

2020年上海市国家机关办公建筑和大型公共建筑 能耗监测及分析报告

上海市住房和城乡建设管理委员会
上海市发展和改革委员会

上海市住房和城乡建设管理委员会

上海市发展和改革委员会

二〇二一年七月

上海市住房和城乡建设管理委员会 上海市发展和改革委员会

沪建建材联〔2021〕448号

关于发布《2020年上海市国家机关 办公建筑和大型公共建筑能耗监测及分 析报告》的通知

各有关单位：

按照《上海市建筑节能条例》和《关于〈上海市国家机关办公建筑和大型公共建筑能耗监测系统管理办法〉的通知》（沪住建规范〔2018〕2号）要求，市住房城乡建设委、市发展改革委同相关单位编制了《2020年上海市国家机关办公建筑和大型公共建筑能耗监测及分析报告》，现予以发布。

特此通知。



2021年7月9日

上海市住房和城乡建设管理委员会
上海市发展和改革委员会

上海市住房和城乡建设管理委员会办公室 2021年7月21日印发

前言

党的十九大明确指出，中国特色社会主义进入新时代，要坚定不移贯彻创新、协调、绿色、开放、共享的新发展理念，加快实施创新驱动发展、可持续发展战略，大力提升发展质量和效益。我国已将碳达峰碳中和纳入生态文明建设整体布局，力争 2030 年前实现碳达峰，2060 年前实现碳中和，推动经济社会发展全面绿色转型。

《上海市国民经济和社会发展的第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》中明确提出，实施能源消费总量和强度双控，确保在 2025 年前实现碳排放达峰。2020 年，上海市住房和城乡建设管理委员会、上海市发展和改革委员会会同相关单位，进一步加强了本市公共建筑能耗监测与能效提升工作的监督管理，不断提升能耗监测平台运行品质、创新平台数据应用，持续推动本市公共建筑节能发展。

本报告以上海市国家机关办公建筑和大型公共建筑能耗监测平台（简称“能耗监测平台”）数据为基础，从政府管理、全市发展、区域管理、行业监督及典型案例等方面多层次多角度详细分析了 2020 年本市国家机关办公建筑和大型公共建筑能耗监测情况及建筑运行用能特征和规律，并对本市公共建筑碳排放情况进行了测算和分析。报告内容将为楼宇节能、机构研究、政府决策提供有价值的参考依据。

报告发布单位：上海市住房和城乡建设管理委员会

上海市发展和改革委员会

主要起草单位：上海市建筑建材业市场管理总站

上海市建筑科学研究院有限公司

主要起草人：钱智勇 张蓓红 何易 冯君

支建杰 吴蔚沁 徐雯娴 郁晓婷 杨文婷 张亚

上海市住房和城乡建设管理委员会
上海市发展和改革委员会

目 录

一、全市篇

(一) 总体分析.....	1
1、综述.....	1
2、年度总用电量情况.....	3
3、“十三五”期间用电量变化情况.....	4
(二) 专题分析.....	5
1、供热季、过渡季、制冷季用电量情况.....	5
2、工作日与非工作日用电情况分析.....	8
3、峰谷用电情况分析.....	8

二、区域篇

(一) 各区概况.....	11
1、各区在线监测建筑联网情况.....	11
2、各区联网建筑用电情况.....	12
3、区级平台多维特征综合评价.....	13
(二) 城区分析.....	15
1、中心城区与其他城区在线监测建筑数量分布情况.....	15
2、中心城区与其他城区建筑用电量情况分析.....	16
3、虹桥商务区用电量情况分析.....	17

三、行业篇

(一) 分类建筑用电分析.....	19
1、年度各类型建筑用电强度.....	19

2、主要类型建筑“十三五”期间用电强度变化情况	20
3、主要类型建筑分项用电情况.....	21
4、超大型公共建筑年用电强度及节能潜力分析	22
(二) 节能绿色建筑案例展示.....	24

四、管理篇

(一) 提升平台运行品质.....	33
(二) 推进科技专项研发.....	35

上海市住房和城乡建设管理委员会
上海市发展和改革委员会

一、全市篇

上海市住房和城乡建设管理委员会
上海市发展和改革委员会

（一）总体分析

1、综述

上海市国家机关办公建筑和大型公共建筑能耗监测平台（以下简称“能耗监测平台”），自 2010 年启动建设和逐步拓展完善，已完成了 1 个市级平台、17 个区级分平台和 1 个市级机关分平台在内的公共建筑能耗监测系统。至 2020 年 12 月 31 日，全市累计共有 2017 栋公共建筑完成用能分项计量装置的安装并实现与能耗监测平台的数据联网，覆盖建筑面积 9208.3 万 m²，其中国家机关办公建筑 200 栋，占监测总量的 9.9%，覆盖建筑面积 369.2 万 m²；大型公共建筑 1817 栋，占监测总量的 90.1%，覆盖建筑面积 8839.1 万 m²。按建筑功能分类统计情况如表 1 所示。

“十三五”期间，能耗监测平台新增联网建筑共计 729 栋，新增建筑面积近 3500 万 m²。

表 1 2020 年与能耗监测平台联网的各类型公共建筑分布情况

序号	建筑类型	数量(栋)	数量占比 (%)	面积(m ²)
1	国家机关办公建筑	200	9.9	3692536
2	办公建筑	637	31.6	30051180
3	旅游饭店建筑	211	10.5	9306335
4	商场建筑	258	12.8	14066348
5	综合建筑	239	11.8	19549508
6	医疗卫生建筑	124	6.1	4319657
7	教育建筑	233	11.6	6670708
8	文化建筑	31	1.5	845438
9	体育建筑	18	0.9	712812
10	其他建筑	66	3.3	2868928
	总计	2017	100	92083448

单栋建筑面积分布方面，与能耗监测平台联网的公共建筑面积主要分布在 2.0 万 m² 到 4.0 万 m² 之间，达 839 栋，占总量的 41.6%；建筑面积大于 10.0 万 m² 的超大型公共建筑为 154 栋，占总量的 7.6%。单栋建筑面积分布情况如图 1 所示。

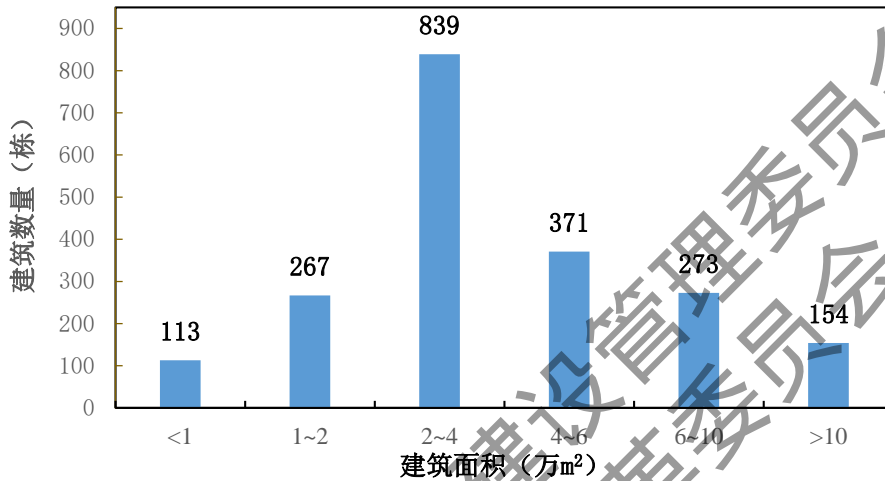


图 1 2020 年与能耗监测平台联网的建筑面积分布情况

经统计，大型公共建筑单体平均面积约为 4.6 万 m²，其中，综合建筑平均面积最大约 8.2 万 m²，商场建筑平均面积约 5.5 万 m²，办公建筑和旅游饭店建筑平均面积在 4.4~4.7 万 m²，医疗卫生建筑、教育建筑、文化建筑、体育建筑平均面积在 2.7~4.0 万 m² 之间。国家机关办公建筑体量较小，平均面积约为 1.8 万 m²。各类型建筑平均面积情况如图 2 所示。

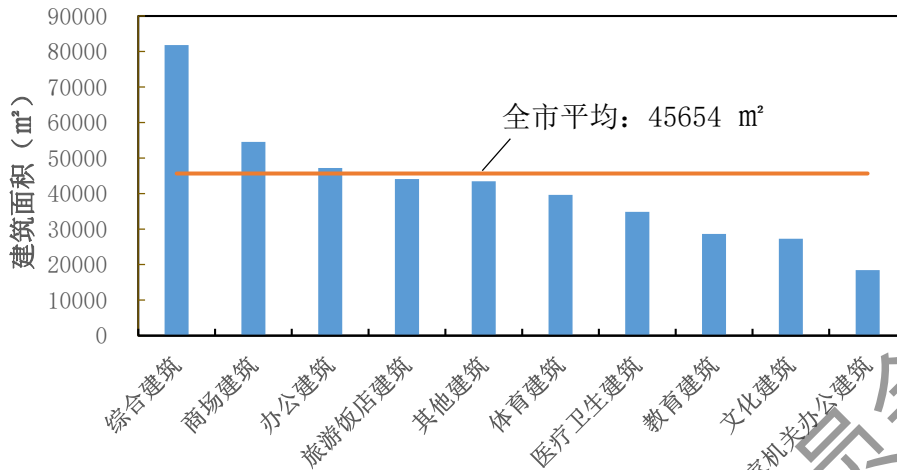


图 2 2020 年与能耗监测平台联网的各类型建筑平均面积情况

2、年度总用电量情况

2020 年，与能耗监测平台联网的公共建筑年总用电量约为 85.5 亿 kWh，折合碳排放量^[1]约 673.7 万吨 CO₂。按不同类型建筑分别统计，办公建筑、商场建筑、综合建筑与旅游饭店建筑用电总量较大，依然是用电消耗主力，四类建筑用电量占总量的 82.3%。各类型建筑年总用电量占比如图 3 所示。

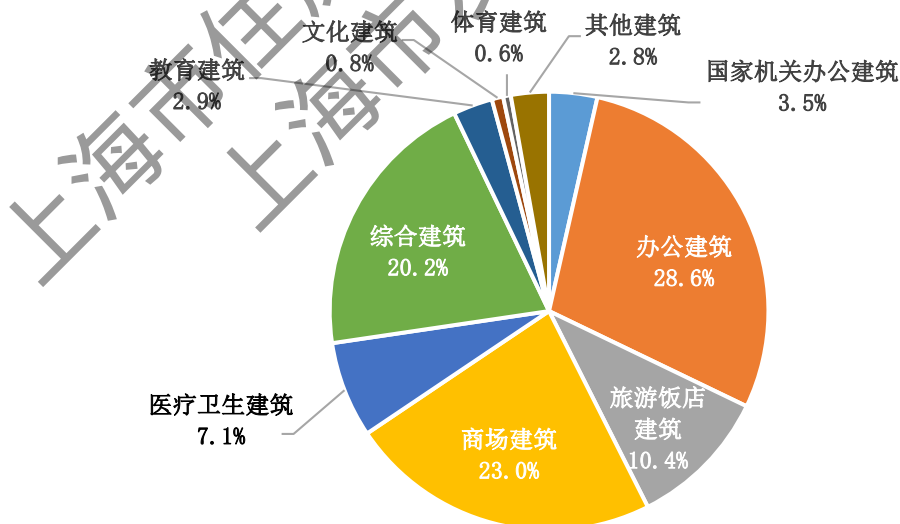


图 3 2020 年与能耗监测平台联网的建筑年用电量占比情况

[1]本报告中各种能源碳排放因子均按《上海市温室气体排放核算与报告指南（试行）》（SH/MRV-001-2012）方法计算取值。

2020 年与能耗监测平台联网的公共建筑逐月用电强度如图 4 所示。考虑到 2020 年疫情原因，特别与 2019 年同期数据进行了比较分析，从两年的数据对比和变化体现出两个特点：一是两年的建筑逐月用电强度变化情况与气温变化趋势相符，如 2020 年 8 月平均温度高于 2019 年同期，对应 8 月能耗明显高于同期。夏季随着气温不断升高，空调制冷需求逐渐增大，导致用电量也逐渐增加，同时，冬季随着气温不断降低，空调采暖需求逐渐增大，用电量也逐渐增加；二是受疫情期间建筑内运行时长缩短及人流减少等因素影响，2020 年 1~4 月份的建筑能耗情况明显低于 2019 年同期，但随着国内复工复产的推进以及疫情得到有效控制，5 月份开始，能耗水平有了明显增长，恢复至去年同期相近水平。

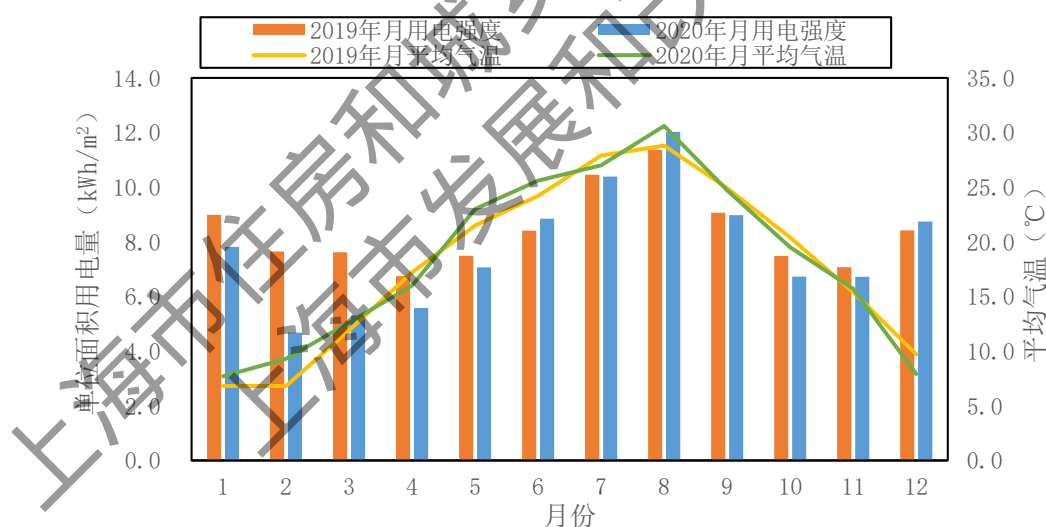


图 4 2019-2020 年与能耗监测平台联网的建筑逐月用电强度

3、“十三五”期间用电量变化情况

“十三五”期间能耗监测平台联网建筑的年总用电量与用电强度变化情况体现出两个特点：一是 2020 年全年的用电强度即单位面积用电量受疫情影响，单位面积年平均用电量为 93kWh/m²，虽不具有

代表性，但呈下降趋势仍符合近三年公共建筑用电强度下降的预期，如图 5 所示；二是由于联网建筑总量不断增加，公共建筑用电总量逐年递增，但用电强度呈平缓波动势态，无明显的增长趋势，这与本市在能耗监测、能源审计、节能改造、能效提升等监管工作的持续推进以及广大楼宇业主节能意识的提高不无关系。

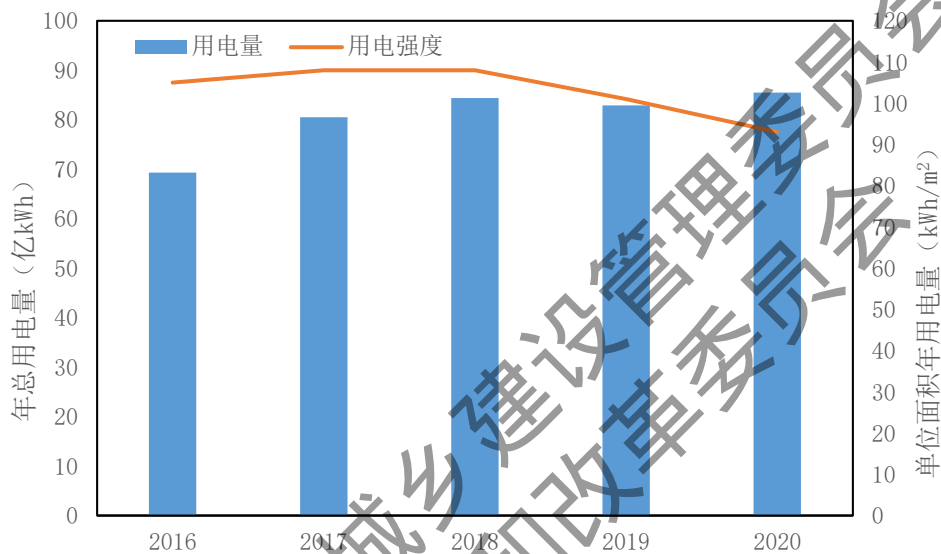


图 5 2016~2020 年与能耗监测平台联网的建筑历年用电量变化情况

(二) 专题分析

1、供热季、过渡季、制冷季用电量情况

根据上海市气候变化规律及生活用能习惯，本报告设定 1、2、3、12 月份为供热季，4、5、10、11 月份为过渡季，6、7、8、9 月份为制冷季来进行分析。

首先，从“十三五”期间供热季、过渡季与制冷季单位面积平均用电量变化情况看，2020 年度在供热季和过渡季均为历年最低水平，制冷季用能水平较上年有所提升，如图 6 所示。针对 2020 年当年数

据统计发现,与能耗监测平台联网的建筑供热季用电量为 24.4 亿 kWh (26.5kWh/m²), 过渡季用电量为 24.0 亿 kWh (26.1kWh/m²), 制冷季用电量为 37.1 亿 kWh (40.2kWh/m²), 制冷季用电量最高, 约为过渡季的 1.5 倍, 而供热季用电与过渡季用电基本持平。经综合分析, 与供热季正值疫情爆发期, 大量公共建筑停止运营或关闭空调系统有关。

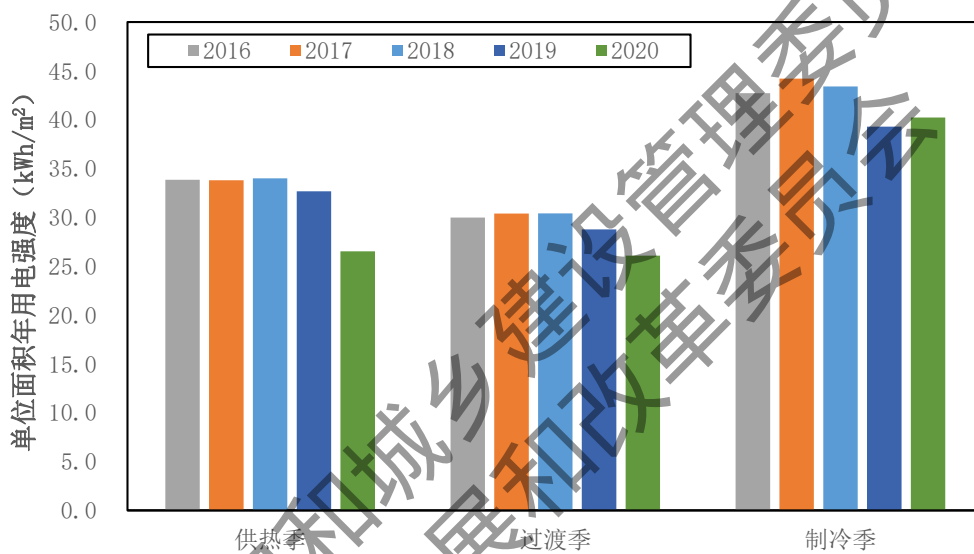


图 6 2016~2020 年公共建筑供热季、过渡季、制冷季用电量情况

其次, 从联网建筑不同用电分项角度统计在 2020 年供热季、过渡季、制冷季的用电量情况后发现: 一是空调分项用电量在三个工况季的变化明显, 体现了空调用电的季节性; 二是动力用电、特殊用电分项在三个工况季的用电量基本保持不变, 全年用电量也比较稳定, 体现了这些分项用电的非季节性, 如图 7 所示。照明与插座用电在制冷季略高于过渡季, 这是由于部分空调末端插座能耗被计入了照明插座分项中。

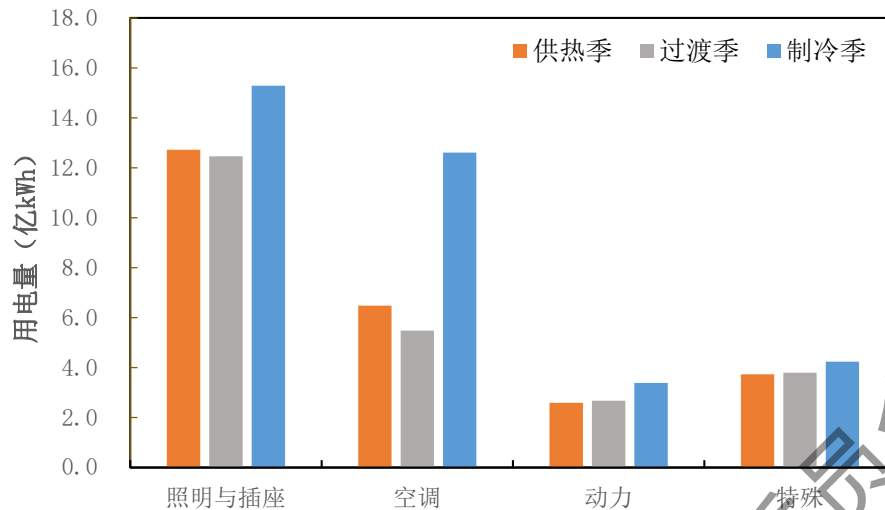


图 7 2020 年公共建筑主要用能分项在供热季、过渡季、制冷季用电量情况

最后，按照不同建筑类型分析 2020 年联网建筑在供热季、过渡季、制冷季的用电强度情况。经统计分析，所有类型建筑均表现出制冷季用电强度最高的特征，如图 8 所示。就供热季和过渡季而言，国家机关办公建筑在供热季的用能强度明显高于过渡季，与疫情期间，政府部门的工作状态息息相关，其他类型建筑供热季用电强度与过渡季基本持平甚至略低于过渡季，除去疫情影响外，也与部分建筑冬季采用燃气等非电能源采暖有关。

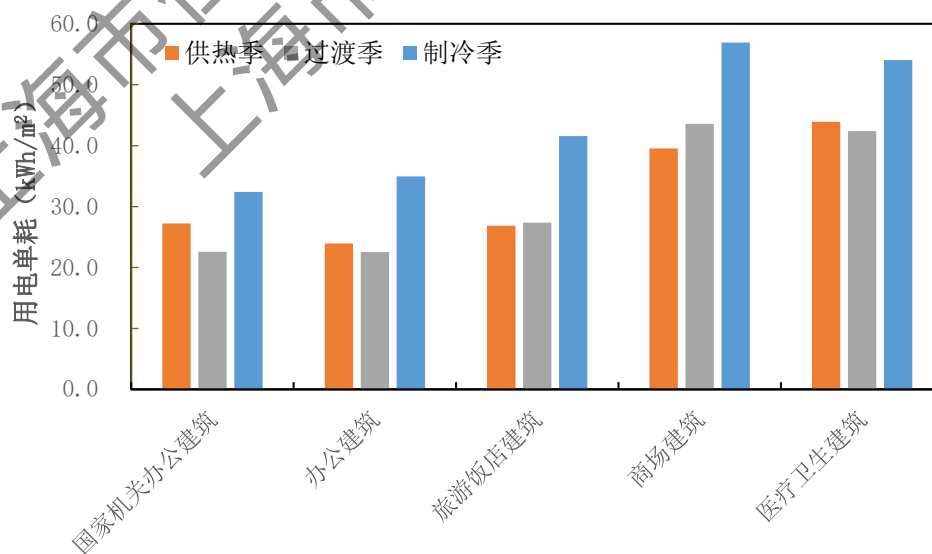


图 8 2020 年主要类型公共建筑在供热季、过渡季、制冷季用电量情况

2、工作日与非工作日用电情况分析

在 2020 年制冷季、过渡季、供暖季中分别选取一个自然月，计算典型类型建筑工作日与非工作日单位面积日平均用电量，并计算两者之间的差异率，如表 2 所示。国家机关办公建筑与办公建筑工作日用电量大于非工作日，且差异较大，尤其在需要开空调的制冷季及供暖季，差异率可在 60%~90%，体现了办公类建筑的用电周期性。旅游饭店建筑、商场建筑工作日与非工作日用电量差异较小，体现了商业建筑的连续营业特性。医疗卫生建筑工作日用电量略多于非工作日，但相比于办公建筑，其差异率明显较小，且在不同季节差异率基本一致，反映了卫生类建筑运营的特殊性，非工作日仍有大部分区域持续运营（如急诊、病房、周六门诊等）。

表 2 2020 年工作日与非工作日主要类型建筑用电量差异情况

建筑类型	8 月（制冷季）			11 月（过渡季）			12 月（供暖季）		
	工作日 Wh/m ²	非工作日 Wh/m ²	差异率 %	工作日 Wh/m ²	非工作日 Wh/m ²	差异率 %	工作日 Wh/m ²	非工作日 Wh/m ²	差异率 %
机关办公	418	227	84.1	185	136	36.0	307	169	81.7
办公	396	235	68.5	210	148	41.9	294	179	64.2
旅游饭店	431	420	2.6	238	236	0.8	282	269	4.8
商场	573	560	2.3	340	345	-1.4	384	374	2.7
医疗卫生	613	538	13.9	334	296	12.8	409	354	15.5

注：差异率=（工作日-非工作日）/非工作日

3、峰谷用电情况分析

根据本市相关部门数据显示，2020 年全上海市最高用电负荷为 3311 万千瓦，出现在 8 月 14 日，因此取该日逐时用电数据进行峰谷用电情况分析。2020 年 8 月 14 日与能耗监测平台联网的公共建筑峰时段用电总量与谷时段用电总量比值如表 3 所示，其中峰时段与谷时

段按照工商业用电两部制夏季计算。经统计，各类公共建筑峰谷比与2019年基本相近全市公共建筑当日总体用电量峰值在11:00~12:00，谷值在3:00~4:00。办公建筑、商场建筑峰谷比相对较大，均高于联网建筑平均值，削峰潜力大于其他类型建筑，这与其间歇性运行模式有关；而旅游饭店建筑与医疗卫生建筑往往全部或部分处于24小时不间断运行，因此峰谷比较小。同时所有建筑用电低谷均出现在凌晨时段，从而可通过储电、冰蓄冷等储能技术将日间用电转换到夜间，达到削峰填谷的作用。

表3 2020年8月14日与能耗监测平台联网的公共建筑峰谷比情况

序号	建筑类型	峰谷比
1	商场建筑	3.9
2	办公建筑	3.0
3	综合建筑	2.8
4	国家机关办公建筑	2.6
5	旅游饭店建筑	1.4
6	医疗卫生建筑	1.4
7	所有联网建筑	3.0

注：1、峰谷比=峰时段用电总量/谷时段用电总量
 2、峰时段：8:00~11:00、13:00~15:00、18:00~21:00；谷时段：22:00~次日6:00

各主要类型公共建筑2020年8月14日逐时离差标准化用电曲线如图9所示。从图中可以看出，各类型建筑主要设备开机时间较为接近，在7:00~9:00之间，而由于运行模式不同，主要设备关机时间相差较大。各类型建筑用能高峰持续时间一般在8~9个小时，旅游饭店建筑由于其营业特性，高峰持续时间较长，达12个小时。

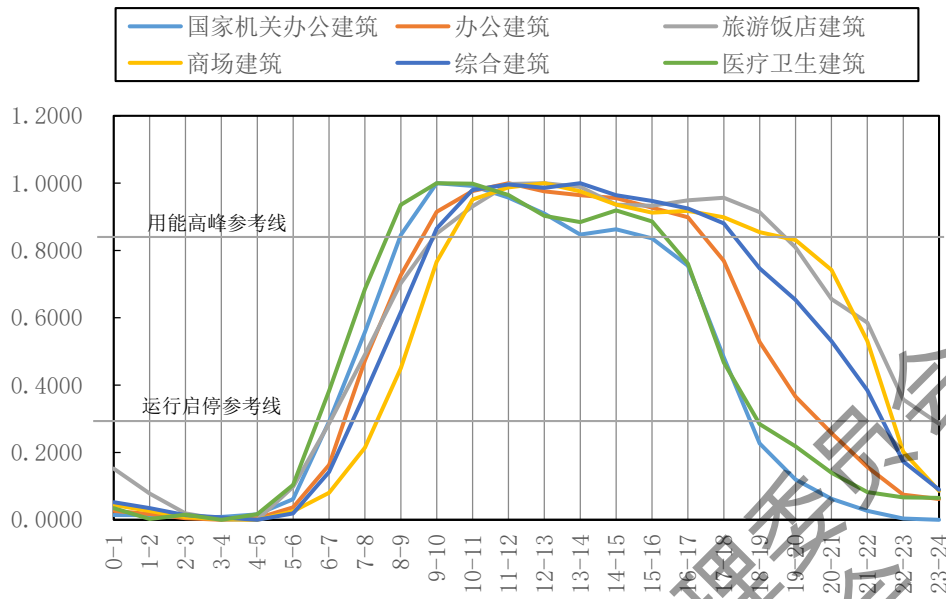


图 9 2020 年 8 月 14 日各主要类型公共建筑逐时标准化用电曲线

上海市住房和城乡建设管理委员会
上海市发展和改革委员会

二、区域篇

上海市住房和城乡建设管理委员会
上海市发展和改革委员会

（一）各区概况

1、各区在线监测建筑联网情况

2020年，与能耗监测平台联网的公共建筑在各区的分布情况如表4所示。其中，浦东新区累计联网量328栋，联网建筑总面积达1915.4万m²，为各区之最。

在联网数据质量方面，2020年整体体现稳中有升的特点，平均数据正常率较2019年提升超过20个百分点。虹口区、静安区、普陀区、松江区分平台的全年月数据正常率保持全市领先水平。

表4 2020年各区在线监测建筑联网情况

区	联网量（栋）	覆盖建筑面积（m ² ）
浦东新区	328	19153888
黄浦区	269	10004455
徐汇区	209	8024120
静安区	178	8881627
普陀区	144	6143644
长宁区	136	6569579
杨浦区	143	5651742
虹口区	99	4229513
松江区	114	4185196
嘉定区	86	4991171
崇明区	46	499977
闵行区	70	3913928
宝山区	52	1807813
金山区	44	1027625
青浦区	26	1069093

区	联网量 (栋)	覆盖建筑面积 (m ²)
奉贤区	23	530316
虹桥商务区	50	5399761
总计	2017	92083448

按照建筑类型划分,各区不同类型公共建筑在线监测数量占比情况如图 10 示。

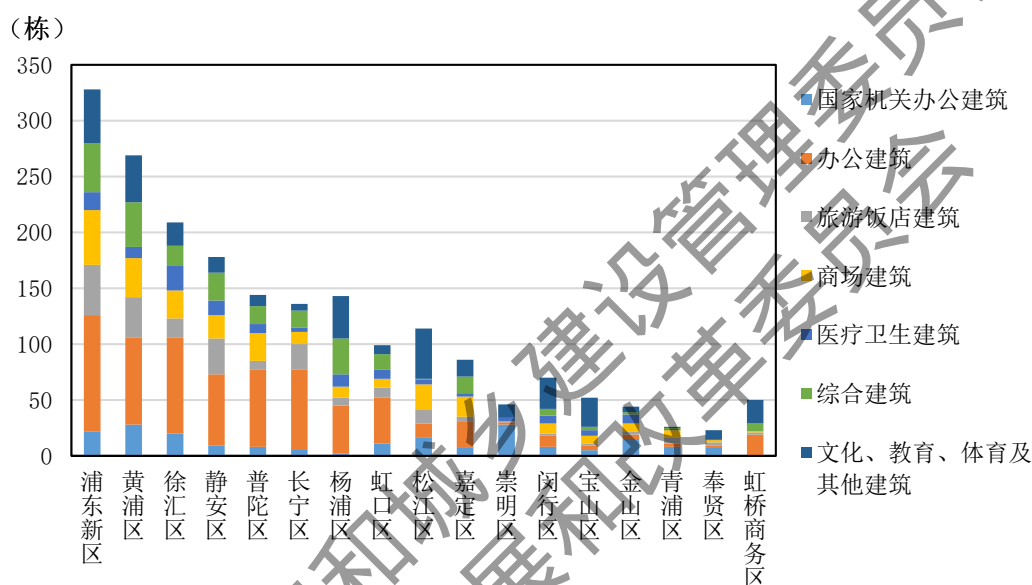


图 10 2020 年各区联网公共建筑类型分布情况

2、各区联网建筑用电情况

各区逐月建筑用电情况如图 11 所示,其中崇明区、奉贤区、闵行区、青浦区由于样本有限,因此不在图中显示。从图中可以看出,按逐月用电强度分布情况,主要分了 3 个圈层。第一圈层年用电强度在 65~70 kWh/m²; 第二圈层年用电强度在 80~95 kWh/m²; 第三圈层年用电强度大于 100 kWh/m²。

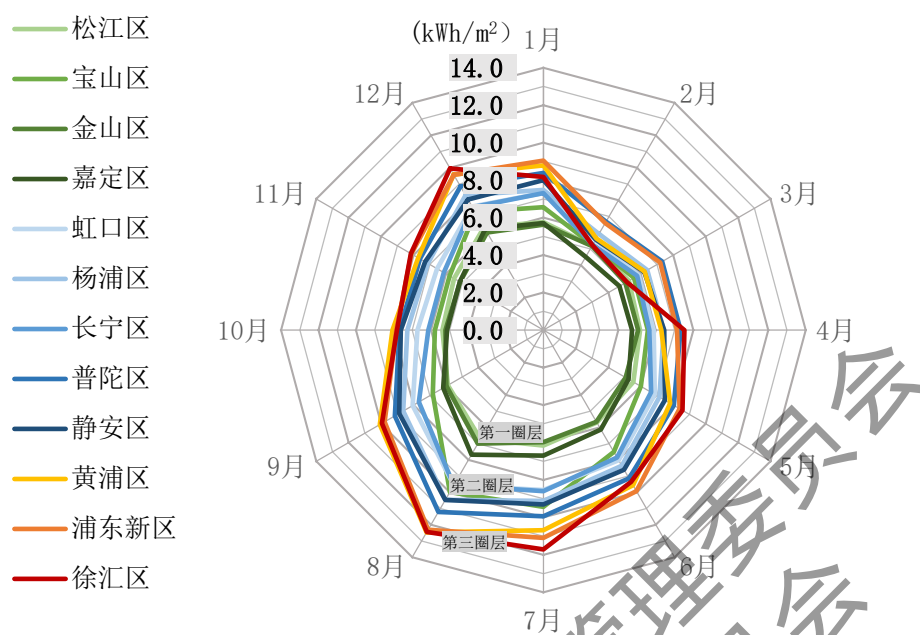


图 11 2020 年各区联网公共建筑年逐月用电强度情况

但需要注意的是，由于各区联网建筑地理位置、建筑类型占比等不同，用电水平存在着一定的差异，结果并不全面反映各区建筑节能工作成效。

3、区级平台多维特征综合评价

基于联网数量、数据质量、数据质量维持时间、数据质量提升效果、平台点击率多维角度，对各区级平台进行综合评价，评价指标如表 5 所示。

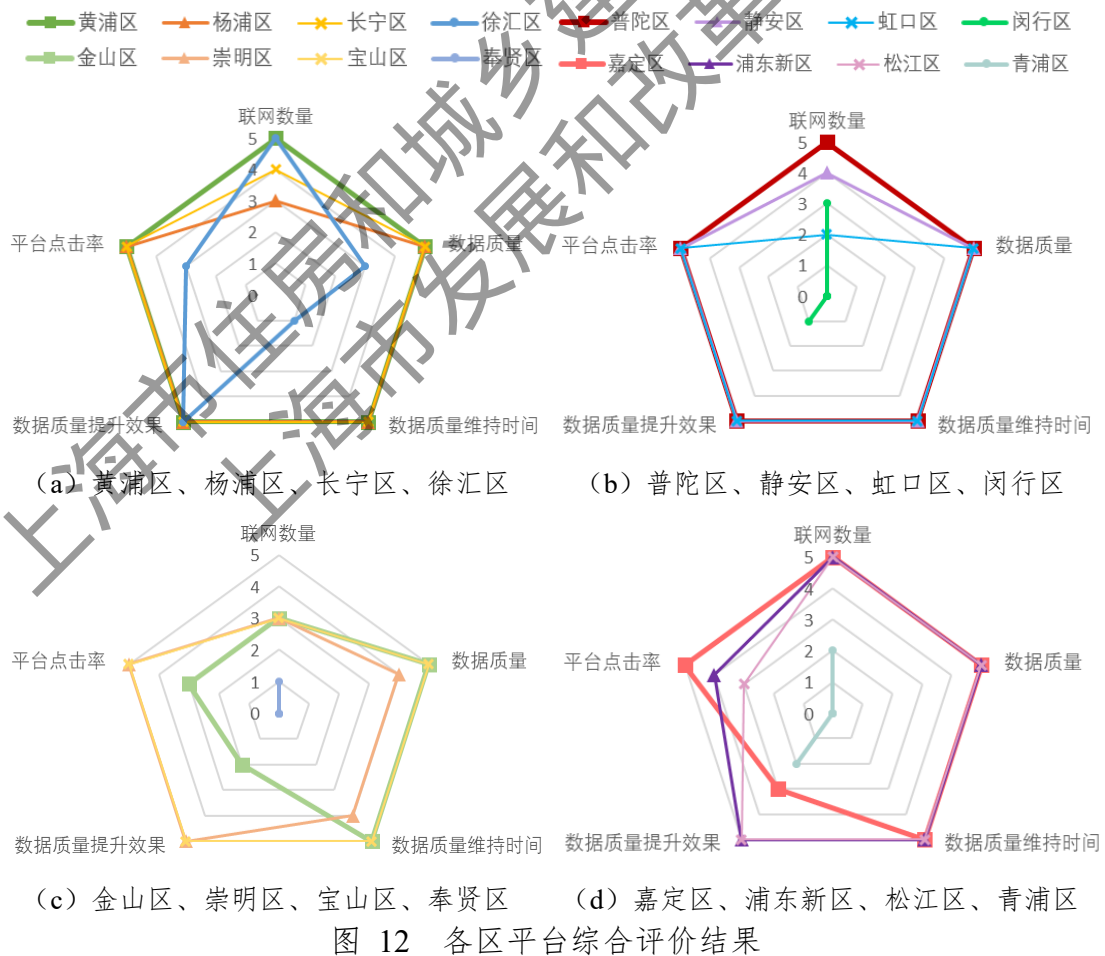
表 5 区级平台综合评价指标

评分项	评分依据	评分指标 ¹				
		1分	2分	3分	4分	5分
联网数量	中心城区	40~59 栋	60~79 栋	80~99 栋	100~119 栋	≥120 栋
	非中心城区	5~9 栋	10~24 栋	25~44 栋	45~59 栋	≥60 栋
数据质量	数据月平均正常率	40~60%	61~70%	71~80%	81~85%	>85%
数据质量维持时间	数据正常率 ≥ 80% 持续月数	1~3 个月	4~5 个月	6~7 个月	8~9 个月	10~12 个月
数据质	较上年数据	1~2%	3~4%	5~9%	10~19%	≥20%

评分项	评分依据	评分指标 ¹				
		1分	2分	3分	4分	5分
量提升效果 ²	质量提升率					
平台点击率	楼宇用户平台点击率	5~10%	11~20%	21~45%	46~60%	>60%

注：
1、未达到“1分”评分指标要求的即为0分；
2、当数据月平均正常率 $\geq 90\%$ 时，该项即得5分。

各区评分结果如图 12 所示。可以看出，中心城区数据质量相关方面普遍优于非中心城区。部分区平台通过 2020 年的努力，数据质量方面有了大幅度的提升，如徐汇区、宝山区、浦东新区，较去年平均正常率提升了 20 个百分点以上。但仍有个别区平台情况不理想，亟待改善，如闵行区、奉贤区、青浦区。



（二）城区分析

1、中心城区与其他城区在线监测建筑数量分布情况

本报告所述中心城区包含长宁区、虹口区、黄浦区、静安区、普陀区、徐汇区及杨浦区。2020 年与能耗监测平台联网的公共建筑中，位于中心城区的建筑数量占比为 58.4%，其他城区占比为 41.6%。2020 年其他城区占比略有增长，这主要由于更多新建建筑位于其他城区，因此其他城区监测数量增加潜力较大。

从 2020 年中心城区与其他城区内各类型建筑的分布情况来看，中心城区公共建筑中，办公建筑占比最大，其次是综合建筑、旅游饭店建筑、商场建筑；其他城区公共建筑中，国家机关办公建筑、办公建筑和商场建筑占比较大，且教育、文化、体育等建筑占比明显大于中心城区，如图 13 所示。

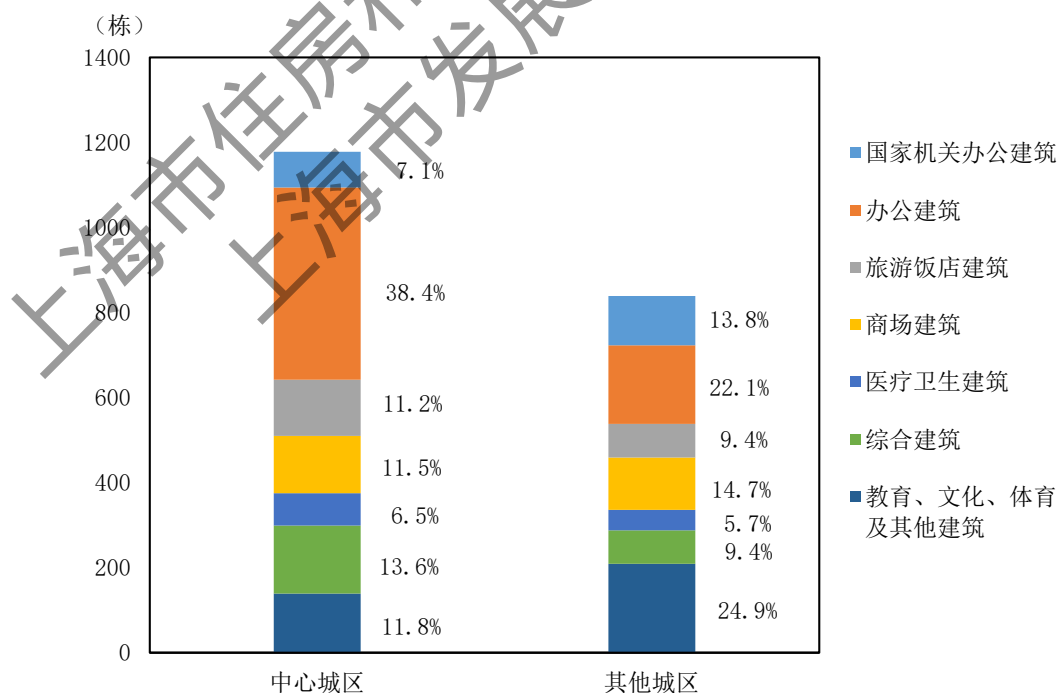


图 13 2020 年中心城区与其他城区各类型建筑分布情况

2、中心城区与其他城区建筑用电量情况分析

2020 年，中心城区的公共建筑单位面积年平均用电量比其他城区高出 11.4%，如图 14 所示。“十三五”期间，中心城区公共建筑单位面积年平均用电量比其他城区高出 14%左右。

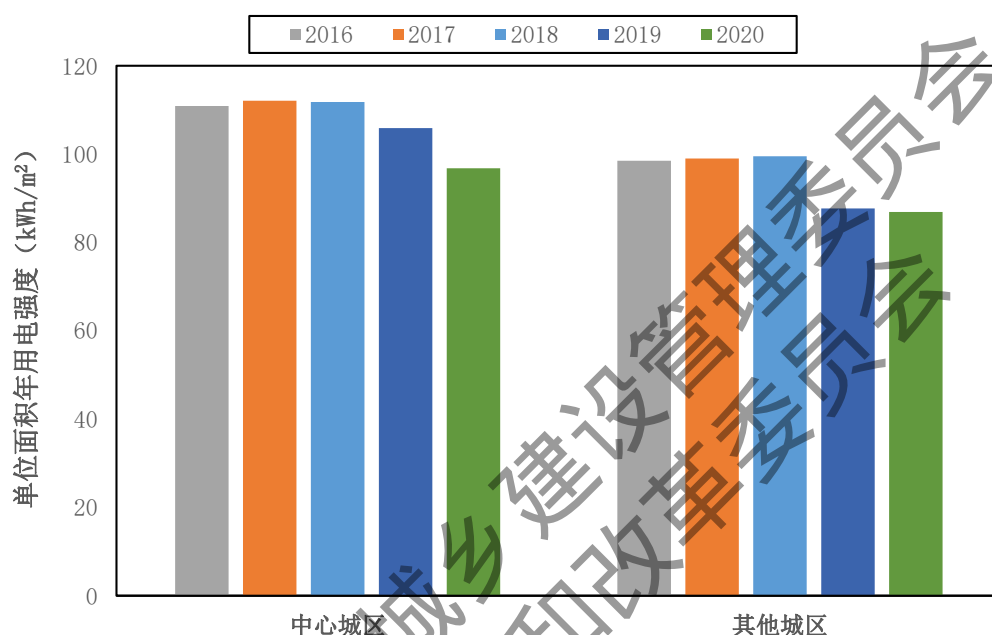


图 14 2016~2020 年中心城区与其他城区建筑用电情况

中心城区与其他城区平均逐月用电强度如图 15 所示，可以看出，在夏季中心城区用电强度明显高于其他城区，造成这一现象主要有两个原因，其一是由于中心城区热岛效应大于其他城区，环境温度一般较高，其二是由于中心城区建筑的人员密度一般高于其他城区，单位面积服务量较多。

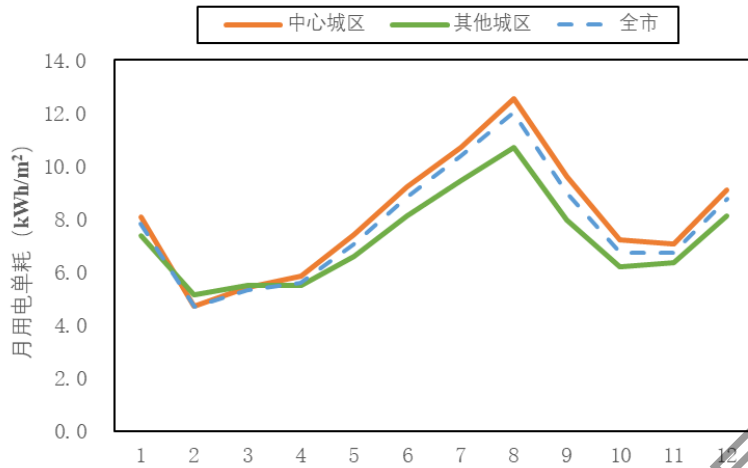


图 15 中心城区与其他城区平均逐月用电强度

3、虹桥商务区用电量情况分析

虹桥商务区联网大型公共建筑以办公建筑和会展建筑为主。以下对这两类建筑用电情况进行分析。

虹桥商务区办公建筑平均逐月强度如图 16 所示。从图中可以看出，虹桥商务区办公建筑用电强度仅为全市非中心城区同类建筑的一半。这主要是由于虹桥商务区多采用区域供冷供热，设有集中冷热站，因此总电量不包含冷热站用电，由此可见，对于采用外购冷热源的公共建筑，其外购冷热量的计量非常重要，否则无法对其能效进行准确的判断。

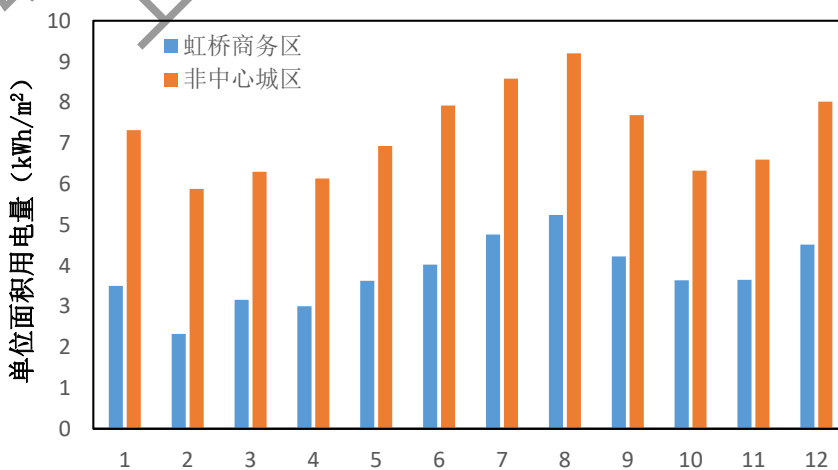


图 16 虹桥商务区办公建筑逐月用电强度与非中心城区同类建筑对比

虹桥商务区会展建筑为国家会展中心(含配套办公、酒店、商业), 总建筑面积达 143.2 万平方米, 总用电量约 0.6 亿 kWh, 各功能区用电占比如图 17 所示。

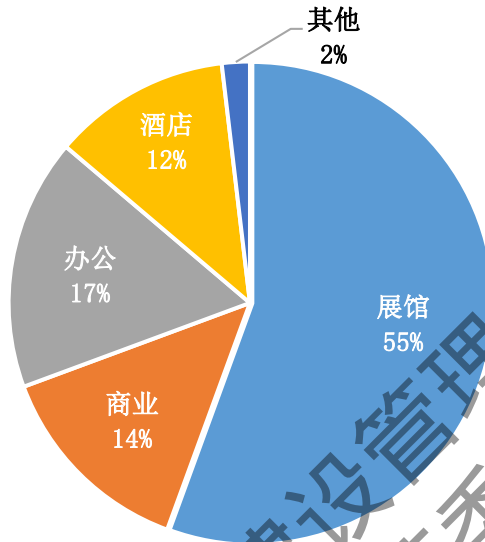


图 17 国家会展中心各功能区用电量占比

上海市住房和城乡建设管理委员会
上海市发展和改革委员会

三、行业篇

（一）分类建筑用电分析

1、各类型建筑用电强度

2020年，与能耗监测平台联网的各类公共建筑逐月用电强度如表6所示，年度用电强度情况如图18所示。文化建筑、体育建筑和其他建筑因上传数据样本量有限，用电量数据仅供参考。

表6 2020年与能耗监测平台联网的各类型建筑逐月用电强度

单位: kWh/m ²	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
国家机关办公建筑	7.3	6.1	5.8	5.5	5.9	7.0	8.3	9.8	7.2	5.4	5.7	8.0
办公建筑	6.8	4.2	4.9	5.0	6.1	7.7	9.0	10.3	7.9	5.6	5.9	8.1
旅游饭店建筑	8.3	4.9	5.0	5.3	6.9	9.1	10.5	12.3	9.7	7.8	7.3	8.6
商场建筑	11.3	7.6	8.8	9.8	11.9	13.0	14.6	16.2	13.1	11.2	10.7	11.9
医疗卫生建筑	11.6	10.5	10.3	10.0	10.9	12.7	13.6	14.9	12.8	10.8	10.7	11.5
综合建筑	7.3	4.8	5.5	5.8	6.9	8.2	9.4	10.7	8.4	6.7	6.6	8.1
教育建筑	3.0	2.5	2.4	2.5	2.8	3.1	3.1	3.5	3.9	3.2	3.3	4.1
文化建筑	7.4	6.4	6.5	6.6	6.7	7.2	7.9	8.2	7.3	6.7	6.7	7.4
体育建筑	5.6	5.0	5.1	5.3	5.5	5.7	6.1	6.4	5.8	5.6	5.5	5.9
其他建筑	7.1	6.7	6.8	6.7	6.8	7.1	7.3	7.5	7.0	6.7	6.7	7.0

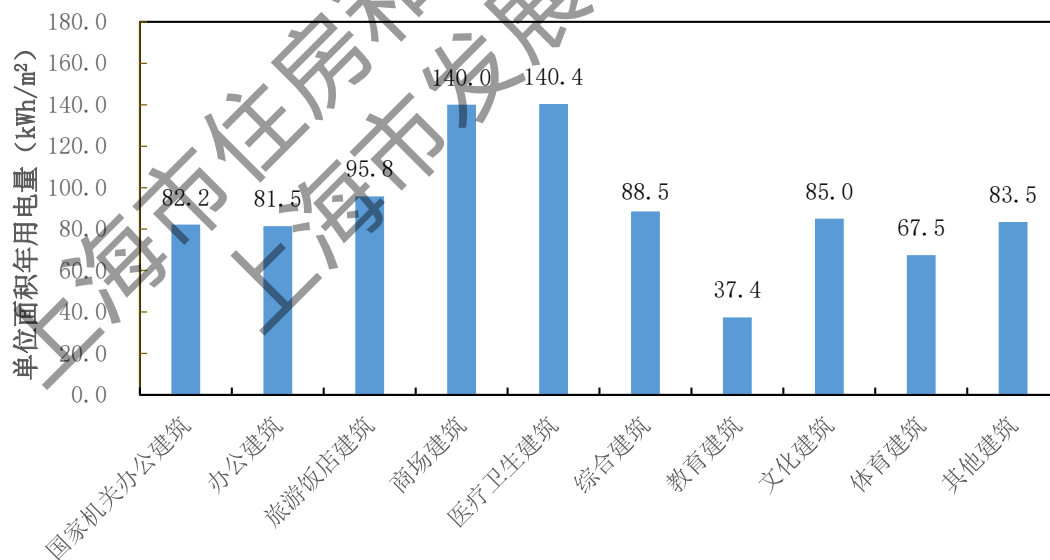


图18 2020年与能耗监测平台联网的各类型公共建筑年用电强度情况

针对主要类型建筑，将其年用电强度按照7个档位划分，比例分布情况如图19所示，其中教育建筑大量样本于2020年与平台联网，

因此只显示 2020 年结果。从图中可以看出教育建筑用电强度最低，用电强度小于 50 kWh/m² 的建筑超过 70%，这一是由于教育建筑用能需求与商业建筑不同，二是教育建筑一年实际运行时间远少于其他类型建筑，且在一年最冷与最热的时期往往处于放假状态，但也仍然存在约 3% 的教育建筑用电强度大于 300kWh/m²，主要是视觉艺术类院校训练楼宇，可能有大量影视设备的使用，导致建筑用电强度较大；国家机关办公建筑、办公建筑用电强度小于 100kWh/m² 的建筑超过 60%，因此这两类建筑的年用电强度明显小于旅游饭店建筑、商场建筑和医疗卫生建筑。商场建筑和医疗卫生建筑用电强度大于 200 kWh/m² 的较多，占比约 20%，很大程度上由建筑功能需求导致，但同时也说明具有较大的节能潜力。

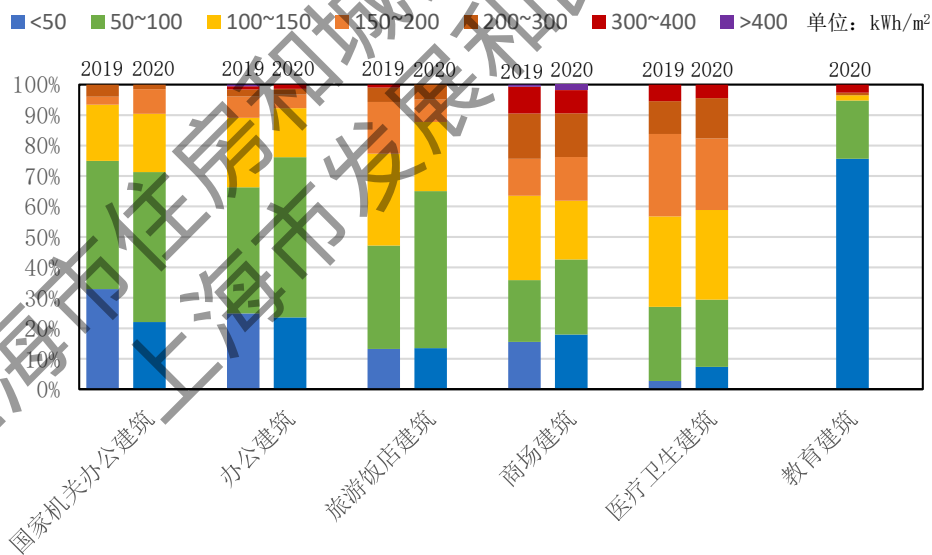


图 19 2019~2020 年主要类型建筑用电强度分布情况

2、主要类型建筑“十三五”期间用电强度变化情况

“十三五”期间，主要类型建筑用电强度变化情况如图 20 所示（教育建筑缺乏历年样本故不做分析）。除 2020 年因为疫情影响导致

用电情况有异，其他几年用电强度主要受气温影响出现波动，但总体无明显增长趋势，说明“十三五”期间，公共建筑单耗得到了较有效的控制。

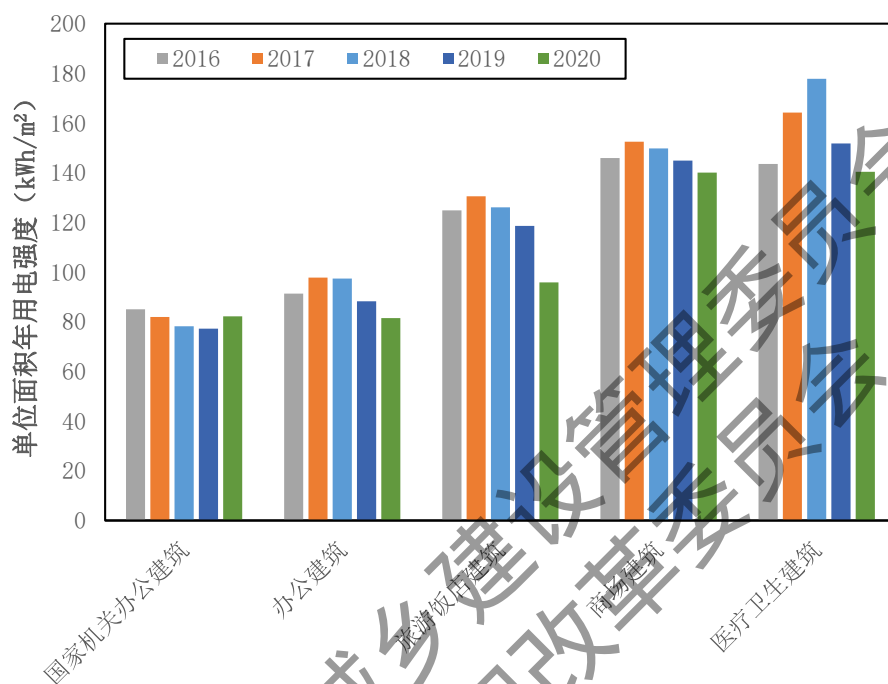


图 20 2016~2020 年主要类型建筑单位面积年平均用电量变化情况

3、主要类型建筑分项用电情况

从主要类型建筑 2020 年分项用电占比来看，照明与插座用电、空调用电为主要用电分项，各类型建筑这两项之和均超过 70%，如图 21 所示。其中，空调用电占比最高的为医疗卫生建筑，这是由于其人员流动性和密度、室内空气质量要求所导致的全年制冷采暖需求高于其他类型建筑。照明与插座用电占比较高的为办公建筑、商场建筑，办公类建筑主要由于除照明用电外，其办公设备插座用电也较多；商场类建筑主要由于营业环境需求，照明功率密度一般高于其他类型建筑。

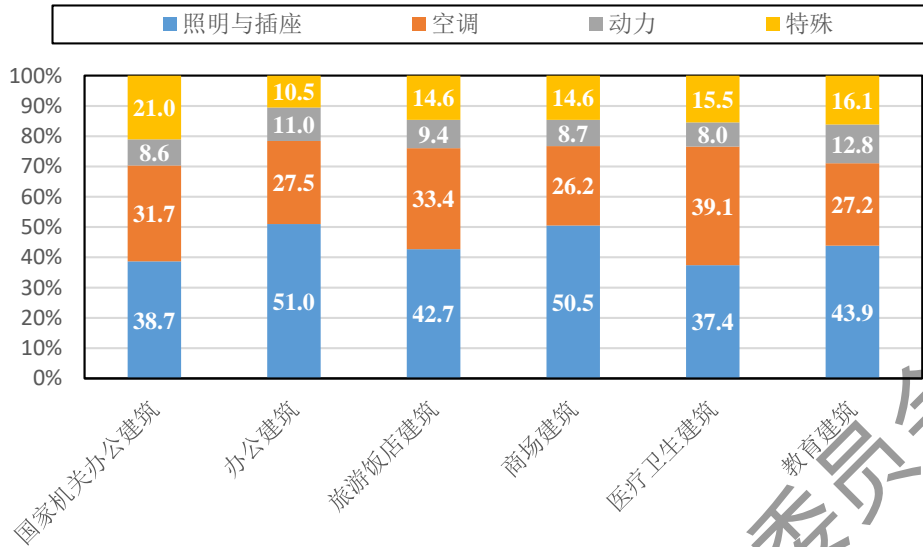


图 21 2020 年主要类型建筑分项用电量占比情况

4、超大型公共建筑年用电强度及节能潜力分析

建筑面积超过 10 万 m^2 的公共建筑定义为超大型公共建筑。2020 年，与能耗监测平台联网的超大型公共建筑共 154 栋，占总建筑量的 7.6%，覆盖建筑面积 2467.4 万 m^2 ，数量较去年增长了 13.2%。联网的超大型公共建筑主要类型为办公建筑、商场建筑和综合建筑，三者占其总量的 89.0%，该比例与 2019 年基本持平，如图 22 所示。

用电量方面，2020 年超大型公共建筑年用电强度为 97.1kWh/ m^2 ，略高于全市平均值。超大型公共建筑 2020 年总用电量约 24.0 亿 kWh，占全市监测建筑用电总量的 28.1%，说明其数量虽少但由于体量庞大，总用电量不可小觑。

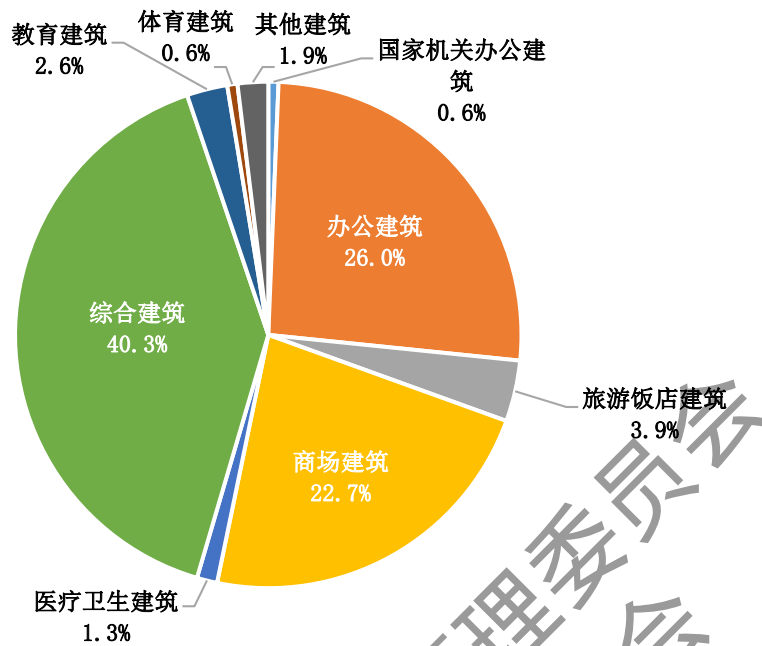


图 22 2020 年联网超大型公共建筑按类型分布情况

“十三五”期间，对 50 栋超大型公共建筑能耗进行跟踪分析，可以发现其已经完成初步的能源结构调整（如图 23 所示），其中用电量占比 91.10%，天然气用量占比 8.87%，柴油用量仅占 0.03%，煤气用量已为 0。为实现碳中和目标，后续在控制能耗增长的同时继续调整能源结构，加大建筑的电气化率，如采用热泵代替燃气/燃油锅炉等，同时增加建筑可再生能源如光伏的利用。

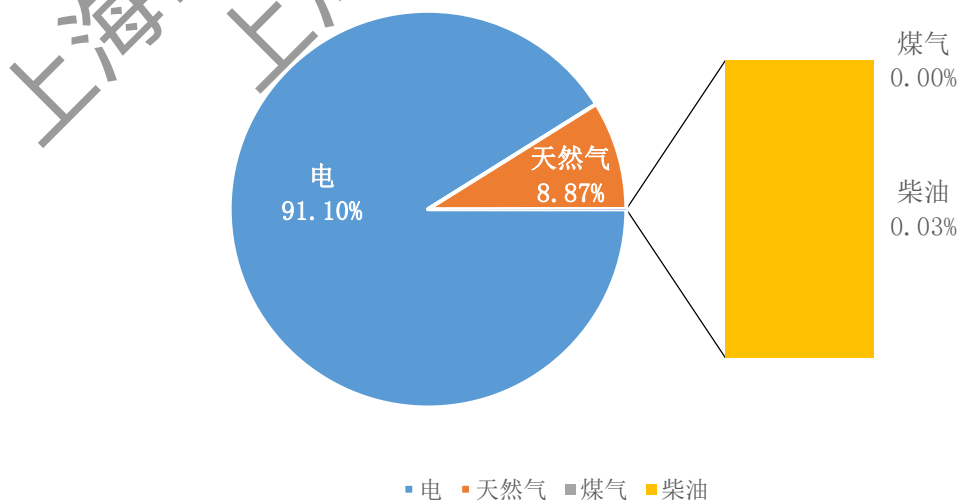


图 23 50 栋超大型公共建筑“十三五”末能源结构情况

（二）节能绿色建筑案例展示

1、上海市财税大厦

上海市财税大厦位于徐汇区肇嘉浜路 800 号，总建筑面积 67011 m²，地上 27 层、地下 3 层，建筑高度 110 米，于 2002 年投入使用。

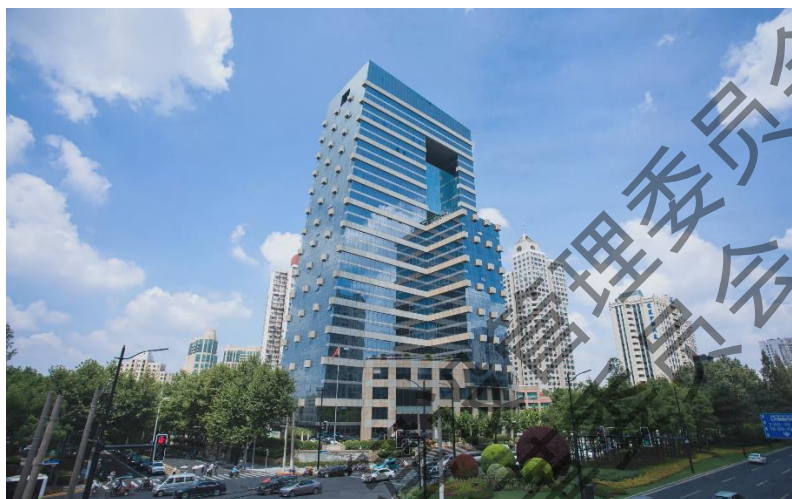


图 24 上海市财税大厦

基于该项目存在锅炉排放超标、机电设备老化、能源成本攀升、环境舒适度下降、管理精细度不足等情况，采用合同能源管理模式，推进落地综合性节能改造项目，主要改造内容包括：

（1）全面替换锅炉系统，大幅提升供热效能

采用“油改电”策略，以高效空气源热泵采暖机组作为采暖热源，安装空气源热泵热水机组并配置保温水箱供应生活热水，使用蒸汽发生器满足厨房蒸汽需求，彻底解决了燃油锅炉污染物排放问题，提升了供热系统整体运行效能。

（2）空调设备互联监测，实现集中运行管理

大楼原有风机盘管温控器均由人工进行启停和参数控制，本次改造将其更新为液晶面板无线温控器，实现末端运行参数的集中智能控

制，不同时段温度调节更加准确灵活。

(3) 整体更新照明系统，优化室内照明效果

将大楼内公共走道、大厅、会议室、电梯厅、设备机房等区域的传统灯具全部升级为 LED 照明设备，实现室内光效的显著提升，系统能耗相比改造前降低 45% 以上。

(4) 完善能源管理平台，强化数据分析抓手

将改造新增的设备纳入用能计量范围，依托能源管理平台实现不同用途的用电系统，以及分楼层、分区域用水部位的实时计量。能源管理平台提供能耗总览、实时监测、自定义告警、账单管理、能耗排行等功能，为后勤人员日常管理、优化管控、查漏补缺提供全面的数据支撑。

(5) 搭建 BA 群控系统，实现自动精细管控

将空调制冷、采暖等主要设备集成至楼宇设备自控（BA）系统进行监测控制，定时传输各类传感器参数，通过分析感知设备运行状态，根据负荷波动进行自动化、动态化调整，在保证大楼用能安全稳定、室内空气品质洁净的基础上使系统运行于最佳工况，进一步降低空调系统和热水系统的运行能耗和维护成本。

通过节能改造，该项目预计每年减少 CO₂ 等温室气体排放近 1100 吨，达成 420 吨标准煤以上的年节能量，减少能源费用支出比例约 26%。同时，该项目建设节能减排展示大厅、打造节能减排教育基地，在更广范围内宣贯节能环保、绿色低碳、文明健康的工作与生活理念，发挥公共机构在全社会节能工作中的争先作用。

2、莘庄科技园区十号楼

项目位于上海市闵行区莘庄科技园区申旺路 519 号，总建筑面积 23265.03 m²，地上 6 层主要为办公室和会议室，地下 2 层主要为员工餐厅和地下车库。

该项目作为上海市第一批工程总承包试点项目，作为科技部、市科委等多项重点课题的研究基地与示范载体，获得了绿色三星标识和健康建筑标识，以及中国建筑节能协会认证的第三批超低能耗建筑，承载了上海建科集团最新的科技创新成果。



图 25 莘庄科技园区十号楼

项目采用了多种领先且经济的绿色建筑技术。

(1) 超低能耗围护结构技术

采用玻纤增强聚氨酯节能外窗、近零能耗建筑用真空绝热板（导热系数低至 0.0025W/（m·K））、冷凝水嵌管墙体辐射等技术，建立保温隔热性能更优和气密性能更高的围护结构技术体系，降低建筑采暖空调负荷 20%以上；

(2) 舒适节能的混合通风技术

采用机械新风+自然通风的混合通风方式，过渡季节采用自然通

风，延长建筑的非空调采暖时间 10%以上。同时采用具有自主知识产权的自适应新风系统，根据室内外 PM2.5 的浓度高低，自动选择模式，在保障室内环境品质健康的基础上实现运行能耗的降低。采用全热回收新风系统和冷凝排风热回收系统，热回收效率 65%以上。

(3) 高性能多联机系统

采用高性能多联式空调（热泵）机组，IPLV 值达 8.3~9.6。内外机之间、内内机之间采用无线通讯，安装简洁、抗干扰性强、通讯稳定。采用 Move Eye 智能人体感知技术，感知人员数量及位置，自动调整送风方向。

(4) 可再生能源利用技术

采用屋顶太阳能光热系统，可提供建筑 23% 的热水总量；采用建筑构件一体化太阳能光伏系统；地下室部分照明采用可调节型主动导光装置，同时优化建筑设计，充分利用自然采光，降低运营能耗。

经测评，项目建筑综合节能率达 53%，可再生能源利用率达 5.98%。实测室内热环境满足舒适要求，全年供暖空调通风能耗 $\leq 20\text{kWh/m}^2$ 。

3、上海市第十人民医院

项目位于静安区延长中路 301 号，创建于 1910 年，1993 年成为卫生部首批“三级甲等”综合性医院。医院总建筑面积为 156227m^2 ，包括内科医技综合楼、门急诊楼、口腔楼、中医楼、行政楼等 10 多

栋主要单体建筑。目前实际开放床位数 1860 张，出院人数逾 11 万，手术例数逾 7 万。



图 26 上海市第十人民医院

医院通过第三方节能公司全托管合同能源管理模式，进行了全面综合节能改造，并增加智慧能源管理平台，用能管理水平大幅提高的同时，节能效果显著。项目改造范围总面积为 136061.1 m²，主要改造内容如下：

(1) 空调供冷系统改造：拆除原有溴化锂机组，新增 2 台磁悬浮冷水机组和 2 台高效螺杆冷水机组，原有 1 台螺杆冷水机组保留。

(2) 空调采暖系统改造：采用超低氮冷凝式真空热水机组替代溴化锂机组供热。

(3) 生活热水系统改造：采用热泵热水器+储热水箱代替集中燃气蒸汽锅炉供应生活热水。

(4) 蒸汽系统改造：采用高效蒸汽发生器替代集中燃气锅炉供应营养室食堂、供应室蒸汽。

(5) 空调水系统优化：原系统与溴化锂机组匹配的冷热水一次

泵、冷却水泵更换为高效水泵；冷却塔更换为超低静音型高效冷却塔；优化运行控制策略。

(6) 照明系统改造：动辅楼灯具改造成高效 LED 照明灯具。

(7) 新增智慧能源管理平台：对空调系统、生活热水系统进行了精细化调适。并开发建设物联监测系统，建立智慧能源管理平台，接入关键用能设备，实时监测运行和能耗数据。运维人员通过扫描二维码标签进行巡检管理，提升管理效率，发挥出了最佳节能的效果。

上海第十人民医院通过空调供冷系统、空调采暖系统、生活热水系统、蒸汽系统、空调系统集中群控及照明系统改造，根据专业第三方节能评估单位评估结果，共为医院节约能耗 1269.1 吨标煤，节能率为 15.5%，每年节约运行能耗费用超过 300 万元。

4、上海滴水湖皇冠假日酒店

项目位于上海市浦东新区临港新城南岛 1 号，是由上海临港新城酒店投资管理有限公司投资新建，洲际酒店集团运营管理的五星级酒店。该建筑总面积 71064 m²，共有客房 330 间，建筑高度 24m，地上 4 层，地下 1 层，地上面积 50981 m²，地下面积 20083 m²。



图 27 滴水湖皇冠假日酒店

酒店于 2011 年投入运营多年后，设备逐渐老化，能源使用效率逐渐降低，存在较大的节能空间，遂引入第三方节能公司，采用合同能源管理模式来实施建筑综合节能改造，实现双赢。该项目采用了以下 10 项节能改造措施：

(1) 增加冷冻站智能变频群控系统，优化冷机负载配置，降低水系统输送能耗。

(2) 更换全部 3 台冷却塔填料，提高制冷效率，节约空调耗电量。

(3) 采用模块式风冷热泵机组替代锅炉供暖，停用燃气热水锅炉。

(4) 螺杆式热回收热泵供空调冷源，供生活热水，实现冷热负荷综合利用。

(5) 采用空气源热泵热水器替代锅炉供应生活热水，停用燃气热水锅炉，节约天然气。

(6) 采用烟气热回收设备，回收烟气余热，替代锅炉制取生活热水，节约天然气。

(7) 采用蒸汽和冷凝水热回收设备，回收余热，替代锅炉制取生活热水，节约天然气。

(8) 室内泳池采用热泵加热保温，采用水水板式换热器，利用生活热水箱的热量替代锅炉为泳池水加热，节约天然气。

(9) 照明系统采用 LED 光源替换原照明光源，节约照明用电量。

(10) 玻璃贴节能窗膜，节约空调供冷用电量。

改造后，酒店用电设施年节电 1.7 万度，用天然气设施年节气 36 万立方米，年总节省能耗达 474 吨标煤，节能率达 16.9%，年总节约费用超过 160 万元。

5、上海城投置地办公楼

项目位于上海市杨浦区清波路 58 号。项目地下 1 层，地上 5 层，建筑面积 22000 m²，空调面积 17000 m²。该项目于 2012 年 9 月投入运营。



图 28 上海城投置地办公楼

项目从设计阶段即以绿色建筑三星作为目标，合理融入了多项绿色智慧技术和产品，于 2011 年获得绿色建筑三星，于 2016 年获得绿色建筑运营三星，并获得上海市绿色建筑贡献奖、全国绿色建筑创新奖。

项目运行 7 年之后，业主本着“以结果为导向”的精神，基于实际运维情况及数据，引入以调适为核心的建筑智慧能源管理，进一步确保建筑机电设备安全、可靠运行，提升建筑舒适性，挖掘建筑节能潜力。经过 1 年的调适，取得以下主要成果：

(1) 节能增效

机房平均能效（COP）从手动运行时的 4.16，提升到自动运行时的 4.85，提升幅度为 16.56%。叠加末端节能措施，总能耗节约 10.2%。

（2）健康舒适

解决局部区域，新风不足、冬冷夏热和设备噪音的问题，如：1F 大厅西空调，过渡季，通过回风阀门的控制，新风比例由调适前的 20% 完善到 100%；1F 会议室，外气温度 5 度时，室内温度由之前 16 度提升到 22 度。

（3）安全可靠

设备自动化控制率由原来的 65%，提升到 85% 以上，部分电表数据实现自动记录。提升工作效率的同时，降低了人工操作带来的不确定性，提升设施管理的可靠性，延长设备寿命。

（4）管理提升

在调适过程中形成问题清单，并对问题产生的原因进行分析。同时结合项目实际需求，优化管理流程。

四、管理篇

上海市住房和城乡建设管理委员会
上海市发展和改革委员会

2020年，我们在落实好疫情防控相关要求的同时，认真贯彻市委、市政府建筑节能工作任务目标，围绕“提升平台运行品质，创新平台数据应用”的工作重心，发挥大数据和人工智能的作用，深入开展能耗监测平台的运维管理和专项研发工作。

（一）提升平台运行品质

1、利用建筑能源消耗大数据，分析疫情期间各行业复工复产情况

2020年疫情期间，利用能耗监测平台公共建筑用能大数据，通过分析春节前一周、春节假期期间、延长假期期间和复工后一周本市公共建筑运行能耗数据，专业解读全市主要行业运转情况，有效发挥了数据价值，支撑政府管理部门的相关决策，相关报告被人民日报客户端、上海电视新闻频道等媒体转载报道，引起社会高度关注。2020年，“上海市建成国家机关办公建筑和大型公共建筑能耗监测平台”成功入选1991年至2020年来，上海市节能重点领域十件大事之一。

2、市区两级平台协同协作，促进区域建筑节能可持续发展

2020年，市区两级管理部门协同配合，通过建筑能耗监测赋能本区建筑节能各项任务的实施。一是各区建立健全政策和制度体系。依据国家和本市相关政策，黄浦、静安、浦东、普陀、松江等13个区（管委会）制定了建筑领域节能减排专项资金扶持政策，大力推进建筑绿色发展工作。二是各区年初分解目标任务成绩显著。各区建设行政主管部门（相关委托管理单位）及有关单位积极推进既有建筑能效提升，建筑节能改造、可再生能源建筑一体化应用及能源审计工作稳

步推进。浦东、普陀、静安等区重要指标超额 30%以上完成年度任务目标。黄浦、长宁等区积极推进公共建筑能效水平提升重点城市示范区建设，基本实现建筑综合能耗下降 8%的既定目标。各区积极推进超大型公共建筑能效水平提升，整体完成建筑单耗下降 5%的任务目标。三是多区实施建筑节能专项验收。部分区建设行政主管部门（相关委托管理单位）在土地出让、施工图审查、施工验收等环节对绿色建筑和建筑节能项目严格把关，按照要求实行建筑节能专项验收，浦东、闵行、宝山等区试点开展了绿色建筑专项验收，实现了源头把关，可持续发展。四是各区积极推广节能新技术，加大节能宣传力度。黄浦区设立区域内建筑能效提升专项课题，深入开展节能新技术应用效果研究分析，金山区、徐汇区借助国家“十三五”科技专项课题，试点应用建筑能耗水平评价、诊断及预测等成果。各区建设行政主管部门（相关委托管理单位）及有关单位充分利用“节能宣传周”、“全国低碳日”等，组织开展了建筑绿色发展宣贯培训 30 余场，参与宣贯培训人员超过 2 万人次。

3、增强平台多维场景实践应用，推进市级平台升级改造

全面总结能耗监测平台自 2015 年建成以来的所取得的成绩及不足，在“一网统管”的大背景下，结合建筑节能和绿色建筑管理需求以及数字化转型发展方向，推进能耗监测平台的升级改造。在全市建筑能耗数据实时采集与高度整合的基础上，精准识别公共建筑能效提升、建筑节能全过程监管、城市能源安全保障、楼宇精细化运行管理的细分需求，深入挖掘多维度、多层次能耗数据的潜在价值，引入先

进可靠、安全适用的新一代信息技术，对能耗监测平台实施技术架构、功能、界面的全面升级改造，两年内建成服务功能更强、用户体验更优、数据应用更智能、开发技术自主可控的建筑能耗监测新平台，为城市绿色可持续发展提供重要的技术支撑。

（二）推进科技专项研发

1、关注领域发展热点，开展用能限额设计标准体系研究。

围绕建筑节能设计标准的修订，分别开展了“上海市公共建筑设计用能限额基准研究”、“公共建筑用能限额设计标准编制研究”和“公共建筑用能限额级差能源价格体系与政策研究”等3个市级专项课题研究。一方面，在公共建筑对象分类、限额计算模型与方法、限额基准研究成果的基础上，开展公共建筑用能限额设计标准编制研究，覆盖办公、商场、宾馆三类主要公共建筑类型。具体包括标准体系及框架研究、标准适用范围及实施方式研究、限额设计指标与方法的标准化管理研究等。另一方面，基于公共建筑用能限额标准，结合上海市“十四五”节能减排工作目标部署，在全市公共建筑用能水平调研分析的基础上，研究适用于公共建筑用能限额体系的建筑能源价格分析模型，以提升上海市公共建筑综合能效水平为目标，开展相关级差能源价格政策研究。

2、引领未来发展，开展“十四五”节能和循环经济发展规划研究。

按照市政府办公厅《关于开展上海市“十四五”规划研究和编制工作的通知》（沪府办[2019]10号）和《上海市“十四五”规划前期重

大问题研究工作方案》（沪发改规[2019]10号）等有关要求，组织开展了本市住房和城乡建设领域“十四五”规划前期重要课题的研究，瞄准“十四五”规划目标，做到提前谋划，精准规划。通过调研本市“十三五”建筑节能发展情况和存在问题的基础上，对“十四五”发展趋势进行总体研判，针对建筑节能“十四五”规划前期重大问题和基本思路开展研究，从全面落实建筑能耗限额管理标准体系、推动超低能耗、近零能耗和净零能耗建筑发展、创新建筑能耗监测平台应用和服务功能、持续提升既有公共建筑运行能效及推动可再生能源建筑一体化应用五个方面，提出了科学合理的“十四五”主要发展目标和重点举措，为上海市推进“十四五”建筑节能工作，迈入建筑节能发展新时期提供科学、有效的决策依据。

上海市建筑节能政策法规、标准规范、用能指南

一、政策法规

1、上海市建筑节能条例

上海市人民代表大会常务委员会公告（第 26 号）

2、关于开展超大型公共建筑节能降耗工作的通知

沪建建材联〔2017〕712 号

3、上海市国家机关办公建筑和大型公共建筑能耗监测系统管理办法

沪住建规范〔2018〕2 号

4、关于印发《上海市建筑节能和绿色建筑示范项目专项扶持办法》的通知

沪住建规范联〔2020〕2 号

5、关于印发《上海市国家机关办公建筑和大型公共建筑能耗监测系统区级分平台工作考核评分细则》的通知

沪建建材联〔2019〕221 号

6、关于印发《上海市国家机关办公建筑和大型公共建筑能耗监测系统数据（用电量）采集判定要求》的通知

沪建市管〔2016〕48 号

7、关于做好本市国家机关办公建筑和大型公共建筑基础信息填报的通知

沪建市管〔2021〕13 号

二、标准规范

- | | |
|----------------------------|--------------------|
| 1、既有建筑绿色改造技术标准 | DG/TJ08-2338-2020 |
| 2、公共建筑节能运行管理标准 | DG/TJ08-2321-2020 |
| 3、绿色建筑评价标准 | DG/TJ08-2090-2020 |
| 4、公共建筑能源审计标准 | DG/TJ08-2114-2020 |
| 5、住宅建筑绿色设计标准 | DGJ08-2139-2018 |
| 6、公共建筑绿色设计标准 | DGJ08-2143-2018 |
| 7、绿色生态城区评价标准 | DG/TJ08-2253-2018 |
| 8、绿色建筑工程施工验收标准 | DG/TJ08-2246-2017 |
| 9、公共建筑用能监测系统工程技术标准 | DGJ08-2068-2017 |
| 10、建筑改造项目节能量核定标准 | DG/TJ08-2244-2017 |
| 11、建筑节能工程施工质量验收规程 | DGJ08-113-2017 |
| 12、绿色建筑检测技术标准 | DG/TJ08-2199-2016 |
| 13、居住建筑节能设计标准 | DGJ08-205-2015 |
| 14、公共建筑节能设计标准 | DGJ08-107-2015 |
| 15、可再生能源建筑应用测试评价标准 | DG/TJ 08-2162-2015 |
| 16、既有居住建筑节能改造技术规程 | DG/TJ08-2136-2014 |
| 17、既有公共建筑节能改造技术规程 | DG/TJ08-2137-2014 |
| 18、建筑能效标识技术标准 | DG/TJ08-2078-2014 |
| 19、太阳能热水系统应用技术规程 | DG/TJ08-2004A-2014 |
| 20、地源热泵系统工程技术规范 | DG/TJ08-2119-2013 |
| 21、民用建筑太阳能应用技术规程（光伏发电系统分册） | DG/TJ08-2004B-2008 |

三、用能指南

- | | |
|--------------------|-----------------|
| 1、星级饭店建筑合理用能指南 | DB31/T551-2019 |
| 2、养老机构建筑合理用能指南 | DB31/T1080-2018 |
| 3、大型商业建筑合理用能指南 | DB31/T552-2017 |
| 4、大中型体育场馆建筑合理用能指南 | DB31/T989-2016 |
| 5、机关办公建筑合理用能指南 | DB31/T550-2015 |
| 6、大型公共文化设施建筑合理用能指南 | DB31/T554-2015 |
| 7、高等学校建筑合理用能指南 | DB31/T783-2014 |
| 8、综合建筑合理用能指南 | DB31/T555-2014 |
| 9、市级医疗机构建筑合理用能指南 | DB31/T553-2012 |

**上海市各级国家机关办公建筑
和大型公共建筑能耗监测平台信息一览表**

名称	地址	联系电话
市级平台	宛平南路 75 号建科大厦 3 楼	54192618
市级机关	人民大道 200 号综合楼 311 室	23119879
浦东新区	浦明路 1229 号 309 室	50897786-302
黄浦区	黄浦区广东路 357 号 1 号楼西 11 楼 1123 室	33134800-21149
静安区	大统路 480 号 2217 室	33095281
徐汇区	漕溪北路 336 号区政府 1 号楼 1221 室	64872222-8261
普陀区	大渡河路 1668 号区政府 2 号楼 708 室	52564588-7827
长宁区	娄山关路 555 号 2601 室	32560691
虹口区	飞虹路 518 号区政府 1405 室	25658449
杨浦区	惠民路 800 号 2 号楼 1503 室	25033245
宝山区	宝山区密山路 16 号发改委 103 室	56692517
闵行区	沪闵路 6558 号 309 室	64125138
嘉定区	博乐南路 111 号区政府大楼 A304 室	69033708
金山区	龙山路 555 号西楼 706 室	57922460
松江区	茸北路 690 号 233 室	67740147
青浦区	城中北路 155 号 201 室	59729537
奉贤区	城乡路 333 号 902 室	67185847
崇明区	人民路 138 号 B 楼 201	69615661
虹桥商务区	申虹路 33 号公共事务大厦 709 室	34733931