CECS CECS×××

中国工程建设标准化协会标准

**区域供冷供热系统应用技术规程**

**Technical specification for application of district cooling and heating system**

（征求意见稿）

**20×× 北京**

前　言

根据中国工程建设标准化协会发布的《关于印发2017年第二批工程建设协会标准制订、修订计划的通知》（建标协字[2017]031号）文件要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制订本规程。

本规程共分7章，主要技术内容是：总则、术语、冷热负荷、规划、设计、监测与控制、调适及运行。

本规程由中国工程建设标准化协会归口管理，由中国建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送中国建筑科学研究院有限公司（地址：北京市北三环东路30号，邮政编码：100013）。

|  |  |
| --- | --- |
| 主 编 单 位： | 中国建筑科学研究院有限公司 |
| 参 编 单 位： | 北京市建筑设计研究院 |
|  | 中国建筑设计研究院有限公司 |
|  | 中国中元国际工程公司 |
|  | 华东建筑设计研究院有限公司 |
|  | 中国建筑西北设计研究院有限公司 |
|  | 中国建筑上海设计研究院有限公司 |
|  | 天津市建筑设计院 |
|  | 中国市政工程中南设计研究总院有限公司 |
|  | 同圆设计集团有限公司 |
|  | 山东省建筑科学研究院 |
|  | 重庆大学 |
|  | 大连理工大学 |
|  | 哈尔滨工业大学 |
|  | 中节能城市节能研究院有限公司 |
|  | 远大空调有限公司 |
|  | 荏原冷热系统（中国）有限公司 |
|  | 丹佛斯自动控制管理（上海）有限公司 |
|  | 山东宜美科节能服务有限责任公司 |
|  | 北京金茂绿建科技有限公司 |
|  | 华电分布式能源工程技术有限公司 |
|  | 陕西四季春清洁热源股份有限公司 |
|  | 约克（无锡）空调冷冻设备有限公司 |
|  | 麦克维尔空调制冷（武汉）有限公司 |
|  | 唐山兴邦管道工程设备有限公司 |
|  | 北京京能恒星能源科技有限公司 |
|  | 北京矿联地热能工程设计研究院有限公司 |
|  | 青岛中建能源管理有限公司 |
|  | 中建三局第一建设工程有限责任公司 |
|  | 北京北控能源投资有限公司 |
| 主要起草人： |  |
|  |  |
| 主要审查人： |  |

目　次

[1 总 则 1](#_Toc13490655)

[2 术 语 4](#_Toc13490656)

[3 冷热负荷 8](#_Toc13490657)

[4 规 划 17](#_Toc13490658)

[4.1 一般规定 17](#_Toc13490659)

[4.2 区域资源和系统形式 25](#_Toc13490660)

[4.3 可再生能源与余热废热资源 31](#_Toc13490661)

[4.4 能源站 34](#_Toc13490662)

[4.5 输配管网及换热站 37](#_Toc13490663)

[5 设 计 40](#_Toc13490664)

[5.1 一般规定 40](#_Toc13490665)

[5.2 常用冷源与热源 42](#_Toc13490666)

[5.3 其他冷源与热源 50](#_Toc13490667)

[5.4 输配管网及换热站 58](#_Toc13490668)

[6 监测与控制 63](#_Toc13490669)

[6.1 一般规定 63](#_Toc13490670)

[6.2 能源站与一级管网 65](#_Toc13490671)

[6.3 换热站与二级管网 67](#_Toc13490672)

[7 调适及运行 68](#_Toc13490673)

[7.1 一般规定 68](#_Toc13490674)

[7.2 调适 74](#_Toc13490675)

[7.3 运行 79](#_Toc13490676)

[本规程用词说明 80](#_Toc13490677)

[引用标准名录 81](#_Toc13490678)

Contents

[1 General Provisions 1](#_Toc13490655)

[2 Terms 4](#_Toc13490656)

[3 Cooling Load & Heating Load 8](#_Toc13490657)

[4 Planning 17](#_Toc13490658)

[4.1 General Requirements 17](#_Toc13490659)

[4.2 Regional Resources & System Forms 25](#_Toc13490660)

[4.3 Renewable Energy & Waste Heat Resources 32](#_Toc13490661)

[4.4 Energy Station 34](#_Toc13490662)

[4.5 Transmission and Distribution Network & Heat Exchange Station 37](#_Toc13490663)

[5 Design 40](#_Toc13490664)

[5.1 General Requirements 40](#_Toc13490665)

[5.2 Common Cooling & Heating Source 42](#_Toc13490666)

[5.3 Other Cooling & Heating Source 50](#_Toc13490667)

[5.4 Transmission and Distribution Network & Heat Exchange Station 58](#_Toc13490668)

[6 Monitor & Control 63](#_Toc13490669)

[6.1 General Requirements 63](#_Toc13490670)

[6.2 Energy Station & Primary Pipe Network 65](#_Toc13490671)

[6.3 Heat Exchange Station & Secondary Pipe Network 67](#_Toc13490672)

[7 Commissioning& Operation 68](#_Toc13490673)

[7.1 General Requirements 68](#_Toc13490674)

[7.2 Commissioning 74](#_Toc13490675)

[7.3 Operation 79](#_Toc13490676)

Explanation of Wording in This Standard [80](#_Toc13490677)

List of Quoted Standards [81](#_Toc13490678)

# 总 则

* + 1. 为使区域供冷供热系统工程贯彻国家有关法律法规和方针政策，合理利用资源和节约能源，提高能源综合利用效率，保护环境，促进社会全面协调可持续发展，制定本标准。

**【条文说明】**主要对本标准的编制原则和宗旨进行了相关规定。随着能源和环境问题的日益突出，区域供冷供热越来越受到人们重视。区域供冷供热系统通过资源的综合、协同应用，充分利用工业余热废热、可再生能源、分布式冷热电三联供等，最大限度地降低区域内的能源消耗，降低有害物排放，获得最佳经济效益与社会效益，促进经济和社会的可持续发展。

近年来我国区域供冷供热技术飞速发展，据不完全统计，目前，已建成投入运行和正在施工的工程已达到千余项，其中绝大部分为国家、省市级重点工程。

区域供冷供热技术在蓬勃发展的背后，也存在一些问题：

* 1. 国内缺乏针对区域供冷供热技术的相关标准；
	2. 对于区域供冷的节能性、经济性存在争议；
	3. 缺少合理的供能半径的依据；
	4. 如何进行负荷计算，如何考虑合理的同时使用系数，以便确定主机容量配置、供能管网的管径和路由；
	5. 如何确定合理的区域供冷供热温度，在该温度下，主机既能高效节能运行，又能满足末端系统需求；
	6. 如何合理利用多能源系统，对能源类型（电力、燃气、蒸汽、市政热力、可再生能源）、系统方式（供热：燃气锅炉供热系统、热电厂市政热力系统、热泵供热系统、蓄热系统、冷热电三联供系统及各系统的组合方式；供冷：冷水机组供冷系统、热泵供冷系统、蓄冷系统、冷热电三联供系统及各系统的组合方式）进行合理的选择和配置；
	7. 区域供冷供热系统应如何调适，以确保最终的使用效果等。

以上问题都是目前急需解决的，因此，针对上述问题，编制了本标准。标准内容涉及区域供冷供热系统负荷和供冷供热量计算、总体规划、系统设计、监测与控制、调适及运行方面。

* + 1. 本标准适用于介质温度不大于95℃、工作压力不大于2.5MPa的新建、改扩建民用建筑供冷供热系统的规划、设计、调适及运行。

**【条文说明】**对本标准的适用范围进行了相关规定。本标准主要适用于新建的同时有供冷供热需求的区域：寒冷地区、夏热冬冷地区、夏热冬暖地区（A区）。对于严寒地区单独集中供热的区域和夏热冬暖地区（B区）单独供冷的区域可参照执行。

本标准涉及的供热主要是指低温集中供热系统，与传统的以热电厂为热源的集中供热有所区别；适用于供热热水介质温度不大于95℃，设计压力不大于2.5MPa的情况。本标准涉及的区域能源主要是针对区域供冷供热，不涉及电力和燃气方面的内容。

* + 1. 区域供冷供热系统工程应根据当地能源状况、建筑的用途和功能、建设进度、入住情况、使用要求等，结合国家有关安全、节能、环保、卫生等政策、方针，通过经济技术比较确定能源方案。

**【条文说明】**区域供冷供热系统利用的能源有：电力、燃气、蒸汽、市政热力、可再生能源、余废热等；涉及的系统形式有：热泵供能系统、冷水机组供冷系统、市政热力供热系统、锅炉房供热系统、分布式冷热电三联供系统等。区域供冷供热系统的重要作用或者价值就是：“基于区域内特定的末端能源需求，通过对能源系统的优化集成，实现品位对应、温度对口、梯级利用、多能互补的能源生产、供应与利用”。因此，必须进行全方位的能源方案比选，以达到节能、环保、可持续发展的目的。

* + 1. 区域供冷供热系统应遵循因地制宜、经济合理、安全可靠、综合梯级利用、多能互补的原则，优先选用工业余热废热、可再生能源、冷热电三联供等，实现优化集成、品位对应、温度对口、梯级利用、多能互补的能源供应与利用。

**【条文说明】**区域供冷供热技术的核心内容是对能源资源选择、能源方案、能源设备、能源系统进行综合、集成，互相补充、完善，达到最小的能源消耗和最佳的能源利用效率。因此，区域供冷供热系统的应用需要经过充分论证，实现优化集成、品位对应、温度对口、梯级利用、多能互补的能源供应与利用。

* + 1. 区域供冷供热系统工程除应符合本标准的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

**【条文说明】**我国区域供冷供热应用水平已经有较大幅度的提高，涌现出许多区域供冷供热的实际项目，但由于前期规划、设计和后期运营管理方法不健全，导致系统运行经济性差，不利于区域能源技术的应用和推广；并且现有一些标准仅针对单一技术应用，适用范围有限，缺乏适用于包含多种能源系统的复合式区域能源技术规定。因此需要针对区域供冷供热系统应用的负荷计算、总体规划、系统设计、监测与控制、调适及运行等方面制定标准。区域供冷供热系统工程涉及的范围较广，相关方面均制定了相应的标准，并作出了规定。因此，区域供冷供热系统工程除应符合本标准外，尚应符合国家现行的有关标准的规定。

# 术 语

1. 区域 district

标准中所指的区域，可以是行政划分的城市，也可以是各种园区，或是建筑群等。

1. 区域能源规划 district energy planning

为满足当地资源条件及用户端需求，以能源应用的安全可靠、节能减排为目标，对区域内的能源开发、使用及分配等环节进行统筹安排。

1. 区域供冷供热系统 district cooling and heating system

为满足区域内建筑物的冷热量需求，由能源站集中制备冷热水，并通过管网进行供给的系统。

**【条文说明】**区域供冷供热系统一般由区域能源站、一级输送管网、换热站（或用户入口装置）三部分组成；区域供冷供热系统可与分布式能源站、热电厂、燃气锅炉、余废热利用等组合作为能源梯级利用系统。

1. 冷（热）负荷密度 cooling (heating) load density

区域供冷（热）总设计负荷与区域总建筑面积之比，也称为冷（热）负荷强度，即区域内单位建筑面积设计冷（热）负荷量。

1. 冷（热）负荷指标 cooling (heating) load index

设计工况下，区域内单位建筑面积在单位时间内所消耗的由能源站供给的冷（热）量。

1. 同时使用系数 simultaneity usage coefficient

区域供冷供热系统总设计负荷与区域内各建筑单体设计负荷之和的比值。

**【条文说明】**区域供冷供热系统末端用户一般由多种业态建筑单体组成，不同业态建筑使用模式不同，高峰负荷出现时间不同，用同时使用系数反映区域内不同业态建筑错峰使用情况。

1. 负荷率 load ratio

区域供冷供热系统的运行负荷与设计负荷之比。

1. 供冷（热）半径 cooling (heating) radius

能源站至最远换热站（或最远用户）的管道沿程长度。

**【条文说明】**区域供冷供热系统需考虑合理的供冷（热）半径，区域能源站供能范围增大时，输配系统能耗占比增大；但若单个能源站规模太小，则无法充分发挥区域供能的优势。因此区域供冷（热）半径大小、覆盖范围需综合考虑系统初投资、运行费用（尤其是输配系统能耗）、维护管理等多种因素。

1. 系统综合能效 system integrated energy efficiency

设计工况下，能源站的供冷（热）量与冷热源主机、水泵及其他耗能设备的净输入能量之比。

**【条文说明】**设计工况下，冷热源系统的制冷（热）量与冷热源系统净输入能量之比，反映能源系统供冷供热的整体性能。当能源系统消耗电力、燃气等两种以上能源形式时，通过平均低位发热量统一换算到能源消耗量。

1. 可再生能源利用率 utilization ratio of renewable energy

可再生能源利用量占终端能源消费量的比率。

**【条文说明】**可再生能源利用量是指区域内由可再生的能源提供的能源量。可再生能源包括：风能、太阳能、水能、生物质能、地热能、海洋能、未利用能源（地下水、河水、污水、空气）等非化石能源。终端能源消费量主要指建筑能耗，包括供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯能耗。计算方法可参照国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T51350-2019附录A。

1. 分布式变频二级泵系统 variable flow distribution with secondary pump system

由一级泵设置在能源站内，二级泵设置在各个建筑（或换热站）内并变频调速运行所构成的系统。

**【条文说明】**一级循环泵设置在能源站内，负责能源站内的循环流量及循环动力，二级循环泵设置在各个换热站内，根据末端负荷进行变频调速，负责一级管网、各换热站的循环流量及循环动力，并通过解耦管将能源站内供能系统与换热站系统分开，使能源站内循环流量满足机组的最低要求，而一级管网可根据末端负荷变流量运行的系统。

1. 区域供冷供热系统一级管网 first-level network of district cooling and heating system

由区域能源站站房至各个用户侧换热站的输配管网。

1. 复合式能源系统 combined energy system

采用两种或两种以上能源形式，进行联合供冷、供热的能源系统。

**【条文说明】**区域供冷供热系统供能建筑面积一般较大，建筑业态较多，需综合考虑能源系统的安全性、可靠性、经济性、节能性、环保性、项目所在地资源禀赋等多方面因素，往往采用常规能源系统加可再生能源系统联合的复合式能源系统。

1. 机电系统调适 electromechanical system commissioning

通过对建筑机电系统进行检查、测试、调整、优化、验证等工作，使建筑机电系统满足设计和使用要求的程序和方法。

**【条文说明】**给出“调适”的定义是为了与施工单位所做的“系统调试”进行区分。调适的定义强调了该工作的几个特点：全过程、跨专业、全工况。

1 全过程：基于用户最终的需求，从规划、设计阶段开始调适工作，在各个工程建设的各个阶段把控工程质量，而非在使用时再发现无法改造的工程缺陷。

2 跨专业：为满足最终的设计和使用要求，应将机电系统视为整个系统而非独立系统。传统层层分包的做法造成了各专业系统都能验收，但整个系统的功能无法实现。因此，应跨专业落实设计和使用的需求。

3 全工况：机电系统的动态特性需要在所有可预见的各个工况下验证并达标，才能证明系统的功能是满足设计和使用需求的。

#

# 冷热负荷

### 3.0.1 规划和设计阶段，应根据项目特点及实施进度，分别采用适宜的设计负荷和全年逐时冷热负荷计算方法。

**【条文说明】**冷热负荷计算至关重要，是确定总的装机容量，预测年售冷热量，确定冷热价、经济效益分析的基础和关键。冷热负荷的计算直接影响到能源站和管网的投资、建设。但规划阶段、设计阶段因掌握的资料不同，所采取的计算方法也不同。在规划阶段，一般仅有地块信息（地块功能、占地面积、容积率、建筑高度等）的控制性参数，尚未完成具体的建筑设计，在此条件下，对规划建筑总冷热负荷进行预测，粗略分析区域建筑空调负荷的变化，对于能源系统的合理配置、方案决策等有重大意义。在供冷供热系统设计阶段，单体建筑设计已经完成，需详细且精确计算负荷，反映区域内建筑群负荷的空间和时间特征。准确的负荷计算关系到供能方案的选择、设备容量的确定和优化控制策略的制定等。因此需要根据建设阶段，选用适宜的计算方法。

区域供冷供热的规划阶段，应根据项目建设情况，设置不同情景对整个区域进行负荷和供冷供热量预测，初步确定供冷供热系统形式；当处于设计阶段时，应对各建筑物投入运行时间、入住率、使用时间、使用强度进行详细分析与描述，以便合理确定能源系统建设、投入时间，计算系统经济性和节能性。

冷热负荷计算的方法有多种，如表 1所示。本标准推荐采用单位面积指标法和情景模拟计算法，单位面积指标法又分为单位面积负荷指标法和单位面积供冷供热量指标法。情景模拟计算法是结合了数值模拟计算法和情景分析法的特点，设置多种情景，用计算精度高的能耗模拟软件进行计算的方法。

表 1负荷和供冷供热量计算方法对比

|  |  |
| --- | --- |
| 名称 | 特点 |
| 单位面积指标法 | 估算法，一般估算的区域负荷和供冷供热量数值偏大。 |
| 基于历史数据的外推法 | 回归分析法 | 需大量历史能耗数据；可获得影响因素与负荷之间的回归函数；计算精度不高。 |
| 时间序列分析法 | 所需数据少，工作量小，计算速度较快；建模过程比较复杂，需要较高的理论知识。 |
| 人工智能法 | 需大量历史能耗数据；能处理非线性关系；计算精度较高 |
| 数值模拟计算法 | 需要准确的气象参数、详细的建筑信息及设计参数；计算精度高，计算速度快；典型建筑模型适用于大型的规划期的区域建筑；典型建筑的负荷计算法既能用于既有建筑统计大型区域整体能耗，也适用于计算新建建筑在无大量历史能耗统计数据及无详细的建筑信息规划期的负荷。 |
| 其他方法 | 情景分析法 | 综合考虑建筑功能、气象条件、围护结构性能、建筑内部负荷强度、使用规律等因素，设定多种情景，借助能耗模拟软件进行分析计算，计算相对复杂、分析难度较大，但预测精度较高。 |
| 虚拟特征建筑法 | 计算复杂，计算量大，方法不成熟。 |
| 数据统计分析法 | 一种在规划期比较实用的方法，需对实际能耗进行收集统计；简单直观，具有一定的指导意义；推广性不强。 |
| 负荷因子法 | 基于假设条件，能估算规划阶段城区的建筑冷热负荷；负荷因子不易获得；计算精度不高。 |

冷热负荷计算是区域供冷供热系统的重点和难点之一，既有复杂的技术问题又含有生活习惯、消费水平和市场行为，要在设计、建设的各个阶段修正和调整。

### 3.0.2 规划和方案设计阶段，宜采用单位面积负荷指标法进行设计冷热负荷估算，并考虑合理的同时使用系数确定区域总设计冷热负荷。

**【条文说明】**单位面积负荷指标法是利用单位建筑面积的冷热负荷乘以建筑面积，估算出各单体建筑的负荷，再把各单体建筑的负荷进行叠加，并考虑合理的同时使用系数，得到区域负荷。该方法简单便捷，是一种估算方法，由于区域内所有建筑同时出现峰值的概率较小，所以采用负荷指标法估算的区域总负荷一般会偏大。

结合我国相关标准规范以及全国不同地区典型建筑的计算数据，表 2、表 3提供了我国主要城市典型建筑冷热负荷指标参考值。

表 2不同建筑热负荷指标（单位W /m2）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 城市 | 商务办公 | 政府办公 | 商务酒店 | 普通酒店 | 商场 | 学校 | 医院 | 住宅 |
| 哈尔滨 | 75~95 | 90~115 | 85~105 | 70~90 | 115~145 | 95~115 | 95~115 | 45~60 |
| 沈阳 | 65~80 | 90~115 | 85~105 | 65~80 | 95~120 | 70~90 | 80~100 | 45~60 |
| 北京 | 55~70 | 75~95 | 55~70 | 50~65 | 65~80 | 60~75 | 60~75 | 30~40 |
| 青岛 | 55~70 | 70~90 | 60~75 | 55~70 | 65~80 | 60~75 | 60~75 | 30~40 |
| 上海 | 40~55 | 50~65 | 35~45 | 40~50 | 40~50 | 50~65 | 45~60 | 25~35 |
| 武汉 | 50~60 | 60~75 | 45~55 | 45~55 | 45~60 | 50~65 | 50~65 | 25~35 |
| 重庆 | 35~45 | 45~55 | 40~55 | 30~40 | 30~40 | 40~50 | 35~45 | 15~25 |
| 长沙 | 50~60 | 60~75 | 50~60 | 45~55 | 50~60 | 45~60 | 45~60 | 25~30 |
| 广州 | — | — | 40~55 | 25~35 | 15~20 | 20~30 | 15~20 | — |

表 3不同建筑冷负荷指标（单位W /m2）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 城市 | 商务办公 | 政府办公 | 商务酒店 | 普通酒店 | 商场 | 学校 | 医院 | 住宅 |
| 哈尔滨 | 85~105 | 75~95 | 55~70 | 50~65 | 90~110 | — | 60~80 | — |
| 沈阳 | 100~135 | 90~115 | 55~70 | 60~75 | 100~125 | — | 75~90 | — |
| 北京 | 115~135 | 95~120 | 80~100 | 75~90 | 115~140 | 40~55 | 85~110 | 40~45 |
| 青岛 | 110~135 | 95~120 | 80~100 | 70~85 | 120~150 | 50~55 | 80~100 | 45~50 |
| 上海 | 110~135 | 95~120 | 65~80 | 70~85 | 115~140 | 55~60 | 80~100 | 50~55 |
| 武汉 | 120~145 | 105~130 | 85~110 | 80~100 | 120~150 | 60~65 | 95~115 | 50~55 |
| 重庆 | 100~125 | 95~120 | 80~100 | 70~90 | 110~135 | 60~65 | 85~110 | 50~55 |
| 长沙 | 110~135 | 100~125 | 85~105 | 75~100 | 110~135 | 60~65 | 85~110 | 50~55 |
| 广州 | 100~130 | 90~115 | 90~110 | 80~100 | 125~155 | 65~70 | 90~115 | 55~60 |

### 3.0.3 施工图设计阶段，应按照现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736的规定进行冷热负荷计算，并考虑合理的同时使用系数确定区域总设计冷热负荷。

**【条文说明】**施工图阶段，若用冷热负荷指标进行空调系统设计时，估算的结果往往偏大，由此造成主机、输配系统及末端设备容量等偏大，这不仅给国家和投资者带来巨大损失，而且给系统控制、节能和环保带来潜在问题，因此规定在施工图阶段，热负荷、空调冷负荷的计算应符合国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012的有关规定，该标准中第5.2节和第7.2节分别对热负荷、空调冷负荷的计算进行了详细规定。另外，由于区域供冷供热面积较大，建筑类型复杂多样，建筑朝向、建筑体形系数、建筑窗墙面积比、建筑功能以及建筑内部人员、灯光、设备使用时间、使用强度等差异，致使不同类型建筑物峰值负荷出现的时间有差异，同时，因建设周期长，用户有一定的不确定性。因此，还需考虑同时使用系数。

3.0.4 区域供冷供热系统的同时使用系数，应根据供能规模、建筑类型、使用特点等综合确定。

**【条文说明】**区域供冷供热同时使用系数的取值大小直接影响冷热源装置容量、输送管网设计、末端装置选型以及系统运行策略、冷热费用计量，因此区域供冷供热同时使用系数取值非常重要。但由于受气象条件、建筑功能、建筑特性（外形、布局、朝向、围护结构性能）、内扰（人员、照明、设备等）、新风量等因素影响，使得区域内各建筑负荷特性呈现较大的差异，进而导致各建筑物出现错峰负荷。

根据工程经验，区域供冷供热同时使用系数一般取0.5~0.8。

表 4 同时使用系数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 区域名称 | 同时使用系数 | 备注 |
| 商务区 | 0.7~0.77 | 商业中心、办公类建筑、文化建筑、酒店、医院 |
| 大学园区 | 0.49~0.55 | 教学、实验室、图书馆、行政办公室、体育馆、宿舍、餐厅生活服务 |
| 综合区 | 0.65~0.7 | 上述两类主要建筑及功能同时具有 |

### 3.0.5 规划和方案设计阶段，宜优先采用情景模拟计算法，进行全年逐时冷热负荷预测；当不具备条件时，可采用单位面积指标法。

**【条文说明】**利用情景模拟计算法时，考虑的因素多，更接近区域供冷供热项目实际运行情况，因此建议具备条件时，优先采用情景模拟计算法。该方法可以计算区域建筑全年负荷的逐时变化，对于能源基础设施的合理配置、方案决策等有重大意义。

情景模拟计算法是利用按照本标准要求，利用专用能耗模拟软件来进行全年累计供冷供热量计算的方法。专用能耗模拟软件可采用TRNSYS、Energplus、Doe-2，Equest等,专用能耗模拟软件应具有以下功能：

1 建立的模型能够描述建筑的平面布局、立面开口、墙体连接、房间功能等信息；

2 实现全年8760小时逐时负荷计算；

3 分别逐时设置工作日和节假日室内人员数量、照明功率、设备功率、室内温度、供暖和空调系统运行时间；

4 考虑建筑围护结构的蓄热性能；

5 计算10个以上建筑分区；

6 数据库丰富，有不同墙体、窗户、室内发热源、运行时间表等的设置；

7 能进行外遮阳、内遮阳、通风设置和实现季节控制；

8 逐时数据在线输出或以word、excel等其它形式导出。

采用情景模拟计算法时应按以下要求进行计算：

1 选取区域内不同建筑功能的典型单体建筑，分别计算典型建筑的全年逐时冷热负荷；

2 气象数据宜采用典型年气象数据；

3 建筑形状、大小、朝向、内部空间划分和使用功能、建筑构造尺寸、建筑围护结构性能应与设计文件一致；若无设计文件时，宜参考当地同类建筑典型做法确定，并应满足国家、地区建筑节能设计标准要求；

4 建筑供暖空调室内环境（如温度、湿度、新风量）设定应与设计文件一致；若无设计文件时，应满足国家、地区建筑节能设计标准要求；

5 建筑内部负荷强度（人员、照明、设备）应与设计文件一致；若无设计文件时，应满足国家、地区建筑节能设计标准要求；

6 建筑供暖空调运行时间、人员在室率、照明开关时间、设备使用时间、新风开关时间宜按照建筑使用情况设定，若无相关数据，可参考当地同类建筑使用情况的统计数据或国家、地区建筑节能设计标准相关规定；

7 供暖季供冷季起止时间设定应符合当地供暖空调习惯；

8 应采用周边建筑实地调研的方式确定建筑每日供冷供热运行时间，且该运行方式应与业主和设计单位充分沟通；

9 计算过程应考虑入住率、使用强度的影响，入住率和使用强度应与业主和设计单位协商确定，无数据参考时，入住率宜取0.5-0.9，使用强度宜取0.6-0.85；

10 宜按照办公建筑、商业建筑、医疗建筑、学校建筑、居住建筑等类型，完成不同情景下的模拟计算，得到项目供冷供热量。

计算全年逐时冷热负荷宜采用情景模拟法；当不具备采用情景模拟计算条件时，可采用单位面积供冷供热量指标法进行计算。单位面积供冷供热量指标法是利用单位建筑面积供冷供热量乘以建筑面积，估算出不同类型建筑的累计供冷量和累计供热量，再把各类建筑的累计供冷量、累计供热量进行叠加，得到区域建筑全年累计供冷量供热量。

表 5、表 6结合我国相关标准规范以及全国不同地区典型建筑的计算数据，本标准提供了我国部分城市典型建筑全年累计供冷量和供热量参考值，如下表所示：

表 5 我国部分城市典型建筑全年累计供热量参考值（kWh/（m2·a））

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 典型城市 | 商务办公 | 政府办公 | 商务酒店 | 普通酒店 | 商场 | 学校 | 医院 | 住宅 |
| 哈尔滨 | 60-80 | 70-90 | 100-150 | 120-170 | 115-155 | 30-50 | 130-170 | 50-70 |
| 北京 | 25-55 | 40-70 | 60-100 | 70-105 | 40-60 | 10-25 | 60-80 | 30-50 |
| 上海 | 10-20 | 15-35 | 35-55 | 40-60 | 10-20 | 5-15 | 25-45 | 10-25 |
| 重庆 | 10-20 | 10-30 | 30-50 | 30-50 | 10-20 | 5-15 | 20-40 | 5-15 |
| 广州 | 5-15 | 0-10 | 5-15 | 0-10 | 5-15 | 0-10 | 0-10 | 0-5 |

表 6 我国部分城市典型建筑全年累计供冷量参考值（kWh/（m2·a））

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 典型城市 | 商务办公 | 政府办公 | 商务酒店 | 普通酒店 | 商场 | 学校 | 医院 | 住宅 |
| 哈尔滨 | 25-55 | 20-50 | 30-60 | 25-55 | 50-80 | 15-35 | 35-60 | 10-30 |
| 北京 | 50-90 | 35-65 | 85-120 | 60-100 | 80-120 | 10-25 | 80-120 | 25-55 |
| 上海 | 70-100 | 45-80 | 100-140 | 60-110 | 120-170 | 20-50 | 80-130 | 30-70 |
| 重庆 | 75-110 | 50-90 | 110-160 | 100-150 | 120-180 | 20-55 | 90-140 | 35-75 |
| 广州 | 100-150 | 60-110 | 180-240 | 160-220 | 190-250 | 35-75 | 140-200 | 60-95 |

### 3.0.6 采用蓄能技术时，应按现行行业标准《蓄能空调工程技术标准》JGJ158的规定计算蓄能—释能周期内逐时冷热负荷。

**【条文说明】**蓄能系统一般以1d为蓄能-释能周期，其设计蓄能-释能周期逐时冷热负荷是蓄能系统设计基础，是确定系统配置、蓄能装置容量、系统运行模式和运行策略的重要依据。因此采用蓄能系统时，应预测蓄能-释能周期内逐时冷热负荷。

在蓄能方案规划、设计阶段时，蓄冷-释冷周期逐时冷负荷可根据峰值冷负荷采用系数法估算。蓄热-释热周期逐时热负荷可根据行业标准《蓄能空调工程技术标准》JGJ158-2018附录A.0.2冬季空气调节室外逐时计算温度，按照稳态计算方法估算；另外，蓄热-释热周期逐时热负荷也可根据峰值热负荷采用系数法估算，逐时热负荷系数可根据冬季空气调节室外逐时计算温度、室内计算温度、空气调节室外计算温度估算得到，表 7列举了部分城市供热系统24h连续运行时的逐时热负荷系数k，具体应用时还需考虑建筑的使用时间，如居住建筑、宾馆、医院病房楼24h连续供暖，其他办公建筑、商业建筑等白天供暖，夜间少量值班采暖。

表 7 逐时热负荷系数K取值表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 时间 | 哈尔滨 | 长春 | 沈阳 | 北京 | 上海 | 武汉 | 广州 |
| 1：00 | 0.93  | 0.93  | 0.93  | 0.91  | 0.93  | 0.92  | 0.95  |
| 2：00 | 0.94  | 0.94  | 0.95  | 0.93  | 0.94  | 0.93  | 0.96  |
| 3：00 | 0.96  | 0.96  | 0.96  | 0.94  | 0.95  | 0.95  | 0.97  |
| 4：00 | 0.98  | 0.98  | 0.98  | 0.96  | 0.98  | 0.96  | 0.98  |
| 5：00 | 0.99  | 0.99  | 0.99  | 0.99  | 0.99  | 0.98  | 0.99  |
| 6：00 | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.99  | 1.00  |
| 7：00 | 0.99  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.98  | 1.00  | 0.99  |
| 8：00 | 0.96  | 0.99  | 0.99  | 0.98  | 0.95  | 0.99  | 0.98  |
| 9：00 | 0.93  | 0.96  | 0.96  | 0.94  | 0.93  | 0.98  | 0.95  |
| 10：00 | 0.90  | 0.94  | 0.92  | 0.90  | 0.89  | 0.96  | 0.93  |
| 11：00 | 0.87  | 0.90  | 0.88  | 0.86  | 0.86  | 0.95  | 0.90  |
| 12：00 | 0.84  | 0.87  | 0.83  | 0.82  | 0.83  | 0.93  | 0.86  |
| 13：00 | 0.81  | 0.84  | 0.80  | 0.79  | 0.80  | 0.90  | 0.83  |
| 14：00 | 0.80  | 0.82  | 0.77  | 0.76  | 0.77  | 0.88  | 0.79  |
| 15：00 | 0.79  | 0.82  | 0.76  | 0.74  | 0.75  | 0.86  | 0.76  |
| 16：00 | 0.79  | 0.82  | 0.77  | 0.74  | 0.76  | 0.86  | 0.76  |
| 17：00 | 0.80  | 0.84  | 0.79  | 0.77  | 0.78  | 0.88  | 0.78  |
| 18：00 | 0.81  | 0.86  | 0.81  | 0.79  | 0.80  | 0.90  | 0.81  |
| 19：00 | 0.82  | 0.89  | 0.84  | 0.82  | 0.83  | 0.92  | 0.84  |
| 20：00 | 0.84  | 0.91  | 0.86  | 0.85  | 0.85  | 0.93  | 0.87  |
| 21：00 | 0.86  | 0.92  | 0.87  | 0.87  | 0.86  | 0.93  | 0.89  |
| 22：00 | 0.87  | 0.93  | 0.88  | 0.89  | 0.88  | 0.94  | 0.91  |
| 23：00 | 0.89  | 0.93  | 0.88  | 0.89  | 0.88  | 0.95  | 0.92  |
| 24：00 | 0.91  | 0.93  | 0.88  | 0.89  | 0.89  | 0.95  | 0.93  |

# 规 划

## 一般规定

###  区域能源规划宜遵循如下原则：

1. 因地制宜、统筹规划、节能环保；
2. 与城市总体规划和详细规划一致；
3. 与电力、燃气、供热等市政基础设施规划相协调；
4. 优先利用可再生能源、工业余热废热等多能互补的能源供应与利用系统；
5. 近、远期相结合，统筹近期建设与远期发展的关系，制定规划实施进度，明确可落实技术；
6. 宜引进区域性能源服务公司进行建设和运维管理。

**【条文说明】**区域能源规划应服从于城市规划，应包含在城市规划中。《中华人民共和国城乡规划法》规定：“制定和实施城乡规划，应当遵循城乡统筹，合理布局，节约土地、集约发展和先规划后建设的原则，改善生态环境，促进资源、能源节约和综合利用，保护耕地等自然资源和文化遗产，保护地方特色，民族特色和传统风貌，防止污染和其他公害，并符合区域人口发展，国防建设，防灾减灾和公共卫生、公共安全的需要。”

本标准涉及的区域能源，主要是针对区域供冷供热。区域能源规划就是在建设和开发（或是在扩充、改造）初期对选定的区域的能源需求和供应有一个计划。对能源需求的种类，品位、数量、使用的特点、时间、价格以及排放等有一个预期，对能源供应的可能有一个展望，包括：能源资源的情况，可利用的情况以及利用的成本分析；还要对在本区域所采用的能源技术进行经济上的对比分析，尤其是还需分析能源消耗给环境带来影响的分析。区域能源规划对所规划区域内各种能源形式综合利用提出指导性的意见，目的是提高能源利用率，降低城市运行成本，实现可持续发展。

区域能源规划是一个专业性很强的工作，需要既懂得规划又要懂得能源、环保和经济方面的专家团队来完成，并注意与其他规划方面的协调。

我国目前的城市规划体系中有电力、热力和燃气三个专项规划，缺乏区域能源专项规划，因此导致能源需求与其能源供应彼此孤立。在城市规划的约束下，区域能源规划以保证区域内能源供应安全可靠、实现能源资源条件与用户端需求合理匹配、提高一次能源利用效率、节能减排为目标。

区域能源规划涉及的范围比较广，在进行区域能源规划之前，应充分了解项目所在城市的气候特点，能源结构、常规能源供应及利用现状、可再生能源资源状况等实际情况，并分析城区周边及内部的热力、电力、燃气、可再生能源及建筑节能情况，通过全面的分析研究，确定合理的能源规划目标，制定能落地实施的能源综合利用规划，提高能源利用效率，降低城区的能源消耗及碳排放量。

区域能源规划具体包括以下内容：

1. 项目概况：应明确能源规划的范围及期限、目标、规划内容、规划路线及规划依据；
2. 当地的气候特点、能源结构、能源供应及利用现状、可再生能源资源量等；能源资源条件是保证区域能源规划的基础，应对区域能源资源形式、品位、容量、时间与空间分布、使用特征、价格等进行充分了解，进而进行适宜性选择，形成相对合理的利用排序；
3. 能源需求分析：应对规划范围的电力负荷、燃气负荷、空调负荷、供暖负荷、生活热水负荷等进行计算；
4. 常规能源系统的优化方案，电力、燃气等的规划方案介绍；
5. 可再生能源规划：对太阳能生活热水、太阳能光伏发电、太阳能供暖空调、风力发电、地源热泵、空气源热泵等进行合理规划，绘制可再生能源规划布局图，确定各地块可再生能源利用的形式、规模等，并计算可再生能源利用率；
6. 余热、废热等资源利用规划：对余热、废热等资源进行合理规划，绘制余热、废热等资源规划布局图，确定立意的形式规模等，并计算余热、废热等资源利用率；
7. 其他能源规划建议：如城区的能源监管、能源展示等进行合理布局；
8. 区域能源系统投资及增量成本。
	* 1. 区域能源规划宜以能源综合利用率、一次能源利用率、可再生能源利用率或碳减排量为目标进行规划。

**【条文说明】**进行区域能源规划是为了统筹各种能源、达到节能与减排的目标。以节能和减排为区域能源规划性能化约束指标，实现区域能源综合合理利用，提高能源利用效率。

现阶段能源规划指标有很多，如能源综合利用率、一次能源利用率、可再生能源利用率、碳减排量、节能量、节能率、人均能耗、单位面积能耗、人均碳排放量、单位GDP碳排放量等，尚无统一规定。提高区域一次能源利用效率、可再生能源利用率、降低能源消耗及碳减排量体现了行业普遍认同的减量化原则，并将规划目标通过区域能源规划落到实处。

图 1列出了不同地区可再生能源利用率达到的情况，一般来说，一个区域的能源综合利用率达到80%以上；一次能源利用率达到65%；可再生能源利用率达到10%以上，认为该区域是节能、绿色、环保的。



图 1 不同地区可再生能源利用率

###  区域供冷供热项目应进行可行性研究分析，经充分论证，通过专家评审后，才能立项实施。

**【条文说明】**区域供冷供热项目一般供能范围大，初投资高，所以项目前期需经过充分论证。可行性研究分析的主要内容需要包括：项目开展的必要性分析； 项目周边能源条件和资源情况；项目负荷和能耗需求预测；能源站供能规模和选址分析；项目能源系统方案对比分析；项目环保性、经济性分析等。

在可行性阶段需明确投资主体，一般根据投资经营分为两类：一类是一个机构为其拥有的多个建筑需要而建设的区域供冷供热系统，投资、建设、经营成本是内部核算。其特点是建设计划、各单体建筑需求明确，如大型航空港、政府中心等。另一类是具有明确的投资主体，运营机构，冷热水作为商品出售，如广州大学城区域供冷项目。城市规划和建设计划基本确定，但加入区域供冷供热计划的各单体建筑及多个建筑冷热负荷需求有不确定的因素。

另外，可行性阶段很重要的一项内容是要确定售冷售热价格。影响冷热价的因素主要是区域内的建筑类型、建筑规模、地方收费标准、地域气候条件、空调使用习惯、经济条件等技术、人文因素。收费模式有：

1. 按使用年度收费

即每年按用户供能的建筑面积一次性收费。出租性的公寓、办公建筑由于不能按户计量也多采用类似的收费方法。

1. 按实际用量收费

即根据安装于用户入口的计量装置按实际用能量进行收费。

1. 按实际用量与报装量相结合收费

根据用户的报装量收取月（或日）基本容量费，再加上用户实际用量收费。

1. 报装用量加实际使用量相结合的收费

用户支付一次性容量费，再加上用户实际用量收费。

###  居住建筑不宜单独采用区域供冷系统。

**【条文说明】**居住建筑冷负荷小，使用时间短，单独接入区域供冷导致系统的经济性差，一般宜采用分散式系统，居民可以根据不同的生活习惯灵活使用和调节。

###  应结合项目特点，对区域供冷供热系统方案进行评价。

**【条文说明】**区域供冷供热系统形式较多，各系统优势和特点不同，传统设计中单纯采用系统效率进行评价已不能充分反映区域供冷供热系统实际效果，无法体现项目经济性特点，蓄能、三联供等系统的技术优势无法得到合理评价。项目评价过程中宜因地制宜，采用初投资、运行费用、生命周期成本、综合能效、节能率、碳排放量等作为评价指标。

因此，区域供冷供热系统方案的评价宜按下列要求：

1. 对于以节能环保为目标建设的政府公共设施类项目，可结合项目需求，优先以系统运行能耗、碳排放量、系统综合能效为评价指标；
2. 对于以经济收益为目标的企业投资类项目，可结合业主需求，优先以系统初投资、系统运行费用、投资回收期等作为评价指标；
3. 具备燃气优惠价格、峰谷用电价格等能源价格政策的项目，宜充分考虑系统运行经济性优势，综合评价系统方案；
4. 复合式区域供冷供热项目宜以全寿命周期成本作为系统评价的主要指标。

全寿命周期成本（Life Cycle Cost）考虑了系统初投资、运行能耗、运行费用、折旧、利率等关键因素，能够较全面的反映系统综合效益。

全寿命周期成本LCC的计算公式如下：

  （式 1）

式中：

——区域供冷供热系统的全寿命成本；

——区域供冷供热系统的初投资现值；

——区域供冷供热系统运行费用的现值；

——区域供冷供热系统维护管理费用的现值；

——区域供冷供热系统寿命周期结束时剩余残值净现值。

###  区域供冷供热项目全部投资财务内部收益率宜超过10%。

**【条文说明】**区域供冷供热投资项目的重要目标是实现盈利，项目规划阶段应完成财务测算分析，当项目财务内部收益率超过10%时，其投资回收期一般可控制在9~10年左右，具备较好的盈利能力，一旦内部收益率低于10%，存在投资回收期过长、资金流压力大的问题，盈利能力较弱。

计算财务内部收益率时，一般要考虑以下内容：

1. 投资界面。区域供冷供热项目一般投资较大，不同建设单位投资范围和建设内容不同，计算财务内部收益率时，首先应明确投资界面。
2. 建设期及建设期内土建工程、能源站工程、换热站工程、室外管网工程等各部分逐年投资计划。
3. 供能范围、供能面积、供能量。
4. 建筑接入率、达产率、使用强度。
5. 财务分析计算期。区域供冷供热项目采用特许经营权建设、投资、运营模式较多，特许经营时间一般为20年或30年。
6. 二次投资。区域供冷供热项目主要设备为冷热源、水泵、水处理、定压装置、电气装置等相关配套设备，这些设备使用寿命一般为15~20年。为保证设备安全高效运行，在财务分析计算期内应考虑主要设备是否进行二次购置及安装，若进行二次购置及安装，还应考虑部分工程建设其他费用、预备费和价格增长费用等因素。
7. 供冷、供暖、生活热水等能源收费方式。区域供冷供热项目是按照商业化模式运作的市场化行为，制定和完善区域供冷供热收费方式是平衡业主使用和维持项目运转的重要环节。在区域供冷供热项目中，“冷热量”作为商品，一般以面积或冷热量收取能源费用。
8. 配套费收费方式。类似北方供热基础设施配套费，区域供冷供热作为基础设施，建设单位在项目运作时可能收取配套费用，但由于区域供冷供热项目大部分为市场化行为，是否收取配套费用与建设单位商业运营模式有关。
9. 煤、热力、电、燃气、水等其它燃料动力成本。
10. 资金来源。区域供冷供热项目投资较大，建设单位为了保持自身持续健康发展，一般通过出资、融资等手段自筹一部分资金，另外一部分通过银行贷款方式筹措。利用银行贷款筹措资金时，应考虑银行贷款金额、年限、利率、利率浮动比例等因素。
11. 土建工程、管网、设备等折旧。
12. 考虑人员费用、设备维修、管理费用。
13. 税金及附加。按照国家税务规定，企业在经营活动过程中需缴纳发生的营业税、消费税、城市维护建设税、资源税、土地增值税和教育费附加及地方教育费附加等税费。对于区域供冷供热项目财务分析时，应考虑建设单位在建设经营活动实际可能发生的税金及附加。
14. 补贴。考虑区域供冷供热项目可能获得的财政补贴、税收优惠、贷款贴息等优惠政策。
15. 敏感性分析。需对项目建设总投资、燃料动力价格、供能价格、配套费价格、接入费等因素导致的财务内部收益率（税后）的变化程度进行敏感性分析。

一般需提供以下财务表格：

1. 项目总投资使用计划与资金筹措表
2. 营业收入、营业税金及附加和增值税估算表
3. 固定资产折旧费估算
4. 外购燃料动力费估算
5. 工资及福利费估算表
6. 总成本费用估算表
7. 利润和利润分配表
8. 借款还本付息计划表
9. 财务计划现金流量表
10. 资产负债表
11. 项目投资现金流量表
12. 项目资本金现金流量表

## 区域资源和系统形式

###  区域建筑同时具备1款~4款条件，且5款~9款条件满足其中1款，经技术经济比较合理时，宜采用区域供冷供热系统：

1. 需要设置集中空调系统的建筑的容积率较高，且整个区域建筑的设计综合冷（热）负荷密度较大；
2. 用户负荷及特性明确；
3. 建筑全年供冷供热时间长，且需求一致；
4. 具备规划建设区域能源站及管网的条件；
5. 因环境或其他要求，不允许在单体建筑上安装冷却塔、锅炉烟囱等设施；
6. 有峰谷电价且差异较大，适合采用蓄能空调系统时；
7. 有稳定供应的工业余热、废热资源；
8. 有适宜的浅层地热能、地表水、污水等资源；
9. 有稳定可靠的天然气供应。

**【条文说明】**本条规定了区域供冷供热系统的应用条件。区域供冷供热系统供能半径过长，必然导致输送能耗增加，因此区域供冷供热系统有其适宜的条件要求。

1 对于区域内各建筑的逐时冷热负荷曲线差异性较大、且各建筑同时使用率比较低的建筑群，采用区域供冷、供热系统，自动控制系统合理时，集中冷热共用系统的总装机容量小于各建筑的装机容量叠加值，可以节省设备投资和供冷、供热的设备房面积。而专业化的集中管理方式，也可以提高系统能效。因此具有整个建筑群的安装容量较低、综合能效较好的特点，但是区域系统较大时，同样也可能导致输送能耗增加。因此采用区域供冷供热时，需要协调好两者的关系。从定性来看，当需要集中空调的建筑容积率比较高时，集中供冷供热系统的缺点在一定程度上得到了缓解，而其优点得到了一定程度的体现。从目前公共建筑的经验指标来看，对于除严寒地区外的大部分公共建筑来说，当需要集中空调的建筑容积率达到2.0 以上时，其区域的“冷负荷密度”与建筑容积率为5~6 的采用集中空调的单栋建筑是相当的。但是，对于一些地区，由于建筑的性质以及不同地点气候的差异，有些建筑可能容积率很高但负荷密度并不大，因此，这些气候区域在是否决定采用区域供冷供热时，还需要采用所建设区域的“冷（热）负荷密度（W /m2）”来评价，这样相当于同时设置了两个应用条件来限制。从目前的设计过程来看，是否采用区域供冷供热系统，通常都是在最初的方案论证阶段就需要决定的事。在方案阶段，区域的“冷（热）负荷密度”还很难得到详细的数据，这时一般根据采用指标来估算。因此也要求在此阶段对“冷（热）负荷密度”的估算有比较高的准确性，设计人应在掌握充分的基础资料前提下来进行，而不能随意估算和确定。因此规定：使用区域供冷供热系统的建筑容积率在2.0 以上，建筑设计综合冷（热）负荷密度不低于60W/m2。本条文提到的“设置集中空调系统的建筑的容积率”，其计算方法为：该区域所有设置集中空调系统的建筑的面积（地上部分）之和，与该区红线内的规划占地面积之比。

本条文提到的“设计综合冷（热）负荷密度”，指的是：该区域设计状态下的综合冷（热）负荷（即：区域能源站的装机容量，包括考虑了同时使用系数等因素），与该区域总建筑面积之比。

2 实践表明：区域供冷供热的能效是否合理，在很大程度上还取决于该区域的建筑（用户）是否能够接受区域供冷供热的方式。如果区域供冷供热系统建造完成后实际用户不多，那么很难发挥其优势，反而会体现出能耗较大等不足。因此在此提出了相关的用户要求。

3 当区域内的建筑全年有较长的供冷、供热季节性需求，且各建筑的需求比较一致时，采用区域供冷供热能够提高设备和系统的使用率，有利于发挥区域供冷供热的优点。

4 由于区域供冷供热系统的能源站和区域管网的建设工程量大，作为整个区域建设规划的一项重要工程，应在区域规划设计阶段予以考虑，因此，规划中需要具备规划建设区域能源站及管网的条件。

5 对于某些单体建筑，外观要求较高，不允许设置冷却塔、锅炉烟囱等，需要集中设置冷热源。

6 采用蓄能空调系统能对电网起到“削峰填谷”的作用，对于电力系统来说，具有较好的节能效果，并且对于区域供冷供热系统，应采用较大的供回水温差以节省输送能耗，由于冰蓄冷系统具有出水温度较低的特点，因此建议采用。

7 热源应优先采用工业余热、废热，变废为宝，节约资源和能耗。

8 热泵系统属于国家大力提倡的可再生能源的应用范围，在有条件时，并经技术经济比较合理时，应积极推广。

9 从节能角度来说，能源应充分考虑梯级利用，例如采用冷热电联产的方式。《中华人民共和国节约能源法》明确提出：“推广热电联产，集中供热，提高热电机组的利用率，发展热能梯级利用技术，热、电、冷联产技术和热、电、煤气三联供技术，提高热泵综合利用率”。冷热电三联供系统是供热、供电和供冷为一体的能源综合利用系统，冬季利用热电系统的余热供热，夏季采用余热驱动溴化锂吸收式制冷机供冷，使热电系统冬夏负荷平衡，高效经济运行。

采用区域供冷供热系统，可以减少建设的初投资，提高能源利用率，美化城市环境，减少空调系统的日常维护费用，提高空调系统的安全性和有效性，提高生活品质，满足能源服务业市场化、专业化的要求。

一般适合建设供冷供热项目的区域有：城市中心商业区（CBD），绿色生态城区、高科技产业园区、大学校园、大型交通枢纽等，如国内重庆江北嘴中央商务区、长沙滨江新城B能源站、无锡软件园、武汉光谷、广州大学城、广州珠江新城等项目，国外美国纽约世界贸易中心、日本东京新宿新都心地区、日本东京国际机场等项目。

###  区域供冷供热系统形式应根据当地能源状况、建筑的规模、用途和功能、建设进度、入住情况、使用要求等，结合国家节能减排和环保政策的相关规定，经综合论证确定，同时满足下列规定：

1. 应优先采用工业余热废热、可再生能源进行供热，若条件不具备且区域内有完善的市政集中供热设施时，宜采用市政集中供热；
2. 有适宜的城市污水、江河等天然地表水资源可供利用，宜采用地表水源热泵系统；
3. 有适宜的浅层地热能资源可供利用，宜采用地埋管地源热泵系统；
4. 天然气供应充足的地区，当建筑的电力负荷、热负荷和冷负荷能较好匹配，能充分发挥冷热电联产系统的能源综合利用效率，宜采用分布式燃气冷热电三联供系统；
5. 在执行分时电价、峰谷电价差较大的地区，采用低谷电价能够明显起到对电网“削峰填谷”和节省运行费用时，宜采用蓄能系统；
6. 采用本条第1款~4款的能源系统时，宜另设置辅助冷热源系统；
7. 具有多种能源的区域，宜采用复合式能源系统供冷供热。

**【条文说明】**由于供冷供热系统冷热源设备受能源、环境、工程状况使用时间及要求等多种因素的影响和制约，因此应客观综合地对冷热源方案进行技术经济论证，以可持续发展的思路确定合理的冷热源方案。

区域供冷供热技术的核心内容是对能源资源选择、能源方案、能源设备、能源系统进行综合、集成，互相补充、完善，达到最小的能源消耗和最佳的能源应用效率。因此，区域供冷供热系统的应用需要经过充分论证，需综合考虑建筑的入住率、使用强度下冷热源系统的效率、输送效率、能源价格、调峰电价等因素，合理确定最佳方案。

1 面对全球气候变化，节能减排和发展低碳经济成为各国共识。随着《中华人民共和国可再生能源法》、《中华人民共和国节能能源法》、《民用建筑节能条例》、《可再生能源中长期发展规划》等一系列法规的出台，可再生能源在建筑中大规模应用，尤其是热泵技术，因其具备节能环保的优点，应用广泛。其次，热源应优先采用工业余热废热，可变废为宝，节约资源和能耗。

北方地区，发展城镇集中热源是我国北方供热的基本政策，发展较快，较为普遍。具有城镇或区域集中热源时，应优先采用；而对于既无城市热网，也没有较充足的城市供电的地区，可采用燃气锅炉作为热源。

2、3、6 面对全球气候变化，节能减排和发展低碳经济成为各国共识。温家宝总理出席于2009 年12 月在丹麦哥本哈根举行的《联合国气候变化框架公约》，提出2020 年中国单位国内生产总值二氧化碳排放比2005 年下降40%~45% 。随着《中华人民共和国可再生能源法》、《中华人民共和国节约能源法》、《民用建筑节能条例》、《可再生能源中长期发展规划》等一系列法规的出台，政府一方面利用大量补贴、税收优惠政策来刺激清洁能源产业发展;另一方面也通过法规，帮助能源公司购买、使用可再生能源。因此地表水源热泵、地埋管地源热泵系统等可再生能源技术应用的市场发展迅猛，应用广泛。但是，由于可再生能源的利用与室外环境密切相关，从全年使用角度考虑，并不是任何时候都可以满足应用需求的，因此当不能保证时，应设置辅助冷、热源来满足建筑的需求。

4 从节能角度来说，能源应充分考虑梯级利用，例如采用热、电、冷联产的方式。

分布式燃气冷热电三联供系统，是指利用天然气为燃料，通过冷热电三联供等方式实现能源的梯级利用，综合能源利用效率达到70%以上，并在负荷中心就近实现能源供应及现代能源供应方式 ，是天然气高效利用的重要方式。系统特点：能源系统以小规模(数千瓦至50MW)、模块化、分散式的方式布置在用户附近；可独立地输出冷、热、电三种形式的能源。天然气利用率高，大气污染物排放少，是一种高效的能源综合利用方式；电原则上以自用为主，并网不上网，并网的目的是调峰和应急。适用项目特点：电价相对较高的公共用户；有冷、热负荷需求或有常年热水负荷需求的公共建筑；对电源供应要求较高的用户；电力接入困难的用户；需要备用发电机的用户；在目前政策、价格条件下，宾馆、综合商业及办公、机场、交通枢纽、娱乐中心、产业园区等用户适于采用三联供系统。

机组配置原则：根据“分配得当、各得所需、温度对口、梯级利用”的原则，合理进行电力、供冷、供热设备的配置，做到按需供给、适时匹配，达到冷热负荷的相对平衡。

《能源发展十三五规划》中提出：实施多能互补集成优化工程。加强终端供能系统统筹规划和一体化建设，在新城镇、新工业园区、新建大型公用设施（机场、车站、医院、学校等）、商务区和海岛地区等新增用能区域，实施终端一体化集成供能工程，因地制宜推广天然气热电冷三联供、分布式再生能源发电、地热能供暖制冷等供能模式，加强热、电、冷、气等能源生产耦合集成和互补利用。加快建设天然气分布式能源项目和天然气调峰电站。2020 年气电装机规模达到1.1 亿千瓦。

7 采用复合式能源系统，各子系统各取所长，以效率高低作为投入运行的先决条件；各子系统互为补充，提高系统安全性。

###  燃气冷热电三联供系统在配置发电机组规模时，应综合考虑系统的经济性，通过开机运行小时数、逐时冷热电负荷分析确定机组容量和数量。

**【条文说明】**燃气冷热电三联供系统的主要目标是在发电的同时产冷产热，具有高效节能、对能源进行梯级利用的特点。三联供系统初投资高，因此必须保证系统运行效率和运行时间，以减少系统投资回收期。三联供系统机组宜按照以下原则选择，以保证系统的经济性：

1 机组运行发电负荷率不低于50%；

2 系统全年运行小时数不低于3000小时。

能源系统规划阶段应首先确定三联供系统的发电利用方式（自用、并网、上网等方式），通过用户全年逐时冷、热、电负荷需求变化情况，合理分析确定三联供系统的容量和机组数量，保证三联供系统发电负荷率和全年运行时间，且系统在较低用电负荷时段可以正常运行。

###  分布式三联供系统宜应用于医院、商业、数据机房、大型办公等建筑负荷较密集、冷热电负荷需求较稳定的多功能建筑。

**【条文说明】**医院、商业、数据机房、大型办公建筑的运行时间稳定，人员密度较高，项目冷、热、电负荷需求较大且波动较小，符合三联供系统的应用特点，能够保证机组长时间处于高负荷率下，实现经济高效运行。

###  采用分布式能源系统作为冷热源时，宜采用由自身发电驱动、以热电联产产生的废热为低位热源的热泵系统。

**【条文说明】**分布式能源站作为冷热源时，需优先考虑使用热电联产产生的废热，充分发挥自身产生电力的高品位能源价值，综合利用能源，提高能源利用效率。

## 可再生能源与余热废热资源

###  可再生能源规划应遵循下列原则：

1. 因地制宜选用适宜的可再生能源利用技术；
2. 根据当地资源条件情况，合理确定可再生能源利用量；
3. 优先利用低成本，效率高的可再生能源；
4. 符合当地产业发展和政策、市场机制等要求。

**【条文说明】**可再生能源是指风能、太阳能、水能、生物质能、地热能、海洋能等非化石能源，对环境无害或危害极小，而且资源分布广泛，适宜就地开发利用。

1 进行可再生能源规划首先应对区域资源条件进行准确调研，并结合项目需求和可再生能源利用效果合理确定可再生能源技术，并进行技术方案的比选和分析。

3 可再生能源规划，应优先利用余废热能源，浅层地热、污水、地表水等可再生、低品位能源；所在地区水平面上年太阳辐照量大于5000MJ/（m2·a）时，若有生活热水需求，可考虑太阳能光热利用；电力短缺时，可考虑太阳能光电利用。

4 可再生能源规划应符合当地可再生能源相关政策要求，顺应当地相关产业发展趋势。另外，可再生能源规划应利用市场机制，不同投资人、不同产权关系会产生不同规划和不同系统配置，需要用“双赢”或“多赢”的指导思想指导可再生能源规划。

###  进行可再生能源规划前，应深入调查项目及其周边可供利用的浅层地热能、污水、地表水、生物质、太阳能、风力资源及其他可再生资源。

**【条文说明】**在规划阶段进行可再生能源分析时，需要分析规划区域内所有的可再生能源种类，之后分别从资源量、可开采性、输送距离、使用效率等评价各可再生能源并进行分级，作为区域能源规划的依据。

###  可再生能源的利用，应结合项目所在能源价格、鼓励及补贴政策、系统节能效果等综合因素，进行充分的技术经济论证，并符合下列规定：

1. 应优先采用工业余热废热；
2. 技术经济适宜时宜利用浅层地热、污水、地表水等可再生能源；
3. 多种能源供应的地区宜采用复合式能源系统。

**【条文说明】**电力价格、燃气价格、市政热力价格、蒸汽价格、供水价格等都影响能源系统的方案。应在项目规划设计阶段进行充分的技术经济论证，经论证合理时，可以采用复合式能源系统。各子系统各取所长，以效率高低作为投入运行的先决条件；各子系统互为补充，提高系统安全性。

###  地埋管地源热泵系统应满足下列要求：

1. 由具有勘查资质的单位对项目场地的地质条件、地下管线和地下构筑物等情况进行勘察，并根据出具的勘察报告确定场地是否适合设置地埋管；
2. 应进行岩土热响应试验，确定地埋管与土壤之间的换热能力，计算浅层土壤与地埋管的总换热量；
3. 宜对地埋管附近的土壤进行热平衡模拟分析，对土壤温度变化趋势进行计算，并提出保证热平衡的应对措施；
4. 地埋管换热系统应按照场地规划、当地地热条件、回填措施、岩土体热物性参数、地埋管敷设深度、水力平衡条件等确定。

**【条文说明】**可再生能源在规划阶段，能源站应与地埋管换热器合理规划，应尽可能靠近城市绿地，尽可能规模化应用。当地埋管换热器距离较远时，其输送能耗与可提供资源量的比值不能超过20%。

###  污水资源、地表水源热泵系统应满足下列要求：

1. 获得一年完整的污水和地表水的水量、水温、水质相关资料，条件具备时对其进行现场测量；
2. 污水、地表水适宜取水温度为：夏季24~30℃，冬季10~15℃；
3. 污水源侧、地表水侧与热泵机组的换热方式应综合水源与热泵机组的距离、水质对机组性能影响等因素确定；
4. 采用地表水源时，需取得当地水务部门的批复，并进行水资源论证。

###  余热废热资源的回收利用形式应根据资源品位、种类、排放形式等情况综合确定。

**【条文说明】**废热的种类繁多，包括高温冷却塔排放余热、锅炉或直燃机等排放的烟气余热、空压机等排放的高温空气余热、工业废水排放余热等均可加以利用；利用形式包含直接换热利用，作为热泵低位热源利用，或作为冷介质的预热利用等。

## 能源站

###  能源站的选址宜遵循下列原则：

1. 场地内应无洪涝、滑坡、泥石流等自然灾害的威胁，无危险化学品、易燃易爆危险源的威胁，无电磁辐射、含氡土壤等危害；
2. 符合消防安全、环境保护的要求；
3. 具有满足生产、生活所需的水源、电源、燃气等外部的配套供应设施；
4. 有便利和经济的交通运输条件；
5. 靠近冷热负荷中心；同时宜靠近供电区域的主配电室，当能源站用电负荷较大时，还应尽量将能源站设在电源建筑附近；
6. 远离噪声比较敏感的建筑或建筑区域；宜布置在建筑物或区域常年最小频率风向的上风侧或夏季主导风向的下风侧。

###  能源站的设置宜考虑如下原则：

1. 按照批准的总体规划和供冷供热规划进行，根据建设时序做到远近结合，以近期为主，并适度预留扩建余地；
2. 能源站宜设置在独立机房内，可布置在广场、绿地下的独立空间或者建筑物的地下房间，当所利用的能源为燃气时，能源站宜独立布置在地上；
3. 宜结合项目用能特点、当地能源条件，在技术经济合理前提下，采取多能互补、智能调峰、智慧能源技术措施；
4. 宜考虑复合能源站及多区域能源站互联网的接入条件；
5. 对扩建和改建的能源站，应取得原有工艺设备和管道的原始资料，并应合理利用原有建筑物、构筑物、设备和管道，同时应与原有生产系统、设备和管道的布置、建筑物和构筑物形式相协调。

**【条文说明】**能源站可建于供冷供热区域某一建筑物内，也可作为一座独立建筑建设。但由于能源站是规模较大，需考虑平面布置、层高、设备运输安装、室外冷却塔（或取退水）的布置，一般宜独立设置。当不具备条件独立设置，必须与建筑物合建时应做好隔音降噪减震等措施。

###  能源站机房和设备的布置，宜符合下列要求：

1. 变配电室、控制室、值班室等功能房间宜单独设置；
2. 预留大型设备和管道的运输通道、安装、维修与更换的所需空间；
3. 有给排水设施，满足水系统冲洗、排污等要求；
4. 仪表集中处应设置局部照明；
5. 机房主要出入口处应设事故照明；
6. 地下及不具备良好通风条件的机房应设置机械通风；机房内应设置事故通风；
7. 冷媒系统应设自动紧急泄放系统，其排放口应排至室外（平台）人员活动区以上高度；
8. 应用燃气时机房的人员出入口不应少于2个；对于非独立设置的机房，出入口必须有1个直通室外；
9. 严寒和寒冷地区能源站应设有值班采暖；
10. 能源站地面和设备基座材料宜选择易清理、清洗及抗腐蚀和耐磨面层。

**【条文说明】**机房设备的布置应符合国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012第8.10.2和8.10.4的要求。能源站机房应设有给水、排水设施，排水系统能力应充分考虑专业过滤器反洗或单台设备容水量的泄水能力。有蓄热功能的水池的站房应按热水设计温度选择排水系统管道及附件材料。冷媒系统的事故通风排风口宜设置在机房下部。能源站机房应根据其所在位置、建筑功能要求和需求，采取必要的建筑隔声、隔振措施。医院医技楼、特殊实验楼等对振动有较高设计要求时，尚需进行抗震专项设计。为能源站供电的变配电室宜设于能源站邻室。

###  能源站的供能范围及规模应根据建设条件和供能形式确定，宜符合下列要求：

1. 接入能源站的建筑类型、建筑功能宜多样；
2. 单个能源站供能规模宜小于200万m2建筑面积；
3. 供能半径应根据供能面积、建筑容积率、初投资、运行费用等，经技术经济比较确定，宜小于1.5km，容积率大于5.0时可适当增加半径。

**【条文说明】**不同建筑类型，建筑功能、建筑特性（外形、布局、朝向、围护结构性能）、内扰（人员、照明、设备等）、新风量等因素影响，使得区域内各建筑负荷特性呈现较大的差异，进而导致各建筑物出现错峰负荷。因此，采用区域供冷供热时，主机的总装机容量应按照整个区域的最大逐时冷热负荷需求，并考虑各建筑或区域的同时使用系数后确定。集中系统与分散系统相比，其优势主要体现在主机容量减小、设备性能高、管理维护方便等方面，所以建议接入集中能源站的建筑类型多样，这样可以尽可能减少主机配置，降低系统投资。

能源站尽量位于供冷供热中心或负荷中心。供能规模和能源站数量，这两者是彼此关联的，应进行技术经济分析确定。供能站规模大，一般来讲供能半径就大，管网投资多，冷热水输送的能耗就高。根据工程实践，供能半径一般不大于1.5km。确定能源站的位置、规模和供冷半径，有3个具体的数据可供参考：

1. 管网的冷热损失：温升（降）控制在小于0.5~0.8℃，冷热损失小于4%~6%；
2. 管网的投资：占总投资的比例不大于10%~12%；
3. 冷水输送的能耗：占总能耗的比例不大于15%。

## 输配管网及换热站

###  输配管网规划宜遵循下列原则：

1. 结合供冷供热区域近、远期建设的需要，综合考虑冷热负荷分布、冷热源位置、道路条件等多种因素，经技术经济比较后确定；
2. 减少输配管网长度，主管网宜穿越负荷较集中的区域；
3. 冷热水输配能耗占总能耗比例不宜大于15%。

###  输配管网布置应满足总体规划和详细规划的要求，并根据能源站位置、冷热负荷分布、其他管线及构筑物、园林绿地、水文、地质条件等因素，经技术经济比较确定；敷设方式宜采用直埋敷设或结合地下综合管廊敷设的地下敷设方式。

**【条文说明】**为减少后期维修对城市地面的影响，有综合管廊时应结合管廊布置，并应符合现行国家标准《城市综合管廊工程技术规范》GB50838的相关规定。管道直埋敷设时，管道应采用无缝钢管、电弧焊或高频焊焊接钢管，且宜采用钢管、保温层、防水保护层紧密结合成一体的成品管材。管道在地下综合管廊敷设时，管道应采用无缝钢管。钢管应符合现行国家标准《输送流体用无缝钢管》GB/T 8163或《石油天然气工业 管线输送系统用钢管》GB/T 9711的规定。管道补偿应符合下列规定：

1. 直埋敷设时，宜采用无补偿敷设方式，目前无补偿直埋敷设的设计方法已很成熟，现行行业标准《城镇直埋供热管道技术规程》CJJ/T81对管道计算作出了详细的规定。设计师应进行详细的分析，尽量减少补偿器和固定墩数量，提高管网运行的可靠性。
2. 地下综合管廊敷设时，宜充分利用管道的转角管段进行自然补偿。选用管道补偿器时，应根据敷设条件采用维修工作量小，工作可靠和价格较低的补偿器。
3. 区域供冷系统应采用无补偿敷设，阀门法兰两端设置可伸缩或变形的管件，以防止阀门与管道连接处由于冷缩产生的变形，DN350以上的阀门应作支架。

###  区域供冷供热水系统形式宜采用分布式变频二级泵系统或多级泵系统。

**【条文说明】**当区域供冷供热系统各环路的设计水温一致且设计水流阻力相差小于0.05MPa时，二级泵宜集中设置；但区域供冷供热系统一般作用半径较大，设计水流阻力相差也较大，因此从节省运行费用及分期投资建设的角度考虑，建议采用分布式变频二级泵或多级泵系统。按区域分别设置二级泵或多级泵时，应考虑服务区域的平面布置、系统的压力分布等因素，合理确定二级泵或多级泵的设置位置。

###  一级输配管网与用户宜采用间接连接方式；当系统规模较小或末端用户为同一业主时，可根据系统介质温度、压力等因素确定采用直接连接方式。

**【条文说明】**由于区域供冷供热系统规模大、存水量多、影响面大，因此从使用安全可靠的角度来看，宜采用间接连接的方式，这样可以消除由于局部出现问题而对整个系统共同影响。如果系统比较小，且膨胀水箱位置高于所有管道和末端（或者系统的定压装置可以满足要求）时，也可以采用直供系统，这样可以减少由于换热器带来的温度损失和水泵扬程损失，对节能有一定的好处。当能源站及服务建筑为同一业主使用，管理权限统一时，可不设置单体换热站，如学校类建筑。

###  换热站规划宜遵循下列原则：

1. 宜布置在供应建筑物的负荷中心区及其地下空间；
2. 独立结算的建筑宜单独设置换热站；
3. 在保证末端用户使用需求的前提下，尽量加大换热温差。

**【条文说明】**设置换热站的目的是避免输送管路长短不一，难以平衡；同时解决系统承压的问题。本条文规定了换热站内换热器的温差是为了避免盲目放大换热器换热面积，增加投资成本。

# 设 计

## 一般规定

###  区域供冷供热系统设计前应明确以下条件：

1. 区域内可获得的一次能源种类、数量、价格、相应政策与条件；
2. 当地气象资料；
3. 区域内建筑业态、规模及特点；
4. 区域内各建筑物投入运行时间和使用强度；
5. 项目投资主体及特点等。

**【条文说明】**区域和单体建筑物的供冷供热是不同的，首先应合理考虑区域的内外条件，以便合理选择方案和判断方案的适宜性，如某些地区有政策性能源倾向或补贴等，都将影响方案的合理性选择。

###  能源站的设计应符合下列规定：

1. 根据建设的不同阶段及用户的使用特点进行冷（热）负荷分析，并确定同时使用系数和系统的总装机容量；
2. 主机和对应设备考虑分期投入；
3. 应设有自动控制系统及能源管理优化系统。

**【条文说明】**区域供冷供热站设计要求。

1. 设计采用区域供冷供热方式时，应进行各建筑和区域的逐时冷负荷分析计算。主机的总装机容量应按照整个区域的最大逐时冷（热）负荷需求，并考虑各建筑或区域的同时使用系数后确定。这一点与建筑内确定主机装机容量的理由是相同的，作出此规定的目的是防止装机容量过大。
2. 由于区域供冷供热系统涉及的区域较大，一次建设全部完成和投入运行的情况不多。因此，在能源站房设计中，需要考虑分期建设问题。通常是一些固定部分，如机房土建、管网等需要一次建设到位，但主机、水泵等设备可以采用位置预留的方式。
3. 区域能源站设备容量大，数量多，依靠传统的人工管理难以实现满足用户空调要求的同时，运行又节能的目标。因此，这里强调了采用自动控制系统及能源管理优化系统的要求。

###  区域供冷供热系统设计时，应进行优化计算，宜符合下列规定：

1. 区域供冷供热系统设备选型时，除应考虑设计工况下的性能参数外，还应考虑机组实际运行工况的部分负荷性能，优先保证设备处于负荷率较高工作区，提高系统综合能效和能源利用率；
2. 区域供冷供热系统的方案，应统筹考虑空调末端需求、水力输配以及能源形式，在保证需求的前提下，提高系统的运行经济性、综合能效和能源综合利用率；
3. 复合式能源系统设计时，应进行系统容量优化配置计算；
4. 应结合用户使用需求、系统配置特点等因素，以提高系统效率、降低运行费用为目标，优化系统运行策略。

**【条文说明】**区域供冷供热系统为了经济、可靠运行，需进行优化设计和计算。

1. 区域供冷供热系统中，冷水（热泵）机组、三联供系统等设备选型应采用名义工况性能系数较高的产品，并同时考虑满负荷和部分负荷因素，综合考虑系统部分负荷工况下的能效，使得系统全年综合能效得到保证。
2. 系统设计应紧密结合用户需求进行，例如用户空调末端用水温度是否存在多种需求、末端是否存在超高层建筑、用户对冷热水的使用时间等因素，都将直接影响系统设计方案和实现方式，应在保证需求的前提下，提高系统的综合能效、运行经济性和整体能源利用率。
3. 区域供冷供热系统的容量配置不合理，将直接导致系统初投资增加、运行能效降低、经济性差，因此在设计阶段，应完成系统容量优化配置计算。容量配置优化宜采用动态能耗模拟计算的方法，以系统全寿命周期成本最低为目标，合理配置系统容量。
4. 初步设计和施工图设计阶段，应提供区域供冷供热系统的运行策略，提供各季节与工况条件下的运行模式；设计应对系统调试与调适提出要求，同时提供相应的技术参数。

## 常用冷源与热源

###  电动压缩式冷水（热泵）机组的总装机容量，应根据设计计算的冷热负荷需求直接选定，不另作附加。

**【条文说明】**传统供冷供热项目在机组选型时，往往在设计负荷基础上考虑附加系数，而区域供冷供热项目的用户用冷用热负荷已考虑一定的同时使用率，增加机组选型规模将导致项目初投资提高，且容易造成系统运行经济性降低、设计不合理等现象。系统供冷供热能力的保障应通过合理确定系统方案、优化运行策略等方式实现。

###  冷水（热泵）机组台数及单台机组的制冷（制热）量应能适应全年负荷变化规律，机组台数不应少于2台；当总负荷大于15MW时，宜选取容量大、调节性能好的离心式机组，并应单独设置1台满足建筑低负荷要求的螺杆式机组或变频离心式机组。

**【条文说明】**区域供冷供热系统一般建设周期长，初期投入时，接入的用户较少，此时负荷也较低，为了避免“大马拉小车”的现象出现，应设置调节性能好的螺杆式机组，以适应初期部分负荷和夜间小负荷的变化。

###  区域供冷供热系统的冷热源采用电动压缩式热泵机组时，宜按冷热负荷中较小者选择，不足容量由其他辅助冷热源承担。

**【条文说明】**热泵机组在较低负荷率工况下运行时，能效将大幅降低，如按照冷热负荷较大者进行设备选型，将导致设备选型过大，机组长期处于较低负荷工况，运行经济性差。

###  区域供冷的冷水供水温度不应高于5℃，其供回水温差应符合下列规定：

1. 采用吸收式冷水机组时，不应小于6℃；
2. 采用电动压缩式冷水机组时，不应小于7℃；
3. 采用冰蓄冷系统时，不应小于9℃；
4. 采用两种及以上冷源时，不应小于7℃。

**【条文说明】**由于区域供冷的管网距离长，水泵扬程高，因此加大供回水温差，可以减少水流量，减少水泵的能耗。由于受到不同类型机组冷水供回水温差限制，不同供冷方式宜采用不同的冷水供回水温差。

经研究表明：在空调末端不变的情况下，冷水采用5℃/13℃和7℃/12℃的供回水温度，末端设备对空气的处理能力基本上相同。由于区域供冷系统中宜采用用户间接连接的接入方式，当一次水采用9℃温差时，供水温度要求在3℃~4℃，这样可以使得二次水的温度达到6℃~7℃，通常情况下能够满足用户的水温要求。

###  采用电动压缩式热泵机组、吸收式冷（温）水机组作为热源时，空调热水供回水温度和温差应按设备要求及用户需求等确定，供水温度不应小于45℃，温差不宜小于7℃；采用其他热源时，供水温度不宜小于60℃，温差不宜小于15℃。

**【条文说明】**锅炉等传统供热设备能够提供60-90℃的高温热水，而热泵机组、吸收式冷（温）水机组等设备的额定供热工况一般是45℃供水温度，机组供水温度每提高1℃，机组运行能效将下降2%-5%，应结合项目系统形式和末端需求，合理确定供水温度，在保证用户用冷供热需求的同时，提高机组运行能效。采用市政热力或锅炉供应的一次热源通过换热器加热的二次空调热水时，其供水温度宜根据系统需求和末端能力确定。对于非预热盘管，供水温度宜采用50~60℃，用于严寒地区预热时，供水温度不宜低于70℃。空调热水的供回水温差，严寒和寒冷地区不宜小于15℃，夏热冬冷地区不宜小于10℃。而对于采用热泵作为热源时，产水温度一般较低，供回水温差也不大，一般按设备能力确定，建议区域供热供水温度不低于45℃，供回水温差不低于7℃。

###  电机驱动的蒸气压缩循环冷水（热泵）机组的制冷性能系数（COP）和综合部分负荷性能系数（IPLV）应满足现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189中对夏热冬暖地区规定的限值要求。

**【条文说明】**本标准所涉及的区域供冷供热系统，应用在寒冷地区、夏热冬冷地区、夏热冬暖地区（A区），因此供冷占有非常重要的地位，需适当提高主机的制冷性能，因此本标准作出规定，要求名义制冷工况和规定条件下冷水（热泵）机组的制冷性能系数（COP）应满足表 8的要求，即国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015中4.2.10对夏热冬暖地区规定的限值要求。

表 8 名义制冷工况和规定条件下冷水（热泵）机组的制冷性能系数（COP）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 类型 | 名义制冷量CC（kW） | 性能系数COP（W/W） |
| 水冷螺杆式 | 528＜CC≤1163 | 5.3 |
| CC＞1163 | 5.6 |
| 水冷离心式 | 1163＜CC≤2110 | 5.7 |
| CC＞2110 | 5.9 |

电机驱动的蒸气压缩循环冷水（热泵）机组的综合部分负荷性能系数（IPLV）计算方法应满足国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015中4.2.13的规定；水冷定频机组的综合部分负荷性能系数（IPLV）不应低于国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015中4.2.11对夏热冬暖地区规定的限值要求；水冷变频离心式冷水机组的综合部分负荷性能系数（IPLV）不应低于定频机组的1.3倍；水冷变频螺杆式冷水机组的综合部分负荷性能系数（IPLV）不应低于定频机组的1.15倍。

表 9 冷水（热泵）机组综合部分负荷性能系数（IPLV）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 类型 | 名义制冷量CC（kW） | 综合部分负荷性能系数IPLV |
| 定频机组 | 变频机组 |
| 水冷螺杆式 | 528＜CC≤1163 | 6.00 | 6.90 |
| CC＞1163 | 6.30 | 7.25 |
| 水冷离心式 | 1163＜CC≤2110 | 5.85 | 7.61 |
| CC＞2110 | 6.20 | 8.06 |

###  区域供冷系统电冷源综合制冷性能系数（SCOP）不应低于现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189中对夏热冬暖地区规定的限值要求。

**【条文说明】**电冷源综合制冷性能系数（SCOP）是指设计工况下，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；对多台冷水机组、冷却水泵和冷却塔组成的冷水系统，应将实际参与运行的所有设备的名义制冷量和耗电功率综合统计计算，当机组类型不同时，其限值应按冷量加权的方式确定。

表 10 电冷源综合制冷性能系数（SCOP）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 类型 | 名义制冷量CC（kW） | 性能系数COP（W/W） |
| 水冷螺杆式 | 528＜CC≤1163 | 4.1 |
| CC＞1163 | 4.4 |
| 水冷离心式 | 1163＜CC≤2110 | 4.5 |
| CC＞2110 | 4.6 |

需要指出的是：本条文适合于采用冷却塔冷却，风冷或蒸发冷却的冷源系统，不适用于通过换热器换热得到的冷却水的冷源系统。利用地表水、地下水或地埋管中循环水作为冷却水时，为了避免水质或水压等各种因素对系统的影响而采用了板式换热器进行系统隔断，这时会增加循环水泵，整个冷源的综合制冷性能系数也不同，因此，不适用于本条文规定。

* + 1. 区域供冷供热系统宜设置蓄能系统；蓄能系统设计除应符合国家现行标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736、《蓄能空调工程技术标准》JGJ158的规定外，还满足如下要求：

1 根据工程具体情况，经技术经济比较确定蓄能系统的模式、蓄能装置容量等；

2 利用输配管网的蓄能能力，在供回水管网尾端设置联通管以及与蓄能系统联动的电动阀；

3 可选用多种蓄能方式并存的系统形式，分期实施。

**【条文说明】**蓄能空调系统设计时，宜满足如下要求：

* 1. 蓄能空调系统设计前，应分析建筑物负荷需求、系统运行时间，并调查当地电力供应条件和分时电价情况。蓄能空调系统设计需要根据负荷需求、电价情况和其它经济技术指标，确定系统采用全负荷蓄能还是部分负荷蓄能模式，并分析确定系统的蓄能装置类型等，具体可参考现行行业标准《蓄能空调工程技术标准》JGJ158的规定。蓄冷蓄热系统应根据气象数据、建筑围护结构、人员、照明、内部设备以及工作制度，宜采用动态计算法逐时计算，绘制设计日负荷曲线图。设计阶段宜根据经济技术分析和逐时冷、热负荷，确定不同负荷率下的蓄能-释能周期内系统逐时运行模式和负荷分配，并应在设计文件中按100%、75%、50%和25% 的设计负荷及图表形式提供。系统设计过程中应充分考虑用户需求和系统之间的关系，合理确定蓄能装置规模，并根据设计负荷曲线制定系统运行策略。
	2. 蓄能对于区域供冷供热系统是必不可少系统，除了能调节峰值负荷，降低设备装机容量，减少配电负荷，利用峰谷电价差节约运行成本外，还能提高设备整体运行效率，解决低负荷运行安全稳定性。即使在没有峰谷电价差区域，也可设置少量的蓄能系统或者利用输配管网进行蓄能。
	3. 条件适合时，可采用水蓄冷和冰蓄冷相结合的方式。

###  区域供冷供热系统宜采用主机、源侧水泵、一级负荷侧水泵一对一独立接管的连接方式；若同型号的主机水泵少于4台时，也可采用共用集管的连接方式。

**【条文说明】**区域供冷供热项目因建设周期长，一般采用主机和水泵一一对应的方式，这样有利于项目的分期建设和管理；并且因区域冷热负荷较大，选择主机设备台数较多，若采用共用集管的方式，多台水泵并联后，效率降低，此时设计师可能采用1台水泵对应多台主机的方法，而这样设计又不利于节能和控制，所以本条文作出了区域供冷供热系统宜采用主机、水泵一一对应的方式。若主机、水泵台数少于4台时，也可采用共用集管的连接方式。一对一接管连接方式和共用集管连接方式可按照《全国民用建筑工程设计技术措施》暖通空调·动力图5.7.4-1~图5.7.4-3。

###  冷水（热泵）机组、水泵、末端装置等设备和管路及部件的工作压力不应大于其额定工作压力。

**【条文说明】**此条规定是保证设备在实际运行时的工作压力不超过其额定工作压力，是系统安全运行的必须要求。

由于建筑高度等原因，导致冷（热）系统 的工作压力可能超过设备及管路附件的额定工作压力时，采取的防超压措施可能包括以下内容：当主机进水侧承受的压力大于所选主机蒸发器的承压能力时，可将水泵安装在主机蒸发器的出水口侧，降低主机的工作压力；选择承压更高的设备和管路及部件；空调系统竖向分区。空调系统的竖向分区也可采用分别设置高、低区冷热源，高区采用换热器间接连接的闭式循环水系统，超压部分另设置自带冷热源的风冷设备等。

当冷却塔高度有可能使冷凝器、水泵及管路部件的工作压力超过其承压能力时，应采取的防超压措施包括：降低冷却塔的设备位置，选择承压更高的设备和管路及部件等。当仅冷却塔积水盘或集水箱高度大于主机进水口侧承受的压力大于所选主机冷凝器的承压能力时，可将水泵安装在主机的出水口侧，减少主机的工作压力。当冷却塔安装位置较低时，冷却水泵宜设置的主机冷凝器的进口侧，以防止高差不足水泵负压进水。

###  经处理的源侧、负荷侧的水质宜满足直接进入主机的要求，不满足时，宜设置换热器，采用间接连接。

**【条文说明】**区域供冷系统负荷侧循环水和补充水水质应符合《采暖空调系统水质》GB/T 29044的规定；对于源侧为地表水的系统，应进行旋流除砂、杀菌、灭藻、过滤、防腐等处理，使得处理后的水质满足直接进入主机的要求，并且为了延长主机寿命，提高效率，应设置在线清洗装置。特殊情况下，主机设备不允许经处理的源侧水进入机组时，需设置换热器。

###  单台电动压缩式冷水（热泵）机组电机的额定输入功率大于1200kW时，应采用高压供电方式。

**【条文说明】**高压电动压缩式冷水（热泵）机组一般为10kV电机，当工业或电厂有6kV供电系统时，也可直接利用6kV。区域供冷供热项目需要大型或特大型冷水机组或热泵机组，因其电动机额定输入功率较大，故运行电流较大，导致电缆或母排因截面较大不利于其接头安装。采用高压电机，可以减小运行电流以及电缆和母排的铜损、铁损。由于减少低压变压器的装机容量，因此也减少了低压变压器的损耗和投资。但是高压冷水机组或热泵机组价格较高，高压电缆和母排的安全等级较高也会使相应投资的增加。

###  当单台水泵电机额定输入功率大于280kW时，宜采用高压供电方式。

**【条文说明】**当单台水泵电机额定输入功率大于280kW时，因其电机额定输入功率较大，故运行电流较大，导致电缆或母排因截面较大不利于其接头安装。采用高压电机，可以减小运行电流以及电缆和母排的铜损、铁损。由于减少低压变压器的装机容量，因此也减少了低压变压器的损耗和投资。

###  公称直径大于或等于500mm的阀门宜采用电动驱动装置；由监控系统远程操作的阀门，其旁通阀应采用电动驱动装置。

**【条文说明】**大口径阀门开启力矩大，手动阀要采用传动比很大的齿轮传动装置，人工开启时间很长，劳动强度大，这就需要采用电动驱动装置。较小阀门是否采用电动装置，可根据情况由设计人员自定。

###  对于超高层建筑，宜采用高承压的水系统，尽量减少二次换热损失。

**【条文说明】**在超高层建筑的空调系统里，考虑到管路系统的焊接、密封、成本及可靠性等问题，其空调水系统的划分应控制在2.5MPa以内。超高层空调水系统分区减少，则泵组及板换设置数量少，运行管理简单，运行能耗低，供冷效率高。通过对国内超高层项目的调研和对比，一般认为在严格的选材和规范施工的基础上，高承压的水系统方案是更为经济合理的。

###  建筑高度超过240米的超高层建筑，宜设置独立冷源，冷源宜采用电制冷和冰蓄冷结合的系统形式。

**【条文说明】**通常情况下建议超高层建筑最多换热次数不超过2次，在此情况下，若一次管网管道承压为1.6MPa，可将水系统分为高低区，低区直供或者换热后供至120米以下；另外高区管线可直接供至超高层建筑120米左右的设备层，经换热后，可供至240米，因此本条文做出了240米的规定。若超高层建筑的高度超过240米，从水系统分区讲，需要把一次管网的压力提高，或者需要进行二次以上的换热，不论采用哪种方式，从系统的经济性及安全角度考虑，不建议这样设置，因此，在此情况下，可以单独设置冷源，根据具体情况进行分区。

## 其他冷源与热源

###  地埋管地源热泵系统除应满足现行国家标准《地源热泵系统工程技术规范》GB50366中有关规定外，还应符合以下要求：

1. 进行全年动态负荷计算（计算期最小为1年），计算期内地埋管换热系统全年释热量与全年吸热量的不平衡率宜控制在15%~20%以内；
2. 宜选择竖直地埋管形式，竖直地埋管的配置方案应综合地质结构、施工难度、布孔空间大小、管材成本、岩土综合热物性、埋管承压能力等因素确定，其埋管深度宜为80~120m；
3. 室外布孔空间受限时，经结构、地基等专业核实确认后，地埋管可设在建筑底部或利用建筑桩基进行敷设；
4. 地埋管钻孔区域宜靠近能源站，地埋管换热量与水泵输送功率之比宜控制在40以上；
5. 地埋管换热系统的换热温差不宜小于5℃，夏季地埋管换热器最高出水温度宜低于33℃，冬季地埋管换热器进口最低温度宜高于4℃；
6. 地埋管换热器孔数较多时宜划分多个地埋管换热器分区，各片区分别设置分集水器，并分别设置地温监测孔，地温监测孔不得作为换热孔；
7. 地埋管换热器宜分组连接，各组内地埋管换热器宜采用同程连接，并分组设置流量调节、关断功能装置。

**【条文说明】** 为了规范地源热泵系统的应用作出了相关规定。

1. 由于建筑使用过程中冷热负荷无法准确预测，因此，地源热泵系统不宜单独作为区域供冷供热系统的冷（热）源，设计时应考虑其他调峰冷（热）源，运行过程中通过调节地源热泵系统和辅助冷（热）源，实现地下岩土的冷热平衡，保证地源热泵系统常年稳定高效运行。
2. 区域供冷供热系统通常冷热负荷密度较高，采用地埋管地源热泵系统时，往往受场地布孔面积的限制，宜优先采用竖直埋管形式，根据竖直埋管的钻孔施工成本、管材成本、岩土换热性能及管材承压能力等因素综合确定地埋管设计孔深及埋管型式（单U/双U）。
3. 地埋管布孔区域应优先选择室外绿地、景观或广场等区域；室外布孔空间不足时，可与结构、地基等专业共同设计利用建筑底部空间、建筑桩基等进行埋管。
4. 地埋管地源热泵系统应具有较高的节能性，以一冷却循环水量200m3/h的地埋管换热系统为例，换热温差为5℃，设定允许的循环水泵扬程最大为40m（最不利循环管路总长约3000m），则对应的换热量为1164kW，需要的水泵功率约为30kW，换热量与水泵功率之比为38.8，取整设为40。
5. 地埋管地源热泵系统运行工况应优于冷却塔或热源塔工况，才能体现地埋管地源热泵的节能性。
6. 后期运行过程中，通过地温监测孔可实时监测地下岩土温度的变化，进而制定相应的系统运行策略，调节地源热泵系统与辅助冷（热）源供能比例，实现地下岩土冷热平衡。此外，在部分负荷率情况下，根据地埋管换热器各分区岩土温度情况，可自由实现各个地埋管分区的开启或关闭，实现部分埋管片区供能，并可实现各个地埋管片区岩土冷热平衡调节。
7. 地埋管换热器属于一次性工程、隐蔽工程，后期基本无法检修维护，宜分组进行地埋管换热器连接，各组内地埋管换热器异径同程连接，实现组内地埋管换热器的水力平衡。各组设置关断功能装置，若组内管线出现漏水、损坏等问题，将整组关闭，整组就废弃了，不会对其他分组产生影响。各组连接的钻孔数应根据埋管深度、埋管规模、场地空间等确定，宜5~10个。各个地埋管换热器应分组设置流量调节功能装置，后期进行系统调试，实现各个分组间的水力平衡，水力不平衡度要小于15%。

###  地表水水源热泵系统设计除满足现行国家标准《地源热泵系统工程技术规范》GB50366、《室外给水设计规范》GB50013及《室外排水设计规范》GB50014中有关规定外，还应符合以下规定：

1. 地表水最热月平均温度不宜高于30℃，最冷月平均温度不宜低于8℃，冬季有结冰可能的地表水不得作为区域供冷供热系统的热源；
2. 取水量应充分考虑地表水体的热容量，排放水应符合现行国家标准《污水综合排放标准》GB8978及《地表水环境质量标准》GB3838中有关规定；
3. 水质处理应采用物理方式，不应采用加药等化学处理方式；
4. 取水宜采用重力流或虹吸的取水方式，当能源站与取水泵房的高差大于40m时，应设置间接换热器或势能回收装置；
5. 排放水宜与城市绿化、景观等相结合，实现一水多用；
6. 取水泵房距离能源站宜在1km内，地表水夏季换热量与水泵输送功率之比宜控制在40以上，冬季换热量与水泵输送功率之比宜控制在30以上。

**【条文说明】** 采用地表水作为冷热源的水源热泵系统应具有较高的节能性与安全性。

###  选择地表水源冷水（热泵）机组时，应考虑机组源测水质、污垢等因素对机组性能的影响，采用合理的污垢系数对供冷（热）量进行修正，并宜设置在线清洗装置。

**【条文说明】**地表水源包括江河、湖泊和城市污水等，因这些地表水的水质比经冷却塔冷却后的水质差，与机组标准工况所规定的水质存在区别，而结垢对机组的性能影响很大，因此需进行修正，并设置在线清洗装置。一般来说，常规机组的污垢系数为：蒸发器侧取0.018（m2·℃/kW）,冷凝器侧取0.044（m2·℃/kW）。对于以地表水为低位热源的系统，经水质处理，并设置在线清洗装置后，冷凝器侧污垢系统可以取0.086（m2·℃/kW）。

###  以污水处理厂排放水、中水作为冷热源的区域供冷供热系统，相关要求参照5.2.2条，采用原生污水作为冷热源的区域供冷供热系统，系统设计除满足现行国家标准《地源热泵系统工程技术规范》GB50366中有关规定外，还应符合以下规定：

1. 宜采用间接换热方式，污水换热器应根据污水水质选择合适的材质及流道宽度；
2. 原生污水最热月平均温度不宜高于25℃，最冷月平均温度不宜低于13℃；
3. 污水换热器对数换热温差不宜低于3℃；
4. 原生污水取水换热机房应设置良好的通风换气系统，污水取水泵应选用专用的污水泵，换热器的布置应方便拆洗，阀门宜选用闸阀；
5. 原生污水设计最大取水量大于污水最小排放量时，应设置缓冲水池或调节水池；
6. 原生污水排放口应设置在取水口下游，且不得小于取水口口径的20倍。

**【条文说明】** 采用原生污水作为冷热源的水源热泵系统应充分考虑系统的安全性，同时应严格控制好换热器的成本，选择较高的对数换热温差，降低换热面积，减少投资，使系统的经济性良好。

###  工业冷却水作为低品位热源的热泵系统，其系统形式应根据项目建设周期、用户需求、调峰热源等条件综合确定。

**【条文说明】** 工业冷却水源热泵在进行系统设计时，宜符合如下要求：

* 1. 工业冷却水的水质应满足现行国家标准《城市污水再生利用工业用水水质》GB/T19923 或 《城市污水再生利用城市杂用水水质》GB/T18920等标准的要求；
	2. 有适宜的调峰热源时，宜采用复合式能源系统；
	3. 应根据低位热源所在位置、水质、水温条件、供能区域与热源的距离等因素，合理确定系统供能形式；

系统形式一：集中系统

集中系统是指在厂区内设置集中式能源站，工业冷却水通过管网输送至能源站，经换热后，进入热泵机组，热泵机组产生高温热水，通过水泵输送至各区域地块，实现供暖。

集中系统的优点：

1. 集中设置时，可以采用较大容量的热泵机组，设备效率高；
2. 集中设置时，维护管理方便；
3. 更有利于与调峰热源梯级利用，提高系统效率。

集中系统的缺点：

1. 集中设置时，一般来说，为了减少输配能耗，尽量采用大温差，所以供水温度较高，对于热泵来说，机组效率降低，且管网热损失较大；同时系统较大，若无二级换热站，管网平衡较困难；若设置二级换热站，有二次换热损失。
2. 集中设置时，一般热源出水温度高于65℃，对于末端需求为地板采暖（低于45℃）的用户，无法体现热泵低温热源的优势；
3. 集中设置不利用分期建设，导致初投资较大。

系统形式二：分散系统

分散系统是指在厂区内设置换热站，换热后的工业冷却水被水泵输送至各区域地块的分散能源站，进入热泵机组，热泵机组按需产生不同温度的热水（若末端为散热器，热水供回水温度宜为65/50℃；若末端为地板采暖，热水供回水温度宜为45/38℃），能源站分散设置于各区域地块内。

分散系统的优点：

1. 分散设置时，一级管网输送的是低温循环水，水温较低，热损失小；
2. 在各个区设置能源站，可以实现差异化的热水温度，如散热器可供至65℃；而地板采暖可供至45℃；充分发挥热泵低温热源的优势；
3. 分散设置更有利于分期建设，分散投资成本。

分散系统的缺点：

1. 分散设置时，管理成本高于集中系统；
2. 分散设置的热泵机组，效率低于集中设置的大型机组；
3. 分散设置时，系统的输配能耗高于集中系统。

以上两种方式各有优缺点，需根据项目具体条件，采取适宜的系统形式。

* + 1. 分布式三联供系统设计除应满足现行行业标准《燃气冷热电三联供工程技术规程》CJJ145中有关规定外，还宜满足：
1. 每Nm3燃气价格与每kWh平均电价之比不宜高于4.0，全年发电小时数不宜低于3000h；
2. 系统承担基础冷热负荷，运行时应优先开启；
3. 不具备上网条件的分布式三联供系统，应发电自用；
4. 发电效率不宜低于30%，单机发电容量低于300kW时宜选用微燃机，300kW~10MW时宜选用内燃机，大于10MW时宜选用燃气轮机；
5. 有频繁调度需求时宜采用内燃机；
6. 采用内燃机时应优先利用高温烟气余热和高温缸套水，采用烟气热水型吸收式冷（温）水机组供冷供热；具备条件的项目宜采用多级热回收方式，提高能源利用率。

**【条文说明】** 为了保证分布式三联供系统高效经济运行，应遵循如下原则：

1 当分布式三联供发电效率为40%，燃气价格与电价之比为4.0时，燃气成本与发电收益才基本持平，分布式三联供的投资通过余热回收收益进行回收。分布式三联供系统的运行小时数和运行负荷率直接影响了系统的经济性，为了尽可能保证系统开启小时数，应作为基础负荷的能源供应方式。一般系统发电量不宜超过能源站最大用电量的40%。

2 分布式三联供发电上网成本要远低于市政电网售电价格，分布式三联供发电自用时可大幅降低运行电费。具备上网政策条件且上网电价较高的项目，宜进行经济技术分析，通过售电提高项目经济收益，适当扩大系统设备容量。在复合式能源系统中，分布式三联供应承担基础冷热负荷，运行时应优先开启。

3 三联供系统发电自用时，应根据实际供电的用户逐时用电需求，合理设计系统装机容量和运行策略。

5 燃气轮机发电规模一般较大，但是设备启动等耗时较长，不易于灵活控制，内燃机发电规模略小，反应较燃气轮机更为灵活。

6 分布式三联供余热回收需要供冷供热时，宜选用烟气热水型吸收式冷（温）水机组技术、单独供热时宜直接换热或采用余热锅炉回收，排放烟气宜进一步进行冷凝热回收，提高能源综合利用效率。

* + 1. 余热系统设计应根据资源品位，选择采用热泵、溴化锂吸收式冷（温）水机组、换热器、余热锅炉等形式，高品位的余热资源应进行梯级利用。

**【条文说明】**低位热源的水温高于80℃的项目，宜考虑溴化锂吸收式冷（温）水机组进行提升利用；低位热源的水温高于65℃的项目，宜采用板式换热器换热后直接利用的方式；低位热源的水温35℃以下的项目宜采用热泵系统进行提升，产生的高温水进行供能。

###  复合式能源系统应根据区域内不同能源类型，经技术经济综合比较后，确定系统的形式、设备容量、运行策略等。

**【条文说明】**传统设计中复合式能源系统容量配置一般根据工程经验，计算方法较为简单，缺乏一定的科学性。为了有效提高复合式能源系统的经济性和可靠性，需在设计之初，进行容量配置的优化计算。

对于复合式能源系统的容量优化配置，宜根据项目需求，以系统能效最低、初投资最低、运行费用最低、全寿命周期成本最低、碳排放量最低等为优化目标，进行系统容量优化配置计算；目前采用比较多的是以全寿命周期成本最低为优化目标。

优化计算宜采用动态能耗模拟计算的方式，通过采用TRNSYS、EnergyPlus、DOE、Dest等软件建立系统模型，模型要求能够完成主机、水泵等主要设备以及系统的能耗计算，并根据能耗计算结果，结合燃气价格、电力价格、市政热力价格等因素完成经济计算。

具备条件的项目宜采用动态逐时模拟计算和数学优化算法（如虎克捷夫、PSO算法等）相结合的方式进行容量配置方案优化，该方法对设计人员专业水平要求较高；因条件限制不能开展动态模拟优化的项目，可结合优化目标，进行多组系统容量配置方案的技术经济对比，实现系统容量配置的初步优化。

通过经济技术对比分析，应结合用户侧冷热负荷动态需求，根据供需匹配关系制定合理地系统运行策略。优先利用三联供系统、热泵系统等能源利用率、经济性较高的系统承担区域基础冷热需求，同时合理设置调峰冷热源。供能主机和水泵宜采用变频运行方式。

###  复合式能源系统运行时，设备宜根据用户需求条件选择串联或并联连接方式，加大循环水的供回水温差。

**【条文说明】**不同能源形式，对出水温度的要求不同，例如，燃气锅炉的出水温度为80℃还是95℃，基本不影响锅炉的效率；而热泵机组受出水温度的影响较大，如出水温度为45℃和50℃，在其他条件相同的情况下，机组COP相差10%左右。所以热泵系统和燃气锅炉（市政热力）联和供能时，尽可能由热泵系统承担基础负荷，热泵出水温度控制在机组高效范围，不足温度可由燃气锅炉（市政热力）进行提升。同样，系统若进行质调节，宜采用优先降低热泵出水温度的控制方式。

## 输配管网及换热站

###  区域供冷供热一级管网应按变流量系统设计，各段管道的设计流量应按其所负担的建筑或区域的最大逐时冷热负荷，并考虑同时使用系数后确定。

**【条文说明】**管网设计中水力计算的流量与管段上的用户类型及使用特性相关，确定计算流量时，要确定此管段的同时使用系数，其取值同条文3.0.4。例如某一支路的用户为教学楼和学生宿舍，另一支路主要为办公建筑，其使用特性差异较大，因此在计算流量时应确定各支路的同时使用系数及流量，再逐步确定支管和主干管的流量，主干管的流量应与能源站的流量进行配合。

###  区域供冷供热系统宜采用冷热水共用管网的方式，分别根据冷热负荷校验管网流速和计算比摩阻。

**【条文说明】**由于区域供冷供热系统大，水泵的装机容量大，因此确定合理的管道流速并保证各环路之间的水力平衡，是区域供冷供热能否做到节能运行的关键环节之一。区域供冷供热系统应进行管网的水力工况分析及水力平衡计算，并通过经济技术比较确定管网的计算比摩阻。当各环路的水力不平衡率超过15% 时，应采取相应的水力平衡措施。另外，管网内的水流速超过3m/s后，会对管道和附件的使用寿命产生一定的影响，同时考虑到最大流速出现的时间是非常短的，因此建议管网设计的最大水流速不宜超过2.9m/s。对于区域供冷供热系统各管网管径，需要综合考虑流速和比摩阻来确定。

通常主干线宜按经济比摩阻确定管径，一般情况下按以下数值选用：

1 ∑L≤500m 60~100Pa/m；

2 500m<∑L<1000m 50~80Pa/m；

3 ∑L≥1000m 30~60Pa/m。

注：∑L为主干线供回水管总长度，供冷半径不宜大于1500m。

对于支干线、支线应按允许压力降确定管径，一般来说，支干线比摩阻不应大于300 Pa/m，宜小于200 Pa/m；支线比摩阻不应大于400 Pa/m，宜小于250 Pa/m。 不同管径管道的建议流速如表 11所示。

表 11 管道建议流速表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 管径（mm） | DN200~250 | DN300~400 | DN450~600 | DN700~900 | DN1000~1200 | ＞DN1200 |
| 流速（m/s） | 1.0~1.5 | 1.4~2.0 | 1.8~2.2 | 2.0~2.5 | 2.5~3.0 | 3.0 |

###  区域供冷供热共用管网时应按供冷和供热工况分别进行水力计算，当冷热计算的设计流量和管网阻力特性相差20%及以上时，应分别设置供冷供热循环水泵。

**【条文说明】** 本条是为了让循环水泵在合理的工作范围内，提高水泵性能。若冬夏季空调水系统流量及系统阻力相差很大，两管制系统如冬夏季合用循环水泵，一般按系统的供冷运行工况选择循环水泵，供热时系统和水泵工况不吻合，往往水泵不在高效区运行，且系统为小温差大流量运行，浪费电能；即使冬季改变系统的压力设定值，水泵变速运行，水泵冬季在设计负荷下也可能长期低速运行，降低效率，因此不允许合用。若冬夏季空调水系统流量及系统阻力相差20%以内时，冬季通过改变系统的压力设定值，水泵变速运行，即一般由50HZ，调整至40HZ，此时，水泵仍可在高效区运行，从减少投资和机房占用面积的角度出发，因此本条文做出了相差20%的规定。值得注意的是，当空调热水和空调冷水系统的流量和管网阻力特性及水泵工作特性相差不大而采用冬夏季共用水泵的方案时，应对冬夏季两个工况情况下的水泵轴功率要求分别进行校核计算，并安装轴功率要求较大者配置水泵电机，以防止水泵电机过载。

###  区域供冷供热共用管网时，供冷供热用换热器应分别设置；空调冷水板式换热器的对数平均温差不宜小于1.5℃，空调热水板式换热器的对数平均温差不应小于2℃。

**【条文说明】**一般区域供冷供热项目，供冷用换热器换热面积远大于供热用换热器，合并设置不容易匹配。对换热站内换热器的温差作出规定，是为了避免盲目放大换热器换热面积，增加投资成本。对于空调热水板式换热器的对数平均温差，应该根据不同的热源形式，采取适宜的温差。

###  区域供冷供热系统一级管网循环水的温升/温降应小于0.5℃，管网冷热损失应小于设计输送冷热量的5%。

**【条文说明】**区域供冷供热系统输配管网单位绝热层外表面积的最大允许热、冷损失应符合现行国家标准《工业设备及管道绝热工程设计规范》GB 50264的规定。

1. 计算管道总散热损失时，由支座、补偿器和其他附件产生的附加热损失可按表 12给出的热损失附加系数计算。
2. 直埋敷设时，宜采用聚氨酯保温材料；地下综合管廊敷设时，应根据介质温度选择柔性泡沫橡塑、离心玻璃棉或聚氨酯保温材料。成品保温管及管件应符合国家现行标准《高密度聚乙烯外护管硬质聚氨酯泡沫塑料预制直埋保温管及管件》GB/T 29047和《玻璃纤维增强塑料外护层聚氨酯泡沫塑料预制直埋保温管》CJ/T 129的相关规定。
3. 管道及设备的保温和保冷结构设计， 除应符合本规范的规定外，还应符合现行国家标准《设备及管道绝热技术通则》GB/T 4272 、《设备及管道绝热设计导则》GB/T 8175 和《工业设备及管道绝热工程设计规范》GB 50264的有关规定。

表 12 管道散热损失附加系数

|  |  |
| --- | --- |
| 管道敷设方式 | 散热损失附加系数 |
| 地上敷设 | 0.15~0.20 |
| 管沟敷设 | 0.15~0.20 |
| 直埋敷设 | 0.10~0.15 |

注：当附件保温较好，管径较大时，取较小值；当附件保温较差、管径较小时，取较大值。

需要值得注意的是，管网冷损失除包括管道散热损失外，还应包括水泵电机的电耗转化为热能，而导致循环水温升的那部分冷损失。

###  当各区域管路阻力相差较大或需要对二次水系统分别管理时，区域供冷供热系统的二次水侧宜按区域分别设置换热器和二次循环泵。

**【条文说明】**一般换热器不需要定流量运行，因此推荐在换热器二次水侧的二次循环泵采用变速调节的节能措施。当系统各环路阻力相差较大时，如果分区分环路按阻力大小设置和选择二级泵，理论上比设置一组二级泵更节能，因此建议按区域分别设置。当二次水系统需要分别管理时，为了维护和管理方便，也需要按区域分别设置。

###  换热站及负荷侧循环水泵的设置应满足下列要求：

1. 用户入口处应设置冷热量计量装置和控制调节装置，宜分段设置检修阀门井；
2. 供冷用换热器采用以紧凑形式实现小温差的板式换热器；
3. 循环水泵宜采用变速调节；
4. 供热水泵应设置备用泵。

**【条文说明】**为了提倡用户的行为节能，本条文规定了冷热计量的要求。另外，区域供冷供热系统干管较长且分支多，分段设置检修的阀门井有利于故障的排除。换热器的配置除应符合本标准规定外，尚应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736的有关规定。

###  区域供冷供热一级管网补水装置应符合下列规定：

1. 流量不应小于系统循环流量的2%；供热系统事故补水量不应小于系统循环量的4%；
2. 压力不应小于补水点管道压力加30kPa~50kPa，当补水装置同时用于维持管网静态压力时，其压力应满足静态压力的要求；
3. 补水泵不应少于2台，可不设备用泵；
4. 补水点宜设置在循环水泵吸入口处。

**【条文说明】**区域供冷供热共用管网时，应按行业标准《城镇供热管网设计规范》CJJ 34-2010中闭式管网的要求设置补水装置。补水定压点应设在便于管理并有利于管网压力稳定的位置，宜设在集中冷热源处。

# 监测与控制

## 一般规定

###  区域供冷供热系统应设集中监控系统，完成冷热源、输配管网关键点、换热站等运行参数的集中监测、显示及储存，并具备能耗分析功能，实现系统优化调度。

**【条文说明】**区域供冷供热系统规模大，控制复杂，节能要求高，应建立集中监控系统。集中监控系统管理具有统一监控与管理功能的中央主机及功能性强的管理软件，可以减少运行维护工作量，提高管理水平；对于规模大、设备多、距离远的系统比常规控制更容易实现工况转换和调节；能耗分析功能更有利于合理利用能量实现系统的节能运行；系统之间的连锁保护控制更便于实现，有利于防止事故，保证设备和系统运行可靠安全。

###  检测和监控内容应包括参数检测、参数和设备状态显示、自动调节和控制、工况自动转换、设备连锁与自动保护、能量计量以及中央监控与管理等。

**【条文说明】**区域供冷供热系统较为复杂，其检测和监控一般包含了常规暖通系统和设备涉及的大部分内容，应符合国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012的规定。

###  集中监控系统控制的动力设备，应设就地手动控制装置，并通过远程/就地转换开关实现远距离与就地手动控制之间的转换；远程/就地转换开关的状态应为监控系统的监测参数之一。

**【条文说明】**为使动力设备安全运行及便于维修，在动力设备附近的动力柜上设置就地手动控制装置及远程/就地转换开关，并能监视其状态。为保障检修人员安全，在开关状态为就地控制时，要求不能进行设备的远程启停控制。

###  燃气冷热电三联供系统、地源热泵系统、蓄能空调系统等有特殊要求的冷热源系统的监测与控制应符合相关规范的规定。

**【条文说明】**燃气冷热电三联供系统执行现行行业标准《燃气冷热电三联供工程技术规程》CJJ 145的规定，地源热泵系统执行现行国家标准《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366的规定，蓄能空调系统执行行业标准《蓄能空调工程技术标准》JGJ 158-2018的规定，其他特殊冷热源系统执行相应规范标准的规定。

###  区域供冷供热系统在换热站和每栋建筑的入口处，应设置冷量、热量计量装置和控制调节装置。

**【条文说明】**同北方地区的供热计量一样，供冷供热计量是一项重要的建筑节能措施，也是区域供冷供热系统用户收费的依据。在系统的每一级设置能量计量装置有利于运行管理，用户也能及时了解和分析用能情况，自觉采取节能措施。目前在我国出租型公共建筑中，集中空调费用一般按照用户承租建筑面积的大小，用面积分摊方法收取，这种收费方法易造成能源浪费，还会引起用户和管理者之间的矛盾。为了区域供冷供热系统的良性发展，积极吸引用户加入，必须按冷、热计量来收费，真正体现区域供冷供热技术的优势。

###  中央级监控管理系统应符合下列规定：

1. 能实现与现场测量仪表相同的时间间隔与测量精度连续记录，显示各系统运行参数和设备状态；其存储介质和数据库应能保证记录连续一年以上的运行参数；
2. 能计算和定期统计系统的能量消耗、各台设备连续和累计运行时间；
3. 能改变各控制器的设定值，并能对设置为“远程”状态的设备直接进行启、停和调节；
4. 根据预定的时间表，或依据节能控制程序自动进行系统或设备的启停；
5. 设立操作者权限控制等安全机制；
6. 有参数越限报警、事故报警及报警记录功能，并宜设有系统或设备故障诊断功能；
7. 宜设置可与其他弱电系统数据共享的集成接口。

**【条文说明】**中央级监控管理系统应具备的基本操作功能包括监视功能、显示功能、操作功能、控制功能、数据管理辅助功能、安全保障管理功能等。它是由监控系统的软件包实现的，各厂家的软件包功能类似。实际工程中，由于没有按照要求做，致使所安装的集中监控系统管理不善。为实现区域供冷供热系统各级站房与所在建筑其他弱电子系统数据共享，要求各弱电子系统间（消防子系统、安防子系统等）有统一的通信平台，宜预留与统一通信平台相连接的接口。

###  集中监控系统与主要设备控制器之间宜建立通信连接，实现集中监控系统中央主机对其运行参数的监控。

**【条文说明】**本条为集中监控系统与主要设备（制冷机组、锅炉等）控制器之间的通信要求。主要设备控制器通信接口的设立，可使集中监控系统的中央主机系统能够监控其运行参数以及系统能量管理更加合理。

## 能源站与一级管网

###  能源站的能量计量应包含以下内容：

1. 燃料的消耗量；
2. 耗电量；
3. 市政热力的供热量；
4. 补水量；
5. 区域供冷量、供热量；
6. 循环水泵耗电量宜单独计量。

**【条文说明】**一次能源/资源的消耗量和冷、热源耗电量的计量有助于分析系统节能潜力，采取相应的节能措施。尤其对复合能源系统切换运行具有指导意义。区域供冷供热系统的循环水泵额定功率较大，宜单独设置电计量，从而分析输送系统用能效率。

###  能源站与一级管网应监测、记录下列参数：

1. 供水压力、回水压力、供水温度、回水温度、供水流量、回水流量、瞬时冷热量和累计冷热量以及冷热源处管网补水的瞬时流量、累计流量等；
2. 供回水压力、温度和流量应采用记录仪表连续记录瞬时值，其他参数应定时记录。

**【条文说明】**规定了冷热源出口处供冷供热参数的检测内容和检测要求，包括每台冷热源主机和一级管网总管。冷热源温度、压力参数是管网运行温度、压力工况的基础数据。流量、热量不仅是重要的运行参数，还是管网与冷热源间热能贸易结算的依据，应尽可能提高检测的精确度。上述参数不仅要在仪表盘上显示而且应连续记录以备核查、分析使用。数据连续记录的最小时间间隔应为10s。

###  区域一级管网系统宜采用变流量系统，变频循环水泵宜采用维持区域管网最不利资用压头为给定值的自动或手动控制泵转速的方式运行；循环水泵的入口和出口应具有超压保护装置。

**【条文说明】**冷热源变频循环水泵根据供热管网最不利资用压头自动或手动控制泵转速的方式运行，使最不利的资用压头满足用户正常运行需要。这种控制方式在满足用户正常运行的条件下可最大限度地节约水泵能耗。循环水泵入口和出口的超压保护装置是降低非正常操作产生压力瞬变的有效保护措施之一。

## 换热站与二级管网

###  换热站及二次管网应监测、记录下列参数：

1. 换热站一次侧供水压力、回水压力、供水温度、回水温度、供水流量、回水流量、瞬时冷热量和累计冷热量等；
2. 换热站二次侧供水压力、回水压力、供水温度、回水温度、供水流量、回水流量、瞬时冷热量和累计冷热量等；
3. 供回水压力、温度和流量应采用记录仪表连续记录瞬时值，其他参数应定时记录。
4. 水泵的启停和故障状态。

**【条文说明】**负荷侧泵站及二级管网系统的检测点，包括每台换热器和二级管网总管，设计时应根据具体系统确定。数据连续记录的最小时间间隔应为10s。

###  负荷侧水泵应采用变流量控制方式；宜根据流量变化控制运行台数，根据系统压差变化控制水泵转速。

**【条文说明】**水泵转速宜根据系统压差变化控制，系统压差测点宜设在最不利环路干管靠近末端处；负荷侧多级泵变速宜根据用户侧压差变化控制，压差测点宜设在用户侧支管靠近末端处。

###  换热站宜根据二次水的供水温度控制一次水的流量；供热时，二次水供水温度应根据室外温度变化进行再设定。

**【条文说明】**根据换热器二次水设定的供水温度控制一次侧流量调节阀调节一次水流量，进而根据一次水压差变化控制一次水泵变频运行。供热时，二次水供水温度再设定功能起到了气候补偿器的作用，有利于节能。二次水循环泵的控制同6.3.2负荷侧各级水泵调节原理。当多台换热器和二次水循环泵一对一设置并采用共用集管连接和运行时，每台换热器宜设置与水泵开闭连锁的电动阀。

# 调适及运行

## 一般规定

###  区域供冷供热系统应进行系统调适。

**【条文说明】**系统调适是区域供冷供热工程实现设计功能、确保使用效果、实现可持续优化运行的重要环节，可有效避免由于工程建设各环节、各专业的脱节造成，影响系统的正常运行。

调适定义参照美国标准ANSI/ASHRAE/IES 202-2013中关于Commissioning的定义，即在工程建设的全过程中，对各个系统在调适、性能验证、验收和季节性工况验证的整个体系过程进行技术管控的方法。

调适的主要目的如下：

1. 验证设备的型号和性能参数符合设计要求；
2. 验证设备和系统的安装位置正确；
3. 验证设备和系统的安装质量满足相关规范的具体要求；
4. 保证设备和系统的实际运行状态和性能符合设计使用要求；
5. 保证设备和系统运行的安全性、可靠性和高效性；
6. 通过向业主的操作人员提供全面的质量培训及操作说明，优化操作及维护工作。

###  机电系统调适前应组建调适团队，明确各方的职责。

**【条文说明】**机电系统调适作为保证机电系统实际运行效果的重要措施，需要建设（业主）单位、调适顾问、总承包单位、设计单位、监理单位、机电设备供应商和运营管理单位等各个单位相互配合，尤其是随着目前建筑机电系统日益复杂，系统之间的关联性越来越强，因此建立一个统一的调适团队是保证调适工作开展的前提和基础。

###  建设单位交付运行维护管理单位时，应提供调适的过程资料和报告。

**【条文说明】**完整的调适资料至少应包括：调适报告、全套竣工图图纸、问题日志、工程联系单、会议纪要、设备样本、设备检测报告、设备维保手册。

###  调适工作应配置温度、流量、压力等必要的测试仪表，仪表准确度和精度等级应满足相关规范要求，且应具有在有效期内的检定、校准或检测证书。

**【条文说明】**可参考各设备对应的产品标准或产品性能试验方法标准中对检测仪表精度要求。在空调系统检测常用的参照规范中，不仅规定了检测项目、检测方法和判定依据，往往还会列出针对该规范检测项目所需检测仪表的性能要求，这也为我们选择检测仪表提供了依据。表 13～表 17分别列出了《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177、《居住建筑节能检测标准》JGJ/T 132、《蒸气压缩循环冷水（热泵）机组性能试验方法》 GB/T 10870、《风管送风式空调（热泵）机组》GB/T 18836、《组合式空调机组》GB/T 14294中关于各主要检测项目现场检测所用仪器的性能参数要求。

表 13 《公共建筑节能检测标准》

| 序号 | 检测参数 | 仪表准确度等级 | 最大允许偏差 |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 空气温度 | / | ≤0.5℃ |
| 2 | 空气相对湿度 | / | ≤5%（测量值） |
| 3 | 采暖水温度 | / | ≤0.5℃ |
| 4 | 空调水温度 | / | ≤0.2℃ |
| 5 | 水流量 | / | ≤5%（测量值） |
| 6 | 水压力 | 2.0 | ≤5%（测量值） |
| 7 | 冷热量 | 3.0 | ≤5%（测量值） |
| 8 | 风速 | / | ≤5%（测量值） |
| 9 | 耗电量 | 1.0 | ≤1.5%（测量值） |
| 10 | 电功率 | 1.0 | ≤1.5%（测量值） |
| 11 | 耗油量 | 1.0 | ≤1.5%（测量值） |
| 12 | 耗气量 | 2.0（天然气）2.5（蒸汽） | ≤5%（测量值） |
| 13 | 太阳辐射照度 | / | ≤10%（测量值） |
| 14 | 质量流量控制器 | / | ≤1%（测量值） |

表 14 《居住建筑节能检测标准》

| 序号 | 检测参数 | 功能 | 扩展不确定度（k=2） |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 空气温度 | 应具有自动采集和存储数据功能，并可以和计算机接口 | ≤0.5℃ |
| 2 | 空气温差 | 应具有自动采集和存储数据功能，并可以和计算机接口 | ≤0.4℃ |
| 3 | 相对湿度 | 应具有自动采集和存储数据功能，并可以和计算机接口 | ≤10%（0～10%RH）≤5%（10～30%RH）≤3%（30～70%RH）≤5%（70～90%RH）≤10%（90～100%RH） |
| 4 | 供回水温度 | 应具有自动采集和存储数据功能，并可以和计算机接口 | ≤0.5℃（低温水系统）≤1.5℃（高温水系统） |
| 5 | 供回水温差 | 应具有自动采集和存储数据功能，并可以和计算机接口 | ≤0.5℃（低温水系统）≤1.5℃（高温水系统） |
| 6 | 循环水量 | 应能显示瞬时流量或累计流量、或能自动存储、打印数据或可以和计算机接口 | ≤5%（Qmin～0.2Qmax）≤2%（0.2Qmax～Qmax） |
| 7 | 补水量 | 应能显示瞬时流量或累计流量、或能自动存储、打印数据或可以和计算机接口 | ≤5%（Qmin～0.2Qmax）≤2%（0.2Qmax～Qmax） |
| 8 | 热量 | 宜具有自动采集和存储数据功能，并可以和计算机接口 | ≤10%（测试值） |
| 9 | 耗电量 | 应能显示累计电量或能自动存储、打印数据或可以和计算机接口 | ≤2%FS |
| 10 | 耗油量 | 应能显示累计电量或能自动存储、打印数据或可以和计算机接口 | ≤5%（Qmin～0.2Qmax）≤2%（0.2Qmax～Qmax） |
| 11 | 耗气量 | 应能显示累计电量或能自动存储、打印数据或可以和计算机接口 | ≤3%（Qmin～0.2Qmax）≤1.5%（0.2Qmax～Qmax） |
| 12 | 耗煤量 | / | ≤2%FS |
| 13 | 风速 | 宜具有自动采集和存储数据功能，并可以和计算机接口 | ≤0.5m/s |
| 14 | 太阳辐射照度 | 宜具有自动采集和存储数据功能，并可以和计算机接口 | ≤5%FS |

表 15 《蒸气压缩循环冷水（热泵）机组性能试验方法》

| 序号 | 类别 | 型式 | 准确度 |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 温度测试仪表 | 水银玻璃温度计、电阻温度计、热电偶 | 制冷剂温度：±0.1℃水温及水温温差：±0.1℃空气温度：±0.1℃热电偶温度：±0.5℃ |
| 2 | 制冷剂压力测量仪表 | 压力表、变送器 | 测量压力：±2.0% |
| 3 | 空气压力测量仪器 | 气压表、气压变送器 | 静压差：±2.45Pa |
| 4 | 流量测量仪表 | 记录式、指示式、积算式 | 测量流量的±1.0% |
| 5 | 电气仪表 | 功率表（含指示式、积算式）、数字功率计、电流表、电压表、功率因素表、频率表、互感器 | 功率表：指示式不低于0.5级精度，积算式不低于1级精度；数字功率：±0.2%量程；电流表、电压表、功率因素表、频率表：不低于0.5级精度；互感器：不低于0.2级精度； |
| 6 | 功率测量仪表 | 转矩转速仪、天平式测功计、标准电动机和其他测功仪表 | 测定轴功率的±1.5% |
| 7 | 转速测量仪表 | 机械式、电子式 | 测定转速的±1.0% |
| 8 | 时间测量仪表 | 秒表 | 测定经过时间的±0.2% |
| 9 | 质量测量仪表 | 各类台秤、磅秤 | 测定质量的±1.0% |

表 16 《风管送风式空调（热泵）机组》

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 类别 | 型式 | 精度 |
| 1 | 温度测量仪表 | 水银玻璃温度计电阻温度计温度传感器 | 空气温度：±0.1℃水温：±0.1℃ |
| 2 | 流量测量仪表 | 记录式、指示式、积算式 | 测量流量的±1.0% |
| 3 | 制冷剂压力测量仪表 | 压力表、变送器 | 测量流量的±2.0% |
| 4 | 空气压力测量仪表 | 气压表、气压变送器 | 风管静压±2.45Pa |
| 5 | 电量测量 | 指示式 | 0.5级精度 |
| 积算式 | 1.0级精度 |
| 6 | 质量测量仪表 | / | 测定质量的±1.0% |
| 7 | 转速仪表 | 转速表、闪频仪 | 测定转速的±1.0% |
| 8 | 气压测量仪表（大气压力） | 气压表、气压变送器 | 大气压读数的±0.1% |
| 9 | 时间测量仪表 | 秒表 | 测定经过时间的±0.2% |
| 注：噪声测量应使用Ⅰ型或Ⅰ型以上的精度级声级计 |

 表 17 《组合式空调机组》

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 测量参数 | 测量仪表 | 测量项目 | 仪表准确度 |
| 1 | 温度 | 水银温度计、电阻温度计、热电偶温度计 | 冷热性能试验时空气进出口干湿球温度和换热设备进出口温度 | 0.1℃ |
| 其他温度 | 0.3℃ |
| 2 | 压力 | 微压计（倾斜式、补偿式或自动传感式） | 空气静压和动压 | 1Pa |
| U型水银压力计或同等精度的压力计 | 水阻力，蒸汽压降 | 1.5hPa |
| 蒸汽压力表 | 供蒸汽压力 | 2% |
| 水压表 | 喷水段喷水压力 | 2% |
| 大气压力表 | 大气压力 | 2hPa |
| 3 | 水量 | 流量计、重量式或容量式液体定量计 | 换热器水流量、蒸汽凝结水量、喷淋室水流量等 | 1% |
| 4 | 风量 | 标准喷嘴（长径） | 机组风量 | 1% |
| 皮托管 | 机组风量和风压 | GB/T1236-2000 |
| 5 | 风速 | 风速仪 | 断面风速均匀度等 | 0.25m/s |
| 6 | 电压 | 电压表 | 电参数 | 0.5级 |
| 7 | 电流 | 电流表 |
| 8 | 功率 | 功率表 |
| 9 | 频率 | 频率表 |
| 10 | 噪声 | 声级计 | 机组噪声 | 0.5dB(A) |
| 11 | 振动 | 测振仪 | 机组振幅 | 5% |
| 12 | 时间 | 秒表 | 凝结水量等 | 0.1s |
| 13 | 变形 | 大量程百分表 | 箱体变形箱 | ±0.01mm |
| 注：表中%指被测量值的百分数 |

## 调适

###  调适包含调适预检查、单机试运转、设备性能调试、系统平衡调试、联合运行调适和季节性验证等内容。

**【条文说明】**调适工作应符合建设流程，在建设各阶段开展相应的调适工作，以确保各阶段工作都能满足要求。本阶段工作的完成，作为下一阶段工作开始的必要前提。

### 调适前应制定调适方案，并对设备、管路及部件等安装情况进行符合性、缺陷性检查。

**【条文说明】**详细的调适方案是确保调适工作顺利开展的重要保障。调适方案的制定应结合项目的实际需求，与项目的工期匹配；当出现与项目工期不匹配的情况时，要与相关方沟通，并提出解决方案。调适方案一般包含调适参与方及职责、目标、调适流程、调适内容、范围、时间、调适人员、时间计划及相关条件配合事宜等。

符合性检查包括设备安装位置、型号、铭牌参数等的符合性，管路走向、管道材质、管径规格等符合性，阀门、传感器、执行器等附件规格符合性；缺陷检查包括功能、维护检修、性能等方面的检查。施工缺陷检查的工作目的是通过现场检查迅速发现施工过程中存在的问题并及时整改。在工程调适过程中，常见的缺陷主要包括施工缺陷和功能缺陷两类。施工缺陷如阀门漏装、减震措施不到位等；功能缺陷如管道安装位置不当、设备及主要部件未留检修空间、传感器安装位置不当等。

###  冷热源设备、水泵及其他辅助设备应进行单机试运转调试。

**【条文说明】**开展设备单机试运转前，应编制启动运转程序和对应的记录表格。单机试运转的程序应参考厂家给出的程序，并满足安全性、稳定性和功能性检查的需求。

施工缺陷和现场条件不具备，经常是单机试运转无法实施的原因。因此，在单机试运转前，应对前置条件进行反复确认，以确保单机试运转工作达到预期效果。设备单机试运转前，应检查确认下列条件：

1. 设备相关系统管路、部件安装完毕，安装质量符合规范要求；
2. 设备管路、部件已完成清洁和打压试验，且试验结果符合规范要求；
3. 设备相关电气系统设备的安全性和供电稳定性符合单机试运转要求。

单机试运转应形成完整的试运转记录或报告，包括时间、地点、调试条件检查结果、调试过程、问题的处理、调试结果等。

###  区域供冷供热系统冷热源设备及辅助设备应进行性能调适，设备性能调试应在单机试运转完成并符合要求、正式供电后实施。

**【条文说明】**设备性能调适可参考各设备的产品标准或产品性能试验方法标准。单机试运转的完成是设备性能调适的前置条件。

设备性能调适前应制定详细的调适方案，明确调适的工况参数、调适方法和判定原则。由于现场测试工况很难达到实验室工况。因此，测试工况应尽量接近产品的额定工况，或通过产品的性能曲线，对非标准工况下的实测结果进行评价和判断。

设备性能调适结果应满足各设备的产品标准和性能试验方法标准和业主要求，调适完成后应形成完成的调适报告，包括时间、工况参数、调适过程、问题的处理、调适结果等。包括现行国家标准《蒸汽和热水型溴化锂吸收式冷水机组》GB/T 18431，《组合式空调机组》GB/T 14294，《风机盘管机组》GB/T 19232，《多联机空调系统工程技术规程》JGJ 174，《冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577。

###  能源站的冷却水系统、冷热水系统应进行平衡调试，调试结果应满足现行国家标准《建筑节能工程施工验收规范》GB50411的要求。

**【条文说明】**参考国家标准《建筑节能工程施工验收规范》GB50411-2007中14.2.2的要求：供热系统的水力平衡度的允许偏差为0.92~1.2，各空调机组的水流量的允许偏差为≤20%，空调冷热水、冷却水总流量的允许偏差≤10%。国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243-2016中11.2.3的要求：系统总风量调试结果与设计风量的允许偏差应为-5%~+10%。

###  区域供冷供热系统应进行联合运行调适，包括系统自控功能验证和系统综合性能调适。

**【条文说明】**区域供冷供热系统的系统复杂程度较高，运行工况较多，单个设备、单个工况下满足要求很难确保整个系统在所有工况下都能满足要求。因此联合运行调适就显得尤为重要。该工作的完成，确保区域供冷供热系统做出一套完成的“产品”，可满足用户的设计要求和使用要求。

联合运行调适应在设备性能调适完成、楼宇自控系统预检查并符合要求后实施，并应根据系统形式和功能特点制定联合运行专项调适方案。调适方案应确保能够充分体现系统在不同工况下的整体性能，整体性能至少应包括安全性、功能性、维护的便利性。

自控功能验证包括：执行器、传感器准确性验证，功能验证和逻辑验证。执行器、传感器准确性验证应满足设计或业主要求。监测参数、安全保护、启停控制和单机设备自动控制的功能验证结果应满足现行国家标准《智能建筑工程验收规范》GB50339等相关标准的要求。暖通空调监控系统的功能检测应符合下列规定：

* 1. 检测内容应按设计要求确定；
	2. 冷热源的监测参数应全部检测；空调、新风机组的监测参数应按总数的20％抽检，且不应少于5台，不足5台时应全部检测；各种类型传感器、执行器应按10％抽检，且不应少于5只，不足5只时应全部检测；
	3. 抽检结果全部符合设计要求的应判定为合格。

区域供冷供热系统控制逻辑验证宜包括下列内容：

1. 各设备启停连锁控制功能和报警功能验证；
2. 冷水（热泵）机组台数、加减载控制功能验证；
3. 冷冻水、冷却水温度控制回路验证；
4. 冷水（热泵）机组和冷冻水泵联合运行控制功能验证；
5. 冷却塔台数、加减载控制功能验证；
6. 冰蓄冷系统不同模式切换功能验证。

水系统的控制逻辑验证宜包括下列内容：

1. 一级泵系统中，水泵台数及变频调节功能、旁通调节阀控制功能；
2. 二级泵及多级泵系统中，负荷侧各级水泵变流量控制功能。

上述系统自控功能验证是验证楼控系统与暖通空调系统联动的功能；而系统综合性能调适是基于自控系统开展的供冷供热系统整体性能、参数调适，包括系统参数控制准确性、稳定性、冷热源系统性能、变负荷工况调节等，验证系统在各个工况下的实际综合性能能否满足要求。

###  季节性验证应在典型供冷、供热工况下进行。

**【条文说明】**考虑到区域供冷供热系统典型的季节性，应在典型供冷、供热工况进行季节性验证。对于过渡季特性较强的系统，还应在典型过渡季进行验证。季节性验证应覆盖各工况不同负荷时段，至少包括制冷季和供暖季，根据系统的特性和用户功能需求可增加过渡季，每个工况宜至少连续验证5天，以确保季节性验证的充分性和完整性。

季节性验证宜基于楼宇自控系统的监测和记录功能开展，对过程中发现的楼宇自控系统的问题进行整改，真正实现楼控系统的预期功能，避免大量出现的楼控系统“只监不控”的弊端。另外，季节性验证宜对项目的实际能耗情况进行核查，核查系统总能耗、分项能耗的总量、变化趋势、所占比例等是否合理，并在此基础上对运行模式进行优化。

###  区域供冷供热系统调适完后，应将设计、施工、调适、验收等技术文件存档。

**【条文说明】**对照系统的实际情况和相关技术文件，保证技术文件的真实性和准确性。下列文件为必备文件档案，并作为节能运行管理、责任分析、管理评定的重要依据：

1. 区域供冷供热系统的设备明细表；
2. 主要材料、设备的技术资料、出厂合格证及进场检（试）验报告；
3. 仪器仪表的出厂合格证明、使用说明书和校正记录；
4. 图纸会审记录、设计变更通知书和竣工图（含更新改造和维修改造）；
5. 隐蔽部位或内容检查验收记录和必要的图像资料；
6. 设备、系统的安装及检验记录；
7. 管道压力试验记录；
8. 设备单机试运转记录；
9. 系统联合试运转与调适记录；
10. 系统调适报告。

以上资料应转化成电子版数字化方式存储，便于管理和查阅。

## 运行

###  运维团队应建立完善的设备、系统运行记录文件，制定合理的设备、系统检修维护计划，并重视自控系统维护。

**【条文说明】**楼宇自控系统是区域供冷供热系统实现可持续优化运行的重要基础。不仅应重视该系统的建设，还应重视系统的维护。

###  运维团队宜基于自控系统采集的数据定期进行能耗分析、节能诊断，以实现持续优化运行。

**【条文说明】**基于实际数据的分析是实现可持续优化运行的重要基础，应形成基于数据的分析、诊断、再优化的良性循环。

# 本规程用词说明

1为便于在执行本规程条文时区别对待，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规程中指明应按其他有关标准执行时，写法为：“应符合*……*的规定”或“应按……执行”。

# 引用标准名录

1. **《****室外给水设计规范》GB 50013**
2. **《****室外排水设计规范》GB 50014**
3. **《公共建筑节能设计标准》GB 50189**
4. **《****地源热泵系统工程技术规范》GB 50366**
5. **《建筑节能工程施工验收规范》GB 50411**
6. **《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736**
7. **《****地表水环境质量标准》GB 3838**
8. **《****污水综合排放标准》GB 8978**
9. **《蓄能空调工程技术标准》JGJ 158**
10. **《****燃气冷热电三联供工程技术规程》CJJ 145**