

91.040.10

P

团体标准

T/ CABEE-JH2018013

夏热冬暖地区净零能耗公共建筑 技术导则

Technical guideline for net zero energy public
buildings in hot summer and warm winter zone

2019-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国建筑节能协会 发布

团体标准

夏热冬暖地区净零能耗公共建筑 技术导则

Technical guideline for net zero energy public
buildings in hot summer and warm winter zone

T/ CABEE-XXX-201×

主编单位：深圳市建筑科学研究院股份有限公司

批准部门：中国建筑节能协会

施行日期：201×年×月×日

201× 北京

前 言

根据中国建筑节能协会《关于印发<2018年度第一批团体标准制修订计划>的通知》（国建节协[2018]18号）的要求，导则编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国内先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制了本导则。

本导则的主要技术内容是：1.总则；2.术语；3.基本规定；4.技术指标；5.被动式建筑设计技术；6.主动式建筑节能技术；7.分布式能源；8.监测与运行控制。

本导则由中国建筑节能协会负责管理，由深圳市建筑科学研究院股份有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送至深圳市建筑科学研究院股份有限公司（地址：广东省深圳市福田区梅坳三路29号建科大楼，邮编：518049）。

本导则主编单位：

本导则参编单位：

本导则主要起草人员：

本导则主要审查人员：

目 次

1	总 则	1
2	术 语	3
3	基本规定	10
4	技术指标	13
	4.1 室内环境参数	13
	4.2 建筑能耗指标	16
5	被动式建筑设计技术	21
	5.1 一般规定	21
	5.2 场地规划	22
	5.3 围护结构	25
	5.4 自然通风与噪声	27
	5.5 自然采光与遮阳	30
6	主动式建筑节能技术	34
	6.1 一般规定	34
	6.2 供配电系统	34
	6.3 空调系统	35
	6.4 照明系统	35
	6.5 动力设备	39
	6.6 电器设备	40
7	分布式能源	41
	7.1 一般规定	41
	7.2 太阳能光伏系统	41
	7.3 储能系统	44
	7.4 直流系统	48
	7.5 太阳能热水系统	48
8	监测与运行控制	53
	8.1 一般规定	53
	8.2 系统监测	54
	8.3 系统运行与控制	60
附录 A	能耗指标计算方法	65
	A.1 一般规定	65
	A.2 模拟参数设置	66
	A.3 建筑本体节能率	69
	A.4 可再生能源替代率	71
	A.5 各类能源折算等效电系数	72

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms	3
3	General Requirements	10
4	Technical index	13
	4.1 Indoor environmental parameters	13
	4.2 Building Energy Criteria	16
5	Passive Building Design Technology	21
	5.1 General Requirements	21
	5.2 Site Planning	22
	5.3 Building Envelope	25
	5.4 Natural Ventilation and Noise Reduction	27
	5.5 Natural Daylighting and shading	30
6	Active Energy Saving Technology	34
	6.1 General Requirements	34
	6.2 Power Supply and Distribution System	34
	6.3 Air Conditioning System	35
	6.4 Lighting system	35
	6.5 Power Equipment	39
	6.6 Electrical Equipment	40
7	Distributed Energy	41
	7.1 General Requirements	41
	7.2 Solar Photovoltaic System	41
	7.3 Energy Storage System	44
	7.4 DC System	48
	7.5 Solar Water Heating System	48
8	Monitoring and Operational Control	53
	8.1 General Requirements	53
	8.2 System Monitoring	54
	8.3 System Operation and Control	60
Appendix A Calculating Methods of Building Energy Criteria		65
	A.1 General Requirements	65
	A.2 Simulation Parameter Setting	66
	A.3 Building Energy Efficiency Improvement Rate	69
	A.4 On-site Renewable Energy Replcement Ratio	71
	A.5 Energy Conversion Equivalent Electrical Coefficients	72

1 总 则

1.0.1 为贯彻国家节约能源、保护环境的有关法律法规和方针政策，提升建筑室内环境品质，降低用能需求，提高能源利用效率，推动可再生能源建筑应用，引导夏热冬暖地区公共建筑逐步迈向净零能耗，制定本导则。

【条文说明】

我国正处在城镇化快速发展时期，经济社会快速发展和人民生活水平不断提高，导致能源和环境矛盾日益突出，建筑能耗总量和能耗强度上行压力不断加大。实施能源资源消费革命发展战略，推进城乡发展从粗放型向绿色低碳型转变，对实现新型城镇化，建设生态文明具有重要意义。

2015年12月，第21次联合国气候变化大会（COP21）在巴黎召开，大会首次将建筑节能单独列为会议议题。会议主办方联合国环境署表示，建筑全寿命期产生的碳排放占全球碳排放总量的30%，如按现有速度继续增长，到2050年，建筑相关碳排放将翻倍，因此针对建筑物展开专项节能减排工作非常必要。联合国环境署表示，通过建筑节能标准不断提升，引导新建建筑和既有建筑逐步提高节能减排性能，使其在规划设计阶段较原有水平大幅降低能源需求，再通过可再生能源满足剩余能源供给，最终使建筑物达到零能耗和碳中和是建筑节能工作发展方向。

从世界范围看，美国、日本、韩国等发达国家和欧盟盟国为应对气候变化和极端天气、实现可持续发展战略，都积极制定建筑物迈向更低能耗的中长期（2020、2030、2050）发展目标和政策，并建立适合本国特点的技术标准及技术体系，推动建筑物迈向更低能耗正在成为全球建筑节能的发展趋势。

我国“零能耗建筑”的研究与实践起步较晚。2002年开始的中瑞超低能耗建筑合作，2010年上海世博会的英国零碳馆和德国汉堡之家是我国建筑物迈向更低能耗的初步探索。2012年，在中国住房和城乡建设部与德国联邦交通、建设及城市发展部的支持下，住房城乡建设部科技发展促进中心与德国能源署引进德国建筑节能技术，建设了河北秦皇岛在水一方、黑龙江哈尔滨溪树庭院等超低能耗建筑示范工程。2013年起，中美清洁能源联合研究中心建筑节能工作组开展了近零能耗建筑、零能耗建筑节能技术领域的研究与合作，建造完成中国建筑科学研究院近零能耗建筑等示范工程，取得了非常好的节能效果和广泛的社会影响。2015年11月，住建部颁布《被动式超低能耗绿色建筑技术导则（居住建筑）》，同年河北省组织编写了我国首部地方低能耗建筑标准《被动式低能耗居住建筑节能设计标准》DB13(J)/T177-2015颁布实施，严寒及寒冷地区的山东、黑龙江、北京等省市陆续颁布了地方被动式超低能耗建筑节能设计标准，但夏热冬暖地区尚未颁布超低能耗建筑、近零能耗建筑、净零能耗建筑相关标准。

因此，非常有必要开展夏热冬暖地区净零能耗建筑技术体系的研究，并结合夏热冬暖地区的气候特征、建筑特点、用能需求特点、生活习惯及用能方式等实际情况，编制适宜的夏热冬暖地区净零能耗建筑技术标准或导则，为推动该地区

净零能耗建筑建设提供技术支撑。

1.0.2 本导则适用于夏热冬暖地区新建、改建、扩建的公共建筑（办公建筑、学校建筑）以净零能耗建筑为目标的规划、设计和运行。

【条文说明】

我国幅员辽阔，各地气候差异较大，全国热工设计分区将全国建筑气候分区划分为严寒、寒冷、夏热冬冷、夏热冬暖、温和地区五大部分。夏热冬暖地区位于我国东南部沿海地区，在北纬 27°以南，东经 97°以东，包括海南全境，广东大部，广西大部，福建半境（东南部），云南小部分，以及香港、澳门和台湾。

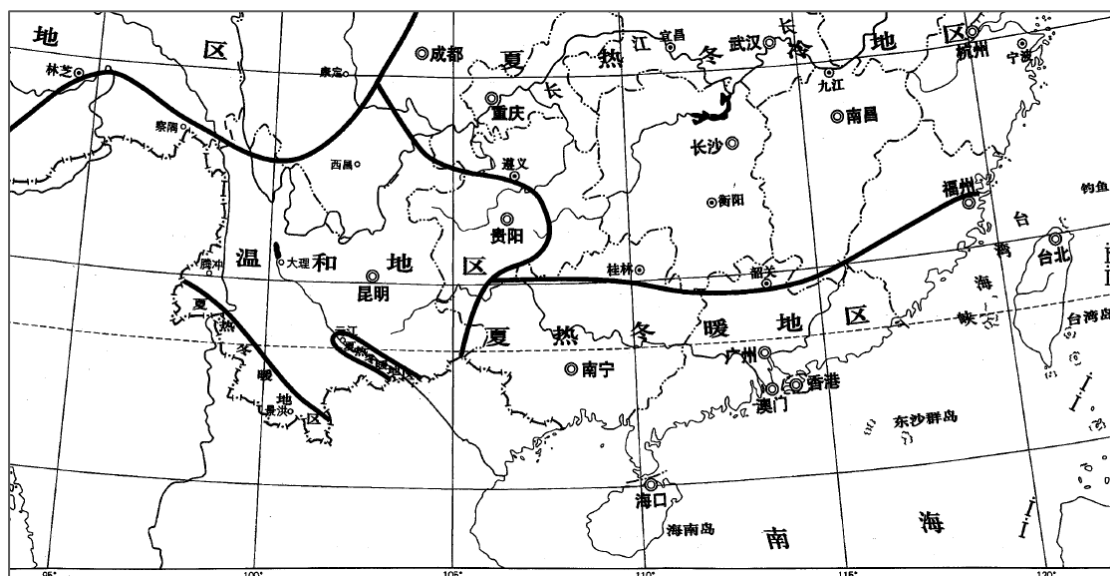


图 1.0.2 夏热冬暖地区气候分区图

1.0.3 夏热冬暖地区净零能耗公共建筑的规划、设计、运行管理和评价除应符合本导则的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

【条文说明】

本导则对夏热冬暖地区净零能耗建筑的技术指标和应采取的节能措施作出了规定。但建筑节能涉及的专业较多，相关专业均制定了相应的标准，并作出了节能规定。在进行建筑节能设计时，除应符合本导则外，尚应符合国家现行的有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 净零能耗建筑 net zero energy building

适应气候特征和场地条件,通过被动式建筑设计最大程度降低建筑终端用能需求,通过主动技术措施最大程度提高能源设备与系统效率,充分利用建筑场地内可再生能源,以最少的能源消耗提供舒适的室内环境,其建筑本体节能率大于等于 50%,且场地内可再生能源替代率大于等于 50%或变压器设计容量不超过按照需要系数法计算的容量下限值的 50%。

【条文说明】

“零能耗建筑”(zero energy building)一词源于美国。美国能源部建筑技术项目在《建筑技术项目 2008-2012 规划》中提出,建筑节能发展的战略目标是使“零能耗住宅”(zero energy home)在 2020 年达到市场可行,使“零能耗建筑”(zero energy building)在 2025 年可商业化。“零能耗住宅”指通过利用可再生能源发电,建筑物每年产生的能量与消耗的能量达到平衡的 3 层及以下的低层居住建筑。“零能耗建筑”包括 4 层及以上的中高层居住建筑和公共建筑,其技术路线为使用更加高效的建筑围护结构、建筑能源系统和家用电器,使建筑物的全年能耗降低为目前的 25%-30%,由可再生能源对其供电,达到全年用能平衡。美国对“零能耗建筑”这一名词的使用,也经过多次变更,先后使用过“zero net energy building”、“net zero energy building”等词语,最终,2015 年 9 月,美国能源部与美国国家科学技术学会(National Science and Technology Council, NSTC)合作编制了《零能耗建筑的通用定义》(A Common Definition for Zero Energy Buildings)将“零能耗建筑”(Zero Energy Buildings, ZEB)定义为:以一次能源为基础,实际每年输入的能源小于或等于现场输出的可再生能源的节能建筑。

韩国“零能耗建筑”(Zero Energy Building)的具体定义为“将建筑围护结构保温性能最大化从而将能量需求降到最低,然后使用可再生能源供能,从而实现能源自给自足的建筑”,并根据建筑层数将此概念进一步细化为“低层零能耗建筑”、“高层零能耗建筑”。“低层零能耗建筑(Low-rise Zero Energy Building)”指层数小于 8 层,全年供冷、供暖、照明和通风能耗能实现自给自足的建筑;“高层型零能耗建筑(High-rise Zero Energy Building)”指层数大于等于 8 层,建筑物需要通过最大化的使用自身可提供的可再生能源系统以满足所需的供冷供暖需求,不足的部分可以由附近学校、公园内的可再生能源装置补充。

日本的“零能耗建筑”(Zero Energy Building)最初是由日本空气调节和卫生工程师学会(SHASE)在 2015 年 9 月发布的《ZEB(ネット・ゼロ・エネルギー・ビル)の定義と評価方法》SHASE-G 0017-2015 标准中提出。2015 年 12 月,日本经济产业省(METI)在 SHASE 的基础上制定了零能耗建筑发展路线图,并给出了“零能耗建筑”的官方定义:通过先进建筑设计降低能耗,通过被动房技术有效利用自然能源,通过采用高效设备系统保持室内环境质量的同时实现高效节能,

在此基础上利用可再生能源提高建筑能源自给,年一次能源消耗量收支为零的建筑。

从世界各国“零能耗建筑”的基本定义来看,虽然定义内涵不同,但都涵盖以下基本要素:能源核算边界、能耗计算范围、能源衡量指标和能源平衡周期。

“能源核算边界”主要影响可再生能源利用量的大小。根据可再生能源来源的不同,能源核算边界分为四类:第一类是建筑本体,可再生能源核算范围仅包括建筑屋顶或立面的可再生能源系统产能;第二类是场地边界,通常以建筑用地红线为边界,可再生能源核算包括场地内和建筑本体的可再生能源系统产能;第三类是场地外同一社区或管理区域边界,可再生能源核算范围包括建筑本体、场地内及场地外附近的可再生能源系统产能(附近的可再生能源是指同一业主或物业管理区域的可再生能源);第四类是场地外边界,可再生能源核算范围包括建筑本体、场地内及附近的可再生能源系统产能和购买的绿色电力证书。四类边界范围逐渐扩大,其中:美国国的零能耗建筑采用场地边界(第二类边界),欧盟、韩国采用第三类边界;日本经济产业省(METI)的官方零能耗建筑定义采用场地边界(第二类边界),日本空气调节和卫生工程师学会(SHASE)原则上采用第二类边界,但如果能够明确转换系数,则应采用第四类边界。考虑到我国建筑高密度、高容积率的特点,仅利用建筑场地内的可再生能源可能无法平衡建筑终端全部用能量。因此,本导则中仅要求场地内可再生能源利用量小于或等于50%的建筑年综合能耗(即:建筑供暖、通风、供冷、照明、生活热水、电梯的能源消耗量,不包括炊事、家电、插座等)。

“能耗计算范围”主要影响建筑用能量的大小。由于各国的气候条件、建筑特点、用能特点和技术经济水平参差不齐,世界各国“零能耗建筑”的建筑能耗计算范围存在较大的差异。其中:美国“零能耗建筑”的能耗计算范围为建筑终端全部用能量,包括:供暖、通风、空调、室内和室外照明、生活热水、插座负载、生产能耗及建筑内的交通能耗(如电动车的充电能耗);日本经济产业省“零能耗建筑”的能耗计算范围为:供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯,不包括插座、家用电器及场地内交通设施能耗;韩国的“零能耗建筑”能耗计算范围仅包括:供暖、通风、空调、照明、生活热水,不包括电梯、插座、家用电器及场地内交通设施能耗;欧盟“近零能耗建筑”的能耗计算范围为:供暖、通风、空调、照明、生活热水、插座及家用电器,不包括电梯及建筑内的交通能耗。考虑到我国处于并将长期处于社会主义初级阶段的基本国情,随着社会经济的发展和水平的提高,办公电器设备将随之增多,插座能耗将呈现上升趋势。且插座、炊事等用能受个体用户行为影响较大,在设计阶段难以控制。因此,本导则中“建筑综合能耗”计算范围为:建筑供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯的能源消耗量,不包括炊事、家电、插座等受个体用户行为影响较大的能源系统消耗。

“能源衡量指标”通常有:一次能源、终端能源、碳排放量和能源成本。“终端能源”是通过市政电表、燃气表计量的建筑用能量,直观反映了建筑实际用能量,但对于终端能源种类较多的建筑,无法直接比较建筑能耗的高低。“能源成本”与“终端能源”类似,根据市政电表、燃气表计量的用能量,考虑不同种类能

源价格等因素得到，直观反映了能源消耗的费用，但是无法体现能耗量和能源的环境效益。“一次能源”采用统一的折算方法将终端不同种类能源折算为一次能源，考虑了能源输配损失，反映了满足终端用能需求所需消耗的全部能源量，便于全面、统一比较采用了不同种类能源的建筑能耗高低，但是不同种类能源的折算系数需要经过大量的统计数据确定；“碳排放量”与“一次能源”类似，将不同种类能源按照规定的碳排放系数计算，反映了满足终端用能需求所需消耗的全部能源的碳排放量，便于全面、统一比较采用了不同种类能源的建筑的碳排放，但是不同种类能源的碳排放系数需要经过大量的统计数据确定。目前，虽然国际上主要采用“一次能源”，但是考虑夏热冬暖地区公共建筑能耗以电力为主的特点，本导则中采用“终端能源”，并将其他种类能源按照“等效电法”统一折算为电力。

“能源平衡周期”有“年”和“全生命期”。目前国际上主要采用“年”为平衡周期，本导则中零能耗建筑的平衡周期与国际一致，以“年”为平衡周期。

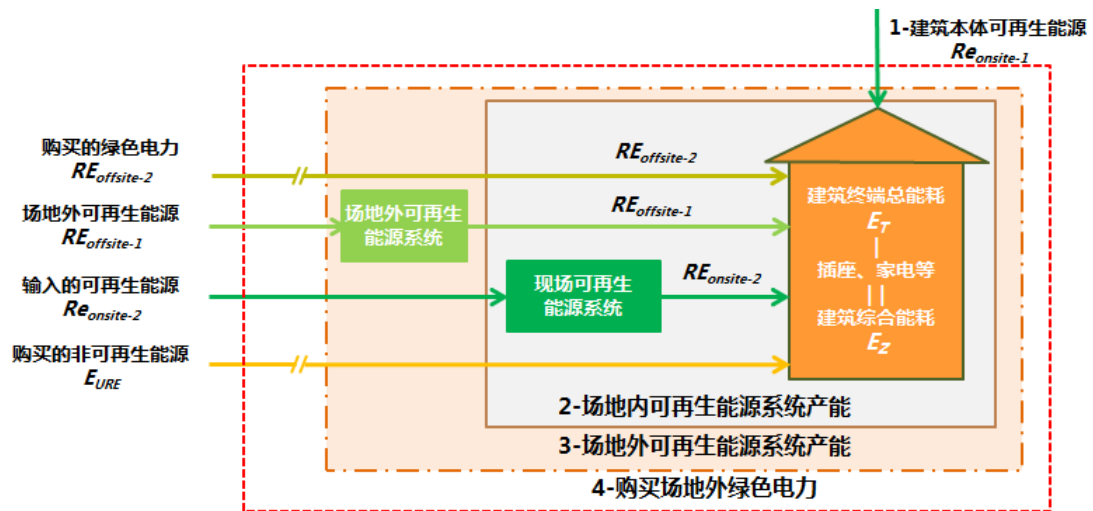


图 2.0.1-1 能源核算边界

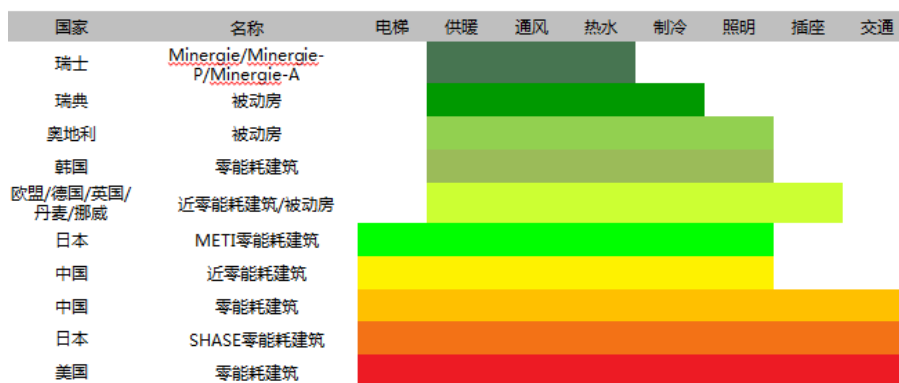


图 2.0.1-2 世界各国零能耗建筑能耗计算范围

净零能耗建筑不仅仅是节能的建筑，更应该是对电力系统友好的建筑，即在大量的可再生能源并入电网的同时，仍然能够保证电力系统的可靠性、稳定性和灵活性。为在定义中定量表征“净零能耗建筑”的能效水平和电网友好性特征，同时考虑与现行国家标准的衔接，本导则中采用“建筑本体节能率”、“场地内可再

生能源替代率”和“变压器容量降低比例”三个定量指标。

“建筑本体节能率”是指不考虑可再生能源的情况下，设计建筑比按照《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015 设计的基准建筑的综合能耗的节能率，该指标主要反映了对被动式建筑节能技术和主动式建筑节能技术的节能效果的要求。本导则中借鉴现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T51350，要求建筑本体节能率达到 50%及以上。

可再生能源（如：太阳能、风能等）具有免费（零燃料成本）、清洁无污染的特点，增加建筑中可再生能源的利用，不仅可以满足日益增长的建筑能源需求，而且可以减少常规能源消耗带来的燃料成本和环境污染，是解决建筑能源紧缺和环境污染问题的有效途径，“场地内可再生能源替代率”即体现了对建筑场地内可再生能源利用量的要求。本导则中通过对国内外近零/零能耗建筑标准及示范项目“场地内可再生能源利用率”指标的对比分析，结合夏热冬暖地区的气候特征、建筑特点和能耗特点，提出场地内可再生能源利用率大于等于 50%的指标值要求。

然而，太阳能、风能等可再生能源受气象条件的影响，在时间尺度具有不可控的波动性和不确定性，且可再生能源发电出力与终端负荷需求的变化不同步，直接将大量的、具有波动性和不可预测性的可再生能源电力并入电网，将对电网的经济调度和稳定运行带来极大的挑战，必须采取有效的措施来维持发电和负荷之间的持续动态平衡，以提高大量的可再生能源并入电网的友好性。可从电源侧（提高可再生能源发电的设计和控制技术）和负荷侧（需求响应）实现，也可采用既能作为电源也能作为负荷运行的储能系统实现。

电源侧主要从实现电网友好型的新能源发电入手，即通过提高可再生能源发电的设计和控制技术来减小其对电力系统的负面影响，使之能对电力系统的可靠性和稳定性做出贡献，关于可再生能源电源设计和运行控制的要求分别在本导则第 7 章和第 8 章中涉及。

负荷侧主要通过需求响应实现，在本导则 8.3 节中涉及。需求响应是需求侧资源响应电价变化或激励性付费而作出的用电行为方面的改变，这些电价和激励性付费政策的设计目的是引导用户在市场电价高或系统可靠性受到威胁时减少用电。需求响应可以通过“移峰填谷”和“功率平衡”来提高可再生能源接入电网的灵活性。负荷侧“移峰填谷”是将用电高峰时段的负荷转移到低谷时段，并利用可再生能源提供低谷时段负荷需求，从而减少可再生能源电力的浪费。“功率平衡”是通过实时跟踪可再生能源发电出力，当可再生能源发电快速下降时，快速减少负荷需求，反之，当可再生能源发电快速增加时，快速增加负荷需求，从而通过快速动作的需求响应实现发电和负荷的实时平衡，降低负荷侧对常规电源快速响应能力的需求。

储能系统既可以作为电源也可以作为负荷运行，它可以在电源侧和负荷侧发挥作用，以提高可再生能源接入电网的灵活性。储能系统在电源侧主要通过“移峰填谷”和“出力平滑”以提高可再生能源发电的电网友好性。电源侧“移峰填谷”是指在可再生能源发电高峰时段，将多余的电力存储起来，随时准备在需要时向电网送电，从而减少可再生能源电力浪费。“出力平滑”是指在可再生能源发电出

力突然减少或增加时，能够快速释放或吸收能量，以平滑由于可再生能源本身所固有的波动特性所导致的频率和电压的波动，维持可再生能源发电总体输出平稳。储能系统在负荷侧主要通过“移峰填谷”（在负荷低谷时段储存电能，在负荷高峰时段释放电能）以减少用电高峰时段对常规电源的供电峰值的需求，从而提高电力系统的灵活性。储能系统在本导则 7.3 节中涉及。

综上所述，无论是从电网友好型的新能源发电、负荷侧的需求响应，还是既可以作为电源也可以作为负荷运行的储能系统，都将在提高电力系统灵活性、可靠性和稳定性的同时，降低对常规电源供电峰值的需求，从而减少为满足高峰负荷需求而增加的电力基础设施（发电、输电、配电）的投资成本。因此，本导则提出了“变压器装机容量降低比例”的指标，目的即是希望能够通过多种途径以提高可再生能源接入电力系统灵活性，降低建筑对常规电源供电峰值的需求，提高“净零能耗建筑”对电网友好性。

2.0.2 场地内可再生能源利用量 on-site renewable energy

由建筑场地边界内的可再生能源系统产生，并且用于场地内建筑能源需求的可再生能源。

【条文说明】

由建筑场地边界内的可再生能源系统（包括建筑本体和场地上的可再生能源系统）产生的能量，且用于满足场地内建筑用能需求的部分，输出到场地边界外的可再生能源不计入场地内可再生能源。场地边界通常以规划用地红线为边界。

2.0.3 场地内可再生能源替代率 on-site renewable energy replcement ratio

场地内可再生能源利用量占建筑年综合能耗的比例，单位：%。

【条文说明】

充分利用可再生能源是实现净零能耗的重要手段之一。本导则中“净零能耗建筑”可再生能源核算边界仅限于场地内可再生能源利用量。建筑年综合能耗，包括供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯能耗，不包括炊事、家电、插座等受个体用户行为影响较大的能源系统消耗。

2.0.4 被动式建筑设计技术 passive building design technology

在建筑设计中通过对建筑朝向的合理布置，采取遮阳设置、建筑围护结构的保温隔热技术、自然通风、自然采光等设计手段，实现建筑采暖空调通风、照明能耗降低的节能技术。

【条文说明】

被动式建筑节能技术是指以非机械电气设备干预手段实现建筑能耗降低的节能技术，具体指在建筑规划设计中通过对建筑朝向的合理布置、遮阳的设置、建筑围护结构的保温隔热技术、有利于自然通风的建筑开口设计等实现建筑需要的采暖、空调、通风等能耗的降低。

2.0.5 主动式建筑节能技术 active building energy saving technology

是指通过机械设备的控制调节，主动干预建筑室内环境，实现舒适健康的室内环境的同时降低建筑运行能耗的技术。

【条文说明】

主动式建筑技术是与建筑保温隔热、遮阳、增加气密性等建筑建成后不再能改变的“被动式建筑节能技术”相对比而言的，主要包括：采用高效能源设备及系统、能源系统优化运行控制技术，例如：建筑电力负荷的移峰填谷控制、自然通风开口的开闭控制、空调系统的优化节能控制、遮阳百叶角度的优化控制、人工照明的节能控制、电梯等动力设备的节能运行控制、用电器的节能运行控制等技术。

2.0.6 弱感知监测系统 weak perception system

以不侵犯被监测对象隐私权、不影响被测对象状态和测量环境为前提，实现人性化与高效率并存的监测系统。

2.0.7 建筑低压直流配电系统 building low voltage DC power distribution system

采用 1500V 及以下直流电供应和分配建筑电能的系统，由直流电源设备、配电设备、用电设备和控制系统四部分构成。

2.0.8 电力需求响应 power demand response, DR

指用户对价格或者激励信号做出响应，调整电力消费方式，减少（增加）用电或推移某时段的用电负荷而响应电力供应，从而促进电力供需平衡、保障系统稳定运行的过程行为，是需求侧管理（DSM）的重要技术手段。

【条文说明】

本条引用《工业领域电力需求侧管理工作指南》。

需求响应是传统需求侧管理或负荷管理实践的发展和延伸，被认为是智能电网的关键应用。需求响应可以分为两类：调度型和反应型需求响应。

调度型需求响应，又称负荷管理或负荷控制，允许电网运行商或第三方集聚商（aggregator）直接控制负荷的响应。通常给用户某种激励以换取他们参与需求响应。

反应型需求响应依靠用户自愿响应发送给他们的各种信号。目前最常用的信号是电价，尽管诸如环保信号和与邻居的对比数据等其他类型的信息可能在将来有用。反应型需求响应可进一步分为趸售式和零售式两种，前者由独立系统运营商（ISOs）和区域输电组织（RTOs）管理，后者向用户提供由某种实时定价机制确定的零售电价。

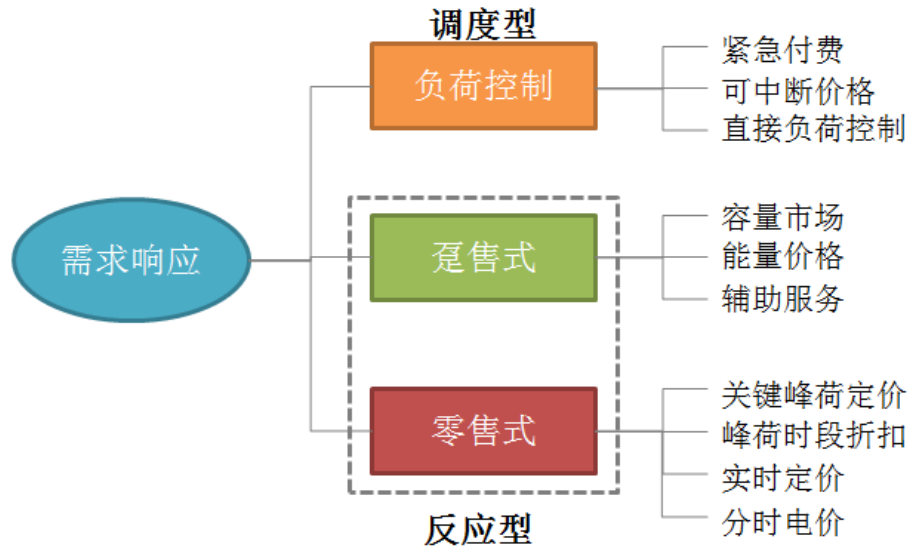


图 2.0.8 需求响应分类

3 基本规定

3.0.1 夏热冬暖地区净零能耗公共建筑应根据气候条件、建筑特点、用能习惯，通过被动式技术手段降低建筑用能需求，主动式节能技术提升能源系统和设备的能效，引导合理用能行为，降低建筑能源消耗，利用可再生能源对建筑能源消耗进行平衡。

【条文说明】

从国际情况来看，由于各国气候条件、建筑特点、能耗特点及技术经济水平参差不齐，实现净零、零能耗建筑的技术路线存在较大的差异，但基本可以归为三类：一类是以欧盟、韩国为代表的“近零能耗建筑”技术路线，强调“提高建筑围护结构保温性能及气密性”，以降低供热负荷需求为主、可再生能源应用为辅，主要适用于以冬季供暖负荷需求为主的地区；第二类以美国为代表的“零能耗建筑”技术路线，强调能源输入与输出的平衡，并不刻意追求围护结构的保温及气密性，但强调现场可再生能源的应用；第三类以日本为代表的“零能耗建筑”技术路线，强调在保障室内外环境品质的前提下，通过自然资源（自然光、自然通风）、高性能设备及可再生能源的集成应用，实现建筑能源供应量与能源需求量的平衡。

欧盟为代表的“以降低能源需求为主，可再生能源应用为辅”的“近零能耗建筑”的思路虽然具有一定的借鉴意义，但是其强调“提高围护结构保温及气密性”的技术路线与夏热冬暖地区的以夏季供冷为主的气候特点和南方地区开窗通风生活习惯不符；以美国为代表的“零能耗建筑”以年为单位来统计一次能源输入与输出平衡的思路也值得参考，但其强调“通过现场可再生能源来平衡场地内的建筑能源需求”的技术路径对于当前中国的“高密度、高容积率”的建筑并不适用，因为高层建筑即使屋顶铺满光伏板也难以平衡建筑的能源需求；以日本为代表的“强调自然光、自然通风与遮阳、高效能源系统与设备降低负荷需求的基础上，再通过可再生能源与蓄能技术集成应用平衡能源需求”的技术路线比较符合夏热冬暖地区的气候特点、生活习惯和建筑特点。

综合考虑我国夏热冬暖地区的气候条件、建筑特点、能耗特点及技术经济水平，夏热冬暖地区净零能耗公共建筑宜采用以下技术路线：

首先，通过被动式建筑设计和技术手段，合理优化建筑布局、朝向、体形系数和功能布局，充分利用建筑自然通风、自然采光、建筑遮阳与隔热措施，最大限度降低建筑终端用能需求；

其次，通过主动技术措施最大限度提高能源设备和系统效率，并结合智能控制技术，最大限度降低建筑终端能耗；

最后，充分利用建筑场地内可再生能源，并通过可再生能源系统优化设计与运行控制技术，同时结合负荷侧的需求响应、既能作为电源又能作为负荷运行的储能系统，在降低建筑常规能源消耗总量的同时，降低对常规电源峰值的需求，

提高可再生能源并入电网的友好性。

3.0.2 建筑设计应以室内环境和能效指标（包括功率和能量）为约束目标，优化确定建筑设计方案。

【条文说明】

夏热冬暖地区净零能耗公共建筑设计应以建筑室内环境参数和能耗指标为性能目标，利用能耗模拟计算软件，对设计方案进行逐步优化，最终达到预定性能目标要求。设计中无论是否采用以及如何采用本导则列举的推荐技术措施，都应采用专用模拟判定工具，比选不同方案的技术经济特征，在规定的室内环境条件下，满足本导则规定的各项技术指标要求。

建筑方案设计应根据建筑功能和环境资源条件，以气候环境适应性为原则，采用自然通风、自然采光、建筑遮阳以及围护结构保温隔热等被动式建筑设计手段降低建筑年供冷量需求。

针对夏热冬暖地区净零能耗公共建筑具体特点，实施智能化运行。同时，强调人的行为作用对节能运行的影响，编制运行管理手册和用户使用手册，培养用户节能意识并指导其正确操作，实现节能目标。

3.0.3 净零能耗建筑应支持大容量可再生能源并入电网，并通过可再生能源系统的优化设计和运行控制、负荷侧的需求响应和储能系统，提高可再生能源并入电网的友好性。

【条文说明】

净零能耗建筑不仅仅是节能的建筑，更应该是对电力系统友好的建筑，即在大量的可再生能源并入电网的同时，仍然能够保证电力系统的可靠性、稳定性和灵活性。

可再生能源由于其免费（零燃料成本）、清洁无污染的特点，被视为解决建筑能源紧缺和环境污染问题的有效途径。而且，随着未来能源结构调整和电价政策的改革，建筑中可再生能源利用量的增加将成为必然趋势。然而，太阳能、风能等可再生能源受气象条件的影响，在时间尺度具有不可控的波动性和不确定性，且可再生能源发电出力与终端负荷需求的变化不同步，直接将大量的、具有波动性和不可预测性的可再生能源电力并入电网，将对电网的经济调度和稳定运行带来极大的挑战，必须采取有效的措施来维持发电和负荷之间的持续动态平衡，以提高大量的可再生能源并入电网的友好性。

从国内外已有的研究成果来看，提高可再生能源接入电网的友好性，可以从电源侧（提高可再生能源发电的设计和控制技术）、负荷侧（需求响应）和储能系统三方面实现。

电源侧主要从实现电网友好型的新能源发电入手，即通过提高可再生能源发电的设计和控制技术来减小其对电力系统的负面影响，使之能对电力系统的可靠性和稳定性做出贡献，关于可再生能源电源设计和运行控制的要求分别在本导则第7章和第8章中涉及。

负荷侧主要通过需求响应实现，在本导则 8.3 节中涉及。需求响应是需求侧资源响应电价变化或激励性付费而作出的用电行为方面的改变，这些电价和激励性付费政策的设计目的是引导用户在市场电价高或系统可靠性受到威胁时减少用电。需求响应可以通过“移峰填谷”和“功率平衡”来提高可再生能源接入电网的灵活性。负荷侧“移峰填谷”是将用电高峰时段的负荷转移到低谷时段，并利用可再生能源提供低谷时段负荷需求，从而减少可再生能源电力的浪费。“功率平衡”是通过实时跟踪可再生能源发电出力，当可再生能源发电快速下降时，快速减少负荷需求，反之，当可再生能源发电快速增加时，快速增加负荷需求，从而通过快速动作的需求响应实现发电和负荷的实时平衡，降低负荷侧对常规电源快速响应能力的需求。

储能系统既可以作为电源也可以作为负荷运行，它可以在电源侧和负荷侧发挥作用，以提高可再生能源接入电网的灵活性。储能系统在电源侧主要通过“移峰填谷”和“出力平滑”以提高可再生能源发电的电网友好性。电源侧“移峰填谷”是指在可再生能源发电高峰时段，将多余的电力存储起来，随时准备在需要时向电网送电，从而减少可再生能源电力浪费。“出力平滑”是指在可再生能源发电出力突然减少或增加时，能够快速释放或吸收能量，以平滑由于可再生能源本身所固有的波动特性所导致的频率和电压的波动，维持可再生能源发电总体输出平稳。储能系统在负荷侧主要通过“移峰填谷”（在负荷低谷时段储存电能，在负荷高峰时段释放电能）以减少用电高峰时段对常规电源的供电峰值的需求，从而提高电力系统的灵活性。储能系统在本导则 7.3 节中涉及。

4 技术指标

4.1 室内环境参数

4.1.1 夏热冬暖地区净零能耗公共建筑主要房间的室内热湿环境应符合表 4.1.1-1 的规定。

表4.1.1-1 公共建筑主要房间室内热湿环境参数

工况	室内热湿环境参数	供冷工况	供热工况
人工冷热源	温度 (°C)	≤26	≥18
	相对湿度 (%)	≤60	≥30
	风速 (m/s)	≤0.25	≤0.2
非人工冷热源	-0.5≤APMV≤0.5		

注：1.冬季室内相对湿度不参与设备选型和能效指标计算；

2.当不设置冬季供暖设施时，冬季室内热湿环境参数可不参与设备选型和能效指标计算。

【条文说明】

健康、舒适的室内环境是净零能耗建筑的基本前提。净零能耗建筑室内环境参数应满足较高的热舒适水平。室内热湿环境参数主要是指建筑室内的温度、相对湿度、风速，这些参数直接影响室内的热舒适水平和建筑能耗。

根据国内外有关研究结果，当人体衣着适宜、保暖量充分且处于安静状态时，室内温度 20°C 比较舒适，18°C 无冷感，15°C 是产生明显冷感的温度界限。热舒适环境 ($-1 \leq PMV \leq 1$) 对应的温度范围为：18°C~28.4°C。

对于空调供冷工况，相对湿度在 40%~70% 之间时，对应满足热舒适 ($0 \leq PMV \leq 1$) 的温度范围是 22°C~28°C。根据《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736，供冷工况室内环境参数范围为：温度 24°C~28°C，相对湿度 40%~70%。对于 I 级舒适区 ($0 \leq PMV \leq 0.5$)，当室内相对湿度在 40%~70% 之间，舒适温度范围为 24°C~26°C；对于 II 级舒适区 ($0.5 < PMV \leq 1$)，当室内相对湿度在 40%~70% 之间时，舒适温度范围为 26°C~28°C。基于节能和舒适的原则，本着提高生活质量、满足室内舒适度的条件下尽量节能，本导则将供冷工况舒适等级确定为 I 级，对应温度的上限值为 26°C，相对湿度上限值为 70%。

夏热冬暖地区公共建筑以空调供冷为主，冬季几乎不需要供热。对于少数需要冬季供热的建筑，基于节能和舒适的原则，本导则将其供热工况热舒适等级确定为 II 级及以上 ($-1 \leq PMV \leq 0$)。根据《中等热环境 PMV 和 PPD 指数的测定及热舒适条件的规定》GB/T18049，推荐的舒适的相对湿度范围在 30%~70% 之间。当舒适度 $-1 \leq PMV \leq 0$ ，室内相对湿度在 30%~70% 之间时，对应舒适温度范围为 18°C~24°C。因此，本导则规定供热工况温度下限为 18°C，相对湿度下限值为 30%。

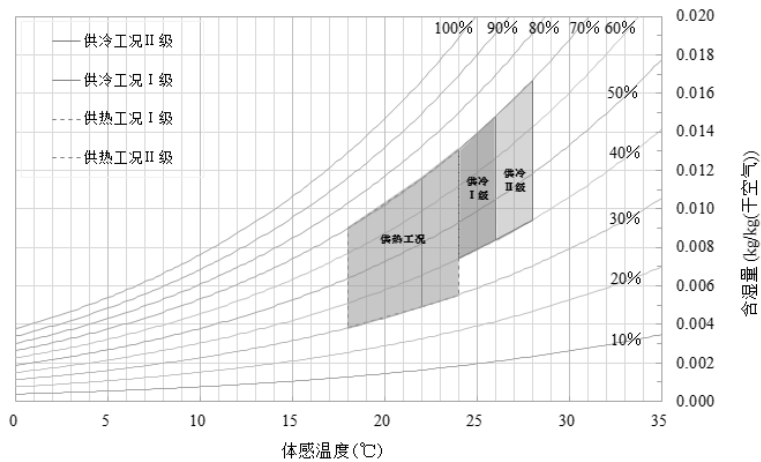


图 4.1.1-1 人工冷热源环境热舒适性分区

在非人工冷源环境下，室内热湿环境评价参考国家标准《民用建筑室内热湿环境评价标准》GB/T50785 的评价方法，以预计适应性平均热感觉指标 (APMV) 作为评价依据。预计适应性平均热感觉指标 (APMV) 应按下式计算：

$$APMV = PMV / (1 + \lambda \cdot PMV)$$

式中：APMV——预计适应性平均热感觉指标；

λ ——自适应系数，按下表取值；

PMV——预计平均热感觉指标。

表4.1.1-2 自适应系数取值

建筑气候区		办公建筑	教育建筑
夏热冬暖	PMV ≥ 0	0.21	0.17
	PMV < 0	-0.49	-0.28

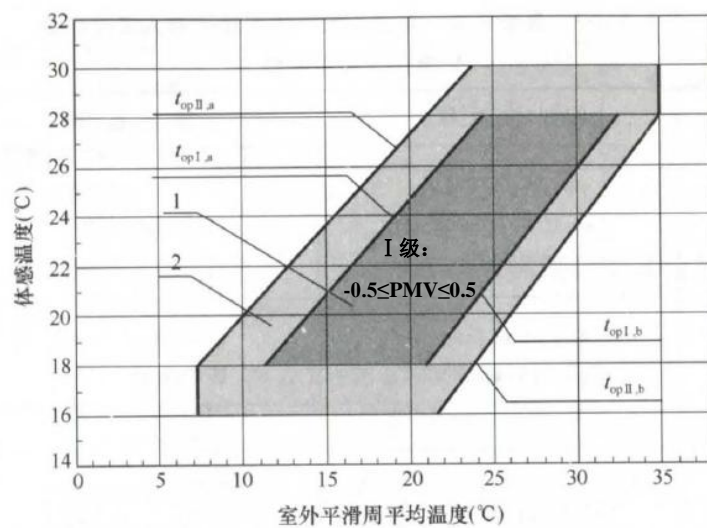


图 4.1.1-2 非人工冷热源环境热舒适性分区

夏热冬暖地区净零能耗公共建筑应优先使用被动式技术营造健康和舒适的

建筑室内环境。在过渡季，通过自然通风及高性能的外墙和外窗遮阳系统保证室内环境；夏季，当室外温度高于 28℃或相对湿度高于 70%时以及其它室外环境不适宜自然通风的情况下，主动供冷系统将会启动，使室内温度不高于 26℃，相对湿度不高于 60%。全年处于动态热舒适水平，大部分时间处于热舒适 I 级水平及以上。突出以人为本，且不盲目追求过高的舒适度和温湿度保证率。

4.1.2 夏热冬暖地区净零能耗公共建筑的新风量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》GB50376 的规定。

【条文说明】

室内空气质量是室内主要环境影响因素。病态建筑综合症（Sick Building Syndrome, SBS）和建筑相关疾病（Building-related illness, BRI）以及化学物质过敏症（Multiple Chemical Sensitivity, MCS）的出现使人们认识到提高建筑新风量是构建健康建筑（Health Building, HB）的必然选择，特别是 SARS 危机之后，增加新风量更成为应对 SARS 的主要技术措施。同时，美国 ASHRAE 标准 62 还特别规定不允许用空气净化器完全替代室外新鲜空气，新风对于改善室内空气品质，减少病态建筑综合症具有不可替代的重要作用。因此，合理确定净零能耗建筑新风量对改善室内空气环境和保证室内人员的健康舒适具有重要的现实意义。

本条中的最小新风量指标综合考虑了人员污染和建筑污染对人体健康的影响。高密人群建筑即人员污染所需新风量比重高于建筑污染所需新风量比重的建筑类型。一方面，人员污染和建筑污染的比例随人员密度的改变而变化；另一方面，高密人群建筑的人流量变化幅度大，出现高峰人流的持续时间短，受作息、节假日、季节、气候等因素影响明显。因此，本导则参照《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50376-2012，对不同人员密度条件下的人均最小新风量做出规定。

4.1.3 夏热冬暖地区净零能耗公共建筑应控制室内颗粒物浓度和 CO₂ 浓度，PM_{2.5} 日平均浓度不高于 37.5μg/m³，PM₁₀ 日平均浓度不高于 75μg/m³，CO₂ 日平均浓度不大于 900ppm。

【条文说明】健康、舒适的室内环境是净零能耗建筑的基本前提。室内空气质量是室内主要环境影响因素，合理的空调系统设计、适宜的空气过滤手段、有效的自然通风措施，不仅对于改善室内空气品质有着重要作用，还与建筑能耗水平息息相关。

根据生态环境部网上公布的城市空气质量数据，筛选夏热冬暖地区部分典型城市近半年的 PM_{2.5}、PM₁₀ 浓度日均值数据，见图 4.1.3-1 和图 4.1.3-2。从图中可知，PM_{2.5} 浓度日均值大部分时间均在 37.5μg/m³ 以下，PM₁₀ 浓度日均值大部分时间均在 75μg/m³ 以下，满足《健康建筑评价标准》T/ASC02-2016 对于室内空气品质的要求。

本导则中结合夏热冬暖地区典型城市数据和《健康建筑评价标准》T/ASC02-2016，提出室内 PM2.5、PM10 和 CO₂ 浓度的控制要求。

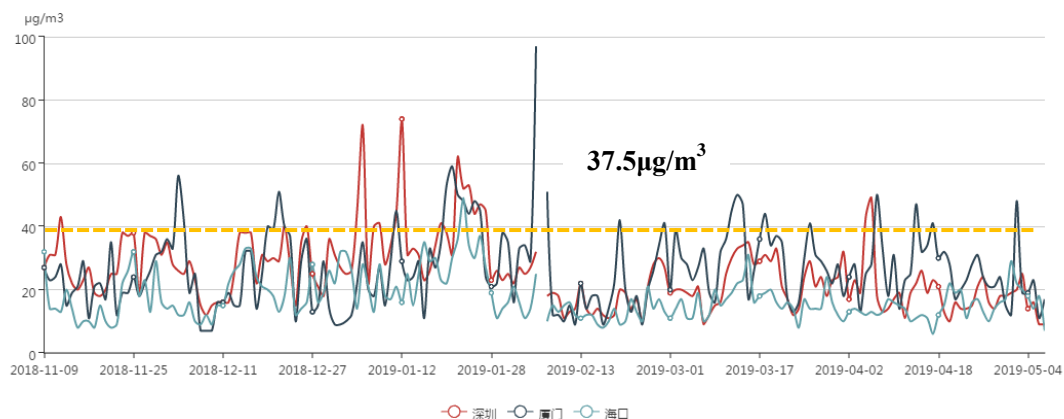


图 4.1.3-1 夏热冬暖地区典型城市近半年 PM2.5 日平均值

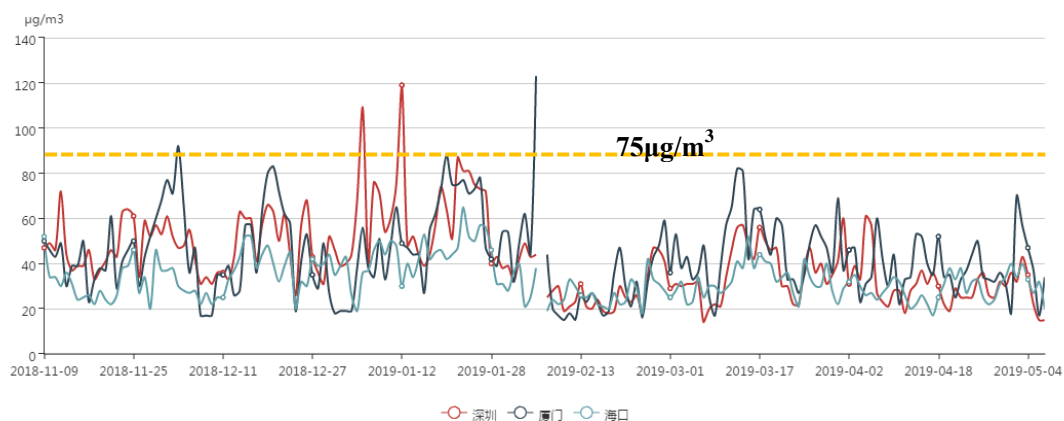


图 4.1.3-2 夏热冬暖地区典型城市近半年 PM2.5 日平均值

4.2 建筑能耗指标

4.2.1 夏热冬暖地区净零能耗公共建筑应符合下列规定：

1 建筑本体节能率应大于等于 50%，并按下式计算：

$$\eta_e = \frac{EUI_{Z,BB} - EUI_{Z,PB}}{EUI_{Z,BB}} \times 100\% \quad (4.2.1-1)$$

式中 η_e ——建筑本体节能率，%；

$EUI_{Z,PB}$ ——设计建筑的单位建筑面积综合能耗，kWh/（m²a）；

$EUI_{Z,BB}$ ——基准建筑的单位建筑面积综合能耗，kWh/（m²a）。

2 建筑场地内可再生能源替代率应大于等于 50%或变压器设计容量应不超过按照需要系数法计算的容量下限值的 50%，并按下列公式计算：

$$\phi_{REonsite} = \frac{RE_{onsite}}{E_Z} \times 100\% \geq 50\% \quad (4.2.1-2)$$

$$\text{或} \quad S_N \leq 50\% \cdot S_{XN} \quad (4.2.1-3)$$

式中 RE_{onsite} ——建筑场地内可再生能源利用量, kWh/a;

E_Z ——建筑年综合能耗, 包括供暖、空调、通风、生活热水、照明、生活热水、电梯能耗, 不包括炊事、家电、插座等受个体用户行为影响较大的能源系统消耗, kWh/a;

S_N ——变压器设计容量, kV·A;

S_{XN} ——按需要系数法计算的容量下限值, kV·A。

【条文说明】

本条明确了夏热冬暖地区净零能耗公共建筑的判定条件, 两条必须同时满足才可以判定达到零能耗建筑要求。

1 净零能耗公共建筑应通过被动式技术和主动式节能技术手段降低建筑能源消耗的基础上, 再利用可再生能源对建筑能源消耗进行平衡。因此, 本导则提出了“建筑本体节能率”的要求。

通过对夏热冬暖地区4栋典型近零能耗公共建筑(3栋办公建筑和1栋学校建筑)的能耗数据调研, 不考虑可再生能源发电贡献情况下, 仅采用被动式建筑技术(被动式建筑设计、自然通风与吊扇、自然采光、建筑遮阳、屋顶绿化、立体绿化、围护结构热工性能提升等)和主动式建筑技术手段(提高空调系统、照明系统及动力系统和设备能效, 不考虑优化运行控制), 单位建筑面积年综合能耗指标设计值可降低到 18.8~48kWh/(m²·a), 建筑本体节能率可达到 32%~62%; 如考虑优化运行控制措施, 单位建筑面积年综合能耗指标实测值可降低到 6.5~25.3 kWh/(m²·a) 左右, 建筑本体节能率可达到 64%~87%。夏热冬暖地区典型近零能耗建筑能耗指标见表 4.2.1-1。考虑与现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》(GB/T 51350-2019)的统一及与美国、日本等国际标准的衔接, 本导则中采用“建筑本体节能率”的相对节能指标, 并提出“建筑本体节能率”不小于 50%的最低要求, 不给出具体的能耗指标绝对值要求。

表4.2.1-1 夏热冬暖地区典型近零能耗建筑能耗指标

项目名称	项目地点	建筑基本信息	设计建筑		基准建筑		建筑本体节能率 ¹
			单位建筑面积终端总能耗 kWh/(m ² ·a)	单位建筑面积年综合能耗 kWh/(m ² ·a)	单位建筑面积终端总能耗 kWh/(m ² ·a)	单位建筑面积年综合能耗 kWh/(m ² ·a)	
办公1	珠海	地上17层, 地下1层, 建筑面积23546m ²	设计: 50.3 实测: 36.4	设计: 30.7 实测: 15.0	77.3	47.1	设计: 35% 实测: 68%

续表 4.2.1-1

项目名称	项目地点	建筑基本信息	设计建筑		基准建筑		建筑本体节能率 ¹
			单位建筑面积终端总能耗 kWh/(m ² ·a)	单位建筑面积年综合能耗 kWh/(m ² ·a)	单位建筑面积终端总能耗 kWh/(m ² ·a)	单位建筑面积年综合能耗 kWh/(m ² ·a)	
办公2	深圳	地上8层,地下2层,建筑面积6722m ²	设计: 40.3	设计: 18.8	70.9	49.4	设计: 62%
办公3	深圳	地上12层,地下2层,建筑面积18168.76m ²	设计 71.00 实测: 36.90	设计 48.0 实测: 25.3	104.0	70.4	设计: 32% 实测: 64%
学校	法国	地上2层,建筑面积739m ²	设计 45.1 实测: 13.8	设计: 25.1 实测: 6.5	100.0	50.0	设计: 50% 实测: 87%

注:1.建筑本体节能率=(基准建筑单位建筑面积年综合能耗-设计建筑单位建筑面积年综合能耗)/基准建筑单位建筑面积年综合能耗

2.建筑内部负荷(人员、照明、设备)的实际使用率大部分时间在30%~70%,远低于建筑节能设计标准中规定的80%~95%

2“净零能耗建筑”涉及的两个重要参数:可再生能源利用量和建筑用能量。

通过对夏热冬暖地区4栋公共建筑(3栋办公建筑和1栋学校建筑)的建筑能耗与可再生能源发电量数据调研,建筑用能量与可再生能源发电量见表4.2.1-2。

从表4.2.1-2,有2栋建筑场地内可再生能源利用量大于等于建筑年综合能耗,其中:一栋为深圳某8层办公建筑,单位建筑面积综合能耗(设计值)为18.8kWh/(m²·a),一栋为法国某2层学校建筑,单位建筑面积综合能耗(实测值)为6.5kWh/(m²·a)。由此可见,场地内可再生能源发电量平衡建筑年综合能耗具有一定的可行性,但仅对于层数小于等于8层且单位建筑面积综合能耗降低到比较低(≤20kWh/m²)时才有实现可能。

从表4.2.1-2,仅有1栋建筑场地内可再生能源利用量大于等于建筑年终端总能耗,该建筑为位于法国的某2层学校建筑,单位建筑面积综合能耗(实测值)为6.5kWh/(m²·a)。由此可见,场地内可再生能源发电量平衡建筑年终端总能耗也具有一定的可行性,但仅对于层数小于等于2层且单位建筑年终端总能耗降低到非常低(≤20kWh/m²)时才有实现可能。

考虑我国建筑高密度、高容积率的特点,以及电器、插座等能耗呈增长趋势的特点,仅利用场地内可再生能源来平衡建筑年终端总能耗难以实现,适用范围较小。因此,本导则中要求“净零能耗建筑”的场地内可再生能源利用量大于等于50%的建筑年综合能耗(建筑供暖、通风、供冷、照明、生活热水、电梯的能源消耗量,不包括炊事、家电、插座等受个体用户行为影响较大的能源系统消耗)。

表4.2.1-2 夏热冬暖地区典型建筑建筑用能量与可再生能源发电量

项目名称	项目地点	光伏系统建筑应用情况	单位建筑面积年 终端总能耗 kWh/(m ² ·a)	单位建筑面积年 综合能耗 kWh/(m ² ·a)	单位建筑面积 场地内可再生 能源利用量 kWh/(m ² ·a)	场地内可再 生能源替代 率
办公 1	珠海	建筑信息: 地上 17 层, 地下 1 层, 建筑面积 23546m ² , 容积率 1.2 电池类型: 单晶硅 总装机容量: 228.1kWp 安装位置: 屋顶、立面	36.4	15.0	5.0	34%
办公 2	深圳	建筑信息: 地上 8 层, 地下 2 层, 建筑 面积 6722m ² , 用地面积 11037.76 m ² , 容积率 0.6 光伏板安装面积: 1670m ² (150kWp) 安装位置: 屋顶	40.3	18.8	28.2	150%
办公 3	深圳	建筑信息: 地上 12 层, 地下 2 层, 建筑面积 18168.76m ² , 用地面积 3000m ² , 容积率 4.6 装机容量: 80.14kWp (屋顶: 单晶硅 21.06kWp、多晶硅 16.2 kWp、HIT: 22.7kWp; 立面: 薄 膜 16.8 kWp, 遮阳构建 3.4kWp) 安装位置: 屋顶、立面	36.9	25.3	3.4	14%
学校	法国	建筑信息: 地上 2 层, 建筑面积 739m ² 电池类型: 多晶硅 总装机容量: 50.4kWp 安装位置: 屋顶	13.8	6.5	107.5	1656%

净零能耗建筑不仅仅是节能的建筑,更应该是对电力系统友好的建筑,即在大量的可再生能源并入电网的同时,仍然能够保证电力系统的可靠性、稳定性和灵活性。提高可再生能源接入电网的友好性,可以从电源侧(提高可再生能源发电的设计和控制技术)、负荷侧(需求响应)和储能系统三方面实现。无论是从电网友好型的新能源发电、负荷侧的需求响应,还是储能系统,都将在提高电力系统灵活性、可靠性和稳定性的同时,降低对常规电源供电峰值的需求,从而降低变压器的装机容量。因此,本导则提出了“变压器设计容量应不超过按照需要系数法计算的容量下限值的 50%。”的要求。

目前,变压器选型主要采用需要系数法计算,即:设备功率乘以需要系数得出需要功率;多组负荷相加时,再逐级乘以同时系数。通常,冷水机组需要系数 0.85~0.9,供暖通风的风机和空调器的需要系数 0.7~0.8,水泵的需要系数在 0.6~0.8,电梯(交流)需要系数 0.18~0.22,办公室照明 0.7~0.8。

为引导用户安装大小合适的变压器并合理使用,避免“大马拉小车”式的资源浪费,提高电力资源利用效率,减少电网投资,国务院办公厅《关于印发电价改革方案的通知》(国办发〔2003〕62号)明确规定,对具备条件的用户普遍推行两部制电价,并合理调整基本电价在销售电价中的比重,使基本电价能准确反映用户对系统固定费用的实际耗费。“两部制电价”是将电力企业向用户收取的电费分成两部分,一部分按用户的需量或变压器容量收取,称为需量电费或容量电费,在我国统称为基本电费;另一部分按用户的用电量收取,称为电度电费。目前,两部制电价是国际通用的电费收取制度,适用于一定电压等级或用电规模以上的工商业用户。2016年6月30日,国家发改委印发了《关于完善两部制电价用户

基本电价执行方式的通知》(发改办价格〔2016〕1583号),进一步完善了两部制电力用户基本电价执行方式,放宽了基本电价计费方式变更周期,放宽了暂停、减容期限限制,年可减轻大工业用电成本150亿元。2018年3月28日,国家发改委印发了《关于降低一般工商业电价有关事项的通知》(发改价格〔2018〕500号),明确规定,两部制电力用户可自愿选择按变压器容量或合同最大需量缴纳电费,也可选择按实际最大需量缴纳电费,年可减轻大工业用电成本60亿元。北京、上海、深圳等地已率先响应国家发改委政策要求,开始执行“两部制电价”政策。

4.2.2 建筑能耗指标的计算应符合本导则附录 A 中的规定。

5 被动式建筑设计技术

5.1 一般规定

5.1.1 净零能耗建筑应优先采用被动式建筑设计技术，通过室内物理环境（包括风、光、热、声等）的多目标协调优化，营造健康舒适和节能的建筑环境。

【条文说明】

净零能耗建筑应以当地的自然气候条件为导向，采用适宜的被动式建筑技术，从通风，降噪，遮阳，采光等多个方面营造健康舒适的室内物理环境。为达到建筑环境性能最优化，需要共同优化风、光、热以及声等多个目标，且这些目标存在着互相制约或约束的关系，因此属于多目标优化问题。

目前采用遗传算法进行多目标优化问题的性能预测和求最优解已成为主流。因此，可采用多目标进化算法的性能模拟预测方法，进行风，光，热，声等多个目标的协调优化。遗传算法以精英保留策略为主要特点，通过多次迭代逐渐逼近最优解。具体的算法流程应首先明确各个目标在优化问题中的权重关系，确定寻优目标函数，通过改变影响各个目标性能优劣的关键参数，得到可行解的集合进而求得最优解。但一个关键参数的改变可能会同时影响多个优化目标的性能。例如，改变通风口的位置或面积，可能会在优化室内自然通风情况的同时带来噪声污染的问题。因此在遗传优化算法的应用中，应注重对各优化目标此消彼长的量化关系的研究，为风、光、热、声等多个目标优化过程中的牵制机理提供更多信息，便于设计过程中因地制宜地采用合理有效的被动式绿色建筑技术。

多目标协调优化设计的策略包括：综合利用热压通风和风压通风的混合通风方式，保证良好的自然通风情况的条件下，通过局部降噪的方法控制建筑通风口的设置可能带来的噪声干扰；在尽可能多地获得自然采光的同时，减少红外辐射得热。

总体而言，被动式建筑技术的应用应以充分利用自然资源，减少建筑能耗为目标，通过多目标进化算法的性能模拟预测方法，达到通风与噪声，遮阳与采光等多种被动式技术手段的多目标协调。在建筑设计阶段，应综合考虑气候，地域，周边环境的影响，合理选用适宜的被动式建筑技术，与建筑的使用功能相协调，注重声、光、热等多种室内物理环境因素的耦合作用，在保证舒适的室内空间品质的同时实现建筑节能

5.1.2 公共建筑内部应采用多样、灵活、适变的空间设计，以满足不同人群对共享空间交流与私密空间营造的要求。

【条文说明】

公共建筑室内空间以公共空间为主，公共空间作为社会化的行为场所，需要

根据不同功能属性满足不同层次人们的使用和精神需求。在公共空间中巧妙地适当地营造私密空间，是净零能耗建筑中室内环境营造的重要关注点之一。

赫曼·赫茨伯格(Herman Hertzberger)——荷兰的建筑师在《建筑学教程：设计原理》中阐述了“公共”和“私密”两者之间如同“全集”与“子集”相辅相成，密不可分，主张公共空间中应有适度的私密性设计。一定程度上的私密会让人在公共空间中有自主选择社交的权力，是一种人性化的设计。

公共与私密在词语字面上是一组对立的存在，但其内在又是相互需要的。全球化信息化的时代无疑是对“私密性”的极大冲击，这就使得人们更加渴望有更多的私密性。即使在公共空间中也希望能有属于自己较为私密一点的空间。这个界限就是设计师应该考虑的重要因素，如果在公共空间中分离过多的私密空间，就会阻碍公共空间人与人交流的需要。因此，公共建筑内部应考虑多样、灵活、适变的空间设计，根据“十性”空间设计指标，满足不同人群对共享空间交流与私密空间营造的要求。

“十性”空间指标包括：(1) 接近性(Proximity)；(2) 可见性(Visibility)；(3) 个性化设定(Individual Setting)；(4) 团队合作(Teamwork)；(5) 非正式互动(Informal Interactions)；(6) 多样性(Variety)；(7) 隐私和控制(Privacy and Control)；(8) 灵活性(Flexibility)；(9) 流通(Circulation)；(10) 采光和视野(Daylight and View)；(11) 设施(Amenities)。

5.2 场地规划

5.2.1 建筑群的总体规划应有利于营造适宜的微气候，应通过优化建筑空间布局，合理选择和利用景观、生态绿化等措施，增强自然通风、减少热岛效应，为建筑方案设计营造良好的环境资源条件。

【条文说明】

建筑群的规划设计与建筑节能关系密切。净零能耗建筑设计首先要从规划阶段开始，考虑如何利用自然能源，冬季多获得热量和减少热损失，夏季少获得热量并加强通风。具体来说，要在冬季控制建筑遮挡以加强日照得热，并通过建筑群空间布局分析，营造适宜的风环境，降低冬季冷风渗透；夏季增强自然通风，通过景观设计，减少热岛效应，降低夏季新风负荷，提高空调设备效率。通常来说，建筑主朝向应为南北朝向，有利于冬季得热及夏季隔热，有利于自然通风。主入口避开冬季主导风向，可有效降低冷风对建筑的影响。

1 在群体空间布局上，可采用面向夏季风向的前后错列式，斜列式，前低后高式，前疏后密式等排列方式，以疏导通风气流。

2 在高密度又炎热潮湿的城市环境下，宜通过底层架空和设置空中花园等措施，改善城市风环境。

3 通过景观设计，利用绿化、坡地、水景等导流和阻挡周围风场减少热岛效应，降低夏季新风负荷，提高空调设备效率。

4 场地规划应进行热岛效应控制设计，种植高大乔木或构筑物为停车场、人行道和广场提供遮阳；减少不透水硬质铺装面积，宜在热环境不佳的区域设置绿化、自然水体、凉亭及廊道等。

表 5.2.1-1 建筑布局形式与通风

布局形式与通风	图 示	布局形式与通风	图 示
平行行列式：建筑的主要迎风面与风的吹来方向成 45°为最佳，否则不利		错列式：可增大建筑的迎风面，易使气流导入到建筑群内部及建筑室内	
疏密相间式：即利用“狭管效应”，密处风速较大，可以改善通风效果		豁口迎风式：迎主导风向，前面布顺风向长条形建筑或布点式以形成豁口利于通风	
长短结合式：长幢住宅利于冬季阻挡寒风，短幢住宅利于夏季通风		周边式：应将四角敞开，围而不合，并开敞处与主风向斜交，则可增强通风效果	

5 建筑的主朝向宜选择本地区最佳朝向或适宜朝向，且避开冬季主导风向。

6 在建筑布局方面，楼距应满足人行及活动区域的风速放大系数不大于 2，建筑物周围人行区距地 1.5m 高处，建筑物周围人行区风速低于 5m/s。

7 规划设计控制指标建议：

表 5.2.1-1 规划设计控制指标建议

编号	指标名称	推荐值
1	建筑密度	≤50%
2	首层架空率	≥5%
3	主导风入射角	15°~60°
4	透水地面面积比	≥50%
5	场地遮荫率	≥20%
6	建筑朝向	南北向或接近南北向 主要房间避开东西向

表 5.2.1-3 夏热冬暖地区适宜的技术措施

气候特点	设计特点	适宜技术措施
亚热带湿润季风气候	注重场地与建筑自然通风设计	建筑规划布局 底层架空与空中花园 冷巷设计 中庭热压通风
夏季太阳辐射强烈	注重建筑遮阳、围护结构隔热性能	建筑自遮阳 构件遮阳 屋顶绿化 垂直绿化 浅色饰面
夏季热湿多雨	注重人行通道的遮荫避雨，考虑雨水入渗与回用功能	骑楼设计 遮荫避雨连廊 低冲击雨水利用

5.2.2 场地规划中应鼓励土地使用功能的多样性和混合性，构建功能混合的净零能耗建筑土地使用模式。应鼓励场地空间立体化建设，发展地下空间。

【条文说明】

将净零碳设计理念运用在地下空间的设计中，也有利于提供更为舒适、健康的地下环境，对地下空间合理布局，有效减少其照明、通风、降噪等引发的能源消耗。

5.2.3 场地规划应根据区域资源和建筑用能负荷特点优先选用先进、可行的可再生能源技术，降低碳排放，实现建筑与周边低碳和谐发展。

【条文说明】

参考《低碳住宅与社区应用技术导则》第 2.2.1 条。

净零能耗建筑场地规划阶段应详细勘察场地红线内可再生能源的利用形式，并进行分级梳理：（1）建筑红线之内的可再生能源，如光伏、太阳能热水、屋顶小型风电、桩基地埋管换热器等；（2）建筑场地之内的可再生能源，如光伏、太阳能热水、低影响土壤源/地表水源换热器、风电、现场废弃物生产生物质能源等。对每种能源形式进行可行性分析，根据其能源发生量及经济性等综合因素进行统筹筛选。

5.2.4 场地规划应同时兼顾建筑周边自然资源、市政基础设施，和公共服务设施，

实现场地内外能源的综合利用管理，实现区域资源共享。

【条文说明】

充分利用场地及周边已有的市政基础设施、公共服务设施和商业服务设施，在区域尺度上统筹能源与基础设施的利用，可以有效减少场地内基础设施设备系统的规模，实现负荷平准化，降低投资和运行成本。

5.2.5 建筑场地在规划阶段应预留与市政管网、市政电网的预接口，提前与有关部门沟通，预留可再生能源并网入口。

5.2.6 场地内规划应符合低碳设计原则，场地内应设有低碳回收和处理废弃物的技术措施，并协调电桩等基础设置布局，共同实现建筑废弃物的减量化、无害化、资源化。

【条文说明】

场地规划应满足功能化、系统化。零碳建筑场地内可再生能源设备与充电设施敷设应充分利用场地空间，有条件的场地可积极通过雨水回收、再生水等低碳处理方式实现整体低碳运行。

5.3 围护结构

5.3.1 建筑设计宜采用简洁的造型、适宜的体形系数和窗墙比、较小的屋顶透光面积比例。

【条文说明】

建筑物体形系数是指建筑物的外表面积和外表面积所包围的体积之比。体形系数越小，单位建筑面积对应的外表面积越小，外围护结构的传热损失越少，从降低能耗角度出发，应该将体形系数控制在一个较小的水平上。

窗墙面积比既是影响建筑能耗的重要因素，也受到建筑日照、采光、自然通风等满足室内环境要求的制约。外窗和屋顶透光部分的传热系数远大于外墙，窗墙面积比越大，外窗在外墙面上的面积比例越高，越不利于建筑节能。不同朝向的开窗面积，对于不同因素的影响不同，因此在净零能耗建筑设计时，应考虑外窗朝向的不同对窗墙比的要求。一般来说，净零能耗建筑各朝向窗墙面积比不宜超过节能设计标准规定的限值要求。

5.3.2 建筑围护结构热工性能应符合下列规定：

1 以空调控温方式为主（空调运行时间大于等于 5 小时/天）的公共建筑，围护结构热工性能宜符合《近零能耗建筑设计标准》GB/T51350 的相关规定；当不满足上述规定时，设计建筑能效指标应符合本导则第 4.2.1 条的规定。

2 以自然通风为主（空调运行时间小于 5 小时/天）的公共建筑，围护结构

应进行性能化设计，设计建筑能效指标应符合本导则第 4.2.1 条的规定。

【条文说明】

本条主要参考国家标准《近零能耗建筑技术标准》(GB/T 51350)。以空调控温方式为主的近零能耗公共建筑围护结构热工参数可参照《近零能耗建筑设计标准》GB/T 51350 的相关规定。

表 5.3.2 以空调控温方式为主的公共建筑围护结构热工参数

围护结构部位	传热系数 K ($W/(m^2 \cdot K)$)	太阳得热系数 $SHGC$
屋面	0.40~0.60	—
外墙(包括非透光幕墙)	0.30~0.80	—
单一立面外窗(包括透光幕墙)	≤ 2.2	≤ 0.15
屋顶透光部分	≤ 2.5	≤ 0.15

净零能耗建筑节能设计以建筑能耗值为约束目标。围护结构传热系数和综合遮阳系数限值不应该是唯一的，可以通过结合其它部位的节能设计要求进行调整，对于不同的建筑节能设计条件，该推荐值范围是可以被突破选用的。

夏热冬暖地区主要考虑建筑的夏季隔热，太阳辐射对建筑能耗的影响很大。太阳辐射通过窗进入室内的热量是造成夏季室内过热的主要原因，同时还要考虑在自然通风条件下建筑热湿过程的双向传递，不能简单地采用降低墙体、屋面、窗户的传热系数，增加保温隔热材料厚度来达到节约能耗的目的，以自然通风控温方式为主的公共建筑围护结构设计时应在满足建筑平面设计有利于自然通风的前提下，提高建筑的隔热性能。因此，在围护结构传热系数的限值要求上也就不相同，使得建筑自身热延迟时间与自然通风的控制相协调。通过自然通风设计，可以明显减少空调系统运行时间。在满足 4.1.1 条自然通风条件下室内热湿参数的前提下，以自然通风控温方式为主（即房间内人员工作使用期间，空调运行时间运行不大于 5 小时/天）。

5.3.3 外墙和屋面宜采用下列建筑隔热设计措施降低空调负荷：

- 1 外墙外表面宜采用浅色饰面或隔热反射涂料，减少外墙吸收辐射热量，外墙外表面材料的太阳反射系数 SRI 不应小于 50。
- 2 外墙宜结合建筑立面设计设置垂直绿化，南向和西向墙面宜采用植被遮阳。
- 3 屋面隔热可采取双层通风屋面、相变屋顶绿化、蓄水屋顶、分形冷屋面等方式。
- 4 宜控制西向和东向的窗墙比，避免大面积开窗。

【条文说明】

在夏季炎热季节，建筑外围护结构的隔热设计，一方面要考虑太阳辐射、地面反射、室外空气等的综合加热作用，另一方面还应考虑外表面有效长波辐射的自然散热作用。基于此原理，反射隔热外饰面采用反射隔热涂料等，通过其高太阳光反射比 α 和高半球发射率 ε ，显著降低围护结构墙体外表面综合温度，进而减少墙体外表面热量向室内传递。

涂料颜色明度值是决定太阳辐射热量反射效果的重要因素，一般情况下，明度值越低，太阳光反射比越低，反射隔热涂料的隔热效果越差。白色的反射隔热涂料样品太阳光反射比最大，达到90.1%，深咖啡色的反射隔热涂料样品太阳光反射比最小，仅为24.4%，两者相差近4倍。在功能型填料基本一致的情况下，涂料颜色明度值是决定太阳辐射热量反射效果的重要指标，提高反射隔热涂料的明度值，涂料的太阳光反射比和近红外反射比就越高。为达到近零能耗建筑要求，应减少建筑外围护外表面太阳辐射量，当外墙外表面材料的太阳反射系数SRI不应小于50时，可降低室外综合温度，进而减少通过围护结构墙体外表面(屋面)传入到室内的热量，从而起到夏季隔热作用。

除门窗洞口外，建筑物外侧可设置外墙遮阳、屋面遮阳。遮阳层可包括构件遮阳层、绿化遮阳层。外墙构件遮阳层、屋面构件遮阳层即为飘板或有遮阳作用装饰性构件；外墙绿化遮阳层、屋面绿化遮阳层即为垂直绿化墙面和绿化屋面。建筑物的最佳活动遮阳装置为落叶乔木。树叶随气温的变化萌发、生长和凋零，茂盛的枝叶可以阻挡夏季灼热的阳光，而冬季温暖的阳光又会透过光秃的枝条射入室内，植物遮阳费用低，且有利于改善和净化建筑周围环境。

绿化屋面的热阻和热惰性指标、垂直绿化墙面的外表面温度可按《民用建筑热工设计规范》GB50176的规定计算。

5.3.4 建筑周边5米内场地宜种植枝少叶茂的落叶乔木。

【条文说明】

建筑南面的落叶乔木虽然在夏季可以起到良好的遮荫作用，但是在冬季干秃高度最好总是控制在太阳能采集边界的高度以下，既可以遮挡夏季阳光，又可以在冬季让阳光照射到建筑的南墙面上。

5.3.5 以空调控温方式为主的公共建筑，围护结构应进行隔热和气密性专项设计，并保证隔热层和气密层的连续性。

5.4 自然通风与噪声

5.4.1 建筑外窗开口位置与开启面积设计宜符合下列规定：

- 1 结合建筑表面风压分析，充分利用建筑外立面表面风压条件设置可开启窗

扇，建筑 100m 以下部分的主要功能房间外窗有效通风面积不应小于该房间外窗面积的 30%；透光幕墙应具有不小于房间外墙透光面积 10% 的有效通风面积。

2 当建筑朝向不利、开窗开口与主导风向夹角过小时，宜配合导风墙、导风板等构件设置，引导气流进入建筑内部。

3 宜采用模拟仿真或实测技术方法开展自然通风创新设计。

【条文说明】

建筑外窗开口位置及开启面积设计应遵循有利于充分利用自然通风原则。

1 结合建筑表面风压分析，充分利用建筑外立面表面风压条件设置可开启窗扇，夏季和过渡季主导风向下可开启外窗内外表面风压差宜大于 0.5Pa。外门窗洞口位置应与房门、通道等结合组织穿堂风。外窗的有效通风面积占外窗面积的比例应以一个房间中的所有外窗计算。同一房间若同时存在外窗和透光幕墙，外窗有效通风面积不应小于该房间外窗面积 30%，透光幕墙有效通风面积不应小于该房间透光幕墙面积的 10%。外窗（包括透光幕墙）的有效通风换气面积应为可开启扇面积和窗开启后的空气流通界面面积的较小值。对上悬窗、下悬窗或中悬窗，当开启角度大于等于 45° 时，有效通风换气面积取为开启扇面积。主要功能房间是指公共建筑内除室内交通、卫浴、大堂等之外的主要使用房间。（参考深圳地方标准《公共建筑节能设计规范》SJG 44-2018）

2 当建筑朝向不利、开窗开口与主导风向夹角过小时，为了引导气流进入建筑内部，加强室内自然通风，宜配合导风墙、导风板等构件设置。

3 在建筑方案设计阶段，应采用流体力学仿真模拟软件，计算建筑场地风环境和建筑室内风环境，并根据模拟分析，优化设计建筑空间布局和开口位置及大小。

5.4.2 建筑内部的空间组织宜符合下列规定：

1 合理控制主要功能区域的空间进深，不宜大于层高的 5 倍。

2 宜在建筑内的隔墙、隔断、内门窗等适当的部位开设通风口或者设置可以调节的通风构造。

3 当公共建筑体量较大，仅采用外立面开窗难以形成有效通风时，可在建筑中引入中庭或天井，中庭或天井顶部需设置通风天窗、通风塔等通风构造；

4 对于高层建筑，应结合建筑设计、建筑布局、幕墙工艺等，进行系统的通风开口设计，除满足基本的通风需求（主要功能房间平均自然通风换气次数不小于 2 次/h）外，室内允许噪声级宜满足现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB50118 中室内允许噪声级低要求标准的规定。

5 建筑剖面设计宜采用底层架空、空中花园和垂直绿化，适当引入水体水景，改善建筑周围微气候。

【条文说明】

建筑内部的空间组织应有利于自然通风，减小自然通风的阻力，并有利于组

织穿堂风，实现过渡季和夏季利用自然通风带走室内余热。

1 为促进建筑自然通风，房间进深不宜过大，进深与层高的比值应 ≤ 5 ，避免出现通风“死角区”。

2 室内的分隔设计是影响建筑的室内通风效果的关键因素之一，采用合理的室内分隔设计，如通风隔断、带可开启扇的通风门等，能加强室内通风效果。

3 中庭和拔风道等利用空气相对密度差加强通风，有利于夏季强化建筑室内自然对流换热。

4 对于高层建筑，仅采用外立面开窗难以形成有效通风时，除了可设置常用的中庭或天井外，开窗或开口的形式可以创新：如不一定是开窗条件下的自然通风，可采用宽泛意义上的自然通风（同时可解决噪声问题），方式可多样，如将公共区域等过渡空间作为通风缓冲空间，或者将自然新风导入廊道上部的风管，实现集中的自然通风，再加上轴流风机导风等对各房间的通风进行分配。当无法设置可开启窗扇时，宜设置通风换气装置。同时，也可采取生态烟囱结合立面的通风器进行自然通风，幕墙立面的通风器可以根据室外温湿度、空气质量实时监测，自动控制自然通风口的开启。幕墙工艺方面，如在外立面无开启窗扇的情况下，可将窗式通风装置内置开启，结合外立面穿孔铝板进行自然通风，可同时较好地保证建筑外立面的美观效果。

5 增加底层架空可以使建筑底部形成通透的空间，架空的高度越高，通风效果越好，通过利用竖向空间热压通风以及设置建筑外廊实现。为促进人行水平高度的穿堂风，建筑底层宜采用架空处理，架空高度宜在 6m 左右。当建筑为板式建筑时，立面透空率宜取 10%-15%，以避免对其后的建筑产生遮挡，并结合空中花园和垂直绿化的设置，改善建筑周围微气候。在较为封闭的街道两旁，建筑距离地面 6m-10m 以上的部分宜做退台设计。

5.4.3 当室外条件不适宜采用自然通风或仅通过自然通风无法满足建筑环境需求的情况下，宜采用自然通风和机械通风结合的混合通风方式降温。

【条文说明】

自然通风模式受自然气候条件和建筑周围环境等因素的强烈影响，具有不可确定性和复杂性。外部风环境状况直接影响着建筑通风的质量和效果，如风速、风向、气温和空气卫生质量。当室外条件不适宜采用自然通风或仅通过自然通风无法满足建筑环境需求的情况下，基于改善室内空气品质和热舒适性以及节能的目的，应考虑将自然通风和机械通风结合起来的混合通风方式。根据夏热冬暖地区的气候温和的特点，宜采用风机辅助式自然通风模式。

通风季节室内环境应满足的基本要求是保持人体处于舒适的状态，能正常地生活、工作、学习和休息。一般认为，自然通风的舒适区温度为：20℃-32.2℃，相对湿度为：20%-98%。夏热冬暖地区常年气候温和，宜采用风机辅助式自然通风模式，常年以自然通风为主，当自然驱动力不足的情况下，可开动风机以维持气流的流动，保证室内空气品质。为实现风机的自动开启，应设计自控系统，以根据自然驱动力的强弱和室外气候条件的变化来控制风机的开停。

此外，公共建筑的空调房间，除对室内温度、湿度、风速有严格要求的特殊房间（如档案库、陈列室、手术室等）外，均应设置开启窗或采用独立的通风换气装置。

5.4.4 宜采用下列主动降噪措施降低自然通风带来的室外噪声：

1 在室内工作位置进行个性化降噪设计。

2 利用水景、绿植等营造室内声景观。

【条文说明】

1 采用最新的降噪设备，在工作位置进行个性化降噪，可以有效减少噪声对个体的干扰，减少降噪成本，降低建筑能耗。

2 条件允许的情况下，可以利用声景观设计，来改善日益恶化的城市声环境，维护城市声环境的品质。一般是通过控制声学各项指标，提高声环境质量来达到声景观的舒适度。借由大众参与声环境评估和管理，逐步完善环境噪声的规章制度。声景观规划与环境噪声管理的相辅相成，可以更加有效地提高整体声环境的品质。

3 在进行声景观的设计时，可以根据不同水形态引起的声音给人的影响以及对噪声屏蔽作用，将水景设计与声景观相结合设计；或者可以通过添加音乐来丰富声景观，抵消室外噪声的影响。除此之外，在景观设计中也可以利用树林、草丛和水系等生态种群体现自然的声环境。

5.5 自然采光与遮阳

5.5.1 建筑设计时宜采用下列自然采光设计措施：

1 在兼顾保温隔热基础上保证立面采光窗的设置面积，公共建筑单面采光时窗墙比不宜小于 0.35。

2 结合采光模拟计算优化建筑的进深，办公功能空间内部宜采用开敞式布局，减少内部隔断，或采用玻璃隔断。

3 进深较大时可在外窗上设置反光板加强内区的自然采光，反光板宜设置在窗口内侧，窗口中上部，上部留有 600~900mm 进光口；反光板在窗口内侧出挑宽度宜在 400~900mm；反光板材质宜为反光金属板。

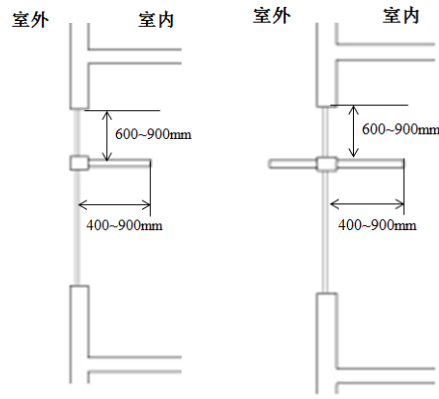


图 5.5.1 反光板形式示意

4 大进深的公共建筑可通过设置采光中庭、天井等措施改善自然采光，中庭、天井的四周墙面、地面宜采用浅色材料。

5 大进深空间的顶层和地下空间可通过设置采光天窗、采光侧窗、下沉庭院、导光管等措施改善自然采光。

【条文说明】

自然采光不仅可营造良好的室内光环境质量，还能降低照明能耗。因此，鼓励建筑师进行自然采光设计。

5.5.2 不同建筑类型、不同进深的房间，最小窗墙面积比宜符合表 5.5.2 的规定。

表 5.5.2 不同进深房间需要的最小窗墙面积比

最小窗墙面积比 (%)				进深 (m)							
				5	6	7	8	9	10	11	12
窗 地 面 积 比	办 公 建 筑	办公室、 会议室	1/5	23.81	28.57	33.33	38.10	42.86	47.62	52.38	57.14
		设计室、 绘图室	1/3.5	34.01	40.82	47.62	54.42	61.22	68.03	74.83	81.63
	学 校	教室、实 验室	1/5	23.81	28.57	33.33	38.10	42.86	47.62	52.38	57.14
		阅览室	1/5	23.81	28.57	33.33	38.10	42.86	47.62	52.38	57.14
	图 书 馆	开架书 库	1/5	23.81	28.57	33.33	38.10	42.86	47.62	52.38	57.14
		客房	1/7	17.01	20.41	23.81	27.21	30.61	34.01	37.41	40.82
	医 院	诊室、药 房	1/5	23.81	28.57	33.33	38.10	42.86	47.62	52.38	57.14
		候诊室、 病房	1/7	17.01	20.41	23.81	27.21	30.61	34.01	37.41	40.82

【条文说明】

窗墙面积比对室内自然采光的影响较大，在距外墙 4m 范围以内，窗墙面积比对室内照度有显著影响，超出 4m 以后，影响很小。但是，并不是窗户面积越大越好，因为室内照度太高的话，会影响室内工作人员的视觉舒适度，也会增加太阳辐射热和传热负荷，从而增加空调负荷。同时也要考虑建筑结构的承重荷载。

随着窗墙面积比增加，空调能耗线性增加，照明能耗线性减少。总能耗随窗墙面积比的增加而增加，但影响较小。故窗墙面积比既不能过大也不能过小，根据《建筑采光设计标准》对不同建筑类型房间的窗地面积比，推算出不同进深房间需要的最小窗墙面积比。

5.5.3 遮阳设计应综合考虑房间的朝向、使用需求及安全性，并符合下列规定：

1 南向宜采用可调节外遮阳可调节中置遮阳或水平固定外遮阳的方式，东向和西向外窗宜采用可调节外遮阳设施。

2 外窗和幕墙透明部分中，可控遮阳调节措施的面积比例宜达到 25%。

3 当采用固定式水平遮阳设施时，宜选择高反射材料的可调光内遮阳、中空玻璃夹层智能内遮阳或者调光玻璃。

4 中置遮阳和内遮阳根据所选用的材料和控制方式，可按对应朝向外遮阳的遮阳系数 1/2 计入。

【条文说明】

本条参考《近零能耗建筑技术标准》GB51350-2019 第 7.1.9 条。

夏季过多的太阳得热会导致冷负荷上升，因此外窗应考虑遮阳措施。遮阳设计应根据房间的使用要求以及窗口所在朝向综合考虑。可采用可调或固定遮阳措施，也可采用各种热反射玻璃、镀膜玻璃、阳光控制膜、低发射率膜等进行遮阳。可调节外遮阳表面吸收的太阳得热，不会像内遮阳或中置遮阳一样传入室内，并且可根据太阳高度角和室外天气情况调整遮阳角度，从遮阳性能来看，是最适合净零能耗建筑的遮阳形式。

固定遮阳是将建筑的天然采光、遮阳与建筑物融为一体的外遮阳系统。设计固定遮阳时应综合考虑建筑物所处地理纬度、朝向，太阳高度角和太阳方向角及遮阳时间，通过对建筑物进行日照分析来确定遮阳的分布和特征。水平固定外遮阳挑出长度应满足夏季太阳不直接照射到室内，且不影响冬季日照。在设置固定遮阳板时，可考虑同时利用遮阳板反射天然光到大进深的室内，改善室内采光效果。除固定遮阳外，也可结合建筑立面设计，采用自然遮阳措施。非高层建筑宜结合景观设计，利用树木形成自然遮阳，降低夏季辐射热负荷。

南向宜采用可调节外遮阳、可调节中置遮阳或水平固定外遮阳的方式。东向和西向宜采用可调节外遮阳或可调中置遮阳设施，宜采用垂直遮阳百叶，不宜设置水平遮阳板。设置中置遮阳时，应尽量增加遮阳百叶以及相关附件与外窗玻璃之间的距离。选用外遮阳系统时，公共建筑推荐采用可调节光线的遮阳产品。

当采用固定式水平遮阳设施时，固定式遮阳应与墙体隔开一定距离（一般为100mm），目的是使大部分热空气沿墙排气，起到散热的作用。

本条参考《深圳市公共建筑节能设计规范》SJG 44 -2018 第4.1.4条，规定建筑立面朝向：北向为北偏西30°至北偏东30°；南向为南偏西30°至南偏东30°；西向为西偏北60°至西偏南60°（包括西偏北60°和西偏南60°）；东向为东偏北60°至东偏南60°（包括东偏北60°和东偏南60°）。

5.5.4 建筑形体设计宜通过体形转折、内凹、挑檐、外廊等形成自遮阳效果，降低夏季太阳辐射对立面和外窗的影响。

6 主动式建筑节能技术

6.1 一般规定

6.1.1 应通过技术经济分析，合理选用适宜的主动式建筑节能技术。

【条文说明】

主动式建筑节能技术虽然可以提高建筑能源利用效率，有利于实现净零能耗的目标，但是也需要初投资成本和运行维护费的投资，所以需要进行经济技术分析，选用技术上可行、经济上合理的适宜当地条件的技术。

6.2 供配电系统

6.2.1 净零能耗建筑应根据建筑规模、用电负荷性质及容量，合理设计供电配电系统。

【条文说明】

应根据建筑的规模、用电负荷性质及容量，合理设计供配电系统，因地制宜，考虑电力负荷的移峰填谷、可再生能源的充分消纳。

6.2.2 宜采用分布式光伏和储能技术等措施，降低配电系统的装机容量。

【条文说明】

分布式蓄电技术可以大大降低建筑供配电系统的装机容量，减少增容费，实现电力负荷的大比例移峰填谷和可再生能源的充分消纳，有利于净零能耗目标的实现。还有利于降低电厂和电网的装机容量，减少低负载运行时间，提高发电和输配电效率。分布式蓄电有助于减少每组蓄电池的容量，降低火灾、爆炸风险，而且有助于提高蓄电池的总容量。

6.2.3 有条件的建筑，宜采用直流供配电系统。

【条文说明】

与交流供配电相比，直流供配电具有更高的电压转换效率、更少的线路损失、人体触电风险更小、设备尺寸小占用建筑空间小、与光伏发电、蓄电池、用电器相等的连接高效、低成本等优点，是将来建筑供电系统的发展方向。

6.2.4 三相配电变压器应符合现行国家标准《三相配电变压器能效限定值及节能评价》GB 20052 的节能评价规定。

【条文说明】

电气设备的节能选型及控制措施，对于实现电气系统节能起着关键的作用。净零能耗建筑应使用节能变压器。油浸式变压器应选用 11 型及以上节能变压器，干式变压器应选用 SCB13 型及以上节能型、低损耗、低噪音变压器，联结组标号宜采用 Dyn11。变压器自带强迫通风装置。综合初装费，变压器、高低压柜、

土建投资及运行费用，又要使变压器在使用期内预留适当的余量，变压器最经济节能运行的负载率一般在75%~85%之间。在选择变压器容量和台数时，应根据负荷情况，综合考虑投资和年运行费用，对负荷合理分配，选取容量与电力负荷相适应的变压器，使其工作在高效低耗区内。

6.3 空调系统

6.3.1 夏热冬暖地区宜采用高效除湿技术。

【条文说明】

夏热冬暖地区的除湿负荷大，能耗高，应充分考虑采用温湿度独立控制、吸收式除湿等高效除湿技术进行除湿系统设计。

6.3.2 空调设备效率应符合《近零能耗建筑技术标准》GB51350的规定。

【条文说明】

《近零能耗建筑技术标准》GB51350-2019中6.2.4条对多联式空调（热泵）机组的制冷综合性能系数IPLV（C）数值要求，比现行《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015的要求大幅提高，目前主流厂家的高能效产品的IPLV（C）值均超过6.0。

6.3.3 夏热冬暖地区宜采用与可再生能源系统耦合的空调技术，空调设备效率应符合本导则第6.3.2条的规定。

【条文说明】

针对夏热冬暖地区的气候特征，与可再生能源系统耦合的空调技术，如：太阳能光伏直驱空调等，可极大提高可再生能源消纳率，减少建筑对传统能源的消耗。

6.3.4 夏热冬暖地区不宜采用转轮式装置对建筑的排风进行全热回收。

【条文说明】

夏热冬暖地区的夏季室外空气，多为高温高湿状态，转轮式装置由于需要电机驱动转轮旋转，以及密封困难造成排风短路回流等问题，使得全热回收的能效比不高，起不到节能作用，反而增加了能耗，因此不宜使用。

6.3.5 空调系统应根据使用时间、使用空间等末端需求进行部分时间、部分空间的空调间歇运行控制。

【条文说明】

在没人使用的空间和时间，及时关闭空调系统，对空调系统进行部分时间、部分空间的间歇运行控制，可以极大地降低空调系统能耗，是一项重要的节能措施。

6.4 照明系统

6.4.1 净零能耗建筑室内照度、统一眩光值（UGR）、一般显色指数（Ra）等指标应符合国家标准《建筑照明设计标准》GB50034中的目标值规定。

【条文说明】

现行国家标准《建筑照明设计标准》GB50034 已对建筑室内照度、统一眩光值 (UGR)、一般显色指数 (Ra) 等照明质量参数进行了明确要求。考虑到净零能耗建筑对室内环境的高标准要求,本导则中要求达到现行国家标准的目标值。

6.4.2 除有特殊需求的场所外,净零能耗建筑应选择高效节能光源和灯具,宜选择 LED 光源,且其色容差、色度等指标应符合现行国家相关标准规定。

【条文说明】

合格的照明系统可以减少眼部疲劳而产生头痛等不良反应,为减少生产力的下降提供照明基础,照明非只是通过视觉来解决感知需求,更可以通过生物钟的形式调整身体昼夜规律,照明是最为重要因素之一。长期的不正当使用照明会对身体健康造成负面影响,这种慢性影响会造成睡眠障碍,并且可能导致一系列诱发病状的风险增加。因此绿色健康的照明空间环境是未来发展的主要方向之一。

LED 照明光源近年来发展迅速,是发光效率最高的照明光源之一,建议在净零能耗建筑设计时选用。

净零能耗建筑 LED 光源能效等级应满足国家标准《普通照明用非定向自镇流 LED 灯能效限定值及能效等级》(GB 30255-2013) 中的 1 级能效。

表 6.4.2-1 LED 光源与其他光源的优缺点对比

指标	LED 光源	荧光灯	金属卤化物灯	高压钠灯
环境污染	无	汞污染	汞污染	铅污染
光通量(lm)	100~200	50~100	50~100	100~150
使用时间(h)	20000~100000	8000~12000	6000~12000	12000~16000
调光控制	1~10V(适应各种调光模式)	1~10V(仅适应一般调光模式,仅适合小范围调控)	1~10V(不实用,对光源有一定损害)	可调,不适用,对光源有一定损害
电器性能	安全(低压)	易触电(高压)	易触电(高压)	易触电(高压)
频闪	无	有	有	有
启动时间	瞬间启动	瞬间启动(需要配置稳定镇流器)	延时启动(3~5 分钟)	延时启动(5~8 分钟)
显色性	良好 70%~90%	良好 80%~90%	良好 80%~90%	差良好 20%~60%

表 6.4.2-2 普通照明用非定向自镇流 LED 灯能效等级

能效等级	普通照明用非定向自镇流 LED 灯能效等级 (lm/W)			
	色调代码: 65/50/40		色调代码: 35/30/27/P27	
	全配光	半配光/准全配光	全配光	半配光/准全配光
1	110	115	100	105
2	90	95	80	85
3	63	70	59	65

6.4.3 对于不同照度需求的场所，宜采用不同色温的光源营造节能、舒适的光环境，并符合下列规定：

- 1 对于照度要求小于等于 200lx 的场所，宜采用暖色温光源。
- 2 对于照度需求为 200~750lx 之间的场所，宜采用中色温光源。
- 3 对于照度要求大于 750lx 的场所，宜采用冷色温光源。
- 4 对于可调色温的光源，冬季宜将色温调至暖色调，夏季宜将色温调至冷色调。

【条文说明】

在冬季或夏季，分别针对冷或热环境适当调整光源色温和照度可节能 5%-18%。

当室内环境温度下降（如 30℃ 下降到 15℃），或持续低温（如 15℃ 房间内暴露时间长达 90 分钟）暖色调（如 3000K）色温下皮肤温度下降幅度比冷色调明显，但直肠温度下降较小，说明暖色温可使直肠温度保持在一个较高的水平，利于人体体温的维持。

暖色温光在高照度下使人感到燥热，在低照度时使人感到舒适；冷色温光在高照度时使人感到舒适，在低照度时使人感到昏暗、阴冷。

6.4.4 除有特殊照明需求的空间外，在满足照度与照明节能要求前提下，宜采用漫射照明方式营造舒适的光环境。

【条文说明】

室内环境中，光是空间必不可少的，它可以展现出物体的大小、形状、色彩和材质等，更能起到重点强调、分割和形成一个空间的作用。

漫射照明方式，是指采用折射、反射、漫反射等功能来控制眩光，将光线向四周扩散漫散，避免高强度的灯光让人产生头昏目眩的感觉。（邱纯.试论室内空间的照明设计[J].建材与装饰,2018(32):93-94.）而且室内空间通过漫射照明可以在一定程度上降低光线的强度，从而使光线变得更加的柔和，给人以舒适的视觉体验。比如让光线从灯罩上口射出经平顶反射，两侧从半透明灯罩扩散，下部从格栅扩散；或者用半透明灯罩把光线全部封闭而产生漫射。

净零能耗建筑在保障光环境舒适性的同时降低照明能耗，在照度、色温的选取上应满足《建筑照明设计标准》GB50034 要求。

6.4.5 宜根据建筑物的功能特点、使用需求和管理要求，采用智能照明控制方式，并符合下列规定：

- 1 走廊、楼梯间、门厅、电梯厅、卫生间、停车库等公共场所的照明，宜采用集中控制、分组控制或就地感应控制。
- 2 大空间场所如大堂、人员聚集大厅、大开间办公室等的照明，宜采用智能照明控制系统。

3 人员非长期停留的走廊、楼梯间、厕所灯区域，可安装人体感应的控制装置。

4 门厅、大堂、电梯厅等场所，宜采用夜间定时降低照度的自动控制措施；

5 设置电动遮阳的场所，宜设照度控制与其联动。

6 当应急照明在采用节能自熄开关控制时，必须采取应及时自动点亮措施。

【条文说明】

净零能耗建筑宜采用智能照明控制系统，实现低能耗运行。智能照明控制系统中应设置包含但不限于照度、人体存在等感应探测器。针对走廊、楼梯间、门厅、电梯厅、卫生间、停车库等公共区域场所的照明，应优先选择就地感应控制，其次为集中开关控制，以保证安全需求。针对大房间、开放式办公房间、报告厅、多功能、多场景场所的照明，进行智能照明控制，照明设备应根据人员状态自动调整灯具开关状态，同时根据室内功能需求及环境照度参数，自动调节灯具亮度值，以满足环境设计标准。

6.4.6 建筑立面照明节能设计应符合下列规定：

1 建筑立面照明应具备分时段进行亮度与效果的智能控制功能。

2 应减少超大功率灯具用灯时长。

3 LED 广告屏幕应安装光感系统，根据外部环境亮度自动调整屏幕亮度。

【条文说明】

《建筑照明设计标准》(GB50034-2013)，对建筑内部空间进行了诸多照明标准规范制定，对于建筑外立面目前国家规定尚未出台，本导则对建筑立面照明节能部分进行部分补充。根据《照明设计手册》(第三版)要求，照明节能所遵循的原则是在保证照明质量，为生产，工作学习和生活创建好的光环境前提下，尽可能节约照明用电。

1 建筑立面照明应具备多时段智能时控，减少对周边环境光照影响，分时段进行亮度与效果的控制，减少建筑能耗。

2 特殊建筑灯光效果如采用超大功率灯具设备，应考虑对航空航线与鸟类飞行安全，减少超大功率灯具用灯时长，从而减少能耗。

3 商业类建筑广告 LED 屏幕应安装光感系统，根据外部环境亮度自动调整屏幕亮度，避免眩光杜绝周边环境光污染的同时减少能耗。

6.4.7 景观照明设计应遵循安全、适度、节能的原则，除符合现行国家相关标准的规定外，尚应符合下列规定：

1 景观照明灯具近人尺度宜采用 LED，最高灯体温度 50°。

2 景观照明应采用节能控制方式，在深夜前模式与深夜至黎明的灯光节能模式。

【条文说明】

景观场所从分类上主要分为：政府公共服务型场所、商业广场及商业街公共场所、住宅类景观公共场所。根据分类照明场所不同，景观照明可分为道路照明、

场地照明、绿化照明、水景照明、景观小品装饰照明、景观构建外立面照明等。

安全，主要强调景观照明设计范围，要求其包括场地内所有区域的人员安全的最低照明；适度，从节约能源角度出发，以避免景观照明的过度设计。净零能耗建筑景观照明设计时，应通过分析不同场地的照明目的进行分类设计，在满足安全、功能、没管的前提下，灯具布置要适度分布，以减少用电量。此外，在条件允许的情况下，景观照明设施可结合光伏发电、风力发电等设施进行一体化设计。

现行行业标准《城市夜景照明设计规范》JGJ/T 163 和《城市道路照明设计标准》CJJ 45 的已经对景观照明的安全、节能等方面提出了要求，本导则要求满足现行标准要求的基础上，增加灯具安全和节能控制方面的设计要求。《JGJ/T 163-2008 城市夜景照明设计规范》进行补充性建议说明在“照明控制”部分，建议增加深夜前模式与深夜至黎明的灯光节能模式。具体模式切换时间根据当地城市地区的日落时间，当地居民的作息时间规律而定。深夜前场所使用率较大情况下，灯光可保持全部开启状态，进入深夜（一般城市在 22:00 之后，北方城市冬季则更早，一般为 21:00）调整为节能模式，保持国家要求最低亮度标准即可，从安全与节能上进行模式控制。一般节日与重大节日模式上建议模式上统一，保证平日使用为主。（除特殊场所，特殊需求，例如：户外固定表演场地，大型活动经常举办地，旅游以及商业集中巨大人流集散地等等，以上场所根据实际情况可考虑多种模式。）

安全防护与接地部分，用电在人可能接触到灯具的所有位置，全部采用低压 DC12-24V 的低压灯具，做到电压安全。在防漏电环节除灯具低压，同时设置了漏电保护器，一旦有漏电马上自动切断回路，双向保证用电安全。增加用灯温度安全条款，灯具进入尺度建议采用 LED，最高灯体温度 50°左右，不会烫伤，也不会因为灯体过热点燃植被造成火灾隐患，从能耗上也可以节约。

6.5 动力设备

6.5.1 循环水泵、通风机、电梯电机等动力设备应配置可变转速的装置，在低负荷时降低转速，提高电机效率。

【条文说明】

本条提出了供冷供热系统变负荷工况调节的要求。建筑暖通空调系统的负荷变化幅度很大，满负荷运行占比不高，需要进行变负荷调节。且系统设备多为流体机械，变频调速的节能效果最佳，技术成熟且成本不高，投资增量回收期大多低于 4 年。变频调速还具有启动方便、延长设备寿命、运行噪声低等附加收益。

6.5.2 应充分利用电动车充电桩，作为建筑储能调峰的一种技术方式。

【条文说明】

国务院办公厅关于加快电动汽车充电基础设施建设的指导意见（国办发[2015]73 号）指出：原则上每辆电动汽车要有一个基本充电车位，社会公共停车

场具有充电设施的停车位不少于总车位的 10%。电动汽车充电桩用电负荷等级应符合现行国家标准《供配电系统设计规范》GB 50052 的规定，且充电桩电能计量应符合现行国家标准《电动汽车交流充电桩电能计量》GB/T 28569-2012 或《电动汽车非车主充电桩电能计量》GB/T 29318 的相关要求。

6.6 电器设备

6.6.1 主要电器设备应达到 1 级能效。

【条文说明】

能效等级 (Energy Efficiency Index) 是表示电器产品能效高低差别的一种分级方法，按照国家标准相关规定，目前中国的能效标识将能效分为五个等级。能效标准与能效标识已被证明是在降低能耗方面成本效益最佳的途径，同时将带来巨大的环境效益，也为消费者提供了积极的回报。净零能耗建筑的微型计算机、复印机、打印机、传真机、投影仪和平板电视等电器设备能效等级应符合现行国家标准《微型计算机能效限定值及能效等级》GB 28380、《复印机、打印机和传真机能效限定值及能效等级》GB 21521、《投影仪能效限定值及能效等级》GB 32028、《平板电视能效限定值及能效等级》GB 24850 一级能效的规定。

6.6.2 主要电器设备待机功率应符合表 6.6.2 的规定。

表 6.6.2 主要电器设备待机功率要求值

设计要求		待机功率
关机模式		≤0.5W
待机模式	重新激活状态	≤0.5W
	信息或状态显示状态	≤1.0W

【条文说明】

待机功耗是指产品在关机或不行使其主要功能时的能源消耗。电器设备插接在墙壁插座中时，即使这些产品是闲置的，但由于该设备实际上处于待机状态，仍然消耗着电能。电器设备待机功率测量方法应符合现行国家标准《家用电器待机功率测量方法》GB/T 35758 的规定。

7 分布式能源

7.1 一般规定

7.1.1 净零能耗公共建筑宜优先采用太阳能光伏发电技术，满足一定条件时可采用太阳能光热技术。

【条文说明】

太阳能光伏发电技术可为建筑提供电力，具有较广泛的适用性，在场地条件和资源条件允许的情况下，宜优先采用。太阳能光热技术仅适用于具有热水需求的建筑，如有学生宿舍的学校类建筑等，且太阳能热水系统应用还需满足本导则7.5节相关要求才可以选用。

7.1.2 分布式可再生能源发电并入电网时，宜采取优化可再生能源系统设计与控制技术、需求响应和储能系统等措施提高可再生能源对电网的友好性。

【条文说明】

太阳能、风能等可再生能源受气象条件的影响，在时间尺度具有不可控的波动性和不确定性，且可再生能源发电出力与终端负荷需求的变化不同步，直接将大量的、具有波动性和不可预测性的可再生能源电力并入电网，将对电网的经济调度和稳定运行带来极大的挑战，必须采取有效的措施来维持发电和负荷之间的持续动态平衡，以提高大量的可再生能源并入电网的友好性。可以从优化可再生能源发电的设计和控制技术、负荷侧的需求响应和储能系统应用等方面，提高可再生能源接入电网的友好性。

7.2 太阳能光伏系统

7.2.1 太阳能光伏系统安装在建筑屋顶时，光伏系统设计应综合考虑建筑设计、光伏材料、安装倾角等要素，以追求效益最大化。

【条文说明】

基于屋顶资源有限性，屋顶光伏系统设计时应综合考虑建筑设计、光伏材料、安装倾角等要素追求效益最大化。

对于屋顶太阳能光伏系统应选择高效太阳能电池组件并以单位面积年发电量最大化为目标，并避免周围环境、建筑物和建筑自身对光伏组件的遮挡。对于坡屋顶光伏系统来说，如果光伏组件与屋顶完全一体化设计，则应对光伏组件背面进行适当保温以减少通过光伏组件的太阳得热和热损失，如果光伏组件与屋顶非一体化设计，则光伏组件安装倾角宜与屋顶坡度保持一致，并且光伏组件与屋顶之间应设置空气流道以降低光伏组件运行温度。对于平屋顶光伏系统，光伏组件应以全年获得太阳辐射量最大的最佳倾斜角进行安装，光伏组件离屋面的最小距离应大于当地冬季通常积雪深度，并且前后光伏组件的间距设置应确保在冬至

日上午 9 点至下午 15 点之间前排光伏组件不会遮挡后排光伏组件。通常来说，屋顶可用于安装光伏系统的面积是十分有限的，而在有限的面积内为了尽可能多的产生电力就需要选择高效太阳能电池组件。

光伏组件的吸收率和红外发射率都很高，当组件与屋顶完全一体化设计时，在夏季白天光伏组件吸收太阳辐射之后会将热量传递给室内，而冬天夜晚光伏组件则将室内的热量传递到室外，从而增加夏季的空调冷负荷和冬季的热负荷，因此对于这种一体化设计的系统，需要在光伏组件背面做好保温以减少不必要的太阳得热和热损失。

对于非一体化设计的屋顶光伏系统，在屋面和光伏组件之间设置空气流道的目的有两个方面。一方面相对较冷的空气进入流道内可以起到冷却光伏组件的作用，从而可以提高组件发电效率，另一方面冷空气在流道内流动可以带着光伏组件传递给屋顶的热量，从而降低室内空调冷负荷。

对于北半球，不同纬度地区的太阳能光伏组件最佳倾斜角可以根据下面公式进行近似计算：

$$\alpha=1.3793+\varphi\cdot(1.2011+\varphi\cdot(-0.014404+\varphi\cdot0.000080509)) \quad (7.2.1)$$

式中 φ ——当地纬度；

α ——最佳倾斜角度。

为保证太阳能光伏效率最大化，还需选择高效的光伏组件产品。太阳能光伏组件的光电转换效率及衰减率应符合表 7.2.1 的规定。

根据国家能源局发布的《关于推进光伏发电“领跑者”计划实施和 2017 年领跑基地建设有关要求的通知》（国能发新能〔2017〕54）规定：应用领跑基地采用的多晶硅电池组件和单晶硅电池组件的光电转换效率应分别达到 17%和 17.8%以上，硅基、铜铟镓硒、碲化镉及其他薄膜电池组件的光电转换效率原则上参照晶硅电池组件效率提高幅度相应提高，各类光伏电池组件的衰减率指标要求保持不变。技术领跑基地采用的多晶硅电池组件和单晶硅电池组件的光电转换效率应分别达到 18%和 18.9%以上，硅基、铜铟镓硒、碲化镉及其他薄膜电池组件的光电转换效率原则上参照晶硅电池组件效率提高幅度相应提高，各类光伏电池组件的衰减率指标要求保持不变。

根据《光伏制造行业规范条件（2018 年本）》：多晶硅电池组件和单晶硅电池组件的最低光电转换效率分别不低于 17%和 17.8%；硅基、CIGS、CdTe 及其他薄膜电池组件的最低光电转换效率分别不低于 12%、14%、14%、12%。多晶硅电池组件和单晶硅电池组件衰减率首年分别不高于 2.5%和 3%，后续每年不高于 0.7%，25 年内不高于 20%；薄膜电池组件衰减率首年不高于 5%，后续每年不高于 0.4%，25 年内不高于 15%。

对国外和国内 6 个太阳能公司在售光伏组件光电转换效率的调研结果（见表 7.3.3-1）表明：国外单晶硅组件效率 24.1%~24.13%之间，薄膜电池组件效率在 12.34%~31.2%之间；国内单晶硅组件效率在 17.3%~19.3%，多晶硅电池组件效率在 16.5~17.5%，薄膜电池组件的效率在 9.59%~32%之间。国内外主要太阳能光

伏公司的高效光伏组件产品均能满足国家光电转换效率“领跑者”技术指标要求。

因此，本导则单晶硅、多晶硅、硅基、铜铟镓硒、碲化镉及其他薄膜电池组件光电转换效率参照“领跑者”技术指标要求确定。

表 7.2.1 光伏组件光电转换效率

组件类型	组件效率	第一年效率衰减率	后续每年效率衰减率
单晶硅电池组件	≥17.8%	≤3.0%	≤0.7%
多晶硅电池组件	≥17.0%	≤2.5%	≤0.7%
硅基电池组件	≥12%	≤5.0%	≤0.4%
铜铟镓硒（CIGS）电池组件	≥14%	≤5.0%	≤0.4%
碲化镉（CdTe）电池组件	≥14%	≤5.0%	≤0.4%
其他薄膜电池组件	≥12%	≤5.0%	≤0.4%

7.2.2 太阳能光伏系统安装在建筑立面时，应考虑光伏组件与建筑围护结构的融合度和美观性进行一体化设计，并综合考虑光伏组件的发电量、吸收率、发射率和透射率，使系统的节能、采光、热舒适性综合效益最大化。

【条文说明】

立面安装的太阳能光伏系统应与建筑围护结构一体化设计，充分考虑光伏系统与建筑围护结构的融合度和美观性，同时还要使光伏系统对建筑的节能效益最大化。

立面安装的单位面积的太阳能光伏系统虽然发电量没有屋顶以最佳倾斜角安装的光伏系统多，但是立面光伏系统除了发电外，还可以通过减少太阳得热量从而减少室内空调能耗，因此在衡量其节能效益时，应综合考虑其发电量和空调节能收益。尤其是半透明光伏窗或光伏幕墙，其单位面积的空调节能收益往往远大于其发电量，因此，在设计立面光伏系统时应使得系统的综合节能效益最大化。

同时，半透明光伏窗或光伏幕墙还会对室内光环境和热舒适性产生影响。因此，在立面光伏系统设计时，不仅要考虑节能性能，还要考虑其对光环境和热舒适性的影响。

对室内光环境和视觉舒适性起决定性作用的参数就是半透明光伏组件的透射率，实际工程设计中应该根据应用场合的照度需求来确定半透明光伏组件的透射率，通常情况下，光伏组件的透射率可以选择 30~35%，对于采光需求略低的场所透射率可以选择 20~25%。

对于热舒适性起决定性作用的参数是光伏组件的吸收率和红外发射率。由于光伏组件的吸收率和红外发射率都很高，直接使用双玻半透明光伏组件作为窗户或者玻璃幕墙时会导致夏季窗户的内表面温度过高而冬季内表面温度偏低的现象。因此，在实际工程中，往往不会单独使用双玻半透明光伏组件作为窗户或玻璃幕墙，而是将双玻半透明光伏组件制作成中空玻璃或者双层通风玻璃幕墙的形式来改善其热性能，从而一方面可以减少光伏窗/光伏幕墙带来的空调能耗，另一方面可以改善室内热环境。

7.2.3 太阳能光伏系统设计应遵循自发自用原则，宜采用储能系统、电动车充电等多种方式进行移峰填谷和出力平滑，减少太阳能光伏系统发电并入电网造成的电网波动。

【条文说明】

净零能耗公共建筑中应遵循自发自用原则，实现场地可再生能源与建筑综合用能的平衡。可采用蓄电池储能、电动车充电等多种方式进行移峰填谷和出力平滑，以减少由于太阳能资源所固有的波动性和不确定性导致的太阳能光伏发电出力不稳定对电网负荷的干扰。

7.2.4 公共建筑设置太阳能光伏发电系统时，宜采用太阳能光伏系统设计辅助软件进行系统设计和优化，提高系统的发电效率。

【条文说明】

光伏系统设计辅助软件可以指导光伏系统设计及对光伏系统进行发电量模拟计算，使系统设计最优化，提高系统发电效率。光伏系统设计辅助软件主要有PVSystem、Retscreen 等软件。

7.2.5 太阳能光伏发电系统应设置光伏监控系统，并与建筑能源管理系统对接，实现根据电力需求响应对太阳能光伏系统、储能系统和市政电力的出力进行优化配置的功能。

【条文说明】

本条提出太阳能光伏系统监测与优化控制要求。

现行国家标准《民用建筑太阳能光伏系统应用技术规范》JGJ 203 对太阳能发电系统接入要求：光伏系统应在发电侧和电能计量点分别设置、安装专用电能计量装置，并接入自动化终端设备。电能计量装置应符合现行行业标准《电测量及电能计量装置设计技术规程》DL/T 5137 和《电能计量装置技术管理规程》DL/T 448。

现行国家标准《光伏电站设计规范》GB 50797 要求：光伏电站应配置具有通信功能的电能计量装置和相应的电能量采集装置。同一计量点应安装同型号、同规格、准确度相同的主备电能表各一套。

为实现光伏系统的优化运行，光伏系统监测参数需要与建筑能源管理系统对接，并基于需求响应控制策略，实现太阳能光伏系统、储能系统和市政电力的优化配置，确保电力系统高效稳定运行。

7.3 储能系统

7.3.1 用户侧储能系统按其用途不同分为下列三种系统：

- 1 能量型储能系统；
- 2 功率型储能系统；

3 应急型储能系统。

【条文说明】

本条说明用户侧储能在净零能耗建筑中所起的主要作用。从储能本身属性来看，一个能量特性，一个功率特性。

能量特性主要是指应用中充分发挥储能系统的容量（度电）特征，如：可再生能源发电利用有剩余电量的情况下，用储能系统存储多余的电量，以备需要时使用；在市政电价低谷时段利用储能系统充电，电价高峰时段利用储能放电。因此，能量型储能系统主要用于消纳可再生能源发电剩余电量、削峰填谷降低系统电费。

功率特性主要是指应用中利用储能系统短时功率输出特征，如：降低可再生能源发电瞬时波动（出力平滑）、削减负荷短时峰值功率，降低对直流配电系统要求（储能与大功率直流充电桩的配合）；根据发电源或负荷工况控制储能充放电，发电源、负荷和储能整体对外表现为恒功率源。功率型储能系统主要用于可再生能源发电出力平滑、削减峰值负荷、系统恒功率用电等。

应急型储能系统主要用于重要设备的供电保障。

7.3.2 用户侧储能系统的功率和容量，应综合考虑储能系统的用途、市政电源容量、用电负荷数据（当前数据和预测数据）、储能系统特性（寿命、充放电倍率、充放电区间）和经济性等因素合理配置。

1 能量型储能系统，宜根据可再生能源发电量与用电负荷的时间偏差、建设地分时电价用电量的偏差等因素配置。

2 功率型储能系统，宜根据项目所在地的市政电源容量和用电负荷峰值功率合理配置。

3 应急型储能系统，宜根据要保障的重要负荷数据和供电时间考虑配置。

【条文说明】

本条说明了用户侧储能系统功率和容量配置的指导性原则。在实际项目执行时，往往存在能量型应用、功率型应用和应急供电等交叉情况，因此在配置选择时往往是综合考虑确定。

储能系统功率和容量的配置，受接入点直流配电系统容量、本地分布式电源接入、负载特性、储能目的与运行策略等四方面的约束：

（1）接入点直流配电系统容量。考虑配电系统容量的原因：

配电系统负载率如何；

本地可再生能源接入容量如何；

解决既有配电系统扩容难问题。

（2）本地分布式电源接入。储能配置的目的之一是消纳分布式可再生能源发电。

（3）负载特性。根据负荷侧负荷特性及要求确定功率型、能量型的功率/容量。比如解决电动车充电造成建筑供配电设计难问题等。

（4）储能的目标和运行策略。根据储能的目标确定运行策略，基于运行

策略确定运行边界条件，依据运行边界条件进一步确定功率和容量。

7.3.3 储能系统设计时，应根据储能系统的用途、蓄电池的充放电性能、经济性和环境影响性能，合理选择蓄电池类型，并满足高效、环保、寿命长、可靠性好、维护简单的要求。

【条文说明】

本条提出了净零能耗建筑中储能系统蓄电池选择要求。

储能形式各异，包括电化学储能（铅酸、锂电、液流、钠硫等）、电磁储能（超级电容、超导）、机械储能（飞轮、压缩空气）、热储能等很多形式。目前，应用于建筑中的储能系统的蓄电池主要有锂离子电池、铅酸电池、锌溴液流电池、镍镉电池。表 7.3.3 为建筑中常用的几种蓄电池性能参数。其中铅酸电池在过去几十年中应用广泛，但由于其放电深度受到限制且存在环境污染等问题，近年来建筑中常用锂离子电池作为储能技术。

表 7.3.3-2 建筑中常用的几种蓄电池性能参数比较

电池种类	锂离子电池	铅酸电池	锌溴液流电池	镍镉电池
使用寿命 (年)	磷酸铁锂: 5~10 钴酸锂: 5~7 锂锰氧化物: 10~30	3~15	5~10	10~20
循环寿命 (循环次数)	磷酸铁锂: 2000 次以上 磷酸铁锂: 500~1000 次 锂锰氧化物: 1000~1500 次	200~1800	2000 次以上	1500 次
放电深度	磷酸铁锂: 50~90% 磷酸铁锂: 50% 锂锰氧化物: 90%	50%	/	/
循环效率	磷酸铁锂: 89% 磷酸铁锂: 97% 锂锰氧化物: 75~95%	70~90%	70~80%	60~65%
工作温度	磷酸铁锂: 0~45℃ 磷酸铁锂和锂锰氧化物: -10~45℃	-10~45℃	20~50℃	-40~45℃
初投资 (¥/kWh)	6500~15000	1000~3500	1000~7000	5000~10000
环境影响	非常小	中等	最小	中等
优势	比铅酸电池寿命长，放电深度大；体积小，重量轻，电压高；环境友好型；维护要求低	比锂离子电池技术成熟，价格便宜，可回收性好	能量和功率密度大，循环寿命长	技术成熟，能量和功率密度大，比铅酸电池寿命长，工作温度范围大
劣势	比铅酸电池成本高，可回收性差	放电深度有限，需经常检查维修，需良好的通风环境	技术新且复杂，维修要求高，安全危害（腐蚀性和有毒物质）	电池电压低，初投资比铅酸电池高，安全危害（镉）

7.3.4 用户侧储能系统的设计应根据现场环境因地制宜，灵活设计，并符合下列规定：

1 储能系统可设置在建筑内或建筑外，建筑内可集中或分散布置，建筑外宜集中布置；

2 储能系统机房可采用集装箱或单独建设的方式；

3 应根据储能系统的位置不同，对储能系统容量上限、布线形式、温控、防火、排烟、事故处理等进行合理设计。

【条文说明】

本条说明布置于不同位置（建筑内、外）的用户侧储能系统在设计时需要根据布置环境具体设计。例如韩国在设置储能安装等方面增加了限制条件，室内安装容量上限 600kWh，室外安装则规定要在独立的建筑物中以提高安全性。

7.3.5 储能系统的建设应符合下列规定：

1 集中布置的储能系统，应预留独立的空间或在建筑外另行建设；

2 集中布置的储能系统所需的暖通空调、防排烟等设施宜独立设置，不与建筑其他部分共用或混用；

3 储能系统建设区域火灾危险等级应按戊级设计，耐火等级按二级设计，并设计防火分区；

4 电池室应与电气室独立；

5 电池室的位置宜靠近消防水源，且应布置在用水区域的垂直下方；

6 分散布置的储能系统宜靠近消防水源和防排烟等设施；

7 在既有建筑中建设储能系统时，必须对建筑结构荷载进行核算。

【条文说明】

本条说明储能系统在建设时需要主要考虑问题。相关具体要求可参照国标《GB 51048-2014 电化学储能电站设计规范》、《GB 50016-2014 建筑设计防火规范》和《用户侧储能系统建设运行规范（征求意见稿）》。

采用分散布置的储能系统在空间结构上与其他设施很难隔离，包括暖通、排风、消防系统等均与其他设施共用，建议分散布置储能系统建设时重点关注建设地消防水和排烟（尤其是事故排烟）等设施。

7.3.6 储能系统的监控系统应符合下列规定：

1 应具备运行监控数据远传功能，监测数据至少宜包括系统在线率、可调功率、可调电量、充放电情况、系统效率、年运行天数、消防系统数据、环境安全数据等；

2 参与电力需求响应的储能系统，宜在用户侧安装电能采集装置，监测信息至少包含电压、电流、功率、电量、谐波、不平衡度等。

【条文说明】

北京市地方标准“用户侧储能系统建设运行规范”（征求意见稿）

7.4 直流系统

7.4.1 在大规模使用可再生能源或蓄电技术、直流用电负载大、对用电安全性要求高的建筑中，宜使用建筑直流配电系统。

【条文说明】

可再生能源所产生的的电能及蓄电池进行充放的电能未经处理的情况下，均以直流电的形式进行传输，减少交直流间的转换环节有助于减少应转换产生的损耗。现阶段如 LED 灯、电脑、手机、服务器等电子设备均为直流设备，在数据中心、办公、学生宿舍等直流用电负荷较大且对用电安全性要求较高的建筑中宜考虑设置建筑直流配电系统。

7.4.2 应根据系统规模、负载分布、控制方式和接地要求等因素，选择单极或双极直流母线架构，建筑直流配电系统的设计应符合《民用建筑低压直流配电系统设计导则》T/CABEE 的规定。

【条文说明】

建筑低压直流配电系统母线架构主要可分为单极和双极两种。单极直流母线结构简单，控制方便。负荷类型比较单一的应用场景，如工业生产线上、数据中心等，适合采用单极母线拓扑和负电压的供电形式。

双极直流母线可为不同负载提供更大的灵活性和电压等级选择。在系统规模大、负荷类型多样以及控制要求高的场景，如办公场所，公寓宿舍，适合采用双极直流母线架构。

7.5 太阳能热水系统

7.5.1 生活热水用水点分散且用水负荷小的公共建筑，不宜采用集中式热水供应系统。

【条文说明】

用水点分散是指末端用水点位置分布比较分散、热水输送距离远，比如办公建筑、教学楼等仅有建筑两端设置卫生间洗手盆用热水点的建筑，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。如《深圳市公共建筑节能设计规范》SJG 44 -2018 中 7.3.5 条明确提出，仅设有洗手盆的建筑或距离集中热水站室较远的个别用户，不宜设计集中生活热水供应系统。

用水负荷小是指用户用热量小于 1.67 倍系统散热量时。用户用热量和系统散热量计算方法详见本导则第 7.5.5 条文说明。

7.5.2 当采用集中热水供应系统时，宜根据建筑功能、安装条件、用热水规律、使用者要求等因素，选用集中集热分散辅热式太阳能热水系统或单管顺流式太阳能热水系统。

【条文说明】

太阳能热水系统设计应满足国家标准《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB 50364、《建筑给水排水设计规范》GB 50015 有关规定。

太阳能热水系统通常由太阳能集热器、储热水箱、水泵、连接管道、控制系统和辅助能源加热设备组成。根据《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB 50364-2018，太阳能热水系统可按系统的集热与辅热方式分为三类：集中集热-集中辅热系统、集中集热-分散辅热系统、分散集热-分散辅热系统。

当采用集中热水供应系统时，由于太阳能集热效率最高的时段和用户用热水时段存在时间差，因此太阳能应作为余热热媒与辅助热源串联使用。当太阳能集热量无法满足用户用热量需求时，则开启辅助热源。综合考虑不同建筑功能用热水特征、负荷需求、区域气候、与建筑结合、最小化常规能源消耗等因素，宜选用集中集热分散辅热式太阳能热水系统或单管顺流式太阳能热水系统(系统图如图所示)，以减少由于系统循环造成的热量损失，提高系统热效益。

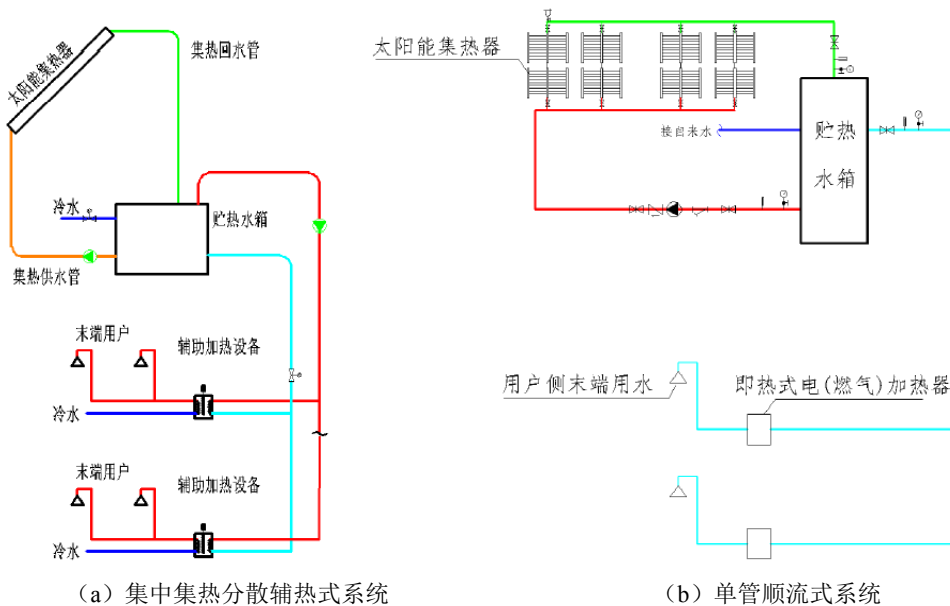


图 7.5.2 太阳能热水系统图

7.5.3 当采用集中集热分散辅热式太阳能热水系统时，辅热位置应尽可能靠近用水点，并对辅助能源消耗量进行监测计量。

【条文说明】

太阳能热水系统的辅助能源加热设备应结合运行控制方式配置。根据建筑物使用特点、热水用量、能源供应、维护管理及卫生防菌等因素选择，应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB50015 的有关规定。

根据《民用建筑绿色性能计算规程》JGJ/T 449-2018，为减少辅助热源消耗，辅助能源加热方式宜根据用水点分布进行选择。当用水时间分散时，宜采用分散

辅热式系统或即热式辅助加热设备,使辅助热源尽可能靠近用热水点,减少散热损失。当太阳能不能满足用户用热水需求或太阳能无法提供热水时,用户用热水需求将由辅助能源提供,此时辅助加热设备越靠近用水点,输送散热损失越小。工程实测数据表明,集中集热-集中辅热系统的散热比(按本导则公式 7.5.5-1 计算)在 112%~277%,太阳能系统的贡献率(按本导则公式 7.5.5-2 计算)在-12%~18% (图 7.5.3 中案例 1 和案例 2),集中集热-分散辅热系统的散热比在 12%~38%,太阳能系统的贡献率在 29%~38% (图 7.5.3 中的案例 3 和案例 4)。可见,集中集热-分散辅热系统的热性能比集中集热-集中辅热系统更优(见图 7.5.3)。

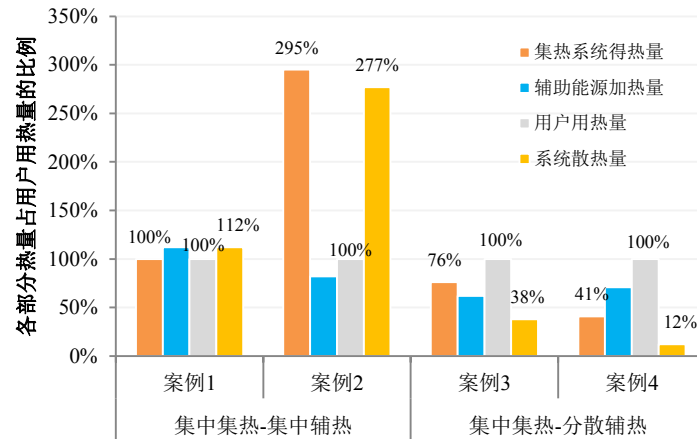


图 7.5.3 分散辅热系统与集中辅热系统

由于辅助能源一般为电、燃气等传统能源及空气源热泵、地源热泵等,应对其消耗量进行监测计量,以确定系统运行过程的节能和环保效益量化指标。

另外,当采用即热式辅助加热设备时,在加热过程中其电力负荷曲线会产生阶跃波动,在净零能耗建筑用能量设计时应综合考虑阶跃波动对负荷峰值的影响。

7.5.4 当采用集中集热分散辅热式太阳能热水系统时,宜采用分时循环系统控制策略,或取消用户侧循环水泵和回水管道。

【条文说明】

针对集中集热分散辅热式系统,当末端有水箱时,应综合考虑集热水箱、储热水箱、末端用户侧水箱的综合效益设置控制策略,采用分时循环策略。如图 7.5.4 所示,在同样的较好保温条件下,循环 8h 的系统散热量仅为 24h 循环系统的 1/3;当末端无水箱时,应在末端即热式辅助加热设备中设置温度控制器,当水温低于设定用水温度时,预热水流经辅助加热设备,加热至用水温度后,流向用户;当水温高于设定用水温度时,预热水通过三通阀不流经加热器,直接流向用户。

针对单管顺流式系统,不再设置用户侧循环水泵和回水管道,仅需在末端即热式辅助加热设备中设置温度控制器,当水温低于设定用水温度时,预热水流经辅助加热设备,加热至用水温度后,流向用户;当水温高于设定用水温度时,预热水通过三通阀不流经加热器,直接流向用户。

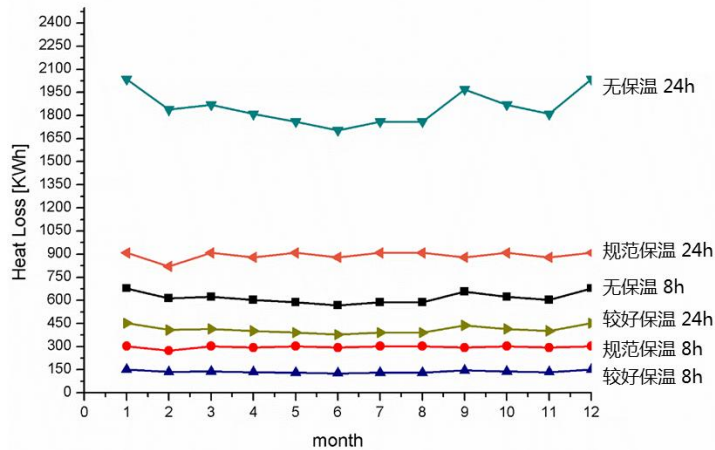


图 7.5.4 不同循环时间和保温条件下系统散热量

此外，实际工程中还有一种呼叫式太阳能热水系统，在减少太阳能热水系统循环时间有着显著效果。

7.5.5 在设计之初宜对太阳能热水系统进行预评估，综合考虑系统热性能。评估指标包括太阳能贡献率、太阳能热水系统热损比，并符合下列规定：

- 1 太阳能热水系统贡献率应不小于 30%；
- 2 太阳能热水系统热损比应不大于 0.6。

【条文说明】

太阳能热水系统无论采用何种分类方式，其能量输入主要为集热系统得热量和辅助能源加热量，能量输出主要为末端用户用热量和系统热损失量，即满足“两进两出”能量平衡关系（如图所示）。即：

$$\text{集热系统得热量} + \text{辅助能源加热量} = \text{系统散热量} + \text{用户实际用热量}$$

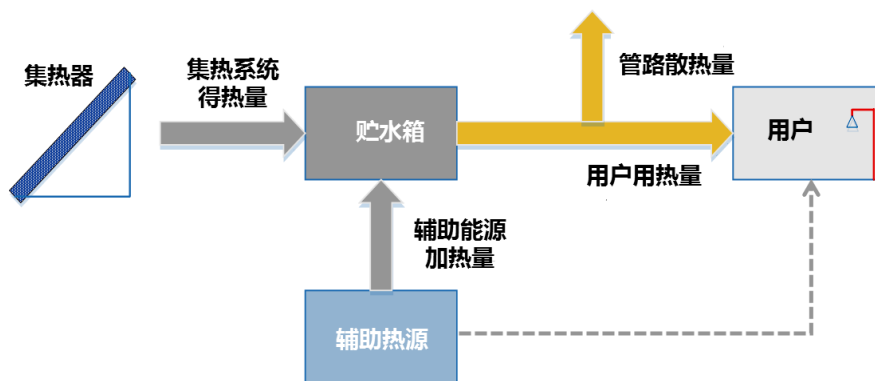


图 7.5.5 太阳能热水系统热量平衡图

预评估时通过模拟获得集热系统得热量、系统热损失量和用户用热量，求解辅助能源加热量。有：

$$\text{辅助能源加热量} = \text{系统散热量} + \text{用户实际用热量} - \text{集热系统得热量}$$

根据《民用建筑绿色性能计算规程》JGJ/T 449-2018，系统评价指标应从工程意义以及考察重要性出发，一般选择太阳能贡献率和太阳能热水系统热损比作为评价指标。

1 太阳能热水系统贡献率及由太阳能提供的生活热水比例,计算时应扣除系统热损失量,表征将采集的太阳能尽可能有效地利用,是衡量系统热性能的重要指标。由于夏热冬暖地区大部分为太阳能资源一般区,根据《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801-2013,采用与太阳能保证率相同的指标值要求,因此本款中规定太阳能热水系统贡献率应不小于 30%,并按下式计算:

$$\eta_{c,w} = \frac{Q_{sw} - Q_{hl}}{Q_u} \times 100\% \quad (7.5.5-1)$$

式中 $\eta_{c,sw}$ ——太阳能热水系统贡献率, %;

Q_{sw} ——太阳能热水系统的集热系统得热量, kJ;

Q_{hl} ——太阳能热水系统的散热量, kJ;

Q_u ——用户用热量, kJ。

2 太阳能热水系统热损比为在系统运行过程中,在热水管路或储热水箱存在的热量损失,占用户用热量的比值不宜大于 0.6。将系统散热损失控制在合理范围内,尽可能减少太阳能热水系统的散热损失,可促进系统对热量的有效利用。较小的系统热损比,能够反映系统具有较好的热性能。太阳能热水系统的热损比应按下式计算:

$$\mu_w = \frac{Q_{hl}}{Q_u} \quad (7.5.5-2)$$

式中: μ_w ——太阳能热水系统热损比。

8 监测与运行控制

8.1 一般规定

8.1.1 净零能耗公共建筑应设置建筑能源与环境监控系统，对建筑室内环境关键参数和建筑供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯及其他设备的能源需求（能耗和负荷）进行分类分项监测计量，并对常规能源系统、可再生能源系统和储能系统的关键设备运行参数进行监测和控制，对室外气象参数和建筑内部人员行为进行监测。

【条文说明】

净零能耗建筑的最终实现，不仅需要良好的建筑本体和能源系统规划设计，而且有赖于能源系统的稳定高效运行。在可再生能源替代率较高的净零能耗建筑中，提高可再生能源并入电网的友好性，是保证能源系统的安全、稳定、高效运行的关键。因此，需要在系统设计时对建筑终端供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯及其他设备的能源需求（能耗和负荷）进行分类分项监测计量，对常规能源系统（供配电系统、暖通空调系统、照明系统、动力系统及其他）、可再生能源系统（太阳能光伏发电等）和储能系统（各种储能电池）关键设备的运行状态参数（能量、功率、电流、电压、频率等）进行监测，为能源系统的诊断、预测和优化运行控制提供基础数据。

建筑的低能耗必须在保障建筑的基本功能和舒适健康的室内环境的前提下实现，因此应设置室内环境监测系统，对主要功能房间的温度、湿度、二氧化碳浓度等关键室内环境指标进行监测和控制。

为准确进行建筑能源需求和可再生能源发电预测，还需要对室外气象参数（室外温度、相对湿度、太阳辐照度等）、建筑内部人员行为和用能方式进行监测，为能源需求和可再生能源发电预测提供基础数据。

8.1.2 建筑能源与环境监控系统的功能应根据监控范围和用户使用需求，经技术经济性分析后确定，并宜具备数据自动采集与远程传输、数据预处理、数据挖掘、数据预测、运行优化、远程控制等功能，以保障在满足室内环境质量健康、舒适性要求的前提下，对常规能源系统、可再生能源系统和储能系统的出力进行优化控制，实现能源供需平衡和多种能源系统的安全、稳定、高效运行。

【条文说明】

建筑能源与环境监控系统需要具备能源管理功能，以满足用户运行管理需求。因此，需要具备数据自动采集功能，并将自动采集的实时监测数据传输至控制中心，通过控制中心的能源管理系统（EMS），对采集的数据进行数据自动清洗和修复预处理，然后对数据进行深入的挖掘分析（统计分析、能耗对比、故障分析和节能诊断等），识别能源系统运行中存在的潜在问题或风险，并结合建筑能源需求（能耗和负荷）和可再生能源发电（能量和功率）预测结果，制定节能运行

方案和控制策略,对可再生能源发电、储能系统和市政电力系统的出力进行优化控制,在保证能源供需平衡和多种能源系统安全、稳定、高效运行的同时,最大限度的利用可再生能源,降低建筑对常规能源总量和峰值的需求。

8.1.3 建筑能源与环境监控系统宜根据建筑规模和系统功能需求等因素,采用分布式系统和多层次的系统结构。监控系统宜包括现场设备层、集成控制层和管理应用层。

【条文说明】

建筑能源与环境监控系统,应根据建筑规模和系统功能需求等影响,进行系统性、整体性的顶层架构设计,以确保系统功能满足不同用户的使用需求。

监控系统一般包括现场设备层、集成控制层和管理应用层。现场设备层主要由末端感知设备、执行器和现场通信网络组成,其功能是进行数据实时监测和自动采集,并将采集的数据上传至数据中心,同时执行器接收集成控制层传达的控制指令并执行。末端感知设备主要包括:带远传功能的智能仪表(电表、气表、水表、冷表、热表)、室内外环境参数传感器(室内温度、相对湿度、二氧化碳浓度等,室外温度、相对湿度、太阳辐照度)、设备运行状态参数(进出水温度、流量、压力、功率、电流、电压、频率等)传感器和人员行为传感器等。执行器主要用于执行控制器发出的指令,如风阀、水阀、变频器等。集成控制层主要包括数据中心和控制器、通信网络。数据中心将现场传感器采集的数据集成存储到服务器中。控制器根据管理应用层制定的优化运行控制策略和传感器采集的设备运行参数,对现场设备的优化运行参数进行优化调整,并将优化运行控制指令发送给现场设备层的执行器。管理应用层主要是由能源管理系统软件、人机界面和通信网络。能源管理系统软件主要实现数据预处理、数据挖掘、数据预测,并根据预测结果制定优化运行控制策略。人机界面提供用户操作的界面。

8.2 系统监测

I 能源监测

8.2.1 能源系统监测内容应符合下列规定:

1 应按照能源种类和用能系统,对建筑供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯及其他用能系统的电力、燃气、冷、热等不同种类能源消耗量和瞬时负荷进行分类分项计量。

2 当采用可再生能源时,应对可再生能源发电量、供冷量、供热量和瞬时功率、瞬时供冷量、瞬时供热量等进行单独计量。

3 当采用储能系统时,应对储能电池的充放电量及瞬时功率进行单独计量。

4 应对供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯等常规能源系统的关键设备运行参数进行监测和控制,并宜符合《建筑设备监控系统工程技术规范》JGJ/T 334 的规定。

5 应对太阳能光伏发电系统、太阳能热水系统和储能系统的关键设备运行参数进行监测和控制。

6 宜对室外温湿度、太阳辐照度等气象参数进行监测。

7 宜对建筑内部人员数量和人员行为进行监测。

【条文说明】

为详细掌握建筑用能情况,分析和评价建筑能耗指标是否达到净零能耗建筑目标要求,建筑能耗水平和能源结构是否合理,建筑用能设备是否长期高效运行,场地内可再生能源是否得到充分利用等,以及时发现并提出改进措施,实现净零能耗建筑目标,需要对建筑分类能耗、分项能耗及可再生能源利用情况等监测。

8.2.2 能源监控系统的配置应根据系统功能需求、监控范围和监控内容,经技术经济分析后确定。监控系统由软件和硬件两个方面组成,需将软件技术要求和硬件技术要求调配到理想状态。

【条文说明】

硬件技术要求

1) 计量和传感设备技术要求,计量表具和传感器硬件需满足如下技术要求:

a) 电子式多功能远传水表

表 8.2.2-1 电子式多功能远传水表

类目	配置
选用环境	工作温度: -20~55℃ 储存温度: -40~85℃ 湿度范围: 0~95%不结露
辅助电源	220±20% V 功耗: <4W
显示方式	液晶显示
电压输入	额定值: 400V (或 100V) AC, 允许 20%的超限; 过负荷: 2 倍额定值 (连续); 2500V/1 秒(不循环); 测量形式: 真有效值; 频率范围: 45~65Hz; PT 回路功耗: <0.2VA
电流输入	额定电流: 5A(或 100V), 允许 20%的超限; 过负荷: 2 倍额定值 (连续); 100A/1 秒 (不循环); 测量形式: 真有效值; 频率范围: 45~65Hz; CT 回路功耗: <0.2VA
测量精度	电压电流: ±0.2% 频率: ±0.02Hz 计费表还需具备 CMC 认证

续表 8.2.2-1

类目	配置
设备耐压、绝缘强度	电源、电压回路：>2KV；电源回路：>2.5KV
开关量输入	光电耦合器隔离：隔离电压：2500Vrms，无源空接点输入
接口方式	RS485 通讯协议
实时计量	电压、电流、有功功率、无功功率、有功电度、无功电度、功率因数、频率

b) 远传水表

表 8.2.2-2 水表

类目	配置
类型	远传水表
电 源	AC220V
准确等级	B 级，计费表还需具备 CMC 认证
示值误差限	从包括最小流量至不包括分界流量（qt）的低区为±5% 从包括分界流量至过载流量（qt）的高区为±2%
接口方式	RS485 通讯协议

c) 远传冷热量表

表 8.2.2-3 远传冷热量表

类目	配置
类型	远传冷热量表
电 源	AC220V
测量精度	±1%
主机工作温度	0~70℃
防护等级	IP68（可浸水工作，水深≤3 米）
介质种类	水、海水、工业污水、酸碱液、各种油类等液体
测量范围	适用于 DN15 ~ DN6000mm 各种口径管道
显示方式	液晶显示
安装方式	外夹式或管段式
流体温度	标准：-30~90℃；高温：-30~160℃
记忆功能	自动记忆前 64 日、前 64 月、前 5 年的累计流量，自动记忆前 64 次来电和断电时间和流量，自动记忆前 64 日流量计的工作状态是否正常
接口方式	RS485 通讯协议

d) 远传温湿度传感器

表 8.2.2-4 远传温湿度传感器

项目	配置
数据传输接口	有线/无线通信
输入电源	AC220V
测量范围	-40~100℃, 0~100 % RH

续表 8.2.2-4

项目	配置
技术参数	温度精度: $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ($0^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$) 湿度精度: $\pm 3\% \text{RH}$ ($5\% \text{RH} \sim 95\% \text{RH}, 25^{\circ}\text{C}$) 温度稳定性: $< 0.1^{\circ}\text{C}/\text{y}$ 湿度稳定性: $< 1\% \text{RH}/\text{y}$
接口协议	RS485、NB-IoT、LORA 等通讯协议

e) 远传二氧化碳传感器

表 8.2.2-5 远传二氧化碳传感器

项目	配置
数据传输接口	有线/无线通信
输入电源	AC220V
技术参数	测量范围: $0 \sim 5000 \text{ppm} / 4 \sim 20 \text{mA}$, 精确度: $< \pm 50 \text{ppm} + 3\%$
接口协议	RS485、NB-IoT、LORA 等通讯协议

f) 远传 PM2.5 传感器

表 8.2.2-6 远传 PM2.5 传感器

项目	配置
数据传输接口	有线/无线通信
输入电源	AC220V
技术参数	测量范围 $0 \sim 600 \mu\text{g} / \text{m}^3$, 分辨率: $0.1 \mu\text{g} / \text{m}^3$
接口协议	RS485、NB-IoT、LORA 等通讯协议

2) 数据采集器要求

表 8.2.2-7 数据采集器设备要求

功能/性能	技术要求
性能等级	处理器: PowerPC, MIPS, X86 等高性能处理器架构; 处理速度: 核心处理器应具备 600MIPS 以上计算处理能力; 存储能力: 拥有 256MB 以上 (包含) RAM, 1GB 以上 (包含 Flash memory 用于存储未发送数据。
断点续传能力	数据采集设备应内建高性能文件系统和小型嵌入式数据库, 可实时检测网络状态, 网络中断时自动保存数据于采集器内, 能存储不低于 1 个月的数据量; 网络恢复后自动续传至服务器, 确保数据不会丢失。
网络性能	支持 ARP、ICMP、IP、TCP、UDP 等网络通讯协议; 具备子网穿透功能; 支持域名服务器解析; 支持网络对时; 支持多服务器自动数据上传, 能同时向多个服务器自动发送数据, 传输间隔为 1 分钟到 1 天自由配置; 支持传输数据加密。

软件功能要求如下：

表 8.2.2-8 系统功能要求

功能模块	功能	功能点技术要求
功能总览	功能总览	<p>(1) 监测功能</p> <ul style="list-style-type: none"> • 分类分项能耗和负荷监测； • 能源系统设备监测； • 室内环境监测； • 气象参数监测； • 人员行为监测。 <p>(2) 运行控制功能：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 数据预处理 • 数据挖掘 • 数据预测 • 运行优化 • 远程控制 <p>(3) 辅助管理功能</p> <ul style="list-style-type: none"> • 能耗报表 • 收费管理 • 预算管理
监测功能	能耗负荷监测	<p>(1) 常规能源：对建筑供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯及其他用能系统的电力、燃气、冷、热等不同种类能源消耗量和瞬时负荷进行分类分项计量。</p> <p>(2) 可再生能源：可再生能源发电量、供冷量、供热量和瞬时功率、瞬时供冷量、瞬时供热量等进行单独计量。</p> <p>(3) 储能系统：应对储能电池的充放电量及瞬时功率进行单独计量。</p>
	能源系统设备监测	对常规能源系统（供配电系统、暖通空调系统、照明系统、动力系统及其他）、可再生能源系统（太阳能光伏发电、太阳能热水系统等）、储能系统（各种储能电池）关键设备的运行状态参数（能量、功率、电流、电压、频率等）进行监测
	室内环境监测	对主要功能房间的温度、湿度、新风量、室内空气中颗粒物（PM _{2.5} ）、二氧化碳（CO ₂ ）浓度
	气象参数监测	对室外温度、相对湿度、太阳辐射度、风速、风向监测
	人员行为监测	对主要功能房间室内人员数量、人员位置、开/关窗行为等人员行为参数进行监测
运行控制功能	数据预处理	数据清洗、数据修复
	数据挖掘	能耗和负荷统计、能耗对比、故障分析、节能诊断
	数据预测	气象参数预测、能耗预测、负荷预测、可再生能源发电预测
	运行优化	制定优化运行策略
	远程控制	发出远程控制指令
辅助管理功能	能耗报表	生成月度、季度、年度能耗报表，辅助运行管理和绩效考核
	收费管理	辅助水、电、气收费
	预算管理	能源费用预算、能源购买预算

II 环境监测

8.2.3 净零能耗建筑室内主要功能空间中应设置环境质量监测系统，监测参数应包括：温度、湿度、新风量、室内空气中颗粒物（PM_{2.5}）、二氧化碳（CO₂）浓度等。

【条文说明】

健康、舒适的室内环境是净零能耗建筑的基本前提。净零能耗建筑室内环境参数应满足较高的热舒适水平和室内空气质量水平。本导则中主要选取与建筑能耗密切相关的温度、湿度、新风量、室内空气中颗粒物(PM_{2.5})、二氧化碳(CO₂)浓度参数进行监测。

8.2.4 净零能耗建筑应根据不同体形系数、不同楼层、不同朝向等因素选择有代表性的主要功能房间进行室内环境监测。室内环境参数监测传感器的安装位置和安装要求应符合《民用建筑室内空气质量监测仪》T/CSUS02 的规定。

【条文说明】

监测点位置、数量应该根据监测室内面积大小和现场情况而确定，以期能正确反映室内空气环境参数、污染物的水平。

现行团体标准《民用建筑室内空气质量监测仪》T/CSUS02-2019 已对建筑室内环境质量传感器的传感器安装位置和安装要求进行了详细规定，本导则中直接引用现有标准。传感器安装位置和安装要求如下：

1 传感器应安装在靠近日常人员活动区域，周围环境应符合《民用建筑室内空气质量监测仪》T/CSUS02 标准 4.1.1 规定的传感器工作环境要求；传感器应远离潮湿、震动以及动力电源和强电磁及电离辐射源，避免在空调、净化器出风口等大风速区域选点，避免阳光直射。

2 监测多区域室内空间室内空气质量时，各独立空间宜分别安装传感器；当独立空间大于 50m²，宜每 50m² 均匀布置 1 台传感器。

3 传感器宜安装在通风良好的位置，距地面 0.5m~1.5m。

4 传感器安装应平稳不易掉落，并放置在儿童不易触及的位置。

III 人员行为感应

8.2.5 净零能耗公共建筑宜对室内人员数量、人员位置、开关窗等人员行为参数进行监测。

【条文说明】

依据室内人员数量及运动状态数据可对空调、照明、等公共设备进行调节，做到冷热负荷量的预测，判断是否可以需求响应，避免出现在长时间无人情况下设备持续运行的问题；通过分析室内人员用能情况可作为电力负荷预测的参考数据。

8.2.6 对室内人员行为参数的监测应以弱感知监测为主，减少对用户隐私数据的采集。

【条文说明】

室内人员情况及行为的感知监测应可分为强感知式和弱感知式。

强感知式监测主要以影像分析、身份识别、人体状态监测数据为基础，对人员情况及行为进行分析，可实现数据与人员身份的一一对应，如视频监控、人脸

识别、热红外成像监测、智能可穿戴设备监测等。

弱感知式监测主要以随身设备、环境变化、能耗计量数据为基础，通过多个变量存在关联性互相引证，推测人员情况及行为，可实现对空间内人员数量及活动状态的基本预测，如 Wi-Fi 信号定位技术、红外传感器、门磁开关感应器、压力感应器、温湿度传感器、二氧化碳传感器、噪声传感器、照度传感器以及功率计等。人员感应探测的元件多种多样，但不论使用哪种方法和设备，均以不影响被测对象隐私为前提，在保证数据的正确性同时避免给室内人员造成干扰或心理负担，使得人性化与高效率并存。

8.2.7 人员行为监控系统应具备数据自动实时采集、远程传输和人员状态识别功能，并根据人员状态对能源系统运行参数调控功能。

【条文说明】

数据自动采集，且实时通信，能保证数据获取的准确性，是准确识别分析系统运行状态，并进行运行诊断和故障预判的前提。而数据采集系统整合了信号、传感器、激励器、信号调理、数据采集设备和应用软件。在数据大爆炸的互联网时代，数据的类型也是复杂多样的，包括结构化数据、半结构化数据、非结构化数据。结构化最常见，即具有模式的数据。非结构化数据是数据结构不规则或不完整，没有预定义的数据模型，包括所有格式的办公文档、文本、图片、XML、HTML、各类报表、图像和音频/视频信息等。当这些复杂的数据收集起来，系统必须具有对人员状态识别，根据人员状态对能源系统的运行参数进行合理的控制。

8.3 系统运行与控制

I 能源系统控制

8.3.1 能源系统运行控制应遵循供需平衡、多种能源系统综合高效运行原则。应根据建筑用能负荷需求，优化控制设备运行参数，实现常规能源系统、可再生能源系统和储能系统等多种能源系统的综合高效运行。

8.3.2 净零能耗公共建筑应设置建筑能源管理系统，根据建筑用能负荷需求，进行太阳能光伏、储能、市电的优化配置，实现最大化利用太阳能资源。

【条文说明】

净零能耗建筑应设置建筑能源管理系统，通过大数据技术和优化分析算法，在保障按需供应的前提下，以能源消耗量最低为目标，优化配置全天不同时段太阳能光伏系统发电、储能系统充放电和市政电力供应，最大化利用太阳能资源，不弃光。

8.3.3 需求响应宜作为应对可再生能源发电的波动性和不确定性的一种运行优化控制策略，以提高可再生能源并入电网的友好性。

【条文说明】

需求响应是传统需求侧管理或负荷管理实践的发展和延伸,被认为是智能电网的关键应用。目前,美国在需求响应的研究和应用方面遥遥领先,而欧洲、中国和其他国家正在迎头赶上。美国联邦能源管理委员会(FERC)对需求响应的定义为:需求侧资源响应电价变化或激励性付费而作出的用电行为方面的改变,这些电价和激励性付费政策的设计目的是引导用户在市场批发电价高或系统可靠性受到威胁时减少用电。

随着建筑中可再生能源替代率的提高,需求响应作为应对可再生能源发电的波动性和不确定性的一种新的系统灵活性来源的价值将会提高。需求响应主要可在两个方面帮助可再生能源接入:移峰填谷和功率平衡。

(1) 移峰填谷。

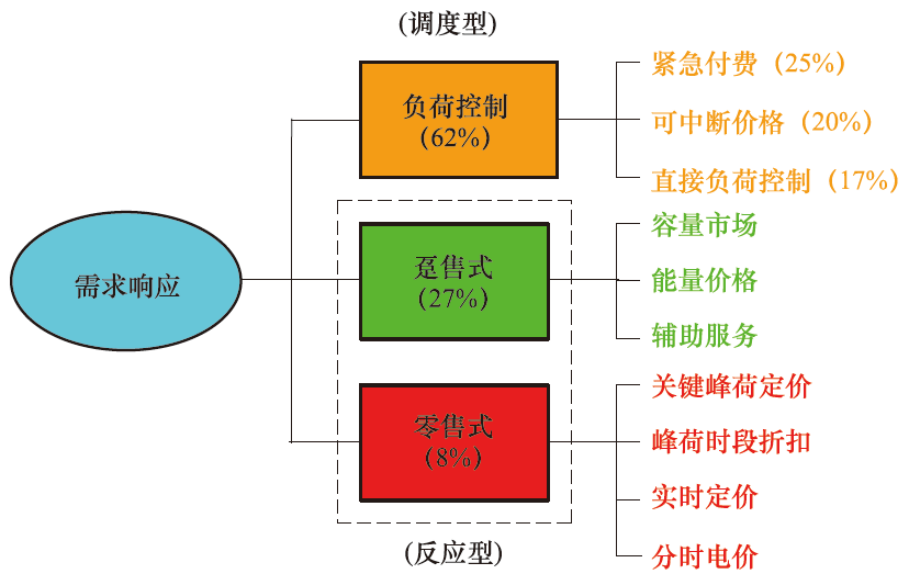
需求响应可用于将一部分负荷转移至低谷时段从而吸收多余的可再生能源电力,尤其是经常表现出逆调峰特性的风电:在负荷低谷时段发电多而在高峰时段发电少。在低谷时段,常规发电厂通常已经降至最低出力,负荷需求不足将使风电减出力不可避免,导致风电厂容量利用率降低,并妨碍替代化石能源发电、降低排放。将负荷移到低谷时段也可给用户带来额外的提高能效和降低成本方面的好处。

(2) 需求侧的系统平衡服务。

快速动作的需求响应可有助于实现发电和负荷的实时平衡。可以将负荷集聚起来并指挥它们作出很快的响应,从而可以跟踪可再生能源发电出力的快速爬坡,降低对常规电源爬坡能力的需求。

由于不同类型的负荷具有不同的响应能力和不同的响应成本,如何确定它们集聚在一起的真实效益和需求响应能力仍需开展更多研究。同时,需求响应需要结合有效的电价定价机制和政策,才能充分发挥作用。

根据目前美国应用需求响应的潜力调查,这三类需求响应分别贡献了美国全国的潜在削峰能力(即参与需求响应的负荷总量)的62%、27%和8%。尽管调度型需求响应仍占较大比例,但能够实现用户与电网公司之间双向信息流的智能电表的出现使反应型需求响应得以发展,也使更多居民和商业用户可以参与需求响应。



8.3.3-1 美国不同类型的需求响应

从美国的实践可以看出需求响应的一些发展趋势，如图 8.3.3-2 所示。运用需求响应的目的已经不限于简单的提高电力系统可靠性，正向提高电力系统效率和灵活性的方向扩展。调用需求响应的频率正从紧急应用向日常应用并进一步向实时应用的方向扩展。需求响应的参与者正从大型工商业用户向小型商业和居民用户扩展，同时有更多的集聚商在电网公司或电网运营商与单个用户之间充当中介。最后，需求响应正从单向向双向扩展：从向下，即仅减少负荷，到既有向下又有向上，即按要求减少或增加负荷。

(1) 需求响应用于提高电力系统可靠性。

应用得最早最多的需求响应集中关注电力系统可靠性。用户，通常是大型工业用户，同意在峰荷或紧急情况下减小其负荷以保障系统可靠性，并因此获得某种激励补偿。由于是为紧急应用设计的，这种需求响应形式不经常调用。

(2) 需求响应用于提高电力系统效率。

近来，需求响应的应用开始更加关注电力系统效率。许多需求响应实施方案开始关注非紧急情况下的削峰——使负荷曲线变得更平，从而提高电力系统容量的长期利用效率，因为电力系统的发电、输电和配电容量是按满足预期的最大尖峰负荷确定的。

(3) 需求响应用于提高电力系统灵活性。

这种新兴需求响应的应用对支持可再生能源接入非常重要。对此，自动的、快速动作的调度型需求响应更有效，反应型的需求响应，尤其是价格引导的零售式需求响应可能不够有效。为使需求响应能够参与提供系统平衡服务，某些地区需要改变其电力市场规则和电力系统可靠性准则。这种需求响应应用在中被进一步展望为“需求调度”，并被期望能提供目前由常规电厂所提供的许多辅助服务。适于需求调度的潜在负荷是那些被遥控改变时基本上不会被用户感知的负荷，例

如电热水器、取暖—通风—空调系统以及电动汽车等。

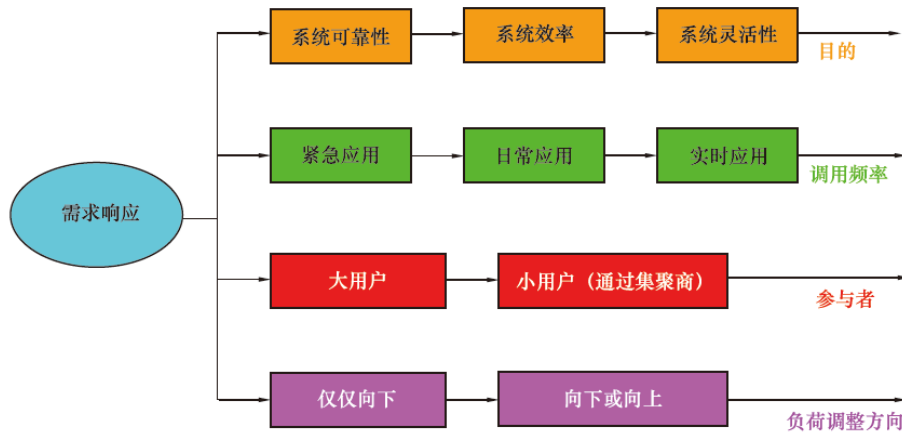


图 8.3.3-2 需求响应的发展趋势

8.3.4 夏热冬暖地区净零能耗公共建筑在空调季节或过渡季节，当昼夜温差较大时，或者当室外温度 $\leq 28^{\circ}\text{C}$ 且相对湿度 $\leq 70\%$ 时，应利用自然通风。

II 环境品质保障

8.3.5 根据室内 CO_2 、TVOC 浓度和室内外颗粒物浓度进行通风系统和空气净化系统的配置和运行控制，以维持良好的室内环境。

【条文说明】

保障室内环境品质主要通过空调、通风和净化系统的合理运行，保证设计参数符合上述标准。各个系统需要相互协调配合，减小能耗。例如过渡季节可以通过开窗通风保证室内温湿度符合舒适度要求。考虑到我国大气污染的状况，在室外颗粒物超标情况下，宜关窗开启净化器等。机械通风装置由于其高能耗特点，宜选择性使用。

8.3.6 应按照设计时所取的室内环境参数对建筑室内环境临界值进行设定控制。

8.3.7 设备末端应提供个性化控制的操作界面，当可以确定使用人员的个性需求时，可对室内环境临界值做个性化调整，以满足使用人员的舒适度需求。

【条文说明】

设计标准提供的室内环境参数设计值是一个放之天下而皆准的标准值，在建筑运行过程中，如可以确定使用者自身的舒适度需求，则应给予适当的舒适度调整。如：胖人怕热，老人怕冷，婴儿怕亮光等。这就要求设备末端可以进行个性化的控制以尽量适宜不同人群的不同舒适度需求。

8.3.8 应以月、半年、年度为单位进行室内舒适度满意度调研，根据满意度调研结果调整系统运行及管理模式。

III 用能行为引导

8.3.9 净零能耗建筑需提供面向用户的智能互动终端核心模块，以实现与用户用能测和传感设备的方便连接和信息交互。

【条文说明】

面向用户，提供智能互动终端，为实现净零能耗建筑设备及信息的融合奠定物理基础，从而，使得用户侧用能数据可实现供需两侧实时交互和有效能量管理沟通，用户在综合能源系统中可实现即插即用、广泛互动以及信息共享等，信息间不再是单向传递，而是多向传递交流，随时可产生数据信息用于数据挖掘和提取。能量信息的双向交互和共享开放，是实现多种能源交叉互补和优化管理的基础和重要依据。

8.3.10 净零能耗建筑运行控制系统应支持第三方应用接入，以便于支持个性化用能需求定制与使用。

【条文说明】

当用能系统提供标准接口服务，方便各种高级应用功能嵌入之时，基于多源异构大数据分析的用户用能行为聚类分析，可实现净零能耗建筑系统用户侧用能信息的有效挖掘利用，从而提供满足用户个性化的用能需求。

8.3.11 净零能耗建筑的运行控制系统应支持手动和自动控制功能。

【条文说明】

自动控制是指在没有人直接参与的情况下，利用外加的设备或装置（称控制装置或控制器），使被控对象的某个工作状态或参数（即被控量）自动地按照预定的规律运行。手动控制过程则是在人的直接干预和全程干预下进行的。而自动控制往往精度高、响应快，但手动控制安全性高，因此，用能控制系统应支持手动和自动控制功能。

8.3.12 净零能耗建筑应针对私人使用空间编制用户节能低碳使用手册，并对用户进行宣传贯彻，在公共空间设广告牌和节能标语，引导用户形成健康的生活方式和节能减排的用能行为。

【条文说明】

建筑使用者明确建筑正确使用方法的要求。

建筑物使用者的行为习惯是影响建筑能耗的要素之一。对于个人办公室等私人空间，建筑使用者应在使用前了解净零能耗建筑的特点和使用方法；对于公共空间，物业管理部门应在醒目处设广告牌和节能提示标语，如“人走关灯”、爬楼梯积分等方式引导用户多走楼梯、少乘坐电梯，从而引导用户养成健康的生活方式和节能减排的用能行为。

附录 A 能耗指标计算方法

A.1 一般规定

A.1.1 能耗指标计算软件应具备以下功能：

- 1 能计算围护结构(包括热桥部位)传热、太阳辐射得热、建筑内部得热、通风热损失四部分形成的负荷，计算中应能考虑建筑热惰性对负荷的影响。
- 2 能计算10个以上的建筑分区。
- 3 能计算建筑供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯系统的能耗和可再生能源系统的利用量及发电量。
- 4 可采用月平均或逐时动态计算方法。
- 5 可计算热回收和外遮阳装置对建筑供暖空调能耗的影响。

A.1.2 采用逐时动态计算软件时，还需符合下列要求：

- 1 应具备全年 8760 小时逐时负荷和能耗计算功能，负荷和能耗计算的时间步长不应超过 1 小时；
- 2 软件可以输出全年逐时负荷和能耗数据；
- 3 可设置渗漏换气量或换气次数；
- 4 可分别设置逐时工作日和节假日室内人员数量、照明功率、电气设备功率、室内温度、供暖和空调系统运行时间。

A.1.3 能耗指标的计算应符合下列规定：

- 1 气象参数应按行业标准《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346 的规定选用；
- 2 当室外温度 $\leq 28^{\circ}\text{C}$ 且相对湿度 $\leq 70\%$ 时，应利用自然通风，不计算建筑供冷需求。
- 3 供暖、通风、空调系统能耗计算应考虑部分负荷及间歇使用的影响。
- 4 照明能耗的计算应考虑天然采光和自动控制的影响。
- 5 应计算可再生能源利用量。

A.2 模拟参数设置

A.2.1 设计建筑能耗模拟参数设置应符合下列规定：

1 建筑的形状、大小、朝向、内部的空间划分和使用功能、建筑构造尺寸、建筑围护结构传热系数、做法、外窗（包括透光幕墙）太阳得热系数、窗墙面积比、屋面开窗面积应与建筑设计文件一致。

2 建筑功能区除设计文件明确为非空调区外，均应按设置供暖和供冷的区域计算；供暖和供冷系统运行时间按表 A.2.1-1 设置。

表 A.2.1-1 供暖供冷系统的日运行时间（公共建筑）

类别		系统工作时间
办公建筑	工作日	8: 00~18: 00
	节假日	—
学校建筑	工作日	8: 00~18: 00
	节假日	—

3 当设计建筑采用活动遮阳装置时，供暖季和供冷季的遮阳系数按表 A.2.1-2 确定。

表 A.2.1-2 活动遮阳装置遮阳系数 SC 的取值

控制方式	供暖季	供冷季
手动控制	0.80	0.40
自动控制	0.80	0.35

4 房间人均使用面积及在室率、电器设备功率密度及使用率、照明开启时间按表 A.2.1-3 设置，照明功率密度值应与建筑设计文件一致

表 A.2.1-3 不同类型房间人员、设备、照明内热设置

建筑类型	房间类型	人均占地面积 m ²	人员在室率	设备功率密度 W/m ²	设备使用率	照明功率密度 (基准建筑)	照明开启时长 h/月
办公建筑	办公室	10	32.7%	13	32.7%	9	240
	密集办公室	4	32.7%	20	32.7%	15	240
	会议室	3.33	16.7%	5	61.8%	9	180
	大堂门厅	20	33.3%	0	0.0%	5	270
	休息室	3.33	16.7%	0	0.0%	5	150

续表 A.2.1-3

建筑类型	房间类型	人均占地面积 m ²	人员在室率	设备功率密度 W/m ²	设备使用率	照明功率密度 (基准建筑)	照明开启时长 h/月
办公建筑	设备用房	0	0.0%	0	0.0%	5	0
	库房、管道井	0	0.0%	0	0.0%	0	0
	车库	100	25.0%	15	32.7%	2	270
学校建筑	教室	1.12	26.8%	5	14.9%	9	180
	阅览室	2.5	26.8%	10	14.9%	9	180
	电脑机房	4	50.4%	40	100.0%	15	300
	办公室	10	32.7%	13	32.7%	8	270
	密集办公室	4	32.7%	20	32.7%	13.5	270
	会议室	3.33	36.5%	5	61.8%	8	120
	大堂门厅	20	54.6%	0	0.0%	10	270
	休息室	3.33	36.5%	0	0.0%	5	240
	设备用房	0	0.0%	0	0.0%	5	0
	库房、管道井	0	0.0%	0	0.0%	0	0
	车库	100	32.7%	15	32.7%	2	240

5 人均新风量应与设计文件一致，且符合本导则 4.1.2 条规定；新风开启率按人员在室率计算。

6 供暖、通风、空调、生活热水、电梯系统的系统形式和能效与设计文件一致；生活热水系统的用水量应与设计文件一致，并应符合现行国家标准《民用建筑节能节水设计标准》GB50555 的规定。

7 可再生能源系统形式及效率应与设计文件一致。

A.2.2 基准建筑能耗指标计算参数设置应符合下列规定：

1 建筑的形状、大小、内部的空间划分和使用功能、建筑构造、围护结构做法应与设计建筑一致。

2 供冷和供暖系统的运行时间、室内温度、照明开关时间、电梯系统运行时间、房间人均占有的使用面积及在室率、人员新风量及新风机组运行时间表、电器设备功率密度及使用率应与设计建筑一致；照明功率密度值应按照表 A.2.1-2 确定。

3 围护结构热工性能和冷热源性能应符合国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015 的规定，未规定的参数应与设计建筑一致。

4 应按设计建筑实际朝向建立基准建筑模型，并将建筑依次旋转 90°、180°、

270°，将四个不同方向的模型能耗计算结果的平均值，作为参照建筑能耗。

5 基准建筑无活动遮阳装置，其窗墙面积比按表 A.2.2-1，对于表中未包含的建筑类型，基准建筑窗墙比与设计建筑一致；

6 基准建筑的供暖空调系统形式应依据设计建筑的系统形式按照表 A.2.2-2 确定；基准建筑的生活热水系统形式和用水定额应与设计建筑一致，热源为燃气锅炉，其能效要求应与参照标准中供暖热源的要求一致。

7 基准建筑的电梯系统形式、类型、台数、设计速度、额定载客人数应与设计建筑一致，电梯待机时的能量需求（输出）为 200W，运行时的特定能量消耗为 1.26mWh/kgm。

8 基准建筑无可再生能源系统。

表 A.2.2-1 基准建筑窗墙面积比信息表

建筑类型	窗墙面积比 (%)
办公建筑 (面积≤10000m ²)	31
办公建筑 (面积>10000m ²)	40
学校建筑	25

表 A.2.2-2 基准建筑供暖、空调系统形式

建筑类型		夏热冬暖地区
办公建筑	末端形式	风机盘管系统
	冷源	电制冷机组
	热源	燃气锅炉
学校建筑	末端形式	分体式空调
	冷源	分体式空调
	热源	空气源热泵

A.3 建筑本体节能率

A.3.1 建筑年终端总用能量应按下列式计算：

$$E_T = \sum_{i=1}^n (E_i \cdot f_i) \quad (\text{A.3.1})$$

式中 E_T ——建筑年终端总用能量，是指满足建筑场地边界内的全部能源需求（供暖、空调、通风、生活热水、照明、插座、电梯及场地内交通设施等）所消耗的能源，包括常规能源（电力、天然气等）和可再生能源（光伏、风力发电等），kWh/a；

E_i ——第 i 种能源的消耗量，kWh/a 或 m^3/a ；

i ——第 i 种能源类型，主要有市政电力、天然气、可再生能源（光伏、风力）发电等；

f_i ——第 i 种能源的能源换算系数，应符合 A.5.1 条的规定。

A.3.2 建筑年综合能耗应按下列式计算：

$$E_Z = E_h \cdot f_i + E_c \cdot f_i + E_l \cdot f_i + E_w \cdot f_i + E_e \cdot f_i \quad (\text{A.3.2})$$

式中 E_Z ——建筑年综合能耗，包括供暖、空调、通风、生活热水、照明、生活热水、电梯能耗，不包括炊事、家电、插座等受个体用户行为影响较大的能源系统消耗，kWh/a；

E_h ——供暖系统的年能源消耗量，kWh/a；

E_c ——空调系统的年能源消耗量，kWh/a；

E_l ——照明系统的年能源消耗量，kWh/a；

E_w ——生活热水系统的年能源消耗量，kWh/a；

E_e ——电梯系统的年能源消耗量，kWh/a。

A.3.3 设计建筑年综合能耗应按下列式计算：

$$E_{Z, PB} = E_{h, PB} \cdot f_i + E_{c, PB} \cdot f_i + E_{l, PB} \cdot f_i + E_{w, PB} \cdot f_i + E_{e, PB} \cdot f_i \quad (\text{A.3.3})$$

式中 $E_{Z, PB}$ ——设计建筑年综合能耗，包括供暖、空调、通风、生活热水、照明、生活热水、电梯能耗，不包括炊事、家电、插座等受个体用户行为影响较大的能源系统消耗，kWh/a；

$E_{h, P}$ ——设计建筑供暖系统的年能源消耗量，kWh/a；

$E_{c, P}$ ——设计建筑空调系统的年能源消耗量，kWh/a；

$E_{l, PB}$ ——设计建筑照明系统的年能源消耗量, kWh/a;

$E_{w, PB}$ ——设计建筑生活热水系统的年能源消耗量, kWh/a;

$E_{e, PB}$ ——设计建筑电梯系统的年能源消耗量, kWh/a。

A.3.4 基准建筑年综合能耗应按下列式计算:

$$E_{Z, BB} = E_{h, BB} \cdot f_i + E_{c, BB} \cdot f_i + E_{l, BB} \cdot f_i + E_{w, BB} \cdot f_i + E_{e, BB} \cdot f_i \quad (\text{A.3.4})$$

式中 $E_{Z, BB}$ ——基准建筑年综合能耗, 包括供暖、空调、通风、生活热水、照明、生活热水、电梯能耗, 不包括炊事、家电、插座等受个体用户行为影响较大的能源系统消耗, kWh/a;

$E_{h, B}$ ——基准建筑供暖系统的年能源消耗量, kWh/a;

$E_{c, B}$ ——基准建筑空调系统的年能源消耗量, kWh/a;

$E_{l, BB}$ ——基准建筑照明系统的年能源消耗量, kWh/a;

$E_{w, BB}$ ——基准建筑生活热水系统的年能源消耗量, kWh/a;

$E_{e, BB}$ ——基准建筑电梯系统的年能源消耗量, kWh/a。

A.3.5 设计建筑的单位建筑面积综合能耗应按下列式计算:

$$EUI_{Z, PB} = \frac{E_{Z, PB}}{A} \quad (\text{A.3.5})$$

式中 $EUI_{Z, PB}$ ——设计建筑的单位建筑面积综合能耗, kWh/(m²a);

A ——建筑面积, m²。

A.3.6 基准建筑的单位建筑面积综合能耗应按下列式计算:

$$EUI_{Z, BB} = \frac{E_{Z, BB}}{A} \quad (\text{A.3.6})$$

式中 $EUI_{Z, BB}$ ——基准建筑的单位建筑面积综合能耗, kWh/(m²a)。

A.3.7 建筑本体节能率应按下列式计算:

$$\eta_e = \frac{EUI_{Z, BB} - EUI_{Z, PB}}{EUI_{Z, BB}} \times 100\% \quad (\text{A.3.7})$$

式中 $EUI_{Z, PB}$ ——设计建筑的单位建筑面积综合能耗, kWh/(m²a);

$EUI_{Z, BB}$ ——基准建筑的单位建筑面积综合能耗, kWh/(m²a);

η_e ——建筑本体节能率, %。

A.4 可再生能源替代率

A.4.1 场地内可再生能源利用量应按下列式计算：

$$RE_{onsite} = \sum_{j=1}^m (RE_{onsite,j} \cdot f_j) \quad (\text{A.4.1})$$

式中 RE_{onsite} ——建筑场地内可再生能源利用量，kWh/a；

$RE_{onsite,j}$ ——由建筑场地边界内的可再生能源系统产生，并且用于场地内建筑能源需求的可再生能源，kWh/a；

j ——建筑场地边界内的可再生能源系统输入到场地内的可再生能源类型， j =可再生能源(光伏、风力)发电、可再生能源供冷替代的市政电力、可再生能源供生活热水替代的市政电力或天然气；

f_j ——第 j 种可再生能源的能源换算系数，应符合 A.5.1 条的规定。

A.4.2 场地内可再生能源替代率按下式计算：

$$\phi_{REonsite} = \frac{RE_{onsite}}{E_{Z,PB}} \times 100\% \quad (\text{A.4.2})$$

式中 RE_{onsite} ——设计建筑的场地内可再生能源利用量，kWh/a；

$E_{Z, PB}$ ——设计建筑年综合能耗，kWh/a；

$\phi_{REonsite}$ ——设计建筑场地内可再生能源替代率，%。

A.5 各类能源折算等效电系数

A.5.1 各种能源的等效电折算系数应按照表 A.5.1 确定。

表 A.5.1 各种能源等效电折算系数

能源类型	换算单位	换算系数
电（市政电力、可再生能源发电）	kWh _e /kWh _e	1
天然气	kWh _e /m ³	7.131
液化石油气	kWh _e /kg	6.977
人工煤气	kWh _e /m ³	3.578
煤	kWh _e /kg	2.928
柴油	kWh _e /kg	7.812
热水（50℃/40℃）	kWh _e /MJ	0.03927
冷冻水（7℃/12℃）	kWh _e /MJ	0.2015

注：本表数据引自《公共建筑能耗远程监测系统技术规程》JGJ/T285-2014。

本导则用词说明

- 1 为便于在执行本导则条文时区别对待,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 《近零能耗建筑技术标准》 GB51350
- 2 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》 GB50736
- 3 《民用建筑室内热湿环境评价标准》 GB/T50785
- 4 《健康建筑评价标准》 T/ASC02
- 5 《绿色建筑评价标准》 GB/T50378
- 6 《公共建筑节能设计标准》 GB50189
- 7 《公共建筑节能设计标准》 广东省实施细则
- 8 《深圳市公共建筑节能设计规范》 SJG 44
- 9 《民用建筑热工设计规范》 GB50176
- 10 《民用建筑隔声设计规范》 GB50118
- 11 《三相配电变压器能效限定值及节能评价值》 GB 20052
- 12 《建筑照明设计标准》 GB50034
- 13 《普通照明用非定向自镇流LED灯能效限定值及能效等级》 GB 30255
- 14 《城市夜景照明设计规范》 JGJ/T 163
- 15 《供配电系统设计规范》 GB 50052
- 16 《电动汽车交流充电桩电能计量》 GB/T 28569
- 17 《微型计算机能效限定值及能效等级》 GB 28380
- 18 《民用建筑太阳能光伏系统应用技术规范》 JGJ 203
- 19 《民用建筑低压直流配电系统设计导则》 T/ CABEE
- 20 《电化学储能电站设计规范》 GB 51048
- 21 《建筑设计防火规范》 GB 50016
- 22 《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》 GB 50364
- 23 《建筑给水排水设计规范》 GB 50015
- 24 《民用建筑绿色性能计算规程》 JGJ/T 449
- 25 《民用建筑电气设计规范》 JGJ16
- 26 《智能建筑设计标准》 GB 50314
- 27 《建筑设备监控系统工程技术规范》 JGJ334
- 28 《公共建筑能耗远程监测系统技术规程》 JGJT 285
- 29 《民用建筑室内空气质量监测仪》 T/CSUS02
- 30 《建筑节能气象参数标准》 JGJ/T 346