

长沙市既有公共建筑节能改造 技术导则

长沙市住房和城乡建设委员会

2018 年 12 月

前 言

为规范我市既有公共建筑的节能改造工作，促进节能改造工作的顺利开展，根据《长沙市民用建筑节能与绿色建筑管理办法》、《公共建筑节能改造技术规范》JGJ176、《公共建筑节能改造技术指南》、《公共建筑节能设计标准》GB50189、《湖南省公共建筑节能设计标准》DBJ43/003、《建筑节能工程施工验收规范》GB50411、《公共建筑节能改造节能量核定导则》、《节能量测量和验证技术通则》GB/T28750、住房和城乡建设部、银监会“关于深化公共建筑能效提升重点城市建设有关工作的通知”建办科函[2017]409号，制定本技术导则。

本《导则》的主要技术内容是：1 总则；2 术语；3 基本规定；4 综合节能诊断；5 外围护结构节能改造；6 供暖通风与空调系统节能改造；7 给水排水系统节能改造；8 供配电与照明系统节能改造；9 可再生能源建筑应用；10、能耗监测与综合能效管控；11 节能改造综合评估，共 11 个章节。

本《导则》由长沙市住房和城乡建设委员会负责管理，由湖南大学负责具体内容的解释。在本《导则》的实施过程中，请各应用单位不断总结经验和积累资料，随时将意见和建议函寄湖南大学建筑学院（长沙市岳麓区麓山南路2号，邮编：410082，电话：0731-88822634，传真：0731-88821912），以供本《导则》在今

后修订时参考。

本导则主编单位：湖南大学

本导则参编单位：湖南大学设计研究院有限公司

中机国际工程设计研究院有限责任公司

长沙市城市建设科学研究院

湖南尚能环保服务有限公司

湖南威胜智能化综合能效管理技术工程研究中心有限公司

湖南集森节能环保科技有限公司

汇克涂料（湖南）有限公司

湖南湘联节能科技股份有限公司

本导则主要起草人：

刘宏成	汤 伟	李彦青	杨昌智	徐 峰	向 宏
许仕荣	方厚辉	张 杰	周 晋	阳小华	朱青松
余 俊	肖 坚	高尚荣	杨 勇	韩湘逸	胡 攀
刘健璇	金 津	李长河	廖倚群	利晓清	聂 光
侯万里	陈为军	方 俊			

本导则主要审查人：

朱晓鸣 尹建新 汤远志 段正湖 黄一桥

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	3
4	综合节能诊断	5
4.1	一般规定	5
4.2	节能诊断内容及分项判定依据	5
4.3	既有公共建筑节能诊断流程与诊断方法	8
5	外围护结构节能改造	10
5.1	一般规定	10
5.2	节能诊断	10
5.3	判定原则	11
5.4	节能改造设计	13
5.5	节能材料	16
5.6	节能改造施工	17
5.7	验收要求	20
6	供暖通风与空调系统节能改造	21
6.1	一般规定	21
6.2	节能诊断	21
6.3	判定原则	21

6.4	节能改造技术	25
6.5	设备及仪表要求	28
6.6	施工要点	29
6.7	验收要求	30
7	给水排水系统节能改造	31
7.1	一般规定	31
7.2	节能诊断	31
7.3	判定原则	32
7.4	节能改造设计	34
7.5	设备及材料要求	37
7.6	节能改造施工	37
7.7	验收要求	39
8	供配电与照明系统节能改造	40
8.1	一般规定	40
8.2	节能诊断	40
8.3	判定原则	41
8.4	节能改造设计	42
8.5	设备要求	42
8.6	施工要点	43
8.7	验收要求	43
9	可再生能源建筑应用	44
9.1	一般规定	44
9.2	地源热泵空调系统	44
9.3	生活热水制备系统	44
9.4	太阳能光伏发电系统	45

9.5	验收要求	46
10	能耗监测与综合能效管控	47
10.1	一般规定	47
10.2	改造方法	47
10.3	技术要求	48
10.4	验收要求	49
11	节能改造综合评估	50
11.1	一般规定	50
11.2	评估方法	50
附录 A	外围护结构综, 传热系数简易测量及节能改造技术 节能率.....	52
附录 B	供暖通风与空调系统节能改造技术节能率.....	61
附录 C	给水排水系统节能改造技术节能率.....	63
附录 D	供配电与照明系统节能改造技术节能率.....	64
附录 E	建筑应用可再生能源技术节能率.....	65
附录 F	公共建筑节能诊断信息统计表	66
附录 G	几种典型建筑的能耗参考值	68
附录 H	公共建筑节能改造综合节能率计算表.....	69

1 总则

1.0.1 为改善长沙市既有公共建筑室内环境，提高能源利用效率，降低运行能耗，规范既有公共建筑节能改造技术措施，保证节能改造工程质量，做到技术先进、安全可靠、经济合理，制定本导则。

1.0.2 本导则适用于长沙市既有公共建筑节能改造工程中的项目申请、方案编制、设计和审查、施工、检测、验收和评估。

1.0.3 本导则给出了办公、商场、医院、学校和酒店五类建筑常用改造技术节能率参考取值，其他类型的公共建筑节能改造的节能率可参照本导则进行专项论证。

1.0.4 节能改造应根据节能诊断结果，结合判定原则，从技术可靠性、可操作性和经济实用性等方面进行综合分析，遵循因地制宜、合理适用的基本原则，充分结合本地气候特点、实际用能模式，进行单、多项节能改造或综合节能改造，选取合理可行的节能改造方案和技术措施。

1.0.5 节能改造的设计、施工及验收，除应符合本导则的规定外，尚应符合国家、湖南省及长沙市的现行有关标准、规范和规定。

2 术语

2.0.1 既有公共建筑

指已建成使用的公共建筑。

2.0.2 节能改造

通过对建筑物的围护结构和用能设备采取一定的改造技术措施，或增设必要的用能设备，达到降低建筑运行能耗，改善建筑的室内热环境和室内人员舒适度。

2.0.3 节能诊断

通过现场调查、检测及对能源消费账单和设备历史运行记录的统计分析，找到建筑物能源浪费显著的环节，为建筑物的节能改造提供依据的过程。

2.0.4 单项节能改造

针对既有公共建筑的外围护结构（外窗、遮阳、屋面、外墙）、供暖通风与空调、给水排水、供配电及照明等单项进行的节能改造，例如在外围护结构节能改造中，只改造外窗或屋面等。

2.0.5 多项节能改造

指对同一个项目进行两个及以上单项节能改造。

2.0.6 综合节能改造

对既有公共建筑的外围护结构、用能设备及系统同时进行的节能改造。

2.0.7 能耗监测系统

通过对建筑安装分类和分项能耗计量装置，采用远程传输等手段及时采集能耗数据，实现建筑能耗在线监测和动态分析功能的硬件和软件系统的统称。

2.0.8 分类能耗

根据公共建筑消耗的主要能源种类划分，进行采集和整理的能耗数据。

2.0.9 分项能耗

根据公共建筑消耗的各类能源的主要用户划分进行采集和整理的能耗数据。

2.0.10 节能率

某类节能改造技术的节能量与该类原有能耗的比值。

2.0.11 综合节能率

各类节能改造技术的节能量总和与原有总能耗的比值。

3 基本规定

3.0.1 未达到现行国家和地方节能标准要求的既有公共建筑，且近期无拆除计划的，均可列为改造对象。实施节能改造前，应对项目的结构安全、防火、耐久年限、改造的经济性等进行综合考虑，如涉及到主体结构的改造，应对项目进行综合性能评估。

3.0.2 为了突出政策综合效益和改造整体效果，既有公共建筑节能改造宜与城市环境综合整治等工作相结合，有条件时宜采用合同能源管理。

3.0.3 节能改造前应对建筑物进行节能诊断，并应提供节能诊断报告。

3.0.4 我市气候夏热冬冷，节能改造技术的选择应遵循“被动优先、主动优化”的原则，以夏季改善室内热湿环境和加强围护结构隔热为主，兼顾冬季保温。宜进行综合节能改造，也可进行单项、多项节能改造。主要改造内容为：

- 1 外围护结构节能改造；
- 2 供暖通风与空调系统节能改造；
- 3 给水排水系统节能改造；
- 4 供配电与照明系统节能改造；
- 5 可再生能源建筑应用；
- 6 能耗监测与综合能效管控。

各项节能改造的节能率估算分别见附录 A ~ 附录 E。

3.0.5 节能改造方案的编制应兼顾保持或提升建筑的功能、美化环境、保护城市风貌和文化特色等。

3.0.6 节能改造的设计应符合下列规定：

1 单项或多项节能改造应满足本导则相应章节的规定；

2 综合节能改造应满足《公共建筑节能设计标准》GB50189、《湖南省公共建筑节能设计标准》DBJ43/003 及长沙市住房和城乡建设委员会相关补充规定对不同建筑类型的节能设计要求。

3 改造项目周边有可供利用的能源站（空调集中供冷供热、集中供应卫生热水），宜优先考虑能源站供能。

3.0.7 对于实施综合节能改造的项目，应对改造后建筑综合能耗、节能量进行综合评估，判定改造后建筑综合节能率是否达到既定的节能目标。

3.0.8 节能改造的前期节能诊断、改造后的节能评估应由具有相应资质的第三方承担；设计、施工和监理应具有相应资质。

3.0.9 改造应优先考虑既有建筑因节能改造而拆除的废旧材料的综合再利用。如该产品已进入《湖南省既有建筑节能改造技术推广应用目录》，且由生产厂家（或授权代理商）直接供货的可不进行进场复验。

3.0.10 选用的改造技术和产品应符合国家和地方相关标准规范要求及防火规范要求；所采用的保温材料有害物质含量和放射性核素限量应符合国家相关标准规定。

3.0.11 节能改造工程施工前，施工单位应根据节能改造方案或设计文件编制具体的施工方案并审查合格。

3.0.12 应按本《导则》的要求对既有建筑节能改造的部位、

设备及系统的施工质量进行验收，且应符合《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411 的相关规定。

3.0.13 节能改造宜积极推广应用可再生能源。

4 综合节能诊断

4.1 一般规定

4.1.1 应明确被诊断建筑的结构特点和系统设备功能、性能参数、实际运行情况、完整使用周期内监测的详细能耗数据。

4.1.2 节能诊断的判定依据是《湖南省公共建筑节能设计标准》DBJ43/003、综合节能率、节能改造“产出 / 投入比”。

4.1.3 应制定详细的节能诊断方案，并编写节能诊断报告。报告的内容应包括：建筑概况、节能检测结果、能源消耗及耗能指标、节能诊断与分析、诊断结果、改造方案建议等。

4.1.4 节能诊断时，根据不同建筑类型，单项、多项或综合节能改造宜收集下列资料：

- 1 工程竣工图纸和建设项目相关工程技术文件；
- 2 建筑、设备历年修缮、改造、装修等相关记录；
- 3 相关设备技术参数和近 1~2 年的运行、改造记录；
- 4 空调室内温湿度状态；
- 5 近 1~2 年能源消费账单（燃煤、燃油、燃气、水、电等）；
- 6 当地气候参数；
- 7 其他相关资料。
- 8 建筑基本统计信息见附录 F。

4.1.5 节能诊断前应根据建筑特点分析影响建筑能耗的各因素，并对这些因素进行显著性分析。

4.1.6 当改造前后所消耗的能源类型不同时，应按等价值换算成相同的能源类型。

4.1.7 节能诊断项目的检验方法应符合现行行业标准《公共建筑节能检验标准》JGJ/T177 的有关规定。

4.2 节能诊断及分项判定依据

4.2.1 节能诊断宜包含表4.2.1-1 ~ 表4.2.1-4所列的分项内容。

表 4.2.1-1 建筑围护结构诊断表

序号	类别	诊断项目	分项内容	备注
1	外墙、屋面	传热系数	构造做法	
2	东、西外墙及屋顶	隔热性能（夏季内表面最高温度）	构造做法	
3	热桥	冬季内表面温度	构造做法、出现部位	
4	外窗、幕墙	传热系数	材料及构造	
		气密性等级	—	
		太阳得热系数	—	
		可见光透射比	—	
5	遮阳设施	遮阳系数	—	
		合理性	遮阳形式	

表 4.2.1-2 暖通空调系统诊断表

序号	类别	诊断项目	分项内容	备注
1	冷热源机组	冷热源主机配置情况	主机容量、建筑运行冷热负荷、年运行时间情况	
		冷热源主机运行能效	各台主机的冷冻水量	
			冷冻水供回水温度	
			主机电压、电流、功率	
			设备运行时室内外实际温湿度状况	
			锅炉燃料耗量、燃烧效率等	

序号	类别	诊断项目	分项内容	备注
2	冷冻水系统	冷冻水泵运行能效	水泵扬程、实际流量、功率、运行工况效率、水泵进出口压力	
		输送能效比	冷冻水泵扬程、实际流量、运行工况效率、冷冻水供回水温差、机房至末端供回水管道总长度	
		水力平衡	水系统回水温度一致性	
		管路保温性能	保温材料的类型、厚度及完好性	
3	冷却水系统	冷却塔换热效率	冷却水进回水温度、室外空气湿球温度、冷却塔风机运行功率、冷却塔摆放位置及周边环境状况	
		冷却水泵运行能效	水泵扬程、实际流量、功率、运行工况效率、水泵进出口压力	
		输送能效比	冷却水泵扬程、实际流量、运行工况效率、冷却水供回水温差、机房至末端供回水管道总长度	
4	风系统	风量、功率、单位风量耗功率		
		设备送风、回风侧温度及温差		
		系统风平衡度检测		
		风管保温性能		
		过渡季利用室外新风情况		
5	建筑使用强度	使用时段、室内负荷强度等		
6	空调系统的运行管理	供能与用能实际需求的时间、服务范围和强度的对应情况		

表 4.2.1-3 给水、热水系统诊断表

序号	类别	诊断项目		分项内容	备注
1	常规热水系统	热源效率	锅炉效率	设备制热量 出水水量 进、出水温度 燃料耗量、用电量 用水点处冷、热水供水压差	
			热泵热水系统能效		
2	太阳能热水系统	集热效率		太阳总辐射 进、出水温度 用水点处冷、热水供水压差	
		辅助热源		形式、辅热量及能耗量	
3	循环水泵	运行能效		水泵扬程、实际流量、功率、运行工况效率、水泵进出口压力	
		管路保温性能		出水与最末端用水点温差	

表 4.2.1-4 电气系统诊断表

序号	类别		诊断项目	诊断内容	备注
1	节能	供配电	变压器能效等级	仪表、电动机、电器、变压器等设备状况 用电设备功率及配电电气参数 电能表设置及对电能数据采集、保存情况 采用的提高用电设备功率因数措施及无功补偿设备的调节方式	
2			容量及结构		
3			用电分项计量		
4			无功补偿		
5		照明	照明系统节电率	灯具类型 照明灯具效率和照度值 照明功率密度值 照明控制方式 有效利用自然光情况	
6		监控	控制策略合理性	单机 / 组网	

序号	类别		诊断项目	诊断内容	备注
7	质量	供配电	供用电电能质量	三相电压不平衡度 功率因数 各次谐波电压和电流及谐波电压和电流总畸变率 电压偏差	
8		照明		照度 显色指数 统一眩光值	

4.2.2 节能诊断内容应涵盖耗能系统的设计合理性、自然资源的利用、运行管理等方面，并以避免能源浪费、提升能源使用效率、降低对能源的实际需求为目标。

4.2.3 节能诊断应以“提升系统整体效率”为原则，判断各改造项的节能空间时，优先考虑“改造工程量小、产出/投入比高”。

4.3 既有公共建筑节能诊断流程与诊断方法

4.3.1 节能诊断时应首先测量建筑至少一个年度的总能耗和分类（水暖电）能耗。

1 当空调系统能耗未单独计量时，可测量冬/夏典型工作日能耗与对应非空调季节典型日能耗之差，并按典型工作日室外气象参数及空调季室外气象参数、新风量等推算全年空调能耗。

2 全年给水排水能耗依据给水和热水系统消耗水量折算能耗、水泵等增压系统消耗电能以及热水供应消耗热能分项计算；其中给水与热水系统消耗水量折算能耗以供水企业吨水能耗为基准计算。

3 电以分项计量原则对年电能数据进行采集与保存并分析诊断。

4.3.2 测试诊断时，宜先测试系统能耗，当系统能耗指标（或能效指标）超过参照值时，再测试设备能耗。参照值可以参考本《导则》附录 G 给出的值或同类节能建筑的实测值。

4.3.3 对于中、大型建筑及外围护结构热工性能测试困难的建筑，其外围护结构的热工性能测试与判断可按附录 A 进行。

4.3.4 节能诊断可按图 4.3.4 的流程进行。

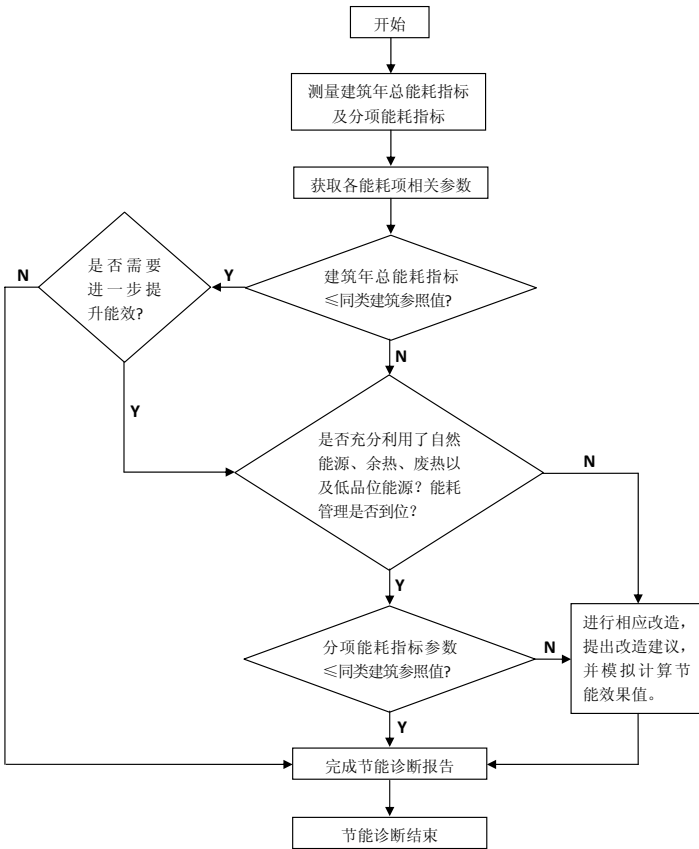


图 4.3.4 节能诊断流程图

5 外围护结构节能改造

5.1 一般规定

5.1.1 节能改造可根据项目的不同使用功能、不同结构类型的具体情况，采用单项、多项节能改造和综合节能改造。

5.1.2 节能改造设计应结合外立面的装饰效果，满足围护结构保温隔热、防水、防火等要求。

5.1.3 按照建筑能耗特征及供暖空调使用时间长短，将公共建筑划分为甲、乙、丙三类：

1 甲类公共建筑：

1) 独栋建筑面积 20000 m^2 及以上，且有供暖空调需求的建筑；

2) 独栋建筑面积 5000 m^2 及以上的国家机关办公建筑；

2 乙类公共建筑：除甲类和丙类之外的所有公共建筑；

3 丙类公共建筑：独栋建筑面积 $\leq 300\text{ m}^2$ 的建筑（不包括独栋建筑面积 $\leq 300\text{ m}^2$ 但总建筑面积超过 1000 m^2 时的建筑群）。

5.1.4 进行外围护结构节能改造，所改造部位的热工性能应符合《湖南省公共建筑节能设计标准》DBJ43/003 的要求。

5.2 节能诊断

5.2.1 外围护结构热工性能应按不同的建筑类型，单项、多

项或综合节能改造，选择下列项目进行节能诊断：

1 屋顶、外墙、架空楼板、有供暖空调需求的地下室楼板等外围护结构的保温和隔热性能；

2 外围护结构的热工缺陷及热桥部位的内表面温度；

3 外窗、透明幕墙、屋顶透明部分的气密性、保温性能及太阳得热系数；

4 玻璃或其他透明材料的可见光透射比；

5 遮阳设施的综合遮阳系数。

5.2.2 外围护结构热工性能节能诊断应按以下步骤进行：

1 查阅竣工图及相关技术文件，了解建筑外围护结构的构造做法及选用的材料、部品和部件等信息；

2 对外围护结构状况进行现场检查，调查了解外围护结构的完好程度及实际构造做法与竣工图纸、相关存档技术资料的一致性；

3 对确定的节能诊断项目进行外围护结构热工性能检测和数据分析；

4 依据诊断结果和第 5.3 节判定原则的相关规定，确定外围护结构的节能潜力和节能技术，编写外围护结构热工性能节能诊断报告。

5.3 判定原则

5.3.1 围护结构的热工性能应分别符合表 5.3.1-1、表 5.3.1-2 和表 5.3.1-3 的规定，当不能满足本条的规定时，宜对公共建筑围护结构相应部位进行节能改造。其中外墙的传热系数为包括结构性热桥在内的平均传热系数。

表 5.3.1-1 甲类公共建筑围护结构热工性能限值

围护结构部位		传热系数 K [W/(m ² • K)]	太阳得热系数 SHGC (东、南、西向 / 北向)
屋面	围护结构热惰性指标 D ≤ 2.5	≤ 0.40	—
	围护结构热惰性指标 D > 2.5	≤ 0.50	
外墙 (包 括非透光 幕墙)	围护结构热惰性指标 D ≤ 2.5	≤ 0.50	—
	围护结构热惰性指标 D > 2.5	≤ 0.70	
底面接触室外空气的架空或外挑楼板		≤ 0.70	—
供暖空调房间与非供暖空调房间之间的 隔墙或楼板		≤ 1.8	—
外门非透明部分		≤ 2.5	—
外窗 (包 括透光幕 墙、外门 透明部分)	窗墙面积比 ≤ 0.20	≤ 3.2	—
	0.20 < 窗墙面积比 ≤ 0.30	≤ 2.7	≤ 0.40/0.44
	0.30 < 窗墙面积比 ≤ 0.40	≤ 2.5	≤ 0.35/0.40
	0.40 < 窗墙面积比 ≤ 0.50	≤ 2.3	≤ 0.35/0.40
	0.50 < 窗墙面积比 ≤ 0.70	≤ 2.1	≤ 0.30/0.35
	窗墙面积比 > 0.70	≤ 1.8	采用活动外遮阳 夏季 ≤ 0.25/ 夏季 ≤ 0.30
屋顶透明部分 (屋顶透明部分面积 ≤ 20%)		≤ 2.0	≤ 0.30

表 5.3.1-2 乙类公共建筑围护结构热工性能限值

围护结构部位		传热系数 K [W/(m ² ·K)]	太阳得热系数 SHGC (东、南、 西北 / 北向)
屋面	围护结构热惰性指标 D ≤ 2.5	≤ 0.40	—
	围护结构热惰性指标 D > 2.5	≤ 0.50	
外墙 (包括非 透光幕墙)	围护结构热惰性指标 D ≤ 2.5	≤ 0.60	—
	围护结构热惰性指标 D > 2.5	≤ 0.80	
底面接触室外空气的架空或外挑楼板		≤ 0.70	—
供暖空调房间与非供暖空调房间之间的隔墙 或楼板		≤ 2.0	—
外门非透明部分		≤ 2.5	—
外窗 (包括透 光幕墙、外门 透明部分)	窗墙面积比 ≤ 0.20	≤ 3.5	—
	0.20 < 窗墙面积比 ≤ 0.30	≤ 3.0	≤ 0.44/0.48
	0.30 < 窗墙面积比 ≤ 0.40	≤ 2.6	≤ 0.40/0.44
	0.40 < 窗墙面积比 ≤ 0.50	≤ 2.4	≤ 0.35/0.40
	0.50 < 窗墙面积比 ≤ 0.60	≤ 2.2	≤ 0.35/0.40
	0.50 < 窗墙面积比 ≤ 0.70	≤ 2.2	≤ 0.30/0.35
	窗墙面积比 > 0.70	≤ 1.8	采用活动外遮阳 夏季 ≤ 0.24/ 夏季 ≤ 0.30
屋顶透明部分 (屋顶透明部分面积 ≤ 20%)		≤ 2.6	≤ 0.30

表 5.3.1-3 丙类公共建筑围护结构热工性能限值

围护结构部位	传热系数 K [W/(m ² · K)]	太阳得热系数 SHGC
屋面	≤ 0.70	—
外墙 (包括非透光幕墙)	≤ 1.0	—
底面接触室外空气的架空或外挑楼板	≤ 1.0	—
外门非透明部分	≤ 3.0	—
外窗 (包括透光幕墙、外门透明部分)	≤ 3.0	≤ 0.52
屋顶透明部分 (屋顶透明部分面积 ≤ 20%)	≤ 3.0	≤ 0.35

5.4 节能改造设计

5.4.1 外围护结构节能改造应根据节能诊断报告判定的结论和项目具体情况，进行改造设计，应提供节能改造设计施工图及计算书。

5.4.2 外门窗及玻璃幕墙改造

1 外门窗及玻璃幕墙的传热系数、气密性、太阳得热系数、可见光透射比和可开启面积应符合《湖南省公共建筑节能设计标准》DBJ 43/003 的规定。

2 根据工程具体情况，外窗可采取以下改造方法：

1) 当外窗为中空玻璃窗时，不宜进行外窗改造。

2) 加窗改造。当外窗完好，且窗台宽度允许时，可增加一层窗成双层窗。改造可参照标准图集《铝合金门窗》02J603-1、《铝合金节能门窗》03J603-2 和《未增塑聚氯乙烯 (PVC-U) 塑料门窗》07J604 编制改造方案和设计。

3) 整窗拆换改造。当外窗性能较差且无法加窗改造时,可实施整窗拆换。改造可参照标准图集《建筑节能门窗(一)》06J607-1 编制改造方案和设计。

4) 更换玻璃或贴膜/涂膜改造。外窗框完好,可将单层玻璃更换为中空玻璃、内置百叶中空玻璃、热反射中空玻璃等,或原为中空玻璃但性能未达标时可进行贴膜/涂膜改造。改造可参照标准图集《既有居住建筑节能改造图集》湘 2015J903 编制改造方案和设计。

5) 更换外窗时,不宜扩大原有窗洞尺寸,宜优先选择可开启面积大的外窗。改造后外窗的可开启面积不应小于外窗面积的 30%,也不宜小于改造前可开启面积。

3 外门节能改造,可选用下列措施:

- 1) 在缝隙部位设置耐久性和弹性好的密封条;
- 2) 设置闭门装置,或设置旋转门、电子感应式自动门等;
- 3) 设置空气幕、垂帘等。

4 玻璃幕墙可采取以下改造方法:

1) 当玻璃幕墙为中空玻璃时,不宜拆除和更换,可采取在玻璃外贴遮阳膜/涂膜的方法,且应在满足太阳得热系数的同时,可见光的透射比不应低于标准规定的限值;

2) 更换玻璃。当玻璃幕墙的支撑结构和铝合金型材完好,且型材尺寸允许时,可将单层玻璃更换为中空玻璃、内置百叶中空玻璃、热反射中空玻璃等;

3) 整体拆换改造。当玻璃幕墙性能较差且无法更换玻璃时,可实施整体拆换改造。

4) 改造后的可开启面积不应小于所在房间外墙面积的 10%,

也不宜小于改造前可开启面积。

5.4.3 遮阳改造

1 遮阳改造后，外窗、天窗和玻璃幕墙的太阳得热系数应符合《湖南省公共建筑节能设计标准》DBJ 43/003 的规定，玻璃的可见光透射比应不低于 0.4。

2 可采取以下改造方法：

1) 加设卷帘、百叶或织物等活动外遮阳，可参照标准图集《建筑外遮阳（一）》06J506-1 进行设计；

2) 加装双层窗、玻璃幕墙中置遮阳，可参照《居住建筑节能 65% 围护结构构造》湘 2017J907 编制改造方案和设计；

3) 采用中空玻璃内置遮阳，可参照《建筑节能门窗（一）》06J607-1 编制改造方案和设计；

4) 设置水平或倾斜简易固定外遮阳，其挑檐宽度和材质应根据本技术导则外窗太阳得热系数的要求确定，可参照标准图集《建筑外遮阳（一）》06J506-1 进行设计；

5) 外窗玻璃贴建筑玻璃隔热膜或涂建筑玻璃隔热涂料，可参照《建筑玻璃膜应用技术规程》JGJ/T351 编制改造方案和设计。

3 加装外遮阳时应对原结构的安全性进行复核、验算。当结构安全不能满足节能改造要求时，应对其结构进行加固或采取其他遮阳措施。

5.4.4 屋面改造

1 屋面节能改造主要是指在屋面上增加保温隔热层，改造后屋面的热工性能应符合《湖南省公共建筑节能设计标准》DBJ 43/003 的规定。改造方法如下：

1) 破损严重的屋面，应清除屋面板上所有层次，结合屋面防

水翻新，重新设置防水层，增设保温隔热层，屋面改造采用正置式或倒置式均可，荷载允许时也可改造为种植屋面。

2) 一般损坏的屋面，结合屋面防水翻修，增设保温隔热层，宜做倒置屋面，荷载允许时也可改造为种植屋面。

3) 基本完好的屋面

①种植屋面不需改造；

②通风坡屋面，在顶棚平板上平铺保温材料；

③简易架空板通风屋面，应清除架空板，做倒置保温屋面，荷载允许时也可改造为种植屋面；

④平屋面可做倒置保温屋面，荷载允许时也可改造为种植屋面。

4) 平屋面改坡屋面。当结构承载力和日照间距都允许时，可实施平屋面改坡屋面，可参照《平屋面改坡屋面建筑构造》03J203编制改造方案和设计。

2 屋顶透明部分改造。

1) 采光顶的热工性能、气密性能和水密性能应符合《湖南省公共建筑节能设计标准》DBJ 43/003、《建筑玻璃采光顶》JG231和《采光顶与金属屋面工程技术规程》JGJ255的规定。

2) 采光顶改造时应提高采光顶的热反射和遮阳能力，宜采取设置遮阳帘、遮阳板等措施，可选择手动或电动装置控制，也可在原有玻璃表面贴膜。

3 屋面保温材料应采用板材类保温材料，宜采用一体化屋面复合保温装饰板，种植屋面宜选用屋面复合保温种植模块。

5.4.5 外墙改造

外墙改造有保温改造和反射隔热改造两种形式，可选择反射

隔热保温改造，也可进行保温改造。

1 反射隔热保温改造。在外墙面防水找平后，涂刷反射隔热保温涂料。采用的反射隔热保温涂料，其涂料层热阻应不低于 0.15，当外表面为白色时，太阳光反射比应 >0.80 ；当外表面为浅彩色时，太阳光反射比应 >0.60 。

2 保温改造。采用板材类外（内）保温系统，对外墙进行整体保温改造。宜选用保温装饰成品板系统，且保温装饰成品板的重量应小于 0.2kN/m^2 ，单块保温装饰成品板的面积不宜超过 1.2 m^2 ，保温材料的导热系数宜 $\leq 0.048\text{W}/(\text{m} \cdot \text{k})$ 。

3 干挂饰面岩棉板外保温改造，可参照《既有建筑节能改造（一）》06J908-7、《公共建筑节能构造》06J908-1 和《居住建筑节能 65% 围护结构构造》湘 2017J907 编制改造方案和设计。

5.5 节能材料

5.5.1 外围护结构节能改造选用材料的性能，应该满足设计要求和相关产品标准要求，以及现行国家、行业和地方设计、施工及验收标准规范要求。

5.5.2 节能改造中采用的外门窗，应符合下列要求：

1 外门窗的传热系数、气密性、太阳得热系数和可见光透射比，应符合《湖南省公共建筑节能设计标准》DBJ43/003 的规定；

2 旧门窗进行节能改造时，采用节能型门窗替换或增设、或对玻璃贴膜 / 涂膜等，应满足设计文件中对产品的热工性能指标要求。

5.5.3 幕墙节能改造采用的产品或材料应符合下列要求：

1 幕墙节能改造采用的产品或材料应符合下列要求：

1) 当幕墙以外墙内保温方式改造时,其技术性能指标应满足《外墙内保温工程技术规程》JCJ/T261 的要求;

2) 对幕墙进行外墙内保温改造采用石膏面板并填充无机类保温材料时,保温材料的技术性能指标应满足设计及相应的产品标准要求。

2 对于既有建筑透明幕墙的节能改造:

1) 当幕墙更换为中空玻璃或更换幕墙外框型材时,其产品或材料的技术性能应满足《湖南省公共建筑节能设计标准》DBJ43/003 和《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ102 的相关要求;

2) 当幕墙采用在原有玻璃的表面贴膜或涂膜工艺时,其技术性能指标应符合设计要求。

3 对于既有建筑的幕墙经安全评估认定需要拆除的节能改造,幕墙所选用的产品或材料应符合节能设计要求。

5.5.4 采用的节能膜(贴膜或涂膜)、遮阳卷帘、遮阳百叶、遮阳板、遮阳篷、遮阳格栅、天棚帘等或采用建筑一体化遮阳窗,其技术性能指标均应满足相应产品标准的规定和设计要求。

5.5.5 屋顶和采光顶节能改造采用的产品或材料应符合下列要求:

1 屋面工程所采用的防水、保温隔热材料应有产品合格证书和性能检测报告,材料的品种、规格、性能等应符合现行国家产品标准和设计要求。

2 采光顶所用的材料应满足《建筑玻璃采光顶》JG231 中的相关要求。

5.5.6 外墙节能改造采用的保温系统及组成材料,应符合下列要求:

1 外墙保温系统及组成材料的技术性能指标，应符合相关标准的规定和设计要求；

2 外墙外保温节能改造，其系统及组成材料燃烧性能等级，不得低于现行国家及地方标准的要求；

3 反射隔热保温涂料系统材料，应符合《建筑反射 / 保温隔热涂料应用技术规程》DBJ 43/T303 的要求。

5.6 节能改造施工

5.6.1 外门窗节能改造施工应符合下列要求：

1 外窗改造施工应符合《铝合金门窗工程技术规范》JGJ214 和《塑料门窗工程技术规程》JGJ103 的规定。

2 外窗改造应充分考虑各分项节能改造之间的配合。

3 窗框与墙体之间应采取有效的保温和防水密封构造，不应采用砂浆类材料补缝。

4 加窗改造

1) 宜加在原窗的室内侧，并保证密封效果，窗开启方式可选择推拉或内平开窗，加窗的风格应尽可能与原窗保持一致；

2) 加窗不宜安装在悬挑窗台的悬挑部位处，在窗户关闭状态下，两窗必须隔开，且间距不宜少于 50 毫米。

5 整窗拆换改造

1) 旧窗拆除应减少对室内外装饰的破坏，做好防坠落等安全防护措施；

2) 外窗外侧重新收口做防水处理后，再进行内外的油漆或其它饰面处理。

5.6.2 幕墙节能改造施工应符合下列要求：

1 应按设计文件要求，编制专项施工方案，并经批准后实施。

2 玻璃幕墙施工、安装应符合《建筑节能工程施工质量验收规范》CB50411、《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ102 的规定。

3 非透明幕墙施工、安装应符合《建筑节能工程施工质量验收规范》CB50411、《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ133 的规定。

5.6.3 建筑遮阳节能改造施工应符合下列要求：

1 外窗外遮阳

1) 外遮阳施工应符合《建筑遮阳工程技术规范》JGJ237 的规定；

2) 外遮阳改造应充分考虑各分项节能改造间的配合，避免交叉施工，不得破坏原有外窗、墙体的保温与防水功能；

3) 充分考虑墙体的寿命与材质，合理选择不同的外遮阳类型和安装方式，确保外遮阳装置安装牢固，无安全隐患，色调与建筑整体协调。

2 玻璃贴膜 / 涂膜

1) 玻璃贴膜施工应符合《建筑玻璃膜应用技术规程》JGJ/T351 的规定；

2) 贴膜 / 涂膜改造宜考虑建筑色彩的整体协调，不宜采用颜色鲜艳、反光强烈的隔热贴膜 / 涂膜。

5.6.4 屋面和采光顶节能改造施工应符合下列要求：

1 屋面改造工程应符合《屋面工程技术规范》GB50345、《倒置式屋面工程技术规程》JGJ203、《种植屋面工程技术规程》JGJ155 及《坡屋面工程技术规范》GB50693 的相关规定。

2 实施屋面保温隔热改造前，应对原屋面基层进行修补、清理，防水性能应满足相关标准要求。

3 如原屋面的保温层吸水，应将水份排干或更换保温层后，再

进行下一步工序，并按 6 米的间距安装排气孔。

4 倒置式屋面保温隔热材料施工时，应预留合理的排水通道；板状保温材料的铺设应平稳，拼缝应严密；保护层施工时，应避免损坏保温层和防水层；屋面复合保温装饰板铺设时应根据屋面坡度排板拉通线，板面要求平整一致，板缝应纵横对直，灌注专用防水粘胶密封。

5 种植屋面挡墙（板）施工时，留设的泄水孔位置应准确并不得堵塞，防水层经蓄水或淋水试验合格后，应尽快进行介质铺设及种植工作，介质材料和种植植物的重量应符合设计要求。介质材料、植物等应均匀堆放，并不得损坏防水层。

6 屋面复合保温种植模块施工时应根据屋面的排水坡度进行排版，并按屋面设计排水坡度预留排水沟及过道，排水沟宽度 200mm~400mm，具体宽度可按屋面复合保温种植模块的排版确定。轻质营养土的厚度宜为 50mm~100mm 厚，宜种植佛甲草等耐旱草种，如种植不耐旱的草坪应增设喷灌设施。

7 坡屋面改造，保温板应铺设在屋面顶棚平板上，铺平垫稳，拼缝严密。

8 采光顶的玻璃制作、玻璃组件的组装、支承结构和玻璃梁结构的安装，应满足《建筑玻璃采光顶》JG231 的相关要求。

5.6.5 外墙节能改造施工应符合下列要求：

1 外墙改造施工应符合《建筑反射 / 保温隔热涂料应用技术规程》DBJ 43/T303、《保温装饰板外墙外保温系统应用技术规程》DBJ43/T302、《外墙外保温工程技术规程》JGJ144 和《外墙内保温工程技术规程》JGJ T261 的相关规定。

2 拆除表面障碍物，对原基墙表面进行处理：

1) 墙面空鼓、起皮、粉化面积大于 0.3 m^2 的部位应铲除后，用水泥砂浆找平；

2) 墙面为马赛克或小于 100×100 瓷砖时，应铲除空鼓及粘贴不牢部位瓷砖，用铁刷清理表面杂质，必要时应采取配套的界面处理剂进行处理。界面处理剂与旧饰面粘接强度不应小于 0.4 MPa 。饰面瓷砖尺寸大于 100×100 时，还应采用砂轮打磨机将粘结剂抹涂点部位的瓷砖釉面打磨掉；

3) 墙面为涂料饰面时，应采用砂轮打磨机将粘结剂抹涂点部位的涂料饰面层打磨掉，并用水冲洗墙面打磨后留下的灰尘。

3 基层墙体水泥砂浆找平层的质量要求应符合《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB50210 的相关规定。

4 施工作业平台、外脚手架、吊篮应按《建筑施工安全检查标准》JGJ59、《建筑施工高处作业安全技术规程》JGJ80 的要求，编制专项施工方案，按规定报审和验收合格。

5 使用电动工具和机械设备，应符合《建筑机械使用安全技术规程》JGJ33、《施工现场临时用电安全技术规程》JGJ46 的相关要求。

6 外墙反射隔热涂料应按照《建筑反射 / 保温隔热涂料应用技术规程》DBJ 43/T303 的相关规定施工。

7 外墙保温装饰板应按照《保温装饰板外墙外保温系统应用技术规程》DBJ43/T302 的相关规定施工。保温系统与旧饰面的有效粘结面积不应小于 50%，粘接强度不应小于 0.1 MPa ；锚固件设置数量为每平米 8~10 个，单个锚栓抗拉承载力标准值不应小于 0.60 kN 。

8 膨胀聚苯板薄抹灰外墙外保温系统应按照《外墙外保温工程技术规程》JGJ144 的相关规定施工。

5.7 验收要求

5.7.1 外围护结构节能改造验收可参照《建筑节能工程施工质量验收规范》GB50411 的规定。

5.7.2 外遮阳工程还应符合《建筑遮阳工程技术规范》JGJ237 的规定，外窗贴膜、涂膜还应符合《建筑玻璃膜应用技术规程》JGJ/T351 的规定，可见光透射比、遮阳系数应进场复验。

5.7.3 屋面节能改造验收还应符合《屋面工程质量验收规范》GB50207 的规定。

5.7.4 外墙隔热改造验收还应符合《建筑反射 / 保温隔热涂料应用技术规程》DBJ43/T303 的规定。

5.7.5 验收时应提供下列文件资料：

- 1 改造方案或设计文件；
- 2 施工方案和施工记录；
- 3 改造项目所用产品的合格证、出厂检验报告和进场复验报告（或《湖南省既有建筑节能改造推广应用目录》证明资料）；
- 4 其它必要的资料。

6 供暖通风与空调系统节能改造

6.1 一般规定

6.1.1 供暖通风与空调系统节能改造宜与设备的维护、更新、升级相结合。

6.1.2 供暖通风与空调系统节能改造方案，应符合下列规定：

- 1 对建筑物的空调负荷进行校核、计算；
- 2 各系统的配置应合理；
- 3 应能实现室内温度调控和分区域调控功能；
- 4 设置分类分项计量和自动监控设施；
- 5 避免影响未改造区域的室内、室外环境；
- 6 优先考虑废热、余热利用和可再生能源应用，具有多种能源（热、电、燃气等）的地区，宜采用复合式能源；
- 7 优先采用低成本改造技术。

6.1.3 采用分体空调和窗式空调的既有公共建筑，节能改造不计算节能率。

6.2 节能诊断

6.2.1 供暖通风与空调系统节能诊断内容详见表 4.2.1。

6.2.2 供暖通风与空调系统节能诊断应按下列步骤进行：

- 1 查阅调查填写表 4.2.1；

- 2 对预估的节能诊断项目进行现场检测及相应计算；
- 3 编写节能诊断报告，确定改造方案。

6.3 判定原则

6.3.1 当冷热源设备符合下列条件之一时，宜进行相应的节能改造：

- 1 累计运行时间接近或超过其正常使用年限；
- 2 所使用的燃料或工质不符合现行环保要求；
- 3 系统实际冷热源容量正负偏离 30% 时；
- 4 设备能效比低于国家现行标准 30% 以上。

6.3.2 冷源设备节能改造性能参数判定原则应符合下列要求：

1 当电机驱动压缩机的蒸汽压循环冷水（热泵）机组实际性能系统（COP）、综合部分负荷性能系数（IPLV）不符合表 6.3.2-1 和表 6.3.2-2 的规定，且机组改造的静态投资回收期小于等于 6 年时，宜进行冷源改造；

表 6.3.2-1 冷水（热泵）机组制冷性能系数

类型		额定制冷量（kW）	性能系数（W/W）
水冷	活塞式 / 涡旋式	≤ 528	4.20
	螺杆式	≤ 528	4.80
		528~1163	5.20
		> 1163	5.60
	离心式	≤ 1163	5.30
		1163~2110	5.60
		> 2110	5.90
风冷或蒸发冷却	活塞式 / 涡旋式	≤ 50	2.70
		> 50	2.90
	螺杆式	≤ 50	2.90
		> 50	3.00

表 6.3.2-2 冷水（热泵）机组综合部分负荷性能系数

类型		额定制冷量（kW）	综合部分性能系数 IPLV（W/W）
水冷	螺杆式	≤ 528	5.55
		528~1163	5.90
		> 1163	6.30
	离心式	≤ 1163	5.45
		1163~2110	5.75
		> 2110	6.20
注：基于单台主机运行工况			

2 对于名义制冷量大于 7100W、采用电机驱动压缩机的单元式空气调节机、风管送风式和屋顶式空调机组，在名义制冷工况和规定条件下，其能效比不符合表 6.3.2-3，且机组改造或更换的静态投资回收期小于等于 6 年时，宜进行冷源改造；

表 6.3.2-3 单元式机组能效比

类型		名义制冷量 CC（kW）	能效比性能系数（EER）
风冷式	不接风管	$7.1 < CC \leq 14.0$	2.80
		$CC > 14.0$	2.75
	接风管	$7.1 < CC \leq 14.0$	2.60
		$CC > 14.0$	2.55
水冷式	不接风管	$7.1 < CC \leq 14.0$	3.55
		$CC > 14.0$	3.40
	接风管	$7.1 < CC \leq 14.0$	3.25
		$CC > 14.0$	3.15

3 当溴化锂吸收式机组实际性能参数（COP）不符合表 6.3.2-4 的规定，且机组改造或更换的静态投资回收期小于等于 6 年时，宜进行冷源改造；

表 6.3.2 -4 溴化锂吸收式机组性能参数

机型	名义工况			性能参数		
	冷水进 / 出口 温度（℃）	冷却水进 / 出 口温度（℃）	蒸汽压力 （MPa）	单位制冷量蒸汽 耗量 [kg/(kW·h)]	性能系数 （ W/W ）	
					制冷	供热
蒸汽 双效	18/13	32/37	0.25	≤ 1.40	-	-
	12/7		0.40		-	-
			0.60	≤ 1.31	-	-
			0.80	≤ 1.28	-	-
直燃	供冷 12/7	32/37	-	-	≥ 1.20	-
	供热出口 60	-	-	-	-	≥ 0.90

注：直燃机的性能系数为：制冷量（供热量） / （加热源消耗量（以低位热值计）+ 电力消耗量（折算成一次能））

4 燃煤、燃油、燃气的蒸汽或热水锅炉运行效率不符合表 6.3.2-5 的规定，且机组改造或更换的静态投资回收期小于等于 6 年时，宜进行热源改造；

表 6.3.2-5 名义工况和规定条件下锅炉的热效率（%）

锅炉类型及燃料种类		锅炉额定蒸发量 D（t/h）/ 额定供热量 Q（MW）					
		1 ≤ D ≤ 2 0.7 ≤ Q ≤ 1.4	2<D≤6 1.4<Q≤4.2	6 ≤ D ≤ 8 0.7 ≤ Q ≤ 5.6	8<D ≤ 20 5.6<Q ≤ 14	D>20 Q>14	
燃油燃气锅炉	重油	86		88			
	轻油	88		90			
	燃气	88		90			
层状燃烧锅炉	Ⅲ类 烟煤	75	78	80		81	82
抛煤机链条炉 排锅炉					82		83
流化床燃烧锅 炉					84		

6.3.3 当供暖空调输配系统符合下列条件之一时，宜进行相应的节能改造：

1 循环水泵的实际流量超过原设计值的 20%，或其实际运行效率低于铭牌值的 80%；

2 空调水系统实际供回水温差小于设计值 40% 的时间超过总运行时间的 15%；

3 空调风系统风机的实际风量超过设计值或铭牌值的 20%，或风道系统单位风量耗功率不符合表 6.3.3 的要求时；

4 空调系统冷热水管存在结露情况或保温层发生严重损坏情况。

表 6.3.3 风道系统单位风量耗功率 $W_s[W/(m^3/h)]$

	新风系统	空调风系统		机械通风系统
		初效过滤	中效过滤	
W_s	0.24	0.27	0.30	0.27

6.3.4 当公共建筑存在较大的内区，且原系统未进行内外分区设计的，宜进行相应的改造。

6.3.5 当冷却塔冷却能力无法满足主机正常运行需求时，应对冷却塔进行相应的改造。

6.3.6 当公共建筑（有空气洁净度要求除外）单个新风系统的新风量大于 $2000m^3/h$ ，新风系统运行时间每天不小于 6 小时且未采取排风热回收措施，应进行新风系统改造。

6.3.7 当冷水系统各支管管路的回水温度最大差值大于 $1.5^{\circ}C$ ，热水系统各支管管路的回水温度最大差值大于 $3^{\circ}C$ 时，宜进行水系统改造。

6.4 节能改造技术

6.4.1 冷热源设备

1 冷热源设备的节能改造应根据 6.1，确定冷热源设备的维护、更新、升级；

2 冷热源设备改造方案应根据原有供暖空调系统，结合改造后的建筑规模和使用特征、当地环境资源条件、能源政策、能源结构及其价格、环保规定等确定；

3 对于供冷、供热需求不同或使用时间不同的区域，应分别设置冷源、热源或进行分时分区改造；

4 冷热源设备台数及容量的选择和组合，应能适应空调负荷动态变化规律，满足部分负荷时高效运行的要求。

5 采用蒸汽为热源时，供暖空调系统的用汽设备产生的凝结水应回收利用，凝结水回收系统宜采用闭式系统；

6 大型公共建筑不宜采用空气源热泵系统；电辅助加热器的功率不应超过设计热负荷的 20%；

7 应充分利用锅炉产生的余热。锅炉与冬季供热的直燃机组宜配置烟气余热回收装置，作为锅炉补水或者生活热水的预热。燃气锅炉宜采用冷凝热回收装置或冷凝式炉型；

8 有生活热水需求的建筑，宜增设制冷机组冷凝热回收技术提供生活热水。

9 有条件时，应优先采用可再生能源；

10 工程合理范围内有区域能源站，应采用区域能源站提供的空调冷热源。

6.4.2 水系统

1 应进行水系统管网的阻力计算；

2 水系统节能改造后，输送能效比应符合《湖南省公共建筑节能设计标准》DBJ43/003 的相关规定；

3 对于冷热负荷随季节或使用情况变化较大的定流量系统，宜增设水泵变频装置；

4 对于原有水泵选型过大的输配系统，宜增设水泵变频装置或更换水泵；

5 对于系统较大、阻力较高、各环路负荷特性或压力损失相差较大的一次泵系统，宜改造成为二次泵系统，并采用变流量控制措施；

6 对于设有多台冷水机组和冷却塔的系统，应防止系统在运行过程中发生冷水或冷却水通过不运行冷水机组而产生的旁通现象；

7 空调冷、热水系统改造应满足下列要求：

1) 按季节进行供冷和供热转换的空调系统，应采用两管制水系统；

2) 全年运行过程中，供冷和供热工况频繁交替转换或需同时使用的空调系统，宜采用四管制水系统；

3) 合理划分水系统分区，进行水力平衡计算；当环路压力损失相对差额大于 15% 时，应采取有效的平衡措施；

4) 冷水供回水设计温差不应小于 5℃；在技术可靠、经济合理的前提下，宜加大冷水供回水温差。

6.4.3 风系统

1 应进行风系统管网的阻力计算；

2 节能改造后，空调风系统的单位风量耗功率应符合表 6.3.3 的规定；

3 使用时间不一致的空调区域不应划分在同一个定风量全空气

空调系统中；温湿度要求不同的空调区域不宜划分在同一个空调风系统中；舒适性空调系统不应设置再加热装置；

4 定风量全空气空调系统，应保证系统能按最大新风量引入新风，并采取可调新风比的措施；排风应满足最大新风量运行要求。新风量的控制与工况的转换，宜采用新风和回风的焓值控制方法；

5 建筑存在较大内区，且内区常年有稳定余热的办公、商业等建筑，宜设置冬季余热回收系统；

6 当建筑物内区空调采用全空气空调系统时，冬季和过渡季应充分利用室外空气作自然冷源；

7 过渡季节或供暖季节局部房间需要供冷时，宜优先采用直接利用室外空气进行降温的方式；

8 设置了排风热回收装置的系统，在过渡季利用室外空气消除房间余热的运行工况时，新风不应再经过回收装置换热；

9 人员密集场所（商场、展馆、影剧院、体育馆、大会议厅等）有条件时，应优先考虑过渡季全新风运行工况。

6.4.4 控制与计量

1 控制与计量系统应根据建筑功能、系统类型，选用技术先进、成熟可靠、经济合理的产品；

2 控制系统通过智能化、互联化的管理平台，以能耗在线监测技术为基础，采用核心节能控制技术为手段，实现整个空调系统的智能化节能管理，使系统均能高效、安全、稳定的运行。

3 控制系统宜采用电气与控制一体化、软硬件一体的产品。

4 冷、热源系统的控制设计应符合下列规定：

1) 应能进行冷热源设备、水泵、冷却塔等设备的顺序启停和连锁控制；

2) 应能进行冷热源设备的台数控制;

3) 应能进行水泵的台数控制, 宜选择温差或压差控制方法, 采用流量优化控制方式;

4) 应能进行冷却塔风机的台数控制, 宜根据室外气象参数进行变速控制;

5) 宜能根据室外气象参数进行供水温度的优化调节;

6) 宜能根据末端需求进行供水流量的优化调节;

7) 宜能按累计运行时间进行设备的轮换使用;

8) 冷热源设备 3 台以上的, 宜采用机组群控方式;

9) 应对系统的冷热量(瞬时值和累计值)进行监测和记录。

5 空调风系统和空气处理机组的监控, 应符合下列规定:

1) 应能进行风机、风阀和水阀的启停连锁控制;

2) 用变风量系统时, 风机应采用变速控制;

3) 空气处理机组应能进行新风、回风、排风阀开度的变新风比控制;

4) 宜根据室外气象参数优化调节室内温度设定值。

6 风机盘管应采用电动水阀和风速相结合的控制方式。公共区域风机盘管的控制应符合下列规定:

1) 应能对室内温度设定值进行限制;

2) 应能按时间进行定时启停控制, 宜对启停时间进行优化调整。

7 冷热源设备及水泵出入口的水管上应设置压力表; 设备出入口、各分区回水管、全空气系统回风管上应分别设置温度计; 每台冷热源设备的冷(热)水管、冷却水管、蒸汽锅炉的供汽管上应设置流量计。

8 冷热源机房应设置能源消耗计量，计量应包括下列内容：

- 1) 冷热源设备燃料的消耗量；
- 2) 冷热源设备、循环水泵及辅助设备等的耗电量；
- 3) 补水量。

9 冷热源机房应设置集中供冷（热）量的自动控制和计量装置。

10 采用区域性冷源和热源时，在每栋公共建筑的冷源和热源入口处，应设置冷量和热量计量装置。

11 空调冷热水的温度计应分别设置。

12 采用集中供暖空调系统时，不同使用单位或区域宜分别设置冷量和热量计量装置。宜根据末端系统收费或考核分区，分别设置冷、热量计量装置。

6.4.5 空调冷却水系统改造应满足下列要求：

- 1 冷却塔应布置在空气流通位置及夏季主导风向的上风向；
- 2 冷却塔如果另设集水池，水池水面的设计标高与冷却塔布水器之间的高差不应超过 8m；
- 3 具有过滤、缓蚀、阻垢、杀菌、灭藻等水处理功能。

6.4.6 变制冷剂流量多联机空调系统应满足下列要求：

- 1 室外机与室内机位置应合理。室外机便于安装与维护，有利于通风散热并不对周围环境造成热污染；
- 2 应减少弯头及配管长度，系统配管等效长度不宜超过 70m。系统配管等效长度制冷工况下满负荷的性能系数不应低于 2.80。

6.5 设备及仪表要求

6.5.1 节能改造设备的质量证明文件和相关资料应齐全，并应符合国家和地方现行相关标准和规定。

6.5.2 冷热源设备的性能系数（COP）、综合部分负荷性能系数（IPLV）、热效率应符合表 6.3.2-1 至表 6.3.2-5 的规定。

6.5.3 水泵能效不应低于《清水离心泵能效限定值及节能评价价值》GB 19762 中的节能评价价值，水泵的输送能效比应符合《湖南省公共建筑节能设计标准》DBJ 43/003 的规定。

6.5.4 风机效率不应低于《通风机能效限定值及节能评价价值》GB 19761 中的节能评价价值，风机的单位风机耗功量 W_s 应符合表 6.3.3 的规定。

6.5.5 当设置热回收装置时，其热回收效率应符合表 6.5.5 的要求。

表 6.5.5 热回收效率

热回收装置类型	全热回收装置	显热回收装置
热回收效率	$\geq 60\%$	$\geq 55\%$

6.5.6 冷却塔宜采用双速风机的冷却塔。

6.5.7 燃气锅炉应采用燃烧器比例积分调节和烟气热回收装置。

6.5.8 计量仪表的选择应考虑其技术指标、工作性能、使用条件和适用范围等，测量值应在其量程的 1/3 ~ 2/3 范围内，精度应在其量程的 0.5% ~ 1.5% 范围内。

6.6 施工要点

6.6.1 节能改造施工前，施工单位应根据审查通过的施工方案，对施工人员进行技术交底，并应按相关施工技术标准做好安全防护措施，对施工过程及结果实行质量控制。

6.6.2 施工单位应对建筑物原有供热、空调系统设备及管道安装情况进行详细的调查，尽量利用已有的设备基础、管道沟（井）及土建预留孔洞。如需重新在楼板及墙壁上打孔穿管时，应避免开

暗敷在墙内的水管及电气线路；在梁、柱上打孔时应注意避开钢筋，孔洞尺寸较大时，应通知设计人员进行校核验算。

6.6.3 水泵、风机及管道安装应符合《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 中的有关规定。

6.6.4 更换管道绝热层时，绝热层粘贴应牢固、铺设平整、无破损；新增绝热层与原有绝热层拼接缝隙应用粘结材料勾缝填满。

6.6.5 室外管网节能改造施工时，应首先对施工现场的地下管线、电缆、管井等设施进行仔细勘查，确定其尺寸及位置，以免在施工时破坏已有的管线设施。

6.6.6 冷热源机房改造时，应注意以下几点：

1 进行节能改造时，应保证预留维修和更换设备及阀门的操作空间。

2 改造后的管道、设备和容器的保温，应在防腐和水压试验合格后进行；

3 冷热源机组的汽、水系统安装完毕后，必须进行水压试验。

6.6.7 计量仪表安装应参照《暖通动力常用仪表安装》16R405。

6.6.8 空调系统工程交工前，应由建设单位根据工程性质、工艺和设计要求，进行系统生产负荷综合效能试验的测定与调整，设计和施工单位应进行配合，共同完成。

6.7 验收要求

6.7.1 供暖空调系统节能改造工程验收可参照《建筑节能工程施工质量验收规范》GB50411、《通风与空调工程施工质量验收

规范》GB50243、《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB50242 和《通风与空调施工规范》GB50738 的规定。

6.7.2 验收时应提供下列文件资料：

- 1 改造方案、方案评审意见或设计文件；
- 2 施工方案和施工记录；
- 3 改造项目所用产品的合格证、出厂检验报告和进场复验报告等；
- 4 系统调试记录或试运行记录；
- 5 其它必要的资料。

7 给水排水系统节能改造

7.1 一般规定

7.1.1 应结合国家现行给水排水相关标准规范，对改造方案的关联系统进行影响性评价。改造期间，应根据实际情况采取相应措施，减少对建筑内人员工作、生活环境的影响。

7.1.2 不符合节水要求的冷热水供水系统应改造为节能节水型冷热水供水系统。

7.1.3 非节水型器材和设备应逐步更换为节水型器材和设备。

7.1.4 应根据国家、湖南省及长沙市相关节能、卫生、安全的政策要求，结合非传统水源综合利用及可再生能源综合利用情况进行改造。

7.1.5 给水排水系统节能改造应达到安全适用、技术先进、经济合理、质量可靠、管理方便的要求。

7.2 节能诊断

7.2.1 给水系统节能诊断一般包括下列内容：

- 1 建筑物生活用水量；
- 2 市政管网供水压力；
- 3 建筑给水系统的竖向分区；

4 各分区最低卫生器具配水点处的静水压力；入户管（或配水横管）的供水压力；

5 分区内低层部分各用水点处的供水压力；

6 加压供水设备（泵）的性能参数（流量、扬程、效率）；

7 采用的卫生器具、用水龙头、计量水表、管材、管件和阀门。

8 绿化用水、景观用水水源；

9 建筑小区内供、用水量平衡。

7.2.2 热水系统节能诊断一般包括下列内容：

1 建筑物生活热水用水量和水温；

2 热源及换热站位置；

3 热水循环方式；

4 加热设备性能；

5 热水供应系统的竖向分区；

6 系统用水点处冷、热水供水的压力差及保证用水点处冷、热水供水压力平衡的措施。

7.2.3 给水加压系统运行管理日常记录，一般包括：

1 给水加压设备出口压力；

2 耗电量统计；

3 冷水逐时、逐日用水量。

7.2.4 热水系统运行管理日常记录，一般包括：

1 水加热设备的热媒进出口、被加热水进出口的温度、压力；

2 热水循环泵启、停时间和温度；

3 热水逐时、逐日用水量；

4 热媒逐时用量；

5 用水点放冷水（温度低于热水要求的温度）时间。

7.2.5 综合考虑采用非传统水源和可再生能源的可能性。

7.2.6 确定给水排水系统节能改造环节和节能潜力，编写节能诊断报告。

7.3 判定原则

7.3.1 建筑物生活给水、热水用水定额高于现行《建筑给水排水设计规范》GB50015 确定的定额值，应对原建筑物用水定额依据《民用建筑节能设计标准》GB50555 进行调整；对符合《建筑给水排水设计规范》GB50015 用水定额要求的，宜根据《民用建筑节能设计标准》GB50555 要求对原建筑物用水定额进行调整。

7.3.2 市政管网供水压力能满足要求的，除当地供水部门另有规定外，宜对未直接利用市政管网压力的二次加压供水系统进行改造。

7.3.3 供水各分区最低卫生器具配水点处的静水压大于 0.45MPa，或入户管（或配水横管）的供水压力大于 0.35MPa 的宜进行改造。

7.3.4 二次加压供水设备供水能力大于所需供水能力 120% 的，宜对供水设备进行改造或更换。

7.3.5 二次供水加压泵效率低于国家现行标准《清水离心泵能效限定值及节能评价值》GB19762 的，宜改造或更换加压泵。

7.3.6 热水供应系统中用水点处冷、热水供水压力差大于 0.02MPa 的宜进行改造。

7.3.7 具有以下情形的给水排水系统应进行改造：

1 供水分区内各用水点处供水压力大于 0.2MPa 的应进行改造。

2 生活给水系统采用调速泵组直接供水和管网叠压直接供水，

且采用减压阀进行竖向分区的应进行改造。

3 集中热水供应系统未设置机械循环的,不能保证干管、立管中热水循环的应进行改造。

4 全日集中供应热水的循环系统,配水点出水温度低于 45℃ 的时间大于 10s 的应进行改造。

5 热水加热设备容积利用率低,换热效果差,被加热水侧阻力损失较大的应进行改造。

6 加热水的温度与设定温度的差值高于下列规定的应进行改造:

1) 导流型容积式水加热器: $\pm 5^{\circ}\text{C}$;

2) 半容积式水加热器: $\pm 5^{\circ}\text{C}$;

3) 半即热式水加热器: $\pm 3^{\circ}\text{C}$;

7 采用的卫生器具不符合现行标准《节水型生活用水器具》CJ/T164 规定的,未采用陶瓷阀芯等密封耐用水嘴的,应进行改造。

8 计量水表不符合国家现行标准《封闭满管道中水流量的测量饮用冷水水表和热水水表》GB/T 778.1 ~ 3、《IC 卡冷水水表》CJ/T 133、《电子远传水表》CJ/T 224、《冷水水表检定规程》JJG162 和《饮用水冷水水表安全规则》CJ266 规定的,水表使用期限超过 6a 且口径为 DN15 ~ DN25 的,水表使用期限超过 4a 且口径大于 DN25 的,应进行改造。

9 管材和管件的工作压力大于产品标准标称的允许工作压力的;热水系统所使用管材、管件的设计温度低于 80℃ 的,敷设在有可能结冻区域的供水管未采取可靠的防冻措施的应进行改造。

10 建筑小区内供水管网漏失率大于 10% 的,应对供水管网进行改造。

7.3.8 有条件采用非传统水源的可根据实际情况进行改造。

7.3.9 有条件采用可再生能源作为热水系统热源的可根据实际情况进行改造。

7.4 节能改造设计

7.4.1 按照《建筑给水排水设计规范》GB50015 与《民用建筑节能节水设计标准》GB50555 要求的用水定额,结合实际用水情况,合理计算系统的用水量,以此作为给水系统的节能改造设计的依据。

7.4.2 给水系统应充分利用市政管网压力。市政管网压力供水范围的二次加压供水系统应改造为市政管网直接供水方式。

7.4.3 在市政供水管网条件允许的情况下,可采用叠压供水方式,但应征得供水企业的同意并备案,选用的叠压供水设备应符合《管网叠压供水设备》CJ/T254、《叠压供水技术规程》CECS221、《罐式叠压给水设备》GB/T24912、《箱式叠压给水设备》GB/T24603 及《管网叠压供水设备选用安装与安装》06SS109 的要求。

7.4.4 给水系统最低用水点静水压力大于 0.45MPa 时宜进行竖向分区改造;配水横支管供水压力大于 0.35MPa 时应增设减压设施;用水点处水压大于 0.2MPa 时应增设减压设施,但不应小于用水器具要求的最低压力。

7.4.5 选择生活给水的加压水泵,应遵守下列一般规定:

1 水泵的 $Q \sim H$ 特性曲线,应是随流量的增大扬程逐渐下降的曲线;

2 应根据管网水力计算进行选泵,水泵应在其高效区内运行;

3 水泵能效应符合《中小型三相异步电动机能效限定值及能效等级》GB18613 中 II 级能效及以上标准;噪声应符合《泵的噪声

测量与评价方法》JB/T8098 中的 B 级；振动应符合《泵的振动测量与评价方法》JB/T8097 中 B 级要求。

7.4.6 给水调节水池或水箱、消防水池或水箱宜设溢流信号管和溢流报警装置。

7.4.7 热水供应系统用水点处冷、热水供应压力差不宜大于 0.02MPa。保证用水点处冷、热水供水压力平衡的措施：

- 1 冷水、热水供应系统分区一致；
- 2 当冷、热水系统分区一致有困难时，宜采用配水支管设可调式减压阀减压等措施；
- 3 设置具有调节压差功能的混合器或混合阀。

7.4.8 无回水循环设施的集中热水供应系统应增设机械循环设施，确保干管和立管中的热水循环；循环管道满足下列要求：

- 1 宜采用同程布管；
- 2 当采用同程布置有困难时，热水回水干管、立管可采用限流调节阀、温控阀、导流三通等保证循环效果的措施；
- 3 当支管长度大于 7m 时，宜设支管循环，或支管采取自控电伴热措施；
- 4 当采用减压阀分区供水时，应保证各分区的热水循环；
- 5 当采用热水箱经加压泵供水的集中热水供应系统时，循环泵可与加压泵合用，回水干管可设温控阀或流量控制阀控制回水流量。

7.4.9 热水供应系统的设备和管道应作保温，保温层的厚度应经计算确定。下列设备和管道必须加以保温：

- 1 水加热设备、贮水器、分（集）水器等；
- 2 水循环系统的供水管、回水管和阀门；
- 3 从热源或热水炉来的热媒管道。

7.4.10 加热设备应选用阻力小、热效高、燃料燃烧充分的设备，并应配置自动温控装置。

7.4.11 热水供应系统宜满足以下自控要求：

1 贮水温度应控制在 $55 \sim 60^{\circ}\text{C}$ 。当采用热泵热水系统时，贮水温度可适当降低至 50°C ；

2 热水供应系统循环水泵应采用定时或定温循环开关；

3 设有内循环的储水罐，应具有时间程序控制，加热结束后 5 分钟内自动关闭循环泵。

7.4.12 有生活热水需求的公共建筑，有条件的应考虑安装太阳能热水系统，并与建筑物主体节能改造同步设计、同步施工、同步投入使用。

7.4.13 非传统水资源利用

1 条件许可时，节水改造可增设中水、雨水和凝结水回收利用系统，作为非传统水资源加以利用，如中水洁厕改造等；

2 设有中水或雨水回收利用系统时，直接排放的空调系统冷凝水、蒸汽凝结水、水池（箱）溢流水和清洗废水等宜改造为排至中水或雨水调节池回收利用；

3 设有集中空调系统和蒸汽系统但无中水和雨水回收利用系统的建筑，节水改造时可选择增设单独的空调冷凝水和蒸汽凝结水回收系统；

4 浇洒用水、洗车用水的水源采用自来水时，条件许可时宜改造为使用非传统水源；

5 景观用水水源应采用非传统水源；

6 雨水回收利用系统年雨水利用量可按式 7.4.13 计算

$$W = (0.6 \sim 0.7) 10 \psi h F \quad (7.4.13)$$

W——年用雨水量 (m³) ;

Ψ——雨量径流系数;

h——常年降雨厚度 (mm) ;

F——计算汇水面积 (ha) 。

7.4.14 生活用水系统的节能改造设计要求:

1 蹲式大便器和小便器采用手动阀门冲洗时, 宜采用延时自闭冲洗阀和感应式冲洗阀;

2 公共卫生间洗手盆采用普通水嘴时, 宜改造为感应式水嘴或延时自闭式水嘴;

3 坐便器的冲洗水箱未分档时, 宜改造成设有大、小便分档的冲洗水箱; 大便器冲洗用水量一次不应大于 6L, 小便器冲洗用水量一次不应大于 4.5L; 容积大于 6L 的冲洗水箱不作更换时, 应采取适当措施减小水箱容积;

4 普通淋浴器宜改造为节水型淋浴器;

5 用水器具的工作压力大于节水所需工作压力时宜设置限流配件;

6 冷、热水龙头的安装不符合“左热右冷”的一般习惯时, 应增设明显的冷热水区分标志, 或调整安装方式;

7 发生跑、冒、滴、漏的用水器材和设备应及时更换;

8 采用节水型生活用水卫生器具后, 宿舍、旅馆等公共建筑生活用水年节水用水量可按按公式 7.4.14-1 计算; 热水节水用水量可按公式 7.4.14-2 计算。

$$Q_{ga} = \sum \frac{q_g n_g D_g}{1000} \quad (\text{m}^3/\text{a}) \quad (7.4.14-1)$$

$$Q_{ra} = \sum \frac{q_r n_r D_r}{1000} \quad (\text{m}^3/\text{a}) \quad (7.4.14-2)$$

Q_{ga} 、 Q_{ra} ——分别为生活用水年节水用水量、热水节水用水量，
(m^3/a)；

q_g 、 q_r ——分别为生活用水节水用水定额、热水节水用水用水定额；

n_g 、 n_r ——分别为生活用水人数、热水用水人数；

D_g 、 D_r ——分别为生活用水天数、热水用水天数；

7.4.15 各用水点应根据节水管理需要分别设置计量水表。

7.5 设备及材料要求

7.5.1 节能改造应选用高效节水型供水加压设备和水加热设备，并应满足现行相关节能、节水标准的要求，同时其材质应满足长沙市的相关要求。

7.5.2 节能改造所选用的管材和管件的技术性能指标，应符合相关产品和建筑节能应用技术标准的规定要求，同时其材质应满足长沙市的相关要求。

7.5.3 节能改造采用的卫生器具应符合《节水型生活用水器具》CJ/T164 的规定。

7.5.4 用于给水排水系统节能改造的计量水表、温度传感器、压力表、水位计等仪表器具和水箱、阀门等辅配件等技术性能指标，应满足现行国家标准及长沙市相关标准（规则）规定的要求。

7.5.5 对于锅炉及压力容器的技术性能指标应在满足现行国

家标准要求外，必须符合现行国家安全标准规定。

7.6 节能改造施工

7.6.1 主要材料、成品、半成品、配件、器具和设备必须具有中文质量合格证明文件，规格、型号及性能检测报告应符合国家技术标准或设计要求，主要器具和设备必须有完整的安装使用说明书。

7.6.2 室内给水、热水管道安装应符合《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB50242 的相关要求。

7.6.3 每台水泵的出水管上，应装设压力表、止回阀和阀门(符合多功能阀安装条件的出水管，可用多功能阀取代止回阀和阀门)，必要时应设置水锤消除装置。自灌式吸水的水泵吸水管上应装设阀门，并宜装设管道过滤器。

7.6.4 给水加压设备应选用低噪声水泵机组；水管和出水管上应设置减振装置；水泵机组的基础应设置减振装置；管道支架、吊架和管道穿墙、楼板处，应采取防止固体传声措施；必要时，泵房的墙壁和天花板应采取隔音吸音处理。

7.6.5 水加热设备的出水温度应根据其有无贮热调节容积分别采用不同温级精度要求的自动温度控制装置。

7.6.6 水加热设备的上部、热媒进出口管上、贮热水罐和冷热水混合器上应装温度计、压力表；热水循环的进水管上应装温度计及控制循环泵开停的温度传感器；热水箱应装温度计、水位计；压力容器设备应装安全阀，安全阀的接管直径应经计算确定，并应符合锅炉及压力容器的有关规定，安全阀的泄水管应引至安全处且在泄水管上不得装设阀门。

7.6.7 用蒸汽作热媒间接加热的水加热器、开水器的凝结水回水管上应每台设备设疏水器，当水加热器的换热能确保凝结水回水温度小于等于 80°C 时，可不装疏水器。蒸汽立管最低处、蒸汽管下凹处的下部宜设疏水器。

7.6.8 太阳能热水系统的施工，应符合现行国家《太阳能供热采暖工程技术规范》GB50495、《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》GB0850364 和地方相关标准的规定。

7.6.9 监测与控制系统的安装应符合《自动化仪表工程施工及验收规范》GB50093 中的规定。

7.6.1 0 管道穿过墙壁和楼板，应设置金属或塑料套管。穿过楼板的套管与管道之间缝隙应用阻燃密实材料和防水油膏填实，端面光滑。穿墙套管与管道之间缝隙宜用阻燃密实材料填实，且端面应光滑。管道的接口不得设在套管内。

7.6.1 1 各种承压管道系统和设备应做水压试验，非承压管道系统和设备应做灌水试验。

7.6.1 2 水泵机组运行噪声应符合现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB10070 的规定。

7.6.1 3 热水管道系统，应有补偿管道热胀冷缩的措施。上行下给式系统配水干管最高点应设排气装置，下行上给式配水系统，利用最高配水点放气，系统最低点应设泄水装置。下行上给式系统设有循环管道时，其回水立管在最高配水点以下（约 0.5m ）与配水立管连接。

7.6.1 4 太阳能热水系统安装完毕，管道保温之前应进行水压试验，试验压力应为系统顶点的工作压力加 0.1MPa ，同时系统顶点的试验压力不小于 0.3MPa 。钢管或复合管道系统在试验压力下

10min 内压力降不大于 0.02MPa, 然后降至工作压力检查, 压力应不降, 且不渗不漏; 塑料管道系统在试验压力下稳压 1h, 压力降不得超过 0.05MPa, 然后在工作压力 1.15 倍状态下稳压 2h, 压力降不得超过 0.05MPa, 连接处不得有泄露。

7.6.1 5 热水供应系统管道应保温, 保温材料、厚度、保护壳等应符合设计规定。保温层厚度和平整度的允许偏差应符合《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB50242 的相关要求。

7.7 验收要求

7.7.1 给水排水系统节能改造施工质量验收可参照《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB50242 和《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》GB0850364 等相关要求。

7.7.2 验收时应提供下列文件资料:

- 1 改造方案或设计文件;
- 2 施工方案和施工记录;
- 3 改造项目所用产品的合格证、出厂检验报告和进场复验报告等;
- 4 其它必要的资料。

8 供配电与照明系统节能改造

8.1 一般规定

8.1.1 供配电与照明系统的节能改造应符合下列规定：

- 1 改造期间应有保障临时用电的技术措施，不影响公共建筑的工作、生活环境；
- 2 宜结合系统主要设备的更新换代和建筑物的功能升级进行；
- 3 满足用电安全、功能要求、节能需要及节能管理的要求，并应选用高效节能的产品和技术；
- 4 应具备节能先进性、适用性，可靠性、开放性、兼容性和扩展性。

8.2 节能诊断

8.2.1 供配电系统节能诊断应包括下列内容：

- 1 系统中特定配电线路、仪表、电动机、电器、变压器等设备状况；
- 2 供配电系统容量及结构；
- 3 用电分项计量；
- 4 无功补偿；
- 5 供用电电能质量。

8.2.2 对供配电系统中仪表、电动机、电器、变压器等设备

状况进行节能诊断时，应核查是否使用淘汰产品、各电器元件是否运行正常以及变压器负载率状况。

8.2.3 对供配电系统容量及结构进行节能诊断时，应核查现有的用电设备功率及配电电气参数。

8.2.4 对供配电系统用电分项计量进行节能诊断时，应核查常用供电主回路是否设置电能表对电能数据进行采集与保存，并应对分项计量电能回路用电量进行校核检验。

8.2.5 对无功补偿进行节能诊断时，应核查是否采用提高用电设备功率因数的措施以及无功补偿设备的调节方式是否符合供配电系统的运行要求。

8.2.6 供用电电能质量节能诊断应采用电能质量监测仪在公共建筑物内出现或可能出现电能质量问题的部位进行测试。供用电电能质量节能诊断宜包括下列内容：

- 1 三相电压不平衡度；
- 2 功率因数；
- 3 各次谐波电压和电流及谐波电压和电流总畸变率；
- 4 电压偏差。

8.2.7 照明系统节能诊断应包括下列项目：

- 1 灯具及光源类型；
- 2 照明灯具效率和照度值；
- 3 照明功率密度值；
- 4 照明控制方式；
- 5 功率因数补偿情况；
- 6 有效利用自然光情况。

8.2.8 照明系统节能诊断应提供照明系统节电率目标值要求。

8.3 判定原则

8.3.1 当供配电系统不能满足更换的用电设备功率、配电电气参数要求时,或主要电器为淘汰产品时,应对配电柜(箱)和配电回路进行改造。

8.3.2 当变压器平均负载率长期低于 20%且今后不再增加用电负荷时,可对变压器进行改造,优先采用低压相互联络方式,在非空调季节和初期负荷低时,停运分变压器达到节能目的。

8.3.3 当供配电系统未根据配电回路合理设置用电分项计量或分项计量电能回路用电量校核不合格时,应进行改造。

8.3.4 当无功补偿不能满足要求时,应论证改造方法合理性并进行投资效益分析,当投资静态回收期小于 5 年时,宜进行改造。

8.3.5 当供用电电能质量不能满足要求时,应论证改造方法合理性并进行投资效益分析,当投资静态回收期小于 5 年时,宜进行改造。

8.3.6 当公共建筑的照明功率密度值超过《建筑照明设计标准》GB 50034 规定的限值时,应进行相应的改造。

8.3.7 当照明改造投资静态回收期小于 2 年时,宜优先进行改造。

8.3.8 当公共建筑公共区域的照明未合理设置自动控制时,宜进行相应的改造。

8.3.9 对于未合理利用自然光的照明系统,宜进行相应改造。

8.4 节能改造设计

8.4.1 根据变压器运行的实际负荷率,调整变压器的台数、容量或运行方式,力求变压器运行在经济运行参数范围内。

8.4.2 应选用低损耗型、高效率变压器,且能效值不应低

于现行国家标准《三相配电变压器能效限定值及能效等级》GB 20052 中能效标准的节能评价价值。

8.4.3 合理选用节能型电梯、自动扶梯和自动人行步道。多台电梯应采取群控措施，扶梯和人行步道应采取空载自动暂停或低速运行措施。

8.4.4 电动机应选用符合《中小型三相异步电动机能效限定值及节能评价价值》GB 18613 规定的产品。

8.4.5 当配电线路原有线径或路由不合理时，应按照科学合理、方便施工的原则采取适当加大线径、改变路由等措施以降低线路损耗。

8.4.6 无功补偿后仍达不到要求时，宜更换补偿设备。

8.4.7 优先采用直管荧光灯、紧凑型荧光灯、金属卤化物灯、非工作场所 LED 灯、无极灯等节能型光源，充分利用自然光来减少照明负荷，照明系统的监测及控制力求节能合理。

8.4.8 智能化系统应达到节约资源、提高效率、安全可靠、舒适的生活环境和完善物业管理的要求。

8.5 设备要求

8.5.1 电气系统宜选用技术先进、成熟、可靠、损耗低、谐波量少、能效高、经济合理的节能产品。

8.5.2 变压器的能效值不应低于《三相配电变压器能效限定值及能效等级》GB 20052 中能效标准的节能评价价值。

8.5.3 多台电梯应群控，扶梯和人行步道应有空载自动暂停或低速运行的功能。

8.5.4 电动机应符合《中小型三相异步电动机能效限定值及节能评价价值》GB 18613 规定。

8.5.5 照明灯具应在满足原有照度值要求的前提下，采用各类节能灯具，其性能均应满足相应的现行国家标准、规范要求。严禁使用国家明令禁止的淘汰灯具产品。

8.6 施工要点

8.6.1 供配电与照明系统节能改造施工应符合《建筑电气工程施工质量验收规范》GB50303 的相关规定。

8.6.2 主要电气设备材料必须具有相关质量认证或合格证明，规格型号及性能参数应符合设计要求。

8.6.3 安装和调试用各类计量器具，应检定合格，使用时在有效期内。

8.6.4 电气设备上计量仪表和电气保护有关的仪表应检定合格，当投入试运行，应在有效期内。

8.7 验收要求

8.7.1 供配电与照明系统节能改造施工质量验收，应符合《建筑照明设计标准》GB50034、《建筑电气工程施工质量验收规范》GB50303、《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411 和《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 的相关规定。

8.7.2 验收时应提供下列文件资料：

- 1 改造方案或设计文件；
- 2 施工方案和施工记录；
- 3 改造项目所用产品的合格证、出厂检验报告和进场复验报告等；
- 4 其它必要的资料。

9 可再生能源建筑应用

9.1 一般规定

9.1.1 进行节能改造时，优先利用可再生能源。

9.1.2 在满足功能要求，且技术经济条件良好的条件下，积极推广地源热泵和太阳能技术及产品。

9.2 地源热泵空调系统

9.2.1 改造应保留原有系统中适用的设备和装置，构成复合式系统；地源热泵系统宜承担基础负荷，原有设备宜作为调峰或备用措施。设计文件应结合末端负荷需求，对各系统运行经济性的临界条件作出说明。

9.2.2 冷热源改造为地源热泵系统前，应对建筑物所在地的工程场地及浅层地热能资源状况进行勘察，并应从技术可行性、可实施性和经济性等方面进行综合分析，确定是否采用地源热泵系统。

9.2.3 地源热泵系统的勘察、设计、施工及验收应符合《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366 的规定。

9.2.4 地源热泵系统供回水温度，应能适用原有输配系统和空调末端系统的设计要求。

9.2.5 当地源热泵系统地埋管换热器的出水温度、地下水或

地表水的温度满足末端进水温度需求时，应设置直接利用的管路和装置。

9.2.6 改造完成后应进行主机与末端系统联合调试，确保系统整体运行达到设计要求。

9.3 生活热水制备系统

9.3.1 有稳定生活热水需求的既有公共建筑（如酒店、宾馆、医院和宿舍等），优先采用地源热泵、太阳能热利用或空气源热泵技术。

9.3.2 既有公共建筑采用可再生能源制备热水时，应根据当地的气候条件、太阳能资源、建筑物类型、使用功能、用户需求、投资规模及安装条件（可用空间、用地、遮挡、朝向）等因素综合确定应用技术类型和形式。

9.3.3 生活热水的制备和游泳池、水上游乐池的温度维持等优先选择太阳能及热泵等高效热源，可采用多种热源的组合使用，并充分利用热回收技术。

9.3.4 增设或改造的太阳能热水系统，应符合《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》GB50364、《民用建筑太阳能热水系统评价标准》GB/T50604 和湖南省的有关标准规定。

9.3.5 地源热泵系统宜与空调系统相结合，采用热泵热回收技术提供或预热生活热水。

9.3.6 当生活热水制备与空调系统相互独立时，可采用太阳能－地源热泵或太阳能－空气源热泵复合式生活热水系统，并进行详细的技术经济分析确定系统容量匹配。

9.3.7 当采用太阳能－土壤源热泵生活热水制备系统时，应

在夏季采用集热回灌运行控制，实现跨季节储能。

9.3.8 可再生能源生活热水制备系统应设置能耗计量装置，并应对末端用户热水用量进行分类计量。

9.4 太阳能光伏发电系统

9.4.1 在既有公共建筑上增设或改造太阳能光伏发电系统，应符合国家、湖南省和长沙市现行有关标准规定。

9.4.2 采用太阳能光伏发电系统时，应根据建筑的负载特性和用户需求，结合当地太阳能辐照条件确定太阳能光伏系统的总功率，并依据所设计系统的电压电流要求，确定太阳能光伏电板的数量。

9.4.3 当在既有公共建筑外立面垂直增设或改造光伏系统时，应采用低反射率（低于 0.2）光伏组件，避免造成光污染。

9.4.4 太阳能光伏发电系统生产的电能宜为建筑自用，并宜采取低压侧并网方式运行。

9.4.5 并入电网的电能质量应符合《光伏系统并网技术要求》GB/T 19939 的要求，并应符合相关的安全与保护要求。

9.5 验收要求

9.5.1 地源热泵空调工程应按《建筑节能工程施工验收规范》GB 50411 和《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 要求组织验收。

9.5.2 可再生能源生活热水工程应根据需要按《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 和《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》GB50364 要求组织验收。

9.5.3 太阳能光伏发电工程应按《建筑电气工程施工质量验

收规范》GB 50303 和《光伏发电工程验收规范》GB/T 50796 要求组织验收。

9.5.4 验收时应提供下列文件资料：

- 1 改造方案或设计文件；
- 2 施工方案和施工记录；
- 3 改造项目所用产品的合格证、出厂检验报告和进场复验报告等
- 4 其它必要的资料。

10 能耗监测与综合能效管控

10.1 一般规定

10.1.1 公共建筑能耗监测改造应符合《湖南省公共建筑节能设计标准》DBJ43/003、《湖南省公共建筑综合能效管理系统技术规程》DBJ43/T316 等的相关规定。

10.1.2 节能改造的建筑应对机电设备改造部分进行计量，单体建筑面积 3000 平方米以上的国家机关既有办公建筑或 10000 平方米（含）以上的既有大型公共建筑应进行整体的建筑能耗计量和监测改造；

10.1.3 公共建筑的整体能耗监测与综合能效管控改造，应充分利用既有监测设备及其他智能化系统或设备，实现数据共享，但不应影响原有系统本身技术性能和正常使用。

10.1.4 公共建筑能耗监测改造应覆盖水、电、气等主要用能及可再生能源利用，应采用自动实时数据采集并预留数据上传端口。无法自动采集时应人工采集，并保证能耗数据的完整性、准确性。

10.1.5 系统施工和改造应严格执行国家相关标准，确保人身和设备安全。

10.2 改造方法

10.2.1 参照《国家机关办公建筑和大型公共建筑能耗监测系统楼宇分项计量设计安装技术导则》(住房和城乡建设部 2008), 结合建筑重点用能设备及用能特点, 加装水、电、气等各类能源的计量表计, 覆盖建筑总能耗、分类、分项及其子项能耗数据采集; 建设设备间通讯和数据采集网络, 部署综合能效管理系统进行水、电、气、热的能耗数据采集和能耗统计、分析、管理, 实现远程能耗数据监测功能; 并应能实现数据共享, 应能上传至上级管理平台。

10.2.2 计量器具配置应符合下列规定:

1 用电宜配置总表, 但不应改动供电部门计量表的二次接线, 不应与计费电能表串接;

2 变压器后总表应设置为多功能电能表, 其他电路应配置三相或单相电表;

3 用电应区分照明插座用电、空调用电、动力用电、特殊用电等:

1) 照明插座用电计量应将照明与插座、走廊及应急、建筑景观照明分项计量。

2) 空调用电计量应设置空调总用电计量, 并设置空调主机、空调水泵、冷却塔、空调末端等分项计量。

3) 动力用电计量应对电梯、水泵等分项计量。

4) 计算机房、厨房、洗衣房等特殊用电和重点区域应分项计量。

5) 消防水泵、消防卷帘、应急照明等不常用电路可汇总计量。

4 用水计量应计量总用水量 and 集中用水区域的用水量, 应进行餐饮、绿化、生活、可再生水源等分项计量;

5 可再生能源用电、发电, 柴油发电机发电, 储能等各系统应

单独计量；

6 建筑内外关键区域应监测环境温度。

10.3 技术要求

10.3.1 综合能效管理系统技术要求

1 系统自动实时的数据采集和存储时间宜设置5~15分钟可调，数据存储时间应不少于3年；

2 系统应记录分类分项能耗数据的原始表码走字；统计小时、日、月、年等能耗数据，并能进行对比分析；提供实用报表功能；

3 系统应具有开放的接口，能够与上一级能耗数据中心的相关系统进行数据共享，避免系统的重复建设；

4 系统宜配置负荷控制和需求侧管理相关接口，对高能耗回路和重要回路等，实现主动负荷控制参与主动需求侧响应。

10.3.2 数据采集要求

数据宜通过可靠的 RS-485 或其他通讯方式进行采集、处理和存储。

10.3.3 计量配置技术要求

1 电子式电能表

1) 应具有监测和计量三相电流、电压、有功功率、功率因数、有功电能等功能，一级负荷还应具有无功、最大需量、谐波含量等监测功能；

2) 应具有数据远传功能，支持 GPON 传输系统标准 DL/T 645 及 MODBUS 标准开放通讯协议；有功计量精度应不低于 1.0 级；

3) 互感器应不低于 0.5 级。

2 集中式冷（热）量表

应具有冷(热)量监测和计量功能,应具有数据远传功能,支持 MODBUS 标准开放或相关行业标准通讯协议。精度应不低于 2.0 级。

3 水表

应具有监测和计量功能,应具有数据远传功能,支持 MODBUS 标准开放或相关行业标准通讯协议。精度应不低于 2.5 级。

4 流量计

应具有监测和计量功能,应具有数据远传功能,支持 MODBUS 标准开放或相关行业标准通讯协议。精度应不低于 2.0 级。

5 燃气表、燃油表

应具有监测和计量功能,应具有数据远传功能,支持 MODBUS 标准开放或相关行业标准通讯协议。精度应不低于 2.0 级。

6 宜覆盖其它主要种类能耗计量,宜集成用能安全的监测设备。

10.3.4 应完成分类、分项计量装置的安装工作,计量数据准确,符合分项计量装置要求,并建立完整的台账。

10.3.5 应有健全的运行维护和节能管理制度。通过能耗公示和节能提醒等,综合节能率应达到 3% 及以上。

10.4 验收要求

10.4.1 计量装置和数据采集系统转发数据的应在真实条件下试运行 7 天以上,保证原始数据的可靠稳定;带数据统计功能的综合能效管控系统则应试运行 1 个月以上;有明显能耗周期性的子系统则可延长试运行时间,可独立验收。

10.4.2 应作为建筑节能专项验收备案内容之一,宜与建筑节能专项验收备案同步进行。验收时应提供下列文件资料:

- 1 改造方案或设计文件；
- 2 施工方案和施工记录；
- 3 改造项目所用产品的合格证、出厂检验报告和进场复验报告等；
- 4 其它必要的资料。

11 节能改造综合评估

11.1 一般规定

11.1.1 节能改造后应进行节能评估，内容包括：外围护结构热工性能、供暖通风与空调系统、给水排水系统、供配电与照明系统、可再生能源系统、能耗监测系统等能效的检测与评价。

11.1.2 公共建筑节能改造后，应对建筑物的室内环境进行检测和评估，室内环境应达到设计和相关规定要求。

11.1.3 公共建筑节能改造后，应对被改造的系统或设备进行检查、检测和评估，并对节能效果进行评估核定。

11.1.4 公共建筑节能改造后，宜委托具有相应资质的第三方机构对节能改造项目的完成情况以及完成质量进行现场勘验，核定节能量，并出具核定报告。

11.2 评估方法

11.2.1 既有公共建筑节能改造综合评估的方法主要包括资料审查、现场检查、性能检测以及模拟计算等。

11.2.2 围护结构热工性能检查宜采用文件审查、现场检查等方法，可参考产品合格证、性能检测报告或门窗标识证书等资料。

11.2.3 设备性能检查可参考产品合格证、检测报告、能效标

识等资料；供暖通风空调与生活热水系统施工和调试应符合《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411、《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 和《建筑给水排水及供暖工程施工质量验收规范》GB 50242 等的规定。

11.2.4 节能量的核定应按照《公共建筑节能改造节能量核定导则》（建办科函〔2017〕510 号）实施，当现场核定有困难确实无法实现时，节能率可按照表 11.2.4 和附录 A~ 附录 E 的估算方法进行，即根据各分项节能改造的贡献率进行加权平均计算综合节能率。

表 11.2.4 公共建筑中各系统占建筑总能耗权重比例表（%）					
建筑类型	围护结构	空调系统	电气 （照明和动力设备）	给水排水	能耗管理 （加分项目）
办公建筑	25	45	25	5	3
商场建筑	20	45	30	5	3
医院建筑	25	45	10	20	3
学校建筑	35	10	35	20	3
酒店建筑	25	45	15	15	3
注：围护结构改造对节能的贡献率是通过空调能耗降低进行折算的。					

11.2.5 改造综合评估时，当对节能量核定报告存在异议时，应进行现场抽样检测，以现场抽样检测为准。

11.2.6 对于实施单、多项节能改造的项目，应对改造部位或改造措施进行单、多项评估，判定改造部位或改造措施是否符合设计要求。

附录 A 外围护结构综合传热系数 简易测量及节能改造技术节能率

1 模拟取值

通过对办公、商场、医院、学校和酒店五类公共建筑多栋典型建筑，分别采用围护结构节能改造技术前后的能耗模拟分析，整理得各项节能率如表 A-1。

表 A-1 外围护结构各项节能改造技术节能率

分项改造技术		节能率（%）				
		办公 42	商业 40	医院 45	学校 50	酒店 45
屋面改造		5.0	5.8	5.9	9.5	6.5
外墙改造		4.6	4.2	5.0	7.0	5.3
外窗改造		32.4	30.0	34.1	33.5	33.2
遮阳改造	活动外遮阳	9.6	7.2	9.6	11.4	9.6
	贴膜	8.0	6.0	8.0	9.5	8.0
注：外窗改造中已包含了遮阳改造。						

综合节能率应按照公式 A-1 计算：

$$E_A = \varphi_A \sum E_{A_i} \tag{A-1}$$

式中: E_A ——外围护结构节能改造综合节能率(%) ;

E_{A_i} ——外围护结构分项节能改造技术节能率(%),查表 A-1;

φ_A ——外围护结构占建筑总能耗权重系数,查表 11.2.4;

2 热工性能测试、评价与计算

2.1 等效传热系数法

为避免围护结构的复杂性,将复杂围护结构简化成具有单层围护结构的规则长方体模型,并称该模型为等效能耗模型,利用累计能耗偏差、累计室内温度偏差、室内外温度相关系数偏差表征原围护结构与模型的能耗等效程度,同时验证了三个指标在表征等效程度上具有一致性:偏差越小,越等效。三个指标具体的计算方法如公式 A-2.1-1、A-2.1-2 和 A-2.1-3 所示。

累计能耗偏差,即测试时间内原型建筑和等效模型建筑的围护结构能耗之差:

$$\Delta Q = \int_{\tau_1}^{\tau_2} |q - q'| d\tau \quad (\text{A-2.1-1})$$

式中: ΔQ 为累计能耗偏差, q 为原型建筑围护结构内表面热流, q' 等效模型建筑内表面热流, $[\tau_1, \tau_2]$ 为测试时间段, $\int$ 表示累计计算。

累计室内温度偏差,即测试时间内原型建筑和等效模型建筑的室内温度之差:

$$\Delta t = \int_{\tau_1}^{\tau_2} |t_{in} - t'_{in}| d\tau \quad (\text{A-2.1-2})$$

式中： Δt 累计室内温度偏差， t_{in} 为原型建筑室内温度， t'_{in} 为模型室内温度。

室内外温度相关系数偏差，即测试时间内原型建筑和等效模型建筑室内外温度相关系数之差：

$$\Delta \rho = |\rho - \rho'| \quad (\text{A-2.1-3})$$

式中： $\Delta \rho$ 室内外温度相关系数偏差， ρ 为原型建筑室内外温度相关系数， ρ' 为等效模型建筑的室内外温度相关系数。

相关系数可以由统计学方法计算，若在时间段 τ 内室内温度序列为 t_{in} ，室外温度序列为 t_{out} ，则相关系数计算方法如公式 A-2.1-4 所示。

$$\rho = \frac{Cov(t_{in}t_{out})}{\sqrt{D(t_{in})}\sqrt{D(t_{out})}} \quad (\text{A-2.1-4})$$

式中 $Cov(t_{in}t_{out})$ 为序列 t_{in} 和 t_{out} 的协方差， $D(t_{in})$ 、 $D(t_{out})$ 为序列 t_{in} 、 t_{out} 的方差。

基于以上模型与计算方法，提出了等效传热系数概念：通过改变等效模型建筑单层结构的传热系数使模型建筑的能耗与原型建筑结构最接近，定义使得能耗最接近（偏差最小）时的传热系数为等效传热系数。当设定原型建筑和模型建筑的外围面积和传热量相等，传热系数和室内外温差就形成了唯一对应关系：当传热系数大时，室内外温差相应减小，反之增大。当原型建筑实测室内温度序列与模型建筑模拟得到的室内温度序列越接近，说明

模型建筑的传热系数也就越接近于原型建筑的传热系数值。而室内外温度的相关性实际上就是反映了室内外温差，原型建筑的室内外温度相关性和模型建筑的室内外温度相关性越接近，二者的室内外温差也就越接近，传热量也就越接近，模型建筑的传热系数也就越能反映原既有建筑的综合传热系数值。所以用室内外温度相关系数偏差代替累计能耗偏差表征原建筑围护结构与模型建筑的等效程度。

2.2 基于等效传热系数的既有建筑围护结构热工性能评价方法

2.2.1 方法简述与基本定义

等效传热系数围护结构热工性能评价方法首先需要建立既有建筑（原型建筑）对应的标准节能建筑，然后分别建立既有建筑 and 标准节能建筑的等效模型建筑，再计算两个模型的等效传热系数，最后通过两个等效传热系数的比较来评估既有建筑围护结构的热工性能，甚至计算出节能潜力。基本思路如图 A-2.2-1 所示。

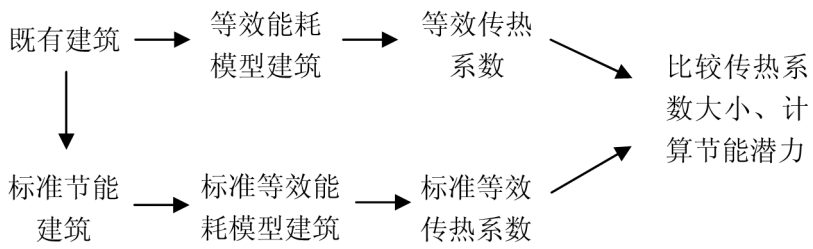


图 A-2.2-1 基本思路

既有建筑：需要进行围护结构热工性能评价的建筑。

标准节能建筑：与既有建筑具有相同的形状尺寸，但是各项参数值满足建筑节能设计标准的限值。

等效能耗模型建筑：根据既有建筑建立的具有单层围护结构

的规则长方体。

标准等效能耗模型建筑：根据标准节能建筑建立的等效能耗模型，增加“标准”一词是为与既有建筑的等效能耗模型区分开，方便表述。

2.2.2 模型建立方法

利用能耗模拟软件 DesT 建立模型，包括等效能耗模型建筑、标准节能建筑、标准等效能耗模型建筑。

建模之前，需要对既有建筑进行相关测试：室内散热量、建筑尺寸、测试时间段内室内外逐时温度等。通过测试，得到 τ 时间段室内外温度序列为：

$$t_{in} = (t_{in,1}, t_{in,2}, t_{in,3} \cdots t_{in,\tau})$$
$$t_{out} = (t_{out,1}, t_{out,2}, t_{out,3} \cdots t_{out,\tau})$$

标准节能建筑：与既有建筑形状大小尺寸相同，但是围护结构各项参数均满足公共建筑节能设计标准的要求，通过对 DesT 软件设置使得室外气象参数、内扰与既有建筑相同，然后模拟得到室内温度序列：

$$t_{in(B)} = (t_{in(B),1}, t_{in(B),2}, t_{in(B),3} \cdots t_{in(B),\tau})$$

等效能耗模型建筑：根据既有建筑建立的具有单层围护结构的长方体模型，该模型的建筑面积与既有建筑相同，室外气象参数、内扰与既有建筑也相同，模拟室内温度，但是由传热学^[13]理论可以知道模型建筑的传热系数 K 改变，室内温度会发生变化，因此在改变传热系数 K 的情况下，分别利用 DesT 软件模拟等效模型建筑的室内温度，得到对应的温度序列组：

$$t'_{K,in} = (t'_{K,in,1}, t'_{K,in,2}, t'_{K,in,3} \dots t'_{K,in,\tau})$$

标准等效能耗模型建筑：根据标准节能建筑建立的单层围护结构长方体，建筑内扰、室外气象参数与标准建筑相同，同样，室内温度与传热系数 K 相关，分别模拟不同 K 值情况下的等效能耗模型室内温度，得到对应的温度序列组为：

$$t'_{K,in(B)} = (t'_{K,in(B),1}, t'_{K,in(B),2}, t'_{K,in,3} \dots t'_{K,in(B),\tau})$$

该建模方法的优点：只需要知道既有建筑的形状大小，室内热扰，室外气象参数，不需要知道围护结构具体结构形式、详细的传热系数等参数值，而既有建筑的面积通过测量得到，室内热扰根据计算照明、设备发热或者人员等散热等得到估计值，克服了既有建筑现场布点难和资料不全的问题。

2.2.3 计算等效传热系数

(1) 等效指标计算

采用室内外温度相关系数偏差来验证等效程度。通过上述建模方法以及得到的温度序列： t_{in} 、 t_{out} 、 $t_{in(B)}$ 、 $t'_{K,in}$ 、 $t'_{K,in(B)}$ ，根据公式 A-2.1-3、A-2.1-4 计算室内外温度相关系数偏差，等效能耗模型建筑与既有建筑的室内外温度相关系数偏差计算过程：

$$\rho = \frac{Cov(t_{in}, t_{out})}{\sqrt{D(t_{in})} \sqrt{D(t_{out})}} \quad (A-2.2-1)$$

$$\rho'_K = \frac{Cov(t'_{K,in}, t_{out})}{\sqrt{D(t'_{K,in})} \sqrt{D(t_{out})}} \quad (\text{A-2.2-2})$$

$$\Delta\rho = |\rho - \rho'_K| \quad (\text{A-2.2-3})$$

标准等效能耗模型与标准节能建筑的室内外温度相关系数偏差计算过程：

$$\rho_B = \frac{Cov(t_{in(B)}, t_{out})}{\sqrt{D(t_{in(B)})} \sqrt{D(t_{out})}} \quad (\text{A-2.2-4})$$

$$\rho'_{K(B)} = \frac{Cov(t'_{K,in(B)}, t_{out})}{\sqrt{D(t'_{K,in(B)})} \sqrt{D(t_{out})}} \quad (\text{A-2.2-5})$$

$$\Delta\rho' = |\rho_B - \rho'_{K(B)}| \quad (\text{A-2.2-6})$$

(2) 等效传热系数计算方法

根据计算可知室内外温度相关系数偏差与等效模型建筑单层结构的传热系数相关，可以建立 $\Delta\rho$ 、 $\Delta\rho'$ 与 K 的关系式，又由于该指标越小越等效，所以可以根据等效程度与传热系数的关系求等效传热系数。由等效传热系数定义，当使得室内外温度相关系数偏差最小时所对应的传热系数即为等效传热系数。因此由室内外温度相关系数偏差与传热系数的关系式求等效传热系数的数学表达过程为：

第一步：求关系式

采用回归分析法拟合得到室内外温度相关系数偏差与传热系

数的关系式为:

$$\begin{cases} \Delta\rho = f(K) \\ \Delta\rho' = f(K) \end{cases}$$

第二步: 求等效传热系数 K

由公式 A-2.2-3、A-2.2-6 可以知道 $\Delta\rho \geq 0$ 和 $\Delta\rho' \geq 0$ 恒成立的, 所以求使得 $\Delta\rho$ 、 $\Delta\rho'$ 有最小值时对应的传热系数 K 值, 即为所求值。

2.2.4 围护结构的节能潜力计算

根据 2.2.3 节的计算方法得到等效传热系数和标准等效传热系数。通过比较既有建筑 and 标准节能建筑的等效能耗模型建筑的传热系数来评估既有建筑围护结构的热工性能, 并定义围护结构节能潜力计算如公式 A-2.2-7 所示。

$$\varphi = \frac{|K' - K'_B|}{K'} \times 100\% \quad (\text{A-2.2-7})$$

式中: K' 为等效传热系数, K'_B 为标准等效传热系数。

2.3 方法应用举例

2.3.1 建立模型

为说明该方法的应用过程, 以位于长沙市的某三层办公建筑为例进行分析, 建筑面积约为 360 平方米, 南北朝向, 南向两扇外窗, 北向有三扇外窗, 建筑形状如图 A-2.3-1 所示, 具体相关参数如表 A-2.3-1 所示。

表 A-2.3-1 既有建筑相关参数值

建筑参数	值
灯光	$10\text{w}\cdot\text{m}^{-2}$
设备	$15\text{w}\cdot\text{m}^{-2}$
人员	$0.1\text{人}\cdot\text{m}^{-2}$
人员作息	8:00-18:00
窗墙比	0.34/0.16

根据既有建筑建立标准节能建筑，标准节能建筑围护结构各项参数满足《湖南省公共建筑节能设计标准》，即表 A-2.3-2 中的最低限值。根据既有建筑 and 标准节能建筑建立等效单层围护结构模型建筑，如图 A-2.3-2 所示。

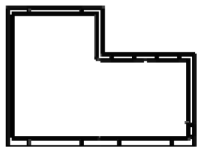


图 A-2.3-1 既有建筑

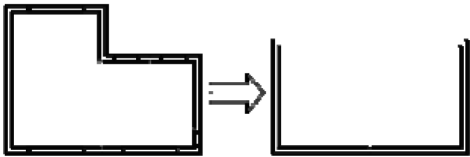


图 A-2.3-2 等效建模

表 A-2.3-2 围护结构相关参数标准限值

围护结构部位	传热系数 / $\text{w}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{k}^{-1}$	
屋面	$\leq 0.7\text{ (}D \geq 3.0\text{)} ; \leq 0.5\text{ (}D < 3.0\text{)}$	
外墙	$\leq 1.0\text{ (}D \geq 3.0\text{)} ; \leq 0.7\text{ (}D < 3.0\text{)}$	
建筑不透明外门	< 2.5	
外窗	传热系数	遮阳系数 (南北)
窗墙比 ≤ 0.2	≤ 4.7	/
$0.3 < \text{窗墙比} \leq 0.4$	≤ 3.0	≤ 0.6

2.3.2 模拟结果

采用温湿度自动记录仪通过 24 小时测试得到既有建筑室内外

实际温度，利用 DesT 软件模拟了标准节能建筑 and 不同传热系数下的模型建筑的室内温度，相关测试和模拟结果如表 A-2.3-3 所示，其中因为标准等效能耗模型建筑与等效能耗模型建筑形状一样，都是单层围护结构的规则长方体，其它条件也相同，所以得到与等效能耗模型相同的室内温度。

表 A-2.3-3 室外、室内温度

实际室外 温度 /℃ $t_{out}(24)$	实际室内 温度 /℃ $t_{i}(24)$	标准室内 温度 /℃ $t_{i,ref}(24)$	不同传热系数等效模型室内温度 $t_{K,i,i}$ /℃				
			K=0.265	K=0.344	K=0.712	K=1.204	K=2.185
13.39	16.58	22.92	24.72	24.28	22.88	21.58	19.74
13.31	16.57	22.83	24.72	24.26	22.84	21.48	19.57
13.21	16.56	22.73	24.70	24.23	22.79	21.38	19.40
13.21	16.56	22.62	24.66	24.18	22.73	21.26	19.24
13.15	16.55	22.51	24.61	24.13	22.66	21.14	19.08
13.10	16.50	22.40	24.56	24.06	22.58	21.02	18.92
13.03	16.50	22.28	24.50	24.00	22.50	20.89	18.77
12.96	16.46	22.17	24.44	23.93	22.41	20.77	18.62
12.93	16.44	22.06	24.38	23.85	22.32	20.65	18.47
12.97	16.39	21.95	24.31	23.78	22.24	20.53	18.33
13.07	16.37	21.42	23.40	22.91	21.48	19.86	17.81
13.22	16.37	22.08	24.17	23.68	22.29	20.71	18.71
13.31	16.38	22.38	24.54	24.06	22.65	21.08	19.04
13.54	16.38	22.57	24.78	24.30	22.86	21.29	19.20
13.73	16.40	22.71	24.97	24.49	23.02	21.44	19.31
14.22	16.43	22.27	24.46	23.98	22.47	20.86	18.67
14.66	16.44	22.66	24.94	24.46	22.95	21.34	19.17
15.13	16.43	22.87	25.22	24.74	23.22	21.59	19.40

实际室外 温度 /℃	实际室内 温度 /℃	标准室内 温度 /℃	不同传热系数等效模型室内温度 $t_{R,i}$ /℃				
$t_{out}(24')$	$t_{i,a}(24')$	$t_{i,sb}(24')$	K=0.265	K=0.344	K=0.712	K=1.204	K=2.185
15.72	16.41	23.03	25.44	24.96	23.40	21.76	19.55
16.01	16.43	23.14	25.61	25.13	23.54	21.90	19.66
16.07	16.49	22.81	25.26	24.78	23.16	21.48	19.22
15.80	16.66	22.30	24.70	24.20	22.57	20.86	18.62
15.37	16.57	21.98	24.35	23.85	22.23	20.51	18.32
15.12	16.54	21.75	24.10	23.60	22.00	20.26	18.13

2.3.3 计算结果

（1）室内外温度相关系数偏差

根据公式 A-2.2-1 ~ A-2.2-6 计算室内外温度相关系数偏差，得到结果如表 A-2.3-4 所示： $\Delta\rho$ 为等效能耗模型建筑与既有建筑对比得到的累计室内外温度相关系数偏差， $\Delta\rho'$ 为标准等效能耗模型建筑与标准节能建筑对比得到的累计室内外温度相关系数偏差。

表 A-2.3-4 传热系数与室内外温度相关系数偏差

R	Δ_{ρ}	Δ_{ρ}'
0.265	0.411	0.240
0.344	0.406	0.235
0.712	0.300	0.128
1.204	0.159	0.012
2.185	0.019	0.152

（2）等效传热系数

根据表 A-2.3-4 中数据，拟合得到室内外温度相关系数偏差

与传热系数的关系式，拟合趋势线如图 A-2.3-3 所示，拟合关系式分别为：

$$\Delta\rho = 0.061K^2 - 0.361K + 0.514 \quad R^2 = 0.996$$

$$\Delta\rho' = 0.190K^2 - 0.522K + 0.382 \quad R^2 = 0.967$$

当上述两式分别取最小值时，计算得到等效传热系数 $K' \approx 2.38$ ，标准等效传热系数 $K'_B \approx 1.37$ 。

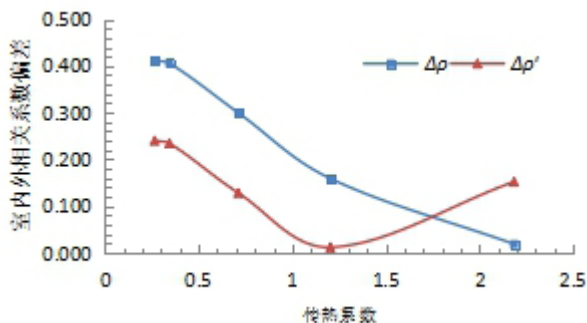


图 A-2.3-3 累计室内外温度相关系数偏差与传热系数的关系图

2.3.4 节能潜力

根据计算结果运用公式 A-2.2-7 得到节能潜力为：

$$\varphi = \frac{|K' - K'_B|}{K'} \times 100\% = 42.44\%$$

附录 B 供暖通风与空调系统节能改造技术节能率

1 供暖通风与空调系统节能改造技术节能率

节能率应按公式 B-1 计算：

$$E'_B = \delta(\sum E_{B_i} + \varepsilon \sum E_{B_i}') \quad (\text{B-1})$$

式中： E'_B ——供暖通风与空调系统节能改造技术节能率(%)；

E_{B_i} ——除风系统以外的单项节能改造技术节能率(%)，查表 B-1；

E_{B_i}' ——风系统的节能改造技术节能率(%)，查表 B-1；

δ ——改造比率修正系数，单项改造技术中容量与总容量的比值，通过计算得出；

ε ——风系统修正系数，全空气系统取 1，其它取 0.5；

表 B-1 供暖通风与空调系统分项节能改造技术节能率

序号	改造类型	节能改造技术		节能率 E (%)	备注
1	冷热源	改造冷、源设备	改造冷源设备	15	
2			改造热源设备	6	
3		采用地源热泵、水源热泵		20	
4		余热回收 (烟气热回收、蒸汽冷凝水回收、冷凝热回收)		4	
5	冷却塔	更换冷却塔		8	
6		冷却塔风机变频		2	
7	水泵	更换水泵		10	
8		水泵变频		4	
9		采用二级泵系统		3	
10	空气处理机、风机	更换空气处理机、风机		8	
11	水系统	水系统冷热分区		8	
12		冷却塔供冷		4	
13	风系统	新风供冷、供热		8	
14		排风热回收	显热回收	5	
15			全热回收	7	
16	计量	冷热源机房计量 (楼栋计量)		3	
17		分功能区域计量		4	
18		末端计量 (用能单位计量)		6	
19	控制	增设机房智能监控和数据上传		5	

2 供暖通风与空调系统节能改造技术综合节能率

综合节能率应按照公式 B-2 计算：

$$E_B = \varphi_B E'_B \quad (\text{B-2})$$

式中： E_B ——供暖通风与空调系统节能改造技术综合节能率
(%)；

φ_B ——供暖通风与空调系统占建筑总能耗权重系数，查表
11.2-4；

附录 C 给水排水系统节能改造 技术节能率

1 给水排水系统技术改造节能率

节能率应按公式 C-1 计算：

$$E_c' = \delta \sum E_{c_i} \quad (C-1)$$

式中： E_c' ——给水排水系统节能改造技术节能率 %；

E_{c_i} ——单项改造技术节能率 (%) ，查表；

δ ——系统改造修正系数，单系统改造 δ 取 1，双系统改造 δ 取 0.95，多系统改造 δ 取 0.9。

表 C-1 给水排水系统分项节能改造技术节能率

系统类型	节能改造技术	节能率 (%)
压力系统	使用变频泵	2.5
	利用市政管网压力	1.0
水源系统	雨水回用	2.5
	中水回用	1.5

系统类型	节能改造技术	节能率 (%)
用水设备	使用节水器具	1.5
热水系统 (酒店, 医院病房楼, 学校学生宿舍)	使用热泵热水系统	20
	使用余热, 废热源	利用余热, 废热热量占 整个热水需求量的比值
	使用太阳能热源	取太阳能热量占整个 热水需求量的比值
	全循环	1.0

2 给水排水系统节能改造技术综合节能率

综合节能率应按公式 C-2 计算：

$$E_C = \varphi_C E_C' \quad (C-2)$$

式中： E_C ——给水排水系统节能改造技术综合节能率（%）；

φ_C ——给水排水系统占建筑总能耗权重系数，查表 11.2.4；

附录 D 供配电与照明系统节能 改造技术节能率

供暖通风与空调系统节能改造技术综合节能率

综合节能率应按公式 D-1 计算：

$$E_D = \varphi_D \sum E_{D_i} \quad (\text{D-1})$$

式中： E_D ——供配电与照明系统节能改造技术综合节能率（%）；

E_{D_i} ——供配电与照明系统分项节能改造技术节能率（%），查表 D-1；

φ_D ——供配电与照明系统占建筑总能耗权重系数，查表 11.2.4；

表 D-1.1 供配电与照明系统分项节能改造技术节能率

改造类型	分项改造		节能率 (%)
	技术	计算	
照明灯具	在维持原照度（满足照度标准）的前提下，更换低光效光源，使更换后照明功率密度值不大于标准值。	全部更换，光源数量和年工作时间不变时，该灯具的节电率（%）： $e=100(P_1-P_2)/P_1$ P_1 、 P_2 分别为更换前、更换后的功率（含镇流器或驱动器功率，W）； 原光源：T8 管荧光灯（70Lm/W）。	10 ~ 30
变压器	改造（更换）后能效值不低于现行国家标准《三相配电变压器能效限定值及能效等级》GB 20052 中 2 级能效标准。	干式变压器的节电率（%）： $e=100[P_{01}-P_{02}+B^2(P_{k1}-P_{k2})]/(P_{01}+B^2P_{k1})$ P_{01} 、 P_{02} 分别为改造前、后的变压器空载损耗（kW）； P_{k1} 、 P_{k2} 分别为改造前、后的变压器负载损耗（kW）； B 为变压器的负荷率； 原变压器：9 系列，负荷率取 0.8。	3 ~ 15
特定配电线路	加大线径、改变路由（降低线路长度）等措施以降低线路损耗。	当输送负荷（计算电流）及导体材质不变时，特定三相配电线路的节电率（%）： $e=100(L_1S_2-L_2S_1)/L_1S_2$ L_1 、 L_2 分别为改造前、后的线路长度（km）； S_1 、 S_2 分别为改造前、后的线路截面（mm ² ）；	实测或计算
其他	仪表、电动机、电器等设备改造。		实测

附录 E 建筑应用可再生能源技术节能率

1 综合节能率计算

综合节能率应按照公式 E-1 计算：

$$E_E = \sum \varphi_i E_{E_i} \tag{E-1}$$

式中： E_E ——应用可再生能源技术综合节能率（%）；

E_{E_i} ——应用的可再生能源技术节能率（%），查表 E-1；

φ_i ——应用可再生能源技术的系统占建筑总能耗权重系数，查表 11.2.4；

表 E-1 应用可再生能源技术节能率

技术类型	节能率（%）	年节能量	应用系统
地源热泵	20	—	暖通空调
太阳能生活热水	取太阳能热水量占整个热水需求量的比值		给水排水
太阳能光伏发电	根据装机容量，长沙市（北纬 28.2° ）年发电量为 :856.4kWh/kWp, 参考表 E-2 计算；		电气
注：全年光伏发电量与建筑年用电量的比值，即为建筑能耗总节能率（直接加分）。			

2 太阳能光伏发电节能量计算

在公共建筑上增设或改造太阳能光伏发电系统时，朝向正南且以当地纬度为安装倾角时，长沙市（北纬 28.2°）年发电量为 856.4kWh/kWp，其它朝向和方位角按附表进行修正。

附录 F 公共建筑节能诊断信息统计表

表 F-1 建筑信息表

序号	项目	内容	备注
1	基本信息	名称、年代、层数及功能	
2	面积	建筑总面积	
3		建筑实际使用面积	
4		空调面积	
5		采暖面积	
6	运行情况	实际运行时间（h/天）	
7		人员密度（m ² /人）	
8	体形系数		
9	外墙形式	1.混凝土剪力墙, 2.混凝土剪力墙+玻璃幕墙, 3. 砖混结构, 4. 框架结构, 5. 框架结构+玻璃幕墙	
10	外墙保温形式	1. 外保温, 2. 内保温, 3. 无	
11	外窗形式	1. 单层玻璃窗, 2. 中空玻璃, 3. 单层玻璃窗+双层窗	
12	窗框材料类型	1. 铝合金窗, 2. 塑钢窗, 3. 断热窗框	
13	玻璃类型	1. 普通玻璃, 2. 镀膜玻璃, 3.Low-E 中空玻璃, 4. 普通玻璃+镀膜玻璃, 5. 普通玻璃+Low-E 玻璃	
14	室内环境	1. 热湿环境参数（温度、湿度），2. 空气品质（CO ₂ 浓度、颗粒物浓度）等	
15	计量表具	设置情况	
16	能源管理文件	管理机构及管理人员岗位职责、用能设备及设备机房节能管理规定、运行管理规程等。	

表 E-2.1 长沙市不同方位角和倾角条件下太阳辐射量修正

方位角 倾角	-90	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
90	53.29	54.54	55.37	55.84	55.96	55.81	55.47	54.50	54.36	54.24	54.66	55.42	56.13	56.55	56.67	56.40	55.74	54.66	53.16
80	60.30	61.72	62.82	63.66	64.17	64.44	64.49	64.37	64.15	64.10	64.30	64.66	64.93	64.96	64.69	64.10	63.12	61.79	60.15
70	67.21	68.93	70.30	71.33	72.19	73.03	73.22	73.42	73.47	73.49	73.52	73.57	73.47	73.12	72.51	71.63	70.45	68.93	67.02
60	73.88	73.70	77.32	78.44	79.65	80.51	81.19	81.58	81.80	81.85	81.80	81.63	81.29	80.65	79.82	78.74	77.37	75.60	73.59
50	80.19	82.00	83.59	85.02	86.27	87.20	87.96	88.55	88.79	88.94	88.79	88.52	87.96	87.25	86.29	85.02	83.50	81.83	79.92
40	85.90	87.57	89.09	90.44	91.36	92.62	93.43	93.94	94.31	94.43	94.29	93.92	93.40	92.59	91.52	90.34	88.99	87.40	85.63
30	90.71	92.10	93.43	94.61	95.64	96.32	97.20	97.77	98.06	98.14	98.06	97.72	97.16	96.44	95.59	94.51	93.28	91.93	90.49
20	94.48	95.49	96.42	97.30	98.09	98.77	99.34	99.71	99.93	100.0	99.93	99.68	99.29	98.72	98.04	97.23	96.32	96.37	94.36
10	96.98	97.50	98.01	98.48	98.50	99.26	99.56	99.78	99.90	99.95	99.90	99.75	99.53	99.24	98.87	98.43	97.96	97.47	96.93
水平	97.77	97.77	97.77	97.77	97.77	97.77	97.77	97.77	97.77	97.77	97.77	97.77	97.77	97.77	97.77	97.77	97.77	97.77	97.77

表 F-2 暖通空调系统信息表

序号	项目		内容	备注
1	冷热源形式		1. 热泵机组, 2. 水冷式机组, 3. 电 / 燃油 / 燃气锅炉, 4. 吸收式机组	
2	空调系统形式		1. 风机盘管 + 新风系统, 2. 集中式全空气系统, 3.VRV 系统, 4. 分体机	
3	冷热源及输配系统设备	冷水机组	制冷量 (kW)、输入功率、运行电流 (A)、蒸发器进出口温度 (℃)、冷凝器进出口温度 (℃)、机组铭牌效率、每天运行时间 (h)、全年运行时间 (h)、负荷率	
4		热泵机组		
5		吸收式机组		
6		冷剂式机组		
7		冷却塔	电机功率 (kW)、每天运行时间 (h)、全年运行时间 (h)	
8		锅炉	制热量 (kW)、燃料消耗 (kg/h 或 Nm ³ /h)、锅炉铭牌效率、每天运行时间 (h)、全年运行时间 (h)、负荷率	
9		冷冻 / 却水泵 热水泵循环泵	流量 (m ³ /h)、扬程 (m)、功率 (kW)、水泵铭牌效率、每天运行时间 (h)、全年运行时间 (h)	
10				
11	末端设备	空调机组 新风机组 风机盘管	制冷量 (kW)、制热量 (kW)、输入功率 (kW)、风量 (m ³ /h)、风压 (Pa)、风机铭牌效率、每天运行时间 (h)、全年运行时间 (h)	
12				
13				

表 F-3 生活给水、热水系统信息

序号	项目		内容	备注
1	生活给水系统形式		1. 市政管网直接供水, 2. 二次加压供水	
2	生活热水系统形式		1. 锅炉, 2. 空气源热泵 + 锅炉, 3 太阳能 + 空气源热泵, 4. 太阳能 + 锅炉	
3	给水系统	加压水泵	台数、流量(m^3/h)、扬程(m)、功率(kW)、效率	
4		卫生器具	冲洗水量、水嘴形式、用水器具工作压力	
5	热水系统	锅炉	进、出水温度、出水水量、燃料耗量、设备制热量、用水点处冷、热水供水压差	
6		空气源热泵		
7		太阳能热水器	集热效率、进 / 出水温度、用水点处冷、热水供水压差	
8		换热设备	容积利用率、换热效率	
9		循环水泵	台数、流量(m^3/h)、扬程(m)、功率(kW)、效率	

表 F-4 电气系统信息

序号	项目		内容	备注
1	供配电	变压器	容量及结构、无功补偿调节方式, 设备功率及配电电气参数	
2		电能表	数据采集、保存情况	
3		电能质量	三相电压不平衡度、功率因素、各次谐波电压和电流及谐波电压和电流总畸变率、电压偏差	
4	照明及设备	灯具	照明灯具类型、效率和照度值、功率密度值、显色指数、统一眩光值, 照明系统控制方式, 有效利用自然光情况	
5		办公设备	数量、配电功率	
6	动力	电梯	台数、配电功率、控制方式	
		楼宇控制系统	1. 空调机房群控, 2. 照明系统控制, 3. 电梯控制	

附录 G 典型建筑的能耗参考值

(kWh / (m² · a))

办公建筑	宾馆建筑	商场建筑	医院建筑	学校建筑
120	135	230	—	—
注：表中数据为根据长沙市典型建筑调研和模拟的平均值。				

附录 H 公共建筑节能改造综合节能率计算表

序号	耗能系统	占建筑总能耗权重 %	改造措施	分项节能率 %	修正系数	小计
1	围护结构	取值详见：表 11.2.4	外窗（玻璃幕墙）改造 屋面改造 外墙改造 遮阳改造	详表 A-1.1	—	E _A
2	中央空调		改造冷源设备 改造热源设备 采用地源、水源热泵 余热回收（烟气热回收、蒸汽冷凝水回收、冷凝热回收） 更换冷却塔 冷却塔风机变频 更换水泵 水泵变频 采用二次泵系统 更换空气处理机、风机 水系统冷热分区 冷却塔供冷 新风供冷、供热 排风显热回收 排风全热回收	15 6 20 4 8 2 10 4 3 8 8 4 8 5 7	取值详见附录 B	E _B
			冷热源机房计量（楼栋计量） 分功能区域计量 末端计量（用能单位计量）	3 4 6		
			增设机房智能监控和数据上传	5		

序号	耗能系统	占建筑总能耗权重 %	改造措施	分项节能率 %	修正系数		小计
3	供配电及照明系统		照明灯具改造 变压器改造 特定配电线路改造 仪表、电动机、电器等设备改造	10 ~ 30 3 ~ 15 测算 实测	—		E _C
4	给水排水系统		使用变频泵 利用市政管网压力 雨水回用 中水回用 使用节水器具 热水全循环	2.5 1.0 2.5	单系统改造	1	E _D
		1.5 1.5 1.0		双系统改造	0.95		
		取值详见： 表 11.2.4	取值详见： 表 11.2.4	使用热泵热水系统 使用余热，废热源 应用可再生能源技术：太阳能热源	详表 E-1.1	多系统改造	
5	能耗管理	—	设置建筑能耗监测与综合能效管控系统	3	—		E _C
合计		100					E
注：综合节能率 E = E _A + E _B + E _C + E _D + E _E + E _C , E _A ~ E _E 计算详见附录 A ~ 附录 E。							

