

**T/CECS** XXX- 2022

中国工程建设标准化协会标准

西北村镇多能互补分布式能源应用技术导则

**Technical Guidelines for Application of Multi-energy Complementary Distributed Energy System in Northwest Rural Areas**

**前 言**

根据中国工程建设标准化协会中国工程建设标准化协会《关于印发<2021年第二批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2021]20号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考国内外有关标准，并在广泛征求意见的基础上，编制了本导则。

本标准共分10章，主要技术内容是：总则、术语、基本规定、“太阳能+”多能互补系统、风光互补发电系统、“生物质能+”多能互补系统、施工与安装、调试及验收、运行维护、效益评估。

本导则的某些内容可能直接或间接涉及专利，本导则的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国工程建设标准化协会绿色建筑与生态城区专业委员会归口管理，由同济大学负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送解释单位（地址：北京市朝阳区北三环东路30号中国建筑科学研究院有限公司，邮政编码：100013）。

主编单位：中国建筑科学研究院有限公司

中国建筑技术集团有限公司

目录

[1 总 则 1](#_Toc115433225)

[2 术 语 3](#_Toc115433226)

[3 基 本 规 定 5](#_Toc115433227)

[4 “太阳能+”多能互补系统 7](#_Toc115433228)

[4.1 一 般 规 定 7](#_Toc115433229)

[4.2 负 荷 计 算 7](#_Toc115433230)

[4.3 系 统 设 计 9](#_Toc115433231)

[4.4 设 备 选 型 10](#_Toc115433232)

[5 风光互补发电系统 12](#_Toc115433233)

[5.1一 般 规 定 12](#_Toc115433234)

[5.2 系 统 设 计 13](#_Toc115433235)

[5.3 设 备 选 型 14](#_Toc115433236)

[6 “生物质+”多能互补系统 18](#_Toc115433237)

[6.1 一 般 规 定 18](#_Toc115433238)

[6.2 负 荷 计 算 18](#_Toc115433239)

[6.3 系 统 设 计 18](#_Toc115433240)

[6.4 设 备 选 型 20](#_Toc115433241)

[7 施工及安装 22](#_Toc115433242)

[7.1 一 般 规 定 22](#_Toc115433243)

[7.2 “太阳能+”多能互补系统 22](#_Toc115433244)

[7.3 风光互补发电系统 23](#_Toc115433245)

[7.4 “生物质+”多能互补系统 25](#_Toc115433246)

[8 调试及验收 27](#_Toc115433247)

[8.1 一 般 规 定 27](#_Toc115433248)

[8.2 “太阳能+”多能互补系统 28](#_Toc115433249)

[8.3 风光互补发电系统 29](#_Toc115433250)

[8.4 “生物质+”多能互补系统 29](#_Toc115433251)

[9 运行维护 31](#_Toc115433252)

[9.1 一 般 规 定 31](#_Toc115433253)

[9.2 “太阳能+”多能互补系统 31](#_Toc115433254)

[9.3 风光互补发电系统 32](#_Toc115433255)

[9.4 “生物质+”多能互补系统 32](#_Toc115433256)

[10 效益评估 34](#_Toc115433257)

[附录A 代表城市气象参数及不同地区太阳能保证率推荐值 35](#_Toc115433258)

Contents

[1 General Provisions 1](#_Toc115433225)

[2 Terms 3](#_Toc115433226)

[3 Overall Requirements 5](#_Toc115433227)

[4 "Solar +" multi-energy complementary system 7](#_Toc115433228)

[4.1 General Requirements 7](#_Toc115433229)

[4.2 Load Calculation 7](#_Toc115433230)

[4.3 System design 9](#_Toc115433231)

[4.4 Equipment selection 10](#_Toc115433232)

[5 Wind-solar hybrid power generation system 12](#_Toc115433233)

[5.1 General Requirements 12](#_Toc115433234)

[5.2 System design 13](#_Toc115433235)

[5.3 Equipment selection 14](#_Toc115433236)

[6 "Biomass+" Multi-energy Complementary System 18](#_Toc115433237)

[6.1 General Requirements 18](#_Toc115433238)

[6.2 Load Calculation 18](#_Toc115433239)

[6.3 System design 18](#_Toc115433240)

[6.4 Equipment selection 20](#_Toc115433241)

[7 Construction and Installation 22](#_Toc115433242)

[7.1 General Requirements 22](#_Toc115433243)

[7.2 "Solar +" multi-energy complementary system 22](#_Toc115433244)

[7.3 Wind-solar hybrid power generation system 23](#_Toc115433245)

[7.4 Biomass+" Multi-energy Complementary System 25](#_Toc115433246)

[8 Commissioning and acceptance 27](#_Toc115433247)

[8.1 General Requirements 27](#_Toc115433248)

[8.2 "Solar +" multi-energy complementary system 28](#_Toc115433249)

[8.3 Wind-solar hybrid power generation system 29](#_Toc115433250)

[8.4 "Biomass+" Multi-energy Complementary System 29](#_Toc115433251)

[9 Operation and Maintenance 31](#_Toc115433252)

[9.1 General Requirements 31](#_Toc115433253)

[9.2 "Solar +" multi-energy complementary system 31](#_Toc115433254)

[9.3 Wind-solar hybrid power generation system 32](#_Toc115433255)

[9.4 "Biomass+" Multi-energy Complementary System 32](#_Toc115433256)

[10 Benefit assessment 34](#_Toc115433257)

[Appendix A Represents the urban meteorological parameters and the recommended values of solar energy guarantee rate in different regions 35](#_Toc115433258)

# 1 总 则

**1.0.1** 为指导西北村镇多能互补分布式能源系统应用工程的设计、施工、调试、验收、运行维护及效益评估，促进分布式多能互补技术的有效应用，制定本导则。

**1.0.2** 本导则适用于西北村镇新建、扩建和改建项目中的多能互补分布式能源系统应用工程，以及在既有建筑上改造或增设的多能互补分布式能源系统应用工程。

**1.0.3** 西北不同地区村镇应根据气候、资源条件、经济发展水平及终端用能需求特征，因地制宜选择适当的分布式多能互补技术。

**1.0.4** 多能互补分布式能源系统的建设及应用除应符合本导则外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

# 2 术 语

**2.0.1** 多能互补 multi-energy complement

通过多种能源的协同供应和综合利用，实现清洁低碳、安全高效的供能用能方式。

**2.0.2** 分布式能源系统 distributed energy system

临近用户设置，发电并梯级利用发电余热联产冷和/或热，且就地向用户输出电、冷和/或热的能源系统。

**2.0.3** “太阳能+”多能互补供暖系统 “solar+” multi-energy complementary heating system

将太阳能与其他一种或多种清洁能源结合，主要用于供给村镇建筑冬季供暖和生活热水，系统主要部件有太阳能集热器、换热装置、储能设施、辅助能源加热设备、泵、连接管道和控制系统、供热供暖末端等。

**2.0.4** 太阳能保证率 solar fraction

太阳能供热采暖系统中由太阳能供给的热量占太阳能集热系统设计符合的百分率。

**2.0.5** 风光互补发电系统 wind and PV power system

安装在村镇建筑本体或周边场地，为建筑供电的风光互补发电系统，分为直流离网系统、交流离网系统、无储能交流并网系统、有储能交流并网系统，主要由太阳能光伏组件、风机发电机组、控制器和蓄电池等部件组成。

**2.0.6** 最大功率点跟踪 maximum power point tracking（MPPT）

对光伏方阵输出的电压与电流变化跟踪控制，使光伏方阵直流输出功率保持在最大功率点附近，使光伏组件发挥最佳性能的自动调整功能。

**2.0.7** 液冷式光热光伏一体化组件 liquid-cooled hybrid PV/ thermal module

利用太阳辐射发电与加热、传热工质为液体的太阳能光伏光热综合利用组件。

**2.0.8** “生物质能+”多能互补热电联供系统 “biomass+” multi-energy complementary heating and powering systems

以生物质沼气或生物质燃料为主要燃烧原料，通过热机或发电站同时产生电力和有用的热量，并耦合其他一种或多种清洁能源，用于村镇建筑供电和供热。

**2.0.9** 低环境温度空气源热泵机组 low ambient temperature air source heat pump packages

以空气为热源，采用电动机驱动的蒸汽压缩制冷循环，在不低于-25℃的环境温度里制取热水或热风的机组。

# 3 基 本 规 定

**3.0.1** “太阳能+”多能互补系统与“生物质能+”多能互补系统应优先解决西北村镇建筑的供暖和生活热水需求。

**3.0.2** 风光互补发电系统应优先解决西北村镇地区的生产和生活用电需求，如照明、炊事、小型加工动力用电等。

**3.0.3** 多能互补分布式能源系统类型宜根据所在地区气候、太阳能资源条件、建筑物类型、建筑物使用功能、用户要求、投资规模、安装条件等因素综合确定。

**3.0.4** 多能互补分布式能源系统供暖负荷的设计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》GB50736的有关规定。

**3.0.5** 村镇建筑主要供暖房间室内设计温度应满足现行国家标准《农村居住建筑节能设计标准》GB/T50824的有关规定。

**3.0.6** 多能互补分布式能源系统生活热水供应负荷的设计应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》 GB 50015的规定。

**3.0.7** 风光互补发电系统的电能质量应符合现行国家标准《电能质量 电压波动和闪变》GB/T 12326、《电能质量 公用电网谐波》GB/T 14549、《电能质量 三相电压不平衡》GB/T 15543、《电能质量 供电电压偏差》GB/T 12325的规定。

**3.0.8**多能互补供热系统的热源部件应符合表3.1.1的规定，并具有相应性能检测报告。

表3.0.8 多能互补供热系统热源部件技术要求（生活热水、炊事、发电）

|  |  |
| --- | --- |
| 部件名称 | 技术要求 |
| 太阳能集热器 | GB/T6424、GB/T17581、GB/T26976 |
| 储热水箱 | GB/T28746 |
| 低环境温度空气源热泵机组 | GB/T25127.2 |
| 电热水器 | GB/T20289 |
| 生物质成型燃料锅炉 | NB/T 47062 |

**3.0.9** 既有建筑增设或改造分布式多能互补供能系统时，应进行建筑结构安全复核并满足其安全性要求。

**3.0.10** 供暖系统热源的供热参数应与末端供暖系统相适应。

**3.0.11** 末端供暖系统设计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、《辐射供暖供冷技术规程》JGJ142和《建筑给水排水设计标准》GB50015的有关规定。

**3.0.12** 多能互补分布式能源系统应设置自动控制，并应符合下列规定：（加到基本规定）

**1** 自动控制系统的功能应包括对“太阳能+”多能互补系统的运行控制和安全防护控制、太阳能集热发电设备和其他辅助设备的工作切换控制。

**2** 控制方式应简便、可靠、利于操作。

**3** 自动控制系统中使用的温度传感器，其测量不确定度不应大于0.5℃

# 4 “太阳能+”多能互补系统

## 4.1 一 般 规 定

**4.1.1** “太阳能+”多能互补系统的应用应遵循太阳能利用优先，其他能源辅助应用的原则。

**4.1.2** “太阳能+”多能互补系统的辅助能源宜优先选用空气能、电能等其他清洁能源，辅助能源应单独计量。

**4.1.3** “太阳能+”多能互补供暖系统应用前，应对建筑围护结构热工性能进行评估：

**1** 当达不到国家现行标准《农村居住建筑节能设计标准》GB/T 50824的规定时，在技术可行、经济合理的条件下，应实施围护结构节能改造。

**2** 当不具备条件实施围护结构全面改造时，宜实施更换或加装外窗等效果较为突出的改造内容。

**4.1.4** “太阳能+”多能互补应根据建设地区和使用条件采取防冻、防过热、防雹、抗风、抗震、防雷和用电安全等技术措施。

## 4.2 负 荷 计 算

**4.2.1** “太阳能+”多能互补系统负荷计算应包括太阳能集热系统负荷计算和其他辅助能源系统负荷计算。

**4.2.2** “太阳能+”多能互补系统同时负担供暖和生活热水时，应采用两者中较大的负荷作为最后确定的系统负荷。

**4.2.3** “太阳能+”多能互补系统负担的采暖热负荷宜通过采暖季逐时热负荷计算确定；采用简化计算方法时，该采暖热负荷应为采暖期室外平均气温条件下的建筑物耗热量，并应符合下列规定：

**1** 太阳能集热系统负担的采暖热负荷应按下式计算：

式中：——太阳能集热系统负担的采暖热负荷（W）；

　　　　　　——通过围护机构的传热耗热量（W）；

　　　　　　——空气渗透耗热量（W）；

——建筑物内部得热量，包括照明、电器、炊事、人体散热和

　　　　　　　　　　被动太阳能集热部件得热等（W）。

**2** 通过围护结构的传热耗热量应按下式计算：

式中：*QHT*——通过围护结构的传热耗热量（W）；

*ti*——室内空气计算温度（℃），按《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736中规定范围的低限选取；

*te*——采暖期室外平均温度（℃），应按附录A选取；*ε*——围护结构温差修正系数，应按《民用建筑供暖通风与空气调

节设计规范》GB50736的规定选取；

*K——*围护机构的传热系数[W /(m2·℃)]；

*F*——围护结构的面积（m2）；

*Φ*——围护结构附加耗热量占基本耗热量的百分率（％），应按《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736的规定选取。

**3** 空气渗透耗热量应按下式计算：

式中：——空气渗透耗热量（W）；

*Cp*——空气比热容[W·h/(kg·℃)]，取0.28W·h/(kg·℃)；

*ρ*——空气密度（kg/m3），取te条件下的值；

*L*——渗透冷空气量（m3/h），应按《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736中附录F的规定计算。

**4.2.4** 太阳能集热系统负担的生活热水供应负荷应为建筑物的生活热水平均日耗热量，热水平均日耗量以及小时耗热量的计算应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》 GB 50015的规定。

**4.2.5** 其他能源辅助加热或换热设备的设计负荷应按建筑采暖设计热负荷与建筑热水设计小时耗热量中的较大值确定。

**4.2.6** 建筑采暖设计热负荷的计算应符合下列规定：

**1** 采暖设计热负荷的计算应符合现行国家标准《农村居住建筑节能设计标准》GB/T 50824的规定

**2** 现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736中规定可不设置集中采暖的地区或建筑，宜根据当地的实际情况，降低室内空气计算温度。

## 4.3 系 统 设 计

**4.3.1** “太阳能+”多能互补系统应由太阳能集热系统、蓄热系统、末端供热采暖系统、自动控制系统和其他能源辅助加热或换热设备集合构成。

**4.3.2** “太阳能+”多能互补系统分类宜符合表4.3.2的规定

表4.3.2 “太阳能+”多能互补系统分类

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 分类特征 | 系统类型 | | | |
| 太阳能集热系统 | 真空管型集热器系统 | 平板型集热器系统 | 陶瓷集热器系统 | 空气集热器系统 |
| 系统运行压力 | 承压式 | 非承压式 | - | - |
| 系统储能方式 | 水箱储热 | 储热材料储热 | 墙体蓄热 | 其他储能方式 |
| 辅助能源类型 | 空气源热泵 | 电采暖 | - | - |
| 末端系统 | 地板辐射供暖系统 | 散热器供暖系统 | 风机盘管供暖系统 | 直接供给热风的供暖系统 |

**4.3.3** 在防冻要求严格或间歇供暖的建筑中，宜采用热风供暖系统。

**4.3.4** “太阳能+”多能互补系统应设置能量计量装置，且应分别计量太阳能集热系统得热量、辅助热源供热量，系统供热量、系统水泵和风机耗电量等能量参数。

**4.3.5** “太阳能+”多能互补系统应根据用户需求、投资、供热采暖负荷、系统形式、性能、太阳能保证率等进行技术经济分析后选取并确定蓄热系统的规模。

**4.3.6** “太阳能+”多能互补系统、采暖系统、生活热水系统与蓄热水箱的连接管位置应布置合理，实现不同温度供热的需求。

**4.3.7** 液体工质采暖系统宜采用低温热水辐射、水-空气处理设备和散热器等末端采暖设施。

**4.3.8** 系统管道及保温材料应选用耐腐蚀、与传热工质相容、可耐受系统最高工作温度且安装连接方便可靠的管材和材料。

**4.3.9** 通过水力计算确定系统管路的管径、长度、布置方式及水力平衡装置等，应满足管网水力平衡要求。

**4.3.10** “太阳能+”多能互补系统的设计选型应根据施工安装、操作使用、运行管理、部件更换和维护等要求进行，并应安全、可靠、适用、经济、美观。

## 4.4 设 备 选 型

**4.4.1** 系统设备应有产品合格证，其性能应符合设计要求，且应有性能检测报告。

**4.4.2** “太阳能+”多能互补系统选用的太阳能集热器的性能应符合现行国家标准《平板型太阳能集热器》GB/T 6424、《真空管型太阳能集热器》 GB/T 17581和《太阳能空气集热器技术条件》 GB/T 26976的相关规定，且正常使用寿命不应少于15年。

**4.4.3** 空气源热泵的选型应符合下列规定：

**1** 供暖系统中应选用低温型空气源热泵机组，性能参数应符合表4.4.3中的要求。

**2** 应根据建筑实际负荷的变化特性，优先选择负荷可调节的变频机组、多压缩机机组或多台机组。

**3** 当机组的名义工况与设计工况不符时，应根据室外温、湿度及结、除霜工况对机组制热性能进行修正。

**4** 机组应具备自动融霜功能，融霜所需的时间总和不应超过运行周期的20%。

表4.4.3 西北地区空气源热泵热水机性能参数

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 工况条件 | 空气干/湿球温度 | 出水温度 | 制热能效 |
| 名义工况 | -12/-13.5 ℃ | 41 ℃ | 2.1 |
| 低温工况 | -25/-- ℃ | 41 ℃ | 1.8 |

**4.4.4** 低温极限工况时，空气源热泵热水机制热各部件不应损坏，低压、防冻、过载保护器等安全保护元器件不应动作而导致热水机停止工作，热水机应能正常工作，但允许出现卸载运行。

**4.3.5** 系统的蓄热水箱容积应根据设计蓄热时间周期及蓄热量等参数通过模拟计算确定。

**4.3.6** 蓄热水箱宜采用外保温，其保温设计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和《设备及管道绝热设计导则》GB/T 8175的规定。

**4.4.7** 散热器宜选择低温型散热器。确定散热器数量时，应根据其连接方式、安装形式、组装片数、热水流量以及表面涂料等对散热量的影响，对散热器数量进行修正。

**4.4.8** “太阳能+”多能互补系统应根据使用需求设置保温循环水箱和高效循环水泵。

# 5 风光互补发电系统

## **5.1一 般 规 定**

**5.1.1** 风光互补系统适用于年平均风速不小于3.5m/s且年度太阳能辐射总量不小于4200MJ/m2的地区。

**5.1.2** 分布式风光互补发电系统输出电压不应超过400V交流或750V直流。

**5.1.3** 系统在下列条件下应能连续、可靠地工作：

a) 室外温度：-25℃～+45℃；

b) 室内温度：0℃～+40℃；

c) 空气相对湿度：≤90%(25士5℃)；

d）海拔高度：≤1000m。

**5.1.4** 如果存在下述任何一种特殊使用条件，用户应向设备制造商提出，并遵守适用的特殊要求或由设备制造商与用户签订专门的协议。

特殊使用条件举例如下：

a）温度值、相对湿度和/或海拔与5.1.2的规定值不同；

b） 在使用中，湿度和/或起亚的几句变化，以致在设备内易出现异常的凝露；

c）暴露在恶劣的气候条件下（雷电、雨、冰雹、雪和冰）；

d）遭受强烈震动和冲击（地震）；

f）异常过电压状况或异常的电压波动；

g）电源端的过渡谐波；

h）沙尘环境。

**5.1.5** 系统安全要求应符合以下规定：

1系统的安全要求应满足现行国家标准《离网型风光互补发电系统安全要求》GB 29544的相关规定与要求。

2 风光互补机组应设有醒目标识，标明“警告”、“危险”等提示性文字和符号。标识的形状、颜色、尺寸和高度应按照现行《安全标志及其使用导则》GB28944的规定执行。

## **5.2 系 统 设 计**

**5.2.1** 风光互补系统由风力发电系统、光伏发电系统、风光互补控制器、逆变器（离网/并网）和储能单元组成。

**5.2.2** 直流离网系统由风力发电机和光伏阵列组成发电单元，经直流母线汇集，为负载供电；直流并网系统由风力发电机和光伏阵列组成发电单元，经直流母线汇集，经逆变器并入交流电网。

**5.2.3** 交流离网系统由风力发电机和光伏阵列组成发电单元，经交流母线汇集，为负载供电；交流并网系统由风力发电机和光伏阵列组成发电单元，经交流母线汇集，并入交流电网。

**5.2.4**系统类型应在明确供需匹配关系的基础上，同时结合所在地区气候、太阳能资源条件、建筑物类型、建筑物使用功能、用户要求、投资规模、安装条件等因素综合确定。

**5.2.5** 系统装机容量根据照明、炊事、小型加工动力用电的负荷计算和经济条件、资源条件确定。

**5.2.6**系统用电需求与保证必须满足下列规定：

**1** 系统设计时需要针对当地资源状况进行分析，同时需作出相对资源最差月份与相对资源最好月份的数据统计与分析。

**2** 离网型系统的年用电保证率应不低于95%。

**3** 并网型系统以年度为单位计算与统计系统的发电量。

**5.2.7** 系统额定直流电压应满足表5.2.7要求：

表5.2.7 额定直流电压（单位：伏特）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 12 | 24 | 36 | 48 | 72 | 96 | 110 | 220 | 400 | 750 |

**5.2.8** 系统额定输出交流电压、频率及波型应满足表5.2.8要求：

表5.2.8 额定输出交流电压、频率及波型

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 频率 | 波型 | 交流电压/v | |
| 单相 | 三相 |
| 50 | 方形（内蒙古牧区） | 220 | —— |
| 50 | 正弦波 | 220 | 380 |

**5.2.9**系统的电能品质要求必须满足下列规定：

**1** 当系统的直流电压在额定电压值的90%～120%范围内变化时，系统的交流输出频率应保持在50Hz±2.5Hz的范围内，即频率稳定度为±5%。

**2** 输出额定功率，当系统的直流电压在额定值的90%～120%范围内变动时，系统交流输出电压变化范围应不超过额定值±10%。

**3** 输出波型为正弦波的系统，正弦波的失真度不超过5%。

**5.2.10**系统应该具有如下的保护功能：

**1** 储能单元过放保护。

**2** 储能单元过充保护。

**3** 短路保护。

**4** 过负荷保护。

**5** 系统应有有效防止风力发电机组空载电压冲击措施，保证在出现最大空载电压时，系统内所有电气设备包括系统外部的用电设备均能得到有效保护。

**6**漏电保护装置的安装按照现行标准《剩余电流动作保护装置安装和运行》GB 13955中的规定执行。

## **5.3 设 备 选 型**

**5.3.1** 风力发电机组功率计算与选择应结合当地风力资源禀赋，即年平均风速、最低月平均风速、无有效风速期时间长短等参数，以及用电负荷，即月平均最低用电量等数据合理确定。

**5.3.2** 风力发电机组额定风速值应根据年内最低的月平均风速选择。

**5.3.3** 在总功率相同时，允许使用2台或者多台风力发电机组并联使用。多台风力发电机并联使用时风力发电机组之间的安装应避免相互干扰。

**5.3.4** 风力发电机单机额定输出功率应满足表5.3.4要求：

表5.3.4额定输出功率（单位：千瓦）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0.2 | 0.3 | 0.6 | 1 | 1.5 | 2 | 2.5 | 3 | 5 | 7.5 | 10 | 50 | 100 |

**5.3.5**系统选取风力机时要符合下列要求：

**1**系统选用的风力发电机组应符合现行国家标准《风光互补发电系统 第1部分：技术条件》GB19115.1、《离网型风力发电机组用发电机 第1部分：技术条件》GB10760.1和《离网型风力发电机组 第1部分：技术条件》GB 19068.1的技术要求。

**2**在多雷区或有特殊要求的用户，应采用有适当防雷措施的风力发电机组。

**3** 风力机安装周边应设置防护栏，并设置明显安全标识。

**4** 并网逆变器风机端具有最大功率跟踪（MPPT）的编程设计。

**5.3.6** 太阳能发电系统宜选用液冷式光热光伏一体化组件，当采用晶硅电池时，光热光电总效率不宜低于60%；当采用非晶硅电池时，光热光电总效率不宜低于40%。

**5.3.7**选取太阳能电池组件（光伏阵列）时应该满足以下技术要求：

**1** 系统选用的太阳能电池组件应符合《地面用晶体硅光伏组件 设计鉴定和定型》GB/T 9535的要求。

**2** 光伏阵列是由一个或若干个光伏组件在机械和电气上按一定方式，组装在一起并有固定支撑结构构成的直流发电单元，其电流和电压失配损失应小于2%。

**3** 光伏阵列的结构设计应保证组件与支架的连接牢固可靠。

**4** 光伏阵列及支架应能够抵抗120km/h暴风而不被损坏。支架应能够保证正确的方位和角度，以使其能够获得最大的年发电量。

**5**在潮湿或有腐蚀性气体的环境中使用的光伏阵列紧固件应有防腐蚀措施。

**6** 光伏组件光伏发电系统根据装机规模、电池阵列布置、接入电网系统方式及安装条件，宜按照直流汇流，集中逆变设计：情况复杂时，朝向多元化的屋面宜采用分散逆变、集中并网设计。

**7** 建筑光伏组件在正常使用条件下设计使用寿命应不低于25年，在25年试用期内输出功率不应低于额定的80%的标准。

**8** 建筑光伏组件应与建筑外观相协调，并应与建筑模数相匹配，并符合GB/T 51368中的设计和构造要求。

**9** 建筑光伏系统应纳入建筑主体结构和围护结构的荷载计算；新建建筑上建设光伏系统应与主体建筑同步设计、施工和验收；既有建筑上附加建筑光伏系统时，应对既有建筑的结构安全性和耐久性及电气安全性进行复核。

**10** 在多雷区或超高的特殊环境中使用光伏阵列应有防雷措施。

**11** 光伏组件应满足抗风和抗压设计。

**5.3.8** 太阳能电池组件的功率的选择总体上应结合当地的光照资源禀赋、安装条件、并离网条件、与之配合的风力系统发电能力和用电负荷进行选择，在保证供需匹配的原则下，经济合理选择太阳能电池组件（光伏阵列）的功率，并符合以下要求：

**1** 太阳能电池组件（光伏阵列）的峰值功率根据系统日平均最低耗电电量、无有效风速期时当地峰值日照小时数和系统损失因子确定。

**2** 在一般正常状态下，系统的太阳能电池组件（光伏阵列）的最小功率应能保证供能系统日平均最低发电量，并且是日平均最低点耗电量的1.8倍以上。

**3** 在多雷区或超高的特殊环境中使用太阳能电池组件（光伏阵列）应有防雷措施。

**5.3.9** 风光互补控制器应具备以下功能：

1 风光互补控制器能够控制风力发电系统和光伏发电系统的输出功率，且两控制通道要各自独立和有效隔离。同时，该装置可以控制储能单元的充放电，整体协调控制风、光和储能单元的运行。

2 风光互补控制器应具有完善的保护功能，包括雷电保护、光伏阵列防反充电、过压欠压自动制动和储能单元反接。

**5.3.10** 离网逆变器的选择应符合以下要求：

**1** 逆变器的输出功率应当根据用户经常使用的电器类型、功率和使用的时间来计算和确定。

**2**逆变器应具有输出电压自动调节功能，当输入直流电压在额定值的60%~120%范围变化时，其方波输出端电压变化范围应不超过额定电压值的±10%，正弦波输出端电压变化范围应不超过额定电压的±5%。

**4** 逆变器的输出频率变化范围应不超过规定值的±5%。

**5** 逆变器输出波形为方波时，谐波分量应小于或等于10%；为正弦波时，谐波分量应小于或等于5%。

**5.3.11** 并网逆变器输出电网侧电流谐波失真（THD）应低于4%，电网直流分量应小于20mA。

**5.3.12** 储能单元的选择应符合下列规定：

**1** 储能单元以电化学储能为主，根据可靠性、环保、电能质量要求和经济条件与维护管理等选择适合风光互补发电使用的新型储能单元。

**2** 储能单元的串联电压应根据汇集方式与母线电压匹配计算。

**3** 储能单元的容量由日最低耗电量、设定的连续阴天天数、最长无风期的天数和技术性能，如自放电率、充放电效率和放电深度等因素共同确定。

**5.3.13** 泄荷器的选择应符合下列规定：

**1** 系统配备的储能单元有出现过充的可能性时，系统应配备泄荷器。

**2** 泄荷器的功率至少应不小于系统功率的2倍。

# 6 “生物质+”多能互补系统

## **6.1 一 般 规 定**

**6.1.1** 西北地区村镇“生物质+”多能互补系统类型主要包括沼气+辅助能源供能系统、生物质燃料+辅助能源供能系统、生物质热电联产+多能互补系统等。

**6.1.2** 生物质+多能互补系统应优先解决西北村镇居民炊事、生活热水和供暖需求，同时兼顾生产、电力需求。

**6.1.3** 沼气+辅助能源供能系统宜优先应用于秸秆、畜禽粪便等生物质资源丰富的地区。

**6.1.4** 沼气+辅助能源供能系统宜应用于规模化集中制沼工程。

**6.1.5** 西北地区生物质成型燃料原料来源宜优先采用沙柳、柠条等。

**6.1.6** 生物质燃料炉具+辅助能源供能系统中辅助能源宜选用太阳能光热，应根据西北地区太阳能及生物质资源与适用条件统筹规划。

**6.1.7**生物质燃料炉具+辅助能源供能系统应根据项目负荷特点和资源条件进行适宜性分析。

**6.1.8**生物质燃料炉具+辅助能源供能系统主要应用于西北村镇地区农村建筑，应做到全年综合利用，同时满足用户炊事、采暖及生活热水多功能需求。

## **6.2 负 荷 计 算**

**6.2.1**生物质燃料炉具+辅助供能系统负荷计算应包括炊事负荷、生活热水负荷和采暖负荷计算。

**6.2.2** 居民人均炊事用气量应按照3400MJ/（人·a）计算。

**6.2.3** “生物质+”多能互补系统承担的建筑采暖热负荷宜按4.2.3计算确定。

**6.2.4** “生物质+”多能互补系统承担的生活热水负荷宜按4.2.4计算确定。

## **6.3 系 统 设 计**

**6.3.1** 沼气+辅助能源供能系统类型宜根据所在地区气候、生物质资源条件、建筑用能需求、投资规模、安装条件等因素综合确定。

**6.3.2** 沼气+辅助能源供能系统设计应包括发酵、储存、输气、用气等环节设计。

**6.3.3** 沼气工程的设计应符合综合利用、环境保护和职业卫生的要求。

**6.3.4** 发酵原料温度低于20℃的沼气工程，应设置辅助能源加热设备。

**6.3.5** 辅助能源宜优先用于加热沼气发酵环境，提升低温气候条件下的沼气产气效率，也可用于末端用户沼气供热时的补充热源。

**6.3.6** 辅助能源加热设备制热量应满足冬季沼气发酵环境的增温需求，计算升温总热量应包括加热发酵原料所需热量、沼气发酵装置、热交换器及管道散热损失等，并应考虑冬季最不利工况。

**6.3.7** 辅助能源加热应根据当地的资源条件，优先选用太阳能、热泵、电等清洁能源。

**6.3.8** 沼气工程的设计应符合《沼气工程技术规范第1部分：工程设计》NYT 1220.1的规定。

**6.3.9** 沼气发酵启动时发酵原料的碳氮比（C/N）宜大于等于20，且小于等于30

**6.3.10** 生物质成型燃料产品按形状分为：颗粒状、块状和棒状。

**6.3.11** 生物质成型燃料的外形尺寸、视密度应符合表6.3.11的规定

表6.3.11 生物质成型燃料的外形尺寸、视密度

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 符号 | 产品外型分类符号 | 指标 |
| 截面尺寸(mm) | *D* | L | ≤25 |
| K、B | >25 |
| 长度(mm) | *L* | L | 1000kg/m3≤*ρ*＜1060kg/m3，*L*≤4D  1060kg/m3≤*ρ*＜1142kg/m3，*L*≤5D  1142kg/m3≤*ρ*＜1238kg/m3，*L*≤6D |
| K | ≤3D |
| B | ≤5D |
| 视密度(kg/m3) | *ρ* | L | ≥1000 |
| K、B | ≥600 |

**6.3.12** 生物质成型燃料的抗碎性、破碎率应符合表6.3.12的规定。

表6.3.12 生物质成型燃料的抗碎性、破碎率

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 符号 | 要求 |
| 抗碎性(%) | SS | ≥95 |
| 破碎率(%) | BR | ≤5 |

**6.3.13** 生物质成型燃料的工业及元素分析指标应符合表6.3.13的规定。

表6.3.13 生物质成型燃料的工业及元素分析指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 符号 | 指标 |
| 全水分(%) | *Mt* | ≤12 |
| 干燥基灰分(%) | *Ad* | ≤8 |
| 干燥基挥发分(%) | *Vd* | ≥60 |
| 干燥基全硫(%) | *St,d* | ≤0.2 |
| 收到基低位发热量(MJ/kg) | *Qnet,v,ar* | ≥13.4 |

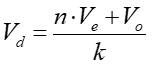
**6.3.14** 生物质燃料炉具应以水为传热介质，额定工作压力为常压，循环系统相对高度不超过10m，出口热水温度不高于85℃。

**6.3.15**生物质燃料炉具+辅助能源供能系统设计时，应根据西北地区原料来源、太阳能资源、用户习惯和投资成本等综合计算辅助能源用能比例或保证率。

**6.3.16**生物质燃料炉具+辅助能源供能系统应便于操作，同时设计满足不同季节工况一键切换功能。

## **6.4 设 备 选 型**

**6.4.1** 发酵器的有效容积可按公式6.4.1确定：

 6.4.1

式中：

*Vd*—发酵罐有效容积，m3；

*n*—供气农户的户数，户；

*Ve*—农户每天的用气量，m3/（d·户）；

*Vo*—每天用作锅炉燃料及其他用途的沼气量，m3/天；

*k*—设计容积产气率，m3/(m3·d)。

**6.4.2** 沼气集中供气系统中应设置储气设施 ，承担负荷调峰，且当气源非连续供应或者气源意外暂停产气时，在部分时段起到部分时段主气源的作用。

**6.4.3** 沼气宜采用低压储存，西北地区村镇宜采用干式气柜，当采用湿式气柜时应采取相应的防冻措施。

**6.4.4** 沼气+辅助能源供能系统的储气罐容积、供气量与沼气生产能力互相关联，当气源连续供气时，沼气池的最小产气能力为沼气系统的日产气量的1/24。当气源不连续供气时，沼气池的最小产气量由工作小时数确定，最小产气能力为沼气系统的日产气量的1/t，t为制气小时数。

**6.4.5** 户用沼气热水炉燃烧器设计宜采用全预混式燃气燃烧技术，宜采用冷凝炉。

**6.4.6** 户用沼气热水炉的结构、材料和安全应符合国家现行标准《燃气采暖热水炉》GB 25034的有关规定

**6.4.7** 系统的部件和配件，应符合国家相应标准的规定，沼气装置的正常使用寿命不应小于15年。

**6.4.8** 户用生物质炉具按用途分炊事采暖型生物质炉具和采暖型生物质炉具。

**6.4.9** 生物质燃料炉具设计额定供热量不小于炉具标称值，且应满足用户采暖负荷需求；

**6.4.10** 生物质燃料炉具炊事、取暖、热水三联供综合热效率不低于75%；

**6.4.11** 生物质燃料炉具炊事火力强度不宜小于2kW。

**6.4.12** 生物质燃料炉具封火时间应大于8小时。

**6.4.13** 生物质燃料炉具大气污染物排放限值见表6.4.13所示。

表6.4.13 炉具大气污染物排放限制

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 排放指标 |
| 烟尘（mg/m3） | 30 |
| 二氧化硫（mg/m3） | 30 |
| 氮氧化物（mg/m3） | 150 |
| 一氧化碳（%） | 0.2 |
| 烟气黑度（林格曼，级） | 1 |

# 7 施工及安装

## **7.1 一 般 规 定**

**7.1.1** 多能互补分布式能源系统的施工安装不应破坏房屋的结构、屋面、地面防水层和附属设施，不应削弱建筑物在寿命期内承受荷载的能力。

**7.1.2** 多能互补分布式能源系统的施工安装应单独编制施工技术文件，并应包括与主体结构施工、装饰装修等相关工种的协调配合方案和安全措等内容。

**7.1.3** 多能互补分布式能源系统的施工安装前应具备下列条件：

**1** 设计施工图纸和有关技术文件齐全；

**2** 有适应严寒、高海拔等恶劣气候条件完善的的施工方案和施工组织设计；

**3**施工场地符合施工组织设计要求，现场具有供水、供电条件及储放材料的临时设施；

**4** 预留基座、空洞、预埋件和设备符合设计要求，并已验收合格；

**5** 既有建筑具有建筑结构安全复核通过的相关文件。

**7.1.4** 进场安装多能互补分布式能源系统的产品、配件、管线及配套设备的性能和外观应符合现行国家及行业相关产品标准的要求，选用材料应能耐受能源系统的极端工况。

**7.1.5** 多能互补分布式能源系统的施工安装应对已完成的土建工程、安装的产品及部件采取保护措施。

**7.1.6** 多能互补分布式能源系统的施工安装应由专业队伍或经过培训并考核合格的人员完成。

**7.1.7** 多能互补分布式能源系统自动控制系统的传感器接线应牢固可靠，接触良好。接线盒与套管之间的传感器屏蔽线应作二次防护处理，两端应作防水处理。

**7.1.8** 多能互补分布式能源系统涉及燃气、电力等，其安装单位、人员应具有特种设备安装资质并按省级质量技术监督局要求进行安装报批、检验和验收。

## **7.2 “太阳能+”多能互补系统**

**7.2.1** “太阳能+”多能互补系统应为整体式或多个单元现场组装，并应预留相应的部件更换、维护和检查空间。

**7.2.2** 系统的管道连接处应光滑平整、无渗漏，各管道走向合理。

**7.2.3** 系统各部件的外表面应平整，无划痕、污垢和其他缺陷。

**7.2.4** 设备喷涂层应均匀，无流痕、气泡和剥落现象。

**7.2.5** 系统应在装置外壳标明电气安全警示及电气端子接线图。

**7.2.6** 系统连接管线、部件、阀门等配件选用的材料应耐受系统的最高工作温度和工作压力。

**7.2.7** 太阳能集热系统管道及保温材料应选用耐腐蚀、与传热工质相容、可耐受系统最高工作温度且安装连接方便可靠的管材和材料。

**7.2.8** 供暖系统的水平管道的敷设应有一定的坡度，坡向应有利于排气和泄水。供回水支、干管的坡度宜采用0.003，不得小于0.002；立管与散热器连接的支管，坡度不得小于0.01；当受条件限制，供回水干管（包括水平单管串联系统的散热器连接管）无法保持必要的坡度时，局部可无坡敷设，但该管道内的水流速不得小于0.25m/s。

**7.2.9** 供暖系统的管道应有补偿管道热胀冷缩的措施，宜采用自然补偿。当自然补偿不能满足要求时，应设置补偿器。

**7.2.10** 水泵、电磁阀、阀门的安装方向应正确，水泵、电磁阀前应安装活接，方便检修。水泵、电磁阀等设备安装在露天场所时应采用防雨保护措施。

## **7.3 风光互补发电系统**

**7.3.1** 风力发电机组的安装应符合以下要求：

**1** 叶片安装时需使用专用吊具，保证叶片起吊角度适宜，吊装前检查叶片。

**2** 风轮吊装前，应保证叶片连接件全部按额定力矩紧固合格，轮毂与主轴连接面和螺纹孔应清理干净。

**3** 风轮安装过程中，应使用牵引风绳控制风轮方向，风轮的安装应便于拆卸。

**4** 风轮安装时，应避免叶尖触碰地面和塔架。

**5** 发电机吊装前应制定详细的安全吊装方案，且保证所有部件安装合格。

**6** 发电机安装前各连接面和螺纹孔应清理干净。

**7** 在发电机吊装前，确认所有塔架螺栓和塔架与机舱螺栓都按100%的额定扭矩紧固完成。

**8** 发电机吊装完成后，发电机与机舱全部连接螺栓紧固到100%扭矩值之后，才可撤出风轮吊具。

**9** 风力发电机组中其他关键部件与系统的安装应符合现行国家标准《风力发电机组装配和安装规范》GB19568和现行中国标准《离网型风力发电机组安装规范》JB 10395的要求。

**7.3.2** 建筑光伏组件安装应符合以下要求：

**1** 光伏阵列的安装位置应保证在日照所有时间内。

**2** 在地面安装的光伏阵列与地面（屋面）之间的最小间距应在1.2m（需要核实，应该没有具体的类似要求）以上，底部与基础应固定牢固。

**3** 光伏组件的安装偏差应符合表7.3.2的规定。

表7.3.2 建筑光伏组件的安装允许偏差（单位：mm）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 允许偏差 | |
| 倾斜角度偏差 | ≤1° | |
| 组件边缘高差 | 相邻组件间 | ≤±2 |
| 东西向全长（相同标高） | ≤10 |
| 组件平整度 | 相邻组件间 | ≤±2 |
| 东西向全长（相同轴线及标高） | ≤5 |
| 檐口与屋脊的平行度 | 允许偏差 | ≤12 |
| 光伏组件对屋脊的垂直度 | 单坡或半坡长度的1/800，且≤25 | |
| 光伏组件铺装的有关尺寸 | 符合设计要求 | |

**4** 屋顶安装光伏阵列与屋顶材料之间的最小间距应不低于10cm。光伏阵列支架安装应与建筑物的主体结构相连接。

**5** 光伏组件的安装应在主体结构和对应工程量的支承金属构件验收合格后进行。

**6** 光伏组件应按预定的安装顺序安装，组件在施工过程中及安装完毕后均不得踩踏。

**7** 相邻光伏组件边缘高差应为±2mm。

**8** 光伏组件的串并联数量和路径应符合设计要求。

**9** 光伏组件的插头之间应插接到位。

**10** 同一光伏组件或光伏组串的正负极不应短接。

**11** 散热间隙不得被杂物堵塞。

**12** 线缆应顺平地放入线槽内。

**13** 安装在屋顶上的光伏阵列应采取防雷措施。

**14** 建筑光伏组件涉及屋面工程的其他系统安装应符合现行国家标准《建筑光伏系统应用技术标准》GB 51368的要求。

**7.3.3** 风光互补发电系统控制器、逆变器、储能单元的安装应符合以下要求：

**1** 控制器、逆变器、储能单元安装应符合相应电气设备安装规范或操作规程。

2 控制器、逆变器安装在同一配电柜中，应安放在室内通风地方且有安全保证。

**7.3.4** 风光互补发电系统的连接要符合如下要求：

**1**系统内部各部件之间的电路两节应牢固可靠，部件之间应避免插头、插座式互联。

**2**系统输出端与外电路的连接应当是固定连接，系统输出端应使用插座连接。

**3**系统输出端与用户的外电路不应使用双向插头连接。

**4** 系统以外的永久性电路的安装，导线都应由导线管保护。

**5** 系统连接处允许的额定电流应不低于电路允许的额定电流。

## **7.4 “生物质+”多能互补系统**

**7.4.1** 沼气+辅助供能系统的施工应符合以下要求：

**1** 沼气工程的施工，应符合NY/T 1220.3的相关规定。

**2** 沼气工程中的离心泵、潜污泵、轴流泵、往复泵等的安装，应符合GB 50275的规定。

**3** 沼气发酵装置应在保温层施工及回填前进行试水实验，满水实验的方法应符合GB 50141的规定。

**4** 沼气发酵装置在试水合格后，沼气发酵装置应进行气密性实验，气密性实验的方法应符合GB 50141的规定。

**5** 沼气管道组成件的加工余管道焊接，应符合GB 50184的规定。

**6** 沼气管道安装完成后应按设计要求进行水压或气压实验。

**7** 埋地沼气管道在试压合格并采取防腐措施后，应及时回填土。

**7.4.2** 生物质炉具的安装应符合现行行业标准《民用水暖炉采暖系统安装及验收规范》NY/T 1703的有关规定。

**7.4.3** 生物质燃料炉具应装设烟囱并通往室外，烟囱排放口距地面的高度不低于3m，并在室内加装通风装置。

**7.4.4** 生物质燃料炉具正常工作时炉体表面最高温度应低于60℃，必要时采取隔热措施和警示说明。

**7.4.5** 太阳能热水系统安装应符合现行国家标准《太阳热水系统设计、安装及工程验收技术规范》GB/T18713的有关规定

# 8 调试及验收

## **8.1 一 般 规 定**

**8.1.1** 多能互补分布式能源系统安装完毕投入使用前，应进行调试，系统调试应在设备、管道、保温、配套电气等施工全部完成后进行。

**8.1.2** 多能互补分布式能源系统调试应包括单机或部件调试、分系统调试和多系统联动调试。多系统联动调试宜在与设计室外参数相近的条件下进行。

**8.1.3** 设备单机、部件调试应包括下列内容：

**1** 检查水泵、风机安装方向；

**2** 检查电磁阀安装方向；

**3** 温度、温差、水位、流量等仪表显示正常；

**4** 电气控制系统应达到设计要求，功能动作准确；

**5** 剩余电量保护装置动作准确可靠；

**6** 防冻、防过热保护装置正常；

**7** 各种阀门开启灵活，密封严密；

**8** 各设备正常运转。

**8.1.4** 设备单机或部件调试完成后，应进行分系统调试和多系统联动调试。系统调试应包括下列内容：

**1** 调整系统各个分支回路的调节阀门，各回路流量应平衡，并达到设计流量；

**2** 根据设计工况切换系统工作模式，达到炊事、供暖或生活热水供应的设计要求；

**3** 调试辅助能源装置，并与主能源系统相匹配，达到系统设计要求；

**4** 调整电磁阀控制阀门，电磁阀的阀前阀后压力应处在设计要求的范围内；

**5**调试监控系统，计量监测设备和执行机构应正常工作。对控制参数的反馈及动作应正确、及时。

**8.1.5** 多能互补分布式能源系统验收应根据其施工安装特点进行分项工程验收和竣工验收。

**8.1.6** 多能互补分布式能源系统验收前，应在安装施工过程中完成下列隐蔽工程的现场验收：

**1** 预埋件或后置锚栓连接件

**2** 设备基座、支架四周和主体结构的连接节点；

**3** 设备基座、支架四周和主体结构之间的封堵；

**4** 埋地水、气管道及部件；

**5** 系统的防雷、接地连接点。

**8.1.7** 多能互补分布式能源系统前，应将工程现场清理干净。

**8.1.8** 分项工程验收应由监理或建设单位组织施工单位进行验收。

**8.1.9** 多能互补分布式能源系统完工后，施工单位应自行组织有关人员进行检验评定，并向建设单位提交竣工验收申请报告。

**8.1.10** 建设单位收到工程竣工验收申请报告后，应由建设单位组织设计、施工、监理等单位联合进行竣工验收。

**8.1.11** 工程验收时，验收资料应包括下列文件及记录：

**1** 施工图、竣工图、设计变更通知书；

**2** 主要设备、材料、成品、仪表的出厂合格证明及进场检(试)验报告；

**3** 隐蔽工程检查和验收记录；

**4** 设备和管道的安装和检验记录；

**5** 水系统冲洗和试压试验；

**6** 系统试运行与调试记录。

## **8.2 “太阳能+”多能互补系统**

**8.2.1** “太阳能+”多能互补供热系统的试运行和调试，应在施工完毕后且具备正常供暖和供电的条件下进行，并应包括水压试验、冲洗试验、系统设备单机试运行和调试、系统联合试运行和调试。

**8.2.2** “太阳能+”多能互补分布式能源系统试运行应在晴好天气下进行，包括下列内容：

**1** 试运行前进行全面检查，所有采购的原材料、设备单机和部件的质量资料应齐全、完整。

**2** 试运行过程中，检查系统运行过程中各单元设备、控制系统、仪器仪表等运行情况，设备及主要部件的联动应协调，动作准确，无渗漏、故障等异常现象，系统运行应处于稳定正常状态。

**3** 对试运行过程中出现的故障应及时排除。如出现的故障必须停止系统运行后才能排除，则试运行时间重新开始。

**8.2.3** “太阳能+”多能互补系统中涉及供暖系统的设备单机、部件调试应包括下列内容：

**1** 检查水泵安装方向；

**2** 检查电磁阀安装方向；

**3** 温度、温差等仪表应显示正常；

**4** 电气控制系统应达到设计要求功能，动作准确；

**5** 剩余电流保护装置动作准确可靠；

**6** 各种阀门开启灵活，密封严密；

**7** 辅助能源加热设备工作正常，加热能力达到设计要求。

**8.2.4** “太阳能+”多能互补系统的供暖部分系统联动调试应包括下列内容:

**1** 系统开启各个分支回路的阀门，达到设计流量；

**2** 调试辅助能源加热设备与储能设施工作切换，达到设计要求；

**3** 调试末端供暖设备与储能设施工作状态

**4** 开启控制系统太阳能集热器、介质、换热装置、储能设施、辅助能源加热设备、泵、连接管道、末端供热供暖系统相互吻合运行正常，达到设计要求。

## **8.3 风光互补发电系统**

**8.3.1** 风力发电子系统以及光伏发电子系统正式运行前均需要对其控制性能按照设计要求的功能和性能指标进行调试。

**8.3.2** 根据风光互补系统的设计要求，对西北地区不同气象条件和负荷工况下的风光互补性能进行调试。

**8.3.3** 对风电、光伏和互补控制系统的功能和性能按照设计要求逐项测试通过后，完成系统验收。

**8.3.4** 光伏组件屋面发电系统的验收应符合现行国家标准《建筑光伏系统应用技术标准》GB 51368的要求。

## **8.4 “生物质+”多能互补系统**

**8.4.1** 沼气+辅助能源工程应根据施工安装特点，进行中间验收和竣工验收，并应验收合格，所有验收应做好记录。

**8.4.2** 沼气+辅助能源供能系统联动调试应包括下列内容:

**1** 对各种泵、电机、辅助能源加热装置、搅拌装置以及其他附属设备进行单机调试和联动试运行。

**2** 调试辅助能源加热设备，使厌氧消化装置逐步升温达到设计的运行温度要求。

**3** 开启控制系统，使发酵设施、储气设施、辅助能源加热设备、气水分离器、凝水器、泵、连接管道、末端供气系统相互吻合运行正常，达到设计要求。

**4** 厌氧消化装置进料应按照相对稳定的量和周期进行调试，获得最佳的进料量和进料周期。

**8.4.3** 生物质燃料炉具+辅助能源供能系统联动调试应包括下列内容:

**1** 对不同季节工况下分别调试，达到设计要求。

**2** 调整生物质燃料炉具送料时间、鼓风风量等参数，以满足炉具设计要求。

**3** 调试辅助能源加热设备，达到设计要求。

**4** 对供能系统不同使用工况进行系统调试。

# 9 运行维护

## **9.1 一 般 规 定**

**9.1.1** 多能互补分布式能源系统交付使用前，系统提供单位应对使用单位进行操作培训，并帮助使用单位建立多能互补分布式能源系统的管理制度，提交使用手册。具体内容应包括：

**1** 多能互补分布式能源系统运行原理和工作流程；

**2** 多能互补分布式能源系统运行注意事项；

**3** 多能互补分布式能源系统基本控制原理，控制器参数的正常范围以及参数的读取设置方法；

**4** 仪表的位置和功用以及参数观察和读取方法；

**5** 控制系统中强制和手动按钮的使用条件和操作方法；

**6** 常见故障的识别、排除和紧急处理方法；

**7** 明确设备巡检维修周期，指导受训人员编制、填写巡检和维修记录。

**9.1.2** 多能互补分布式能源系统的运行和管理应由专人负责。

**9.1.3** 多能互补分布式能源系统运行发生异常时，应及时处理。

**9.1.4** 使用单位应对多能互补分布式能源系统进行定期检查，检查周期应符合各分系统要求。

**9.1.5** 使用单位应对系统中的传感器进行年检，发现问题应及时更换。

**9.1.6** 使用单位应在进入冬季之前检查系统防冻性能的安全性。

**9.1.7** 多能互补分布式能源系统机组、设备、部件的维护应按照生产企业的相关要求进行。

## **9.2 “太阳能+”多能互补系统**

**9.0.1** “太阳能+”多能互补分布式能源系统的运行与维护应由经过培训的人员进行。

**9.0.2** “太阳能+”多能互补系统热水系统供暖部分使用供暖前，应对水系统进行排气。

**9.0.3** 在室外环境温度低于5℃时，“太阳能+”多能互补热水供暖系统运行中若遇断电等突发情况，应做好防冻措施；对于仍存在冻结危险的，应进行排水、泄压，防止损坏管道和设备等重要部件。

**9.0.4** “太阳能+”多能互补系统热水供暖部分系统冬季使用频率较低时，应以防冻模式运行或在系统中充注防冻液。

## **9.3 风光互补发电系统**

**9.3.1** 应根据风光互补发电系统运行环境的特点制定日常运行管理制度，并由专人负责运行维护和管理。

**9.3.2** 应定期针对风光互补发电系统关键设备和部件开展安全检查及维护，及时消除安全隐患。

**9.3.3** 风光互补系统在冬季低温环境运行时应根据运行环境气候变化及时采取有效的防冻除雪措施，避免低温工况下设备和部件损坏。

**9.3.4** 风光互补系统的叶轮和组件表面应定期进行清洗，避免积灰造成的发电效率下降以及安全隐患。

## **9.4 “生物质+”多能互补系统**

**9.4.1 沼气+辅助能源系统运行与维护应符合以下规定：**

**1** 应建立日常保养、定期维护和大修三级维护保养制度。

**2** 厌氧消化器溢流管必须保持畅通，并应保证厌氧消化器的水封高度，环境温度低于0℃时，应防止水封结冰。

**3** 沼气贮气柜的水封应保持设计的水位高度，环境温度低于0℃时，应采**取防**冻措施。

**4** 厌氧消化装置宜3年清理检修一次。

**5** 沼气站内管道及设备的压力表、计量装置等仪器仪表应定期校验。

**6** 气水分离器、凝水器及沼气管道的冷凝水应每月排放一次。

**7** 储气柜、输气管道、燃气用户设施应每半年检查一次是否漏气，发现漏气应及时处理。

**9.4.2** 生物质燃料炉具+辅助能源系统运行与维护应符合以下规定：

**1** 生物质炉具使用前需检查管路是否漏水，循环泵是否憋气，炉膛是否清理干净，电源是否正常等，如出现以上问题先排除故障后再使用。

**2** 严禁在炉具使用时直接关闭设备电源，如意外断电时，立即清理干净炉膛内正在燃烧的生物质燃料，避免出现倒烟并点燃料仓情况。

**3** 严禁在辅助能源系统管路、炉具管路、末端管路内无水时对炉具点火。

**4** 要长期保持烟道畅通，避免出现倒烟、返烧点燃炉具情况。

**5** 在冬季取暖时，辅助能源系统管路温度要保持在0℃以上。

**6** 不得在已设定（调试）好的控制器上进行参数设定操作，避免造成设备使用故障。

**7** 定期检测一氧化碳报警器，查看电池是否有电，是否处于工作状态，不得拆除一氧化碳报警器或关闭电源。

# 10 效益评估

**10.0.1**工程验收后，宜对多能互补分布式能源系统实际运行效果进行短期检测和长期监测，并对系统效益进行评估。

**10.0.2**系统短期检测和长期监测的方法应符合现行国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T50801中短期和长期测试的规定。

**10.0.3**多能互补分布式能源系统效益评估应包括节能效益、环境效益、经济效益。

**10.0.4** 多能互补分布式能源系统的效益评估应进行可再生能源或生物质能源应用所形成的常规能源替代量或节约量在建筑总能源消费中所占比率的计算。

**10.0.5** 太阳能光热系统应计算太阳能热利用系统的常规能源替代量、费效比和静态投资回收期。

**10.0.6** 太阳能光伏系统应计算太阳能光伏系统光电转换效率和费效比。

**10.0.7** 热泵系统应计算热泵系统能效比和静态投资回收期。

**10.0.8** 生物质能供热采暖系统效益评估可按《村镇建筑清洁供暖技术规程》T/CECS 614的规定执行。

**10.0.9**风光互补发电系统评价指标应包括：

**1** 风光互补发电系统的经济效益指标包括费效比指标，应符合项目立项可行性报告等相关文件的要求，当无文件明确规定时，应小于项目所在地当年商业用电价格的3倍；

**2** 环境效益应包括二氧化碳减排量、二氧化硫减排量及粉尘减排量，节能效益应包括风光互补发电系统的年发电量、常规能源替代量，应符合项目立项可行性报告等相关文件的规定，当无文件明确规定时，应在测试评价报告中给出。

# 附录A 代表城市气象参数及不同地区太阳能保证率推荐值

A.0.1 太阳能供热采暖系统设计采用的代表城市气象参数可按表A.0.1选取。

**表A.0.1 代表城市气象参数**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 城市名称 | 纬度 | Hha | HLa | Hht | HLt | Ta | Sy | Td | Th | Sd | 资源区 |
| 二连浩特 | 43°45' | 17.28 | 21.012 | 7.824 | 18.15 | 4.1 | 9.1 | -16.2 | -8 | 6.9 | Ⅱ |
| 额济纳旗 | 41°57' | 17.884 | 21.501 | 8.04 | 17.39 | 8.9 | 9.6 | -9.1 | -4.3 | 7.3 | Ⅱ |
| 伊金霍洛旗 | 39°34' | 15.438 | 17.973 | 8.839 | 16.991 | 6.3 | 8.7 | -9.6 | -6.2 | 7.1 | Ⅱ |
| 太原 | 37°47' | 14.394 | 15.815 | 8.234 | 13.701 | 10 | 7.1 | -4.9 | -1.1 | 5.4 | Ⅲ |
| 大同 | 40°06' | 15.202 | 17.346 | 7.977 | 14.647 | 7.2 | 7.6 | -8.9 | -4 | 5.6 | Ⅱ |
| 侯马 | 35°39' | 13.791 | 14.816 | 8.262 | 13.649 | 12.9 | 6.7 | -2.3 | 0.9 | 4.8 | Ⅲ |
| 西安 | 34°18' | 11.878 | 12.303 | 7.214 | 10.2 | 13.5 | 4.7 | 0.7 | 2.1 | 3.1 | Ⅲ |
| 银川 | 38°29' | 16.507 | 18.455 | 9.095 | 15.941 | 8.9 | 8.3 | -6.7 | -2.1 | 6.8 | Ⅱ |
| 兰州 | 36°03' | 14.322 | 15.135 | 7.326 | 10.696 | 9.8 | 6.9 | -5.5 | -0.6 | 5.1 | Ⅲ |
| 民勤 | 38°38' | 15.928 | 17.991 | 9.112 | 16.272 | 8.3 | 8.7 | -7.9 | -2.6 | 7.7 | Ⅱ |
| 敦煌 | 40°09' | 17.48 | 19.922 | 8.747 | 15.879 | 9.5 | 9.2 | -7 | -2.8 | 6.9 | Ⅱ |
| 西宁 | 36°37' | 15.636 | 17.336 | 10.105 | 16.816 | 6.5 | 7.6 | -6.7 | -3 | 6.7 | Ⅱ |
| 玉树 | 33°01' | 15.797 | 17.439 | 11.997 | 19.926 | 3.2 | 7.1 | -7.2 | -2.2 | 6.5 | Ⅱ |
| 格尔木 | 36°25' | 19.238 | 21.785 | 11.016 | 20.91 | 5.5 | 8.7 | -9.6 | -3.1 | 7.6 | Ⅰ |
| 乌鲁木齐 | 43°47' | 13.884 | 15.726 | 4.174 | 7.692 | 6.9 | 7.3 | -9.3 | -6.5 | 3.1 | Ⅲ |
| 奇台 | 44°01' | 14.927 | 17.489 | 4.99 | 10.15 | 5.2 | 8.5 | -13.2 | -9.2 | 4.9 | Ⅱ |
| 伊宁 | 43°57' | 15.125 | 17.733 | 5.774 | 12.225 | 9 | 8.1 | -5.8 | -2.8 | 4.9 | Ⅱ |
| 阿勒泰 | 47°44' | 14.943 | 18.157 | 4.822 | 11.03 | 4.5 | 8.5 | -14.1 | -7.9 | 4.4 | Ⅱ |
| 吐鲁番 | 42°56' | 15.244 | 17.114 | 6.443 | 11.623 | 14.4 | 8.3 | -7.2 | -2.5 | 4.5 | Ⅱ |
| 哈密 | 42°49' | 17.229 | 20.238 | 7.748 | 16.222 | 10.1 | 9 | -9 | -4.1 | 6.4 | Ⅱ |
| 若羌 | 39°02' | 16.674 | 18.26 | 8.506 | 13.945 | 11.7 | 8.8 | -6.2 | -2.9 | 6.5 | Ⅱ |
| 库车 | 41°48' | 15.77 | 17.639 | 7.779 | 14.272 | 11.3 | 7.7 | -6.1 | -2.7 | 5.7 | Ⅱ |
| 喀什 | 39°28' | 15.522 | 16.911 | 7.529 | 11.957 | 11.9 | 7.7 | -4.2 | -1.3 | 5.3 | Ⅱ |
| 和田 | 37°08' | 15.707 | 17.032 | 9.206 | 14.512 | 12..5 | 7.3 | -3.2 | -0.6 | 5.9 | Ⅱ |
| 拉萨 | 29°40' | 19.843 | 22.022 | 15.725 | 25.025 | 8.2 | 8.6 | -1.7 | 1.6 | 8.7 | Ⅰ |
| 那曲 | 31°29' | 15.423 | 17.013 | 13.626 | 21.486 | -1.2 | 8 | -13.2 | -4.8 | 8 | Ⅱ |
| 昌都 | 31°09' | 16.415 | 18.082 | 12.593 | 20.092 | 7.6 | 6.9 | -2 | 0.5 | 7 | Ⅱ |

注：1.*H*ha：水平面年平均日辐照量（MJ/m2·d）；

2*.H*La：当地纬度倾角平面年平均日辐照量（MJ/m2·d）；

3.*H*ht*：*水平面十二月的月平均日辐照量（MJ/m2·d）；

4.*HL*t*：*当地纬度倾角平面十二月的月平均日辐照量（MJ/m2·d）；

5*.T*a*：* 年平均环境温度（℃）；

6*.T*d*：* 十二月的月平均环境温度（℃）；

7*.T*h*：* 计算采暖期平均环境温度（℃）；

8*.S*y*：* 年平均每日的日照小时数（h）；

9*.S*d*：* 十二月的月平均每日的日照小时数（h）。

**A.0.2** 不同地区太阳能供热采暖系统的太阳能保证率可按表A.0.2选取。

表A.0.2 不同地区太阳能供热采暖系统的太阳能保证率的推荐选值范围

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 资源区划 | 短期蓄热系统太阳能保证率 | 季节蓄热系统太阳能保证率 |
| Ⅰ资源丰富区 | ≧50% | ≧70% |
| Ⅱ资源较富区 | 30%～50% | 50%～60% |
| Ⅲ资源一般区 | 20%～30% | 40%～50% |
| Ⅳ资源贫乏区 | 5%～20% | 20%～40% |

中国工程建设标准化协会标准

西北村镇多能互补分布式能源应用技术导则

T/CECS XXX- 2022

条文说明

目录

[1 总则 39](#_Toc115433259)

[4 “太阳能+”多能互补系统 40](#_Toc115433260)

[4.1 一 般 规 定 40](#_Toc115433261)

[4.2 负 荷 计 算 40](#_Toc115433262)

[4.3 系 统 设 计 41](#_Toc115433263)

[4.4 设 备 选 型 42](#_Toc115433264)

[5 风光互补发电系统 44](#_Toc115433265)

[5.1一般规定 44](#_Toc115433266)

[5.2 系统设计 44](#_Toc115433267)

[5.3设备选型 45](#_Toc115433268)

[6 “生物质+”多能互补系统 46](#_Toc115433269)

[6.1 一 般 规 定 46](#_Toc115433270)

[6.2 负 荷 计 算 46](#_Toc115433271)

[6.3 系 统 设 计 47](#_Toc115433272)

[6.4 设 备 选 型 48](#_Toc115433273)

[7 施工及安装 49](#_Toc115433274)

[7.1 一 般 规 定 49](#_Toc115433275)

[7.2 “太阳能+”多能互补系统 49](#_Toc115433276)

[7.3 风光互补发电系统 50](#_Toc115433277)

[7.5 “生物质+”多能互补系统 50](#_Toc115433278)

[8 调试及验收 51](#_Toc115433279)

[8.1 一 般 规 定 51](#_Toc115433280)

[8.2 “太阳能+”多能互补系统 51](#_Toc115433281)

[8.3 风光互补发电系统 51](#_Toc115433282)

[8.4 “生物质+”多能互补系统 52](#_Toc115433283)

[9 运行维护 53](#_Toc115433284)

[9.1 一 般 规 定 53](#_Toc115433285)

[9.2 “太阳能+”多能互补系统 53](#_Toc115433286)

[9.3 风光互补发电系统 53](#_Toc115433287)

[10 效益评估 55](#_Toc115433288)

制定说明

本导则制定过程中，编制组进行了广泛深入的调查研究，总结了我国多能互补分布式能源应用工程建设的实践经验，同时参考了国外相关先进技术法规，以我国现行分布式能源、村镇多能互补应用相关标准和法规为依据，结合西北村镇地区多能互补技术现状和特点，制定了本导则。

为便于广大技术和管理人员在使用本导则时能正确理解和执行条款规定，《西北村镇多能互补分布式能源应用技术导则》编制组按章、节、条顺序编制了本导则的条文说明，对条款规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项等进行了说明。本条文说明不具备与标准正文及附录同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

# 1 总则

**1.0.1** 西北地区土地总面积约占全国总面积的32%，而人口不到全国人口的8%，其中70%以上人口居住在农村，各省区国民生产总值和财政收入处于全国下游水平。西北地区包括陕西省、山西省、甘肃省、青海省、宁夏回族自治区、新疆维吾尔自治区和内蒙古自治区西部。近年来，随着我国经济总量不断提高，能源需求也不断增大，但我国目前能源利用效率仍然处于较低水平，尤其在西北地区，村镇用能困难，分布式能源供给手段单一落后，综合能源应用效率低。多能互补分布式能源系统与传统供能系统相比，可直接满足不同用户的多种需求，并实现能源的阶梯式利用，综合能源利用率较高。为了能够提高西北地区村镇能源供给多元性及综合能源利用效率，本导则从设计、施工、调试、验收、运行维护及效益评估等方面对多能互补分布式能源工程在西北村镇的应用予以指导。

**1.0.2** 已有部分建筑采用了单一光伏、风力发电、空气源热泵、太阳能集热器等清洁发电或采暖设备，通过对既有用能系统进行多能互补技术改造或者新建分布式多能互补供能系统，满足西北村镇地区用电、取暖、炊事、生活热水等多种终端用能需求。

**1.0.3** 西北地区太阳能、风能、生物质能等可再生能源资源丰富，其中太阳能资源技术可开发量超过全国50%，风能资源技术可开发量超过全国35%。西北村镇建筑密度小、层数低，收集面足，具备可再生能源技术发展的先决条件，西北不同地区村镇应根据气候、资源条件、经济发展水平及电热、炊事等终端用能需求特征，因地制宜选择适当的分布式多能互补技术。

**1.0.4** 符合国家现行有关标准的规定是可参考本多能互补分布式能源应用技术的前提条件。故多能互补分布式能源的应用技术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。

# 4 “太阳能+”多能互补系统

## **4.1 一 般 规 定**

**4.1.1** “太阳能+”多能互补系统以太阳能热利用为主，同时耦合其他能源系统，提高多能互补系统的供热稳定性以及综合能源利用效率。

**4.1.2** “太阳能+”多能互补系统应根据当地条件，优先选择较为成熟的空气热泵以及电采暖技术。加热/换热设备选择各类锅炉、换热器和热泵等，做到因地制宜、经济适用。此外，太阳能供暖系统中使用的其他能源加热/换热设备和常规供暖系统中的热源设备没有区别，因此在选择其他能源加热/换热设备时，同样需遵守相关标准中对供暖系统的热源性能的要求。

**4.1.3** 加强村镇建筑围护结构保温，降低供暖负荷，对清洁供暖效果尤其明显，不仅可以提高室内舒适度，更加可以降低供暖设备容量，进而降低清洁供暖初投资，提高投人产出比。

**4.1.4** 本条的目的是确保太阳能供热采暖系统投入实际运行使用后的安全性。大部分使用太阳能供热采暖系统的地区，冬季最低温度低于0℃，安装在室外的集热系统可能发生冻结，使系统不能运行甚至破坏管路、部件；即使考虑了系统的全年综合利用，也有可能因其他偶发因素，如住户外出度长假等造成用热负荷量大幅度减少，从而发生系统的过热现象；过热现象分为水箱过热和集热系统过热两种；水箱过热是当用户负荷突然减少，例如长期无人用水时，贮热水箱中热水温度会过高，甚至沸腾而有烫伤危险，产生的蒸汽会堵塞管道或将水箱和管道挤裂；集热系统过热是系统循环泵发生故障、关闭或停电时导致集热系统中的温度过高，而对集热器和管路系统造成损坏，例如集热系统中防冻液的温度高于115℃后具有强烈腐蚀性，对系统部件会造成损坏等。因此，在太阳能集热系统中应设置防过热安全防护措施和防冻措施。强风、冰雹、雷击、地震等恶劣自然条件也可能对室外安装的太阳能集热系统造成破坏；如果用电作为辅助热源，还会有电气安全问题；所有这些可能危及人身安全的因素，都须在设计之初就认真对待，设置相应的技术措施加以防范。

## **4.2 负 荷 计 算**

**4.2.2** 由于太阳能供热采暖系统要做到全年综合利用，系统负担的负荷有两类：采暖热负荷和供热水负荷；规定用两者中较大的负荷作为最后确定的系统负荷，是为保证系统的运行效果。太阳能是不稳定热源，所以系统负荷是由太阳能集热系统和其他能源辅助加热/换热设备共同负担，而两者负担的负荷量是不同的；因此，在后面条文中分别规定了不同类型负荷的计算原则，给出了计算公式。

**4.2.3** 本条规定了由太阳能集热系统负担的采暖热负荷是在采暖期室外平均气温条件下的建筑物耗热量。即：太阳能集热系统所负担的只是建筑物在采暖期的平均采暖负荷，而不是建筑物的最大采暖负荷。这样做的好处是降低系统投资，提高系统效益；否则会造成系统的集热器面积过大，增加系统过热隐患，降低系统费效比。

**1** 本款公式由行业标准《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26-2010 中给出的建筑物耗热量指标公式改写，将耗热量指标公式中的各项乘以建筑面积即为本条公式。建筑物内部得热量的选取，针对居住建筑和公共建筑有所区别，居住建筑可按行业标准《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26-2010的规定选值，公共建筑则按建筑物的功能具体计算确定。

**2** 在使用本款公式进行围护结构传热耗热量计算时，室内空气计算温度按现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736规定的低限取值。例如，民用建筑的主要房间，可选16℃～18℃（规范规定范围为16℃～24℃）；采暖期室外平均温度和围护结构传热系数的修正系数（*ε*）按现行行业标准《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134和本标准附录A选取。

**3**  在使用本款公式进行空气渗透耗热量计算时，换气次数的选取，针对居住建筑和公共建筑有所区别，居住建筑可按现行行业标准《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26的规定选值，公共建筑则按建筑物的功能具体计算确定。

## **4.3 系 统 设 计**

**4.3.1** “太阳能+”多能互补系统应由太阳能集热系统、蓄热系统、末端供热采暖系统、自动控制系统和其他能源辅助加热或换热设备集合构成。其中，太阳能集热系统由太阳能集热器、循环管路、泵或风机等动力设备和相关附件组成；蓄热系统主要包括贮热水箱、蓄热水池、地埋管土壤蓄热系统、相变蓄热或卵石蓄热堆等蓄热装置和管路、附件；末端供热采暖系统主要包括热媒配送管网、散热器、风机盘管等设备和附件；其他能源辅助加热/换热设备是指使用电、燃气等常规能源的锅炉和换热器等设备。

## **4.4 设 备 选 型**

**4.4.2** 为保证太阳能供热采暖系统能够安全、稳定、高效地工作运行，并维持一定的使用寿命，须保证系统中所采用设备和产品的性能质量。太阳能集热器是太阳能供热采暖系统中的关键设备，其性能、质量直接影响着系统的效益；我国目前有两大类太阳能集热器产品——平板型太阳能集热器和真空管型太阳能集热器，已发布实施的两个国家标准 《平板型太阳能集热器》GB/T 6424-2007和《真空管型太阳能集热器》GB/T 17581-2007，分别对其产品性能质量做出了合格性指标规定；其中对热性能的要求，凡是合格产品，在我国大部分采暖地区环境资源条件和冬季供暖运行工况时的集热效率可以达到40%左右，从而保证系统能够获得较好的预期效益，标准对太阳能集热器产品的安全性等重要指标也有合格限的规定；因此，要求在太阳能供热采暖系统中须使用合格产品。

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

**4.4.3** 空气源热泵的选取主要考虑以下因素：

**1**我国西北地区位于极寒地区，供暖季平均温度由北到南基本呈递增的趋势，其中内蒙古中部、甘肃南部、新疆中部等地区供暖季平均温度相对较低，环境温度过低会降低空气源热泵机组的制热性能，严重时会导致机组低压报警，甚至停机保护，因此选型时必须考虑稳定性和可靠性，选用低温型空气源热泵机组。低温工况是指在该环境温度下，机组可正常运行，且运行时的COP不低于表1中的规定值。

**2** 机组在实际制热运行中，绝大多数时间处于部分负荷运行状态，而变频机组、多压缩机机组或多台机组等机组具有较强的部分负荷适应性，有利于提高机组的实际运行性能。

**3** 设计工况下的供热量参数及修正方法应由机组生产厂家提供。

**4** 优异的融霜技术是机组冬季运行的可靠保证。西北地区气候差异大，其中陕西南部、新疆南部、内蒙东部等地区的相对湿度较大，机组将面临严重结霜问题，机组在冬季制热运行时，结霜会大大降低机组制热量和运行效率，严重时会造成机组的物理性损坏，为此必须除霜。除霜的方法有很多，优异的除霜控制策略应具有“准确判霜，高效除霜”的特征。

# 5 风光互补发电系统

## **5.1一般规定**

**5.1.2、5.1.3** 中，光伏发电系统户外成套设备的周围空气温度应不超过+40℃，周围空气温度在西北村镇严寒寒冷地区的下限为-50℃；风力发电机组运行的环境温度变化范围为-25℃～+45℃，机组运行的最高海拔高度为4500m，机组额定工况的大气条件为海拔1000m。

## **5.2 系统设计**

**5.2.1**风光互补发电系统分为离网系统和并网系统，离网系统又分为直流离网系统和交流离网系统。

**5.2.2** 对采用集中式逆变器的光伏发电系统，直流侧拉弧检测和保护功能设置在直流汇流箱中；对采用组串式逆变器的光伏发电系统，直流侧拉弧检测和保护功能可直接设置在逆变器中；直流汇流箱、组串式逆变器靠近光伏方阵室外布置，在建筑发生火灾等紧急情况下可以切断带电直流导线进入室内，以尽可能保证室内灭火人员安全。

**5.2.2、5.2.3**光伏阵列设置倾角受建筑外形、使用功能等条件限制时，应在符合建筑要求的前提下设置带一定角度，不宜完全水平布置。

**5.2.12**光伏发电系统配电装置的设计应符合国家现行标准《高压配电装置设计技术规程》DL 5352、《 低压配电设计规范》GB 50054及《供配电系统设计规范》GB 50052的有关规定。

**5.2.14** 带边框的光伏组件应将边框可靠接地；不带边框的光伏组件，应尽量利用屋面永久性避雷针(带)作为接闪器，当无法利用时应增设防雷设施。防雷接地设计应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057的规定。

**5.2.18** 光伏发电系统安装应满足现行国家标准《风光互补发电系统》GB 19115.1的相关要求。

**5.2.19** 建筑光伏组件安装应满足国家标准《建筑光伏系统应用技术标准》GB 51368的相关要求。

## **5.3设备选型**

**5.3.16**光伏组件或光伏构件不应存在裂口、爆边、脱胶、皱痕、条纹、非正常弯曲以及任何形式的外表面的损伤，不应存在引出端破损、失效、脱落或带电部件裸露等任何有可能影响光伏构件性能的其他情况。

**5.3.6、5.3.7**逆变器根据应用方式分为离网光伏发电逆变器和并网光伏发电逆变器。

**5.3.8** 本条说明了风光互补控制器应具有的控制功能。风光互补控制器是集风能和太阳能控制为一体的智能控制器，充分利用风能和光能资源进行发电，可以减少因使用单一能源造成的电力供应短缺或不平衡。该设备不仅能有效地将风力发电机和太阳能电池板产生的电能转换为储能单元充电，而且还应提供协调控制功能。一方面，它们将调整后的能量发送给直流负载或交流负载，另一方面，能够根据储能装置的特性曲线为其充放电。当产生的电力不能满足负载需求时，控制器将储能单元的电能送至负载，储能单元在放电过程中，控制器应控制储能单元不要过度放电；当来自风力发电机和太阳能电池板的能量超过电池的需求时，储能单元充满电后，控制器应控制储能单元不被过度充电，常见的控制方式是接入泄荷器，控制系统释放多余的能量，确保处于浮充状态，以保护储能装置处于合理工作范围。

**5.3.9**常用的电化学储能单元主要包括铅酸蓄电池和锂离子电池等。

**5.3.10** 太阳能电池发电效率与电池温度呈负相关，在光伏背板处增加集热装置，通过冷却流体吸收光伏板热能，降低太阳能电池温度，一方面可以提升太阳能电池光电效率，同时，能够间接利用太阳能光热。目前光热光伏一体化组件常用的冷却流体包括气体与液体，由于液体比热容大，且换热效率高，因此光热光伏一体化组件通常采用液体冷却方式。

# 6 “生物质+”多能互补系统

## **6.1 一 般 规 定**

**6.1.1** 储量丰富的生物质能是西北地区一种重要的能源类型，在西北地区的应用较为广泛。生物质沼气是指生物质在一定温度、湿度、酸碱度和厌氧条件下，经厌氧微生物发酵及分解作用而产生的一种以甲烷为主要成分的混合可燃气体；生物质成型燃料是指以生物质燃料为主要原料(不应添加矿物质燃料)，经过机械加工致密成型生产的具有规则形状的燃料产品；生物质热电联产以生物质沼气或生物质燃料为燃烧原料，通过热机或发电站同时产生电力和有用的热量，用于供电和供热。三种生物质技术与其他能源供应系统结合形成“生物质+”多能互补系统。

**6.1.2** 生物质+多能互补系统主要用于提供热能，辅助提供电力，在设计时应优先考虑西北村镇地区居民炊事、生活热水和供暖的必需需求。

**6.1.3** 秸秆、禽畜粪便具有较高的沼气发酵效率，适合采用沼气+辅助能源的供能系统形式。

**6.1.4** 规模化集中制沼有利于集中调控和管理，制沼后的沼液沼渣可统一回收利用处理，有利于提高能源的综合利用效率。

**6.1.5** 本条规定了西北地区生物质成型燃料原料来源宜优先采用沙柳、柠条等当地资源丰富原材料，降低原料来源成本。

**6.1.6** 西北地区太阳能资源丰富，太阳能光热技术成熟，因此在西北地区生物质燃料炉具+辅助能源供能系统中辅助能源推荐选用太阳能光热，但应根据项目实际条件统筹规划。

**6.1.8** 本条规定了生物质燃料炉具+辅助能源供能系统主要应用范围，西北村镇地区农村居住分散，不适用集中供暖且用户炊事、采暖及生活热水多种需求，生物质燃料来源丰富，因此本技术形式主要应用于西北地区农村建筑。

## **6.2 负 荷 计 算**

**6.2.1** 生物质燃料炉具+辅助供能系统用于提供居民炊事、生活热水和采暖用能，功能系统设计容量需满足炊事负荷、生活热水负荷和采暖负荷的综合负荷峰值需求。

**6.2.2** 经调研，西北地区居民人均炊事用能约3400 MJ/（人·a）。

## **6.3 系 统 设 计**

**6.3.4** 沼气最经济的发酵温度约35℃，低于20℃发酵产气率显著下降，增加辅助加热设备可提高综合能效。

**6.3.9** 本条规定了发酵原料配比。物料碳氮比能直接影响厌氧发酵的处理效率和厌氧微生物的增长。通常认为只要C/N比达到20:1~30:1，就可以满足厌氧发酵的营养要求。如果C/N高，反应器内氮源不足，系统的缓冲能力比较低，容易造成挥发性脂肪酸的累积，使得pH下降。如果C/N低，反应器内氮量过多，pH容易上升，会导致铵盐的累积，进而抑制厌氧发酵进程。总之，过高或过低的C/N都会减弱厌氧微生物的活性，进而影响厌氧发酵效果。

6.3.11 本条规定了生物质成型燃料的外型尺寸及密度。生物质燃料的长径比直接关系到床层堆积空隙率，而空隙率是描述燃烧过程中传热和传质的关键性参数，与着火性能、燃尽性能、燃烧稳定性等燃烧特性紧密相关。表6.3.11中符号L——颗粒状，K——块状，B——棒状。

根据实测、研究和分析得出，随机松散堆积的堆积体空隙率随堆积速率（单位时间内通过单位面积的颗粒的体积）的增大，呈现出先增大后稳定在某一值附近的趋势，即空隙率存在最大值，当堆积速率超过临界速率值时空隙率等于最大空隙率，实际生产中的倾倒速率则一般大于该临界值；空隙率最大值与直径、颗粒密度无关，与长径比有关；对于常见材质的生物质成型燃料颗粒，其空隙率最大值可按下式计算：

 （1）

式中：

*εmax*——颗粒随机松散堆积空隙率最大值。

各种颗粒的长径比上限值按下式计算：

 （2）

式中：

*ARmax*——颗粒长径比上限值；

*ρ*1——颗粒表观密度(kg/m3)；

*ρ*2——颗粒堆积密度下限值，一般取500kg/m3。

**6.3.12** 本条规定了生物质成型燃料抗碎性及破碎率指标要求。抗碎性是指生物质成型燃料保持原形状的能力，破碎率是生物质成型燃料中小于规定粒度部分的质量占测定质量的百分比。

**6.3.13** 本条规定了生物质成型燃料发热量及工业元素分析指标。全水分的检测按《固体生物质燃料全水分测定方法》 GB/T 28733的规定执行；灰分、挥发分的检测按《固体生物质燃料工业分析方法》 GB/T 28731的规定执行；全硫的检测按《固体生物质燃料全硫测定方法》 GB/T 28732的规定执行；发热量的检测按《固体生物质燃料发热量测定方法》GB/T 30727的规定执行。

**6.3.14** 本条规定了西北地区生物质燃料炉具+辅助能源供能系统的循环介质要求。考虑居民实际用水需求、系统初投资及运行安全等因素，对循环系统相对高度和出口热水温度提出具体要求。

**6.3.16** 生物质燃料炉具+辅助能源供能系统冬季用于炊事、生活热水和供暖，具有不同热水分路；其他季节无供暖需求，仅用于炊事和生活热水。

**6.3.16** 本条规定了生物质燃料炉具+辅助能源供能系统操作要求，主要考虑使用对象以农村应便于操作，同时设计满足不同季节工况一键切换功能。

## **6.4 设 备 选 型**

**6.4.1** 发酵器应满足供能范围内的所有用能需求，根据供能户数、每户用气量和产气率等参数综合设计计算。

**6.4.4** 沼气的逐时产气能力需在不使用储气罐补充供气的情况下满足供气需求，根据连续供气和间歇供气两种模式设计计算。

# 7 施工及安装

## **7.1 一 般 规 定**

**7.1.1** 多能互补分布式能源系统的施工安装，首先应保证建筑物的结构和功能设施安全，特别在既有建筑上安装系统时，如果不能严格按照相关规范进行土建、防水、管道等部位的施工安装，很容易造成对建筑物的结构、屋面防水层和附属设施的破坏，削弱建筑物在寿命期内承受荷载的能力，所以，该条文应予以充分重视。

**7.1.2** 多能互补分布式能源系统由多个复杂能源系统组成，并相互之间存在复杂关联，目前国内这部分的施工通常作为一个独立工程实施完成，安装通常由专门的能源工程公司承担，而能源系统的安装与土建、装修等相关施工作业有很强的关联性，所以，必须强调施工组织设计，多方协调配合，以避免差错、提高施工效率。

**7.1.3** 多能互补分布式能源系统由多个复杂能源系统组成，且在西北地区气候条件恶劣，施工工期短，能源系统施工安装人员的技术水平参差不齐，不规范施工的现象时有发生。着重强调必要的施工条件，严禁为抢时间赶工期，不满足条件的盲目施工。

**7.1.4** 西北村镇大多地处高寒、高纬度、高海拔地区，能源系统安装在十分恶劣的工况下运行，以此规定了连接管线、部件、阀门等配件选用的材料应能耐受当地环境条件，以防止系统破坏，提高系统部件的耐久性和系统工作寿命。

**7.1.7** 多能互补分布式能源系统由多个能源系统组成，会根据不同工况较高频率地调整系统工作状态，自动控制系统传感器的信号准确尤为重要，本条强调传感器安装的质量和注意事项。

## **7.2 “太阳能+”多能互补系统**

**7.2.2** 系统的管道连接处应光滑平整、无渗漏，各管道走向合理。

**7.2.3** 系统各部件的外表面应平整，无划痕、污垢和其他缺陷。

**7.2.4** 设备喷涂层应均匀，无流痕、气泡和剥落现象。

**7.2.5** 系统应在装置外壳标明电气安全警示及电气端子接线图。

**7.2.6** 系统连接管线、部件、阀门等配件选用的材料应耐受系统的最高工作温度和工作压力。

**7.2.7** 太阳能集热系统管道及保温材料应选用耐腐蚀、与传热工质相容、可耐受系统最高工作温度且安装连接方便可靠的管材和材料。

**7.2.9** 供暖系统的管道应有补偿管道热胀冷缩的措施，宜采用自然补偿。当自然补偿不能满足要求时，应设置补偿器。

**7.2.10** 水泵、电磁阀、阀门的安装方向应正确，水泵、电磁阀前应安装活接，方便检修。水泵、电磁阀等设备安装在露天场所时应采用防雨保护措施。

## **7.3 风光互补发电系统**

**7.3.2** 在已有建筑物上建设光伏组件，其施工面积一般较为狭小，应同时考虑施工对建筑物使用和周边环境的影响，尽量利用周边能够利用的已有建筑物及已有措施，减少占地面积。

**7.3.3** 配电柜的安放、接线和安全保证在现行国家标准《电气装置安装工程盘、柜及二次回路接线施工及验收规范》GB 50171中已有详细规定，在施工中应结合设计需求遵照进行。

## **7.5 “生物质+”多能互补系统**

**7.5.2** 本条规定了生物质燃料炉具+辅助能源供能系统防冻要求，主要考虑西北地区冬季寒冷，村镇户用生物质炉具存在一定程度的间歇性使用或者熄火等风险，为避免供暖系统管路冻裂，宜设置管路水温低温（≤4℃）报警提示或强制循环等防冻措施。

# 8 调试及验收

## **8.1 一 般 规 定**

**8.1.1** 多能互补分布式能源系统是一个比较专业的工程，需由专业人员才能完成系统调试。系统调试是使系统功能正常发挥的调整过程，也是对工程质量进行检验的过程。系统调试可由施工单位负责，监理单位监督，设计单位、建设单位参与配合，也可由施工单位委托给有调试能力的其他单位进行。

**8.1.3** 本条规定了设备单机、部件调试应包括的主要内容，以防遗漏。

**8.1.4** 系统联动调试主要指按照实际运行工况进行系统调试。本条解释了系统联动调试内容，以防遗漏。

**8.1.8** 本条强调了现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300中的规定要求。

**8.1.10** 本条强调了现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300中的规定要求。

## **8.2 “太阳能+”多能互补系统**

**8.2.1** 本条规定了太阳能供热采暖工程系统设备单机、部件调试和系统联合调试的执行顺序，应首先进行设备单机和部件的调试和试运转，设备单机、部件调试合格后才能进行系统联合调试。

**8.2.2** 为使工程达到预期效果，本条规定了系统联合调试应包括的内容。

**8.2.3** 本条规定了设备单机、部件调试应包括的内容，以为系统联合调试做好准备。

## **8.3 风光互补发电系统**

**8.3.1** 调试风力发电子系统时需要测试风速-功率特性曲线、额定风速下的启动和停机、额定风速及以上的超速保护等性能和设计时明确的控制需求。

**8.3.2** 调试光伏子系统时需要测试额定工作温度下的光照-功率特性曲线、耐热耐冷性能、耐曝露性能、防雷装置可靠性等性能和设计时明确的控制需求。

**8.3.3** 对风光互补系统产品质量的调试和验收，可以参考现行国家标准《风光互补发电系统.第2部分：试验方法》GB 19115.2和国家标准《离网型风光互补发电系统运行验收规范》GB 25382。

## **8.4 “生物质+”多能互补系统**

**8.4.3** 本条规定了生物质燃料炉具+辅助能源供能系统调试验收要求，为保证系统后期使用可靠性，供能系统安装后应按单采暖、单炊事、炊事+采暖、炊事+生活热水及采暖+生活热水等不同使用工况下分别进行调试验收。

# 9 运行维护

## **9.1 一 般 规 定**

**9.1.1** 多能互补分布式能源系统由多个复杂能源系统组成，在系统交付使用后，系统提供单位应对使用单位进行工作原理交底和相关的操作培训，并制定详细的使用说明。使用单位应建立多能互补分布式能源系统管理制度，其中包括能源系统的运行、维护和维修等。多能互补分布式能源系统开始使用后，使用单位应根据能源系统运行策略，建立由专人负责运行维护的管理制度，设专人负责系统的管理和运行。系统操作和管理人员应严格按照使用说明对系统进行管理，进行日常巡检，并填写巡检和维修记录，发现仪表显示出现故障及系统运行失常，应及时组织检修。当产能系统、能源输配系统、控制系统等关键设备发生故障时，应能做出判断、紧急处理，并及时通知相关产品供应商进行专业维修。

**9.1.5** 温度、流量等传感器对多能互补分布式能源系统的自动运行、工况转换起着重要作用，本条规定每年应对传感器进行检查，发现问题应及时更换。

**9.1.6** 西北村镇大多地处高纬度、高海拔的严寒地区，本条强调进入冬季之前应进行防冻系统的检查，保证系统安全运行。

## **9.2 “太阳能+”多能互补系统**

**9.0.3** 本条规定了“太阳能+”多能互补系统过程中的防冻运行措施。

**9.0.4** “太阳能+”多能互补系统热水供暖部分系统冬季使用频率较低时，应以防冻模式运行或在系统中充注防冻液。

## **9.3 风光互补发电系统**

**9.3.3** 风光互补系统的防冻除雪可以采取的措施包括在风机叶根或光伏组件周围加装暖风机、在风机叶片中嵌入加热电阻、在光伏阵列支架中加装加热器等，在风机叶片上附着活动气囊也可以起到除雪除冰作用，避免低温工况下设备和部件损坏。

**9.3.4** 风机旋转过程中，气流中夹杂的灰尘、风沙等会附着在叶轮表面，使叶轮失去原有平衡，进而出现振动。当振动达到一定限值时，会造成轴承或叶轮等旋转部件的损坏，严重时会造成叶轮飞裂。可以采用气流连续吹扫方法在不停机的情况下消除叶轮积灰。

光伏组件通常安装在开阔位置，容易落上灰尘等遮挡物，在组件上形成阴影。局部阴影的存在不仅会降低光伏组件的效率，还可能造成光伏电池的电压、电流发生变化，局部电流与电压之积增大，从而在电池组件上产生局部温升，这种现象叫“热斑效应”。热斑效应产生的温度超过一定极限时，会时电池组件上的焊点熔化并毁坏栅线，甚至导致整个光伏组件报废。

# 10 效益评估

**10.0.1** 多能互补分布式能源系统应用的最终目的是减少常规能源的应用，因此在进行效益评估时，最重要的就是要计算其可再生能源或生物质能源应用后，由此产生的对常规能源应用的减少量。计算中，建筑总能源消费是指在建筑物使用过程中所消耗的能源量，即一定时间内(一般为一年)某个目标建筑运行所需要的各种能源的总量，主要包括电力、燃料油、燃气、燃煤、市政热水(或蒸汽)等。在计算建筑中使用可再生能源或生物质能源所形成的常规能源替代量或节约量时，由于各种可再生能源或生物质能源技术输出的能量形式不同，算法上存在差异，如对于太阳能光伏发电技术，以系统所发电量作为常规能源替代量；而对于太阳能光热技术或地源热泵等技术，则是与某种以消耗常规能源实现相同功能或目的的技术进行比较，计算出相对常规能源节约量。

**10.0.2** 参照国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T50801的相关要求。在进行计算时，相关测试方法和评价依据可参照国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T50801中“太阳能热利用系统”相关要求进行。

**10.0.3** 参照国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T50801的相关要求。在进行计算时，相关测试方法和评价依据可参照国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T50801中“太阳能光伏系统”相关要求进行。

**10.0.4** 热泵系统能效比即热泵系统制热量(或制冷量)与系统总耗能量的比值，系统总耗能量包括热泵主机、各级循环泵的耗能量。在进行计算时，相关方法和评价可参照国家现行《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015、《低环境温度空气源热泵（冷水）机组能效限定值及能效等级》GB37480、《空气源热泵辅助的太阳能热水系统（储水箱容积大于0．6m3）技术规范》GB/T26973相关要求进行。

**10.0.9** 项目费效比是考核工程经济的评价指标。该指标是评价工程在整个寿命周期内的经济性。从目前风光互补发电系统实测情况看，风光互补发电的费效比较高，一方面原因是光伏电池的成本太高，比常规火电、水电，甚至风电的发电成本高出很多，另一方面是风机的投资成本太高。当无文件明确规定时，风光互补发电系统的费效比可以按小于项目所在地当年商业用电价格的3倍进行评价。

风光互补发电系统年发电量是衡量风光互补发电系统发电能力的一个非常重要的直观指标。考虑到当前很多工程文件中没有给出该项指标，为此要求当无文件明确规定时，应在测试评价报告中给出系统的年发电量。常规能源替代量是评价风光互补发电系统节约常规能源能力的重要参数。该评价指标确定了常规能源替代量，可进一步分析项目费效比、环境效益及经济效益。