

量大于 1163kW 的离心机按冷量范围在 1163kW~2110kW 及大于或等于 2110kW 的机组分别作出要求。

水冷活塞/涡旋式冷水机组，冷量主要分布在小于 528kW，528kW~1163kW 的机组只占到了该类型总销售量的 2%左右，大于 1163kW 的机组已基本停止生产，并且根据该类型机组的性能特点，大容量的水冷活塞/涡旋式冷水机组与相同的螺杆式或离心式相比能效相差较大，当所需容量大于 528kW 时，不建议选用该类型机组，因此本规范对容量小于 528kW 的水冷活塞/涡旋式冷水机组作出统一要求。水冷螺杆式和风冷机组冷量分级不变。

现行国家标准《冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577 和《单元式空气调节机能效限定值及能效等级》GB 19576 为本规范确定能效最低值提供了参考。表 1 和表 2 为摘自现行国家标准《冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577 中的能源效率等级指标。冷水机组的性能系数及综合部分负荷性能系数实测值应同时大于或等于表 1 或表 2 中的能效等级 3 级所对应的指标值。冷水机组的节能评价值为表 1 或表 2 中所对应的能效等级 2 级所对应的指标值。

表 1 能效等级指标 (一)

类型	名义制冷量 (CC) kW	能效等级			
		1	2	3	
		(IPLV) W/W	(IPLV) W/W	(COP) W/W	(IPLV) W/W
风冷式或蒸发 冷却式	$CC \leq 50$	3.80	3.60	2.50	2.80
	$CC > 50$	4.00	3.70	2.70	2.90
水冷式	$CC \leq 528$	7.20	6.30	4.20	5.00
	$528 < CC \leq 1163$	7.50	7.00	4.70	5.50
	$CC > 1163$	8.10	7.60	5.20	5.90

表 2 能效等级指标 (二)

类型	名义制冷量 (CC) kW	能效等级			
		1	2	3	
		(COP) W/W	(COP) W/W	(COP) W/W	(IPLV) W/W
风冷式或蒸发 冷却式	$CC \leq 50$	3.20	3.00	2.50	2.80
	$CC > 50$	3.40	3.20	2.70	2.90
水冷式	$CC \leq 528$	5.60	5.30	4.20	5.00
	$528 < CC \leq 1163$	6.00	5.60	4.70	5.50
	$CC > 1163$	6.30	5.80	5.20	5.90

随着变频冷水机组技术的不断发展和成熟,自 2010 年起,我国变频冷水机组的应用呈不断上升的趋势。冷水机组变频后,可有效地提升机组部分负荷的性能,尤其是变频离心式冷水机组,变频后其综合部分负荷性能系数 (IPLV) 通常可提升 30% 左右;但由于变频器功率损耗及电抗器、滤波器损耗,变频后机组的满负荷性能会有一定程度的降低。因此,对于变频机组,本规范主要基于定频机组的研究成果,根据机组加变频后其满负荷和部分负荷性能的变化特征,对变频机组的 COP 和 IPLV 限值要求在其对应定频机组的基础上分别作出调整。

当前我国的变频冷水机组主要集中于大冷量的水冷式离心机组和螺杆机组,机组变频后,部分负荷性能的变化差别较大。因此对变频离心和螺杆式冷水机组分别提出不同的调整量要求,并根据现有的变频冷水机组性能数据进行校核确定。

对于风冷式机组,计算 COP 和 IPLV 时,应考虑放热侧散热风机消耗的电功率;对于蒸发冷却式机组,计算 COP 和 IPLV 时,机组消耗的功率应包括放热侧水泵和风机消耗的电功率。

名义工况应符合国家标准《蒸气压缩循环冷水(热泵)机组 第 1 部分:工业或商业用及类似用途的冷水(热泵)机组》GB/T 18430.1-2007 的规定,即:

- 1 使用侧：冷水出口水温 7°C ，水流量为 $0.172\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{kW})$ ；
- 2 热源侧(或放热侧)：水冷式冷却水进口水温 30°C ，水流量为 $0.215\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{kW})$ ；
- 3 蒸发器水侧污垢系数为 $0.018\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{kW}$ ，冷凝器水侧污垢系数 $0.044\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{kW}$ 。

双工况制冷机组制造时需照顾到两个工况工作条件下的效率，会比单工况机组低，因此不在本条适用范围内，不强制执行本条规定。水（地）源热泵不强制执行本条规定。

3.2.10 冷水机组在相当长的运行时间内处于部分负荷运行状态，为了降低机组部分负荷运行时的能耗，需要对冷水机组的综合部分负荷性能系数（*IPLV*）作出要求。明确 *IPLV* 计算方法，是衡量性能限值的前提，也便于相关条文的执行和检查。

*IPLV*是对机组4个部分负荷工况条件下性能系数的加权平均值，相应的权重综合考虑了建筑类型、气象条件、建筑负荷分布以及运行时间，是根据4个部分负荷工况的累积负荷百分比得出的。

相对于评价冷水机组满负荷性能的单一指标 *COP* 而言，*IPLV*的提出提供了一个评价冷水机组部分负荷性能的基准和平台，完善了冷水机组性能的评价方法，有助于促进冷水机组生产厂商对冷水机组部分负荷性能的改进，促进冷水机组实际性能水平的提高。

受 *IPLV* 的计算方法和检测条件所限，*IPLV* 具有一定适用范围：

- 1 *IPLV* 只能用于评价单台冷水机组在名义工况下的综合部分负荷性能水平；
- 2 *IPLV* 不能用于评价单台冷水机组实际运行工况下的性能水平，不能用于计算单台冷水机组的实际运行能耗；
- 3 *IPLV* 不能用于评价多台冷水机组综合部分负荷性能水平。

IPLV 在我国的实际工程应用中出现了一些误区，主要体现在以下几个方面：

1 对 IPLV 公式中 4 个部分负荷工况权重理解存在偏差,认为权重是 4 个部分负荷对应的运行时间百分比;

2 用 IPLV 计算冷水机组全年能耗,或者用 IPLV 进行实际项目中冷水机组的能耗分析;

3 用 IPLV 评价多台冷水机组系统中单台或者冷机系统的实际运行能效水平。

IPLV 的提出完善了冷水机组性能的评价方法,但是计算冷水机组及整个系统的效率时,仍需要利用实际的气象资料、建筑物的负荷特性、冷水机组的台数及配置、运行时间、辅助设备的性能进行全面分析。

本次规范沿用了现行国家标准《公共建筑节能设计规范》GB 50189 中的我国典型公共建筑模型数据库,数据库包括了各类型典型公共建筑的基本信息、使用特点及分布情况,同时调研了主要冷水机组生产厂家的冷机性能及销售等数据,为建立更完善的 IPLV 计算方法提供了数据基础。根据对国内主要冷水机组生产厂家提供的销售数据的统计分析结果,选取我国 21 个典型城市进行各类典型公共建筑的逐时负荷计算。这些城市的冷机销售量占到了统计期(2006 年~2011 年)销售总量的 94.8%,基本覆盖我国冷水机组的实际使用条件。

编制组对我国各气候区内 21 个典型城市的 6 类常用冷水机组作为冷源的典型公共建筑分别进行了 IPLV 公式的计算,以各城市冷机销售数据、不同气候区内不同类型公共建筑面积分布为权重系数进行统计平均,确定全国统一的 IPLV 计算公式。

现行国家标准《蒸汽压缩循环冷水(热泵)机组 第 1 部分:工业或商业用及类似用途的冷水(热泵)机组》GB/T 18430.1 中规定了部分负荷名义工况的温度条件,NPLV 表示的是机组在非名义工况(即不同于 IPLV 规定的工况)下的综合部分负荷性能系数,其公式见式(1),测试条件应符合现行国家标准《蒸汽压缩循环冷水(热泵)机组 第 1 部分:工业或商业用及类似用途的冷

水(热泵)机组)GB/T 18430.1 的规定。

$$NPLV = 1.2\% \times A + 32.8\% \times B + 39.7\% \times C + 26.3\% \times D \quad (1)$$

3.2.11 本条对冷水机组的综合部分负荷性能系数 (IPLV) 限值提出定量要求, 其性能限值根据本规范的整体节能率要求进行提升, 提升情况详见本规范第 3.2.9 条的条文说明。

3.2.12 近年来多联机在公共建筑中的应用越来越广泛, 并呈逐年递增的趋势。相关数据显示, 2017~2018 年我国集中空调产品中多联机的销售量已经占到了总量的近 50%, 多联机成为我国中央空调产品中非常重要的用能设备类型。2011 年市场上的多联机产品已经全部为节能产品 (1 级和 2 级), 而 1 级能效产品更是占到了总量的 98.8%, 在这种情况下, 多联机产品标准和产品能效标准及时进行了修订, 评价更加合理化, 也便于和国际接轨。

现行国家标准《多联式空调(热泵)机组能效限定值及能效等级》GB 21454 中以 IPLV 作为水冷式多联机能效考核指标, 以 APF 作为风冷式多联机能耗考核指标。本规范与设备能效国家标准协同一致。能效水平方面, 与国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015 相比, 总体提升 40% 左右。名义制冷工况和规定条件应符合现行国家标准《多联式空调(热泵)机组》GB/T 18837 的有关规定。

表 3 和表 4 为摘录自国家标准《多联式空调(热泵)机组能效限定值及能效等级》GB 21454-2021 中多联式空调(热泵)机组的能源效率等级限值要求。

表 3 水冷式多联机能效等级指标值

指标	类型	名义制冷量 (CC) W	能效等级		
			1 级	2 级	3 级
IPLV (C) / (W/W)	水环式	$CC \leq 28000$	7.00	5.90	5.20
		$CC > 28000$	6.80	5.80	5.00

续表 3

指标	类型	名义制冷量 (CC) W	能效等级		
			1级	2级	3级
EER/ (W/W)	地埋管式	—	4.60	4.20	3.80
	地下水式	—	5.00	4.50	4.30

表 4 风冷式热泵型多联机能效等级指标值

名义制冷量 (CC) (W)	能效等级					
	1级		2级		3级	
	EER_{min} (W/W)	APF (W·h)/ (W·h)	EER_{min} (W/W)	APF (W·h)/ (W·h)	EER_{min} (W/W)	APF (W·h)/ (W·h)
$CC \leq 14000$	3.50	5.20	2.80	4.40	2.00	3.60
$14000 < CC \leq 28000$	—	4.80	—	4.30	—	3.50
$28000 < CC \leq 50000$	—	4.50	—	4.20	—	3.40
$50000 < CC \leq 68000$	—	4.20	—	4.00	—	3.30
$CC > 68000$	—	4.00	—	3.80	—	3.20

对比上述要求，表 3.2.12 中规定的制冷综合性能指标限值相当于该标准中的 2 级能效至 3 级能效水平。

3.2.13 本条对单元机、风管机能效比限值提出定量要求。现行国家标准《单元式空气调节机能效限定值及能效等级》GB 19576 和《风管送风式空调机组能效限定值及能效等级》GB 37479 已经改为采用制冷季节能效比 $SEER$ 、全年性能系数 APF 作为单元机的能效评价指标，本规范中相关能效系数的含义、测试方法与现行产品国家标准一致。

3.2.14 近年来，我国新建居住建筑中全装修建筑占比日益增

大，逐渐成为行业主流。出于建筑节能要求的闭合，对工程应用中居住建筑用小型空气调节器能效的要求有必要纳入工程建设标准的强制性规定中。本条规定的房间空调器能效限值不低于国家标准《房间空气调节器能效限定值及能效等级》GB 21455 - 2019 三级能效的水平。

3.2.15 对溴化锂吸收式冷机性能限值提出定量要求。本条规定的性能参数略高于现行国家标准《溴化锂吸收式冷水机组能效限定值及能效等级》GB 29540 中的能效限定值。表 3.2.15 中规定的性能参数为名义工况的能效限定值。直燃机性能系数计算时，输入能量应包括消耗的燃气（油）量和机组自身的电力消耗两部分，性能系数的计算应符合现行国家标准《直燃型溴化锂吸收式冷（温）水机组》GB/T 18362 的有关规定。

3.2.16 本条规定了输配系统中用能设备的节能设计要求。水泵和风机是暖通空调输配系统中最主要的耗能设备，规定水泵和风机的能效水平对于整个输配系统提高能效非常重要。

暖通空调系统中应用的各类通风机应通过计算确定压力系数和比转速等参数，并按现行国家标准《通风机能效限定值及能效等级》GB 19761 中规定的能效等级不低于 2 级水平选取。

水泵是耗能设备，应该通过计算确定水泵的流量和扬程，合理选择通过节能认证的水泵产品，减少能耗。

循环水泵节能评价是按现行国家标准《清水离心泵能效限定值及节能评价》GB 19762 的规定进行计算、查表确定的。泵节能评价是指在规定测试条件下，满足节能认证要求应达到的泵规定点的最低效率。为方便设计人员选用给水泵时了解泵的节能评价，参照《建筑给水排水设计手册》中 IS 型单级单吸水泵、TSWA 型多级单吸水泵和 DL 型多级单吸水泵的流量、扬程、转速数据，通过计算和查表，得出给水泵节能评价，见表 5~表 7。通过计算发现，同样的流量、扬程情况下，2900r/min 的水泵比 1450r/min 的水泵效率要高 2%~4%，建议除对噪声有要求的场合，宜选用转速 2900r/min 的水泵。

表 5 IS 型单级单吸给水泵节能评价值

流量 (m ³ /h)	扬程 (m)	转速 (r/min)	节能评价值 (%)
12.5	20	2900	62
	32	2900	56
15	21.8	2900	63
	35	2900	57
	53	2900	51
25	20	2900	71
	32	2900	67
	50	2900	61
	80	2900	55
30	22.5	2900	72
	36	2900	68
	53	2900	63
	84	2900	57
	128	2900	52
50	20	2900	77
	32	2900	75
	50	2900	71
	80	2900	65
	125	2900	59
60	24	2900	78
	36	2900	76
	54	2900	73
	87	2900	67
	133	2900	60
100	20	2900	80
	32	2900	80
	50	2900	78
	80	2900	74
	125	2900	68
120	57.5	2900	79
	87	2900	75
	132.5	2900	70
200	50	2900	82
	80	2900	81
	125	2900	76

续表 5

流量 (m ³ /h)	扬程 (m)	转速 (r/min)	节能评价 值 (%)
240	44.5	2900	83
	72	2900	82
	120	2900	79

注：表中所列节能评价价值大于 50% 的水泵规格。

表 6 TSWA 型多级单吸离心给水泵节能评价

流量 (m ³ /h)	单级扬程 (m)	转速 (r/min)	节能评价 值 (%)
15	9	1450	56
18	9	1450	58
22	9	1450	60
30	11.5	1450	62
36	11.5	1450	64
42	11.5	1450	65
62	15.6	1450	67
69	15.6	1450	68
80	15.6	1450	70
72	21.6	1450	66
90	21.6	1450	69
108	21.6	1450	70
119	30	1480	68
115	30	1480	72
191	30	1480	74

表 7 DL 多级离心给水泵节能评价

流量 (m ³ /h)	单级扬程 (m)	转速 (r/min)	节能评价 值 (%)
9	12	1450	43
12.6	12	1450	49
15	12	1450	52

续表 7

流量 (m ³ /h)	单级扬程 (m)	转速 (r/min)	节能评价价值 (%)
18	12	1450	54
30	12	1450	61
32.4	12	1450	62
35	12	1450	63
50.4	12	1450	67
65.16	12	1450	69
72	12	1450	70
100	12	1450	71
126	12	1450	71

泵节能评价价值计算与水泵的流量、扬程、比转速有关，故当采用其他类型的水泵时，应按现行国家标准《清水离心泵能效限定值及节能评价价值》GB 19762 的规定进行计算、查表确定泵节能评价价值。

水泵比转速按下式计算：

$$n_s = \frac{3.65n \sqrt{Q}}{H^{3/4}} \quad (2)$$

式中：Q——流量 (m³/s) (双吸泵计算流量时取 Q/2)；

H——扬程 (m) (多级泵计算取单级扬程)；

n——转速 (r/min)；

n_s ——比转速，无量纲。

按现行国家标准《清水离心泵能效限定值及节能评价价值》GB 19762 的有关规定，查图、表，计算泵规定点效率值、泵能效限定值和节能评价价值。

工程项目中所应用的循环水泵的泵效率应由给水泵供应商提供，并不能小于现行国家标准《清水离心泵能效限定值及节能评价价值》GB 19762 的限定值。

3.2.17 本条为全空气空调系统的基本设计原则之一。一般情况

下，除温湿度波动范围要求严格的工艺性空调外，同一个空气处理系统同时有加热和冷却过程，会造成冷热量互相抵消，不符合节能原则。因此设置本条。

3.2.18 为减少辐射地面的热损失，直接与室外空气接触的楼板、与不供暖房间相邻的地板，必须设置绝热层。

3.2.19 严寒和寒冷地区对一定规模以上的大型集中新风系统要求设置排风热回收装置，可以有效降低新风负荷，从而降低空调系统能耗，符合节能的原则。

在室外和室内空气温度差或焓值差较大的情况下，采用排风热回收有明显的节能效果。空调系统风量具有一定规模时进行排风回收节能更加显著，因此对新风量较小的系统不作要求。

3.2.20 供热系统水力不平衡的现象目前依然很严重，而水力不平衡是造成供热能耗较高的主要原因之一，同时，水力平衡又是保证其他节能措施能够可靠实施的前提，因此对系统节能而言，首先应做到水力平衡，而且必须强制要求系统达到水力平衡。

当热网采用多级泵系统（由热源循环泵和用户泵组成）时，支路的比摩阻与干线比摩阻相同，有利于系统节能。当热源（热力站）循环水泵按照整个管网的损失选择时，就应考虑环路的平衡问题。

除规模较小的供热系统经过计算可以满足水力平衡外，一般室外供热管线较长，计算不易达到水力平衡。对于通过计算不易达到环路压力损失差要求的，为了避免水力不平衡，应设置静态水力平衡阀，否则出现不平衡问题时将无法调节。而且，静态平衡阀还可以起到测量仪表的作用。静态水力平衡阀在每个入口（包括系统中的公共建筑在内）均应设置。

3.2.21 本条文针对锅炉房及换热机房提出了节能控制要求。设置供热量控制装置的主要目的是对供热系统进行总体调节，使供水水温或流量等参数在保持室内温度的前提下，随室外空气温度的变化进行调整，始终保持锅炉房或换热机房的供热量与建筑物的需热量基本一致，实现按需供热，达到最佳的运行效率和最稳

定的供热质量。

气候补偿器是供暖热源常用的供热量控制装置，设置气候补偿器后，可以通过在时间控制器上设定不同时间段的不同室温来节省供热量；合理地匹配供水流量和供水温度，节省水泵电耗，保证散热器恒温阀等调节设备正常工作；还能够控制一次水回水温度，防止回水温度过低而减少锅炉寿命。虽然不同企业生产的气候补偿器的功能和控制方法不完全相同，但气候补偿器都具有能根据室外空气温度或负荷变化自动改变用户侧供（回）水温度或对热媒流量进行调节的基本功能。

3.2.22 水泵变频调速实现变流量运行，是目前有效降低运行能耗的成熟方式。由于末端控制阀的安装，用户侧供热系统为变流量系统。直接供热系统循环泵及间接供热系统一次侧循环泵，在热源设备支持变流量工况时，也应采用变频泵。而间接供热系统二次侧循环泵均应为变频泵。

3.2.23 集中式空调系统设计时，应根据全年负荷的变化合理选择冷水机组和对应水泵的台数，并通过设置台数控制，保证系统在过渡季和部分负荷时高效运行。

水泵的变流量运行，可以有效降低运行能耗。对于一次泵系统而言，水泵的变流量应考虑冷水机组性能能否适应水泵变流量的要求，而对于多级泵系统而言，其负荷侧水泵不受冷水机组对流量变化的限制，因此应采用变流量调速控制。

风系统在实际运行时的风量通常小于设备的额定风量，通过人为增加输配系统和末端阻力的方式来调节风量造成能源的浪费。因此要求系统通过风机变速的方式达到调节风量的目的。空调系统过渡季采用增大新风比或全新风运行，即可降低系统的运行能耗，同时也可改善室内空气品质。当系统采用可变新风比或全新风时，应同时设置相应的排风系统，以保证新风和排风之间的平衡。设置在内区或高层机组核心筒内的全空气空调箱，其进新风条件不是很好，要求可调新风比会有困难。其他通常情况下具备条件的系统均应采用可调新风比。

3.2.24 以往传统的室内供暖系统中安装使用的手动调节阀，对室内供暖系统的供热量能够起到一定的调节作用，但因其缺乏感温元件及自力式动作元件，无法对系统的供热量进行自动调节，从而无法有效利用室内的自由热，降低了节能效果。因此，对散热器和辐射供暖系统均要求能够根据室温设定值自动调节。对于散热器和地面辐射供暖系统，主要是设置自力式恒温阀、电热阀、电动通断阀等。散热器恒温控制阀具有感受室内温度变化并根据设定的室内温度对系统流量进行自力式调节的特性，有效利用室内自由热从而达到节省室内供热量的目的。

3.2.25 根据《中华人民共和国节约能源法》的规定，新建建筑和既有建筑的节能改造应当按规定安装热计量装置。计量的目的是促进用户自主节能。

楼前热量表是该栋楼与供热（冷）单位进行用热（冷）量结算的依据，而楼内住户则进行按户热（冷）量分摊，所以，每户应该有相应的装置作为对整栋楼的耗热（冷）量进行户间分摊的依据。人体热舒适感存在显著差异，提供分室调节手段可以在保证居室热环境、提高热舒适度的同时，精确控制能量的消耗。

热量表是实现热计量的重要器具，其准确性关系到热计量的正确实施和效果。供热企业和终端用户间的热量结算，应以热量表作为结算依据。用于结算的热量表应符合相关国家产品标准，且计量检定证书应在检定的有效期内。

3.2.26 本条规定了锅炉房、换热机房和制冷机房应计量的项目。

加强建筑用能的量化管理，是建筑节能工作的需要，在冷热源处设置能量计量装置，是实现用能总量量化管理的前提和条件，同时在冷热源处设置能量计量装置利于相对集中，也便于操作。《民用建筑节能条例》规定，实行集中供热的建筑应当安装供热系统调控装置、用热计量装置和室内温度调控装置，因此，对锅炉房、换热机房总供热量应进行计量，作为用能量化管理的依据。

一次能源/资源的消耗量均应计量。供热锅炉房应设燃煤或燃气、燃油计量装置。制冷机房内，制冷机组能耗是大户，同时也便于计量，因此要求对其单独计量。制冷系统总电量计量有助于分析能耗构成，寻找节能途径，选择和采取节能措施。循环水泵耗电量不仅是冷热源系统能耗的一部分，而且也反映出输送系统的用能效率，对于额定功率较大的设备宜单独设置电计量。

直燃型机组应设燃气或燃油计量总表，电制冷机组总用电量应分别计量。

目前水系统跑冒滴漏现象普遍，系统补水造成的能源浪费现象严重，因此对冷热源站总补水量也应采用计量手段加以控制。

3.3 电 气

3.3.1 提高产品的能源利用效率是电气和照明节能的基础手段，因此根据“促进能源资源节约利用”的要求，从降低建筑能耗的角度出发，设置此条文。本条要求建筑中使用的电力变压器、电动机、交流接触器和照明产品的能效水平要严于现有产品标准中规定的能效限定值（或能效等级3级）的数值要求。

到目前为止，我国已发布的电气及照明产品能效相关标准如下表所示：

表 8 我国已发布的电气及照明产品能效标准

序号	标准编号	标准名称	分级标准
1	GB 17896 - 2012	管型荧光灯镇流器能效限定值及能效等级	1级、2级（节能评价 值）、3级（能效限定值）
2	GB 18613 - 2020	电动机能效限定值及能效等级	1级、2级、3级
3	GB 19043 - 2013	普通照明用双端荧光灯能效限定值及能效等级	1级、2级（节能评价 值）、3级（能效限定值）
4	GB 19044 - 2013	普通照明用自镇流荧光灯能效限定值及能效等级	1级、2级（节能评价 值）、3级（能效限定值）

续表 8

序号	标准编号	标准名称	分级标准
5	GB 19415 - 2013	单端荧光灯能效限定值及节能评价	节能评价、能效限定值
6	GB 19573 - 2004	高压钠灯能效限定值及能效等级	1 级、2 级（节能评价）、3 级（能效限定值）
7	GB 19574 - 2004	高压钠灯用镇流器能效限定值及节能评价	能效限定值、节能评价
8	GB 20052 - 2020	电力变压器能效限定值及能效等级	1 级、2 级、3 级
9	GB 20053 - 2015	金属卤化物灯用镇流器能效限定值及能效等级	1 级、2 级（节能评价）、3 级（能效限定值）
10	GB 20054 - 2015	金属卤化物灯能效限定值及能效等级	1 级、2 级（节能评价）、3 级（能效限定值）
11	GB 21518 - 2008	交流接触器能效限定值及能效等级	1 级、2 级（节能评价）、3 级（能效限定值）
12	GB/T 24825 - 2009	LED 模块用直流或交流电子控制装置 性能要求	1 级、2 级、3 级
13	GB 30255 - 2019	室内照明用 LED 产品能效限定值及能效等级	1 级、2 级、3 级（能效限定值）
14	GB 38450 - 2019	普通照明用 LED 平板灯能效限定值及能效等级	1 级、2 级、3 级（能效限定值）

3.3.2 供配电系统的无功补偿不仅是建筑节能的重要措施，而且对保证系统安全稳定与经济运行起着重要作用。供配电系统负荷计算包括有功功率、无功功率、视在功率和无功补偿等。《电力系统电压质量和无功电力管理规定》规定：35kV 及以上供电的用户，在变电站主变最大负荷时，其高压侧功率因数应不低于 0.95；100kVA 及以上 10kV 供电的用户，其功率因数宜达到

0.95 以上；其他用户，其功率因数宜达到 0.9 以上。具体设计应满足建筑当地供电主管部门要求。

当功率因数低于规定要求时，35kV 及以下变电所，除供电主管部门要求在高压侧设置无功补偿装置外，宜在所内变压器低压侧设置集中无功补偿装置；对于容量较大且负荷平稳用电设备及气体放电灯的无功功率宜就地单独补偿。对于三相不平衡或单相负荷较多的供配电系统，建议采用分相无功自动补偿装置。

3.3.3 季节性负荷主要指季节变化较大地区的空调负荷，工艺负荷主要指体育场馆比赛专用设备及供演出等活动用专用设备负荷，当用电负荷较大时，为这些负荷独立设置的变压器，应可以退出运行，以减少变压器的空载损耗和负载损耗，达到节能的目的。退出变压器运行的功能，一般手动完成。

3.3.4 在公共建筑和居住建筑中普遍使用的水泵及风机等设备耗能较大，当需要调速时，采用较为成熟的变频技术，即可取得很好的节能效果。同时，对于其他一些机电设备或装置也应有针对性地采取一些节能控制措施。例如，公共建筑中的电开水器等电热设备可以采用时间控制模块，确保在无人使用的时间段暂时停机。

3.3.5 甲类公共建筑是指单栋建筑面积大于 300m^2 ，或单栋建筑面积小于或等于 300m^2 但总建筑面积大于 1000m^2 的建筑群。甲类公共建筑各功能分区较多，各自功能不同，按功能区域设置计量，有利于责任到位，落实节能措施。功能分区可以到层，也可以到区域。对照明插座、空调、电力、特殊用电设备等分项计量，可以进行能效分析和用能管理。

3.3.6 大型公共建筑（ 20000m^2 及以上）设置建筑设备监控系统，可以实现对机电设备的统一集中管理和节能控制，是实现节能的重要手段之一。

3.3.7 照明功率密度（LPD）是照明节能的重要评价指标，目前国际上采用 LPD 作为节能评价指标的国家和地区有美国、日本、新加坡以及中国香港等。本条规定了全装修居住建筑每户、

居住建筑公共机动车库、办公建筑及具有办公用途的场所、商店建筑、医疗建筑、教育建筑、会展建筑、交通建筑、金融建筑、工业建筑及通用房间或场所的照明功率密度限值。

照明功率密度是指单位面积上一般照明的额定功率（包括光源、镇流器或变压器等附属用电器件），单位为瓦特每平方米（ W/m^2 ）。需要注意的是，不应使用照明功率密度限值作为设计计算照度的依据。设计中应采用平均照度、点照度等计算方法，先计算照度，在满足照度标准值的前提下计算所用的灯数量及照明负荷（包括光源、镇流器、变压器或 LED 驱动电源等灯的附属用电设备），再用 LPD 值作校验和评价。需要特别强调的：一是这里考核的是在满足一般照明照度标准值的照明功率密度值。二是原则上仅考虑第 3.3 节表中所列的场所，因为它们在该类建筑中量大面广，考核节能有实际价值。三是照明功率密度限值不应按照计算照度值进行折减。四是 LED 灯和 LED 灯具计算 LPD 值时功率按照产品标称的输入功率计算。五是对多通道的可调光输出、可调色温灯具，按运行时的灯具最大输入功率计算照明功率密度值。六是对设计有 LED 恒压直流电源、照明控制设备或系统的照明场所，LED 恒压直流电源、照明控制设备或传感器的功耗不应计入照明功率密度的计算。

灯具的利用系数与房间的室形指数密切相关，不同室形指数的房间，满足 LPD 要求的难易度也不相同。在实践中发现，当各类房间或场所的面积很小，或灯具安装高度大，而导致利用系数过低时，LPD 限值的要求确实不易达到。因此，当室形指数低于一定值时，应考虑根据其室形指数对 LPD 限值进行修正。当房间或场所的室形指数值等于或小于 1 时，其照明功率密度限值允许增加，但增加值不应超过限制的 20%。

照度标准值分级为：0.5lx、1lx、2lx、3lx、5lx、10lx、15lx、20lx、30lx、50lx、75lx、100lx、150lx、200lx、300lx、500lx、750lx、1000lx、1500lx、2000lx、3000lx、5000lx。对于特定场所，其照度标准值可提高或降低一级，相应的 LPD 限值

也应进行相应调整。但调整照明功率密度值的前提是按以下原则对照度标准值进行调整，而不是按照设计照度值随意地提高或降低：

1 当符合下列一项或多项条件时，作业面或参考平面的照度标准值可提高一级：

- 1) 视觉要求高的精细作业场所，眼睛至识别对象的距离大于 500mm；
- 2) 连续长时间紧张的视觉作业，对视觉器官有不良影响；
- 3) 识别移动对象，识别时间短促而辨认困难；
- 4) 视觉作业对操作安全有重要影响；
- 5) 识别对象与背景辨认困难；
- 6) 作业精度要求高，且产生差错会造成很大损失；
- 7) 视觉能力显著低于正常能力；
- 8) 建筑等级和功能要求高。

2 当符合下列一项或多项条件时，作业面或参考平面的照度标准值可降低一级：

- 1) 进行很短时间的作业；
- 2) 作业精度或速度无要求；
- 3) 建筑等级和功能要求较低。

3.3.8 走廊、楼梯间、门厅、电梯厅、停车库等场所，无人主动关注照明的开、关，可采用就地感应控制，包括红外、雷达、声波等探测器的自动控制装置，通过自动开关或调光实现节能控制。大型公共建筑的公用照明区域，根据建筑空间形式和空间功能进行分区分组，当空间无人时，通过调节降低照度，以实现节能。但值得注意的是，对于医院病房楼、中小学校及其宿舍、幼儿园（未成年人使用场所）、老年公寓、旅馆等场所，因病人、儿童、老年人等人员在灯光明暗转换期间易发生踏空等安全事故，因此不宜采用就地感应控制。此外，也可采用集中控制或智能控制系统，促进场所安全及节能。

根据《关于加强大型公共建筑工程建设管理的若干意见》

(建质〔2007〕1号),大型公共建筑一般指单栋建筑面积20000m²以上的办公建筑、商业建筑、旅游建筑、科教文卫建筑、通信建筑以及交通运输用房。

3.3.9 充分利用天然是实现照明节能的重要技术措施。根据人的行为习惯和视觉特点,在天然采光从不满足使用需求过渡到能够满足视觉作业需求时,很难通过手动的方式关闭或调节灯具来实现照明节能。因此,对于建筑内天然采光区域,其照明采取相应控制措施,可以达到照明效果及节能目的。在具有天然采光的区域,照明设计及照明控制应与之结合,根据采光状况和建筑使用条件,对人工照明进行分区、分组控制(如办公室、教室、会议室等),其目的就是在充分利用天然光的同时,也不影响此区域正常使用。

楼梯间和廊道等类似场所,利用天然采光可在较大程度上满足人们的视觉功能需求,应通过照度感应控制或按时段的时间表控制来自动实现人工照明的补充,确保在采光充足时关闭相应的灯具或降低照度,避免造成能源的浪费。

3.3.10 照明控制是建筑节能的主要环节。旅馆客房采用总电源节能控制开关是实现该场所节能的非常重要的手段。

3.3.11 住房城乡建设部发布了《城市照明管理规定》《“十二五”城市绿色照明规划纲要》等有关城市照明的文件,对夜景照明的规划、设计、运行和管理提出了严格要求。其中,对景观照明实行统一管理,采取实现照明分级、限制开关灯时间等措施对于节能有着显著的效果,也符合相关文件和标准规范的要求。

3.4 给水排水及燃气

3.4.1 热源的选择有助于从源头上降低热水能耗,本条对集中生活热水供应系统热源的选择提出要求。用常规能源制蒸汽再进行换热制生活热水,是高品质能源低用,应该杜绝。此外,本规范秉承不鼓励电直接供热的原则,与本规范第3.2.2条的思路类似,除较小规模的系统或其他能源条件受限、可以用峰谷电、电

力政策有明确鼓励的条件外，都不得采用市政供电直接加热做集中生活热水系统主体热源。

3.4.2 部分居住建筑采用户式燃气炉作为生活热水热源，本条根据现行国家标准《家用燃气快速热水器和燃气采暖热水炉能效限定值及能效等级》GB 20665 对这类热水热源的效率作出规定。

3.4.3 本条对空气源热泵热水机组的能效提出要求。为了有效地规范国内热泵热水机（器）市场，以及加快设备制造厂家的技术进步，现行国家标准《热泵热水机（器）能效限定值及能效等级》GB 29541 将热泵热水机能源效率分为 1、2、3、4、5 五个等级，1 级表示能源效率最高，2 级表示达到节能认证的最小值，3、4 级代表了我国多联机的平均能效水平，5 级为标准实施后市场准入值。表 9 中能效等级数据是依据国家标准《热泵热水机（器）能效限定值及能效等级》GB 29541 - 2013 中能效等级 2 级编制，在设计和选用空气源热泵热水机组时，推荐采用达到节能认证的产品。

表 9 热泵热水机（器）能源效率等级指标

制热量 (kW)	型式	加热方式	能效等级 COP (W/W)					
			1	2	3	4	5	
$H < 10$	普通型	一次加热式、循环加热式	4.60	4.40	4.10	3.90	3.70	
		静态加热式	4.20	4.00	3.80	3.60	3.40	
	低温型	一次加热式、循环加热式	3.80	3.60	3.40	3.20	3.00	
$H \geq 10$	普通型	一次加热式	4.60	4.40	4.10	3.90	3.70	
		循环加热	不提供水泵	4.60	4.40	4.10	3.90	3.70
			提供水泵	4.50	4.30	4.00	3.80	3.60
	低温型	一次加热式	3.90	3.70	3.50	3.30	3.10	
		循环加热	不提供水泵	3.90	3.70	3.50	3.30	3.10
			提供水泵	3.80	3.60	3.40	3.20	3.00

空气源热泵热水机组较适用于夏季和过渡季节总时间较长地区；寒冷地区使用时需要考虑机组的经济性与可靠性，在室外温

度较低的工况下运行，致使机组制热 COP 太低，失去热泵机组节能优势时就不宜采用。

选用空气源热泵热水机组制备生活热水时应注意热水出水温度，在节能设计的同时还要满足现行国家标准对生活热水的卫生要求。一般空气源热泵热水机组热水出水温度低于 60℃，为避免热水管网中滋生军团菌，需要采取措施抑制细菌繁殖。如定期（每隔 1 周~2 周）采用 65℃ 的热水供水 1 天，抑制细菌繁殖生长，但必须有用水时防止烫伤的措施，如设置混水阀等，或采取其他安全有效的消毒杀菌措施。

3.4.4 本条是对户式电热水器能效的要求。热水器能效是生活热水系统重要的节能控制环节。国家标准《储水式电热水器能效限定值及能效等级》GB 21519 - 2008 规定的能效等级数据见表 10。电热水器能效等级分为五级，1 级表示能源效率最高，节能评价值为能效等级 2 级的规定值。本条规定与节能评价价值一致。

表 10 电热水器能效等级

能效等级	24h 固有能耗系数	热水输出率
1	≤ 0.6	$\geq 70\%$
2	≤ 0.7	$\geq 60\%$
3	≤ 0.8	$\geq 55\%$
4	≤ 0.9	$\geq 55\%$
5	≤ 1.0	$\geq 50\%$

3.4.5 给水排水系统的给水泵是给水排水系统的重要用能设备，给水泵选型说明详见本规范第 3.2.16 条文说明。

3.4.6 家庭炊事能耗是居住建筑能源消耗的重要组成部分，限制燃气灶具的能效是降低炊事能耗的重要手段。

国家标准《家用燃气灶具能效限定值及能效等级》GB 30720 - 2014 规定 2 级能效为节能评价价值。本条规定限值与该标准节能评价价值一致。

4 既有建筑节能改造设计

4.1 一般规定

4.1.1 建筑节能改造应与既有建筑改造相结合，当既有建筑改造涉及节能措施时，如建筑立面改造，应考虑同期提高建筑围护结构的节能性能；需要更换设备或用能系统改造时，应选用高效节能设备，并增设相应节能措施。

4.1.2 抗震、结构、防火关系到建筑安全和使用寿命，由于既有建筑建成的年代参差不齐，有的建筑已使用多年，过去我国在抗震设计等结构安全方面的要求也比较低，当既有建筑节能改造涉及这些问题时，应当根据国家现行的抗震、结构和防火规范进行评估，并根据评估结论确定是否开展单独的节能改造或同步实施安全和节能改造。如需增设太阳能供热采暖系统时，太阳能集热器需要安装在建筑物的外围护结构表面上，如屋面、阳台或墙面等，从而加重了安装部位的结构承载负荷量，如果不进行结构安全复核计算，就会对建筑结构的安全性带来隐患；特别是太阳能供热采暖系统中的太阳能集热器面积较大，对结构安全影响的矛盾更加突出。

4.1.3 既有建筑由于建造年代不同，围护结构各部件热工性能和供暖空调设备、系统的能效不同，在制定节能改造方案前，首先要对既有建筑现状进行节能诊断，从技术经济比较和分析得出合理可行的改造方案，并最大限度地挖掘现有设备和系统的节能潜力。

4.1.4 安装能量计量装置可对改造后建筑能耗进行统计、计量、分析，也是节能改造效果评估的重要依据。节能改造设计时，应按节能量检测要求，设置能量计量装置。

4.2 围护结构

4.2.1 节能诊断是有针对性进行节能改造的前提。严寒、寒冷

地区主要考虑建筑的冬季防寒保温，建筑外围护结构传热系数对建筑的供暖能耗影响很大，提高这一地区的外围护结构传热系数，有利于提高改造对象的节能潜力，并满足节能改造的经济性综合要求。未设保温或保温破损面积过大的建筑，当进入冬季供暖期时，外墙内表面易产生结露现象，会造成外围护结构内表面材料受潮，严重影响室内环境。夏热冬冷、夏热冬暖地区太阳辐射得热是造成夏季室内过热的主要原因，对建筑能耗的影响很大。这一地区应主要关注建筑外围护结构的夏季隔热，当采用轻质结构和复合结构时，应提高其外围护结构的热稳定性，不能简单采用增加墙体及屋面保温隔热材料厚度的方式来达到降低能耗的目的。

围护结构热工性能可以经过计算获得，但有相当一部分建筑年代长远，相关的图纸资料不全，无法得到围护结构热工性能，在这种情况下应委托有资质的检测机构对围护结构热工性能进行现场检测，作为节能评估的依据。

检测方法按现行行业标准《居住建筑节能检测标准》JGJ/T 132、《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177 执行。

4.2.2 外窗、透光幕墙对建筑能耗高低的影响主要有两个方面，一是外窗和透光幕墙的热工性能影响到冬季供暖、夏季空调室内外温差传热；另外就是窗和幕墙的透光材料（如玻璃）受太阳辐射影响而造成的建筑室内的得热。冬季，通过窗口和透光幕墙进入室内的太阳辐射有利于建筑的节能，因此，减小窗和透光幕墙的传热系数，抑制温差传热是降低窗口和透光幕墙热损失的主要途径之一；夏季，通过窗口透光幕墙进入室内的太阳辐射成为空调降温的负荷，因此，减少进入室内的太阳辐射以及减小窗或透光幕墙的温差传热都是降低空调能耗的途径。此外，外窗、透光幕墙气密性也是影响建筑能耗的主要因素，而且随着围护结构保温隔热性能提升，气密性对建筑能耗的影响也越来越显著，因此，气密性也是外窗、透光幕墙节能诊断的重要项目。检测方法按现行行业标准《居住建筑节能检测标准》JGJ/T 132、《公共

建筑节能检测标准》JGJ/T 177 执行。

4.2.3 常见的旧墙面基层一般分为旧涂层表面和旧瓷砖表面等。对于旧涂层表面，常见的问题有：墙面污染、涂层起皮剥落、空鼓、裂缝、钢筋锈蚀等；对于旧瓷砖表面，常见的问题有：渗水、空鼓、脱落等。因此，旧墙面的诊断工作应按不同旧基层墙面（混凝土、混凝土小砌块、加气混凝土砌块等）、不同旧基层饰面材料（旧马赛克、瓷砖、旧涂层、旧水刷石、湿贴石材等）、不同“病变”情况（裂缝、脱落、空鼓、发霉等），分门别类进行诊断分析。

既有建筑外墙表面满足条件时，方可采用可粘结工艺的外保温改造方案。可粘结工艺的外保温系统包括：聚苯板薄抹灰、聚苯板外墙挂板、胶粉聚苯颗粒保温浆料、硬质聚氨酯外墙外保温系统。

4.2.4 为了减少进入室内的日射得热，采用各种类型的遮阳设施是必要的。从降低空调冷负荷角度，外遮阳设施的遮阳效果明显。遮阳设施的安装应满足设计和使用要求，且牢固、安全。采用外遮阳措施时应对原结构的安全性进行复核、验算；当结构安全不能满足节能改造要求时，应采取结构加固措施或采取玻璃贴膜等其他遮阳措施。遮阳设施的设计和安装宜与外窗或幕墙的改造进行一体化设计，同步实施。

4.2.5 外围护结构改造的工程，特别是屋面保温节能改造工程实施过程中，都会影响到原有防水层和防护层，而防水和防护又是保障保温工程效果的重要条件。因此，要求配套进行防水、防护设计，保证节能改造效果，并满足防水、防护相关要求。

4.3 建筑设备系统

4.3.1 能源消耗基本信息包括：按能源种类计算各年度、月度实物消耗量，分析能源消耗年度变化趋势、季节变化因素和特点，按能源种类计算各年度能源消耗费用，并对能源消耗费用变化因素进行分析，计算并分析各类能源资源费用成本及其占比，

对各年度实际消耗的各种能源量进行折算，计算年度综合能耗指标，分析能源消耗结构特点、年度综合能耗变化趋势，计算各年度能源消耗强度指标，对比分析能源消耗强度指标变化及影响因素。

主要用能系统、设备能效及室内环境参数节能诊断主要围绕供暖通风空调及生活热水系统、供配电系统、照明系统、监测与控制系统进行，根据项目实际情况选择性确定节能诊断内容。

供暖通风空调及生活热水系统现场检测一般包括室内平均温湿度、冷水机组和热泵机组的实际性能系数、锅炉运行效率测试、水系统回水温度一致性、水系统供回水温差、水泵效率、水系统补水率、冷却塔冷却性能、冷源系统能效系数、风机单位风量耗功率、系统新风量、风系统平衡度、能量回收装置的性能、空气过滤器的积尘情况、管道保温性能。供配电系统检测一般包括供配电系统容量及结构、用电分项计量、无功补偿、供用电用能质量。照明系统检测一般包括灯具效率和照度、功率密度、控制方式、自然光利用情况、照明系统节电率。监测与控制系统现场检测一般包括控制阀门及执行器、变频器、温度流量压力仪表、传感器的工作状态。

检测方法按现行行业标准《居住建筑节能检测标准》JGJ/T 132、《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177 执行。

4.3.2 运行记录是反映空调系统负荷变化情况、系统运行状态、设备运行性能和空调实际使用效果的重要数据，是了解和分析目前空调系统实际用能情况的主要技术依据。改造设计应建立在系统实际需求的基础上，保证改造后的设备容量和配置满足使用要求，且冷热源设备在不同负荷工况下，保持高效运行。目前由于我国空调系统运行人员的技术水平相对较低、管理制度不够完善，运行记录的重要性并未得到足够重视。运行记录过于简单、记录的数据误差较大、运行人员只是简单的记录数据，不具备基本的分析能力、不能根据记录结果对设备的运行状态进行调整是目前普遍存在的问题。针对上述情况，各用能单位应根据系统的

具体配置情况制定详细的运行记录，通过对运行人员的培训或聘请相关技术人员加强对运行记录的分析能力，定期对空调系统的运行状态进行分析和评价，保证空调系统始终处于高效运行的状态。

4.3.3 冷热源改造后，系统供回水温度等参数需要与原有输配系统和空调末端的设计要求合理匹配，以利于节能运行。

4.3.4 集中供暖系统按需供热是节能运行的基本要求。室外温度的变化很大程度上决定了建筑物需热量的大小，也决定了能耗的高低。运行参数（供暖水温、水量）应随室外温度的变化时刻进行调整，始终保持供热量与建筑物的需热量相一致，实现按需供热。

4.3.5 室温调控是建筑节能的前提及手段，《中华人民共和国节约能源法》要求，“使用空调采暖、制冷的公共建筑应当实行室内温度控制制度”；“新建建筑或者对既有建筑进行节能改造，应当按照规定安装用热计量装置、室内温度调控装置和供热系统调控装置。”因此，节能改造后，供暖空调系统应具有室温调控手段。

对于全空气空调系统可采用电动两通阀变水量和风机变速的控制方式；风机盘管系统可采用电动温控阀和三挡风速相结合的控制方式。采用散热器供暖时，在每组散热器的进水支管上，应安装散热器恒温控制阀或手动散热器调节阀。采用地板辐射供暖系统时，房间的室内温度也应有相应的控制措施。

4.3.6 能耗计量是节能管理的基本要求。锅炉房、换热机房及制冷机房节能改造需要按新建建筑要求设置能量计量装置。

4.3.7 集中供暖系统热量计量是节能管理的基本要求。集中供暖系统节能改造时，需要按新建系统要求设置热计量装置。

4.3.8 水力平衡是供暖空调系统节能运行的基本要求。既有供暖空调系统改造设计时，当冷源、管网或末端发生改变时，均应重新进行水力平衡计算，并校核水泵、风机是否满足要求，如不满足要求时，需要进行调整或更换，保证节能改造效果。对于变

流量系统，根据建筑物冷热负荷变化、末端负荷变化采用变频措施调整水泵、风机转速，能够保证水泵处于高效运行区，并有效降低水泵、风机能源消耗。

4.3.9 供热量可调节和出水温度恒定是生活热水供应系统节能运行的基本要求。当更换生活热水供应系统的锅炉及加热设备时，机组的供水温度：生活热水水温 $\leq 60^{\circ}\text{C}$ ；间接加热热媒水水温 $\leq 90^{\circ}\text{C}$ 。

4.3.10 供配电及照明改造在保证安全的前提下应尽可能节能。照明回路配电设计应重新根据现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034中规定的功率密度值进行负荷计算，并核查原配电回路的断路器、电线电缆等技术参数。照明系统改造后，应使走廊、楼梯间、门厅、电梯厅、停车库等公共场所照明可通过自动开关实现节能控制。

4.3.11 对设备和系统进行节能控制为机电设备监控系统的基本要求。节能改造时最重要的是根据改造前后的数据对比，评估节能量，因此涉及节能运行的关键数据必须满足1个完整供暖季、供冷季和过渡季评估要求，所以至少需要12个月的时间。由于数据的重要性，本条文规定，无论系统停电与否，与节能相关的数据应都能至少保存12个月。

5 可再生能源建筑应用系统设计

5.1 一般规定

5.1.1 可再生能源有多种类型，可再生能源建筑应用系统包括太阳能系统、地源热泵系统和空气源热泵系统。本条规定了在实际选择应用时的基本原则。

5.1.2 可再生能源的利用，其具体形式的选用，要充分依据当地资源条件和系统末端需求，进行适宜性分析，当技术可行性和经济合理性同时满足时，方可采用。

太阳能、地源热泵系统、空气源热泵系统的应用与项目所在

地的资源条件密切相关，应根据资源禀赋、以可再生能源的高效利用为目标，选择经济适用的技术方式和系统形式；应对实施项目进行负荷分析、系统能效比较，明确其具有技术可行、经济合理的应用前景时，才能确保实现节能环保的运行效果。

热泵系统需要采用热能或者电能驱动，当采用化石能源燃烧获得的电能或热能作为驱动能源时，热泵系统供热量消耗的驱动化石能源量，应低于提供相同热量直接燃烧所需化石能源量。

5.2 太阳能系统

5.2.1 为完成我国 2030 年达到碳排放高峰，2060 年达到碳中和的目标，必须强化太阳能等清洁能源在建筑中的推广力度。太阳能系统可分为太阳能热利用系统、太阳能光伏发电系统和太阳能光伏光热（PV/T）系统，这三类系统均可安装在建筑物的外围护结构上，将太阳辐射能转换为热能或电能，替代常规能源向建筑物供电、供热水、供暖/供冷，既可降低常规能源消耗，又可降低相应的二氧化碳碳排放，是实现我国碳中和目标的重要技术措施。

5.2.2 既有建筑建成的年代参差不齐，有的建筑已使用多年，太阳能系统需安装在建筑物的外围护结构表面上，会加重安装部位的结构承载负荷。为保证建筑物的结构安全，增设或改造太阳能系统时，必须经过建筑结构复核，确定是否可以实施。复核可由原设计单位或其他有资质的设计单位根据原设计施工图、竣工图、计算书等文件进行，以及委托法定检测机构检测，确认不存在结构安全问题；否则，应进行结构加固，以确保建筑结构安全和其他相应的安全性要求。

5.2.3 为充分发挥太阳能系统的功能和效益，系统均应能够做到能够全年运行工作，特别是与用户季节性需求有密切关联的太阳能热利用系统。

太阳能热利用系统按使用功能可分为热水系统、供暖系统和空调系统。既可向建筑物全年供热水，也可根据不同气候区的需

求，兼有供热水、供暖，或供热水、供暖和空调功能。作为永不枯竭的清洁能源，太阳能热利用是我国北方地区大力推广冬季清洁供暖发展战略的重要技术支持措施；而要提高太阳能热利用系统的节能收益和经济效益，系统就必须要做到能够全年工作使用。

系统功能与用户负荷、集热器倾角、安装面积和蓄热容积等因素相关，对单供热水系统，应综合考虑当地全年的太阳辐射资源，避免因设计不当而导致系统在夏季过热，产生安全隐患。

对可为清洁供暖服务的太阳能供暖系统，其具备全年使用功能就更加重要。在一般情况下，建筑物的供暖负荷远大于热水负荷，为满足建筑物的供暖需求，用于供暖的太阳能热利用系统，需设计安装较大的集热器面积，如果在设计时没有考虑全年综合利用，就会导致在非供暖季产生的热水过剩，不仅浪费投资、浪费资源，还会因系统过热而产生安全隐患。所以，必须强调系统的全年综合利用。可采用的措施有：适当降低系统的太阳能保证率，合理匹配供暖和供热水的建筑面积（同一系统供热水的建筑面积大于供暖的建筑面积），提供夏季的制冷空调，以及进行季节蓄热等。

5.2.4 本条规定的主要作用是保证设置太阳能利用系统建筑物的安全和综合性能不受影响，要求无论是新建建筑、还是既有建筑改造，在进行系统设计时，均应与建筑主体一体化设计，以避免二次施工破坏建筑主体的安全性、围护结构节能性等整体功能。

太阳能利用与建筑一体化是太阳能应用的发展方向，应合理选择太阳能应用一体化系统类型、色泽、矩阵形式等，在保证热利用或光伏效率的前提下，尽可能做到与建筑物的外围护结构从建筑功能、外观形式、建筑风格、立面色调等协调一致，使之成为建筑的有机组成部分。

太阳能应用一体化系统安装在建筑屋面、建筑立面、阳台或建筑其他部位，不得影响该部位的建筑功能。太阳能应用一体化

构件作为建筑围护结构时，其传热系数、气密性、太阳得热系数等热工性能应满足相关标准的规定；建筑热利用或光伏系统组件安装在建筑透光部位时，应满足建筑物室内采光的最低要求；建筑物之间的距离应符合系统有效吸收太阳辐射的要求，并降低二次辐射对周边环境的影响；系统组件的安装不应影响建筑通风换气的要求。

5.2.5 本条对太阳能系统的安全性提出了要求。

1 太阳能热利用或太阳能光伏发电系统及其构件应满足结构安全要求，包括结构设计应为太阳能系统安装埋设预埋件或其他连接件；连接件与主体结构的锚固承载力设计值应大于连接件本身的承载力设计值。太阳能集热器的支撑结构应满足太阳能集热器运行状态的最大荷载和作用。此外，与电气及防火安全相关的内容应满足电气和防火工程建设强制性规范的要求，比如太阳能热水、空调系统中所使用的电气设备都应装设短路保护和接地故障保护装置。

2 太阳能集热器和光伏电池板可用于替代围护结构构件，但必须满足其相应的安全性能和功能性要求。例如，直接构成阳台栏板时，应符合强度及高度的防护要求。根据人体重心和心理因素而定，阳台栏杆应随建筑高度而增高，如低层、多层居住建筑的阳台栏杆不应低于1.05m，中、高层及高层居住建筑的阳台栏杆不应低于1.10m。当构成的围护结构构件为幕墙时，除满足幕墙抗冲击、抗风压等要求外，还应满足气密、水密等要求。

3 建筑设计时应考虑在安装太阳能集热器或光伏电池板的墙面、阳台或挑檐等部位，为防止集热器或光伏电池板损坏而掉下伤人，应采取必要的技术措施，如设置挑檐、入口处设雨篷或进行绿化种植等，使人不易靠近。集热器或光伏电池板下部的杆件和顶部的高度也应满足相应的要求。

5.2.6 从全球范围看，有较好效益的太阳能系统，大多设置了可对系统进行长期性能监测的仪表、设备，还可通过网络远传相关数据，以便及时发现问题，调节系统的工作状态，实现系统的

安全、优化运行，从而更好发挥太阳能系统的作用，达到最优的节能目的。

本条规定了对太阳能系统进行监测时的具体检测参数，这些参数可反映系统的运行状态，以及系统工作运行而产生的实际效果和节能效益等；此外，相关参数也关系到太阳能系统的整体运行安全，可成为后续进行系统优化设计时的重要依据，并促进太阳能应用技术的可持续健康发展。

5.2.7 本条规定了太阳能热利用系统在安全性能和可靠性能方面的技术要求。安全性能是太阳能热利用系统各项技术性能中最重要的一项，对于太阳能热水系统，应特别强调内置加热系统必须带有保证使用安全的装置。对于太阳能供暖系统，大部分使用太阳能供暖系统的地区，冬季最低温度低于 0°C ，安装在室外的集热系统可能发生冻结，使系统不能运行甚至破坏管路、部件。即使考虑了系统的全年综合利用，也有可能因其他偶发因素，如住户外出度长假等造成用热负荷量大幅度减少，从而发生系统的过热现象。过热现象分为水箱过热和集热系统过热两种；水箱过热是当用户负荷突然减少，例如长期无人用水时，热水箱中热水温度会过高，甚至沸腾而有烫伤危险，产生的蒸汽会堵塞管道或将水箱和管道挤裂；集热系统过热是系统循环泵发生故障、关闭或停电时导致集热系统中的温度过高，而对集热器和管路系统造成损坏，例如集热系统中防冻液的温度高于 115°C 后具有强烈腐蚀性，对系统部件会造成损坏等。因此，在太阳能集热系统中应设置防过热安全防护措施和防冻措施。

可靠性能强调了太阳能热利用系统应有适应各种自然条件的能力，强风、冰雹、雷击、地震等恶劣自然条件也可能对室外安装的太阳能集热系统造成破坏；如果用电作为辅助热源，还会有电气安全问题；所有这些可能危及人身安全的因素，都必须在设计之初就认真对待，设置相应的技术措施加以防范。

5.2.8 当发生系统过热安全阀须开启时，系统中的高温水或蒸汽会通过安全阀外泄，安全阀的设置位置不当，或没有配备相应

设施，有可能会危及周围人员的人身安全，须在设计时着重考虑。例如，可将安全阀设置在已引入设备机房的系统管路上，并通过管路将外泄高温水或蒸汽排至机房地漏；安全阀只能在室外系统管路上设置时，通过管路将外泄高温水或蒸汽排至就近的雨水口等。

如果安全阀的开启压力大于与系统可耐受的最高工作温度对应的饱和蒸汽压力，系统可能会因工作压力过高受到破坏；而开启压力小于与系统可耐受的最高工作温度对应的饱和蒸汽压力，则使本来仍可正常运行的系统停止工作，所以，安全阀的开启压力应与系统可耐受的最高工作温度对应的饱和蒸汽压力一致，既保证了系统的安全性，又保证系统的稳定正常运行。

5.2.9 太阳能热利用和光伏发电系统的经济效益是通过无偿使用太阳能补偿电费、燃气费等常规能源收费，并最终得以收回系统增加的初投资来实现的。系统工作寿命的长短，将直接影响系统的节能收益，所以必须确保系统能够维持一定的工作寿命。国际上一些效益良好的范例，例如世界第一个 100% 由太阳能供暖的系统，其效益都是因为有较长的系统工作寿命而获取的，故规定本条要求。

为保证太阳能热利用系统能够安全、稳定、高效地工作运行，并维持一定的使用寿命，必须保证系统中所采用设备和产品的性能质量。太阳能集热器是太阳能热利用系统中的关键设备，其性能、质量直接影响着系统的效益。

我国目前有两大类太阳能集热器产品——平板型太阳能集热器和真空管型太阳能集热器，已发布实施的两个国家标准《平板型太阳能集热器》GB/T 6424 - 2007 和《真空管型太阳能集热器》GB/T 17581 - 2007，分别对其产品性能质量做出了合格性指标规定。其中对热性能的要求，以太阳能供暖为例，凡是合格产品，在我国大部分供暖地区环境资源条件和冬季供暖运行工况时的集热效率可以达到 40% 左右，从而保证系统能够获得较好的预期效益；此外，标准对太阳能集热器产品的安全性等重要指

标也有合格限的规定；因此，要求在太阳能热利用系统中使用的产品必须符合现行国家标准规定。

太阳能集热器的性能质量是由具有相应资质的国家级产品质量监督检验中心检测得出，在进行系统设计时，应根据供货企业提供的太阳能集热器全性能检测报告，作为评价产品是否合格的依据。

太阳能集热器安装在建筑的外围护结构上，进行维修更换比较麻烦，正常使用寿命不能太低；此外，系统的工作寿命将直接影响系统的费效比，热性能相同的集热器，使用寿命长则对应的费效比低；而只有降低费效比，才能提高太阳能热利用系统的市场竞争力。目前我国较好企业生产的产品，已经有使用 15 年仍正常工作的实例，因此，本条规定产品的正常使用寿命不应少于 15 年。

太阳能光伏发电系统的运行期限则主要取决于光伏电池组件的工作寿命。因此，既规定了光伏电池组件的设计使用寿命，又针对各类光伏电池组件的自身特点，规定了不同的“衰减率”要求。衰减率的定义是：光伏电池组件运行一段时间后，在标准测试条件下（AM1.5、组件温度 25℃、辐照度 1000W/m²）最大输出功率与投产运行初始最大输出功率的比值。

5.2.10 集热系统效率是衡量太阳能集热系统将太阳能转化为热能的重要指标，受集热器产品热性能、蓄热容积和系统控制措施等诸多因素影响。如果没有做到优化设计，就会导致不能充分发挥集热器的性能，造成系统效率过低，从而既浪费宝贵的安装空间，又制约系统的预期效益。在世界各国与绿色或生态标识认证制度相关联的一些标准中，都会对太阳能热利用系统的热性能提出具体的指标性要求，因此，为“促进能源资源节约利用”，提高系统效益，必须对集热系统效率提出要求。

本条规定的太阳能集热系统效率量值：针对热水系统，参照了现行国家标准《太阳能热水系统性能评定规范》GB/T 20095 中关于热水工程的性能指标；针对供暖和空调系统，则根据典型

地区冬夏季期间的室外平均温度、太阳辐照度、系统工作温度等参数，参照集热器现行国家标准《平板型太阳能集热器》GB/T 6424、《真空管型太阳能集热器》GB/T 17581 中合格产品集热器的性能限值，进行模拟计算，并参考主编单位对数十项实际工程的检测结果而综合确定。

设计人员在完成太阳能集热系统设计后，应根据相关参数模拟计算集热系统效率，并判定计算结果是否符合本条规定；不符合时，应对原设计进行修正。

5.2.11 为落实国家经济可持续发展的战略方针，促进太阳能光伏发电在我国的应用推广，更多替代可导致大气环境污染的燃煤发电，国家能源局已发布实施了多项针对光伏电站和分布式光伏发电系统的优惠政策，类似方针政策在世界其他国家也多有实施。但这些优惠与光伏系统的实际发电量等性能参数相关联，也与企业产品的性能质量密切相关，单位面积发电量更大的光伏系统、实际上得到的补贴优惠更多，因此，进行系统设计时，应给出实际发电量等重要参数。

通常电站光伏系统的装机容量，是在太阳辐照度 $1000\text{W}/\text{m}^2$ 、环境温度 25°C 、大气质量为 AM1.5 的条件下得出的，与系统实际运行条件相差甚远，对于建筑而言，采用光伏发电系统的目的是减少建筑的用电需求，光伏发电系统在实际工作条件下的年发电量更有意义，该数值可以计算得出。可利用相关的软件进行逐时计算，给出系统年发电总量，计算时相关的参数设置应与设计条件相符。

5.2.12 为保证在建筑上安装的分布式太阳能光伏发电系统的自身安全，以及不影响建筑物的关联功能，作此条规定。

光伏组件在工作时自身温度会升高，可达 70°C 以上，会对围护结构保温、输配电电缆等产生不利影响，甚至存在安全隐患，因此组件供应商应给出在设计安装方式下，项目所在地的组件在太阳辐照最高等最不利工作条件下的组件背板最高工作温度，设计人员应该据此温度设计其安装方式。

5.3 地源热泵系统

5.3.1 工程场地状况及浅层或中深层地热能资源条件是能否应用地源热泵系统的基础。地源热泵系统方案设计前,应根据调查及勘察情况,选用适合的地源热泵系统。考虑到系统安全性,当浅层地埋管地源热泵系统应用建筑面积在 5000m^2 以上时必须进行岩土热响应试验,取得岩土热物性参数作为地埋管地源热泵系统设计的基础参数。岩土热物性参数包括岩土体导热系数以及体积比热容等,由于钻孔单位延米换热量是在特定测试工况下得到的数据,受工况影响较大,不能用于地埋管地源热泵系统设计。

工程规模大,负荷越大,所需的换热器布设场地越大,产生地层和换热能力变化的可能性就越大,因此测试孔的数量应随工程建筑规模的增大而增加,且尽量分散布置,使勘察测试结果可以代表换热孔布设区域的地质条件和换热条件。当建筑面积在 $1\text{万 m}^2\sim 5\text{万 m}^2$ 时,测试孔应大于或等于 2 个;当建筑面积大于或等于 5万 m^2 时,测试孔应大于或等于 4 个。

5.3.2 浅层地埋管系统计算周期内的吸热量与排热量平衡是保证系统长期高效运行的前提。

浅层地埋管地源热泵全年总吸热量与总排热量失调,会导致岩土体温度持续升高或降低,从而影响地埋管地源热泵系统的运行效率,因此,设计时需要考虑全年冷热负荷的影响,确保在一个计算周期内岩土体的吸、排热量平衡,从而保证地埋管地源热泵系统的运行能效。浅层地埋管地源热泵系统应用在建筑面积 50000m^2 以上的大规模项目时,地源侧的冷热平衡对系统的可持续性和能效水平有决定性影响,因此,采用专业软件进行 10 年以上末端负荷与浅层地埋管换热系统的耦合计算,可以从设计层面为系统的节能性、安全性提供保障。对存在内热扰动和用能强度随使用时段显著变化的大规模项目,应计算内热变化情况对岩土体温度场平衡影响。在地源热泵全生命期内,可能存在功能调整的大规模系统,地源热泵系统宜预留系统冷热平衡调节装置接

口，以保证建筑功能改变后的岩土体热平衡。

5.3.3 作为地源热泵系统中的核心设备，水（地）源热泵机组的能效达到节能评价等级，是保证系统节能性的前提和基础。

5.3.4 地下水安全无污染，可靠回灌，是关系人民生活的大事，为“保护生态环境、保障人民生命财产安全、工程安全”，作此条规定。世界各国在应用地下水源热泵时均对地下水安全问题十分关注，一般在地方法规中予以规定。

可靠回灌措施是指将地下水通过回灌井全部送回原来的取水层的措施，且回灌井要求有持续的回灌能力。同层回灌可以避免污染含水层和维持统一含水层储量，保护地热能资源。热源井只能用于置换地下冷量或热量，不得用于取水等其他用途。抽水、回灌过程中应采取密闭等措施，不得对地下水造成污染。

5.3.5 对水体资源环境进行评估的目的是防止水体温度变化对其生态环境的影响。人为造成的环境水温变化应满足国家标准《地表水环境质量标准》GB 3838 - 2002 中的规定：周平均最大温升不大于 1°C ，周平均最大温降不大于 2°C 。

5.3.6 海水具有一定的腐蚀性，海水接触到的管道容易附着海洋生物，对海水的输配和利用有一定影响，为避免腐蚀和生物附着带来的不利影响，应采取一定措施。

为保证海水源热泵系统能够安全、稳定、高效地工作运行，并维持一定的使用寿命，必须保证系统中与海水接触的设备及管道的寿命及性能。

5.3.7 冬季有可能发生管道冻结的场所，应采取添加防冻剂等措施来避免因管道冻裂造成系统的无法使用。

5.3.8 本条对地源热泵系统的监测和控制提出要求，是保障地源热泵系统安全高效运行的必要条件。其中的关键参数包括代表性房间室内温度，系统地源侧与用户侧进出水温度和流量，热泵系统耗电量需要对热泵主机、输配水泵及辅助设备分别电量计量。代表性房间面积应占总供暖空调面积的 10% 以上。

5.4 空气源热泵系统

5.4.1 空气源热泵名义制热量，国内外规范中均规定了测试工况，但在具体应用时与测试工况不同，需要进行修正。空气源热泵机组的制热量受室外空气状态影响显著，考虑室外温度、湿度及结霜、融霜状况后，对机组额定工况下制热性能进行修正才是机组真实出力，才能衡量空气源热泵机组是否可以满足需求。

空气源热泵机组的制热量会受到空气温度、湿度和机组本身融霜特性的影响，在设计工况下的制热量通常采用下式进行计算：

$$Q = q \times k_1 \times k_2 \quad (3)$$

式中：Q——机组制冷热量（kW）；

q——产品样本中的制热量（标准工况：室外空气干球温度7℃，湿球温度6℃）（kW）；

k_1 ——使用地区室外空气调节计算干球温度修正系数；

k_2 ——机组融霜修正系数。

此外，采用空气源多联式空调（热泵）机组时，连接管长度和高差的增加将导致压力变化使机组制热运行时的冷凝温度降低、制热量减小、能效比降低、制冷剂沉积与闪发，由此会引起系统性能衰减，影响机组的安全、稳定运行，故需考虑管长和高差修正。

5.4.2 当室外设计温度低于空气源热泵当地平衡点温度时，空气源热泵存在无法满足用户供暖需求的情况，因此，为保障正常使用设备，作此条规定。

当空气源热泵系统以供暖为主时，应以供暖热负荷选择系统热源。空气源热泵的平衡点温度是该机组的有效制热量与建筑物耗热量相等时的室外温度，当这个温度比建筑物的冬季室外计算温度高时，就必须设置辅助热源。应根据不同地区的实际条件，进行技术经济比较确定空气源热泵机组和辅助热源承担热负荷的合理比例。

5.4.3 在冬季寒冷、潮湿的地区使用空气源热泵必须考虑机组的经济性和可靠性。室外温度过低会降低机组制热量，室外空气潮湿会使融霜时间过长，同样会降低机组有效制热量，因此设计时应计算冬季设计状态下的 COP，当热泵机组不具备节能优势时不可采用。冬季设计工况下的机组性能系数应为冬季室外空调或供暖计算温度条件下，达到设计需求参数时的机组供热量（W）与机组输入功率（W）的比值，此条款中设计状态下 COP，是已经考虑本规范第 5.4.1 条修正后的结果。

在北方地区清洁取暖的国家战略推动下，空气源产品适用范围进一步扩展，产品能效不断提升，结合现行空气源热泵产品国家标准中对机组能效的要求，根据严寒和寒冷地区节能目标，对空气源热泵在此两个地区应用提出了系统应用能效指标。夏热冬冷地区空气源热泵主要应用场景为供冷，对此区域内的空气源热泵制热性能系数不作规定，避免强调供热性能对产品制造商研发方向带来影响。

5.4.4 空气源热泵融霜技术多样，融霜时间过长会影响系统能效，优异的融霜技术是机组冬季运行的可靠保证。机组在冬季制热运行时，室外空气侧换热盘管表面温度低于进风空气露点温度且低于 0℃ 时，换热翅片上就会结霜，会大大降低机组制热量和运行效率，严重时导致机组无法运行，因此必须融霜。融霜的方法有很多，优异的融霜控制策略应具有判断正确、融霜时间短、融霜修正系数高的特征。

5.4.5 空气源热泵系统在严寒、寒冷地区应用，如发生冻结问题，会导致系统无法使用，造成用户财产损失等危害，为保障安全，在可能存在冻结风险的地区应用空气源热泵系统，要注意采取相关措施，避免冻结造成系统无法使用。可采取主机分体式布置，室外侧仅为室外侧换热器及风扇，压缩机、膨胀阀、冷凝器以及输配水系统等放置于室内侧。

5.4.6 空气源热泵室外机的安装位置、周围环境、室外机维护及气流组织对空气源热泵机组的工作效率影响很大，还会影响用

户使用的便捷度和安全性。

1 空气源热泵机组的运行效率，与室外机与大气的换热条件有关。考虑主导风向、风压对室外机的影响，布置时应避免产生热岛效应，保证室外机进、排风的通畅，防止进、排风短路是布置室外机的基本要求。当受位置条件等限制时，应采用设置排风帽、改变排风方向等方法，必要时可以借助于数值模拟方法辅助气流组织设计，避免发生气流短路。此外，控制进、排风的气流速度也是有效地避免短路的一种方法，通常机组进风气流速度应控制在 $1.5\text{m/s}\sim 2.0\text{m/s}$ 范围，排风口的气流速度不应小于 7m/s 。

2 室外机还应避免其他外部含有热量、腐蚀性物质及油污微粒等排放气体的影响，如厨房油烟排气和其他室外机的排风等。

3 室外机运行会对周围环境产生热污染和噪声影响，因此室外机应与周围建筑物保持一定的距离，以保证热量有效扩散和噪声自然衰减。对周围建筑物产生的噪声干扰，应符合国家现行标准《声环境质量标准》GB 3096 的要求。

4 保持室外机换热器清洁可以保证其高效运行，因此为清扫室外机创造条件十分必要。

5 室外机积雪会严重影响其换热效率，因此应设置必要的防积雪措施。

6 施工、调试及验收

6.1 一般规定

6.1.1 建设部《房屋建筑工程和市政基础设施工程实行见证取样和送检的规定》（建建 [2000] 211 号）文件规定，“重要的试验项目应实行见证取样和检验，以提高试验的真实性和公正性”。《民用建筑节能条例》第十六条“施工单位应当对进入施工现场的墙体材料、保温材料、门窗、采暖制冷系统和照明设备进行查验；不符合施工图设计文件要求的，不得使用。”

对于建筑节能效果影响较大的材料和设备应实施进场抽样复验，以验证其质量是否符合要求。

进场复验是对进入施工现场的材料、设备等在进场验收合格的基础上，按照有关规定从施工现场抽样送至实验室进行部分或全部性能参数的检验。同时应见证取样检验，即施工单位在监理或建设单位见证下，按照有关规定从施工现场随机抽样，送至有相应资质的检测机构进行检测，并应形成相应的复验报告。

由于抽样复验需要花费较多的时间和费用，故复验数量、频率和参数应控制到最少，主要针对那些直接影响节能效果的材料、设备的部分参数。当复验的结果出现不合格时，则该材料、构件和设备不得使用。

抽样方法、数量及复验要求应按现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 执行。

6.1.2 系统调试是建筑设备系统及可再生能源系统达到设计要求的关键环节。系统调试后，是否达到节能验收指标需要系统节能性能检测判定。系统节能性能检测一般由建设单位委托具有相应资质的第三方检测单位进行。如果在工程竣工验收时因受某种条件的限制（如供暖工程不在供暖期竣工或竣工时热源和室外管网工程还没有安装完毕等）而不能进行时，那么施工单位与建设单位应事先在工程（保修）合同中对该检测项目做出延期补做试运行及调试的约定。

节能性能检测方法按国家现行标准《居住建筑节能检测标准》JGJ/T 132、《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177 及《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801 执行。

6.1.3 考虑到建筑节能工程的重要性，在工程验收之前，进行主要节能构造、外窗气密性能的现场实体检验和系统性能检测，可以更真实地反映工程的节能性能，保证最终的节能效果。

1 分项工程应全部合格，是指在工程中的所有分项工程都应该合格。即：墙体节能工程、幕墙节能工程、门窗节能工程、屋面节能工程、地面节能工程、供暖节能工程、通风与空调节能

工程、空调与供暖系统冷热源及管网节能工程、配电与照明节能工程、监测与控制节能工程、地源热泵换热系统节能工程、太阳能光热系统节能工程、太阳能光伏节能工程都应该合格。

2 质量控制资料应完整，即：承担建筑节能工程的施工企业应具备相应的资质，施工现场应建立相应的质量管理体系、施工质量控制和检验制度，具有相应的施工技术标准，且施工过程中有关材料验收、试验、检测等资料均符合要求。

3 外墙节能构造现场实体检验结果应符合设计要求。

建筑围护结构施工完成后，应由建设单位（监理）组织并委托有资质的检测机构对围护结构的外墙节能构造进行现场实体检验，并出具报告。

建筑外墙节能构造带有保温层的现场实体检验，应按照国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 - 2019 附录 E 外墙节能构造钻芯检验方法对下列内容进行检查验证：

- 1) 墙体保温材料的种类是否符合设计要求；
- 2) 保温层厚度是否符合设计要求；
- 3) 保温层构造做法是否符合设计和专项施工方案要求。

当条件具备时，也可直接对围护结构的传热系数或热阻进行检验。

建筑外墙节能构造采用保温砌块、预制构件、定型产品的现场实体检验应按照国家现行有关标准的规定对其主体部位的传热系数或热阻进行检测。验证建筑外墙主体部位的传热系数或热阻是否符合节能设计要求和国家有关标准的规定。

4 严寒和寒冷地区、夏热冬冷地区和夏热冬暖地区有集中供冷供暖系统建筑的外窗气密性能现场实体检验结果应合格。

建筑围护结构施工完成后，应由建设单位（监理）组织并委托有资质的检测机构对严寒和寒冷地区、夏热冬冷地区和夏热冬暖地区有集中供冷供暖系统建筑的外窗气密性能进行现场实体检验，并出具报告。

严寒和寒冷地区、夏热冬冷地区和夏热冬暖地区有集中供冷

供暖系统建筑的外窗现场实体检验应按照国家现行有关标准的规定执行。验证建筑外窗气密性能是否符合节能设计要求和国家有关标准的规定。

5 建筑设备系统节能性能检测结果应合格。

供暖、通风与空调、配电与照明工程安装完成后，应进行系统节能性能的检测，且应由建设单位委托具有相应检测资质的检测机构检测并出具报告。受季节影响未进行的节能性能检测项目，应在保修期内补做。

以有无检测报告且检测报告是否符合本规范第 6.3.13 条的规定，以及对照设计图纸和施工单位的调试记录与检测报告是否一致作为判定依据。

6 太阳能系统性能检测应符合本规范第 6.4.6 条的规定。

6.1.4 当前，工程资料缺失、不准确现象普遍存在，真实、详细和完整的验收资料是系统运行、故障诊断、改造等的重要依据，因此，要求节能验收时必须对设计文件、重要检测报告和记录等进行核查。

6.1.5 既有建筑节能改造工程施工完成后，改造部位或系统应按本规范相应要求进行质量验收，并应对节能量进行评估。

改造后节能量可按下式进行计算：

$$E_{\text{con}} = E_{\text{baseline}} - E_{\text{pre}} + E_{\text{cal}} \quad (4)$$

式中： E_{con} ——节能措施的节能量；

E_{baseline} ——基准能耗，即节能改造前，至少 1 年内设备或系统的能耗，即改造前的能耗；

E_{pre} ——当前能耗，即改造后的能耗；

E_{cal} ——调整量。

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

素造成的影响作为“调整量”。调整量可正可负。

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

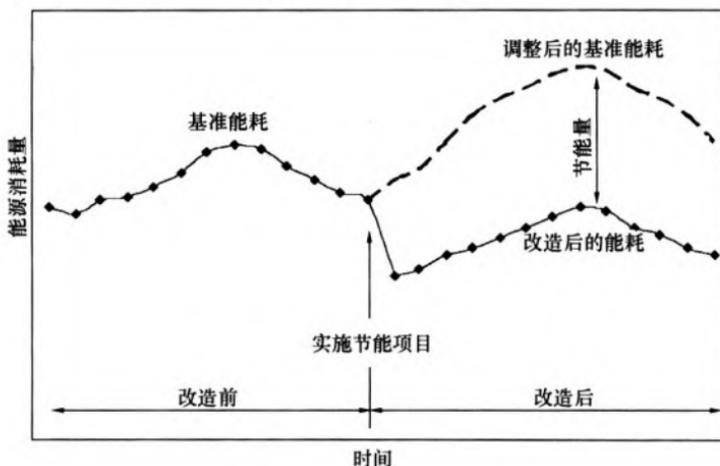


图1 节能量的确定方法

节能量评估时，应同时对建筑物的室内环境参数进行检测和评估，保障室内环境参数达到设计要求，是节能改造效果评估的前提。改造后与改造前应采用相同的运行工况和检测方法，保证测试结果的一致性。被改造系统或设备的检测方法参见现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177、《居住建筑节能检测标准》JGJ/T 132。

6.2 围护结构

6.2.1 墙体、屋面和地面保温隔热工程中保温材料热工性能直接影响保温隔热效果，抗压强度或压缩强度会影响保温隔热层的施工质量，燃烧性能是防止火灾隐患的重要条件，抗拉强度及拉

伸粘结强度的力学性能是保障安全的必须要求。

本条给出了墙体、屋面和地面采用的节能材料、构件和设备必须进场复验的项目、参数。复验指标是否合格应依据设计要求和产品标准判定。检验方法及数量应按现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 执行。

6.2.2 幕墙材料、构配件等的热工性能是保证幕墙节能指标的关键，保温材料的热工性能参数主要是导热系数，复合构件和复合材料整体性能的主要指标是热阻。

保温材料的密度与导热系数和燃烧性能有很大关系，并且密度偏差过大，往往意味着材料的性能也发生很大的变化，密度偏差应在一定的误差范围内，同时要求导热系数或热阻、密度或单位面积质量、燃烧性能必须在同一个报告中。

玻璃的传热系数、遮阳系数、可见光透射比对于玻璃幕墙都是主要的节能指标要求。在玻璃的抽样复验中，没有特殊要求的玻璃是不必要复验的，如透明玻璃的遮阳系数、可见光透射比和单片玻璃的传热系数等，因为即使有一些偏差，对节能没有太大的影响。

隔热型材的力学性能非常重要，直接关系到幕墙的安全，所以对型材的力学性能进行复验。

如果遮阳材料是透光的或半透光的，遮阳性能会受到很大影响，效果会大打折扣，如浅色遮阳帘等。因此，这些遮阳帘的透光特性应该复验。而不透光的遮阳材料则能取得很好的遮阳效果，不用再测试其光学性能。所有金属材料均属于不透光材料，木材、深色板材也基本上不透光，织物属于半透光的则比较多。

本条给出了幕墙工程采用的节能材料、构件和设备必须进场复验的项目、参数。复验指标是否合格应依据设计要求和产品标准判定。检验方法及数量应按现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 执行。

6.2.3 建筑外窗的气密性、保温性能、玻璃太阳得热系数和可见光透射比都是重要的节能指标。

本条给出了门窗工程采用的节能材料、构件和设备必须进场

复验的项目、参数。复验指标是否合格应依据设计要求和产品标准判定。检验方法及数量应按《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 执行。

6.2.4 本条给出了墙体、屋面和地面节能工程的施工质量控制要求。拉伸粘结强度和锚固力试验应委托具备资质的检测机构进行试验。拉伸粘结强度和粘结面积比采用的试验方法按国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 - 2019 附录 B 和附录 C 执行。

本规范没有包括的其他构造做法的试验方法（如：自保温砌块、干挂幕墙内置保温、自保温预制墙板、真空绝热板等非匀质保温构造），可选择现行行业标准、地方标准的相关试验方法，也可在合同中约定。对仅起辅助作用的锚固件，如：以粘结为主、以塑料铆钉为辅固定的保温隔热板材，可只进行数量、位置、锚固深度等检查，可不做锚固力现场拉拔试验。

核查隐蔽工程验收记录和检验报告，以有无检验报告以及隐蔽工程验收记录与检验报告是否一致作为判定依据。

6.2.5 本条按不同的外保温系统，对耐候性试验后的拉伸粘结强度指标进行了分类细化和指标要求。

耐候性试验模拟夏季墙面经高温日晒后突降暴雨和冬季昼夜温度的反复作用，是对大尺寸的外保温墙体进行的加速气候老化试验，是检验和评价外保温系统质量的重要试验项目。耐候性试验与实际工程有着很好的相关性，能很好地反映实际外保温工程的耐候性能。

通过检验各系统的拉伸粘结强度，可检验系统各构造层之间的粘结强度以及保温层的抗拉强度。

6.2.6 本条规定了胶粘剂的关键性能指标及要求，胶粘剂的性能关键是与保温板的附着力，因此规定破坏部位应位于保温板内。胶粘剂的拉伸粘结强度并不是越高越好，指标过高可能会造成浪费。

6.2.7 本条规定了抹面胶浆的关键性能指标及要求，抹面胶浆

拉伸粘结强度指标过高会增大抹面层的水蒸气渗透阻，不利于墙体中水分的排出。

6.2.8 本条规定了玻纤网单位面积质量、耐碱拉伸断裂强力和断裂强力保留率，对玻纤网的材料成分未作规定。

6.2.9 外墙采用预制保温板现场浇筑混凝土墙体时，除了保温材料本身质量外，容易出现的主要问题是保温板位移的问题。故本条要求施工单位安装保温板时应做到位置正确、接缝严密，在浇筑混凝土过程中应采取措施并设专人照看，以保证保温板不移位、不变形、不损坏。

采用预制保温墙板现场安装组成保温墙体，具有施工进度快、产品质量稳定、保温效果可靠等优点。但是组装过程容易出现连接不牢固及产生热桥、渗漏等问题。为此本条规定首先应有型式检验报告证明预制保温墙板产品及其安装性能合格，包括保温墙板的结构性能、热工性能等均应合格；其次墙板与主体结构的连接方法应符合设计要求，墙板的板缝、构造节点及嵌缝做法应与设计一致。

6.2.10 当外墙外保温采用保温装饰板时，保温装饰板与基层墙体的连接应可靠，安全，并不得有空隙。每块保温装饰板应有防止自重下滑移位的固定措施，其所有锚固件应将保温装饰板的装饰面板固定牢固，板缝不得渗漏。

6.2.11 采用防火隔离带构造的外墙外保温工程应符合现行行业标准《建筑外墙外保温防火隔离带技术规程》JGJ 289 等标准的规定。外墙外保温防火隔离带系统对防火隔离带的性能和安装要求很高，防火隔离带宽度较小而制作隔离带的可燃保温材料往往强度较低，为了保证隔离带质量稳定可靠、减少破损、安装便捷、节省施工工时，推荐采用工厂预制的构件，在现场安装。

外保温系统的安全性能、抗渗防水等使用功能不能因为防火隔离带的设置而降低要求。

6.2.12 本条所指的门窗洞口四周墙侧面，是指窗洞口的侧面，即与外墙垂直的4个小面。这些部位容易出现热桥或保温层缺

陷。对于外墙和毗邻不供暖空间墙体上的上述部位，以及凸窗外凸部分的四周墙侧面和地面，均应按设计要求施工。

6.2.13 外门窗框或附框与洞口之间、窗框与附框之间的缝隙都是节能控制的薄弱环节，处理不好，容易导致渗水、形成热桥。幕墙周边与墙体、屋面接缝部位虽然不是幕墙能耗的主要部位但处理不好也会大大影响幕墙的节能。由于幕墙边缘一般都是金属边框，所以存在热桥问题，应采用弹性闭孔材料填充饱满；另外，幕墙有水密性要求，所以应采用耐候胶进行密封。

6.2.14 本条规定了建筑围护结构现场实体检验项目为外墙节能构造和部分地区的外窗气密性。对已完工的工程进行实体检验，是验证工程质量的有效手段之一。通常只有对涉及安全或重要功能的部位采取这种方法验证。围护结构对于建筑节能意义重大，虽然在施工过程中采取了多种质量控制手段，但是其节能效果到底如何仍难确认，如不进行实体检验是无法保证其节能效果的。外窗气密性的实体检验，是指对已经安装完成的外窗在其使用位置进行的测试，检验的目的是抽样验证建筑外窗气密性能是否符合节能设计要求和国家有关标准的规定，检验是在进场验收合格的基础上，检验外窗的安装质量，能够有效防止检验窗合格、工程用窗不合格的情况。

检验方法及数量应按现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 执行。

6.3 建筑设备系统

6.3.1 供暖通风与空调节能工程中散热器、风机盘管机组、绝热材料的用量较多，散热器的单位散热量、金属热强度，风机盘管的供冷量、供热量、风量、噪声、功率、水阻力，绝热材料的导热系数、材料密度、吸水率等技术性能参数是否符合设计要求，会直接影响供暖通风与空调节能工程的节能效果和运行的可靠性。

6.3.2 本条对传统灯具进场复验技术指标参数进行了规定。室

内灯具效率的检测方法依据现行国家标准《灯具分布光度测量的一般要求》GB/T 9468，道路灯具、投光灯具的检测方法依据其各自现行国家标准《灯具分布光度测量的一般要求》GB/T 9468和《投光照明灯具光度测试》GB/T 7002 执行，各种镇流器的谐波含量检测依据现行国家标准《电磁兼容 限值 谐波电流发射限值（设备每相输入电流 $\leq 16\text{A}$ ）》GB 17625.1 执行，管形荧光灯用交流电子镇流器应依据现行国家标准《管形荧光灯用交流和/或直流电子控制装置 性能要求》GB/T 15144 执行。

6.3.3 建筑供暖系统、通风与空调系统、配电与照明系统、监测与控制系统、地源热泵系统、太阳能光热光伏系统所涉及节能的设备，在安装前应对设备能效对照图纸进行核查，核查结果应经监理工程师检查认可，且应形成相应的记录。核查指对技术资料的检查及资料与实物的核对，包括：对技术资料的完整性、内容的正确性、与其他相关资料的一致性 & 整理归档情况等检查，以及将技术资料中的技术参数等与相应的材料、构件、设备或产品实物进行核对、确认。

6.3.4 空调与供暖系统水力平衡装置包括平衡阀、自力式压差控制阀、电动调节阀等；热计量装置包括热量表、流量计、温度计等；温度调控装置包括散热器恒温阀、温控阀等。这些装置都是进行节能调控和计量的重要设备，其安装位置和方向对调控效果和计量的准确性都至关重要，应严格按照设计图纸进行安装，且安装位置要便于操作调试、观察和读取。

6.3.5 集中供暖系统应满足计量温控要求。温度调控装置和热计量装置安装时，应实现设计要求的分户或分室（区）温度调控、楼栋热计量等功能；安装完毕后，应通过观察检查、核查调试报告，进行全数核查。

6.3.6 风管系统允许漏风量是指在系统工作压力条件下，系统风管的单位表面积、在单位时间内允许空气泄漏的最大数量，严格控制风管漏风量对提高能源利用效率具有较大的实际意义。特别是对于低温送风系统，漏风会导致风管漏风处出现结露现象，

破坏或降低系统的保温性能，甚至产生滴水现象。

6.3.7 本条是对变风量末端装置的安装验收作出的规定。变风量末端装置是变风量空调系统的重要部件，其规格和技术性能参数是否符合设计要求、动作是否可靠，将直接关系到变风量空调系统能否正常运行和节能效果的好坏，最终影响空调效果。同时变风量空调系统与楼宇自控系统的结合程度较高，其正常运行必须依赖楼宇自控系统，因此本条强调变风量末端装置应进行性能、控制功能和关键传感器准确性的验证。

6.3.8 供暖管道保温厚度是由设计人员依据保温材料的导热系数、密度和供暖管道允许的温降等条件计算得出的。如果管道保温的厚度等技术性能达不到设计要求，或者保温层与管道粘贴不紧密、不牢固，以及设在地沟及潮湿环境内的保温管道不做防潮层或防潮层做得不完整或有缝隙，都将会严重影响供暖管道的保温效果。

绝热层的连续不间断是为了保证绝热效果，以防产生凝结水并导致能量损失。阀门、过滤器、法兰部位的绝热应严密，并能单独拆卸且不得影响其操作功能，是为了方便维修保养和运行管理。

6.3.9 空调与供暖系统的冷热源和辅助设备及其管道和室外管网系统安装完毕后，为了达到系统正常运行和节能的预期目标，规定必须进行空调与供暖系统冷热源和辅助设备的单机试运转及调试和各系统的联合试运转及调试。单机试运转及调试是进行系统联合试运转及调试的先决条件，是一个较容易执行的项目。系统的联合试运转及调试是指系统在有冷热负荷和冷热源的实际工况下的试运行和调试。

6.3.10 供暖、通风与空调系统以及照明系统节能控制所涉及设备、控制策略应对照图纸对其安装位置、信号反馈、控制逻辑进行检查。

6.3.11 现场传感器等仪表设备的安装质量对监测与控制系统的功能发挥和系统节能运行效果影响较大，本条要求对现场仪表的安装质量进行重点检查。

6.3.12 目前我国机电系统建设主要采用的是以各种施工验收标

准为依据的验收机制，主要由施工单位根据国家相关施工验收标准的要求，在竣工阶段前进行建筑机电系统调试工作，调试工作的重点是保证施工质量和主要设备的正常启动运转，而设备与系统的实际性能、不同设备和系统之间的匹配性以及自控功能的验证往往被忽视，使得目前我国机电系统的实际运行能效和设计预期存在比较大的差异。

空调系统调适作为提升建筑品质、提高空调系统实际运行能效的重要手段，已在欧美等发达国家得到充分重视，美国采暖制冷与空调工程师学会（ASHRAE）等相关机构和组织制定了相对完善的标准与规范。美国总务管理局（GSA）和美国国家航空航天局（NASA）明确其所有新建建筑和主要的改造项目都要进行机电系统调适作为工程质量的保证手段，同时也是美国绿色建筑认证（LEED）的必要条件。

根据美国劳伦斯伯克利国家实验室 2019 的报告数据，新建建筑调适大约能获得 13% 节能量。随着我国对建筑空调系统实际运行效果和能效要求的不断提高，调适技术已经在我国得到快速发展，编制了相应的技术标准，并在复杂和大型工程中进行了应用。借鉴国外经验并结合我国的实际需求，要求对建筑面积大于 100000m² 的公共建筑开展空调系统调适工作。

6.3.13 本条给出了供暖通风与空调、配电与照明系统节能性能检测的主要内容，具体检测要求见表 11。

表 11 设备系统节能性能检测主要项目及要求

序号	检测项目	抽样数量	允许偏差或规定值
1	室内平均温度	以房间数量为受检样本基数，最小抽样数量按《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411-2019 第 3.4.3 条规定执行，且均匀分布，并具有代表性；对面积大于 100m ² 的房间或空间，可按每 100 m ² 划分为多个受检样本。 公共建筑的不同典型功能区检测部位不应少于 2 处	冬季不得低于设计计算温度 2℃，且不应高于 1℃； 夏季不得高于设计计算温度 2℃，且不应低于 1℃

续表 11

序号	检测项目	抽样数量	允许偏差或规定值
2	通风、空调 (包括新风) 系统的风量	以系统数量为受检样本基数, 抽样数量按《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411-2019 第 3.4.3 条规定执行, 且不同功能的系统不应少于 1 个	符合现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 规定的限值
3	各风口的 风量	以风口数量为受检样本基数, 抽样数量按《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411-2019 第 3.4.3 条规定执行, 且不同功能的系统不应少于 2 个	与设计风量的允许偏差 不大于 15%
4	风道系统单 位风量耗功率	以风机数量为受检样本基数, 抽样数量按《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411-2019 第 3.4.3 条规定执行, 且不同功能的风机不应少于 1 台	符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 规定的 限值
5	空调机组的 水流量	以空调机组数量为受检样本基数, 抽样数量按《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411-2019 第 3.4.3 条规定执行	定流量系统允许偏差 为 15%, 变流量系统允 许偏差为 10%
6	空调系统冷 水、热水、冷 却水的循环 流量	全数检测	与设计循环流量的允 许偏差 不大于 10%
7	室外供暖管 网水力平衡度	热力入口总数不超过 6 个时, 全数检测; 超过 6 个时, 应根据各个热力入口距热源距离的远近, 按近端、远端、中间区域各抽检 2 个热力入口	0.9~1.2
8	室外供暖管 网热损失率	全数检测	不大于 10%
9	照度与照明 功率密度	每个典型功能区域不少于 2 处, 且均匀分布, 并具有代表性	照度不低于设计值的 90%; 照明功率密度值 不应大于设计值

注: 受检样本基数对应现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300。

照明功率密度应为相应场所单位面积上一般照明的安装功率，并按下列公式进行计算：

$$LPD = k \times \frac{P}{A} \quad (5)$$

$$k = \frac{U_0^2}{U_1^2} \quad (6)$$

式中：LPD——照明功率密度（W/m²）；

P——被测量照明场所的照明系统总有功功率（W）；

A——被测量照明场所的面积（m²）；

k——电压修正系数，恒功率时 k 值取 1；

U₀——额定工作电压（V）；

U₁——实测电压（V）。

6.4 可再生能源应用系统

6.4.1 太阳能光伏组件的性能、太阳能热利用系统中集热器的热性能以及保温材料的导热系数、密度、吸水率等技术参数，是太阳能系统节能工程的重要参数，这些技术参数是否符合设计要求，将直接影响太阳能系统的运行及节能效果。

本条给出了太阳能系统节能工程采用的材料、构件和设备必须进场复验的项目、参数。复验指标是否合格应依据设计要求和产品标准判定。检验方法及数量应按现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 执行。

6.4.2 浅层地埋管地源热泵地下换热系统的安装质量，是关系地源热泵系统成败的关键。保证钻孔和埋管符合设计要求，是保证地下换热系统功能实现的前提。保证连接点的牢固，才能实现地下换热系统的安全性。保证科学密实的回填，是地埋管系统实现有效换热的保障。只有做好地埋管系统的安装，才能实现地源热泵系统的节能环保高效特性。

6.4.3 热源井施工完成后应做 12h 连续抽水试验以及 36h 连续

回灌试验,并满足降深不大于5m以及回灌量大于设计回灌量的要求,持续水量应满足现行国家标准《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366的要求。

6.4.4 进行太阳能系统的施工安装,保证建筑物的结构和功能设施安全是重中之重,应放在第一位;特别在既有建筑上安装系统时,如果不能严格按相关规范进行土建、防水、管道等部位的施工安装,很容易造成对建筑物的结构、屋面、地面防水层和附属设施的破坏,削弱建筑物在寿命期内承受荷载的能力,所以,必须予以充分重视。

6.4.5 本条规定了太阳能集热器和光伏电池板安装方位角和倾角与设计要求的容许安装误差。检验安装方位角时,应先使用罗盘仪确定正南向,再使用经纬仪测量出方位角。检验安装倾角,则可使用量角器测量。方位角和倾角对太阳能集热器的集热量、光伏电池的工作效率影响较大。

6.4.6 本条规定了进行太阳能系统性能调试和工程质量验收时,应检测的相关参数及要求。

测试方法可按国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801-2013第4.2节中进行短期测试时的规定进行。短期测试方法要求系统热工性能检验记录的报告内容应包括至少4d(该4d应有不同的太阳辐照条件,日太阳辐照量的分布范围见国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801-2013附录C),由太阳能集热系统提供的日有用得热量和供暖系统总能耗的检测结果,以及集热系统效率和系统太阳能保证率的计算、分析结果。集热系统效率和供暖系统太阳能保证率的计算则应使用该标准的式(4.2.5)和式(4.3.1-1)。

太阳光伏发电系统年发电量是建筑节能和可再生能源利用的重要指标,应准确掌握其实际运行效果。组件最高工作温度是否符合设计要求是关乎系统能否安全稳定运行的重要参数。

7 运行管理

7.1 运行与维护

7.1.1 根据《中华人民共和国节约能源法》第二十四条“用能单位应当按照合理用能的原则，加强节能管理，制定并实施节能计划和节能技术措施，降低能源消耗。”《民用建筑节能条例》第三十一条中提到“……应当建立健全民用建筑节能管理制度和操作规程，对建筑用能系统进行监测、维护”。

运行能耗在建筑物全生命周期中占比最大，因此有效降低建筑的实际运行能耗是建筑节能的最终目标。目前我国建筑运行管理普遍存在相关管理制度缺失、从业人员专业知识基础差、缺乏专业技术培训等问题，因此通过制定合理的管理制度和节能运行操作规程，有利于保障安全运行，并达到降低能耗的目的。

运行维护管理单位在制定相关管理制度时，可参照 ISO 9001 质量管理体系、ISO 14001 环境管理体系、OHSAS 18001 职业健康安全管理体系及现行国家标准《能源管理体系 要求及使用指南》GB/T 23331 等相关标准管理体系。

7.1.2 根据《中华人民共和国节约能源法》第三十七条“使用空调供暖、制冷的公共建筑应当实行室内温度控制制度。具体办法由国务院建设主管部门制定。”要求公共建筑运行阶段的室内温度冬季不应过高、夏季不应过低，避免能源浪费。

合理的室内温度设定对节能具有较好的效果。为了更好地控制人员的行为节能和管理节能，在运行管理过程中，必须严格控制室内设定温度，避免不必要的能源浪费。

办公楼在非上班时间（夜间或周末）人员很少，可以在夏季提高空调设定温度，在冬季降低供热温度，甚至停止供冷或供热，以减少供冷供热量，节约能源。

该措施可通过人为修改温控器实际可设定温度范围的方式来实现。

7.1.3 建筑实际冷热负荷随季节和使用情况而变化，制定合理的运行策略是实现建筑节能运行的前提。因此，要求建筑运行管理单位根据实际负荷变化情况制定节能运行方案，对设备机组运行方式进行调节，提高机组的实际运行效率，并落实在操作规程中。

通常 60%~100% 负荷率为冷水机组的高效率区，故应根据系统负荷变化，合理地控制机组的开启台数，使得各机组的负荷率经常保持在 50% 以上，有利于冷水机组节能运行。

根据《中华人民共和国节约能源法》第四十条“国家鼓励在新建建筑和既有建筑节能改造中使用新型墙体材料等节能建筑材料和节能设备，安装和使用太阳能等可再生能源利用系统。”可再生能源利用，是我国建筑节能的重要发展方向，因此对于可再生能源与常规能源结合的复合式能源系统，应该优先使用可再生能源系统。根据实际负荷情况，以及太阳能、地热能等资源参数变化情况，优化运行方案并落实在操作规程中，实现全年可再生能源优先利用。

7.1.4 过渡季节可根据实际情况尽可能利用室外新风进行供冷，以减少冷源运行时间，节约能源。因此，要求建筑运行管理单位制定过渡季节节能运行方案，对新风量及机组运行参数进行调节，实现按需供冷，并落实在操作规程中。

对人员密集区域，如会议室、影剧院、商场等，新风需求大，且人员密度变化大，经常出现和设计值不符的情况，应根据实际人数对风量进行控制，避免出现由于室内人员数量多于设计值而新风量不足的状况，或者室内人员数量过少，新风量过多而出现能源浪费的情况，在保证室内环境舒适的前提下节约能源。

7.1.5 排风能量回收是一项有效节能措施，但排风能量回收系统在回收能量的同时，由于换热装置阻力的存在，会增加风机的输配能耗，因此并非总是节能的，需要根据室内外空气状态明确节能运行工作区间，继而制定合理的运行控制策略和节能运行方案，并落实在操作规程中，避免因不合理的使用而增大能耗。

对于带旁通功能排风能量回收系统，当由于能量回收而节省的能耗大于由于换热装置阻力的存在而增加的能耗时，应切换至回收功能；反之则应切换至旁通功能。

在运行阶段通常采用简化的控制方法，即通过空调系统的平均能效和能量回收装置自身的性能参数来计算适宜启用回收功能的室内外空气的临界温差（对于显热式装置）或晗差（对于全热式装置）。当室内外空气的温差或晗差高于临界值时启用回收功能，反之则启用旁通功能。

7.1.6 暖通空调实际运行时，水系统和风系统各分支、各末端用户的流量和实际需求相匹配，即达到了水力平衡，否则将出现水力失调。水力失调是目前暖通空调系统中普遍存在的问题，由于水力失调导致水系统的水量、风系统的风量和实际需求不匹配，造成局部区域出现过冷或过热现象，同时会降低输配系统的流量调节功能，导致系统大流量小温差运行，系统的运行能耗增加。

为了解决这个问题，简单地采取提高水泵扬程或风压的做法，仍会导致冷热不均现象的出现以及更大程度的能源浪费。因此，当系统出现水力失调现象时，必须进行水力平衡调试，保证暖通空调系统的水力平衡和风量平衡。

现场可通过集水器各主支管的回水温度一致性判断水力平衡情况，具体可按现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177 的相关规定执行。

7.1.7 本条规定是为保证太阳能集热系统的安全运行。

太阳能集热器是太阳能集热系统最主要的部件。太阳能集热器运行管理的要点是避免集热器的空晒运行，尤其是对于真空管型集热器；同时，也要避免因集热工质不流动而引起的闷晒。处于闷晒条件下的集热器，由于吸热板温度过高会损坏吸热涂层，并且由于箱体温度过高而发生变形会造成玻璃破裂，以及损坏密封材料和保温层等。因此，系统运行维护人员应在日常的工作中经常监视太阳能集热系统的温度变化，采取相应措施，如在集热

器上加盖遮挡物，排除故障后再移去等，以避免太阳能集热系统因过热而发生空晒和闷晒现象。

7.1.8 地下水抽水量、回灌量和水质是关系到地下水环境保护和人民生活健康的关键参数，也关系到地下水地源热泵的正常运行，定期监测可以掌握地源热泵系统对地下水环境的影响，了解系统运行状态，对环境安全和系统节能具有重要意义。

7.1.9 做好与节能相关的设备和自控系统的定期维护、清理、保养，是保证设备正常、高效运行的前提条件。

排风能量回收装置、过滤器、换热器及蒸发器、冷凝器换热表面等积尘、积垢，直接影响机组及系统效率，应定期进行检查，保持清洁状态，保证设备及系统高效运行。制冷机组、空调机组、风机、水泵和冷却塔等设备的过滤装置，如制冷机组的水过滤器、油过滤器、冷媒过滤器及干燥过滤器，空调机组或风机系统的初、中、高效空气过滤器，水泵前端的除污器，冷却塔的过滤装置或布水器等，应定期清洗，必要时更换过滤材料。减少过滤装置前后压差值可有效降低系统能源消耗。

设备及管道绝热设施是减少能量浪费的重要保障，如保温破损或隔汽层不严会严重影响保温性能，造成系统热量损失增大，能耗增加。应定期检查、检测，确保绝热设施完好、性能正常。有破损或失效的绝热设施应及时进行修补或更换。

对自控设备和控制系统的定期维护，目的在于保障节能控制系统正常工作，达到节能运行的目标。

7.1.10 对太阳能集热系统进行定期检查和维修，是保证其高效运行的前提。

1 本款强调进入冬季之前，应进行防冻系统的检查，保证系统安全运行。需要强调的是，防冻检查既包括太阳能集热系统的防冻措施检查，也包括对太阳能热水、供暖、空调系统的其他部件以及管路的检查。具体做法可参照现行国家标准《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB 50364 相关要求。

2 本款强调了在雷雨季节到来之前，应对太阳能集热系统

防雷设施进行检查，具体检查内容应按《建筑电气与智能化通用规范》的相关要求执行。

3 考虑到空气污染等问题影响太阳能集热器的高效运行，应每年检查集热器表面，定期进行清洗。太阳能集热器和光伏组件的表面积灰等因素会导致系统集热量或发电量减低，保持表面清洁是系统效率的重要保证。

7.1.11 外围护结构的热工性能将直接影响建筑的冷热负荷，对节约能源起到至关重要的作用。屋面、外墙内表面不结露，门窗可正常开启且关闭严密等都是对外围护结构的基本要求。对外保温系统，当出现渗漏、破损、脱落现象时，必须及时修复，避免损毁现象进一步恶化，甚至引发安全风险。

7.2 节能管理

7.2.1 根据《民用建筑节能条例》第三十一条中提到“……应当建立健全民用建筑节能管理制度和操作规程，对建筑用能系统进行监测、维护”以及《民用建筑能耗和节能信息统计报表制度》的说明中明确要求对建筑节能信息包括可再生能源规模化应用情况进行统计，因此要求对可再生能源系统进行单独计量。

对电、水、气、冷/热量等分类、分区、分项计量，是进行节能潜力分析和能源系统优化管理的前提，对收集的数据进行分析总结，能够摸清建筑能耗特点及运行特点，可实现节能潜力挖掘，提高设备用能效率。

可再生能源系统单独计量可为指导项目运行管理提供较为详细、准确的基础数据。

建筑能耗按年统计，通常包括全年 12 个月的数据；有能耗监测平台时，能耗数据需纳入能耗监测平台统一管理。

7.2.2 根据《民用建筑能耗和节能信息统计报表制度》要求，规定了建筑能耗统计分类项目。

7.2.3 定期进行计量器具核准是保证数据质量的必要条件，建筑能源管理系统运行维护过程中应对计量器具进行定期检定，保

证计量数据的准确性。能源计量器具宜根据相关标准要求定期检定（校准），具体要求如下：

1) 应使用经核定（校准）符合要求的或不超过检定周期的计量器具；

2) 属强制检定的计量器具，其检定周期、检定当时应遵守有关计量法律法规的规定；

3) 非强制检定的计量器具，其检定周期可根据不同建筑用能情况自行安排，但不宜超过5年。

7.2.4 《民用建筑节能条例》第二十一条“国家机关办公建筑和大型公共建筑的所有权人应当对建筑的能源利用效率进行测评和标识，并按国家有关规定将测评结果予以公示，接受社会监督。”本条款根据条例要求对标识的内容进行规定，便于执行。

能效标识是附在产品或产品包装物上的一种信息标签，用来表示用能产品的能源性能，通常以能耗量、能源效率和/或能源成本的形式给出，以便在消费者购买产品时，向消费者提供必要的信息，属于产品符合性标志的范畴。建筑能效标识是指将反映建筑物能源消耗量及其用能系统效率等性能指标以信息标识的形式进行明示。实行建筑能效标识认证制度，向房屋消费者提供有关建筑物能源利用效率和能耗量指标信息，既可解决目前政府管理部门、购房者，或是建设单位本身对于建筑能效实际情况的了解信息不对称的问题，又可为各级政府和建设行政主管部门加强对新建建筑的市场准入管理提供有效手段。

建筑能效标识作为一种新的管理机制和技术手段，目前广泛被国外采用，如美国能源之星（Energy Star）建筑标识、欧盟的能源证书——“建筑物能源合格证明”等。国际经验证明，建筑能效标识是从节能的角度控制设计、施工质量的主要手段，是保证建筑节能闭合管理的重要步骤，也是建筑节能的助推剂和政策激励。

建筑能效测评与标识方法可按现行行业标准《建筑能效标识技术标准》JGJ/T 288 执行。

7.2.5 根据《民用建筑节能条例》第二十一条“国家机关办公建筑和大型公共建筑的所有权人应当对建筑的能源利用效率进行测评和标识，并按照国家有关规定将测评结果予以公示，接受社会监督”的要求。本条文对建筑面积大于 20000m² 的大型公共建筑能耗比对提出要求。

定期与同类建筑开展实际运行能耗强度的比对评价，可以使建筑运行管理者了解自身差距及改进空间，促进节能管理水平的提升。由于建筑运营条件、气候条件等因素的差异，使得各建筑能耗无法直接进行横向比较，因此在进行建筑能耗比对时，应充分考虑影响因素对建筑能耗的影响。

目前欧美等地已经建立了相应的能耗比对方法和制度，其中应用比较广泛的是美国的“能源之星”，它在分析建筑能耗影响因素的基础上，建立了能耗与影响因素的数学关系式，实现了对能耗影响因素的标准化，从而保证了比对结果的科学性和合理性。国内已经建立了能耗比对的方法标准，并开发了适合我国实际情况的能耗比对工具。

7.2.6 本条为保障合同能源管理项目顺利实施，并取得节能效果的基本要求而制定。

合同能源管理是在市场经济条件下的一种节能新机制、新模式，可以解决耗能企业开展节能项目缺乏资金、技术、人员、管理经验等问题，实现节能零投资、零风险、持久受益，提高企业节能积极性，并使企业有更多精力发展主营业务。本条针对目前合同能源管理项目实施过程中，合同双方容易对节能量存在异议的问题，对合同能源管理的合同签订内容提出了要求。

合同能源管理应通过合同约定节能指标和服务以及投融资和技术保障，使整个节能改造过程如项目审计、设计、融资、施工、管理等由节能服务公司统一完成；在合同期内，节能服务公司的投资回收和合理利润由产生的明确量化的节能效益来支付；在合同期内项目的所有权归节能服务公司所有，并负责管理整个项目工程，如设备保养、维护及节能检测等；合同结束后，节能

服务公司应将全部节能设备无偿移交给耗能企业并培养管理人员、编制管理手册等，此后由耗能企业自己负责经营管理；节能服务公司应承担节能改造的全部技术风险和投资风险。对有争议的项目应委托第三方进行检测，确保合同的执行。

附录 A 不同气候区新建建筑平均能耗指标

A.0.1、A.0.2 根据本规范节能目标，采用爱必宜（IBE）建筑能耗计算工具（软件可直接从 www.ibetool.com 下载使用），对典型建筑模拟计算获得。为与各气候区常用供暖、供冷形式相协调，严寒和寒冷地区居住建筑供暖能耗以耗热量的形式给出；其他气候区的供暖，以及供冷能耗以耗电量表述。

对居住建筑，考虑到各气候区的气候条件、建筑形式、地区材料、建造成本等因素，各气候子区（区划方法见《建筑环境通用规范》GB 55016 - 2021）的节能率并不完全一致。由于居住建筑空调多采用房间空调器，在制冷的同时降低了空气中的含湿量，所以，制冷能耗中包括了显热和潜热负荷。

公共建筑类型庞杂，功能复杂，其供暖、空调、照明实际能耗强度受建筑面积、系统形式、室内环境参数、运行方式等多因素综合影响，即使是同一城市采用相同建筑节能技术方案的建筑，由于使用方式的差异，其实际建筑能耗也会存在很大的差异。

因此，这两条给出的建筑能耗是基于典型建筑在标准工况下计算的建筑标准工况能耗，并非建筑的实际能耗。可作为政策制定和建筑设计方案确定的参考依据。

随着建筑节能工作的深入，公共建筑围护结构的性能大幅改善，内扰成为影响公共建筑能耗的主要因素，模拟和实际测试都表明，同一气候区的同类型公共建筑的能耗计算结果差别不大，为了便于理解和执行，本规范按气候区和建筑类型提供标准工况下建筑能耗数值。表 A.0.2 中未涉及的公共建筑类型，应按能耗特点相近的原则近似参考。

在我国城市化进程中，土地使用模式决定了公共建筑集中，容积率高，尤其是近年来新建公共建筑普遍体量较大，建筑体量影响了其利用自然资源开展被动式设计的可能性。一般认为，建筑面积大于 20000m² 的公共建筑属于大型公共建筑，其用能特点发生显著变化。因此表中提供了以 20000m² 为界限的办公建筑和旅馆建筑的标准工况下的设计能耗。表中所列建筑类型之外的公共建筑，可参考与表 A.0.2 中所列建筑类型能耗特征相似的建筑类型数据。

附录 B 建筑分类及参数计算

B.0.1 本条中所指独栋建筑面积包括地下部分的建筑面积。对于独栋建筑面积小于或等于 300m² 的建筑如传达室等，与甲类公共建筑的能耗特性不同。这类建筑的总量不大，能耗也较小，对全社会公共建筑的总能耗量影响很小，同时考虑到减少建筑节能设计工作量，故将这类建筑归为乙类，对这类建筑只给出规定性节能指标，不再要求做围护结构权衡判断。对于本规范中没有注明建筑分类的条文，甲类和乙类建筑应统一执行。

B.0.2 平均传热系数是本规范中对建筑围护结构节能性能进行限定的主要规定性指标，是判定设计建筑是否符合规范要求的依据。不同的计算方法得出的外墙平均传热系数存在差异，因此有必要对平均传热系数的计算作出统一规定。

热桥线传热系数应按下式计算：

$$\psi = \frac{Q^{2D} - KA(t_i - t_c)}{l(t_i - t_c)} = \frac{Q^{2D}}{l(t_i - t_c)} - KC \quad (7)$$

式中： ψ ——热桥线传热系数 [W/ (m·K)]；

Q^{2D} ——二维传热计算得出的流过一块包含热桥的围护结构的传热量 (W)，该围护结构的构造沿着热桥的长度方向必须是均匀的，传热量可以根据其横截面（对纵向热桥）或纵截面（对横向热桥）通过二维传热计算得到；

- K ——围护结构平壁的传热系数 $[W/(m^2 \cdot K)]$;
- A ——计算 Q^{2D} 的围护结构的面积 (m^2);
- t_i ——围护结构室内侧的空气温度 ($^{\circ}C$);
- t_e ——围护结构室外侧的空气温度 ($^{\circ}C$);
- l ——计算 Q^{2D} 的围护结构的长度 (m), 热桥沿这个长度均匀分布, 计算 ψ 时, l 宜取 $1m$;
- C ——计算 Q^{2D} 的围护结构的宽度 (m), 即 $A = l \cdot C$, 可取 $C \geq 1$ 。

透光围护结构太阳得热系数是指在照射时间内, 通过透光围护结构部件 (如: 窗户) 的太阳辐射室内得热量与透光围护结构外表面 (如: 窗户) 接收到的太阳辐射量的比值。成为室内得热量的太阳辐射包括太阳辐射通过辐射透射的得热量和太阳辐射被构件吸收再传入室内的得热量两部分。当使用外遮阳装置时, 外窗 (或透光幕墙) 的太阳得热系数等于外窗 (或透光幕墙) 本身的太阳得热系数与建筑遮阳系数的乘积。外窗 (或透光幕墙) 本身的太阳得热系数和建筑遮阳系数应按现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的规定计算。

B.0.3 本条规定了窗墙面积比的计算要求。

1 按照建筑使用功能和建筑平面的特点, 不同建筑类型的窗墙面积比对建筑能耗的影响不同, 因此, 规范按照不同建筑类型规定了窗墙面积比不同的计算方法。

2 公共建筑中, 在某一建筑立面出现凸凹时, 计算窗墙面积比, 其外墙总面积计算相当于把凸凹的面积拉伸进行计算, 即在单一立面 (某一立面) 凸凹的面积+非凸凹的外墙面。同理单一立面窗洞口面积等于凸凹面上窗的面积+非凸凹的外墙上窗洞口的总面积。

3 公共建筑楼梯间和电梯间与建筑其他功能区, 对供暖空调而言, 并非空间完全独立, 楼梯间和电梯间的建筑热环境与建筑其他功能区会相互影响, 所以, 楼梯间和电梯间的外墙和外窗均应参与计算。

4、5 建筑的窗墙面积比是按窗户洞口面积进行计算的，所以，外凸窗的顶部、底部和侧墙的面积不应计入外墙面积。

B.0.4 外窗有效通风换气面积是判断公共建筑自然通风设计是否符合规定的判断依据，因此，本条明确了外窗有效通风换气面积的计算方法。

目前7层以下建筑窗户多为内外平开、内悬内平开及推拉窗形式；高层建筑窗户则多为内悬内平开或推拉扇开启；高层建筑的玻璃幕墙开启扇大多为外上悬开启扇，目前也有极少数外平推扇开启方式。对于推拉窗，开启扇有效通风换气面积是窗面积的50%；对于平开窗（内外），开启扇有效通风换气面积是窗面积的100%。

内悬窗和外悬窗开启扇有效通风换气面积具体分析如下：根据行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102 - 2003 的要求：“幕墙开启窗的设置，应满足使用功能和立面效果要求，并应启闭方便，避免设置在梁、柱、隔墙等位置。开启扇的开启角度不宜大于30°，开启距离不宜大于300mm。”这主要是出于安全考虑。

以扇宽1000mm，高度分别为500mm、800mm、1000mm、1200mm、1500mm、1800mm、2000mm、2500mm的外上悬扇计算空气流通界面面积，如表12。不同开窗角度下有效通风面积见图2。

表 12 悬扇的有效通风面积

开启扇面积 (m ²)	扇高 (mm)	15°开启角度		30°开启角度	
		空气界面 (m ²)	下缘框扇间距 (mm)	空气界面 (m ²)	下缘框扇间距 (mm)
0.5	500	0.19	130	0.38	260
0.8	800	0.37	200	0.73	400
1.0	1000	0.52	260	1.03	520
1.2	1200	0.67	311	1.34	622

续表 12

开启扇面积 (m ²)	扇高 (mm)	15°开启角度		30°开启角度	
		空气界面 (m ²)	下缘框扇间距 (mm)	空气界面 (m ²)	下缘框扇间距 (mm)
1.5	1500	0.95	388	1.90	776
1.8	1800	1.28	466	2.55	932
2.0	2000	1.53	520	3.05	1040
2.5	2500	2.21	647	4.41	1294

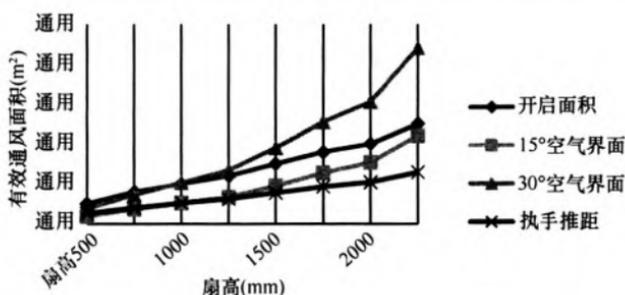


图 2 不同开窗角度下有效通风面积

由表 12 中可以看出, 开启距离不大于 300mm 时, “有效通风换气面积” 小于开启扇面积, 仅为窗面积的 19%~67%。

当幕墙、外窗开启时, 空气将经过两个“洞口”, 一个是开启扇本身的固定洞口, 一个是开启后的空气界面洞口。因此决定空气流量的是较小的洞口。如果以开启扇本身的固定洞口作为有效通风换气面积进行设计, 将会导致实际换气量不足, 这也是目前市场反映通风量不够的主要原因。另一方面, 内开悬窗开启角度更小, 约 15°左右, 换气量更小。

B.0.5 严寒和寒冷地区建筑能耗主要是由冬季供暖产生。南向可以得到最多的太阳辐射, 东西向次之, 北向最少。因此, 适当减少南向的角度范围、增大北向的角度范围以适当提高建筑的保温性能。夏热冬暖和夏热冬冷地区供暖能耗逐渐减小, 制冷能耗

逐渐增大，东西向作为夏季最不利朝向，扩大其角度范围以提升建筑的隔热性能。温和地区冬季能耗接近夏热冬冷和夏热冬暖地区，避免该地区建筑产生夏季制冷能耗是该地区建筑节能的重要途径。因此，适当增加了温和地区东西向的角度范围。

附录 C 建筑围护结构热工性能权衡判断

C.0.1 对进行权衡判断的建筑，规定围护结构的基本要求，以避免出现围护结构热工性能过差的情况。

C.0.2、C.0.3 这两条规定了权衡判断的方法和判定指标，对不同的设计建筑进行权衡判断时采用相同的方法，保证权衡判断结果的可比性。

C.0.4 规范权衡判断计算软件功能，是保证权衡判断计算结果科学性和一致性的必要措施。

C.0.5 本规范对围护结构热工性能的权衡判断采用对比评定法，当设计建筑与参照建筑的能耗计算均采用同一软件时，采用不同软件的权衡判断结论可基本保持一致。

建筑所在地的气候条件决定了建筑的供暖、空调能耗。权衡判断计算时，需要输入全年 8760h 的逐时气象参数。在计算设计建筑和参照建筑能耗时采用相同的气象参数，可以避免由于室外气候差异造成的能耗计算差异，保证权衡判断结果的正确性。

C.0.6 本条对权衡判断时所必需的计算参数作出了规定，以保证权衡判断结果的合理性。

C.0.7、C.0.8 规范对权衡判断时判定指标的计算方法作出了规定，以保证判定指标计算方法的统一。