得注意的是，靠回水配件自然循环应看管网布置是否满足其能形成自然循环条件的要求。

8.3.9 热水系统管网的热损失对整个管网的运行效益影响很大。远距离的分散供水点会造成输热量和散热量的比例失调，此时采用局部加热装置是减少热损失的有效手段。

8.3.10 本条提出了单体建筑集中热水供应系统保证循环效果的措施。

1. 单体建筑的循环管道首选为同程布置，因为采用同程布置能保证良好的循环效果，已为三十多年来的工程实践所证明；

2. 其次是在回水立管上设置限流调节阀、温控阀、热水平衡阀来调节平衡各立管和干管的循环水量。限流调节阀一般适用于开式供水系统，通过限流调节阀设定各立管的循环流量，由总回水管回至开式热水系统，如图 1 所示；



① 供水泵兼循环泵；②—限流调节阀；③—电动阀 ④—热水箱

图 1 限流调节阀在热水系统中的应用

3. 在回水管上装温控阀或热水平衡阀是近年来国外引进的一项新技术。阀件由温度传感装置和一个小电动阀门组成，可以根据回水立管中的温度高低调节阀门开启度，使之达到全系统循环的动态平衡。可用于难以布置同程管路的热水系统；

4. 当采用减压阀分区供水时，应保证各分区的热水循环。可分区设回水泵，保证各区的循环效果。且回水泵的扬程应考虑供水管上减压的因素。

8.3.11 用水点尤其是淋浴设施处冷、热水供水压力平衡和稳定，能够减少水温初调节时间，避免洗浴过程中的忽冷忽热，对节能节水有利。其保证措施包括冷水、热水供应系统分区一致，减少热水管网和加热设备的系统阻力，淋浴器处设置能自动调节水温功能的混合器、混合阀等。

生活热水主要用于盥洗、淋浴，而这二者均是通过冷、热水混合后调到所需使用温度。因此，热水供水系统应与冷水系统竖向分区一致，保证系统内冷、热水的压力平衡，达到节水、节能、用水舒适的目的。

原则上，高层建筑集中供应热水系统时应分区设水加热器，其进水均应由相应分区的给水系统设专管供应，以保证热水系统压力的相对稳定。如确有困难时，有的单幢高层住宅的集中热水供应系统，只能采用一个或一组水加热器供整幢楼热水时，可相应地采用质量可靠的减压阀等管道附件来解决系统冷热水压力平衡的问题。

工程实际中，由于冷水热水管径不一致，管长不同，尤其是当用高位冷水箱通过设在地下室的水加热器再返上供给高层热水时，热水管路要比冷水管长得多。这样相应的阻力损失也就要比冷水管大。另外，热水还须附加通过水加热设备的阻力。因此，要做到冷水热水在同一点压力相同是不可能的。只能达到冷热水水压相近。

“相近”绝不意味着降低要求。因为供水系统内水压的不稳定,将使冷热水混合器或混合龙头的出水温度波动很大,不仅浪费水,使用不方便,有时还会造成烫伤事故。从国内一些工程实践看,条文中“相近”的含义一般以冷热水供水压差 ≤ 0.01 MPa 为宜。在集中热水供应系统的设计中要特别注意两点:一是热水供水管路的阻力损失要与冷水供水阻力损失平衡。二是水加热设备的阻力损失宜 ≤ 0.01 MPa。

8.3.12 加压水泵组选用变频调速控制时,设备具有自动调节水泵转速和软启动的功能。在恒压供水时,设备的压力控制误差不超过 ± 0.01 MPa。水泵机组采用变频调速控制时,每台水泵宜设置单独的变频器。设置单独的变频器是为了使每台水泵更好的满足各自的水泵性能曲线,以达到设备的节能效果。

8.3.13 在热水系统循环水泵的入口设置温度传感器,可根据设计要求的循环管道回水温度,自动控制循环水泵的启停,以实现节能。

8.3.14 本条对水加热器设置温度自动控制装置作了规定,所有水加热器均应设自动温度控制装置来控制调节出水温度。理由是为了节能节水,安全供水。人工控制温度,由于人工控制受人员素质、热媒、用水变化等多种因素之影响,水加热器出水水温得不到有效控制。因此,本条规定凡水加热器均应装自动温度控制装置。

8.3.16 热水系统的设备与管道若不采取保温措施,不仅会造成能源的极大浪费,而且可能使较远配水点得不到规定水温的热水。据资料介绍,有保温措施的热水系统,其燃料消耗为无保温措施系统的一半,这足以说明保温措施之重要性。下列设备和管道应采取保温措施:

1. 水加热器和热水机组;
2. 水换热器;
3. 热水循环系统的供水管和回水管;
4. 热媒管道;
5. 外部有加热装置的管道。

9 电气与智能化设计

9.1 供配电系统

9.1.7 合理设置电能及其它能耗的计量装置,并设置能耗监测管理系统,有利于电能监测、对比分析,从而有效施策、节省电能。

9.2 照明

9.2.1 本条相关照明特性指标与技术参数详见《建筑照明设计标准》GB/T 50034。

9.2.2 居住建筑内常用的高效节能灯具包括小管径直管形三基色荧光灯、LED 灯、环形荧光灯、紧凑型荧光灯、小功率陶瓷金属卤化物灯等。因普通白炽灯光效低和寿命短,为节约能源,在居住建筑内不应采用。

9.2.3 应配用电子镇流器或节能电感镇流器,不应配用功耗大的传统电感镇流器,且采用的镇流器应符合该产品的国家能效标准,提高能效。由于气体放电灯配电感镇流器时,通常其功率因素很低,一般仅为 0.4~0.5,所以应设置电容补偿,以提高功率因素,有利于降低照明线路损耗。

9.2.4 本条规定了常用灯具的最低效率、效能,以利于节能。

9.2.5 在技术经济条件允许条件下,宜采用各种导光装置,如导光管、光导纤维等,将光引入室内进行照明。或采用各种反光装置,如利用安装在窗上的反光板和棱镜等使光折向房间深处,提高照度,节约电能。

9.2.6 走道、楼梯间、地下车库、设备用房等公共场所在夜间走过的人员不多，深夜更少，但又需要有灯光，采用声光控制等类似的开关方式，有利于节电。当无人时，可调至 10%~30%左右的照度，从而收到很好的节能效果。

9.3 电气设备

9.3.1 家用电器应选用效率高、能耗低，且性能先进、电磁兼容性好的设备，为其供电的电源回路应设置相应的配电保护。

9.3.2 家用电器的电源插座，选用自带翘板开关控制的插座面板，其目的是家用电器停用时，便于切断其供电电源，减少家用电器的空载和待机损耗。

9.4 太阳能光伏发电系统

9.4.2 光伏组件平均光电转换效率来源于《光伏制造行业规范条件》（2024 年本）。

9.4.3 为落实国家经济可持续发展的战略方针，促进太阳能光伏发电在我国的应用推广，更多替代可导致大气环境污染的燃煤发电，国家能源局已发布实施了多项针对光伏电站和分布式光伏发电系统的优惠政策，类似方针政策在世界其他国家也多有实施。但这些优惠与光伏系统的实际发电量等性能参数相关，也与企业产品的性能质量密切相关，单位面积发电量更大的光伏系统实际上得到的补贴优惠更多，因此进行系统设计时，应给出实际发电量等重要参数。

通常电站光伏系统的装机容量，是在太阳辐照度 $1000\text{W}/\text{m}^2$ 、环境温度 25°C 、大气质量为 AM1.5 的条件下得出的，与系统实际运行条件相差甚远，对于建筑而言，采用光伏发电系统的目的是减少建筑的用电需求，光伏发电系统在实际工作条件下的年发电量更有意义，该数值可以计算得出。可利用相关的软件进行逐时计算，给出系统年发电总量，计算时相关的参数设置应与设计条件相符。