

山东省公共建筑节能绿色改造 技术指南

山东省住房和城乡建设厅
2017 年 11 月

前 言

为进一步强化山东省公共建筑节能管理，充分挖掘节能潜力，解决当前仍存在的用能管理水平低、节能改造进展缓慢等问题，确保完成《山东省“十三五”节能减排综合工作方案》及山东省住房和城乡建设厅、中国银行业监督管理委员会山东监管局《关于转发住房城乡建设部、银监会办公厅〈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〉的通知》（鲁建节科字〔2017〕20号）确定的目标任务。山东省住房和城乡建设厅组织有关专家，在总结吸收国内外已有建筑节能绿色改造技术措施的基础上，结合山东省实际情况，研究编制了本指南。

本指南包括总则、术语、基本规定、节能改造技术措施、运行管理节能措施、节能改造效果评价。

全省住房城乡建设系统广大工程技术人员和管理人员，要以本指南为依据，正确领会公共建筑节能绿色改造的理念，掌握其节能绿色改造的技术措施，重视并认真细致地做好改造全过程、全方位的管理，结合本地实际，不断探索、丰富和完善技术体系，为推动我省公共建筑节能绿色改造工作作出新的贡献。

目 录

1 总则	1
2 术语	4
3 基本规定	5
4 节能改造技术措施.....	6
4.1 围护结构.....	6
4.2 供暖系统	12
4.3 通风空调系统.....	14
4.4 生活热水系统.....	16
4.5 给排水系统.....	18
4.6 供配电、照明及电力系统.....	20
4.7 监测与控制系统.....	23
4.8 可再生能源利用.....	25
4.9 其它节能改造技术措施.....	26
5 运行管理节能措施.....	28
5.1 技术.....	28
5.2 管理.....	28
6 节能改造效果评价.....	30

1 总则

1.0.1 为指导山东省公共建筑节能绿色改造工作，保证公共建筑节能绿色改造的实施质量，推动其健康发展，制定本技术指南。

1.0.2 本指南适用于山东省公共建筑节能绿色改造项目。

1.0.3 本指南制定的主要依据：

《电动洗衣机能效水效限定值及等级》GB12021.4-2013

《电能质量公用电网谐波》GB/T 14549-1993

《电能质量三相电压允许不平衡度》GB/T 15543-2008

《节水型产品通用技术条件》GB/T 18870-2016

《水（地）源热泵机组》GB/T 19409-2013

《清水离心泵能效限定值及节能评价》GB 19672-2007

《建筑幕墙》GB / T 21086-2007

《低环境温度空气源热泵（冷水）机组》GB/T 25127-2010

《空气源单元式空调（热泵）热水机组》GB/T 29031-2012

《节水型卫生洁具》GB/T 31436-2015

《水源热泵系统经济运行》GB/T 31512-2015

《建筑给水排水设计规范》GB50015-2003（2009 年版）

《建筑设计防火规范》GB 50016-2014

《建筑照明设计标准》GB 50034-2013

《供配电系统设计规范》GB 50052-2009

《低压配电设计规范》 GB 50054-2011

《民用建筑隔声设计标准》 GB 50118-2010

《民用建筑热工设计规范》 GB 50176-2016

《公共建筑节能设计标准》 GB 50189-2015

《屋面工程质量验收规范》 GB 50207-2012

《建筑内部装修设计防火规范》 GB 50222-95

《建筑中水设计规范》 GB 50336-2002

《屋面工程技术规范》 GB 50345-2012

《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》 GB 50364-2005

《地源热泵系统工程技术规范》 GB 50366-2005（2009 年版）

《建筑节能工程施工质量验收规范》 GB 50411-2014

《太阳能供热采暖工程技术规范》 GB 50495-2009

《民用建筑节水设计标准》 GB 50555-2010

《坡屋面工程技术规范》 GB 50693-2011

《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》 GB 50736-2012

《供热系统节能改造技术规范》 GB/T 50893-2013

《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》 GB / T

7106-2008

《金属与石材幕墙工程技术规范》 JGJ 133-2013

《二次供水工程技术规程》 CJJ 140-2010

《外墙外保温工程技术规程》 JGJ 144-2004

《混凝土结构后锚固技术规程》 JGJ 145-2013

《种植屋面工程技术规程》 JGJ 155-2013

《节水型生活用水器具》 CJJ 164-2014

《公共建筑节能改造技术规范》 JGJ 176-2009

《倒置式屋面工程技术规程》 JGJ 230-2010

《公共建筑能耗远程监测系统技术规范》 JGJ / T 285-2014

《太阳能光伏发电系统与建筑一体化技术规范》 CECS 418-2015

《矢量变频供水设备》 CJ/T 468-2014

《空气源多联式空调(热泵)热水机组》 JB/T 11966-2014

《国家重点节能低碳技术推广目录》(2016)

《公共建筑节能监测系统技术规范》 DBJ/T-071-2010

《生物质层燃发电锅炉运行导则》 DB37/T 1274-2009

《山东省锅炉大气污染物排放标准》 DB37/ 2374-2013

《太阳能热水系统安装及验收技术规范》 DB37/T 5069-2016

《低温空气源热泵供暖(空调)系统技术规范》DB37/T 5095-2017

《锅炉节能技术监督管理规程》 TSG G0002-2010

《绿色建筑设备节能控制与管理》 L13D703

1.0.4 山东省公共建筑节能绿色改造,除应符合本指南的规定外,尚应符合国家和山东省现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 能源费用账单

建筑物使用者用于能源费用结算的凭证或依据。

2.0.2 节能诊断

通过现场调查、检测以及对能源费用账单和设备历史运行记录的统计分析等，找到建筑物能源浪费的环节，为建筑物的节能改造提供依据的过程。

2.0.3 节能量

节能改造措施实施后，改造项目的用能设备能源消费量和未采取该节能措施用能设备能源消费量的差值。

2.0.4 节能率

指节能量与未采取节能措施之前能源消费量的百分比。

2.0.5 自然冷源

当环境温度低于制冷对象自身温度时，外界环境称为制冷对象的自然冷源。

2.0.6 绿色改造

以节约能源资源、改善室内环境、提升使用功能等为目标，对既有建筑进行维护、更新、加固等活动。

3 基本规定

3.0.1 公共建筑节能绿色改造前，应对建筑物外围护结构热工性能、供暖通风空调及生活热水供应系统、供配电与照明系统、监测与控制系统进行节能诊断。

根据节能诊断结果，并结合公共建筑节能改造判定原则与方法，确定是否需要进行节能改造及节能改造内容。

3.0.2 公共建筑节能绿色改造遵循的原则和技术要求宜符合《公共建筑节能改造技术规范》JGJ 176 的规定。

3.0.3 确定公共建筑节能绿色改造方案时，应充分考虑改造施工过程中对未改造区域使用功能的影响。

3.0.4 公共建筑节能绿色改造后，项目平均节能率应不低于 15%。

3.0.5 公共建筑节能绿色改造应在满足国家和山东省现行相关标准规范，并保证室内热舒适环境的基础上，提高建筑的能源利用效率，降低能源消耗。

4 节能改造技术措施

4.1 围护结构

4.1.1 对外围护结构进行节能改造时，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，应采取结构加固措施。

4.1.2 公共建筑外围护结构进行节能改造后，所改造部位的热工性能宜符合表 4.1.2 的规定。

表 4.1.2 公共建筑外围护结构传热系数和遮阳系数限值

围护结构部位		体形系数 ≤ 0.30 传热系数 K [W/(m^2 ·K)]	0.30<体形系数 ≤ 0.4 传热系数 K [W/(m^2 ·K)]		
屋面		≤ 0.55	≤ 0.45		
外墙（包括非透明幕墙）		≤ 0.60	≤ 0.50		
底面接触室外空气的 架空和外挑楼板		≤ 0.60	≤ 0.50		
非供暖空调房间与供暖 空调房间的隔墙或楼板		≤ 1.50	≤ 1.50		
变形缝两侧的墙体		≤ 1.50	≤ 1.50		
外窗（包括透明幕墙）		传热系数 K [W/(m^2 ·K)]	遮阳系数 SC(东、南、 西向/北向)	传热系数 K [W/(m^2 ·K)]	遮阳系数 SC(东、南、 西向/北向)
单一 朝向 外窗 (包括 透光 幕墙)	窗墙面积比 ≤ 0.20	≤ 3.50	—	≤ 3.00	—
	$0.20 < \text{窗墙面积比} \leq 0.30$	≤ 3.00	—	≤ 2.50	—
	$0.30 < \text{窗墙面积比} \leq 0.40$	≤ 2.70	$\leq 0.70/-$	≤ 2.30	$\leq 0.70/-$
	$0.40 < \text{窗墙面积比} \leq 0.50$	≤ 2.30	$\leq 0.60/-$	≤ 2.00	$\leq 0.60/-$
	$0.50 < \text{窗墙面积比} \leq 0.70$	≤ 2.00	$\leq 0.50/-$	≤ 1.80	$\leq 0.50/-$
屋顶透明部分		≤ 2.70	≤ 0.50	≤ 2.70	≤ 0.50

注：1 有外遮阳时，遮阳系数=玻璃的遮阳系数×外遮阳的遮阳系数；无外遮阳时，遮阳系数=玻璃的遮阳系数；

2 外墙传热系数为包括结构性热桥在内的平均传热系数 K_m ;

3 北向外窗（包括透光幕墙）的遮阳系数 SC 值不限制。

4.1.3 围护结构进行节能改造所采用的保温材料和建筑构造的防火性能应符合《建筑设计防火规范》GB 50016、《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222 的规定。

4.1.4 公共建筑的外围护结构节能改造应根据建筑自身特点，确定采用的构造形式以及相应的改造技术。保温、隔热、防水、装饰改造应同时进行。在建筑外立面改造时，应注重建筑形式与周边建筑风格相协调，不宜增加无实际功能的纯装饰性构件。对原有外立面的建筑造型、凸窗等应有相应的保温改造技术措施。

4.1.5 公共建筑室内功能空间改造，应采用轻质、可拆卸或可循环利用的工业化预制和加工的隔断(墙)，实现建筑空间灵活分隔和转换，且室内装饰装修与土建改造应实现一体化设计。

4.1.6 外围护结构节能改造过程中，应通过传热计算分析，对热桥部位采取合理措施并提交相应的设计施工图纸。

4.1.7 外围护结构节能改造施工前应编制施工组织设计文件，改造施工及验收应符合《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411 的规定。

4.1.8 外墙保温应优先采用外墙外保温系统，采用粘锚结合施工工艺的外保温系统时，应检查基墙墙面的性能，并应满足表 4.1.8 的要求。当基墙墙面性能指标不满足表 4.1.8 的要求时，应对基墙墙面进行处理，可采用下列处理措施：

1 对裂缝、渗漏、冻害、析盐、侵蚀所产生的损坏进行修复；

- 2 对墙面缺损、孔洞应填补密实，损坏的砖或砌块应进行更换；
- 3 对表面油迹、疏松的砂浆进行清理；
- 4 外墙饰面砖应根据实际情况全部或部分剔除，也可采用界面剂处理。

表 4.1.8 基墙墙面性能指标要求

基墙墙面性能指标	要 求
外表面的风化程度	无风化、酥松、开裂、脱落等
外表面的平整度偏差	±4mm 以内
外表面的污染度	无积灰、泥土、油污、霉斑等附着物，钢筋无锈蚀
外表面的裂缝	无结构性和非结构性裂缝
饰面砖的空鼓率	≤10%
饰面砖的破损率	≤30%
饰面砖的粘结强度	≥0.1MPa

4.1.9 外墙外保温系统与基层应有可靠的结合，保温系统与墙身的连接、粘结强度应符合《外墙外保温工程技术规程》JGJ 144 的要求。对于室内散湿量大的场所，还应进行围护结构内部冷凝受潮验算，并按《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的规定采取防潮措施。

4.1.10 外墙保温不宜采用外墙内保温系统，当必须采用内保温改造方案时，应对外墙内表面进行下列处理：

- 1 对内表面涂层、积灰油污及杂物、粉刷空鼓应刮掉并清理干净；
- 2 对内表面脱落、虫蛀、霉烂、受潮所产生的损坏进行修复；
- 3 对裂缝、渗漏进行修复，墙面的缺损、孔洞应填补密实；
- 4 对原不平整的外围护结构表面加以修复；
- 5 室内各类主要管线安装完成并经试验检测合格后方可进行。

4.1.11 非透光幕墙改造时，保温系统安装应牢固、不松脱。幕墙支承结构的抗震和抗风压性能等应符合《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ 133 的规定。

4.1.12 非透光幕墙构造缝、沉降缝以及幕墙周边与墙体接缝处等热桥部位应进行保温处理。

4.1.13 非透光围护结构节能改造采用石材、人造板材幕墙和金属板幕墙时，除应满足《建筑幕墙》GB / T 21086 和《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ 133 的规定外，尚应符合下列规定：

1 面板材料应满足国家有关产品标准的规定，石材面板宜选用花岗石，可选用大理石、洞石和砂岩等，当石材弯曲强度标准值小于 8.0MPa 时，应采取附加构造措施保证面板的可靠性；

2 石材面板的抗冻系数不应小于 0.8；

3 当幕墙为开放式结构形式时，保温层与主体结构间不宜留有空气层，且宜在保温层和面板间进行防水隔汽处理；

4 后置埋件应满足承载力设计要求，并应符合《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 的规定。

4.1.14 公共建筑屋面节能改造时，对于建筑物出现渗漏、防水材料服役期超过或接近使用年限的建筑，应重新进行防水设防处理，且应根据工程的实际情况选择适当的保温改造等措施，保温系统可采用内保温方案。有条件时，可对屋面进行绿化改造。屋面的设计与施工应符合《屋面工程技术规范》GB 50345、《坡屋面工程技术规范》GB 50693、《种植屋面工程技术规程》JGJ 155、《倒置式屋面工程技术规程》JGJ

230 和《屋面工程质量验收规范》GB 50207 的规定。

4.1.15 公共建筑的外窗节能改造时，可根据具体情况确定，选用下列措施：

1 采用只换窗扇、换整窗或加窗的方法，满足外窗的热工性能要求；加窗时，应避免层间结露；

2 采用更换低辐射中空玻璃，或在原有玻璃表面贴膜的措施，也可增设可调节百叶遮阳或遮阳卷帘；

3 外窗改造更换外框时，应优先选择隔热效果好的型材如隔热铝合金、塑料等；

4 窗框与墙体之间应采用聚氨酯发泡等保温材料填充并做密封防水处理，不应采用水泥砂浆补缝；

5 外窗改造时所选外窗的气密性等级应不低于现行国家标准《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB / T 7106 中规定的 4 级；

6 更换外窗时，宜优先选择可开启面积大的外窗。除超高层建筑外，外窗的有效通风换气面积不宜小于所在房间外墙面积的 10%。

4.1.16 透光幕墙、采光顶节能改造时，应保证幕墙和采光顶的安全性，且应减少光污染，并避免产生新的光污染。根据实际情况，可选用下列措施：

1 透光幕墙玻璃应选用中空玻璃；

2 采用更换低辐射中空玻璃，或在原有玻璃表面贴膜或涂膜的工艺以降低玻璃的遮阳系数；

3 更换幕墙外框时，应选择隔热效果好的型材如隔热铝合金、钢塑共挤型材等；

4 透光幕墙、采光顶的气密性等级不应低于现行国家标准《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB / T 7106 中规定的 3 级；

5 在保证安全的前提下，可增加透光幕墙的可开启扇。除超高层及特别设计的透光幕墙外，透光幕墙的有效通风换气面积不宜小于所在房间外墙面积的 10%。

4.1.17 对外窗或透光幕墙的遮阳设施进行改造时，应综合考虑遮阳装置对建筑立面效果、通风、采光、抗风和耐久性能的影响，选择适宜的遮阳形式，且宜采用活动外遮阳措施。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要求时，应对其进行结构加固或采取其他遮阳措施。

4.1.18 公共建筑改造宜满足建筑自然通风要求，室内无法形成流畅的通风路径时，宜设置辅助通风装置以改善建筑的自然通风性能。

4.1.19 建筑主要功能房间的室内允许噪声级、围护结构的空气声隔声性能及楼板的撞击声隔声性能应满足《民用建筑隔声设计标准》GB 50118 中的低限要求。宜采用下列隔声降噪措施：

- 1 建筑的顶棚、楼面、墙面和门窗宜采取吸声和隔声措施；
- 2 楼板隔声性能不满足时，宜采取弹性面层、弹性垫层、隔声吊顶等措施；
- 3 屋面板为轻型屋盖时，应采取降低屋面板隔绝雨点噪声的措施；

施；

4 对建筑内通风空调设备、末端风口的噪声与振动的房间进行隔声处理，室内的设备和管道应进行减振和隔振处理；

5 对毗邻电梯井道的功能房间(住宅居住空间、医院病房、教室、办公室、旅馆客房等)应采取内墙隔声措施。

4.1.20 外门、非供暖楼梯间门节能改造时，可选用下列措施：

- 1 公共建筑直通室外的北向外门应设门斗或热空气幕；
- 2 非供暖楼梯间门宜为保温、隔热、防火、防盗一体的单元门；
- 3 外门应设置闭门装置，或设置旋转门、电子感应式自动门等。

4.2 供暖系统

4.2.1 供暖热源的改造应根据建筑规模、用途、建设地点的能源条件、结构、价格以及国家节能减排和环保政策相关规定，通过综合论证确定。

有可供利用的废热或工业余热的区域，热源宜优先采用废热或工业余热。

4.2.2 对于区域锅炉房和热电联产热力站供热系统的热源、管网、热力站及用户，应根据《供热系统节能改造技术规范》GB/T 50893 的规定，宜对控制系统进行升级改造，实现供暖参数自动采集与集中远程监测，能根据需求侧供暖热负荷的变化自动调节供热量。

4.2.3 冷凝锅炉具有排烟温度低、热效率高的优点，当供暖系统的回水温度小于或等于 50℃时，宜改造为冷凝锅炉。

4.2.4 燃气锅炉和燃油锅炉未安装烟气余热回收装置的，宜根据锅炉类型、锅炉房场地等条件安装烟气余热回收装置，烟气余热回收装置应满足耐腐蚀、系统寿命、运行安全的要求。该技术的实施应符合《供热系统节能改造技术规范》GB/T 50893 的规定。

4.2.5 在供暖管网不变的情况下，为扩大供暖面积，减少输配能耗，在技术经济分析的基础上，可采用吸收式大温差热泵技术进行供暖。

4.2.6 输配系统改造前，应对水泵进行效率测试，根据测试结果对水泵进行相应的调节或改造。对于适宜进行变频改造的水泵，按照实际负荷调节电机运行频率，节省电耗。

供暖系统各支路阻力差异较大时，宜改造为分布式变频二级泵系统，减少水泵总电功率，增加系统安全性。

4.2.7 供暖室外管网改造前应进行水力平衡分析，根据分析结果，在室外管网、热力入口等处安装适宜的水力平衡装置，并进行水力平衡调试。该技术的实施应符合《供热系统节能改造技术规范》GB/T 50893 的规定。

4.2.8 集中供暖系统改造后，热水循环水泵的耗电输热比（*HER-h*）应满足《公共建筑节能设计标准》GB50189 的规定。

4.2.9 供暖系统是由热源、输配系统和末端设备组成的整体系统，各设备和系统之间的性能相互影响和制约。因此，改造后各系统之间应相互匹配。

4.2.10 室温调控是公共建筑节能的前提及手段，供暖系统改造后，应

具备室温调控功能，并应符合《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736 的规定

4.2.11 供暖系统改造后，应对系统的水力工况进行校核，并能实现供热量的计量，用于热量结算的热量计量装置必须采用热量表。热源和换热机房应设热量计量装置。

4.3 通风空调系统

4.3.1 公共建筑通风空调系统的节能改造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，以减少节能改造的成本。

4.3.2 水冷冷水机组或热泵机组在实际运行过程中，换热管壁所产生的水垢、污垢及细菌、微生物膜会逐渐堵塞腐蚀管道，降低换热效果，增加运行能耗，因此，宜采用具有实时在线清洗功能的除垢技术。

4.3.3 对于冬季或过渡季节存在供冷需求的建筑，在保证安全运行的条件下，宜采用冷却塔供冷的方式。

全空气空调系统过渡季和冬季应最大限度地利用新风作为自然冷源，可采用全新风或可调新风比的模式运行。

4.3.4 在有条件的地方，经技术经济分析，可将普通多联机改造为水源多联机；可更换多联机的室外机、室内机，管路系统保持不变；可将普通冷水机组改造为磁悬浮等高效冷水机组，以提高系统的能效。

4.3.5 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空调系统，在确保具有较大的节能潜力和经济性的前提

下，可将其改造为二次泵系统。采用二次泵系统冷源侧一次泵定流量运行，负荷侧二次泵变流量运行的策略。

4.3.6 根据需要，改造前应对空调水泵进行效率测试，根据测试结果对水泵进行相应的调节或改造。对于适宜进行变频改造的水泵，可按照冷水机组冷却水出口温度或进出口温差对冷却水泵进行变频改造。

4.3.7 冷冻水输配系统应采用水力平衡阀等静态水力平衡装置、流量或压差调节器等动态水力平衡装置对系统流量进行合理分配和调节，达到水力平衡的基本要求。

4.3.8 当原有空调输配系统的水泵选型过大时，易造成系统能耗过高，宜采取叶轮切削技术或水泵变速控制装置等技术措施，降低系统能耗。

全空气空调系统其空气处理机组的风机，应根据系统运行参数及运行需求，采用变频自动调节风机转速的技术。

4.3.9 在冬夏季，新风量过大，将引起空调系统能耗的增加，因此，应在技术经济分析的基础上，按室内人数和室外空气状况，合理控制新风量。

4.3.10 当进行新风、排风系统改造时，应根据公共建筑的规模和空调系统的特点，经详细测算和综合技术经济比较后，可加装回风显热或全热回收装置，充分、合理回收排风能量，并应满足《公共建筑节能设计标准》GB50189 的规定

4.3.11 在公共建筑空调系统末端设备上，应增设电动流量调节阀，依据室内恒温器或送风温度信号，控制末端流量，并应满足《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736 的规定。

4.3.12 若原有通风空调系统分区不合理或使用功能改变，在进行节能改造时，应根据目前的实际使用情况，对通风空调系统重新进行分区。

4.4 生活热水系统

4.4.1 热源

1 集中热水供应系统的热源，宜采用余热、废热及太阳能、地热能、空气能等作为热源或补充热源，并应符合《公共建筑节能设计标准》GB 50189 及《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的有关规定；

2 热水供应系统采用锅炉供热时，宜采用燃气炉供热，并应符合《锅炉节能技术监督管理规程》TSG G0002 的有关规定；

3 热水供应系统采用燃气、燃油作为热源时，宜采用直接加热的热水供应机组；

4 采用集中热水供应系统时，应充分利用太阳能供应热水，并应符合《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》GB 50364 的有关规定；

5 有条件的公共建筑，可采用地源热泵供应热水，并应符合《水（地）源热泵机组》GB/T 19409、《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366 及《水源热泵系统经济运行》GB/T 31512 的有关规定；

6 屋顶或其他露天场地有条件的建筑，可采用空气能热泵供应热水，并应符合《低环境温度空气源热泵（冷水）机组》GB/T 25127

《空气源单元式空调（热泵）热水机组》GB/T 29031 及《空气源多联式空调(热泵)热水机组》JB/T 11966 的有关规定；

7 大型洗衣房的高温排水宜作为热水供应系统的预热源；

8 燃气、燃油热水供应机组，宜增设烟气热回收装置。

4.4.2 热水系统

1 仅洗手盆供应热水或热水用水量较少，且用水点分散布置时，宜采用局部热水供应系统；

2 学校等公共淋浴室，宜采用单管热水供应系统；

3 采用热水贮热水箱经水泵加压供应热水的系统时，水泵应采用变频控制技术，并应符合《矢量变频供水设备》CJ/T 468 的有关规定。

4 医院、旅馆等全日制集中供应热水的循环系统，配水点出水温度达到 45℃时的时间大于 10s 时，宜采用支管循环或采用支管自控电伴热保温措施，并应符合《民用建筑节能设计标准》GB 50555 的有关规定；

5 热水系统管道和热水箱应采用导热系数低的保温材料；

6 用水点处的冷、热水供水压力差大于 0.02MPa 时，应在配水支管上设可调式减压阀，也可在用水点处设带调节压差功能的混合器、混水阀等压力平衡措施或在分支热水循环管设自力式温度平衡控制装置，并应符合《民用建筑节能设计标准》GB 50555 及《公共建筑节能改造技术规范》JGJ 176 的有关规定；

7 对热水系统进行改造时，应对热负荷和管网进行复核计算，按计算负荷改造供热设备、供水泵或热水循环泵；

- 8** 淋浴器宜采用脚踏控制或感应式自动控制启闭；
- 9** 换热器宜采用导流型容积式水加热器或半容积式加热器；
- 10** 采用蒸汽换热的热水供应系统，应对蒸汽冷凝水回收利用。

4.5 给排水系统

4.5.1 给水系统

1 给水系统应根据市政给水管网的压力，确定系统分区，充分利用市政给水压力直接供水；

2 当市政给水管网的压力、流量有余量时，经当地市政部门批准，可采用叠压供水技术供水；

3 二次加压供水设备采用直接供水系统时，应采用变频控制技术供水，供水泵组应大小水泵搭配。当采用水泵—高位水箱联合供水系统时，应采用水箱水位自动控制水泵启停。并应符合《矢量变频供水设备》CJ/T 468 及《二次供水工程技术规程》CJJ 140 的有关规定；

4 有条件时，公共建筑宜采用分质供水系统；

5 给水泵应根据供水管网水力计算结果选型，并确保水泵在设计工况下，水泵效率处在高效区，并应符合《清水离心泵能效限定值及节能评价》GB 19672 的有关规定；

6 供水系统的分区，不宜采用公用立管串联减压分区的供水系统；

7 景观用水水源不得采用市政自来水和地下井水。

4.5.2 节水节能措施

1 应根据使用用途、业态、设施及物业所属产权等情况，设置

远传式等计量设施，并应符合《民用建筑节能设计标准》GB 50555 及《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的有关规定；

2 卫生洁具应采用节水型卫生洁具，并应符合《节水型卫生洁具》GB/T 31436 的有关规定；

3 生活用水器具应采用节水型生活用水器具，并应符合《节水型生活用水器具》CJJ 164、《节水型产品通用技术条件》GB/T 18870 及《电动洗衣机能效水效限定值及等级》GB 12021.4 的有关规定；

4 阀门应采用密闭性高的阀门；

5 用水点处的供水压力大于 0.2MPa 时应设减压设施；

6 水池、水箱应设溢流报警装置。

4.5.3 非传统水源利用

1 有中水等非传统水源可利用时，应优先采用非传统水源供水，并应符合《建筑中水设计规范》GB 50336 的有关规定；

2 水池、水箱的溢流水宜回收利用；

3 集中空气调节系统的凝结水宜回收利用；

4 洗车场宜采用无水洗车、微水洗车技术，并应优先采用非传统水源，当采用自来水洗车时，洗车水应循环使用。

4.5.4 排水系统

1 建筑地上部分的排水、雨水应尽量重力排出室外；

2 公共浴室、洗衣房、温泉等排水温度较高的废水，其热能宜回收利用。

4.6 供配电、照明及电力系统

4.6.1 供配电系统

1 供配电线路改造

供配电系统改造前，应重新对供配电容量、敷设电缆、供配电线路保护和保护电器的选择性配合等参数进行核算，在满足需求的前提下，为减小线路损耗，干线选择加大一级，并根据现场勘察情况采取适宜的施工方案进行改造。该技术的实施应符合《供配电系统设计规范》GB 50052 及《低压配电设计规范》GB 50054 的规定。

2 变压器改造

(1) 改造前应重新计算变压器容量，计算容量应考虑用电设备实际耗电功率总和，同时考虑一定的富余量。对于变压器容量配置不合理的应根据测量结果进行施工改造，更换或增加的变压器应采用非晶合金变压器。

(2) 调整负载的供电模式应在确保消防负荷、重要负荷用电的前提下进行，季节性负荷宜设置专用变压器，以利于在过渡季节退出运行，减少变压器的损耗。

(3) 应做好变压器周围的通风散热，降低变压器的负载损耗。该技术的实施应符合《供配电系统设计规范》GB 50052 的规定。

3 无功补偿

合理利用现有无功补偿设备，应采用自动补偿的运行方式，宜增加分项补偿，补偿后仍达不到要求时，应更换补偿设备。该技术的实施应符合《供配电系统设计规范》GB 50052 的规定。

4 电能质量

(1) 谐波治理。改造前应进行谐波检测，根据检测结果制定针对性方案。供配电系统中的谐波电压和在公共连接点注入的谐波电流允许限值应符合《电能质量公用电网谐波》GB/T 14549 的规定；达不到要求时，应在变压器低压总配电柜处或较严重的谐波源处设置有源滤波控制装置。

(2) 三相不平衡治理。对于三相负载不平衡的回路宜采用重新分配回路上用电设备的方法，也可设置三相平衡设备。供配电系统中在公共连接点的三相不平衡度允许限值应符合《电能质量三相电压允许不平衡度》GB/T 15543 的规定。

(3) 电压偏差治理。电压偏差大于标准值时应采用合理方法调整电压，以达到用电设备的要求。

5 供配电系统监控

用电分项计量。未设置用电分项计量的系统应根据变压器、配电回路原设置情况，按照公共建筑节能检测系统要求，合理设置分项计量监测系统。分项计量电能表应具备远传功能。

4.6.2 照明系统

1 采用节能光源

根据不同的场所，选用合适的照明光源，宜优先选用 LED 节能灯，光效不低于 100Lm/W，学校、医院等特殊场所使用时应考虑对显色系数、色温及炫光的要求。该技术的实施应符合《建筑照明设计标准》GB 50034 的规定。

2 照明控制

公共建筑的走廊、楼梯间、门厅等公共场所的照明，宜按建筑使用条件和天然采光状况采取分区、分组控制措施；公共场所应采用集中控制，并按需要采取调光控制，大型公共建筑宜按使用需求采用智能照明控制系统，并宜具备下列功能：

（1）宜具备信息采集功能和多种控制方式，并可设置不同场景的控制模式；

（2）当控制照明装置时，宜具备相适应的接口；

（3）可实时显示和记录所控照明系统的各种相关信息并可自动生成分析和统计报表；

（4）宜具备良好的中文人机交互界面；

（5）宜预留与其他系统的联动接口。

该技术的实施应符合《公共建筑节能改造技术规范》JGJ 176 及《建筑照明设计标准》GB 50034 的规定。

4.6.3 空调系统

设有集中空调的公共建筑物，当制冷机房设备无节能控制时，应按照山东省《绿色建筑设备节能控制与管理》L13D703 的要求，设置强弱电一体化节能控制系统。

4.6.4 电梯系统

1 变频技术

公共建筑改造用电梯应使用变频器准确控制电梯电机转速，使电机始终处于合适的频率和最佳节电状态，提高电梯的工作效率。

2 能量回馈技术

改造用电梯宜采用能量回馈技术，当直梯轻载上行、重载下行以及电梯平层前逐步减速时，驱动电动机工作在发电制动状态下，此时宜将运动中负载上的机械能转化为电能存储在储能装置中或回馈到电网中。

3 电梯控制

两台及以上电梯集中运行时，应具备群控功能；电梯无外部召唤，且轿厢内一段时间无预置指令时，电梯应自动转为节能运行方式；自动扶梯、自动人行步道应具备空载时停运待机功能。

4.7 监测与控制系统

4.7.1 公共建筑节能改造应设置监测与控制系统，以绿色节能为最优目标，实现对建筑机电设备系统的自动控制和用能监管，推动建筑机电设备系统运行管理由传统模式向信息化和智能化方向转型。

4.7.2 监测与控制系统宜包含（但不限于）以下内容：

1. 集中供暖与空气调节系统监测与控制；
2. 生活热水监测与控制；
3. 供配电与照明系统监测与控制；
4. 用户其他用能系统监测与控制；
5. 建筑节能监测系统。

应根据建筑实际状况、节能改造要求和实际应用需求对各机电设备系统或对部分能耗较高、节能潜力较大、节能效果明显的系统进行监测与控制节能改造。

4.7.3 节能改造前已配置机电设备控制系统的公共建筑应依据国家和省相关标准规范要求以及用户需求进行节能改造判定和节能综合诊断，未达到节能标准的，应继续完善系统功能结构，明确节能控制策略，优化设备系统运行状态，进一步节能降耗，提升能源利用效率。

4.7.4 监测与控制系统改造宜在原有机电设备控制系统基础上进行，相应增加传感器、控制器、执行器或嵌入新的控制软件；当原系统资料缺失无法利用时，可整体更换新控制系统；改造过程中，若原系统中有可利用的标准化装置或设备时，宜充分利用，降低工程造价。

4.7.5 对各机电设备系统监测与控制应满足《公共建筑节能改造技术规范》JGJ 176 技术规定和用户节能监管应用需求，新的控制系统应有明确的节能控制策略和相应执行机构及控制装置，节能控制策略应符合国家和省相关技术规定，结合用户实际应用需求设定。

4.7.6 通风空调、供热、照明等系统应根据节能诊断结果和用户需求，对机组和用户端同时实施监测与控制节能改造，形成保障建筑环境调节、满足合理应用需求的闭环节能控制体系，降低能源损耗，提高有效供给。

4.7.7 公共建筑节能改造应同时设置建筑节能监测系统，对建筑用能进行实时监测和数字化管理，为改造后的建筑节能监管和能效提升提供有效的信息化手段，实现以能耗数据为源驱动力的建筑节能控制和绿色运行管理；建筑节能监测系统建设应符合《公共建筑能耗远程监测系统技术规程》JGJ / T 285、《公共建筑节能监测系统技术规范》DBJ/T-071 的要求，满足国家和省节能监管要求以及用户节能管理需

求。

4.7.8 监测与控制系统应采用标准化、开放式、模块化组成结构，按工业测控标准级别建设，具有高稳定性和高可靠性，具备自动化运行能力和自主管理功能，满足节能控制和用能监管应用需求，方便运行维护，易于功能扩展。

4.8 可再生能源利用

4.8.1 太阳能在公共建筑节能绿色改造中的应用宜采用下列技术措施：

1 有日照条件的公共建筑，宜对热源进行改造，充分利用太阳能提供生活热水，进行供暖及空调，辅助能源可采用电力、燃气、燃油和生物质能等。太阳能热利用系统应符合《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801 的规定，太阳能保证率等级、集热效率等级均宜达到 1 级。该技术的实施还应符合《太阳能供热供暖工程技术规范》GB 50495 及《太阳能热水系统安装及验收技术规程》DB37/T 5069-2016 的规定。

2 有条件的公共建筑，可利用太阳能进行光伏发电，发电系统应优先自用并接入电网。太阳能光伏系统应符合《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801 的规定，光电转换效率等级、费效比等级均宜达到 1 级。该技术的实施还应符合《太阳能光伏发电系统与建筑一体化技术规程》CECS 418 的规定。

4.8.2 有条件的公共建筑进行节能绿色改造时，可将冷热源更换为地源热泵，充分利用地热能提供生活热水，进行供暖及空调。地源热泵

系统应符合国家现行标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801 的规定，系统性能等级、费效比等级均宜达到 1 级。其中应用地埋管地源热泵系统时，应进行建筑物全年动态负荷计算，其总释热量宜与总吸热量相平衡。该技术的实施还应符合《水（地）源热泵机组》GB/T 19409-2013、《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366-2005（2009 年版）的规定。

4.8.3 屋顶或其它室外露天场地有条件的公共建筑，经技术经济论证后，可应用空气源热泵进行冷热源改造，为建筑提供生活热水，进行供暖及空调。小型低温空气源热泵机组制热性能系数不应小于 2.1，大中型低温空气源热泵机组制热性能系数不应小于 2.3，低温空气源多联式热泵机组制热综合性能系数不应小于 2.2。该技术的实施应符合《低温空气源热泵供暖（空调）系统技术规程》DB37/T 5095 的规定。

4.8.4 生物质资源丰富地区的公共建筑节能绿色改造，可采用生物质发电或热电联产，为建筑提供电力和供暖用热。该技术的实施应符合《生物质层燃发电锅炉运行导则》DB37/T 1274、《山东省锅炉大气污染物排放标准》DB37/ 2374 以及省市相关政策的规定。

4.9 其它节能改造技术措施

4.9.1 对于数据中心等显热负荷较大的公共建筑空间，可改造为热管空调，利用室外新风对通信设备进行降温处理。

4.9.2 传统电开水器应更换为节能型产品，如磁能电开水器、步进式开水器等。

4.9.3 餐厨系统宜改造为节能型灶具，如采用高效聚能型灶具、高红外发射率多孔陶瓷燃烧器等。该技术的实施可参照《国家重点节能低碳技术推广目录》（2016 年）。

4.9.4 尽可能降低厨房通风造成的冷热负荷，中餐厨房油烟多、通风量大，厨房宜设独立的排油烟补风系统，补风应从室外直接引入，补风口尽可能放置在灶台附近。

4.9.5 应因地制宜的采取措施，回收利用医院消毒用的蒸汽废热。

4.9.6 合理应用低谷电制取冷量、热量，采用蓄热蓄冷技术，储存起来，待公共建筑供冷、供暖需要时再释放出来。

4.9.7 在公共建筑节能改造过程中，应根据用能系统的特点，合理设置用能计量装置及余热回收装置。

5 运行管理节能措施

5.1 技术

5.1.1 公共建筑应对能源消耗进行监测并进行分类计量，5000 平方米及以上设置集中空调系统的公共建筑应当安装用能分项计量装置与监测系统，实现建筑能耗的在线监测和动态分析功能。

5.1.2 老旧设备应定期进行更换，应采用能源利用效率高的设备。

5.1.3 供热系统、通风空调系统、照明系统以及电梯系统应采用节能控制系统，实现按需供能，避免能源浪费。宜采用信息化手段进行物业管理。

5.2 管理

5.2.1 公共建筑应建立能源管理体系，设置能源管理机构和岗位，制定并实施能耗统计、上报、分析制度，建立能源档案。

5.2.2 应制定能源消耗指标，推行能耗定额管理，将能源消耗指标纳入相关部门和人员绩效考核，实行奖惩制度。

5.2.3 应定期对运行管理人员进行专业技术培训和考核，定期检查和调试建筑公共设施，并根据运行检测数据对设施运行进行优化，应定期清洗灯具、灯罩、过滤器等器具。

5.2.4 应制定并实施节能、节水、节材与绿化管理制度，实行生活垃圾分类收集、规范存放。

5.2.5 机关办公建筑和大型公共建筑应当委托专业机构或自行定期开展能源审计，对照本地区公共建筑能耗限额标准，及时分析掌握能源管理水平及用能状况，排查问题和薄弱环节，挖掘节能潜力。

6 节能改造效果评价

6.0.1 公共建筑节能绿色改造后，应对建筑物室内环境进行检测和评估，室内热环境应达到改造设计要求。

6.0.2 公共建筑节能绿色改造后，应对建筑内相关的设备和运行情况进行检查。

6.0.3 公共建筑节能绿色改造后，应对被改造的系统或设备进行检测和评估，并应在相同的运行工况下采取同样的检测方法。

6.0.4 公共建筑节能绿色改造后，节能量按住房和城乡建设部《公共建筑节能改造节能量核定导则》（建办科函〔2017〕510号）及《山东省公共建筑节能改造节能量核定办法》（试行）（鲁建节科字〔2016〕28号）中的有关规定执行。

6.0.5 公共建筑节能绿色改造后，其项目平均节能率不能低于 15%。

本指南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厅建筑节能与科技处负责具体技术内容的解释。在实施过程中，如有意见和建议，请寄送山东省住房和城乡建设厅建筑节能与科技处（地址：山东省济南市市中区经五路小纬四路 46 号，邮编：250001，联系电话：0531-87087009，电子邮箱：sdjzjgb@163.com）。