

山东省工程建设标准

DB

DB37/ 5026 - 202×

J × × × - 202×

居住建筑节能设计标准

Design standard for energy efficiency of residential buildings

202×-××-×× 发布

202×-××-×× 实施

山东省住房和城乡建设厅
山东省市场监督管理局

联合发布

前 言

为贯彻落实国家和山东省节能减排和保护环境政策，实现碳达峰碳中和目标，根据山东省住房和城乡建设厅、山东省市场监督管理局《关于印发 2022 年山东省工程建设标准制修订计划的通知》（鲁建标字〔2022〕8 号）要求，山东省住房和城乡建设发展研究院等单位经广泛调查研究，认真总结工程应用实践经验，参考国内相关标准，并在大量模拟计算和广泛征求意见的基础上，对原《居住建筑节能设计标准》DB37/ 5026-2014 进行了全面修订。

本标准共分 8 章和 10 个附录，主要技术内容包括：1.总则；2.术语；3.气候子区与主要计算参数；4.建筑与围护结构；5.供暖、通风与空气调节；6.给水排水；7.电气；8.可再生与清洁能源利用；附录 A~附录 I。

本标准修订的主要技术内容包括：1.提高了居住建筑的节能目标；2.大幅度提升了围护结构主要部位的热工性能；3.调整了围护结构热工性能权衡判断方法，以逐时动态的方法进行全年供暖能耗计算；4.提高了对空调冷热源主机设备的能效标准；5.修改了太阳能作为生活热水热源时的能效指标要求；6.增加了太阳能光伏发电系统和采用智能家居控制系统；7.增加和调整了可再生与清洁能源利用整章内容；8.补充完善了相关的附录资料。

本标准由山东省住房和城乡建设厅负责管理，山东省住房和城乡建设发展研究院负责具体内容的解释。各单位在标准实施过程中如发现需要修改和补充之处，请将意见和有关资料寄送山东省住房和城乡建设发展研究院（地址：济南市市中区卧龙路 128 号，邮编 250024，电话：0531-51765607，E-mail: sdjzn2016@163.com）。

主编单位：山东省住房和城乡建设发展研究院
山东省建筑设计研究院有限公司

参编单位：同圆设计集团股份有限公司
山东建筑大学
北京绿建软件股份有限公司
北京天正软件股份有限公司
山东省气象信息中心
山东省建筑科学研究院有限公司
山东城市建设职业学院
沃卡姆（山东）真空玻璃科技有限公司
沃尔德建筑装饰集团股份有限公司
天津军星管业集团有限公司
山东绿地泉景门窗有限公司
滨州裕阳铝业有限公司

主要起草人：朱传晟 于晓明 王洪飞 徐 建 王春堂 刁乃仁 崔艳秋 李向东
陈益玲 张 钊 周建昌 王 昭 杨昊明 张海燕 王方琳 李晓南
周楠楠 孙鲁军 张子奇 宫海东 刘启明 杜 兵 由明通 牛彦磊
于保清 郭安升 王成霞 何兆晶 李 娟 孙彬栋 徐 琦 乔石佳
张晓泉 林 浩 闫志强 明大伟 张金喜 崔建学 夏 艳 冷相华

刘永亮

主要审查人：徐 伟 万水娥 房泽民 李国忠 郭柱道 徐 虹 刘洪令 宋英芳
周 平

目 次

1 总则.....	7
2 术语.....	8
3 气候子区与主要计算参数.....	11
4 建筑与围护结构.....	14
4.1 一般规定.....	14
4.2 围护结构热工设计.....	15
4.3 建筑围护结构热工性能权衡判断.....	19
5 供暖、通风与空气调节.....	21
5.1 一般规定.....	21
5.2 热源与热力站.....	22
5.3 输配系统.....	25
5.4 室内供暖系统.....	28
5.5 通风与空气调节系统.....	30
6 给水排水.....	32
6.1 一般规定.....	32
6.2 生活给水排水.....	32
6.3 生活热水.....	33
7 电 气.....	35
7.1 一般规定.....	35
7.2 供配电系统.....	35
7.3 照明系统.....	35
7.4 智能控制系统.....	36
8 可再生与清洁能源利用.....	37
8.1 一般规定.....	37
8.2 太阳能系统.....	37
8.3 地源热泵系统.....	37
8.4 空气源热泵系统.....	38
8.5 水热型地热能系统.....	39
附录 A 居住建筑围护结构热工设计用表.....	40
附录 B 外墙和屋面单元的平均传热系数计算.....	42
附录 C 面积和体积计算.....	46
附录 D 外遮阳系数的简化计算.....	48
附录 E 建筑外窗热工性能参考选用表.....	51
附录 F 建筑材料导热系数及其修正系数.....	54

附录 G 塑料管的选择.....	57
G.1 管材特性和使用条件级别.....	57
G.2 塑料管系列 (S) 值.....	57
G.3 塑料管公称壁厚.....	58
附录 H 管道绝热层最小厚度和最小热阻.....	61
附录 I 设备专业节能判断文件.....	64
本标准用词说明.....	66
引用标准名录.....	67
附：条文说明.....	错误！未定义书签。

Contents

1 General provisions.....	1
2 Terms.....	2
3 Main Calculation parameters of climate subarea.....	5
4 Building and Envelope	8
4.1 General Requirements.....	8
4.2 Building envelope thermal design	9
4.3 Judgments and weigh of building envelope thermal performance.....	13
5 Heating ventilation and air conditioning.....	16
5.1 General Requirements.....	16
5.2 Heat source and heat exchange station	17
5.3 Distribution system	20
5.4 Indoor heating system.....	23
5.5 Ventilation and air conditioning system.....	25
6 Water supply and drainage.....	27
6.1 General Requirements	27
6.2 Domestic water supply and drainage.....	27
6.3 Domestic hot water.....	28
7 Electric.....	30
7.1 General Requirements.....	30
7.2 Power supply and distribution system.....	30
7.3 Lighting system.....	30
7.4 Intelligent control system.....	31
8 Utilization of renewable energy and clean energy.....	32
8.1 General Requirements.....	32
8.2 Solar system.....	32
8.3 Ground-source heat pump system.....	32
8.4 Air-source heat pump system.....	33
8.5 Hydrothermal geothermal energy system.....	34
Appendix A Special instructions for thermal design of residential building envelope.....	35
Appendix B Calculation of average heat transfer coefficient of exterior wall and roof unit.....	37
Appendix C Calculation of building area and building volume.....	41
Appendix D Simplified calculation of external shading coefficient.....	43
Appendix E Reference table for thermal performance of building external windows.....	46
Appendix F Thermal conductivity and modification coefficient of building materialst.....	49
Appendix G Selection of plastic pipes.....	56
G.1 Pipe properties and service condition levels.....	56
G.2 Plastic pipe series (s) value.....	56

G.3 Nominal wall thickness of plastic pipe.....	57
Appendix H Minimum thickness and thermal resistance of pipe insulation.....	60
Appendix I Equipment professional energy saving judgment document.....	63
Explanation of wording in this standard.....	65
Bibliography of normative standard.....	66
Addition: Explanation of rovisions.....	69

1 总 则

1.0.1 为贯彻落实国家和山东省有关碳达峰、碳中和决策部署，进一步提高建筑能效水平和能源利用效率，促进可再生能源的建筑应用，降低建筑碳排放，改善居住建筑室内热环境，根据我省气候特点和实际，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于新建、扩建和改建的住宅、集体宿舍等居住建筑的节能设计。

1.0.3 本标准是在原居住建筑节能75%标准的基础上，供暖设计能耗再降低30%，达到超低能耗水平。

1.0.4 居住建筑项目的可行性研究报告、建设方案和初步设计文件应包含建筑能耗、可再生能源利用及建筑碳排放分析报告。施工图设计文件应明确建筑节能措施及可再生能源利用系统运营管理的技术要求。

1.0.5 居住建筑的节能设计应通过以下途径降低建筑物能耗：

1 根据山东地区的气候特征，在保证室内热环境质量的前提下，充分利用太阳辐射得热，通过提高建筑外围护结构的热工性能，降低建筑物供暖能耗；

2 通过供暖系统的节能设计，提高供暖系统的热源效率和输送效率；

3 通过建筑遮阳、空调和通风系统等的节能设计，控制夏季的空调能耗；

4 通过给水排水及电气系统的节能设计，提高建筑物给水排水、照明和电气系统的用能效率；

5 通过合理利用太阳能、浅层地热能等可再生能源和清洁能源，降低化石能源消耗量。

1.0.6 居住建筑节能设计，除应符合本标准的规定外，尚应符合国家和山东省现行有关标准规定。

2 术语

2.0.1 供暖度日数 (*HDD18*) heating degree day based on 18°C

一年中，当某天室外日平均温度低于 18°C 时，将该日平均温度与 18°C 的差值乘以 1d，并将此乘积累加，得到一年的供暖度日数。

2.0.2 空调度日数 (*CDD26*) cooling degree day based on 26°C

一年中，当某天室外日平均温度高于 26°C 时，将该日平均温度与 26°C 的差值乘以 1d，并将此乘积累加，得到一年的空调度日数。

2.0.3 体形系数 (*S*) 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。外表面积中，不包括地面和非供暖楼、电梯间等公共空间内墙及户门的面积。

2.0.4 热桥 thermal bridge

围护结构中热流强度显著增大的部位。

2.0.5 外墙平壁部分的传热系数 heat transfer coefficient of external wall and roof planomural

不考虑墙体周边构造的传热系数。

2.0.6 外墙单元的平均传热系数 mean heat transfer coefficient of external wall and roof planomural unit

考虑了外围护结构墙体单元中存在热桥影响后得到的传热系数。

2.0.7 窗墙面积比 (*C_Q*) window to wall ratio

房间的外窗洞口面积与房间立面单元外墙面积（即建筑层高与开间定位轴线围成的面积）之比。

2.0.8 建筑遮阳 solar shading of building

对进入室内的太阳辐射进行遮挡或调节的建筑构件及装置。

2.0.9 活动外遮阳 active external solar shading device

安设在建筑物外侧并固定在建筑物或构件上，能够调节角度或形状，改变遮光状态的遮阳装置。

2.0.10 透光围护结构太阳得热系数 (*SHGC*) solar heat gain coefficient of transparent envelope

在太阳光照射时间内，通过透光围护结构部件（门窗或透光幕墙等）的太阳辐射室内得热量与透光围护结构外表面（门窗或透光幕墙等）接收到的太阳辐射量的比值。

2.0.11 换气次数 air change rate

单位时间内室内空气的更换次数，即通风量与房间容积的比值。

2.0.12 参照建筑 reference building

进行围护结构热工性能权衡判断时，作为计算满足标准要求的全年供暖能耗用的基准建筑。

2.0.13 设计建筑 designing building

正在设计或需要进行围护结构热工性能权衡判断的建筑。

2.0.14 围护结构热工性能权衡判断 building envelope trade-off option

当建筑设计不能完全满足围护结构热工性能规定指标要求时，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。

2.0.15 集中供暖系统耗电输热比（EHR-h）electricity consumption to transfered heat quantity ratio

设计工况下，集中供暖系统循环水泵总功耗（kW）与设计热负荷（kW）的比值。

2.0.16 空调冷热水系统耗电输冷（热）比[EC(H)R-a] electricity consumption to transfered cooling (heat) quantity ratio

设计工况下，集中系统的空调冷（热）水系统循环水泵总功耗（kW）与设计冷（热）负荷（kW）的比值。

2.0.17 热量表 heat meter

用于测量及显示水流经热交换系统所释放或吸收热能量的仪表。由流量传感器、计算器和配对温度传感器等部件所组成。

2.0.18 热量结算点 heat settlement site

指供热方和用热方之间通过热量表计量的热量值直接进行贸易结算的位置。该位置上的热量表称为热量结算表。

2.0.19 分户热计量 heat metering in consumers

对采用集中供暖系统的住宅，以楼栋为单位设置热量结算点和热量结算表，通过热分配方式对每户（套）的用热量进行的计量。

2.0.20 热计量装置 heat metering device

热量结算表以及对热量结算表的计量值进行热分配的、用以计量用户消耗热量的所有仪表或系统的总称。

2.0.21 户用热量分配装置 household heat allocation device

依据分配模型把热量结算表计量的热量值，分配到各用户的仪表或系统的总称。

2.0.22 供热量自动控制装置 automatic control device of heating load

安装在热源或热力站，能够根据室外气候的变化，结合供热参数的反馈，通过相关设备的执行动作，实现对供热量自动调节控制的装置。

2.0.23 一次水和二次水 primary water and secondary water

在通过换热器间接供热的供暖系统中，热源侧的热媒循环水为一次水，用户侧的热媒循环水为二次水。对应的循环水泵则称为一次侧循环泵和二次侧循环泵，简称一次泵和二次泵。

2.0.24 一级泵和二级泵 primary pump and secondary pump

在热源直接供热的供暖系统中，热源侧的循环水泵为一级泵，外网或用户侧的循环水泵为二级泵。

2.0.25 静态水力平衡阀 static hydraulic balancing valve

具有良好流量调节特性、开度显示和开度限定功能，可以在现场通过和阀体连接的专用仪表测量流经阀门的流量的手动调节阀。简称水力平衡阀或平衡阀。

2.0.26 自力式流量控制阀 self-operate flow limiter

通过自力式动作，无需外部动力驱动，在某个压差范围内自动控制流量保持恒定的调节阀。又称定流量阀。

2.0.27 自力式压差控制阀 self-operate differential pressure control valve

通过自力式动作，无需外部动力驱动，在某个压差范围内自动控制压差保持恒定的调节阀。又称定压差阀。

2.0.28 智能动态平衡阀 intelligent balancing valve

集中供暖系统中，能够测量流经阀门热媒的温度、压力、流量，通过系统下达的控制逻辑及指令参数，自动调整阀门开度，满足系统动态水力平衡的电动调节阀。

2.0.29 散热器恒温控制阀 thermostatic radiator valve

与供暖散热器配合使用的一种专用阀门，可人为设定室内温度，通过温包感应环境温度产生自力式动作，无需外界动力即可调节流经散热器的热水流量从而实现室温恒定。简称恒温阀或散热器恒温阀。

2.0.30 水热型地热能系统 geothermal resource of hydrothermal type

对以高于地下水水温的液态水为主的地热资源的统称。

3 气候子区与主要计算参数

3.0.1 根据山东省各地的供暖度日数（ $HDD18$ ）及空调度日数（ $CDD26$ ），山东全省均属寒冷地区。当 $2000 \leq HDD18 < 3800$ ， $CDD26 \leq 90$ 时，气候子区为寒冷 A 区；当 $2000 \leq HDD18 < 3800$ ， $CDD26 > 90$ 时，气候子区为寒冷 B 区。山东省城市气候子区及气象基本参数见表 3.0.1。

表 3.0.1 山东省城市气候子区及气象基本参数

城市	气候子区	$HDD18$ ($^{\circ}C \cdot d$)	$CDD26$ ($^{\circ}C \cdot d$)	计算供暖能耗用参数	
				天数 (d)	供暖期计算起止时间
济南	B	2211	160	120	11月15日至次年3月15日
青岛	A	2401	22	141	11月16日至次年4月5日
淄博	B	2266	176	120	11月15日至次年3月15日
枣庄	B	2165	107	120	11月15日至次年3月15日
东营	B	2507	109	120	11月15日至次年3月15日
烟台	A	2432	47	136	11月16日至次年3月31日
潍坊	A	2735	63	120	11月15日至次年3月15日
济宁	B	2232	130	125	11月15日至次年3月20日
泰安	A	2494	71	120	11月15日至次年3月15日
威海	A	2490	29	136	11月20日至次年4月5日
日照	A	2361	39	120	11月15日至次年3月15日
临沂	A	2375	70	130	11月10日至次年3月20日
德州	B	2527	97	120	11月15日至次年3月15日
聊城	B	2474	92	120	11月15日至次年3月15日
滨州	B	2604	94	125	11月15日至次年3月20日
菏泽	B	2396	116	120	11月15日至次年3月15日

3.0.2 全年供暖能耗主要计算参数设置应符合下列规定：

- 1 冬季供暖室内计算温度应取 $18^{\circ}C$ ；
- 2 冬季供暖计算换气次数应取 $0.5h^{-1}$ ；
- 3 供暖系统运行时间：0:00~24:00；
- 4 照明功率密度： $5W/m^2$ ；
- 5 设备功率密度： $3.8 W/m^2$ ；
- 6 人员设置：卧室 2 人、起居室 3 人，其他房间 1 人；
- 7 人员在室率、照明使用率、设备使用率应符合表 3.0.2-1~表 3.0.2-3 的规定。

表 3.0.2-1 人员在室率 (%)

房间类型	时段											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
卧室	100	100	100	100	100	100	50	50	0	0	0	0
起居室	0	0	0	0	0	0	50	50	100	100	100	100
厨房	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100
卫生间	0	0	0	0	0	50	50	10	10	10	10	10
辅助房间	0	0	0	0	0	10	10	10	10	10	10	10
房间类型	时段											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
卧室	0	0	0	0	0	0	0	0	50	100	100	100
起居室	100	100	100	100	100	100	100	100	50	0	0	0
厨房	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0
卫生间	10	10	10	10	10	10	10	50	50	0	0	0
辅助房间	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0

表 3.0.2-2 照明使用率 (%)

房间类型	时段											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
卧室	0	0	0	0	0	100	50	0	0	0	0	0
起居室	0	0	0	0	0	50	100	0	0	0	0	0
厨房	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
卫生间	0	0	0	0	0	50	50	10	10	10	10	10
辅助房间	0	0	0	0	0	10	10	10	10	10	10	10
房间类型	时段											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
卧室	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	0	0
起居室	0	0	0	0	0	0	100	100	50	0	0	0
厨房	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0
卫生间	10	10	10	10	10	10	10	50	50	0	0	0
辅助房间	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0

表 3.0.2-3 设备使用率 (%)

房间类型	时段											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
卧室	0	0	0	0	0	0	100	100	0	0	0	0

房间类型	时 段											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
起居室	0	0	0	0	0	0	50	100	100	50	50	100
厨房	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100
卫生间	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
辅助房间	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
房间类型	时 段											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
卧室	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	0	0
起居室	100	50	50	50	50	100	100	100	50	0	0	0
厨房	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0
卫生间	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
辅助房间	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

4 建筑与围护结构

4.1 一般规定

4.1.1 建筑群的总体布置，单体建筑的平面、立面设计，应为可再生能源利用创造条件，并应有利于冬季增加日照和降低冷风对建筑的影响，夏季增强自然通风和减轻热岛效应。

4.1.2 建筑物朝向宜为南北向或接近南北向，且主要房间宜避开冬季主导风向。

4.1.3 建筑物的房间不宜设三面外墙，同一房间不宜有两个及以上不同朝向的外窗。

4.1.4 居住建筑体形系数 S 应符合表 4.1.4 的限值规定。当体形系数 S 大于限值时，必须按本标准第 4.3 节的规定，进行围护结构热工性能权衡判断。

表4.1.4 体形系数 S 限值

建筑层数	≤3层	≥4层
体形系数	≤0.55	≤0.33

4.1.5 建筑的窗墙面积比 C_Q 应符合表 4.1.5 的限值规定；当 C_Q 不满足本条规定的限值时，必须按本标准第 4.3 节的规定进行权衡判断。

表4.1.5 窗墙面积比 C_Q 限值

朝向	窗墙面积比 C_Q
北	≤0.30
东、西	≤0.35
南	≤0.50

注：表中的“北”代表从北偏东小于 60°至北偏西小于 60°的范围；“东、西”代表从东或西偏北小于等于 30°至偏南小于 60°的范围；“南”代表从南偏东小于等于 30°至偏西小于等于 30°的范围。

4.1.6 建筑的窗墙面积比应按下列要求进行计算：

- 1 凸窗面积按窗洞口面积计算；
- 2 封闭阳台应按封闭阳台的外窗（含门）计算窗墙面积比；
- 3 敞开式阳台的阳台门应计入窗户面积。

4.1.7 建筑主要房间外窗的通风开口有效面积，不应小于所在房间地面面积的 1/20，或采用可以调节室内换气量的设施。

4.1.8 建筑主要使用房间（卧室、书房、起居室等）的外窗面积，不应小于所在房间地面面积的 1/7。

4.1.9 新建建筑应设置太阳能热水系统或太阳能光伏发电系统。安装太阳能系统时，应符合下列规定：

- 1 太阳能建筑一体化应用系统的设计应与建筑设计同步完成；
- 2 太阳能光伏组件或集热板宜与建筑造型设计相协调；

3 太阳能装置设置于屋面时，屋面应为无南向遮挡的平屋面或南向坡屋面；

4 屋面装饰构架、女儿墙等设施不应影响太阳能装置的日照要求。

4.1.10 地下车库等公共空间，宜采用采光井或导光管采光系统等天然采光设施，导光管采光系统设计应符合现行行业标准《导光管采光系统技术规程》JGJ/T 374 的规定。

4.1.11 安装分体式空气源热泵（含空调器、风管机、多联机）时，室外机的安装位置应符合下列规定：

- 1 应确保进风与排风通畅，且避免短路；
- 2 应便于对室外机的换热器进行清扫和维修；
- 3 应避免污浊气流对室外机组的影响；
- 4 室外机组应有防积雪措施；
- 5 噪声和排出热气流不应对环境有影响；
- 6 应设置安装、维护及防止坠落伤人的安全防护措施。

4.1.12 电梯应具备节能运行功能并应符合下列规定：

- 1 同一空间设有两台及以上电梯集中排列时，应具备群控功能；
- 2 电梯无外部召唤且轿厢内一段时间无预置指令时，应自动转为节能运行模式；
- 3 自动扶梯、自动人行步道应具备空载时暂停或低速运转的功能。

4.2 围护结构热工设计

4.2.1 建筑各部位围护结构的热工性能限值应符合表 4.2.1-1 和表 4.2.1-2 的规定。当热工性能不满足本条要求时，必须按本标准第 4.3 节的规定进行权衡判断。

表4.2.1-1 非透光围护结构传热系数（K）限值

围护结构部位	传热系数 $K[W/(m^2 \cdot K)]$	
	≤3 层建筑	≥4 层建筑
屋 面	≤0.15	≤0.15
外 墙	≤0.20	≤0.30
架空或外挑楼板	≤0.20	≤0.30
分隔供暖与非供暖空间的楼板	≤0.45	≤0.45
供暖房间与室外接触的外门	≤1.50	≤1.50
单元外门	≤2.00	≤2.00

注：坡屋面与水平面的夹角大于 45°时按外墙计，小于 45°时按屋面计。

表4.2.1-2 透光围护结构热工性能参数限值

围护结构部位	传热系数 $K[W/(m^2 \cdot K)]$		外窗综合太阳得热系数 $SHGC$
	≤3 层建筑	≥4 层建筑	

围护结构部位		传热系数 $K[W/(m^2 \cdot K)]$		外窗综合太阳得热系数 $SHGC$
		≤ 3 层建筑	≥ 4 层建筑	
外窗 (包括幕墙等透光部位)	$C_Q \leq 0.30$	≤ 1.40	≤ 1.50	0.36 ~ 0.50
	$0.30 < C_Q \leq 0.50$	≤ 1.30	≤ 1.40	0.36 ~ 0.50
屋面天窗		≤ 1.30	≤ 1.50	0.36 ~ 0.45

注：外窗玻璃的可见光透射比不应小于 0.40。

4.2.2 围护结构其他部位的传热系数或保温材料层热阻应符合表 4.2.2 的限值规定。

表4.2.2 围护结构热工性能参数限值

围护结构部位	传热系数 $K[W/(m^2 \cdot K)]$	
	≤ 3 层建筑	≥ 4 层建筑
分隔供暖与非供暖空间的隔墙	≤ 1.50	
分隔供暖与非供暖空间的户门	≤ 2.00	
变形缝墙（两侧墙体内保温）	≤ 0.60	
住宅建筑的分户墙	≤ 1.50	
住宅建筑供暖房间的层间楼板	≤ 1.50	
地面及地下室外墙	保温材料层热阻 $R[(m^2 \cdot K)/W]$	
与土壤接触的地面	≥ 1.60	≥ 1.60
地下室及半地下室与土壤接触的外墙	≥ 1.80	≥ 1.80

注：1 与土壤接触的地面和地下室外墙的保温材料层不包括土壤和其他构造层。

2 当变形缝与室外接触的部位满填保温材料且填充深度均不小于 300mm 时，可认为达到限值要求。

4.2.3 围护结构传热系数计算应符合下列规定：

1 外墙传热系数应为考虑了周边构造影响后计算得到的外墙单元的平均传热系数，按本标准附录 B 计算确定；当采用无热桥设计时，外墙单元的平均传热系数可近似按外墙平壁部分的传热系数计算确定；

2 外门窗的 K 值应为门窗（包括透光玻璃和门窗框）的整体传热系数，应根据现行行业标准《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》JGJ/T 151 规定计算或门窗实测检测报告确定，部分外窗的热工性能可按附录 E 参考选用；

3 分隔供暖与非供暖空间的楼板及隔墙、变形缝墙的 K 值按外墙平壁部分的传热系数计算确定。变形缝两侧墙体做内保温时，每一侧墙体的传热系数不应大于表 4.2.2 中的限值规定；

4 地面当量传热系数按 $0.10 W/(m^2 \cdot K)$ 取值。

4.2.4 寒冷 B 区东、西向主要房间外窗的遮阳设计，应符合下列规定：

1 当窗墙面积比大于 0.30 且其外窗综合太阳得热系数 $SHGC$ 大于 0.50、天窗综合太阳得热系数 $SHGC$ 大于 0.45 时，应设置活动外遮阳。当设置了展开或关闭后可以全部遮蔽窗户的活动式外遮阳时，应认定满足本条对外窗综合太阳得热系数 $SHGC$ 的要求；

2 活动外遮阳装置应与建筑立面及外窗洞口进行一体化设计。

4.2.5 外窗综合太阳得热系数 $SHGC$ 应按下列公式计算：

$$SHGC = SHGC_c \times SC_s \quad (4.2.5)$$

式中： $SHGC$ —外窗综合太阳得热系数；

$SHGC_c$ —外窗自身的太阳得热系数，可按国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176-2016 第 C.7 节的规定计算确定，计算中部分数据应以检测值为准；

SC_s —建筑外遮阳构件的遮阳系数。按附录 D 的简化计算方法确定；当无建筑外遮阳构件时， $SC_s = 1$ 。

4.2.6 居住建筑屋面设置天窗时，其面积与所在房间屋面面积的比值不应大于 15%。

4.2.7 建筑外门、外窗应具有良好的密闭性能，其气密性等级应符合下列规定：

1 外窗、供暖房间与室外直接接触的外门不应低于现行国家标准《建筑幕墙、门窗通用技术条件》GB/T 31433 中规定的 7 级；

2 楼栋和单元外门不应低于现行国家标准《建筑幕墙、门窗通用技术条件》GB/T 31433 中规定的 4 级。

4.2.8 居住建筑凸窗的设置应符合下列规定：

1 北向房间不得设置凸窗；

2 其他朝向不宜设置凸窗，当设置凸窗时，应符合下列规定：

1) 外墙外表面至凸窗外表面的距离不应大于 500mm；

2) 凸窗不透光的顶板、底板、侧边的传热系数不应大于 $0.30\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 。

4.2.9 阳台和室外平台等热工设计应符合下列规定：

1 阳台下列部位的传热系数应符合本标准第 4.2.1 条的规定：

1) 非封闭阳台内侧与室外空气接触的建筑外墙和阳台门（窗）；

2) 封闭阳台外侧与室外空气接触的建筑外墙和阳台门（窗）。

2 室外平台和屋顶机房等屋面的传热系数应符合本标准第 4.2.1 条的规定。

4.2.10 非供暖楼梯间和其他与室外接触的非供暖空间的热工设计应符合下列规定：

1 围护结构外墙、外窗、外门、屋面等的传热系数应符合本标准表 4.2.1 中的限值规定；

2 楼梯间、外走廊等公共空间与室外连接的开口处应设置能关闭的外门、外窗；

3 建筑物出入口宜设置过渡空间或门斗。

4.2.11 围护结构保温技术的选择和细部构造设计应符合下列规定：

1 围护结构宜根据当地资源状况和使用的保温材料等因素选择适宜的保温技术。外墙宜采用外墙外保温技术或建筑保温与结构一体化技术。外墙保温层应连续，采用单层保温板时，宜采用锁扣方式连接；采用双层保温板时，应采用错缝粘结方式；

2 外墙采用装配式保温墙板时，应保证保温层的连续性，并避免出现热桥；当预制外墙板周边保温层厚度有缩减时，外墙平壁部分的传热系数计算应考虑保温层厚度的影响；墙板接缝处以及墙板与主体结构的连接处应设置阻断热桥的构造措施；

3 外墙和屋面应减少混凝土出挑构件、附墙部件、屋面风道等凸出物，当外墙和屋面有出挑构件、附墙部件等凸出物时，应采取阻断热桥的保温措施；

4 地下室外墙外侧保温层埋置深度应至少与地下室室内建筑楼地面标高齐平；地下室外墙外侧保温层内部和外部宜分别设置一道防水层，防水层延伸至室外地面以上不应小于 500mm；

5 无地下室时，外墙保温层延续埋置在室外地面以下不应小于 500mm；

6 女儿墙等突出屋面的结构体，其保温层应与屋面的保温层连续，不应出现结构性热桥；当采用分层保温材料时，各层之间应有可靠粘结。

4.2.12 外门窗节能设计应符合下列规定：

1 外门窗安装方式应根据墙体的构造方式进行优化设计。外窗外侧的安装位置宜靠近保温层内侧的位置，当不能靠近时，外门窗口外侧四周墙面应进行阻断热桥的保温处理；

2 外窗安装应采用附框，且宜选用节能型附框，外墙或窗口的保温层应覆盖附框，外门（窗）框或附框与墙体之间缝隙应采用高效保温材料填塞密实并做好防水处理；外窗、附框的技术要求应符合现行山东省工程建设标准《民用建筑外窗工程技术标准》DB37/T 5016 和现行国家标准《建筑门窗附框技术要求》GB/T39866 的规定；

3 外窗外侧下口应设置金属披水板；披水板与窗框之间应有结构性连接，并采用密封材料密封。

4.2.13 采用无热桥设计时，除应满足本标准第 4.2.11 条、第 4.2.12 条要求外，尚应符合下列规定：

1 外墙保温转角处宜采用整块保温构件；保温层采用锚栓固定时，应采用断热桥锚栓或其他方式阻断热桥；穿墙部位应预留套管，套管与管道之间应填充保温材料；外墙上不宜设置固定导轨、龙骨、支架等可能导致热桥的部件，必须固定时，应在外墙上预埋断热桥的锚固件；

2 屋面保温层靠近室外一侧应设置防水层，防水层宜延续到女儿墙顶部盖板内；屋面结构层上，保温层下应设置隔汽层；屋面隔汽层设计及排气构造设计应符合现行国家标准《屋面工程技术规范》GB 50345 的规定；

3 对女儿墙等突出屋面的结构体，其保温层应与屋面、墙面保温层连续，不应出现结构性热桥。女儿墙、风道出风口宜设置金属盖板，金属盖板与结构连接部位应采取避免热桥的措施；

4 管道穿屋面预留洞口应大于管道外径，并满足保温厚度要求；伸出屋面外的管道应设置套管进行保护，套管与管道间应填充保温材料；

5 地下室外墙外侧保温层应与地上部分保温层延续，并应采用吸水率低的保温材料；与土壤接触的保温层外侧应有保护措施。

4.2.14 围护结构中的热桥部位应进行表面结露验算，并应采取保温措施，确保热桥内表面温度不低于室内空气设计温、湿度条件下的露点温度。围护结构热桥部位的表面结露验算应符合现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的有关规定。

4.2.15 屋面防水层下设置的找坡层为多孔材料时，应采取排气措施。

4.3 建筑围护结构热工性能权衡判断

4.3.1 当建筑与围护结构热工设计符合本标准第 4 章第 4.1.4、4.1.5、4.2.1、4.2.2 条的规定时，可直接判定围护结构的热工性能满足本标准的要求。当不能满足第 4.1.4、4.1.5、4.2.1 条的限值要求时，应进行权衡判断。居住建筑围护结构热工设计用表详见附录 A。

4.3.2 进行权衡判断的设计建筑，其建筑及围护结构热工性能不得低于以下基本要求：

1 外墙、屋面、外窗和架空或外挑楼板的传热系数不得超过表 4.3.2-1 的规定，外窗的综合太阳得热系数不得小于 0.36。

表4.3.2-1 围护结构热工性能基本要求

围护结构部位	传热系数 $K[W/(m^2 \cdot K)]$	太阳得热系数 ($SHGC$)
屋面	0.15	—
外墙	0.35	—
架空或外挑楼板	0.40	—
外窗	1.50	0.36

2 窗墙面积比 C_Q 最大值不得超过表 4.3.2-2 的规定。

表4.3.2-2 窗墙面积比基本要求

朝向	C_Q 最大限值
北	0.40
东、西	0.45
南	0.60

4.3.3 权衡判断应首先计算参照建筑在规定条件下的全年供暖能耗，然后计算设计建筑在相同条件下的全年供暖能耗，当设计建筑的全年供暖能耗小于或等于参照建筑全年供暖能耗时，应判定建筑围护结构的总体热工性能符合本标准规定；设计建筑的全年供暖能耗大于参照建筑的全年供暖能耗时，应调整设计建筑围护结构热工性能并重新计算，直至设计建筑的供暖能耗不大于参照建筑的供暖能耗。

4.3.4 参照建筑的形状、大小、朝向、内部空间划分和使用功能应与设计建筑完全一致。当设计建筑的体形系数大于本标准第 4.1.4 条的规定时，参照建筑的体形系数应按比例缩小，使参照建筑的体形

系数符合本标准第 4.1.4 条的规定；当设计建筑的窗墙面积比大于第 4.1.5 条规定时，参照建筑的每个外窗都应按某一比例缩小，使参照建筑的窗墙面积比符合本标准第 4.1.5 条的规定。

4.3.5 参照建筑外围护结构的热工性能参数取值应完全符合本标准第 4.2.1 条、4.2.2 条的规定。本标准未做规定时，参照建筑应与设计建筑一致。

4.3.6 权衡判断应采用能按照本标准要求自动生成参照建筑计算模型专用计算软件，其并应具有以下功能：

- 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、供暖系统运行时间；
- 3 能计算建筑热桥对能耗的影响；
- 4 能计入建筑围护结构蓄热性能的影响；
- 5 能计算 10 个以上建筑分区；
- 6 能直接生成权衡判断计算报告。

4.3.7 建筑物供暖能耗的计算应符合下列基本规定：

- 1 应采用逐时逐负荷动态传热的方法计算全年供暖能耗；
- 2 参照建筑与设计建筑的供暖能耗计算应采用相同的软件和典型气象年数据；
- 3 应计算围护结构（包括热桥部位）传热、太阳辐射得热、建筑内部得热、通风换气热损失等形成的负荷，计算中应考虑建筑热惰性对负荷的影响；
- 4 建筑供暖系统运行时间、室内温度、照明功率密度值及开关时间、房间人均占有的建筑面积及在室率、照明使用率、设备使用率应符合本标准第 3.0.2 条的规定；
- 5 建筑物面积和体积的计算应符合附录 C 的规定；
- 6 围护结构主要材料的物理性能参数、保温材料导热系数的修正系数等应按附录 F 取值。

4.3.8 设计建筑和参照建筑全年供暖能耗应按下列公式规定进行计算：

$$E_H = Q_H / (A_0 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot q_1 \cdot q_2) \quad (4.3.8)$$

式中： E_H – 全年供暖能耗 (kWh/m²)；

Q_H – 全年累计耗热量 (kWh)，采用动态模拟软件进行计算；

A_0 – 计算建筑面积 (m²)；

η_1 – 室外管网输送效率，取 0.93；

η_2 – 燃煤锅炉运行效率，取 0.89；

q_1 – 标准煤热值，取 8.14kWh/kgce；

q_2 – 综合发电煤耗，取 0.33 kgce /kWh。

5 供暖、通风与空气调节

5.1 一般规定

5.1.1 供暖系统和集中空气调节系统的施工图设计，必须对每一个房间进行热负荷和逐项逐时的冷负荷计算，并应作为选择末端设备、确定管道规格、选择冷热源设备容量的基本依据。

5.1.2 居住建筑供暖和空气调节的室内外设计计算参数应按现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736和《住宅设计规范》GB 50096及其他相关规范的有关规定执行。

5.1.3 居住建筑的供暖、空调方式及其热源、冷源选择，应根据当地资源情况、环境保护、能源的高效率应用、用户对供暖空调预期费用的可承受能力等综合因素，经技术经济分析确定。住宅不宜采用集中空调系统。

5.1.4 居住建筑集中供暖热源选择，应符合下列规定：

1 有可供利用的废热或工厂余热的区域，应优先采用废热或工厂余热；

2 不具备第1款的条件，但有城市或区域热网的地区宜优先采用城市或区域热网；

3 有条件且技术经济合理时，宜优先采用太阳能、地源热泵及空气源热泵等可再生能源。当采用可再生能源受到气候等原因的限制无法保证时，应设置辅助热源。

5.1.5 集中空调系统的冷源和空调系统的选择、设计，除执行本标准外，尚应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736和现行山东省工程建设标准《公共建筑节能设计标准》DB37/5155的有关规定。

5.1.6 居住建筑的集中供暖系统，应按热水连续供暖进行设计。居住区内的商业、文化及其他配套公共建筑的供暖系统应与居住建筑分开；对用热规律不同的热用户，在供暖系统中宜实行分时分区调节控制和分别设置热计量装置。

5.1.7 居住建筑不得采用电直接加热设备作为集中新风加湿的热源，只有当符合下列条件之一时，应允许采用电直接加热设备作为集中供暖、空调及空气加湿的热源：

1 无城市或区域集中供热且限制采用燃气、煤、油等燃料，同时无法利用热泵等其他能源形式时；

2 利用可再生能源发电，且其发电量能够满足建筑自身供暖和空气加湿用电量需求时；

3 利用蓄热式电热设备在低谷电时段进行供暖或蓄热，且不在用电高峰和平段时间启用，并经技术经济比较合理时；

4 电力供应充足，且当地电力政策鼓励用电时。

5.1.8 集中供热系统应有可靠的水质保证措施。

5.1.9 集中供暖系统必须设置热计量装置，并应满足下列规定：

- 1 锅炉房总供水管和热力站一次水管网回水管上，应设置计量总供热量的热计量装置；
- 2 居住建筑应采用以楼栋为对象设置楼栋热量结算表和户用热量分配装置的分户热计量方法，并以设置楼栋热量结算表的热力入口作为该建筑物的热量结算点；
- 3 居住建筑的公共部分应单独设置热计量装置；
- 4 热量表应具备数据通信和远传功能，并应符合现行国家标准《热量表》GB/T 32224 的规定。

5.1.10 居住建筑室内主要供暖和空调设施应设置室温自动调控装置。

5.1.11 热水供暖管道的材质和壁厚，应根据其工作温度、工作压力、使用寿命、安装方式及环保性能等因素，经综合考虑和技术经济比较后确定，其质量应符合现行国家有关产品标准的规定。住宅户内供暖系统采用塑料管道时，应采用具有阻氧特性的塑料管材。

5.1.12 当输送热媒温度高于其管道外环境温度且不允许热媒温度有降低，或当输送冷媒温度低于其管道外环境温度且不允许冷媒温度有升高时，管道与设备应采取绝热措施，且绝热层的设置应符合下列规定：

- 1 保温层厚度应按现行国家标准《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；
- 2 保冷层厚度应按现行国家标准《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，并取较大值；
- 3 供冷或供热共用时，绝热层厚度应取本条第 1 款和第 2 款计算出的较大值；
- 4 管道和设备绝热层最小厚度或空调风管绝热层最小热阻可按本标准附录 H.0.4 提供的数据确定；
- 5 采用其他绝热材料或其导热系数与附录 H 中数值差异较大时，绝热层最小厚度应按下式修正：

$$\delta'_{\min} = \frac{\lambda'_m \cdot \delta_{\min}}{\lambda_m} \quad (5.1.12)$$

式中： δ'_{\min} —修正后的绝热层最小厚度（mm）；

δ_{\min} —附录 H 中绝热层最小厚度（mm）；

λ'_m —实际选用的绝热材料在其平均使用温度下的导热系数 [W/(m·K)]；

λ_m —附录 H 中绝热材料在其平均使用温度下的导热系数 [W/(m·K)]。

- 6 管道和支架之间，管道穿墙、穿楼板处应采取阻断“热桥”的措施；
- 7 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。

5.1.13 3 层以上普通住宅的单位供暖面积设计热负荷指标不宜超过 23 W/m²。

5.2 热源与热力站

5.2.1 新建锅炉房时，锅炉房宜建在靠近热负荷密度大的地区，并应满足现行国家标准《锅炉房设计

标准》GB 50041 中对锅炉房的设置位置和选址的要求。

5.2.2 锅炉房的总装机容量应按下列式确定：

$$Q_B = \frac{Q_0}{\eta_1} \quad (5.2.2)$$

式中： Q_B —锅炉房的总装机容量（W）；

Q_0 —锅炉负担的供暖设计热负荷（W）；

η_1 —室外管网输送效率，一般取 0.93。

5.2.3 锅炉额定工况下的设计热效率不应低于表 5.2.3-1~5.2.3-3 的限定值。

表 5.2.3-1 燃液体燃料、天然气锅炉额定工况下热效率限定值（%）

燃料种类	锅炉热效率（%）
燃油	93
燃气	94（101）

注：括号中的数值为燃气冷凝锅炉额定工况下的热效率限定值。

表 5.2.3-2 燃生物质锅炉额定工况下热效率限定值（%）

燃料种类	锅炉额定蒸发量 $D(t/h)$ /额定热功率 Q (MW)	
	$D \leq 10 / Q \leq 7$	$D > 10 / Q > 7$
生物质	锅炉热效率（%）	
	84	88

表 5.2.3-3 燃煤锅炉额定工况下热效率限定值（%）

锅炉类型及燃料种类		锅炉额定蒸发量 $D(t/h)$ /额定热功率 Q (MW)	
		$D \leq 20 / Q \leq 14$	$D > 20 / Q > 14$
		锅炉热效率（%）	
层状燃烧锅炉	II 类 烟煤	82	83
流化床燃烧锅炉		89	89
室燃（煤粉）锅炉		90	90

5.2.4 燃气锅炉房的设计应符合下列规定：

1 锅炉房的供热半径应根据供热区域的情况、供热规模、供热方式及供热参数等条件来合理地确定，供热半径不宜大于 300m，每个直接供热的锅炉房的供热面积不宜大于 10 万 m^2 。当受条件限制供热面积较大时，应采用分区设置热力站的间接供热系统；

2 单台锅炉的负荷率不应低于 30%；

3 锅炉台数不宜过多，在满足本条第 2 款的条件下宜为 2 台~3 台；

4 采用模块组合式锅炉的锅炉房，宜以楼栋为单位设置。总供热面积较大，且不能以楼栋为单位设置时，锅炉房应相对分散设置。每个锅炉房设置的模块数宜为 4 块~8 块，不应多于 10 块，总供热

量不宜超过 1.4MW;

5 应采用全自动锅炉，额定热功率大于或等于 2.1MW 的燃气锅炉应采用比例自动调节燃烧器，并具有同时调节燃气量和燃烧空气量的功能；额定热功率小于 2.1MW 的锅炉宜采用比例自动调节燃烧器；

6 锅炉大气污染物的排放应符合现行山东省地方标准《锅炉大气污染物排放标准》DB37/ 2374 和当地环保要求。

5.2.5 燃气锅炉宜直接选用冷凝式锅炉或通过结构优化实现环保高效。当选用普通锅炉时，应另设烟气余热回收装置，且排烟温度不应高于 80℃。

5.2.6 供暖热力站设计应符合下列规定：

1 单一供暖系统供热面积不宜大于 10 万 m²，供热半径不宜大于 500m；

2 一次水设计供水温度和供回水温差应根据热源或热力管网的供热参数确定，二次水设计供水温度和供回水温差应根据供暖系统需求确定；

3 地面辐射供暖系统的换热器或混水装置宜靠近终端用户设置，不宜设在远离用户的热源机房或热力站；

4 应选用高效、紧凑、便于维护管理、使用寿命长的换热器，其类型、构造、材质应与换热介质理化特性及换热系统使用要求相适应。水-水换热器应采用板式换热器；

5 换热器的总台数不应多于 4 台，不宜少于 2 台；

6 换热器的总换热量应在换热系统设计热负荷的基础上乘以附加系数，并宜按表 5.2.6 取值，供暖系统还应同时满足本条第 7 款的要求；

7 供暖系统的换热器，当其中 1 台停止工作时，其余换热器的设计换热量不应低于设计供热量的 65%。

表 5.2.6 换热器附加系数取值表

系统类型	供暖及空调供热	空调供冷	水源热泵
附加系数	1.1~1.15	1.05~1.1	1.15~1.25

5.2.7 有条件采用集中供热、按楼栋设置燃气热水机组、模块锅炉的居住建筑，不应采用户式燃气供暖炉（热水器）作为供暖热源。必须采用户式燃气供暖炉（热水器）作为热源时，应符合下列要求：

1 户式燃气供暖炉（热水器）的额定热效率不应低于现行国家标准《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 中能效等级 1 级的规定；

2 额定热量应与室内供暖负荷（热水负荷）相适应，容量不宜过大；

3 应采用具有同时自动调节燃气量和燃烧空气量功能的产品，并配置有室温或水温自动调控功能；

4 应采用冷凝式燃气供暖炉（热水器），燃烧方式宜为全预混燃烧；

5 配套循环水泵应与系统特性相匹配；

6 应采用产品原厂配置的专用进气和排烟管；

7 污染物排放浓度应符合现行国家和山东省有关标准对燃气供暖炉大气污染物排放标准的要求。

5.2.8 燃煤（燃散煤）锅炉房应采取区域锅炉房供热方式，并应采用设置热力站的间接供热系统。锅炉的容量和台数应按下列原则合理配置：

1 单台锅炉的设计容量应以保证其具有长时间较高运行效率的原则确定，不宜小于 14MW，且其实际运行负荷率不宜低于 60%；

2 全年使用的锅炉房锅炉台数不应少于 2 台，非全年使用时不宜少于 2 台，但总台数不宜超过 5 台，在保证锅炉具有长时间较高运行效率的前提下，各台锅炉的容量宜相等；

3 当其中一台锅炉因故障停止运行时，剩余锅炉的总供热量不应低于设计供热量的 65%。

5.2.9 供热锅炉房和热力站应进行自动监测与控制，并应设计下列节能自动监控内容：

1 锅炉和热交换器的供回水温度、压力、流量等运行参数和室外温度的监测；

2 锅炉和热交换器最佳供回水温度和流量等供热参数的预测；

3 设置能根据室外气温和热网需求，实现供热量自动调节的供热量自动控制装置；

4 监测和计量燃料消耗量、供热量和补水用量，锅炉房和热力站的动力用电与其他用电应分别计量。

5.2.10 采用空气源热泵机组作为居住建筑物的供暖热源时，应符合本标准第 8.4.3 条的有关规定。

5.3 输配系统

5.3.1 锅炉房直接供热系统中，热水输配系统的设计应符合下列规定：

1 锅炉对供回水温度和流量的限定与用户侧在整个运行期对供回水温度和流量的要求不一致时，应采用按锅炉侧和用户侧分别配置循环水泵的二级泵混水系统；

2 当系统供热半径较大、锅炉侧要求定流量运行、用户侧变流量运行且锅炉与用户侧在整个运行期对供回水温度要求一致，经技术经济比较合理时，宜采用二级泵系统；

3 当系统供热半径不大、锅炉要求定流量运行、用户侧变流量运行且锅炉与用户侧在整个运行期对供回水温度要求一致时，宜采用锅炉侧定流量、用户侧变流量运行的一级泵系统；

4 当系统供热半径不大、锅炉允许变流量运行、用户侧也变流量运行且锅炉与用户侧在整个运行期对供回水温度的要求一致，经技术经济比较，在确保设备的适应性、控制方案和运行管理可靠的前提下，宜采用锅炉侧和用户侧均变流量运行的一级泵系统。

5.3.2 燃气锅炉房和热力站热水输配系统中，热水循环泵的选择应符合下列规定：

1 锅炉循环泵（一级泵）的种类应根据锅炉的流量特性确定，当锅炉要求定流量运行时应采用定频泵，当锅炉允许变流量运行时宜采用变频调速泵。配套供应的锅炉循环水泵，其性能参数应与工程

设计要求一致；

2 二级泵（混水）系统中的二级泵和通过换热器间接供热系统中的二次泵，均应采用变频调速泵；

3 循环水泵的台数均不宜过多但不应少于 2 台，当不超过 3 台时，其中一台宜设置为备用泵；系统较大时，可通过技术经济分析合理后增加泵的台数，但不宜超过 4 台。

5.3.3 同一热源服务于不同供热水温需求的楼栋时，宜在楼栋的热力入口处设置混水泵为低于热源供水温度的热用户供热。

5.3.4 采用集中供暖和集中空调系统，选配水系统的循环水泵时，应计算供暖系统耗电输热比（ $EHR-h$ ）和空调冷、热水系统耗电输冷（热）比 $[EC(H)R-a]$ ，并标注在施工图的设计说明中。 $EHR-h$ 或 $EC(H)R-a$ 值应按下式计算：

$$EHR-h \text{ 或 } EC(H)R-a = \frac{0.003096 \sum (G \cdot H / \eta_b)}{Q} \leq \frac{A(B + \alpha \Sigma L)}{\Delta T} \quad (5.3.4)$$

式中： G —每台运行水泵的设计流量（ m^3/h ）；

H —每台运行水泵对应的设计扬程（ mH_2O ）；

η_b —每台运行水泵对应的设计工作点的效率。根据水泵生产企业提供的选型数据取值，当无资料时可按水泵流量近似取值： $G \leq 60m^3/h$ 时取 0.63， $60m^3/h < G \leq 200m^3/h$ 时取 0.69， $G > 200m^3/h$ 时取 0.71；

Q —设计热负荷或冷负荷（ kW ）；

ΔT —规定的供回水温差，按表 5.3.4-1 取值（ $^{\circ}C$ ）；

A —与水泵流量有关的计算系数，按表 5.3.4-2 取值；

B —与机房和用户的水阻力有关的计算系数，按表 5.3.4-3 取值；

α —与 ΣL 有关的计算系数，按表 5.3.4-4 取值；

ΣL —管网供回水管道的总输送长度（ m ）。供暖系统从热力站出口计算至末端散热器或地面辐射供暖分集水器；空调冷热水系统从冷热源机房出口计算至系统最远末端空调设备，当末端为风机盘管时管道长度减去 100m。

表 5.3.4-1 ΔT 取值表

供暖系统	空调冷水系统		空调热水系统	
	一般系统	冷水机组直接提供高温冷水	一般热源	空气源热泵、溴化锂机组、水源热泵机组等
按设计参数确定	5 $^{\circ}C$	按机组设计参数确定	15 $^{\circ}C$	按机组设计参数确定

表 5.3.4-2 A 取值表

设计水泵流量 G (m^3/h)	$G \leq 60$	$60 < G \leq 200$	$G > 200$

A 取值	0.004225	0.003858	0.003749
不同流量的水泵并联运行时，按单台最大流量选取。			

表 5.3.4-3 管道系统的 B 取值表

系统组成		供暖管道	空调四管制管道	空调二管制管道
一级泵	冷水系统	—	28	28
	热水系统	17	22	21
二级泵	冷水系统	—	33	33
	热水系统	21	27	25
多级泵	冷水系统	每增加一级泵， B 值增加 5		
	热水系统	每增加一级泵， B 值增加 4		

表 5.3.4-4 管道系统 α 的取值和计算式

系 统		管网主干线长度 ΣL 范围		
		$\Sigma L \leq 400\text{m}$	$400\text{m} < \Sigma L < 1000\text{m}$	$\Sigma L \geq 1000\text{m}$
供 暖		0.0115	$0.003833 + 3.067/\Sigma L$	0.0069
空 调	冷水	0.0200	$0.016 + 1.6/\Sigma L$	$0.013 + 4.6/\Sigma L$
	二管制热水	0.0024	$0.002 + 0.16/\Sigma L$	$0.0016 + 0.56/\Sigma L$
	四管制热水	0.0140	$0.0125 + 0.6/\Sigma L$	$0.009 + 4.1/\Sigma L$

5.3.5 集中供暖工程设计必须进行室外供暖管网的水力平衡计算。

5.3.6 室外供暖管网水力计算应符合下列要求：

1 用户侧室外供暖管网最不利环路管道的比摩阻和压力损失，应以循环水泵的耗电输热比 $EHR-h$ 不大于本标准第 5.3.4 条规定的限值为原则确定；

2 与最不利环路并联的其他环路管道的比摩阻和压力损失，应根据水力平衡的原则确定；

3 应计算室外管网在每一建筑热力入口的资用压差，并对照室内系统的总压力损失正确选择热力入口调节装置。室外热力管网施工图的各热力入口应标注下列内容：

1) 各热力入口资用压差；

2) 建筑设计热负荷及单位建筑面积热负荷指标；

3) 设计供回水温度、额定流量；

4) 室内供暖系统的供回水压差（不包括静态水力平衡阀、自力式流量控制阀或自力式压差控制阀、智能动态控制阀阻力）。

5.3.7 集中供暖系统中，各建筑物热力入口应安装静态水力平衡阀；并应根据室外管网的水力平衡要求、建筑物内供暖系统形式和所采用的调节方式，确定是否设置自力式流量控制阀、自力式压差控制阀或智能动态平衡阀等其他调节装置。

5.3.8 水力平衡阀的选择和设置，应符合下列规定：

1 定流量水系统的各热力入口，可设置自力式流量控制阀替代静态水力平衡阀，且应根据设计流量进行选型；

2 变流量系统的各热力入口，应符合下列要求：

1) 应根据水力计算要求确定是否设置自力式压差控制阀，不得设置自力式流量控制阀；

2) 当设置自力式压差控制阀时，应根据各热力入口设计流量和所需控制的压差确定阀门规格，并宜在设置自力式压差控制阀的供水或回水管路的另一侧设置静态水力平衡阀作为压差测点。

3 热力站出口总管上，不应设置自力式流量控制阀或自力式压差控制阀；

4 当有多个分环路时，各分环路总管上可根据热力入口水力平衡阀的设置情况和水力平衡的要求设置静态水力平衡阀；

5 设置静态水力平衡阀的管段，不应再另外设置检修阀；

6 阀门两端的压差调节范围，应符合其产品标准的要求；

7 应根据阀门流通能力及两端压差，选择确定静态水力平衡阀的口径与开度。对于既有系统改造工程，当设计资料不全时，可按管径尺寸配用同样口径的静态水力平衡阀，同时应做压降校核计算，必要时调整静态水力平衡阀的口径；

8 水力平衡阀的安装位置应保证阀门前后有足够的直管段，产品无要求时，阀前直管段长度不应小于 5 倍管径，阀后直管段长度不应小于 2 倍管径；

9 各种系统的热力入口，均可根据控制与调节需求设置智能流量控制阀，设置智能流量控制阀后，不应再设置自力式流量控制阀或自力式压差控制阀。

5.3.9 设计室外供暖、供冷管道时，应采用经济合理的敷设方式。管道数量较少、管网分支较少时，宜采用直埋敷设，直埋管道的埋设深度应在冰冻线以下。

5.4 室内供暖系统

5.4.1 室内集中供暖系统应以热水为热媒，供回水温度的选择应与热源及采用的供暖方式相适应，并应符合下列要求：

1 散热器供暖系统供水温度不应高于 80℃，供回水温差不宜小于 20℃，且不应小于 10℃；

2 地面辐射供暖系统户（楼）内供水温度不应高于 45℃，供回水温差不宜大于 10℃，且不宜小于 5℃；

3 毛细管网辐射系统供水温度宜满足表 5.4.1 的规定，供回水温差宜采用 3℃~6℃；

表 5.4.1 毛细管网辐射系统供水温度（℃）

设置位置	宜采用温度
顶棚	25~35

设置位置	宜采用温度
墙 面	25~35
地 面	30~40

4 采用空气源热泵、水源热泵机组等作为供暖系统热源时，应综合考虑冷热负荷、初投资及运行费用，经技术经济比较合理确定机组的供回水温度。末端供暖设备的供回水温度应与热泵机组的供回水温度一致。

5.4.2 新建居住建筑的供暖系统应采用共用立管的分户独立循环系统，户内供暖系统设计应符合下列规定：

1 采用散热器供暖时，宜采用双管异程式系统；当采用单管系统时，应在每组散热器的进出水管之间设置跨越管，且水平串联的散热器不宜超过 6 组；

2 采用地面辐射供暖时，应按每个主要房间或区域配置独立的供暖环路。管道系统的设计应符合现行行业标准《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142 的有关规定，且系统工作压力不宜大于 0.8 MPa。

5.4.3 住宅室内水平供暖干管的环路布置，宜使各共用立管负荷宜相近。共用立管和入户装置的布置和设计，应便于检修操作并符合现行国家和山东省标准的相关规定。

5.4.4 施工图设计时，应对室内供暖系统进行水力平衡计算。当通过调整管径仍不满足各并联环路间（不包括公共段）的压力损失差额不大于 15% 的要求时，应采取其他水力平衡措施。当设置水力平衡阀时，应满足本标准第 5.3.8 条的要求。

5.4.5 室内供暖系统水力计算应符合下列要求：

1 户内系统的计算压力损失（不包括户用热量表、室温调控阀门），宜控制在不大于 30kPa 范围内；

2 重力水头的作用高差大于 10m，且设计供回水温差大于 10℃ 的供回水立管，并联环路之间的水力平衡应计算重力水头，其值可取设计供回水温度条件下计算值的 2/3；

3 室内供暖系统的总压力损失（不包括静态平衡阀、自力式流量控制阀或自力式压差控制阀、智能动态平衡阀阻力），应考虑 10% 的余量。

5.4.6 散热器宜采用金属热强度高、容水量与单位散热量比值小的钢制板型散热器，可采用钢制柱型散热器、铜铝复合型散热器、内腔无砂型铸铁散热器。散热器的外表面应刷非金属性涂料。

5.4.7 采用分室温控的集中散热器供暖系统，每组散热器均应设置恒温控制阀，其选型与设置应符合下列规定：

1 当户内系统为水平双管式或放射双管式系统时，应在每组散热器的进水支管上设置高阻力的二通恒温控制阀；

2 当户内系统为水平单管跨越式系统时，应在供水支管上设置低阻力的二通恒温控制阀，并应在每组散热器的供回水支管之间设置跨越管，或选用三通恒温控制阀。

5.4.8 散热器应明装，设有恒温控制阀的散热器必须暗装时，应选择温包外置式恒温控制阀。

5.4.9 低温热水地面辐射供暖系统的室温调控可采取分环路控制或分户总体控制，室温自动控制阀宜采用电热式控制阀，也可采用自力式温控阀或电动阀。

5.4.10 单体建筑供暖工程施工图应标注下列内容：

- 1 各层地面辐射供暖系统平面图中标注加热管的管径、管长及管间距；
- 2 热力入口标注建筑设计热负荷、单位建筑面积热负荷指标、设计供回水温度、额定流量及室内供暖系统的总压力损失（不包括静态水力平衡阀、自力式流量控制阀或自力式压差控制阀、智能动态平衡阀的阻力）。

5.5 通风与空气调节系统

5.5.1 应结合建筑设计充分利用自然通风。卫生间应设置防止回流的机械排风设施或预留安装机械排风设施的条件。

5.5.2 住宅建筑宜设置新风系统或预留设置新风系统的条件，并应符合下列规定：

- 1 宜采用分户新风系统，不宜采用集中新风系统；
- 2 新风量宜按最小换气次数确定，并应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 的规定；
- 3 宜采用双向流新风系统，并宜设置排风能量回收装置；
- 4 排风能量回收装置在规定工况下的交换效率，不应低于现行国家标准《热回收新风机组》GB/T 21087 的规定；
- 5 排风能量回收装置排风量与新风量的比值 R 不应小于 0.75，并宜维持室内微正压；
- 6 应对空气能量回收装置进行冬季防结露校核计算，可按山东省工程建设标准《公共建筑节能设计标准》DB37/ 5155-2019 附录 F.3 的计算方法进行；
- 7 排风能量回收装置的新风进风侧宜配置不低于中效的过滤装置，回风侧宜配置初效过滤装置。

5.5.3 当采用分散式房间空调器进行空调和供暖时，应选择能效等级不低于现行国家标准《房间空气调节器能效限定值及能效等级》GB 21455 中规定为 3 级的产品。

5.5.4 住宅采用户式集中空调系统时，所选用的单元式空调机组、风管送风式和屋顶式空调机组、多联式空调（热泵）机组的能效限定值不应低于现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 和现行山东省工程建设标准《公共建筑节能设计标准》DB37/5155 中相应规定的较大值。

5.5.5 居住建筑采用集中空调系统时，所选用的电机驱动的蒸汽压缩循环冷水机组、直燃型溴化锂吸收式冷（温）水机组等主机设备的性能参数不应低于现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 和现行山东省工程建设标准《公共建筑节能设计标准》DB37/5155 中相应规定的较大值；水（地）源热泵机组的全年综合性能系数（ $ACOP$ ）不得低于现行国家标准《水（地）源热泵机

组能效限定值及能效等级》GB 30721 中节能评价要求。

5.5.6 当空调末端采用风机盘管机组时，应配置风速开关；集中冷源空调系统的空调末端，应设置温控水路电动两通（调节）阀。

6 给水排水

6.1 一般规定

6.1.1 给水排水节能设计应符合现行《建筑给水排水与节水通用规范》GB 55020、《建筑给水排水设计标准》GB 50015、《民用建筑节水设计标准》GB 50555、《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 和《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB 50364 等有关标准的规定。

6.1.2 建筑有生活热水供应时，生活热水系统应采取保证用水点处冷水、热水供水压力平衡和稳定的措施。

6.1.3 卫生器具和用水洁具应采用节水型，卫生器具用水效率等级不宜低于 2 级，并应符合现行国家标准《节水型卫生洁具》GB/T 31436 的规定。

6.1.4 生活给水系统应设置计量装置。

6.1.5 采用集中空调的建筑，其冷却塔节水节能设计应符合现行山东省工程建设标准《公共建筑节能设计标准》DB 37/5155 的规定。

6.2 生活给水排水

6.2.1 设有可靠市政或小区给水管网的建筑，应利用给水管网水压直接供水。室外给水管网应布置成环状。

6.2.2 市政给水管网供水压力不能满足供水要求的生活给水系统应竖向分区，并应符合下列规定：

1 给水入户管压力不应大于 0.35MPa；

2 各分区最低卫生器具配水点静水压力不应大于 0.45MPa；

3 各加压供水分区宜分别设置加压水泵，不宜采用减压阀分区；

4 各分区内低层超压部分应设减压设施，用水点处供水压力不应大于 0.20MPa，且应满足用水器具工作压力要求。

6.2.3 应结合市政供水条件及要求、建筑物高度、安全供水要求、用水系统特点等因素，综合确定加压供水方式。

6.2.4 应根据管网水力计算选择加压水泵。水泵的 Q-H 特性曲线应选择随流量增大，扬程逐渐下降的曲线，并应在其高效区内运行。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价值》GB 19762 中规定的节能评价值。

6.2.5 生活水泵房宜设置在建筑物或建筑小区的中心部位，不宜设置在最底层；水泵吸水水箱（池）宜减少与用水点高差，且宜设置在高位。

6.2.6 室外地面以上的污废水应采用重力流直接排入室外污水管网。

6.3 生活热水

6.3.1 新建居住建筑应设置生活热水供应系统。新建高度 100m 及以下的居住建筑，应安装太阳能热水系统。当采用集中生活热水供应系统时，其热源应符合下列规定：

- 1 应采用太阳能提供生活热水供应系统主要热源；
- 2 除有其他用蒸汽要求外，不应采用燃气或燃油蒸汽锅炉制备蒸汽，通过热交换后提供生活热水供应系统热源；
- 3 当有其他热源可利用时，不应采用直接容积式电加热设备提供生活热水供应系统热源。

6.3.2 采用太阳能提供生活热水供应系统热源时，应根据建筑功能、安装条件、热水用水规律、使用者要求等因素，按下列规定设计：

- 1 日均用热量宜按照现行国家标准《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB 50364 选取；
- 2 太阳能热水系统热损比 μ 大于 0.6 的，不宜采用集中热水供应系统；
- 3 采用分散辅热的，辅热热源应靠近用水点；
- 4 宜采用定时循环方式；
- 5 太阳能有效利用率 η_r 不应小于 42%。

6.3.3 采用燃气热水器或供暖炉作为太阳能辅助热源提供生活热水供应系统热源时，其热效率不应低于现行国家标准《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 中规定的 1 级能效要求及《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 要求。

6.3.4 采用燃气锅炉作为太阳能辅助热源提供生活热水供应系统热源时，锅炉额定工况下热效率不应低于 94%。

6.3.5 采用空气源热泵热水机组作为太阳能辅助热源提供生活热水供应系统热源时，热泵热水机组在名义制热工况和规定条件下，性能系数（COP）不应低于表 6.3.5 的规定，并应有保证水质的有效措施。

表 6.3.5 热泵热水机组性能系数（COP）（W/W）

制热量（kW）	热水机组型式		普通型	低温型
$H < 10$	一次加热式、循环加热式		4.40	3.60
	静态加热式		4.00	—
$H \geq 10$	一次加热式		4.40	3.70
	循环加热	不提供水泵	4.40	3.70
		提供水泵	4.30	3.60

6.3.6 采用户式电热水器作为太阳能辅助热源提供生活热水供应系统热源时，其能效指标应符合表 6.3.6 的规定。

表 6.3.6 户式电热水器能效指标

24h 固有能耗系数	热水输出率
≤0.7	≥60%

6.3.7 集中生活热水供应系统应采用机械循环，热水配水点出水温度达到不低于 45℃ 的出水时间不应大于 15s。集中生活热水供应系统热水表后或户内热水器不循环的热水供水支管长度不宜超过 8m。

6.3.8 集中生活热水加热器的设计出水温度宜为 55℃~60℃。

6.3.9 集中生活热水加热设备的选择和设计应符合下列规定：

- 1 被加热水侧阻力不宜大于 0.01MPa；
- 2 热效率高，换热效果好；
- 3 热媒管应设置自动温控装置。

6.3.10 生活热水供回水管道、水加热器、贮水箱（罐）等均应保温，绝热层厚度可按照附录 H 确定。

6.3.11 室外保温直埋管道不应埋设在冰冻线以上。

6.3.12 集中热水供应系统的检测和控制应符合下列规定：

- 1 应监测热水系统热水耗量和总供热量；
- 2 应检测设备运行状态及故障报警；
- 3 应监测每日用水量和供水温度；
- 4 对于 3 台及以上机组的工程，应采用机组群控方式。

7 电气

7.1 一般规定

7.1.1 电气系统的设计应经济合理、高效节能。

7.1.2 电气设备选型应选用高效低耗、性能先进、安全可靠、绿色环保的电气产品。

7.2 供配电系统

7.2.1 当变电所设在居住建筑内时，变电所不应设在住户的正上方、正下方、贴邻和住宅建筑疏散出口的两侧。当变电所设在住宅建筑外时，变电所的外侧与住宅建筑的外墙间距，应满足防火、防噪声、防电磁辐射的要求。

7.2.2 变电所的位置应靠近用电负荷中心。380V/220V 供电半径不宜超过 200m。末端配电箱供电半径不宜超过 50m。

7.2.3 变压器低压侧应设置集中无功补偿装置并宜采取谐波抑制措施。变压器应达到现行国家标准《电力变压器能效限定值及能效等级》GB 20052 规定的能效等级 2 级及以上的要求。居住建筑变电所应选用 D_{yn}11 结线组别的变压器，宜选择非晶合金铁心型低损耗变压器。

7.2.4 电动机、交流接触器和照明产品的能效水平应高于能效限定值或能效等级 3 级的要求。

7.2.5 当用电设备总容量达到 250kW 及以上或变压器容量在 160kVA 及以上时，宜采用 20 kV 或 10kV 供电。

7.2.6 居住建筑的三相照明配电干线，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%。

7.2.7 在满足动热稳定、机械强度及末端电压损失要求的同时，低压配电主干电缆宜按经济电流密度选择电缆截面。

7.2.8 居住建筑套内的电源线应选用铜材质导体。高层居住建筑中明敷的线缆应选用低烟、低毒的阻燃类线缆。

7.2.9 建筑物宜选用与之同寿命的电线电缆。

7.2.10 居住建筑应按户设置电能计量装置。高层居住建筑宜采用带远程抄表功能的电能表，并按楼层集中安装。

7.2.11 公共区域配电设备应设置分项计量能耗监测装置。

7.3 照明系统

7.3.1 居住建筑的楼梯间、走道等室内公共场所的照明，应采用 LED 灯和节能控制措施。

7.3.2 居住小区公共设施常用房间或场所及户内主要房间一般照明的照明功率密度值（简称 *LPD*）及对应的照度值应符合《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 的规定。

7.3.3 居住小区地下车库等公共空间，宜配合建筑专业设置导光系统，合理利用天然采光。在具有天然采光条件或天然采光设施的区域，灯具布置及控制方式应按照环境照度分区设计。

7.3.4 居住区道路照明、景观照明应采用节能光源和灯具，并具有节能控制措施。

7.3.5 居住建筑采用的照明设备和家用电器的谐波含量应符合现行国家标准《电磁兼容限制谐波发射限值》GB17625.1 规定的 C 类、A 类和 D 类设备的谐波电流限值要求。

7.4 智能控制系统

7.4.1 居住建筑应采用节能型和具有开放协议接口的电梯。

7.4.2 地下车库应设置与排风设备联动的一氧化碳检测装置。

7.4.3 风机、水泵等公共设备应设置分项计量装置，长期连续工作的水泵、风机等应采取节能控制措施。

7.4.4 居住建筑宜采用智能家居系统。

7.4.5 电动车充电桩宜采取智能控制措施，降低充电桩总计算负荷容量。

8 可再生与清洁能源利用

8.1 一般规定

8.1.1 居住建筑的用能应根据当地资源禀赋与适用条件统筹规划，结合国家和省相关政策，优先应用可再生与清洁能源。

8.1.2 采用可再生与清洁能源时，宜根据适用条件、当地居住建筑冷热负荷特点和投资规模，进行适宜性分析，确定单一或复合该类能源用能比例、保证率和系统费效比。

8.1.3 可再生与清洁能源利用系统应设置用于系统节能效益监测的计量装置。

8.2 太阳能系统

8.2.1 居住建筑宜设置太阳能光伏发电系统。太阳能光伏组件的光电转化效率不宜低于 18%。可再生能源发电应设置独立计量装置，并应符合现行国家标准《光伏发电接入配电网设计规范》GB/T50865 的规定。

8.2.2 因安全、光照或其他因素限制，确不具备太阳能光热或光伏光热利用条件或不适宜安装的新建居住建筑，可选用空气源热泵、地源热泵、地热能等其他可再生能源热水系统替代。

8.2.3 太阳能利用系统应设置安全防护、运行控制、工况切换等完备可靠的自动控制系统。

8.2.4 太阳能应做到全年综合利用。根据气候特征、冷热负荷特点和使用条件，为居住建筑供电、供热或长短期蓄热，为无制冷需求建筑的热泵供暖系统回补低温热量。

8.2.5 有集中供暖制冷需求的居住建筑，宜采用太阳能系统与地源或空气源热泵复合的供热空调系统。

8.2.6 太阳能系统与构件及其安装安全，应符合下列规定：

- 1 应满足结构、电气及防火安全的要求；
- 2 由太阳能集热器或光伏电池板构成的围护结构构件，应满足相应围护结构构件的安全性及功能性要求；
- 3 安装太阳能系统的建筑，应设置安装和运行维护的安全防护措施，以及防止太阳能集热器或光伏电池板损坏后部件坠落伤人的安全防护设施。

8.3 地源热泵系统

8.3.1 地源热泵系统方案设计前，应进行工程场地状况调查，并对浅层地热能资源进行勘察。地埋管地源热泵系统应对工程场区内岩土体地质条件进行勘察。对已具备水文地质资料或附近有水井的地区，应通过调查获取水文地质资料。

8.3.2 当采用地源热泵系统为居住区或用户供暖制冷时，地源热泵机组的能效等级不应低于现行国家标准《水（地）源热泵机组能效限定值及能效等级》GB 30721 规定的 2 级。

8.3.3 宜利用地埋管系统蓄冷为夏季建筑空调末端供冷，同时向地埋管系统回补热量。

8.3.4 仅供暖或供暖负荷在冷负荷 1.4 倍以上的居住建筑，采用浅层地埋管地源热泵系统时，应对地埋管系统采取热量回补措施或复合热源系统，并根据建筑物全年动态冷热负荷及热泵机组性能参数，进行地源侧提取与释放及回补热量平衡计算，计算周期不应小于 1 年，系统总回补释放热量应与其总取热量基本平衡。

8.3.5 地下水地源热泵系统应在获取取水许可证后，根据水文地质勘察资料进行设计。必须采取可靠的同层回灌措施，不得对地下水资源造成浪费及污染。系统投入运行后，应对抽水量、回灌量及其水质进行监测。

8.3.6 江河湖水与污水等地源热泵系统设计前，应对地表水体资源和水体环境进行评价。应综合分析这些地表水源水温、输运距离等对系统运行经济性和能效比的影响。

8.3.7 海水源热泵取水应采用海岸深水区开式直接取用方式。利用海岸深水井间接取用海水方式，应对海水渗入区岩土层的水文地质环境进行评价，并对海岸深井取用（海）水水质与海岸线水文地质进行长期监测。

8.3.8 地源热泵系统不能完全满足用户供暖需求时，宜采用地源热泵复合多能互补的供暖形式。

8.3.9 地源热泵系统监测与控制工程应对代表性房间室内温度、系统地源侧与用户侧进出水温度和流量、热泵系统耗电量、供能量等参数进行监测。

8.4 空气源热泵系统

8.4.1 居住建筑应用空气源热泵机组空调宜为低温型，具有制热为主兼具制冷的功能。当室外设计温度低于空气源热泵机组平衡点温度时，应设置辅助热源。

8.4.2 沿海地区，空气源热泵系统应有防风、防腐蚀及防冻措施。

8.4.3 采用空气源热泵机组作为居住建筑物的供暖热源时，冬季设计工况时机组性能系数（COP），冷热风机组不应小于 2.20，冷热水机组不应小于 2.40。

8.4.4 空气源热泵机组的有效制热量，应根据室外温、湿度等工况进行修正；应根据系统特点、用户使用习惯等因素对制热性能、制热量进行修正；采用空气源热泵多联机时，应根据室内外机组之间的连接管长和高差进行修正。

8.4.5 居住小区内多台空气源热泵模块机组集中布置时，应减少对居住小区声环境的影响；应优化机组布置，减弱机组周边产生的冷（热）岛现象对其制热（冷）量的影响。

8.5 水热型地热能系统

8.5.1 应根据资源环境承载能力和地热资源开发利用现状，通过产能测试对水热型地热能系统的可行性、适宜性、开发利用总量和开发强度进行评价。地热可开采量及产生的热量计算应符合山东省地方标准《地热矿泉水绿色矿山建设规范》DB37/T 3848 和《单井地热资源评价技术规程》DB 37/T 4243 的有关规定。

8.5.2 水热型地热能系统取用地热量不得大于获批的允许最大开采限量和开发强度。

8.5.3 水热型地热系统应采用同层回灌、采灌平衡、以灌定采的开采模式。开采孔隙热储型地热资源的回灌率不应低于 80%，开采岩溶热储型地热资源的回灌率不应低于 90%。

8.5.4 根据地热资源状况、水文地质和实验测试井数据等条件，确定取水井与回灌井配比和间距。

8.5.5 应采用先进技术与工艺，绿色开发，梯级、综合与高效利用水热型地热能。

8.5.6 水热型地热能利用应设计采水井与回灌井水位、水量、水温、水质的动态监测系统，实现开采、监测、生产与评价体系的数字化、智能化。

附录 A 居住建筑围护结构热工设计用表

A.0.1 建筑设计文件应有建筑节能设计专项说明。一般包括：设计依据；项目概况；本项目所在地区的气候子区与室内环境设计参数；建筑与围护结构热工设计；外墙保温细部构造做法；居住建筑围护结构热工设计用表等。

A.0.2 居住建筑围护结构热工设计方法分为直接判断法和权衡判断法，具体按附表 A 规定的内容填写。

A.0.3 填写附表 A 应符合下列规定：

1 填写内容应准确，简明，且应与构造详图、建筑热工计算书一致。

2 当居住建筑的热工设计满足本标准第 4 章 4.1.4、4.1.5、4.2.1、4.2.2、4.2.7 条的规定时，可直接判定建筑围护结构热工性能设计符合要求；当不能满足本标准第 4.1.4、4.1.5、4.2.1 条的限值要求时，应进行权衡判断。

3 “节能做法”栏目内一般应填写围护结构的基层材料与厚度及保温层材料与厚度；外墙保温尚应填写采用的保温系统名称及采用的标准图编号。

4 外窗“选用类型”应填写窗框型号（如 70 系列等）、窗框材料（如隔热型材铝合金以及隔热条规格、腔内是否填充保温材料等信息）、中空玻璃种类（如三玻两腔单银 Low-E 玻璃、真空玻璃、是否采用暖边等）以及中空玻璃的空气间层厚度等。

5 寒冷 B 区东、西外窗设置外遮阳时，应明确外遮阳装置类型；

6 表中未能说明的内容可自行补充。

附表 A 居住建筑围护结构热工设计用表

工程名称		结构类型		热工计算建筑面积 (A_0) m^2		设计负责人		设计人	
工程编号		层数		阳台形式	封闭 () 非封闭 ()	校核人		审核人	
体形系数 S		窗墙面积比 (C_Q)	南: 北: 东: 西:				天窗面积占该房间屋面面积的比例		
围护结构部位		节能做法				传热系数 $K[W/(m^2 \cdot K)]$			
						限值		设计值	
屋面						≤ 0.15			
外墙 (包括主体结构和填充墙)						$\leq 0.20/0.30$			
架空或外挑楼板						$\leq 0.20/0.30$			
分隔供暖与非供暖空间楼板						≤ 0.45			
供暖房间与室外接触的外门						≤ 1.50			
单元外门						≤ 2.00			
分隔供暖与非供暖空间的隔墙						≤ 1.50			
分隔供暖与非供暖空间的户门						≤ 2.00			
变形缝墙						≤ 0.60			
住宅建筑分户墙						≤ 1.50			
住宅建筑供暖房间层间楼板						≤ 1.50			
凸窗非透明部分的顶板、底板、侧板						≤ 0.30			
围护结构部位						保温材料层热阻 $R (m^2 \cdot K/W)$			
与土壤接触的地面						≥ 1.60			
地下室及半地下室与土壤接触的外墙						≥ 1.80			
外窗	选用类型	窗墙面积比 C_Q	传热系数 $K[W/(m^2 \cdot K)]$		外窗综合太阳得热系数 ($SHGC$)		外遮阳装置类型		
			限值	设计值	限值	设计值			
	$C_Q \leq 0.30$	$\leq 1.4/1.5$			$0.36 \sim 0.50$		外门窗气密性等级		
	$0.30 < C_Q \leq 0.50$	$\leq 1.3/1.4$				单元外门气密性等级	4级 (GB/T 31433)		
天窗			$\leq 1.3/1.5$			$0.36 \sim 0.45$			
判定方法	直接判断 () 权衡判断 ()								
权衡判断 计算结果		设计建筑	参照建筑	结论					
	全年供暖耗电量 (kWh/m^2)								

附录 B 外墙和屋面单元的平均传热系数计算

B.0.1 外墙单元的平均传热系数可按下列式计算：

$$K_m = K + \frac{\sum \psi_j l_j}{A} \quad (\text{B.0.1})$$

式中： K_m —外墙单元的平均传热系数[W/(m²·K)]；

K —外墙平壁部分的传热系数[W/(m²·K)]；

ψ_j —外墙单元上的第 j 个结构性热桥的线传热系数[W/(m·K)]；

l_j —外墙单元上的第 j 个结构性热桥的计算长度 (m)；

A —外墙单元墙体的面积 (m²)。

B.0.2 在建筑外围护结构中，墙角、窗（门）洞口周边侧墙、内外墙交接处及由凸窗、阳台、屋顶、楼板、地板等构件形成的结构性热桥对墙体、屋面传热的影响可利用线传热系数 ψ 描述（图 B.0.2）。

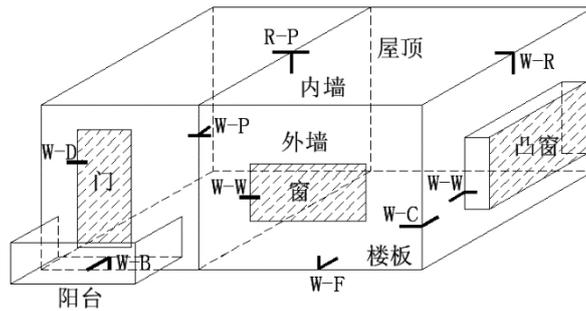


图 B.0.2 建筑外围护结构的结构性热桥示意图

W-D 外墙—门；W-B 外墙—阳台板；W-P 外墙—内墙；W-W 外墙—窗；

W-F 外墙—楼板；W-C 外墙角；W-R 外墙—屋顶；R-P 屋顶—内墙。

B.0.3 墙面典型的热桥（图 B.0.3）的平均传热系数（ K_m ）应按下列式计算：

$$K_m = K + \frac{\psi_{W-P}H + \psi_{W-F}B + \psi_{W-C}H + \psi_{W-R}B + \psi_{W-W_L}h + \psi_{W-W_B}b + \psi_{W-W_R}h + \psi_{W-W_U}b}{A} \quad (\text{B.0.3})$$

式中： ψ_{W-P} —外墙和内墙交接形成的热桥的线传热系数[W/(m·K)]；

ψ_{W-F} —外墙和楼板交接形成的热桥的线传热系数[W/(m·K)]；

ψ_{W-C} —外墙墙角形成的热桥的线传热系数[W/(m·K)]；

ψ_{W-R} —外墙和屋顶交接形成的热桥的线传热系数[W/(m·K)]；

ψ_{W-W_L} —外墙和左侧窗框交接形成的热桥的线传热系数[W/(m·K)]；

- ψ_{W-W_B} —外墙和下边窗框交接形成的热桥的线传热系数[W/(m·K)];
- ψ_{W-W_R} —外墙和右侧窗框交接形成的热桥的线传热系数[W/(m·K)];
- ψ_{W-W_U} —外墙和上边窗框交接形成的热桥的线传热系数[W/(m·K)]。

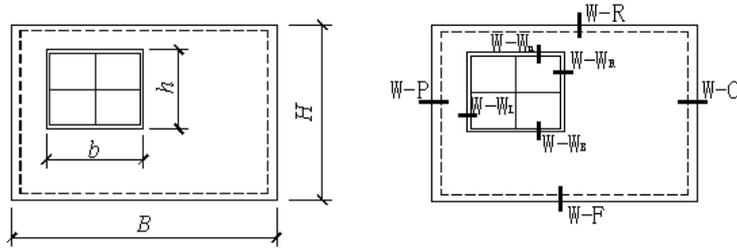


图 B.0.3 墙面典型结构性热桥示意图

B.0.4 热桥线传热系数应按下式计算:

$$\psi = \frac{Q^{2D} - KA(t_n - t_e)}{l(t_n - t_e)} = \frac{Q^{2D}}{l(t_n - t_e)} - KC \quad (B.0.4)$$

式中: ψ —热桥线传热系数[W/(m·K)];

Q^{2D} —二维传热计算得出的流过一块包含热桥的墙体的热流 (W)。该块墙体的构造沿着热桥的长度方向必须是均匀的, 热流可以根据其横截面 (对纵向热桥) 或纵截面 (对横向热桥) 通过二维传热计算得到;

K —外墙平壁部分的传热系数[W/(m²·K)];

A —计算 Q^{2D} 的那块矩形墙体的面积 (m²);

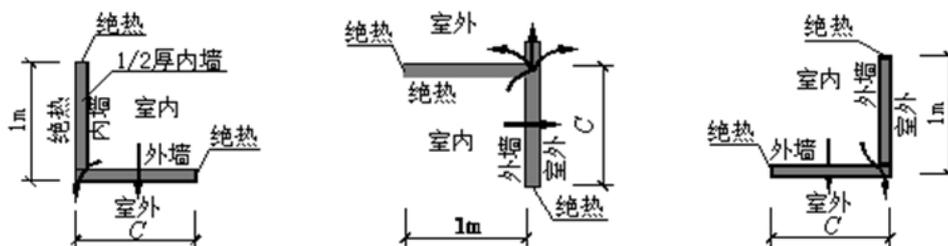
t_n —墙体室内侧的空气温度 (°C);

t_e —墙体室外侧的空气温度 (°C);

l —计算 Q^{2D} 的那块矩形的一条边的长度, 热桥沿这个长度均匀公布。计算 ψ 时, l 宜取 1m;

C —计算 Q^{2D} 的那块矩形的另一条边的长度, 即 $A=l \cdot C$, 可取 $C \geq 1m$ 。

B.0.5 当计算通过包含热桥部位的墙体传热量 (Q^{2D}) 时, 墙面典型结构性热桥的截面示意图 B.0.5。



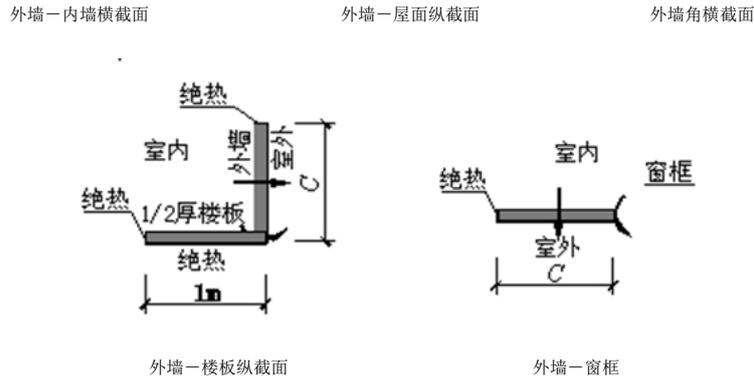


图 B.0.5 墙面典型结构性热桥截面示意图

B.0.6 当墙面上存在平行热桥且平行热桥之间的距离很小时，应一次同时计算平行热桥的线传热系数之和（图 B.0.6）。

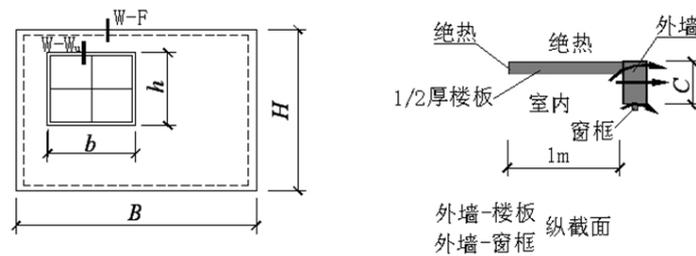


图 B.0.6 墙面平行热桥示意图

外墙—楼板和外墙—窗框热桥线传热系数之和应按下式计算：

$$\psi_{W-F} + \psi_{W-W_u} = \frac{Q^{2D} - KA(t_n - t_e)}{l(t_n - t_e)} = \frac{Q^{2D}}{l(t_n - t_e)} - KC \quad (\text{B.0.6})$$

B.0.7 计算建筑的某一面外墙单元的平均传热系数，先计算各种不同外墙平壁部分面积加权的传热系数，然后再计算整个外墙单元的平均传热系数。

当某一面外墙（或全部外墙）平壁部分的传热系数均一致时，也可直接按本标准中式 B.0.1 计算某一面外墙（或全部外墙）的平均传热系数，这时式 B.0.1 中的 A 是某一面外墙（或全部外墙）的面积，式 B.0.1 中的 $\sum \psi l$ 是某一面外墙（或全部外墙）的面积全部结构性热桥的线传热系数和长度乘积之和。

B.0.8 采用外保温系统的外墙和内墙交接形成的热桥的线传热系数 ψ_{W-P} 、外墙和楼板交接形成的热桥的线传热系数 ψ_{W-F} 、外墙墙角形成的热桥的线传热系数 ψ_{W-C} 可近似取 0。

B.0.9 当外墙保温满足本标准第 4.2.11 条要求时，外墙单元的平均传热系数可按下式简化计算：

$$K_m = \phi \cdot K \quad (\text{B.0.9})$$

式中： K_m —外墙单元的平均传热系数 $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$ ；

K —外墙平壁部分的传热系数 $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$ ；

ϕ —外墙平壁部分传热系数的修正系数。根据采用的外窗的形式按表 B.0.9 选取。

附表 B.0.9 外墙平壁部分传热系数的修正系数 ϕ

外墙传热系数限值 K_m [W/(m ² ·K)]	外墙外保温		砌体自保温	
	普通窗	凸窗	普通窗	凸窗
0.30	1.2	1.3	1.25	1.35
0.25	1.2	1.3	1.25	1.35
0.20	1.2	1.3	1.25	1.35

注：当凸窗在某一朝向的总面积占某一朝向外窗的总面积大于等于 30%时，外墙主断面传热系数的修正系数应按凸窗一栏选取。

结构性热桥的线传热系数取决于墙体采用的保温类型，墙体平壁部分的传热系数、热桥的节点构造及长度，即使是相同的保温类型和外墙平壁部分的传热系数，当采用的热桥节点构造不同时， ϕ 值的差别也非常大。因而，在设计时，必须采用合理的节点节能构造措施。

B.0.10 对于一般建筑，屋面单元的平均传热系数等于其屋面平壁部分的传热系数。当屋面出现明显的结构性热桥时，屋面单元的平均传热系数的计算方法与墙体平均传热系数的计算方法相同，也应按式 B.0.1 进行计算。

附录 C 面积和体积计算

C.0.1 建筑面积 (A_0)，应按各层外墙外包线围成的平面面积的总和计算。当半地下室或地下室为供暖空间时， A_0 应包括半地下室或地下室的面积；当半地下室或地下室为非供暖空间时， A_0 不包括半地下室或地下室的面积。

C.0.2 建筑外表面积 (ΣF)，为建筑物与空气接触的屋面、接触室外空气的楼面面积和各朝向外墙、外窗、外门面积之和。凸窗外表面积计算原则见本标准第 C.0.5 条。

C.0.3 屋面面积 (F_w)，应按支承屋面的外墙外包线围成的面积计算。对于坡屋面，当保温做在供暖空间楼板的上面且满足节能要求时，可按供暖空间楼板的水平面积计算，否则应按实际展开面积计算；当坡屋面与水平面的夹角大于 45° 时，坡屋面应以屋脊线为界按朝向分别计算。

C.0.4 建筑体积 (V_0)，应按与计算建筑面积所对应的建筑物外表面与供暖空间底层地面或楼面所围成的体积计算。

C.0.5 外窗（包括外门及阳台门窗）面积 (F_{mc})，应按不同朝向取洞口面积分别进行计算。凸窗的面积按下列规定计算：

1 计算体形系数及建筑物外表面积、窗墙面积比时按洞口面积计算；

2 计算凸窗的耗热量时，侧窗可计入该凸窗的主朝向，按各垂直立面透光部分的实际总面积计算。

C.0.6 外墙面积 (F_q)，应按不同朝向分别计算。某一开间的外墙面积，应由该开间的立面面积减去外窗（门）面积构成。

C.0.7 供暖房间与室外接触的外门及阳台门面积 (F_m)，应按不同朝向取洞口面积分别计算。

C.0.8 地面面积 (F_{dm})，应按外墙内侧围成的与土壤接触的面积计算。

C.0.9 建筑物立面朝向应按垂直于立面的法线角度确定，朝向范围如图 C.0.9 所示：

1 北向：北偏东 60° ～北偏西 60° ；

2 南向：南偏东 30° ～南偏西 30° ；

3 西向：西偏北 30° ～西偏南 60° （含西偏北 30° 和西偏南 60° ）；

4 东向：东偏北 30° ～东偏南 60° （含东偏北 30° 和东偏南 60° ）。

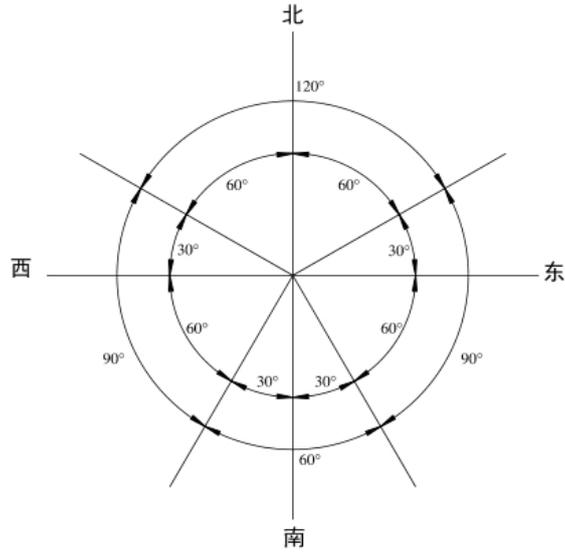


图 C.0.9 朝向确定范围

C.0.10 建筑朝向有外凸、内凹部分时，外墙和外窗等面积的计算应按各自的实际朝向分别计入各朝向的外墙和外窗总面积。

附录 D 外遮阳系数的简化计算

D.0.1 外遮阳系数应按下列公式计算：

$$SC_s = ax^2 + bx + 1 \quad (D.0.1-1)$$

$$x = \frac{A}{B} \quad (D.0.1-2)$$

式中： SC_s ——外遮阳系数；

x ——外遮阳特征值，当 $x > 1$ 时，取 $x = 1$ ；

a 、 b ——拟合系数，宜按表 D.0.1 选取；

A 、 B ——外遮阳的构造定性尺寸，宜按图 D.0.1-1～图 D.0.1-5 确定。

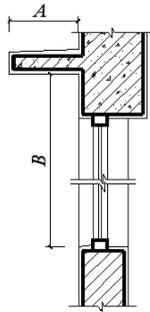


图 D.0.1-1 水平式外遮阳的特征值示意图

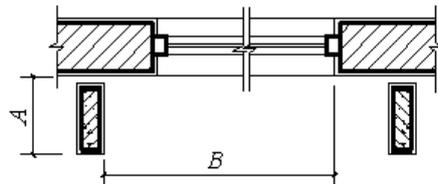


图 D.0.1-2 垂直式外遮阳的特征值示意图

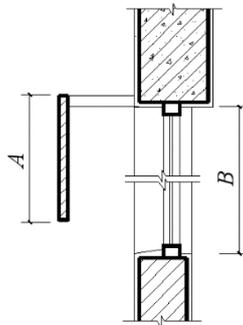


图 D.0.1-3 挡板式外遮阳的特征示意图

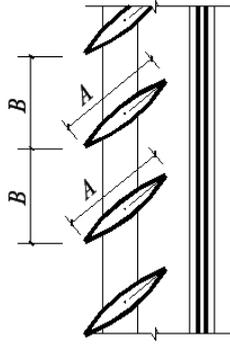


图 D.0.1-4 横百叶挡板式外遮阳的特征示意图

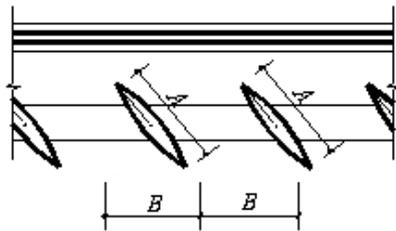


图 D.0.1-5 竖百叶挡板式外遮阳的特征示意图

附表 D.0.1 外遮阳系数计算用的拟合系数 a, b

外遮阳基本类型	拟合系数	东	南	西	北	
水平式 (图 D.0.1-1)	a	0.34	0.65	0.35	0.26	
	b	-0.78	-1.00	-0.81	-0.54	
垂直式 (图 D.0.1-2)	a	0.25	0.40	0.25	0.50	
	b	-0.55	-0.76	-0.54	-0.93	
挡板式 (图 D.0.1-3)	a	0.00	0.35	0.00	0.13	
	b	-0.96	-1.00	-0.96	-0.93	
固定横百叶挡板式 (图 D.0.1-4)	a	0.45	0.54	0.48	0.34	
	b	-1.20	-1.20	-1.20	-0.88	
固定竖百叶挡板式 (图 D.0.1-5)	a	0.00	0.19	0.22	0.57	
	b	-0.70	-0.91	-0.72	-1.18	
活动横百叶挡板式 (图 D.0.1-4)	冬	a	0.21	0.04	0.19	0.20
		b	-0.65	-0.39	-0.61	-0.62
	夏	a	0.50	1.00	0.54	0.50
		b	-1.20	-1.70	-1.30	-1.20
活动竖百叶挡板式 (图 D.0.1-5)	冬	a	0.40	0.09	0.38	0.20
		b	-0.99	-0.54	-0.95	-0.62

外遮阳基本类型		拟合系数	东	南	西	北
	夏	a	0.06	0.38	0.13	0.85
		b	-0.70	-1.10	-0.69	-1.49

注：拟合系数应按本标准表 4.1.5 注中有关朝向的规定在本表中选取。

D.0.2 各种组合形式的外遮阳系数，可由参加组合的各种形式遮阳的外遮阳系数的乘积来确定，单一形式的外遮阳系数应按本标准式 D.0.1-1、式 D.0.1-2 计算。

D.0.3 当外遮阳的遮阳板采用有透光能力的材料制作时，应按下式进行修正：

$$SC_s = 1 - (1 - SC_s) (1 - \eta^*) \quad (\text{D.0.3})$$

式中： SC_s ——外遮阳的遮阳板采用非透明材料制作时的外遮阳系数，应按本标准式 D.0.1-1、式 D.0.1-2 计算；

η^* ——遮阳板的透射比，宜按表 D.0.3 选取。

附表 D.0.3 遮阳板的透射比 η^*

遮阳板使用的材料	规格	η^*
织物面料、玻璃钢类板	—	0.40
玻璃、有机玻璃类板	深色： $0 < S_e \leq 0.6$	0.60
	浅色： $0.6 < S_e \leq 0.8$	0.80
金属穿孔板	穿孔率： $0 < \varphi \leq 0.2$	0.10
	穿孔率： $0.2 < \varphi \leq 0.4$	0.30
	穿孔率： $0.4 < \varphi \leq 0.6$	0.50
	穿孔率： $0.6 < \varphi \leq 0.8$	0.70
铝合金百叶板	—	0.20
木质百叶板	—	0.25
混凝土花格	—	0.50
木质花格	—	0.45

附录 E 建筑外窗热工性能参考选用表

E.0.1 外窗传热系数是依据《民用建筑热工设计规范》GB50176、《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》JGJ/T 151 等现行国家、行业标准，参考有关部门的检测数据，经计算验证得出；外窗太阳得热系数 SHGC 是按照现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的有关规定，结合相关检测数据，通过计算确定。

E.0.2 玻璃配置中的中空玻璃应通过采取暖边技术和填充惰性气体（填充量不少于 85%）等措施提高中空玻璃的保温性能；通过采用高透玻璃原片和调整 Low-E 膜层在中空玻璃的位置以提高其太阳得热系数。

三玻两腔中空玻璃的 Low-E 膜层宜设在第 3 面和第 5 面，真空复合中空玻璃真空玻璃应位于室内侧，且 Low-E 膜层宜设在第 5 面（中空玻璃的面是从室外到室内划分，表中是从左到右划分）。

E.0.3 隔热铝合金平开窗应通过调整产品系列、隔热条尺寸、腔体内是否填充保温材料等满足整窗的传热系数要求；塑料平开窗、玻纤增强聚氨酯（玻璃钢）平开窗通过调整型材厚度、腔室数量等满足传热系数的要求。

E.0.4 铝木复合平开窗为现行国家标准《建筑用节能门窗 第 1 部分：铝木复合门窗》GB/T29734.1 中的 b 型，即以木型材为主受力构件的铝木复合窗。

E.0.5 本附录所列外窗热工性能仅供设计人员节能设计时参考选用，实际热工性能应以检测值为准。

E.0.6 常用中空玻璃的传热系数 K 、太阳得热系数 $SHGC$ 可参见表 E.0.6 所列数值。

表 E.0.6 中空玻璃热工性能参考选用表

序号	中空玻璃	传热系数 K 值 W/(m ² ·K)	太阳得热系数 $SHGC$
1	5+12Ar+5+12Ar+5Low-E	1.04~ 1.13	0.58~0.62
2	5 +12Ar+5 Low-E +12Ar+5Low-E	0.76~ 0.85	0.54~0.56
3	5 超白+12（16） Ar+5 超白 Low-E+12（16） Ar+5 超白 Low-E	0.76~ 0.85	0.59~0.63
4	5 超白+12（16） Ar+5 超白+12（16） Ar+5 超白 Low-E	1.04~ 1.13	0.61~0.65
5	5+V+5LowE	0.52~ 0.70	0.64~0.69
6	5+12 A +5+V+5Low-E	0.46~ 0.62	0.57~0.61

E.0.7 隔热铝合金平开窗热工性能可参见表 E.0.7 所列数值。

表 E.0.7 隔热铝合金平开窗热工性能参考选用表

序号	型材		隔热腔填充	玻璃配置	整窗传热系数 W/(m ² ·K)	整窗太阳得热系数 SHGC
	系列	隔热条尺寸 mm				
1	70	29	无	5+12Ar+5 Low-E+12Ar+5Low-E (暖边)	1.4~1.6	0.42~0.44
2			有	5+12 A+5+V+5Low-E (暖边)	1.1~1.3	0.45~0.48
3	75	34	无	5+12Ar+5 Low-E+12Ar+5Low-E (暖边)	1.4~1.5	0.42~0.44
4			有	5+12Ar+5 Low-E+12Ar+5Low-E (暖边)	1.3~1.4	0.42~0.44
5			有	5超白+12Ar+5超白+12Ar+5超白 Low-E	1.4~1.6	0.47~0.50
6	80	39	无	5+12Ar+5 Low-E+12Ar+5Low-E (暖边)	1.3~1.4	0.39~0.41
7			有	5+12Ar+5 Low-E+12Ar+5Low-E (暖边)	1.1~1.3	0.39~0.41
8			有	5超白+12Ar+5超白+12Ar+5超白 Low-E	1.3~1.5	0.44~0.48
9		44	无	5+12A+5+V+5Low-E	1.0~1.1	0.44~0.47
10	85	39	无	5+12Ar+5 Low-E+12Ar+5Low-E (暖边)	1.3~1.4	0.39~0.41
11			有	5+12Ar+5 Low-E+12Ar+5Low-E (暖边)	1.1~1.3	0.39~0.41
12			有	5超白+12Ar+5超白+12Ar+5超白 Low-E	1.3~1.5	0.44~0.48
13	90	44	无	5+12Ar+5 Low-E+12Ar+5Low-E (暖边)	1.2~1.3	0.39~0.40
14			无	5+16Ar+5 Low-E+16Ar+5Low-E (暖边)	1.3~1.4	0.39~0.40
15			有	5+16Ar+5 Low-E+16Ar+5Low-E (暖边)	1.1~1.3	0.39~0.40
16			有	5超白+16Ar+5超白 Low-E+16Ar+5超白	1.2~1.4	0.44~0.47
17	100	54	无	5+12Ar+5 Low-E+12Ar+5Low-E (暖边)	1.4~1.5	0.39~0.40
18			无	5+16Ar+5 Low-E+16Ar+5Low-E (暖边)	1.3~1.4	0.39~0.40
19			有	5+16Ar+5 Low-E+16Ar+5Low-E (暖边)	1.2~1.3	0.39~0.40
20			有	5超白+16Ar+5超白 Low-E+16Ar+5超白	1.1~1.3	0.44~0.47
21	110	64	无	5+16Ar+5 Low-E+16Ar+5Low-E (暖边)	0.9~1.2	0.38~0.41
22			有	5+16Ar+5 Low-E+16Ar+5Low-E (暖边)	0.8~1.0	0.38~0.41
23			有	5超白+12Ar+5超白 Low-E+12Ar+5超白 Low-E	0.9~1.1	0.42~0.45
24			有	5超白+16Ar+5超白 Low-E+16Ar+5超白	1.0~1.2	0.44~0.47

本表所列隔热铝合金平开窗为标准窗，框玻比为0.25~0.30。

E.0.8 塑料平开窗热工性能可参见表 E.0.8 所列数值。

表 E.0.8 塑料平开窗热工性能参考选用表

序号	产品名称	玻璃配置	整窗传热系数 W/(m ² ·K)	整窗太阳得热系数 SHGC
1	65系列平开塑料窗(5腔室)	5+12A+5 Low-E+12A+5Low-E	1.3~1.4	0.39~0.41
2	65系列平开塑料窗(5腔室)	5+12Ar+5+12Ar+5Low-E	1.3~1.5	0.42~0.45
3	65系列平开塑料窗(5腔室)	5+V+5Low-E	1.1~1.3	0.47~0.50

4	65 系列平开塑料窗 (5 腔室)	5+12A+5+V+5Low-E	1.0~1.1	0.42~0.45
5	70 系列平开塑料窗 (5 腔室)	5 +12A+5Low-E+12A+5 Low-E	1.2~1.4	0.39~0.41
6	70 系列平开塑料窗 (5 腔室)	5+12Ar+5+12Ar+5Low-E	1.3~1.4	0.42~0.45
7	72 系列平开塑料窗 (6 腔室)	5 +12Ar+5 Low-E +12Ar+5Low-E	1.1~1.3	0.39~0.41
8	72 系列平开塑料窗 (6 腔室)	5 +12A+5 Low-E +12A+5Low-E	1.2~1.4	0.39~0.41
9	82 系列平开塑料窗 (7 腔室)	5 +12Ar +5 Low-E +12Ar+5Low-E (暖边)	0.8~1.0	0.39~0.40
10	82 系列平开塑料窗 (7 腔室)	5 +12A +5 Low-E +12A +5Low-E	1.0~1.2	0.39~0.40
本表所列塑料平开窗为标准窗, 框玻比为 0.30~0.35。				

E.0.9 铝木复合平开窗热工性能可参见表 E.0.9 所列数值。

表 E.0.9 铝木复合平开窗热工性能参考选用表

序号	产品名称	玻璃类型	整窗 传热系数 W/(m ² ·K)	整窗太阳 得热系数 SHGC
1	92 系列铝木平开窗	5 超白+12A+5 超白+V+5 超白 Low-E	0.8~1.0	0.46~0.49
2	100 系列铝木平开窗	5+12Ar+5Low-E+12Ar+5Low-E 暖边	0.9~1.1	0.39~0.40
本表所列铝木复合平开窗为标准窗, 框玻比为 0.30~0.35。				

E.0.10 玻纤增强聚氨酯平开窗热工性能可参见表 E.0.10 所列数值。

表 E.0.10 玻纤增强聚氨酯平开窗热工性能参考选用表

序号	产品名称	玻璃类型	整窗 传热系数 W/(m ² ·K)	整窗太阳 得热系数 SHGC
1	60 系列玻纤增强聚氨酯平开窗	5+12Ar+5+12Ar+5Low-E	1.4~1.5	0.43~0.45
2	65 系列玻纤增强聚氨酯平开窗	5+9Ar+5+9Ar+5 Low-E (暖边)	1.4~1.5	0.42~0.45
3	65 系列玻纤增强聚氨酯平开窗	5+12Ar +5+12Ar +5Low-E (暖边)	1.3~1.5	0.42~0.45
4	65 系列玻纤增强聚氨酯平开窗	5+V+5Low-E	1.1~1.3	0.47~0.50
5	65 系列玻纤增强聚氨酯平开窗	5+12A+5+V+5Low-E	1.0~1.1	0.42~0.45
6	70 系列玻纤增强聚氨酯平开窗	5+12Ar+5+12Ar+5Low-E	1.3~1.5	0.42~0.45
7	75 系列玻纤增强聚氨酯平开窗	5+12Ar+5+12Ar+5Low-E	1.2~1.4	0.42~0.45
本表所列玻纤增强聚氨酯平开窗为标准窗, 框玻比为 0.30~0.35。				

注: 各表内符号: A - 空气; Ar - 氩气; V-真空; Low-E-均为单银低辐射膜。

附录 F 建筑材料导热系数及其修正系数

表 F.0.1-1 建筑材料导热系数计算参数

分类	名称	密度 (kg/m ³)	导热系数λ [W/(m·K)]	
围护结构材料	钢筋混凝土	2500	1.74	
	加气混凝土砌块及板材	400	0.12	
		500	0.14	
		600	0.16	
		700	0.18	
	烧结实心砖	1700	0.81	
	蒸压灰砂砖	1900	1.10	
	蒸压粉煤灰砖	1600	0.56	
	烧结多孔砖	P 型	1400	0.58
		M 型	1400	0.54
	190 厚混凝土空心砌块	$R=0.20$ (m ² ·K/W)		
	190 厚轻集料空心砌块	$R=0.345$ (m ² ·K/W)		
240 混凝土多孔砖	$R=0.21$ (m ² ·K/W)			
保温材料	模塑聚苯板 (EPS)	18~22	0.037	
	石墨聚苯板 (SEPS)	18~22	0.033	
	挤塑聚苯板 (XPS)	不带表皮	22~35	0.032
		带表皮		0.030
	石墨挤塑聚苯板 (SXPS)	30~38	0.024	
	喷涂硬质聚氨酯	≥35	0.024	
	硬泡聚氨酯板 (PU)		0.024	
	改性酚醛泡沫板 (MPF)		35~55	0.024
			0.032	
	真空绝热板	—	0.0025/0.004/0.008	
	岩棉板 (用于外墙外保温, 横丝)	≥140	0.040	
	岩棉条 (用于外墙外保温, 纵丝)	≥100	0.046	
	玻璃棉板	32~48	0.036	
	水泥基无机保温板	250~350	0.070	
	无机纤维喷涂	硬质	250	0.044
		软质	120	0.040
	泡沫玻璃	140~180	0.058	
	泡沫混凝土	300	0.080	
	胶粉聚苯颗粒保温浆料	≤250	0.060	
	胶粉聚苯颗粒粘结浆料	≤350	0.080	
玻化微珠保温浆料	≤400	0.085		

分类	名称	密度 (kg/m ³)	导热系数λ [W/(m·K)]
	玻化微珠粘结浆料	≤550	0.12
其他材料	水泥砂浆	1800	0.93
	石灰砂浆	1600	0.81
	混合(石灰水泥)砂浆	1700	0.87

注：本表数据取自《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016、《绝热用喷涂硬质聚氨酯泡沫塑料》GB/T 20219-2015、《建筑绝热用玻璃棉制品》GB/T 17795-2019、《膨胀玻化微珠保温隔热砂浆》GB/T 26000-2010、《岩棉薄抹灰外墙外保温工程技术标准》JGJ/T 480-2019、《蒸压加气混凝土制品应用技术标准》JGJ/T 17-2020、《无机轻集料砂浆保温系统技术标准》JGJ/T 253-2019、《酚醛泡沫板薄抹灰外墙外保温系统材料》JG/T 515-2017 等技术标准及检测数据。

表 F.0.1-2 建筑材料导热系数的修正系数

建筑保温系统及材料		修正系数	
保温板薄抹灰 外墙外保温系统	EPS板(模塑聚苯板)	1.05	
	SEPS板(石墨聚苯板)	1.05	
	XPS板(挤塑聚苯板)	1.10	
	SXPS板(石墨挤塑聚苯板)	1.10	
	PU板(硬泡聚氨酯板)	1.10	
	MPF板(改性酚醛泡沫板)	1.10	
	岩棉板(横丝)	1.20	
	岩棉条(纵丝)	1.20	
	无机保温板	1.10	
	真空绝热板	1.10	
保温浆料复合 外墙外保温系统	浆料保温层	1.25	
	浆料粘结层	1.25	
保温板现浇混凝土 外墙外保温系统	无网现浇系统(保温板)	1.15	
	有网现浇系统(保温板)	斜插腹丝<100根	1.30
		斜插腹丝≥100根	1.50
保温装饰板外墙外保温 系统(芯材)	EPS板(模塑聚苯板)	1.10	
	SEPS板(石墨聚苯板)	1.10	
	XPS板(挤塑聚苯板)	1.15	
	SXPS板(石墨挤塑聚苯板)	1.15	
	PU板(硬泡聚氨酯板)	1.15	
	MPF板(改性酚醛泡沫板)	1.15	
	真空绝热板	1.15	
	岩棉条	1.25	
建筑保温与结构 一体化技术(保温芯材)	复合保温外模板现浇混凝土系统(XPS/SXPS、PU)	1.10	
	钢丝网架现浇混凝土复合保温系统(腹丝<100根)	1.30	
	夹芯保温复合砌体	保温板材 A ² +0.1	

建筑保温系统及材料		修正系数	
	结构体系	现场浇注保温材料	A ²
幕墙保温构造	保温板材		A ²
	无机纤维（硬泡聚氨酯）喷涂保温材料		1.20
	岩棉板、玻璃棉板		1.10
	真空绝热板		1.15
屋面保温构造	PU板（硬泡聚氨酯板）、XPS板		1.15
	喷涂聚氨酯		1.15
	EPS板、SEPS板（大于25kg/m ³ ）		1.20
	水泥珍珠岩、发泡混凝土找平层		1.50
	真空绝热板		1.15
楼地面保温构造	XPS板		1.10
	PU板		1.10
保温浆料	胶粉聚苯颗粒找平浆料/粘结浆料		1.25
	玻化微珠保温浆料/粘结浆料		1.25
	膨胀珍珠岩保温浆料		1.25
地下室外墙保温层（有保护墙）（XPS板、PU板）		1.15	
现场喷涂硬泡聚氨酯		1.20	
加气混凝土	普通灰缝		1.25
	薄灰缝		1.05

注：1 保温装饰一体化板仅考虑保温芯材，面板材料的热工性能不参与计算；

2 此处保温材料的修正系数按本表保温板薄抹灰外墙外保温系统中的各种保温板材对应取值。

附录 G 塑料管的选择

G.1 管材特性和使用条件级别

G.1.1 各种塑料管材特性如下：

1 许用环应力 δ_D 值从大至小，依次为PB、PE-X、PE-RT、PP-R，其中PE-RT、PP-R基本相同（见表G.2.1和表G.2.2）；

2 管材PB、PP-R和PE-RT可以采用热熔连接，PE-X一般采用机械接头连接。

G.1.2 塑料管材的使用条件级别可按表G.1.2确定，供水温度不高于60℃的热水地面辐射供暖工程和低温散热器供暖管材的使用条件为4级，供水温度高于60℃的散热器供暖工程管材的使用条件为5级。

表 G.1.2 塑料管使用条件级别

级别	工作温度		最高工作温度		故障温度		应用范围举例
	℃	时间（年）	℃	时间（年）	℃	时间（G）	
1	60	49	80	1	95	100	生活热水（60℃）
2	70	49	80	1	95	100	生活热水（70℃）
4	20	2.5	70	2.5	100	100	地面辐射供暖和 其他低温供暖
	40	20					
	60	25					
5	20	14	90	1	100	100	散热器等较高温度供暖
	60	25					
	80	10					

注：1 引自《冷热水系统用热塑性塑料管材和管件》GB/T 18991-2003；

2 表中所列的使用条件级别的管道系统同时应满足20℃、1.0MPa下输送冷水具有50年使用寿命的要求。

G.2 塑料管系列（S）值

按使用条件级别确定的塑料管系列S值见表G.2.1和表G.2.2。

表 G.2.1 塑料管系列（S）值（使用条件4级）

工作压力 P_D (MPa)	管材许用环应力（ δ_D ）对应的管系列（S）			
	PB 5.46 MPa	PE-X 4.00 MPa	PE-RT 3.34 MPa	PP-R 3.30 MPa
0.4	10（8）	6.3（5）	6.3（5）	5（4）
0.6	8（6.3）	6.3（5）	5（4）	5（4）
0.8	6.3（5）	5（4）	4（3.2）	4（3.2）
1.0	5（4）	4（3.2）	3.2（2.5）	3.2（2.5）

表 G.2.2 塑料管系列 (S) 值 (使用条件 5 级)

工作压力 P_D (MPa)	管材许用环应力 (δ_D) 对应的管系列 (S)			
	PB 4.31 MPa	PE-X 3.24 MPa	PE-RT 2.02 MPa	PP-R 1.9 MPa
0.4	10 (8)	6.3 (5)	5 (4)	4 (3.2)
0.6	6.3 (5)	5 (4)	3.2 (2.5)	3.2 (2.5)
0.8	5 (4)	4 (3.2)	2.5 (/)	2(/)
1.0	4 (3.2)	3.2 (/)	/	/

注：1 表 G.2.1 和表 G.2.2 引自《冷热水系统用热塑性塑料管材和管件》GB/T 18991-2003、《冷热水用聚乙烯 (PB) 管道系统》GB/T19473、《冷热水用交联聚乙烯 (PE-X) 管道系统 第 2 部分：管材》GB/T18992.2、《冷热水用耐热聚乙烯 (PE-RT) 管道系统 第 2 部分：管材》GB/T 28799.2、《冷热水用聚丙烯管道系统 第 2 部分：管材》GB/T18742.2；

2 表中括号内为提高一档的 S 值，散热器供暖系统因有局部明装管道需要一定的刚性并考虑连接要求等，宜按括号内数据确定管材系列；

3 表中“/”表示 S 值已经超出该管材的系列范围。

G.3 塑料管公称壁厚

塑料管材公称壁厚应根据所选管材系列及施工、使用中的不利因素综合确定。按管材系列确定的公称壁厚见表 G.3.1 和表 G.3.2，并应同时满足下列规定：

- 1 公称外径大于或等于 12mm 的管材壁厚不应小于 1.7mm；
- 2 公称外径为 10mm 的管材壁厚不应小于 1.5mm；
- 3 热熔焊接的管材壁厚不应小于 1.9mm。

表 G.3.1 按管材系列 (S) 确定的管材公称壁厚 (mm) (使用条件 4 级)

工作压力 $P_D=0.4\text{MPa}$				
公称外径 (mm)	PB	PE-X	PE-RT	PP-R
10	0.5	0.8	0.8	1.0
12	1.3 (1.3)	1.3 (1.3)	1.3 (1.4)	1.3 (1.7)
16	1.3 (1.3)	1.8* (1.8*)	1.3 (1.5)	1.5 (2.0*)
20	1.3 (1.3)	1.9* (1.9)	1.5 (2.0*)	2.0* (2.3)
25	1.3 (1.5)	1.9 (2.3)	2.0* (2.3)	2.3 (2.8)
32	1.6 (1.9)	2.4 (2.9)	2.4 (2.9)	2.9 (3.6)
40	2.0 (2.4)	3.0 (3.7)	3.0 (3.7)	3.7 (4.5)
工作压力 $P_D=0.6\text{MPa}$				
公称外径 (mm)	PB	PE-X	PE-RT	PP-R
10	0.6	0.8	1.0	1.0
12	1.3 (1.3)	1.3 (1.3)	1.3 (1.4)	1.3 (1.4)
16	1.3 (1.3)	1.8* (1.8*)	1.5 (2.0*)	1.5 (2.0*)

20	1.3 (1.5)	1.9* (1.9)	2.0* (2.3)	2.0* (2.3)
25	1.5 (1.9)	1.9 (2.3)	2.3 (2.8)	2.3 (2.8)
32	1.9 (2.4)	2.4 (2.9)	2.9 (3.6)	2.9 (3.6)
40	2.4 (3.0)	3.0 (3.7)	3.7 (4.5)	3.7 (4.5)
工作压力 $P_D=0.8\text{MPa}$				
公称外径 (mm)	PB	PE-X	PE-RT	PP-R
10	0.8	1.0	1.2	1.2
12	1.3 (1.3)	1.3 (1.4)	1.4 (1.7)	1.4 (1.7)
16	1.3 (1.5)	1.8* (1.8)	2.0* (2.2)	2.0* (2.2)
20	1.5 (1.9)	1.9 (2.3)	2.3 (2.8)	2.3 (2.8)
25	1.9 (2.3)	2.3 (2.8)	2.8 (3.5)	2.8 (3.5)
32	2.4 (2.9)	2.9 (3.6)	3.6 (4.4)	3.6 (4.4)
40	3.0 (3.7)	3.7 (4.5)	4.5 (5.5)	4.5 (5.5)
工作压力 $P_D=1.0\text{MPa}$				
公称外径 (mm)	PB	PE-X	PE-RT	PP-R
10	1.0	1.2	1.4	1.4
12	1.3 (1.4)	1.4 (1.7)	1.7 (2.0)	1.7 (2.0)
16	1.5 (1.8)	1.8 (2.2)	2.2 (2.7)	2.2 (2.7)
20	1.9 (2.3)	2.3 (2.8)	2.8 (3.4)	2.8 (3.4)
25	2.3 (2.8)	2.8 (3.5)	3.5 (4.2)	3.5 (4.2)
32	2.9 (3.6)	3.6 (4.4)	4.4 (5.4)	4.4 (5.4)
40	3.7 (4.5)	4.5 (5.5)	5.5 (6.7)	5.5 (6.7)

表 G.3.2 按管材系列 (S) 确定的管材公称壁厚 (mm) (使用条件 5 级)

工作压力 $P_D=0.4\text{MPa}$				
公称外径 (mm)	PB	PE-X	PE-RT	PP-R
12	1.3 (1.3)	1.3 (1.3)	1.3 (1.4)	1.4 (1.7)
16	1.3 (1.3)	1.8* (1.8*)	1.5 (2.0*)	2.0* (2.2)
20	1.3 (1.3)	1.9* (1.9)	2.0* (2.3)	2.3 (2.8)
25	1.3 (1.5)	1.9 (2.3)	2.3 (2.8)	2.8 (3.5)
32	1.6 (1.9)	2.4 (2.9)	2.9 (3.6)	3.6 (4.4)
40	2.0 (2.4)	3.0 (3.7)	3.7 (4.5)	4.5 (5.5)
工作压力 $P_D=0.6\text{MPa}$				
公称外径 (mm)	PB	PE-X	PE-RT	PP-R
12	1.3 (1.3)	1.3 (1.4)	1.7 (2.0)	1.7 (2.0)
16	1.3 (1.5)	1.8* (1.8)	2.2 (2.7)	2.2 (2.7)
20	1.5 (1.9)	1.9 (2.3)	2.8 (3.4)	2.8 (3.4)
25	1.9 (2.3)	2.3 (2.8)	3.5 (4.2)	3.5 (4.2)
32	2.4 (2.9)	2.9 (3.6)	4.4 (5.4)	4.4 (5.4)

40	3.0 (3.7)	3.7 (4.5)	5.5 (6.7)	5.5 (6.7)
工作压力 $P_D=0.8\text{MPa}$				
公称外径 (mm)	PB	PE-X	PE-RT	PP-R
12	1.3 (1.4)	1.4 (1.7)	2.0 (/)	2.4 (/)
16	1.5 (1.8)	1.8 (2.2)	2.7 (/)	3.3 (/)
20	1.9 (2.3)	2.3 (2.8)	3.4 (/)	4.1 (/)
25	2.3 (2.8)	2.8 (3.5)	4.2 (/)	5.1 (/)
32	2.9 (3.6)	3.6 (4.4)	5.4 (/)	6.5 (/)
40	3.7 (4.5)	4.5 (5.5)	6.7 (/)	8.1 (/)
工作压力 $P_D=1.0\text{MPa}$				
公称外径 (mm)	PB	PE-X	PE-RT	PP-R
12	1.4 (1.7)	1.7 (/)	/	/
16	1.8 (2.2)	2.2 (/)	/	/
20	2.3 (2.8)	2.8 (/)	/	/
25	2.8 (3.5)	3.5 (/)	/	/
32	3.6 (4.4)	4.4 (/)	/	/
40	4.5 (5.5)	5.5 (/)	/	/

注：1 表 G.3.1、G.3.2 是根据《热塑性塑料管材通用壁厚表》GB/T 10798-2001 和各类塑料管的管材标准整理的通用数据，管道实际规格应根据产品样本确定；

2 表中带*号的数据为考虑到管材与连接的要求增大壁厚后的尺寸；

3 括号内数据是管材系列(S)值增大一档的管材壁厚，散热器供暖系统因有局部明装管道需要一定的刚性并考虑连接要求等，宜按括号内数据确定管材系列；

4 表中“/”表示 S 值已经超出该管材的系列范围，没有对应壁厚的管材。

附录 H 管道绝热层最小厚度和最小热阻

H.0.1 管道和设备的绝热层最小厚度可按本标准第 H.0.2 条~第 H.0.5 条提供的数据确定，各表的制表条件如下：

1 保温材料在其平均使用温度 t_m 下的导热系数计算公式：

柔性泡沫橡塑 $\lambda = 0.034 + 0.00013t_m$ ；

离心玻璃棉 $\lambda = 0.031 + 0.00017t_m$ 。

2 供暖管道：

室内环境温度 20℃，风速 0m/s；

室外温度 0℃，风速 3m/s；

使用期 120 天（2880h）；

热价 85 元/GJ（相当于燃气），还贷期 6 年，利息 10%。

3 室内供冷管道：

室内环境温度不高于 31℃、相对湿度不大于 75%；

使用期 120 天（2880h）；

冷价 75 元/GJ，还贷期 6 年，利息 10%。

4 室内生活热水管道：

室内环境温度 5℃，使用期 150 天；

热价 85 元/GJ（相当于燃气），还贷期 6 年，利息 10%。

5 室内空调风管绝热层热阻：

建筑物内环境：供冷风时，26℃；供暖风时，温度 20℃；

冷价 75 元/GJ，热价 85 元/GJ。

H.0.2 室内供暖、空调管道绝热层最小厚度可按表 H.0.2 确定；热设备绝热层厚度可按对应介质温度最大管径管道的绝热层最小厚度再增加 5mm 选用。

表 H.0.2 室内供暖、空调管道绝热层最小厚度 δ_{\min} (mm)

管道类别 \ 绝热材料	离心玻璃棉		柔性泡沫橡塑	
	管径	δ_{\min}	管径	δ_{\min}
室内冷管道 (介质温度 $\geq 5^\circ\text{C}$)	$\leq \text{DN}32$	25	$\leq \text{DN}40$	19
	$\text{DN}40 \sim \text{DN}100$	30	$\text{DN}50 \sim \text{DN}150$	22
	$> \text{DN}100$	35	$> \text{DN}150$	25
室内热或冷热合用管道	$\leq \text{DN}50$	40	$\leq \text{DN}20$	25

(介质温度 5℃~60℃)	DN70~DN300	50	DN25~DN40	28
	>DN300	60	DN50~DN125	32
	-	-	DN150~DN400	36
	-	-	>DN400	40
室内热管道 (介质温度 60℃~80℃)	≤DN20	40	≤DN32	32
	DN25~DN70	50	DN40~DN70	36
	DN80~DN200	60	DN80~DN125	40
	>DN200	70	DN150~DN450	45
	—	—	>DN450	50
室内热管道 (介质温度 80℃~95℃)	≤DN40	50	不适用	
	DN50~DN100	60		
	DN125~DN300	70		
	DN350~DN2500	80		
	>DN2500	90		

H.0.3 室外供热管道保温层最小厚度可按表 H.0.3 确定。

表 H.0.3 室外供热管道保温层最小厚度 δ_{\min} (mm)

最高介质温度 (℃)	柔性泡沫橡塑 δ_{\min} (mm) 及对应管径 DN (mm)								
	25	28	32	36	40	45	50	—	—
60	≤DN20	DN25~DN40	DN50~DN125	DN150~DN400	>DN400	—	—	—	—
80	—	—	≤DN32	DN40~DN70	DN80~DN125	DN150~DN450	>DN450	—	—
最高介质温度 (℃)	离心玻璃棉 δ_{\min} 及对应管径 DN (mm)								
	40	50	60	70	80	90	100	120	140
60	—	≤DN80	DN100~DN250	>DN250	—	—	—	—	—
80	—	≤DN40	DN50~DN100	DN125~DN250	DN300~DN1500	>DN1500	—	—	—
95	—	≤DN25	DN32~DN70	DN50~DN150	DN150~DN400	DN500~DN2000	>DN2000	—	—
140	—	—	≤DN25	DN32~DN50	DN70~DN100	DN125~DN200	DN250~DN450	>DN450	—
190	—	—	—	≤DN25	DN32~DN50	DN70~DN80	DN100~DN150	DN200~DN450	>DN450

H.0.4 介质温度不高于 70℃ 的室内生活热水管保温层最小厚度可按表 H.0.4 确定。

表 H.0.4 室内生活热水管道保温层最小厚度 δ_{\min} (mm)

离心玻璃棉		柔性泡沫橡塑	
公称管径 (mm)	δ_{\min}	公称管径 (mm)	δ_{\min}
≤DN40	50	≤DN50	40
DN50~DN100	60	DN70~DN125	45
DN125~DN300	70	DN150~DN300	50
≥DN350	80	≥DN350	55

H.0.5 室内空调风管绝热层最小热阻可按表 H.0.5 确定。

表 H.0.5 室内空调风管绝热层最小热阻 R_{\min}

风管类型	适用介质温度 (°C)		R_{\min} (m ² ·K/W)
	冷介质最低温度	热介质最高温度	
一般空调风管	15	30	0.81
低温风管	6	39	1.14

附录 I 设备专业节能判断文件

I.0.1 设备专业节能判断设计文件包括下列内容：

- 1 设计说明；
- 2 设备表；
- 3 设计图纸；
- 4 供暖热负荷计算书；
- 5 采用集中空调系统时，空调冷负荷计算书；
- 6 进行室外供暖管网设计时，室外供暖管网水力平衡计算书；
- 7 节能判断表（见表 I.0.1-1~2）。

表 I.0.1-1 暖通系统节能判断表

工程号		工程名称	
设计人		校对人	
审核人		审定人	年 月 日
热源与热力站及输配系统	热源形式		锅炉房直接供暖 <input type="checkbox"/> 热交换站 <input type="checkbox"/> 其他 <input type="checkbox"/>
	名义工况下锅炉热效率 (%)		限定值：____ 设计值：____
	热源机房供暖面积 (m ²)		
	热源供热量自动控制		计算机自动监测控制 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>
	水力平衡		供热量自动控制装置（气候补偿器） <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>
			水力平衡计算书 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>
			热力入口水力平衡阀 <input type="checkbox"/> 静态水力平衡阀 <input type="checkbox"/> 自力式流量控制阀 <input type="checkbox"/> 自力式压差控制阀 <input type="checkbox"/> 智能动态平衡阀 <input type="checkbox"/>
	集中供暖（集中空调）热计量装置		锅炉房出口、热力站换热器的一次水出口 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>
			楼栋热量结算表 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>
			户用热量分配装置或方法 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>
集中供暖系统耗电输热比 <i>EHR-h</i>		限定值	
		设计值	
室内供暖空调	房间热负荷计算书		<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>
	集中空调系统房间逐项逐时冷负荷计算书		<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>
	室温自动调控	集中散热器供暖系统	温度面积法 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>
			户用热量表法 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>
			通断时间面积法 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>
	集中地面辐射供暖系统		室内系统温控通断阀 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>
集中空调系统		室温自动调控装置 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	
		温控水路电动两通阀 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	

	户式独立供暖空调系统	室温自动调控装置	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>
--	------------	----------	---

I.0.1-2 采用电供暖节能判断表

工程号		工程名称			
设计人		校对人		年 月 日	
审核人		审定人			
电供暖设备	蓄热式电锅炉（用电高峰不启用） <input type="checkbox"/> 家用电锅炉 <input type="checkbox"/> 低温电缆 <input type="checkbox"/> 电热膜 <input type="checkbox"/> 电散热器 <input type="checkbox"/> 其他 <input type="checkbox"/>				
电供暖条件	是否具备 其他热源	环保或消防 是否有限制	是否低谷 电蓄热	是否用可再 生能源发电	备注
	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，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”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词要用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 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”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

1. 《声环境质量标准》GB 3096
2. 《单元式空气调节机能效限定值及能效等级》GB 19576
3. 《清水离心泵能效限定值及节能评价值》GB 19762
4. 《电力变压器能效限定值及能效等级》GB 20052
5. 《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
6. 《多联式空调（热泵）机组能效限定值及能效等级》GB 21454
7. 《房间空气调节器能效限定值及能效等级》GB 21455
8. 《工业锅炉能效限定值及能效等级》GB 24500
9. 《热泵热水机（器）能效限定值及能效等级》GB 29541
10. 《水（地）源热泵机组能效限定值及能效等级》GB 30721
11. 《建筑给水排水设计标准》GB 50015
12. 《建筑照明设计标准》GB 50034
13. 《锅炉房设计标准》GB 50041
14. 《供配电系统设计规范》GB 50052
15. 《住宅设计规范》GB 50096
16. 《民用建筑热工设计规范》GB 50176
17. 《公共建筑节能设计标准》GB 50189
18. 《屋面工程技术规范》GB 50345
19. 《民用建筑设计统一标准》GB 50352
20. 《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB 50364
21. 《民用建筑节水设计标准》GB 50555
22. 《城市配电网规划设计规范》GB 50613
23. 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736
24. 《民用建筑电气设计标准》GB 51348
25. 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015
26. 《建筑环境通用规范》GB 55016
27. 《建筑给水排水与节水通用规范》GB 55020
28. 《建筑电气与智能化通用规范》GB 55024
29. 《工业锅炉水质》GB/T 1576
30. 《建筑玻璃 可见光透射比、太阳光直接透射比、太阳能总透射比、紫外线透射比及有关窗玻璃参数的测定》GB/T 2680
31. 《设备及管道绝热设计导则》GB/T 8175
32. 《热塑性塑料管材通用壁厚表》GB/T 10798
33. 《供暖散热器散热量测定方法》GB/T 13754
34. 《柔性泡沫橡塑绝热制品》GB/T 17794
35. 《建筑绝热用玻璃棉制品》GB/T 17795
36. 《无缝铜水管和铜气管》GB/T 18033
37. 《蒸汽压缩循环冷水（热泵）机组第1部分：工业或商业用及类似用途的冷水（热泵）机组》GB/T 18430.1
38. 《冷热水用聚丙烯管道系统 第2部分：管材》GB/T 18742.2
39. 《冷热水系统用热塑性塑料管材和管件》GB/T 18991

40. 《冷热水用交联聚乙烯（PE-X）管道系统 第2部分：管材》GB/T 18992.2
41. 《铝塑复合压力管 铝管对接焊式铝塑管》GB/T 18997.2
42. 《冷热水用聚丁烯（PB）管道系统》GB/T 19473
43. 《绝热用喷涂硬质聚氨酯泡沫塑料》GB/T 20219
44. 《热回收新风机组》GB/T 21087
45. 《低环境温度空气源热泵（冷水）机组第1部分：工业或商业用及类似用途的热泵（冷水）机组》GB/T 25127.1
46. 《膨胀玻化微珠保温隔热砂浆》GB/T 26000
47. 《冷热水用耐热聚乙烯（PE-RT）管道系统 第2部分：管材》GB/T 28799.2
48. 《采暖空调系统水质》GB/T 29044
49. 《建筑幕墙、门窗通用技术条件》GB/T 31433
50. 《热量表》GB/T 32224
51. 《建筑门窗附框技术要求》GB/T 39866
52. 《城镇供热管网设计标准》CJJ/T 34
53. 《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26
54. 《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142
55. 《供热计量技术规程》JGJ 173
56. 《住宅建筑电气设计规范》JGJ 242
57. 《老年人照料设施建筑设计标准》JGJ 450
58. 《钢塑复合压力管》CJ/T 183
59. 《钢塑复合压力管用双热熔管件》CJ/T 237
60. 《铝合金衬塑复合管材与管件》CJ/T 321
61. 《温度法热计量分摊装置》JG/T 362
62. 《酚醛泡沫板薄抹灰外墙外保温系统材料》JG/T 515
63. 《蒸压加气混凝土制品应用技术标准》JGJ/T 17
64. 《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》JGJ/T 151
65. 《无机轻集料砂浆保温系统技术标准》JGJ/T 253
66. 《导光管采光系统技术规程》JGJ/T 374
67. 《民用建筑绿色性能计算标准》JGJ/T 449
68. 《岩棉薄抹灰外墙外保温工程技术标准》JGJ/T 480
69. 《锅炉大气污染物排放标准》DB37/ 2374
70. 《公共建筑节能设计标准》DB37/ 5155
71. 《地热矿泉水绿色矿山建设规范》DB37/T 3848
72. 《单井地热资源评价技术规程》DB 37/T 4243
73. 《民用建筑外窗工程技术标准》DB37/T 5016

山东省工程建设标准

居住建筑节能设计标准

Design standard for energy efficiency of residential buildings

条文说明

目次

1 总则.....	71
2 术语.....	74
3 气候子区与主要计算参数.....	76
4 建筑与围护结构.....	78
4.1 一般规定.....	78
4.2 围护结构热工设计.....	82
4.3 建筑围护结构热工性能权衡判断.....	87
5 供暖、通风与空气调节.....	90
5.1 一般规定.....	90
5.2 热源与热力站.....	100
5.3 输配系统.....	107
5.4 室内供暖系统.....	116
5.5 通风与空气调节系统.....	123
6 给水排水.....	131
6.1 一般规定.....	131
6.2 生活给水排水.....	131
6.3 生活热水.....	132
7 电气.....	138
7.1 一般规定.....	138
7.2 供配电系统.....	138
7.3 照明系统.....	140
7.4 智能控制系统.....	141
8 可再生与清洁能源利用.....	143
8.1 一般规定.....	143
8.2 太阳能系统.....	143
8.3 地源热泵系统.....	144
8.4 空气源热泵系统.....	145
8.5 水热型地热能系统.....	146

1 总 则

1.0.1 为应对世界气候变化，2020年9月22日，习近平总书记在第七十五届联合国大会一般性辩论上向世界庄严承诺：“中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和”。为实现“双碳”目标，2021年3月15日，习近平总书记在中央第九次经济工作会议上又提出建筑领域要提升节能标准的要求

本次修编是在我省《居住建筑节能设计标准》DB37/ 5026-2014的基础上，结合《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021、《严寒寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ26-2018等标准规范全面修订而成，基本沿用了以上标准的思路 and 模式。除节能率提高外，对围护结构热工性能参数与构造要求、外墙及屋顶平壁部分的传热系数计算、建筑围护结构热工性能权衡判断及其计算中部分重要参数的确定及取值等进行了重新调整和规定；本次修编增加了“可再生与清洁能源利用”章节。修订后的标准将有助于我省在建筑领域的“双碳”目标的实现。

1.0.2 本标准适用于纳入基本建设监管程序的各类居住建筑。住宅在居住建筑中的占比在90%以上，本标准提出的建筑物透光与非透光围护结构的传热系数、体形系数、窗墙面积比等限值规定，主要是以冬季供暖能耗为主的住宅作为依据制定的，集体宿舍、住宅式公寓、住宅与非住宅组合建造的住宅部分应执行本标准。

对于养老院、福利院、敬老院等老年人照料设施的建筑，按照《老年人照料设施建筑设计标准》JGJ 450-2018规定已将其纳入公共建筑的范畴，故应按《公共建筑节能设计标准》DB37/ 5155规定执行。

对于托儿所、幼儿园在上一版DB37/ 5026-2014修编时就已纳入公共建筑范畴，主要是考虑到托儿所、幼儿园基本上是日托，夜间没有住宿，而且主要房间的采光系数要求较高，窗墙面积比也比较大，往往会突破本标准的窗墙面积比限值要求，用公共建筑节能标准设计会更加合理。

当公寓式建筑若作为办公或酒店用房使用，且以空调能耗为主时，应执行《公共建筑节能设计标准》DB37/ 5155。旅馆虽然供人居住，但附属设施较多，功能比较复杂，而且现在普遍设置集中空调系统，和医院的病房楼情况也类似，因此均应执行《公共建筑节能设计标准》DB37/ 5155。

居住建筑中的底部有公共建筑的部分（含商业服务网点），其建筑面积大于地上总面积的20%，且大于1000 m²时，应按《公共建筑节能设计标准》DB37/ 5155规定执行，否则按本标准执行。

除新建的居住建筑必须严格执行本标准外，其他非居住建筑的使用功能改变为居住建筑的“改建建筑”（是指对原有非居住建筑的功能或形式改变为居住建筑且其暖通、电气、给排水等专业重新设计，而建筑的规模和建筑的占地面积均不改变的建筑物）、“扩建建筑”（是指保留原有建筑的功能，在其基础上增加另外的功能、形式、规模，使得新建部分成为与原有建筑相关的建筑）应符合本标准的各项规定。对于仅进行外围护结构或用能设备及系统进行改造的工程，应符合既有居住建筑节能改造设计的相关标准规定。

1.0.3 本条为新增条文。2021年9月8日住建部发布了全文强制性工程建设规范《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021，并于2022年4月1日起实施。规范中规定：新建居住建筑平均能耗水平应在2016年执行节能设计标准的基础上再降低30%，其中要求严寒寒冷地区居住建筑平均节能率为75%。其实我省早在2015年就已经实施了居住建筑节能75%的设计标准，根据现行国家政策决策部署，本标准是在原《居住建筑节能设计标准》DB37/ 5026-2014（节能75%）的基础上再降低30%的能耗（能效提升30%），即居住建筑节能率达到了82.5%（约等于83%），按照国家对建筑节能阶段的划分，山东省已率先实施第五步节能。

1.0.4 本条为新增条文。本条规定主要是落实国家提出的“双碳”目标要求而做出的规定。建筑能耗是造成温室气体排放的主要因素，通过对标准能效的提升，燃煤和燃气等化石能源的消耗将大幅度降低，降低了新建建筑的用能强度，实现了建筑碳排放强度的降低，为建筑领域实现“双碳”目标，起到很大的促进作用。

建筑设计阶段是决定建筑全寿命期能耗和碳排放表现的重要阶段，其合理性对后续的建筑活动、资源的消耗和生存环境带来很大的影响。而建筑能耗、可再生能源利用及碳排放量是表征建筑对环境影响和资源消耗的关键指标，在设计阶段对建筑能耗、可再生能源利用及碳排放分析，更能准确地掌握建筑领域的碳排放情况，更加科学合理地制定我省的“双碳”目标，同时为建设主管部门制定政策提供基础数据。

碳排放的计算应根据现行国家标准《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366 等标准规定进行计算。

1.0.5 本条明确了居住建筑达到本标准节能要求的主要技术途径。居住建筑能耗是指建筑在使用过程中的能耗，主要包括供暖、通风、空调、热水供应、炊事、家用电器、电梯等的能源消耗。

我省地处北方寒冷地区，每年有四个多月的连续供暖需求，为保证冬季室内热环境质量，供暖能耗在居住建筑能耗中仍然占主导地位。因此，提高外围护结构的热工性能，是减少供暖能耗的最主要的途径。本标准是通过进一步提高外墙、屋面、门窗等部位的保温性能以及无热桥设计等技术手段来降低供暖能耗。当然也应根据工程实际情况，在保证外窗传热系数的条件下，尽量

使用高透光率的单银 Low-E 玻璃，来得到更多的太阳辐射得热，以减少供暖能耗。

供暖系统是指供应建筑物所需热量（不包括生活热水用掉的热水量）的设施的总称：包括热源设备，为生活热水供应热量的一次热媒输送系统，为建筑物供暖、通风和空气调节供应热量的热媒输送系统和末端设备等。居住建筑的供热能源包括煤、电、油、气或可再生能源，供暖系统可采用集中或分散方式。

在我省寒冷 B 区，特别是东、西向，夏季通过外窗得到的太阳辐射得热过多，影响了室内热环境质量，且使夏季的空调能耗增加。因此，通过建筑外遮阳、空调和通风系统的节能设计，有效控制夏季的空调能耗。

居住建筑其他用电设施包括集中供暖、供水等系统的输送设备，以及电梯、家用电器、照明灯具等等。其中与节能设计相关要求均在有关章节中规定了节能措施，对其能耗加以控制。对于用户自行选用的家用电器、照明灯具等，难以由设计标准控制，仅在有关条款中采用行为节能的方式加以引导。

目前国家提出了要在 2030 年前实现碳达峰，2060 年前实现碳中和这一宏伟目标，合理利用太阳能、风能、地热能等可再生能源，最大限度地减少化石能源的消耗和碳排放，是必不可少的技术手段。实现碳中和，要深度脱碳，使用非化石能源来满足电力、供热需求，包括可再生能源在内的清洁能源是能源低碳发展的主力军。

1.0.6 本标准对居住建筑的建筑设计、围护结构热工性能设计、供暖通风和空气调节设计，以及给水排水、电气设计中应该控制的指标作出了具体规定，但居住建筑节能涉及的专业较多，相关专业均有相应的设计标准。因而，在进行居住建筑节能设计时，除应符合本标准外，还应符合现行国家和山东省有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 本标准的供暖度日数以 18℃为基准，用符号 *HDD18* 表示。某地供暖度日数的大小反映了该地寒冷的程度。

2.0.2 本标准的空调度日数以 26℃为基准，用符号 *CDD26* 表示。某地空调度日数的大小反映了该地热的程度。

2.0.5 在 DB37/ 5026-2014 版里用“围护结构主体部位”来描述外墙中的墙体部分，如砖混结构中的砌体部分、框架结构中的填充墙部分和剪力墙结构中的混凝土墙部分（也称主断面）。

由于建筑类型的多样化发展，建筑设计中外窗的面积越来越大，墙体部分在框架结构中填充墙与梁柱所占面积的比例、在剪力墙结构中混凝土墙与填充墙所占面积的比例相差不大，再用“主体部位”的概念显然已经不妥。但围护结构又必须通过各种构造将不同部位组合起来构成一个整体，不同构造处的热工性能各不相同，进行热工计算时，“围护结构主体部位”与其周边构造区分开，从建筑热工学的角度来表述，我们把“围护结构主体部位”称之为“平壁”墙体，即不考虑周边构造的墙体等多层板壁，平壁墙体在框架结构中一般包括填充墙和梁柱；在剪力墙结构中一般包括钢筋混凝土剪力墙和填充墙。因此外墙平壁部分的传热系数应该是混凝土剪力墙部分和填充墙部分面积加权平均后的传热系数。若为纯剪力墙结构，外墙平壁部分的传热系数就是钢筋混凝土剪力墙自身的传热系数。

周边构造主要是指依附于外墙面的结构挑出构件、造型，以及平壁与窗、阳台、屋面、楼板及其他墙体等连接部位的构造。实际建筑中，当围护结构“平壁”周边的构造节点对传热的影响非常大时，才称其为“热桥”部位。

2.0.6 整栋建筑的外围护结构可以分解为若干个平面，每个平面可细分为若干个单元，非透光围护结构单元包括平壁，以及平壁与窗、阳台、屋面、楼板、地面以及其他墙体等连接部位的构造节点。外墙平壁单元可以是一个房间开间的外墙，也可以是连在一起的多个房间的外墙。当围护结构“平壁”周边的构造节点对传热的影响非常大时，我们才称其为“热桥”部位。热桥增加了围护结构的耗热量，是围护结构中的薄弱环节。墙角、门窗外部周边侧墙、凸窗及阳台外挑构件、楼（屋）面与外墙结合部等节点构造称其为结构性热桥。

本标准是把外墙、屋面平壁与其周边的节点构造等“热桥部位”共同构成了外墙、屋面平壁单元，其平均传热系数就是考虑了线性热桥影响后的平均传热系数。

2.0.7 与原 DB37/ 5026-2014 相比，本标准将窗墙面积比依据 GB55015 的规定，改为按照建筑开

间计算窗墙面积比，主要考虑了目前设计大开间的建筑较多，而且大开间一般在起居室，窗墙面积比比较大，为保证每个房间的热舒适性，应考虑选取节能最不利的窗墙面积比进行控制。

2.0.10 上一版 DB37/ 5026-2014 标准中，针对寒冷 B 区的东、西朝向的外窗，当窗墙面积比大于 0.30 时，规定了用“遮阳系数”对外窗提出了限值要求，主要是考虑夏季东西向外窗得到的太阳辐射过多，恶化了室内热环境，同时也增加了夏季的空调能耗。本次修订引入了“太阳得热系数（*SHGC*）”的概念，将“太阳得热系数”作为衡量外窗热工性能的主要参数。其原因有两个方面：一是目前 ASHARE 90.1 等标准均以太阳得热系数（*SHGC*）作为衡量透光围护结构性能的参数，主流建筑能耗模拟软件也以太阳得热系数（*SHGC*）作为衡量外窗热工性能的参数，目的是便于工程设计人员使用并与国际接轨；二是太阳得热系数（*SHGC*）在节能设计计算供暖能耗时，无论是寒冷 A 区还是寒冷 B 区，其指标的大小对供暖能耗有着非常大的影响，因此，本标准对太阳得热系数（*SHGC*）提出最低要求，以便过在冬季获得更多的太阳辐射热。

太阳得热系数（*SHGC*）是控制“室内得热量”的指标，太阳辐射室内得热量由两部分组成：直接进入室内的太阳辐射的直接得热量和间接进入室内的太阳辐射室内二次传热得热量，即太阳光直接透射比与被玻璃组件吸收的太阳辐射向室内的二次热传递系数之和。太阳得热系数（*SHGC*）应按照《民用建筑热工设计规范》GB 50176-2016 中给出下列公式进行计算：

$$SHGC = \frac{\sum g \cdot A_g + \sum \rho_s \cdot \frac{K}{\alpha_e} \cdot A_f}{A_w} \quad (1)$$

式中：*SHGC*—门窗太阳得热系数；

g—门窗透光部分的太阳辐射总透射比，应按《建筑玻璃 可见光透射比、太阳光直接透射比、太阳能总透射比、紫外线透射比及有关窗玻璃参数的测定》GB/T 2680 的规定计算，典型玻璃系统的太阳辐射总透射比可按《民用建筑热工设计规范》GB 50176 附录 C 表 C.5.3-3 规定取值；

A_g—门窗透光部分的面积；

ρ_s—门窗非透光部分的太阳辐射吸收系数；

K—门窗透光部分的传热系数；

α_e—外表面对流换热系数；

A_f—门窗非透光部分的面积；

A_w—门窗整窗的面积。

3 气候子区与主要计算参数

3.0.1 本条为本标准 2014 版第 3.0.1 条的局部修订条款。依据《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016 版规定，采暖度日数 HDD18 在 2000~3800 之间属于寒冷地区。在寒冷地区，当空调度日数 CDD26 \leq 90 时，属于寒冷 A 区，节能设计时应满足保温要求，可不考虑防热设计；当空调度日数 CDD26 $>$ 90 时，属于寒冷 B 区，除应满足保温要求外，还要满足隔热设计要求，兼顾自然通风、遮阳设计。根据以上原则，我省均属寒冷地区，且可分为 A、B 两个气候子区。表 3.0.1 中气候区属的划分及气象参数是根据山东省气象信息中心最新提供的数据，结合各市实际情况确定的。

本次修编结合国家标准《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26-2018、《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015 标准要求，采用设计建筑与参照建筑对比进行围护结构热工性能权衡判断，建筑节能设计方法与前版有了较大变化，并且采用逐时动态的方法进行全年供暖能耗权衡计算，室外温湿度、太阳辐射照度、日照时数等参数都是在动态变化的。

计算用供暖天数采用的是全省 16 设区市法定供暖天数，目的是在进行全年供暖能耗计算进行权衡判断时，同一地市，统一尺度标杆，便于比较判断。

室外气象计算参数方面，还是沿用 DB37/ 5026-2014 标准的数据，作为计算供暖能耗的依据。

3.0.2 本条为本标准 2014 版第 3.0.2 条的局部修订条款。本条中规定的室内计算温度 18℃基本达到了热舒适水平。室内计算温度 18℃只是在进行计算供暖能耗，进行权衡判断计算时所采用的室内温度，并不是某房间的实际室温，实际的室温主要受室外温度的变化和供暖系统的运行状况的影响。

换气次数是室内热环境的另外一个重要设计指标。冬季室外的新鲜空气进入室内，一方面有利于确保室内的卫生条件，另一方面又要消耗大量的能量，因此要确定一个合理的换气次数。本条文规定的换气次数也只是一个计算供暖能耗时所采用的数值，并不等于实际的换气次数。实际的换气量是由住户自己控制的。在北方寒冷地区，由于冬季室内外温差较大，居民很注意窗户的密闭性，一般很少长时间开窗通风。

标准中对不同房间的人员数量和照明、设备的功率密度，以及逐时的人员在室率、照明和设备的使用率等数据进行了统一规定，目的是统一标准后，计算出供暖能耗值好比较。这些数据均嵌入在节能设计软件中，无需设计人员输入。

本条中规定的室内热环境计算参数，仅供建筑节能设计使用，居住建筑各类房屋的工程设计

还应符合其相关现行设计标准的规定。

4 建筑与围护结构

4.1 一般规定

4.1.1 本条在本标准 2014 年版第 4.1.1 条款基础上发展而来。本条是对建筑总平面和建筑单体设计提出的一般原则要求。建筑总平面布置宜通过风环境模拟软件计算确定。建筑群的布置和建筑物的平面和立面设计应充分考虑冬季能够获得太阳辐射热和尽量避开主导风向，以有利于建筑的冬季保温和夏季通风降温。

可再生能源的应用对于建筑全生命周期可持续发展具有重大意义，2019 年《山东省绿色建筑促进办法》（省政府令第 323 号）指出“绿色建筑发展应当推广应用自然通风、天然采光、雨水利用、建筑废弃物资源化利用、可再生能源建筑应用、建筑智能化等先进适用技术。”2022 年《山东省可再生能源发展“十四五”规划》中指出“积极支持可再生能源在热力、建筑、交通等领域的推广应用，拓宽可再生能源发展利用空间。加快太阳能、浅层地热能、生物质热电联产等在建筑领域应用。”

4.1.2 本条为本标准 2014 年版第 4.1.2 条的局部修订条款。南北朝向的建筑，冬季可以增加太阳辐射得热。冬季南向外窗的传热耗热量，远低于其他朝向。建筑物的主体朝向为南北向，也有利于自然通风，降低空调能耗。经计算证明，建筑物的主体朝向，如果由南北向改为东西向，耗热量指标约增大 5%，如果不设外遮阳，空调能耗约增大 50% 以上，因此，南北向是建筑物最有利的朝向。

4.1.3 本条沿用本标准 2014 年版第 4.1.3 条。外墙面（包括外墙和外窗、外门）的传热耗热量在围护结构总耗热量中占有最大比例，外墙面越多则耗热量越大。如果一个房间设有三面外墙，由于其散热面过多，能耗必然偏大，对建筑节能极为不利。当一个房间有两面外墙时，如位于外墙转角处的房间，特别是靠山墙转角的房间，若两面外墙上均设外窗，不仅会增加冬季冷空气的渗透，夏季太阳辐射得热过多，而且可能会导致该房间全部外墙面的窗墙面积比偏大，这对保证该房间的室内热环境及建筑节能都是不利的。由于建筑设计还需要考虑建筑立面及景观等因素，建筑节能仅是其中的一项，故本条的严格程度采用“不宜”。

4.1.4 本条在本标准 2014 年版第 4.1.4 条款基础上发展而来。体形系数实际就是单位建筑体积所分摊的与室外空气接触的围护结构的外表面积。建筑物冬季内部的热量，绝大多数是通过围护结构向外散失的。体形系数越大，散失的热量越多，对建筑节能越不利。一般地说，房屋的层数越多，平面越简洁，体形系数越小，越有利于建筑节能。因而，从降低建筑能耗的角度考虑，设计

人员应减少建筑体形的凹凸或错落，降低建筑物体形系数，将体形系数严格控制在本条规定的限值范围之内。

与 DB37/ 5026-2014 版相比，表 4.1.4 中的建筑层数的划分简化为两类，考虑到随着建筑外围护结构热工性能的提高，体形系数对建筑能耗的影响程度在降低，标准的限值有降低的可能。在标准执行中发现大量的建筑体形系数无法满足标准限值要求，往往需要进行权衡判断计算，增加了设计计算的工作量。通过对建筑层数及对应的体形系数分布状况的调研分析，适当增大了低层建筑（1~3 层）的体形系数限值，使得体形简单、无凹凸的建筑多数能够满足限值要求，不必进行权衡判断计算。但高层建筑的采光、通风、视野等需求只能通过建筑平面设计实现。对 4 层以上多层建筑和高层建筑的要求进行了合并，以便于高层住宅的建筑设计。

本条根据建筑物层数，分别规定了体形系数的限值，计算体形系数时，应注意：

1 以建筑物居住部分最下一层的地面或地板为计算基面。

2 居住建筑中底部有公共建筑的部分（含商业服务网点），其建筑面积大于地上总面积的 20%，且大于 1000m²时，其体形系数应按居住建筑部分、公共建筑部分分别计算；当其底部的建筑面积小于上述数值时，可按居住建筑部分一起计算。

3 凸窗凸出部分的体积可不计算。

4 对于封闭阳台：与上一版有较大的区别。本标准直接规定封闭阳台的外保温应设在阳台栏板外侧，且阳台栏板及外门窗满足本标准外墙和外门窗的要求。因此，建筑物外表面积 ΣF 和所包围的体积 V_0 按阳台外侧计算。

5 建筑物没有地下室或虽有地下室但地下室为非供暖空间时，建筑物外表面积及其包围的体积从首层地面（±0.000）算起，首层地面（±0.000）以下空间不参与计算。

6 建筑物有地下空间且地下空间为供暖空间时：

1) 参与计算的建筑物的外表面积 ΣF ，为地上和地下所有与室外空气接触的围护结构外表面积的总和；

2) 参与计算的建筑体积 V_0 为±0.000 以上体积 $V_{上}$ 和±0.000 以下计算体积 $V'_{下}$ 之和；

3) ±0.000 以下计算体积 $V'_{下}$ 按下式计算：

$$V'_{下} = (F'_{下} / F_{下}) \cdot V_{下} \quad (2)$$

式中： $V'_{下}$ ——±0.000 以下与室外接触的外立面面积（包括±0.000 至室外地坪、至窗井底部、至下沉式庭院地坪的外立面）；

$F_{\text{下}}$ —— ± 0.000 以下外立面的总面积（包括与室外空气接触和与土壤接触的外立面）；

$V_{\text{下}}$ —— ± 0.000 以下 $F_{\text{下}}$ 包围的总体积。

7 当建筑物各部分的层数不统一时（如有错层），该建筑物的层数可按面积所占比例最大的部分的层数确定。

8 体积 V_0 与围护结构外表面积 ΣF 的计算应符合附录 C 的规定。

一般情况下对体形系数的要求是必须满足的。当设计的居住建筑的体形系数由于各种原因超出本条限值时，必须进行围护结构热工性能的权衡判断，以确定其耗热量指标是否符合本标准限值的规定。

4.1.5 本条为本标准 2014 版第 4.1.5 条的局部修订条款。外窗的传热系数远大于外墙，窗墙面积比越大，外窗在外墙面上的面积比例越高，越不利于建筑节能。近年来工程设计中的窗墙面积比有不断增大的趋势，部分工程的外窗设置已远远超出了对自身功能如采光、通风的要求，不仅造成了冬季供热能耗的加大，且增加了夏季空调制冷能耗，因而，设计人员应严格控制建筑的窗墙面积比。

需要指出的是，即使采用权衡判断，各朝向的窗墙面积比也严禁超过本标准第 4.3.2 条最大限值的要求。

4.1.6 本条为本标准 2014 版第 4.1.6 条的局部修订条款。对窗墙面积比的计算要求：

1 考虑凸窗的洞口面积和窗的竖向投影面积相差不大，边窗面积也不大，且本标准已做了严格限制，为简化计算，计算窗墙面积比时，凸窗按洞口面积计算。

2 不论房间与阳台之间有无隔墙和门窗，对封闭阳台的保温均应设置在阳台外侧，计算窗墙面积比时，应按阳台外侧的围护结构进行计算。

4.1.7 本条为本标准 2014 版第 4.2.12 条的局部修订条款。建筑主要房间外窗的通风开口有效面积的数据是参照《民用建筑设计统一标准》GB 50352-2019 中第 7.2.2 条的规定。除了保证必需的通风开口有效面积，良好的通风效果还依赖是否有通风路径。设计中应合理设置进出风口的平面位置、高度等，以利于室内形成良好自然通风流场。

4.1.8 本条为新增条文。充足的天然采光有利于居住者的生理和心理健康，同时也有利于降低人工照明能耗。建筑室内的采光性能通常用采光系数进行评价。实际应用中，采光系数的计算较为复杂，而房间的采光系数与窗地面积比关系密切。因此，本条规定了居住建筑的主要使用房间，如：卧室、书房、起居室等的窗地面积比的最低要求。考虑到住宅中，厨房、卫生间常设在内凹部位，朝外的窗主要用于通风，所以不对厨房、卫生间提出要求。

4.1.9 本条在本标准 2014 年版第 4.1.7 条、第 6.3.3 条基础上发展而来。太阳能系统与建筑一体化

是太阳能应用的发展方向，应合理选择太阳能应用一体化系统类型、色泽、矩阵形式等，在保证热利用或光伏效率的前提下，尽可能做到与建筑物的外围护结构从建筑功能、外观形式、建筑风格、立面色调等协调一致，使之成为建筑的有机组成部分。在进行系统设计时，均应与建筑主体一体化设计，以避免二次施工破坏建筑主体的安全性、围护结构节能性等整体功能。

无南向遮挡的平屋面或南向坡屋面才能满足太阳能热水系统或太阳能光伏发电系统的使用要求。在采用坡屋面时应经过测算，南向坡屋面应保证光伏组件或集热器的安装面积。

实体女儿墙过高会影响光伏组件或集热器的采光条件。当由于建筑立面要求实体女儿墙过高时，则需抬高光伏组件或集热器安装高度，并需采取确保安全的技术措施，对经济性也有一定影响。

安装的太阳能系统有可能导致相邻建筑的底层房间、安装楼层的下层房间不能满足日照标准要求，太阳能应用一体化系统安装在建筑屋面、建筑立面、阳台或建筑其他部位，不得影响该部位的建筑功能。

4.1.10 本条在本标准 2014 年版第 7.2.3 条基础上发展而来。在满足房间功能要求的情况下，应以优先利用天然采光为照明设计的首要原则。天然采光条件一般指邻近外窗、采光井、采光天窗等，天然采光设施一般指导光管、反光板、反光镜、集光装置、楼镜窗、导光等装置。照明设计时，根据照明部位的自然环境条件，结合天然采光与人工照明灯具的布置形式，合理采取分区分组控制措施。有条件时，在天然采光的区域配置感光控制设施，当室内光线随着室外天然采光的强弱变化时，感光器根据设定的人工照明照度标准值，可自动点亮或关闭具有天然采光条件或天然采光设施区域的灯具，达到节能效果。

4.1.11 本条在本标准 2014 年版第 5.5.5 条款基础上发展而来。分体式空调器的能效除与空调器的性能有关外，还与室外机合理的布置有很大关系，现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 对室外机组的安装位置进行了规定。

为保证空调器室外机功能和能力的发挥，应将它设置在通风良好的地方，不应设置在通风不良的建筑竖井或封闭的或接近封闭的空间内，如内走廊等地方。如果室外机设置在阳光直射的地方，或有墙壁等障碍物使进、排风不畅和短路，都会影响室外机功能和能力的发挥，而使空调器能效降低。实际工程中，因清洗不便，室外机换热器被灰尘堵塞，造成能效下降甚至不能运行的情况很多。因此，在确定安装位置时，要保证室外机有清洗的条件。

4.1.12 本条在本标准 2014 年版第 7.3.2 条款基础上发展而来。高层居住建筑中电梯是重要的用能设备。依据现行行业标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》JGJ 26 的规定，设置群控功能，可以提高电梯调度的灵活性，最大限度地减少等候时间，减少电梯运行次数，达到节约能源

的目的；轿厢内一段时间无预置指令时，电梯自动转为节能运行模式主要是能够自动关闭轿厢照明和换气装置；在电梯设计选型时，选用高效电机或具有能量回收功能的节能型电梯，可进一步降低电梯能耗。电梯的运行功能应在电梯的供货要求中提出，以便运行后的节能运行。

4.2 围护结构热工设计

4.2.1 本条为本标准 2014 版第 4.2.1 条的局部修订条款。围护结构热工性能直接影响居住建筑供暖和空调的负荷与能耗，合理确定围护结构传热系数限值，不仅要考虑节能率，还应从工程实际的角度考虑其合理性和可行性，并应有配套的围护结构节能的技术措施，来实现我省的节能目标。

与 DB37/5026-2014 版相比，本标准对居住建筑围护结构的传热系数，按建筑层数由三档变为了两档，主要是因为随着围护结构热工性能的提高，特别是屋面保温性能的大幅度提高，多、高层建筑由于屋面传热造成的单位建筑面积能耗差异非常小，而且体形系数对多、高层建筑也做了统一要求，因此，多、高层建筑在围护结构热工性能方面的差异也大幅降低，合在一起是比较合理的，也简化了设计。

围护结构热工性能确定原则：选取典型建筑，其围护结构的体形系数按实际建筑数值，但应小于限值；窗墙比按标准规定选取，其热工性能按 JGJ26-2018 限值（节能 75%）取值计算供暖能耗，在此基础上再降低 30% 供暖能耗（即 82.5% 的供暖能耗），以此供暖能耗为目标值，对围护结构各部位 K 值进行优化，使其不超过 82.5% 的供暖能耗，最终确定围护结构各部位热工性能限值。经大量实体工程验算，均满足节能 82.5% 的要求。

表 4.2.1 中所列围护结构的屋面、外墙、外窗等部位的传热系数原则上是不允许调整的，当由于设计方案的需要，超过本标准第 4.2.1 条规定的传热系数限值规定时，则应按第 4.3 节的规定，进行围护结构热工性能权衡判断。

4.2.2 本条为本标准 2014 版第 4.2.2 条的局部修订条款。表 4.2.2 中所列部位为内围护结构，在计算供暖能耗时是不参与能耗计算的（地面除外），但这些性能对保证房间的热环境质量非常重要。设计建筑必须满足本标准第 4.2.2 条规定，不允许进行围护结构热工性能权衡判断。

住宅建筑户间传热不会造成建筑物内部热量向外散失，但住户购买的供热量将向室温较低的相邻住户传递，从而给本住户造成一定的损失，特别是在相邻住户报停供热或长期不住的情况下，正常供暖住户购买的热量损失就会更大。为了保证供热公平，在实行住户分室温度调节及分户热计量（分户热分摊）后，对住宅建筑的分户墙及各层间楼板的保温能力提出要求是适当的，从节能角度出发也是应该的。

对分户墙、层间楼板的保温能力要求并不高，当楼板采用地面辐射供暖时，因为做法本身就有保温层，一般不需另做保温处理即能达到规定的限值要求。对达不到限值要求的分户墙及层间楼板可采用抹保温浆料等做法，其防火应符合现行国家标准《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222 的规定。

需要说明的是，“与土壤接触的地面”与原标准“周边地面”是不同的。考虑到底层住户的室内环境质量及舒适性，设计时“周边地面”改为所有地面均应做保温。

4.2.3 本条在本标准 2014 年版第 4.2.3 条款基础上发展而来。本条给出了围护结构传热系数的确定原则。

1 外墙单元平均传热系数

外墙设置了保温层之后，其外墙平壁上的保温性能一般都很好，但通过门窗洞口周边的结构性热桥流到室外的热量在总热量中的比例较大，因此应采用围护结构平壁单元平均传热系数来计算传热量，附录 B 给出了平均传热系数的计算方法。

对于一般居住建筑，当其外墙平壁部分为单一材料且采用外保温时，其外墙平均传热系数可以简化计算，以避免设计人员进行复杂的线传热系数计算，便于设计人员采用。具体见附表 B.0.10。

屋顶突出屋面的构件和设备基础上部一般均不会用保温材料完全包覆从而形成热桥。随着屋顶热桥的增多，以往屋顶采用主断面的传热系数代替平均传热系数的做法也不够准确。根据验算，突出屋面 1000mm 的构件（风道、烟道等）和设备（风机、太阳能集热器等）的基础上部未用保温材料完全包覆时，屋面板内表面也不会结露，对屋面平均传热系数的影响不大，但此 1000mm 范围内必须保温，可采用保温浆料或保温板保温，厚度不应小于 30mm。

按照现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350-2019 规定测算，目前本标准已达到超低能耗建筑的要求，作为热桥部位尽量采取无热桥设计，通过模拟计算，采用无热桥设计时，线性传热系数的影响不超过 2%，因此，围护结构单元的平均传热系数可近似按外墙平壁部分的传热系数计算。当外墙或屋面采用不同材料或构造时，外墙平壁部分的传热系数应把不同构造材料按照面积加权平均的方法计算出整个墙体的平均传热系数。比如，剪力墙结构体系中外墙平壁部分包括剪力墙和填充墙两部分，外墙平壁部分的传热系数应该是剪力墙和填充墙两部分采用面积加权法计算后得到的外墙平壁传热系数。

2 门窗的整体传热系数

窗根据玻璃品种和窗框的材质确定整窗的传热系数，门根据主体部分和门框采用的材料、透明和非透明门芯板部分的比例等因素确定整门的传热系数。产品数据的依据应是其提供的检测报

告，附录 E 给出了部分外窗的 K 值，可在选用外窗类型时参考。

3 分隔供暖与非供暖空间隔墙、变形缝墙的 K 值也应按照外墙平壁部分的传热系数的计算方法进行。

4.2.4 本条在本标准 2014 年版第 4.2.4 条款基础上发展而来。寒冷 B 区居住建筑的东、西向主要房间，在夏季通过外窗得到的太阳辐射热过多，恶化了室内热环境，从而导致夏季空调制冷能耗增大，对建筑节能十分不利。故对寒冷 B 区居住建筑的东、西向外窗，当开间窗墙面积比大于 0.30 时，且外窗夏季综合太阳得热系数 $SHGC$ 大于 0.55 时、天窗综合太阳得热系数大于 0.45 时，应设置活动外遮阳。

东西向卧室、起居室（厅）外窗的透光部分，当设置了活动外遮阳装置（含中置遮阳），展开或关闭后可以全部遮蔽窗户，应认定满足限值要求。

对于居住建筑的厨、卫等非主要房间，由于面积较小且一般不设置空调设施，对主要房间的辐射热的影响也会很小，可以不做要求。

为了保证活动遮阳装置安装的安全性以及与建筑外观的协调，建筑遮阳装置应与建筑立面、门窗洞口进行一体化设计。

4.2.5 本条在本标准 2014 年版第 4.2.5 条款基础上发展而来。当外窗使用外遮阳装置时，外窗（或透光幕墙）的太阳得热系数等于外窗（或透光幕墙）自身的太阳得热系数与建筑外遮阳构件的遮阳系数的乘积。外窗（或透光幕墙）自身的太阳得热系数和建筑外遮阳构件的遮阳系数应按现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的规定计算。

4.2.6 本条在本标准 2014 年版第 4.2.7 条款基础上发展而来。夏季屋顶水平面太阳辐射强度最大，屋顶的透光面积越大，相应建筑的能耗也越大，因此对屋顶透光部分的面积和热工性能应予以严格的限制。而且，屋面天窗对所在房间热环境影响显著，因此更需要严格控制其大小。天窗平面与水平面的夹角应小于或等于 45° ，当窗户平面与水平面夹角大于 45° 时，应按照所在朝向的外窗进行节能设计。

4.2.7 本条为本标准 2014 年版第 4.2.10 条的局部修订条款。外门、外窗的气密性能对建筑物的空气渗透损失的能耗有很大的影响。对外门、外窗的气密性能作出规定，不仅能减少建筑物内的热量损耗，且有利于保证室内热环境质量及舒适度。

1 外窗、非封闭阳台的阳台门不应低于现行国家标准《建筑幕墙、门窗通用技术条件》GB/T 31433 中规定的 7 级，即单位缝长空气渗透量 $0.5 \text{ m}^3/(\text{m}\cdot\text{h}) < q_1 \leq 1.0 \text{ m}^3/(\text{m}\cdot\text{h})$ ，单位面积缝长空气渗透量 $1.5 \text{ m}^3 (\text{m}^2\cdot\text{h}) < q_2 \leq 3.0 \text{ m}^3 (\text{m}^2\cdot\text{h})$ 。

2 楼栋和单元外门不应低于《建筑幕墙、门窗通用技术条件》GB/T 31433 中规定的 4 级，

即单位缝长空气渗透量 $2.0 \text{ m}^3/(\text{m}\cdot\text{h}) < q_1 \leq 2.5 \text{ m}^3/(\text{m}\cdot\text{h})$ ，单位面积缝长空气渗透量 $6.0 \text{ m}^3 (\text{m}^2\cdot\text{h}) < q_2 \leq 7.5 \text{ m}^3 (\text{m}^2\cdot\text{h})$ 。对于楼梯间外窗，2022年6月，山东省住房和城乡建设厅发布的《关于发布山东省民用建筑节能推广使用、限制使用和禁止使用技术产品目录（建筑门窗与配件类）的通知》中建筑门窗与配件类限制使用部分中规定，推拉窗可用于楼梯间。若使用推拉窗，外窗气密性可以按照楼栋和单元外门的规定执行。

4.2.8 本条为本标准 2014 年版第 4.2.6 条的局部修订条款。设计凸窗有以下缺点：

1 凸窗不仅增大了围护结构的散热面积，且因其突出外墙，热桥效应明显，其结构热桥的线传热系数对外墙平均传热系数影响较大，对建筑节能不利。

2 窗户凸出较多时有安全隐患，且安全防护及开关外窗操作困难，使用不便。

所以，设计人员应少设计凸窗，特别是北向房间不得设置凸窗。除北向房间外，其他房间也不宜设凸窗，结合本标准第 4.1.3 条的规定，东西山墙在北向的转角处，也不应设置转角凸窗，且转角凸窗对抗震非常不利。

凸窗的凸出尺寸是从设置了保温和外装饰层以后的外墙外表面算起，500mm 的限值是考虑到部分设计人员将凸窗的下部空间设置为空调室外机的搁板，既不影响建筑立面美观，又能减少了室外突出构件，空间又得到了充分利用，经济较为合理。

4.2.9 本条为本标准 2014 年版第 4.2.8 条的局部修订条款。对阳台和室外平台的热工设计作出了明确的规定。

由于冬季气候寒冷的原因，在我省大部分地区阳台一般是封闭式的，存在以下几种情况：

1 设计为非封闭阳台，交工验收后由使用单位或用户自行封闭。在这种情况下，建筑设计时，与房间相邻的阳台内侧的建筑外墙和阳台门（窗）的设置和保温要求、窗墙面积比的计算等，应符合本标准第 4.2.1 条对外墙和外窗的规定。

2 设计为封闭阳台时，一般阳台与直接连通的房间之间设置隔墙和门窗或不设置隔墙和门窗。经调研发现，即使阳台与直接连通的房间之间设置隔墙和门窗，许多用户也将此隔墙和门窗拆掉，从而使房间和阳台连通在一起。因此，本次修编要求封闭阳台外侧与室外空气接触的建筑外墙和阳台门（窗）的传热系数应符合本标准第 4.2.1 条对外墙和外窗的规定。

设计为封闭阳台，外墙保温应设在阳台栏板外侧。需要注意：一是封闭阳台应按供暖空间考虑，阳台空间设计热负荷应计入房间中；二是阳台面积计入建筑面积 A_0 内，也计入建筑物体积 V_0 内。

底层阳台地板及顶层阳台顶板的传热系数应分别符合本标准表 4.2.1 中对外挑楼板和屋面的限值规定。

室外平台指建筑错层时形成的平台，属于室外空间，其下面是供暖空间的情况，此处的平台与屋面等同。

4.2.10 本条为本标准 2014 年版第 4.2.9 条的局部修订条款。对非供暖楼梯间和其他与室外接触的非供暖公共空间的热工设计提出要求。其围护结构的外墙、外窗、外门、屋面等的传热系数应符合本标准表 4.2.1-1 和表 4.2.1-2 中的限值规定。

外门不能采用装有铁棍、铁栅等带有内外通透、镂空的单元外门，且能自动关闭。这样要求，既是节能的需要，也是保障住户安全的措施。

建筑设计中常采用在人员出入口处设置过渡空间并在过渡空间内外均设置外门的做法，一般门禁设在内侧，在此空间内设置信报箱等公共设施，不仅有利于安全，也可大大减少外门的冷空气的侵入，因此推荐采用。

非供暖楼梯间内的隔墙不参与供暖能耗计算，但非供暖楼梯间外墙及外窗、外门的传热量应计入围护结构的传热量中。需要注意的是，在计算供暖能耗时，楼梯间的室内计算温度应按 12℃取值。

4.2.11 本条在本标准 2014 年版第 4.2.13 条款基础上发展而来。本条是对外墙、屋面、地下室（含半地下室）的保温提出的避免出现热桥的技术措施。

1 外墙宜采用外墙外保温技术或建筑保温与结构一体化技术。外墙保温层应连续，采用单层保温板时，宜采用锁扣方式连接；采用双层保温板时，应采用错缝粘结方式。当外墙保温采用薄抹灰外墙保温系统时，由于节能标准的提高，外墙保温层的厚度增加较多，必要时，可根据工程需要设置金属支承托架辅助措施予以加强。外墙保温推荐使用建筑保温与结构一体化技术，目前比较成熟的建筑保温与结构一体化技术有：钢丝网架（片）组合保温板现浇混凝土复合保温系统、装配式墙板自保温系统、复合外模板现浇混凝土保温系统、非承重砌体自保温系统等。

2 外墙采用装配式保温墙板时的最大问题是板缝处理不好很容易引起墙面开裂。通过工程实践，认为板缝处应先行填充发泡聚氨酯+加背衬材料+建筑密封胶封缝，再在板缝两侧采用聚合物砂浆复合玻纤网做抗裂处理，而后整个墙面做胶粉聚苯颗粒浆料找平，最后是饰面层施工，是较为可靠的做法。

3 外墙和屋面的出挑构件、附墙部件、屋面风道等凸出物，应采取阻断热桥的保温措施。常见的做法是在这些热桥部位涂抹长度不小于 1000mm 的保温浆料处理，也可以采取其他保温措施。

4 地下室外墙外侧保温层应采用防水性能好的保温材料，如挤塑板等；地下室外墙的防水层延伸至室外地面以上不应小于 500mm，这是根据《地下工程防水技术规范》GB 50108-2008 的规定制定的。之所以要求地下室外墙外侧保温层的外部宜设置一道防水层是考虑到保温板铺贴时，

板与板之间的缝隙容易渗水，从而导致保温层的保温效果降低。如果有可靠的措施，可以保证板与板之间的防水密闭性，也可以不做外侧的防水层。

5 无地下室的外墙保温层，埋置深度在室外地面以下不应小于 500mm，主要考虑寒冷地区冻土层深度的影响，避免墙体内侧出现结露。

6 要求女儿墙等突出屋面的构件，其内侧保温层应与屋面保温层连续，不出现结构性热桥，也是为了减少热桥的影响。

4.2.12 本条为新增条文。本条是对外门窗的保温提出的避免出现热桥的技术措施。

1 通过软件测算，外门窗外侧四周墙面的热桥对线传热系数的影响较大，因此，本标准要求外窗外侧的安装位置宜靠近保温层内侧的位置，当不能靠近时，外门窗口外侧四周墙面应进行阻断热桥的保温处理。

2 现行山东省工程建设标准《民用建筑外窗工程技术标准》DB37/T 5016 规定，外窗安装应设置附框，从节能角度出发，应采用节能型附框。外墙或窗口的保温层应覆盖附框，外门框、窗框或附框与墙体之间缝隙应采用高效保温材料填塞密实并做好密封防水处理。

3 外窗外侧下口应设置金属披水板，披水板应设置滴水线；披水板与窗框之间应有结构性连接，并采用密封材料密封，其密封材料不得堵塞外窗排水孔；披水板应设有不低于 5%坡度的排水坡度。这是本标准提出的新要求，对于提高外窗外侧部位的防水性、安全性、建筑立面美观性是非常有效的措施。

4.2.13 本条为新增条文。本条是对采用无热桥设计时，建筑细部节点提出的更为详细的避免出现热桥的措施。

第 5 款规定地下室与土壤接触的保温层外侧应有保护措施，一般采用砖墙或砌块墙，是为了避免回填土对保温层造成破坏。

4.2.14 本条为本标准 2014 年版第 4.2.14 条的局部修订条款。热桥部位是围护结构热工性能的薄弱环节，从保证建筑正常使用、保证健康室内环境的角度考虑，应确保热桥部位在冬季不结露是避免围护结构内表面霉变的必要条件。

4.2.15 本条为新增条文。屋面防水层下设置的找坡层为多孔材料特别是现浇多孔材料时，施工期间的的水分很难在短时间内排出，从而对屋面保温、防水造成隐患，所以应采取排气措施。做法一般是在多孔材料层内设置纵横间距 2.0m 的穿孔塑料盲管，在部分交叉点处设置塑料出屋面的蛇形管将水分或湿气排出。

4.3 建筑围护结构热工性能权衡判断

4.3.1 本条在本标准 2014 年版第 4.3.1 条款基础上发展而来。当影响居住建筑节能效果的三个主要因素：体形系数、窗墙面积比及主要围护结构热工性能参数均符合本标准的规定要求时，可直接判定该设计建筑的节能设计符合本标准规定。当设计建筑不满足第 4.1.4、4.1.5、4.2.1 条的限

值要求时，应进行建筑围护结构热工性能的权衡判断。

在实际工程设计中，由于受到某些条件的限制，影响居住建筑节能效果的三个主要因素不能全部满足限值要求时，允许通过内部调整，采取“以强补弱”的方法，仍能使设计建筑的供暖能耗不超过参照建筑的供暖能耗，从而满足本条要求，给设计人员提供一个较为灵活的创作空间。

4.3.2 本条为新增条文。为防止建筑围护结构的热工性能存在薄弱环节，设定了进行权衡判断计算的前提条件。对设计建筑的围护结构热工性能提出了最低要求，在进行权衡判断前必须满足，不得降低要求。

进行权衡判断的设计建筑首先应符合本标准第 4.3.2-1 和 4.3.2-2 的要求。当不符合要求时，应调整设计方案，采取措施提高相应热工设计参数，使其达到基本要求后，方可按照本节规定进行权衡判断，满足本标准节能要求。

4.3.3 本条为新增条文。权衡判断法不拘泥于建筑设计围护结构的某一项指标或各个局部的热工性能，而是着眼于建筑物总体设计是否满足节能标准的要求。优良的建筑围护结构设计和热工性能是降低建筑能耗的前提，因此建筑围护结构的权衡判断只针对建筑围护结构，即只允许建筑围护结构设计及热工性能的互相补偿，例如建筑设计方案中的外墙的热工性能达不到本标准的要求，但外窗的热工性能高于本标准要求，最终使建筑物围护结构的整体性能达到本标准的要求。

4.3.4 本条为新增条文。权衡判断是一种性能化的设计方法，具体做法就是构想出一栋虚拟的基准建筑，称之为参照建筑，每一栋实际的设计建筑都对应一栋参照建筑，然后分别计算实际设计建筑和参照建筑的全年供暖能耗，并依照这两个能耗的比较结果作出判断。当实际设计的建筑的能耗大于参照建筑的能耗时，调整部分设计参数，重新计算设计建筑的能耗，直至设计建筑的能耗不大于参照建筑的能耗为止。

4.3.5 本条为新增条文。参照建筑是进行围护结构热工性能判断时，作为计算满足标准要求的全年供暖能耗用的基准建筑。故参照建筑围护结构热工性能参数应按本标准第 4.2.1 条、4.2.2 条的规定取值，并且在节能计算软件里应该固化这些热工参数。

4.3.6 本条为新增条文。与原来稳态法计算建筑物供暖能耗相比，采用动态的逐时逐负荷计算供暖能耗，对节能计算软件的功能提出了更高的要求，而且输入数据要准确、无误，否则计算出的结果可能影响最后的判定。对计算软件的功能进行规范，目的就是保证权衡判断计算结果的科学性、准确性和一致性。

4.3.7 本条为新增条文。与原标准《居住建筑节能设计标准》DB37/ 5026-2014 相比，权衡判断的方法作了重大改变。原标准采用的是稳态的计算方法，即将整个供暖季的室外温度、太阳辐射简

化为一个固定不变的参数，来计算不同气候子区的耗热量。但由于室外气候昼夜是不断变化的，每天在进行着周期性波动。节能标准较低时，围护结构热工性能相对较差，这种波动不会造成围护结构中热流方向的改变，建筑持续处于失热状态。因此可以采用稳态方法简化计算过程，计算精度满足工程要求，且计算简便。

随着我省节能率由 75%提升到 82.5%，建筑热工性能的大幅度提高，通过围护结构的传热量在不断减小，这种周期性波动带来的影响已经不能忽视了。最为明显的是通过外窗的传热，白天由于室内外温差在通过外窗向外失热的同时，太阳辐射透过玻璃造成室内得热。外窗保温性能差，失热总是大于得热，则建筑产生供暖能耗；外窗保温性能好，将出现得热等于失热的情况，此时供暖能耗为零；外窗性能进一步提高，则会出现得热大于失热时段。这一时段过多的得热只是提高了室内温度，无法降低其他时段的供暖能耗。但稳态计算过长的计算周期，无法将这种周期性影响体现出来，造成了一定的计算误差。反映出来的极端算例是外窗得热超过失热，成为得热构件，且窗户面积越大得热越多。这在冬季室外温度较高且太阳辐射强的地方尤其明显。但是，从当前外窗的性能和通常居住建筑的材料和构造分析，这显然是不正确的。因此，有必要对能耗计算方法进行改变。

不同于规定性指标判定方法，权衡判断是一种性能化设计方法，为建筑设计方案的多样性和创新性提供创作空间。但权衡判断是采用动态方法计算建筑的供暖能耗，是一个非常复杂的过程，而且供暖能耗计算完全依靠能耗模拟软件计算，对节能计算工程师的专业素质要求高。建筑能耗的计算结果受软件和技术人员的影响较大，相同人员采用不同软件或不同人员采用相同软件的计算结果一致性不高。

本条对计算方法和参数进行了明确规定，提供包含主要计算信息的完整数据库，解决建筑能耗计算中实际数据无法直接获得的问题。因此，为了保证计算的准确性，在系统性能参数设置上，尽量遵循准确统一的原则，减少人为因素的干扰，实现不同工程师计算结果的一致性和权威性。

4.3.8 本条为新增条文。本条根据现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 的有关规定，对全年供暖能耗列出了计算公式，目的是保证权衡判断判定指标计算方法的统一，使计算结果尽量一致。

5 供暖、通风与空气调节

5.1 一般规定

5.1.1 本条沿用本标准 2014 版第 5.1.1 条。对冷热负荷计算的要求。

在实际工程中，供暖或空调系统有时是按照“分区域”来设置的，在一个供暖或空调区域中可能存在多个房间，如果按照区域来计算，对于每个房间的热负荷或冷负荷仍然没有明确的数据。为了防止设计人员对“区域”的误解，这里强调的是对每一个房间进行计算而不是按照供暖或空调区域来计算。从而避免出现装机容量、管道规格（直径）、水泵配置、末端设备（空气处理机组、风机盘管机组、散热器或地面辐射供暖加热管等）偏大的现象，导致建设费用和能源的浪费，给国家和投资人造成巨大损失，因此必须做出严格规定。对于供暖，即使是采用户用燃气炉的分散式系统，也应对每个房间进行计算，才能正确选用散热器、进行户内管路平衡计算、确定管道管径。而对于仅安装房间空调器的房间，通常只做负荷估算，不做空调施工图设计，所以不需进行逐项逐时的冷负荷计算。

5.1.2 本条沿用本标准 2014 版第 5.1.2 条。对室内外设计计算参数要求。

1 对于建筑设计，室内设计参数的选用应兼顾舒适和节能，不应过高、也不应过低，本条规定了建筑设计用的室内设计参数取值原则。为方便使用，将国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012 中适用于山东地区的室内设计参数整理摘录如下，括号内为国家标准《住宅设计规范》GB 50096-2011 的规定值：

1) 供暖室内设计温度，严寒和寒冷地区主要房间应采用 18℃~24℃（最低设计温度：卧室、起居室（厅）和卫生间 18℃，厨房 15℃，设供暖的楼梯间和走廊 14℃）。

2) 人员长期逗留区域空气调节室内设计温度应符合表 1 的规定。

表 1 空气调节室内设计温度

类别	热舒适度等级	温度（℃）
供热工况	I 级	22~24
	II 级	18~22
供冷工况	I 级	24~26
	II 级	26~28

3) 居住建筑设计最小通风换气次数应符合表 2 的规定。

表 2 最小通风换气次数

人均居住面积 F_p	每小时换气次数
$F_p \leq 10\text{m}^2$	0.70
$10\text{m}^2 < F_p \leq 20\text{m}^2$	0.60
$20\text{m}^2 < F_p \leq 50\text{m}^2$	0.50
$F_p > 50\text{m}^2$	0.45

“其他相关规范”，指有关供热计量、地板辐射供暖等的标准。考虑分户热计量的供暖间歇因素和辐射地板的等感温度等，对室内计算温度的取值，还有相应具体调整规定。

2 根据 1971 年~2000 年的统计数据，国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 附录 A 对室外气象参数进行了修订，我省共有济南、青岛、淄博、烟台等 14 个地市的室外气象参数被收录其中。未包含的地市，可参考就近地市的气象参数。

5.1.3 本条沿用本标准 2014 年版第 5.1.3 条。居住建筑供暖、空调方式及其热源、冷源的选择原则。

山东省属于寒冷地区，供暖设施是生活的必需设施。随着生活水平的提高，山东地区夏季使用空调设备也已经非常普及。近年以来，由于能源结构的变化、供热体制改革的前景和住宅的商品化，居住建筑供暖、空调技术出现多元化发展的趋向，包括采用何种能源、热源和冷源的配置形式，以及相应的具体供暖、空调方式。多元化发展本身，就说明各自的相对合理性和可行性。应该从实际条件出发，扬长避短，合理选择。对于供暖，根据建设部、国家发展和改革委员会等八部委局《关于进一步推进城镇供热体制改革的意见》（建城〔2005〕220 号）中提出了选择热源方式的原则：“要坚持集中供热为主，多种方式互为补充，鼓励开发和利用地热、太阳能等可再生能源及清洁能源供热。”对于住宅空调，各用户对夏季空调的运行时间和全日间歇运行要求差距很大，采用分室或分户设置的分散式空调设备（包括分体式空调器、户式冷水机组、风管机和多联机等）时，其行为节能潜力较大；且机电一体化的分散式空调装置自动控制水平较高，控制灵活；根据有关调查研究，分散式空调设备比集中空调更加节能。另外，当采用集中空调系统分户计量时，还应考虑电价的因素：目前我国大部分地区，住宅一户一表的电价低于公共用电的电价，当采用集中空调系统分户分摊用电量时，往往不能享受居民电价。因此从节能和经济两个角度，都不提倡住宅设置集中空调系统，实际目前住宅空调采用分散式空调装置，尤其是分体式空调器的比例也是最高的。

5.1.4 本条沿用本标准 2014 年版第 5.1.4 条。居住建筑集中供暖热源型式的选择原则。

1 热源应优先采用废热或工业余热，可变废为宝，节约资源和能耗。

2 本条根据《关于进一步推进城镇供热体制改革的意见》中的内容，对居住建筑集中供热的热源型式进行了推荐（见本标准第 5.1.3 条的条文说明）。

3 面对全球气候变化，节能减排和发展低碳经济成为各国共识。2020 年 9 月，习近平主席在第 75 届联合国大会上提出我国力争 2030 年前实现碳达峰，2060 年前实现碳中和。随着《中华人民共和国可再生能源法》、《中华人民共和国节约能源法》、《民用建筑节能条例》、《可再生能源中长期发展规划》等一系列法规的出台，政府一方面利用大量补贴、税收优惠政策来刺激清洁能源产业发展；另一方面也通过法规，帮助能源公司购买、使用可再生能源。因此地源热泵系统、太阳能热水器等可再生能源技术应用的市场发展迅猛，应用广泛。但是，由于可再生能源的利用与室外环境密切相关，从全年使用角度考虑，并不是任何时候都可以满足应用需求的，当不能保证时，应设置辅助冷、热源来满足建筑的需求。

5.1.5 本条为本标准 2014 版第 5.1.5 条的局部修订条文。对集中空调系统冷源和空调系统选择与设计的规定。

一些高档住宅、集体宿舍、公寓、养老建筑等采用对室内空气进行降温或热循环处理的末端设备加集中新风的集中空调系统时，其设计方法和节能要求与公共建筑是一致的，冷热源的选择原则和空调系统的节能设计要求见现行标准的有关规定。

5.1.6 本条沿用本标准 2014 版第 5.1.6 条。对集中供暖系统的设计要求。

热水供暖系统对于热源设备具有良好的节能效益，在我国已经提倡了四十多年。因此，集中供暖系统，应优先发展和采用热水作为热媒，而不应以蒸汽等介质作为热媒。

居住建筑采用连续供暖能够提供一个较好的供热品质。同时，在采用了相关的控制措施（如散热器恒温阀等室温自动调控装置、气候补偿器供热量自动控制装置等）的条件下，连续供暖可以使得供热系统的热源参数、热媒流量等实现按需供应和分配，不需要采用间歇式供暖的热负荷附加，并可降低热源的装机容量，提高了热源效率，减少了能源的浪费。

对于居住区内的公共建筑，如果允许较长时间的间歇使用，在保证房间防冻的情况下，采用间歇供暖对于整个供暖季来说相当于降低了房间的平均供暖温度，有利于节能。但宜根据使用要求进行具体的分析确定。将公共建筑（不包括居住建筑中少量公共功能的区域）的系统与居住建筑分开，可便于系统的调节、管理和计量收费。

5.1.7 本条为本标准 2014 版第 5.1.7 条的局部修订条文。对电能作为直接热源的限制条件。

山东省的电力生产主要依靠火力发电，其热电转换效率远低于达到节能要求的燃煤、燃油或燃气锅炉供热的能源效率，更低于热电联产供热的能源效率。因此采用电热设备直接供暖和加湿，是高品位能源的低效率应用。山东地区供暖时间长，供暖能耗占有较高比例，更应严格限制

设计直接电热集中供暖。常见的采用直接电能供热或加湿的设备有：电热锅炉、电热水器、电散热器、电暖风机、加热电缆、电热膜、电极（电热）式加湿器等。

为合理利用能源、提高能源利用率，只有符合本条所指的特殊情况时方可采用电直接加热和加湿设备，其中对建筑物供暖、空调只限制作为主体热源使用；但对于集中供暖建筑中个别连接集中热水系统难度较大、热泵等热源设备无法设置、耗热量较小的局部区域（例如屋顶水箱间防冻、门厅热风幕和局部加热电缆地面、远离主体热源的地下车库值班室等预留的电热供暖设备电源等）以及居住者在户内自行配置过渡季使用的移动式电热供暖设备和卫生间设置的“浴霸”等临时电供暖设施，则不做限制。

1 居住建筑对室内相对湿度没有精度要求，当居住建筑设置了集中新风系统时，不得采用电直接加湿设备进行加湿。

2 对于不在集中供热范围内，同时由于消防或环保要求无法使用燃气、燃油或燃煤等各种燃料供暖的建筑，如果只有电能以使用，应采用各种热泵系统供暖。因某些特殊情况，无法采用热泵的情况下，允许采用电能直接供暖。

3 如果该建筑内本身设置了可再生能源发电系统，例如利用太阳能光伏发电、生物质能发电等，且发电量能够满足直接电热供暖用电量需求，为了充分利用其发电的能力，允许优先将建筑本身的发电量用于电热供暖，以减少建筑物整体消耗的市政电能。

4 峰谷电价制度能充分发挥价格的经济杠杆作用，调动用户削峰填谷，缓和电力供需矛盾，提高电网负荷率和设备利用率。因此，在实行峰谷电价的地区，经技术和经济比较合理时允许仅利用低谷电开启电加热设备进行供暖或蓄热，其他时段则不允许开启电加热设备。

5 随着我国电力事业的发展和需求的变化，电能生产方式和应用方式均呈现出多元化趋势。同时，不同地区电能的生产、供应与需求也是不相同的，无法做到一刀切的严格规定和限制。因此如果当地电能富裕、电力需求侧管理从发电系统整体效率角度，有明确的供电支持政策鼓励应用电供暖时，允许使用电直接加热设备作为供暖热源。

5.1.8 本条沿用本标准 2014 版第 5.1.8 条。对供暖系统的水质要求。

集中供热水质问题一直比较突出，热水供热系统中管道、阀门、散热器经常出现被腐蚀、结垢和堵塞现象；尤其是设置热计量装置和恒温阀等，对水质的要求更高；因此保证水质符合有关标准的要求是实施供热节能设计和热计量的前提。

水质保证措施包括热源和热力站的水质处理、楼栋供暖入口和分户系统入口设置过滤设备、采用塑料管材时对管材的阻氧要求、非供暖期间对集中供暖系统进行满水保养等。长期以来，在热水供暖系统的水质、水处理和运行管理等方面，我国一直处于无序状态，在很大程度上阻碍了

新型散热器、散热器恒温控制阀和热量表等节能设备的推广应用。国家标准《工业锅炉水质》GB/T 1576 对供暖系统水质有要求，但其针对性不强。国家标准《采暖空调系统水质》GB/T 29044-2012，对供暖水质提出了更为具体、针对性更强的要求。采用散热器的集中式间接供暖系统水质应符合表 3 的要求；采用集中式直接供系统的循环水水质应符合国家标准《工业锅炉水质》GB/T 1576 的要求，其补水水质应符合《城镇供热管网设计标准》CJJ/T 34-2022 中 4.3.1 条的要求（表 4）。集中式间接和直接式供暖系统均应设置相应的循环水水质控制装置，当补充水水质超过标准要求时，也应作相应的水质处理。

表 3 采用散热器的集中式间接供暖系统水质要求

检测项	单位	补充水	循环水	
			钢制设备	铜质设备
pH (25℃)		7.0~1.2	钢制设备	9.5~12.0
		8.0~10.0	铜质设备	8.5~10.0
		6.5~8.5	铝制设备	6.5~8.5
浊度	NTU	≤3	≤10	
电导率 (25℃)	uS/cm	≤600	≤800	
Cl ⁻	mg/L	≤250	钢制设备	≤250
		≤80 (≤40)	AISI304 不锈钢	≤80 (≤40)
		≤250	AISI316 不锈钢	≤250
		≤100	铜质设备	≤100
		≤30	铝制设备	≤30
总铁	mg/L	≤0.3	≤0.1	
总铜	mg/L		≤0.1	
钙硬度 (以 CaCO ₃ 计)	mg/L	≤80	≤80	
溶解度	mg/L		≤0.1 (钢制散热器)	
有机磷 (以 P 计)	mg/L		≤0.5	

举例：当水温大于 80℃时，AISI304 不锈钢材质散热系统的循环水及补充水的氯离子浓度不宜大于 40 mg/L。

表 4 以热电厂或区域锅炉为热源的热水管补水水质要求

项目	水质要求
浊度(FTU)	≤5.0
硬度 (mmol/L)	≤0.60
溶解氧(mg/L)	≤0.10
pH (25℃)	7.0~11.0
铁 (mg/L)	≤0.30

5.1.9 本条为本标准 2014 版第 5.1.9 条的局部修订条文。对集中供暖系统设置热计量装置的规定。

本条根据行业标准和地方标准的有关技术规定整理。根据《中华人民共和国节约能源法》的规定，新建建筑和既有建筑的节能改造应按照规定安装热量计量装置。

1 在锅炉房和热力站（包括换热站和混水站）的热计量仪表分为两类：

一类为结算用表，用于产热方与购热方热量结算的热量计量，如果热力站仅为某栋建筑供热并按站内表结算热费，此处必须采用经过检定和符合《热量表》GB/T 32224-2020 测量精度要求的产品。

另一类为企业管理用热量测量装置，用于计算锅炉燃烧效率、统计输出能耗，结合楼栋计量计算管网热损失等等，此处的测量装置不用作热量结算，采用的热量测量装置的计量精度可以放宽，例如采用孔板流量计或者弯管流量计等测量流量，结合温度传感器计算热量。

锅炉房应装设的监测仪表详见国家市场监督管理总局颁布的特种设备安全技术规范《锅炉节能环保技术规程》TSG91-2021。

2 无论是居住建筑还是其他类型建筑，以楼栋为对象设置楼栋热量结算表，并以此作为热量结算点，是因为一个楼栋消耗的热量不仅可以判断建筑物围护结构的保温质量、热力管网的热损失和运行调节水平及水力失调情况等，而且可以反映一栋建筑物的真实热量消耗，不受其他因素的影响。只有将整栋建筑物的热量消耗作为热量结算的基本单位，才能将复杂的热计量问题简单化，从而准确、合理地计量。

山东省采用的分户热计量方式是：以住宅的户（套）为单位，以热分配计量方式计量每户的供热量。居住建筑的热量结算点是设置在楼栋热力入口处的楼栋热量结算表，该热量表是耗热量的热量结算依据，而住宅各住户的热计量应为热分配，所以每户应该由户用热量分配装置对整栋楼的耗热量实现户间分配。

新建住宅每个楼栋只设置一个热力入口，既能节省热表数量，降低投资，也使得查表方便，减小热表的累积误差，但应注意室内干管的管网布置应有利于系统的水力平衡。

高层住宅采用不同承压能力的热源设备进行压力分区时，每栋建筑的高低区则应分别设置热量表。

板式建筑存在伸缩缝时，可以伸缩缝为界视为两栋建筑。

一些既有板式住宅由于水力平衡的需要及室内空间的限制，可能设置了几个热力入口，改造为一个热力入口往往难度较大。为减少既有建筑改造的工作量，建议对各原有热力入口进行改造，并增加热量表。

当既有建筑一个楼栋因有一个以上热力入口且均设置热量表，以及高层建筑按系统压力分区设置压力表时，应以各热量表的累加值作为热量结算值。

3 为使热计量的结果公平合理，居住建筑公共部分的耗热量不应分配给住宅的各住户，故应单独设置热计量装置。

4 热量表应具备数据通讯和远传功能，主要是为了实现数据上传，以便于实现能耗自动监测和分户热计量及收费等。

由于严寒和寒冷地区的“供热体制改革”已经开展，近年来已开发应用了一些户间供暖“热量分配”的方法，并且有较大规模的应用。结合现行行业标准《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26的有关要求和规定，下面对目前在国内已经有一定规模应用的供暖系统“热量分配”方法的原理和应用时需要注意的事项加以介绍，供选用时参考。

1) 温度面积法

该方法是利用所测量的每户室内温度，结合建筑面积来对建筑的总供热量进行分配。其具体做法是，在每户各主要房间均安装一个温度传感器（厨房和卫生间不安装），用来对室内温度进行测量，通过采集器采集的室内温度经通信线路送到热量采集显示器；热量采集显示器接收来自采集器的信号，并将采集器送来的用户室温送至热量采集显示器；热量采集显示器接收采集显示器、楼前热量表送来的信号后，按照规定的程序将热量进行分配。

这种方法的出发点是按照住户的平均温度来分配热费。如果某住户在供暖期间的室温维持较高，那么该住户分配的热费也较多。它与住户在楼内的位置没有关系，收费时不必进行住户位置和户间传热的修正，能够实现“等温度、等面积，就应交相同热费”的目标。该方法应用比较简单，结果比较直观，它也与建筑内的供暖系统没有直接关系。所以，这种方法适用于新建建筑各种供暖系统的热计量收费，也适合于既有建筑的热计量收费改造。

温度面积热计量方法应符合国家建筑工业行业产品标准《温度法热计量分摊装置》JG/T 362-2012的有关规定。

2) 通断时间面积法

该方法是以每户的供暖系统通水时间为依据，分配总供热量的方法。具体做法是，对于分户水平连接的单管室内供暖系统，在各户的分支之路上安装室温通断控制阀，用于对该用户的循环水进行通断控制来实现该户室温控制。同时在各户的代表房间里放置室内控制器，用于测量室内温度和供用户设定温度，并将这两个温度值传输给室温通断控制阀。室温通断控制阀根据实测室温与设定值之差，确定在一个控制周期内通断阀的开停比，并按照这一开停比控制通断调节阀的通断，以此调节送入室内热量，同时记录和统计各户通断控制阀的接通时间，按照各户的累计接通时间结合供暖面积分配整栋建筑的热量。

这种方法也需要对住户位置进行修正。该方法应用的前提是每户须为一个独立的水平单管系统，设备选型和设计负荷要良好匹配，不能改变散热末端设备容量，户与户之间不能出现明显水力失调，户内散热末端不能分室或分区控温，以免改变户内环路的阻力。该方法能够分配热量、分户控温，但是不能实现分室的温控，节能潜力较少。

3) 户用热量表法

该分配系统由各户用热量表以及楼前热量表组成。

热量表由流量传感器、温度传感器和计算器组成。根据流量传感器的形式，可将热量表分

为：机械式热量表、电磁式热量表、超声波式热量表。机械式热量表的初投资相对较低，但流量传感器对轴承有严格要求，以防止长期运转由于磨损造成误差较大；对水质有一定要求，以防止流量计的转动部件被阻塞，影响仪表的正常工作。电磁式热量表的初投资相对机械式热量表要高，但流量测量精度是热量表所用的流量传感器中最高的、压损小。电磁式热量表的流量计工作需要外部电源，而且必须水平安装，需要较长的直管段，这使得仪表的安装、拆卸和维护较为不便。超声波热量表的初投资相对较高，流量测量精度高、压损小，不易堵塞，但流量计的管壁锈蚀程度、水中杂质含量、管道振动等因素将影响流量计的精度，有的超声波热量表需要直管段较长。

户用热量表安装在每户供暖环路中，可以测量每个住户的供暖耗热量，但是，对原有的、传统的垂直室内供暖系统需要改为每一户的水平独立循环系统。由于每户居民在整幢建筑中所处位置不同，即便同样住户面积，保持同样室温，热表上显示的数字却是不相同的。比如顶层住户会有屋顶，与中间层住户相比多了一个屋顶散热面，为了保持同样室温，散热器必然要多散发出热量来；同样，对于有山墙的住户会比没有山墙的住户在保持同样室温时多耗热量。因此，采用户用热量表对楼前热量表的热量进行每户分配，需要将各个住户的热量表显示的数据进行折算，使其做到“相同面积的用户，在相同的舒适度的条件下，交相同的热费”。折算后的热量为当量热量，利用当量热量可以进行分户热量分配及收费。

这种方法需要对住户位置进行修正。它适用于共用立管分户独立循环系统的室内散热器供暖系统及地面辐射供暖系统，但不适合于采用传统的垂直双管和垂直单管跨越式的供暖系统。

根据各种分户热计量方法的技术特点和适用条件并结合山东省的实际情况，住宅分户热计量方法的选择，应从技术、经济、运行维护、相对公平和推动节能效果等多个方面综合考虑，并根据系统形式按以下原则确定：

1) 共用立管分户独立循环的散热器或地面辐射供暖系统，宜采用温度面积法或户用热量表法；当室温为分户总体控制时，且户内为水平单管散热器供暖系统时，也可采用通断时间面积法。

2) 既有居住建筑为传统的竖向单管或双管散热器供暖系统时，宜采用温度面积法。

5.1.10 本条沿用本标准 2014 版第 5.1.10 条，对居住建筑室温自动调控要求。

按照《中华人民共和国节约能源法》第三十八条规定：新建建筑或者对既有建筑进行节能改造，应当按照规定安装用热计量装置、室内温度调控装置和供热系统调控装置。用户能够根据自身的用热需求，利用供暖系统中的调节阀主动调节和控制室温，是节能和实施供热计量收费的重要前提条件。

室内供暖、空调设施如果仅安装手动调节阀、手动三速开关等，对供热、供冷量能够起到一定的调节作用，但因缺乏感温元件及动作元件，无法对系统的供热量进行自动调节，节能效果大打折扣。

不同供暖、空调系统的形式，采用的室温调控方式也不相同。对于散热器系统，主要是设置

自力式恒温阀，见本标准第5.4.6、5.4.7条及其条文说明；对于地面辐射供暖系统的调控方式，见本标准第5.4.9条及其条文说明。

应设置室温自动调控装置的规定仅限于室内主要供暖、空调设施。对于作为值班供暖的散热器和辐射供暖地面等，因其常设置在高大空间内，自力式恒温阀位置不能正确反映室温，难以在代表性的部位设置温度传感器，且独立运行时室温较低对节能影响不大，与空调系统联合运行时室温可由空调设备自动控制，因此非主要供暖、空调设施可不设置室温调控装置。

5.1.11 本条为本标准2014年版第5.1.11条的局部修订条文。对供暖管道材质进行了要求。

随着供暖系统热计量技术的不断完善和强制性的应用，供暖方式出现了多样化，同时也带来了供暖管道材质的多样化。目前，在供暖工程中，除了可选用热镀锌钢管外，还可选用塑料管、有色金属管、金属和塑料复合管等管道。

金属管道的使用寿命主要与其工作压力有关，与工作温度关系不大，但塑料管道的使用寿命却与其工作压力和工作温度都密切相关。在一定工作温度下，随着工作压力的增大，塑料管道的寿命将缩短；在一定的工作压力下，随着工作温度的升高，塑料管道的使用寿命也将缩短。所以，对于采用塑料管道的辐射供暖系统，其热媒温度和系统工作压力不应定得过高。另外，长时间的光照作用也会缩短塑料管道的寿命。根据上述情况等因素，本条文作出了对供暖管道种类应根据其工作温度、工作压力、使用寿命、施工与环保性能等因素，经综合考虑和技术经济比较后确定的原则性规定。通常，设有热计量装置的供暖系统、住宅建筑分户热计量系统供回水干管、共用立管及分户独立循环系统管道的明装管道，宜选用 β PSP钢塑复合管（电磁感应双热熔连接），也可采用热镀锌钢管；散热器供暖系统的室内明装支管可选用 β PSP钢塑复合管或外敷铝保护层的铝合金衬PB管等，室内埋地暗装供暖管道宜选用耐温较高的聚丁烯（PB）管、交联聚乙烯（PE-X）管等塑料管道或对接焊铝塑复合压力管（XPAP2、RPAP3）、纳米复合管（NF β PP-R）、耐热聚乙烯管（PE-RT）等；地面辐射供暖系统的室内埋地暗装供暖管道宜选用耐热聚乙烯（PE-RT）等塑料管道。另外，铜管也是一种适用于低温热水地面辐射供暖系统的有色金属加热管道，具有导热系数高、阻氧性能好、易于弯曲且符合绿色环保要求的特点，正逐渐为人们所接受。

本条文还规定了各种管道的质量，应符合现行国家有关产品标准的规定。其中，PE-X管采用《冷热水用交联聚乙烯（PE-X）管道系统 第2部分：管材》GB/T 18992.2；PB管采用《冷热水用聚丁烯（PB）管道系统》GB/T 19473； β PSP钢塑复合压力管采用《钢塑复合压力管》CJ/T 183， β PSP钢塑复合压力管件采用《钢塑复合压力管用双热熔管件》CJ/T 237；铝合金衬PB管采用《铝合金衬塑复合管材与管件》CJ/T 321；PE-RT管采用《冷热水用耐热聚乙烯（PE-RT）管道系统》GB/T 28799；XPAP2、RPAP3管采用《铝塑复合压力管 铝管对接焊式铝塑管》GB/T 18997；铜管采用《无缝铜水管和铜气管》GB/T 18033。

塑料管材具有一定的渗氧性，随着温度的升高，塑料管材的渗氧性更加突出，从而导致管道内热水的含氧量随着温度升高而增加。根据相关资料表明：当热水温度为40℃时，渗氧率大于

0.1mg/ (L · day) 时, 将对采暖系统中的金属加热器、金属阀门、管件、散热器、水泵等产生严重腐蚀。因此, 户内供暖系统采用塑料管道时, 应采用具有阻氧特性的塑料管材。塑料管设阻氧层、铝塑复合管的中间层设增强铝管, 都可有效阻隔氧的渗透。目前, 国内市场的阻氧塑料管道主要有阻氧交联聚乙烯 (PE-X)、阻氧耐热聚乙烯 (PE-RT)、阻氧聚丁烯 (PB) 等。

5.1.12 本条为本标准2014版第 5.1.12 条的修订条文。管道绝热计算的基本原则, 也作为附录 I 的引文。

1 为方便设计人员选用, 附录 H 列出了性价比较高的常用绝热材料的绝热层最小厚度和空调风管绝热层最小热阻的推荐取值, 其数值根据国家标准《公共建筑节能设计标准》50189-2015 整理得出:

1) 对于供热管道, 考虑到热价的变化因素和节能要求, 采用了按热价为 85 元/GJ (相当于天然气供热) 计算出的数值;

2) 室内供冷管道采用的是较干燥地区的数据;

3) 室内生活热水管道采用的数值, 是全年中室内环境温度较低 (5℃) 的时间较长 (150 天) 的数值, 适用于北方地区。

2 与本标准 2014 版相比:

1) 统一了离心玻璃棉导热系数的计算公式;

2) 供热管道保温层厚度大致相同, 有些管径略有增厚;

3) 供冷管道的介质温度和保冷层厚度有所修改, 且低温管道增加了聚氨酯发泡绝热材料;

4) 生活热水管道保温层厚度有所增加;

5) 根据《柔性泡沫橡塑绝热制品》GB/T 17794-2021, 该制品的使用温度在 40℃~105℃, 因此采用柔性泡沫橡塑保温的热水管道其水温适用范围从最高 60℃提高到 80℃。

3 附录 H 还给出了绝热层厚度或热阻的制表条件, 当实际条件与制表条件差距较大时, 应按《设备及管道绝热设计导则》GB/T 8175 的计算方法另行计算。

5.1.13 本条为本标准2014版第5.1.13条的局部修订。对普通住宅的单位供暖面积设计热负荷指标的限制性要求。

本条所述的供暖设计热负荷指标是指居住建筑的供暖设计热负荷 (不含户间传热负荷) 与该建筑的供暖面积的比值, 住宅的地下储藏室、地下车库等非供暖面积不应计入在供暖面积内。

供暖设计热负荷指标与建筑物耗热量指标相关, 但又不同于建筑物耗热量指标。建筑物耗热量指标是全年供暖期内的平均值, 且扣除了建筑物的内部的得热量, 主要用于计算全年供暖耗能量。而供暖设计热负荷指标是在设计室外气象条件下的耗热量, 为确定最不利工况时达到室内设计温度所必须设置的户外共用立管和干管的管径及建筑物的总供暖设计热负荷的依据。

本条规定旨在约束常有的供暖设计过于保守现象, 在建筑能耗降低以后, 仍然配置过大的热源设备、循环水泵、室内外管网和室内供暖末端, 不仅增加投资费用, 也难以实施节能运行。

5.2 热源与热力站

5.2.1 本条为本标准 2014 版第 5.2.2 条修订条文。对新建锅炉房设置位置和选址要求。

采用集中供热是当前居住建筑集中供暖的首选热源方案，本条文是针对一些暂时无市政热网供热条件的居住建筑小区，只能先建设过渡性的锅炉房的情况制定的。国家标准《锅炉房设计标准》GB50041-2020对锅炉房的位置和选址有详细要求，设计时应严格遵守。

5.2.2 本条沿用本标准 2014 版第 5.2.3 条。对锅炉房的总装机容量的确定。

热水管网热媒输送到各热用户的过程中包括下述损失：

1 管网向外散热造成散热损失。在保温层厚度满足要求的前提下，无论是地沟敷设还是直埋敷设，管网的保温效率可以达到 99%以上，考虑到施工等因素，分析中将管网的保温效率取为 98%。

2 管网上附件及设备漏水和用户放水而导致的补水耗热损失。系统的补水，一部分是设备的正常漏水，另一部分为系统失水。如果供暖系统中的阀门、水泵盘根、补偿器等，经常维修且保证工作状态良好，正常补水量可以控制在循环水量的 0.5%，正常补水耗热损失占输送热量的比例小于 2%。

3 通过管网送到各热用户的热量由于网路失调而导致的各处室温不等造成的多余热损失。

综上所述，供暖系统平衡效率达到 95.3%~96%时，则管网的输送效率可以达到 93%，是反映上述各个部分效率的综合指标。此数值仅为计算锅炉容量时用，设计和运行管理应通过各种措施降低热损失，提高管网输送效率。

5.2.3 本条为本标准 2014 版第 5.2.4 条的修订条文，对锅炉额定工况下的热效率要求。

中华人民共和国国家标准《工业锅炉能效限定值及能效等级》GB 24500-2020 中，工业锅炉能效等级分为 3 级，其中额定工况下 1 级能效的锅炉热效率最高，3 级能效的锅炉热效率最低，为工业锅炉的能效限定值。在满足工业锅炉初始排放浓度要求的前提下，各等级工业锅炉在额定工况下的热效率值均应不低于 GB 24500-2020 中的规定。考虑到目前锅炉额定工况下的热效率如果采用 1 级能效值难度相对较大，因此本次修编采用了限定值（3 级能效）与最高值（1 级能效）之间的热效率值，即 2 级能效对应的热效率值，这样既高于限定值要求，又不至于使目前市场的锅炉产品难以满足。

《工业锅炉能效限定值及能效等级》GB 24500-2020 中规定的燃油和燃气锅炉热效率见表 5。

表 5 燃液体燃料、燃天然气锅炉产品锅炉额定工况下热效率限定值和目标值 (%)

燃料种类	燃料收到基低位发热量 $Q_{\text{net.v.ar}}(\text{kJ/kg})$	锅炉热效率 (%)		
		1 级能效	2 级能效	3 级能效
燃油	按燃料实际化验值	95	93	90
燃气		96	94	92

5.2.4 本条为本标准 2014 版第 5.2.6 条的修订条文。对燃气锅炉房设计的有关规定。

本标准只对燃气锅炉提出具体要求，未包括用的很少的燃油锅炉。燃油锅炉的节能设计可参照对燃气锅炉的要求，并应符合燃油锅炉的相关规定。

1 燃气锅炉的效率与容量的关系不太大。关键是锅炉的配置、自动调节负荷的能力等。有时，性能好的小容量锅炉会比性能差的大容量锅炉效率更高。燃气锅炉房直接供热规模不宜太大，是为了在保持锅炉效率不降低的情况下，缩短直接供热的小温差系统的供热半径，有利于室外供热管道的水力平衡，减少由于水力失调形成的无效热损失，同时降低管道散热损失和水泵的输送能耗。

2 调节性能好的燃气锅炉进行调试后，负荷率变化在 30%~100% 的范围内，锅炉效率可接近额定效率。因此规定单台燃气锅炉的负荷率不应低于 30%。

3 由于燃气锅炉负荷调节能力较强，不需要采用很多台数来满足调节要求，锅炉台数过多，必然造成占用建筑面积过大，一次投资增大等问题。因此锅炉的台数不宜过多，只要具备较好满足整个冬季的变负荷调节能力即可。

4 本条所述的模块式锅炉，指额定功率较小、采用大气式燃烧、通过多台组合进行供热的锅炉形式。有的企业燃烧器的调节方式仍采用一段式起停控制，冬季变负荷调节只能依靠模块数进行调节，模块数过少易偏离负荷曲线，调节性能不好，模块数过多又造成系统复杂，一般来说 4 块~8 块模块式锅炉即可满足调节的需要，故本条规定每个锅炉房设置的模块数不应多于 10 块，总供热量不宜超过 1.4 MW。

采用大气式燃烧的模块式锅炉，燃烧效率较低，不利于节能和环保，设计时尽量采用预混式燃烧方式。

模块式锅炉的燃烧器一般采用大气式燃烧，燃烧效率较低，比非模块式燃气锅炉效率低，对节能和环保均不利。以楼栋为单位来设置模块式锅炉房时，因为没有室外供热管道，弥补了燃烧效率低的不足，从总体上供热效率没有降低。反之则两种不利条件同时存在，对节能环保非常不利。因此模块式组合锅炉只适合小面积供热，供热面积很大时不应采用模块式组合锅炉，应采用其他高效锅炉。

5 燃气锅炉燃烧器调节性能的优劣，依次为比例调节式、两段滑动式、两段式和一段式。比例调节式可以实现供热量的无级调节，燃气量和燃烧空气量同时进行比例调节，可保持过量空气系数的基本恒定，是提高锅炉效率的有效措施。自动比例调节燃烧器价格较高，额定热功率在 2.1MW 以上时，锅炉厂可直接配备，整台锅炉价格并不增高。锅炉厂一般不直接在小型锅炉上配备，设计者应提出配置要求，整台锅炉价格会有所提高，但由于运行费的节约可观，投资回收期较短，应该积极采用。

6 山东省地方标准《锅炉大气污染物排放标准》DB37/ 2374-2018 规定，自 2020 年 1 月 1 日起，燃油、燃气和其他燃料锅炉按所在控制区执行表 6 中的排放浓度限值。

表 6 新建锅炉大气污染物排放浓度限值 单位：mg/m³（烟气黑度除外）

大气污染物控制区	污染物项目	适用条件	限值	监控位置
核心控制区	颗粒物	全部锅炉	5	烟囱 排放口
	二氧化硫	全部锅炉	35	
	氮氧化物	全部锅炉	50	
	汞及其化合物	燃煤锅炉及其他燃料锅炉	0.05	
	烟气林格曼黑度（级）	全部锅炉	1	
重点控制区	颗粒物	全部锅炉	10	
	二氧化硫	全部锅炉	50	
	氮氧化物	全部锅炉	100	
	汞及其化合物	燃煤锅炉及其他燃料锅炉	0.05	
	烟气林格曼黑度（级）	全部锅炉	1	
一般控制区	颗粒物	燃煤、燃油及燃气锅炉	10	
		其他燃料锅炉	20	
	二氧化硫	燃煤、燃油及燃气锅炉	50	
		其他燃料锅炉	100	
	氮氧化物	济南、青岛、淄博、潍坊、日照五市所有燃煤锅炉； 上述五市外其他设区市 2016 年 9 月 20 日起通过环评 审批的燃煤锅炉项目	100	
		上述情形外的其他锅炉	200	
	汞及其化合物	燃煤锅炉及其他燃料锅炉	0.05	
	烟气林格曼黑度（级）	全部锅炉	1	

标准同时规定：每个新建燃煤锅炉房或其他燃料锅炉房只能设一根烟囱，烟囱高度应根据锅炉房装机总容量、燃油、燃气锅炉烟囱不低于 8m。锅炉烟囱的具体高度按批复的环境影响评价文件确定。

随着国家对环保重视，各地将会陆续提高环保要求，设计人员应以各地较高标准要求为准。

5.2.5 本条为本标准 2014 版第 5.2.7 条的修订条文。对燃气锅炉房设置烟气余热回收装置的规定。

冷凝式锅炉是在传统锅炉的基础上加设冷凝式热交换受热面，将排烟温度降到 40℃~50℃，使烟气中的水蒸气冷凝下来并释放潜热，可以使热效率提高到 100% 以上（以低位发热量计算），通常比非冷凝式锅炉的热效率至少提高 10%~12%。燃料为天然气时，烟气的露点温度一般在 55℃左右，所以当系统回水温度低于 50℃，采用冷凝式锅炉可实现节能。

某些锅炉产品通过燃烧系统与换热器设计，燃烧器产生的火焰和高温烟气被强制推送到螺旋状的热交换器中，烟气在热交换器与逆向流动的低温被加热水进行热量交换，提高了换热效率，降低了排烟温度，实现了与冷凝式锅炉相类似的节能效果，也是值得推广的。

5.2.6 本条为本标准 2014 版第 5.2.9 条的修订条文。对供暖热力站的设计规定。

1 供暖热力站包括供暖换热站、混水站等。为控制输配能耗、减小水力平衡失调度，换热站规模不宜太大。

2 关于供热介质参数，现行行业标准《城镇供热管网设计标准》CJJ 34-2022 规定如下：

第 4.2.1 条，热水管网设计供回水温度，应结合具体工程条件，考虑热源、供热管线、热用户系统等方面的因素，进行技术经济比较确定。

第 4.2.2 条，当不具备条件进行最佳供、回水温度的技术经济比较时，热水管网供回水温度可按下列原则确定：

1) 当热源为热电厂或区域锅炉房时，设计供水温度宜取 110℃~150℃，回水温度不应高于 60℃。

2) 当热源为小型锅炉房时，设计供回水温度可采用室内供暖系统的设计温度。

3) 多热源联网运行的供热系统，各热源的设计供回水温度应一致。当区域锅炉房与热电厂联网运行时，应采用热电厂的供回水温度。

作为居住建筑供暖热源的供暖热力站，其一次水的设计供水温度和供回水温差的确定，应根据市政热力管网的供热情况，在充分调研的基础上，选择合适的参数，确保供热的安全性。

二次水的设计参数，应根据供暖系统需求确定。在一次水供热参数允许的前提下，散热器集中供暖系统宜按 75℃/50℃连续供暖进行设计，且供水温度不宜大于 85℃，供回水温差不宜小于 20℃；热水地面辐射供暖系统供水温度宜采用 35℃~45℃，不应大于 60℃；供回水温差不宜大于 10℃，且不宜小于 5℃；采用集中空调供暖时，热水供水温度宜采用 50℃~60℃，供回水温差不宜小于 15℃。

3 地面辐射供暖系统供回水温差较小，循环水量相对较大，长距离输送能耗较高。可在热力入口设置混水站或组装式热交换机组，也可在分集水器前设置，以降低地面辐射供暖系统长距离输送能耗。

4 为了减少换热设备的占地面积和一次投资，必须强调对于热力站设计应选择高效、紧凑的换热器。换热介质理性对换热器类型、构造、材质的确定至关重要，例如，高压蒸汽—水换热就不适合采用普通板式换热器，因为胶垫寿命短，二次费用高；一次水供水温度较低时，不宜采用管壳式换热器；当换热介质含有较大粒径杂质时，就应选择高通过性的流道形式与尺寸。

5 设计选型经验表明，几乎不会出现一个换热系统需要 4 台换热器的情况，所以规定了最多台数。过多的台数会增加初投资与运行成本，并对水系统的水力工况稳定带来不利影响。尽管换热器不大容易出故障，但并非万无一失，同时考虑到日常管理，所以规定了最少台数要求。

6 由于换热器实际工况条件与其选型工况有所偏离，如水质不佳造成实际污垢热阻大于换热器选型采用的污垢热阻、热泵系统水源水温度变化等都可能造成实际换热能力不足，所以应考虑安全余量。考虑到换热器实际工况与选型工况的偏离程度与系统类型有关，故给出了不同系统类型的换热器选型热负荷安全附加建议。其中对空调供冷，由于工况偏离程度往往较小，加之小温差换热时换热器投资高，故安全附加建议值较低。而对于水源热泵机组，因水质与水温往往具有不确定性，一旦换热能力不足还会影响热泵机组的正常运行，所以建议的安全附加值高些。当换热器的换热能力相对过盈时，有利于提升空调系统能效，特别是对从品位较低的热源取热的水源热泵系统更明显，尽管这会增加一些投资，但回收期通常不会多于 5 年~6 年。

7 国家标准《锅炉房设计标准》GB50041-2020 第 10.2.1 条规定：当其中 1 台停止运行时，其余换热器的容量宜满足 60%~75%总计算热负荷的需求。该规范同时考虑了生产用热的保障性问题的。对于民用建筑而言，计算分析表明：冷热供应量连续 5 小时低于设计冷热负荷的 40%时，造成的室温下降，对于供暖： $\leq 2^{\circ}\text{C}$ ；对于供冷： $\leq 3^{\circ}\text{C}$ 。但考虑到寒冷地区当供暖严重不足时有可能导致人员的身体健康受到影响或者室内出现冻结的情况，因此依据气象条件规定了供暖系统的换热器，当其中 1 台停止工作时，剩余换热器的设计换热量不应低于设计供热量的 65%。

对于供冷系统来说，由于供冷通常不涉及安全性的问题（工艺特定要求除外），因此不用按照本条第 7 款的要求执行。对于供热来说，按照本条第 7 款选择计算出的换热器的单台能力如果大于按照第 6 款计算值的要求，表明换热器已经具备了一定的余额，因此就不用再乘附加系数。

5.2.7 本条为本标准 2014 版第 5.2.10 条的修订条文，对采用户式燃气供暖炉（热水器）作为供暖热源的规定。

户式燃气供暖炉包括热风炉和热水炉，因其存在烟气低空排放对周围环境的影响、产品质量

等问题，不推荐在用量很大的高层建筑中使用。多层建筑和不具备集中供热条件的高层建筑，如果建筑围护结构热工性能较好（至少达到节能标准规定）和产品选用得当的条件下，也是一种可供选择的供暖方式。本条根据实际使用过程中的得失，从节能角度提出了对户式燃气采暖炉选用的原则要求（不包括安全、环保等方面的要求）。

1 户式燃气炉的热效率要求。

以燃气为能源分户提供供暖热源时，可以直接或经由风管系统向房间送热风，也可以产生热水，通过散热器、地暖管、风机盘管进行供暖。所使用的燃气供暖设备的能效等级要求不低于《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 20665-2015 中的 1 级，如表 7。相应的检测方法等也要符合该标准的规定。

表 7 户式燃气供暖热水炉的热效率

类型		最低热效率值 (%)			
		能效等级			
		1 级	2 级	3 级	
热水器		η_1	98	89	86
		η_2	94	85	82
采暖炉	热水	η_1	96	89	86
		η_2	92	85	82
	供暖	η_1	99	89	86
		η_2	95	85	82

能效等级判定举例：

例 1：某热水器产品实测 $\eta_1=98\%$ ， $\eta_2=94\%$ ， η_1 和 η_2 同时满足 1 级要求判为 1 级产品；

例 2：某热水器产品实测 $\eta_1=82\%$ ， $\eta_2=81\%$ ，虽然 η_1 满足 3 级要求，但 η_2 不满足 3 级要求，故判为不合格产品；

例 3：某采暖炉产品热水状态实测 $\eta_1=98\%$ ， $\eta_2=94\%$ ，热水状态满足 1 级要求；供暖状态实测 $\eta_1=100\%$ ， $\eta_2=82\%$ ，供暖状态为 3 级产品，故判为 3 级产品。

2 采用户式供暖热水炉供暖时，供暖负荷计算应考虑户间传热量，在基本耗热量基础上可以再适当留有余量。但是设备容量选择过大，会因为经常在部分负荷条件下运行而大幅度地降低热效率，并影响供暖舒适度。

3 燃气供暖热水炉大部分时间只需要部分负荷运行，如果单纯进行燃烧量调节而不相应改变燃烧空气量，会由于过剩空气系数增大使热效率下降。因此宜采用具有自动同时调节燃气量和燃烧空气量功能的产品。

4 冷凝式燃气供暖热水炉（热水器）具有热回收功能，效率较高，因此推荐采用。

5 燃气炉配套的循环水泵的流量、扬程，是按一般散热器供暖系统的系统特性配置的；当采用地面辐射供暖系统时，应进行校核计算，必要时对配套水泵提出特殊要求。

6 要求户式燃气供暖热水炉设置专用的进气通道和排气通道，不仅仅是为保证锅炉运行安全。一些建筑由于房间密闭，没有专用进风通道，可能会导致进风不良引起的燃烧效率低下的问题；目前户式供暖热水炉设备本身配带进气管道（一般与排气管道组合在一起，进气管在排气管外侧），土建设计需将其接出室外。还有一些错误做法将户式燃气炉的排气直接排进厨房等的排风道中，不但存在安全隐患，也直接影响到供暖热水炉的效率。因此本条提出对此要设置专用的进风通道和排烟通道。

7 要求户式燃气供暖热水炉污染物排放浓度应符合现行国家和地方对燃气供暖热水炉大气污染物排放标准的要求。

5.2.8 本条沿用本标准 2014 版第 5.2.5 条。对燃煤锅炉房锅炉容量和台数的规定。

1 从本标准的表 5.2.3-3 额定工况下锅炉热效率来看，燃煤锅炉容量越大效率越高，所以燃煤锅炉应采用大容量设备，锅炉房的供热规模也应相应扩大。另外，燃煤锅炉低负荷运行时效率低，如果负荷率为 40%，平均运行效率仅 38%，为保证锅炉的平均运行效率较高，规定了单台锅炉的实际运行最低负荷率。负荷率不低于 60%，即锅炉单台容量不低于其设计负荷的 60%。

2 过多的锅炉台数会导致锅炉房面积加大，控制相对复杂和投资增加等问题，因此推荐了锅炉的台数设置范围。同时，燃煤锅炉低负荷运行时，热效率明显下降，如果能使锅炉的额定容量与长期运行的实际负荷接近，会得到较高的热效率，而在保证锅炉长期较高热效率的前提下，以等容量选型最佳，因为这样投资节约、系统简洁、互备性好。

3 关于一台锅炉故障时剩余锅炉总供热量的规定，理由同本标准 5.2.6 条第 7 款的说明。

5.2.9 本条为本标准 2014 版第 5.2.11 条的修订条文，对供热锅炉房和热力站自控要求。

锅炉房和热力站采用计算机自动监测与控制不仅可以提高系统的安全性，确保系统能够正常运行；而且，还可以取得以下效果：全面监测并记录各运行参数，降低运行人员工作量，提高管理水平；对燃烧过程和热水循环过程能进行有效的控制调节，使锅炉和换热设备高效率运行，幅度节省运行能耗，减少大气污染；能根据室外气候条件和用户需求变化及时改变供热量，提高并保证供暖质量，降低供暖能耗和运行成本。因此，在进行供热锅炉房和热力站设计时，应采用计算机自动监测与控制。

条文中提出的具体监控内容分别为：

1 实时检测：通过计算机自动检测系统，全面、及时地了解锅炉和换热设备的运行状况，如

运行的温度、压力、流量等参数，避免凭经验调节和调节滞后。全面了解运行工况，是实施科学的调节控制的基础。监测室外温度是为了对供热量整体调节提供依据。

2 预测供热参数：计算机自动监测与控制系统可通过软件开发，配置锅炉系统热特性识别和工况优化分析程序，根据前几天的运行参数、室外温度，结合历史运行数据，预测该时段的最佳工况，进而实现对系统的运行指导，达到节能的目的。

3 按需供热：在运行过程中，随室外气候条件和用户需求的变化，调节供热量（如改变供水温度、供回水温差、循环水量等参数）是必不可少的，手动调节无法保证精度。计算机自动监测与控制系统，可随时测量室外的温度和整个热网的供热量需求（通过流量和供回水温度等测得），按照预先设定的程序，通过调节投入燃料量、一次水流量等手段实现锅炉及换热设备的供热量调节，满足整个热网的热量需求，保证供暖质量。

气候补偿器是供热量自动控制装置的一种，比较简单和经济，主要用在热力站。设置供热量控制装置后，还可以通过在时间控制器上设定不同时间段的不同室温，节省供热量；合理地匹配供水流量和供水温度，节省水泵电耗，保证恒温阀等调节设备正常工作；还能够控制一次水回水温度，防止回水温度过低减少锅炉寿命。

由于不同企业生产的气候补偿器的功能和控制方法不完全相同，但必须具有能根据室外空气温度变化自动改变用户侧供（回）水温度、对热媒进行质调节的基本功能。

气候补偿器正常工作的前提，是供热系统已达到水力平衡要求，各户供暖支路或各房间散热器装置了室温控制装置，这样才能使整个系统供热均衡。

4 对热源的燃料消耗量和补水用量进行监测和计算，有助于主动采取节能和节水措施。锅炉房和热力站的动力用电与其他用电分别计量，便于对锅炉房和热力站的能耗情况进行监测，分析能耗情况，为节能运行策略的调整提供依据。

普通燃气锅炉直接供热系统供热量自动控制装置的应用，参见本标准第 5.3.1 条条文说明中的图 5.3.1 应为图几？燃气锅炉房直接供热二级泵混水系统示例；采用其他燃气锅炉（例如冷凝锅炉等）时，应根据锅炉的具体情况采用与其相适应的系统。

5.3 输配系统

5.3.1 本条为本标准 2014 版第 5.3.1 条的修订条文。对锅炉房热水输配系统的设计规定。

当前在居住建筑中应用的燃气热水供暖锅炉，有卧式内燃式锅炉（承压或常压）、真空锅炉、直流式锅炉、大气式燃烧的燃气热水炉等形式。各种燃气锅炉对供回水温度、流量等有不同

的要求，运行中必须确保这些参数不超出允许范围。

1 燃气锅炉不宜直接为热用户提供温度低于 60℃ 的热媒，因为烟气的露点温度约为 58℃ 左右，当用户侧回水温度低于 58℃ 时，烟气冷凝对碳钢锅炉有较大腐蚀性，影响锅炉的使用寿命，这就是在未采用烟气冷凝热回收技术之前，很多燃气锅炉只使用了几年就被腐蚀破坏的原因。对于采用低温地面辐射供暖的集中供热小区，当燃气锅炉提供的热媒温度高于 60℃ 时，在锅炉房内采用二级泵混水系统（如图 1）可以使锅炉侧和用户侧分别按各自的要求调节水温和流量，既满足锅炉防腐及安全要求，又满足系统节能的需要。根据某些锅炉的特性（例如冷凝锅炉等），也可能不需设二级泵混水系统，而采用一级泵直接供热系统，设计人员应向锅炉厂技术部门了解清楚。

根据具体工程情况和需要，二级混水泵装置也可设置在楼栋的供暖热力入口处；或设置在各用户侧的分集水器前，抽取室内回水混入供水，保持其温度不高于设定值，并加大户内循环水量。二次供水温度传感器和锅炉回水温度传感器均可控制电动三通阀，其中回水温度控制优先。

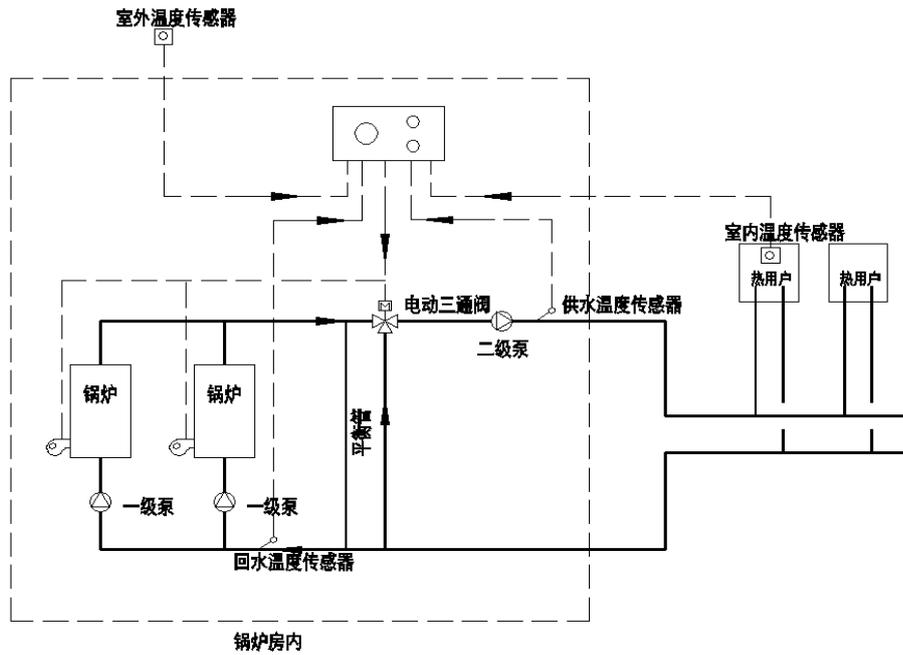


图 1 燃气锅炉二级泵混水系统示意图

2 受工程条件限值，燃气锅炉热水系统供热半径较大（大于 300m），为克服输配管路较高的水流阻力，推荐采用二级泵系统（如图 2）。

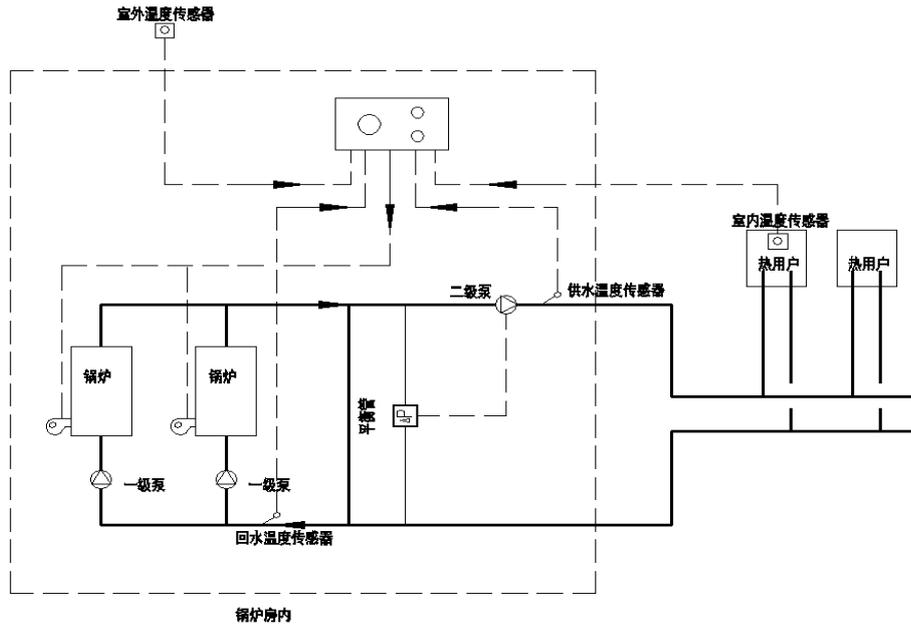


图 2 燃气锅炉定流量用户侧变流量运行的二级泵系统示意图

3 对于一些中小型工程（供热半径一般在 300m 之内），为保证某些类型锅炉（例如水容量较小的直流式水管锅炉）稳定的运行工况，一方面要求锅炉采用定流量运行方式，另一方面系统还要满足用户侧变流量运行的需求，此时需采用锅炉侧定流量运行、用户侧变流量运行的一级泵系统（如图 3）。

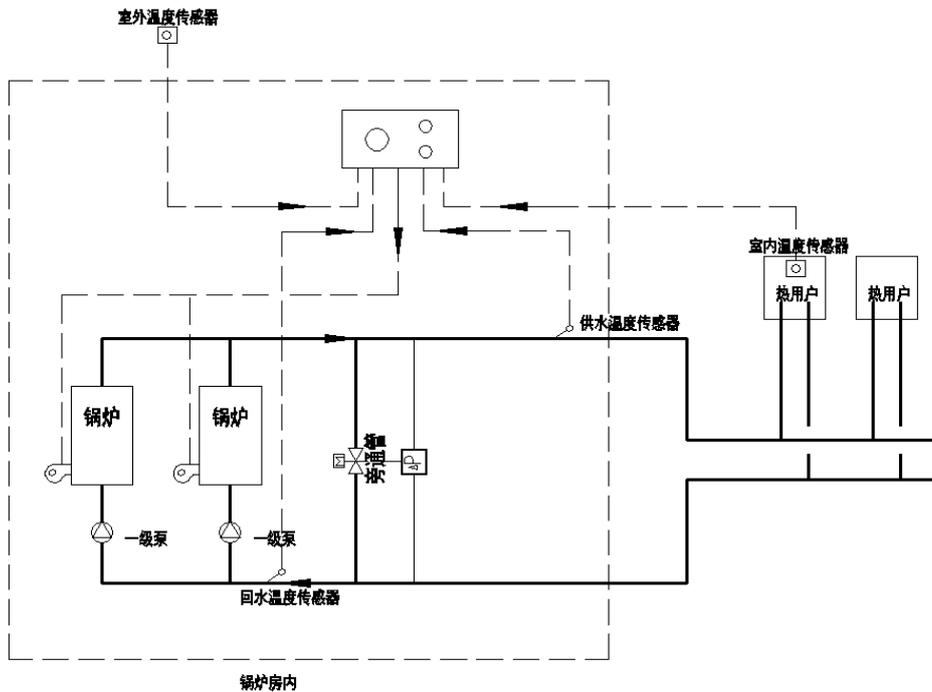


图 3 燃气锅炉定流量用户侧变流量运行的一级泵系统示意图

4 对于一些中小型工程，采用锅炉变流量的一级泵系统（如图 4），涉及锅炉流量允许变化范

围、减少水量对锅炉性能的影响、对设备、控制方案和安全运行管理等的特殊要求等，因此要求应经技术和经济比较，与其他系统相比，节能潜力较大并确有技术保障的前提下，可以作为供选择的节能方案。

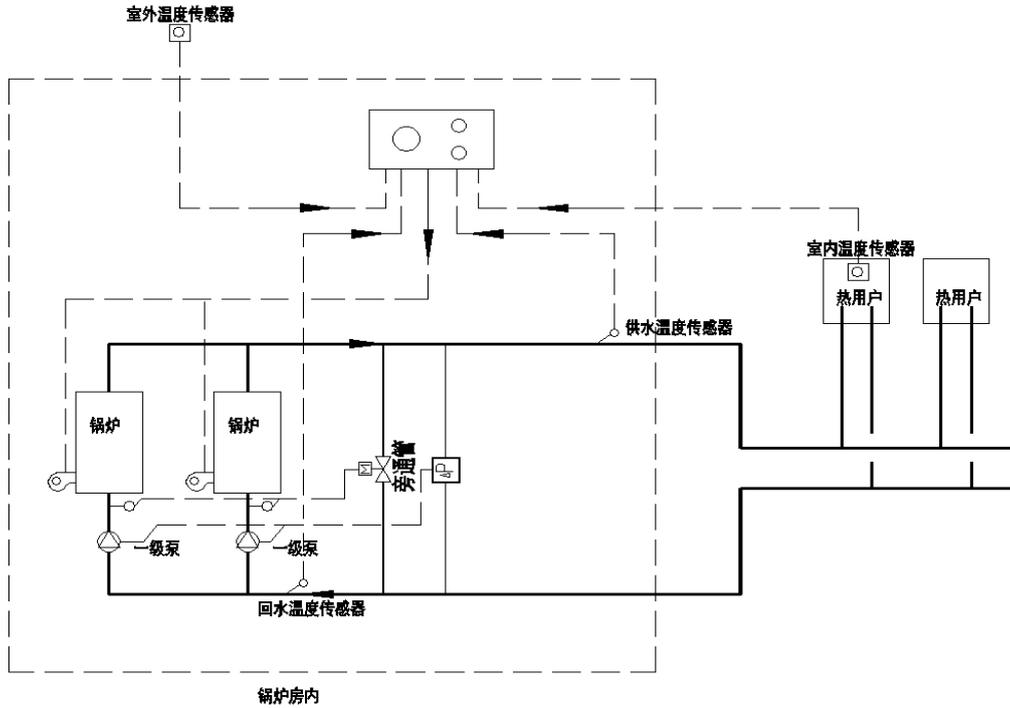


图 4 燃气锅炉和用户侧均变流量运行的一级泵系统示意图

5.3.2 本条为本标准 2014 年版第 5.3.2 条的修订条文。热水循环泵的选择原则。

1 锅炉循环泵（一级泵）

采用一级泵系统的燃气锅炉供暖系统，锅炉循环水泵是选用定频泵还是变频调速泵，要根据锅炉的流量特性确定。当循环水泵由锅炉厂家配套供应时，其流量、扬程等性能参数应与工程设计要求一致。

2 二级泵和二次泵

锅炉房热水输配二级泵（混水）系统中，由于直接串联的一级泵和二级泵之间设置了平衡管，二级泵等负荷侧各级循环泵流量变化不影响燃气锅炉的流量；另外，通过换热器间接供热系统中的换热设备也不需要保持流量恒定。因此，当用户侧供暖系统要求变流量运行时，要求直接串联系统的二级泵和间接换热系统的二次泵应采用变频调速水泵，以便最大限度地节省水泵的运行能耗。

用户侧供暖系统要求变流量运行，指室内为双管系统并在末端或并联支环路设置两通恒温阀等室温调控装置时，由于恒温阀等的频繁动作，供暖系统具有变流量特征，需要热源的供热流量随之相应改变，以保证末端调节的有效性。设置二级泵或二次泵时，上述要求可通过水泵变频调

速节能控制手段实现。当采用锅炉直接供热的一级泵系统时，锅炉在一定范围内需要流量恒定或保证最小流量，因此应采取在总供回水管道之间设置压差控制的电动旁通阀的措施。

3 水泵台数

供热循环水泵采用变频调速是目前比较成熟可靠的节能方式。从水泵变速调节的特点来看，调速水泵的性能曲线采用陡降型有利于调速节能，且水泵的额定容量越大，则总体效率越高，变频调速的节能潜力越大；同时，随着变频调速的台数增加，投资和控制的难度加大。因此，在水泵参数能够满足使用要求的前提下，宜尽量减少水泵的台数。要求水泵的台数不小于2台，是考虑到供暖系统在小流量运行时，可做到轮流检修。但考虑到我省属于寒冷地区，对供暖的可靠性要求较高，且设备等有可能有冻结和出现故障的可能，因此强调水泵台数不超过3台时，其中一台宜设置为备用，以免水泵故障检修时，流量减少过多。

当系统较大时，如果水泵的台数过少，有时可能出现选择的单台水泵容量过大甚至无法选择的问题；同时，变频水泵通常设有最低转速限制，单台设计容量过大后，由于低转速运行时的效率降低使得有可能反而不利于节能。因此这时应可以通过合理的经济技术分析后适当增加水泵的台数。

至于是采用全部变频水泵，还是采用“变频泵+定速泵”的设计和运行方案，则需要设计人员根据系统的具体情况，如设计参数、控制措施等，进行分析后合理确定。

根据系统的规模和特性，目前可选择以下三种变频调速控制方式之一：

1) 控制热力站进出口压差恒定：该方式简便易行，但流量调节幅度相对较小，节能潜力有限。

2) 控制管网最不利环路压差恒定：该方式流量调节幅度相对较大，节能效果明显；但需要在每个热力入口都设置压力传感器，随时检测比较、控制，投资相对较高。

3) 控制回水温度：这种方式控制简单，但响应较慢，滞后较长，节能效果相对较差，因此不推荐在大系统中采用。

5.3.3 本条为新增条文。同一热源服务于不同水温需求热用户时的混水泵供热方式。

同一热源，当服务的楼栋的热用户末端系统形式不同（如散热器和地面辐射供暖），对供水温度要求也不同。在低于热源水温需求的楼栋供暖系统的承压能力许可的情况下，宜通过在楼栋的热力入口处设置混水泵的方式提供较低的供水温度，不宜采用设置换热器间接换热的方式，这样可降低换热设备的一次投资和热量损失。另外，当各热用户供暖系统设置了温度调控装置时，用户侧供暖系统则为变流量运行，混水泵应选用变频调速泵。

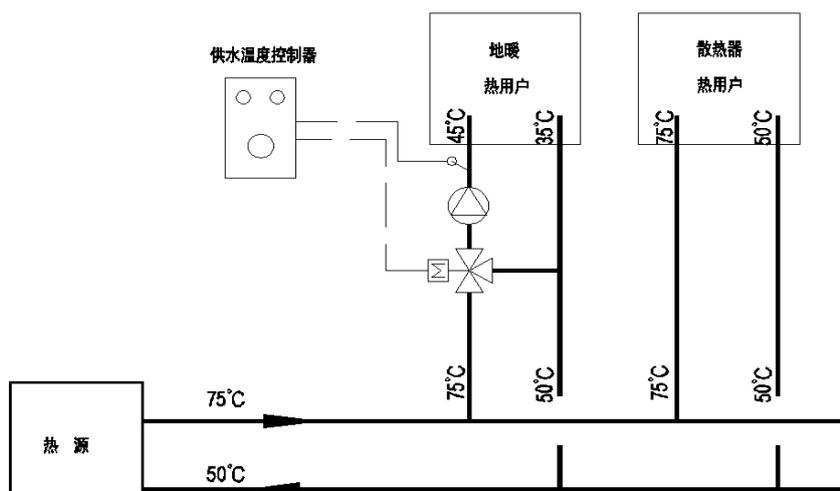


图 5 同一热源服务于不同水温需求热用户时的混水泵供热方式示意图

5.3.4 本条是将本标准 2014 年版第 5.3.3 条和 5.3.4 条合并后的修订条文。集中供暖、空调系统的耗电输冷热比计算。

耗电输热比 $EHR-h$ 和耗电输冷（热）比 $EC(H)R-a$ 分别反映了集中供暖系统和集中空调冷（热）水系统中循环水泵的耗电功率与供暖、空调负荷的关系，对此值进行限制是为了保证水泵的选择在合理的范围，以降低水泵能耗。公式根据《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012 相关条文整理并局部修改，与《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015、《公共建筑节能设计标准》DB37/ 5155-2019 一致。对于公式中的参数取值，本标准仅摘录了适用于我省寒冷地区的数值。

1 公式右侧为限定值，计算中应注意以下问题：

1) $EC(H)R-a$ 温差 ΔT 的确定。对于寒冷地区空调热水温差规定为 15°C ，与传统常采用的 10°C 不同，主要是考虑到节省水泵能耗，而且实践证明采用此温差，按夏季选用的风机盘管等末端设备的供热能力能够满足房间负荷的需求；如果设计时必须采用传统的 10°C 温差，将需通过放大管径等手段减少管网阻力，和/或采用高效率水泵，才能满足限定值的要求。

2) 对于集中供暖系统耗电输热比 $EHR-h$ 计算，公式中 $\sum L$ ，住宅建筑为室外管线总长度；宿舍、公寓、养老建筑当热源或热力站仅为本栋建筑服务时，室外管线较短或没有， $\sum L$ 为从热源计算至该系统最远供暖末端设备（散热器或地暖的分集水器）。

3) 对于集中空调系统耗电输冷（热）比 $EC(H)R-a$ 计算， $\sum L$ 为“从冷热源机房至该系统最远用户的供回水干管总输送长度”，一般计算至最高最远层立管末端，各层水平管阻力也包含在 B 值内。但空调水系统管道敷设很复杂，例如：设于大面积单层或多层建筑时，各层管道也包含干

管，且长度、管径远远超过 B 值的定值范围；公寓等建筑的空调水管如果每间公寓单设立管，水平支管阻力远小于 B 值包含的数值。因此，将 ΣL 定义为“空调冷热水系统从冷热源机房出口计算至系统最远末端空调设备”，考虑到风机盘管阻力远小于空调（新风）机组的阻力，因此“当末端为风机盘管时管道长度减去 100m”，即风机盘管和 100m 长的支管阻力与集中空调（新风）机组的阻力相当，包含在 B 值中。

2 公式左侧为系统设计工况的计算值，其中水泵扬程 H 为克服管网（包括管件）阻力和设备阻力。管网阻力通过水力计算确定，冷源和末端设备阻力由产品提供的资料确定。但定型两管制换热盘管产品的样本一般只提供名义供冷工况时的阻力（例如冷水机组和风机盘管的名义供冷工况水流量都是供回水温度为 $7^{\circ}\text{C}/12^{\circ}\text{C}$ 时的数值），当采用大温差或计算供热工况时，应由厂家提供相应温差下的实际阻力，条件不具备时，可根据阻力与流量平方成正比的关系自行换算。

3 公式的适用范围：

- 1) 适用于直接串联系统的计算。
- 2) 当采用换热器间接换热时，换热器两侧一、二次水应视为独立的两个系统，分别计算并判定是否符合要求；水-水换热器对于一次系统视为末端，对于二次系统为机房设备。
- 3) 公式不适用于冰蓄冷乙二醇工质循环系统，即节能判断时不要求计算乙二醇系统的耗电输冷比。

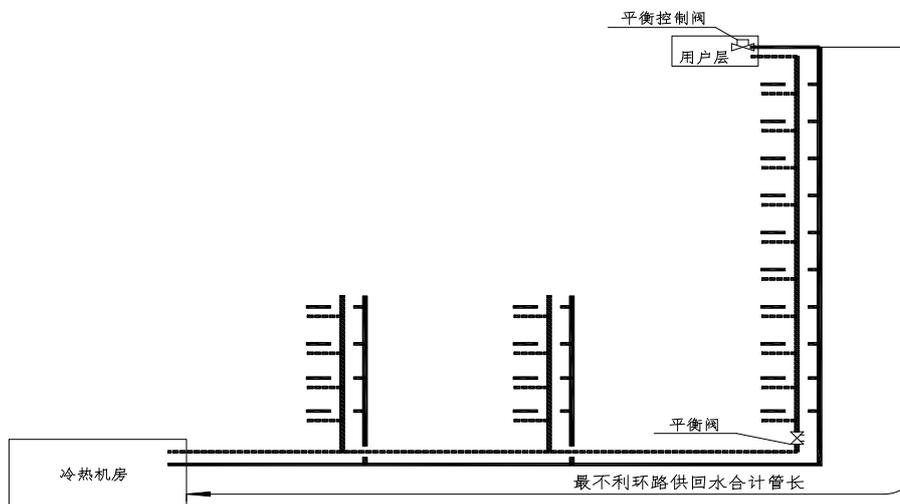


图 6 从冷热机房至该系统最远用户的供回水主干管长度 ΣL 示意图

5.3.5 本条引用本标准 2014 年版第 5.3.5 条，对室外供暖管网必须进行水力平衡计算的规定。

本条引自国家行业标准《供热计量技术规程》JGJ 173-2009。近年来的试点验证，供热系统能耗浪费主要原因还是水力失调。水力平衡是供热量总体调节、室温调控等供热系统节能技术实施的基础。水力平衡首先应通过设计手段达到，应合理划分和均匀布置环路，调整管径，严格进行计算。室外供热管网的水力平衡还是室内供暖系统水力平衡的前提，因此必须进行室外供热管

网水力平衡计算。

5.3.6 本条引用本标准 2014 版第 5.3.6 条。对室外供暖（热）管网水力计算的有关要求。

工程计算中常仅有计算最不利环路的压力损失作为选择循环泵的依据，忽略其他环路的计算现象。本条从节能和管网平衡的原则出发，提出了室外供热管网水力计算的具体要求。

1 供暖管网压力损失包括热源或热力站内管网、室外管网和室内管网3部分。室外管网是压力损失的重要组成部分，其数值与管网设计的合理性（管网规模和布置、管径大小等）有很大关系。因此为控制供暖系统的动力消耗，管网最大压力损失应按循环水泵耗电输热比（*EHR-h*）不大于限值的原则经计算确定。

2 在最不利环路合理设计的基础上，室外管网所有其它并联环路管道的设计，均应通过调整管径进行计算，力求达到管网水力平衡要求（平衡率达到15%）。

3 室外供暖管网和室内供暖系统经常不是同时或不由同一设计单位设计，因此室外管网设计图纸应标注出管网在每一建筑热力入口的资用压差；室内设计应在图纸上标注室内系统的供回水压差和所需流量，并根据室外管网在建筑热力入口的计算资用压差，对应室内系统的压力损失，确定入口调节装置（静态平衡阀、自力式流量控制阀或自力式压差控制阀、智能动态控制阀）的规格。

5.3.7 本条引用本标准 2014 版第 5.3.7 条。对建筑物热力入口设置有关水力平衡装置的规定。

实际工程的室外供暖管网很复杂，除规模较小的供暖系统经过计算可以满足水力平衡外，通常室外供暖管线较长时，通过环路布置和调整管径往往难以达到平衡要求（指各并联环路之间的压力损失差值不大于 15%），且实际管网也有可能存在设计计算未估计到的不平衡因素，因此应借助于热力入口设置调节装置并通过调试达到系统水力平衡。水力平衡调控的阀门主要有静态水力平衡阀、自力式流量控制阀和自力式压差控制阀。

静态水力平衡阀具备开度显示、压差和流量测量、限定开度等功能，且阀门调节性能较好根据国家标准《采暖与空调系统水力平衡阀》GB/T 28636-2012 标准规定，当阀门开度 50%时，流量应在 20%~65%之间）。通过操作平衡阀对系统调试，能够实现设计工况的水力平衡。

安装静态水力平衡阀是解决水力失调的有效措施，平衡阀与普通调节阀相比价格提高不多，且安装平衡阀可以取代一个检修阀，整体投资增加不多。因此无论规模大小、是否经计算达到水力平衡，一并要求安装使用。

实践证明，系统第一次调试平衡后，在设置了供热量自动控制装置进行质调节的情况下，室内散热器恒温阀的动作引起系统压差的变化不会太大。因此，静态水力平衡阀是最基本的平衡元件，只在某些条件下需要设置自力式流量控制阀或自力式压差控制阀或智能动态平衡阀，且应正

确选择，见本标准第 5.3.8 条的规定。

5.3.8 本条为本标准 2014 版第 5.3.8 条的修订。对水力平衡阀的选择和设置要求。

本条具体说明了各种水力平衡阀的选择和设置要求，重点一是应根据每个热力入口环路的流量、压差的水力计算结果选择阀门规格，二是应正确选择阀门类型。

1 自力式流量控制阀的水流阻力较大、价格较高，因此即使是针对定流量系统，应首先采用设置静态水力平衡阀通过初调试来实现水力平衡的方式；当同一定流量系统供热的建筑物有可能分期建设时，也可以在热力入口设置自力式流量控制阀，既能够保证管网在初期运行中环路的水力平衡，后期增加热用户后仍能在一定范围内自动稳定环路流量。

2 设置双管供暖系统的变流量系统

1) 自力式压差控制阀可以在一定范围内动态地稳定环路压差，保证散热器恒温阀的阀权度和调节性能，但自力式压差控制阀价格较高，可经技术经济比较后确定是否设置。当供暖系统压差不大时，一般压差变化达不到恒温阀的最大允许压差，可以设置静态平衡阀；但当系统压差很大时，如果压差变化超过恒温阀的最大允许压差，以致在关闭过程中产生噪音，则应设置自力式压差控制阀。

当用户室内恒温阀进行调节而改变了末端工况时，自力式流量控制阀具有定流量特性，对改变工况的用户作用相抵触，因此变流量系统不应设置自力式流量控制阀。

2) 压差控制阀的压差测点应在供水和回水管分别设置，因此在安装自力式压差控制阀的供水或回水管路的另一侧设置静态平衡阀，可以方便地作为压差测点和测量系统流量。

3 对于以居住小区供热为主的热力站而言，由于管网作用距离较长，系统阻力较大，如果采用动态自力式控制阀设置在总管上，由于调节性能要求需要较大的阀权度 ($S=0.3\sim 0.5$)，即该阀门的全开阻力较大，增加了水泵能耗。因为设计的重点是考虑建筑内末端设备的可调性，如果需要自动控制流量或压差，可以将自动控制阀设置于每个热力入口（建筑内的水阻力比整个管网小得多，这样在保证同样的阀权度情况下阀门的水流阻力可以大为降低），同样可以达到基本相同的使用效果和控制品质。因此，本条第 3 款规定在热力站出口总管上不应设置自力式流量控制阀或自力式压差控制阀。

4 当热力出口为多个环路时，下列情况可以设置静态水力平衡阀：

1) 各热力入口设置静态平衡阀时，热力出口分环路设置各环路总静态平衡阀，满足初调试的要求。

2) 当各热力入口设置自力式流量控制阀（定流量系统）或自力式压差控制阀时，如果各分环路阻力相差过大，使阻力较小的分环路的自力式控制阀需要调节的压差大于产品的压差范围

时，则需在分环路设置静态平衡阀，通过初调节使各分环路达到设计工况的水力平衡，保证建筑物热力入口自力式控制阀能够正常工作，否则不需设置。因此设计时应进行校核计算，确定是否需要分环路总管上设置静态平衡阀，以避免重复设置水力平衡阀门，造成经济和能源浪费。

5 静态水力平衡阀经调试后具有开度限定功能，检修关闭后再打开不需重新调试，因此可以作为检修阀使用，不需再重复设置检修阀，否则既不经济又增加阻力。

6 每种阀门都有其特定的使用压差范围要求，设计时，阀两端的压差不能超过产品的规定。

7 静态水力平衡阀是用于消除环路剩余压头、限定环路设计工况的水流量用的，在设计水系统时，一定首先进行管网各支路的水力平衡计算，根据计算数据合理地选择平衡阀的规格。对于旧系统改造，由于资料不全并为方便施工安装，可按管径尺寸配用同样口径的平衡阀，但需要作压降校核计算，以避免原有管径过于富裕使流经平衡阀时产生的压降过小，造成仪表调试时产生较大的误差。校核步骤如下：按该平衡阀管辖的供热面积估算出设计流量，按管径求出设计流量时管内的流速 v (m/s)，由该型号平衡阀全开时的 ζ 值，按公式 $\Delta P = \zeta(v^2 \cdot \rho / 2)$ (Pa)，求得压降值 ΔP (式中 $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$)，如果 ΔP 小于 2kPa~3 kPa，可改选用小口径型号平衡阀，重新计算 v 及 ΔP ，直到所选平衡阀在流经设计水量时的压降 $\Delta P \geq 2\text{kPa} \sim 3 \text{ kPa}$ 时为止。

8 水力平衡阀前后设置直管段，是为了避免紊流对阀门调节性能的影响，设计时，应咨询采用的平衡阀的具体要求。

9 近几年，市场上出现了一种智能流量控制阀，该阀一般内置流量及温度传感器，可以直接测定流量、温度，通过配对供回水管路另一侧的温度、压力传感器，可以计算冷热量及压差，具有多种调节功能，自带网络远传功能，可以进行远程设定与控制。智能流量控制阀的应用，极大地拓宽了流量控制阀的应用，增强了输配系统的智能化控制与水力平衡能力。

5.3.9 本条引用本标准 2014 版第 5.3.9 条。对室外热水管网的敷设要求。

热水管网的敷设方式，直接影响供热系统的总投资及运行费用，应合理选取。室外热水管网采用地下直埋敷设，投资较省，热损失少，且运行管理也比较方便，经技术经济比较合理时宜优先采用。直埋管道的埋设深度在冰冻线以下可以减少热水管道的散热，并可起到防冻作用。

5.4 室内供暖系统

5.4.1 本条为本标准 2014 版第 5.4.1 条的局部修订条文。室内供暖系统热媒及热媒温度的选择。

国家节能指令第四号明确规定：“新建采暖系统应采用热水采暖”，制定本条文的主要目的，是为了贯彻第四号国家节能指令。以热水为热媒的最大优点，是可以根据室外气象条件的变化，

改变温度和循环水量，做到质与量同时进行调控，从而达到最大限度的节能。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，本标准明确规定室内供暖系统应采用热水作为供暖系统的热媒。因此，本条文明确规定散热器供暖系统应采用热水作为热媒。

室内热水供暖系统供回水温度的选择要与热源相适应，这里的热源，既包括采用市政供热时的换热设备，也包括自备燃气锅炉、空气源热泵机组、地源热泵机组等。

1 对于以热水锅炉作为直接供暖的热源设备来说，降低供水温度有利于降低锅炉排烟温度、提高传热温差，从而提高锅炉的热效率。对于以市政供热为一次热源，采用换热器作为供暖热源时，降低换热器二次水供水温度可以在保证同样的换热量的情况下减少换热面积，节省投资。因此，本标准规定散热器供暖系统的供水温度不应高于 80℃。供回水温差的大小影响输配能耗，在建筑围护结构保温性能越来越好、室内供暖热负荷越来越低的情况下，输配能耗在供暖能耗中的比例也越来越高，在可能的条件下，设计时应尽量提高供回水温差。国家标准《供暖散热器散热量测定方法》GB/T 13754-2017 规定，散热器标准测试工况为：基准点空气温度为 18℃，大气压力为标准大气压力；辐射散热器进口水温为 75℃，出口水温为 50℃；对流散热器进口水温为 68.75℃，出口水温为 56.25℃；标准过余温度为 44.5 K。根据该标准及供热系统实际运行情况，本标准规定散热器供回水温差不宜小于 20℃，辐射散热器供回水温度宜采用 75℃/50℃；对流型散热器可适当减小供回水温差，供回水温度宜采用 70℃/50℃。目前，一些建筑的散热器供暖系统存在大流量、小温差运行的情况，造成输配能耗偏大的不良后果，因此本标准规定供暖供回水温差不应小于 10℃。

2 本条从对住宅建筑地面辐射供暖的安全、寿命和舒适考虑，规定供水温度不应超过 45℃。从舒适及节能考虑，地面供暖供水温度宜采用较低数值，国内外经验表明，35℃~45℃是比较合适的范围，故作此推荐。

3 根据不同设置位置覆盖层热阻及遮挡因素，确定毛细管网供水温度。

4 国家标准《蒸气压缩循环冷水（热泵）机组第 1 部分：工业或商业用及类似用途的冷水（热泵）机组》GB/T 18430.1-2007 规定，空气源热泵机组的冬季名义工况为室外侧干球/湿球温度为 7℃/6℃，使用侧供回水温度为 45℃/40℃；《低环境温度空气源热泵（冷水）机组第 1 部分：工业或商业用及类似用途的热泵（冷水）机组》GB/T 25127.1-2020 规定，低环境温度空气源热泵机组的冬季名义制热工况为，室外侧干球/湿球温度 -20℃/-13.5℃，低温制热工况为室外干球温度 -20℃，使用侧供回水温度分别按地板辐射型 35℃/30℃、风机盘管型 41℃/36℃、50℃/45℃。设计选用这些设备作为热源时，应综合考虑冷热负荷、初投资及运行费用，经技术

经济比较合理确定机组的供回水温度。最终系统设计供回水温度应与机组在设计工况下的供回水温度一致。

5.4.2 本条为本标准 2014 年版第 5.4.2 条的局部修订条文。对室内供暖方式及系统形式的规定。

共用立管的分户独立循环系统能够满足住宅分户管理、检修、调节的使用需求；且具有公共功能的共用立管、总体调节和检修的阀门、系统排气装置等可以方便地设置在公共空间内，不占据套内空间，不需入户维护管理。此种系统形式经多年实践，证明使用情况良好，已取得许多有益经验。

1 推荐双管异程系统基于以下几点：

1) 跨越管减小 1 号的单管系统，流经散热器的流量仅为总流量的 30%左右，因此单管系统散热器总片数多于双管系统，尤其是垂直系统的底层或水平系统的末端房间，散热器数量过多、占据空间过大。

2) 双管系统各组散热器的进出口温差大，恒温控制阀的调节性能好（接近线性）；而单管系统串联的散热器越多，各组散热器的进出口温差越小，恒温控制阀的调节性能越差（接近快开阀）；见图 7。

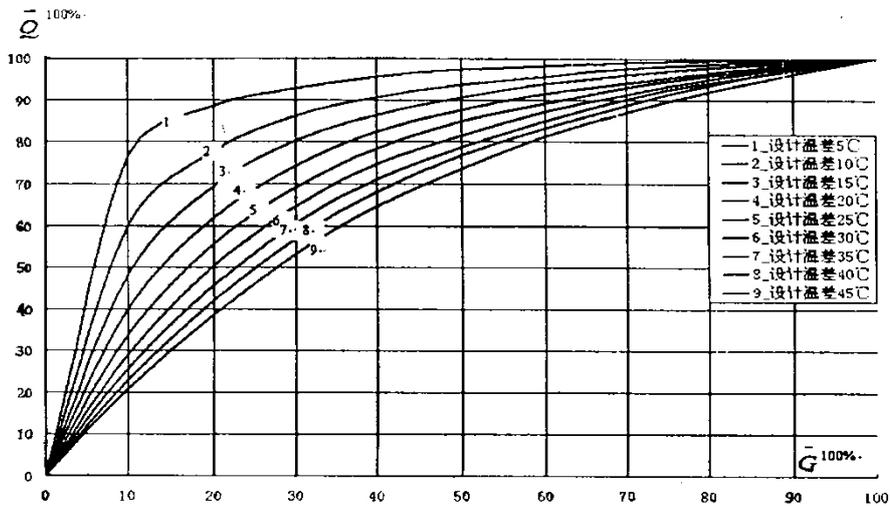


图7 散热器流量和散热量的关系曲线

3) 单管系统相对双管系统，恒温阀口径大、价格高，且目前适合单管系统并且调节性能好的低阻力两通恒温阀和三通恒温阀产品较少。

4) 双管系统能形成变流量水系统，循环水泵可采用变速调节，有利于节能。

5) 对于垂直双管系统，由于采用了室温自动控制装置，可以克服一些竖向失调带来的影响。

6) 单管系统设置跨越管是为了能够对各组散热器进行调节。

7) 串联的散热器不宜超过 6 组，是为了避免阀门对散热器的调节性能过差。

8) 一般认为同程式布置各环路长短一致，能够容易地达到水力平衡，实际并非如此。

以图 8 为例，同程系统通过对两端支路 1 和支路 7 所在环路的平衡计算，可确定供回水干管各段阻力和系统总阻力，以及干管和其他中间支路的节点压力和立管的资用压头。当某支路资用压头过大或过小时，该支路管径将需过小或过大，使系统设计不合理，甚至通过调整管径也无法满足要求，需重新调整干管管径。因此同程式布置的水力平衡必须对每个支环路进行资用压头和实际阻力的校核计算和干管的反复调整，否则不但系统达不到水力平衡，支路阻力较小时可能会有一些支路的资用压头为零或负值，使该支路出现滞留和倒流现象，例如图中 4、5 支路。

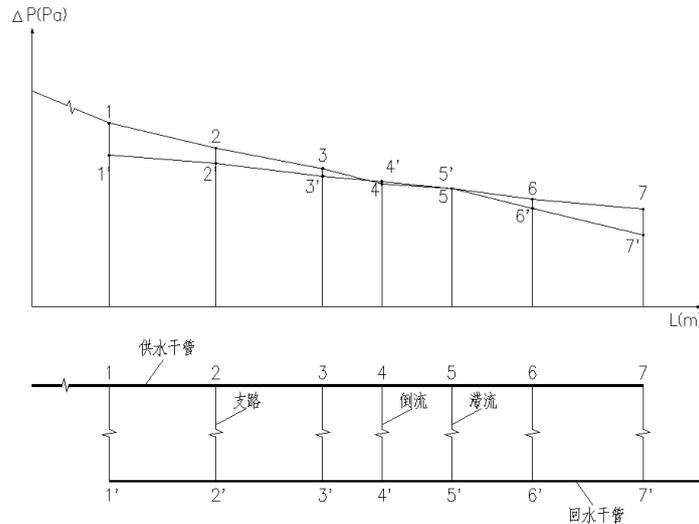


图 8 同程系统布置及管路压力分析图

有文献指出，即使同程系统通过调整管径能够达到管网水力平衡，当末端用户进行调控时，对其他用户的影响较大，即管网的水力稳定性同程系统不如异程系统，尤其是中间支环路。

实际工程中，当因设计计算或其他原因使系统不平衡，一些散热器不热时，异程并联环路通过阀门一般均可调节成功，但同程系统中间支环路（不是典型的并联关系）无法调节成功的实例很多。

对于异程式各环路远近不一致造成不平衡的问题，可在设计时采用适当加大靠近末端的干管管径（干管少变径）解决；既有利于水力平衡，又可增加系统稳定性，且与同程式系统需要较长的回水干管比较，并没有不经济。

上述分析说明，同程式对水力计算的严格程度和复杂程度超过异程式，且同程式难以调节也不经济。因此本条规定室内供热系统的管道布置方式宜采用异程式布置。

2 低温地面辐射供暖是国内发展较快的新型供暖方式，埋管式地面辐射供暖具有温度梯度小、室内温度均匀、脚感温度高等特点，在热辐射的作用下，围护结构内表面和室内其他物体表

面的温度，都比对流供暖时高，人体的辐射散热相应减少，人的实际感觉比相同室内温度对流供暖时舒适得多。在同样的热舒适条件下，辐射供暖房间的设计温度可以比对流供暖房间低 $2^{\circ}\text{C}\sim 3^{\circ}\text{C}$ ，因此房间的热负荷随之减小。

室内家具、设备等对地面的遮蔽，对地面散热量的影响很大。因此，要求室内必须具有足够的裸露面积（无家具覆盖）供布置加热管的要求，作为采用低温地板辐射供暖系统的必要条件。

有关地面辐射供暖工程设计方面规定，应按照国家行业标准《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142 执行。

5.4.3 本条为本标准 2014 版第 5.4.3 条的局部修订条文。对住宅室内水平供暖干管环路及共用立管的布置要求。

本条规定主要为了有利于系统的水力平衡和实现分户热计量。共用立管的分户独立系统，由于各并联的户内系统阻力较大，相对于传统的双管系统，实现水力平衡的条件较好，但仍应重视管道布置和环路划分，并进行水力平衡计算。

5.4.4 本条引用本标准2014版第5.4.4条。对室内供暖系统的水力平衡要求。

由于有外网的水力平衡为基础（见本标准第5.3.4~5.3.7条及其条文说明），且住宅的共用立管系统或地面辐射供暖系统户内支路阻力较高，对室内供暖系统有条件通过设计手段来基本达到水力平衡要求（各并联环路间的压力损失差额不大于15%）。因此首先应合理划分和均匀布置环路，调整管径，严格进行计算。只有在计算结果不满足要求时，才规定采用阀门调节等其他措施，但没有严格限定设置静态平衡阀一种措施。对于以散热器或地面辐射供暖为主的系统，主要指在并联环路（例如住宅分户支路）设置静态平衡阀或采用具有良好调节性能的调节阀，并通过调试达到要求。一些以集中空调为主的居住建筑，根据技术经济比较，也常采用其他调控阀门。当设置静态或自力式平衡阀时，均应满足本标准第5.3.8条的要求。

5.4.5 本条为本标准 2014 版第 5.4.5 条的局部修订条文。室内供暖系统的水力计算。

1 提出了户内系统的计算压力损失的最大建议值，有利于系统水力平衡，也大体上与分户独立热源相适应。

2 限定了应计算重力水头的系统仅为供回水温差较大的散热器供暖系统，且高差也有限定；考虑到空调和地面辐射供暖系统，以及与其合用管网的散热器供暖管道均为小温差供热，重力水头数值较小，且这些系统末端空调设备、地暖埋地管网或散热器恒温阀等阻力较大，重力水头对水力平衡影响不大，并且高差较小时重力水头数值也较小，为减少设计工作量，可不计算。在整个供暖期内，重力水头是变量，取设计条件值的 $2/3$ ，大体上是整个供暖期内的平均值。

3 计算系统的总压力损失，是为了与本标准第 5.3.4 条相对应，达到统筹进行室内外系统整体

设计的目的。

5.4.6 本条引用本标准 2014 版第 5.4.8 条。对散热器选用及外表面涂料的要求。

金属热强度是衡量散热器经济性的一个标志，从几种散热器的金属热强度值来看，铸铁散热器一般为 $0.3\text{W}/(\text{kg}\cdot\text{K}) \sim 0.4\text{W}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ，钢制管柱型散热器为 $0.6\text{W}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ，钢制板型散热器为 $1.0\text{W}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 以上。其中，钢制板型散热器的金属热强度最高。住建部住宅产业化办公室近年来颁布的有关文件，推荐使用的散热器类型依次为钢制板型散热器、钢制柱型散热器和铸铁散热器。

要求选用内腔无砂的铸铁散热器，是为了避免恒温阀等堵塞。

5.4.7 本条为本标准2014版第5.4.7条的局部修订条文。对散热器恒温控制阀的选型与设置要求。

1 散热器恒温控制阀在北方供暖地区已经使用多年，实践证明起到维持房间舒适温度和节能的以下作用，因此一般均应设置：

1) 集中热源总体调节的供热量仅是根据室外温度确定的，实际运行中当某些房间由于太阳照射和人员聚会、使用家电等，产生较大的发热量时，恒温阀能动态调节阀门开度，维持房间温度恒定，充分利用“自由热”。

2) 当人员对室温有不同的需求时，可通过手动改变恒温阀的室温设定值。尤其是在采用分户热计量收费时，起到了显著的节能作用。

3) 由于恒温阀的调节作用，可减少锅炉等集中热源的供热量。在采用双管供暖系统时，恒温阀的调节作用改变了系统的总压差，当供暖循环泵采用变速调节时，可节省水泵耗能。

工程中常在主要房间设置恒温阀，卫生间、厨房等次要房间不设置。此时，由于恒温阀阻力较大，户内各房间水路严重不平衡，造成主要房间不热或次要房间过热现象。因此如果设置恒温控制阀，每组散热器均应设置。

但是在采用通断时间面积法进行分户热计量（热分配）时，户内的用热情况是通过户内系统总管上电动阀的调节（通断）动作进行测量的，因此不能再在散热器上设置其他调节（温控）装置；同时，电动阀通断控制实现了户内室温的总体调节。当采用户用燃气炉的分散式供暖系统时，燃气炉设备自带温度控制器，可实现分户控温，因此也可不设置散热器恒温控制阀。

2 对于散热器恒温控制阀的选用和设置的具体要求：

1) 双管系统采用高阻力恒温控制阀是为了有利于水力平衡。

2) 单管系统各组散热器之间无水力平衡问题，而且为了使跨越管支路和散热器支路获得合理的流量分配，采用两通恒温控制阀时应采用低阻力型。

5.4.8 本条引用本标准2014版第5.4.7条。对散热器安装方式的要求。

散热器罩影响散热器的散热量、散热器恒温阀对室内温度的调节、热分配表分配计的正常工作，因此散热器应明装。

当必须设置散热器罩，应采用感温元件外置式的恒温阀。

5.4.9 本条为本标准 2014 版第 5.4.9 条的局部修订条文。低温热水地面辐射供暖系统室内温度控制方法。

室温可控是分户热计量，实现节能，保证室内热舒适要求的必要条件。也有将温度传感器设在总回水处感知回水温度间接控制室温的做法，控制系统比较简单；但地面被遮盖等情况也会使回水温度升高，同时回水温度为各支路回水混合后的总体反映，因此回水温度不能直接和正确反映室温，会形成室温较高的假象，控制相对不准确；因此推荐将室温控制器设在被控温的房间或区域内，以房间温度作为控制依据。对于不能感受到所在区域的空气温度，如一些开敞大堂中部，可采用地面温度作为控制依据。室温控制器应设在附近无散热体、周围无遮挡物、不受风直吹、不受阳光直射、通风干燥、周围无热源体、能正确反映室内温度的位置，不宜设在外墙上，设置高度宜距地面 1.2m~1.5m。地温传感器所在位置不应有家具，地毯等覆盖或遮挡，宜布置在人员经常停留的位置，且在两个管道之间。

1 室温分环路控制是指对每个房间或功能区分别进行温度控制，达到对每个房间或功能区域温度控制的目的。该室温控制方式可在分水器或集水器处，分环路设置自动调节阀，使房间或区域保持各自的设定温度值；也可在需要控温房间的加热盘管上，安装自力式恒温控制阀，通过恒温控制阀的温度控制器的作用，直接改变控制阀的开度，保持设定的室内温度。为了测得比较有代表性的室内温度，作为温控阀的动作信号，温控阀或温度传感器应安装在室内离地面 1.5m 处。因此，加热管必须嵌墙抬升至该高度处。由于此处极易积聚空气，所以要求自力式恒温控制阀组必须具有排气功能，即在控制阀的局部高点处应有排气装置。

2 总体控制是指在典型房间或典型区域安装有线或无线房间温控器，与在分水器总供水管上的控制阀相连，通过设定或调节典型房间或区域的温度，来达到控制整个户内温度基本均衡的目的。总体控制方式系统简单、投资低，但节能效果不如分环路控制方式好。对住宅建筑采用该法时，设置在分水器或集水器各分支管上的手动调节阀必须具备良好的调节性能，以便实现分室温度调节。

总体控制主要应在分水器总进水管上设置电动控制阀为主，也可采用远程自力式温控阀，但不可采用内置温包型自力式温控阀。因为控制阀直接安装在分水器进口的总管上，内置温包的恒温阀头感受的是分水器处的较高温度，很难感知室温变化，所以一般不予采用。

对需要温度信号远传的调节阀，也可以采用远程调控自力式温度控制阀，但由于分环路控

制时需要的硬质远传管道较长难以实现，一般仅在区域总体控制时使用，将温控器设在分、集水器附近的室内墙面，但通常远程自力式温度控制器关闭压差较小，需核定关闭压差的大小，必要时需采用自力式压差阀保证其正常动作。

热电式控制阀（以下简称热电阀）是依靠驱动器内被电加热的温包膨胀产生的推力推动阀杆关闭流道，信号来源于室内温控器。热电阀相对于空调系统风机盘管常采用的电动两通阀，其流通能力更适用于小流量的地面供暖系统使用，且具有噪声小、体积小、耗电量小、使用寿命长、设置较方便等优点，因此在以住宅为主的地面供暖系统中推荐使用，分环路控制和总体控制都可以使用。

5.4.10 本条为本标准 2014 年版第 5.4.10 条的局部修订条文。对单体建筑供暖工程施工图标注内容的要求。

施工图的各层地面辐射供暖系统平面图中应标注加热管的管径、管长及管间距，是为了便于散热器等末端设备订货与图纸不符时提供准确的选型数据。单体建筑供暖工程热力入口标注供暖系统数据是为了与室外管网工程配合，并选择静态水力平衡阀、自力式流量控制阀或自力式压差控制阀、智能流量控制阀的规格，见本标准第 5.3.8 条及其条文说明。

5.5 通风与空气调节系统

5.5.1 本条为本标准 2014 年版第 5.5.1 条的修订条文。对设置机械通风的规定。

居住建筑的通风设计包括主动式通风和被动式通风。主动式通风指的是利用机械设备动力组织室内通风的方法，它一般要与空调、机械通风系统进行配合。被动式通风（自然通风）指的是采用“天然”的风压、热压作为驱动对房间降温。我省绝大多数地区，过渡季室外气温低于 26℃ 高于 18℃ 的小时数约占 2000h~3500h，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热负荷，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℃~31℃ 时，人在自然通风的条件下仍然会感觉到舒适。因此，建筑设计应充分利用自然通风。

为排除卫生间污浊空气，无窗卫生间应设置排气扇进行机械排风；对于有窗的卫生间，由于夏季的室内气温低于室外气温，在风压、热压的作用下（尤其是高层和超高层住宅），多数时间也无法利用外窗进行有效的自然通风，或者开窗后造成臭气倒灌，污染室内空气；另外，考虑到山东冬季室外气温较低，也不适合进行开窗通风换气。因此，对于住宅建筑的卫生间，无论有无外窗，均要求设置机械排风设施或预留设置机械排风设施的条件，也可结合户式新风系统对卫生间采取机械排风。

5.5.2 本条为本标准 2014 年版第 5.5.6 条的修订条文。对住宅设置新风系统的规定。

近几年，受室外大气环境污染的影响以及随着人民生活水平的改善，住宅设置集中新风系统的越来越多，本条对住宅新风系统设计提出要求。

1 住宅建筑以户型为单位，各户生活习惯不同、经济承受能力不同，对新风、空调系统的要求不一样，采用集中式新风无法体现各户的不同需求。同时，集中式新风系统造价、运行费用均较高，不利于火灾控制。

2 住宅建筑属于低密人群场所，按人均新风量标准设计造成新风量很小，新风气流组织不均匀，难以满足人员卫生需要。《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012 第 3.0.6 条规定了新风居住建筑设计最小换气次数，可遵照执行。

3 住宅新风系统有只排不送的负压式单向流系统、只送不排的正压式单向流系统、又送又排的双向流平衡式系统。负压式单向流系统，是在卫生间、厨房等污染区设置排风装置，在外窗附近设置自平衡式进风口，该方式新风无法进行有效的过滤，已较少采用。正压式单向流系统，可以对新风进行有效的过滤，但现在门窗气密性越来越好，仅向房间送风，无法保证足够的新风量，另外，未经冷热处理的新风送入室内，加大了室内负荷，不利于节能。设置排风热回收的双向流新风系统，可有效避免上述问题。

4 国家标准《热回收新风机组》GB/T 21087-2020 代替《空气—空气能量回收装置》GB/T 21087-2007，热交换效率限值规定如下：

表 8 热回收新风机组热交换效率限值

类型		冷量回收 (%)	热量回收 (%)
全热型	全热交换效率	≥55	≥60
显热型	显热交换效率	≥65	≥70

5 当排风量与新风量的比值 R 过大（新风量小于排风量）时，不能充分吸收排风热量，效率较低；当 R 过小（新风量大于排风量）时，虽然新风吸收排风的热量充分，效率较高，但冬季很容易结露结霜，设计的热回收装置在实际工程中常不能正常运行， R 过小是主要原因之一。保持室内微正压，易于保证室内空气洁净度，减少室外污浊空气渗入。

6 在寒冷的冬季如果结露会出现结霜危险，影响系统工作，尤其在 R 偏小时更容易出现结露结霜现象。经过计算，山东绝大部分地区散湿量一般的空调区（例如 $t=20^{\circ}\text{C}$ 、 $\varphi=30\%$ ），在冬季设计工况下， $R=1$ 时如采用全热能量回收装置，一般不会结露；采用显热能量回收装置则有可能结露，此时可适当减少参与能量回收的新风量（不参与热回收的新风不经过热回收装置或另外设置新风处理机组），新风量减少以 $R=1.33$ 为限，否则热回收效率降低过多， $R=1.33$ 时一般散湿量

的空调区在设计工况下都可以避免冬季结露。对于散湿量较大的空调区，例如游泳馆等，即使 $R=1.33$ 仍然有冬季结露危险。运行中常采用避免结露的控制措施：有旁通的系统可关闭热回收支路，打开旁通支路；如果工程允许，可暂时停止送排风机的运行等。但产生霜冻取决于低温持续时间、空气流量、空气温湿度、热回收器芯体温度和传热效率等多种因素，防霜冻温度取值较难确定，而且停止风机运行也影响使用。为了保证空调系统在绝大部分时间能够正常工作，规定应通过防结露校核计算，如果排风出口空气相对湿度计算值大于等于 100%，应设置预热装置。

7 新风进风侧设置过滤装置是为了防止室外污染空气影响室内空气质量，采用较高洁净度的新风置换室内污浊空气，可降低室内颗粒物浓度，提高室内空气质量。排风侧设置过滤装置是为了保护热回收机芯，防止机芯附着污染物降低热交换效率。

5.5.3 本条为本标准 2014 版第 5.5.2 条的修订条文。对分散式房间空调器能源效率等级的要求。

分散式房间空调器一般由用户自行采购，该条文的目的是要指导用户购买能效比高的产品。如果统一设计和建设单位统一安装，所选择分散式房间空调器应满足相应能效限定值要求的产品。

国家标准《房间空气调节器能效限定值及能效等级》GB12021.3-2010 和《转速可控型房间空气调节器能效限定值及能源效率等级》GB 21455-2013 已统一由《房间空气调节器能效限定值及能效等级》GB 21455-2019 代替，表 9~表 11 分别给出了各类房间空调器的能效等级。采用转速一定型压缩机的热泵型房间空气调节器的全年能源消耗效率（ APF ）、单冷式制冷季节能源消耗效率（ $SEER$ ）应不小于能效等级 5 级的指标值。

采用转速可控型压缩机的热泵型房间空气调节器的全年能源消耗效率（ APF ）、单冷式房间空气调节器制冷季节能源消耗效率（ $SEER$ ）应大于或等于能效等级 3 级的指标值。

对于单冷式房间空气调节器，只考核其制冷季节能源消耗效率（ $SEER$ ）。

低环境温度空气源热泵热风机制热季节性能系数（ $HSPF$ ）应大于或等于能效等级 3 级指标值。其名义制热性能系数（ $COP-12^{\circ}C$ ）不应小于 2.20；低温制热性能系数（ $COP-20^{\circ}C$ ）不应小于 1.80；具有辅助电热装置的机型在室外 $-25^{\circ}C$ 开启辅助电热装置制热时，综合 COP 值不小于 1.8。

表 9 热泵型房间空气调节器能效等级指标值

额定制冷量（CC） W	全年能源消耗效率（ APF ）				
	能效等级				
	1 级	2 级	3 级	4 级	5 级
$CC \leq 4500$	5.00	4.50	4.00	3.50	3.30

额定制冷量 (CC) W	全年能源消耗效率 (APF)				
	能效等级				
	1 级	2 级	3 级	4 级	5 级
4500 < CC ≤ 7100	4.50	4.00	3.50	3.30	3.20
7100 < CC ≤ 14000	4.20	3.70	3.30	3.20	3.10

表 10 单冷式房间空气调节器能效等级指标值

额定制冷量 (CC) W	制冷季节能源消耗效率 (SEER)				
	能效等级				
	1 级	2 级	3 级	4 级	5 级
CC ≤ 4500	5.80	5.40	5.00	3.90	3.70
4500 < CC ≤ 7100	5.50	5.10	4.40	3.80	3.60
7100 < CC ≤ 14000	5.20	4.70	4.00	3.70	3.50

表 11 低环境温度空气源热泵热风机能效等级指标值

名义制热量 (HC) W	制热季节性能系数 (HSPF)		
	能效等级		
	1 级	2 级	3 级
HC ≤ 4500	3.40	3.20	3.00
4500 < HC ≤ 7100	3.30	3.10	2.90
7100 < HC ≤ 14000	3.20	3.00	2.80

5.5.4 本条为本标准 2014 年版第 5.5.3 条的修订条文，对住宅户式集中空调系统空调设备性能参数的要求。

户式集中空调指采用一套空调主机向一套住宅内的多个房间提供空调供暖的方式。户式集中空调根据室内侧空气处理的方式不同，可采用风管式室内机的全空气系统、风机盘管机组的水系统、制冷剂直接蒸发的多联机系统等，其室外侧通常采用风冷式冷热水机组或多联机的室外机。

国家标准《单元式空气调节机能效限定值及能效等级》GB 19576-2019 依据性能系数（单冷型 SEER、热泵型 APF）确定了不同能效等级，其中 3 级为能效限定值，表 12 列出来风冷式单元式空调机能效等级指标值。

国家标准《多联式空调（热泵）机组能效限定值及能效等级》GB 21454-2021 依据最小制冷能效比（EER_{min}）、单冷型 SEER 值、热泵型 APF 值确定了不同能效等级，其中 3 级为能效限定值。表 13 列出了风冷热泵型多联机能效等级指标值。

表 12 风冷式单元式空调机能效等级指标值

额定制冷量 (CC) W	单冷型 SEER (Wh/Wh)			热泵型 APF (Wh/Wh)		
	能效等级			能效等级		
	1 级	2 级	3 级	1 级	2 级	3 级
7100<CC≤14000	4.50	3.80	2.90	3.50	3.10	2.70
CC≥14000	3.60	3.00	2.70	3.40	3.00	2.60

表 13 风冷热泵型多联机能效等级指标值

名义制冷量 (CC) W	能效等级					
	1 级		2 级		3 级	
	EER_{min} (W/W)	APF (Wh/W.h)	EER_{min} (W/W)	APF (Wh/W.h)	EER_{min} (W/W)	APF (Wh/W.h)
CC≤14000	3.50	5.20	2.80	4.40	2.00	3.60
14000<CC≤28000	—	4.80	—	4.30	—	3.50
28000<CC≤50000	—	4.50	—	4.20	—	3.40
50000<CC≤68000	—	4.20	—	4.00	—	3.30
CC>68000	—	4.00	—	3.80	—	3.20

5.5.5 本条为本标准 2014 版第 5.5.4 条的修订条文，对集中空调系统冷源设备性能参数的限值规定。

采用集中式空调供暖系统，一般指采用电力驱动蒸汽压缩循环冷水机组、吸收式冷（温）水机组、水（地）源热泵机组作为集中冷热源站，为建筑或建筑群进行夏季供冷、冬季供暖的系统形式。居住建筑中的公寓、养老建筑等采用集中空调系统已较为普遍，住宅建筑不提倡设置集中空调系统，但部分住宅小区也有采用集中空调的方式。对于集中空调、供暖系统的居住建筑，其冷源能效的要求应该等同于公共建筑的规定。为方便使用，相关限定值选取了现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 和山东省工程建设标准《公共建筑节能设计标准》DB37/ 5155 中相应规定的较大值，分别列于表 14~表 17 中。

水（地）源热泵机组根据全年综合性能系数（ACOP）进行能效等级划分，见表 18，其中 2 级能效值为节能评价价值。设计采用水（地）源热泵系统式，所选用水地源热泵机组的全年综合性能系数（ACOP）不得低于节能评价价值要求。

表 14 名义制冷工况和规定条件下冷水（热泵）机组性能系数（COP）限定值表值与通规核对

类 型	名义制冷量 CC(kW)	定频机组性能系数 COP(W/W)	变频机组性能系数 COP(W/W)
-----	-----------------	----------------------	----------------------

水冷	活塞式/涡旋式	$CC \leq 528$	5.30	4.20
	螺杆式	$CC \leq 528$	5.30	4.47
		$528 < CC \leq 1163$	5.60	4.85
		$CC > 1163$	5.80	5.23
	离心式	$CC \leq 1163$	5.70	4.84
		$1163 < CC \leq 2110$	6.00	5.20
$CC > 2110$		6.20	5.39	
风冷或蒸发冷却	活塞式/涡旋式	$CC \leq 50$	3.00	2.50
		$CC > 50$	3.00	2.70
	螺杆式	$CC \leq 50$	3.20	2.60
		$CC > 50$	3.20	2.79

表 15 冷水（热泵）机组综合部分负荷性能系数（IPLV）限定值

类型		名义制冷量 CC (kW)	定频机组 综合部分负荷性能系数 $IPLV$ (W/W)	变频机组 综合部分负荷性能系数 $IPLV$ (W/W)
水冷	活塞式/涡旋式	$CC \leq 528$	5.25	6.30
	螺杆式	$CC \leq 528$	5.65	6.50
		$528 < CC \leq 1163$	6.00	6.90
		$CC > 1163$	6.30	7.25
	离心式	$CC \leq 1163$	5.60	7.22
		$1163 < CC \leq 2110$	5.85	7.61
$CC > 2110$		6.20	8.06	
风冷或蒸发冷却	活塞式/涡旋式	$CC \leq 50$	3.60	3.60
		$CC > 50$	3.70	3.70
	螺杆式	$CC \leq 50$	3.60	3.60
		$CC > 50$	3.70	3.70

表 16 直燃型溴化锂吸收式冷（温）水机组的性能系数限定值

名义工况		性能系数 COP_{zx} (W/W)	
冷（温）水进/出口温度 (°C)	冷却水进/出口温度 (°C)	制冷	供热
12/7（供冷）	30/35	≥ 1.30	—
—/60（供热）	—	—	≥ 0.90

表 17 水冷式制冷机组冷源系统综合性能系数 (SCOP) 限定值

类型		名义制冷量 CC (kW)	冷源系统综合性能系数 (SCOP)	
			定频机组	变频机组
冷水 (热泵) 机组	涡旋式	$CC \leq 528$	3.50	
	螺杆式	$CC \leq 528$	4.10	3.90
		$528 < CC < 1163$	4.40	4.20
		$CC \geq 1163$	4.60	4.40
	离心式	$CC \leq 1163$	4.50	4.20
		$1163 < CC < 2110$	4.70	4.40
$CC \geq 2110$		4.80	4.50	
单元式、风管送风式、屋顶式空调机组	不接风管	$7.1 < CC \leq 14$	3.00	
		$CC > 14$	2.90	
	接风管	$7.1 < CC \leq 14$	2.80	
		$CC > 14$	2.70	
直燃机组		—	1.15	

表 18 水 (地) 源热泵机组能效等级

类型		名义制冷量 CC (kW)	全年综合性能系数 $ACOP(W/W)$		
			1 级	2 级	3 级
冷热风型	水环式	—	4.20	3.90	3.50
	地下水式	—	4.50	4.20	3.80
	地埋管式	—	4.20	3.90	3.50
	地表水式	—	4.20	3.90	3.50
冷热水型	水环式	$CC \leq 150$	5.00	4.60	3.80
		$CC > 150$	5.40	5.00	4.00
	地下水式	$CC \leq 150$	5.30	4.90	3.90
		$CC > 150$	5.90	5.50	4.40
	地埋管式	$CC \leq 150$	5.00	4.60	3.80
		$CC > 150$	5.40	5.00	4.00
	地表水式	$CC \leq 150$	5.00	4.60	3.80
		$CC > 150$	5.40	5.00	4.00

5.5.6 本条为本标准 2014 年版第 5.5.7 条的局部修订条文。空调末端设备的室温控制。

要求风机盘管具有一定的冷、热量调控能力，既有利于室内的正常使用，也有利于节能。

三速开关是常见的风机盘管的调节方式，由使用人员根据自身的体感需求进行手动的高、中、低速控制。对于大多数居住建筑来说，这是一种比较经济可行的方式，可以在一定程度上节省冷、热消耗。但此方式的单独使用只针对定流量系统，这是设计中需要注意的。

采用人工手动的方式，无法做到实时控制，也不满足本标准对空调自控的要求。集中冷源的空调系统，风机盘管常采用温度自动控制水路电动两通阀开闭的方式，也有采用温度自动控制风机启停方式的。由于以下原因，规定采用前者：

- 1) 保证房间的气流组织，温控精度相对较差；
- 2) 末端设备如果不装设水路调节阀，而空调冷（热）水循环泵通过台数调节或变频调节流量减少时，系统总流量减少很多，但仍按比例流入不需供冷（热）的末端设备，会造成供冷（热）需求较大的末端设备的供冷（热）不满足要求。当水泵为定流量运行时，由于水泵运行台数减少，尽管总水量减少，但无电动两通（调节）阀的系统其管网曲线基本不发生变化，运行的水泵还有可能发生单台超负荷情况，严重时还会出现事故，因此规定应设置温控水路电动两通（调节）阀。
- 3) 用户采用独立户式冷水机组时，由于仅设置一台水泵，且系统较小，常间断运行，对节能影响不大，温控方式不做强行规定。

6 给水排水

6.1 一般规定

6.1.1 本条在本标准 2014 年版第 6.1.1 条款基础上发展而来。城市给水管网供水和建筑物加压供水，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。国家相关标准已对给水排水系统设计和节水设计有了详细规定，因此本标准仅对涉及节约建筑物给水排水水泵能耗、生活热水加热能耗等做出相应规定，其余均应按相关规范标准规定执行。

6.1.2 本条为本标准 2014 年版第 6.1.2 条的局部修订条款。用水点尤其是洗浴设施处冷水、热水供水压力平衡和稳定，能够减少水温初调节时间，避免洗浴过程中忽冷忽热，有利于节能节水。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系统阻力（见本标准第 6.3.9 条），淋浴器处设置能自动调节水温功能的混合器、混合阀等。

6.1.3 本条为本标准 2014 年版第 6.1.3 条的局部修订条款。节水器材、器具指满足节水性能的卫生器具、水嘴、淋浴器等。

6.1.4 本条为新增条文。计量装置设置指在居住小区内各类生活供水系统（包括给水、中水、热水、直饮水等）的住宅入户管、各栋单体建筑引入管上设置计量水表，小区内其他建筑根据不同使用性质及计费标准分类要求分别设置计量水表。

6.1.5 本条为新增条文。对于采用集中空调的居住建筑，其冷却塔节水节能属于该建筑节能的重要组成部分，本条对于冷却塔节水节能设计提出了要求。

6.2 生活给水排水

6.2.1 本条在本标准 2014 年版第 6.2.1 条款基础上发展而来。设有市政给水或小区给水等供水管网的建筑，充分利用供水管网的水压直接供水，既可减少二次加压水泵能耗，又可减少居民生活饮用水水质污染。

6.2.2 本条为本标准 2014 年版第 6.2.2 条的局部修订条款。建筑各类供水系统包括给水、中水、热水、直饮水等（下同）。供水系统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及使用时的节水节能要求。

各分区最低卫生器具配水点指同一立管的每层各户分支处，其静水压力要求与现行国家标准一致。在部分工程给水设计中，为简化系统，按照最高区水压要求设置一套供水加压泵组，再将低区的多余水压采用减压或调压设施消除，显然，被消除的多余水压属于无效能耗，因此该设计

方案不宜采用。对于高层居住建筑，供洗浴和饮用的给水系统用水量较大，完全有条件分区设置加压水泵，避免或减少无效能耗。

限制用水点供水压力，既节约了用水，也降低了加压水泵流量和功率，还节省了生活热水加热能耗。

6.2.3 本条为本标准 2014 年版第 6.2.3 条的局部修订条款。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。从节能节水角度比较，上述四种常用供水方式中，高位水箱供水和管网叠压供水占有优势。但在工程给水设计中，在考虑节能节水的同时，还需兼顾其他因素，例如顶层用户水压要求、市政水压等供水条件、供水安全可靠、用水二次污染、当地水务部门规定要求等因素来确定加压供水方式。

6.2.4 本条在本标准 2014 年版第 6.2.5 条款基础上发展而来。水泵能耗在给水排水系统能耗中占有很大比重，因此水泵选择应在管网水力计算基础上进行，以保证水泵选型正确，水泵工作在高效区。变频调速泵在额定转速时的工作点，应位于水泵高效区末端（右侧），以使水泵大部分时间在高效区运行。

选择具有随流量增大，扬程逐渐下降特性的供水加压泵，能够保证水泵工作稳定、并联使用可靠，有利于节水节能。

6.2.5 本条在本标准 2014 年版第 6.2.6 条款基础上发展而来。水泵房宜设置在建筑物或建筑小区的中心部位是为了减少输送管网长度，降低压力损失。当水泵和吸水水箱（池）设置在建筑物地下室时，吸水水箱（池）宜设置在最接近地面上用水点的地下室上部位置，尽量减少水泵提升高度。但水泵房位置还必须满足隔声和隔振等要求，避免在贴邻居室正下方设置水泵；必要时可将吸水水箱（池）设置在地下室上部，水泵设置在远离居室的地下室下部。

6.2.6 本条为本标准 2014 年版第 6.2.7 条的局部修订条款。本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。此做法既浪费能源又不安全。因此，应采用重力流将上述污废水直接排入室外污水管网。

6.3 生活热水

6.3.1 本条在本标准 2014 年版第 6.3.1 条款基础上发展而来。生活热水供应系统包括集中系统和分户独立系统。根据山东省居民生活水平现状，不论建筑标准高低、不论生活热水采用集中供应或分散供应，热水供应都是建筑必需，其系统形式和热源选择均应在建筑设计阶段在节能原则下统一考虑。因此，新建建筑应设计生活热水供应系统，其热源应按下列原则选用：

1 首选热源

太阳能作为一种主要的可再生能源，在山东省建设工程得到了普遍应用，取得了良好的节能效果。山东省要求：新建高度 100m 及以下的居住建筑，应采用太阳能热水系统。现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021 规定：新建建筑应安装太阳能系统。因此应首选太阳能为生活热水供应系统提供主要热源。

2 限制使用的热源形式

1) 蒸汽能量品位要远高于热水，采用燃气或燃油锅炉将水由低温状态加热至蒸汽，再通过热交换转化为生活热水是能量的高质低用，能源浪费很大，除非有其他用汽要求，否则应避免采用。

2) 直接采用电加热是对高品质二次能源的降级使用，相同热值的电能换算成耗费标煤量约为燃气相当标煤量的 3.3 倍，因此不宜采用容积式直接电加热作为生活热水系统的主体热源（不包括居民自行设置的仅在集中热源检修期使用的备用电热水器），但即热式电热水器除外。即热式电热水器具有靠近用水点、无储热散热损失、无输配散热损失等优点，用热水时无需提前预热，不存在预热时散热损失，既能够实现节电节水，又能够提高用户满意度。设计时应注意考虑用电容量。

6.3.2 本条为新增条文。用户采用太阳能生活热水作为生活热水热源时，设计应符合以下要求：太阳能生活热水系统通常由太阳能集热器、储热水箱、循环水泵、连接管道、控制系统和辅助能源加热设备组成。

1 日均用热量宜按照《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB 50364-2018 表 5.4.2-1 中用水定额下限值选取。

居民生活热水主要应用于洗浴、洗衣、厨房用热水（洗菜、清洗餐具等）等日常活动。其中，洗浴用热量是日常用热量的主要部分。为避免系统设计偏大，平均日热水用水定额取值可参考《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB 50364-2018，并宜取标准下限值。

表 19 热水用水定额

序号	建筑物类型		单位	用水定额 (L)		使用时间 (h)
				最高日	平均日	
1	住宅	II 有自备热水供应和淋浴设备	每人每日	40~80	20~60	24
		III 有集中热水供应和淋浴设备		60~100	25~70	24
2	别墅		每人每日	70~110	30~80	24
3	酒店式公寓		每人每日	80~100	65~80	24
4	宿舍	I 类、II 类	每人每日	70~100	40~55	24 或定时

序号	建筑物类型	单位	用水定额 (L)		使用时间 (h)
			最高日	平均日	
	III类、IV类	每人每日	40~80	35~45	供应

2 太阳能热水系统热损比大于 0.6 的，不宜采用集中式热水供应系统。

根据现行行业标准《民用建筑绿色性能计算标准》JGJ/T 449，系统设计与评价指标应从工程意义以及考察重要性出发，太阳能热水系统热损比为其中的重要指标。尽可能减少太阳能热水系统散热损失，可促进系统对热量有效利用，系统热损比越小，能够反映系统具有越好热性能。因此，为减少太阳能热水系统散热损失造成的太阳能和辅助能源浪费，应将系统散热损失控制在合理范围内，根据实际工程测试结果和模拟计算分析，太阳能热水系统热损比应不大于 0.6。当太阳能热水系统热损比大于 0.6 时，考虑系统综合热效益与经济性，不宜采用集中式热水供应系统。

3 采用分散辅热且辅热热源位置尽可能靠近用水点。

根据《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB 50364-2018，太阳能热水系统可按系统的集热与辅热方式分为三类：集中集热—集中辅热系统、集中集热—分散辅热系统、分散集热—分散辅热系统。由于太阳能集热效率最高时段和用户用热水时段存在时间差，当太阳能集热量无法满足用户用热量需求时，则开启辅助热源，此时辅助加热设备越靠近用水点，输送散热损失越小。同时工程实测数据也表明，分散辅热系统相较集中辅热系统热性能更优。因此，采用分散辅热式系统，同时使辅助热源尽可能靠近用水点（如即热式辅助加热设备），既可提升系统热性能，又可缩短用户用上热水时间，提升用户满意度。

4 宜采用定时循环方式。

根据住宅建筑生活热水调查，18:00~23:00 为全天用热水高峰，6:00~9:00 存在用热水小高峰。对于集中集热—分散辅热系统，宜采用分时循环策略，综合考虑集热水箱、储热水箱、末端用户侧水箱等综合效益进行合理设置，避免低用水负荷时开启循环，造成管道循环热损失。在同样较好保温条件下，8h 循环系统的散热量仅为 24h 循环系统的 1/3。当末端无水箱时，可在末端即热式辅助加热设备中设置温度控制器，当水温低于设定用水温度时，预热水流经辅助加热设备，加热至用水温度后，流向用户；当水温高于设定用水温度时，预热水通过三通阀不流经加热器，直接流向用户。

5 太阳能有效利用率不小于 42%。

太阳能有效利用率指由太阳能提供的生活热水热量的比例。根据“两进两出”能量平衡关系，计算太阳能有效利用率时应扣除系统热损失量，表征将采集的太阳能尽可能地输送到用户端被有

效利用，是衡量系统热性能的重要指标。通过吨热水成本权衡判断，系统太阳能有效利用率应不小于 42%。

另外，太阳能热水系统热损比 μ 为系统年热损失量与用户年用热量之比。太阳能有效利用率 η_r 为系统年热利用量（即集热系统年得热量与系统年热损失量之差）集热系统年得热量之比。

6.3.3 本条为新增条文。引自现行行业标准《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26，对用户式燃气炉作为生活热水热源时的热效率规定。

6.3.4 本条为新增条文。引自现行行业标准《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26 和本标准第 5.2.3 条，对采用燃气锅炉作为生活热水热源时的热效率规定。

6.3.5 本条为新增条文。引自现行行业标准《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26 对采用空气源热泵热水机作为生活热水热源时的能效规定。为了有效规范国内热泵热水机（器）市场及加快设备制造厂家技术进步，现行国家标准《热泵热水机（器）能效限定值及能效等级》GB 29541 将热泵热水机能源效率分为 1、2、3、4、5 五个等级，1 级表示能源效率最高，2 级表示达到节能认证最小值，3、4 级代表了我国热泵热水机平均能效水平，5 级为标准实施后市场准入值。本条的能源效率等级数据是依据现行国家标准《热泵热水机（器）能效限定值及能效等级》GB 29541 中能效等级 2 级编制，在设计和选用空气源热泵热水机组时，推荐采用达到节能认证的产品。摘录自现行国家标准《热泵热水机（器）能效限定值及能效等级》GB 29541 中热泵热水机（器）能源效率等级见表 20。

表 20 热泵热水机（器）能源效率等级指标

制热量 (kW)	型式	加热方式		能效等级 COP (W/W)				
				1	2	3	4	5
H<10	普通型	一次加热式、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	一次加热式、循环加热式		3.80	3.60	3.40	3.20	3.00
H≥10	普通型	一次加热式		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	一次加热式		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

空气源热泵热水机组较适用于夏季和过渡季节总时间长的地区。山东地区使用时需要考虑机组的经济性与可靠性；在室外温度较低的工况下运行，致使机组制热 COP 太低，失去热泵机组

节能优势时就不宜采用。

选用空气源热泵热水机组制备生活热水时应注意热水出水温度，在节能设计的同时还要满足现行国家标准对生活热水的卫生要求。一般空气源热泵热水机组热水出水温度低于 60°C，为避免热水管网中滋生军团菌，需要采取措施抑制细菌繁殖。如定期每隔 1 周~2 周采用 65°C 的热水供水 1 天，抑制细菌繁殖生长，但同时必须有用水时防止烫伤的措施，如设置混水阀等，或采取其他安全有效的消毒杀菌措施。

6.3.6 本条为新增条文。引自现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 对采用户式电热水器作为生活热水热源时的能效规定。

6.3.7 本条在本标准 2014 年版第 6.3.7 条款基础上发展而来。为避免使用热水时需要放空大量冷水而造成水和能源浪费，集中生活热水供应系统应设置循环加热系统。根据《住宅设计规范》GB 50096-2011 第 8.2.4 条第 3 款的规定要求，为保证不循环的供水支管长度不超过 8m，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；户内采用设在厨房的燃气热水器时，设户内热水循环系统，循环水泵控制可以采用用水前手动开闭或定时关闭方式。

6.3.8 本条为本标准 2014 年版第 6.3.8 条的局部修订条款。集中生活热水的供水温度越高，管内外温差和热损失越大。同时为防止结垢，因此给出最高设计温度的限制。在保证配水点水温的前提下，可根据热水供水管线长短、管道保温等情况合理确定合适的出水温度，以减小管内外温差，减少热损失，节约能源。

6.3.9 本条为本标准 2014 年版第 6.3.9 条的局部修订条款。本条规定了热水加热设备选择和设计的基本要求。本条包括太阳能热水系统辅助热源的加热设备。选择低阻力的加热设备，是为了保证冷热水用水点的压力平衡。热效率高、换热效果好保证了水加热设备的正常运行，提高了设备节能效果。设置自动温控装置是为了保证水温恒定，提高热水供水品质并有利于节能节水。

6.3.10 本条为本标准 2014 年版第 6.3.10 条的局部修订条款。为保证热水供应系统的热损失，减少热水能耗，需对系统中的主要部件采取保温措施。热水供回水管、水加热器、热水储水箱时热水供应系统的主要部件，做好保温可降低热水系统能耗。

6.3.11 本条为新增条文。将直埋管道埋设在冰冻线以下，可避免冬季管道破裂，保证热水供水安全。

6.3.12 本条为新增条文。生活热水系统在给水排水系统中节能潜力最大，对热水系统监测和控制是给水排水节能的重要手段。系统控制的基本原则包括：设备尽可能保持高效运行；同型号设备的运行时间尽量接近以保持同样的运行寿命；满足用户侧低负荷运行的需求。

设备运行状态的监测及故障报警是系统监控的一项重要内容。

集中热水供应系统采用风冷热泵等作为热源，当装机数量多于3台时采用机组群控方式，可优化运行效果，提高系统综合能效。

7 电气

7.1 一般规定

7.1.1 本条为新增条文。电气系统方案设计阶段，制定合理的供配电系统方案非常重要。如合理确定供电中心，将配变电所建在靠近负荷中心位置；进行负荷计算，以负荷计算为设计依据，确定变压器的容量和数量等内容。

7.1.2 本条沿用本标准 2014 版第 7.1.11 条。随着科技的快速发展，节能技术、设备也在不断地提高和发展，居住建筑应在工程设计过程中采用高效率、低能耗、性能先进、耐用可靠的电气装置。

7.2 供配电系统

7.2.1 本条为本标准 2014 版第 7.1.1 条的局部修订条款。变电所不宜设在住宅建筑下的最底层，主要是防水防潮，特别是多雨、低洼地区防止水流倒灌。当只有地下一层时，应抬高变电所地面标高。室外变电所的外侧指独立式变电所的外墙或预装式变电站的外壳。变电所不应设在住户的正上方、正下方及贴邻，主要考虑变电所所产生的噪声、振动及电磁污染的影响。变电所如设在这些位置，需采取电磁屏蔽处理措施，增加了投资，于节能不利，故对变电所的设置位置做严格要求。

7.2.2 本条在本标准 2014 版第 7.1.2 条基础上发展而来。按照靠近负荷中心的原则确定居住小区供配电系统的总变电所与分散配置的变电所的布置方案，以节省低压配电主干线路材、降低电能损耗、提高电压质量。《供配电系统设计规范》GB 50052--2009 第 4.0.8 条规定“配变电所应靠近负荷中心”；《城市配电网规划设计规范》GB 50613--2010 第 5.8.5 条规定“低压（0.4kV）配电网供电半径不宜超过 150m”；《全国民用建筑工程设计技术措施》（电气部分）2009 第 3.1.3 条第 2 款规定“低压线路的供电半径应根据具体供电条件，干线一般不超过 250m”；对大型公共建筑，变配电所位置设置合适，低压供电半径可以控制在允许的 150m，有些建筑因造型业态等因素影响时允许适当放宽 50m，所以综合考虑规定供电半径不宜超过 200m 比较合适。末级终端配电距离在实际设计中应该能够做到，参照《全国民用建筑工程设计技术措施》（电气部分）2009 第 5.2.5 条第 2 款，“分支线供电半径宜为 30m~50m”的相关要求。

7.2.3 本条在本标准 2014 版第 7.1.3 条基础上发展而来。设置集中无功补偿装置并采取谐波抑制措施，是电网安全的需要，也是节能降耗、经济运行的需要，功率因数补偿宜达到 0.95 以上。

变压器是供配电系统的主要设备，空载损耗和负载损耗是变压器的主要损耗，因此要选用低损耗的节能变压器。现行国家标准《电力变压器能效限定值及能效等级》GB 20052 规定了配电变压器能效限定值及节能评价值，选用的变压器应达到能效等级 2 级及以上的要求。采用 D_{yn}11 接线组别的变压器，有利于抑制谐波电流。变压器在条件允许的情况下，优先选择非晶合金铁心型低损耗变压器，以减少更多的空载损耗。

7.2.4 本条为新增条文。提高产品的能源利用效率是电气和照明节能的基础手段，现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021 第 3.3.1 条做了相关规定。本条要求建筑中使用的电动机、交流接触器和照明产品的能效水平要严于现有产品标准中规定的能效限定值（或能效等级 3 级）的数值要求。

7.2.5 本条在本标准 2014 版第 7.1.4 条基础上发展而来。设备容量较大时，根据当地供电电源等级，宜采用 20(10)kV 供电，目的是降低线路损耗。《民用建筑电气设计标准》GB 51348 第 3.4.1 条也有相关规定。

7.2.6 本条沿用本标准 2014 版第 7.1.5 条。本条依据《建筑照明设计标准》GB 50034-2013 第 7.2.3 条，作为绿色建筑电气设计应尽量达到此指标，使三相负荷比较均衡，以使各相电压偏差不致差别太大。

7.2.7 本条沿用本标准 2014 版第 7.1.6 条。电缆线芯截面小则线路阻抗大，电能损耗大，但安装投资小；反之线芯截面越大则线路阻抗越小，电能损耗越小，运行费用越小。经济电流就是使输电导线在运行中，电能损耗、维护费用和建设投资等各方面都是最经济的。IEC 标准 287-3-2-1995《电力电缆线芯截面的经济最佳化》根据不同的年最大负荷利用小时数，推荐选用不同的材质和每平方毫米通过的安全电流值。按经济电流选择电缆截面，通常大于按载流量所选的截面 1 级~2 级，由于减少了电能损耗产生的费用（电费、电缆损耗），初期投资增加部分一般仅需 2 年~4 年即可收回。

7.2.8 本条沿用本标准 2014 版第 7.1.7 条。居住建筑套内电源布线选用铜芯导体，除考虑其机械强度、使用寿命等因素外，还考虑到导体的载流量与直径，铝质导体的载流量低于铜质导体。目前居住建筑套内 86 系列的电源插座面板占多数，一般 16A 的电源插座回路选用 2.5mm² 的铜质导体电线，如果改用铝质导体，要选用 4mm² 的电线。三根 4mm² 的电线在 86 系列接线盒内接电源插座面板，施工起来比较困难。高层居住建筑中明敷线缆包括电缆明敷、电缆敷设在电缆桥架里和电线穿保护导管明敷：其阻燃类型应根据敷设场所的具体条件选择。

7.2.9 本条在本标准 2014 版第 7.1.8 条基础上发展而来。建筑物使用寿命为 50 年或 70 年，而一般线缆使用寿命为 25 年。建筑物选择与之同寿命的电线电缆，能在建筑物全寿命周期内最大限

度的节约能源，保护环境，减少污染和浪费，实现“双碳”目标，满足当下节能环保的相关要求，还可省去二次更换线缆的麻烦，更大限度地杜绝普通电线电缆因年久老化失修引起的电气火灾。住房和城乡建设部发布的行业标准《额定电压 0.6/1kV 双层共挤绝缘辐照交联无卤低烟阻燃电力电缆》JG/T 442 和《额定电压 450/750V 及以下双层共挤绝缘辐照交联无卤低烟阻燃电线》JG/T 441，提出了 70 年使用寿命的线缆要求。本标准要求 100 米以上超高层居住建筑应采用与建筑物同寿命电线电缆，其他居住建筑宜采用与建筑物同寿命电线电缆。

7.2.10 本条在本标准 2014 年版第 7.1.9 条基础上发展而来。分户计量是贯彻节能的重要措施，居住建筑中住宅应采用一户一表计量方式。一般住户电源线路规格较小，过长距离供电致使电能损耗增加。18 层及以上的住宅，电表分层集中设置有利于减少线路损耗，但应与地方供电部门协商确定。

7.2.11 本条沿用本标准 2014 年版第 7.1.10 条。本条为引入公共建筑节能设计要求。

7.3 照明系统

7.3.1 本条在本标准 2014 年版第 7.2.1 条基础上发展而来。对于住宅建筑的公共区域照明，均应安装节能型自熄开关，并可根据工程具体情况采取声控、光控、定时控制、感应控制等一种或多种集成的控制装置。人体移动感应加光控延时自熄开关被误触发的可能性较小，光源启动次数较少、开灯时间占空比很低，利于节能，且人体移动感应通常采用红外探测方式时的灵敏度、可靠性也满足工程应用，建议在工程中优先采用。一般的声光控延时自熄开关，经常会被多种声响误触发，实际光源启动次数较多、开灯时间占空比增加，不利于节能，如果使用，须配合能承受较频繁开关的节能光源。采用 LED 灯可在保证适当照明水平及照明质量时降低能耗，从而达到节能的目的。

7.3.2 本条在本标准 2014 年版第 7.2.2 条基础上发展而来。照明功率密度（LPD）是照明节能的重要评价指标。本条照明功率密度要求主要是针对居住建筑公共设施和全装修居住建筑每户。

7.3.3 本条在本标准 2014 年版第 7.2.3 条基础上发展而来。在满足房间功能要求的情况下，应以优先利用天然采光为照明设计的首要原则。天然采光条件一般指邻近外窗、采光井、采光天窗等，天然采光设施一般指导光管、反光板、反光镜、集光装置、楼镜窗、导光等装置。照明设计时，根据照明部位的自然环境条件，结合天然采光与人工照明灯具的布置形式，合理采取分区分组控制措施。有条件时，在天然采光的区域配置感光控制设施，当室内光线随着室外天然采光的强弱变化时，感光器根据设定的人工照明照度标准值，可自动点亮或关闭具有天然采光条件或天然采

光设施区域的灯具，达到节能效果。

7.3.4 本条沿用本标准 2014 版第 7.2.4 条。在设计居住小区的道路、景观照明时，应根据实际投资情况和小区道路、景观照明需求情况，优先选择 LED 等节能光源，有条件时宜选择太阳能或太阳能风能一体灯具；控制可选择采用自然光感应控制、时间继电器定时开关控制、编程智能控制等多种方式，在需要的时间、地点提供适用的照度，控制白天不必要的开灯和夜间输出适合的光通量。

7.3.5 本条为新增条文。随着各类电力电子设备在建筑中日益广泛应用，由此产生的谐波电流对供电系统的影响，引起了人们的高度关注及重视。谐波不仅增加了供电系统的电能损耗，而且对供电线路及设备产生危害。本条规定明确了谐波含量应符合现行国家标准《电磁兼容限制谐波发射限值》GB17625.1 规定的 C 类、A 类和 D 类设备的谐波电流限值要求。

7.4 智能控制系统

7.4.1 本条沿用本标准 2014 版第 7.3.1 条。合理选用电梯参数，采用节能型和具有开放协议接口的电梯。乘客电梯宜选用永磁同步电机驱动无齿轮曳引机，并采用调频调压（VVVF）控制技术和微机控制技术。对于高速电梯，在资金充足的前提下，优先采用“能量再生型”电梯，从而提高电梯的运行效率。

7.4.2 本条沿用本标准 2014 版第 7.3.3 条。地下车库设置一氧化碳检测装置，检测到车库空气一氧化碳含量超标时可以自动启动排风设备，保证地下车库的空气质量不危害使用者的身体健康。

7.4.3 本条在本标准 2014 版第 7.3.4 条基础上发展而来。水泵和风机在民用建筑中应用数量众多，分布面极广，也是最主要的耗电设备。而这些设备都是长期连续工作，常常处于低负荷及变负荷运行状态，其节能潜力巨大，应采取变频控制（变速变流量调节），提高水泵风机的可控性，加快响应速度，提高控制精度，使其高效运行。变频控制可以有效地减轻磨损，延长设备使用寿命，降低噪声，大大改善启动性能，也能够节约能源，从而产生巨大的经济效益。

7.4.4 本条为新增条文。智能家居控制系统包含：灯控子系统、空调子系统、安全子系统等，可设定多种情景模式，可实现灯管场景转换、室内温湿度调节、为家用电器配置更好地能效管理，在提高舒适性的同时，有效降低住宅照明系统的能耗。

7.4.5 本条为新增条文。目前新建住宅小区配建停车位按 100%建设充电设施或预留建设安装条件。目前相关规范、标准根据已投入运行的电动汽车充电设施数据，明确了电动汽车充电设施的电气设计参数如需要系数的选取、变压器规格的选取等。需要系数取值过高，变压器计算容量偏

大，设备运行时变压器的负载率就偏低，反之亦然。通过增加电动车充电桩充电控制策略等智能控制措施，如电气汽车有序充电技术，通过运用有效的技术措施引导调控电动汽车在特定时间进行充电，对电网负荷曲线实现削峰填谷，降低大量电动汽车充电对电网的冲击，降低峰期电动汽车充电负荷，能有效降低充电桩的需要系数，从而降低了充电桩变压器安装容量，提高了充电桩变压器的利用效率。

8 可再生与清洁能源利用

8.1 一般规定

8.1.1 各地区建筑能源的自然禀赋和建筑条件不同，应根据当地的资源条件和建筑系统特点，优先应用可再生与清洁能源。保证建筑可再生能源应用系统的节能减碳与经济效益。

本次修编前七章是在《居住建筑节能设计标准》DB37/ 5026-2014的基础上进行的。结合现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015和我省可再生能源禀赋与空气源热泵等清洁能源利用的自然条件，新增了本章。为居住建筑可再生与清洁能源利用及其节能，做出明确规定和较高标准。

8.1.2 为增加可再生能源应用比例，经技术经济比较，可以使用一种或几种可再生能源复合的冷热源方式，并确定适宜的复合比例；如可再生能源无法完全满足空调系统需求，也可以使用常规能源调峰或补充。

8.2 太阳能系统

8.2.1 随着世界性能源危机的到来，开发、利用和推广可再生能源已成为人类面临的一项十分紧迫的使命。在国家有关绿色节能建筑政策的强有力推动下，我国的家用太阳能系统产品发展迅速，当具备条件时，住宅建筑应提倡采用可再生持续利用的绿色环保太阳能，解决白天家用电器、照明用电，有效减少电能损耗。太阳能光伏系统设计应执行现行国家标准《民用建筑太阳能光伏系统应用技术规范》JGJ 203。当居住建筑采用太阳能光伏发电系统时，太阳能光伏组件的光电转化效率是反映光伏组件的产品质量和发电效率的重要指标，国家能源局关于推进光伏发电“领跑者”文件中，对多晶硅电池组件和单晶硅电池组件的光电转化效率逐年提出了要求。对于有可再生能源发电装置的居住建筑，应对可再生能源发电装置设置独立的分项计量装置，并应满足现行国家标准《光伏发电接入配电网设计规范》GB/T 50865的规定。

8.2.2 在全部或局部不适合采用太阳能热水系统的居住建筑，可采用清洁高效的空气源热泵供热系统或其他可再生能源供热系统。

8.2.5 建筑冬季供暖期长，夏季空调使用期短，采用地埋管地源热泵供暖制冷时，常常造成地下冷热量的不平衡，制约该技术的应用。将太阳能供热系统全年的余热跨季储存于地埋管蓄热体，可有效拓展其应用范围。

8.2.6 本条对太阳能系统的安全性提出了要求。

1 太阳能热利用或太阳能光伏发电系统及其构件应满足结构安全要求，包括结构设计应为太阳能系统安装埋设预埋件或其他连接件；连接件与主体结构的锚固承载力设计值应大于连接件本身的承载力设计值。太阳能集热器的支撑结构应满足太阳能集热器运行状态的最大荷载和作

用。此外，与电气及防火安全相关的内容应满足电气和防火工程建设强制性规范的要求，比如太阳能热水、空调系统中所使用的电气设备都应装设短路保护和接地故障保护装置。

2 太阳能集热器和光伏电池板可用于替代围护结构构件，但必须满足其相应的安全性能和功能性要求。例如，直接构成阳台栏杆时，应符合强度及高度的防护要求。根据人体重心和心理因素而定，阳台栏杆应随建筑高度而增高，如低层、多层居住建筑的阳台栏杆不应低 1.05m，中、高层及高层居住建筑的阳台栏杆不应低 1.10m。当构成的围护结构构件为幕墙时，除满足幕墙抗冲击、抗风压等要求外，还应满足气密、水密等要求。

3 建筑设计时应考虑在安装太阳能集热器或光伏电池板的墙面、阳台或挑檐等部位，为防止集热器或光伏电池板损坏而掉下伤人应采取必要的技术措施，如设置挑檐、入口处设雨棚或进行绿化种植等，使人不易靠近。集热器或光伏电池板上部的杆件和顶部的高度也应满足相应的要求。

8.3 地源热泵系统

8.3.1 工程场地状况及浅层地热能资源条件是能否应用地源热泵系统的基础。地源热泵系统方案设计前，应根据调查及勘察情况，选择采用地埋管、地下水或地表水地源热泵系统。浅层地热能资源勘察包括地埋管换热系统勘察、地下水换热系统勘察及地表水换热系统勘察；海水换热系统勘察应包括以下内容：近岸海水性质、涨落潮水位、深度变化、沉积物及海面漂浮物；不同深度的海水温度及近岸海水年最高和最低温度，尤其是采暖中期的近海水温度等。

8.3.2 地源热泵系统所用热泵机组是水源热泵，热泵机组用能是地源热泵系统的主要能耗。选用地源热泵机组时应考虑地埋管循环水、地下水与地表水的温度不同对其能效的影响，并应满足现行国家标准的相关规定。

8.3.4 地埋管蓄热换热器，其岩土体具有蓄热能力和热平衡能力。热泵系统冷凝侧需要吸纳热泵机组功率转换成的热量，这部分热量夏季释放给地埋管蓄热体，冬季释放给供暖房间。因此在供冷供热时间相同或相近的情况下，供暖负荷在冷负荷 1.4 倍以上的居住建筑，地埋管蓄热体以一年为周期能够满足回灌热量等于或大于提取热量的应用条件；对于仅供冷或供冷负荷大于供暖负荷的居住建筑，鉴于我省的气象条件，也能够满足地源热泵的使用条件。单体较小的仅供热或体量较大供暖负荷大于冷负荷的地埋管地源热泵系统，通过岩土体热平衡能力或人为回补热量方式，在一个运行周期内，能够实现地埋管侧总回补释放热量与其总提取热量基本平衡，是单一或复合地源热泵系统的技术要求。

8.3.5 地下水的取用必须符合当地政策，例如有些地区不允许取用地下水作为空调吸热或放热源。因此取用前必须获得有关部门许可证。

可靠回灌措施是指将地下水通过回灌井全部送回原来的取水层的措施，且回灌井要具有持续回灌能力。同层回灌可避免污染含水层和维持同一含水层储量，保护地下水资源。热源井只能用于置换地下冷量或热量，不得用于取水等其他用途。抽水、回灌过程中应采取密闭等措施，不得

对地下水造成污染。系统投入运行后，应对抽水量、回灌量及其水质进行监测。

8.3.6 地表水水源包括江水、湖水、水库水、工业废水、污水处理厂排出的达到国家排放标准的废水、热电厂冷却水等。地表水水温、水位、流量及输运距离等勘察应包括近 20 年最高和最低水温、水位、最大和最小水量以及取水点到冷热负荷用户端的距离；对于长距离利用低品位小温差的地表水热泵系统，应进行系统运行经济性和能效比的综合分析；地表水水质勘察应包括，引起腐蚀与结垢的主要化学成分，地表水源中含有的水生物、细菌类、固体含量及盐碱量等。

8.3.7 海水源热泵采用海岸深水区开式直接取用方式，取水点温度较高，且对海岸边地下淡水水源影响很小；利用海岸海水井间接取用海水，易造成近海岸边地下水与海水的掺混，进而海水不断浸入岸边岩土层并致其盐碱化。因此应慎重采用简洁取水方式，如采用应取水井水质与海岸线水文地质进行长期监测。

8.3.9 地源热泵系统应对冬、夏两季运行包括室内空气参数及系统运行能耗的监测。系统运行能耗包括所有水源热泵机组、水泵和末端设备的能耗。为优化系统运行，提升系统能效提供依据。

8.4 空气源热泵系统

8.4.1 我省居住建筑供暖期长，夏季空调时间短。冬季室外温度和相对湿度较低，宜选用低温型的空气源热泵；空气源热泵的平衡点温度是该机组的有效制热量与建筑物耗热量相等时的室外温度，当这个温度比建筑物的冬季室外计算温度高时，就应设置辅助热源。

8.4.3 本条为本标准 2014 版第 5.2.13 条的修订条文。对空气源热泵机组作为冬季供暖设备的规定。

近几年，空气源热泵机组在设置集中空调的中小型宿舍、公寓、养老建筑中作为夏季供冷、冬季供暖的全年冷热源，在部分市政供热无法到达的住宅建筑中，作为供暖系统的热源，具有系统简单、造价及能耗适中的特点，得到越来越多的应用。

作为冬季供暖热源的空气源热泵机组，随着室外温度的降低，供热量存在着自然衰减。我省属于寒冷地区，设计选用空气源热泵机组时，不应仅关注其额定工况，而应校核冬季设计工况下的供热量及供热性能系数。

空气源热泵技术发展迅速，各种低环境温度技术的应用，大幅拓宽了空气源热泵机组的应用范围，提高了供热效率。根据在我省销售的空气源热泵机组的产品能效水平，本次修订，将空气源热泵机组的冬季设计工况时性能系数（COP），冷热风机组提高到不应小于 2.20，冷热水机组提高到不应小于 2.40。

当空气源热泵机组冬季作为地面辐射供暖或散热器供暖系统热源时，室外设计工况为供暖计算温度；作为风机盘管空调器等系统热源时，室外设计工况为空调计算温度。采用空气源热泵冷热水机组或冷热水机组时，设计工况还与设计室内温度和出水温度有关。

8.4.4 空气源热泵机组的有效制热量及其运行效率，很大程度上和室外机与大气的换热条件、用户使用习惯及机组安装状况等因素有关。应创造条件，避免发生明显的空气流动短路或受阻等不利情况。

8.4.5 室外机的运行会对周围环境产生冷（热）污染和噪声影响。因此室外机应与周围建筑物保持一定距离，以保证冷（热）量的有效扩散和噪声的自然衰减。对周围建筑物产生的噪声干扰，应符合国家现行国家标准《声环境质量标准》GB 3096 的要求。

8.5 水热型地热能系统

8.5.1 通过水热型地热资源开发利用现状调查、评价及其产能测试，科学合理地确定开发利用总量和开发强度，实现水热型地热资源的可持续、清洁、高效开发利用。

8.5.2 水热型地热能的取用必须符合当地政策，取用前必须获得地热采矿许可证。且取用总量和强度不得超过允许的最大开采限量和开发强度，以保证开发利用的可持续性。

8.5.3 同层回灌是指将水热型地热开发利用系统通过回灌井全部或绝大部分送回原来的取水层，要求从那层取水必须再回灌到那层，且回灌井要具有持续回灌能力。同层回灌可避免污染含水层和维持同一含水层储量，保护地热能资源。根据热储型的类型及其回灌难度，回灌率的最低要求有所差别。

8.5.4 水热型地热利用中形成的热突破，将降低抽水温度，减少抽、灌水温差，可利用热量大大降低，无法满足用户正常工况下的供热需求，同时该系统的能效比也将降低很大。科学合理确定取水井与回灌井的配比和间距，是避免热突破的有效方法。

8.5.5 采用先进技术与工艺实现同层回灌、采灌平衡，消除地热水地表排放、浅层或不同层回灌，实现地热资源的绿色开发；采用地源热泵技术梯级高效利用地热能；构建水热型地热康养、保健、洗浴、农业种植养殖及建筑供热等系统综合与高效利用地热能。持续、清洁、安全、高效利用有限宝贵的地热资源。

8.5.6 建立先进完整的动态检测系统，是实现地热能开采、检测、生产与评价体系数字化、智能化的需要，也是绿色开发、梯级、综合与高效利用水热型地热能必需的技术措施。