

UG

北京市地方标准

DB

编号: DB 11/T1998-2022

既有公共建筑节能绿色化改造技术规程

Technical specification for energy-saving
and green retrofitting of existing public buildings

2022-08-18 发布

2022-10-01 实施

北京市住房和城乡建设委员会

北京市市场监督管理局

联合发布

北京市地方标准

既有公共建筑节能绿色化改造技术规程

Technical specification for energy-saving
and green retrofitting of existing public buildings

编 号：DB11/T1998-2022

主编部门：中国建筑节能协会
清华大学
上海朗绿建筑科技股份有限公司
批准部门：北京市住房和城乡建设委员会
北京市市场监督管理局
施行日期：2022年10月01日

2022 北京

前 言

根据北京市市场监督管理局《2020年地方标准制修订新发布项目计划》（京市监发[2020]19号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考国内外相关标准，并在广泛征求意见的基础上，制订本规程。

本规程的主要技术内容是：1.总则；2.术语；3.改造诊断；4.改造判定；5.围护结构改造实施；6.供暖通风与空气调节系统改造实施；7.给水排水及生活热水系统改造实施；8.供配电、照明及电梯系统改造实施；9.运维管理系统改造实施；10.可再生能源系统改造实施；11.特殊用能系统改造实施；12.改造测评。

本规程由北京市住房和城乡建设委员会和北京市市场监督管理局共同负责管理，由北京市住房和城乡建设委员会归口并组织实施，由中国建筑节能协会负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送中国建筑节能协会（通讯地址：北京市海淀区三里河路11号建材南配楼0502，邮编：100831，联系电话：010-57811529）。

本规程主编单位：中国建筑节能协会

清华大学

上海朗绿建筑科技股份有限公司

本规程参编单位：北京建筑大学

清华大学建筑设计研究院有限公司

北京绿动瑞源科技有限公司

北京众工伟业建设有限公司

中国质量认证中心

北京清华同衡规划设计研究院有限公司

中国建材检验认证集团股份有限公司

中瑞恒（北京）科技有限公司

卧牛山建筑节能有限公司

华清安泰（北京）科技股份有限公司

深圳前海中碳综合能源科技有限公司

博易基业工程技术（北京）有限公司

路川金域电子贸易（上海）有限公司

中国建筑科学研究院有限公司

施耐德电气（中国）有限公司

北京市首都规划设计工程咨询开发有限公司

北京融绿建筑节能科技有限公司

北京合创三众能源科技股份有限公司

易科智控科技（北京）有限公司
北京建筑节能研究发展中心
九州能环（北京）科学技术有限公司
北京太和人居能源科技有限公司
北京聚天华节能科技发展有限公司

本规程主要起草人员： 胥小龙 杨西伟 李 超 何卫兵 周 浩 王晓涛
王聪聪 李 敏 黄 宁 李丽艳 李 祥 徐杰俊
程 博 谢骆乐 魏 峥 鲍宇清 吴景山 田晓飞
陈红兵 刘加根 余 娟 王珏旻 牛红日 岑宗乘
陈 亮 李红霞 牛利敏 纪博雅 米成龙 肖 伟
刘 月 冯逸夫 闫浩春 王 祺 李钢卿 唐 颖
刘龙豹 郭梁雨 钱伟民 刘 伟 李 凯 李 伟
张仕彤 杜金泽 时雪燕 张晓东

本规程主要审查人员： 万水娥 刘亮 丁洪涛 于金珩 梁江 秦继恒 谢琳娜

目 次

1 总 则	1
2 术 语	2
3 改造诊断	3
3.1 一般规定	3
3.2 围护结构诊断	3
3.3 供暖通风与空气调节系统诊断	4
3.4 给水排水及生活热水系统诊断	5
3.5 供配电、照明及电梯系统诊断	6
3.6 运维管理系统诊断	7
3.7 可再生能源系统诊断	8
3.8 特殊用能系统诊断	8
4 改造判定	10
4.1 一般规定	10
4.2 围护结构单项判定	11
4.3 供暖通风与空气调节系统单项判定	12
4.4 给水排水及生活热水系统单项判定	16
4.5 供配电、照明及电梯系统单项判定	16
4.6 运维管理系统单项判定	17
4.7 可再生能源系统单项判定	18
4.8 特殊用能系统单项判定	19
4.9 分项判定及综合判定	19
5 围护结构改造实施	20
5.1 设计	20
5.2 施工	24
5.3 验收	25
6 供暖通风与空气调节系统改造实施	27
6.1 设计	27
6.2 施工	31
6.3 验收	33
7 给水排水及生活热水系统改造实施	34
7.1 设计	34
7.2 施工	35
7.3 验收	36
8 供配电、照明及电梯系统改造实施	37
8.1 设计	37
8.2 施工	40
8.3 验收	40
9 运维管理系统改造实施	42
9.1 设计	42

9.2 施工.....	45
9.3 验收.....	46
9.4 维护管理.....	47
10 可再生能源系统改造实施.....	49
10.1 设计.....	49
10.2 施工.....	51
10.3 验收.....	52
11 特殊用能系统改造实施.....	53
11.1 设计.....	53
11.2 施工及验收.....	53
12 改造测评.....	54
12.1 一般规定.....	54
12.2 室内环境质量检测与评估.....	54
12.3 节能绿色化改造效果检测与评估.....	55
附录 A 项目改造效果计算及实施情况报告.....	59
附录 B 常用能源折算系数.....	62
附录 C 校准后的建筑非供暖能耗和供暖能耗的计算方法.....	63
附录 D 主要能源碳排放因子推荐值.....	65
本规程用词说明.....	66
引用标准名录.....	67
条文说明.....	69

Contents

1	General provisions	1
2	Terms	2
3	System diagnosis	3
3.1	General requirements	3
3.2	Building envelope diagnosis	3
3.3	HVAC system diagnosis	4
3.4	Water supply and drainage,domestic hot water system diagnosis	5
3.5	Power supply and distribution,lighting and elevators system diagnosis	6
3.6	Management of operation and maintenance system diagnosis	7
3.7	Renewable energy system diagnosis	8
3.8	Special energy consumption system diagnosis	8
4	Benchmark on retrofitting	10
4.1	General requirements	10
4.2	Building envelope benchmark	11
4.3	HVAC system benchmark	12
4.4	Water supply and drainage,domestic hot water system benchmark	16
4.5	Power supply and distribution,lighting and elevators system benchmark	16
4.6	Management of operation and maintenance benchmark	17
4.7	Renewable energy system benchmark	18
4.8	Special energy consumption system benchmark	19
4.9	System benchmark and compositive benchmark	19
5	Retrofitting implements for building envelope	20
5.1	Design	20
5.2	Construction	24
5.3	Acceptance	25
6	Retrofitting implements for HVAC system	27
6.1	Design	27
6.2	Construction	31
6.3	Acceptance	33
7	Retrofitting implements for water supply and drainage, domestic hot water system	34
7.1	Design	34
7.2	Construction	35
7.3	Acceptance	36
8	Retrofitting implements for Power supply and distribution,lighting and elevators system	37
8.1	Design	37
8.2	Construction	40
8.3	Acceptance	40
9	Retrofitting implements for management of operation and maintenance	42
9.1	Design	42
9.2	Construction	45

9.3 Acceptance	46
9.4 Maintenance and management	47
10 Retrofitting implements for renewable energy system	49
10.1 Design.	49
10.2 Construction	51
10.3 Acceptance	52
11 Retrofitting implements for Special energy consumption system	53
11.1 Design.	53
11.2 Construction and acceptance	53
12 Measurements and verification on energy savings	54
12.1 General requirements	54
12.2 Measurements and verification on indoor environmental quality	54
12.3 Measurements and verification on energy-saving and green retrofitting	55
Appendix A: Energy saving (rate) calculation and implementation report of energy efficiency and green retrofitting of existing public buildings	59
Appendix B: Conversion coefficient of common energy.	62
Appendix C: Calculation method of building non-heating energy consumption and heating energy consumption after calibration	63
Appendix D: Recommended values of major energy carbon emission factors	65
Explanation of wording in this standard	66
List of quoted standards	67
Addition: Explanation of provisions	69

1 总 则

1.0.1 为指导北京市既有公共建筑节能绿色化改造，提高建筑用能系统的能源利用效率，降低能源资源消耗，推动可再生能源利用，减少温室气体排放，规范技术要求和 workflows，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于北京市行政区域内的既有公共建筑节能绿色化改造。

1.0.3 既有公共建筑应在确保抗震、结构、防火、电气等安全的前提下，进行节能绿色化改造。

1.0.4 既有公共建筑节能绿色化改造除应符合本规程外，尚应符合国家及北京市现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 节能绿色化改造 energy-saving and green retrofitting

以节约能源资源、降低温室气体排放、改善人居环境、提升使用功能等为主要目标，对既有公共建筑进行改造的活动。

2.0.2 节能绿色化诊断 energy-saving and green diagnosis

通过现场调查及能源资源消费账单、设备运行记录、技术文件等资料，采用统计分析、仿真模拟等技术手段，对建筑物的子系统（围护结构系统，供暖通风与空气调节系统，给水排水及生活热水系统，供配电、照明及电梯系统，运维管理系统，可再生能源系统，特殊用能系统）进行判断，找到建筑物能源资源浪费、温室气体排放高、室内环境品质差的主要环节，为建筑物的节能绿色化改造提供依据的过程。

2.0.3 建筑能耗 energy consumption of building

建筑使用过程中由外部输入的能源，包括维持建筑环境的用能（如供暖、通风、空调制冷和照明等）和各类建筑内活动（如办公、家电、电梯、炊事、生活热水等）的用能，不包含特殊功能用能系统的用能。

2.0.4 建筑综合能耗指标 comprehensive energy consumption indicator of building

建筑消耗的各种常规能源的实物量折算为标准煤后的总和（单位为 kgce），按照规范化的方法归一化后的能耗数值。

2.0.5 特殊用能系统 special energy consumption system

能耗密度高、对建筑环境影响大、具有特殊使用功能的用能系统。

3 改造诊断

3.1 一般规定

3.1.1 既有公共建筑改造前，应对建筑物围护结构热工性能，供暖通风与空气调节系统，给水排水及生活热水系统，供配电、照明及电梯系统，运维管理系统，可再生能源系统，特殊用能系统进行节能绿色化诊断。

3.1.2 既有公共建筑节能诊断前，应具备下列资料：

- 1 工程竣工图等技术文件；
- 2 历年房屋修缮及设备设施维护改造记录，由检验机构定期检验的设备及相关检验报告；
- 3 相关设备技术参数和近1~3年的运行记录；
- 4 近1~3年每月的燃气、油、电、冷、热、蒸汽、水等能源、资源消耗量；
- 5 公共建筑的年能耗量、水耗量、碳排放量；
- 6 建筑物主要功能、入住率、出租率、运行时间等使用情况。

3.1.3 既有公共建筑节能诊断前，应采集以下室内环境参数：

- 1 热湿环境参数，包括温度、相对湿度；
- 2 声光环境参数，包括噪声、照度；
- 3 空气质量参数，包括CO₂浓度、PM_{2.5}浓度、甲醛浓度、TVOC浓度。

3.1.4 既有公共建筑改造前应根据资料和现场调查进行初步策划和技术经济分析，针对关键子系统进行诊断，诊断后应编写节能诊断报告。节能诊断报告应包括建筑物及用能系统概况、室内环境现状、能耗现状、检测结果、节能诊断与分析、改造方案建议、节能量测算、预评估等内容。

3.1.5 既有公共建筑节能诊断项目的检测方法应符合现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ / T 177 的规定。

3.2 围护结构诊断

3.2.1 建筑外围护结构热工性能，应根据围护结构的类型，对下列内容进行选择性诊断：

- 1 传热系数；
- 2 热工缺陷及热桥部位内表面温度。

3.2.2 建筑外围护结构热工性能，应根据门窗的被动节能方式，对下列内容进行选择性诊断：

- 1 自然通风情况；
- 2 遮阳设施的综合遮阳系数；
- 3 有效利用自然光情况；
- 4 玻璃或其他透明材料的可见光透射比、太阳得热系数；
- 5 外窗、透明幕墙、建筑主要功能房间或区域的气密性。

3.3 供暖通风与空气调节系统诊断

3.3.1 冷热源系统，应根据系统设置情况，对下列内容进行选择性诊断：

1 冷水机组实际能效系数，包括冷水机组实际性能系数（COP）、实际能效比（EER）、综合制冷性能系数（SCOP）等；

2 锅炉运行效率；

3 冷却塔运行性能，包括冷却塔实际运行效率、气水比、漏水量等；

4 自然冷源利用情况；

5 锅炉房气候补偿系统；

6 多联式空调（热泵）机组的制冷综合性能系数IPLV(C)；

7 换热设备运行性能，包括换热设备单位温差传热量、换热设备热源侧和负荷侧运行阻力等；

8 蓄能系统运行性能，包括蓄能设备的蓄冰率、热损失率、净可用蓄热量比率和容积利用率等；

9 冷热量的计量装置安装及运行情况。

3.3.2 输配系统，应根据系统设置情况，对下列内容进行选择性诊断：

1 水系统回水温度一致性、供回水温度及温差、；

2 水泵流量、扬程及效率；

- 3 水系统补水方式及补水率；
- 4 水系统管道跑、冒、滴、漏情况；
- 5 管道保温情况。

3.3.3 末端系统，应根据系统设置情况，对下列内容进行选择性诊断：

- 1 新风系统运行情况，包括新风量、新风通风机效率、风机单位风量耗功率、加湿能力及房间空气品质等；
- 2 风系统平衡度；
- 3 日常排风系统运行情况，包括排风通风机效率，风机单位风量耗功率等。
- 4 能量回收装置性能，包括能量回收装置实际热交换效率、排风量与新风量的比值等；
- 5 空气过滤器的阻力情况；
- 6 供暖及空气调节系统分室温度调节控制情况。

3.3.4 排油烟系统，应根据系统设置情况，对下列内容进行选择性诊断：

- 1 油烟去除效率；
- 2 排油烟风机的运行性能，包括排烟风机输出功率、效率、功率因数、风量和风机全压等；
- 3 排烟管道堵塞情况。

3.4 给水排水及生活热水系统诊断

3.4.1 给水系统，应根据系统设置情况，对下列内容进行选择性诊断：

- 1 各给水系统的供水方式；
- 2 用水点出水压力；
- 3 各给水系统的分项计量方式；
- 4 给水系统管路的布置方式；
- 5 水泵运行效率。

3.4.2 排水系统，应根据系统设置情况，对下列内容进行选择性诊断：

- 1 排水系统形式，包括分流制排水、合流制排水；
- 2 污水抽升设备类型，包括潜水泵、液下泵喷射泵及气压输水器等；

3 水封的设置情况。

3.4.3 节水设施，应根据系统设置情况，对下列内容进行选择性诊断：

- 1 节水器具用水效率等级；
- 2 公共浴室淋浴热水系统节水措施；
- 3 绿化灌溉采用的灌溉方式；
- 4 雨水回收系统使用情况。

3.4.4 热源系统应根据系统设置情况，对下列内容进行选择性诊断：

- 1 热源形式，包括电加热、余热、废热、太阳能热水、空气源热泵等；
- 2 热源设备的运行时间、使用的燃料及工质；
- 3 热源运行性能；
- 4 建筑使用性质与生活热水系统形式；
- 5 生活热水最高日总用水量、人均最高日用水定额。

3.4.5 输配系统，应根据系统设置情况，对下列内容进行选择性诊断：

- 1 循环方式，包括不循环热水供应方式、半循环热水供应方式、全循环热水供应方式；
- 2 管道敷设方式及保温性能；
- 3 循环水泵效率。

3.4.6 末端系统（洗脸盆、洗涤盆、浴盆、盥洗槽、热水器、花洒、水嘴等器具），应查验节水型器具使用情况。

3.5 供配电、照明及电梯系统诊断

3.5.1 供配电系统，应根据系统设置情况，对下列内容进行选择性诊断：

- 1 系统中仪表、电动机、电器、变压器、电缆、电容器、开关柜等设备状况；
- 2 供配电系统容量及结构；
- 3 用电分项计量；
- 4 无功补偿；
- 5 电能质量；
- 6 电器设备节能特性。

3.5.2 照明系统，应根据系统设置情况，对下列内容进行选择性诊断：

- 1 照明灯具类型、数量、使用时间、色温、照度值、功率密度值、效率；
- 2 照明控制方式；
- 3 遮阳设施使用情况。

3.5.3 电梯系统，应根据系统设置情况，对下列内容进行选择性诊断：

- 1 电梯类型、数量、额定功率及能效等级；
- 2 电梯设备系统情况，包括电梯驱动、曳引装置的类型，轿厢照明、通风空调设备等；
- 3 电梯管理及运行模式；
- 4 节能控制措施。

3.6 运维管理系统诊断

3.6.1 供暖通风空调及生活热水供应系统的监测与控制，应根据系统设置情况，对下列内容进行选择性诊断：

- 1 室内空气温度、湿度、二氧化碳浓度的监测和控制；
- 2 冷、热量瞬时值和累计值的监测；
- 3 冷热源的供、回水温度及压差的监测与控制；
- 4 冷热源站总补水量的监测与控制；
- 5 冷却塔排污控制方式；
- 6 风机和水泵调速及阀门开度调节的控制；
- 7 风机和水泵的中高费淘汰产品。

3.6.2 供配电、照明及电梯系统的监测与控制，应根据系统设置情况，对下列内容进行选择性诊断：

- 1 三相电压和电流不平衡度的监测；
- 2 有功功率、功率因数、有功电度及无功补偿效率的监测；
- 3 供电系统谐波电压、谐波电流的监测；
- 4 变压器负荷率的监测；
- 5 供电回路电器元件工作状态的监测；
- 6 电梯系统的节能拖动及轿厢内照明和空调的节能控制；

7 照明控制方式的监测。

3.6.3 维护管理系统应对下列内容进行选择性诊断：

- 1 能源管理状况；
- 2 能源消耗指标；
- 3 能效测评情况。

3.7 可再生能源系统诊断

3.7.1 使用太阳能光伏发电系统的供配电系统应根据系统设置情况，对下列内容进行选择性诊断：

- 1 光电转换效率的实测值；
- 2 年发电量；
- 3 系统的费效比；
- 4 光伏板表面灰尘遮盖情况。

3.7.2 使用太阳能热利用系统的供热系统，应根据系统设置情况，对下列内容进行选择性诊断：

- 1 集热系统效率；
- 2 系统总能耗；
- 3 集热系统得热量；
- 4 贮热水箱热损因数；
- 5 太阳能热水系统热损比；
- 6 太阳能有效利用率；
- 7 辅热热源设置情况，包括分散布置、集中布置、与用水点的远近等。

3.7.3 使用地源热泵、空气源热泵等其他热泵机组作为冬季供暖和夏季供冷设备时，应根据系统设置情况，对其运行性能进行诊断。

3.8 特殊用能系统诊断

3.8.1 洗衣房系统，应根据系统设置情况，对下列内容进行选择性诊断：

- 1 洗衣房室内温湿度；
- 2 洗涤设备热利用率；
- 3 余热回收情况；
- 4 节水性能。

3.8.2 数据中心机房空调系统，应根据系统设置情况，对下列内容进行选择性诊断：

- 1 水资源使用效率（WUE）；
- 2 电源使用效率（PUE）；
- 3 管道保温性能；
- 4 冷却水补水量；
- 5 系统供回水温差；
- 6 水泵运行效率；
- 7 冷却塔运行效率；
- 8 自然冷源使用情况。

4 改造判定

4.1 一般规定

4.1.1 既有公共建筑改造前，应根据节能诊断结果及本章改造判定的规定，确定需要进行改造的内容。

4.1.2 既有公共建筑改造应根据需要采用单项判定、分项判定或综合判定中一种或多种判定方法。单项判定、分项判定、综合判定之间是并列的关系，满足任何一种判定原则，都可进行相应节能绿色化改造。

4.1.3 既有公共建筑改造时，满足以下任意一条时，宜进行相应的改造：

- 1 夏季室内平均温度高于28℃或低于22℃；
- 2 冬季室内平均温度低于16℃或高于26℃；
- 3 新风系统使用期间室内PM_{2.5}浓度年平均值超过35mg/m³或二氧化碳浓度日平均值大于1000ppm；
- 4 室内日间或夜间背景噪声高于《建筑环境通用规范》GB 55016所规定的室内噪声限值；
- 5 工作区域照度低于国家现行标准《建筑照明设计标准》GB 50034和《建筑环境通用规范》GB 55016所规定的建筑空间照明标准值；
- 6 室内环境质量不满足特殊使用要求。

4.1.4 当既有公共建筑的冷热源设备满足下列条件之一时，应进行相应的改造或更换：

- 1 运行时间超过其设计使用年限；
- 2 所使用的燃料或工质不满足国家和北京地区节能减排和环保政策的相关规定。

4.1.5 当既有公共建筑采用燃煤、燃油锅炉作为热源时，应进行改造。当公共建筑采用燃气的蒸汽或热水锅炉作为热源，其运行效率低于表 4.1.5 中数值时，且锅炉改造或更换的静态投资回收期小于或等于 8 年时，宜进行相应的改造或更换。

表 4.1.5 锅炉名义工况下热效率的限定值（%）

锅炉类型及燃料	锅炉名义蒸发量 D (t/h) /名义热功率 Q(MW)
---------	------------------------------

种类	D<1/ Q<0.7	1≤D≤2/ 0.7≤Q≤1.4	2<D<6/ 1.4<Q<4.2	6≤D≤8/ 4.2≤Q≤4.6	8<D≤20/ 5.6<Q≤14	D>20/ Q>14
燃气	88		90			

4.2 围护结构单项判定

4.2.1 当既有公共建筑因结构或防火等方面存在安全隐患而需进行改造时，宜同步进行外围护结构方面的改造。

4.2.2 既有公共建筑围护结构透光外门或单一立面透光部位的传热系数及太阳得热系数存在下列情况之一时，宜对围护结构进行改造：

- 1 透光外门的传热系数大于 $3.0\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ；
- 2 单一立面透光部位的传热系数大于表4.2.2规定的限值；

表 4.2.2 立面透光部位传热系数限值

传热系数限值	甲类建筑 $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	乙类建筑 $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	丙类建筑 $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
窗墙面积比≤0.3	3.0	3.0	2.8
0.3<窗墙面积比≤0.4	2.7	2.7	
0.4<窗墙面积比≤0.5	2.4	2.3	
0.5<窗墙面积比≤0.7	2.2	2.0	

3 除超高层及特别设计的透明幕墙外，外窗或透明幕墙的可开启面积低于外墙总面积的5%；

4 窗墙面积比大于0.6的单一立面透光部位的太阳得热系数超过0.6。

5 50m及以下的建筑的外窗的气密性低于现行国家标准《建筑幕墙、门窗通用技术条件》GB/T 31433中规定的6级，50m以上的建筑的外窗的气密性低于现行国家标准《建筑幕墙、门窗通用技术条件》GB/T 31433中规定的7级，透明幕墙的气密性低于现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086中规定的3级。

4.2.3 既有公共建筑屋面透光部位面积超过屋顶面积的20%，应对屋面透光部位进行节能绿色化改造；若屋面透光部位面积比例低于20%，且传热系数、太阳得热系数存在下列情况时，宜对屋面透光部位进行节能绿色化改造：

1 甲类和乙类建筑屋面透光部位的传热系数大于 $2.7\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ，或太阳得热系数超过0.5；

2 丙类建筑屋面透光部位的传热系数大于 $2.7\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。

4.2.4 对建筑进行气密性检测时，建筑物在自然压差下的换气次数大于3时宜进行节能绿色化改造。

4.3 供暖通风与空气调节系统单项判定

4.3.1 当电机驱动压缩机的蒸气压缩循环冷水机组或热泵机组实际性能系数（COP）满足下列条件之一，宜进行相应的改造或更换：

1 单工况定频机组的实际性能系数低于表 4.3.1规定的限值；

2 水冷变频离心式冷水机组的实际性能系数低于表 4.3.1中数值的0.93倍；

3 水冷变频螺杆式机组的实际性能系数低于表 4.3.1中数值的0.95倍；

4 冰蓄冷用双工况离心机组，以及供冷和供热双工况水源热泵离心机组的实际性能系数低于表4.3.1中限值的0.90倍。

表 4.3.1 冷水（热泵）机组的制冷性能系数（COP）限值

类型		名义制冷量 (kW)	制冷性能系数 COP (W/W)
水冷	活塞式/ 涡旋式	<528	3.7
		>528	4.4
	螺杆式	528~1163	4.8
		>1163	5.0
		<1163	4.9
	离心式	1163~2110	5.1
		>2110	5.3
<1163		4.9	
风冷或蒸发冷却	活塞式/ 涡旋式	≤ 50	2.3
		>50	2.5
	螺杆式	≤ 50	2.5
		>50	2.7

4.3.2 采用名义制冷量大于 7.1kW 的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，实际能效比（EER）低于表 4.3.4 规定的限值，宜进行相应的改造或更换。

表4.3.2 单元式空气调节机、风管送风式和屋顶式空气调节机组制冷能效比限值

类型		名义制冷量 (kW)	制冷能效比 EER (W/W)
风冷式	不接风管	7.1~14	2.5
		>14	2.4
	接风管	7.1~14	2.3
		>14	2.3
水冷式	不接风管	7.1~14	3.2
		>14	3.0
	接风管	7.1~14	2.9
		>14	2.8

4.3.3 采用多联式空调（热泵）机组时，名义制冷工况和规定条件下，水冷多联式空调（热泵）机组制冷综合部分负荷性能系数 IPLV(C) 低于 5.2 或风冷多联式空调（热泵）机组全年性能系数 APF 低于 3.2 时，宜进行相应的改造或更换。

4.3.4 当现有冷水机组为直燃型溴化锂型时，宜对冷源系统进行相应的改造。

4.3.5 当采用电动压缩水冷式制冷机组时，冷源综合制冷性能系数（SCOP）低于表 4.3.5 规定的数值。对多台冷水机组、冷却水泵和冷却塔组成的冷水系统，应将实际参与运行的所有设备的名义制冷量和耗电功率综合统计计算，当机组类型不同时，其限值应按冷量加权的方式确定。

表 4.3.5 水冷式制冷机组冷源系统综合制冷性能系数（SCOP）限值

类型		名义制冷量 (kW)	冷源系统综合制冷性能系数 SCOP		
			定频单工况 机组	变频机组	双工况机组
冷水（热泵） 机组	活塞式/涡旋 式	<528	3.2		
	螺杆式	<528	3.7	3.5	

		528~1163	4.0	3.8	
		>1163	4.1	4.0	
	离心式	<1163	4.1	3.8	3.7
		1163~2110	4.2	4.0	3.9
		>2110	4.3	4.1	4.0
单元式、风管 送风式、屋顶 式空调机组	不接风管	7.1~14	2.7		
		>14	2.6		
	接风管	7.1~14	2.5		
		>14	2.4		

4.3.6 当空调水系统实际供回水温差小于设计值 40%的时间超总运行时间的 15%时,宜对空调水系统进行相应的调节或改造。

4.3.7 供暖、空调系统的循环水泵未采用变速变流量调节方式时,宜对循环水泵进行变速变流量调节方式的改造。

4.3.8 冷却塔风机不能变频运行时,宜对风机进行变频改造。

4.3.9 当通风和空调系统风机满足下列条件之一时,宜对风机进行相应的调节或改造:

- 1 风机的可实现最大余压、风量低于额定值的0.8倍;
- 2 单位风量耗功率大于表4.3.9的规定。

表 4.3.9 风道系统单位风量耗功率限值 (W/(m³/h))

系统形式	W _s [W/(m ³ /h)]
机械通风系统	0.27
空调新风系统	0.24
办公建筑定风量空调系统	0.27
办公建筑变风量空调系统	0.29
商场、酒店建筑全空气空调系统	0.30

4.3.10 当公共建筑存在较大的冬季需要供冷的内区,且原有空调系统未利用天然冷源时,宜进行相应的改造。

4.3.11 对集中新风的空调系统，设计最小新风总送风量大于等于 40000m³/h 时，进行能量回收的排风风量低于总新风送风量的 25%，宜进行相应的改造。全空气直流式集中空调系统，送风量大于等于 3000m³/h 时，进行能量回收的排风风量低于总送风量的 75%，宜进行相应的改造。

4.3.12 在过渡季，公共建筑的外窗开启面积和通风系统均不能直接利用新风实现降温需求时，宜进行相应的改造。

4.3.13 在公共建筑中的新风系统使用期间，当设有新风的空调系统不满足下列条件之一时，应进行相应的改造：

- 1 新风量不满足现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736规定；
- 2 新风系统的加湿热源不满足现行地方标准《公共建筑节能设计标准》DB11/687规定。

4.3.14 当进行水力平衡调试后，冷水系统各主支管路回水温度最大差值仍大于设计供回水温差的 20%或温差超过 2℃，热水系统各主支管路回水温度最大差值大于设计供回水温差的 10% 或温差超过 4℃时，宜进行相应的水力平衡改造。

4.3.15 当空调系统冷水管的保温存在结露情况时，应进行相应的改造。

4.3.16 当冷却塔满足下列条件之一时，宜对冷却塔进行相应的清洗或改造：

- 1 实际运行效率低于铭牌值的80%；
- 2 漂移损失或排污、漏水、溢水损失超过系统循环水量的0.3%；
- 3 出现抽空现象；
- 4 布水分布不均匀；
- 5 无法与冷水机组联动；
- 6 冷却水排污未采用自动排污；
- 7 风机未采用变速变风量调节方式。

4.3.17 当供暖、空调系统循环水泵的实际水量偏离原设计值的 20%，或循环水泵的实际运行效率低于铭牌值的 80%时，应对水泵进行相应的调节或改造。

4.3.18 间歇运行的开式冷却塔的集水盘或下部设置的集水箱的有效存水容积，小于湿润冷却塔填料等部件所需水量及停泵时靠重力流入管道内水容量之和时，宜对相应的水系统进行改造。

4.3.19 当设有供暖或空调系统的公共建筑，其主要出入口及大堂冬季偏冷时，宜进行相应的改造。

4.3.20 排油烟系统排烟风机效率低于额定效率 80%，宜进行相应的改造；排油烟系统油烟去除效率不满足排放需求，应进行相应的改造。

4.4 给水排水及生活热水系统单项判定

4.4.1 供水加压泵效率低于现行国家标准《清水离心泵能效限定值及节能评价值》GB 19762 中规定的泵节能评价值，或实际运行效率低于铭牌值的 80%时，应对水泵进行相应的调节或改造。

4.4.2 给水系统管网漏损率超过 12%，应进行相应的节能绿色化改造；

4.4.3 卫生器具用水效率等级低于 2 级，宜进行相应的节能绿色化改造或更换。

4.4.4 生活热水系统的循环水泵未采用变速变流量调节方式时，宜对循环水泵进行变速变流量调节方式的改造。

4.4.5 当进行水力平衡调试后，生活热水系统各主支管路回水温度最大差值大于设计供回水温差的 10% 或温差超过 4℃时，宜进行相应的水力平衡改造。

4.4.6 当生活热水循环水泵的实际水量超过原设计值的 20%，或循环水泵的实际运行效率低于铭牌值的 80%时，应对水泵进行相应的调节或改造。

4.5 供配电、照明及电梯系统单项判定

4.5.1 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。

4.5.2 当变压器平均负载率长期低于 20%时，宜进行相应的调配或改造。

4.5.3 当断路器满足下列条件之一时，宜进行相应改造：

- 1 运行时长超过其运行寿命或超过15年；
- 2 平均负载率长期低于20%。

4.5.4 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。

4.5.5 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。

4.5.6 当采用的建筑电气产品不符合国家规定的能效标准和电能质量标准时，宜进行改造。

4.5.7 当公共建筑的照明功率密度值（LPD）超过现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 规定的现行值要求时，对于标准规定需强制执行的建筑类型或场所类型，应进行相应的改造；未规定强制执行的建筑类型或场所类型，宜进行相应的改造。

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

4.5.9 采光区域的照明控制未独立于其他区域的照明控制宜进行改造。

4.5.10 当照明设计参数不能满足现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 的规定时，宜进行相应改造。

4.5.11 当电梯运行控制符合下列条件之一时，宜进行改造：

- 1 两台及以上停靠楼层相同的电梯位于同一电梯厅时，不具备群控功能；
- 2 电梯无外部召唤，且轿箱内一段时间无预置指令时，电梯不具备自动转为节能运行方式的功能；
- 3 自动扶梯、自动人行步道不具备空载时停运待机功能。

4.6 运维管理系统单项判定

4.6.1 未按现行地方标准《公共建筑节能设计标准》DB11/687 的规定设置监测与控制系统的，大型公共建筑应根据监控对象特性合理增设监测与控制系统，中小型公共建筑宜根据监控对象特性合理增设监测与控制系统。

4.6.2 当公共建筑主要供暖和空调区域的室温不具备自动调控手段时，应进行相应改造。

4.6.3 对于采用区域性冷源或热源的公共建筑，当冷源或热源人口处未设置冷量或热量计量装置时，应进行相应的改造。

4.6.4 对于采用供水设计温度高于 60℃的热源的集中供暖系统，未设置供热量自动控制装置时，宜进行相应的改造。

4.6.5 对于人员密度相对较大且变化较大的房间，未设置二氧化碳浓度监测和新风量需求控制装置时，宜进行相应的改造。

4.6.6 当集中供暖与空气调节等用能系统进行节能绿色化改造时，应对与之配套的监测与控制系统进行改造。

4.6.7 当监测与控制系统满足下列条件之一时，应进行相应改造：

1 不能正常运行或不能满足数据获取、存储分析等节能管理要求

2 能耗计量器具的配备率和准确度不能满足现行国家标准《用能单位能源计量器具配备和管理通则》GB 17167的规定。

4.6.8 当监测与控制系统配置的传感器、阀门及配套执行器、变频器等的选型及安装不符合设计、产品说明书及现行国家标准《自动化仪表工程施工及验收规范》GB 50093 的规定时，或准确性及工作状态不能满足要求时，应进行改造。

4.6.9 当监测与控制系统无用电分项计量或不能满足改造前后节能效果对比时，应进行改造。

4.6.10 用水单位水计量率未达到 100%或次级用水单位水单位计量率未达到 95%，应进行相应的改造。

4.7 可再生能源系统单项判定

4.7.1 太阳能光伏发电系统光伏组件效率低于现行国家标准《光伏组件发电效率技术规范》GB/T 39857 规定的限值时，宜进行相应的改造。

4.7.2 对于无太阳能光伏发电系统的建筑，其屋顶空余面积超过全部屋面水平投影面积的 40%或单一空白区面积超过 500 m²，应增设太阳能光伏发电系统。

4.7.3 当采用地源热泵机组作为冬季供暖和夏季供冷设备时，系统的供回水温度无法保证原有输配系统和空调末端系统的运行要求，且机组改造或更换的静态投资回收期小于或等于 8 年时，宜进行相应的改造或更换。

4.7.4 当采用空气源热泵机组作为冬季供暖设备时，机组的实际运行性能系数（COP）低于下列数值，且机组改造或更换的静态投资回收期小于或等于 8 年时，宜进行相应的改造或更换：

- 1 冷热风机组：1.6；
- 2 冷热水机组（不包括循环水泵）：1.8。

4.7.5 生活热水由可再生能源系统提供的热量保证率低于 30%的，宜进行相应的改造。

4.8 特殊用能系统单项判定

4.8.1 大型洗衣机房设备无能量回收时，宜进行相应的改造。

4.8.2 大型和超大型数据中心设计电能使用效率值 PUE 高于 1.4 时，宜进行相应的改造；数据中心机房空调系统不能满足机房工作环境控制要求时，应进行相应的改造。

4.9 分项判定及综合判定

4.9.1 既有公共建筑的外围护结构经节能绿色化改造，供暖通风空调能耗降低 10%以上且静态投资回收期小于或等于 8 年时，宜对此进行改造。

4.9.2 既有公共建筑的供暖通风空调及生活热水供应系统经节能绿色化改造，系统的总能耗降低 20%以上且静态投资回收期小于或等于 5 年时，宜对此进行改造。

4.9.3 既有公共建筑未采用节能灯具或采用的灯具效率及光源等不符合国家现行有关标准的规定，且改造静态投资回收期小于或等于 2 年或改造前后照明系统节能率达到 20%以上时，宜进行相应的改造。

4.9.4 满足下列条件之一，宜进行改造：

- 1 室内环境参数经调试仍不能满足使用要求；
- 2 室内环境参数满足使用要求，但建筑综合能耗指标高于北京市现行有关标准的规定；
- 3 室内环境参数满足使用要求，但改造后全年运行碳排放降低20%以上。

5 围护结构改造实施

5.1 设计

5.1.1 围护结构进行节能绿色化改造时，应对原结构的安全性进行复核、验算；当结构安全不能满足改造要求时，应采取结构加固措施。

5.1.2 既有公共建筑围护结构改造后，所改造部位的热工性能指标应符合现行地方标准《公共建筑节能设计标准》DB 11/687 的规定。

5.1.3 外墙保温材料和建筑构造的防火性能应符合现行国家标准《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222、《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定。

5.1.4 外墙采用可粘贴工艺的外保温改造方案时，应检查基墙墙面的性能，并应符合表 5.1.4 的规定。

表5.1.4 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	无结构性裂缝

5.1.5 当基墙墙面性能指标不满足本规程表 5.1.4 的要求时，墙体基面处理可采用下列措施：

- 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，损坏的砌块应进行更换；
- 3 对表面污迹、疏松的砂浆进行清理；
- 4 对损坏或易脱落的外墙饰面砖应根据情况全部或部分剔除。

5.1.6 外墙采用外保温系统进行节能绿色化改造设计时，应符合下列规定：

- 1 外保温系统的构造和技术要求应符合现行行业标准《外墙外保温工程技术标准》JGJ 144 的规定；

- 2 保温材料与基层应有可靠的连接,保温系统与墙身的拉伸粘结强度应不小于0.10MPa;
- 3 保温材料应包覆门窗框外侧洞口、女儿墙、封闭阳台以及出挑构件等热桥部位;
- 4 外墙外表面宜采用薄型隔热功能涂料。

5.1.7 外墙外保温改造使用的材料应符合下列规定:

- 1 界面砂浆的主要性能指标应该符合表5.1.7的规定:

表5.1.7 界面砂浆的性能要求

项目	拉伸粘结强度性能要求
原强度	≥0.7 MPa
耐水	≥0.5 MPa
耐冻融	≥0.5 MPa

2 塑料锚栓的金属螺钉应由不锈钢或经过表面防腐蚀处理的金属制成。锚栓的锚固深度、塑料圆盘的直径、锚栓抗拉承载力应符合现行行业标准《外墙保温用锚栓》JG/T 366中的要求;

- 3 饰面层不宜采用粘贴饰面砖。

5.1.8 外墙外保温及饰面完好,仅热工性能不达标时,宜增设内保温。有特殊立面要求,需保持原始风貌的建筑,宜增设内保温。内保温节能绿色化改造设计时,应符合下列规定:

- 1 墙体热工性能应符合现行地方标准《公共建筑节能设计标准》DB11/687的规定;
- 2 内保温系统性能、构造和技术要求应符合现行行业标准《外墙内保温工程技术规程》JGJ/T261的规定;内保温层厚度计算时,保温材料导热系数应进行修正;
- 3 宜在墙体易裂部位以及屋面板、楼板相应部位采取构造加强措施;
- 4 外门窗洞口内侧面应做保温。

5.1.9 非透明幕墙节能绿色化改造时,应符合下列规定:

- 1 幕墙支承结构的抗震和抗风压性能应符合现行行业标准《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ 133的规定;
- 2 非透明幕墙构造缝、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。

5.1.10 非透明幕墙节能绿色化改造时，所采用的石材幕墙、人造板材幕墙和金属板幕墙，除应符合国家现行标准《建筑幕墙》GB/T 21086、《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 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 金属面板宜采用有隔热功能的材料，隔热温差不应小于7℃；
- 4 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，且宜在保温层和石材面板间进行防水隔汽处理；
- 5 后置埋件应满足承载力设计要求，并应符合现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145的规定。

5.1.11 透明幕墙节能绿色化改造设计时，应符合下列规定：

- 1 应提高幕墙玻璃和外框型材的保温隔热性能，并应保证幕墙的安全性能和采光性能；
- 2 幕墙在每层楼板、隔墙处的缝隙应采用防火封堵材料封堵；
- 3 幕墙的气密性不应低于现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086中规定的3级。

5.1.12 透明幕墙节能绿色化改造设计时，可选用下列措施：

- 1 更换为双层中空玻璃、低辐射中空玻璃等保温性能好的玻璃，或在原有玻璃的表面贴、涂具有辐射或反射功能的膜；
- 2 幕墙外框型材优先选择隔热效果好的型材；
- 3 在保证安全的前提下，宜增加透明幕墙的可开启扇。

5.1.13 室内散湿量大的场所，应进行围护结构内部冷凝受潮验算，并按现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176的规定采取防潮措施。

5.1.14 公共建筑屋面节能绿色化改造设计时，应符合下列规定：

- 1 屋面荷载应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009的规定。屋面改造需要增加荷载时，应对原房屋结构进行复核、验算，当不能满足改造要求时，应采取结构加固措施；

2 应符合国家现行标准《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的规定。

5.1.15 屋面节能绿色化改造设计时，应选用下列措施：

- 1 屋面改造之前，应对原屋面进行处理，清理表面并铲去空鼓部位；
- 2 原屋面防水可靠时，可直接加铺保温层做倒置式保温屋面，也可重新做防水或在保温层上再加一道防水；
- 3 原屋面防水有渗漏或原保温层为吸湿性强的保温材料时，应铲除原有防水层和保温层，重新做保温层和防水层；
- 4 平屋面改坡屋面，宜在原屋顶吊顶上铺放轻质保温材料；无吊顶的屋顶可考虑在坡屋顶做内保温或增设吊顶层；
- 5 当坡屋面原保温层和防水层完好，但热工性能不能满足标准要求时，可采用现场喷聚氨酯等内保温方案，并与室内装修一并改造；
- 6 屋面避雷设施、天线、烟道、天沟、太阳能生活热水、太阳能光伏发电等附属设施或装置应有专项节能节点设计，上人孔应做保温和密封设计；
- 7 屋面宜采用浅色饰面材料或热反射涂料；
- 8 可根据屋面结构条件和设计要求，将平屋面改造为具有节能功能的屋面。

5.1.16 采光顶节能绿色化改造时宜采用下列技术措施：

- 1 增设天篷帘、卷帘，并设置手动或自动装置控制；
- 2 更换为双层中空玻璃、低辐射中空玻璃等保温性能好的玻璃；
- 3 在原有玻璃表面贴、涂具有辐射或反射功能的膜。

5.1.17 外窗节能绿色化改造时，应符合下列规定：

- 1 整窗拆换或加窗时，对于50米及以上建筑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；对于50米以下建筑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6级；
- 2 整窗拆换或加窗时，宜采用隔热性能好的型材；
- 3 加窗时，两层窗户的间距不宜小于100mm，并应避免层间结露；
- 4 更换为低辐射玻璃、中空玻璃、变色玻璃时，宜选择性增设可调节百叶遮阳或遮阳卷帘；

5 窗框与墙体之间的缝隙应采用高效保温材料填充,并用密封膏嵌缝或用防水隔汽膜进行封闭,外窗缝隙处加设密闭条;

6 当所在区域毗邻公路、铁路等室外噪声源时,宜采用隔声性能好的外窗。

5.1.18 遮阳设施节能绿色化改造时应符合下列规定:

1 东西向和屋面的透光部位应设置遮阳设施,宜采用活动外遮阳;

2 太阳得热系数应符合现行地方标准《公共建筑节能设计标准》DB11/687的规定;

3 加装外遮阳时,应对原结构的安全性进行复核、验算。当不能满足结构安全要求时,应对其进行结构加固或采取其他形式的遮阳措施。

5.1.19 外门、非采暖楼梯间的门节能绿色化改造时,应选用下列措施:

1 人员频繁出入的北、东、西向外门应设门斗、双层门、旋转门或加装热风幕等减少冷风进入的措施;

2 非采暖楼梯间门宜为保温、隔热、防火、防盗一体的单元门;

3 外门、楼梯间门应在缝隙部位设置耐久性和弹性好的密封条。

5.1.20 外门窗节能绿色化改造施工应符合下列规定:

1 外窗的安装位置宜靠近保温层的位置,否则外窗(外门)口外侧或内侧四周墙面应进行保温处理;

2 外窗安装宜采用具有保温性能的附框;

3 外门、窗框或附框与墙体之间应采取防水保温措施。

5.2 施工

5.2.1 外墙外保温节能绿色化改造,施工前应编制施工组织设计文件,并进行下列处理:

1 外墙面上的雨水管卡、预埋构件、设备穿墙管道、空调机架和防护栅栏等应提前改装完毕,并预留出外保温层的厚度;

2 与聚合物水泥砂浆粘结能力相对较差的清水砖或清水混凝土等饰面,应对基层进行清理后,使用配套的界面剂进行相应的处理后进行后续施工;

3 原饰面层的粘结强度达到0.4MPa时可不清除,原饰面层用界面剂处理后粘结保温层,并辅以机械锚固,锚固应深入基层墙体中;

4 外墙外保温系统的组成材料应彼此相容、具有物理化学稳定性、耐久性及防腐蚀性。

5.2.2 透明幕墙节能绿色化改造，施工时应符合下列规定：

- 1 幕墙表面应平整、干净、无渗漏；
- 2 幕墙与每层楼板、隔墙处的缝隙应采用防火材料封堵；
- 3 玻璃幕墙结构胶与密封胶应打注饱满、密实。

5.2.3 遮阳设施的节能绿色化改造施工应符合下列规定：

- 1 遮阳设施的安装应牢固、安全，并满足设计和使用要求；
- 2 现场组装的遮阳装置应按照产品的组装、安装工艺流程进行组装；
- 3 当采用遮阳膜时，遮阳膜的安装方向、位置应符合现行行业标准《建筑玻璃膜应用技术规程》JGJ/T 351的规定。

5.2.4 屋面节能绿色化改造施工应符合下列规定：

- 1 屋面的节能构造施工应符合现行国家标准《屋面工程技术规范》GB 50345的规定；
- 2 实施屋面保温改造，施工前应对原屋面基层进行修补、清理；
- 3 屋面上的设备、管道等应该提前安装完毕，并应预留出保温层的厚度；
- 4 采光顶的改造施工过程中，玻璃制作、玻璃部件的组装、支承结构和玻璃梁结构的安装，应符合现行行业标准《建筑玻璃采光顶技术要求》JG/T 231的规定。

5.3 验收

5.3.1 建筑围护结构改造验收应符合现行地方标准《公共建筑节能工程施工质量验收规程》DB11/ 510 的规定。

5.3.2 建筑屋面改造验收应符合现行国家标准《屋面工程质量验收规范》GB 50207 的规定。

5.3.3 建筑玻璃幕墙改造验收应符合现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102 的规定。

5.3.4 围护结构节能绿色化改造工程施工质量验收应在提交下列文件和记录后进行，并且主要内容应符合下列规定：

- 1 围护结构改造设计图纸、计算复核资料等应完整齐全；

2 材料和构件应符合设计要求和相关标准的规定，保温材料厚度、导热系数、密度等应符合设计要求，并提交相应的产品合格证、性能检验报告和进场验收记录；

3 施工质量应符合设计要求，并提交相应的施工记录、各分项工程施工质量验收记录；

4 隐蔽工程验收记录应完整，且符合设计要求；

5 提供建筑围护结构节能构造现场实体检验记录；

6. 提供外窗气密性检测报告。

6 供暖通风与空气调节系统改造实施

6.1 设计

1 冷热源系统

6.1.1 冷热源系统节能绿色化改造时，改造方案应按下列原则制定：

- 1 应利用现有设备的节能潜力，当现有设备不能满足需求时，方可更换；
- 2 应根据原有冷热源设备运行记录，内扰参数及围护结构情况，进行整个供冷、供暖季负荷的分析和计算；
- 3 应在原有供暖通风与空气调节系统的基础上，根据改造后建筑的规模、使用特征，结合能源结构及价格政策、环保规定等因素，经综合论证后确定；
- 4 应优先采用能提高系统整体运行效率的无成本、低成本改造措施；
- 5 应重新核算建筑冷、热负荷，并根据供回水温度、流量核算系统末端设备的供冷、供热量。

6.1.2 冷水（热泵）机组的节能绿色化改造应采用下列技术措施：

- 1 改造后，机组的性能系数应符合现行地方标准《公共建筑节能设计标准》DB11/687的规定。
- 2 过渡季和冬季且存在供冷需求的公共建筑，在保证安全运行的条件下，宜采用冷却塔供冷系统，同时冷却塔应做好防冻措施；
- 3 全年供冷（热）负荷变化幅度较大的建筑，宜配置负荷调节范围广的冷水机组或增加小容量冷水机组。
- 4 当有未利用的冷水机组且有低谷电可利用时，可增加蓄冷系统；
- 5 当采用电机驱动的蒸气压缩循环冷水机组时，宜选用蒸发冷却式；
- 6 冷却塔排污水宜进行过滤，满足中水水质要求后方可接入中水系统；
- 7 冷热源设备部分负荷运行时应在高效区，运行能效宜不小于设计工况能效的85%。

6.1.3 锅炉的节能绿色化改造应采用下列技术措施：

1 改造后，锅炉的热效率应符合现行地方标准《公共建筑节能设计标准》DB11/687的规定；

2 更换锅炉时，应按系统实际负荷需求和运行负荷规律，合理确定锅炉的台数和容量；

3 供暖系统未根据室外气候及用户需求进行自动调节的，宜采用气候补偿技术，通过自动控制技术实现按需供热；

4 供暖锅炉房设置两台以上锅炉同时运行或锅炉未安装自动控制系统时，宜安装锅炉自动控制装置，根据外部热负荷的变化动态调节锅炉运行；

5 燃气锅炉未安装烟气余热回收装置时，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和锅炉系统寿命要求；

6 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，宜对其控制系统进行升级改造，对供热参数进行自动采集与集中远程监测，根据需求负荷变化自动调节供热量；

7 锅炉应采用低氮燃烧技术，降低尾气中氮氧化物排放浓度，排放浓度应符合现行地方标准《锅炉大气污染物排放标准》DB11/ 139的规定；

II 输配系统

6.1.4 冷热水循环水系统节能绿色化改造应采用下列技术措施：

1 改造后，系统的耗电输冷热比应符合现行地方标准《公共建筑节能设计标准》DB11/687的规定；

2 冷冻水输配系统宜采用合理的水力平衡措施；

3 制冷设备的出水温度宜根据室外气象参数和除湿负荷的变化进行设定，在满足室内舒适度的情况下，适度提高冷水出水温度；技术经济合理时，宜采用高温冷水机组的温湿度独立控制系统；

4 变流量空调水系统，当各支路阻力差异较大时，宜改造为分布式变频二级泵系统；

5 空调系统冷热负荷随季节或使用情况变化较大时，应根据末端负荷调节系统水流量，保障水力平衡的前提下，将定水量系统改造为变水量系统；

6 当多台冷水机组和冷水泵之间通过共用集管连接时，应在每台冷水机组进水或出水管道上设置电动两通阀，并连锁开关冷水机组和水泵开关；

7 室外供暖管网改造时，应进行水力平衡计算。当室外管网水力平衡计算达不到要求时，应根据热网的特点设置水力平衡阀；

8 冷热水系统循环水泵选型过大时,宜采取叶轮切削技术或加装水泵变速控制装置等措施。对适宜进行变频改造的,宜按照实际负荷调节水泵运行频率;

9 当对供暖通风空调系统的水泵进行更换时,更换后的水泵不应低于现行国家标准《清水离心泵能效限定值及节能评价值》GB 19762规定的节能评价值;所配套电动机能效不应低于现行国家标准《电动机能效限定值及能效等级》GB18613规定的2级;

10 管道保温结构出现明显破损,防潮层、保护层破损,保温效果明显下降,或出现滴水现象时,应对保温结构或管道进行更换,室外管道应设置保护层。

6.1.5 通风空调风系统节能绿色化改造应采用下列技术措施:

1 改造后,风机的单位风量耗功率要求应符合现行地方标准《公共建筑节能设计标准》DB11/687的规定;

2 当对供暖通风空调系统的风机进行更换时,更换后的风机不应低于现行国家标准《通风机能效限定值及能效等级》GB 19761规定的2级;所配套电动机能效不应低于现行国家标准《电动机能效限定值及能效等级》GB18613规定的2级;

3 皮带传动的风机,皮带松动时应在可调范围内调整风机传动皮带张紧度;

4 供给不同区域的全空气空调系统,当各空调区域的冷、热负荷差异和变化大、低负荷运行时间长,且需要分别控制各空调区温度时,宜通过增设风机变速控制装置,将定风量系统改造为变风量系统;

5 全空气空调系统,宜检测消声器及弯头压力损失与全压占比,当占比较大时,应采取下列措施对消声器、静压箱进行阻力改造:

1) 增大消声器通道断面,减小过流风速;

2) 布置室内的管路时尽量用带导流叶片的弧形弯头替代直角弯头。

6 风管保温结构出现明显破损,防潮层、保护层破损,保温效果明显下降,或出现冷凝水、漏风现象时,应及时更换保温结构或管道,室外风管保温应设保护层。

6.1.6 不同使用时间的厨房功能区,宜分区设置送、排风系统。厨房排油烟宜选用电机外置的离心式风机且与补风联动。

III 末端系统

6.1.7 供暖系统节能绿色化改造应采用下列技术措施:

1 同一供热系统中，存在供暖温度及时间要求显著差异的用户时，应改造为分时分区控制系统；

2 建筑物内供暖系统宜进行供热计量改造，设置分室（户）温度调节、控制装置；

3 室内供暖系统无排气装置时，应加装自动排气阀；

4 室内供暖系统改造时，应进行末端散热量的复核计算和水力平衡验算，并应采取措施解决室内供暖系统垂直及水平方向的失调。

6.1.8 通风系统节能绿色化改造应采用下列技术措施：

1 改造设计阶段应对建筑室内空气中甲醛、苯系物、TVOC进行浓度预评价。施工阶段应建立施工装修污染管控专项管理体系，采购材料的环保参数应达到设计预评价要求；

2 改造后气流组织，应避免卫生间、餐厅、厨房、地下车库等区域的空气和污染物流通至室内其他区域或室外主要活动场所；

3 宜对室内CO₂、PM_{2.5}进行数据采集、监测，设置浓度超标报警，并与通风空调系统联动。

6.1.9 空调系统节能绿色化改造应采用下列技术措施：

1 主要功能房间的空调系统末端装置应能现场独立调节；

2 空气湿度或舒适度有较高要求的房间，宜采用温湿度独立控制的空调系统。并对室内空气温度、相对湿度进行数据采集、监测，与通风空调系统联动；

3 对设有集中空调新风和排风系统的，应合理增设回风热回收装置，回收风量应符合现行地方标准《公共建筑节能设计标准》DB11/687的规定。热回收装置应有启动运行或旁通运行的控制，当过渡季节或冬季利用新风供冷时，应自动打开旁通风道风阀，新风从旁通风道进入室内；

4 新风系统的改造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》GB50736的相关规定，并宜采取加大新风量设计或预留条件等措施，以满足平时标准风量运行，过渡季或传染病流行期最大新风量运行的能力；

5 当更换现有风机盘管时，经技术经济分析比较合理时，宜采用直流无刷型风机盘管；

6 公共区域的风机盘管，宜采用集中控制，实现空调末端风机盘管的集中管理、统一设定温度；

7 变流量空调水系统，当空调末端未设流量自动调控装置时，应进行相应的改造。

6.2 施工

6.2.1 供暖通风与空气调节系统改造工程使用的材料、设备进场验收合格后，方可使用。

I 冷热源系统

6.2.2 供暖系统供热锅炉，供暖管道，散热器及水泵、换热设备的安装应符合国家现行标准《锅炉安装工程施工及验收规范》GB 50273 和《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 的规定。

6.2.3 空调冷热源系统设备，输配系统风管、水管、风机、水泵及阀门的安装应符合现行国家标准《通风与空调工程施工规范》GB 50738 的规定。

6.2.4 更换冷却塔，其安装应符合下列规定：

1 冷却塔地脚螺栓与预埋件的连接或固定应牢固，各连接部件应采用热镀锌或不锈钢螺栓，其紧固力应一致、均匀；

2 冷却塔安装应水平；

3 同一冷却水系统中冷却塔集水盘水位高度应一致；

4 冷却塔的出水口及喷嘴的方向和位置应正确，积水盘应严密无渗漏；布水器应布水均匀；

5 冷却塔电动阀的施工安装应符合现行国家标准《自动化仪表工程施工及验收规范》GB 50093 的规定。

6.2.5 更换冷却塔填料应符合下列规定：

1 填料块与块之间应挤紧，不得有松动；

2 更换已损坏的填料。

II 输配系统

6.2.6 水泵、风机加装变频器时，应符合下列规定：

1 变频器不应安装在易受灰尘、腐蚀或爆炸性气体、导电粉尘等污染的环境里；

2 变频器设备安装时，柜体应牢固安装于基座上，应有可靠的接地措施；

3 安装过程中，应防止设备受到撞击和震动，柜体不得倒置，倾斜角度不得超过30°；

4 变频器应注意安装间距，保证变频器散热良好。

6.2.7 更换管道绝热层时，应符合下列规定：

- 1 拆除损坏的绝热层，对管道表面进行防腐除锈处理；
- 2 绝热层粘贴应牢固、铺设应平整；
- 3 更换部分绝热层时，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；
- 4 保冷管道的隔汽层不应破损。

6.2.8 排油烟离心式风机的安装，应符合下列规定：

- 1 通风机应布置在地坪上或平台上；当布置在室外时，电机应设有防日晒雨淋的防护罩。
- 2 通风机安装台座（基础）应具有足够的强度、稳定性和耐久性，台座的振动应符合下列规定：
 - 1) 基础装置的自振频率不得大于电机和通风机转速的1/3；
 - 2) 通风机运转时的振动速度与通风机静止时的振动速度的差应大于3倍以上。
 - 3 进出口与风管之间连接，应设柔性接头。进风管、出风管等装置应有单独支撑，并由基础或与建筑物其它构件支撑牢固，机壳不应承受其它机件的重量；
 - 4 安装在建筑物构件上时，应采取隔振措施；
 - 5 接入三相电源前，应检测叶轮旋转方向，防止出现反接。

III 末端系统

6.2.9 风机盘管的安装应符合下列规定：

- 1 风机盘管机组应设独立支、吊架，安装的位置、高度及坡度应正确、固定应牢固，与风机盘管连接的管道应设防晃支架；
- 2 机组与风管、回风箱或风口的连接，应严密、可靠；
- 3 风机盘管安装应增加吊杆减震装置。

6.2.10 组合式空调机组的安装应符合下列规定：

- 1 组合式空调机组各功能段之间的连接应紧密，整体应平直；
- 2 机组与供回水管的连接应正确；
- 3 机组内空气过滤器(网)和空气热交换器翅片应清洁、完好；
- 4 组合式空调机组安装时应设置橡胶或者弹簧减震措施。

6.2.11 排风热回收装置的安装应符合下列规定：

- 1 排风热回收装置安装在室外时，应采取防雨措施；
- 2 排风热回收装置安装在墙壁或吊顶上时，应进行结构承重验算；
- 3 机组安装时，必须牢固可靠，所用型钢支架应有足够的强度，接口全部焊接；
- 4 凝结水管须保持一定的坡度，并坡向排出方向。

6.3 验收

6.3.1 供暖通风与空气调节系统的验收应符合国家现行标准《公共建筑节能工程施工质量验收规程》DB11/510、《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243、《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 和《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 的规定。

6.3.2 供暖通风与空气调节系统施工质量验收应符合下列规定：

- 1 节能绿色化改造方案、设计图纸、设计说明、计算复核资料等应完整齐全；
- 2 改造后的设备、材料、配件的质量应符合要求，并提交相应的产品合格证；
- 3 设备、配件的规格、数量应符合设计要求；
- 4 设备、材料、配件的技术性能应符合要求，并提交相应的性能检验报告和进场验收记录、复验报告；
- 5 施工质量应符合相关规范和设计要求，并提交相应的施工记录、各分项工程施工质量验收记录；
- 6 设备的安装应符合相关规范和设计要求；
- 7 隐蔽工程验收记录应完整，且符合设计要求；
- 8 提供设备单机及系统联合试运转和调试记录。

7 给水排水及生活热水系统改造实施

7.1 设计

I 给水排水系统

7.1.1 给水系统节能绿色化改造宜采用下列技术措施：

- 1 应充分利用市政给水管网的水压直接供水；
- 2 市政管网压力稳定且余压富裕时，宜采用叠压供水方式；
- 3 建筑末端用水系统宜改造为分质供水系统，市政自来水供水用于洗手盆、淋浴及开水间，中水供水用于冲洗马桶、蹲便等。
- 4 水池和水箱宜设置水位报警功能。

7.1.2 排水系统改造后，用水器具与排水系统的连接，应通过水封阻断下水管道内的污染气体进入室内，水封深度不应小于 50mm。

7.1.3 节水系统节能绿色化改造宜采用下列技术措施：

- 1 宜按不同用途、付费或管理单元设置用水计量装置，按水平衡测试的要求，设置分级计量水表，其中次级用水单元应实现水计量率 $\geq 95\%$ 、主要用水设备应实现水计量率 $\geq 85\%$ ；
- 2 卫生器具宜采用用水效率等级为2级及以上的节水器具；
- 3 当建筑内设有公共浴室时，宜采用带恒温控制和温度显示功能的冷热水混合淋浴器，感应开关、延时自闭阀或脚踏式开关等节水控制措施；
- 4 灌溉系统宜采用喷灌、微灌、渗灌、低压管灌等节水技术，宜安装土壤湿度感应器或雨天关闭装置；
- 5 现有的用水设备需更换时，宜采用下列节水设备：
 - 1) 用于车库和道路冲洗的节水高压水枪；
 - 2) 节水型专业洗衣机；
 - 3) 循环用水洗车台；
 - 4) 节水型净水制备设备；
 - 5) 用水效率高的集中空调加湿系统。

7.1.4 既有公共建筑进行节能绿色化改造时，应进行水量平衡计算或用水分析。

II 生活热水系统

7.1.5 生活热水供应系统宜采用直接加热热水机组。除其他用汽要求外，不应采用燃气或燃油锅炉制备蒸汽再进行热交换后供应生活热水的热源方式。

7.1.6 当更换生活热水供应系统的锅炉及加热设备时，更换后的设备应根据设定的温度，对燃料的供给量进行自动调节，并应保证其出水温度稳定。

7.1.7 生活热水输配系统节能绿色化改造宜采用下列技术措施：

- 1 热水需求时间不同的区域，宜分别设置热水输水系统；
- 2 设置集中热水水箱的生活热水供应系统，其供水泵宜采用变速控制装置；
- 3 减少热水管道系统的热损失量可用同阻技术取代同程布置；
- 4 为降低热水管道的散热损失，宜选用保温效率高的保温材料，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确定。

7.1.8 生活热水末端系统节能绿色化改造宜采用下列技术措施：

- 1 集中生活热水系统应缩短支管的长度，减少热量损失；
- 2 集中生活热水系统应在用水点采取冷水、热水供水压力平衡和稳定的措施；
- 3 结合公共建筑性质，生活热水系统可采用在靠近用水点处安装即热式辅热装置的措施，全部或部分取代热水循环加热系统。

7.2 施工

7.2.1 给水排水及生活热水系统工程使用的材料、设备进场验收合格后，方可使用。

7.2.2 室内外给水排水及生活热水系统的安装应符合现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 的规定。

7.2.3 施工后，敞口水箱应做满水试验；密闭水箱（罐）应做水压试验。

7.2.4 中水高位水箱与生活高位水箱应分设于不同的房间内，如条件不允许，与生活高位水箱的净距离应大于 2m。

7.2.5 生活热水供应系统安装完毕，管道保温之前应进行水压试验。当设计未注明时，热水供应系统水压试验压力应为系统顶点的工作压力加 0.1MPa，同时在系统顶点的试验压力不小于 0.3MPa。

7.2.6 水表的安装应符合现行地方标准《建筑水表配置规范》DB11/T 1786 的规定。

7.2.7 水表应安装在便于检修、不受曝晒、污染和冻结的地方。表前与阀门应有不小于 8 倍水表接口直径的直线管段，表外壳距墙表面净距为 10mm~30mm，水表进水口中心标高按设计要求允许偏差为±10mm。

7.3 验收

7.3.1 给水排水及生活热水系统的验收应符合现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 的规定。

7.3.2 给水排水及生活热水系统施工质量验收应符合下列规定：

- 1 节能绿色化改造方案、设计图纸、设计说明、计算复核资料等应完整齐全；
- 2 改造后的设备、材料、配件的质量应符合要求，并提交相应的产品合格证；
- 3 设备、配件的规格、数量应符合设计要求；
- 4 设备、材料、配件的技术性能应符合要求，并提交相应的性能检验报告和进场验收记录、复验报告；
- 5 施工质量应符合相关规范和设计要求，并提交相应的施工记录、各分项工程施工质量验收记录；
- 6 设备的安装应符合相关规范和设计要求；
- 7 隐蔽工程验收记录应完整，且符合设计要求；
- 8 提供设备单机及系统联合试运转和调试记录。

8 供配电、照明及电梯系统改造实施

8.1 设计

I 供配电系统

8.1.1 供配电系统节能绿色化改造时，改造方案应按照下列原则制定：

1 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，保证末端供电电压满足需求，减小线路损耗，并根据现场勘察情况采取合适方案施工改造；

2 供配电系统改造的线路敷设宜使用原有路由进行敷设。当现场条件不允许或原有路由不合理时，应按合理、方便施工的原则重新敷设。

3 宜优先选用具备绿色认证或绿色标识产品。

8.1.2 对变压器的改造宜采用下列技术措施：

1 改造前宜重新计算变压器容量，计算容量宜考虑用电设备实际耗电功率总和及富余量。变压器容量配置不合理时，宜根据计算容量进行施工改造，改造中宜采用节能变压器；

2 调整负载的供电模式宜在确保消防负荷、重要负荷用电的前提下进行，季节性负荷变压器在过渡季节时宜退出运行，减少变压器的空载损耗；

3 变压器宜设置通风散热措施，降低变压器的负载损耗。

8.1.3 对断路器的改造宜采用下列技术措施：

1 宜采用智能型断路器；

2 安装低压断路器的配电柜和配电箱，应综合考虑设备的运行环境，确保设备运行在合适的温湿度环境中。

8.1.4 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，合理设置分项计量监测系统。分项计量电能表应具有远传功能。

8.1.5 宜利用现有无功补偿设备，并采用自动补偿的方式运行，无功补偿控制器应具备数字化通讯能力，补偿后仍无法满足要求时，宜更换补偿设备。

8.1.6 供用电电能质量改造应根据测试结果确定需进行改造的位置和方法。电能质量的节能绿色化改造宜采用下列技术措施：

1 改造前宜分析谐波源，根据谐波源合理制定方案。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，宜符合现行国家标准《电能质量公用电网谐波》GB/T 14549的规定；

2 三相负载不平衡的回路宜采用调整支路相序或重新分配回路上用电设备的方法。供配电系统中在公共连接点的三相电压不平衡度允许限值，宜符合现行国家标准《电能质量三相电压允许不平衡度》GB/T 15543的规定；

3 电压偏差高于标准值时宜采用合理方法降低电压。电压偏差允许值应根据用电设备的要求确定。

II 照明系统

8.1.7 照明系统节能绿色化改造时，改造方案应按下列原则制定：

1 照明节能绿色化改造应在保证不降低作业面视觉要求、不降低照明质量的前提下，通过选择合理的照度标准，充分利用自然光，选用合适的光源及高效节能灯具，采用合理的灯具安装方式及照明控制装置或系统；

2 在满足眩光限制和配光要求的条件下，应优先选用灯具效率或效能值高的灯具，灯具效率或效能指标值应符合现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034的规定；

3 照明配电系统改造设计时各回路容量应按现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034的规定对原回路容量进行校核；

4 照明配电系统改造设计宜满足节能控制的需要，且照明配电回路应配合节能控制的要求分区、分回路设置；

5 照明系统节能绿色化改造设计时各场所内照明功率密度值不应大于现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034所规定的对应现行值；

8.1.8 照明系统的节能绿色化改造应采用下列技术措施：

1 宜根据不同的场所，选用合适的照明光源。宜优先选用LED节能灯，学校、医院等特殊场所使用时应考虑色温及眩光。照明标准值应符合现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034的规定；

2 有改造条件时，应充分利用自然光来减少照明负荷；

3 道路照明和景观照明的控制宜采用光控和时间控制相结合的控制方式,并应根据天空亮度变化进行修正;

4 办公室、阅览室等人员长期活动且照明要求较高的空间宜采用感应调光控制、时钟控制或场景控制。校园教学楼、学生宿舍楼、图书馆等按时间规律运行的功能空间宜采用时钟控制;

5 酒店大厅、高档走廊、会议室、餐厅、报告厅、个性化居所、体育场馆等多功能用途空间宜采用场景控制、时钟控制、调光控制;

6 公共建筑的走廊、楼梯间、门厅等公共场所的照明,宜能实现自动调光或降低照度,并根据建筑使用条件和天然采光状况采取分区、分组控制措施;

7 公共区照明应采用集中监控系统,并宜根据照度自动控制照明。当公共区照明采用就地控制方式时,宜设置时钟控制、感应、声控或延时等感应功能;

8 采用导光或反光装置,应进行经济技术比较,合理选择。对日光有较高要求的场所宜采用主动式导光系统;一般场所可采用被动式导光系统;

9 智能照明控制系统,实现下列功能:

1) 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) 良好的中文人机交互界面;

5) 预留与BMS等其他系统的联动接口;

6) 当系统断电重新启动时,应恢复为断电前的场景或默认场景。

10 应急照明系统在非火灾状态的系统正常工作模式下,应急照明持续型灯具的光源平时应保持节电点亮状态;

11 对靠近窗户附近的照明灯具分区进行控制;

12 宜设置与遮阳系统联动控制措施。

III 电梯系统

8.1.9 电梯系统的节能绿色化改造宜采用下列技术措施:

1 宜选用带有节能装置和具有开放协议接口的电梯,电梯系统宜具有智能群控管理系统与远程监测维护功能;

2 扶梯宜采用变频器准确控制电梯电机转速;

3 当直梯轻载上行、重载下行以及电梯平层前逐步减速时，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；

4 电梯轿厢及电梯井内宜采用节能灯具及感应控制装置。

8.2 施工

8.2.1 供配电、照明系统的施工、安装与调试应符合国家现行标准《公共建筑节能工程施工质量验收规程》DB11/510、《建筑电气工程施工质量验收规范》GB50303、《建筑电气照明装置施工与验收规范》GB 50617 的规定。

8.2.2 电梯系统安装与调试应符合现行国家标准《电梯工程施工质量验收规范》GB 50310、《电梯安装验收规范》GB/T 10060 的规定。

8.2.3 动力和照明系统的漏电保护装置应做模拟动作试验。

8.3 验收

8.3.1 供配电、照明系统的施工质量应符合国家现行标准《公共建筑节能工程施工质量验收规程》DB11/ 510、《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303、《建筑电气照明装置施工与验收规范》GB 50617 的规定。

8.3.2 电梯工程的施工质量验收应符合现行国家标准《电梯工程施工质量验收规范》GB 50310、《电梯安装验收规范》GB/T 10060 的规定。

8.3.3 供配电、照明及电梯系统设备进场时应核查产品合格证和检验报告，并应进行现场抽检。

8.3.4 照明系统效果的检验应符合下列规定：

1 应按照设计要求进行照明效果的检验。按照照明设计的操作步骤指导，通过实际与模拟相结合的方式运行建筑照明系统，进行系统照明功能检验，以验证照明设计所设计的工作场景、工作模式运行正常；

2 应按照设计要求以及厂商产品说明书对系统中的控制产品/功能模块进行功能性验证测试；

3 应检测不同控制模式下的照度、均匀度、色温、显色指数等照明指标；

4 检测方法应符合现行国家标准《采光测量方法》GB/T 5699和《照明测量方法》GB/T 5700的规定。

8.3.5 供配电、照明及电梯系统调试合格后，施工单位应向建设单位提出申请验收，申请验收应提供下列文件资料：

1 竣工验收申请报告；

2 系统的组件检验报告和出厂合格证；

3 系统及主要组件的使用维护说明书；

4 系统竣工图；

5 系统调试报告；

6 施工记录、各分项工程包括隐蔽工程的施工质量验收记录。

9 运维管理系统改造实施

9.1 设计

9.1.1 监测与控制系统的节能绿色化改造方案应遵循下列原则：

1 对建筑物内的机电设备进行监视、控制、测量时，应做到运行安全、可靠、节能、节省人力；

2 应结合供暖通风与空气调节系统、给水排水及生活热水系统、供配电、照明及电梯系统等的改造一起配合进行，系统改造应具备节能先进性、适用性、可靠性、开放性、兼容性和扩展性；

3 宜在原控制系统平台上增加或修改监控功能；

4 当需要与其他控制系统连接时，应采用标准、开放接口；

5 改造应满足管理的需求，自控策略的参数都统一到控制面板或上位机，允许用户对数值进行修正，允许保存数据导出到其他存储介质。

9.1.2 监测与控制系统节能绿色化改造宜建设能耗监测系统，能耗监测系统可与建筑设备监控系统进行集成。

9.1.3 能耗监测系统应符合下列规定：

1 根据建筑用能类别，对能源消耗进行监测并进行分类计量，包括：

1) 电量；

2) 水耗量；

3) 燃气量(天然气量或煤气量)；

4) 集中供热耗热量；

5) 集中供冷耗冷量；

6) 其它能源应用量，如集中热水供应量、蒸汽、可再生能源等。

2 特殊区域包括数据中心机房、洗衣房、游泳池、健身房等的用电应单独监测，其中大型设备的用电宜单独监测；

3 通过安装分类和分项能源计量装置，采用远程传输等手段及时采集能耗数据，实现重点建筑能耗的在线监测、动态分析、智能诊断等功能；

4 能耗监测信息应能记录，记录数据应包括参数和时间标签两部分，数据采集的时间间隔不应超过1h，记录数据的保存时间不应小于1年，并可导出到其他存储介质；

5 宜能提供能源设备的报警和实时通知，具备能源报警定位和快速故障处置功能；

6 宜具备关键能耗设备的效率、磨损、容量等分析功能；

7 宜能建立能耗模型，提供不同维度的能源分析报告和数据看板；

8 应具备数据处理能力，降低数据错误率、掉线率，宜实现采集设备程序远程升级；

9 云端能耗监测系统应具满足信息安全要求，数据传输应符合国家数据安全标准；

10 用于计费结算的电、水、热 / 冷、蒸汽、燃气等表具，应符合国家现行有关标准的规定。

9.1.4 监测与控制系统应实时采集数据，对设备的运行情况进行记录，且应具有历史数据保存功能，与节能相关的数据应能至少连续保存 1 年。

9.1.5 供暖通风与空气调节、生活热水监测与控制系统节能绿色化改造应采用下列技术措施：

1 应能将冷热源、输配系统、空调末端集中统一监控，实现按需生产、按需供给；

2 冷热源监控系统宜采用群控方式，依据系统负荷的变化对主机、循环水泵、冷却水泵、冷却塔等的开启频率、开启台数、运行时间等进行优化控制，并应具备连锁保护功能；

3 供暖空调水系统的冷、热量应采用冷热量表或流量计和供/回水管道配对温差传感器计量。热量表应设在主管道上，进行总供冷及供热量计量，入口宜配置过滤装置；

4 应能进行冷却塔的自动排污控制；

5 供暖通风与空调系统监测与控制应满足以下功能：

1) 应实时采集并上传系统运行参数，包括：室内外环境温度、系统供回水温度和压力、系统耗电量、系统冷量和系统热量，并具有采集信号校正功能；

2) 应实现冷水（热泵）机组、水泵、阀门智能连锁运行，循环水泵运行频率自动调节，冷冻水进/出水温度设定，冷却水进/出水温度设定，制冷（热）机组时间设定，定时开关机；

3) 宜接入能源监测平台，实时显示供暖通风与空调系统运行时的能效值，包括冷水（热泵）机组运行时实际性能系数（COP），电冷源综合制冷性能系数（SCOP），空调冷（热）水系统耗电输冷（热）比（EC（H）R-a）等；

4) 应与能源监测平台相互独立，即使在通讯中断时，也不影响本地控制器的运行，确保系统安全运行；

5) 宜具备自学习自适应功能,根据使用者习惯记录分析室内温度需求,智能调控空调系统运行。

6 生活热水系统监测与控制应具备下列功能:

- 1) 显示热水出口压力、温度、流量;
- 2) 显示运行状态;
- 3) 控制顺序启停;
- 4) 显示安全保护信号;
- 5) 显示设备故障信号;
- 6) 记录能耗量统计;
- 7) 热交换器按设定出水温度自动控制进汽或进水量;
- 8) 热交换器进汽阀或进水阀与热水循环泵连锁控制。

9.1.6 供配电、照明与电梯系统监测与控制改造应采用下列技术措施:

1 供配电监测与控制系统应具备下列功能:

- 1) 监测高压配电柜进线回路电气参数、馈线回路电气参数、断路器状态;
- 2) 监测低压配电柜进线回路电气参数、出线回路电气参数、开关状态;
- 3) 监测变压器的运行状态、运行时间、超温报警、进出线回路电气参数;
- 4) 监测柴油发电机组工作状态、故障报警、日用油箱油位;
- 5) 监测应急电源电气参数及进出开关状态;
- 6) 监测不间断电源装置(UPS)进出开关状态和蓄电池组电压。

2 照明系统监测与控制宜具备下列功能:

- 1) 监测与控制室内公共照明不同楼层和区域的照明回路开关状态;
- 2) 监测与控制室外庭院照明、景观照明、立面照明等不同照明回路开关状态;
- 3) 监测与控制室内外的主要区域照度;
- 4) 按照预先设定的时间表自动启停照明回路;
- 5) 设置不同场景的控制模式;
- 6) 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;
- 7) 预留与其他系统的联动接口。

3 电梯和自动扶梯系统监测与控制系统宜具备下列功能:

- 1) 监测与控制电梯和自动扶梯的启停、上下行和故障状态;

- 2) 分析电梯和自动扶梯客流量，合理确定电梯的运行速度、信号控制和管理方案；
 - 3) 两台及以上电梯集中运行时，宜具备群控功能；
 - 4) 电梯无外部召唤，且轿厢内一段时间无预置指令时，电梯宜自动转为节能运行方式；
 - 5) 自动扶梯、自动人行步道宜具备空载时停运待机功能；
 - 6) 每台电梯、自动扶梯和自动人行步道应装设单独的隔离和短路保护装置。
- 4 交流充电桩的监测与控制系统宜具备下列功能：
- 1) 每个充电接口应独立配备计量装置；
 - 2) 具有外部手动设置参数和实现手动控制的功能和界面；
 - 3) 显示各状态下的相关信息，包括运行状态、故障报警、充电电量、计费信息等；
 - 4) 设置急停开关，在充电过程中可手动紧急切断输出电源；
 - 5) 充电异常时，自动切断输出电源。

9.2 施工

9.2.1 监测与控制系统的施工安装应以经批准的工程技术文件为依据，工程技术文件应包括施工图、施工组织计划、设计变更通知单和工程变更洽商记录。

9.2.2 监测与控制系统施工前应做好各项准备工作，并应符合下列规定：

- 1 施工前应对监控系统施工单位与相关各施工单位的工作范围和分工界面进行确认，并应明确各相关方的工作分工及配合内容；
- 2 应核对被监控设备，且应满足监控系统接入的条件、通信和控制的要求；
- 3 应对施工人员进行安全教育和技术交底工作，并填写施工交底记录。

9.2.3 监测与控制系统的设备在安装前应进行检查，并应符合下列规定：

- 1 设备的型号、规格、主要尺寸、数量、性能参数等应符合设计要求；
- 2 设备外形应完整，不得有变形、脱漆、破损、裂痕及撞击等缺陷；
- 3 设备柜内的配线不得有缺损、短线现象，配线标记应完善，内外接线应紧密，不得有松动现象和裸露导电部分；
- 4 设备内部印制电路板不得变形、受潮，接插件应接触可靠，焊点应光滑发亮、无腐蚀和外接线现象；
- 5 设备的接地应连接牢靠，且接触良好。

9.2.4 监测与控制系统的安装应符合国家现行标准《智能建筑工程施工规范》GB 50606、《通风与空调工程施工规范》GB 50738 的规定。

9.2.5 计量装置的施工安装应符合下列规定：

- 1 计量装置的安装应与建筑、电气及管道等专业配合；
- 2 电子式电能计量装置安装时应符合下列规定：
 - 1) 停电施工；
 - 2) 如利用已有电流互感器的，应在施工前对互感器出线进入计量装置的接线极性进行测试，防止出现反接；
 - 3) 应安装牢固、垂直，表中心线倾斜不大于 1° ；
 - 4) 单独配置的计量表箱在室内挂墙安装时，安装高度宜为0.8m~1.8m。
- 3 数字水表的安装应符合下列规定：
 - 1) 水表内应始终充满水；
 - 2) 水表安装应避免管道与表具之间产生附加压力，必要时设置支架或基座；
 - 3) 水表安装位置应便于拆卸更换，安装后不影响供水系统正常运行和供水量。

9.2.6 监测与控制系统调试，应在完成各自的系统调试并达到设计参数后再进行，并应确认采用的控制方式能满足预期的控制要求。

9.3 验收

9.3.1 监测与控制系统的节能绿色化验收应符合现行地方标准《公共建筑节能工程施工质量验收规程》DB11/510 的规定。

9.3.2 监测与控制系统工程施工后，施工单位应对其施工质量进行自检，自检合格后报建设单位组织验收，并提交工程验收申请报告。

9.3.3 计量装置和系统设备安装完成后，应进行点检和安装质量检查。安装位置、安装方式及观感质量应符合设计要求。

9.3.4 监测与控制系统的功能测试应包括人机界面检验、控制功能测试，有条件时还应进行统计功能检验、报表及打印功能检验、故障记录及打印功能测试和参数显示检验。

9.3.5 监测与控制系统施工质量验收应符合下列规定：

- 1 监测与控制系统设计图纸、设计说明、计算复核资料等应完整齐全；
- 2 主要设备、材料、仪表的质量应符合要求，并提交相应的产品合格证明或检验资料；
- 3 设备、材料、仪表的规格、数量应符合设计要求；
- 4 设备、材料、仪表的技术性能应符合要求，并提交相应的性能检验报告和进场验收记录、复验报告；
- 5 施工质量应符合设计要求，并提交相应的施工记录、各分项工程质量验收记录；
- 6 设备的安装要符合设计和相应标准规范要求；
- 7 隐蔽工程验收记录应完整，且符合设计要求；
- 8 提供系统调试及试运行记录。

9.4 维护管理

9.4.1 空调季和采暖季开始前应进行节能综合检查。围护结构节能状况检查中发现的问题应及时进行处理，并应符合下列规定：

- 1 建筑外保温开裂、脱落、渗漏的，应及时对损坏部位进行重新固定和修补；
- 2 外门窗及玻璃幕墙密封条脱落、开裂、氧化变形的，应及时进行修补；
- 3 建筑外遮阳构件出现部件脱落、活动失灵时，应及时对损害部件进行替换或修理；
- 4 建筑梁柱、洞口处、墙角等易产生热工缺陷区域外墙内表面出现结露、霉点等现象的，应及时采取翻修该区域外保温并重做防水层、加强内保温等措施。

9.4.2 系统及设备维护应采用下列技术措施：

- 1 供暖、通风及空调系统维护应符合下列规定：
 - 1) 按时巡检并记录，发现隐患应及时排除和维修；
 - 2) 空调风系统应定期对空气过滤器、表面冷却器、加热器、加湿器、冷凝水盘等部位进行全面检查和清洗；
 - 3) 空调水系统应对冷水机组换热器表面进行定期清洗。除垢技术宜采用清洗球自动清洗和螺旋纽带阻垢强化换热等技术；
 - 4) 公共建筑内部厨房、厕所、地下车库的排风系统应定期检查，厨房排风口和排风管宜定期进行油污处理；
 - 5) 进入冬季供暖期前，应检查并确保空调和供暖水系统的防冻措施和防冻设备正常运转，供暖期间应定期检查；

6) 设备及管道绝热设施应定期检查, 避免冷热水管道出现裸露或产生冷凝水。

2 给水排水及生活热水系统维护应符合下列规定:

1) 给排水系统应按时进行巡检并记录, 发现隐患应及时排除和维修;

2) 给排水系统应定期检测水质, 保证用水安全;

3) 非传统水源出水设施应定期进行检查, 并应对水质、水量进行检测及记录。非传统水源应符合现行国家标准《城市污水再生利用 城市杂用水水质》GB/T 18920的规定, 作为景观水使用时应符合现行国家标准《城市污水再生利用 景观环境用水水质》GB/T 18921的规定;

4) 建筑的供水管网和阀门应定期检查;

5) 雨水基础设施及雨水回收系统应定期检查维护;

6) 冷却塔应定期除垢, 宜采用循环水质控制器来控制循环水的总硬度和电导率。

3 供配电、照明及电梯系统维护应符合下列规定:

1) 应按时进行巡检并记录, 发现隐患应及时排除和维修;

2) 照明灯具应定期进行检查, 并应及时更换损坏和光衰严重的光源;

3) 自动控制系统的传感器、变送器、调节器和执行器等基本元件应定期进行维护保养。

10 可再生能源系统改造实施

10.1 设计

10.1.1 公共建筑进行节能绿色化改造时，有条件的场所应优先利用可再生能源，供暖、空调系统的主体热源宜优先利用热泵。

10.1.2 太阳能光伏系统改造应采用下列技术措施：

1 采用太阳能光伏发电系统时，应结合建筑自身结构安装光伏板，最大化利用太阳辐射。根据当地的太阳能资源和建筑的负载特性，确定太阳能光伏发电系统的总功率，依据所设计系统的电压电流要求，确定太阳能光伏板的数量；

2 女儿墙、装饰构架等设施不应影响太阳能电池板的日照要求；

3 在公共建筑上增设或改造已安装的光伏发电系统时，应进行建筑物和电气系统的安全复核，符合建筑结构及电气系统的安全性要求；

4 太阳能光伏发电系统生产的电能宜采用自发自用、余电上网的模式。并入电网的电能质量应符合现行国家标准《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；

5 太阳能光伏发电系统应设置电能计量装置，计量装置宜具备双向电量计量功能，实现电能质量采集和监测。

6 连接太阳能光伏发电系统和电网的专用低压开关柜应有醒目标识。标识的形状、颜色、尺寸和高度应符合国家现行标准《安全标志》GB 2894和《安全标志使用导则》GB 16179的规定；

7 建筑物上安装太阳能光伏系统，不应降低本建筑和相邻建筑物的日照标准。

10.1.3 太阳能热水系统改造应采用下列技术措施：

1 在公共建筑上增设或改造的太阳能热水系统，应符合现行地方标准《民用建筑太阳能热水系统应用技术规程》DB11/T 461的规定；

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；

3 太阳能有效利用率不应小于40%；

4 在公共建筑上增设或改造的太阳能热水系统,应经建筑结构安全复核并应满足建筑结构及其他相应的安全性要求;

5 太阳能热水系统应采取防冻、防结露、防过热、防电击、防雷、抗雹、抗风、抗震等技术措施;

6 建筑物上安装的太阳能热水系统不得降低本建筑和相邻建筑物的日照标准,并避免产生玻璃光反射的不良影响。

10.1.4 空气源热泵系统改造应采用下列技术措施:

1 改造后,机组的性能系数应符合现行地方标准《公共建筑节能设计标准》DB11/687的规定;

2 对于同时供冷、供暖的建筑,宜选用热回收式热泵机组;

3 空气源热泵机组的有效制热量,应根据室外温、湿度及结、除霜工况对制热性能进行修正。采用空气源多联式热泵机组时,还需根据室内、外机组之间的连接管长和高差修正;

4 当冬季室外设计温度低于当地平衡点温度时,空气源热泵系统应设置辅助热源;辅助热源的选择应满足与空气源热泵联合供暖的可靠性、经济性和环保性;

5 空气源空调机组室外机的设置应符合下列规定:

1) 确保进风与排风通畅,在排出空气与吸入空气之间不发生明显的气流短路;

2) 避免受高温污浊气流影响;

3) 噪声和排热符合周围环境要求;

4) 便于对室外机的换热器进行清扫。

10.1.5 地源热泵系统改造应采用下列技术措施:

1 改造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三方面进行综合分析,确定是否采用地源热泵系统;

2 宜保留原有系统中与地源热泵系统相适合的设备和装置,构成复合式系统;设计时,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;

3 地源热泵系统供回水温度,应能保证原有输配系统和空调末端系统的设计要求;

4 建筑物有生活热水需求时,地源热泵系统宜采用热泵热回收技术提供或预热生活热水;

5 当地源热泵系统地理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，可不启动热泵机组，直接利用；当水质不满足要求时，应设置中间换热器。

10.2 施工

10.2.1 太阳能光伏系统施工应符合下列规定：

- 1 预制基座应放置平稳、整齐，固定牢固，且不得破坏屋面的防水层；
- 2 支架应按设计要求安装在主体结构上，位置应准确，并应与主体结构牢靠固定；应根据现场安装条件采取合理的抗风措施；
- 3 光伏组件或方阵应排列整齐；光伏组件之间的连接件应便于拆卸和更换；光伏组件或方阵与建筑面层之间应留有安装空间和散热间隙，并不得被施工等杂物填塞；
- 4 在并网逆变器等控制器的表面，不得设置其他电气设备和堆放杂物，并应保证设备的通风环境。

10.2.2 太阳能光伏系统的安装、调试应符合现行行业标准《民用建筑太阳能光伏系统应用技术规范》JGJ 203 的规定。

10.2.3 太阳能热水供暖、供生活热水系统施工应符合下列规定：

- 1 太阳能集热器的安装方位应符合设计要求并适用罗盘仪定位；
- 2 太阳能集热器的相互连接应按照产品设计的连接和密封方式安装；
- 3 安装在平屋面专用基座上的太阳能集热器，基座与建筑本体结构应连接牢固，并做好防水处理；
- 4 带支架安装的太阳能集热器，其支架强度、抗风能力、防腐能力和热补偿措施应符合设计要求；
- 5 太阳能储热水箱的材质、规格应符合设计要求，水箱内、外壁应做防腐处理；
- 6 太阳能储热水箱保温应在水箱检漏试验合格后进行；
- 7 太阳能集热器的安装及连接应满足公共建筑屋面荷载，连接方式不得破坏屋面防水层。

10.2.4 太阳能热水系统的安装、调试应符合现行地方标准《民用建筑太阳能热水系统应用技术规程》DB11/T 461 的规定。

10.2.5 空气源热泵系统的安装、调试应符合现行国家标准《通风与空调工程施工规范》GB50738 的规定。

10.2.6 地源热泵系统施工应符合现行国家标准《地源热泵系统工程技术规范》GB50366 的规定。

10.3 验收

10.3.1 太阳能光伏系统的验收应符合国家现行标准《公共建筑节能工程施工质量验收规程》DB11/510、《民用建筑太阳能光伏系统应用技术规范》JGJ 203 的规定。

10.3.2 太阳能热水系统的验收、运行与维护应符合现行地方标准《民用建筑太阳能热水系统应用技术规程》DB11/T 461、《公共建筑节能工程施工质量验收规程》DB11/510 的规定。

10.3.3 太阳能热水系统、太阳能光伏系统经联合试运转和调试正常后，应进行系统效率检测。

10.3.4 空气源热泵系统的验收应符合现行地方标准《公共建筑节能工程施工质量验收规程》DB11/510 的规定。

10.3.5 地源热泵系统的验收应符合国家现行标准《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366、《公共建筑节能工程施工质量验收规程》DB11/510 的规定。

11 特殊用能系统改造实施

11.1 设计

11.1.1 当设置有大型洗衣房时，宜利用设备直接排放的余热提供生活热水。

11.1.2 数据中心机房宜最大限度地利用自然冷源对通信设备进行降温，并利用数据中心余热进行供暖。

11.1.3 充电桩应具有为电动汽车提供安全可靠电源的能力，充电设备周边应做好消防措施。

11.2 施工及验收

11.2.1 数据中心机房的空调系统的安装应符合现行国家标准《数据中心基础设施施工及验收规范》GB 50462 的规定。

11.2.2 数据中心空调系统施工验收内容及方法应按现行国家标准《数据中心基础设施施工及验收规范》GB 50462、《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 的有关规定执行。

12 改造测评

12.1 一般规定

12.1.1 既有公共建筑节能绿色化改造后,应按照改造前后的实际能源消耗量对改造效果进行评估。因增设太阳能光伏设施系统而生产的电量或新增外购绿色电力属于本项目自用的部分,不应作为扣减项计入改造后的能源消耗量中,但可按照现行绿色电力的碳排放因子计算此部分电力造成的二氧化碳排放量。

12.1.2 既有公共建筑节能绿色化改造后,应对建筑内受改造措施影响的主要功能房间室内环境质量进行检测和评估,室内热环境、光环境、声环境和空气品质应达到改造设计要求。

12.1.3 既有公共建筑节能绿色化改造后,应对建筑内改造相关的设备、系统和运行情况进行检查和调试。

12.1.4 既有公共建筑节能绿色化改造后,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,被改造的系统和设备性能应达到改造设计要求。

12.1.5 既有公共建筑节能绿色化改造后,应采用节能量和二氧化碳减排量对改造效果进行评估,应在改造项目竣工验收完成并连续稳定运行 12 个月后进行,改造效果应达到改造设计要求,并按附录 A 撰写改造项目的改造效果计算及实施情况报告。

12.2 室内环境质量检测与评估

12.2.1 既有公共建筑节能绿色化改造后,应对建筑内受改造措施影响的主要功能房间的室内热环境进行检测和评估,空调使用期间室内热环境应达到现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 规定的热舒适评价等级 II 级水平。

12.2.2 既有公共建筑节能绿色化改造后,应对建筑内受改造措施影响的主要功能房间的室内照度环境进行检测和评估,照明系统改造区域的照明数量和质量应符合国家现行标准《建筑照明设计标准》GB 50034 和《建筑环境通用规范》GB 55016 的规定。

12.2.3 既有公共建筑节能绿色化改造后,应对建筑内受改造措施影响的主要功能房间的室内空气质量进行检测和评估,改造后室内空气中的甲醛、TVOC 污染物浓度应符合现行国家标准《建筑环境通用规范》GB 55016 的有关规定,新风系统使用期间应满足现行国家标准《室内空气质量标准》GB/T18883 和现行国家行业标准《公共建筑室内空气质量控制设计标准》JGJ/T 461 中规定的 PM2.5 和 CO₂ 浓度指标限值。

12.2.4 公共建筑节能绿色化改造后,应对建筑内受改造措施影响的主要功能房间的室内声环境进行检测和评估,室内背景噪声限值应符合国家现行标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 和《建筑环境通用规范》GB 55016 中的低限要求。

12.3 节能绿色化改造效果检测与评估

12.3.1 对于使用多种类型能源的设备和系统,在进行节能量评估时,应将不同类型的实际能耗按照附录 B 所示标煤系数统一折算为标准煤耗量。改造前后的节能量应按式(12.3.1-1)进行计算:

$$E_{\text{con}} = E_{\text{caled}} - E_{\text{rep}} \quad (12.3.1-1)$$

$$E_{\text{caled}} = E_{\text{baseline}} + E_{\text{cal}} \quad (12.3.1-2)$$

$$\eta = \frac{E_{\text{con}}}{E_{\text{baseline}}} \cdot 100\% \quad (12.3.1-3)$$

式中 E_{con} ——节能措施的节能量, kgce;

E_{caled} ——校准能耗,即调整后的基期能耗,根据基期能耗及报告期建筑的运行条件推算得到的,建筑内用能单位、设备、系统不采用节能措施时的建筑能耗, kgce;

E_{rep} ——报告期能耗,即改造后,连续稳定运行 12 个月内的建筑能耗,也就是改造后能耗, kgce;

E_{baseline} ——基期能耗,即改造前,连续稳定运行 12 个月内的建筑能耗,也就是改造前能耗, kgce;

E_{cal} ——调整量, kgce;

η ——节能率。

12.3.2 当基期和报告期的能耗计算边界条件发生显著变化时,应提供基期和报告期的边界条件明细数据,计算时水耗的校准能耗等于基期水耗,其它能耗的校准能耗应按下式计算:

$$E'_{\text{caled}} = E_{\text{caled,non-h}} + E_{\text{caled,h}} \quad (12.3.2)$$

式中, E'_{caled} ——除水耗外的建筑其它能耗的校准能耗, kgce;

$E_{\text{caled,non-h}}$ ——校准后的建筑非供暖能耗,按现行国家标准《民用建筑能耗标准》GB/T 51161 的第 5.3 节的规定计算,详细计算方法见本方法的附录 C, kgce;

$E_{\text{caled,h}}$ ——校准后的建筑供暖能耗,按现行国家标准《民用建筑能耗标准》GB/T 51161 的第 5.3 节的规定计算,详细计算方法见本方法的附录 C, kgce。

12.3.3 改造前后的二氧化碳减排量应按下式进行计算:

$$C_{\text{con}} = \sum_{i=1}^m E_{i,\text{caled}} EF_i - \sum_{j=1}^n E_{j,\text{rep}} EF_j \quad (12.3.3)$$

式中 C_{con} ——改造措施的二氧化碳减排量;

$E_{i,\text{caled}}$ ——根据能源类型划分的调整后的基期能耗 E_{caled} 中的第 i 类能耗,单位与能源类型相对应, kWh (电力消耗) 或 m^3 (天然气消耗) 或热力 (GJ);

EF_i, EF_j ——第 i 类或 j 类能源的碳排放因子,按本规程附录 D 取值;

$E_{j,\text{rep}}$ ——根据能源类型,划分的改造后能耗 E_{rep} 中的第 j 类能耗,单位与能源类型相对应, kWh (电力消耗) 或 m^3 (天然气消耗) 或热力 (GJ)。

12.3.4 节能绿色化改造效果应按下列步骤进行检测和评估:

- 1 针对项目特点制定具体的检测和评估方案;
- 2 收集改造前的能源种类、能耗量及其他运行数据;
- 3 收集改造后的能源种类、能耗量和其他运行数据;
- 4 计算节能量和减碳量并进行评估;
- 5 撰写改造效果评估报告。

12.3.5 节能绿色化改造效果可采用下列 3 种方法进行评估:

- 1 账单分析法;

- 2 测量法；
- 3 校准化模拟法。

12.3.6 满足下列情况时，应优先采用账单分析法进行评估：

- 1 需要对改造前后整幢建筑的能效状况进行评估，且具有改造前后完整的能源消费账单；
- 2 预期整栋建筑改造前后的节能量或减排量比较大，足以摆脱其他非改造措施相关的影响因素对能耗或碳排放量的随机干扰。

12.3.7 符合下列情况之一时，应优先采用测量法进行评估：

- 1 仅需要对评估受改造措施影响的系统的能效或单个改造措施的节能量和碳排放量进行评估，且改造部分对建筑用能系统其它部分的影响可忽略不计或可测量和计算；
- 2 预期的节能量或减排量比较小，难以摆脱其他非改造措施相关的影响因素对能耗或碳排放量的随机干扰。

12.3.8 符合下列情况之一时，宜采用校准化模拟法进行评估：

- 1 改造前或改造后整栋建筑的能源消费账单缺失，且被改造系统或设备对建筑用能系统其它部分的能耗有明显影响、很难采用测量法进行测量或测量费用很高；
- 2 采用多项改造措施的项目中需要得到每项改造措施的节能减排效果，且措施之间存在较大的相互影响，很难采用测量法进行测量或测量费用很高；
- 3 其他不宜采用测量法和账单分析法进行评估的情况。

12.3.9 采用账单分析法进行评估时，应符合下列规定：

- 1 能源消费账单和表计数据应包含改造前后整栋大楼的所有实际发生的能源消耗种类和总量；
- 2 当报告期有新增建筑面积，且与基期建筑面积计入同一能源消费账单的项目，在计算报告期建筑能耗和碳排放量时，应扣减新增建筑面积对应的新增能耗和碳排放量；
- 3 当建筑内含特殊用能系统，且与建筑一般用能系统计入同一能源消费账单，在计算改造前后的节能量和减排量时，应剔除改造前后特殊用能系统对应的能耗和碳排放量。

12.3.10 采用测量法进行评估时，应符合下列规定：

1 应按实际情况确定测量边界，受改造措施影响的所有设备和系统应包含在测量边界内；

2 当被改造系统或设备运行负荷较稳定时，可只测量关键参数，其他参数宜估算确定；

3 当被改造系统或设备运行负荷变化较大时，应对与能耗和碳排放量相关的所有参数进行测量；

4 空调系统和供热系统的测量周期应至少包括一个典型高峰月；

5 当实施改造的设备数量较多时，对被改造的同类设备可进行抽样测量，抽样比例不宜低于5%。

12.3.11 采用校准模拟法进行评估时，应符合下列规定：

1 评估前应制定校准模拟方案；

2 应采用逐时能耗模拟软件，且气象资料应为当地基期和报告期各1年（8760h）的逐时气象参数；

3 除了节能绿色化改造措施外，基期能耗模型（基准能耗模型）和报告期能耗模型应采用相同的输入条件；

4 能耗模拟输出的逐月能耗和峰值结果应与实际账单数据进行比对，月误差应控制在±15%之内，均方差应控制在±10%之内。

5 应以围护结构及用能系统的关键参数作为边界条件，关键参数应采用测量的方法得到。

附录 A 项目改造效果计算及实施情况报告

表A 项目的改造效果计算及实施情况报告

项目概况						
项目名称			项目地址			
产权人			运行管理单位			
建筑类型	<input type="checkbox"/> 商业办公建筑 <input type="checkbox"/> 商场建筑 <input type="checkbox"/> 宾馆饭店建筑 <input type="checkbox"/> 医疗卫生建筑 <input type="checkbox"/> 文化教育建筑 <input type="checkbox"/> 交通建筑 <input type="checkbox"/> 多功能综合建筑 <input type="checkbox"/> 体育建筑 <input type="checkbox"/> 其它建筑					
改造项目开始时间				改造项目竣工时间		
总建筑面积 ¹ (m ²)	办公区域面积 (m ²)	旅馆区域 面积 (m ²)	商场区域面积 (m ²)	其它 (m ²)		
新增建筑面积 ² (m ²)	新增建筑功能	仓库面积 (m ²)	车库面积 (m ²)	扣减后建筑面积 (m ²)		
改造项目实施情况						
序号	改造内容 以及措施	实施量核查		技术参数核查 ³		
		方案实施 量	实际实 施量	改造前性能参数	改造后性能参数	
1						
2						
3						
4						
5						
节能量(率)计算						
基期	开始	年	月	日	结束	年 月 日
报告期	开始	年	月	日	结束	年 月 日
需扣除的特种功能用能系统的能耗						
用能系统类型	基期计量			报告期计量		
	能耗 (kWh)	折标煤 (kgce)	折碳排 放量 (kgCO ₂)	能耗 (kWh)	折标煤 (kgce)	折碳排 放量 (kgCO ₂)
大型医疗设备						
大型实验仪器						
大型机房设备						
合计						

需扣除的自产自用或外购自用的绿色电力消耗量								
		基期计量			报告期计量			
绿色电力类型		能耗 (kWh)	折标煤 (kgce)	折碳排放量 (kgCO ₂)	能耗 (kWh)	折标煤 (kgce)	折碳排放量 (kgCO ₂)	
场地光伏/风电系统								
外购绿色电力								
账单能耗								
能源种类 ⁴		电力 (kWh)	天然气 (m ³)	水 (ton)	蒸汽 (MJ)	其他	合计	扣减后 ⁵
基期	账单能耗							
	折标煤 (kgce)							
	折碳排放量 (kgCO ₂)							
报告期	账单能耗							
	折标煤 (kgce)							
	折碳排放量 (kgCO ₂)							
建筑运行条件 ⁶		办公、商场建筑		办公建筑	旅馆建筑		采暖度日数	
		使用时间 (h)	人均建筑面积 (m ² /人)	客房面积 占比	入住率			
基期								
报告期								
运行条件无变化		节能量 (kgce)						
		节能率						
		碳减排量 (kgCO ₂)						
运行条件有变化需计算校准能耗		基期建筑非供暖 能耗 (kgce)		基期建筑供暖能耗 (kgce)				
		校准后的建筑非 供暖能耗 (kgce)		校准后的建筑供暖 能耗 (kgce)				
		校准能耗 (kgce)						

	节能量 (kgce)	
	节能率	
	减排量 (kgCO ₂)	

- 注：1 综合类建筑须填写各功能区域面积，单一类型建筑只填写总建筑面积；
- 2 当报告期内，在原基期建筑面积基础上，新增有建筑，新增建筑的能耗与原建筑能耗合并计入一张能源账单时，须填写新增建筑面积；
- 3 如改造过程对室内环境质量产生直接影响，应填写改造前后受到影响的室内环境质量参数值；
- 4 此处应填写所有能源账单发生的能源种类；
- 5 此处为账单能耗合计值扣除特种功能用能系统能耗；
- 6 当建筑为综合建筑时，须把建筑包含的所有功能类型的运行条件列出，并按各功能类型分别计算校准后的建筑非供暖能耗和校准后的建筑供暖能耗。

附录 B 常用能源折算系数

表B 常用能源折算系数

能源名称	参考折标煤系数
电力（等价值）	0.269 kgce/kWh
煤气	0.5714 kgce/m ³
天然气	1.33 kgce/m ³
液化石油气	1714.3 kgce/t
外购热力 ¹	0.0341 kgce/GJ
自来水	0.0857kgce/t

注 1 若实际消耗的能源为蒸汽且单位为 kg 或 t 时，则应参照现行国家标准《蒸汽热量计算方法》GB/T 34060-2017 将消耗量换算为热量后，再按照外购热力的折标煤系数换算为标煤消耗量。

附录 C 校准后的建筑非供暖能耗和供暖能耗的计算方法

C.0.1 校准后的建筑非供暖能耗按下列公式计算：

1 办公建筑：

$$E_{\text{caled.non-h}} = E_{\text{baseline.non-h}} \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_2 \quad (\text{C.0.1-1})$$

$$\gamma_1 = 0.3 + 0.7 \frac{T_{\text{rep}}}{T_{\text{baseline}}} \quad (\text{C.0.1-2})$$

$$\gamma_2 = 0.7 + 0.3 \frac{S_{\text{baseline}}}{S_{\text{rep}}} \quad (\text{C.0.1-3})$$

式中， $E_{\text{caled.non-h}}$ ——校准后的建筑非供暖能耗；

$E_{\text{baseline.non-h}}$ ——基期建筑非供暖能耗；

γ_1 ——办公建筑使用时间修正系数；

γ_2 ——办公建筑人员密度修正系数；

T_{rep} ——报告期办公建筑使用时间（h/年）；

T_{baseline} ——基期办公建筑使用时间（h/年）；

S_{baseline} ——基期办公建筑人均建筑面积（m²/人）；

S_{rep} ——报告期办公建筑人均建筑面积（m²/人）。

2 旅馆建筑：

$$E_{\text{caled.non-h}} = E_{\text{baseline.non-h}} \cdot \theta_1 \cdot \theta_2 \quad (\text{C.0.1-4})$$

$$\theta_1 = 0.4 + 0.6 \frac{H_{\text{rep}}}{H_{\text{baseline}}} \quad (\text{C.0.1-5})$$

$$\theta_2 = 0.5 + 0.5 \frac{R_{\text{baseline}}}{R_{\text{rep}}} \quad (\text{C.0.1-6})$$

式中， θ_1 ——入住率修正系数；

θ_2 ——客房区面积比例修正系数；

H_{rep} ——旅馆建筑报告期入住率；

$H_{baseline}$ ——旅馆建筑基期入住率；

$R_{baseline}$ ——旅馆建筑基期客房区面积占总建筑面积比例；

R_{rep} ——旅馆建筑报告期客房区面积占总建筑面积比例。

3 商场建筑：

$$E_{\text{caled,non-h}} = E_{\text{baseline,non-h}} \cdot \delta \quad (\text{C.0.1-7})$$

$$\delta = 0.3 + 0.7 \frac{T_{rep}}{T_{baseline}} \quad (\text{C.0.1-8})$$

式中， δ ——商场建筑使用时间修正系数；

T_{rep} ——报告期商场建筑使用时间（h/年）；

$T_{baseline}$ ——基期商场建筑使用时间（h/年）；

4 综合类建筑：

对于同一建筑中包括办公、旅馆、商场等多种功能的综合性建筑，应按上述公式对各功能区域分别计算其校准后的建筑非供暖能耗。

C.0.2 校准后的建筑供暖年能耗按下式计算：

$$E_{\text{caled,h}} = E_{\text{baseline,h}} \cdot \frac{HDD_{rep}}{HDD_{baseline}} \quad (\text{C.0.2})$$

式中， $E_{\text{caled,h}}$ ——校准后的基期供暖年能耗；

$E_{\text{baseline,h}}$ ——基期供暖能耗；

HDD_{rep} ——报告期一个完整供暖期供暖度日数；

$HDD_{baseline}$ ——基期一个完整供暖期供暖度日数。

附录 D 主要能源碳排放因子推荐值

表D 主要能源碳排放因子推荐值

序号	能源种类	单位	碳排放因子 ¹ (kgCO ₂ /单位)
1	天然气	Nm ³	2.16 kgCO ₂ / m ³
2	电力（非绿色电力） ²	kWh	0.604 kgCO ₂ /kWh
3	绿色电力（项目现场太阳能光伏发电或外购绿色电力）	kWh	0.00 kgCO ₂ /kWh
4	外购热力 ³	GJ	55.54 kgCO ₂ /GJ

注 1 若当年发布了主要能源碳排放因子，则以最新发布的碳排放因子为准。

2 电力的二氧化碳排放因子推荐值来源于《二氧化碳排放核算和报告要求 电力生产业》DB11/T 1781-2020附录A 表A.3；

3 按照以燃气为一次能源的市政热力平均气耗计算。若实际消耗的能源为蒸汽且单位为kg或t时，则应参照现行国家标准《蒸汽热量计算方法》GB/T34060-2017将消耗量换算为热量后，再按照外购热力的碳排放因子换算为碳排放量。

本规程用词说明

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：

正面词采用“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，可采用“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 《建筑设计防火规范》 GB 50016
- 2 《建筑照明设计标准》 GB 50034
- 3 《自动化仪表工程施工及验收规范》 GB 50093
- 4 《民用建筑热工设计规范》 GB 50176
- 5 《屋面工程质量验收规范》 GB 50207
- 6 《建筑内部装修设计防火规范》 GB 50222
- 7 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》 GB 50242
- 8 《通风与空调工程施工质量验收规范》 GB 50243
- 9 《锅炉安装工程施工及验收规范》 GB 50273
- 10 《建筑电气工程施工质量验收规范》 GB 50303
- 11 《电梯工程施工质量验收规范》 GB 50310
- 12 《屋面工程技术规范》 GB 50345
- 13 《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》 GB 50364
- 14 《地源热泵系统工程技术规范》 GB 50366
- 15 《数据中心基础设施施工及验收规范》 GB 50462
- 16 《智能建筑工程施工规范》 GB 50606
- 17 《建筑电气照明装置施工与验收规范》 GB 50617
- 18 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》 GB 50736
- 19 《通风与空调工程施工规范》 GB 50738
- 20 《民用建筑能耗标准》 GB/T 51161
- 21 《建筑环境通用规范》 GB 55016
- 22 《声环境质量标准》 GB 3096
- 23 《采光测量方法》 GB/T 5699
- 24 《照明测量方法》 GB/T 5700
- 25 《设备及管道绝热设计导则》 GB/T 8175
- 26 《电梯安装验收规范》 GB/T 10060
- 27 《电能质量公用电网谐波》 GB/T 14549

- 28 《电能质量三相电压允许不平衡度》 GB/T 15543
- 29 《安全标志使用导则》 GB 16179
- 30 《电动机能效限定值及能效等级》 GB 18613
- 31 《室内空气质量》 GB/T 18883
- 32 《城市污水再生利用 城市杂用水水质》 GB/T 18920
- 33 《城市污水再生利用 景观环境用水水质》 GB/T 18921
- 34 《通风机能效限定值及能效等级》 GB 19761
- 35 《清水离心泵能效限定值及节能评价值》 GB 19762
- 36 《光伏系统并网技术要求》 GB/T 19939
- 37 《建筑幕墙》 GB/T 21086
- 38 《建筑幕墙、门窗通用技术条件》 GB/T 31433
- 39 《金属与石材幕墙工程技术规范》 JGJ 133
- 40 《混凝土结构后锚固技术规程》 JGJ 145
- 41 《公共建筑节能检测标准》 JGJ / T 177
- 42 《民用建筑太阳能光伏系统应用技术规范》 JGJ 203
- 43 《建筑玻璃采光顶技术要求》 JG/T 231
- 44 《建筑玻璃膜应用技术规程》 JGJ/T 351
- 45 《公共建筑室内空气质量控制设计标准》 JGJ/T 461
- 46 《锅炉大气污染物排放标准》 DB11/ 139
- 47 《民用建筑太阳能热水系统应用技术规程》 DB11/T 461
- 48 《公共建筑节能工程施工质量验收规程》 DB11/510
- 49 《公共建筑节能设计标准》 DB11/ 687
- 50 《二氧化碳排放核算和报告要求 电力生产业》 DB11/T 1781
- 51 《建筑水表配置规范》 DB11/T 1768

北京市地方标准

既有公共建筑节能绿色化改造技术规程

Technical specification for energy-saving
and green retrofitting of existing public buildings

条文说明

目 次

1 总 则	72
2 术 语	74
3 节能诊断	75
3.1 一般规定	75
3.2 围护结构诊断	77
3.3 供暖通风与空气调节系统诊断	77
3.4 给水排水及生活热水系统诊断	78
3.5 供配电、照明及电梯系统诊断	79
3.6 运维管理系统诊断	80
3.7 可再生能源系统诊断	81
3.8 特殊用能系统诊断	81
4 改造判定	83
4.1 一般规定	83
4.2 围护结构单项判定	84
4.3 供暖通风与空气调节系统单项判定	85
4.4 给水排水及生活热水系统单项判定	87
4.5 供配电、照明及电梯系统单项判定	87
4.6 运维管理系统单项判定	89
4.7 可再生能源系统单项判定	90
4.8 特殊用能系统单项判定	90
4.9 分项判定及综合判定	90
5 围护结构改造实施	93
5.1 设计	93
5.2 施工	95
5.3 验收	96
6 供暖通风与空气调节系统改造实施	97
6.1 设计	97
6.2 施工	105
6.3 验收	106
7 给水排水及生活热水系统改造实施	107
7.1 设计	107
7.2 施工	110
8 供配电、照明及电梯系统改造实施	111
8.1 设计	111
9 运维管理系统改造实施	114
9.1 设计	114
9.2 施工	116
9.4 维护管理	116
10 可再生能源系统改造实施	118
10.1 设计	118

10.2 施工.....	121
10.3 验收.....	122
11 特殊用能系统改造实施.....	123
12 改造测评.....	124
12.1 一般规定.....	124
12.2 室内环境质量检测与评估.....	124
12.3 节能绿色化改造效果检测与评估.....	125

1 总 则

1.0.1 截至2015年底，北京市公共建筑面积达3.16亿平方米，其中仍有53%的比例为非节能建筑。同时，公共建筑电耗逐年递增，约占全市建筑能耗的1/3，占全市社会终端能耗比例超过13%，公共建筑已经成为北京市能源消耗的重点，节能潜力巨大。

目前，北京市在公共建筑节能绿色化改造方面，已形成了较完善的法律法规体系，并出台了多样化的财政激励政策。2015年10月，在新版国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015修订发布的同时也修订发布了北京市的地方标准《公共建筑节能设计标准》DB11/687-2015，将北京市公共建筑节能水平由原来的节能50%提高至相当于65%，处于全国领先水平。2016年，北京市发布了《北京市公共建筑能效提升行动计划（2016-2018）》，明确在2018年底前，北京市需完成不少于600万平方米的公共建筑节能绿色化改造工作；同时，将按30元/平方米的奖励标准给予市级资金奖励，从政策层面激励和引导北京市公共建筑节能绿色化改造工作。

不同的公共建筑因气候、经济条件、规模、类型等的影响，其能源供应结构及用能特征差异巨大。为推进北京市各类公共建筑的节能绿色化改造工作，基于北京市气候条件、公共建筑节能改造现状、用能特点等，提出了一系列与之相适应的公共建筑的节能改造技术，并于2017年发布了《北京市公共建筑节能绿色化改造技术指南》（下称“技术指南”）与《北京市公共建筑节能改造节能量（率）核定方法》（下称“节能量核定方法”）。

然而，由于编制技术指南和节能量核定方法时，实际改造项目案例非常有限，这两个文件也仅仅是形成了推荐技术清单、指定了节能量核定方法，为《北京市公共建筑能效提升行动计划（2016-2018）》工作的推动奠定了方法基础，但没有形成完整的、标准化的节能改造实施流程。现阶段，已有一批节能绿色化改造竣工并通过综合验收，已具备制定一个标准化技术规程的条件。截至2018年末，北京市已完成申报664万平方米的公共建筑节能绿色化改造项目，已完成评审验收125万平米。

因此，基于目前我市近几年来公共建筑节能绿色化改造大量实践，结合拟开展的相关案例分析研究，制定符合北京市特点的《既有公共建筑节能改造技术规程》，对规范并高效推进北京市公共建筑节能绿色化改造工作提供强有力的技术支撑和流程参考。

1.0.4 本标准对公共建筑进行节能绿色化改造时的节能诊断、判定原则与方法、改造措施和方法及评估等内容进行了规定，但公共建筑节能绿色化改造涉及的专业较多，相关专业均

制定有相应的标准及规定，特别是进行节能改造时，应保证改造建筑在抗震、结构、防火、电气等方面符合相关标准的规定。因此在进行公共建筑节能绿色化改造时，除应符合本标准外，尚应符合国家及北京市现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.3 一般建筑能耗专指由外部输入的维持建筑正常使用功能的能源消耗。现行国家标准《民用建筑能耗标准》GB/T 51161-2016的建筑能耗定义不含建筑内炊事用能，而现行地方标准《北京市民用建筑能耗指标》DB11/T 1413-2017中是将建筑内炊事用能纳入到建筑能耗范围。由于炊事是住宅建筑和越来越多的公共建筑必不可少的一个基本功能，同时现阶段炊事用气也被认为是建筑直接碳排放的主要来源，因此，本标准将炊事用能纳入了建筑能耗边界。

2.0.5 具有能耗密度高、对建筑环境影响大的用能区域，包括数据中心、洗衣房、洁净室、大型实验室等。

3 节能诊断

3.1 一般规定

3.1.1 结合实际的工程经验，条文中的建筑七个系统并非都要进行诊断，而是具有选择性的。一般地，既有公共建筑在改造前应先根据资料进行预判和技术经济分析，最后确定应改造的系统。

3.1.2 建筑物的竣工图、房屋修缮及设备设施维护改造记录、设备的技术参数和运行记录、能源消费账单、建筑物使用情况等是进行公共建筑节能诊断的重要依据，节能诊断前应予以提供。工程竣工图包括并不限于空调系统、给排水系统、电气系统、楼宇自控系统图纸；技术文件应重点包括水系统、风系统平衡报告和楼宇自控调试记录。建筑物使用情况对能耗有较大影响，包括建筑主要功能、入住率、出租率、运行时间等；对于商场、机场、博物馆等人流量大的公共建筑有条件时应包括瞬时或日平均人流量。

3.1.3 室内温度、相对湿度测量方法应符合现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ / T 177的规定，检测时间宜包括最冷月及最热月，且在供热或供冷系统正常运行后进行连续检测，检测时间不得少于6h，建筑使用或管理人员给出相应室内温湿度的概括性评价，如舒适、不舒适、偏热、偏冷等；室内照度及采光系数的测量方法应符合现行国家标准《采光测量方法》GB/T 5699的规定，测量时间宜选取一天内相对稳定的时间内进行，即选取当地时间上午10时至下午2时，建筑使用或管理人员给出相应房间光环境的概括性评价，如明亮、不明亮、过暗、过亮等；建筑室内噪声测量方法应符合现行国家标准《声学 建筑和建筑构件隔声测量》GB / T 19889.7的规定，建筑使用或管理人员给出相应房间声环境的概括性评价，如安静、不安静、很静、吵闹等；室内空气品质状况应采集室内CO₂浓度，根据项目情况选择性诊断PM_{2.5}浓度、甲醛、TVOC等空气污染物浓度，采集方法应符合现行国家标准《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB 50325的有关规定。

3.1.4 通过资料搜集，分析建筑物的年能耗量、水耗量、碳排放量及其三者变化规律。通过现场调查，了解建筑物用能状况及使用管理状况，并对相应场所环境指标、各设备运行状况进行测试和记录。结合以上因素，诊断出既有公共建筑存在的问题和关键子系统。

子系统节能诊断报告中系统概况是对子系统工程（建筑外围护结构、供暖通风与空气调节系统，给水排水及生活热水系统，供配电、照明及电梯系统，运维管理系统，可再生能源

源系统，特殊用能系统)的系统形式、设备配置、运行等情况进行文字或图表说明；检测结果为子系统工程测试结果；节能诊断与节能分析是依据节能改造判定原则与方法，在检测结果的基础上发现子系统工程存在节能潜力的环节并计算节能潜力；改造方案与经济性分析要提出子系统工程进行节能改造的具体措施并进行静态投资回收期计算。项目节能诊断报告是对各子系统节能诊断报告内容的综合、汇总。本条文新增了节能诊断后，应初步对节能改造项目进行技术经济分析，进行节能量初步测算，并出具预评估报告。为了便于对所选择的改造措施的节能效果、改造成本做初步分析。预评估报告如表 1 所示。

表 1 既有公共建筑节能绿色化改造预评估报告（样表）

项目概况	项目名称			
	项目地址			
	竣工时间	年 月 日		
	建筑类型	<input type="checkbox"/> 政府办公建筑 <input type="checkbox"/> 商场建筑 <input type="checkbox"/> 文化教育建筑 <input type="checkbox"/> 交通建筑 <input type="checkbox"/> 多功能综合建筑	<input type="checkbox"/> 商业办公建筑 <input type="checkbox"/> 宾馆饭店建筑 <input type="checkbox"/> 医疗卫生建筑 <input type="checkbox"/> 体育建筑 <input type="checkbox"/> 其他建筑	建筑面积 (m ²)
	项目业主单位			
	节能改造企业			
	物业管理单位			
	建筑围护结构			
	能源系统形式			
	投资方式	<input type="checkbox"/> 合同能源管理模式 <input type="checkbox"/> 业主投资资金	<input type="checkbox"/> PPP <input type="checkbox"/> 其他	
	改造内容	<input type="checkbox"/> 围护结构 <input type="checkbox"/> 供暖系统 <input type="checkbox"/> 空调通风系统 <input type="checkbox"/> 照明系统 <input type="checkbox"/> 供配电系统 <input type="checkbox"/> 电梯系统 <input type="checkbox"/> 给水排水系统 <input type="checkbox"/> 可再生能源利用 <input type="checkbox"/> 其他		
	室内环境品质和室内舒适度	是否不降低建筑的室内环境品质和室内舒适度： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 主要功能房间的室内环境参数：		
	改造方案建议			
预评估结果	基准年能耗 (kgce /a)		改造面积 (m ²)	
	节能量 (kgce /a)		节能率 (%)	
结论				

说明：

1. “建筑面积”是指项目的总建筑面积；
2. “改造计算面积”是指项目改造部分的总建筑面积。

3.2 围护结构诊断

3.2.1 北京市地处寒冷地区，在进行公共建筑围护结构节能绿色化改造时应关注建筑本身的保温性能。传热系数优先通过查阅设计施工图等技术文件获得，否则应通过现场检测，应包括外墙、隔墙、屋面及非透明幕墙，外窗门窗、透明幕墙及采光顶的传热系数。

3.2.2 自然通风的形式包括导风墙、捕风窗、拔风井等，详细内容参见《民用建筑绿色设计规范》JGJ/T 229。遮阳设施包括水平遮阳、垂直遮阳、组合遮阳、挡板遮阳、百叶遮阳等。对上述检测项目进行节能诊断时，检测方法应符合国家现行标准《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411、《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177的规定。有效利用自然光诊断方法为核查在靠近采光窗处的灯具能否在满足照度要求时关闭或降低照度。检查是否有窗帘遮光或遮阳，窗帘控制方式是手动还是自动，窗帘是否与照明系统有联动等。外窗气密性的检测方法应符合现行行业标准《建筑外窗气密、水密，抗风压性能现场检测方法》JG/T 211的规定进行现场检测。透明幕墙气密性的检测方法应符合现行国家标准《建筑幕墙气密、水密、抗风压性能检测方法》GB/T 15227的规定。房间漏风点可通过红外热像仪的拍摄图片进行查找，房间气密性常利用风扇压力法，检测应符合现行国家标准《建筑物气密性测定方法——风扇压力法》GB/T 34010的规定。

3.3 供暖通风与空气调节系统诊断

3.3.1 由于不同公共建筑供暖通风与空调系统冷热源形式不同，存在问题不同，相应节能潜力也不同，节能诊断项目应根据具体情况选择确定。由于冷热源及其水系统节能诊断是在运行工况下进行的，故采用水系统供回水温差、水泵效率及热源系统运行性能作为检测指标。冷水机组运行性能检测宜包括冷水机组实际性能系数（COP）、实际能效比（EER）、综合制冷性能系数（SCOP）等，相关参数检测方法应符合现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177的规定。锅炉运行效率的检测方法应符合国家现行标准《采暖通风与空气调节工程检测技术规程》JGJ/T 260、《供热系统节能改造技术规程》DB11/T 1009的规定。冷却塔运行性能检测宜包括冷却塔实际运行效率、气水比、漏水量等，相关参数检测方法应符合现行行业

标准《工业冷却塔测试规程》DL/T 1027的规定。在过渡季节或供暖季节局部房间需要供冷时，检测是否有效利用天然冷源（室外空气、地下水、地表水等）。气候补偿系统是给锅炉房供暖系统提供最佳运行曲线的控制系统，应检测锅炉系统是否具有以下气候补偿功能：

(1)根据室外温度的变化控制和调节输送给用户的供水温度，避免发生用户室温过高的现象，造成能耗增加。

(2)充分利用太阳辐射热和人的活动规律进行时间控制。

(3)根据室外温度的变化，实现对运行曲线的自动分段调整。

(4)根据每个锅炉房的设备和围护结构状况，可随时、方便地进行调整。

(5)锅炉在较高的回水温度下运行，避免冷凝水的出现，防止锅炉腐蚀，延长锅炉使用寿命。

3.3.2 由于冷源及其水系统的节能诊断是在运行工况下进行的，而现行北京市地方标准《公共建筑节能设计标准》DB11/ 687中规定的集中热水供暖系统热水循环水泵的耗电输热比EHR-h和空调冷热水系统循环水泵的耗电输冷（热）比EC（H）R-a是设计工况的数据，不便作为判定的依据，故在检测项目中不包含该两项指标，而是以水系统供回水温度及温差、水泵效率及冷源系统能效系数（3.3.1条）代替此项性能。管道保温性能检测方法应符合国家现行标准《公共建筑节能工程施工质量验收规程》DB11/ 510、《设备及管道绝热效果的测试与评价》GB/T 8174的规定。其余节能诊断相关参数的检测方法应符合现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177的规定。

3.3.3 新风系统运行情况宜检测系统新风量、加湿能力及房间空气品质，相关检测方法应符合现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177的规定。能量回收装置性能检测以现场检测方式为主，可参考现行国家标准《空气-空气能量回收装置》GB/T 21087的规定。根据供暖与空气调节系统末端装置不同形式（散热器、风机盘管、地板辐射等）检测其是否具有分室温度调节、控制装置。

3.4 给水排水及生活热水系统诊断

3.4.1 给水系统的供水方式有市政直供、设水泵给水、分区给水等方式。用水点出水压力不宜偏高，更不宜偏低，整个给水系统要保持良好的水力平衡，用水点的供水压力设计值应符合现行国家标准《民用建筑节水设计标准》GB 50555的规定。给水系统管路的布置方式分为上行下给式、下行上给式和环网式。

3.4.2 检查排水系统形式是分流制排水还是合流制排水。污水抽升设备包括潜水泵、液下泵喷射泵及气压输水器等。水封设置不当会造成浊气反味，严重影响室内空气品质，其设置应符合现行国家标准《建筑给水排水设计标准》GB50015的规定。

3.4.3 节水器具应符合现行国家标准《节水型产品技术条件与管理通则》GB/T 18870的规定。绿化灌溉方式包括直接浇灌、喷灌、微灌、低压管灌等方式，同时应调查灌溉设施是否采用湿度传感器或能否根据气候变化进行调节。将雨水进行回收，并经处理后可用于绿化喷灌、道路浇洒、冲厕等。

3.4.4 生活热水系统的热源形式包括电加热、余热、废热、太阳能热水、空气源热泵等。热泵机组运行性能节能诊断项目检测方法参照本章第三节。

3.4.5 对于输配系统，循环方式包括不循环热水供应、半循环热水供应、全循环热水供应。室内管道敷设方式包括明装、暗装。

3.5 供配电、照明及电梯系统诊断

3.5.1 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。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。对用电分项计量进行节能诊断时，应检查常用供电回路设置电能表情况，表计安装位置、计量精度，数据传输及保存合理性，并对分项计量电量采集回路用电量进行校验，检测内容及方法应符合现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177的规定，其中常用供电主回路一般包括：(1)变压器进出线回路；(2)制冷机组主供电回路；(3)单独供电的冷热源系统附泵回路；(4)集中供电的分体空调回路；(5)给水排水系统供电回路；(6)照明插座主回路；(7)电子信息系统机房；(8)单独计量的外供电回路；(9)特殊区供电回路；(10)电梯回路；(11)其他需要单独计量的用电回路。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。

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。其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。对供配电电能质量诊断时，应首先根据全年运行记录进行计算分析。其中，三相电压不平衡度、功率因数、电压偏差等的检测应符合现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T177-2009的规定。谐波电压和电流及谐波电压和电流总畸变率的计算方法应符合现行国家标准《公用电网谐

波》GB/T14549的规定，然后根据计算结果，进行相应的现场观察诊断。当记录不全或现场仪表数据失真无法获取相关的参数时，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相应测试。

3.5.2 灯具类型诊断方法为核查光源和附件型号，是否采用节能灯具，其能效等级是否满足国家相关标准，照明灯具的选择应符合现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034中规定的光源和灯具。照明灯具效率的检测方法应符合现行国家标准《室内灯具光度测试》GB 9467的规定。照度值及照明功率密度值的检测应符合现行国家标准《照明测量方法》GB/T 5700的规定。照明控制方式诊断方法为核查是否采用分区控制，公共区控制是否采用时钟、感应、声音等合理有效控制方式。目前公共区照明是能耗浪费的重灾区，经常出现长明灯现象，单靠人为的管理很难做到合理利用，因此需要对这部分照明加强控制和管理。非公共区域的能耗浪费也应得到关注，如私人办公室（独立封闭式）、休息室、复印室、档案室等典型空间的控制是否采用感应、声音等合理有效控制方式。检查是否有窗帘遮光或遮阳，窗帘控制方式是手动还是自动，窗帘是否与照明系统有联动等。照明系统诊断应具备规范检查诊断清单，列明标准确认项目，例如：是否手动/自动，是否打开/关闭，是否降低照度等。

3.5.3 电梯的能耗一般来说，主要是三个方面：电梯驱动和曳引系统的能耗；电梯门机系统的能耗；电梯的控制和显示、照明、通风系统等设备的能耗。因此，电梯的节能主要包括两个方面：一方面是电梯设备系统的节能改造，另一方面是电梯管理使用方式的节能。所以本条文主要从电梯设备及运行管理方面提出了诊断要求。检查电梯系统是否采用节能控制措施，节能控制措施包括电梯并联或群控控制、扶梯感应启停、轿厢无人自动关灯技术、驱动器休眠技术、自动扶梯变频感应启动技术、群控楼宇智能管理技术等。

3.6 运维管理系统诊断

3.6.1 为了降低运行能耗，供暖通风空调及生活热水系统应进行必要的监测与控制。风机和水泵的中高费淘汰产品可参见国家定期发布的《高耗能落后机电设备（产品）淘汰目录》。其监测与控制内容的检测方法应符合现行地方标准《公共建筑节能设计标准》DB11/ 687的规定。

3.6.2 电压、电流、有功功率、功率因数、有功电度和供电回路电器元件工作状态的监测应符合现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177的规定。

3.6.3 在实际运行过程中，加强运行管理，合理降低设备的运行能耗可以大大的节约能源。能源管理体系中应设置能源管理机构 and 岗位，制定能源管理统计、上报和分析制度。管理部

门可聘请有专业机构或自行定期开展能效测评,及时分析掌握本单位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。

3.7 可再生能源系统诊断

3.7.1 太阳能光伏系统的测试条件应符合下列规定:在测试前,应确保系统在正常负载条件下连续运行3d,测试期内的负载变化规律应与设计文件一致;长期测试的周期不应少于120d,且应连续完成,长期测试开始的时间应在每年春分(或秋分)前至少60d开始,结束时间应在每年春分(或秋分)后至少60d结束;短期测试需重复进行3次,每次短期测试时间应为当地太阳正午时前1h到太阳正午时后1h,共计2h;短期测试期间,室外环境平均温度 t_a 的允许范围应为年平均环境温度 $\pm 10^\circ\text{C}$;短期测试期间,环境空气的平均流动速率不应大于4m/s;短期测试期间,太阳总辐照度不应小于700W/m²,太阳总辐照度的不稳定性不应大于 $\pm 50\%$ 。

光伏板上灰尘的积累增大光伏组件的传热热阻,影响散热;对光有遮挡作用,影响光伏电池板对光的吸收;会腐蚀光伏板表面,导致光线在盖板表面形成漫反射,使实际到达光伏板表面的能量减少。光伏板表面的灰尘遮盖情况应进行现场勘察,其余诊断内容的测试方法应符合现行国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801的规定。

3.7.2 太阳能热利用系统节能诊断内容的测试方法应符合现行国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801的规定。

3.7.3 地源热泵机组运行性能检测应包括制热性能系数、制冷能效比、冬季吸热量与夏季释热量,相关参数检测方法应符合现行国家标准《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366、《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801的规定。空气源热泵机组实际性能系数检测方法应符合北京市地方标准《空气源热泵节能监测》DB11/T 1652的规定。

3.8 特殊用能系统诊断

3.8.1 对洗衣房进行节能诊断前应检查洗衣房系统主要部件运行状况,包括洗涤设备(水洗机、脱水机、烘干机、熨平等)、给排水系统、蒸汽输配管道、软化水系统等。根据洗涤设备加热方式不同现场检测洗涤设备热利用率,具体检测方法应符合现行行业标准《工业洗衣机》QB/T 2323的规定;余热回收情况应包括排放热水热回收情况、蒸汽疏水热回收情况及废排水热回收情况;节水性能应检测系统是否有漂洗水回收、蒸汽冷凝水回收及脱水回收等环节。

3.8.2 数据中心的水资源使用效率，英文简称为WUE，其值为数据中心用水量与IT设备用水量的比值；能量使用效率，英文简称为PUE，其值为数据中心总耗电与IT设备耗电的比值。现行国家标准《数据中心设计规范》GB 50174中对冷却水系统有如下要求：寒冷地区采用水冷冷水机组空调系统时，冬季应对冷却水系统采取防冻保温措施。冷却水补水量可以根据冷却水损失量占系统循环水量的比例进行估算；水系统供回水温差、水泵效率的计算应符合现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ / T 177的规定，冷却塔运行效率的检测方法可参见本章第3.3.1条。

4 改造判定

4.1 一般规定

4.1.1 节能诊断涉及公共建筑围护结构，供暖通风及空气调节系统，给水排水及生活热水系统，供配电、照明及电梯系统，运维管理系统、可再生能源管理系统和特殊用能系统等方面的内容。节能绿色化改造内容的确定应根据目前系统的实际运行能效、节能绿色化改造的潜力以及节能绿色化改造的经济性综合确定。

4.1.2 单项判定是指针对某一指标是否进行节能绿色化改造的判定；分项判定是针对围护结构，供暖通风及空气调节系统，给水排水及生活热水系统，供配电、照明及电梯系统，运维管理系统、可再生能源管理系统和特殊用能系统是否进行节能绿色化改造的判定；综合判定是综合考虑围护结构，供暖通风及空气调节系统，给水排水及生活热水系统，供配电、照明及电梯系统，运维管理系统、可再生能源管理系统和特殊用能系统是否进行节能绿色化改造的判定。分项判定方法及综合判定方法是通过计算节能率及静态投资回收期进行判定，可以预测公共建筑进行节能绿色化改造时的节能潜力。

4.1.3 室内温度判断依据为现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736，在标准基础上温度偏高或偏低2℃；空气品质判定的依据是现行国家标准《室内空气质量》GB/T 18883和现行国家行业标准《公共建筑室内空气质量控制设计标准》JGJ/T 461中规定的PM2.5和二氧化碳浓度指标；噪声值判定依据现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118，《民用建筑隔声设计规范》中对不同类型建筑的允许噪声级不同，本规程中日间控制值参考多人办公室、商业员工休息室低标准要求，夜间控制值参考多人办公室、商业员工休息室高标准要求。对于对室内环境质量有特殊要求的空间（例如特殊工艺房间、手术间等），可根据具体使用要求（例如设计参数）进行改造判定。

4.1.4 按中国目前的制造水平和运行管理水平，冷、热源设备的使用年限一般为15年，但由于气候差异等因素导致设备使用时间不同，在具体改造过程中，要根据设备实际运行状况来判定是否需要改造或更换。冷、热源设备所使用的燃料或工质要符合国家的相关政策。1991年我国政府签署了《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔协议书》伦敦修正案，成为按该协议书第五条第一款行事的缔约国。我国编制的《中国消耗臭氧层物质逐步淘汰国家方案》由国务院批准，其中规定，对臭氧层有破坏作用的CFC-11、CFC-12制冷剂最终禁用时间为2010年1

月1日。同时，我国政府在《蒙特利尔议定书》多边基金执委会上申请并获批准加速淘汰CFC计划，定于2007年7月1日起完全停止CFC的生产和消费，比原规定提前了两年半。对于目前广泛用于空气调节制冷设备的HCFC-22以及HCFC-123制冷剂，按“蒙特利尔议定书缔约方第十九次会议”对第五条缔约方的规定，我国将于2030年完成其生产与消费的加速淘汰，至2030年削减至2.5%。

4.1.5 本条文中锅炉的运行效率判定限值规定参考现行地方标准《公共建筑节能设计标准》DB11/ 687-2015。

4.2 围护结构单项判定

4.2.1 公共建筑在进行结构更新时，如涉及外围护结构保温隔热方面时，可考虑同步进行节能绿色化改造。但是否需要节能绿色化改造，需结合公共建筑节能绿色化改造判定原则与方法确定。

4.2.2 外窗、透明幕墙对建筑能耗高低的影响主要有两个方面，一是外窗和透明幕墙的热工性能影响冬季采暖、夏季空调室内外温差传热；另外就是窗和幕墙的透明材料(如玻璃)受太阳辐射影响而造成的建筑室内的得热。冬季，通过窗口和透明幕墙进入室内的太阳辐射有利于建筑的节能，因此，减小窗和透明幕墙的传热系数，抑制温差传热是降低窗口和透明幕墙热损失的主要途径之一；夏季，通过窗口透明幕墙进入室内的太阳辐射成为空调降温的负荷，因此，减少进入室内的太阳辐射以及减小窗或透明幕墙的温差传热都是降低空调能耗的途径。

外窗及透明幕墙的传热系数及综合遮阳系数的判定依据为现行地方标准《公共建筑节能设计标准》DB11/ 687的设计要求，并进行相应的补充，确定了判定外围护结构节能绿色化改造的最低限值。

许多公共建筑外窗的可开启率有逐渐下降的趋势，有的甚至使外窗完全封闭。在春、秋季节和冬、夏季的某些时段，开窗通风是减少空调设备的运行时间、改善室内空气质量和提高室内热舒适性的重要手段。对于有很多内区的公共建筑，扩大外窗的可开启面积，会显著增强建筑室内的自然通风降温效果。采用占外墙总面积比例来控制外窗的可开启面积，而12%的外墙总面积，相当于窗墙比为0.40时，12.5%的窗面积。超高层建筑外窗的开启判定不执行本条规定。对于特别设计的透明幕墙，如双层幕墙，透明幕墙的可开启面积应按照双层幕墙的内侧立面上的可开启面积计算。

实际改造工程判定中，当遇到外窗及透明幕墙的热工性能优于条文规定的最低限值时，而业主有能力进行外立面节能绿色化改造的，也应在根据分项判定和综合判定后，确定节能绿色化改造的内容。

表4.2.2中甲乙丙类建筑分类方式参考现行地方标准《公共建筑节能设计标准》DB11/687-2015的3.1.1条。

4.2.3 夏季屋面水平面太阳辐射强度最大，屋面的透明面积越大，相应建筑的能耗也越大，而屋面透明部分冬季天空辐射的散热量也很大，因此对屋面透明部分的热工性能改造应予以重视。

4.2.4 公共建筑的结构形式多为框架结构，由于这类结构形式其填充墙与梁、柱交接部位的缝隙填堵质量，直接影响到建筑整体的气密性，如果缝隙未填实或局部开裂，将导致建筑物采暖空调能耗升高。因此，围护结构整体气密性能参数是建筑节能改造的关键点之一重要判据，本条文提出的围护结构整体气密性能检测，可为既有建筑节能改造提供设计依据。

4.3 供暖通风与空气调节系统单项判定

4.3.1 冷水机组或热泵机组实际性能系数的测试工况和方法见现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177（要求运行正常、系统负荷不宜小于实际运行最大负荷的60%，其运行机组负荷不宜小于其额定负荷的80%，且处于稳定状态。同时对冷水出水温度、冷却水进水温度、室外干球温度等均做了相关要求。根据研究和检测结果，冷水机组性能系数（COP）在负荷80%以上时，同冷水机组满负荷时的性能相比，变化相对较小）。冷水（热泵）机组的运行性能系数COP判定限值约为现行北京市地方标准《公共建筑节能设计标准》DB11/687中规定数值的90%。

4.3.2 单元式空气调节机、风管送风式和屋顶式空气调节机组制冷能效比判定限值约为现行北京市地方标准《公共建筑节能设计标准》DB11/687中规定数值的90%。单元式空气调节机、风管送风式和屋顶式空调机组需进行送检，以测定其实际能效比。

4.3.4 直燃型溴化锂冷水机组能效低，且为直接碳排放，宜逐步淘汰。

4.3.5 最终决定空调系统耗电量的是包含冷热源、输送系统和末端设备在内的整个空调系统，因此应对其整体节能性能进行判定。水冷式制冷机组冷源系统综合制冷性能系数（SCOP）判定限值约为现行地方标准《公共建筑节能设计标准》DB11/687中规定数值的90%。

4.3.6 由于受气象条件等因素变化的影响，空调系统的冷热负荷在全年是不断变化的，因此要求空调水系统具有随负荷变化的调节功能。长时间小温差运行是造成运行能耗高的主要原因之一。本条中的总运行时间是指一年中供暖季或制冷季空调系统的实际运行时间。

4.3.7 当循环水泵无随负荷变化进行流量调节的自动控制装置时，容易造成流量过大，无法调节，浪费能源。

4.3.9 本条文风机的单位风量耗功率为风机实际耗电量与风机实际风量的比值，计算方法见现行北京市地方标准《公共建筑节能设计标准》DB11/ 687。测试工况和方法见现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ / T 177。

4.3.10 在冬季需要制冷时，若启用人工冷源，势必会造成能源的大量浪费。不符合国家的能源政策，所以需要采用天然冷源。天然冷源包括：室外的空气、地下水、地表水等。

4.3.11 空气能量回收装置应用需考虑技术及经济合理性，技术要求不满足或经济不合理的情况下，均应进行改造。

4.3.12 在过渡季，当室外空气焓值低于室内焓值时，为节约能源，应充分利用室外的新风。由于风机盘管加新风系统的新风量一般不可调，故本条文仅适合于全空气空调系统，不适用于风机盘管加新风系统。

4.3.13 空调系统需要的新风主要有两个用途：一是稀释室内有害物质的浓度，满足人员的卫生要求；二是补充室内排风和保持室内正压。2003年中国经历了SARS事件，使得人们意识到建筑内良好通风的重要性。现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736中明确规定了公共建筑主要空间的设计新风量的要求。鉴于新风量的重要性，本条文对不满足现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736中规定的新风量指标以及新风系统的加湿能力不满足现行北京市地方标准《公共建筑节能设计标准》DB11/687规定的公共建筑，提出了进行新风系统改造或增设新风系统的要求。

4.3.14 各主支管路回水温度最大差值即主支管路回水温度的一致性反映了水系统的水力平衡状况。主支管路回水温度的一致性测试工况和方法见现行行业标准《公共建筑节能检验标准》JGJ/T 177。由于水系统设计温差不同，本规程要求温差差值大与限定比例或限定值时，均应进行相应改造。

4.3.15 从卫生及节能的角度，不结露是冷水管保温的基本要求。

4.3.16 冷却塔运行效果直接影响冷机及制冷系统性能，其不能满足使用要求时，应进行改造。当冷却塔与回水干管的高差较低时，集水盘水面会下降至回水管以下，这样就会产生出

水管处进入空气的“抽空”现象，使得冷却泵发生气蚀。利用水路本身可平衡压力的特性，可解决冷却塔溢水和抽空的问题。

4.3.17 在过去的30年内，冷水机组的效率提高很快，使其占空调水系统能耗的比例已降低了20%以上，而水泵的能耗比例却相应提高了。在实际工程中，由于设计选型偏大而造成的系统大流量运行的现象非常普遍，因此以减少水泵能耗为目的的空调水系统改造方案，值得推荐。同时，运行过程中，系统实际循环水量也存在偏小的情况，一般原因为系统水力平衡不佳或环路压差超过设计工况，可通过节能改造使得水泵在更低的频率下提供同样的水量，实现节能目的。

4.3.19 公共建筑的大堂、火车站进站大厅、机场航站楼都有很大的门厅和大门，人员流动也比较大，这类场所容易出现冬季偏冷的问题，主要问题是不能有效隔离室内外空气的流动，冬季室外新风大量涌入室内，造成室内温湿度偏离要求。可采取的解决措施有：在大门处设置避风阁、更换旋转门、增加暖风幕。不应只为了门厅的“美观”，不采取上述措施，而单纯加大大堂的空调系统，加大风量，提高送风温度。这样做既浪费能源，也不能彻底解决问题。

4.4 给水排水及生活热水系统单项判定

4.4.1 给水泵的能耗在给排水系统的能耗中占很大比重，其效率不能满足要求时，应进行相应改造。

4.4.2 管网漏损率判定限值参考现行行业标准《城镇供水管网漏损控制及评定标准》CJJ 92-2016。

4.4.3 卫生器具用水效率等级判定限值参考现行国家标准《绿色建筑评价标准》GB/T50378-2019的第7.2.10条。

4.4.5 各主支管路回水温度最大差值即主支管路回水温度的一致性反映了水系统的水力平衡状况。主支管路回水温度的一致性测试工况和方法见现行行业标准《公共建筑节能检验标准》JGJ/T 177。由于水系统设计温差不同，本规程要求温差差值大与限定比例或限定值时，均应进行相应改造。

4.5 供配电、照明及电梯系统单项判定

4.5.1 当确定的改造方案中，涉及各系统的用电设备时，其配电柜(箱)、配电回路等均应根据更换的用电设备参数，进行改造。这首先是为了保证用电安全，其次是保证改造后系统功能的合理运行。

4.5.2 一般变压器容量是按照用电负荷确定的，但有些建筑建成后使用功能发生了变化，这样就造成了变压器容量偏大，造成低效率运行，变压器的固有损耗占全部电耗的比例会较大，用户消耗的电费中有很大部分是变压器的固有损耗，如果建筑物的用电负荷在建筑的生命周期内可以确定不会发生变化，则应当更换合适容量的变压器。变压器平均负载率的周期应根据春夏秋冬四个季节的用电负荷计算。

4.5.4 设置电能分项计量可以使管理者清楚了解各种用电设备的耗电情况，进行准确的分类统计，制定科学的用电管理规定，从而节约电能。

4.5.5 在进行建筑供配电设计时设计单位均按照当地供电部门的要求设计了无功补偿，但随着建筑功能的扩展或变更，大量先进用电设备的投入，使原有无功补偿设备或调节方式不能满足要求，这时应制定详细的改造方案，应包含集中补偿或就地补偿的分析内容，并进行投资效益分析。

4.5.6 建筑电气产品包括建筑供电系统、照明系统、信息系统中所包含的各类用电设备产品。

4.5.7 现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034中对各类建筑、各类使用功能的照明功率密度都有明确的要求，但由于此标准是2004年才公布的，对于很多既有公共建筑照明照度值和功率密度都可能达不到要求，有些建筑的功率密度值很低但实际上其照度没有达到要求的值，如果业主对不达标的照度指标可以接受，其功率密度低于标准要求，则可以不改造；如果大于标准要求则需要改造。

4.5.8 公共区的照明容易产生长明灯现象，尤其是既有公共建筑的公共区，一般都没有采用合理的控制方式。对于不同使用功能的公共照明应采用合理的控制方式，例如办公楼的公共区可以采用定时与感应控制相结合的控制方式，上班时间采用定时方式，下班时间采用分区控制、感应、声控方式，总之不要因为采用不合理的控制方式影响使用功能。

4.5.9 可核查靠近窗户附近的照明灯具是否可以单独控制，是否能与自动窗帘联动以提供一个日光眩光可控、照度可控的环境，若不能则需要分析照明配电回路的设置是否可以进行相应的改造，改造应选择在非使用时间进行。

4.5.10 可核查照明灯具是否可根据与采光窗距离进行分区控制,是否能与自动窗帘联动以提供一个日光眩光可控、照度可控的环境,若不能则需要分析照明配电回路的设置是否可以进行相应的改造,改造应选择在非办公时间进行。

4.5.11 电梯能耗在公共建筑中占比较大,应对不满足节能要求的电梯进行更换,或升级其控制功能。

4.6 运维管理系统单项判定

4.6.1 目前很多公共建筑没有设置监测控制系统,全部依靠人力对建筑设备进行简单的启停操作,人为操作有很大的随意性,尤其是耗能在建筑中占很大比例的空调系统,这种人为操作会造成能源的浪费或不能满足人们工作环境的要求,不利于设备运行管理和节能考核。

4.6.2 《中华人民共和国节约能源法》第三十七条规定:“使用空调供暖、制冷的公共建筑应当实行室内温度控制制度。”第三十八条规定:“新建建筑或者对既有建筑进行节能绿色化改造,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。”为满足此要求,公共建筑应具有室温调控手段。

4.6.3 集中空调系统的冷热量计量和我国北方地区的供暖热计量一样,是一项重要的节能措施。设置热量计量装置有利于管理与收费,用户也能及时了解和分析用能情况,及时采取节能措施。

4.6.4 当公共建筑供暖空调系统的热源设备无随室外气温变化进行供热量调节的自动控制装置时,容易造成冬季室温过高,无法调节,浪费能源。

4.6.5 二氧化碳浓度作为评价室内空气品质的指标,表征了室内空气的“新鲜程度”。当房间内人员密度变化较大时,如果一直按照设计的较大人员密度供应新风,将浪费较多的新风处理用冷、热量。人员密度较大且密度随时间变化的房间,如展览厅、会议室、报告厅等的空调系统宜根据采集到的二氧化碳浓度实现通风空调系统(包括新风、排风系统)自动调节。

4.6.6 当对既有公共建筑的集中供暖与空气调节系统,生活热水系统,照明、动力系统进行节能绿色化改造时,原有的监测与控制系统应尽量保留,新增的控制功能应在原监测与控制系统平台上添加,如果原有监测与控制系统已不能满足改造后系统要求,且升级原系统的性价比已明显不合理时,应更换原系统。

4.6.7 有些既有公共建筑的监测与控制系统由于各种原因不能正常运行,造成人力、物力等资源的浪费,没有发挥监测与控制系统的先进控制管理功能;还有一些系统虽然控制功能比较完善,但没有数据存储功能,不能利用数据对运行能耗进行分析,无法满足节能管理要

求。这些现象比较普遍，因此应查明原因，尽量恢复原系统的监测与控制功能，增加数据存储功能，如果恢复成本过高性价比已明显不合理时，则建议更换原监测与控制系统。

4.6.8 监测与控制系统配置的现场传感器及仪表等安装方式正确与否直接影响系统的控制功能和控制精度，有些系统不能正常运行的原因就是现场设备安装不合理，造成控制失灵。因此应严格按照产品要求和国家有关规范执行，这样才能确保监测与控制系统的正常运行。

4.6.9 分项计量是实施节能绿色化改造前后节能效果对比的基本条件。

4.7 可再生能源系统单项判定

4.7.2 优化能源结构，引领能源转型，推动绿色发展，本规程根据北京市发展和改革委员会、北京市财政局、北京市住房和城乡建设委员会《关于进一步支持光伏发电系统推广应用的通知》中“鼓励新建居住建筑设置分布式光伏发电系统，安装规模不少于全部屋面水平投影面积的40%。”的要求，要求于无太阳能光伏发电系统的建筑增设太阳能光伏发电系统。

4.7.3 地源热泵系统长期运行后可能会因回水无法回灌、地下岩土冬夏季冷热不平衡导致系统的供回水温度无法满足原设计要求，应进行改造。地源热泵系统不宜单独作为区域供冷供热系统的冷热源，设计时应考虑其他调峰冷热源，运行过程中通过调节地源热泵系统和辅助冷热源，实现地下岩土的冷热平衡，保证地源热泵系统常年稳定高效运行。

4.7.4 空气源热泵机组比较适合于不具备集中热源的地区，对于冬季寒冷的地区，需考虑记住的经济性及可靠性。对于节能效果差的空气源热泵机组，应进行节能绿色化改造。

4.7.5 采用可再生能源系统作为生活热水热源的，一般均配置有电辅热系统或其他辅助热源，若可再生能源提供的全年累计的热量低于总用热量的30%，表明该系统运行效率过低，效果不佳，宜考虑其他的可再生能源利用方式，并加以改造。

4.8 特殊用能系统单项判定

4.8.2 大型和超大型数据中心设计电能使用效率限值参考《工业和信息化部 国家机关事务管理局 国家能源局关于加强绿色数据中心建设的指导意见》【工信部联节（2019）24号】要求；数据中心机房空调系统与其它空调系统共用冷热源的，建议整体判断是否进行改造；数据中心机房空调相对独立的，可单独进行诊断并判断是否进行改造。

4.9 分项判定及综合判定

4.9.1 公共建筑外围护结构的节能绿色化改造，应采取现场考察与能耗模拟计算相结合的方式，应按以下步骤进行判定：

1 通过节能诊断，取得外围护结构各部分实际参数。首先进行复核检验，确定外围护结构保温隔热性能是否达到设计要求，对节能绿色化改造重点部位初步判断。

2 利用建筑能耗模拟软件，建立计算模型。对节能绿色化改造前后的能耗分别进行计算，判断能耗是否降低10%以上。

3 综合考虑每种改造方案的节能量、技术措施成熟度、一次性工程投资、维护费用以及静态投资回收期等因素，进行方案可行性优化分析，确定改造方案。

公共建筑节能绿色化改造技术方案的可行性，不但要从技术观点评价，还必须用经济观点评价，只有那些技术上先进，经济上合理的方案才能在实际中得到应用和推广。

在工程中，评价项目的经济性通常用投资回收期法。投资回收期是指项目投资的净收益回收项目投资所需要的时间，一般以年为单位。投资回收期分为静态投资回收期和动态投资回收期，两者的区别为静态投资回收期不考虑资金的时间价值，而动态投资回收期考虑资金的时间价值。

静态投资回收期虽然不考虑资金的时间价值，但在一定程度上反映了投资效果的优劣，经济意义明确、直观，计算简便。动态投资回收期虽然考虑了资金的时间价值，计算结果符合实际情况，但计算过程繁琐，非经济类专业人员难以掌握，因此，本规程中的投资回收期均采用静态投资回收期。本规程中，静态投资回收期的计算公式如下：

$$T=K/M \quad (1)$$

式中 T——静态投资回收期，年；

K——进行节能绿色化改造时用于节能的总投资，万元；

M——节能绿色化改造产生的年效益，万元/年。

在编制现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189 时曾有过节能率分担比例的计算分析，以20世纪80年代为基准，通过改善围护结构热工性能，从北方至南方，围护结构可分担的节能率约25%~13%。而对既有公共建筑外围护结构节能绿色化改造，经估算，改造前后建筑供暖空调能耗可降低5%~8%。而从工程技术经济的角度，外围护结构改造的投资回收期一般为15~20年。另外，参考国外能源服务公司的实际经验，为规避投资风险性和提高收益率，能源服务公司一般也都将外围护结构节能绿色化改造合同的投资回收期签订在8年以内。综上分析，本规程采用两项指标控制外围护结构节能绿色化改造的范围，指标要求是比较严格的。

4.9.2 本条文对供暖通风空调及生活热水供应系统分项判定方法作了规定。当进行两项以上的单项改造时，可以采用本条文进行判定。分项判定主要是根据节能量和静态投资回收期进行判定。对一些投资少，简单易行的改造项目可仅用静态投资回收期进行判定。系统的能耗降低20%是指由于供暖通风空调及生活热水供应系统采取一系列节能措施后，直接导致供暖通风空调及生活热水供应系统的能源消耗(电、燃煤、燃油、燃气)降低了20%，不包括由于外围护结构的节能绿色化改造而间接导致供暖通风空调及生活热水供应系统的能源消耗的降低量。根据对现有公共建筑的调查情况，结合公共建筑节能绿色化改造经验，通过调节冷水机组的运行策略、变流量控制等节能措施，系统能耗可降低20%左右，静态投资回收期基本可控制在5年以内。同时大多数业主比较能接受的静态投资回收期在5~8年的范围内。对一些投资少，简单易行的改造项目，静态投资回收期基本可控制在3年以内。

4.9.3 目前国家对灯具的能耗有明确规定，现行国家标准有：《管形荧光灯镇流器能效限定值及能效等级》GB 17896，《普通照明用双端荧光灯能效限定值及能效等级》GB 19043，《普通照明用自镇流荧光灯能效限定值及能效等级》GB 19044，《单端荧光灯能效限定值及节能评价》GB 19415，《高压钠灯能效限定值及能效等级》GB 19573等。这些标准规定了荧光灯和镇流器的能耗限定值等参数。如果建筑物中采用的灯具不是节能灯具或不符合能效限定值的要求，就应该进行更换。

4.9.4 综合判定的目的是为了预测公共建筑进行节能绿色化改造的综合节能潜力。本规程中全年能耗仅包括供暖、通风、空调、生活热水、照明、电梯方面的能源消耗，不包括其他方面的能源消耗，光伏发电系统的发电量也不计入。

本规程中，进行节能绿色化改造的判定方法有单项判定、分项判定、综合判定，各判定方法之间是并列的关系，满足任何一种判定，都宜进行相应节能绿色化改造。综合判定涉及了外围护结构、供暖通风空调及生活热水供应系统、照明系统三方面的改造。

5 围护结构改造实施

5.1 设计

5.1.3 根据近年发生火灾的经验教训，在公共建筑绿色化改造中贯彻这些防火要求，对于防止和减少公共建筑火灾的危害，保护人身和财产的安全，都是非常必要的。公共建筑的外墙外保温系统、幕墙保温系统、屋顶保温系统应具有一定的防火攻击能力和防止火焰蔓延能力。

5.1.5 外保温系统绿色化改造前，应对基墙墙面现有的问题进行有针对性的处理，对开裂、起翘、易脱落的外墙涂料饰面应全部剔除

5.1.6 隔热涂料是集反射、辐射与一体的新型隔热涂料。能对400nm--2500nm范围的太阳红外线进行高反射，不让太阳的热量在墙体表面进行累积升温，又能自动进行热量辐射散热降温，把物体表面的热量辐射到太空中去，降低物体的温度，即使在阴天和夜晚涂料也能辐射热量降低温度，同时在大气温度很高时也能隔住外部热量向物体内部传导。

5.1.9 当围护结构改造为非透明幕墙时，其龙骨支撑体系的后加锚固埋件应与原主体结构有效连接，并应满足现行行业标准《金属与石材幕墙技术规范》JGJ133的相关规定。

非透明幕墙的构造缝、沉降缝以及幕墙周边与墙体接缝处等热桥部位进行保温处理后除了可以防结露，也可以有效控制建筑能耗。

5.1.11 采用幕墙的建筑，其幕墙往往存在上下贯通的空腔，在火灾时烟尘和有害气体会在烟囱效应下沿空腔向上层蔓延，在楼板、隔墙处的缝隙采取防火封堵措施能有效阻隔火灾的水平及竖向蔓延，避免建筑的整体着火。透明幕墙的气密性不应低于《建筑幕墙》GB/T 21086中规定的3级是指开启部分气密性指标和幕墙整体气密性能分级指标符合对应要求。

5.1.12 更换幕墙玻璃可采用充惰性气体的中空玻璃、真空玻璃、普通中空玻璃等。提高幕墙玻璃的遮阳性能采用在原有玻璃的表面贴膜工艺时，可优先选择高效节能型膜产品。

5.1.13 对于游泳馆、浴室、卫生间等室内散湿量较大的场所，外墙外保温改造时还应考虑室内湿度的影响。

5.1.15 公共建筑屋面节能绿色化改造比较复杂，应注意保温和防水两方面处理方式。

平屋面改造前，应对原屋面面层进行处理，清理表面、修补裂缝、铲去空鼓部位。根据实际现场诊断勘查，确定保温层含水率和屋面传热系数。

屋面改造基本可以分为四种情况：

- 1 保温层不符合节能标准要求，防水层破损；
- 2 保温层破损，防水层完好；
- 3 保温层符合节能标准要求，防水层破损；
- 4 保温层，防水层均完好，但保温隔热效果达不到要求。

上述四种情况可按下列措施进行处理：

情况1，这是屋面改造中最难的情况。可加设坡屋面。如仍保持平屋面，则需彻底翻修。应清除原有保温层、防水层，重新铺设保温及防水构造。施工中要做到上要防雨、下要防水。

情况2，当建筑原屋面保温层含水率较低时，可采用直接加铺保温层的方式进行倒置式屋面改造或架空屋面做法。倒置式屋面的保温层宜采用挤塑聚苯板(XPS)等吸湿率极低的材料。屋面改造后的防水层泛水高度应符合现行国家标准《屋面工程技术规范》GB 50345的规定。当上人屋面采用加铺保温的做法时，应注意女儿墙高度是否满足现行国家标准《民用建筑设计统一标准》GB 50352的规定，如不满足需采取加高女儿墙或增设防护栏杆等措施。

情况3，需要重新翻修防水层。对传统屋面，宜在屋面板上加铺隔汽层。

情况4，可设置架空通风间层或加设坡屋面。

改造中保温材料不应选用低密度EPS板、高密度的多孔砖，宜选用抗压强度高、吸水率低，导热系数小的XPS或者其他低密度、高强度的保温材料及复合材料等。

平屋面改坡屋面，宜在原屋顶吊顶上铺放轻质保温材料；无吊顶的屋顶可考虑在坡屋顶做内保温或增设吊顶层，吊顶层应采用耐久性好，并能承受铺设保温层荷载的构造和材料，屋面内部改造采用的保温材料的防火性能除应满足现行国家标准《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222的防火要求外，还应满足现行国家标准《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624的测试烟毒性t1级的要求；

如条件允许，可将平屋面改造为绿化屋面。也可根据屋面结构条件和设计要求加装太阳能设施。

屋面节能绿色化改造时，应根据工程特点、地区自然条件，按照屋面防水等级的设防要求，进行防水构造设计。应注意天沟、檐口、檐沟、泛水等部位的防水处理。可根据屋面结构条件和设计要求，将平屋面改造为种植屋面、蓄水屋面、架空屋面、倒置式屋面等具有节能功能的屋面。

5.1.17 外窗的绿色化改造优先选用整窗拆换，也可选用加窗、更换玻璃（低辐射玻璃、中空玻璃、变色玻璃等）、增加玻璃贴膜、增加遮阳设施等。变色玻璃作为新型建筑节能材料能有效调节太阳光照以及太阳辐射，遮阳结构也可降低太阳辐射对能耗的影响。

1 为了保证建筑节能,要求外窗具有良好的气密性能,以避免冬季室外空气过多地向室内渗漏。现行国家标准《建筑幕墙、门窗通用技术条件》GB/T 31433,建筑外门窗气密性7级对应的分级指标绝对值为:单位缝长 $1.0 \geq q_1 [m^3 / (m \cdot h)] > 0.5$,单位面积 $3.0 \geq q_2 [m^3 / (m^2 \cdot h)] > 1.5$;建筑外门窗气密性6级对应的分级指标绝对值为:单位缝长 $1.5 \geq q_1 [m^3 / (m \cdot h)] > 1.0$,单位面积 $4.5 \geq q_2 [m^3 / (m^2 \cdot h)] > 3.0$ 。

3 加窗时,为避免层间结露的问题须进行模拟计算验证。处理窗框与墙体之间的缝隙可提升建筑的整体气密性。

5.1.18 对外窗的遮阳设施进行改造时,宜采用外遮阳设施。可设置水平或小幅倾斜简易固定遮阳,其出挑宽度按节能设计要求。可以使用软质篷布可伸缩遮阳。东西向外窗宜采用卷帘式百叶外遮阳。

遮阳设施的安装应满足设计和使用要求,且牢固、安全。采用外遮阳措施时应对原结构的安全性进行复核。当结构安全不能满足时,应采取加固措施或改用玻璃贴膜等其他遮阳措施。

5.1.19 寒冷地区外门处冬季热损失比较大,尤其是公共建筑经常出入的西向、北向外门。在冬季,开启主要出入口外门会造成室外冷空气大量进入室内,使室内热环境舒适性降低,同时增加建筑物能耗,因此要采取减少冷风侵入的措施。

5.1.20 1 为减少热损失,外窗尽可能与保温层的位置靠近,以减少窗框四周的“热桥”面积。外保温时应尽量外移,内保温时应尽量内移,尽量与外墙主体外结构面或内结构面齐平。否则存在热桥部位,应做保温。

2 随着外窗本身保温性能的不断提高,外窗附框,外门、窗框或附框与墙体之间的缝隙,都成了保温的一个薄弱环节,如果处理不好,不仅大大抵消了门窗的良好保温性能,而且容易引起室内侧门窗周边结露。

3 门窗框或附框与外墙之间的缝隙应采用防水砂浆填充饱满,外墙保温材料应略压住窗框,外窗口做保温层时,应在窗框与保护层之间预留沟槽,槽内应用中性的硅酮或耐候密封胶进行密封处理,外墙外保温处的保护层应做出披水坡度,窗台完成面高度室内应略高于室外。

5.2 施工

5.2.1 既有建筑在建成后的使用中,用户自行加装的空调、外窗护栏,钻孔打洞、高空飞线等情况较为普遍,使基层墙面受到污染和侵蚀,影响外墙保温的粘结,且整体气密性也受到

影响，因此在外保温施工开始前应提前做好调研和深化设计，做好基层墙体的清洁工作，提前安装预埋构件，穿墙管道处应封堵密实，空调支架选用加长型支架，预留出保温厚度，以便于室外机的安装。与聚合物水泥砂浆粘结能力相对较差的清水砖或清水混凝土等饰面，使用界面剂可以增强保温板与基层之间的粘结力，以保证保温粘贴的安全稳固。

5.3 验收

5.3.1-5.3.3 围护结构节能绿色化改造工程的施工质量验收应符合相关验收标准和规范的要求。

5.3.4 本条文规定了既有公共建筑围护结构节能绿色化改造工程的施工质量验收应提交的资料。

6 供暖通风与空气调节系统改造实施

6.1 设计

6.1.1 1 与新建建筑相比，既有公共建筑更换冷热源设备的难度和成本相对较高，因此公共建筑的冷热源系统节能绿色化改造应以挖掘现有设备的节能潜力为主。压缩机的运行磨损，易损件的损坏，管路的脏堵，换热器表面的结垢，制冷剂的泄漏，电气系统的损耗等都会导致机组运行效率降低。以换热器表面结垢，污垢系数增加为例，可能影响换热效率5%~10%，结垢情况严重则甚至更多。不注意冷、热源设备的日常维护保养是机组效率衰减的主要原因，建议定期(每月)检查机组运行情况，至少每年进行一次保养，使机组在最佳状态下运行。

在充分挖掘现有设备的节能潜力基础上，仍不能满足需求时，再考虑更换设备。设备更换之前，应对目前冷热源设备的实际性能进行测试和评估，并根据测评结果，对设备更换后系统运行的节能性和经济性进行分析，同时还要考虑更换设备的可实施性。只有同时具备技术可行性、改造可实施性和经济可行性时才考虑对设备进行更换。

2 运行记录是反映供热系统负荷变化情况、系统运行状态、设备运行性能和供热实际效果的重要数据。改造设计应建立在系统实际需求的基础上，保证改造后的设备容量和配置满足使用要求，且冷热源设备在不同负荷工况下，保持高效运行。运行记录过于简单、记录的数据误差较大、运行人员只是简单的记录数据，不具备基本的分析能力、不能根据记录结果对设备的运行状态进行调整是目前普遍存在的问题。针对上述情况，各用能单位应根据系统的具体配置情况制订详细的运行记录，定期对空调系统的运行状态进行分析和评价，保证空调系统始终处于高效运行的状态。对于运行记录不完善的项目，应采取现场调研测试的方式分析实际负荷需求，调研项目主要包含往年冷热源设备运行台数、耗电量、末端室内热湿环境满意度等；现场测试项目主要包含冷热源主机性能参数、末端室内温湿度等，根据调研测试结果分析建筑的实际负荷需求。另外，建筑围护结构热工性能对冷热负荷计算至关重要，需根据实际情况现场检测或者查找竣工图纸。内扰参数也是影响负荷计算结果的重要因素，因此，需根据实际情况合理设置室内人员、照明、电气设备等的参数。

4 常用的无成本、低成本改造措施包括优化控制策略，优化运行模式、优化运行时间、完善物业维护管理、合理调整或优化设备与系统的运行参数等。

5 冷热源系统改造时应详细分析系统配置，核算各系统末端设备所能提供的冷量和热量，选择合适的系统末端设备，选择科学合理的改造方案。

6.1.2 2 冷却塔直接供冷是指在常规空调水系统基础上适当增设部分管路及设备，当室外湿球温度低至某个值以下时，关闭制冷机组，以流经冷却塔的循环冷却水直接或间接向空调系统供冷，提供建筑所需的冷负荷。由于减少了冷水机组的运行时间，因此节能效果明显。冷却塔供冷技术特别适用于需全年供冷或有需常年供冷内区的建筑如大型办公建筑内区、大型百货商场等。

冷却塔供冷可分为间接供冷系统和直接供冷系统两种形式，间接供冷系统是指系统中冷却水环路与冷水环路相互独立，不连接，能量传递主要依靠中间换热设备来进行。其最大优点是保证了冷水系统环路的完整性，保证环路的卫生条件，但由于其存在中间换热损失，使供冷效果有所下降。直接供冷系统是指在原有空调水系统中设置旁通管道，将冷水环路与冷却水环路连接在一起的系统形式。夏季按常规空调水系统运行，转入冷却塔供冷时，将制冷机组关闭，通过阀门打开旁通，使冷却水直接进入用户末端。对于直接供冷系统，当采用开式冷却塔时，冷却水与外界空气直接接触易被污染，污物易随冷却水进入室内空调水管路，从而造成盘管被污物阻塞。采用闭式冷却塔虽可满足卫生要求，但由于其靠间接蒸发冷却原理降温，传热效果会受到影响。北京地区空气污染大，且有时会有风沙天气，因此目前在工程中通常采用冷却塔加板式换热器的间接供冷的方式。对于同时需要供冷和供热的建筑，需要考虑系统分区和管路设置是否满足同时供冷和供热的要求。另外由于冷却塔供冷主要在过渡季节和冬季运行，因此北京地区，冷却水系统应采取相应的防冻设施。

3 在大中型公共建筑中，或者对于全年供冷负荷变化幅度较大的建筑，冷水(热泵)机组的台数和容量的选择，应根据冷(热)负荷大小及变化规律确定，单台机组制冷量(制热量)的大小应合理搭配。当单机容量调节下限的制冷量大于建筑物的最小负荷时，可选一台适合最小负荷的冷水机组，在最小负荷时开启小型制冷系统满足使用要求，这种配置方案已在许多工程中取得很好的节能效果。如果每台机组的装机容量相同，此时也可以采用一台或多台变频调速机组的方式。

对于设计冷负荷大于528kW以上的公共建筑，机组设置不宜少于两台，除可提高安全可靠外，也可达到经济运行的目的。因特殊原因仅能设置一台时，应选用可靠性高，部分负荷能效高的机组。

4 一些大型的公共建筑，往往配置多台制冷容量比较大的冷水机组。当只有部分负荷运行时，由于负荷偏小而导致冷机的喘振。增加蓄冷系统，使主机始终处于满负荷运行，可避免主机喘振问题，并延长主机的使用寿命。

5 蒸发式冷凝器是利用空气强制循环和喷淋冷却水的蒸发将制冷剂冷凝热带走的冷凝器，系统包括布水系统、循环水泵、风机、冷凝器。北京地区，夏季空调室外计算湿球温度较低、室外温差变化较大，宜选用蒸发冷却式蒸气压缩循环冷水（热泵）机组。

6 此条适用于自建中水站建筑。节约水资源，冷却塔每日排污的同时也要补水，排污水量约为循环水量的0.2%~0.3%。可以对其进行过滤，使之符合中水水质。

7 冷热源设备满负荷及部分负荷都应在高效区运行，可通过设备大、小及台数的搭配使冷热源系统在全年部分负荷时高效运行。

6.1.3 2 根据公共建筑采暖热负荷的特点，供暖锅炉运行负荷经常低于设计负荷，锅炉负荷率降低时热效率降低，因此不宜使锅炉长时间低负荷运行。锅炉房设计时根据热负荷变化规律和锅炉效率变化规律，通过锅炉容量与运行台数的组合，提高单台锅炉负荷率，在供热系统低负荷运行工况下锅炉机组能高效率运行。燃气锅炉的调节性较好，负荷率在30%~100%的范围变化时，锅炉效率可接近额定效率。因此，单台燃气锅炉的负荷率不应低于30%；

3 设置供热量控制装置的主要目的是对供热系统进行总体调节，使供水水温或流量等参数在保持室内温度的前提下，随室外空气温度的变化进行调整，始终保持供热量与建筑物的需热量基本一致，实现按需供热，达到最佳的运行效率和最稳定的供热质量。气候补偿器是供暖热源常用的供热量控制装置，设置气候补偿器后，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。

5 燃气锅炉未安装烟气余热回收装置时，锅炉的排烟温度一般在120~250℃，若直接排走将造成大量热损失，设置烟气余热回收装置回收烟气余热量能有效提升锅炉效率；而且由于烟气中含有大量水蒸气，若能回收水蒸气的汽化潜热，则效率有较大的提升。

6 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，对其供热参数进行自动采集与集中远程监测，根据需求负荷变化自动调节供热量。不仅可以提高系统的安全性，确保系统能够正常运行，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，使锅炉在高效率运行，大幅度地节省运行能耗，并减少大气污染；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，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，宜对其控制系统进行升级改造。

7 当锅炉烟气排放中氮氧化物浓度超过标准规定时，对于燃气锅炉，减少氮氧化物排放量的最佳途径是从源头上进行控制，其方法可选用低氮燃烧器、炉内带有烟气再循环方式进行低氮燃烧的锅炉、采用烟气再循环等，具体可根据锅炉房现状、环保要求及投资费用等因素进行技术经济比较后确定。

6.1.4 1 耗电输冷热比反映了供暖、空调水系统中循环水泵的耗电与建筑冷热负荷的关系，对其进行限制是为了保证水泵的选择在合理的范围，降低水泵能耗。

2 一般地，在组合式空调机组及新风机组回水管设置电动动态平衡调节阀，风机盘管水系统的大分支空调回水管上设置动态压差平衡阀。

3 在设计选用制冷设备时一般根据全年最大负荷来选择，由最大负荷确定制冷设备的设计出水温度。然而，一年中系统达到最大负荷的时间往往很短，机组多数时间在部分负荷的工况下运行。此时如采用较高的出水温度，可以大大提高机组的效率。根据经验，在低负荷时，冷冻水温度的设定值可在设计值7℃的基础上提高(2~4)℃。一般每提高出水温度1℃，能耗约可降低相当于满负荷能耗的1.75%。在制定冷水机组出水温度时，同时需根据建筑物除湿负荷的要求，保证室内除湿的使用需求。重设冷水机组出水温度需要使用设定温度点的室外温度和出水温度关系图，用这些资料对建筑自控系统进行编程，使之能够根据室外温度、时间、季节和（或）建筑负荷，来自动设定出水温度。温湿度独立控制系统一般采用高温冷水机组负担室内显热负荷，新风系统负担室内湿负荷，机组和系统效率高于常规电制冷系统。

4 分布式输配系统，可根据不同情况，在冷热用户侧设置与冷热源循环泵相串接的多级泵系统或多级混水泵系统，每个用户按需要从管网提取冷热量。管网系统可大温差、小流量运行，而用户侧供回水温度可采用小温差运行。阻力相差“较大”的界限推荐值可采用0.05MPa，通常这一差值会使得水泵所配电机容量规格变化一档。

5 系统采用变水量后，由于在低负荷状态下，系统水量降低，系统自身的水力失调现象将会表现得更加明显，会导致不利端用户的空调使用效果无法保证。因此在进行变水量系统改造时，应采取必要的措施，保证末端空调系统的水力平衡特性。

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。电动两通阀起通断作用。

7 供热系统水力不平衡是造成供热能耗浪费的主要原因之一，同时，水力平衡又是保证其他节能措施能够可靠实施的前提，因此对系统节能而言，首先应该做到水力平衡。除规模较小的供热系统经过计算可以满足水力平衡外，一般室外供热管线较长，计算不易达到水力平衡。对于通过计算不易达到环路压力损失差值要求的，为了避免水力不平衡，应设置静态水力平衡阀，否则出现不平衡问题时将无法调节。而且，静态平衡阀还可以起到测量仪表的作用。静态水力平衡阀应在建筑物每个热力入口均设置。水力平衡阀的性能要求应满足现行国家标准《采暖与空调系统水力平衡阀》GB/T 28636的规定。

8 在实际工程中，水泵选型偏大而造成系统大流量运行的现象非常普遍，水泵性能与管路实际阻力状况不匹配，导致水泵长期在低效率点工作，电流和能耗超标，甚至有烧毁电机的危险。对大流量运行或实际运行效率偏低的水泵进行调节或改造，节能效果十分明显。

供热、空调水系统的实际需要负荷随着气象条件、使用条件等的变动处于波动状态，这与系统的设计负荷存在较大差异，往往造成定流量系统存在大流量小温差的现象。因此，为了提高热源侧的效率，降低输配系统的能耗，可以采用对原有定流量系统增设变速控制系统，将定流量系统改造为变流量系统。需要注意的是，变速控制可实现的节能调节范围是有限的，根据实验测试反映，当水泵的流量调整到额定流量50%以下时，水泵效率将大大降低，失去了节能调控的目的。因此，对于系统中水泵的选型如果超过设计状态50%以上的，建议采用更换水泵的形式实现节能绿色化改造。

10 为了保障供热系统的运行安全，对于出现明显的腐烂、漏水的供暖管道，应进行更换。当供热管道的保温层出现明显破损时，管道外表面温度接近水温，当供水温度较高时有烫伤人的危险，而且热量在输送的过程中被白白浪费。因此，本条文提出了管道绝热层的更换要求。

6.1.5 3 通过测试数据，判断风机运行参数不当的，合理调整风机传动皮带张紧度，降低风机电耗，提高风机运行效率。

4 变风量空调系统是通过改变进入房间的风量来满足室内变化的负荷，当房间低于设计额定负荷时，系统随之减少送风量，亦即降低了风机的能耗。当全年需要送冷风时，它还可以通过直接采用低温全新风冷却的方式来实现节能。故变风量系统比较适合多房间且负荷有一定变化和全年需要送冷风的场合，如办公、会议、展厅等；对于大堂公共空间、影剧院等负荷变化较小的场合，采用变风量系统的意义不大。

变风量系统的形式和控制方式较多，系统的运行状态复杂，设计和调试的难度较大。因此在选择设计和调试单位时应慎重。另外，在变风量空调系统的实际运行过程中，随着送风

量的变化，送至空调区域的新风量也相应改变。为了确保新风量能符合卫生标准的要求，应采取必要的措施，确保室内的最小新风量。

5 若阻力偏大，导致风机偏离设计工况点，实测风量远小于设计风量。增大通道断面，既可降低阻力，又可减少噪声。

6.1.7 1 分时分区控制系统是通过可编程控制器、传感器和相应的执行机构，自动控制不同供暖需求、不同用热规律热用户的供热量。在公共建筑的供热系统中存在办公楼、学校、大礼堂、体育场、商场等用热规律、用热需求不一致的热用户，或在同一建筑物内存在用热需求不一致的区域，在保证连续供暖用户正常供热的同时，采用分时分区控制系统，按不同区域、时段和用热需求进行供热量调节，实现按需供热，节约能源。

2 集中供暖系统分室（户）温度调节、控制装置是一项重要的建筑节能措施。对于租赁型办公建筑设置分户热量计量装置不仅有利于管理与收费，用户也能及时了解和分析用能情况，提高节能意识和节能积极性，自觉采取节能措施。在采用热计量的情况下，应允许使用人员根据自身需求进行温度控制，才能保证行为节能的公平性。因此规定了分户室内温度控制的要求。

6.1.8 1 甲醛、苯系物（甲苯、二甲苯）、TVOC是室内空气的重要污染物。在室内装修时，即使所使用的装修材料、制品均满足各自污染物限量控制标准，但装修后的室内空气污染物浓度仍可能超标，并危害人体健康。因此，在装修设计阶段开展室内空气污染物浓度预评估十分必要，可以有效预测并控制工程建成后存在的危害室内空气质量的因素和程度。

在预评估时，将“室内空气质量”作为独立要素进行设计，在确定有效窗地比、通风空调等设备系统、装修材料负荷等基础上，根据《民用建筑工程室内环境污染控制标准》GB 50325竣工验收时的典型污染物浓度计算装修材料所对应的环保标准，有效指导装修设计方，并匹配材料，避免选材不当导致的重装返工、材料浪费，在保证装修后室内污染物浓度达标的同时合理控制材料成本。

健全的施工装修污染管控专项管理体系是确保装修污染达标的必要措施，涵盖组织管理、流程管理、材料管理、施工现场管理以及资料管理五方面内容。

2 对于不同功能房间保证一定压差，气味散发量大的空间(比如卫生间、厨房、餐厅、地下车库等)相对于其他区域要求负压。卫生间、厨房区域如采用自然通风，尽量将厨房和卫生间设置于自然通风的下风侧，防止厨房或卫生间的气味因主导风反灌进入室内，而影响室内空气质量。卫生间、厨房、餐厅、地下车库等区域如设置机械排风，除保证负压外，还应注意其取风口和排风口的位置，避免短路或污染。目前商场建筑中设火锅店、烤肉店等情

况较多，机械排出的油烟空气应通过油烟净化设施进行处理，油烟排放浓度不得超过 $2.0\text{mg}/\text{m}^3$ 。

3 CO_2 浓度作为评价室内空气品质的指标，表征了室内空气的“新鲜程度”。当房间内人员密度变化较大时，如果一直按照设计的较大人员密度供应新风，将浪费较多的新风处理用冷、热量。人员密度较大且密度随时间变化的房间，如展览厅、会议室、报告厅等的空调系统宜根据采集到的 CO_2 浓度实现通风空调系统(包括新风、排风系统)自动调节。在调控新风量的同时，排风量也宜适应新风量变化以保持房间压力的稳定。 $\text{PM}_{2.5}$ 对人的身体危害较大，会进入支气管和肺泡，干扰肺部的气体交换，引发哮喘、支气管炎和心血管病等疾病，还可以通过支气管和肺泡进入血液，所附着的有害物质溶解在血液中，对人体健康产生危害。因此要求污染物可以实现超标实时报警，并与通风空调系统联动。当任何一个污染物浓度超标时，应加大室内新风量。

6.1.9 1 除公共区域外，主要功能房间的空调末端，如风机盘管、多联机室内机等，可现场独立启停和调节室温。

2 温湿度独立控制空调系统即采用了温度与湿度两套独立的空调系统，分别控制着空调区的温度与湿度。常规的空调系统设计的主要应用是温度调节，系统本身没有湿度传感器，无法“自主的”去除湿。制冷时空气被冷却，当降至空气露点温度，空气中的水气达到饱和而凝结成水被排出，是一种温湿度耦合控制。温湿度独立控制空调系统末端设备负担空调区的部分显热负荷，新风负担空调区全部的湿负荷。采用温湿度独立控制空调系统，具有以下优点：

1) 温度控制系统，冷冻水供水温度可提高至 $16\sim 18^\circ\text{C}$ ，冷源可采用天然冷源或COP值较高的高温型冷水机组，节约电耗。

2) 湿度控制系统，湿度可实现调节控制。尤其冬季的北京，空气非常干燥。利用湿度控制系统，可为房间空气加湿。

3) 高舒适性。系统末端可采用毛细管辐射末端或干式对流末端，其噪音小且处于干工况运行，避免了室内盘管等表面滋生霉菌等。

4) 无吹风感。毛细管辐射末端利用高温冷水辐射消除冷热负荷，干式对流末端出风温度高，避免了室内吹风感。

目前，此项技术已在医院病房、疗养院、酒店、办公、档案馆等场所使用。温湿度独立控制空调系统的适用范围有局限性，不适用于门、窗经常开启的公共场所，对房间围护结构的热工性能也有较高要求。目前一般是在回风口的位置监测室内的温湿度。

3 空调新风系统和排风系统节能绿色化改造时,按照建筑物使用功能、室内人数和室外空气状况,科学控制新风量、回收排风能量。在疫情时期,建议优先选择能够避免新风排风交叉污染的热回收装置。目前常用的排风热回收装置主要有转轮式热回收、板翅式热回收、热管式热回收和液体循环式热回收等几种方式。在进行热回收系统的设计时,应根据当地的气候条件、使用环境等选用不同的热回收方式。不同热回收装置的主要优缺点详见下表。

表 1 不同热回收装置的主要优缺点

热回收方式	优点	缺点
转轮式热回收	<ol style="list-style-type: none"> 1 能同时回收潜热和显热; 2 排风和新风逆向交替过程中有一定的自净作用; 3 通过转速控制,能适应不同室内外空气参数; 4 回收效率高,可达到 70%~80%; 5 能适用于较高温度的排风系统 	<ol style="list-style-type: none"> 1 接管位置固定,配管的灵活性差; 2 有传动设备,自身需要消耗动力; 3 压力损失较大,易脏堵,维护成本高; 4 有渗漏,无法完全避免交叉污染
板翅式热回收	<ol style="list-style-type: none"> 1 传热效率高; 2 结构紧凑; 3 没有传动设备,不需要消耗电力; 4 设备初投资低,经济性好 	<ol style="list-style-type: none"> 1 换热效率低于转轮式热回收; 2 设备体积较大,占用建筑面积和空间多; 3 压力损失较大,易脏堵,维护成本高
热管式热回收	<ol style="list-style-type: none"> 1 结构紧凑,单位面积的传热面积大; 2 没有传动设备,不需要消耗电力; 3 不易脏堵,便于更换,维护成本低; 4 使用寿命长 	<ol style="list-style-type: none"> 1 只能回收显热,不能回收潜热; 2 接管位置固定,配管的灵活性差
液体循环式	<ol style="list-style-type: none"> 1 新风与排风之间不会产生交叉污染; 2 由于供热与得热两侧通过管路连接,对距离没有限制; 3 布置方便灵活; 4 换热盘管数经计算选择合适时,显热回收率可达 55%~60%。 	<ol style="list-style-type: none"> 1 只能回收显热,不能回收潜热; 2 由于中间介质造成温差损失,使换热效率较低(一般$\leq 60\%$,增加盘管数可使换热效率有所提高,但水泵和风机耗电量相应增加因素需考虑)。

表 2 给出了热回收装置的交换效率限值。

表 2 热回收装置交换效率限值

类型		冷量回收	热量回收
全热型热回收装置	全热交换效率	≥55%	≥60%
显热型热回收装置	显热交换效率	≥65%	≥70%

5 实践表明，尽管直流无刷风机盘管造价显著高于常规电容电机的风机盘管，但由于其电机效率的显著提高和“天然的”无级调速功能，节能效果十分显著，相对投资回收期通常不会超过3-4年，所以在经济条件允许时建议采用直流无刷风机盘管。

6 风机盘管集中控制装置应保证需求侧使用的前提下，按照用户使用习惯，风机盘管集中控制器自适应、自学习调整设备运行，实现按需供能，实现末端系统节能运行。

7 末端可调是输配系统节能的关键，尤其是规模较大的水系统，如无自控阀门，在空调末端部分运行时，水泵仍需满负荷运行，无法实现有效节能。

6.2 施工

6.2.1 材料和设备的进场验收包括：对材料和设备的规格、尺寸、标识等进行检查验收；对材料和设备的质量证明文件，如产品质量保证书、出厂合格证、性能检测报告等进行核查。

6.2.4 冷却塔安装的位置大都在建筑顶部，一般需要设置专用的基础或支座。冷却塔属于大型的轻型结构设备，运行时既有水循环又有风循环，因此设备安装时，强调固定牢固。

6.2.5 冷却塔经过多年运行，其填料容易发生变形、结垢等问题，本条文对填料的更换方法进行了规定。

6.2.6 既有公共建筑水泵、风机加装变频器是较为普遍的节能改造方式，本条文对变频器安装的环境以及安装过程中的注意事项进行了规定。

6.2.7 调查发现，部分公共建筑空调水系统的输配水管道保温材料采用玻璃棉。由于输配水管道表面夏季有结露现象，且管道使用时间较长，玻璃棉吸水情况严重导致保温效果明显下降，冷量、热量在输送中白白损失。因此，本条文提出了管道绝热层的更换方法。

6.2.11 排风热回收装置可以安装在室外，也可以在室内进行吊顶安装。安装在室外时，新、排风口应采取防雨措施，如在室外，新风入口、排风出口应安装止回阀或防雨百叶风口等。

安装在墙壁或吊顶上，应考虑对结构安全的影响。凝结水应有组织回收，避免对建筑外立面造成影响。

6.3 验收

6.3.1 公共建筑供暖通风与空气调节系统的改造工程验收应符合相关验收规范的要求。

6.3.2 本条文规定了既有公共建筑供暖通风与空气调节系统施工质量验收应提交的资料。

7 给水排水及生活热水系统改造实施

7.1 设计

7.1.1.2 叠压供水方式可以充分利用自来水管道原有的市政管网压力，降低供水设备运行能耗。

3 生活给水系统根据供水水质又可分为生活饮用水系统、直饮水系统及杂用水系统。生活饮用水系统包括盥洗、淋浴、开水间等用水；直饮水系统包括纯净水、矿泉水等用水；杂用水系统包括冲厕、浇灌花草等用水。建筑用水进行分质供水，在保证建筑卫生的同时，能够充分利用水资源，提高利用效率。中水系统既可自建也可以来自市政。中水利用应严格执行现行国家标准《建筑中水设计规范》GB 50336。

4 贮水构筑物设置水位监视、报警和控制仪器和设备很有必要。工程中由于自动水位控制阀失灵，水池(箱)溢水造成水资源浪费，特别是地下室的贮水池溢水造成财产损失的故事屡见不鲜。对于有淹没可能的地下泵房，可对水池的进水阀提出双重控制要求(如先导阀采用浮球阀+电磁阀)，同时，应对泵房排水提出防淹没的排水能力要求。

报警水位与最高水位和溢流水位之间关系：报警水位应高出最高水位50mm左右，小水箱可取小一些，大水箱可取大一些。报警水位距溢流水位一般约50mm，如进水管径大，进水流量大，报警后需人工关闭或电动关闭时，应给予紧急关闭的时间，一般报警水位距溢流水位250mm~300mm。

7.1.2 本条是基于防止异味窜流的考虑。水封能有效地阻断排水管内的有害气体窜入室内，从而保证室内环境卫生。

7.1.3.1 按使用用途、付费或管理单元的情况，针对不同用户的用水分别设置用水计量装置，统计用水量，并据此施行计量收费，以实现“用者付费”，达到鼓励行为节水的目的，同时还可以统计各种用途的用水量和分析渗漏水量，达到持续改进的目的。

2 建筑改造中鼓励选用更高节水性能的节水器具。目前我国已对部分用水器具的用水效率制定了相关标准，如现行国家标准《水嘴用水效率限定值及用水效率等级》GB 25501、《坐便器水效限定值及水效等级》GB 25502、《小便器用水效率限定值及用水效率等级》GB 28377、《淋浴器用水效率限定值及用水效率等级》GB 28378、《便器冲洗阀用水效率限定值及用水

效率等级》GB 28379等。表1~表6分别列出了水嘴、坐便器、小便器、淋浴器、大便器冲洗阀、小便器冲洗阀用水效率等级指标。

表1 水嘴用水效率等级指标

用水效率等级	1级	2级	3级
流量/(L/s)	0.100	0.125	0.150

表2 坐便器用水效率等级指标

用水效率等级			1级	2级	3级	4级	5级
用水量 (L)	单档	平均值	4.0	5.0	6.5	7.5	9.0
		双档	大档	4.5	5.0	6.5	7.5
		小档	3.0	3.5	4.2	4.9	6.3
		平均值	3.5	4.0	5.0	5.8	7.2

表3 小便器用水效率等级指标

用水效率等级	1级	2级	3级
冲洗水量 (L)	2.0	3.0	4.0

表4 淋浴器用水效率等级指标

用水效率等级	1级	2级	3级
流量 (L/s)	0.08	0.12	0.15

表5 大便器冲洗阀用水效率等级指标

用水效率等级	1级	2级	3级	4级	5级
冲洗水量 (L)	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0

表6 小便器冲洗阀用水效率等级指标

用水效率等级	1级	2级	3级
冲洗水量 (L)	2.0	3.0	4.0

用水效率等级达到节水评价值（2级）的卫生器具具有更优的节水性能。

3 采用带恒温控制和温度显示功能的冷热水混合淋浴器旨在减少调温时“无效冷水”流失。设置感应开关、延时自闭阀或脚踏式开关旨在减少无人时“长流水”浪费。

4 传统的绿化灌溉多采用直接浇灌（漫灌）方式，不仅会浪费大量的水，还会出现跑水现象，影响周边环境，传统灌溉过程中的水量浪费主要是由四个方面导致：高水压导致的雾

化；土壤密实、坡度和过量灌溉所导致的径流损失；天气和季节变化导致的过量灌溉；不同植物种类和环境条件差异所导致的过量灌溉。

目前普通采用的绿化节水灌溉方式是喷灌，其比地面漫灌要省水30%~50%。采用再生水漫灌时，因水中微生物在空气中极易传播，应避免采用喷灌方式。微灌包括滴灌、微喷灌、涌流灌和地下渗灌，比地面漫灌省水50%~70%，比喷灌省水15%~20%。其中微喷灌射程较近，一般在5m以内，喷水量为200L/h~400L/h。微灌的灌水器孔径很小，易堵塞。微灌的用水一般都应进行净化处理，先经过沉淀除去大颗粒泥沙，再进行过滤，除去细小颗粒的杂志等，特殊情况下还需要进行化学处理。

5 除卫生器具、绿化灌溉和冷却塔以外的其他用水也应采用节水技术和措施，如车库和道路冲洗用的节水高压水枪、节水型洗衣机、循环用水洗车台，给水深度处理采用自用水量较少的处理设备和措施，集中空调加湿系统采用效率高的设备和措施等。

7.1.5 直接加热热水机组以机组内被加热的水直接供应生活热水的热水机组，属一次换热，其效率较高；蒸汽的热焓比热水要高得多，将水由低温状态加热至高温、高压蒸汽再通过热交换转化为生活热水是能量的高质低用，造成能源浪费，应避免采用。医院的中心供应中心(室)、酒店的洗衣房等有需要用蒸汽的要求，需要设蒸汽锅炉，制备生活热水可以采用汽水热交换器。

7.1.6 当更换生活热水供应系统的锅炉及加热设备时，机组的供水温度应符合以下要求：生活热水水温低于60℃；间接加热热媒水水温低于90℃。

7.1.7.3 同阻技术是指在生活热水系统中，为了取代同程系统，通过调整、增加部分配水管末端的局部阻力，控制水力平衡而采用的技术，这样可以缩短热水管道长度，从而减少热水管道系统的热损失量。

4 热水管道特别是室外直埋热水管道，当工作管使用钢管、外护管使用高密度聚乙烯、保温材料使用硬质聚氨酯泡沫塑料时，保温管及管件应符合现行国家标准《高密度聚乙烯外护管硬质聚氨酯泡沫塑料预制直埋保温管及管件》GB/T 29047的相关规定；当工作管使用钢管、外护管使用玻璃钢、保温材料使用硬质聚氨酯泡沫塑料时，保温管应符合现行行业标准《玻璃纤维增强塑料外护层聚氨酯泡沫塑料预制直埋保温管》CJ/T 129的相关规定。

7.1.8 1 集中热水供应系统要求采用机械循环，保证干管、立管的热水循环，支管可以不循环。对于不循环的支管，水温往往由于不够，被用户浪费掉。缩短支管长度，在节约用水量的同时，保证用水点有快速的响应。一般采用多设立管的形式，减少支管的长度，达到节约热能目的。

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

3 大量实测研究表明，生活热水系统的热量损失和水量损失情况非常严重，对于实际负荷率较低的公共建筑，尽管采用回水循环加热系统可以在一定程度上保证用水点热水出流时间，但由于负荷率较低，循环加热过程中的热量损失非常显著，而采用靠近用水点的即热式加热装置虽然可能会消耗一部分高品质能源（如电能），但总量很少，而且能提高用水感受并节约水量。但酒店等性质的建筑集中热水系统的方式更经济节能，所以要结合公共建筑性质确定是否采用近用水点处安装即热式辅热装置的措施。

7.2 施工

7.2.3 满水试验静置24h，观察不渗不漏；水压试验在试验压力下10min 压力不降，不渗不漏。

8 供配电、照明及电梯系统改造实施

8.1 设计

8.1.1 1 “保护电器的选择性配合”是指“在低压配电系统中,上下级保护电器的动作应具有选择性,各级之间应能协调配合”。配电系统改造设计要认真核查负荷增减情况,避免因用电设备功率变化引起断路器、继电器及保护元件参数的不匹配。该技术的实施应符合国家现行标准《供配电系统设计规范》GB 50052、《低压配电设计规范》GB 50054的规定。

2 供配电系统改造线路敷设非常重要,一定要进行现场踏勘,对原有路由需要仔细考虑,一些老建筑的配电线路很多都经过二次以上的改造,有些图纸与实际情况根本不符,如果不认真进行现场踏勘会严重影响改造施工的顺利进行。

8.1.2 目前建筑供配电设计容量是一个比较矛盾的问题,既需要考虑长久用电负荷的增长又要考虑变压器容量的合理性,如果没有充分考虑负荷的增长就会造成运行一段时间后变压器容量不能满足用电要求,而如果变压器容量选择太大又会造成变压器损耗的增加,不利于建筑节能,这两者之间应该有一个比较合理的平衡点,需要电气设计人员与业主充分讨论并对未来用电设备发展有较深入的了解。随着可再生能源的运用和节能型用电设备的推广,变压器容量的预留应合理。若变压器改造后,变压器容量有所改变,则需按照国家规定的要求重新进行报审。技术的实施应符合现行国家标准《供配电系统设计规范》GB 50052的规定。

8.1.3 1 改造前宜进行重新评估和负荷计算,当断路器不能满足要求时应进行改造,宜采用智能型断路器。

8.1.4 设置电能分项计量可以使管理者清楚了解各种用电设备的耗电情况,进行准确的分类统计,制定科学的用电管理规定,从而节约电能。建筑面积超过2万m²的为大型公共建筑,这类建筑的用电分项计量应采用具有远传功能的监测系统,合理设置用电分项计量是指采用直接计量和间接计量相结合的方式,在满足分项计量要求的基础上尽量减少安装表计的回路,以最少的投资获取数据。安装表计回路设置应根据常规电气设计而定。需要注意的是对变压器损耗的计量,但是否能在变压器进线回路上增加计量需要确定变配电室产权是属于业主还是属于供电部门,并与当地供电部门协商,是否具有增加表计的可能,需要特别注意的是在供电局计量柜中只能取其电压互感器的值,不能改动计量柜内的电流互感器,电流值需要取自变压器进线柜内单独设置10kV电流互感器,不要与原电流互感器串接。

8.1.5 无功补偿是电气系统节能和合理运行的重要因素，有些建筑虽然设计了无功补偿设备但不投入运行，或运行方式不合理，若补偿设备确实无法达到要求时，经过投资回收分析后可更换设备。补偿的要求是功率因数，一般地，应不低于0.9，技术的实施应符合现行国家标准《供配电系统设计规范》GB 50052的规定。

8.1.6 一般对谐波的治理可采用滤波器、增加电抗器等方法，采用何种方法需要对谐波源进行分析，最可靠的方法是首先对谐波源进行治理，例如节能灯是谐波源时，可对比直接改造灯具和增加各种谐波治理装置方案的优劣，最终确定改造方案。降低电压的措施包括优化供电线路、调节变压器分接头、合理配置无功功率等。

8.1.7 1 照明节能绿色化改造要保证满足原有照明功能、性能要求，通过产品、系统节能性能的提升，以及节能设计、应用上的运维管理，达到节能的目标。合理的灯具安装方式指灯具安装的方向性/角度、高度、位置/排列等因素保证照明质量及节能效果；合理的照明控制指通过合理的控制策略进行人工照明节能、人工照明与日光的综合利用。

2 现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034根据现行国家产品效能标准并结合我国现有灯具效率或效能水平规定了相应指标。

3 照明回路配电设计应重新根据现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034中规定的功率密度值进行负荷计算，并核查原配电回路的断路器、电线电缆等技术参数。

4 照明配电系统改造设计时要预留足够的接口，如果接口预留数量不足或不符合控制系统要求，就无法实施对照明系统的控制，照明配电箱做成后若再增加接口，一是位置空间可能不合适，二是需要现场更改增加很多麻烦。在大型建筑内，照明控制系统应采用分支配电方式。在这种情况下，可以在过道内分布若干个同样类型的分支配电装置，由楼层配电箱负责分支配电装置的供电。由此可以使线路敷设简单而且层次分明。

5 照明功率密度值由现行国家标准《建筑室内照明设计标准》GB 50034针对不同建筑空间类型以及功能使用进行了详细规定。

8.1.8 6 7 在白天自然光较强，或在深夜人员很少时，可以方便地用手动或自动方式关闭一部分或大部分照明，有利于节电。分组控制的目的是，为了将同一场所中天然采光充足或不充足的区域分别开关。面积较小且要求不高的公共区照明一般采用就地控制方式，这种控制方式价格便宜，能起到事半功倍的效果；大面积且要求较高公共区宜根据需要设置集中监控系统，如已经具备楼宇自控系统的建筑可将此部分纳入其监控系统。

8 在条件具备的情况下，通过光导管技术，将太阳光直接导入室内。

12 可使用与照明系统联动的自动遮阳系统，既保证了自然光的利用，同时也对日光带来的眩光影响予以控制。

8.1.9 电梯无外部召唤，且轿厢内一段时间无预置指令时，电梯宜自动转为节能运行方式；自动扶梯、自动人行步道宜具备空载时停运待机功能。变频器可以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。

9 运维管理系统改造实施

9.1 设计

9.1.1 此条规定了监测与控制系统改造的总原则。

9.1.2 建筑设备监控系统是将建筑物(群)内的电力、照明、空调、给水排水等机电设备或系统进行集中监视、控制和管理的综合系统。将能耗监测系统与建筑设备监控系统进行集成，一方面方便集中管理，另一方面节省机房面积。

9.1.3 公共建筑的供暖通风与空调系统、给水排水及生活热水等系统较复杂，包括用能设备众多。当未进行分项计量时，不利于统计各系统的能耗分布，难以发现能耗不合理之处并提出改进措施，从而有效地实施建筑节能。因此，在公共建筑进行节能绿色化改造时必须考虑设置能耗监测系统，使系统各能耗环节能够实现独立分项计量。

1 分类能耗中，电量应分为4项分项，包括照明插座用电、空调用电、动力用电和特殊用电。电量的4项分项是必分项，各分项可根据建筑用能系统的实际情况灵活细分为一级子项和二级子项，是选分项。其它分类能耗不应分项。

一般在下列场合增设计量装置：

1) 市政给水管网引入总管及厨房餐厅的供水管，饮用水供水管，租赁使用场所及独立核算的供水管，盥洗、洗衣房、游泳、空调用水供水管，绿化浇灌供水管等处应配置水表；

2) 空调系统的冷水（热泵）机组、冷冻水泵、冷却塔、冷却水泵、热水循环泵、电锅炉等主要设备的配电回路，租赁使用场所及独立核算的单元，配置电能计量装置；

3) 市政供燃气管网引入管及厨房餐厅用燃气管，配置燃气表；

4) 采用区域性热源和冷源时，在每栋单体建筑的热（冷）源入口处，租赁使用场所、独立核算单元或区域的热（冷）源入口处，配置热（冷）量表。

4 节能绿色化改造时最重要的是根据改造前后的数据对比，判断节能量，因此涉及节能运行的关键数据必须经过1个供暖季、供冷季和过渡季，所以至少需要12个月的时间。由于数据的重要性，本条文规定，无论系统停电与否，与节能相关的数据应都能至少保存12个月。能耗数据采集频率，分项能耗数据的采集频率为每15分钟1次到每1小时1次之间，数据采集频率可根据具体需要灵活设置。

9 根据《中华人民共和国网络安全法》，对于部分云端能耗监测系统，如无相关安全措施容易导致数据泄露。

9.1.4 这里是指建筑设备监控系统。当对室外气象参数进行数据采集时，建议采集频率不低于1小时；可采集室外干球温度、相对湿度、太阳辐射、风速等。

9.1.5 2 对系统冷、热量的瞬时值和累积值进行监测，冷水机组优先采用由冷量优化控制运行台数的方式。通常60%~100%负荷率为冷水机组的高效率区，故根据系统负荷变化，合理的控制机组的开启台数，使得各机组的负荷率经常保持在50%以上，有利于冷水机组节能运行。长时间不运转的机组匹配适应性可能较差而影响运行能效比，同时会影响长时间运转机组的使用寿命，因此有必要平衡多台机组的运行时间。每增加新一组设备时，判断冷量条件为计算冷量超出机组总标准冷量的15%，例如现在已经开启一组，而冷量要求超出单台机组冷量的15%，再延时(20~30)min后判断负荷继续增大时，即开启新一组设备。关闭一组设备的判断冷量条件为计算冷量低于机组总标准冷量的90%，例如现在已经开启两组设备同冷量的机组，且冷量在逐渐下降，在冷量要求低于单台机组冷量的90%以下，且延时(20~30)min后判断冷量条件无变化，即关闭其中一组运行时间较长的冷水机组及附属设备。另外，长时间不运转的机组匹配适应性可能较差而影响运行能效比，同时会影响长时间运转机组的使用寿命，因此有必要平衡多台机组的运行时间。

5 3) 能效值包括冷水(热泵)机组运行时实际性能系数(COP)，电冷源综合制冷性能系数(SCOP)，空调冷(热)水系统耗电输冷(热)比(EC(H)R-a)等。

9.1.6 1 高压配电柜进线回路电气参数包含电流、电压、频率、有功功率、无功功率、功率因数和耗电量，馈线回路电气参数包含电流、电压和耗电量；断路器状态是指进线断路器、馈线断路器、母联断路器的分、合闸状态及其故障、跳闸报警状态。

低压配电柜进线回路电气参数包含电流、电压、频率、有功功率、无功功率、功率因数和耗电量、谐波含量。馈线回路电气参数包含电流、电压和耗电量；开关状态是指进线开关、重要配出开关、母联开关的分、合闸状态的分、合闸状态及其故障、跳闸报警状态。

监测变压器进出线回路电气参数可以分析变压器的自身损耗，直观、量化分析“一级表”的电耗变化。

应急电源电气参数包含供电电流、电压及频率。

2 大型公共建筑面积大、功能复杂、人流量高，采用智能照明控制系统可以有效地对照明系统进行合理控制，加强系统对各类不同需求的适应能力，提升建筑物的整体形象，有效节约照明系统的能耗，大幅度降低照明系统的运行维护成本。

3 应根据建筑物的性质、楼层、服务对象和功能要求，进行电梯客流分析，合理确定电梯的型号、台数、配置方案、运行速度、信号控制和管理方案，提高运行效率。

应根据电梯的载重量、运行速度和提升高度，合理选择电梯的电动驱动和控制方案。在一般大型建筑物中，特别是超过100m的高层建筑，应采用分区服务的方式来提高电梯服务效率。

电梯、自动扶梯和自动人行步道的供电容量，应按拖动电动机的电源容量与其他附属用电容量之和确定。

4 为了保证充电过程中操作者、电动汽车及动力电池的安全，交流充电桩应具备急停开关。

9.2 施工

9.2.2 2 需核对被监控机电设备接入条件，包含设备专业控制原理要求是否满足，管道、阀门和阀门驱动器之间是否匹配且满足控制要求，电气专业控制箱和配电箱是否满足监控要求，电梯是否具备监测条件。自成控制单元的设备的数字通信接口和通信协议是否满足监控要求。

9.2.6 监测与控制系统的节能调试不同于其他系统，调试和验收是非常重要的环节，且这个系统是否能够合理运行并起到节能作用与其涉及的供暖通风空调及生活热水供应系统密切相关。因此，必须在这些系统手动运行正常的情况下才能投入自控运行，否则会使原系统运行更加混乱，反而造成系统振荡。当工艺达到要求时，方可进行自控调试。

9.4 维护管理

9.4.2 1 水冷冷水机组或热泵机组应考虑实际运行过程中机组换热器结垢对换热效果的影响，冷水机组或热泵机组在实际运行使用过程中，换热管管壁所产生的水垢、污垢及细菌、微生物膜会逐渐堵塞腐蚀管道，降低热交换效率，增加运行能耗。相关研究成果表明1mm污垢，可多导致30%左右的耗电量。污垢严重时还会影响设备正常安全运行，同时也产生军团菌等细菌病毒，危害公共环境卫生安全。目前解决的方法主要是采用人工化学清洗，通过平时加药进行水处理，停机人工清洗的方式。该方式存在随意性大、效果不稳定、需要停机、不能实现实时在线清污、对设备腐蚀磨损等问题，而且会产生大量的化学污水，严重污染环境。所以建议使用实时在线清洗技术。目前实时在线清洗技术有两种，一种是橡胶球清洗技术，一种是清洗刷清洗技术。

2 3) 非传统水源不同于传统地表水供水和地下水供水的水源, 包括再生水、雨水、海水等。使用非传统水源的场合, 其水质的安全性十分重要。为保证合理使用非传统水源, 实现节水目标, 必须定期对使用的非传统水源进行检测, 水质检测间隔不大于1个月, 并准确记录。同时, 为便于对非传统水源利用设施进行有效管理和评估, 应对非传统水源供水量进行记录。

6) 北京有的地区水的硬度较高, 冷却塔结垢较严重。冷却塔是以水和空气作冷却介质, 利用部分冷却水的蒸发带走热量。当水蒸发时, 原来存在的杂质还在水中, 水中溶解的固体的浓度也会不断提高, 如果这些杂质和污物不能有效控制, 会引起结垢、腐蚀和污泥积聚, 从而降低传热效率, 不节能, 并会影响设备的寿命和正常的运行。因而建议采用循环水质控制器来控制循环水的总硬度和电导率。

10 可再生能源系统改造实施

10.1 设计

10.1.1 本条文规定了公共建筑进行节能绿色化改造时，有条件的场所应优先利用可再生能源。可再生能源包括风能、太阳能、水能、生物质能、地热能、海洋能等非化石能源，其中与建筑用能紧密关联的主要有太阳能、空气能和地热能。目前，利用太阳能的技术主要有被动式太阳房、太阳能热水、太阳能供暖与制冷、太阳能光伏发电及光导管技术等；利用室外空气作为低位冷热源的技术主要有空气源热泵供热、制冷技术；利用地热能的技术主要有地源热泵供热、制冷技术。

10.1.2 1 太阳能光伏系统的总功率和光伏板的安装数量应该根据系统使用期内的太阳辐照量、系统经济性和用户要求等综合因素确定。北京市属于太阳能资源较富区。

3 在既有建筑物上建设光伏发电系统，有可能对既有建筑物的安全性造成不利影响，威胁人身安全，因此应进行安全复核。这些不利影响包括但不限于增加了既有建筑物的荷载，对既有建筑物的结构造成了破坏，导热不利致使既有建筑物局部温度过高，防雷接地性能不足等。

4 电能质量包括电压偏差、频率、谐波和波形畸变、功率因数、电压不平衡度及直流分量等。自发自用的电力优先用于建筑照明系统、电动车充电桩等。

5 为实现精细化管理，掌握太阳能光伏系统实际发电量。

6 国家现行标准《民用建筑太阳能光伏系统应用技术规范》JGJ 203和《光伏电站设计规范》GB 50797都对电气设备的警示标志作出了强制性要求，特别是逆变器和交流配电柜(或并网开关柜)都需要“双电源”标识。

7 在新建建筑上安装太阳能光伏系统和在既有建筑上增设或改造已安装的太阳能光伏系统，不得降低本建筑和相邻建筑的日照标准。

10.1.3 1 集中生活热水供应系统具有热效率高、用户使用舒适、操作简便等优点。在太阳能资源较好的地方，应结合实际用热需求特点和技术应用条件，考虑是否采用太阳能热水方案。

2 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 太阳能有效利用率即太阳能提供的生活热水热量的比例。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40%。

6 日照标准是根据建筑物所处的气候区，城市大小和建筑物的使用性质决定的，在规定的日照标准日(冬至或大寒日)有效时间范围内，以底层窗台面为计算起点的建筑外窗获得的日照时间。一般取决于建筑间距，即两栋建筑物或构筑物外墙面之间的最小垂直距离。当平屋面上安装较大面积的太阳能集热器时，无论是新建建筑，还是既有建筑均应考虑影响相邻建筑的日照标准问题。日照标准对于不同类型的建筑要求不同，应符合相关标准的规定。

10.1.4 2 带有热回收功能的空气源热泵机组可以把原来排放到大气中的热量加以回收利用，提高了能源利用效率，因此对于有同时供冷、供热要求的建筑应优先采用。

3 应根据设计工况和平衡点温度确定空气源热泵机组的有效制热量，当机组的标称工况与设计工况不符时，应根据室外温、湿度及结、除霜工况对制热性能进行修正。此外，采用空气源多联式空调（热泵）机组时，连接管长度和高差的增加将导致压力变化、制热运行时的冷凝温度降低、制热量减小、能效比降低、制冷剂的沉积与闪发，由此会引起系统性能衰减和影响其安全、稳定运行，故需对管长和高差根据厂家给出的方法进行修正。

4 随着室外温度变化，空气源热泵机组实际供热量曲线与建筑热负荷线交点所对应的室外温度为平衡点温度。平衡点温度受建筑围护结构特性、空气源热泵机组容量及性能等多因素影响。随着室外气温的降低，采用空气源热泵供暖的经济性和可靠性变差，采用辅助热源配合空气源热泵可解决极端寒冷气候条件下的可靠性，同时避免了空气源热泵由于选型过大，造成的初投资和运行费用的提高。空气源热泵供暖系统可选用电、燃气、太阳能、工业余热、生物质或废热等作为辅助热源。

5 空气源空调机组包括空气源冷（热）水机组、空气源多联机、分体式空调器等，其运行能效除与机组的性能有关外，同时也与室外机合理的布置有很大关系。为了保证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；如果有墙壁等障碍物使进排风不畅和短路，或受到高温污浊气流的影响，也会影响室外机功能和能力的发挥，而使空调机组能效降低。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。

10.1.5 1 地源热泵系统包括地埋管、地下水及地表水地源热泵系统。工程场地状况调查及浅层地热能资源勘察的内容应符合现行国家标准《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366 的相关规定。地源热泵系统技术可行性主要包括：

1) 地埋管地源热泵系统：当地岩土体温度适宜，热物性参数适合地埋管换热器换热，冬、夏取热量和排热量基本平衡；

2) 地下水地源热泵系统：当地政策法规允许抽灌地下水、水温适宜、地下水量丰富、取水稳定充足、水质符合热泵机组或换热设备使用要求、可实现同层回灌；

3) 地表水地源热泵系统：地表水源水温适宜、水量充足、水质符合热泵机组或换热设备使用要求。

改造的可实施性应综合考虑各类地源热泵系统的性能特点进行分析：

1) 地埋管地源热泵系统：是否具备足够的地埋管换热器设置空间、项目所在地地质条件是否适合地埋管换热器钻孔、成孔的施工；

2) 地下水地源热泵系统：是否具备进行地下水钻井的条件、取排水管道的位置、钻井是否会对建筑基础结构或防水造成影响、是否会破坏地下管道或构筑物；

3) 地表水地源热泵系统：调查当地水务部门是否允许建造取水和排水设施，是否具备设置取排水管道和取水泵站的位置；

4) 进行改造可实施性分析时，还应同时考虑建筑物现有系统（如既有空调末端系统是否适应地源热泵系统的改造、供配电是否可以满足要求、机房面积和高度是否足够放置改造设备、穿墙孔洞及设备入口是否具备等）能否与改造后的地源热泵系统相适应。

改造的经济性分析应以全年为周期的动态负荷计算为基础，以建筑规模和功能适宜采用的常规空调的冷热源方式和当地能源价格为计算依据，综合考虑改造前后能源、电力、水资源、占地面积和管理人员的需求变化。

2 原有空调系统的冷热源设备，当与地源热泵系统可以较高的效率联合运行时，可以予以保留，构成复合式系统。在复合式系统中，地源热泵系统宜承担基础负荷，原有设备作为调峰或备用设施。另外，原有机房内补水定压设备和管道接口能够满足改造后系统使用要求的也宜予以保留和再利用。

3 由于建筑节能绿色化改造，建筑物的空调负荷降低。因此，在进行地源热泵系统设计时，冬季可以适当降低供水温度，夏季可以适当提高供水温度，以提高地源热泵机组效率，减少主机电耗。供水温度提高或降低的程度应通过末端设备性能衰减情况和改造后空调负荷情况综合确定。当地埋管换热器的出水温度、地下水或地表水的温度可以满足末端需求时，应优先采用上述低位冷（热）源直接供冷（供热），而不应启动热泵机组，以降低系统的运行费用。当负荷增大，水温不能满足末端进水温度需求时，再启动热泵机组供冷（供热）。

4 在有生活热水需求的项目中可将夏季供冷、冬季供暖和供应生活热水结合起来改造，并积极采用热回收技术在供冷季利用热泵机组的排热提供或预热生活热水。

10.2 施工

10.2.1 公共建筑太阳能光伏系统节能绿色化改造施工应符合下列规定：

1 关于太阳能光伏系统的基座、支架安装为了保证整个系统的稳定、安全和高效运行。基座施工应不得破坏屋面防水层，当防水层收到破坏时，被破坏部分重做防水，符合国家标准《屋面工程质量验收规范》GB50207的规定；

2 通常支架由同一企业生产，根据光伏组件在北京安装的气候特点，支架的强度。抗风能力、防腐处理和热补偿措施等必须符合设计要求；

3 保证光伏组件的安装空间和散热间隙，旨在防止因人为原因导致太阳能光伏系统无法正常高效运行。

10.2.3 公共建筑太阳能供暖、供生活热水系统节能绿色化改造施工应符合下列规定：

1 太阳能集热器的安装方位对采光面上接受的太阳辐射影响很大，太阳辐射是影响直接左右系统运行效果，因此，在安装时应完全按照设计要求的方位；推荐使用罗盘仪确定方位，罗盘仪操作方便，是简便易行的定位工具；

2 太阳能集热器的种类较多，不同生产企业产品设计的相互连接方式以及真空管与联箱的密封方式有较大差别，其连接、密封的具体操作方法通常在产品说明书中详细说明，因此，本条规定中予以强调，要求按照具体产品所设计的连接和密封方式安装，并严格按产品说明书进行具体操作；

3 基座是太阳能供暖供热系统中的重要部位，关系到系统的稳定和安全，应与主体结构连接牢固。由于在既有建筑增设基座，无法同步施工，更应采取措施保证结构可靠连接。基座的强度应保证集热器防风、抗震和今后运行安全，通过设计计算提出的关键指标应在施工时严格执行。通常基座施工会破坏屋面层防水，等基座完工后，被破坏部分需要重做防水，符合现行国家标准《屋面工程质量验收规范》GB50207；

4 在部分围护结构表面，如平屋面上安装太阳能集热器时，集热器需安装在支架上，支架通常由集热器生产企业提供，本条对集热器支架提出要求。根据集热器安装的北京的气候特点，支架强度、抗风能力、防腐处理和热补偿措施等必须符合设计要求；

7 太阳能集热器安装及连接方式应保证屋面的荷载安全性,连接方式应尽量不破坏屋面防水层设置,当防水层受到破坏时,被破坏部位重做防水,符合国家标准《屋面工程质量验收规定》GB50207的规定。

10.3 验收

10.3.3 太阳能热水系统联合试运转和调试正常后应对太阳能系统节能热性能进行现场检验。根据辐照量、环境温度、贮热水箱温度、集热系统进出口温度、系统流量,系统耗电量、辅助能源耗电量、控制系统执行检查得热量、系统效率、系统保证率。

太阳能光伏系统的联合试运转和调试正常后应进行现场检验,电气设备应符合现行国家标准《建筑物电气装置》GB/T 16895的要求,光伏方阵标称功率、电能质量、系统电气效率测试应合格。

11 特殊用能系统改造实施

11.1.1 星级酒店建筑一般会配套大型洗衣房，机房内有洗衣、烘干、烫平设备等。其中，烘干、烫平设备需要高温热源，而通常都以蒸汽做热源的方式。洗衣房全年运行，其用能占到酒店建筑总能耗的3%~5%，会产生的冷凝水量大且具有较高可利用能量。

目前大部分酒店洗衣房在运行时，尤其是在夏季存在温度较高、湿度较大的问题，工作人员工作环境恶劣，并且酒店洗衣房设备，如平烫机、烘干机的余热直接排放，未进行热回收，造成能源浪费。因此，为了改善室内高温环境，降低温度，可以考虑充分回收冷凝水中二次蒸汽潜热及冷凝水显热。利用冷凝水二次蒸汽预热生活热水，并回收利用后的冷凝水通过热泵机组，热泵机组将吸收到的热量制成生活热水，实现节能减排，能源再利用。

11.1.2 数据中心机房内的温湿度通常是由精密空调控制，空调常年处于24小时不间断运行状态，对电力的消耗巨大。数据中心具有较大的显热负荷，可采用热管空调系统或利用室外新风等措施对通信设备进行降温处理。热管空调系统是通过制冷剂相变及自然重力实现机房内封闭循环，结合室外冷源的使用，实现安全、可靠、高效节能的空调系统。高温季节使用冷水机组提供的稳定的冷冻水，与热管空调从数据中心机房带出的热量进行热交换；过渡季节和冬季，通过电动三通阀转换到水-水换热器，由冷却塔把数据中心机房的热量带走，充分利用自然冷源，大幅度降低机械制冷功耗。

数据中心机房新风系统，可以在室外最高温度15℃以下时，利用室外的低温自然风作为冷源，对空气进行过滤、加湿以及智能配比等处理，为机房提供恒温恒湿的工作环境。当室外空气温度达不到系统要求时，此套系统会自动报警并联动原有空调系统启动降温与加湿功能。新风系统在北京地区工作时段为每年的11月初至下一年的3月底，将近5个月时间。冬季通过引进室外低于室内温度的空气，降低机房室内温度，很大程度的减少精密空调的使用时间，从而节约能源消耗。

12 改造测评

12.1 一般规定

12.1.1 既有建筑节能绿色化改造工作重点要求公共建筑提高用能设备或系统的能效,但同时也鼓励提高可再生能源应用水平。在评估改造措施的节能碳减排效果时,应按照改造前后的实际能源消耗量对节能绿色化改造效果进行评估。同时,若因增设太阳能光伏设施系统而生产的电量或新增外购绿色电量属于本项目自用的部分,尽管有一定的产能或利用了绿色电力,但对原用能设备或系统的能效无任何提升,因此,不应作为扣减项计入改造后的能源消耗量中。但由于利用太阳能光伏系统发电并自用,或外购绿色电力自用,确实对建筑的碳排放有贡献,因此可按照现行绿色电力的碳排放因子计算此部分电力造成的二氧化碳排放量。目前,本地分布式光伏发电自用或外购绿色电力自用是鼓励的,因此现阶段绿色电力的碳排放因子可取0。

12.1.2 公共建筑节能绿色化改造后,应对建筑内受改造措施影响的主要功能房间的室内环境进行检测,以保证改造措施的效果达到改造设计的要求,应至少包括室内温度、相对湿度、风速、照度、噪声和空气品质等内容。公共建筑中除走廊、核心筒、卫生间、电梯间、机房、车库等,其余的为主要功能房间。检测方法参见现行国家行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ / T 177。

12.1.3 这样做便于发现改造前后运行工况或建筑使用等的变化。一旦发生变化,应对改造前或改造后的能耗进行调整。

12.1.4 被改造系统或设备的检测方法参见现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ / T 177, 评估方法按本规范10.2节的规定进行。在相同的运行工况下采取相同的检测方法进行检测主要是为了保证测试结果的一致性。

12.1.5 对节能及碳减排效果进行评估,是为了检验是否实现了预期的改造效果。一般评估对比时间段为改造前和改造后1年,这里的1年不是1个严格的公历年,而是指连续稳定运行的12个月。

12.2 室内环境质量检测与评估

12.2.1 节能绿色化改造不能降低室内热环境质量,改造后应满足相关标准要求。

12.2.2 照明系统节能绿色化改造不能降低室内照明质量，改造后应满足相关标准要求。

12.2.3 节能绿色化改造不能降低主要功能房间室内环境品质，改造后应满足相关标准要求。

12.2.4 节能绿色化改造不能降低主要功能房间声环境质量，改造后应满足相关标准要求。

12.3 节能绿色化改造效果检测与评估

12.3.1 调整量的产生是因为测量基准能耗和当前能耗时，两者的外部条件不同造成的。外部条件包括：天气、入住率、设备容量或运行时间等，这些因素的变化跟节能措施无关，但却会影响建筑的能耗。为了公正科学地评价节能措施的节能效果，应把两个时间段的能耗量放到“同等条件”下考察，而将这些非节能措施因素造成的影响作为“调整量”。调整量可正可负。

“同等条件”是指一套标准条件或工况，可以是改造前的工况、改造后的工况或典型年的工况。通常把改造后的工况作为标准工况，这样将改造前的能耗调整至改造后工况下，即为不采取节能措施时建筑当前状况下的能耗(图1中调整后的基准能耗)，通过比较该值与改造后实际能耗即可得到节能量，见图1。

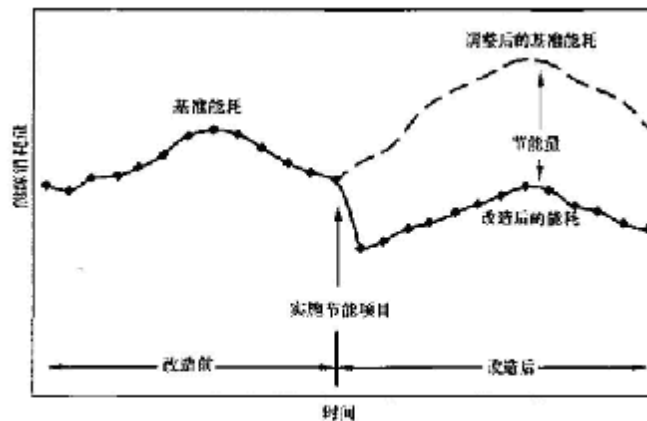


图1 节能量的确定方法

若改造前后，外部条件包括天气、入住率、设备容量或运行时间等变化不大，两个时间段满足“同等条件”的要求时，可认为没有调整量，此时校准能耗 (E_{calcd}) 等于基期能耗

(E_{baseline}):

- 1 在基期和报告期内，办公建筑的年使用时间、人员密度和采暖度日数没有发生变化时；
- 2 在基期和报告期内，旅馆建筑的入住率、客房区面积占总建筑面积比例和采暖度日数没有发生变化时；

3 在基期和报告期内，商场建筑的年使用时间和采暖度日数没有发生变化时；

4 在基期和报告期内，同一建筑中包括办公、旅馆、商场等的综合性建筑，其年使用时间、人员密度、入住率、客房区面积占总建筑面积比例和采暖度日数没有发生变化时。

12.3.2 当基期和报告期的建筑年使用时间、入住率、人员密度、客房区面积占总建筑面积比例以及采暖度日数等发生显著变化时，两个时间段不满足“同等条件”的要求，会对改造前后的节能量产生较大影响。这时应采用现行国家标准《民用建筑能耗标准》GB/T 51161中规定的修正方法计算校准能耗，北京地处寒冷地区，需要按照非供暖能耗和供暖能耗分别修正。

12.3.3 我国正面临2030年碳排放达峰和2060年碳中和的重大挑战。建筑行业一直被视为碳排放的重要领域。国内外对建筑领域碳排放的概念有广义和狭义之分。我国《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366-2019采用的是广义建筑碳排放，考虑了建材生产及运输、建造及拆除、运行阶段全寿命期的碳排放过程。狭义的建筑碳排放一般指建筑在使用阶段的CO₂排放，可占到全寿命期碳排放总量的75%~85%。由于改造核心目标是为了降低使用阶段的能耗与碳排放量，因此本规程在评估节能绿色化改造前后的碳排放量时仅比较改造前后的运行用能相关的碳排放量，按照IPCC系数法计算，即改造前后各种能源消耗量与各种能源对应的碳排放因子的乘积加和后即为改造前后的碳排放总量。值得注意的是，根据我市电力与燃气等能源结构组成现状，供给同样的建筑采暖面积时，采用燃气锅炉自采暖改为空气源热泵采暖后，可能存在总碳排放量增加的情况。因此，本条文仅列出改造前后碳排放变化量的计算方法，对建筑低碳化改造起到一定的引导作用。

12.3.4 节能绿色化改造项目实施前应编写改造效果检测与评估方案，改造效果检测和评估方案应精确、透明，具有可重复性。主要包括下列内容：

- 1 节能减排目标；
- 2 改造项目概况；
- 3 确定测量边界；
- 4 测量的参数、测点的布置、测量时间的长短、测量仪器的精度等；
- 5 采用的评估方法；
- 6 基准能耗、能源种类及运行工况；
- 7 改造后的能耗、能源种类及其运行工况；
- 8 建立标准工况；
- 9 明确影响能耗和碳排放量的各个因素的来源、说明调整情况；

10 能耗和碳排放量的计算方法和步骤，相关的假设等；

11 规定节能量和碳排放量的计算精度，建立不确定性控制目标。

12.3.5 账单分析法是指以能源消费账单上的实际发生能源消耗量作为依据，对建筑节能绿色化改造效果进行分析的一种方法，该方法用电力公司、燃气公司和热力公司的计量表及建筑内的分项计量表等对改造前后整幢大楼的能耗数据进行采集，通过分析账单和表计数据，计算得到改造前后整幢大楼的能耗，从而确定改造措施的节能量。

测量法主要测量建筑中受节能措施影响部分的能耗量，因此该法侧重于评估具体节能措施的节能效果；账单分析法的研究对象是整幢建筑，主要用来评估建筑水平的节能效果。校准化模拟法既可以用来评估具体系统或设备的改造效果，也可用来评估建筑综合改造的节能效果，一般在前两种方法不适用的情况下才使用。

校准化模拟法是指通过模拟部分或整个设施的能耗水平来测定节能量的方法，该方法对采取节能绿色化改造措施的建筑，用能耗模拟软件建立模型(模型的输入参数应通过现场调研和测量得到)，并对其改造前后的能耗和运行状况进行校准化模拟，对模拟结果进行分析从而计算得到改造措施的节能量。

12.3.6 账单分析法是以能源消费账单上的实际发生能源消耗量作为依据对整栋建筑节能绿色化改造效果进行评估。由于账单分析法简单直观、评估成本最低，因此一般只要改造项目能够满足如下条件，应优先采用账单分析法来评估改造效果：(1) 需评估改造前后整幢建筑的能效状况，且具有改造前后完整的能源消费账单；(2) 预期整栋建筑改造前后的节能量或减排量比较大，足以摆脱其他非改造措施相关的影响因素对能耗或碳排放量的随机干扰。这里所述的影响因素，是指气象参数、运行时间、人员密度、建筑用能面积调整等。

12.3.7 测量法是指通过现场测量节能绿色化改造部分的能耗及一些重要的参数来确定节能量的方法，该方法将被改造的系统或设备的能耗与建筑其他部分的能耗隔离开，设定一个测量边界，然后用仪表或其他测量装置分别测量改造前后该系统或设备与能耗相关的参数，以计算得到改造前后的能耗从而确定节能量。可根据节能项目实际需要测量部分参数或者对所有的参数进行测量。

一般来说，对运行负荷恒定或变化较小的设备进行节能绿色化改造可以只测量某些关键参数，其他的参数可进行估算，如，对定速水泵改造，可以只测量改造前后的功率，而对水泵的运行时间进行估算，假定改造前后运行时间不变。对运行负荷变化较大的设备改造，如冷机改造，则要对所有与能耗相关的参数进行测量。参数的测量方法参见《公共建筑节能检测标准》JGJ / T 177。

12.3.8 一般当账单分析法和测量法不适用时才使用校准化模拟法来计算节能效果。这一方面是考虑到账单分析法和测量法的局限性（如改造前后工况发生显著变化时，账单分析法难以体现这部分影响；当改造部分对建筑用能系统其它部分的能耗有明显影响时，很难采用测量法进行测量或测量费用很高，等等）；另一方面是考虑到能耗模拟软件的局限性，目前很多建筑结构、空调系统形式、节能措施都无法进行模拟，如具有复杂外部形状的建筑、新型的空调系统形式等。

12.3.9 账单分析法要求改造项目具备改造前后完整的全类别能源消费数据。若报告期内若有新增建筑面积、且与基期建筑面积计入同一能源消费账单时，会因新增能耗导致节能量发生变化，因此本条文明确对于新增建筑面积，报告期应扣减新增建筑面积对应的新增能耗，新增能耗可通过计量仪表计算或折算得到；特殊用能系统往往能耗强度和总量均较高，在建筑总用能中的占比最高可达60%，因此若建筑内有特殊用能系统，在评估改造效果时应从基期与报告期的能耗和碳排放量中剔除，特殊用能系统的能耗和碳排放量可通过计量仪表计算或折算得到。

12.3.10 当设备的运行负荷较稳定或变化较小时(如照明灯具或定速水泵改造)，可只测量影响能耗的关键参数，对其他参数进行估算，估算值可以基于历史数据、厂家样本或工程实际情况来判定。应确保估算值符合实际情况，估算的参数值及其对节能效果的影响程度应包含在节能效果评估报告中。如果参数估算导致误差较大，则应根据项目需要对其进行测量或采用账单分析法和校准化模拟法。对被改造的设备进行抽样测量时，抽样应能够代表总体情况，且测量结果具备统计意义的精确度。

12.3.11 校准化模拟方案应包括：采用的模拟软件的名称及版本、模拟结果与实际能耗数据的比对方法、比对误差。

“相同的输入条件”主要指改造前后的建筑模型、气象参数、运行时间、人员密度等参数应一致，这些数据应通过调研收集。此外，还应对主要用能系统和设备进行调研和测试。校准化模拟法的模拟过程和节能量的计算过程应进行记录并以文件的形式保存。文件应详细记录建模和校准化的过程，包括输入数据和气象数据，以便其他人可以核查模拟过程和结果。