

DBJ

湖南省工程建设地方标准

DBJ xxxxxx

备案号 xxxxx

湖南省工业建筑节能设计标准

Design standard for energy efficiency of industrial buildings

in Hunan Province

(报批稿)

2023-x-x 发布

2023-x-x 实施

湖南省住房和城乡建设厅 发布

前 言

根据湖南省住房和城乡建设厅《关于公布 2021 年湖南省工程建设地方标准制（修）订计划项目的通知》（湘建科函〔2020〕169 号），制定本标准。

编制组经过广泛调查，总结湖南省工业建筑节能工程经验，参考国内外相关标准和应用研究成果，结合湖南省城乡建设发展的需求，广泛征求了设计、施工、建设主管部门等相关单位意见反复讨论、协调、修改和专题论证，最后经审查定稿。

本标准共分 9 章：1 总则；2 术语和符号；3 基本规定；4 建筑；5 供暖空调与通风；6 给水排水；7 电气；8 能量回收与可再生能源利用；9 监测与控制。根据住房和城乡建设部《工程建设标准涉及专利管理办法》（建办标〔2017〕3 号）文件要求，主编单位声明：本标准不涉及任何专利情况，如在使用过程中发现涉及专利技术请及时与编制组联系。

本标准由湖南省住房和城乡建设厅负责管理，由主编单位湖南大学负责具体技术内容的解释。本标准在执行过程中，请各单位注意总结经验，积累资料，及时将有关意见和建议反馈给湖南大学（地址：长沙市麓山南路 2 号，邮箱：jyjzgzzx@163.com），以供修订参考。

主编单位： 湖南大学

参编单位： 湖南大学设计研究院有限公司

中国轻工业长沙工程有限公司

中机国际工程设计研究院有限责任公司

湖南省建筑设计院集团股份有限公司

伟大集团节能房股份有限公司

中国建材检验认证集团湖南有限公司

湖南斯多孚节能科技有限公司

北京构力科技有限公司

湖南筑健康科技有限公司

主要起草人：刘宏成 江山红 阳小华 向 宏 李 宁 曾 伟
段正湖 贾 煜 吴 斌 谭 畅 张勇华 金 津
邓 广 杨 晓 朱虹旭 苏业炜 谭文杰 谢 丹
朱峰磊 赵磊仁

主要审查人：朱晓鸣 尹建新 晏益力 毛湘瑾 周凌宇 谢 晖
袁雄兵

目次

1 总则.....	1
2 术语和符号.....	2
2.1 术语.....	2
2.2 符号.....	3
3 基本规定.....	6
3.1 分类与基本原则.....	6
3.2 室内环境参数.....	6
4 建筑.....	8
4.1 一般规定.....	8
4.2 建筑设计.....	8
4.3 围护结构热工设计.....	10
4.4 一类工业建筑围护结构热工性能的权衡判断.....	13
5 供暖空调与通风.....	14
5.1 一般规定.....	14
5.2 通风除尘.....	15
5.3 空气调节.....	16
5.4 供暖.....	21
5.5 冷热源.....	22
6 给水排水.....	28
6.1 一般规定.....	28
6.2 给水 排水.....	28
6.3 生活热水.....	29
7 电气.....	30
7.1 一般规定.....	30
7.2 电力.....	30
7.3 照明.....	31
8 能量回收与可再生能源利用.....	33
8.1 一般规定.....	33

8.2 能量回收.....	33
8.3 可再生能源利用.....	34
9 监测与控制.....	36
9.1 一般规定.....	36
9.2 监测.....	36
9.3 控制.....	37
附录 A 工业建筑能耗计算.....	40
附录 B 工业建筑体积、面积与高度计算原则.....	42
附录 C 建筑节能常用材料热物理性能参数取值表.....	43
附录 D 工业建筑金属围护结构典型构造传热系数.....	51
附录 E 常用外窗及玻璃热工性能参数.....	54
附录 F 建筑外遮阳系数的简化计算方法.....	56
本标准用词说明.....	62
引用标准名录.....	63
附：条文说明.....	66

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms.....	2
2.2	Symbols.....	3
3	Basic requirements.....	6
3.1	Category and basic principle.....	6
3.2	Indoor environment parameter.....	6
4	Building.....	8
4.1	General requirements	8
4.2	Architectural design	8
4.3	Building envelope thermal design	10
4.4	Category I industrial building envelope thermal performance trade-off.....	13
5	Heating, Air Conditioning and Ventilation	14
5.1	General requirements	14
5.2	Ventilation and dust removal.....	15
5.3	Air conditioning	16
5.4	Heating	21
5.5	Heating and cooling source.....	22
6	Water supply and drainage	28
6.1	General requirements	28
6.2	Water supply drainage.....	28
6.3	Domestic hot water	29
7	Electric	30
7.1	General requirements	30
7.2	Electric power	30
7.3	Lighting.....	31
8	Energy recovery and renewable energy utilization.....	33

8.1 General requirements	33
8.2 Energy recovery	33
8.3 Renewable energy utilization.....	34
9 Monitor and control	36
9.1 General requirements	36
9.2 Monittor	36
9.3 Control	37
Appendix A Calculation for energy consumption of industrial buildings	40
Appendix B Calculation of volume, area and height for industrial buildings	42
Appendix C Therrmal physical properties table of commonly used materials in energy-saving buildings	43
Appendix D Heat transfer coefficient of metal envelope for industrial buildings.....	51
Appendix E Therrmal performance parameters of commonly used exterior windows and glass	54
Appendix F Simplified calculation of the external shading coefficient of building elements	56
Explanation of wording in the standard	62
List of quoted standards	63
Addition: Explanation of provisions	66

1 总则

1.0.1 为贯彻国家有关节约能源、保护环境的法律法规和方针政策，规范湖南省工业建筑节能设计，节约和合理利用能源，提高资源利用效率，减少建筑碳排放，结合湖南省气候特点和具体情况，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于湖南省新建、改建及扩建工业建筑的节能设计。对于工业项目中配套设置的生活、行政办公和研发等建筑的节能设计，应按相关公共建筑或居住建筑节能设计标准执行。特殊行业工业建筑中对节能设计有特殊要求的，应按相应技术标准执行。

1.0.3 湖南省工业建筑节能设计除应符合本标准的规定外，尚应符合现行国家、行业及湖南省有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 工业建筑 industrial building

从事各类工业生产或直接为工业生产服务的建筑，包括主要生产建筑、辅助生产建筑、仓储建筑及辅助用房。

2.1.2 辅助用房 auxiliary room

设置在工业建筑中，直接为工业生产服务的实验分析、车间管理用房。

2.1.3 工业建筑能耗 energy consumption of industrial building

工业建筑在使用过程中所消耗各类能源的总量。包括为保证建筑室内环境要求、建筑给排水系统正常运行所产生的各种能源耗量，不包括工业生产能耗。

2.1.4 工业建筑节能 industrial building energy efficiency

在工业建筑规划、设计和使用过程中，在满足规定的建筑功能要求和室内外环境质量的前提下，通过采取技术措施和管理手段，实现零能耗或降低运行能耗、提高能源利用效率的过程。

2.1.5 余热强度 intensity of waste heat

室内人员、照明以及生产工艺过程中产生并放散到工业建筑室内单位体积空间环境中的热量。

2.1.6 总窗墙面积比 total window wall area ratio

工业建筑外墙上的门窗洞口总面积与外墙总面积的比值。

2.1.7 围护结构热工性能权衡判断 thermal performance trade-off judgment of enclosure structure

当工业建筑设计不能完全满足围护结构热工设计规定指标要求或计算条件时，通过计算并比较参照建筑和设计建筑的全年供暖和空调能耗，判定其围护结构的总体热工性能是否符合节能设计或室内环境要求的方法，本标准简称权衡判断。

2.1.8 参照建筑 reference building

进行权衡判断时，作为计算满足标准要求的全年供暖和空调能耗用的基准建筑。

2.1.9 电冷源综合制冷性能系数 (SCOP) system coefficient of refrigeration performance

设计工况下，电驱动的制冷系统的制冷量与制冷机、冷却水泵及冷却塔净输入能量之比。

2.2 符号

2.2.1 通用符号

D——热惰性指标；

D_{BRL} ——锅炉额定蒸发量；

K——传热系数；

n——劳动强度指数；

Q_{BRL} ——锅炉额定热功率；

q_1 ——每小时每米缝隙的空气渗透量；

q_2 ——每小时每平方米面积的空气渗透量；

Se——玻璃的遮蔽系数；

SHGC——太阳得热系数；

η ——锅炉额定工况热效率；

ϕ ——遮阳金属穿孔板穿孔率；

τ_v ——可见光透射比。

2.2.2 风管系统单位风量耗功率计算

P——空调机组的余压或通风系统风机的全压；

W_s ——单位风量耗功率；

η_{CD} ——电机及传动效率；

η_F ——风机效率。

2.2.3 空调冷（热）水系统耗电输冷（热）比计算

EC(H)R-a——空调冷（热）水系统循环水泵的耗电输冷（热）比；

A' ——与水泵流量有关的计算系数；
 B' ——与机房及用户的水阻力有关的计算系数；
 G ——每台运行水泵的设计流量；
 H ——每台运行水泵对应的设计扬程；
 ΣL ——设计室外管网供回水管道的总长度；
 q ——设计冷/热负荷；
 ΔT ——设计供回水温差；
 α ——与 ΣL 有关的计算系数。
 η_b ——每台运行水泵对应的设计工作点效率。

2.2.4 集中供暖系统耗电输热比计算

$EHR-h$ ——集中供暖系统的循环水泵的耗电输热比；
 A' ——与水泵流量有关的计算系数；
 B' ——与机房及用户的水阻力有关的计算系数；
 G ——每台运行水泵的设计流量；
 H ——每台运行水泵对应的设计扬程；
 $\Sigma L'$ ——设计热力站至供暖末端供回水管道的总长度；
 q ——设计热负荷；
 ΔT ——设计供回水温差；
 α ——与 $\Sigma L'$ 有关的计算系数；
 η_b ——每台运行水泵对应的设计工作点效率。

2.2.5 冷水机组的综合部分负荷性能系数计算

$IPLV$ ——综合部分负荷性能系数；
 a ——100%负荷时的性能系数；
 b ——75%负荷时的性能系数；
 c ——50%负荷时的性能系数；
 d ——25%负荷时的性能系数。

2.2.6 电冷源综合制冷性能系数计算

$SCOP$ ——电冷源综合制冷性能系数；
 ΣQ ——电驱动的制冷机的额定制冷量之和；

ΣN ——冷源的净输入功率。

2.2.7 全年工业建筑能耗计算

E ——全年工业建筑能耗；

E_1 ——全年空调系统能耗；

E_2 ——全年供暖系统能耗；

E_3 ——全年通风除尘系统能耗；

E_4 ——全年给排水系统能耗；

E_5 ——全年照明系统能耗；

E_6 ——余热、可再生能源利用量；

E_7 ——除空调、供暖、通风除尘、给排水、照明系统和余热、可再生能源利用以外的其他能耗；

E_z ——全年工业综合能耗；

E_g ——全年工艺能耗；

E_q ——工艺能耗以外的其他能耗。

2.2.8 工业建筑能耗指标计算：

I ——工业综合能耗指标；

I_j ——工业建筑能耗指标。

2.2.9 外遮阳系数计算

SD ——外遮阳系数；

A 、 B 、 C 、 F ——外遮阳的构造定性尺寸；

x ——外遮阳特征值；

a^* 、 b^* ——拟合系数。

2.2.10 非透明外遮阳系数计算

SD^* ——外遮阳的遮阳板采用非透明材料制作时的外遮阳系数；

η^* ——遮阳板的透射比。

3 基本规定

3.1 分类与基本原则

3.1.1 工业建筑节能设计应按表 3.1.1 进行分类设计。

表 3.1.1 工业建筑节能设计分类

类别	环境控制及能耗方式	建筑节能设计原则
一类	供暖、空调	通过围护结构保温和供暖系统节能设计,降低冬季供暖能耗;通过围护结构隔热和空调系统节能设计,降低夏季空调能耗。
二类	通风	通过围护结构隔热、自然通风和机械通风系统节能设计,改善室内热环境、降低通风能耗。

3.1.2 在建筑中合理使用能源,充分利用可再生能源,提高能源利用效率、减少碳排放应贯穿建筑设计的各个阶段。

3.1.3 方案设计和初步设计的“设计总说明”中,应单列“建筑节能设计说明”章节。建筑节能设计说明应包括设计依据、设计参数、主要节能措施、建筑能耗、可再生能源利用措施及碳排放强度等。工业建筑能耗计算应符合本标准附录 A 的规定。

3.1.4 施工图设计文件中应分专业说明该工程项目采取的建筑节能措施及其使用要求。

3.1.5 建筑节能设计与可再生能源利用设计在实施过程中发生重大变更的应按规定进行设计审批,设计变更不应降低原设计建筑节能性能。

3.2 室内环境参数

3.2.1 工业建筑中体力劳动强度级别应按现行国家标准《工作场所有害因素职业接触限值第 2 部分:物理因素》GBZ2.2 进行分类。

3.2.2 空气调节室内设计参数应符合下列规定:

1 工艺性空气调节室内温湿度参数及其允许波动范围应根据工艺需要及卫生要求确定;

2 舒适性空气调节室内设计参数宜符合表 3.2.2 的规定。

表 3.2.2 舒适性空气调节室内设计参数

参数	冬季	夏季
温度 (°C)	18~22	26~28
相对湿度 (%)	—	40~70

3.2.3 集中供暖室内设计温度应符合下列规定：

- 1 工作地点供暖室内设计温度应结合劳动强度按表 3.2.3-1 确定。

表 3.2.3-1 工作地点供暖室内设计温度

体力劳动强度级别	温度 (°C)
轻劳动	16
中等劳动	14
重劳动	12
极重劳动	10

- 2 工业建筑中辅助用室供暖室内设计温度应按表 3.2.3-2 确定。

表 3.2.3-2 辅助用室供暖室内设计温度

房间名称	温度 (°C)
浴室、更衣室	25
实验分析、办公室、休息室	18

- 3 生产工艺对厂房温、湿度有要求时，应按工艺要求确定室内设计温度。

3.2.4 当工艺无特殊要求时，生产厂房夏季工作地点的通风设计温度不应超过表 3.2.4 的规定。

表 3.2.4 夏季工作地点通风设计温度

夏季通风室外计算温度 (°C)	≤29	30	31	32	≥33
工作地点允许最高温度 (°C)	32	33	34	35	35

4 建筑

4.1 一般规定

4.1.1 建筑总图设计应结合场地自然条件，对建筑物的间距、体形、朝向等进行优化设计，充分利用天然采光、夏季自然通风和冬季日照，避免大量热、蒸汽或有害物质影响相邻建筑，并为可再生能源利用创造条件。

4.1.2 建筑总图设计应充分利用工业厂区水、植被等自然条件，合理组织绿地和水域，减少硬化地面，营建有利的区域生态环境。

4.1.3 以风压自然通风为主的工业建筑，其迎风面与夏季主导风向宜成 $60^{\circ}\sim 90^{\circ}$ ，且不宜小于 45° 。

4.1.4 建筑设计应遵循被动式节能措施优先的原则，充分利用天然采光和自然通风，合理选择围护结构保温隔热遮阳措施，改善室内热环境、降低建筑能耗。

4.1.5 建筑总图设计和建筑设计应合理确定能源设备机房的位置，缩短能源输送距离。

4.2 建筑设计

4.2.1 建筑内部功能布局应区分不同生产区域。在满足工艺需求的基础上，对于大量散热的热源，宜放在生产厂房的外部并与辅助用室保持距离。

4.2.2 当热源靠近厂房的一侧外墙布置，且外墙与热源之间无工作地点时，该侧外墙的进风口应布置在不受热源干扰和影响的位置。

4.2.3 二类工业建筑宜采用单跨结构，当多跨布置时，宜将冷热跨间隔布置，避免热跨相邻。

4.2.4 充分利用自然通风消除工业建筑余热、余湿，并符合下列规定：

1 宜对建筑进行自然通风潜力分析，依据气候条件确定自然通风策略并优化建筑设计；

2 自然通风量的计算应同时考虑热压以及风压的作用；

3 以自然通风为主的工业建筑应有足够的进、排风面积，进、排风口面积

宜相近。当进、排风口面积无法保证时，应采用机械通风进行补充；

4 当不能满足室、内外环境和空气质量要求时，不应采用自然通风。

4.2.5 自然通风应采用便于操作和维修的进、排风口或窗扇，并符合下列规定：

1 优先采用外窗作为自然通风进、排风口，无特殊工艺要求时外窗可开启面积不宜小于窗面积的 30%；

2 进、排风口或窗扇应具有可调节功能。

4.2.6 建筑设计应充分利用天然采光，改善室内采光效果。大跨度或大进深的厂房采光设计时，宜采用顶部天窗或导光管系统等采光措施。

4.2.7 在大型厂房方案设计阶段，宜进行采光模拟分析计算和采光的节能量核算。

4.2.8 屋面宜兼顾夏季隔热与冬季保温要求，宜采用下列隔热保温措施：

1 浅色外表面；

2 光伏与遮阳一体化屋面或保温隔热一体化屋面板屋面。屋面面积较小的仓库或辅助用室可采用有保温层的通风坡屋面；

3 屋面防水层下设置的保温层为多孔或纤维材料时，应设置隔汽层或采取排气措施。

4.2.9 外墙宜采用下列隔热保温措施：

1 浅色外饰面；

2 外保温、自保温或保温结构一体化体系；

3 遮阳、通风隔热等；

4.2.10 建筑应采用预制构件、定型产品或成套技术。采用预制装配式围护结构时，应有保证气密性和水密性的措施。

4.2.11 建筑外窗宜采取遮阳措施，应符合下列规定：

1 设置建筑外遮阳装置时，应兼顾夏季通风及冬季日照，并应满足安全性与防雨要求；

2 东、西向宜设置活动外遮阳，南向宜设置水平外遮阳；

3 采用卷帘、百叶等正面活动外遮阳时，外窗传热系数应按表 4.2.12 进行修正。

表 4.2.11 正面活动外遮阳外窗传热系数的修正系数

外遮阳	卷帘	百叶
修正系数	0.85	0.95

4.2.12 空气调节区宜集中布置。室内温、湿度基数和使用要求相近的空气调节区宜相邻布置。

4.2.13 工艺性空气调节区的外墙、外窗、门及其所在楼层应符合表 4.2.13 的规定。

表 4.2.13 工艺性空气调节区围护结构及所在楼层要求

项目	室温允许波动范围 (°C)	要求
外墙	±1.0	宜减少外墙，如有外墙时宜北向
	小于或等于±0.5	不宜有外墙，如有外墙时应北向
	±(0.1~0.2)	不应有外墙
外窗	大于±1.0	应设置可开启外窗，宜北向
	±1.0	不应有东、西向外窗
	小于或等于±0.5	不宜有外窗，如有外窗时应北向
门	±1.0	不宜设置外门，如有经常开启的外门，应设门斗； 内门两侧温差大于或等于 7°C 时，宜设门斗
	±0.5	不应有外门； 内门两侧温差大于 3°C 时，宜设门斗
	±(0.1~0.2)	内门不宜通向室温基数不同或室温允许波动范围大于±1.0°C 的邻室。
	外门门缝应严密，当门两侧的温差大于或等于 7°C 时，应采用保温门。	
所在楼层	±1.0	宜避免在顶层
	小于或等于±0.5	宜布置在室温允许波动范围较大的空气调节区； 布置在单层建筑物内时，宜设通风屋顶； 宜在底层
	±(0.1~0.2)	宜在底层

4.3 围护结构热工设计

4.3.1 一类工业建筑围护结构的热工性能应符合表 4.3.1 的规定。

表 4.3.1 围护结构热工性能限值

围护结构部位		传热系数 $K[W/(m^2 \cdot K)]$	
屋面		≤ 0.70	
外墙		≤ 1.10	
外窗		传热系数 K $[W/(m^2 \cdot K)]$	太阳得热系数 SHGC (东、南、西/北向)
立面 外窗	总窗墙面积比 ≤ 0.20	≤ 3.60	—
	$0.20 <$ 总窗墙面积比 ≤ 0.40	≤ 3.40	$\leq 0.60/—$
	总窗墙面积比 > 0.40	≤ 3.20	$\leq 0.45/0.55$
屋顶透光部分		≤ 3.50	≤ 0.45

4.3.2 一类工业建筑总窗墙面积比不应大于 0.50，屋顶透光部分面积不应大于屋顶总面积的 15%。当不符合本条规定时，应按本标准第 4.4 节规定进行权衡判断。

4.3.3 工业建筑围护结构夏季隔热性能应符合下列规定：

- 1 一类工业建筑屋面和外墙内表面最高温度应符合表 4.3.3-1 的规定；
- 2 二类工业建筑屋面内表面最高温度宜符合表 4.3.3-2 的规定。

表 4.3.3-1 一类工业建筑外墙和屋面内表面最高温度限值

围护结构部位	重质围护结构 ($D \geq 2.5$)	轻质围护结构 ($D < 2.5$)
屋面内表面最高温度	\leq 室内空气温度+2.5	\leq 室内空气温度+3.5
外墙内表面最高温度	\leq 室内空气温度+2	\leq 室内空气温度+3

表 4.3.3-2 二类工业建筑屋面内表面最高温度推荐值

围护结构部位	重质屋面 ($D \geq 2.5$)	轻质屋面 ($D < 2.5$)
屋面内表面最高温度	\leq 室外逐时空气温度最高值	\leq 室外逐时空气温度最高值+0.5

4.3.4 二类工业建筑围护结构热工性能宜按余热强度确定，并符合以下规定：

- 1 屋面传热系数不宜大于 $0.8W/(m^2 \cdot K)$ ，热惰性指标不宜小于 2.5；当热惰性指标小于 2.5 时，应采取浅色、遮阳或架空通风等隔热措施；
- 2 当余热强度不大于 $10W/m^3$ 时，围护结构宜采用非开敞式，外门窗气密性宜不低于 4 级。

4.3.5 二类工业建筑中设置供暖、空调系统的辅助用室，其围护结构应符合以下规定：

1 热工性能应满足本标准条文 4.3.1 的规定，且供暖空调房间与非供暖空调房间之间的隔墙或楼板传热系数不应大于 $1.50 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ ；

2 总窗墙面积比应采用辅助用室外门窗洞口总面积与房间外墙总面积（含外门窗面积）之比。

4.3.6 工艺性空气调节区围护结构的传热系数应符合表 4.3.6 的规定。

表 4.3.6 工艺性空气调节区围护结构热工性能限值

围护结构部位		室温允许波动范围		
		$\pm (0.1\sim 0.2)$	± 0.5	± 1.0
屋顶	传热系数 K [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]	—	—	≤ 0.7
	热惰性指标 D	—	≥ 3	—
顶棚	传热系数 K [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]	≤ 0.5	≤ 0.7	≤ 0.7
	热惰性指标 D	≥ 4	≥ 3	—
外墙	传热系数 K [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]	—	≤ 0.8	≤ 1.0
	热惰性指标 D	—	≥ 4	—
内墙和楼板	传热系数 K [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]	≤ 0.7	≤ 0.9	≤ 1.2

注：表中内墙和楼板的相关数值仅适用于相邻空气调节区的温差大于 3°C 时。

4.3.7 建筑围护结构热工性能参数计算应符合下列规定：

1 外墙和屋面的传热系数应为包括结构性热桥在内的平均传热系数，平均传热系数应按现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015 的相关规定进行计算；

2 常用材料热物理性能参数按附录 C 取值；

3 金属围护结构典型构造传热系数可按本标准附录 D 选用；

4 外窗（透光幕墙）的传热系数可按本标准附录 E 选用；

5 透光围护结构的太阳得热系数应按现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015 的相关规定计算，门窗、透光幕墙的太阳得热系数可按本标准附录 E 选用，外遮阳系数可按本标准附录 F 计算；

6 采用多孔材料保温外墙时，应进行冷凝验算。

4.3.8 一类工业建筑采用金属外围护结构时，构造层设计应满足气密性不大于 $1.2\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

4.3.9 一类工业建筑外门窗在 10Pa 压差下，每小时每米缝隙的空气渗透量 q_1 不应大于 2.5m^3 ，每小时每平方米面积的空气渗透量 q_2 不应大于 7.5m^3 。

4.4 一类工业建筑围护结构热工性能的权衡判断

4.4.1 按本标准 4.3.2 条要求进行权衡判断的设计建筑，其围护结构的热工性能不应低于本标准第 4.3.1 条的规定。

4.4.2 参照建筑的形状、大小、朝向、窗墙面积比、内部的空间划分、使用功能、使用特点应与设计建筑完全一致。参照建筑围护结构热工性能指标应符合本标准的规定；未作规定时，参照建筑应与设计建筑一致。建筑功能区除设计文件明确为非空调区外，均应按设置供暖和空气调节系统计算。

4.4.3 建筑围护结构热工性能的权衡判断采用对比评定法，判定指标为总耗煤量，并应符合下列规定：

1 总耗煤量应为全年供暖和空调能耗的折算标煤量；

2 当设计建筑总耗煤量不大于参照建筑时，应判定围护结构的热工性能符合本标准的要求；

3 当设计建筑的总耗煤量大于参照建筑时，应调整围护结构的热工性能重新计算，直至设计建筑的总耗煤量不大于参照建筑。

4.4.4 建筑围护结构热工性能权衡判断使用软件、计算方法和边界条件设置应符合《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 的规定。

4.4.5 一类工业建筑围护结构热工性能权衡判断优化时，宜根据经济成本投资回收期进行优化方案的设计比较。

5 供暖空调与通风

5.1 一般规定

5.1.1 供暖空调与通风的技术方案，应根据生产工艺和建筑设计要求，结合气象条件和能源状况，在遵循安全、节能、环保和相关政策规定的基础上，按照通风优先、热湿调控与之配合，以及有利于提高能源利用效率的设计原则，进行技术经济比较后确定。

5.1.2 供暖、空调系统施工图设计时，应对设置供暖、空调装置的每个房间进行热负荷和逐项逐时冷负荷计算。

5.1.3 供暖、空调系统水泵选型应根据系统计算流量、总阻力及水泵性能曲线确定，并应符合下列规定：

- 1 水泵的额定工况效率不应低于现行国家标准《清水离心泵能效限定值及节能评价值》GB19762 规定的节能评价值；

- 2 水泵设计工作点应位于水泵经济工作区之内，循环水泵应与系统的“流量-扬程”特性匹配；

- 3 水泵的运行调节应能满足系统运行工况变化的要求，水泵的工作点宜位于经济工作区之内；

- 4 水泵并联时，各台水泵的扬程应接近。水泵串联时，上一级与下一级水泵的总流量应相近。

5.1.4 通风、空调的风口形式及参数应优先选择已有的经典气流组织计算公式进行计算确定。当没有气流组织计算公式或经气流组织计算公式计算不满足要求时，可采用计算机模拟软件进行优化分析。

5.1.5 热水、冷冻水及空调风管供应系统的管网及设备应采取保温保冷措施，绝热层的设置应符合现行国家标准《设备及管道绝热设计导则》GB/T8175 的有关规定，热水、冷冻水及空调风管保温及保冷厚度应符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189 的有关规定。

5.1.6 高温高压蒸汽宜采用梯级综合利用方式，不宜直接减压减温供热。

5.2 通风除尘

5.2.1 工业厂房宜采用自然通风，当自然通风不能满足卫生、环保或生产工艺要求时，应采用自然与机械复合通风或机械通风方式。

5.2.2 对于有集中热源、集中污染源或操作岗位固定的工业建筑，宜采用局部通风系统。集中热源上部设置局部排风罩时，其罩口高度宜在距热源表面 1 倍~2 倍热源直径或 1 倍~2 倍长边尺寸高度处。

5.2.3 工业槽边排风罩的排风口风速应分布均匀，且应符合下列规定：

1 槽宽小于或等于 700mm 时，宜采用单侧槽边排风罩；槽宽大于 700mm 且小于或等于 1200mm 时，宜采用双侧或环形槽边排风罩；

2 槽宽大于 1200mm 时，宜采用吹吸式排风罩；

3 圆形槽直径为 500mm~1000mm 时，宜采用环形排风罩。

5.2.4 排风应经过净化，并应符合国家现行标准《工业企业设计卫生标准》GBZ1 和《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50019 的有关规定，可排至室内。

5.2.5 热源集中在上部的高大厂房，当下部工作区有供暖需求且上部空气满足室内空气品质要求时，可采用通风机将上部热空气送至下部工作区。

5.2.6 满足工艺要求时，宜选用高效低阻的除尘器及净化设备。

5.2.7 选用袋式除尘器时，应采用合理的流通结构、清灰方法和过滤风速，并选用低阻的滤料。袋式除尘器宜采用压差自动控制技术进行清灰，终阻力不应超过 1500Pa。

5.2.8 通风系统风管应符合下列规定：

1 管道布置应通过合理走向、减小长度、减少局部构件个数及减小阻力系数的方法来降低风管阻力；

2 风管宜采用表面光滑的材料制作；

3 矩形风管宽高比、风管弯头、变径、三通等应符合现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 的有关规定；

4 通风系统风管不应超过风管限制流速，其限制流速应符合现行国家标准《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 的有关规定。

5.2.9 通风机选型应根据系统计算风量、总阻力及风机性能曲线确定，并应符合

下列规定：

1 风机能效等级不应低于现行国家标准《通风机能效限定值及能效等级》GB19761 规定的 2 级；

2 风机设计工作点应位于风机经济工作区之内，风机应与系统“流量-压力”特性匹配；

3 系统风量较大、使用时间较长且运行工况（风量、风压）有较大变化时，宜采用双速或变频调速风机；

4 单台风机能满足系统要求时，不宜采用多台风机联合工作。确需多台风机联合工作时，宜选择同型号、同性能的风机并联，应选择同风量风机串联。变速风机并联或串联安装时应同步调速。

5.2.10 不同时工作的除尘点不宜合并为一个除尘系统，必须为一个系统时宜设置与工艺设备连锁的启闭阀，控制系统风量。风机风量应与系统同步调节。

5.3 空气调节

5.3.1 在满足工艺要求的条件下，应减少空调区的面积和散热、散湿设备。当采用局部空调或局部区域空调能满足要求时，不应采用全室性空调。

5.3.2 全空气空调系统应符合下列规定：

1 温度、湿度基数不同或使用时间不同的空调区，不应划分在同一空调系统中；

2 新风、回风及排风系统应满足在过渡季时全新风或加大新风比的需求；

3 全空气系统宜采用单风管送风方式；

4 设有排除余热的局部排风系统时，空调系统不应直接从有较大发热量的区域回风；

5 应合理设置空调机房，空调系统送风半径不宜大于 80m。

5.3.3 热湿比较小或全年的热湿比变化较大的空调区，宜采用温湿度独立调节空调系统。采用温湿度独立调节空调系统时，应符合下列规定：

1 采用新风除湿和高温冷水空调供冷相结合的方式；

2 不应采用再热空气处理方式。

5.3.4 全空气空调系统的空气处理机组的风机宜采用变频装置。

5.3.5 定风量空调系统宜采用新风与回风的焓值控制方法。

5.3.6 风机盘管加新风系统宜将新风直接送入空调区，不应经过风机盘管再送出。

5.3.7 当工艺条件允许及技术经济合理时，空调系统宜设置热回收装置，且排风热回收装置的额定热回收效率应符合表 5.3.7 规定。

表 5.3.7 排风热回收装置的额定热回收效率

类型	效率 (%)	
	制冷	制热
全热回收效率	≥55	≥60
显热回收效率	≥65	≥70

5.3.8 排风热回收系统的净回收效率应符合下列规定：

- 1 当采用全热回收时，系统的净回收效率不应小于 48%；
- 2 当采用显热回收时，系统的净回收效率不应小于 55%；
- 3 当溶液循环式热回收时，系统的净回收效率不应小于 40%。

5.3.9 空调机组的空气过滤器宜设置过滤器阻力监测、报警装置，其阻力应符合下列规定：

- 1 粗效过滤器的初阻力不应大于 50Pa，终阻力不应大于 100Pa；
- 2 中效过滤器的初阻力不应大于 80Pa，终阻力不应大于 160Pa；
- 3 高中效过滤器的初阻力不应大于 100Pa，终阻力不应大于 200Pa；
- 4 亚高效过滤器的初阻力不应大于 120Pa，终阻力不应大于 240Pa。

5.3.10 空气调节系统送风温差应按焓湿图表示的空气处理过程计算确定。舒适性空调系统采用上送风气流组织时，应加大夏季设计送风温差，并符合下列规定：

- 1 送风高度不大于 5m 时，送风温差不宜小于 5℃；
- 2 送风高度大于 5m 时，送风温差不宜小于 10℃。

5.3.11 对有空调要求、建筑空间高度大于或等于 10m，且体积大于 10000m³ 的高大厂房，宜采用分层空调，建筑空间高度的计算应按本标准附录 G 的规定计算确定。

5.3.12 空调系统的送、回风不宜采用土建风道。

5.3.13 符合下列条件之一时，宜采用蒸发冷却空调系统：

- 1 显热负荷大，但散湿量较小或无散湿量，且全年需要以降温为主的高温

车间；

2 要求湿度较高或湿度无严格限制的生产车间。

5.3.14 除特殊的工艺要求外，在同一个空气调节系统中，不宜采用冷却和加热、加湿和除湿相互抵消的处理过程。

5.3.15 机械通风、空调系统作用半径不宜过大。当风量大于 10000m³/h 时，风管系统单位风量耗功率不宜大于表 5.3.14 的规定。风管系统单位风量耗功率应按式计算：

$$W_s = P / 3600 \times \eta_{CD} \times \eta_F \quad (5.3.15)$$

式中：W_s——单位风量耗功率[W / (m³ / h)]；

P——空调机组的余压或通风系统风机的全压(Pa)；

η_{CD}——电机及传动效率(%)，η_{CD}取 0.855；

η_F——风机效率(%)，按设计图中标注的效率选择。

表 5.3.15 风管系统的单位风量耗功率限值 W_s

系统形式	W _s [W / (m ³ / h)]
新风系统	0.24
定风量系统	0.27
变风量系统	0.29
全空气系统	0.30
机械通风系统	0.27

5.3.16 空调冷却水系统设计应符合下列规定：

1 多台冷却水泵和冷却塔之间通过共用集管连接时，应使各台冷却塔并联环路的压力损失大致相同，在冷却塔之间宜设平衡管或各台冷却塔底部设置公用连通水槽；

2 间歇运行的开式冷却水系统，冷却塔底盘或集水箱的有效存水容积应大于湿润冷却塔填料等部件所需水量，以及停泵时靠重力流入的管道等的水容

量；

3 当设置冷却水集水箱且确需设置在室内时，集水箱宜设置在冷却塔的下一层，且冷却塔布水器与集水箱设计水位之间的高差不应超过 8m；

4 应具有过滤、缓蚀、阻垢、杀菌、灭藻等水处理功能。

5.3.17 空调冷热水系统的设计，应符合下列规定：

1 应根据使用时间、末端设备的水力特性和各空调房间的负荷，合理划分和均匀布置环路，并进行水力平衡计算；当设计工况下并联环路之间压力损失的相对差额超过 15%时，应采取设置水力平衡装置等措施；

2 冷水机组的冷水供、回水设计温差不应小于 5℃；在技术可靠、经济合理的前提下，宜加大冷水供、回水温差；

3 冷水水温和供回水温差要求一致且各区域管路压力损失相差不大的中小型工程，宜采用变流量一级泵系统；单台水泵功率较大时，经技术和经济比较，在确保设备的适应性、控制方案和运行管理可靠的前提下，可采用冷水机组变流量方式；

4 系统作用半径较大、设计水流阻力较高的大型工程，空调冷水宜采用变流量二级泵系统。当各环路的设计水温一致且设计水流阻力接近时，二级泵宜集中设置；当各环路的设计水流阻力相差较大或各系统水温或温差要求不同时，宜按区域或系统分别设置二级泵。

5 冷源设备集中设置且用户分散的区域供冷等大规模空调冷水系统，当二级泵的输送距离较远且各用户管路阻力相差较大，或者水温（温差）要求不同时，可采用多级泵系统。

6 空调水系统的定压和膨胀，应采用高位膨胀水箱方式；当采用膨胀水箱确有困难或不合理时，可采用其他方式。系统膨胀水不应直接排泄。

5.3.18 除空调冷水系统和空调热水系统的设计流量、管网阻力特性及水泵工作特性相近的情况外，两管制空调水系统应分别设置冷水和热水循环泵。

5.3.19 空调冷（热）水系统的循环水泵选型，应计算空调冷（热）水系统耗电输冷（热）比 $[EC(H)R-a]$ ，并应标注在施工设计说明中。空调冷（热）水系统耗电输冷（热）比计算应符合下列规定：

1 空调冷（热）水系统耗电输冷（热）比应按下列公式进行计算：

$$EC(H)R-a = 0.003096 \sum (G \times H / \eta_b) / q \leq A'(B' + \alpha \sum L) / \Delta T$$

(5.3.19)

式中：EC(H)R-a——空调冷（热）水系统循环水泵的耗电输冷（热）比；

G——每台运行水泵的设计流量(m³/h)；

H——每台运行水泵对应的设计扬程(m)；

q——设计冷（热）负荷(kW)；

ΔT——规定的设计供回水温差(°C)，按表 5.3.19-1 选取；

A'——与水泵流量有关的计算系数，按表 5.3.19-2 选取；

B'——与机房及用户的水阻力有关的计算系数，按表 5.3.19-3 选取；

∑L——室外管网供回水管道的总长度(m)

α——与∑L有关的计算系数，按表 5.3.19-4 选取；

η_b——每台运行水泵对应的设计工作点效率(%)。

表 5.3.19-1 ΔT 值 (°C)

冷水系统	热水系统		
	燃气锅炉供热	空气源热泵供热	水源热泵供热
5	10	5	5

表 5.3.19-2 A' 值

G (m ³ /h)	G≤60	60≤G≤200	G≥200
A'	0.004225	0.003858	0.003749

表 5.3.19-3 B' 值

系统组成		四管制单冷、单热管道 B' 值	两管制热水管道 B' 值
一级泵	冷水系统	28	—
	热水系统	22	21
二级泵	冷水系统	33	—
	热水系统	27	25

表 5.3.19-4 α 值

系统	管道长度∑L 范围 (m)		
	∑L≤400	400<∑L<1000	∑L≥1000
两管制冷水 四管制冷水	α=0.02	α=0.016+1.6/∑L	α=0.013+4.6/∑L
两管制热水	α=0.024	α=0.002+1.6/∑L	α=0.016+0.56/∑L
四管制热水	α=0.014	α=0.0125+0.6/∑L	α=0.009+4.1/∑L

2 水泵的耗电输冷（热）比计算参数应符合下列规定：

(1) 水源热泵、空气源热泵、溴化锂机组等的热水供回水温差应按机组实际参数确定；直接提供高温冷水的机组，冷水供回水温差应按机组实际参数确定；

(2) 多台水泵并联运行时，A'值应按较大流量选取；

(3) 两管制冷水管道的B'值应按四管制单冷管道的B'值选取；冷水系统的多级泵每增加一级泵，B'值可增加5；热水系统的多级泵每增加一级泵，B'值可增加4；

(4) 当最不利用户为风机盘管时，室外管网供回水管道的总长度应按机房出口至最远端风机盘管的供回水管道总长度减去100m确定。

5.4 供暖

5.4.1 设置供暖的工业建筑，当工艺对室内温度无特殊要求，且每名工人占用的建筑面积超过100m²时，不宜采用全面供暖系统，宜在固定工作地点设置局部供暖，工作地点不固定时应设置取暖室。

5.4.2 集中供暖系统的热媒应根据建筑物的用途、供热情况和气候特点等条件，经技术经济比较确定，并应符合下列规定：

1 厂区只有供暖用热或以供暖用热为主时，应采用热水作热媒；

2 厂区供热以工艺用蒸汽为主时，生产厂房及辅助用室可采用蒸汽作热媒；

3 利用余热或可再生能源供暖时，热媒及其参数可根据具体情况确定。

5.4.3 供暖热源处应设置供热调节装置，并应根据气象条件、用户侧需求进行调节。

5.4.4 建筑物热力入口处应设置压力平衡装置。

5.4.5 室内热水供暖系统总供、回水压差不宜大于50kPa。应减少热水供暖系统各并联环路之间的压力损失的相对差额，当其超过15%时，应设置调节装置。

5.4.6 热水供暖系统热力入口处供回水温差不宜小于25℃。有条件时应提高供水温度，加大供回水温差。

5.4.7 建筑供暖时，应采取减小建筑垂直温度梯度的技术措施。

5.4.8 应选用外表面刷非金属性涂料的散热器，散热器应明装。对于需要分室自

动控制室温的散热器供暖系统，散热器前应安装恒温控制阀。

5.4.9 需供暖的工业厂房宜采用散热器供暖、辐射供暖等系统形式，不宜采用热风系统进行冬季供暖。

5.4.10 集中供暖系统的循环水泵选型，应计算循环水泵的耗电输热比(EHR-h)，并应标注在施工设计说明中。集中供暖系统耗电输热比应按下式计算：

$$EHR-h = 0.003096 \sum (G \times H / \eta_b) / q \leq A'(B' + \alpha \sum L') / \Delta T \quad (5.4.10)$$

式中：EHR-h——集中供暖系统的循环水泵的耗电输热比；

G——每台运行水泵的设计流量(m³/h)；

H——每台运行水泵的设计扬程(m)；

q——设计热负荷(kW)；

A'——与水泵流量有关的计算系数，按本标准表 5.4.10-1 选取；

B'——与机房及用户的水阻力有关的计算系数，一级泵系统取 17，二级泵系统取 21；

∑ L'——热力站至供暖末端供回水管道的总长度(m)；

ΔT——设计供回水温差(℃)；

α——与∑ L'有关的计算系数，按本标准表 5.4.10-2 选取；

η_b——每台运行水泵对应的设计工作点效率。

表 5.4.10-1 A' 值

G (m ³ /h)	G≤60	60≤G≤200	G≥200
A' 值	0.004225	0.003858	0.003749

表 5.4.10-2 α 值

管道长度∑ L' 范围 (m)	∑ L' ≤400	400 < ∑ L' < 1000	∑ L' ≥1000
α 值	0.0115	0.003833 + 3.067/∑ L	0.0069

5.5 冷热源

5.5.1 供暖、通风、空调冷热源形式应根据建筑物规模、用途、冷热负荷，以及项目所在地区气象条件、能源结构、能源政策、能源价格、环保政策等情况，

经技术经济比较论证确定，并应符合下列规定：

- 1 优先利用工业废热、余热和可再生能源等低品位能源。
- 2 当废热或工业余热的温度较高、经技术经济论证合理时，冷源宜采用吸收式冷水机组。
- 3 无工业废热、余热的地区，可自建锅炉房供热；有供冷需求时，可采用电动压缩式冷水机组供冷；
- 4 具有多种能源（热、电、燃气等）的地区，可采用复合式能源供冷、供热；
- 5 中、小型建筑可采用空气源热泵冷热水机组供冷、供热；
- 6 有工艺冷却水可利用，且经技术经济比较合理时，可采用热泵机组进行热回收供热。

5.5.2 除符合下列情况之一的建筑外，不得采用电作为直接供暖、空调及空气加湿的热源：

- 1 采用燃油、燃煤设备受环保或消防严格限制，且无生产余热或无区域热源及气源时；
- 2 有峰谷电价的区域，经技术经济比较合理，仅在夜间利用低谷电价时段蓄热时；
- 3 远离集中供热的分散独立建筑，无其他可利用的热源，且无法利用热泵供热时；
- 4 利用可再生能源及余热发电，且发电量能满足电热供暖时；
- 5 恒温恒湿区域或室内相对湿度精度要求较高的工艺空调系统，无蒸汽源区域的加湿。
- 6 采用热泵系统，但电辅助加热器的功率不超过设计热负荷的 20%时。

5.5.3 锅炉的选配应符合下列规定：

- 1 应与当地长期供应的燃料种类相适应。在名义工况和规定条件下，锅炉的设计热效率不应低于表 5.5.3-1、表 5.5.3-2 的数值。

表 5.5.3-1 锅炉额定工况下热效率限值

锅炉类型及燃料种类		锅炉额定工况热效率 η (%)	
		锅炉额定蒸发量 D_{BRL} (t/h) 或额定热功率 Q_{BRL} (MW)	
		$D_{BRL} \leq 20$ 或 $Q_{BRL} \leq 14.0$	$D_{BRL} > 20$ 或 $Q_{BRL} > 14.0$
层状燃烧锅炉	II类烟煤	80	81

	III类烟煤	82	84
流化床燃烧锅炉	II类烟煤	86	86
	III类烟煤	88	88
室燃（煤粉）锅炉产品		88	88
燃油燃气锅炉	重油	90	
	轻油	90	
	燃气	92	

表 5.5.3-2 生物质锅炉额定工况下热效率限值

锅炉类型及燃料种类	锅炉额定工况热效率 η (%)	
	锅炉额定蒸发量 D_{BRL} (t/h) 或额定热功率 Q_{BRL} (MW)	
	$D_{BRL} \leq 10$ 或 $Q_{BRL} \leq 7.0$	$D_{BRL} > 10$ 或 $Q_{BRL} > 7.0$
生物质	80	86

2 单台锅炉的设计容量应以保证其具有长时间较高运行效率的原则确定；实际运行负荷率不宜低于其设计负荷的 50%；

3 在保证锅炉具有长时间较高运行效率的前提下，各台锅炉的容量宜相等；

4 当供热系统的设计回水温度小于或等于 50℃时，宜采用冷凝式锅炉，并宜选用配置比例调节燃烧器的炉型；

5 当采用真空锅炉时，最高供水温度宜小于或等于 85℃；

6 燃油燃气锅炉燃烧机应采用具备自动调节火力功能。

5.5.4 当采用电机驱动的蒸汽压缩循环冷水(热泵)机组时，定频或变频水冷机组、风冷或蒸发冷却机组在名义制冷工况和规定条件下的性能系数(COP)应符合现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55051 的有关规定。

5.5.5 电机驱动的蒸汽压缩循环冷水(热泵)机组的综合部分负荷性能系数(IPLV)应按下式计算：

$$IPLV = 1.2\% \times a + 32.8\% \times b + 39.7\% \times c + 26.3\% \times d$$

(5.5.5)

式中：a——100%负荷时的性能系数(W/W)，冷却水进水温度 30℃/冷凝器进气干球温度 35℃；

b——75%负荷时的性能系数(W/W)，冷却水进水温度 26℃/冷凝器进气干球温度 31.5℃；

c——50%负荷时的性能系数(W / W)，冷却水进水温度 23℃/冷凝器进气干球温度 28℃；

d——25%负荷时的性能系数(W / W)，冷却水进水温度 19℃/冷凝器进气干球温度 24.5℃。

5.5.6 采用电机驱动的蒸汽压缩循环冷水（热泵）机组时，其综合部分符合性能系数（IPLV）应符合下列规定：

1 综合部分负荷性能系数（IPLV）计算方法应符合本标准第 5.5.6 条的规定；

2 定频或变频水冷机组、风冷或蒸发冷却机组的综合部分负荷性能系数（IPLV）应符合《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55051 的有关规定。

5.5.7 空调系统的电冷源综合制冷性能系数(SCOP)不应低于表 5.5.7 的规定。对多台冷水机组、冷却水泵和冷却塔组成的冷水系统，应将实际参与运行的所有设备的名义制冷量和耗电功率综合统计计算，当机组类型不同时，其限值应按冷量加权的方式确定。电冷源综合制冷性能系数(SCOP)可按下式计算：

$$SCOP = \sum Q / \sum N$$

(5.5.7)

式中： $\sum Q$ ——电驱动的制冷机的额定制冷量之和(kW)；

$\sum N$ ——冷源的净输入功率之和(kW)，包括冷水机组、冷却水泵及冷却塔或风冷式的风机的输入功率。

表 5.5.7 电冷源综合制冷性能系数(SCOP)

类型		名义制冷量 CC (kW)	综合制冷性能系数 SCOP (kW/kW)
水冷	活塞式/涡旋式	CC≤528	3.40
	螺杆式	CC≤528	3.60
		528<CC<1163	4.10
		CC≥1163	4.40
	离心式	CC≤1163	4.10
		1163<CC<2110	4.40
		CC≥2110	4.60

5.5.8 采用电机驱动的单位式空气调节机、风管送风式空调（热泵）机组时，其名义制冷工况和规定条件下的能效应符合《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55051的有关规定。

5.5.9 房间空气调节器的全年性能系数（APF）和制冷季节能效比（SEER）应符合《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55051的有关规定。

5.5.10 采用蒸汽和热水型溴化锂吸收式冷水机组及直燃型溴化锂吸收式冷（温）水机组时，应选用能量调节装置灵敏、可靠的机型，且在名义工况下的性能参数应符合表 5.5.10 的规定。

表 5.5.10 溴化锂吸收式冷（温）水机组的性能参数

机型	蒸汽压力 (MPa)	名义工况			性能参数	使用范围 (MPa)
		冷（温）水进/ 出水温度（℃）	冷却水进水 温度（℃）	冷却水出水 温度（℃）	单位制冷量 加热源耗量 [kg/(kW·h)]	
蒸汽 单效	0.1	12/7	32	40	≤2.17	0.087~0.12
蒸汽 双效	0.4			38	≤1.19	0.35~0.45
	0.6				≤1.11	0.50~0.65
	0.8				≤1.09	0.65~0.85
直燃	—	供冷 12/7	32	35	≥1.30(W/W)	—
	—	供热-/60	—	—	≥0.9(W/W)	—

5.5.11 空气源热泵机组的设计应符合下列规定：

- 1 具有先进可靠的融霜控制，融霜时间总和不应超过运行周期时间的 20%；
- 2 需连续运行或对室内温度稳定性有要求的空气调节系统，空调宜设置辅助热源，并按当地平衡点温度确定辅助加热装置的容量；
- 3 需同时供冷、供暖的建筑，宜采用热回收式热泵机组。

5.5.12 多联式空调系统应符合下列规定：

- 1 使用时间接近的空调区宜设计为同一空调系统；
- 2 空调区需全年运行时，宜采用热泵式机组；
- 3 在同一系统中需要同时供冷和供热时，可选用热回收式机组。

5.5.13 采用多联式空调（热泵）机组时，其在名义制冷工况和规定条件下的能效应符合下列规定：

- 1 水冷多联式空调（热泵）机组制冷综合部分负荷性能系数(IPLV)应符合

《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55051 的有关规定；

2 风冷多联式空调（热泵）机组全年性能系数 (APF) 应符合《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55051 的有关规定。

5.5.14 冷水(热泵)机组单台容量及台数的选择应满足工艺要求、空调负荷变化规律及部分负荷运行需求。当冷负荷大于 528kW 时，冷水机组不宜少于 2 台。

5.5.15 除使用地表水外，冷却水应循环使用。冬季或过渡季有供冷需求时，应经技术经济比较合理后，可利用空调冷却塔提供冷水。

5.5.16 制冷机房、锅炉房的位置宜靠近供暖、通风及空调冷热负荷中心布置。

6 给水排水

6.1 一般规定

6.1.1 计量水表和耗热量表应根据建筑类型、用水部门和管理要求等因素设置，并应符合现行国家标准的有关规定。

6.1.2 给水系统选用的工艺、设备、器具和产品应为节水和节能型。

6.2 给水 排水

6.2.1 给水系统应符合下列规定：

- 1 充分利用市政供水压力或厂区供水压力；
- 2 合理控制各用水点的水压。

6.2.2 加压供水系统应竖向分区，并应符合下列规定：

- 1 各分区最低卫生器具配水点的静水压力不宜大于 0.45MPa；
- 2 当系统用水量较大时，各加压供水分区宜分别设置加压泵，不宜采用减压阀分区；
- 3 分区内低层部分应设减压设施保证用水点供水压力不大于 0.20MPa，且不应小于用水器具要求的最低压力。

6.2.3 给水系统应使用耐腐蚀、耐久性能好的管材、管件和阀门等，减少管道系统的漏损。

6.2.4 给水加压泵选型应符合下列规定：

- 1 根据管网水力计算选择和配置，保证水泵工作时高效率运行；
- 2 水泵在设计工况时的效率符合现行国家标准《清水离心泵能效限定值及节能评价值》GB 19762 的有关规定；
- 3 水泵的流量—扬程特性曲线为随流量的增大，扬程逐渐下降。

6.2.5 生活水池（箱）、消防水池（箱）应设置水位控制和溢流报警装置，公共洗手盆应采用非接触式或延时自闭式水嘴。

6.2.6 地面以上的污废水应采用重力流系统直接排入室外管网。

6.3 生活热水

6.3.1 热源选择应符合下列规定：

- 1 优先利用工业余热、废热；
- 2 有条件时宜采用热泵热水源；
- 3 有条件时宜采用太阳能热水源。

6.3.2 生活热水系统应符合下列规定：

- 1 应根据热水使用要求、用水点位置、热源等因素合理选择；
- 2 当厂区只有一个水加热设备站（室）时，热源站宜合建或贴邻布置；有多个加热设备站（室）时，热源站宜居中布置；
- 3 加热设备站（室）宜靠近最大负荷；
- 4 热水用水量较小且用水点分散时，宜采用局部热水供应系统；热水用水量较大、用水点集中时，应采用集中热水供应系统，并应设置完善的热水循环系统；
- 5 利用工业余热时，余热储热设施应满足最大班的耗热要求。

6.3.3 集中热水供应系统的水加热设备应符合下列规定：

- 1 运行安全、保证水质，产品构造及热工性能应符合安全及节能要求；
- 2 宜配置自动温度控制阀门或装置；
- 3 出水温度不应高于 70℃，配水点热水出水温度不应低于 46℃。

6.3.4 管道及保温应符合下列规定：

- 1 水加热设备、贮水器、热水输（配）水管及阀门、循环回水立管及阀门应保温；
- 2 冷热水系统应保证压力平衡、系统冷热水压差不宜超过 0.02MPa；
- 3 辅助用室中淋浴间和盥洗室，宜采用单管热水供应系统。

7 电气

7.1 一般规定

7.1.1 电气系统设计应经济合理、高效节能，并根据工程特点、规模和发展规划，做到远近期结合，在满足近期使用要求的同时，兼顾远期发展的需要。

7.1.2 电气系统宜选用技术先进、成熟、可靠、损耗低、谐波发射量少、能效高、经济合理的节能产品。优先选择符合功能要求的的节能高效电气设备，合理应用节能技术。

7.1.3 电力设备及照明产品的选择应符合下列规定：

1 变压器能效限定值应不低于现行国家标准《电力变压器能效限定值及能效等级》GB20052 中能效等级 3 级；

2 电动机能效限定值应不低于现行国家标准《电动机能效限定值及能效等级》GB18613 中能效等级 3 级；

3 有连续调速运行要求的电动机采用变频调速装置时，选用的变频器能效限定值应不低于现行行业标准《变频调速设备的能效限定值及能效等级》NB/T 10463 中能效等级 2 级；

4 交流接触器和照明产品的能效水平应高于能效限定值或能效等级 3 级的要求。

7.2 电力

7.2.1 变配电所的位置应靠近负荷中心。

7.2.1 工业企业中，线路损耗占一定比重，降低线路损耗，是节能的重要环节。

7.2.2 供电电压偏差应符合现行国家标准《电能质量 供电电压偏差》GB/T12325 的有关规定。

7.2.3 单相用电设备接入 220V/380V 系统时，宜使三相平衡。供配电系统中在公共连接点的三相电压不平衡度允许限值，应符合现行国家标准《电能质量 三相电压不平衡》GB/T 15543 的有关规定。

7.2.4 动力与照明宜共用变压器，当季节性负荷或专用设备较多时，宜设专用变

压器，应具有退出运行的措施。低压电网中，配电变压器的接线组别宜选用（D，Yn11）。

7.2.5 用于电流较大且长期稳定的供电回路的电缆，宜按经济电流密度校验导体截面。线缆敷设应注意散热，避免过高温升而增加线损。

7.2.6 供配电设计应合理选择变压器的容量，并应降低线路感抗。

7.2.7 当提高自然功率因数后，仍未达到电网合理运行要求时，应采用无功补偿装置。

7.2.8 采用并联电容器装置进行无功补偿时，应符合下列规定：

- 1 低压部分的无功功率，应由低压电容器装置补偿；
- 2 高压部分的无功功率，宜由高压电容器装置补偿；
- 3 容量较大、负荷平稳且经常使用的用电设备的无功功率，宜单独就地补偿；
- 4 补偿基本无功功率的电容器装置，应在配变电所内集中补偿。

7.2.9 当注入电网的谐波超过允许值时，应根据不同行业的要求、谐波源的特点采取相应的滤波措施。

7.3 照明

7.3.1 照明功率密度值(LPD)不应高于现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015、《建筑环境通用规范》GB55016 和《建筑照明设计标准》GB50034 规定的限值。

7.3.2 当同一场所的不同区域有不同照度要求时，应采用分区一般照明。对于作业面照度要求高的场所，宜增加局部照明，采用混合照明。

7.3.3 光源的选择应符合下列规定：

- 1 宜选择单灯功率较大、光效较高的光源，不宜采用卤钨灯和荧光高压汞（钠）灯；
- 2 除需满足特殊工业要求的场所外，不应采用白炽灯；
- 3 无人长时间逗留，只进行检查、巡视和短时操作的场所，宜采用发光二极管灯等瞬时点亮光源。

7.3.4 气体放电灯的选择应符合下列规定：

1 单灯功率不大于 25W 的气体放电灯，除自镇流荧光灯外，其镇流器宜选用谐波含量低的产品。

2 使用电感镇流器的气体放电灯应在灯具内设置电容补偿，荧光灯功率因数不应低于 0.90，高强气体放电灯功率因数不应低于 0.85。

7.3.5 室外照明采用泛光照明时，应控制投射范围，散射到被照明之外的溢散光不应超过 20%。

7.3.6 光环境设计时应综合协调天然采光和人工照明；人员活动场所的光环境应，满足视觉要求，其光环境水平应与使用功能相适应。

7.3.7 合理利用自然光，宜利用太阳能作为照明能源。有条件时，宜利用各种导光和反光装置将自然光引入室内进行照明。

8 能量回收与可再生能源利用

8.1 一般规定

8.1.1 建筑的能源利用方案应根据当地环境资源条件及建筑物的用能需求、使用条件等，并结合国家和湖南省相关政策，经技术经济分析后确定。

8.1.2 工业生产余热、设备冷凝热、排水排风排烟余热宜回收利用，并应采用生产工艺控制优先的控制策略。

8.1.3 可再生能源的利用，应充分依据当地资源条件和项目需求，进行适宜性分析。

8.2 能量回收

8.2.1 生产过程中产生的废弃能源宜回收和再利用。利用方式应根据可利用废弃能源情况，结合建筑用能特点和空调、供暖及生活热水的需求，考虑当地能源价格、环保要求和利用成本等确定。

8.2.2 蒸汽、高温热水、低温热水等余热资源宜作为供暖、空调、生活热水的热源，回收利用方式符合下列规定：

1 高品位工业余热应采取梯级利用、综合利用方式；

2 蒸汽或高温热水余热直接用于供暖、供热水的热源，或作为溴化锂冷水机组的驱动热源；

3 低温热水余热应作为水源热泵机组或溴化锂吸收式热泵机组的低温热源。

8.2.3 烟气余热可作为供暖、空调和生活热水热源，回收利用方式应符合下列规定：

1 采用余热锅炉生产热水或蒸汽用于供热或用于溴化锂吸收式冷水机组供冷；

2 采用烟气型溴化锂吸收式冷（温）水机组供冷、供热；

3 同时采用余热锅炉供热、溴化锂吸收式冷（温）水机组供冷、供热。

8.2.4 蒸汽凝结水应回收利用，并应采用闭式回收系统。

8.2.5 当采用热电联供、冷电联供或冷热电三联供系统具有较好的能源综合利用效率和经济效益时，且联供系统的年平均能源综合利用率大于 70%时，可采用冷、热、电联供系统。

8.2.6 可燃性废气、废液、废料等回收利用可作为锅炉、溴化锂冷（温）水机组或燃气冷热电联供系统的燃料。

8.3 可再生能源利用

8.3.1 新建建筑应安装太阳能系统，并应符合下列规定：

1 应优先采用太阳能光伏发电系统，太阳能光伏发电系统直流侧峰值功率不应低于建筑供电系统设计负荷的 1%；

2 当建筑内有稳定热水供应需求时，可采用太阳能热利用系统，太阳能热利用系统设计小时供应热负荷不应低于生活热水系统设计小时热负荷的 30%；

3 当厂区内规划有多栋工业建筑时，太阳能系统可集中设置在一栋或多栋建筑物中。

8.3.2 结合建筑用能特点，因地制宜利用浅层地热能资源，并宜符合下列规定：

1 对地表水资源禀赋好的地区，采用地表水地源热泵系统；

2 对水文地质条件适宜地区，满足 100%回灌、不污染和浪费地下水的前提下，采用地下水地源热泵系统；

3 其他岩土热物性参数等地质条件适合地区，在不破坏土壤年度热平衡的情况下，采用地埋管地源热泵系统；

4 城镇污水、污水处理厂出水、再生水资源资源禀赋好的地区，采用污水源热泵系统。

8.3.3 采用空气源热泵热水机组供应生活热水时，机组能效不应低于现行国家标准《热泵热水机（器）能效限定值及能效等级》GB 29541 规定的节能评价价值。

8.3.3 采用空气源热泵热水机组供应生活热水适应湖南省气候特点，已在我省广泛应用，本条规定了空气源热泵热水机组的产品能效要求。

8.3.4 水源热泵机组能效不应低于现行国家标准《水（地）源热泵机组能效限定值及能效等级》GB30721 规定的节能评价价值。

8.3.5 太阳能光伏发电系统接入电网前应明确用网电量计量点，每个计量点均应

装设电能计量装置。

9 监测与控制

9.1 一般规定

9.1.1 建筑设备集中监测与控制系统应满足设备和系统节能控制要求；对建筑能源消耗状况、室内外环境参数、设备及系统的运行参数进行监测，并应具备显示、查询、报警和记录等功能。其存储介质和数据库应能记录连续一年以上的运行参数。

9.1.2 在满足功能的要求下，应制订合理的节能监测与控制方案，提高能源利用率。

9.2 监测

9.2.1 用能设备和设施的计量应符合现行国家标准《用能单位能源计量器具配备和管理通则》GB17167 和《热量表》GB/T32224 的有关规定。

9.2.2 建筑电能应分级、分项计量。

9.2.3 电力监测装置的选择应符合下列规定：

- 1 应根据变配电设备和负载特性确定仪表监测参数；
- 2 宜选用现场总线传输相关监测数据。

9.2.4 合理选择监测装置量程，进行过程控制时，测量精度应高于要求的过程控制精度 1 个等级。

9.2.5 采用区域性冷源和热源时，在每栋工业建筑的冷源和热源入口处应设置冷量和热量计量装置，同时应进行补水量的计量。采用集中供暖空调系统时，不同使用单位或区域宜分别设置冷量和热量计量装置，设置应满足各成本核算单位分摊供暖空调费用的需要。

9.2.6 锅炉房、换热机房及制冷机房应对下列内容进行计量：

- 1 燃料消耗量；
- 2 供热系统的总供热量；
- 3 制冷机（热泵）耗电量及制冷（热泵）系统总耗电量；
- 4 制冷系统的总供冷量；

5 补水量。

9.2.7 太阳能系统应对下列参数进行监测和计量：

1 太阳能热利用系统的辅助热源供热量、集热系统进出口水温、集热系统循环水流量、太阳总辐照量，以及按使用功能分类的下列参数：

(1) 太阳能热水系统的供热水温度、供热量；

(2) 太阳能供暖空调系统的供热量及供冷量、室外温度、代表性房间室内温度。

2 太阳能光伏发电系统的发电量、光伏组件背面表面温度、室外温度和太阳总辐照量。

9.2.8 地源热泵系统工程应对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、地下环境参数进行监测。

9.3 控制

9.3.1 一类工业建筑中侧窗和天窗宜采用定时控制、温感控制和综合集成控制等节能控制方式。

9.3.2 供暖系统应设置调控车间温度的装置，还应符合下列规定：

1 散热器供暖系统应检测热力入口处热媒温度和压力、过滤器前后压差、工作点温度及供热量；

2 燃气辐射供暖系统宜根据室内温度控制辐射器的投入量或燃气量；

3 热风供暖系统应根据室内温度调节出风温度或系统风量，应对一次能源用量进行计量。

9.3.3 水泵、风机以及电热设备应采取节能自动控制措施。

9.3.4 风机变风量控制宜采用变速控制方式。

9.3.5 人员密集的厂房设有机械通风系统、集中或半集中式空调系统时，宜根据室内空气温度和质量监测结果联动控制相关区域的通风、空调设备。

9.3.6 车间大型风机盘管的控制功能宜符合下列规定：

1 精密空调车间宜采用电动水阀和风速相结合的控制方式；

2 车间舒适性空调宜优先采用台数控制；

3 经济技术合理时过渡季宜设置加大新风比的控制方式；

- 4 宜监测、控制室内空气温度；
- 5 过滤器宜设置超压报警。

9.3.7 全空气空调系统的控制功能宜满足下列要求：

- 1 工艺生产环境允许时，宜采用变频控制；
- 2 宜进行风机、风阀和水阀的启停连锁控制；
- 3 宜按照使用时间进行定时启停控制，对启停时间进行优化调整；
- 4 过渡季宜有加大新风比的控制方式；
- 5 宜根据室外气象参数优化调节室内温度设定值；
- 6 宜监测、控制室内空气温度；
- 7 过滤器宜设置超压报警。

9.3.8 间歇运行的空气调节系统宜设自动启停控制装置，控制装置应具备按预定时间表、按服务区域进行设备启停的功能。

9.3.9 采用两台以上的冷水机组或总制冷量大于 2000kW 的集中供暖、通风、空调系统时，宜设置直接数字监测与控制系统。

9.3.10 锅炉房和热交换站应具备供热量控制功能，且应符合下列规定：

- 1 应能进行水泵与阀门等设备连锁控制；
- 2 供水温度应能根据室外温度进行调节；
- 3 供水流量应能根据末端需求进行调节；
- 4 宜能根据末端需求进行水泵台数和转速的控制；
- 5 应能根据供热量需求调节锅炉的投运台数和投入燃料量。

9.3.11 冷热源机房的控制功能宜符合下列规定：

- 1 可进行冷水(热泵)机组、水泵、电动阀门、冷却塔等设备的顺序启停和连锁控制，在顺序启停和连锁排查有故障时，应能报警并启动下一组设备；
- 2 可进行冷水机组的台数控制，并宜采用冷量优化控制方式；
- 3 可进行水泵的台数控制，并宜采用流量优化控制方式；
- 4 二级泵可进行自动变速控制，宜根据供回水水管路上压差控制转速，且压差宜能优化调节；
- 5 可进行冷却塔风机的台数控制；宜根据室外气象参数进行变速控制；当采用冷却塔免费供冷时，采用冷却塔供应空调冷水时的供水温度控制；可进行

冷却塔的自动排污控制；

6 工艺环境允许且技术经济合理时，可进行供水温度的优化；

7 可按照累计运行时间进行设备的轮换使用；

8 对于装机容量较大、设备台数较多的冷热源机房，宜采用机组群控方式；当采用群控方式时，应与冷水机组自带控制单元建立通信连接。

9.3.12 变频调速泵组应根据用水量和用水均匀性等因素合理选择搭配水泵及调节设施，宜按供水需求自动控制水泵启动的台数。

9.3.13 照明宜根据自然采光效果进行控制。

9.3.14 照明控制宜符合下列规定：

1 生产场所按车间、工段或工序分组控制；

2 在有可能分隔的场所，按有可能分隔的场所分组控制；

3 所控灯列与侧窗平行；

4 除设单个灯具的房间外，每个房间照明控制开关不宜少于 2 个；

6 可利用天然采光的场所，其照明应根据采光状况和建筑使用条件采取分区、分组、按照度或按时段调节的节能控制措施；

7 大型工业建筑根据使用需求采用智能照明控制系统；

8 厂区道路照明采用分区集中控制，采用光控和时间控制相结合的控制方式，根据所在地区的地理位置和季节变化合理确定开关灯时间。

9.3.15 走廊、楼梯间等场所的照明，应能根据建筑使用条件和天然采光状况采取分区、分组、按照度或按时段调节的节能控制措施。

9.3.16 多台电梯集中排列时，应具有按规定程序集中调度和控制的群控功能。

9.3.17 电机的调速方式应根据实际的节能效果进行选择。

9.3.18 生产工艺余热回收应采用生产工艺控制优先的控制策略。

9.3.19 热回收装置应监测放热侧进排风温度和流量、吸热侧进排风温度和流量、热回收装置电机用电量。热回收器回收量应可以控制，热回收装置的旁通装置应能自动控制。

附录 A 工业建筑能耗计算

A.0.1 工业建筑能耗是为保证生产、人和室内外环境所需的各种能源耗量的总和，应包含下列内容：

- 1 用于供暖、通风、空调、净化、制冷、给排水和照明系统的全年能耗；
- 2 用于环境保护、职业健康安全预防设施的全年能耗量；
- 3 用于 1~2 款所没有涉及的各种设备和系统的电、煤、汽、水、气、油等各种能源的全年能耗量；
- 4 工艺设备回收的能量，当用于生活、改善室内环境时，为回收该部分能量所消耗和回收的能量。

A.0.2 工业建筑能耗的统计方法应根据本标准 A.0.1 条工业建筑能耗范围，按项目统计期内各种工业建筑能耗的实际分项计量，求得工业建筑能耗。

A.0.3 工业建筑能耗计算应符合下列规定：

- 1 按各种工业建筑能耗分项计量，全年工业建筑能耗可按下式计算：

$$E = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5 - E_6 + E_7$$

(A.0.3-1)

式中：E——全年工业建筑能耗(kW·h)；

E_1 ——全年空调系统能耗(kW·h)；

E_2 ——全年供暖系统能耗(kW·h)；

E_3 ——全年通风除尘系统能耗(kW·h)；

E_4 ——全年给排水系统能耗(kW·h)；

E_5 ——全年照明系统能耗(kW·h)；

E_6 ——余热、可再生能源利用量(kW·h)；

E_7 ——其他能耗(包括 A.0.1 条第 2 款和第 3 款范围内的能耗)(kW·h)。

2 工业综合能耗包括工艺能耗、建筑能耗及其他能耗，全年工业建筑能耗可按下式计算：

$$E = E_z - E_g - E_q$$

(A.0.3-2)

式中：E——全年工业建筑能耗(kW·h)；

E_z ——全年工业综合能耗(kW·h)；

E_g ——全年工艺能耗(kW·h)；

E_q ——其他能耗，指除工艺能耗和工业建筑能耗范围以外的能耗

(kW·h)。

A.0.4 工业建筑能耗指标应按下列公式计算：

$$I_j = I \times \frac{E}{E_z}$$

(A.0.4)

式中： I_j ——工业建筑能耗指标；

I——工业综合能耗指标。

附录 B 工业建筑体积、面积与高度计算原则

B.0.1 建筑体积应按与计算建筑面积所对应的建筑物外表面和底层地面所围成的体积计算。

B.0.2 建筑面积应按各层外墙外包线围成的平面面积的总和计算，应包括半地下室的面积，不应包括地下室的面积。

B.0.3 外窗面积应取洞口面积。建筑气楼天窗应计入外窗面积。

B.0.4 外墙面积应按不同朝向分别计算。某一朝向的外墙面积，应由该朝向的门窗洞口面积和墙体面积构成。

B.0.5 屋顶透光部分面积应取屋顶平天窗与斜天窗面积、采光带等屋顶可透光部分面积总和。

B.0.6 外门面积应取洞口面积。

B.0.7 地面面积应按外墙内侧围成的面积计算。

B.0.8 建筑空间高度应为屋面最高点与地面的高度差，屋面气楼高度不应计入建筑空间高度。

附录 C 建筑节能常用材料热物理性能参数取值表

C.0.1 常用墙体材料

序号	材料名称	干密度 (kg/m ³)	导热系数 (W/m K)	蓄热系数 W/(m ² K)	修正系数
1	重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/空心砖墙	1400	0.58	7.92	1.0
2	重砂浆砌筑烧结页岩实心砖墙	1800	0.87	11.11	1.0
3	薄灰缝(3~5mm)蒸压加气混凝土砌块	500	0.16	2.61	用于墙体 1.15
4	薄灰缝(3~5mm)蒸压加气混凝土砌块	600	0.19	3.01	用于墙体 1.15
5	薄灰缝(3~5mm)蒸压加气混凝土砌块	700	0.22	3.49	用于墙体 1.15
6	宽灰缝(8~12mm)蒸压加气混凝土砌块	500	0.16	2.61	用于墙体 1.25
7	宽灰缝(8~12mm)蒸压加气混凝土砌块	600	0.19	3.01	用于墙体 1.25
8	宽灰缝(8~12mm)蒸压加气混凝土砌块	700	0.22	3.49	用于墙体 1.25
9	蒸压粉煤灰实心砖墙	1600	0.86	11.11	1.0
10	灰砂实心砖墙	1900	1.10	12.72	1.0
11	普通混凝土双排矩形孔有序交错排列多孔砖墙	1450	0.74	7.25	1.0
12	普通混凝土单排孔砌块墙 (190mm 厚)	1280	1.12	8.65	1.0
13	普通混凝土双排矩形孔有序交错排列砌块墙(190mm 厚)	1280	0.86	7.73	1.0
14	普通混凝土三排矩形孔有序交错排列砌块墙(240mm 厚)	1200	0.69	6.60	1.0
15	单排孔配筋小砌块墙(190mm 厚)	2400	1.73	17.09	1.0
16	三排孔陶粒自保温混凝土砌块墙 (240mm 厚)	1400	0.42	4.77	1.25
17	五排孔陶粒混凝土自保温砖墙 (200mm 厚)	1100	0.20	2.75	1.25(普通砂浆砌筑) 1.00(轻质砂浆砌筑)
18	五排孔陶粒混凝土自保温砖墙 (240、300mm 厚)	1100	0.19	2.69	1.25(普通砂浆砌筑) 1.00(轻质砂浆砌筑)

C.0.2 常用保温材料

序号	材料名称	干密度 (kg/m ³)	导热系数 (W/m·K)	蓄热系数 W/(m ² ·K)	修正系数
19	难燃型挤塑聚苯板	≥31	0.03	0.54	用于墙体 1.20 用于屋面 1.25
20	石墨挤塑聚苯板	≥31	0.026	0.54	用于墙体 1.20 用于屋面 1.25
21	难燃型模塑聚苯板	18~22	0.039	0.36	用于墙体 1.20
22	难燃型模塑聚苯板	≥30	0.039	0.36	用于屋面 1.25
23	石墨聚苯板	18~22	0.033	0.36	用于墙体 1.20
24	热固复合聚苯板 G 型 05 级	140~160	0.05	0.85	用于墙体 1.20 用于屋面 1.25
25	热固复合聚苯板 G 型 06 级	160~200	0.06	1.05	用于墙体 1.20 用于屋面 1.25
26	硬泡聚氨酯板、喷涂硬泡聚氨酯	≥35	0.024	0.45	用于墙体 1.20 用于屋面 1.25
27	膨胀玻化微珠保温复合板	≤230	0.058	1.20	用于墙体 1.10
28	膨胀玻化微珠保温装饰板	≤280	0.058	1.20	用于墙体 1.10
29	无机保温板	≤350	0.07	1.20	用于墙体 1.30 用于屋面 1.50
30	无釉面发泡陶瓷保温板	180	0.065	0.80	用于墙体 1.20
31	有釉面发泡陶瓷保温板	280	0.085	1.30	用于墙体 1.20
32	泡沫玻璃保温板	≥150	0.062	0.71	用于屋面 1.25
33	岩棉板	120~200	0.040	0.75	用于墙体 1.20
34	岩棉条	120~200	0.046	0.75	用于墙体 1.20 用于屋面 1.50
35	玻璃棉板、毡	<40	0.040	0.35	用于墙体 1.20
36	玻璃棉板、毡	≥40	0.035	0.38	用于墙体 1.20
37	屋面复合防水保温装饰板（与挤塑聚苯板复合）	≥25	0.03	0.54	用于屋面 1.60
38	屋面复合防水保温装饰板（与模塑聚苯板复合）	≥30	0.039	0.36	用于屋面 1.50
39	屋面复合防水保温装饰板（与水泥聚苯颗粒复合）	≥180	0.07	1.50	用于屋面 1.25
40	各种饰面板与硬泡聚氨酯夹心复合板	≥40	0.024	0.45	用于墙体 1.20 用于屋面 1.25
41	各种饰面板与 XPS 板夹心复合板	≥30	0.03	0.54	用于墙体 1.20 用于屋面 1.25

42	各种饰面板与岩棉、玻璃棉板夹心复合板	≥100	0.045	0.75	用于墙体 1.20 用于屋面 1.25
43	酚醛泡沫保温板	≥60	0.035	0.54	用于墙体 1.20 用于屋面 1.25
44	橡塑隔声保温垫	90~120	0.035	0.72	用于楼板 1.20
45	改性聚丙烯隔声保温垫	16~24	0.030	0.36	用于楼板 1.20

C.0.3 常用屋面防水材料

序号	材料名称	干密度 (kg/m ³)	导热系数 (W/m K)	蓄热系数 W/(m ² K)	修正系数
46	SBS 改性沥青防水卷材	900	0.23	9.37	1.20
47	APP 改性沥青防水卷材	1050	0.23	9.37	1.20
48	合成高分子防水卷材	580	0.15	6.07	1.20
49	沥青油毡、油毡纸	600	0.17	3.33	1.20

C.0.4 混凝土

4-1 普通混凝土					
序号	材料名称	干密度 (kg/m ³)	导热系数 (W/m K)	蓄热系数 W/(m ² K)	修正系数
50	钢筋混凝土	2500	1.74	17.20	1.00
51	碎石、卵石混凝土	2300	1.51	15.36	1.00
52	碎石、卵石混凝土	2100	1.28	13.57	1.00
4-2 轻骨料混凝土					
序号	材料名称	干密度 (kg/m ³)	导热系数 (W/m K)	蓄热系数 W/(m ² K)	修正系数
53	自燃煤矸石、炉渣混凝土	1700	1.00	11.68	1.00
54	自燃煤矸石、炉渣混凝土	1500	0.76	9.54	1.1
55	自燃煤矸石、炉渣混凝土	1300	0.56	7.63	1.20
56	页岩渣、石灰、水泥混凝土	1300	0.52	7.39	1.20
57	页岩陶粒混凝土	1500	0.77	9.65	1.10
58	页岩陶粒混凝土	1300	0.63	8.16	1.20
59	页岩陶粒混凝土	1100	0.5	6.70	1.20

60	页岩陶粒混凝土	1150	0.23	6.81	用于楼板 1.20
61	改性玻化微珠混凝土	1600	0.77	9.30	1.10
62	改性玻化微珠混凝土	1400	0.59	7.65	1.20
63	改性玻化微珠混凝土	1200	0.47	6.28	1.20
64	改性聚苯颗粒混凝土	300	0.063	3.61	用于屋面 1.15 用于墙面 1.10 用于楼地面 1.00
65	改性聚苯颗粒混凝土	500	0.097	3.76	用于屋面 1.15 用于墙面 1.10 用于楼地面 1.00
66	改性聚苯颗粒混凝土	700	0.169	3.92	用于屋面 1.15 用于墙面 1.10 用于楼地面 1.00
67	改性聚苯颗粒混凝土	900	0.293	4.10	用于屋面 1.15 用于墙面 1.10 用于楼地面 1.00
4-3 混凝土空心楼板					
68	内置成孔芯模混凝土空心楼板 (220mm 厚)	1780	0.81	4.03	1.00

C.0.5 砂浆

序号	材料名称	干密度 (kg/m ³)	导热系数 (W/m K)	蓄热系数 W/(m ² K)	修正系数
69	水泥砂浆	1800	0.93	11.37	1.00
70	石灰水泥砂浆	1700	0.87	10.75	1.00
71	石灰砂浆	1600	0.81	10.07	1.00
72	石灰石膏砂浆	1500	0.76	9.44	1.00
73	水泥膨胀珍珠岩	800	0.29	4.44	用于屋面找坡 1.50
74	轻质砂浆 C 型	901~1200	0.30	5.80	用于墙体 1.20 用于屋面 1.50
75	改性玻化微珠轻质砂浆 (砌筑型)	1200	0.20	6.49	1.20
76	改性玻化微珠轻质砂浆 (抹灰型)	1000	0.18	5.62	1.20
77	改性玻化微珠轻质砂浆 (抹灰型)	800	0.15	4.68	1.20
78	改性玻化微珠轻质砂浆 (保温隔热型)	600	0.10	3.12	1.20
79	改性玻化微珠轻质砂	300	0.070	1.50	1.20

	浆（保温隔热型）				
80	无机轻集料保温砂浆 I 型	≤350	0.070	1.20	1.25
81	无机轻集料保温砂浆 II 型	≤450	0.085	1.50	1.25
82	无机轻集料保温砂浆 III 型	≤550	0.10	1.80	1.25
83	胶粉聚苯颗粒保温浆料	180-250	0.06	0.95	1.20
84	聚苯颗粒砂浆	250-400	0.08	1.25	1.20

C.0.6 木材、建筑板材

6-1 木材				
序号	材料名称	干密度 (kg/m ³)	导热系数 (W/m K)	蓄热系数 W/(m ² K)
85	橡木、枫树（热流方向垂直木纹）	700	0.17	4.90
86	橡木、枫树（热流方向顺木纹）	700	0.35	6.93
87	松木、云杉（热流方向垂直木纹）	500	0.14	3.85
88	松木、云杉（热流方向顺木纹）	500	0.29	5.55
6-2 建筑板材				
序号	材料名称	干密度 (kg/m ³)	导热系数 (W/m K)	蓄热系数 W/(m ² K)
89	胶合板	600	0.17	4.57
90	软木板	300	0.093	1.95
91	软木板	150	0.058	1.09
92	纤维板	1000	0.34	8.13
93	纤维板	600	0.23	5.28
94	石膏板	1050	0.33	5.28
95	石棉水泥板	1800	0.52	8.45
96	水泥刨花板	1000	0.34	7.27
97	水泥刨花板	700	0.19	4.56
98	稻草板	300	0.13	2.33
99	木屑板	200	0.065	1.54

C.0.7 松散材料

7-1 无机材料				
序号	材料名称	干密度 (kg/m ³)	导热系数 (W/m K)	蓄热系数 W/(m ² K)
100	锅炉渣	1000	0.29	4.40
101	粉煤灰	1000	0.23	3.93
102	高炉炉渣	900	0.26	3.92
103	浮石、凝灰岩	600	0.23	3.05
104	膨胀蛭石	300	0.14	1.79
105	膨胀蛭石	200	0.10	1.24
106	硅藻土	200	0.076	1.00
107	膨胀珍珠岩	120	0.07	0.84
108	膨胀珍珠岩	80	0.058	0.63
109	改性玻化微珠	160	0.048	0.71
110	改性玻化微珠	120	0.043	0.63
7-2 有机材料				
序号	材料名称	干密度 (kg/m ³)	导热系数 (W/m K)	蓄热系数 W/(m ² K)
111	木屑	250	0.093	1.84
112	稻壳	120	0.06	1.02
113	干草	100	0.047	0.83

C.0.8 其他材料

8-1 土壤				
序号	材料名称	干密度 (kg/m ³)	导热系数 (W/m K)	蓄热系数 W/(m ² K)
114	夯实粘土	2000	1.16	12.95
115	夯实粘土	1800	0.93	11.03
116	加草粘土	1600	0.76	9.37
117	加草粘土	1400	0.58	7.69

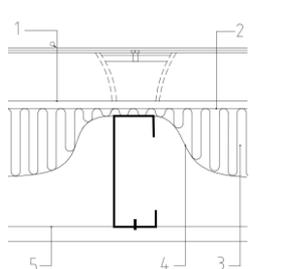
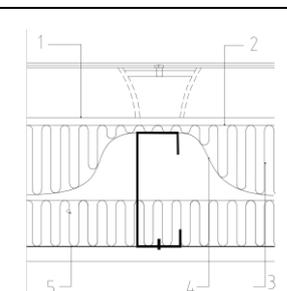
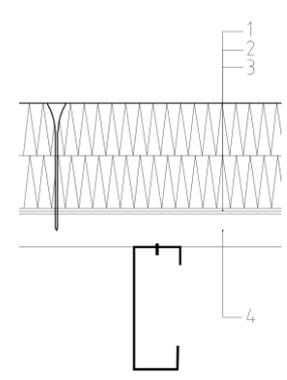
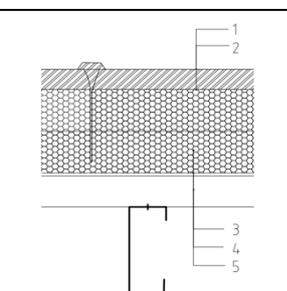
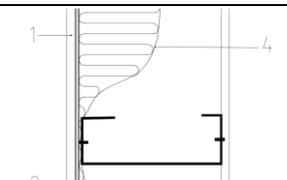
118	轻质粘土	1200	0.47	6.36
119	改良土	750~1300	0.61	7.28
120	无机复合种植土	450~650	0.30	4.42
121	建筑用砂	1600	0.58	8.26
8-2 石材				
序号	材料名称	干密度 (kg/m ³)	导热系数 (W/m K)	蓄热系数 W/(m ² K)
122	花岗岩、玄武岩	2800	3.49	25.49
123	大理石	2800	2.91	23.27
124	砾石、石灰岩	2400	2.04	18.03
125	石灰石	2000	1.16	12.56
8-3 沥青				
序号	材料名称	干密度 (kg/m ³)	导热系数 (W/m K)	蓄热系数 W/(m ² K)
126	沥青混凝土	2100	1.05	16.39
127	石油沥青	1400	0.27	6.73
128	石油沥青	1050	0.17	4.71
8-4 玻璃				
序号	材料名称	干密度 (kg/m ³)	导热系数 (W/m K)	蓄热系数 W/(m ² K)
129	平板玻璃	2500	0.76	10.69
130	玻璃钢	1800	0.52	9.25
8-5 金属				
序号	材料名称	干密度 (kg/m ³)	导热系数 (W/m K)	蓄热系数 W/(m ² K)
131	紫铜	8500	407	324
132	青铜	8000	64	118
133	建筑钢材	7850	58.2	126
134	铝	2700	203	191
135	铸铁	7250	49.9	112

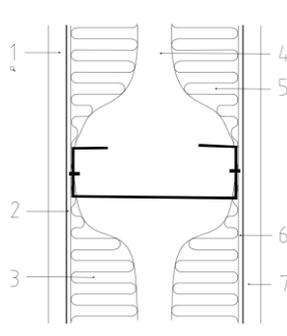
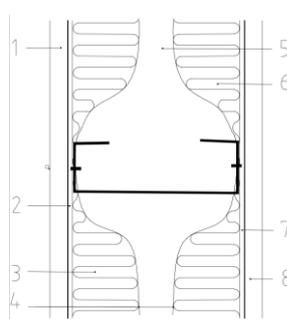
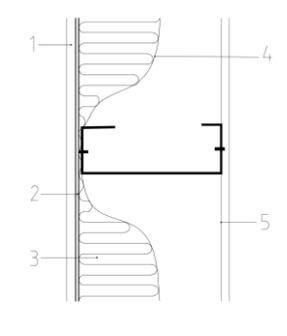
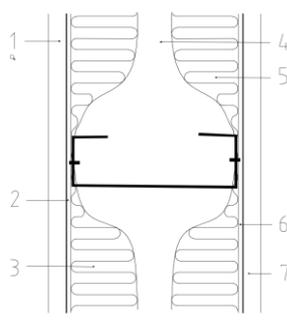
注：1、本参数取值表主要参考了下列标准规范：《民用建筑热工设计规范》GB50176、《外

墙外保温工程技术标准》JGJ144、《外墙内保温工程技术规程》JGJ/T261、《保温防火复合板应用技术规程》JGJ/T 350、《热固复合聚苯乙烯泡沫保温板》JG/T536、《岩棉薄抹灰外墙外保温工程技术标准》JGJ/T 480-2019、《无机轻集料砂浆保温系统技术标准》JGJ/T253、《轻质砂浆》JG/T521、《轻骨料混凝土多孔砖建筑技术规程》DBJ43/T003、《蒸压加气混凝土砌块建筑技术规程》DBJ43/T001、《湖南省陶粒混凝土保温砌块与陶粒混凝土保温砖建筑技术规程》DBJ43/T340、《陶粒混凝土屋面与楼地面保温工程技术规程》DBJ43/T321、《湖南省膨胀玻化微珠保温装饰板外墙外保温系统应用技术标准》DBJ43/T354、《屋面工程技术规范》GB50345、《倒置式屋面工程技术规程》JGJ230、《现浇混凝土空心楼盖技术规程》JGJ/T 268 等。

2、表中未注明修正系数的，按《民用建筑热工设计规范》GB50176 及相关标准确定。

附录 D 工业建筑金属围护结构典型构造传热系数

编号	保温材料种类	保温厚度 (mm)	传热系数 $W/(m^2 \cdot k)$	热惰性指标	简图	用料及分层做法 (从室外到室内)
屋面 1a	玻璃 丝 棉毡	50	0.92	0.44		1.外层压型金属板
		75	0.65	0.66		2.防水透汽膜
		100	0.50	0.88		3.玻璃丝棉毡
		120	0.42	1.05		4.隔汽层
		150	0.34	1.31		5.内层压型钢板
屋面 1b	玻璃 丝 棉毡	100+100	0.26	1.75		1. 外层压型金属板
						2.防水透汽膜
						3.玻璃丝棉毡
						4.隔汽层
						5. 内层压型钢板
屋面 2a	岩棉 板	50	0.91	0.99		1.单层防水卷材
		60	0.77	1.18		2.岩棉板
		80	0.60	1.55		3.隔汽层
		100	0.49	1.93		4.专用压型钢板
		120	0.41	2.30		
		150	0.33	2.86		
		180	0.28	3.43		
屋面 2b	硬质 挤塑 聚苯 板	50	0.64	1.09		1.单层防水卷材
		60	0.54	1.30		2.防火覆盖板
		80	0.42	1.71		3.挤塑聚苯板
		100	0.34	2.13		4.隔汽层
		120	0.29	2.54		5.专用压型钢板
墙体 1	玻璃 丝 棉毡	50	0.92	0.44		1.外层压型钢板
		75	0.65	0.66		2.防水透汽膜
						3.玻璃丝棉毡

						4.隔汽层
		100	0.50	0.88		5.内层压型钢板
墙体 2a	玻璃 丝 棉毡	50A+50	0.46	0.88		1.外层压型钢板
		60A+60	0.39	1.05		2.防水透汽膜
		75A+75	0.32	1.31		3.玻璃丝棉毡
		100A+100	0.25	1.75		4.40mm 厚空气层
						5.玻璃丝棉毡
					6.隔汽层	
					7.内层压型钢板	
墙体 2b	玻璃 丝 棉毡	50A+50	0.38	0.88		1.外层压型钢板
		60A+60	0.33	1.05		2.防水透汽膜
		75A+75	0.28	1.31		3.玻璃丝棉毡
		100A+100	0.22	1.75		4.铝箔层
					5.40mm 厚空气层	
					6.玻璃丝棉毡	
					7.隔汽层	
					8.内层压型钢板	
墙体 3a	岩棉 板	50	0.91	0.94		1.外层压型钢板
		60	0.77	1.13		2.防水透汽膜
		80	0.60	1.50		3.岩棉板
		100	0.49	1.88		4.隔汽层
		120	0.41	2.25		5.内层压型钢板
		150	0.33	2.81		
		180	0.28	3.38		
墙体 3b	岩棉 板	50A+50	0.45	1.88		1.外层压型钢板
		60A+60	0.39	2.25		2.防水透汽膜
		75A+75	0.32	2.81		3.岩棉板
					4.40mm 厚空气层	
					5.岩棉板	
					6.隔汽层	

		100A+100	0.24	3.75		7.内层压型钢板
墙体 4a	金属 夹芯 板 (保 温材 料: 岩棉 板)	50	0.91	0.94		1.墙面金属夹芯板
		60	0.77	1.13		
		80	0.60	1.50		
		100	0.49	1.88		2.芯材: 岩棉板
		120	0.41	2.25		3.墙檩条
		150	0.33	2.81		
		180	0.28	3.38		
墙体 4b	金属 夹芯 板 (保 温材 料: 玻璃 棉板)	50	0.92	0.44		1.墙面金属夹芯板
		75	0.65	0.66		2.芯材: 玻璃棉板
		100	0.50	0.88		3.墙檩条

注: 表中保温材料容重及导热系数采用以下数值: 玻璃丝棉毡容重为 16kg/m^3 , 导热系数为 $0.045\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$; 岩棉板容重为 180kg/m^3 , 导热系数为 $0.044\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$; 硬质挤塑聚苯板容重为 28kg/m^3 , 导热系数为 $0.030\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。

附录 E 常用外窗及玻璃热工性能参数

E.0.1 典型玻璃的光学、热工性能参数表					
序号	类型		可见光透射比 τ_v	太阳得热系数 SHGC	传热系数 $W/(m^2 \cdot K)$
1	透明玻璃	6mm 透明玻璃	0.88	0.84	5.36
2		12mm 透明玻璃	0.86	0.77	5.20
3	热反射玻璃	6mm 高透光热反射玻璃	0.78	0.77	5.30
4		6mm 中等透光热反射玻璃	0.51	0.59	5.36
5		6mm 低透光热反射玻璃	0.40	0.43	5.40
6		6mm 特低透光热反射玻璃	0.16	0.30	5.36
7	单片 Low-E 玻璃	6mm 在线 Low-E 玻璃 1	0.80	0.69	3.54
8		6mm 在线 Low-E 玻璃 2	0.73	0.63	3.72
9	双玻中空玻璃	6 透明+12air+6 透明	0.78	0.73	2.70
10		6 高透光单银 Low-E+12air +6 透明	0.72	0.57	1.87
11		6 中透光单银 Low-E+12air +6 透明	0.54	0.42	1.80
12		6 较低透光单银 Low-E+12air +6 透明	0.46	0.35	1.79
13		6 低透光单银 Low-E+12air +6 透明	0.41	0.32	1.80
14		6 高透光双银 Low-E+12air +6 透明	0.68	0.42	1.69
15		6 中透光双银 Low-E+12air +6 透明	0.51	0.31	1.67
16		6 较低透光双银 Low-E+12air +6 透明	0.48	0.28	1.66
17		6 低透光双银 Low-E+12air +6 透明	0.40	0.24	1.66
18		6 高透光三银 Low-E+12air +6 透明	0.62	0.32	1.63
19		6 中透光三银 Low-E+12air +6 透明	0.50	0.26	1.64
20		6 低透光三银 Low-E+12air +6 透明	0.42	0.22	1.65

注：保温膜位于室内侧，位于#4 面。

E.0.2 典型玻璃配合不同窗框的整窗传热系数和太阳得热系数													
序号	玻璃配置	玻璃可见光透射比 τ_v	玻璃太阳得热系数 SHGC	玻璃传热系数 $W/(m^2 \cdot K)$	非隔热铝合金型材窗 Kf=10.8W/(m ² ·K) 框面积 15%, $\rho=0.4$		断桥铝合金型材窗 断桥宽度 14.8mm, Kf=4.2W/(m ² ·K) 框面积 20%, $\rho=0.4$		断桥铝合金型材窗 断桥宽度 24mm, Kf=2.8W/(m ² ·K) 框面积 20%, $\rho=0.4$		塑钢型材窗 Kf=2.7W/(m ² ·K) 框面积 25%, $\rho=0.6$		
					传热系数 K [W/(m ² ·K)]	太阳得热系数 SHGC	传热系数 K [W/(m ² ·K)]	太阳得热系数 SHGC	传热系数 K [W/(m ² ·K)]	太阳得热系数 SHGC	传热系数 K [W/(m ² ·K)]	太阳得热系数 SHGC	
9	6透明+12air+6透明	0.78	0.73	2.70	4.23	0.66	3.31	0.61	3.03	0.60	3.01	0.57	
10	6高透光单银 Low-E+12air+6透明	0.72	0.57	1.87	3.52	0.53	2.65	0.48	2.37	0.47	2.39	0.45	
11	6中透光单银 Low-E+12air+6透明	0.54	0.42	1.80	3.46	0.40	2.59	0.36	2.31	0.35	2.34	0.34	
12	6较低透光单银 Low-E+12air+6透明	0.46	0.35	1.79	3.45	0.34	2.58	0.30	2.30	0.29	2.33	0.29	
13	6低透光单银 Low-E+12air+6透明	0.41	0.32	1.80	3.46	0.31	2.59	0.28	2.31	0.27	2.34	0.27	
14	6高透光双银 Low-E+12air+6透明	0.68	0.42	1.69	3.37	0.40	2.50	0.36	2.22	0.35	2.26	0.34	
15	6中透光双银 Low-E+12air+6透明	0.51	0.31	1.67	3.35	0.30	2.49	0.27	2.21	0.26	2.24	0.26	
16	6较低透光双银 Low-E+12air+6透明	0.48	0.28	1.66	3.34	0.28	2.48	0.25	2.20	0.24	2.23	0.24	
17	6低透光双银 Low-E+12air+6透明	0.40	0.24	1.66	3.34	0.24	2.48	0.21	2.20	0.21	2.23	0.21	
18	6高透光三银 Low-E+12air+6透明	0.62	0.32	1.63	3.32	0.31	2.46	0.28	2.18	0.27	2.21	0.27	
19	6中透光三银 Low-E+12air+6透明	0.50	0.26	1.64	3.33	0.26	2.46	0.23	2.18	0.22	2.22	0.22	
20	6低透光三银 Low-E+12air+6透明	0.42	0.22	1.65	3.34	0.23	2.47	0.20	2.19	0.19	2.23	0.19	

注：1 以 1500*1500 的窗(单扇开启，居中分格)为例进行计算，类型序号与表 E.0.1 对应；

2 整窗 K 值计算时，中空玻璃参数取值均按采用普通铝隔条合片工艺；如采用暖边间隔条，整窗 K 值需重新进行计算或在表中数值的基础上降低 0.1W/m² K；

3 采用 5mm 厚玻璃时可参照本表取值；

4 本次 SHGC 的计算，式中透光部分的太阳辐射总透射比值的取值是直接采用了玻璃的太阳得热系数。

附录 F 建筑外遮阳系数的简化计算方法

F.0.1 外遮阳系数应按下列公式计算确定：

$$SD = a^*x^2 + b^*x + 1$$

(F.0.1-1)

其中，水平、垂直遮阳：

$$x = A/F = A/(B+C)$$

(F.0.1-2)

其他遮阳：

$$x = A/B$$

(F.0.1-3)

式中：SD ——外遮阳系数；

x ——外遮阳特征值， $x > 1$ 时，取 $x=1$ ；

a^* 、 b^* ——拟合系数，按表 F.0.1-1～表 F.0.1-4 选取；

A、B、C、F ——外遮阳的构造定性尺寸，按图 F.0.1～图 F.0.5 确定。

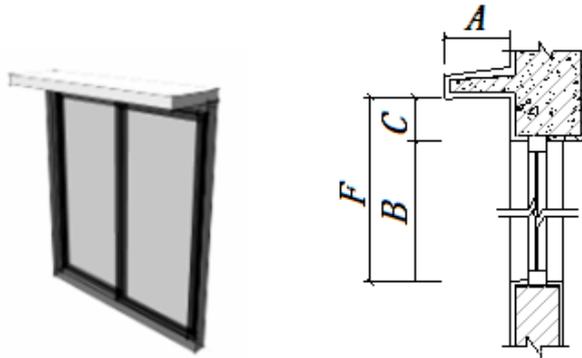


图 F.0.1 水平遮阳的特征值

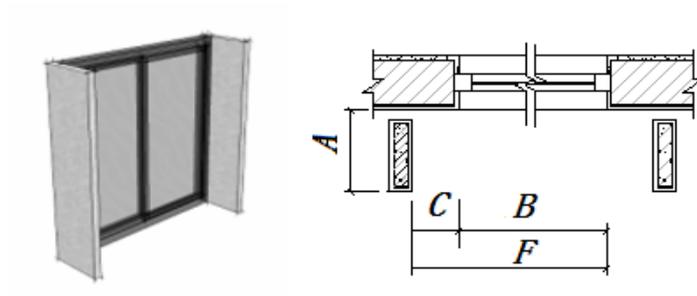


图 F.0.2 垂直遮阳的特征值

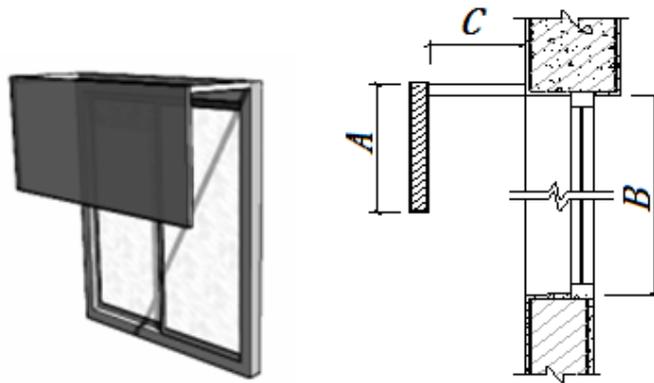


图 F.0.3 挡板遮阳的特征值

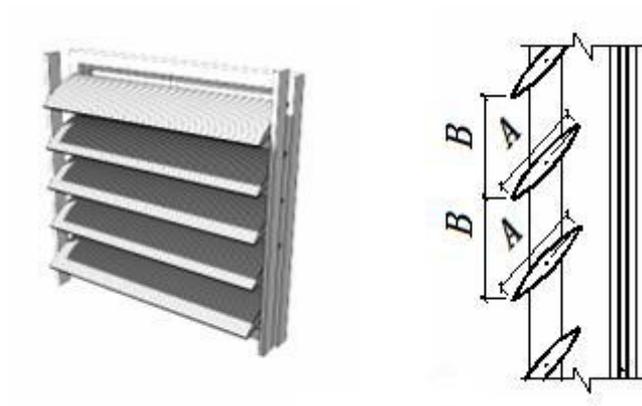


图 F.0.4 横百叶遮阳的特征值

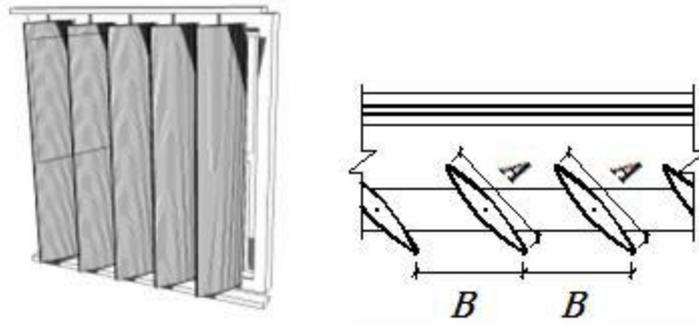


图 F.0.5 竖百叶遮阳的特征值

表 F.0.1-1 水平遮阳计算拟合系数 a^* 、 b^* (图 F.0.1)

距窗上口	拟合系数	东		南		西		北	
		夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬
$C/B=0$	a^*	0.29	0.27	0.36	0.27	0.34	0.31	0.23	0.28
	b^*	-0.71	-0.53	-0.62	-0.69	-0.79	-0.61	-0.43	-0.57
$C/B=0.1$	a^*	0.19	0.17	0.29	0.15	0.24	0.21	0.14	0.19
	b^*	-0.59	-0.39	-0.52	-0.55	-0.67	-0.47	-0.32	-0.45
$C/B=0.2$	a^*	0.11	0.11	0.25	0.04	0.15	0.14	0.10	0.13
	b^*	-0.49	-0.29	-0.46	-0.41	-0.57	-0.36	-0.25	-0.37
$C/B=0.3$	a^*	0.05	0.07	0.21	-0.05	0.09	0.08	0.06	0.08
	b^*	-0.41	-0.22	-0.41	-0.29	-0.48	-0.28	-0.19	-0.29
$C/B=0.4$	a^*	0.01	0.04	0.19	-0.11	0.04	0.05	0.04	0.05
	b^*	-0.35	-0.17	-0.36	-0.19	-0.42	-0.22	-0.16	-0.24
$C/B=0.5$	a^*	-0.01	0.03	0.17	-0.15	0.01	0.04	0.02	0.04
	b^*	-0.30	-0.13	-0.33	-0.12	-0.37	-0.17	-0.13	-0.21

表 F.0.1-2 垂直遮阳计算拟合系数 a^* 、 b^* (图 F.0.2)

距窗侧边	拟合系数	东		南		西		北	
		夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬
$C/B=0$	a^*	0.12	0.28	0.23	0.40	0.14	0.31	0.47	0.26

	b*	-0.31	-0.66	-0.45	-0.77	-0.32	-0.66	-0.78	-0.53
<i>C/B=0.1</i>	a*	0.02	0.16	0.15	0.31	0.06	0.21	0.17	0.40
	b*	-0.17	-0.52	-0.36	-0.66	-0.20	-0.54	-0.43	-0.70
<i>C/B=0.2</i>	a*	-0.01	0.05	0.09	0.24	0.03	0.13	0.35	0.11
	b*	-0.11	-0.37	-0.28	-0.56	-0.15	-0.41	-0.63	-0.33
<i>C/B=0.3</i>	a*	-0.01	-0.02	0.06	0.19	0.02	0.07	0.32	0.08
	b*	-0.08	-0.26	-0.22	-0.48	-0.12	-0.32	-0.58	-0.27
<i>C/B=0.4</i>	a*	-0.01	-0.05	0.04	0.16	0.01	0.02	0.29	0.05
	b*	-0.07	-0.18	-0.18	-0.42	-0.10	-0.24	-0.54	-0.22
<i>C/B=0.5</i>	a*	-0.01	-0.07	0.02	0.14	0.01	-0.01	0.27	0.03
	b*	-0.06	-0.12	-0.15	-0.37	-0.09	-0.18	-0.50	-0.19

表 F.0.1-3 挡板遮阳计算拟合系数 a^* 、 b^* (图 F.0.3)

距墙面	拟合系数	东		南		西		北	
		夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬
$C/B=0.1$	a^*	0.13	0.10	0.12	0.12	0.14	0.12	0.09	0.11
	b^*	-0.89	-0.85	-0.63	-0.90	-0.86	-0.81	-0.63	-0.74
$C/B=0.2$	a^*	0.22	0.16	0.13	0.23	0.24	0.19	0.12	0.17
	b^*	-0.89	-0.81	-0.54	-0.89	-0.86	-0.76	-0.55	-0.70
$C/B=0.3$	a^*	0.27	0.19	0.14	0.31	0.29	0.21	0.13	0.20
	b^*	-0.86	-0.74	-0.48	-0.85	-0.82	-0.69	-0.47	-0.64
$C/B=0.4$	a^*	0.29	0.20	0.14	0.35	0.31	0.22	0.13	0.20
	b^*	-0.81	-0.67	-0.43	-0.79	-0.76	-0.62	-0.41	-0.58
$C/B=0.5$	a^*	0.29	0.19	0.14	0.36	0.31	0.21	0.13	0.20
	b^*	-0.74	-0.60	-0.39	-0.69	-0.68	-0.54	-0.36	-0.52

表 F.0.1-4 百叶遮阳计算拟合系数 a^* 、 b^* (图 F.0.4、图 F.0.5)

百叶类型	拟合系数	东		南		西		北	
		夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬
活动横百叶 (图 C.0.4)	a^*	0.56	0.23	0.79	0.03	0.57	0.23	0.60	0.20
	b^*	-1.30	-0.66	-1.40	-0.47	-1.30	-0.69	-1.30	-0.62
活动竖百叶 (图 C.0.5)	a^*	0.14	0.29	0.42	0.14	0.12	0.31	0.84	0.20
	b^*	-0.75	-0.87	-1.11	-0.64	-0.73	-0.86	-1.47	-0.62
固定横百叶 (图 C.0.4)	a^*	0.50		0.50		0.52		0.37	
	b^*	-1.20		-1.20		-1.30		-0.92	
固定竖百叶 (图 C.0.5)	a^*	0.00		0.16		0.19		0.56	
	b^*	-0.66		-0.92		-0.71		-1.16	

注：拟合系数应按各朝向的规定在本表中选取。

F.0.2 组合形式的外遮阳系数，由各种参加组合的外遮阳的遮阳系数（按 F.0.1 计算）相乘积得出。

例如：水平+垂直组合的外遮阳系数=水平遮阳系数×垂直遮阳系数；

水平+挡板组合的外遮阳系数=水平遮阳系数×挡板遮阳系数

F.0.3 卷帘或织物卷帘遮阳系统，取卷帘或织物放下到外窗高度的 2/3 为其夏季外遮阳系数计算特征尺寸，全部收起为其冬季外遮阳系数计算特征尺寸。卷帘和织物卷帘遮阳系统的外遮阳系数 SD ，夏季为 0.33，冬季为 1.0（遮阳系数为 1.0，表示无任何遮挡）。

F.0.4 当外遮阳的遮阳板（帘、百叶）采用有透光能力的材料制作时，其外遮阳系数应按式（F.0.4）进行修正。

$$SD = 1 - (1 - SD^*)(1 - \eta^*) \quad (\text{F.0.4})$$

式中： SD^* ——外遮阳的遮阳板（帘、百叶）采用非透明材料制作时的外遮阳系数，按 F.0.1 计算；

η^* ——遮阳板的透射比，按表 F.0.4 选取。

表 F.0.4 遮阳板（帘、百叶）的透射比

遮阳板使用的材料	规格	η^*
织物面料、玻璃钢类板	—	0.4
玻璃、有机玻璃类板	深色： $0 < Se \leq 0.6$	0.6
	浅色： $0.6 < Se \leq 0.8$	0.8
金属穿孔板	穿孔率： $0 < \varphi \leq 0.2$	0.1
	穿孔率： $0.2 < \varphi \leq 0.4$	0.3
	穿孔率： $0.4 < \varphi \leq 0.6$	0.5
	穿孔率： $0.6 < \varphi \leq 0.8$	0.7
铝合金百叶板	—	0.2
木质百叶板	—	0.25
混凝土花格	—	0.5
木质花格	—	0.45

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

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，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、《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019
- 2、《建筑碳排放计算标准》GB/T51366
- 3、《工作场所有害因素职业接触限值 第2部分：物理因素》GBZ 2.2
- 4、《工作场所物理因素测量 第10部分：体力劳动强度分级》GBZ/T189.10
- 5、《湖南省公共建筑节能设计标准》DBJ 43/003
- 6、《建筑采光设计标准》GB 50033
- 7、《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015
- 8、《建筑环境通用规范》GB 55016
- 9、《民用建筑热工设计规范》GB 50176
- 10、《工业建筑节能设计统一标准》GB 51245
- 11、《建筑幕墙》GB/T 21086
- 12、《建筑幕墙 门窗通用技术条件》GB/T 31433
- 13、《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能检测方法》GB/T 7106
- 14、《清水离心泵能效限定值及节能评价值》GB 19762
- 15、《设备及管道绝热设计导则》GB/T 8175
- 16、《公共建筑节能设计标准》GB 50189
- 17、《工业企业设计卫生标准》GBZ 1
- 18、《通风机能效限定值及能效等级》GB19761
- 19、《空气—空气能量回收装置》GB/T 21087
- 20、《工业锅炉能效限定值及能效等级》GB 24500
- 21、《单元式空气调节机能效限定值及能效等级》GB 19576
- 22、《风管送风式空调机组能效限定值及能效等级》GB 37479
- 23、《建筑给水排水设计标准》GB 50015
- 24、《建筑给水排水与节水通用规范》GB 55020
- 25、《封闭满管道中水流量的测量 饮用冷水水表和热水水表》GB/T 778.1~3
- 26、《电子远传水表》CJ/T 224
- 27、《冷水水表检定规程》JJG 162

- 28、《饮用水冷水水表安全规则》 CJ 266
- 29、《民用建筑节能设计标准》 GB 50555
- 30、《城市供水管网漏损控制及评定标准》 CJJ 92
- 31、《电力变压器能效限定值及能效等级》 GB 20052
- 32、《电动机能效限定值及能效等级》 GB 18613
- 33、《变频调速设备的能效限定值及能效等级》 NB/T 10463
- 34、《调速电气传动系统 第 1 部分：一般要求 低压直流调速电气传动系统
额定值的规定》 GB/T 12668.1
- 35、《调速电气传动系统 第 2 部分：一般要求 低压交流调速电气传动系统
额定值的规定》 GB/T 12668.2
- 36、《电能质量 供电电压偏差》 GB/T 12325
- 37、《电能质量 三相电压不平衡》 GB/T 15543
- 38、《电能质量 公用电网谐波》 GB/T 14549
- 39、《公共建筑电磁兼容设计规范》 DG/T J08-1104
- 40、《建筑照明设计标准》 GB 50034
- 41、《燃气冷热电三联供工程技术规程》 CJJ145
- 42、《热泵热水机（器）能效限定值及能效等级》 GB 29541
- 43、《水（地）源热泵机组能效限定值及能效等级》 GB 30721
- 44、《用能单位能源计量器具配备和管理通则》 GB 17167
- 45、《热量表》 GB/T 32224
- 46、《多功能电能表通信协议》 DL/T 645
- 47、《绿色工业建筑评价标准》 GB/T 50878
- 48、《外墙外保温工程技术标准》 JGJ 144
- 49、《外墙内保温工程技术规程》 JGJ/T261
- 50、《保温防火复合板应用技术规程》 JGJ/T 350
- 51、《热固复合聚苯乙烯泡沫保温板》 JG/T536
- 52、《岩棉薄抹灰外墙外保温工程技术标准》 JGJ/T 480
- 53、《无机轻集料砂浆保温系统技术标准》 JGJ/T 253
- 54、《轻质砂浆》 JG/T 521

- 55、《轻骨料混凝土多孔砖建筑技术规程》 DBJ43/T 003
- 56、《蒸压加气混凝土砌块建筑技术规程》 DBJ43/T001
- 57、《湖南省陶粒混凝土保温砌块与陶粒混凝土保温砖建筑技术规程》 DBJ43/T340
- 58、《陶粒混凝土屋面与楼地面保温工程技术规程》 DBJ43/T321
- 59、《湖南省膨胀玻化微珠保温装饰板外墙外保温系统应用技术标准》 DBJ43/T354
- 60、《屋面工程技术规范》 GB50345
- 61、《倒置式屋面工程技术规程》 JGJ230
- 62、《现浇混凝土空心楼盖技术规程》 JGJ/T 268

湖南省工程建设地方标准

湖南省工业建筑节能设计标准

DBJxxxxxx

条文说明

目次

1 总则.....	69
2 术语和符号.....	70
2.1 术语.....	70
3 基本规定.....	71
3.1 分类与基本原则.....	71
3.2 室内环境参数.....	73
4 建筑.....	76
4.1 一般规定.....	76
4.3 围护结构热工设计.....	83
4.4 一类工业建筑围护结构热工性能的权衡判断.....	86
5 供暖空调与通风.....	88
5.1 一般规定.....	88
5.2 通风除尘.....	89
5.3 空气调节.....	91
5.4 供暖.....	96
5.5 冷热源.....	98
6 给水排水.....	102
6.1 一般规定.....	102
6.2 给水 排水.....	102
6.3 生活热水.....	104
7 电气.....	105
7.1 一般规定.....	105
7.2 电力.....	105
7.3 照明.....	107
8 能量回收与可再生能源利用.....	109
8.1 一般规定.....	109
8.2 能量回收.....	110
8.3 可再生能源利用.....	112

9 监测与控制.....	114
9.1 一般规定.....	114
9.2 监测.....	114
9.3 控制.....	116
附录 A 工业建筑能耗计算.....	121
附录 B 工业建筑体积、面积与高度计算原则.....	123

1 总则

1.0.1 我国工业建筑节能起步于上世纪末，调查表明，每年完成的建设工程投资额中，工业建筑与民用建筑的占比分别为 53%和 47%，可见降低工业建筑能耗是当前建筑节能的重要工作。随着经济建设规模不断扩大以及能源消耗的剧增，国家逐步重视工业建筑的节能、并颁布了相应的法律法规。但由于工业建筑使用功能及用途种类繁多，在建筑物体量、室内空间、使用温度等方面与民用建筑大不相同，各行业工业建筑物的能耗也不尽相同，因此直至 2017 年才完成了《工业建筑节能设计统一标准》GB51245-2017 的编制，并于 2018 年 1 月 1 日开始实施。

为了促进湖南省工业建筑设计与周围环境有机结合，体现湖南省的地域特色和时代特征，更好地规范并指导湖南省工业建筑的节能设计、施工、验收，确保节能效果和工程质量，有必要依据《工业建筑节能设计统一标准》GB51245-2017，结合湖南省的气候特点与具体情况，编制《湖南省工业建筑节能设计标准》，提出适宜于湖南省工业建筑节能设计的环境计算参数，并在此基础上相应提出工业建筑的围护结构性能指标和设备能效参数要求。

本标准针对湖南省工业建筑节能设计对建筑、供暖空调与通风、给水排水、电气、能量回收与可再生能源利用、监测与控制等，规定了相应的节能措施、提出了通用性的节能设计要求，指导和规范湖南省的工业建筑节能设计。

1.0.2 本标准的适用范围为湖南省内各类工业建筑，包括工业项目厂区内的主要生产建筑、辅助生产建筑和仓储建筑，以及设置在这些建筑中的实验分析和车间管理用房，不包括在厂区内独立设置（独栋）的科研办公建筑和配套生活用房。对于特殊行业工业建筑，对节能设计有特殊要求的应按相应技术标准执行，没有特殊要求的均应按本标准执行。

2 术语和符合

2.1 术语

2.1.1 本标准中的工业建筑包括主要生产建筑、辅助生产建筑和仓储建筑，以及设置在这些建筑中的辅助用室，但不包括在厂区内独立设置（单栋）的科研办公建筑和配套生活用房。

2.1.2 参照国家标准《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50019-2015 第4.1.1条，将设置在工业建筑中为工业生产服务的实验分析、车间行政办公、浴室、更衣室、休息室等用房，即“大房子套小房子”中的“小房子”，定义为辅助用室。在厂区内独立设置（单栋）的科研办公建筑和配套生活用房不属于辅助用室。

2.1.3 工业建筑能耗是指为保证建筑室内外环境要求，保证建筑配套的供暖、通风、空调、给排水、照明等公用设备系统正常运行所需的能耗，不包括工业生产能耗。

2.1.4 零能耗指通过自然通风、天然采光、围护结构热工设计等措施，避免空调、供暖、机械通风和照明等能耗，是通过降低设计负荷、缩短运行时间来降低运行能耗，实现最大限度的节能设计并减少相关设备的投资。

2.1.5 生产工艺过程中有些设备产生的余热通过局部排风设施直接排至室外，或通过能量回收装置加以利用，这些并未进入室内环境的热量，不计入余热强度。余热强度以建筑单位体积热量计算，单位(W/m^3)。

2.1.6 计算总窗墙面积比时，外墙上的门窗洞口总面积应包括外墙上透光和非透光门窗洞口，外墙总面积是指包含门窗洞口和墙体的总面积，但只计入围合室内空间的外墙面积，女儿墙等不属于室内空间围合墙体的外墙不应计入。

2.1.9 电冷源综合制冷性能系数（SCOP）是电驱动的冷源系统单位耗电量所能产出的冷量，反映了冷源系统效率的高低。

3 基本规定

3.1 分类与基本原则

3.1.1 工业建筑涉及行业较多，各行业又明显存在不同的特征，在进行节能设计时，将工业建筑分为两类，其类别有可能是指一栋单体建筑或一栋单体建筑的某个部位。代表性行业里面表示该行业大部分情况属于这类建筑，并不排除该行业个别情况属于另外一类建筑类型。比如，金属冶炼行业大多数情况是属于有强热源或强污染源的情况，但并不排除该行业个别建筑或部位是以供暖或空调为主要环境控制方式。

对于一类工业建筑，冬季以供暖能耗为主，夏季以空调能耗为主，通常无强污染源及强热源。代表性行业有计算机、通信和其他电子设备制造业，食品制造业，烟草制品业，仪器仪表制造业，医药制造业，纺织业等。凡是有供暖空调系统能耗的工业建筑，均执行一类工业建筑相关要求。

对于二类工业建筑，以通风能耗为主，通常有强污染源或强热源。代表性行业有金属冶炼和压延加工业，石油加工、炼焦和核燃料加工业，化学原料和化学制品制造业，机械制造等。强污染源是指生产过程中散发较多的有害气体、固体或液体颗粒物的源项，要采用专门的通风系统对其进行捕集或稀释控制才能达到环境卫生的要求。强热源是指在工业加工过程中，具有生产工艺散发的个体散热源，一般生产工艺散发的余热强度在 $20\text{W}/\text{m}^3\sim 50\text{W}/\text{m}^3$ ，如热轧厂房。此外，在烧结、锻铸、熔炼等热加工车间，往往具有固定的炉窑、冷却体等高温散热体，从而形成高余热散发，此时热强度可超过 $50\text{W}/\text{m}^3$ 。

不同类型工业建筑节能设计和建筑能耗计算所要考虑的因素见表 1。

表 1 不同类型工业建筑节能设计和建筑能耗计算所要考虑的因素

工业建筑节能设计类别	总图与建筑	围护构造	供暖	空气调节	自然通风	机械通风	除尘净化	冷热源	给水排水	采光照明	电力	能量回收	可再生能源	检测与控制
------------	-------	------	----	------	------	------	------	-----	------	------	----	------	-------	-------

一类	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●
二类	●	●	○	-	●	●	●	○	○	○	○	●	○	○	●

注：●表示重点考虑，○表示考虑，-表示忽略。

3.1.2 在进行工业建筑的节能设计时，应当根据项目所在地的实际情况，在保证工艺生产的前提下，根据本标准的各项规定，在建筑设计的各个阶段，通过采取下列技术措施降低建筑物能耗和减少碳排放：

1 优化建筑设计，立足工业生产特征和需求等现实因素，科学合理的建筑布局，重视内部空间的设计，改善围护结构热工性能，打造舒适、和谐的空间环境，确保建筑空间呈现出最大的使用价值；

2 充分回收和再利用生产过程中产生的废弃能源，生产过程中产生的废弃能源应结合实际情况，按本标准第 8 章要求尽可能地充分回收和再利用；

3 充分采用可再生能源，量化太阳能在工业建筑中的应用比例；

4 合理使用可再生建筑材料，减少对环境的影响；

5 充分采用其他降低能源消耗、提高建筑能效的技术措施，如采用高效隔热材料、双层玻璃或采取天然采光、自然通风等减少能源消耗。二类工业建筑优先采取天然采光和自然通风降低建筑能耗。

3.1.3 本条规定初步设计还应附各专业节能计算书、可再生能源利用及碳排放计算书。工业建筑碳排放计算可参照现行国家标准《建筑碳排放计算标准》GB/T51366，但工艺生产产生的碳排放量不计入工业建筑碳排放。

3.1.4 设计文件应全面阐释和表达工程采取的节能措施，为工程运行管理方提供合理的、符合设计理念的节能措施。本条规定了施工图中建筑围护结构、建筑设备及机电系统（供暖、通风、空调、给排水、电气系统）等应详细说明设计节能措施、相应主要技术参数和使用要求的具体内容：

1 建筑围护结构构造、性能指标、材料和尺寸，包括门窗、透光幕墙的传热系数、气密性能、玻璃的太阳得热系数、可见光透射比等要求，非透明围护结构所用保温材料的导热系数或热阻、密度、压缩强度或抗压强度、吸水率、燃烧性能（不燃材料除外）及垂直于板面方向的抗拉强度（仅限墙体）等要求，保温砌块等墙体节能定型产品的传热系数或热阻、抗压强度及吸水率等要求，被动节能措施（如遮阳、天然采光、自然通风等）的使用方法；

2 建筑设备及机电系统的选型、主要技术参数和采取的节能措施；

3 集中供暖空调的冷热源及输配系统、耗电冷热比，生活热水系统等采取的节能措施及其运行管理方式，包括系统能耗计量监测及日常维护管理要求等；

4 可再生能源系统的设计内容并注明对项目施工与运营管理的要求和注意事项，例如系统的运行控制措施和监测参数等。

3.1.5 本条提出建筑节能设计和可再生能源利用设计审查要求。各阶段设计审查，应包含建筑节能、可再生能源利用及碳排放审查。

3.2 室内环境参数

3.2.1 本条依据国家标准《工作场所有害因素职业接触限值第2部分：物理因素》GBZ2.2-2007表13和附录B，工业建筑中体力劳动强度级别可按表2分类。体力劳动强度指数(n)按现行国家标准《工作场所物理因素测量第10部分：体力劳动强度分级》GBZ/T189.10规定的方法测量。

表2 工业建筑中体力劳动强度级别

体力劳动强度级别	劳动强度指数 (n)
轻劳动	$n \leq 15$
中等劳动	$15 < n \leq 20$
重劳动	$20 < n \leq 25$
极重劳动	$n > 25$

3.2.2 本条是关于空气调节室内设计参数的规定。

第1款，对于设置工艺性空气调节的一类工业建筑，其室内设计温度、相对湿度及其允许波动范围等首先应根据工艺的要求，并结合考虑必要的卫生条件确定。如人员活动区的风速，供热工况时，不宜大于0.3m/s；供冷工况时，宜采用0.2 m/s~0.5m/s；当室内温度高于30℃时，可大于0.5m/s。在可能的条件下，尽量提高夏季室内温度基数可以节省建设投资和运行费用。当夏季室内温度基数过低时，如20℃，则室内外温差太大，人员普遍感到不舒适。因此，合理提高温度基数，也有利于改善人员的劳动卫生条件。

第 2 款，对于设置舒适性空气调节的工业建筑中辅助用室和一类工业建筑，其室内参数是基于人体对周围环境的温度、相对湿度、风速和辐射热等热环境条件的适应程度，并结合我国的经济情况和考虑人们的生活习惯及衣着情况等因素，本着保证工作人员的舒适性及提高工作效率的原则，在参考国内外相关标准的基础上确定的。如室内风速冬季不宜大于 0.2m/s，夏季不宜大于 0.3m/s；行政、生活等辅助用室的空气调节室内设计温度冬季按 18℃~22℃，夏季按 26℃~28℃ 进行设计，已能满足大多数人的舒适需求。

3.2.3 本条根据工业建筑中房间或区域的用途对冬季供暖室内设计温度做出规定。工业建筑实际室内温度主要受室外环境温度变化、室内热源强度情况及供暖、通风、空调系统运行状况的影响。

第 1 款，为了保证工作人员的工作效率及舒适性，结合不同劳动强度时人体产热量的差异，确定工业建筑中不同体力劳动强度室内工作地点的设计温度。当每名工人占用面积大于 50m²时，可通过采取个体防护的措施，适当降低工作地点设计温度来降低供暖成本，如轻劳动时可降低至 10℃，中等劳动时可降低至 7℃，重劳动时可降至 5℃。对于特定的工业建筑，实际室温主要受室外温度变化、室内热源强度情况及供暖系统的运行状况的影响。在进行节能设计计算时，如果功能尚不确定，一类工业建筑按轻劳动强度，室内计算温度取值 16℃；二类工业建筑按中等劳动强度，室内计算温度取值 14℃。

第 2 款，对于设置在工业建筑中直接为工业生产服务的实验分析、行政办公以及车间生活设施的冬季室内设计温度，按照现行国家标准《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50019 和现行地方标准《湖南省公共建筑节能设计标准》DBJ43/003 取值。

第 3 款，当工艺或使用条件有特殊要求时，其室内温度可按照实际需要确定。如湿法冶炼车间，工艺要求室内设计温度为 18℃。

3.2.4 本条依据现行国家标准《工业企业设计卫生标准》GBZ 1 的相关规定，在工艺无特殊要求时，对工业建筑中工作地点的温度可根据夏季通风室外计算温度及其与工作地点的允许最大温差进行设计，即工作地点的夏季通风设计温度。

本条是对生产厂房夏季工作地点通风设计温度的规定，条文中规定的夏季工

作地点通风设计温度是用来计算通风量和进行通风设备选型的，并非工作地点的夏季温度不会超过表 3.2.4 中的数值，当实际生产中工作地点温度超过表 3.2.4 中的限值时，应采取局部降温 and 综合防暑措施。

4 建筑

4.1 一般规定

4.1.1 某些工业建筑在生产过程中向环境放散大量热、蒸汽、烟尘、粉尘及有害物质等，如果在总图阶段未妥善处理建筑群间的相互关系，不但污染周围的自然环境，而且对相邻建筑的节能产生不利影响。

因此，在工业建筑群总平面图规划布局时，应对建筑间距、体形、朝向等进行优化，合理利用室外微气候及地形等自然条件，采用有利于夏季减少太阳日照及自然通风，冬季充分利用日照并避开主导风向的形式，减少气流对区域微气候及建筑本身的不利影响。建筑不仅在自然状态下具有较好的热舒适性，还有效降低建筑物的实际使用能耗。可根据工业建筑的工艺需求，利用计算机模拟分析方法，挖掘自然通风和日照的节能潜力，处理好工艺与建筑节能之间的关系。

4.1.2 在进行工业建筑总图设计时，需考虑绿地和水域对厂区内生态及自然环境的影响，采取合理组织水域面积，合理增加绿地植被和绿化种植，减少硬化地面、铺装透水性地面以及充分利用原有自然水体等措施，可增强厂区内微气候的自我调节能力，改善厂区微气候环境。夏季绿地及水面的水分蒸发，形成局域风，使周围凉爽的空气进入厂区，提高环境的舒适度；水平绿化、垂直绿化、立体绿化在夏季可以对建筑形成遮荫，避免建筑过热；在能够满足强度和耐久性要求的情况下，采用透水铺装材料可使雨水通过铺装下的渗水路径渗入到下部土壤，从而改善夏季室外热环境条件；有条件的地区，根据厂区环境地理特点，宜引入自然水体周边所形成的水陆风或丘陵山谷周边存在的山谷风以改善厂区的夏季热环境，水陆风及山谷风的风向具有一定规律，在利用时应注意建筑朝向及布局与风向的关系，并避开冬季不利风向。工业企业内部为满足生产工艺等特殊要求可安排绿地，但绿地率不得超过 20%。

4.1.3 自然通风设计应合理利用当地主导风向，结合建筑设计，综合考虑建筑物外部环境、内外部构造、得热负荷和室内环境参数等方面因素进行设计。以风压自然通风为主的工业建筑，在确定其朝向时，考虑利用夏季最多风向来增加

自然通风的风压作用或形成穿堂风，因而要求建筑的迎风面与最多风向成 $60^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 。

4.1.4 本条明确工业建筑节能应遵循“被动节能措施优先、主动节能措施优化，可再生能源补充”的设计原则。

被动节能措施一般是指在满足室内环境要求前提下，通过对建筑设计进行合理的节能优化，在建筑的布局、朝向、遮阳、保温、隔热、气密性、自然通风和天然采光等方面采取节能措施，从而降低建筑总体能耗。

建筑物良好的通风可以提高空调设备及系统的工作效率，有利于降低设备及系统运行能耗。建筑设计应根据场地和气候条件，在满足建筑功能的前提下，通过优化建筑物方位、外形和内部空间布局，减少夏季东西向日晒，充分利用自然通风。以自然通风为主的建筑物，其方位应根据夏季最多风向，合理地确定房屋开口部分的面积与位置、门窗和透光幕墙的开启方式、通风的构造措施等，注重穿堂风的形成。充分利用天然采光以减少建筑人工照明的需求。适时合理利用自然通风消除建筑余热余湿，同时通过围护结构的保温隔热和遮阳措施减少通过围护结构形成的建筑冷热负荷，达到减少建筑供暖、通风、空调和照明能耗。

4.1.5 本条和本标准第 5.5.16 条都是针对工业厂区或大型厂房建筑物的集中空调或供暖的冷热源布置的原则，冷热源机房宜位于或靠近冷热负荷中心位置集中设置，以减少输配造成的能量损失和管材的消耗。

4.2 建筑设计

4.2.1 工业建筑能耗大致受到两方面的影响，一是工艺流程、设备布局等生产需求，二是方位朝向、空间组织、建筑体形、材料构造等建筑本体造成的能耗性能。因此，工业建筑节能需同时注重上述两个方面，合理划分生产与非生产、强热源和一般热源、强污染源和一般污染源、人员操作区与非人员操作区部位，协调工艺和节能的双重矛盾。

4.2.2 本条为防止室外新鲜空气流经散热设备被加热和污染。

4.2.4 热压与风压是形成自然通风的两种动力方式。室内热源较强、空间高度较高的工业建筑，优先利用热压通风，且进、排风口高度差应满足热压自然通风

的需求。室外年平均风速较高时，充分利用风压通风，若建筑层数较少，高度较低，考虑建筑周围风速较小且不稳定，可不考虑风压作用。

第 1 款，在确定自然通风方案之前，必须收集工业厂区的气象参数，进行气候潜力分析。现有的自然通风潜力分析方法主要有经验分析法、多标准评估法、气候适应性评估法及有效压差分析法等。根据潜力确定风压、热压的选择及相应的措施。

第 2 款，建筑物的通风效果往往是热压和风压综合作用的结果。同时考虑热压及风压作用的自然通风量，宜按计算流体动力学（CFD）数值模拟方法确定。热压通风和风压作用的通风量计算可参照国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 条文 6.2.7 和 6.2.8；

第 3 款，为保证自然通风效果，进风口面积与排风口面积尽量相等。但在实际工程中，进风面积通常受工业辅助用房或工艺条件限制，从而通风换气量得不到保证。当进风面积受限时，采用机械进风的方式，形成自然通风与机械通风的复合通风方式。当排风面积无法保证时，采用机械排风方式进行补充。

第 4 款，在利用自然通风时，应避免自然进风对室内环境的污染或无组织排放造成室外环境的污染。为了控制生产过程散发的有害物扩散污染室外环境，当自然通风会造成室外环境空气质量不达标时不能采用自然通风。周围空气被粉尘或其他有害物质污染的工业建筑不能采用自然通风。

4.2.5 为了提高自然通风的效果，采用流量系数较大的进、排风口或窗扇，如门、洞、平开窗、上悬窗、中悬窗及隔板或垂直转动窗、板等。对于不便于人员开关或需要经常调节的进、排风口或窗扇，考虑人员对自然通风的可操作性，在方便的位置设置手动操作装置，采用阻力小、易开关、易维修的进、风口或窗扇，便于维护管理并能防止锈蚀失灵。

第 1 款，除特殊建筑外，建筑物要有外窗。为加强生产建筑的自然通风能力，减少机械通风能耗，故对外窗的开启面积提出要求，对有通风要求的生产建筑，首选外窗开启面积最大的立转窗。

第 2 款，供自然通风用的进、排风口或窗扇，一般随季节的变换要进行调节。采用天窗或屋面通风器排出室内余热时，天窗及屋面通风器应设置机械启闭装置。当冬季有保温要求时，需采用自动或手动的控制方式关闭天窗或屋面

通风器，以减少由于通风换气引起的热量损失。

4.2.6 天然光是清洁能源，取之不尽，用之不竭，具有很大的节能潜力，目前世界范围内照明用电量约占总用电量的 20%左右，充分利用天然光是实现照明节能的重要技术措施。建筑采光设计时，应根据地区光气候特点，采取有效措施，综合考虑充分利用天然光，节约能源。

在采光设计中，采取各种方法提高采光效率是有效利用天然采光的重要环节。如根据建筑形式和不同的光气候特点，合理选择窗的位置、朝向和不同的开窗面积。在条件允许的情况下，设置天窗采光不但能大大提高采光效率还可以获得好的采光均匀度。伴随着建筑形式的多样化，一些新的采光技术也得到了越来越多的应用，如导光管装置和膜结构的应用，均取得了比较好的采光效果。

4.2.7 自然采光可以有效降低照明能耗。在设计阶段，进行自然采光节能量的模拟预测和核算，可以预测自然采光的节能潜力，帮助建筑师进行自然采光设计方案的节能优化。采光节能计算方法按照国家标准《建筑采光设计标准》GB50033-2013 第 7.0.7 条。条文中大型工业厂房依据中华人民共和国建设部《关于印发〈工程设计资质标准〉的通知》建市[2007]86 号中《工程设计资质标准》附件 3 确定。

4.2.8 湖南省属于夏热冬冷地区，根据其冬季寒冷、夏季炎热的气候特点，对围护结构屋面提出冬季保温和夏季隔热两个方面的要求。

第 1 款，屋面采用浅色饰面有利于降低太阳辐射作用，当使用反射隔热面层时，由于屋面对太阳辐射的反射作用，减少了夏季空调能耗，但也会增加冬季供暖能耗。在湖南地区，由于冬季日照率低，屋面对冬季供暖能耗增加不多，因此，屋面反射隔热对降低全年总能耗仍然有贡献。

第 2 款，采用光伏与遮阳一体化屋面是为落实《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015 第 5.2.1 条，且工业建筑中采用光伏与遮阳一体化屋面是提高屋面热工性能的重要措施，对降低空调能耗，改善厂房夏季室内舒适度均有重要作用。

第 3 款，采用带保温层的通风隔热坡屋面，夏季利用自然通风带走多余热量，冬季利用保温层满足冬季保温需要，是满足夏热冬冷地区既要隔热又要保

温的较好做法之一。某些存放油漆、橡胶、塑料制品等的仓库，由于受太阳辐射的影响，屋顶内表面及室内温度过高，致使所存放的上述物品变质或损坏，乃至有引起自燃和爆炸的危险，除应加强通风外，设置通风屋顶也是一种有效的隔热措施。散热量小于 $23\text{W}/\text{m}^3$ 的冷车间，夏季经围护结构传入的热量占传入车间总热量的 85% 以上，其中经屋顶传入的热量又占绝大部分，以致造成屋顶对工作区的热辐射。为减少太阳辐射热，当屋顶离地面平均高度小于或等于 8m 时，宜采用屋顶隔热措施。采用通风屋顶隔热时，其通风层长度不宜大于 10m，空气层高度宜为 0.2m。

湖南地区全年平均相对湿度大，采用多孔材料保温外墙时，多孔材料内发生热湿耦合传递，保温层与屋面主体层的交界处温度梯度大，容易发生冷凝结露，使保温层含水量增加，导致保温效果降低，同时也会使保温层的使用寿命降低。对采用多孔材料的保温屋面，在进行屋面设计时，应进行冷凝验算，降低屋面内部发生冷凝的风险，必要时采取隔气措施。

4.2.9 根据湖南省的地域与气候特点及节能现状等因素，结合湖南地区夏季东、西向外墙太阳辐射作用较大，容易导致外墙内表面温度过高、室内过热等问题，列出相关的几种节能措施，这些措施经实际应用和测试证明是行之有效的，也是应用较多的成熟做法。

第 1 款，外墙采用浅色饰面有利于降低太阳辐射作用，当外墙使用反射隔热面层时，由于对太阳辐射的反射作用，减少了夏季空调能耗，但也会增加冬季供暖能耗。在湖南地区，由于冬季日照率低，外墙对冬季供暖能耗增加不多，因此，外墙反射隔热对降低全年总能耗仍然有贡献。

第 2 款，墙体自保温系统具有施工方便、安全性能好、可与建筑物同寿命等特点，能有效降低建筑节能增量成本，提高建筑节能工程质量，鼓励推广应用。当外墙必须采用内保温或夹芯墙体构造时，应考虑结构性热桥的影响，热桥部位应采取可靠保温措施，并应按照规定，进行内部冷凝受潮验算和采取可靠的防潮措施。

第 3 款，夏季“西晒”和冬季“冷山”是影响夏热冬冷地区建筑室内热舒适环境的主要因素之一。为解决建筑夏季“西晒”影响，可优先保证建筑外围护结构保温隔热性能、改善通风条件等，同时采用辅助遮阳设计适当减少西向太阳

辐射并增加西墙散热。辅助遮阳系统应综合考虑夏季遮阳和冬季得热，在实践工程中一般采用外墙整体的辅助遮阳隔热设计，主要有复合遮阳隔热系统、辅助保温隔热层、垂直绿化系统等。如在做好西墙保温的前提下，距离墙面约300mm宽处隔层设置整体“绿墙”，利用立体绿化提供夏季遮阳和隔热并形成良好的通风井。

4.2.10 在工业建筑项目中，结合建筑业产业化要求以及工业建筑建造特征，采用预制构件、定型产品为工厂化生产，质量较为稳定；成套技术经过验证，可保证工程的质量和节能效果。为防止采用不成熟工艺或质量不稳定的材料和产品，还要求具备同一供应商提供配套的组成材料和型式检验报告。型式检验报告应包括配套组成材料的名称、生产单位、规格型号、主要性能参数。外保温系统型式检验报告还应包括耐候性和抗风压性能检验项目。采用成套技术现场施工的外墙保温构造做法，是指由施工图设计文件给出外墙外保温具体做法和要求，由施工单位按设计要求进行施工。由于此时施工单位只能控制材料质量和施工工艺，在施工现场难以对完成的工程实体进行安全性、耐久性和节能效果的检验，为了确保采用该设计完成的节能保温工程满足要求，故规定应由相关单位提供型式检验报告。对于装配式围护结构技术，系统构造的材料选择和系统设计是其性能保证的关键。预制装配式围护结构应有气密性和水密性要求，对于有保温隔热的建筑，其围护结构还应设置隔汽层和防风透气层。

4.2.11 湖南地区的建筑外窗对室内热环境和空调影响很大，通过外窗进入室内的太阳辐射热几乎不经过时间延迟就会对房间产生热效应。因此，采用有效的遮阳措施降低外窗太阳辐射形成的空调负荷，是实现建筑节能的有效办法。

第 1 款，在设计遮阳时，应根据湖南地区的气候特点和房间的使用要求以及外窗所在朝向作认真的分析，而且遮阳设施遮挡太阳辐射热量的效果除取决于遮阳形式外，还与遮阳设施的构造处理、安装位置、材料与颜色等因素有关。夏季外窗遮阳在遮挡阳光直接进入室内的同时，可能也会阻碍窗口通风，因此设计时要加以注意。冬季阳光充分进入室内有利于降低冬季供暖。对于建筑外窗设置外遮阳应考虑其安全性，其构件与主体结构应可靠连结。目前在外窗遮阳设计中，出现了过分提高和依赖窗自身遮阳能力，轻视窗口建筑构造遮阳设计的问题，导致大量的外窗缺少窗口遮阳的防护作用，特别是开窗通风

时，窗口既不能遮阳又不能防雨，偏离了建筑外遮阳技术规定的初衷。依据湖南省多雨的气候特点，本条提出了对建筑窗口外侧应满足遮阳和防雨水一体化的构造措施要求。

第 3 款，一般而言，外卷帘、外百叶活动外遮阳实际效果比较好。根据有关实测数据，对采用不同类型外遮阳的外窗传热系数的降低提出了相应的修正系数，满足外遮阳在传热量降低方面的功能，也有利于推广外遮阳装置。

4.2.12 空气调节区集中布置有利于减少空气调节区外墙以及与非空气调节区相邻的内墙、楼板传热形成的冷、热负荷，降低空气调节系统投资及建筑保温工程造价，便于运行控制和维护管理。

4.2.13 为了保持室温的稳定性和不减少人员活动区的范围，本条是对工艺性空气调节区的外墙、外窗、门及其所在楼层的规定。

根据实测表明，对于空气调节区西向外墙，当其传热系数为 $0.34\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}) \sim 0.40\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ ，室内、外温差为 $10.5^\circ\text{C} \sim 24.5^\circ\text{C}$ 时，温度就比较稳定了。对于室温允许波动范围大于或等于 $\pm 1.0^\circ\text{C}$ 的空气调节区来说，有西向外墙也是可以的，对人员活动区的温度波动不会有什么影响。从减少室内冷负荷出发，则宜减少西向外墙以及其他朝向的外墙。如有外墙时，最好为北向。屋顶受太阳辐射热的作用后，能使屋顶表面温度升高 $35^\circ\text{C} \sim 40^\circ\text{C}$ ，屋顶温度的波幅可达 $\pm 28^\circ\text{C}$ ，所以规定应避免将空气调节区设置在顶层，且当其在单层建筑物内时，宜设通风屋顶。

室温允许波动范围大于 $\pm 1.0^\circ\text{C}$ 的空气调节区，过渡季空调系统不运行时，利用外窗自然通风，可开启外窗面积应满足自然通风的需要，但从降低空调系统造价考虑，应尽量采用北向外窗。室温允许波动范围为 $\pm 1.0^\circ\text{C}$ 的空气调节区，由于东、西向外窗的太阳辐射热可以直接进入人员活动区，故不应设置东、西向外窗。

一般空气调节区的外门均设有门斗，空气调节区与非空气调节区域走廊相通的内门一般也设有门斗。空气调节区之间的连接走廊，门斗设在走廊的两端。

4.3 围护结构热工设计

4.3.1 设置供暖、空调系统的工业建筑往往是室内热环境有一定要求，将产生供热和制冷能耗。因此，参照现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021，对此类工业建筑的围护结构热工性能提出基本的要求，以降低建筑冬、夏季的供暖、空调负荷。建筑外窗面积、外墙面积及屋顶透光面积等计算应符合本标准附录 B 的规定。

4.3.3 夏季过高的围护结构内壁面温度会对人产生强烈的热辐射，造成人体不适。参照现行国家标准《建筑环境通用规范》GB55016-2021，对夏季围护结构内表面温度最高值做出了规定，以保证建筑围护结构的隔热性能，保证夏季室内热环境能够满足正常使用的要求。

第 1 款，由于围护结构材料的热物性和构造形式不同，围护结构所体现出的隔热特性也不同。夏热冬冷地区设置供暖空调系统的建筑物，热稳定性好的厚重围护结构与加气混凝土、混凝土空心砌块以及金属夹芯板等热稳定性差的轻质围护结构相比，外围护结构内表面温度波幅差别很大。在热阻相同条件下，轻质围护结构比重质围护结构抵抗室外热扰动能力要差得多，所以分别对重质围护结构和轻质围护结构的内表面最高温度作出不同的标准规定。

第 2 款，屋面所受到的太阳辐射比外墙更大，而且屋面内表面的表面放热系数还小于外墙内表面，屋面的内表面温度比外墙的内表面温度更难控制。因此，参照现行国家标准《建筑环境通用规范》GB55016-2021 对二类工业建筑夏季屋面内表面温度最高值给出了推荐值，以保证建筑围护结构的隔热性能，保证夏季室内热环境能够满足正常使用的要求。屋面内表面最高温度参照国家标准《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016 附录 C 第 C.3 节的规定计算，室外逐时空气温度最高值按国家标准《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016 附录 A 确定。对满足本标准第 4.3.4 条相关规定的湖南省各主要城市的二类工业建筑进行模拟，当屋面传热系数 $\leq 0.8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 时，屋面采取浅色外表面（屋面太阳辐射吸收系数 ≤ 0.3 ），重质屋面内表面最高温度不大于室外逐时空气温度最高值，轻质屋面内表面最高温度不大于室外逐时空气温度最高值+0.5。

4.3.4 二类工业建筑是以通风为环境控制方式，但二类工业建筑与民用建筑节能设计方法有显著差异和不同。相对于民用建筑，除气候分区外，室内余热强度

和通风换气次数是影响环境控制方式和节能设计方法的主要因素，体形系数和窗墙比对围护结构传热系数的影响较小。参照国家标准《建筑环境通用规范》GB55016 条文 4.2.1 和 4.3.1，夏热冬冷地区的建筑热工要求同寒冷 B 区；类比国家标准《工业建筑节能设计统一标准》GB51245-2017 条文 4.3.3 给出的不同气候区余热强度和换气次数条件均相同。

方案设计和初步设计时，余热强度可按本标准条文说明 3.1.1 中二类工业建筑余热强度经验值取值。施工图设计应根据室内人员、照明以及生产工艺工程中产生并放散到室内空间环境中的热量计算余热强度。

结合湖南地区二类工业建筑实际建造情况，通过模拟计算分析提出本地区二类工业建筑围护结构保温隔热要求。按国家标准《工业建筑节能设计统一标准》GB51245-2017 第 4.4.6 条热平衡计算方法和第 4.3.3 条余热强度范围和换气次数取值，选取二类典型工业厂房以无保温屋面 K 值 $0.95\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ，无保温墙体 K 值 $6.67\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ，非隔热型材单层玻璃窗 K 值 $6.6\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 为模型，逐一改变屋面、外墙和外窗热工性能，模拟得到：1 余热强度 $>15\text{W}/\text{m}^3$ 时，围护结构不需要保温。当余热强度很大时，对应工业建筑一般围护结构传热系数上限值条件下，室内温度仍超过要求范围，则需增大窗户开启面积或增加机械通风量，提高换气次数；2 余热强度 $\leq 15\text{W}/\text{m}^3$ ，热惰性指标 <2.5 的轻质屋面仅需提高保温性能 K 值降低至 $0.8\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ （参照本标准附录 D 屋面保温厚度 $\geq 50\text{mm}$ ），可满足热平衡要求；3 当余热强度 $\leq 10\text{W}/\text{m}^3$ 时，围护结构热工性能对热平衡的影响远小于换气次数对热平衡的影响。

第 1 款，湖南属于夏热冬冷地区，最热月平均气温在 $27^\circ\text{C} \sim 30^\circ\text{C}$ ，太阳辐射强烈，屋顶外表面可达到 50°C 以上，因此屋面既要考虑冬季保温要求，也要考虑夏季隔热需求。因此，提出屋面传热系数宜 $\leq 0.8\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ，且轻质屋面还必须采取浅色外饰面、架空通风或利用太阳能光伏发电板做外遮阳等隔热措施，以满足本标准第 4.3.3 条的规定。

第 2 款，余热强度 $\leq 10\text{W}/\text{m}^3$ 的二类工业建筑，冬季围护结构传热损失远小于换气次数通风散热量，故以通风为环境控制方式，仅对门窗气密性提出要求：外门窗在 10Pa 压差下，每小时每米缝隙的空气渗透量 q_1 不宜大于 2.5m^3 ，每小时每平方米面积的空气渗透量 q_2 不宜大于 7.5m^3 。

当室内余热强度不稳定或有值班温度要求时，如果围护结构满足本条要求，冬季室内温度仍低于要求范围，则需要局部增加供暖设备以满足区域使用要求。

4.3.5 外墙总面积是指包含门窗洞口和墙体的总面积，但只计入围合室内空间的外墙面积，女儿墙等不属于室内空间围合墙体的外墙不应计入。

4.3.6 本条规定了一类工业建筑中局部设置工艺性空调区域的围护结构传热系数和室温允许波动范围小于或等于 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 的围护结构热惰性指标。屋顶和外墙传热系数不应大于本标准表 4.3.1 规定的数值，并应符合国家标准《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50019-2015 第 8.1.7 条的规定。围护结构热工性能参数的计算应符合按现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015 附录 B 的规定。

建筑物围护结构的传热系数 K 值的大小是能否保证空气调节区正常生产条件，影响空气调节工程综合造价高低、维护费用多少的主要因素之一。 K 值愈小，则冷负荷愈小，空气调节系统装机容量愈小。 K 值又受建筑结构与材料等投资影响，不能无限地减少。 K 值的选择与绝热材料价格及导热系数、室内外计算温差、初投资费用系数、年维护费用系数以及绝热材料的投资回收年限等各项因素相关。不同地区的电价、水价、绝热材料价格及系统工作时间等均不同，因此本条只给出 K 值的最大限值，实际应用中应通过技术经济比较确定合理的 K 值。

热惰性指标 D 是表征建筑围护结构对温度波衰减快慢程度的无量纲指标， D 值大小直接影响室内温度波动范围，其值大则室温波动范围就小。因此，本条按照室内温度允许波动范围的不同，规定了围护结构热惰性指标 D 的最小限值。围护结构投资随着 D 值增大而增加，因此具体工程的 D 值应经过技术经济比较后确定。

4.3.7 本条明确建筑热工性能参数取值，以便于设计时参考使用。本标准附录 E 给出了目前工程中常用的外窗、玻璃及幕墙的热工性能参数，设计时可直接采用。实际工程中，如果采用了附录 E 中未包含的窗户类型，其热工性能参数应按照相关标准、技术规程取值。

4.3.8 由于建筑气密性差异的冷风渗透在建筑总能耗中的比重越来越高，严格控

制其气密性是降低冷风渗透能耗的主要途径。为保证建筑的节能，要求金属围护结构具有良好的气密性能，以避免夏季室内冷空气过多地向室外渗透、冬季室外冷空气过多地向室内渗透。金属围护结构的气密性指标也是保证其传热系数至关重要的性能。因此，本条规定一类工业建筑金属围护的气密性要求符合国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086-2007 中第 5.1.3 条的规定且不应低于 3 级。

4.3.9 为保证一类工业建筑室内热环境和降低能耗，要求外门、外窗具有良好的气密性能，以避免夏季室内低温空气向外渗漏、冬季室外低温空气向内渗漏。本条规定的一类工业建筑外门窗的气密性能要求相当于国家标准《建筑幕墙 门窗通用技术条件》GB/T 31433-2015 中建筑外门窗气密性 4 级，其检测应符合现行国家标准《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能检测方法》GB / T 7106 的有关规定。

4.4 一类工业建筑围护结构热工性能的权衡判断

4.4.1 为保证建筑物围护结构的基本热工性能，设定进行建筑围护结构热工性能权衡判断计算的准入条件。进行权衡判断的建筑围护结构应符合本标准的性能要求，若不符合，采取措施提高相应热工参数，使其达到准入条件后方可按照本节规定进行权衡判断，满足本标准节能要求。

本标准采用“参照建筑”作为对比建筑，而影响工业建筑能耗的因素很多，在进行能耗分析时可能会出现建筑部分围护结构还未达到最低标准要求时，所设计建筑的能耗已小于或等于“参照建筑”能耗，为了避免部分围护结构出现热工性能过差的情况，对屋面、外墙、外窗的热工性能以及总窗墙比或屋顶透光面积作出最低标准要求。

4.4.2 权衡判断是一种性能化的设计方法，具体做法就是先构想出一栋虚拟建筑，即为参照建筑，然后分别计算参照建筑 and 实际设计的建筑能耗，并比较结果做出判断。建筑形状、大小、朝向、窗墙面积比以及内部的空间划分、使用功能、使用特点都与空调和供暖能耗直接相关，因此在这些方面参照建筑要与设计建筑完成一致。此外，参照建筑围护结构各个局部的热工性能指标应符合本标准第 4.3.1 条的规定，供暖通风与空气调节、给排水和电气设备及系统能效系数、性能指标等也应符合本标准中的相关规定。其他本标准未作出规定的外

门、分隔墙、架空楼板等设计参数、指标和设置等，参照建筑应与设计建筑保持一致。

权衡判断着眼于总体热工性能是否满足节能标准的要求，当实际设计建筑的能耗大于参照建筑的能耗时，调整部分设计参数（例如提高窗户或外墙的保温隔热性能，缩小窗户面积等），重新计算所设计建筑的能耗，直至设计建筑的能耗不大于参照建筑的能耗为止。

4.4.3 本标准第 4.4.1 条和第 4.4.3 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。

应采用统一的冷热源系统和供暖、空调系统，计算设计建筑和参照建筑全年逐时冷（热）负荷，得到设计建筑和参照建筑全年累计耗冷量和全年累计耗热量；计算设计建筑和参照建筑的全年累计供暖和空调能耗，将各类型能源耗量统一折算成标煤量，分别得到所设计建筑全年累计总耗煤量和参照建筑全年累计总耗煤量。

4.4.4 本标准权衡判断使用软件、计算方法和边界条件设置规定与现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015 相同。计算边界条件包括气象参数、空调和供暖系统运行时间、室内温度、照明功率密度值及开关时间、房间人均占有的建筑面积及在室率、人员新风量及新风机组运行时间表、电气设备功率密度及使用率等。

4.4.5 提高建筑物的保温性能，可以减少建筑物的热量损失，从而减少供暖空调能耗费用，但这也会增加建筑的一次性投资。

在进行围护结构节能权衡判断优化时，对可能产生的节能收益和节能投资费用进行计算，将节能投资回收期作为优化方案考虑的重要经济性指标。对于投资回收期超过 10 年的节能优化方案不作为推荐优化方案。

投资回收期(年)=优化初投资成本增加费用(元) ÷ 因采用此优化每年的节能收益(元)

5 供暖空调与通风

5.1 一般规定

5.1.1 工业建筑的功能及规模差别很大，供暖空调与通风可供选择的技术方案较多，需要综合考虑各城市能源结构、价格以及工业建筑的全生命周期和经济实力等各方面可能存在的较大差异，以及环保、消防和能源安全等多方面的制约。因此设计应贯彻适用、经济、节能、安全原则，会同相关专业通过多方案的技术经济比较，选择技术先进、经济合理、安全可靠的的供暖空调与通风的技术方案。

5.1.2 强调逐时逐项冷负荷计算，是空调系统节能设计必须遵循的技术规定。负荷计算中，冷热负荷的准确计算对设备选型、管道设计和调试运行都起到关键作用，设计时必须按房间进行负荷计算。

供暖空调系统设计手册中供方案或初步设计时估算用的单位建筑面积冷、热负荷指标，不能直接作为施工图设计阶段确定空调的冷、热负荷的依据。用单位建筑面积冷、热负荷指标估算时，总负荷计算结果偏大，则装机容量、管道直径、水泵配置和末端设备均偏大，导致初投资增高、能耗增加。热负荷、空调冷负荷的计算应符合现行国家标准《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50019-2015 的有关规定。对于仅安装房间空调器的房间，通常只做负荷估算，不做空调施工图设计，所以不需进行逐项逐时冷负荷计算。

5.1.3 水泵是耗能设备，应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。

第 1 款，参照现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015 的相关规定，设计选用水泵的额定工况效率不低于现行国家标准《清水离心泵能效限定值及节能评价值》GB19762 的节能评价值。水泵节能评价值计算与水泵的流量、扬程、比转速有关，不同类型的水泵应按现行国家标准《清水离心泵能效限定值及节能评价值》GB19762 的规定进行计算、查表确定泵节能评价值。

第 2 款，在水泵经济工作区内，水泵效率不低于其最高效率的 90%。

第 3 款，水泵的运行调节应满足系统运行工况变化的要求，通过台数调

节、变频运行、定频泵和变频泵联合运行等实现水泵的运行调节。水泵运行调节的基本原则除满足系统需求外，还要兼顾运行节电。

第4款，水泵并、串联在工程中十分常见，不合适的并、串联不仅不能增加流量或提高扬程，还会旁通流量或增加阻力。因此，并联时各台水泵的扬程应接近，水泵串联时上一级水泵与下一级水泵总流量应相近。

5.1.4 合理选用风口形式，布置送、排风口位置，避免盲目地采用只增加风量来提高通风效率。在进行气流组织计算时，优先选择已有的经典气流组织计算公式。不能满足要求时，可采用计算机数值模拟方法，在进行模拟误差分析基础上，优化气流组织形式。

5.1.5 为减少供暖、空调管网与设备的散热（冷）损失、节约能源、保持生产及输送能力，改善工作环境、防止烫伤（表面结露），应对管道及其附件、阀门以及设备等进行保温（保冷）。本条强调供暖与空调系统采取的保温保冷措施，包括绝热设计的基本原则、绝热层材料性能要求及选择原则等应符合现行国家标准《设备及管道绝热设计导则》GB/T8175 的要求。规定热水、冷冻水及空调风管供应系统的管网及设备的保温及保冷厚度可按照现行国家标准《设备与管道绝热设计导则》GB/T8175 中相关规定计算确定，并应符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189 的有关规定。

5.1.6 工业余热生产的高品质蒸汽，采用热动、热电及热电冷联共等梯级综合利用方式，不要直接减压减温供热。

5.2 通风除尘

5.2.1 自然通风不需消耗风机能耗，是最节能的通风方式，其主要方式包括风压通风与热压通风，在有较强余热散发的工业建筑中，热压通风的利用可有效改善室内环境，优先采用自然通风的方式。但当通风进风有温湿度或洁净度要求、排风有除尘净化要求、进排风口面积受到限制时采用机械通风方式，为最大限度地降低能耗，尽量采用自然与机械复合通风方式。

5.2.2 局部排风装置在集中热源、集中污染源附近进行捕集，可有效减少排风量和污染物扩散。局部送风装置可保证局部工作区环境需求，并满足工作区的局部送风参数；冬季可向工作岗位送热风，夏季可向工作岗位送冷风。局部通风

系统可减少通风量，达到节能的目的。

热射流在距热源表面 1 倍~2 倍热源直径或 1 倍~2 倍长边尺寸处，热射流断面发生收缩，气流覆盖范围宽度最小且流速较高，局部排风罩口位于此高度易于获得较高的捕集效率。

5.2.3 工艺生产槽边抽风排除槽内的有害物时，一般采用条缝排风罩，例如脱铜电解槽排风，在不影响工艺操作的前提下，在槽的两侧或周边设置槽边排风罩，可以使条缝风口风速降低，从而使阻力减少，达到节能的目的。同时，避免盲目地增加阻力来使条缝排风罩风口速度分布均匀。

5.2.4 排风系统大量向室外排风时，排出的热量或冷量相当可观，为了减少能量损失可向室内排风。对于室内外温差不大的情况，要将风排至室外。

5.2.5 热源集中在上部的高大厂房会形成显著的垂直温度梯度，冬季可将上部热空气利用通风机送至下部工作区以满足其供暖需求。

5.2.6 优先采用高效节能型的除尘器及净化设备。例如，旋风除尘器在排气管中设减阻杆以及设置出口导流叶片，具有较低阻力。电除尘器的电场数采用四电场或五电场、增大比集尘面积、采用脉冲供电的方式、采用智能动态控制技术都可降低阻力。袋式除尘器采用渐缩式进气风道获取最佳气流分布、利用阻力测试及控制技术实现智能化清、卸灰作业与故障实时诊断，均可降低运行阻力。

5.2.7 袋式除尘器流通结构对除尘效率以及除尘器阻力均有较大的影响，因此应采用合理的流通结构。采用合理的清灰方式和过滤风速，并选用低阻力的滤料，可以达到降低除尘器阻力、降低通风系统能耗的目的。

5.2.8 本条第 1 款，大型管道布置应尽量“短、平、直”，可在弯头处设置导流叶片，减小局部阻力系数；。

第 4 款，适当减小通风系统风管流速，可以降低风管阻力，有利于节能。

5.2.9 因系统管路特性曲线受管道上阀门开关或调节、过滤器阻力影响而发生变化，本条提出根据系统设计风量、总阻力和风机性能曲线选择通风机。

第 1 款，参照现行国家标准《工业建筑节能设计统一标准》GB51245 和《建筑节能和可再生能源利用通用规范》GB55015 的相关规定，系统中应用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》GB19761 规定能效等级不低于 2 级水平选取。

第 2 款，风机并不总在一个工作点工作，调节后或系统阻力特性发生改变后，风机的工作点会偏离设计点，但设计点应在经济工作区之内。

第 3 款，随着工艺需求和气候等因素的变化，建筑对通风量的要求也随之改变，系统风量的变化会引起系统阻力更大的变化。对于运行时间较长且运行工况（风量、风压）有较大变化的系统，为节省系统运行费用，宜考虑采用双速或变频调速风机。通常对于要求不高的系统，为节省投资，可采用双速风机，但要求对双速风机的工况与系统的工况变化进行校核。对于要求较高的系统，宜采用变频调速风机，系统节能型更加显著。采用变频调速风机的通风系统应配备合理的控制。

第 4 款，通风机的并联与串联安装均属于通风机联合工作。当系统风量较大或阻力过大，无法找到合适的单台通风机，或者因为系统风量或阻力变化较大，选用单台通风机无法适应系统工况的变化或运行不经济，才需要采用通风机联合工作。由于通风机并联或串联工作比较复杂，尤其是对具有峰值特性的不稳定区在多台通风机并联工作时易受到扰动而降低其工作性能。为简化设计、便于运行管理和避免增加无谓地能量消耗，本条文规定在通风机联合工作时，应尽量选用相同型号、相同性能的通风机并联，风量相同的通风机串联。当采用变速风机并联或串联安装时，还应同步调速。

5.2.10 同一个除尘系统中，各个排风点并不一定是连续工作的，对于非连续工作的排风点，工艺设备停止工作时，排风也要停止，以利于节能。

5.3 空气调节

5.3.1 在满足生产工艺要求的前提下，尽可能减少空气调节区的面积和体积，可节约空调投资、减少空调用能、降低空调运行费用。空调区的散热、散湿设备越少，则冷、湿负荷越小，越有利于控制达到温、湿度的要求，同时也比较经济。对于工艺性空调，宜采取经济有效的局部工艺措施或局部区域的空调代替全室性空调，以达到节能降耗的目的。例如，电表厂的标准电阻要求温度波动小，可将标准电阻放在油箱内用半导体制冷，保持油箱内的温度即可无需设全室性空调；对于工业厂房个别设备或工艺生产线有空调需求的，采用罩子等将

其隔开，在此局部区域内设置空调，既可满足工艺要求，又比全区域空调节约投资和节能。

5.3.2 本条第 1 款，工业建筑的舒适性空调和工艺性空调不划分在同一系统中。如果把使用时间不同的空调区划分在同一空调风系统中，不仅给运行调节造成困难，同时也增大了能耗，为此强调根据使用要求来划分空调风系统。

第 2 款，定风量全空气系统是按照满足最小新风量要求进行设计的，空调系统不仅要考虑设计工况，还要考虑全年各个季节系统的运行模式。过渡季，空气系统采用全新风或增大新风比运行，充分利用室外较低温度的冷空气，可以消除余热，有效地改善工作环境，节省空气冷却所需要消耗的能量。因此，增大新风进风口和新风管的断面尺寸，实现全新风运行。新风过滤器、调节阀都应满足要求。

第 3 款，双风管送风，主要是为了满足工艺要求。双风管送风方式因为有冷、热风混合过程，会造成能量损失，且有初投资大，占用空间大等缺点，一般工艺无特殊要求时，不推荐使用。

第 4 款，因工艺生产的性质、规模及设备布置情况不同，根据具体情况设有排除余热的局部排风系统时，不将空调系统回风口布置在这些散热量较大的区域。对于有吊顶的厂房，当屋顶传热量较大或者吊顶空间高大时，如采用吊顶回风会加大空调能耗，不利节能。

第 5 款，设置空调的房间或区域之间距离过大时，系统送、回风管的长度增加，空调系统所需要的送风动能也相应加大，能耗上升，故对空调房间或区域之间的距离应加以限制。

5.3.3 温湿度独立控制空调系统是采用温度与湿度两套独立的空调控制系统，分别控制、调节室内的湿度与温度，即用高温冷源去除室内余热（室内盘管控制室内温度），用新风去除室内余湿（新风控制室内湿度），从而避免了常规空调系统中热湿联合处理后再热空气所带来的能量损失。夏季采用高温末端，增大了末端换热能力，冬季的热媒温度则低于常规系统，扩大了可再生能源等低品位能源的应用范围。对引入的新风进行除湿处理，达到设计要求的含湿量之后再送入房间。

第 1 款，结合湖南省气候特点，通过对空调区全年温湿度要求的分析，合

理采用除湿方式。新风除湿有溶液除湿、冷却除湿、转轮除湿三种方式，其中冷却除湿包括普通的低温水冷却除湿和双冷源除湿。冷却除湿且不用再热的方式经分析论证后能够满足使用要求，也是可应用的除湿的方式之一。

第 2 款，温湿度独立控制空调系统的优势即为温度和湿度的控制与处理方式分开进行，因此空气处理时不能采用再热升温方式，造成能源的浪费。两套系统运行时的控制管理更加复杂，设计师需在设计说明中明确运行策略，以保证实际运行符合建筑的功能需要和节能要求。

5.3.4 工业厂房的空调系统多采用定风量系统，但有时由于人员或物料等条件的变化，采用风机变频实现变风量运行，可以收到明显节能效果；变风量空调系统的末端装置形式很多，这里只对系统风机提出节能要求。

5.3.5 本条主要针对舒适性空调，工艺性空调可按此执行。在一次回风和变风量送风系统中采用了焓差控制法，系统中装有焓差控制器，它可以根据新风和回风的焓差（温度和湿度）控制新风量、回风量以及排风量的大小。

5.3.6 采用风机盘管加新风系统，新风经过风机盘管再送出，会增加风机盘管的负担，导致能耗增大或新风量不足。

5.3.7 本条规定排风热回收装置的热回收效率照现行国家标准《空气-空气能量回收装置》GB/T21087 执行。空调系统中处理新风所需的冷热负荷占建筑物总冷热负荷的比例很大，为有效地减少新风冷热负荷，采用空气-空气能量回收装置回收空调排风中的热量和冷量，用来预热或预冷新风。长期以来，排风热回收在工业厂房中大量采用，例如，航空、电子、汽车、机械等行业。但由于行业之间的差异，有的单纯从经济效益方面来权衡热回收装置的设置与否，回收期稍长一些就认为不值得采用，浪费了许多可回收的能量。因此，本条推荐设置排风热回收装置。

设置空调的厂房排风携带大量的冷量或热量，所含能量十分可观，直接排出室外非常浪费。本条推荐设置排风热回收装置，其中“工艺条件允许”，是指排风中不含腐蚀性、易燃易爆等物质，或不含病菌等污染性物质；“技术经济合理”，是指排风系统连续使用和全年排风温度变化情况。使用的时间越长，回收的能量越多。在工业厂房中夏季排风温度往往高于新风温度，这种情况不能使用热回收装置。

鉴于工业建筑中上述种种复杂的情况，因此本标准规定空调系统“宜”设置热回收装置，采用适合的热回收装置。

空调系统具有一定规模时热回收比较有意义，新风较小的系统本条不作规定，可根据具体情况确定。

5.3.8 计算排风热回收节能的效率，不能仅考虑热回收装置自身的热交换效率，还要考虑送、排风机增加的能耗，鼓励选用高效、低阻的热交换装置。

5.3.9 本条是对空气过滤器的初阻力的规定，主要是尽量采用初阻力低、容尘量大的产品。空气过滤器的终阻力是指空调系统允许的最大阻力，而不是该产品标定的最终阻力。

5.3.10 空调系统上送风方式在工业厂房中广泛采用，经研究表明，送风温差在 $4^{\circ}\text{C}\sim 8^{\circ}\text{C}$ 时，每增加 1°C ，送风量可减少 $10\%\sim 15\%$ 。送风温差加大1倍，送风量可减少约 50% ，空调风系统的投资和材料相应减少 40% 左右，动力消耗下降 50% 。对于舒适性空调来说，加大送风温差，可使室内湿度降低一些，并有较好的节能效果。上送风气流在到达人员活动区时，已经与房间空气进行了较充分的混合，形成了较舒适的环境。由此可见，空调系统采用上送风时，夏季送风温差可以适当加大。

5.3.11 分层空调方式夏季可节约冷量 30% 左右。但在供暖工况时，由于热气流上升，分层空调冬季并不节能。因此这里用了“宜”。设计时要注意工业建筑的特点，充分进行方案比较，冬季可采用其他供暖系统。另外，有些高大厂房是因产品体量需要，故有全部空间均需保证温湿度要求的情形，不适宜采用分层空调。

5.3.12 土建风道存在漏风严重的隐患，且由于大部分是隐蔽工程无法检查，内表面保温的寿命也很难保证，导致空调系统调试或运行不能正常进行。空调送、回风或经过冷热处理的新风，经过土建风道会造成冷热量损失，处理过的空气无法按设计要求送到房间。因此，当条件受限只能使用土建风道时，对这类土建风道提出严格的防漏风、绝热和隔汽要求，必须进行防漏风设计以保证光滑、密闭不漏风，且应复核土建风道阻力及送风机或排风机的风压值，确保送风效果。常用的放漏风措施有在土建风道内再加装专用风管、混凝土风道内衬钢制预埋风管等。

5.3.13 本条文第 1 款，对于工业建筑中的高温车间，如铸造车间、熔炼车间、动力发电厂汽机房、变频机房、通信机房(基站)、数据中心等，由于生产和使用过程散热量较大，但散湿量较小或无散湿量，且空调区全年需要以降温为主，采用蒸发冷却空调系统，或蒸发冷却与机械制冷联合的空调系统，与传统压缩式空调机相比，耗电量只有其 1/8~1/10。全年中过渡季节可使用蒸发冷却空调系统，夏季部分高温高湿季节蒸发冷却与机械制冷联合使用，也有利于空调系统的节能。

第 2 款，对于纺织厂、印染厂、服装厂等工业建筑，由于生产工艺要求空调区相对湿度较高，宜采用蒸发冷却空调系统。在湖南地区，使用蒸发冷却空调系统一般能达到 5℃~10℃左右的降温效果。

5.3.14 中、大型空调系统的空气处理方式不宜采用冷热抵消的处理过程。中、大型恒温恒湿类空调系统或相对湿度有上限控制要求的空调系统，新风宜预先单独处理或集中处理。

5.3.16 本条第 1 款，规定了并联冷却塔管路的流量平衡。在并联冷却塔之间设置平衡管或公用连通水槽是为了避免各台冷却塔补水和溢水不均衡，造成浪费。另外，冷却塔进、出水管道设计时也应注意管道阻力平衡，以保证各台冷却塔要求的水量。

第 2 款，间歇运行的冷却水系统，在系统停机后，冷却塔填料的淋水表面附着的水滴落下来。一些管道内的水容量由于重力作用，也从系统开口部位下落，系统内如没有足够的容纳这些水量的容积，就会造成大量溢水浪费；当系统重新开机时，首先需要一定的存水量，以湿润冷却塔干燥的填料表面和充满停机时流空的管道空间，否则会造成水泵缺水进气空蚀，不能稳定运行。

不设集水箱采用冷却塔底盘存水时，底盘补水水位以上的存水量不应小于冷却塔布水槽以上供水水平管道内的水容量，以及湿润冷却塔填料等部件所需水量；当冷却塔下方设置集水箱时，水箱补水水位以上的存水容积除满足上述水量外，还应容纳冷却塔底盘至水箱之间管道等的水容量。

湿润冷却塔填料等部件所需水量应由冷却塔生产厂提供，根据资料介绍，经测试，逆流塔约为冷却塔标称循环水量的 1.2%，横流塔约为 1.5%。

5.3.17 变流量一级泵系统包括冷水机组定流量、冷水机组变流量两种形式。

1 冷水机组定流量、负荷侧变流量的一级泵系统，形式简单，通过末端用户设置的两通阀自动控制各末端的冷水量需求，同时，系统的运行水量也处于实时变化之中，在一般情况下均能较好地满足要求，是目前应用最广泛、最成熟的系统形式。当系统作用半径较大或水流阻力较高时，循环水泵的装机容量较大，由于水泵为定流量运行，使得冷水机组的进出水温差随着负荷的降低而减少，不利于在运行过程中水泵的运行节能，因此一般适用于最远环路总长度在 500m 之内的中小型工程。通常单台水泵功率大于 55kW 时应调速运行，大于 30kW 时宜调速运行。

2 冷水机组变流量运行，水泵的节能潜力较大。但该系统涉及冷水机组允许变化范围；减少水量对冷机性能系数的影响，以及对设备、控制方案和运行管理的特殊要求等。因此，应经技术和经济比较，与其他系统相比，在确有技术保障的前提下，节能潜力较大则可以作为供选择的节能方案。

系统阻力是推荐采用二级泵或多级泵系统的条件，且为充要条件。对于冷水机组集中设置，且各单体建筑用户分散的区域供冷等大规模空调冷水系统，当输送距离较远且各用户管路阻力相差非常悬殊的情况下，即使采用二级泵系统，也可能导致二级泵的扬程很高，运行能耗的节省受到限制。这种情况下，在冷源侧设置定流量运行的一级泵、为共用输配干管设置变流量运行的二级泵、各用户或用户内的各系统分别设置变流量运行的三级泵或四级泵的多级泵系统，可降低二级泵的设计扬程，也有利于单体建筑的运行调节。如用户所需水温或温差与冷源不同，还可通过三级（或四级）泵和混水阀满足要求。

5.3.19 耗电输冷(热)比反映了空调水系统中循环水泵的耗电与建筑冷热负荷的关系，对此值进行限制是为了保证水泵的选择在合理的范围，降低水泵能耗。

5.4 供 暖

5.4.1 本条是关于设置局部供暖和取暖室的规定。当每名工人占用的建筑面积超过 100m² 时，仅在固定工作地点设置局部供暖即可满足要求。有时厂房中无固定的工作地点，设置与办公室或休息室相结合的取暖室，对改善劳动条件也会起到一定的作用。

5.4.2 本条规定了供暖热媒的选择。

第 1 款，热水和蒸汽是集中供暖系统最常用的两种热媒。蒸汽供暖的跑冒滴漏、凝结水回收率低、凝结水水质差等问题，造成了蒸汽供暖不利于节能。实际使用中，热水供暖不仅效果好，而且供暖设备和燃料消耗以及维修人工成本等相比蒸汽供暖减少约 30%，热水供暖比蒸汽供暖具有明显的技术经济效果。因此，推荐采用热水作供暖热媒。

第 2 款，当厂区供热以工艺用蒸汽为主，在不违反卫生、技术和节能的条件下，工业建筑中的生产厂房和辅助用室，厂区内独立设置以及与工业建筑毗邻设置的配套生活用房均可采用蒸汽作热媒。从舒适、安全的角度考虑，工业建筑中的辅助用室仍采用热水作热媒，热水可采用汽-水换热器制备。

第 3 款，利用余热或可再生能源供暖时，热媒及其参数受工程条件和技术条件的限制，需要根据具体情况确定。

5.4.3 热源调节是供暖调节的最基本措施。供暖调节和供暖计量都是供暖节能的要求。热源调节包括对热媒的质调节、量调节或者质、量同时调节。为实现供暖的量或质调节，对锅炉、水泵、热泵机组等的设备台数设置有要求，对每台设备的调节性能也有要求。如现行国家标准《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50019 中规定，用户侧冷热水循环泵采用调速泵。

5.4.4 变流量系统能够大量节省水泵电耗，当系统根据气候、负荷改变循环流量时，所有末端按照设计要求分配流量，而彼此间的比例基本维持，这个要求需要通过静态水力平衡阀来实现。

5.4.5 热水供暖系统热力入口处资用压差不宜过大，否则供暖各用户之间不易达到平衡。同时限制热力入口资用压差也起到限制供暖系统规模的作用，防止供暖系统过大引起系统内水力不平衡。热水供暖系统各并联环路之间的计算压力损失允许差额不大于 15% 的规定，是基于保证供暖系统的运行效果。

5.4.6 供暖热媒的种类及参数根据项目情况综合比较后确定。提高供水温度，加大供回水温差，减少流量，最终减少热输送能耗。

5.4.7 减小沿高度方向的温度梯度可以减少无效热损失，这些措施包括：加大辐射热的比例，采用地面辐射供暖系统或顶板辐射供暖系统；采用热风供暖时加大空气循环量，降低送风温度；高于 10m 的空间采用热风供暖时，采取自上向下的强制对流措施，包括调整送风角度、采用下送型暖风机、在顶板下吊装向

下送风的循环风机等。

5.5 冷热源

5.5.1 冷热源方案直接影响到系统能效的高低。

第 1 款，对低品位能源(余热、废热等)的利用和避免直接对高品位能源(电、燃气等)的低品位利用(如直接加热空调水)，都是提高系统能效、降低能耗的有效途径。有条件时，应在能源规划、冷热源方案选择上予以充分注意。具有工业废热、余热时，应优先采用。我国工矿企业余热资源潜力很大，冶金、建材、电力、化工等企业在生产过程中也产生大量余热，这些余热都可能转化为供冷供热的热源，从而减少重复建设，节约一次能源。

第 3 款，在没有工业废热或余热的地区，通过技术经济比较及当地政策条件允许，空气调节冷热源可采用电动压缩式冷水机组加（燃煤或燃气）锅炉的供冷供热，这在工业工程中常用。

第 5 款，与水冷机组相比，空气源热泵耗电较高，价格也高，但其具备供热功能，对不具备集中热源的夏热冬冷地区来说较为适合，尤其是机组的供冷、供热量和该地区建筑空调夏、冬冷热负荷的需求量较匹配，冬季运行效率较高。空气源热泵机组安装方便，不占机房面积，管理维护简单，从技术经济、合理使用方面考虑，因此推荐在中、小型生产厂房及辅助建筑中使用。

第 6 款，工业项目中很多设备都需要给机械运转部分循环水冷却，如大型空压机、大型氧气压缩机、大型风机、发电机等，工业炉窑中的冷却水套需要循环水，循环水带走余热，循环水也成为一种热源。采用水源热泵机组提取其中的热量，技术上是可行的，只要做到经济上合理即可。

5.5.2 常见的直接用电供热的情况有：电锅炉、电热水器、电热空气加热器、电暖气及电暖风机等。采用高品位的电能直接转换为低品位的热，热效率低、运行费用高，用于供暖空调热源是不经济的。因此，只有在符合本条所指的特殊情况下才能采用。

第 5 款，冬季室内相对湿度的要求较高且对加湿器的热惰性有工艺要求，如有较高恒温恒湿要求的工艺性房间，或对空调加湿有一定的卫生要求，不采用蒸汽无法实现湿度的精度要求或卫生要求时，为了满足工艺要求，才允许采

用电极式或电热式蒸汽加湿器。而对于一般的舒适型空调来说，不采用电能作为空气加湿的能源。当房间因为工艺要求，如精密仪器、物理检验室等，对相对湿度精度要求较高时，通常设置末端再热，为了提高系统的可靠性和可调性，可以适当地采用电为再热的热源。

第 6 款，本款规定电辅助加热器的功率不应超过设计热负荷的 20%。非特殊情况下不应采用电采暖，但风冷热泵在冬季极端气温下效率很低，极端气温出现时间短，如采取增大设备容量满足建筑制热需求，设备投资过大、经济性差。采用适当部分电辅助加热，既可满足极端条件下制热需求，也有利于降低设备投资。

5.5.3 本条第 1 款，提高制冷、制热设备的效率是降低建筑供暖、空调能耗的主要途径之一，必须对设备的效率提出设计要求。本款规定的热效率水平与国家标准《工业锅炉能效限定值及能效等级》GB24500-2020 规定的能效限定值相当，选用设备时必须满足。

第 2 款，锅炉低负荷运行时，热效率会明显下降，尤其是燃煤锅炉，如果能使锅炉的额定容量与长期运行的实际负荷接近，会得到较高的热效率。作为综合建筑的热源，往往会长时间在很低的负荷率下运行，由此基于长期热效率高的原则确定单台锅炉容量很重要，实际运行负荷率不宜低于其设计负荷的 50%。

第 3 款，锅炉在保证较高的长期热效率的前提下，以等容量选型最佳，节约投资、系统简洁、互备性好。

第 4 款，冷凝式锅炉即在传统锅炉的基础上加设冷凝式热交换受热面，将排烟温度降到 40℃~50℃，使烟气中的水蒸气冷凝下来并释放潜热，可以使热效率提高到 100%以上（以低位发热量计算），通常比非冷凝式锅炉的热效率至少提高 10%~12%。燃料为天然气时，烟气的露点温度一般在 55℃左右，当系统回水温度低于 50℃时，采用冷凝式锅炉可实现节能。

第 5 款，真空热水锅炉负压运行无爆炸危险；由于热容量小，升温时间短，所以启停热损失较低，实际热效率高；本体换热，既实现了供热系统的承压运行，又避免了换热器散热损失与水泵功耗；与“锅炉+换热器”的间接供热系统相比，投资与占地面积均有较大节省；闭式运行，锅炉本体寿命长。真

空锅炉安全稳定的最高供热温度为 85℃。

5.5.4 冷水机组是集中空调系统的主要耗能设备，其性能很大程度上决定了空调系统的能效。水（地）源热泵机组能效应符合本标准第 8.3.4 条的规定。现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015 为本标准确定能效最低值提供了参考。

5.5.5 实际运行中，冷水机组绝大部分时间处于部分负荷工况下运行，只选用单一的满负荷性能指标来评价冷水机组的性能，不能反映出冷水机组的真实能效，一定要考虑冷水机组在部分负荷运行时的能效。因此对冷水机组的综合部分负荷性能系数（IPLV）作出了要求。

5.5.7 多台冷水机组、冷却水泵和冷却塔组成的冷水系统，应将实际参与运行的所有设备的名义制冷量和耗电功率综合统计计算，当机组类型不同时，其限值应按冷量加权的方式确定。

5.5.8 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》GB19576 和《风管送风式空调机组能效限定值及能效等级》GB37479 已经改为采用制冷季节能效比 SEER、全年性能系数 APF 作为单元机和风管机的能效评价指标，本标准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。

5.5.11 本条第 1 款，机组在冬季制热运行时，室外空气侧换热盘管低于露点温度时，换热翅片上就会结霜，大大降低机组运行效率，严重时机组无法运行，为此要除霜。

第 2 款，空气源热泵机组在融霜时，机组的供热量就会受到影响，同时会影响到室内温度的稳定度，因此在稳定度要求高的场合，宜设置辅助热源。设置辅助热源后，注意防止冷凝温度和蒸发温度超出机组的使用范围。辅助加热装置的容量根据在冬季室外计算温度情况下空气源热泵机组有效制热量和建筑物耗热量的差值确定。

第 3 款，带有热回收功能的空气源热泵机组可以把原来排放到大气中的热量加以回收利用，提高了能源利用效率，因此对于有同时供冷、供热要求的建筑优先采用。

5.5.14 当小型工程仅设 1 台时，应选调节性能优良的机型；采用电动压缩式冷

水机组时，对于负荷变化较大或运行工况变化较大的应用场合，宜配合使用变频调速式冷水机组。

5.5.15 一些冬季或过渡季需要供冷的建筑，当室外条件许可时，采用冷却塔直接提供空调冷水的方式，减少了全年运行冷水机组的时间，是一种值得推广的节能措施。常用系统：当采用开式冷却塔时，停止冷水机组的运行，通过板式换热器提供二次空调冷水；当采用闭式冷却塔时，则不通过板式换热器，可直接提供。再由阀门切换到空调系统冷水之中向空调机组供冷水。

5.5.16 本条是针对工业厂区或大型厂房建筑的集中空调或供暖的冷热源布置原则，以减少输配造成的能量损失和管材的消耗。集中设置冷热源机房后，可选用单台容量较大的冷热源设备，设备容量越大，运行能效也越高。对于厂区建筑物内各用户区域的逐时冷热负荷曲线差异性较大且使用率比较低的建筑群，采用同一集中冷热源机房，可以节省设备投资和供冷、供热的设备房面积。集中机房系统较大，如果其位置设置偏离冷热负荷中心较远，同样也可能导致输送能耗增加。因此，集中冷热源机房位于或靠近冷热负荷中心位置设置。

6 给水排水

6.1 一般规定

6.1.1 供水、用水应按照使用用途、付费或管理单元，分项、分级安装满足使用需求和经计量检定合格的计量装置，不仅有利于节水节能，对企业的成本核算、运行管理也有积极意义。建筑给水、热水、中水以及直饮水等给水管道设置计量水表的位置可参照现行国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015 和《建筑给水排水与节水通用规范》GB55020 相关规定。计量水表应符合国家现行标准《封闭满管道中水流量的测量 饮用冷水水表和热水水表》GB/T778.1~3、《电子远传水表》CJ/T224、《冷水水表检定规程》JJG 162 和《饮用水冷水水表安全规则》CJ 266 的规定。口径 DN15~DN25 的水表，使用期限不得超过 6 年；口径大于 DN25 的水表，使用期限不得超过 4 年。

6.1.2 本条规定了建筑给水排水系统应选取节水和节能型工艺、设备、器具和产品。建筑给水排水、中水、雨水系统和设施所采用的工艺、设备、器具和产品都应该具有节水和节能功能，以保证系统运行过程中发挥节水和节能的效益。

6.2 给水 排水

6.2.1 合理的给水系统是给水排水节能的保障。充分利用市政给水压力或厂区供水压力，作为一项节能条款。目前市政供水系统，给水管网压力基本在 0.2MPa~0.4MPa 之间，工业建筑用水尽量采用市政管网直供。但各种工艺生产用水的压力要求大不相同，且当工业厂区位置地形高差大时，市政管网可能无法满足各用水点水量水压要求，如采用统一供水系统，为满足所有用户用水压力，则需大大提高管网的供水压力，造成极大的不必要的能量损失，并因管道承受高压而给安全运行带来隐患。

因此，在向远离水厂或局部地形高程较高的区域供水时，采用设置加压泵站的局部分区供水系统，可降低水厂的出厂水压；当市政管网或厂区供水无法满足各用水点不同水压要求时，可通过采用变频调速给水系统加压供给，以达到节能降耗的目的。

6.2.2 建筑供水系统包括给水、中水、热水、直饮水系统等。

给水系统的水压既要满足卫生器具所需要的最低水压，又要考虑系统和给水配件可承受的最大水压和使用时的节水节能要求。

各分区的最低卫生器具配水点的静水压力要求与现行相关国家标准一致。但在工程设计时，为简化系统，常按最高区水压要求设置一套供水加压泵，再对低区采用减压设施减压，显然，被消除的多余水压是无效的能耗。系统用水量较大时，分区设置加压泵，避免或减少无效能耗。

用水点供水压力的限制，源于现行国家标准《民用建筑节能设计标准》GB 50555 的规定，既节约用水，又降低加压水泵的扬程和功率。

6.2.3 本条对给水管网减少漏失水量提出要求。给水系统应使用耐腐蚀、耐久性能好的管材、管件和阀门等，降低给水管网漏损应从管网规划、管材选择、施工质量控制、运行压力控制、日常维护和更新、漏损检测、及时修复等多方面来控制。供水管网的漏失水量应控制在国家现行标准规定的范围内，现行行业标准《城市供水管网漏损控制及评定标准》CJJ 92 规定了城市供水基本漏损率控制评定标准为 10%（一级）和 12%（二级），并根据用户抄表百分比、单位供水量管长、年平均出厂压力和最大冻土深度进行修正；城镇给水管网漏失率不应大于修正后漏损率评定标准的 70%。

6.2.4 本条第 1 款，水泵能耗在给排水系统的能耗中占有很大比重，因此水泵的选择应在管网水力计算的基础上进行，从而保证水泵选型正确，工作在高效区。变频调速泵在名义转速时的工作点，位于水泵高效区的末端(右侧)，以使水泵大部分时间均在高效区运行。

第 2 款，水泵节能评价值是指在标准规定测试条件下满足节能认证要求达到的最低效率。泵节能评价值计算与水泵的流量、扬程、比转数有关，工程设计时对水泵提出相应要求，由供货企业根据产品的上述参数，按照现行国家标准《清水离心泵能效限定值及节能评价值》GB19762 的规定，校核计算水泵节能评价值并保证水泵能够满足要求。

第 3 款，水泵选型必须对水泵的流量—扬程特性曲线进行分析，应选择具有随流量增大其扬程逐渐下降特性的水泵，能够保证水泵工作稳定、并联使用可靠，有利于节水节能。流量—扬程特性曲线存在上升段（即零流量时的扬程

不是最高扬程，随流量的增大扬程也升高，扬程升至峰值后，流量再增大扬程又开始下降，流量—扬程特性曲线的前段就出现一个向上拱起的弓形上升段)，若选用工作点在上升段范围内的水泵，并联时先启动的水泵工作正常，后启动的水泵往往出现有压无流量的空转，水压不稳定，用水终端的用水器具的用水量就会发生变化，不利于节水。

6.2.5 本条提出水池、水箱水位控制和溢流控制的基本要求。为避免自动水位控制阀失灵、水池（箱）溢水造成水资源浪费，贮水构筑物应设置水位监视、报警和控制仪器和设备。对于水池、水箱溢水可能造成水淹和财产损失事故的场所，还应设置应急自动关闭进水阀，以达到报警联动、自动关闭进水阀的目的。自动关闭进水阀可采用电磁阀或电动阀。

洗手盆采用感应式水嘴、延时自闭水嘴或脚踏冲洗龙头等非接触式水嘴，在使用者离开后，会自动定时断水，用于公共场所的卫生间时不仅节水，而且卫生，特别是在发生公共卫生安全事件时，不会造成不同使用者由于接触水嘴后而交叉感染。延时自闭式水嘴还具有限定每次给水量和给水时间的功能，具有较好的节水性能。

6.2.6 本条是针对有些工程将一部分地面以上的污废水先排入地下污水泵房，再用污水提升泵排入室外管网而提出的。这种做法既浪费能源又不安全。

6.3 生活热水

6.3.2 本条第 5 款规定，热水用水量较小，用水点分散的房间或区域，如工业建筑中的实验分析、办公用房、休息室等；热水用水量较大，用水点比较集中的房间或区域，如：工业浴室、盥洗室等。

7 电气

7.1 一般规定

7.1.1 随着社会经济的不断发展，工业建筑规模扩大，生产设备的更新和增多，建筑电气设计不仅要满足当前的使用要求，还要兼顾未来 5~10 年工业建筑发展的需求。

7.1.2 采用的节能技术和产品，应在满足建筑功能要求的前提下，提高建筑设备及系统的能源利用效率，降低能耗。

7.1.3 提高产品的能源利用效率是电气和照明节能的基础手段，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，要求建筑中使用的电力变压器、电动机、变频器、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。

第 1 款，应选用低损耗型、高效率变压器，且能效值不应低于现行国家标准《电力变压器能效限定值及能效等级》GB20052 中能效限定值的要求，即变压器能效限定值不应高于能效等级 3 级的数值要求。

第 2 款，电动机能效限定值不应低于现行国家标准《电动机能效限定值及能效等级》GB18613 能效等级 3 级的数值要求。

第 3 款，电动机采用变频调速装置时，选用的变频器除应满足能效等级的要求以外，其谐波限值应符合《调速电气传动系统 第 1 部分：一般要求 低压直流调速电气传动系统额定值的规定》GB/T 12668.1 和《调速电气传动系统 第 2 部分：一般要求 低压交流调速电气传动系统额定值的规定》GB/T 12668.2 的相关规定。

7.2 电力

7.2.1 工业企业中，线路损耗占一定比重，降低线路损耗，是节能的重要环节。

7.2.3 单相设备尽量做到三相平衡，可以减小电流，减少电能损耗。

7.2.4 季节性负荷或专用设备较多时，为此独立设置的变压器应可以退出运行，可根据实际负荷调整变压器的运行台数，以减少变压器的空载损耗和负载损

耗，达到经济运行、节约电能的目的。变压器退出运行的功能，一般手动完成。

目前，我国的工业建筑大都采用(D, yn11)接线组别，(D, yn11)接线组别的配电变压器空载损耗和负载损耗虽然略大，但是三次及其整数倍以上的高次谐波电流可在原边环流，有利于抑制高次谐波电流。(D, yn11)接线组别的变压器零序阻抗小，有利于单相接地故障的切除。另外，当单相不平衡负荷较多时，(Y, yn0)接线组别变压器要求中性线电流不超过低压绕组额定电流的25%，影响了变压器设备能力的充分利用。因此，在低压电网中，推荐采用(D, yn11)接线组别的配电变压器。

7.2.5 当电缆用于长期稳定的负荷时，按经济电流密度校验导体的截面，有利于节约电能。随着市场上材料、人工等费用的变化，导体的经济电流密度也会随之而改变，因此经济电流密度是需求导体在寿命期内具有最佳经济性的截面，在选择导体时只作为参考。

7.2.6 在用电单位中，大量的用电设备是电力变压器、异步电动机、电阻炉、电弧炉、照明灯，其中电力变压器和异步电动机在电网中的滞后无功功率的比重最大，有的可达全厂负荷的80%，甚至更大。因此，在设计中正确选用变压器容量，可以提高负荷率，对提高自然功率因数具有重要意义。

用电设备中的电弧炉、矿热炉、电渣重熔炉等短网流过的电流很大，而且容易产生很大的涡流损失。因此，在布置和安装上采取适当措施减少电抗，可提高自然功率因数。在一般工业企业中，线路的感抗也占一定的比重，设法降低线路损耗，也是提高自然功率因数的一个重要环节。

7.2.7 当功率因数未达到供电主管部门要求时，应采取无功补偿措施。人工补偿无功功率经常采用两种方法，一是同步电动机超前运行，一种是采用电容器装置补偿。同步电动机价格贵，操作控制复杂，本身损耗也较大，不仅采用小容量同步电动机不经济，即使容量较大，而且长期连续运行的同步电动机也正慢慢由异步电动机加电容器装置补偿所代替。并联电容器装置价格便宜，便于安装，维修工作量、损耗都比较小，可以制成各种容量，分组容易，扩建方便，因此，采用并联电容器装置作为人工补偿的主要设备。

7.2.8 为了尽量减少线损和电压降，采用就地平衡无功功率的原则来设置电容器

装置。

7.2.9 现行国家标准《电能质量 公用电网谐波》GB/T 14549，对交流额定频率 50Hz、标称电压 110kV 及以下的公用电网谐波的允许值已经给出了明确的限值要求。部分地方标准也对用电设备的谐波限值作出了明确规定，如上海市地方标准《公共建筑电磁兼容设计规范》DG/T J08-1104-2005。

工业企业配电系统中的高次谐波除来自外部电源，主要产生于非线性用电设备，高次谐波产生的危害是多方面，如增加设备和线路的损耗、加速电缆绝缘的老化、影响继电保护装置的准确性、对通信线路产生干扰等。当注入电网的谐波超过允许值时，应根据不同行业的要求、谐波源的特点采取相应的滤波措施。

7.3 照明

7.3.1 LPD 是照明节能的重要评价指标，现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015、《建筑环境通用规范》GB55016 和《建筑照明设计标准》GB50034 对工业建筑的照明功率密度的限值进行了规定，提供了照度标准值和照明功率密度限值。照明设计时，应满足其对现行值的要求，该标准规定的目标值执行要求由相关标准或主管部门规定。

7.3.2 当同一场所的不同区域有不同照度要求时，为节约能源，贯彻照度该高则高，该低则低的原则，采用分区一般照明；对于部分作业面照度要求高，但是作业面密度又不大的场所，若只采用一般照明，会大大增加安装功率，采用混合照明方式，增加局部照明来提高作业面照度，以节约能源。

7.3.3 本条第 1 款，通常同类光源中单灯功率较大者，光效高，所以选用单灯功率较大的。卤钨灯是白炽灯的改进产品，比白炽灯光效稍高，但和荧光灯、陶瓷金卤灯、发光二极管灯等相比，其光效仍低得太多，因此不能广泛使用；和其他高强气体放电灯相比，荧光高压汞灯光效较低，寿命较短，显色指数偏低，故不采用。

第 2 款，2011 年国家发展和改革委员会等五部门发布了“中国逐步淘汰白炽灯路线图”：2011 年 11 月 1 日至 2012 年 9 月 30 日为过渡期，2012 年 10 月 1 日起禁止进口和销售 100W 及以上普通照明白炽灯，2014 年 10 月 1 日起禁止进

口和销售 60W 及以上普通照明白炽灯，2015 年 10 月 1 日至 2016 年 9 月 30 日为中期评估期，2016 年 10 月 1 日起禁止进口和销售 15W 及以上普通照明白炽灯或视中期评估结果进行调整。通过实施路线图，取得了良好的节能减排效果。

第 3 款，发光二极管灯光效高、寿命长，因此本标准要求在工业建筑中，无人长时间逗留，只进行检查、巡视和短时操作的场所的灯具宜采用发光二极管灯。

7.3.4 本条第 1 款，要求对于单灯功率不大于 25W 的气体放电灯，要求选用谐波含量低的产品。荧光灯配用电子镇流器或节能电感镇流器，不配用功耗大的传统镇流器，以提高能效。高压钠灯、金属卤化物灯配用节能电感镇流器，配用节能电感镇流器的功耗比普通电感镇流器低很多，其节能效果明显。可配用电子镇流器，目前这种产品的质量多数能满足要求。在电压偏差大的场所，为了节能和保持光输出稳定，延长光源寿命，配用恒功率镇流器。对于功率较小的高压钠灯和金属卤化物灯，可配用电子镇流器。在电压偏差大的场所，为了节能和保持光输出稳定，延长光源寿命，配用恒功率镇流器。

第 2 款，由于气体放电灯配电感镇流器时，通常其功率因数很低，一般仅为 0.4~0.5，所以设置电容补偿，以提高功率因数，降低照明线路的损耗和电压损失。

7.3.5 本条规定了投光照明的溢散光控制指标，提高照明效果，满足节能要求，同时避免光污染。

7.3.6 建筑光环境应同时考虑天然采光和人工照明，各场所应提供足够的光环境水平来保证人身安全和不同的使用功能，在没有特殊说明的情况下，本规范规定的照度为参考平面上的维持平均照度。

8 能量回收与可再生能源利用

8.1 一般规定

8.1.1 建筑有多种能源利用方案，包括常规能源利用方案、可再生能源利用方案和能量回收利用方案，要充分依据当地的资源条件和建筑物的用能需求，进行适宜性分析，选择经济适用的技术方式和系统形式，才能确保实现节能环保的运行效果。

8.1.2 本条对生产过程产生的余热进行热回收做出规定，包括以烟气、蒸汽、水、渣、产品等形式从生产系统中排出的热量。

要求以生产工艺优先来设计余热回收利用控制系统，确保工艺稳定、不影响正常生产。

凝结水回收系统，应做到技术先进、设备可靠、经济合理。凝结水回收系统一般分为重力、背压和压力凝结水回收系统，可按工程的具体情况确定。

工业厂房的通风量往往较大，在多数情况下通风热负荷或冷负荷在建筑总能耗中占比较大，排风所含的能量十分可观，加以回收利用可以取得很好的节能效益和环境效益。因此，当采用独立管道输送新风与排风时，应设置集中排风热回收装置进行排风热回收（有害、腐蚀性、爆炸危险等的废热除外）。当建筑同时需要供冷、供热时，制冷机组冷凝热可回收用于供暖、供生活热水等。

8.1.3 适宜性分析包括当地资源条件分析、可再生能源应用比例和保证率等技术可行性分析、系统费效比等经济合理性分析。

太阳能、风能、地热能、空气能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。

热泵系统需要输入热能或者电能驱动，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。

8.2 能量回收

8.2.1 工业可回收的能量大体分为三类：

1 可燃性余能：即可作为燃料使用的可燃物，包括排放的可燃废气、废液、废料等。例如，放散的高炉气、焦炉气、油田伴生气、炼油气、矿业瓦斯、焦黑尾气、纸浆黑液、甘蔗渣、木屑、可燃垃圾等；

2 载热性余能(即余热)：包括排气、产品、物料、废物、工质所带走的高温热以及化学反应热等。例如，锅炉和窑炉的烟道气；燃气轮机和内燃机的排气；焦炭、钢件、水泥、砖瓦、炉渣的高温热；冷凝水、冷却水、放散热风等带走的热以及排放的废气热等

3 有压性余能：是指排气、排水等有压流体的能量。例如，水电站坝顶溢流、高炉炉顶有压排气、压力较高的蒸汽、管道中的高压水流等。

8.2.2 我国工矿企业余热资源潜力很大，冶金、建材、电力、煤炭、化工、轻工、纺织等行业在生产过程中产生大量余热，这些余热都有可能转化为供冷供热的热源，从而减少重复建设，节约一次能源。国家工业建筑碳达峰实施要求，利用余热回收是最有效的节能途径之一。根据调查，各行业的余热总资源约占其燃料消耗总量的 17%~67%，可回收利用的余热资源约为余热总资源的 60%。其中供暖空调是能源消耗的大户，同时也是余热回收潜力最大的地方。例如，空气压缩机、炼油装置、钢铁高炉冲渣水、焦炉烟气、工业窑炉烟气、精密铸造等余热回收。另外，热电厂存在大量的余热，对余热进行回收非常必要。

第 1 款，工艺余热利用应遵循“梯级利用，高质高用”的原则，热能的品位高低取决于热介质的压力和温度，且蒸汽的压力和温度越高，品位越高，可用能越大，做功能力越强。规定高品位余热应采取梯级综合利用方式，高品位蒸汽可首先用于发电，再用于工艺生产，其次用于供暖；高温热水直接用于供暖，换热后的低温热水再利用热泵生产空调或供暖热水。

第 2 款，蒸汽或高温热水是高品位能源，可通过换热器换热后直接用于供暖、空调和生活热水。蒸汽型或热水型溴化锂吸收式冷水机组，是以蒸汽或高温热水为驱动能源，溴化锂为吸收剂，水为制冷剂，提供空调系统和工艺流程冷源的大型工业设备。溴化锂吸收式冷水机组拥有很高的能源利用效率及显著

的环保效益。

第 3 款，低温热水往往因为水温较低，不能满足直接供暖的要求，但可以通过热泵技术对水温提升后再用于供暖或空调热水。

8.2.3 本条规定了烟气余热利用方式。

第 1 款，采用余热锅炉生产热水或蒸汽用于供热，采用热水或蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组供冷，是比较稳妥的一种余热利用方式。烟气成分随燃料的不同而不同，含尘量大，含粘接性烟尘、有腐蚀性的烟气，对设备的要求较高，烟气型余热锅炉技术上成熟，能够克服这些技术上的难题。热水或蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组技术上也是较成熟的。

第 2 款，当烟气成分、参数较适合来用溴化锂吸收式冷（温）水机组时，可直接采用烟气型溴化锂吸收式冷（温）水机组供冷、供热。

第 3 款，本款是第 1 款和第 2 款的综合。

8.2.4 据调查，工业企业的一些供暖或空调用汽设备的凝结水未采取回收措施或由于设计不合理和管理不善，大约有 50%的凝结水不能回收，造成大量的热量损失及锅炉补水量的增加。为了引起足够的重视，本条规定蒸汽凝结水应回收利用。

回收利用有两层含义：1 凝结水回收直接利用，凝结水回收到锅炉房的凝结水箱；2 凝结水回收梯级利用，凝结水作为某些系统(例如生活热水系统)的预热热源，就近换热后再回到锅炉房。

蒸汽凝结水包括蒸汽供暖系统凝结水、汽-水热交换器凝结水、以蒸汽为热媒的空气加热器的凝结水、蒸汽型吸收式制冷设备的凝结水等。凝结水回收系统一般分为重力、背压和压力凝结水回收系统，可按工程的具体情况确定。

从节能和提高回收率考虑，热力站优先采用闭式系统，即凝结水与大气不直接相接触的系统。当凝结水量小于 10t / h 或距热源小于 500m 时，可用开式凝结水回收系统。

8.2.5 燃气冷、热、电联供是一种能量梯级利用技术,以天然气为一次能源,产生热、电、冷的联产联供系统。

在天然气充足的地区,当电力负荷、热负荷和冷负荷能较好匹配,并能充分发挥冷热电联产系统的综合能源利用效率时,可以采用热电联供、冷电联供或冷热

电三联供系统。利用小型燃气轮机、燃气内燃机、微燃机等设备将天然气燃烧后获得高温烟气首先用于发电,烟气余热可以供暖,可以驱动吸收式制冷机供冷,充分利用了排气的热量,大量节省了一次能源,减少碳排放。

需要指出的是,工业领域三联供中的供冷不单指空调供冷,供热不单指建筑供热,也同时指工艺用冷、用热。需用全局的、开放的眼光审视三联供问题,有利于对三联供技术作出正确合理的判断。联供系统的年平均能源综合利用率可按行业标准《燃气冷热电三联供工程技术规程》CJJ145-2010 第 3.3.5 条计算。

8.2.6 生产过程中产生的可燃性气体一般需要经处理后才能环保排放,处理过程中还会有能源消耗,若这部分能源加以利用后,可节约供暖、空调、生活热水的能源消耗。

8.3 可再生能源利用

8.3.1 湖南省位于太阳能资源四类地区,夏季太阳能资源较丰富,冬季太阳能资源较为贫乏。新建工业建筑应优先采用太阳能光伏发电系统;当建筑内有稳定热水供应需求时,可采用太阳能光热利用系统或太阳能光伏光热(PV/T)系统。太阳能系统可安装在工业建筑屋面、外墙面,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排放,是实现我国“双碳”目标的重要技术措施。

太阳能利用系统可以采用分散系统和集中系统,当集中系统更能高效利用太阳能资源时,可将太阳能利用系统集中在某栋建筑或某几栋建筑中,但整体利用率应满足厂区内所有建筑用能量的相应比例需求。因项目条件限制,达不到条文规定比例要求时,可按铺满整个可利用屋顶设计,尽可能实现《城乡建设领域碳达峰实施方案》(建标〔2022〕53号)提出的“新建厂房屋顶光伏覆盖率力争达到50%。”的目标。

8.3.2 浅层地热能是指:从地表至地下200m深度范围内,储存于水体、土体、岩石中的温度低于25℃,采用热泵技术可提取用于建筑物供热或制冷等的地热能。

浅层地热能应用技术是利用水(地)源热泵机组,通过少量电力能源将低

品位能源提升为高品位能源的一种高效利用方式，其制冷、制热效率在 4.0~6.0 之间，是一种分布广泛、储量丰富的可再生资源。利用浅层地热能时应根据项目所在地的资源条件选择经济高效的利用方式，同时应注意对环境的保护。

8.3.3 采用空气源热泵热水机组供应生活热水适应湖南省气候特点，已在我省广泛应用，本条规定了空气源热泵热水机组的产品能效要求。

8.3.4 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。

9 监测与控制

9.1 一般规定

9.1.1 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。

9.1.2 设置监测与控制系统是保证工业建筑实现节能运行的必要措施。监测与控制内容根据建筑与工艺的功能、系统类型、运行数据等通过技术经济比较确定。制订控制方案时应挖掘系统潜能，提高节能效果。合理配置建筑设备，并进行有效、科学的控制与管理，提高能源利用率。

9.2 监测

9.2.1 对设备和设施使用的各种能源消耗进行监测，能够掌握企业的用能现状，及时发现并调整企业作业流程中的节能瓶颈，优化企业运行管理能力和水平，降低企业运行成本，又可为工业建筑节能、节水、环境保护方面提供有效可靠的决策依据。用能计量设施的选择应能保证系统运行正常，并且实现准确的计量。

9.2.2 工业建筑的电能计量分厂房、分用途设置电能计量装置。其重大意义在于对建筑内部电耗追踪，并明确工业生产过程中的各项电耗比例，以帮助企业及时发现问题，充分发掘节能潜力。电能计量装置能够对各用电设备分别实时采集计量其用电量并进行现场显示、具备远程通信功能，集中建立用电分项计量数据库。建筑电能分级、分项计量时：

- 1 在每个独立的建筑物入口设置总电表；
- 2 对照明、热力、空调供暖、通风除尘、给排水和水处理设备 etc 设置独立分项电能计量装置；
- 3 可再生能源发电、电能回收设置独立设置分项计量装置；

4 对特殊房间的空调供暖设备设置独立分项电能计量装置。

9.2.3 工业企业用电设备种类较多，在进行电力监测时，根据负载和输变电设备特点选择监测参数，如用电量、功率因数和谐波等。从节约用电和节约投资的两方面综合把握仪表的选型。

在能源管理系统中，电能计量装置采集并储存电能计量数据，采用现场总线形式上传数据。通信协议常用选择 MODBUS 标准协议或遵循《多功能电能表通信协议》DL / T 645 的相关要求。

9.2.4 为了保证控制精度的要求，一般温度传感器量程为测点温度的 1.2 倍~1.5 倍，管道内温度传感器热响应时间不大于 25s，当在室内或室外安装时热响应时间不大于 150s。当参数参与自动控制和经济核算时，采用分度号为 Pt100 的 A 级精度(三线制)。湿度传感器安装在空气流通且附近没有热源、水滴，能反映被测空间空气状态的位置，其响应时间不大于 150s。压力(压差)传感器的工作压力(压差)，大于测点可能出现的最大压力(压差)的 1.5 倍，量程为测点压力(压差)的 1.2 倍~1.3 倍。流量传感器量程为系统最大流量的 1.2 倍~1.3 倍，且耐受管道介质最大压力，并具有瞬态输出；流量传感器的安装位置，需满足上游 10D(D 为管径)、下游 5D 的直管段要求，当采用电磁流量计、涡轮流量计时，其精度为 1.5%。

9.2.5 根据国家相关能源政策和自身管理需求配备能源计量装置，通过精细化管理推动节能。通过空调用冷计量和供暖用热计量确定分摊费用的系数，用冷、热量数据或冷、热媒流量数据作为分摊供暖费用的依据均满足计量要求。

在每栋工业建筑的冷源和热源入口处、不同使用单位或区域冷源和热源入口（即用户端）设置的计量装置为分表，在冷源、热源和换热机房处安装冷热量计量装置的冷量和热量计量装置为总表，总表和分表计量出的数据满足各成本核算单位分摊空调供暖费用即可。空调供暖系统内用热量表应满足现行国家标准《热量表》GB/T32224 的要求，其他计量器具应满足现行国家标准《用能单位能源计量器具配备和管理通则》GB17167 的相关要求。

9.2.6 本条规定了锅炉房、换热机房和制冷机房应计量的项目。

在冷热源处设置计量装置，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利于相对集中，也便于操作。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，对锅炉房、换热机房供热量应进行计量，作为量化管理的依据。

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能计量。

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，系统补水造成的资源浪费现象严重，因此，对冷热源站总补水量也应采用计量手段加以控制。

9.2.7 设置对系统进行长期性能监测的仪表、设备，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的实际运行效果和节能效益等；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，促进太阳能应用技术的可持续健康发展。

9.2.8 本条对地源热泵系统的监测提出要求，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进行电量计量。代表性房间面积应占总供暖空调面积的 10% 以上。

9.3 控制

9.3.1 在一类工业建筑设计中常根据建筑形式、朝向和不同的环境气候特点，合理采用侧窗和天窗结合机械开关装置和自动控制系统降低空调能耗，来达到设计要求和节能目标。

9.3.2 集中供暖系统应具备室温调控功能。

第 3 款，工业热风系统包括：热媒为水或蒸汽的热风供暖系统、燃气加热热风供暖系统、热泵供热热风供暖系统等。热风供暖系统通常使用在集中新风

系统、工艺排风量大的补风系统，能源消耗很大。

9.3.3 工业建筑中使用的水泵和风机等设备能耗较大，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。工业用暖风机、厂房电取暖设备以及电开水器等电热设备都可以采用时间模块，确保在无人使用的时间段暂时停机。

9.3.5 常见的室内探测器品牌很多，测量精度、安装方式均有不同，设计人员可根据项目需要选择产品。探测器的运行方式通常有以下几种：

1 对于自然通风的房间，探测器可独立工作，仅在空气污染物浓度超标时发出警报，提醒室内人员及时开窗通风；

2 对于机械通风、集中或半集中式空调系统的房间，可采用探测器自动控制通风、空调设备的运行工况或运行台数，有利于在保持场所内空气温度和量的前提下节省能源；当连锁有困难时，也可将探测器连入 BA 系统，用于提醒运营管理人员注意。

9.3.6 精密空调通常有特殊要求，如区域温差、区域颗粒物浓度或正负压等要求，风量调节对工艺环境的保障有较大影响，因此采用水阀和风量调节相结合的控制方式。车间舒适性空调在满足室内空气质量的条件下，优先采用台数控制节省运行能耗。第 1 款～第 5 款均是有效的节能控制方式。

9.3.7 为满足工艺环境要求，暖通专业常设置全空气系统完成过滤、冷却、加热加湿等空气处理过程，并常有全年运行全空气系统的特点。很多全空气系统在送风允许温差小、管路系统长、空气过滤处理阻力消耗大等情况时，全空气系统的输送能耗在整个空调系统的能源消耗比例会增大至大于冷热源系统。因此要对全空气系统进行全年动态运行控制。第 1 款～第 7 款均是有效的节能控制方式。

9.3.8 对于间歇运行的空调系统，在保证工艺生产环境使用要求的前提下，合理安排启停时间，是节能的重要手段之一。

9.3.9 为了节约运行能耗，供暖通风与空调系统需配置必要的监测与控制。其内容可包括参数检测、参数与设备状态显示、自动调节与控制、工况自动转换、能量计量以及中央监控与管理等，具体内容根据建筑功能、相关标准、系统类

型等通过技术经济比较确定。能源计量总站具有能源计量报表管理及趋势分析等基本功能，控制系统控制的冷热源站年平均能效不得低于设计能效。

9.3.10 供热量控制调节包括调节供水温度和调节供水流量两部分，需要根据室外气候条件和末端需求变化进行调节。锅炉房和换热机房应设置供热量自动控制装置。

9.3.11 本条第 1 款，冷热源站房设备的顺序启停和连锁控制是为了保证设备的运行安全，是控制的基本要求。工业冷热源站房和民用冷热源站房相同，存在冷热源设备及末端设备不用时相应的设备和电动阀门没有关闭，为保证使用支路的正常水流量，水泵仍需多台运行，导致运行能耗增大的情况，连锁控制非常有必要。冷热源站房控制系统还应做到，在顺序启停和连锁排查有故障时，控制系统能报警并启动下一组设备而不影响整体系统的运行。

第 2 款，冷水机组是暖通空调系统中能耗较大的单体设备，冷水机组的最高效率点通常位于该机组的部分负荷区域，因此采用冷量控制方式较台数控制更有利于运行节能。

第 3 款，水泵的台数控制应保证系统水流量和最不利点的水压差，冷冻水泵控制以解决好末端动态水力平衡为基础，实现效率优先进行水泵台数和转速的控制。

第 4 款，二级泵系统压差测点的选择通常有两种：①取水泵出口主供回水管道上的压力信号。由于信号点的距离近，易于实现。②取二级泵环路中最不利末端回路上的压差信号。方法②节能效果较方法①更好，但信号传输距离远，需有可靠的技术保证。方法①采用定压差控制，则与水泵定速运行相似，因此二级泵系统应采用压差设定值优化调节方式以发挥变速水泵的节能优势。

第 5 款，关于冷却水的供水温度，不仅与冷却塔风机能耗相关，更会影响到冷机尤其是离心机的运行能耗。从节能的观点来看，较低的冷却水进水温度有利于提高冷水机组的能效比，但会使冷却塔风机能耗增加，过低的冷却水进水温度会影响冷机运行的可靠性。对于冷却侧能耗有个最优化的冷却水温度。因此，要采取一定的冷却水水温控制措施。通常有三种做法：①调节冷却塔风机运行台数；②调节冷却塔风机转速；③供回水总管设置旁通电动阀，通过调节旁通流量保证进入冷水机组的冷却水温度高于最低限制。在方法①和方法②

中冷却塔风机运行总能耗也得以降低。

冷却水系统使用中，由于水分的不断蒸发，水中的污染物浓度会越来越大，需要及时排污。冷却水排污方法有定期排污和控制离子浓度排污。

第 6 款，冷水供水温度提高，会使冷水机组的运行能效比提高，但同时会使末端空调设备的除湿能力下降、送风温差变小、风机运行能耗加大。因此供水温度的优化调节需综合考虑整个系统的能耗，对高风压工艺空调系统谨慎采用。

第 7 款，冷机设备轮换使用，有利于延长设备的使用寿命。

9.3.12 可以根据工业建筑的用水量、用水的均匀性合理选择大泵、小泵搭配，泵组也可以配置气压罐，供小流量用水，避免水泵频繁启动，以降低能耗。根据管网水力计算进行选泵，使水泵在其高效区内运行，避免设备运行时出现大马拉小车，增加额外能耗的情况。

9.3.13 充分利用自然采光是实现照明节能控制的有效途径。在人工照明控制系统设计时充分考虑采光，不仅可以降低照明能耗，而且还可以在一定程度上降低供冷能耗。

9.3.14 工业建筑通常会装设两列或多列灯具，其控制的原则是：

第 1 款，工业生产场所按车间、工段或工序分组控制，不仅方便使用，当部分工段或工序停止生产作业时，可以整体关闭该区域的灯光；

第 2 款，照明时考虑各种分隔的可能性，以避免空间分隔对照明线路进行大的改动；

第 3 款，灯列与侧窗平行，有利于利用天然光；

第 4 款，每个开关控制的灯具数量少一些，有利于节能和运行维护；

第 6 款，在具有天然采光的区域，照明设计及照明控制应与之相结合，根据采光状况和建筑使用条件，对人工照明采取分区、分组或其他控制措施，其目的是在充分利用天然光的同时，也不影响此区域正常使用。利用天然采光可在较大程度上满足人们的视觉功能需求，此时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，避免造成能源浪费；

第7款，对于大型工业建筑，可设置智能照明控制系统，可以有效地对照明系统进行合理控制，节约电能损耗；

第8款，对于厂区道路照明，采用光控和时间控制，可以有效节约电能。

9.3.16 多台电梯的情况下，采用电梯的单台控制容易造成分布不均、资源浪费等，直接影响物流和人流的效率。群控系统分析每台电梯完成输送任务所付出的能耗、候梯时间、乘梯时间等，在满足候梯和乘梯时间阈值以及相关工艺要求的情况下，按最节能的方式实现控制。电梯群控技术对于建筑节能和改善电梯的运行效果，具有十分重要的作用。

9.3.17 可采用电动机定子调压、变换极对数在转子回路连续调节等效电阻、线绕转子异步电动机在转子回路连续调节等效电阻、变频调速、静止串级调速、内反馈串级调速以及电磁调速等多种方式。对于变化范围比较小，且长时间在满负荷区域附近运行的电机，应进行经济技术比较后采用变频方案。

9.3.18 本条要求在工艺优先的策略下设计控制系统，实现在不影响正常的生产、确保工艺稳定的前提下，对生产过程产生的余热进行余热回收。

9.3.19 热回收系统具备检测功能有利于监测热回收装置的热回收能力。热回收系统具有调控功能是节能的要求。

附录 A 工业建筑能耗计算

A.0.1 本条参照《绿色工业建筑评价标准》GB/T50878-2013，属于生产设备的能耗不计入工业建筑能耗，如输送工艺用生产物料的气力输送系统，但除尘系统回收粉尘或用于废料的气力输送系统或压块、包装设备的能耗应计入工业建筑能耗。由于工艺需要，与工艺设备一体化配套出厂环保设备的能耗不计入工业建筑能耗。

第 1 款，主要包括锅炉、空气压缩机、制冷机、热交换机组、风机、水泵、电动阀门、照明灯具、控制装置、各类电机及设备 etc 全年能耗量。

第 4 款，工艺设备回收的能量，当用于生活、改善室内环境时，为回收该部分能量所消耗的能量计入工业建筑能耗，回收的能量在工业建筑中扣除；当回收的热能用于生产时，为回收该部分能量所消耗和回收的能量均不计入工业建筑能耗。

A.0.2 根据本标准 A.0.1 条工业建筑能耗范围，按项目统计期内各种工业建筑能耗的实际分项计量，求得工业建筑能耗；也可统计该项目全年总能耗、工艺能耗及除工艺能耗和工业建筑能耗以外的其他能耗，得出项目的工业建筑能耗（折成标准煤）。以此指标和该行业的工业建筑能耗指标相比较，即可判断项目的工业建筑能耗指标属于哪一类水平。各种能源折算成标准煤的系数应采用国家规定的当年折算值。电力折算标准煤系数按火电发电标准煤耗等价值计算，在实际应用中应以国家统计局正式发布数据为准。引用某行业标准煤耗时，按照行业清洁生产标准所规定的的数据计算。

A.0.3 本条提供两种工业建筑能耗计算方法。

A.0.4 对于行业清洁生产标准或国家、行业和地方规定的综合能耗指标，在计算出工业建筑能耗占工业综合能耗的比例后，根据本行业清洁生产标准或国家、行业和地方规定的综合能耗指标，按此比例进行修正求得该行业的工业建筑能耗指标。

第 1 款，当有本行业清洁生产标准或国家、行业和地方规定的综合能耗指标时，可选择行业内与代表性且有施工图设计的若干企业，按设计提供的全厂全年总能耗量和本标准 A.0.1 工业建筑能耗范围，根据设计提供的当地室外气

象参数、机组的装机容量、机组能效比、负荷系数、同时使用系数、运行时间、设备性能曲线、耗煤量、耗气量、耗汽量、耗油量等数据计算出全年工业建筑能耗。在计算出工业建筑能耗占全年总能耗的比例后，根据本行业清洁生产标准或国家、行业和地方规定的综合能耗指标，按此比例求得该行业的工业建筑能耗指标，并考虑必要的修正。

第 2 款，当无本行业清洁生产标准或国家、行业和地方规定的综合能耗指标时，可选择本行业在节能方面做得好、较好、较差（但预计可符合国内基本水平的要求）且有施工图设计的若干企业，按设计提供的全厂全年总能耗量和本标准 A.0.1 工业建筑能耗范围，根据设计提供的当地室外气象参数、机组的装机容量、机组能效比、负荷系数、同时使用系数、运行时间、设备性能曲线、耗煤量、耗气量、耗汽量、耗油量等数据计算出全年工业建筑能耗。通过分析确定该行业的工业建筑能耗指标的三个级别（国内领先、国内先进、国内基本水平）的指标值，以此指标作为评价的依据。

附录 B 工业建筑体积、面积与高度计算原则

B.0.8 本标准建筑高度是建筑各楼层层高之和，为节能设计高度仅与节能设计相关，与节能计算报告输出参数一致。