

重庆市工程建设标准

工业建筑节能(绿色建筑)设计标准

Design standard on industrial building energy saving  
(green building)

DBJ50/T-548-2026

主编单位:中机中联工程有限公司  
中铁二十二局集团第五工程有限公司  
批准部门:重庆市住房和城乡建设委员会  
施行日期:2026年9月1日

2026 重 庆



# 重庆市住房和城乡建设委员会文件

渝建标[2026]9号

## 重庆市住房和城乡建设委员会 关于发布《工业建筑节能(绿色建筑)设计标准》 的通知

各区县(自治县)住房城乡建设委,重庆高新区建设局,万盛经开区住房城乡建设局、双桥经开区建设局、经开区生态环境建管局,有关单位:

现批准《工业建筑节能(绿色建筑)设计标准》为我市工程建设地方标准,编号为 DBJ50/T-548-2026,自 2026 年 9 月 1 日起施行。标准文本可在标准备案后登录重庆市住房和城乡建设技术发展中心官网免费下载。

本标准由重庆市住房和城乡建设委员会负责管理,中机中联工程有限公司负责具体技术内容解释。

重庆市住房和城乡建设委员会

2026 年 4 月 1 日



## 前 言

为推进工业建筑的绿色低碳和可持续发展、节约资源和保护环境、保障职业健康,根据重庆市住房和城乡建设委员会《关于下达 2022 年度重庆市工程建设标准制定修订项目立项计划的通知》(渝建科[2022]32 号)的要求,编制组经广泛调查研究,认真总结工程实践经验,参考国内外相关技术标准,在广泛征求意见的基础上,编制本标准。

本标准主要技术内容包括:总则、术语、基本规定、总图设计、建筑设计、结构设计、给水排水设计、暖通空调设计、电气及智能化设计、能量回收与可再生能源利用设计。

本标准由重庆市住房和城乡建设委员会负责管理,由中机中联工程有限公司负责具体技术内容的解释,各单位在执行标准的过程中如有意见或建议,请寄送至中机中联工程有限公司(地址:重庆市九龙坡区石桥铺渝州路 17 号,邮编:400039,电话:023-68603412,传真:023-68603412)。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人员和主要审查专家：

主 编 单 位：中机中联工程有限公司

中铁二十二局集团第五工程有限公司

参 编 单 位：中冶赛迪工程技术股份有限公司

中煤科工重庆设计研究院(集团)有限公司

重庆电子科技职业大学

重庆机三院施工图审查有限公司

重庆市设计院有限公司

重庆交通大学

重庆同乘工程咨询设计有限责任公司

重庆市城市管线综合管理事务中心

重庆市工业文化协会

重庆大学

重庆建筑工程职业学院

渝建实业集团股份有限公司

主要起草人员：何开远 张 军 叶 强 王永超 吴蔚兰

蔡汶翰 罗 德 潘 文 童 愚 孙曼莉

毛 伟 罗小峰 张华廷 杨 鑫 唐小燕

董莉莉 刘特尔 吴俊楠 沃永刚 罗宏伟

刘亚南 陈 锐 崔树荃 郑 云 沈舒伟

李兴平 戴 博 万里鹏 杨芳乙 徐煜辉

程予川 张 虹 刘 力 冯彦淋 刘亚波

彭 渤 戴辉自 孙小华 杨华东 谭宏礼

杨 友 柯小丽 田家华 曾晓磊 景其增

唐建设 钟 忠 林 翔 张 斌 李 曦

梅 杰 徐仁忠 王英俊 刘广龙 王仁华

向 容 余柠模 刘 军 吴雅典 严成银

谭俊伟 伍小强 何 武 侯须真 钟 澍

唐 红 任贵阳 陈 洁 童建成 辜 伟  
王晓丽 赵远翔 周铁程 白 波 李沙舟  
巫晓菲 盛清华 张东林 黄文钟 周 麟  
赖 新 熊联波 王 瑜 朱险峰 郭小飞  
王 勇 高 力 马金华 骆科军  
主要审查专家: 丁 勇 李怀玉 丁小猷 方小桃 谭建国  
任国均 陈 轩



# 目 次

|     |              |    |
|-----|--------------|----|
| 1   | 总则           | 1  |
| 2   | 术语           | 2  |
| 3   | 基本规定         | 4  |
| 4   | 总图设计         | 6  |
| 4.1 | 一般规定         | 6  |
| 4.2 | 规划布局         | 6  |
| 4.3 | 场地环境         | 9  |
| 4.4 | 交通设计         | 12 |
| 5   | 建筑设计         | 14 |
| 5.1 | 一般规定         | 14 |
| 5.2 | 围护结构节能设计     | 14 |
| 5.3 | 围护结构热工性能权衡判断 | 17 |
| 5.4 | 空间布局         | 18 |
| 5.5 | 建筑材料         | 19 |
| 5.6 | 室内环境         | 20 |
| 6   | 结构设计         | 24 |
| 6.1 | 一般规定         | 24 |
| 6.2 | 节材设计         | 24 |
| 6.3 | 选材设计         | 25 |
| 7   | 给水排水设计       | 26 |
| 7.1 | 一般规定         | 26 |
| 7.2 | 给水和节水        | 26 |
| 7.3 | 排水系统         | 29 |

|      |                        |    |
|------|------------------------|----|
| 7.4  | 热水系统                   | 31 |
| 8    | 暖通空调设计                 | 32 |
| 8.1  | 一般规定                   | 32 |
| 8.2  | 供暖与通风                  | 33 |
| 8.3  | 空气调节                   | 34 |
| 8.4  | 冷热源                    | 36 |
| 8.5  | 监测与控制                  | 38 |
| 9    | 电气及智能化设计               | 42 |
| 9.1  | 一般规定                   | 42 |
| 9.2  | 供配电系统                  | 42 |
| 9.3  | 室内照明                   | 43 |
| 9.4  | 电气设备                   | 44 |
| 9.5  | 智慧运营                   | 45 |
| 10   | 能量回收与可再生能源利用设计         | 46 |
| 10.1 | 一般规定                   | 46 |
| 10.2 | 能量回收                   | 46 |
| 10.3 | 可再生能源利用                | 47 |
| 附录 A | 工厂建筑能耗的范围、计算和统计方法      | 49 |
| 附录 B | 工厂建筑水资源利用指标的范围、计算和统计方法 | 51 |
| 附录 C | 工业建筑碳排放的范围、计算和统计方法     | 54 |
| 附录 D | 工业建筑体积、面积与高度计算原则       | 56 |
|      | 本标准用词说明                | 57 |
|      | 引用标准名录                 | 58 |
|      | 条文说明                   | 61 |

## Contents

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1   | General provisions                                  | 1  |
| 2   | Terms   | 2  |
| 3   | Basic requirements                                  | 4  |
| 4   | Site plan design                                    | 6  |
| 4.1 | General requirements                                | 6  |
| 4.2 | Planning and layout                                 | 6  |
| 4.3 | Site context  | 9  |
| 4.4 | Circulation design                                  | 12 |
| 5   | Architectural design                                | 14 |
| 5.1 | General requirements                                | 14 |
| 5.2 | Energy-efficient design of building envelope        | 14 |
| 5.3 | Trade-off for building envelope thermal performance | 17 |
| 5.4 | Spatial layout                                      | 18 |
| 5.5 | Building materials                                  | 19 |
| 5.6 | Indoor environmental quality                        | 20 |
| 6   | Structural design                                   | 24 |
| 6.1 | General requirements                                | 24 |
| 6.2 | Material efficiency design                          | 24 |
| 6.3 | Material selection design                           | 25 |
| 7   | Water supply and drainage design                    | 26 |
| 7.1 | General requirements                                | 26 |
| 7.2 | Water supply and conservation                       | 26 |
| 7.3 | Drainage system                                     | 29 |
| 7.4 | Domestic hot water system                           | 31 |

|            |   |    |
|------------|---|----|
| 8          | Heating, ventilation, and air conditioning design   | 32 |
| 8.1        | General requirements  | 32 |
| 8.2        | Heating and ventilation   | 33 |
| 8.3        | Air conditioning  | 34 |
| 8.4        | Heating and cooling source  | 36 |
| 8.5        | Building automation and control systems   | 38 |
| 9          | Electrical and intelligent systems design   | 42 |
| 9.1        | General requirements  | 42 |
| 9.2        | Power supply and distribution system  | 42 |
| 9.3        | Interior lighting   | 43 |
| 9.4        | Electrical equipment  | 44 |
| 9.5        | Intelligent building operation and management   | 45 |
| 10         | Energy recovery and renewable energy utilization design                                   | 46 |
| 10.1       | General requirements  | 46 |
| 10.2       | Energy recovery   | 46 |
| 10.3       | Renewable energy utilization  | 47 |
| Appendix A | Scope, calculation and statistical methods of energy consumption in factory buildings     | 49 |
| Appendix B | Scope, calculation and statistical methods for water use indicators of factory buildings  | 51 |
| Appendix C | Scope, calculation and statistical methods for carbon emissions from industrial buildings | 54 |
| Appendix D | Principles for calculation of volume, area and height of industrial buildings             | 56 |
|            | Explanation of Wording in this standard   | 57 |
|            | List of quoted standards  | 58 |
|            | Explanation of provisions   | 61 |

# 1 总 则

**1.0.1** 为贯彻落实绿色发展理念,推进工业建筑的高质量发展,规范工业建筑的节能(绿色建筑)设计,制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于重庆市新建、改建和扩建的工业建筑节能(绿色建筑)设计(包括主要生产厂房和辅助生产建筑)。特殊行业和有特殊要求的厂房或部位的节能设计,应按其专项节能设计标准执行。

**1.0.3** 工业建筑节能(绿色建筑)设计应达到现行国家标准《绿色工业建筑评价标准》GB/T 50878 的技术要求。节能(绿色建筑)设计应与工业建筑设计同步,且各阶段设计文件应编制设计专篇。

**1.0.4** 工业建筑节能(绿色建筑)设计,除应符合本标准的规定外,尚应符合国家和重庆市现行有关标准的规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 工业建筑 industrial building

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

### 2.0.2 绿色工厂 green factory

实现了能源低碳化、资源高效化、生产洁净化、产品绿色化、用地集约化的工厂。

### 2.0.3 绿色工业建筑 green industrial building

在建筑的全寿命周期内,能够最大限度地节约资源(节地、节能、节水、节材)、减少污染、保护环境,提供适用、健康、安全、高效使用空间的工业建筑。

### 2.0.4 工业建筑节能 industrial building energy efficiency

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

### 2.0.5 工业建筑能耗 energy consumption of industrial building

工业建筑在使用过程中所消耗各类能源的总量。包括为保证工业建筑中生产、人员所需的室内环境要求,及其为满足向室外大气排放标准所产生的各种能源耗量,还包括建筑供水系统及其水处理所产生的各种能源耗量等。

### 2.0.6 单位产品综合能耗 comprehensive energy consumption for unit product

统计期内综合能耗与合格产品产量的比值。

### 2.0.7 单位产品取水量 quantity of water intake for unit product

统计期内取水量与合格产品产量的比值。

**2.0.8** 冷源系统全年能效比(EERa) annual average operational energy efficiency ratio of cold source system

冷源系统全年累计制冷量(kWh)与空调制冷机房全年累计能耗(kWh)的比值。

**2.0.9** 职业性有害因素 occupational hazards

在职业活动中产生和(或)存在的、可能对职业人群健康、安全和作业能力造成不良影响的因素或条件,包括化学、物理、生物等因素。

### 3 基本规定

**3.0.1** 应与上位规划相衔接、行业准入条件相匹配,并应符合下列规定:

1 建设区位应符合国家批准的产业发展、区域发展、工业园区或产业聚集区规划的要求;

2 企业的产品、产量、规模、工艺与装备水平等应符合国家规定的行业准入条件,并符合行业发展要求。

**3.0.2** 应减少建筑物全寿命周期的碳排放,并应符合下列规定:

1 应明确全寿命期内单位建筑面积的碳排放强度和所采取技术措施;

2 充分结合行业特征和特殊性,统筹兼顾,积极采用新能源、新技术、新工艺、新材料及新设备;

3 单位产品(或单位建筑面积)工业建筑能耗、碳排放指标达到国内同行业水平,能耗与碳排放指标的范围、计算和统计方法应符合本标准附录 A、B 的规定。

**3.0.3** 项目前期应进行绿色建筑的设计策划,明确项目定位,确定绿色总体目标和分项指标、对应的技术策略、工业建筑文脉的传承与创新路径,进行成本与效益分析,并编制绿色建筑设计策划书。

**3.0.4** 建筑设计应推行标准化及一体化设计,并应符合下列规定:

1 建筑设计应遵循模数协调统一原则;

2 实施工艺、建筑、结构、设备一体化设计;

3 推行土建与室内外装饰装修一体化设计。

**3.0.5** 建筑设计应推行数字化设计,并应符合下列规定:

- 1 应采用建筑信息模型(BIM)技术；
- 2 应采用性能化设计分析技术；
- 3 宜应用人工智能、大数据、物联网、云计算等新一代信息化技术。

**3.0.6 建筑材料的选择应符合下列规定：**

- 1 严禁采用国家、重庆市禁止、限制的材料与部品和落后技术；
- 2 应使用绿色建材,绿色建材的比例不宜低于 70%；
- 3 装饰装修宜采用装配化装修技术和成套化部品。

**3.0.7 工业建筑节能设计分类及室内节能设计计算参数确定应符合表 3.0.7-1、3.0.7-2 的规定。**

**表 3.0.7-1 工业建筑节能设计分类**

| 类别     | 环境控制及能耗方式 | 建筑节能设计原则  |
|--------|-----------|---|
| 一类工业建筑 | 供暖、空调     | 通过围护结构保温和供暖系统节能设计,降低冬季供暖能耗;通过围护结构隔热和空调系统节能设计,降低夏季空调能耗 |
| 二类工业建筑 | 通风        | 通过自然通风设计和机械通风系统节能设计,降低通风能耗                            |

**表 3.0.7-2 室内节能设计计算参数**

| 冬季       |    | 夏季   |        |
|----------|----|------|--------|
| 体力劳动强度级别 | 温度 | 参数   | 计算参数取值 |
| 轻劳动      | 16 | 温度   | 28℃    |
| 中等劳动     | 14 |      |        |
| 重劳动      | 12 | 相对湿度 | ≤70%   |
| 极重劳动     | 10 |      |        |

## 4 总图设计

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 场地规划应因地制宜,合理布置,节约集约用地,应符合下列规定:

1 宜将近期建设与远期发展相结合,并根据实际变化定期或适时调整;

2 在既有建筑更新改造的同时,宜根据实际情况对原总体规划进行评估,当总体规划局部或全面调整时,应按照法定程序进行报审;

3 改建、扩建的工业企业应合理利用和改造现有设施,并应减少工程施工对生产的影响。

**4.1.2** 项目选址应综合考虑区域的生态环境因素,充分利用有利条件,符合可持续发展原则。

**4.1.3** 布局于用地紧张或产业转型升级用地内的项目宜采用工业上楼新模式,并满足生产工艺流程、设备荷载等要求。

**4.1.4** 位于风貌管控的老旧工业厂区更新,应立足政策分析,关注社会需求、文化传承、产业发展,突出问题导向,构建以综合效益为导向的设计策略。

### 4.2 规划布局

**4.2.1** 选址应满足现行有关建设项目用地的规定,并符合下列规定:

1 建设厂址应符合国土空间规划关于“三区三线”的要求,

不得占用基本农田、各类保护区、限制和禁止建设区,以及生态保护价值范围的江滨陆域等位置;

2 应节约集约用地,充分利用有利条件,在符合各类法定规划的基础上合理开发利用城市废弃地、可再生地、荒地和劣地;

3 建设厂址应与周边企业形成较好的生产链体系,并宜与周边企业能源利用形成上下游互补关系,其生产性质及交通运输量应与城市该区域的中远期规划相适应。

**4.2.2 场址必须安全可靠、配套设施要完善,风向因素要适宜,并应符合下列规定:**

1 应避开泥石流、流沙、严重滑坡、溶洞等直接危害的地段,以及采矿塌落及地质恶劣地区;

2 应具有满足生产、生活及发展所必需的水源和电源;

3 应充分考虑风向因素,避免工厂与周边环境相互影响。

**4.2.3 建设用地指标应符合国家和重庆市的有关规定,且应符合国家《工业项目建设用地控制指标》的规定及用地规划设计条件要求,厂址用地面积与地形应符合下列规定:**

1 应满足近期建设所必需的用地面积和适宜的建厂地形,并宜根据企业远期发展规划的需要,留有适当的发展余地;

2 宜选择适宜的地形坡度,避开自然地形复杂、自然坡度大的地段,应避免将盆地、积水洼地作为厂址。

**4.2.4 总平面布置应符合下列规定:**

1 应满足生产工艺及物料流程的要求,应合理利用地形和规划条件,并应做到功能分区明确;功能分区内各项设施的布置宜紧凑、合理,并缩短运输距离;

2 应考虑工厂所在地的气象条件,使建筑物具有良好的朝向、天然采光和自然通风条件;

3 在满足生产流程、操作维护和使用功能的前提下,主要生产车间应集中布置或采用联合厂房的形式;同时宜结合工艺和地

形条件采用多层建筑、高层建筑、地下建筑或阶梯式建筑；

4 动力公用设施的布置宜位于其负荷中心，或靠近主要用户；

5 宜结合工艺设备对地基承载力要求特点，合理利用场地的挖填区域布置适宜的生产车间。

4.2.5 应结合生产工艺和物流需求合理利用或改造地形地貌、保护土地资源，并应符合下列规定：

1 应保护名木古树，宜保留可利用的植被和适于绿化种植的浅层土壤资源；

2 不宜破坏场地和周边原有水系的关系；

3 合理确定场地标高，宜避免形成高边坡、高挡墙。当无法避免时，应对边坡稳定性进行论证评价；

4 减少场地土石方工程量，并宜达到场内平衡或就近平衡，减少运输距离；

5 场地平整时应采取水土保持措施，防止水土流失。

4.2.6 在满足工艺要求的前提下，建筑布局 and 空间设置应结合场地地形，统筹考虑厂区与城市之间的空间界面、视线通廊及主要空间节点设计。

4.2.7 建筑总平面布置应避免污染物的排放对新建建筑自身或相邻环境敏感建筑产生影响，并应符合下列规定：

1 有重污染大气污染物排放的工厂建筑不应布置在受影响环境敏感建筑的当地主导风上风向；

2 有重污染的工业用地不应与居住、公共设施等其他用地功能相混合，与其他非工业用地之间应符合相关防护距离的规定；

3 厂区内应设有废弃物分类、回收或处理的专用设施和场所。

4.2.8 总图设计应避免大量热、蒸汽或有害物质向相邻建筑散发而造成能耗增加，应合理确定工艺及运输流线、采取控制建筑

间距、选择最佳朝向、确定建筑密度和绿化构成等措施。

**4.2.9** 场址规划设计应有利于冬季日照、夏季自然通风和自然采光等条件,合理利用当地主导风向。以风压自然通风为主的工业建筑,其迎风面与夏季主导风向宜成  $60^{\circ}\sim 90^{\circ}$ ,且不宜小于  $45^{\circ}$ 。

### 4.3 场地环境

**4.3.1** 场地风环境宜符合下列规定:

1 应结合场地的主导风向和工艺流程,合理布置工厂生产区和生活区;

2 宜避开冬季主导风向,并宜通过设置防风屏障等措施阻隔冬季冷空气;

3 建筑宜采用架空等方式改善自然通风条件,避免采用围合式厂区布局。

**4.3.2** 场地的光环境设计应符合下列规定:

1 建筑规划布局不应降低周边建筑的日照标准;

2 场地和道路照明设计应避免对宿舍或周边居住建筑造成光污染;

3 老旧工业厂区的泛光照明设计宜强化厂区保留建筑的视觉表现。

**4.3.3** 声环境设计应符合国家现行标准的要求,并应符合下列规定:

1 应依据场地边界噪声实测数据,分析建筑布局后对场地内噪声影响程度,评估工业建筑生产噪声对场地及周边设施的噪声干扰;

2 噪声高的车间和设备应尽量远离噪声敏感建筑和厂界,靠近厂界位置宜布置研发、办公、管理等噪声低的建筑;

3 采用大型联合厂房的工厂,应将噪声高的工段远离敏感

厂界布置,并宜在厂房内适当隔离;

4 当场地内噪声级超过限值指标时,应通过优化建筑布局、设置声屏障、吸声路面等综合降噪措施。

**4.3.4 绿化布置**应满足现行国家标准《工业企业总平面设计规范》GB 50187 的相关要求,并应符合下列规定:

1 绿化布置应根据企业性质、环境保护及厂容的要求,结合总平面布置、竖向设计及管线布置统一进行,并应充分利用场地内现有地形、水系和植被,合理安排绿化用地;

2 宜充分利用场地地上及地下空间合理设置绿色雨水基础设施,并合理规划地表与屋面雨水径流途径;

3 绿地宜结合出入口布置在临城市道路侧,以方便向社会公众开放;

4 宜结合山地地形特征,充分利用挡土墙等设施设置垂直绿化。

**4.3.5 绿化种植设计**应符合下列规定:

1 设计前应调查场地内的植物资源,对生态价值高的植物和名木古树应采取保护利用措施;

2 绿化配置应选择适宜气候和土壤条件的乡土植物,且宜采用包含乔、灌木的复层绿化,乡土植物的种数不宜低于 70%;

3 种植设计宜有利于改善场地声环境,宜在噪声源周围种植高大乔木及灌木,形成植物噪声屏障;

4 高粉尘车间周围的绿化,宜选择滞尘效果好的乔、灌木,并形成绿化带;

5 对空气洁净度要求高的生产车间、装置及建筑物周边绿化,应避免选用散播花絮、纤维物质及有绒毛果实特征的树种;

6 室外垃圾转运站、收集点等公用设施,宜利用植物进行遮挡;

7 宜采用种植落叶阔叶乔木,合理控制乔木与建筑的距离

等措施,改善场地光环境和热环境质量,停车场、人行道和广场宜种植高大乔木提供遮阳。

#### **4.3.6 场地铺装设计应符合下列规定:**

1 室外硬质铺装应选择平整、浅色、耐磨、防滑、透水的材料;

2 道路、广场、室外停车场透水铺装占硬质铺装面积的比例不宜低于 50%;

3 老旧工业厂区地面铺装宜对原有的铺装肌理、材质、色彩进行合理保留和利用,并宜通过局部保留等方式,对各个历史时期道路铺装进行叙事性展示。

#### **4.3.7 室外场地的无障碍设计应符合下列规定:**

1 人行道在交叉路口、广场入口等应设无障碍坡道;

2 绿地内台阶、坡道及活动场地入口和其它无障碍设施的位置应设提示盲道;

3 停车场的设计应考虑在距离建筑主出入口最近处安排无障碍专用停车位。

#### **4.3.8 室外场地的标识标牌设计应符合下列规定:**

1 工厂内生产、运输、储存危险物品的设施及场所应设置危险品标志牌;

2 工厂宜根据交通规模和生产性质设置交通标识标牌,以管理人行和车辆安全通行,避免发生交通事故,提高通行效率;

3 老旧工业厂区的标识与广告店招宜具备厂区文化记忆特色,保留时代印记,体现美观性和识别性。

#### **4.3.9 场地内的大气污染物、固体废弃物、环境噪声等环境排放应符合下列规定:**

1 大气污染物排放应符合相关国家标准、行业标准及地方标准要求,并满足区域内排放总量控制要求;

2 固体废弃物的处理应符合现行国家标准《一般工业固体

废物贮存和填埋污染控制标准》GB 18599 及相关标准的要求。当本区域无法自行处理的,应将固体废弃物转交给具备相应能力和资质的处理厂进行处理;

3 工厂的厂界环境噪声排放应符合相关国家标准、行业标准及地方标准要求。

#### 4.4 交通设计

4.4.1 交通组织设计应结合所在场地的公共交通和交通规划进行,并应符合下列规定:

1 基地人行出入口应结合公共交通站点布置,并应设置便捷的人行通道;

2 人流和物流出入口宜分开设置;

3 场地内道路和停车场的位置、宽度、走向、坡度、转弯半径、限高、承载能力应与物流运输规模及类型相匹配。

4.4.2 停车场设计应满足《重庆市城市规划管理技术规定》的要求,并符合下列规定:

1 应结合货物流线和生产规模合理设置货车泊位;

2 货物运输车辆应充分考虑与其他车辆、非机动车及行人的通行安全;

3 非机动车库(场)位置设置合理,室外非机动车停车场宜设遮阳防雨设施;

4 当工厂周边步行 500m 范围内有错时停车需求时,停车库车行出入口应避免通过内部道路与城市道路连接,车库对外人行出入口及流线不应进入厂区内;

5 应配置电动汽车充电设施,数量及空间宜符合现行地方工程建设标准《电动汽车充电设施建设技术标准》DBJ50/T-218 的要求。

**4.4.3** 应积极推广智慧物流,采用资源消耗小的物流方式,并应符合下列规定:

1 物流仓储宜利用立体高架方式、自动运输系统和信息化管理;

2 结合厂区地势或建筑物高差,采用能耗小的物流运输方式;

3 采用环保节能型物流运输设备与车辆,且具备提供补充能源的配套设施。

**4.4.4** 对于工业文化价值大、有观光需求的工业厂区交通系统设计应融合产业文化特征与功能需求,并应符合下列规定:

1 新建厂区路网布局宜预先融入产业文化基因,老旧厂区改造应保留其历史路径符号;

2 车行系统宜通过地标构筑物强化产业标识,货运通道宜利用智能设备彰现代制造特征,停车空间宜结合产业文化展示强化场景赋能;

3 步行系统宜通过串联产业文化节点、运用数字技术活化历史记忆等方式推行沉浸体验。

## 5 建筑设计

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 建筑形体及功能布局应与生产工艺匹配,并符合下列规定:

1 建筑内部功能布局应区分不同生产区域;

2 大量散热的区域宜放在生产厂房的外部并与生产辅助用房保持距离;

3 在满足使用功能的前提下,应尽量减少交通等辅助空间的面积,不同生产区域之间应有便捷、高效的交通联系。

**5.1.2** 建筑设计应遵循被动式绿色节能措施优先的原则,充分利用天然采光和自然通风,合理选择围护结构保温隔热与遮阳措施,降低建筑的能耗和碳排放。

**5.1.3** 建筑立面及屋面设计宜采用体现工业建筑特点的工艺特征、企业形象、垂直绿化、生态遮阳系统等元素。

### 5.2 围护结构节能设计

**5.2.1** 设置供暖空调系统的工业建筑围护结构的热工性能应符合表 5.2.1 的规定。

表 5.2.1 围护结构传热系数和太阳得热系数限值

| 围护结构部位 | 传热系数 $K$ [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] |
|--------|--------------------------------|
| 屋面     | $\leq 0.70$                    |
| 外墙     | $\leq 1.10$                    |

续表 5.2.1

| 围护结构部位 |                            | 传热系数 $K[W/(m^2 \cdot K)]$         |                           |
|--------|----------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| 外窗     |                            | 传热系数 $K$<br>[ $W/(m^2 \cdot K)$ ] | 太阳得热系数 SHGC<br>(东、南、西/北向) |
| 立面外窗   | 总窗墙面积比 $\leq 0.20$         | $\leq 3.60$                       | —                         |
|        | $0.2 <$ 总窗墙面积比 $\leq 0.40$ | $\leq 3.40$                       | $\leq 0.60$ /—            |
|        | 总窗墙面积比 $> 0.40$            | $\leq 3.20$                       | $\leq 0.45/0.55$          |
| 屋顶透光部分 |                            | $\leq 3.50$                       | $\leq 0.45$               |

注:进行围护结构热工计算时,外墙和屋面的传热系数(K)应采用包括结构性热桥在内的平均传热系数( $K_m$ )。

**5.2.2** 一类工业建筑总窗墙面积比、屋顶透光部分的面积与屋顶总面积之比应符合下列规定。当不符合本条规定时,应按照本标准第 5.3 节的规定进行权衡判断。

- 1 建筑的总窗墙面积比不应大于 0.50;
- 2 屋顶透光部分的面积与屋顶总面积之比不应大于 0.15。

**5.2.3** 工业建筑围护结构的夏季隔热性能应符合下列规定:

- 1 一类工业建筑屋面和外墙内表面最高温度应符合表 5.2.3-1 的规定;

表 5.2.3-1 一类工业建筑外墙和屋面内表面最高温度限值

| 围护结构部位 | 重质围护结构( $D \geq 2.5$ )内<br>表面最高温度( $^{\circ}C$ ) | 轻质围护结构( $D < 2.5$ )内<br>表面最高温度( $^{\circ}C$ ) |
|--------|--|---|
| 屋面     | $\leq$ 室内空气温度+2.5                                | $\leq$ 室内空气温度+2.5                             |
| 外墙     | $\leq$ 室内空气温度+2                                  | $\leq$ 室内空气温度+3                               |

- 2 二类工业建筑屋面内表面最高温度宜符合表 5.2.3-2 的规定。

表 5.2.3-2 二类工业建筑外墙和屋面内表面最高温度限值

| 围护结构部位 | 内表面最高温度(℃)   |
|--------|--------------|
| 屋面     | ≤室外逐时空气温度最高值 |
| 外墙     | ≤室外逐时空气温度最高值 |

5.2.4 工艺性空气调节区围护结构的传热系数应符合表 5.2.4 的规定。

表 5.2.4 工艺性空气调节区围护结构热工限值 $[W/(m^2 \cdot K)]$

| 围护结构名称 | 室温允许波动范围(℃) |      |      |
|--------|-------------|------|------|
|        | ±(0.1~0.2)  | ±0.5 | ±1.0 |
| 屋面     | —           | —    | ≤0.8 |
| 顶棚     | ≤0.5        | ≤0.8 | ≤0.9 |
| 外墙     | —           | ≤0.8 | ≤1.0 |
| 内墙和楼板  | ≤0.7        | ≤0.9 | ≤1.2 |

注:表中内墙和楼板的相关数值仅适用于相邻空气调节区的温差大于3℃时。

5.2.5 有温湿度要求的工厂,其围护结构的气密性等级应符合下列规定:

1 外窗气密性不低于现行国家标准《建筑幕墙、门窗通用技术条件》GB/T 31433 规定的 6 级,透明幕墙的气密性不应低于现行国家标准《建筑幕墙、门窗通用技术条件》GB/T 31433 规定的 3 级;

2 建筑围护结构采用金属围护系统且有供暖或空调要求时,构造层设计应采用满足围护结构气密性要求的构造;恒温恒湿环境的金属围护系统气密性不应大于  $1.2m^3/(m^2 \cdot h)$ ;

3 当室内要求保持正压或负压的工厂,外门、外窗(包括玻璃幕墙)的气密性等级和开启方式应按具体工艺要求确定。

5.2.6 当有保温或隔热要求时,应采用防寒保温门或隔热门,外门与墙体之间应采取防水保温措施。

**5.2.7** 宜采取遮阳措施,当设置外遮阳时,遮阳装置应符合下列规定:

- 1 东西向宜设置活动外遮阳,南向宜设水平外遮阳;
- 2 建筑物外遮阳设置应兼顾通风及冬季日照。

**5.2.8** 无特殊工艺要求时,外窗可开启面积不宜小于窗面积的30%,当开启有困难时,应设相应的通风装置。

**5.2.9** 当工业建筑有特殊工艺要求时,节能设计还应满足对应的节能设计标准。

### 5.3 围护结构热工性能权衡判断

**5.3.1** 当一类工业建筑进行权衡判断时,设计建筑围护结构的传热系数最大限值不应超过表 5.3.1 的规定。

表 5.3.1 围护结构传热系数和太阳得热系数限值

| 围护结构部位 | 传热系数 $K[W/(m^2 \cdot K)]$ |
|--------|---------------------------|
| 屋面     | 0.80                      |
| 外墙     | 1.20                      |
| 外窗     | 3.40                      |
| 屋顶透光部分 | 3.40                      |

**5.3.2** 一类工业建筑参照建筑的形状、大小、朝向、窗墙面积比、内部的空间划分、使用功能、使用特点应与设计建筑完全一致。参照建筑的所有计算取值,应完全按照本标准的规定限值。当设计建筑的窗墙面积比或屋顶透光部分面积大于本标准第 5.2.2 条的规定时,参照建筑的窗墙面积比和屋顶透光部分的面积取值应按本标准第 5.2.2 条的规定取值。

**5.3.3** 建筑围护结构热工性能权衡判断使用软件、计算方法和边界条件设置应符合现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用

通用规范》GB 55015 的规定。

**5.3.4** 一类工业建筑围护结构热工性能权衡判断计算应采用参照建筑对比法,步骤应符合下列规定:

1 应采用统一的供暖、空调系统,计算设计建筑和参照建筑全年逐时冷负荷和热负荷,分别得到设计建筑和参照建筑全年累计耗冷量  $Q_c$  和全年累计耗热量  $Q_{H1}$ ;

2 应采用统一的冷热源系统,计算设计建筑和参照建筑的全年累计能耗,同时将各类型能源耗量统一折算成标煤比较,得到所设计建筑全年累计综合标煤能耗  $E_{设}$  和参照建筑全年累计综合标煤能耗  $E_{参}$ ;

3 应进行综合能耗对比,并应符合下列规定:

1) 当  $E_{设}/E_{参} \leq 1$  时,应判定为符合节能要求;

2) 当  $E_{设}/E_{参} > 1$  时,应判定为不符合节能要求,并应调整建筑热工参数重新计算,直至符合节能要求为止。

**5.3.5** 当进行一类工业建筑围护结构热工性能权衡判断优化时,宜根据经济成本投资回收期进行优化方案的设计比较。

## 5.4 空间布局

**5.4.1** 建筑空间布局应符合下列规定:

1 主要功能空间的开间、进深和层高应与生产工艺要求匹配,且规格尺寸宜标准化和模数化;

2 工厂的配套功能空间与设施宜共享。

**5.4.2** 二类工业建筑采用多跨结构时宜将冷热跨间隔布置,应避免热跨相邻。

**5.4.3** 建筑内部功能布局应区分不同生产区域并符合下列规定:

1 大量散热的热源,宜布置在生产厂房的外部并与生产辅

助用房保持距离；

2 对工业厂房内的热源宜采取隔热措施；

3 供暖空调房间宜布置在阴面或建筑的底层。

**5.4.4** 有噪声、振动、电磁辐射、空气污染的房间宜远离有安静要求、人员长期停留或工作的房间及场所。当相邻设置时，应采取有效的防护措施。

**5.4.5** 货梯应布置在靠近货流出入口处，客梯应靠近人流出入口处。货流、人流宜减少交叉。

**5.4.6** 宜采用立体绿化措施改善城市风貌和室内热环境质量，并符合下列规定：

1 临城市干道、城市公共空间的单、多层工厂，面向城市干道、城市公共空间一侧的外墙应设置垂直绿化；

2 建筑高度不超过 24m 的单、多层混凝土结构厂房以及紧邻居住区的厂房宜设置屋顶绿化。

## 5.5 建筑材料

**5.5.1** 建筑造型要素应简洁，宜采用装饰与功能一体化构件。

**5.5.2** 建筑外墙、屋面、门窗、幕墙、外保温等围护结构及建筑防护栏杆、构架应满足安全、耐久和防护的要求。

**5.5.3** 建筑不宜采用玻璃幕墙，外墙饰面材料应有控制光污染的措施。当采用玻璃幕墙时，玻璃可见光反射比宜满足现行国家标准《玻璃幕墙光热性能》GB/T 18091 的规定。

**5.5.4** 建筑应采用工业化建筑体系或工业化部品，可选择单元式幕墙、成品栏杆、雨篷、整体卫生间等建筑部品。

**5.5.5** 设置供暖空调的厂房围护结构应采取保温隔热措施，并符合下列规定：

1 围护结构宜采用墙体自保温技术体系；

- 2 外墙、屋面饰面材料宜采用浅色饰面材料；
- 3 宜采用保温与装饰一体化的外墙材料；
- 4 有条件时外墙宜设置通风间层等措施；
- 5 屋面应设置保温材料。

#### 5.5.6 建筑材料的选择宜符合下列规定：

1 宜选用可再循环材料，可再循环材料使用量占所用相应建筑材料总量的 10% 以上；

2 宜使用以废弃物为原料生产的建筑材料，其重量占可用同类建筑材料总量的比例不低于 30%；

3 应充分利用建筑施工、既有建筑拆除和场地清理时产生的尚可继续利用的材料；

4 宜采用速生的材料及其制品；

5 材料的耐久性能在满足相关标准规定的基础上宜与建筑的正常使用寿命一致。

5.5.7 主体结构材料和装修材料中的有害物质含量应符合现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB 6566、《室内装饰装修材料有害物质限量》GB 18580~GB 18588 等的规定。

## 5.6 室内环境

5.6.1 应充分利用自然通风消除工业建筑余热、余湿，并应符合下列规定：

1 热压自然通风设计时，进、排风口高度差应满足热压自然通风的需求；

2 采用天窗或屋面通风器排出室内余热时，天窗及屋面通风器可关闭；

3 利用自然通风时应避免自然进风对室内环境的污染或无组织排放造成室外环境的污染。

**5.6.2** 建筑设计应为自然通风创造条件,并符合下列规定:

1 辅助办公区域、无洁净要求的一般性生产厂房应进行自然通风设计;

2 建筑功能空间的布局及门窗位置、开启面积和开启方式应有利于组织室内自然通风,且宜与防排烟设施结合;

3 当室外空气污染和噪声污染严重时,应采用具备相应处理措施的复合通风。

**5.6.3** 建筑自然通风的风口设计应符合下列规定:

1 在利用外窗作为自然通风的进、排风口时,进、排风面积宜相近;当受到工业辅助用房或工艺条件限制,进风口或排风口面积无法保证时,应采用机械通风进行补充;

2 应采用阻力系数小、易于开关和维修的进、排风口或窗扇。不便于人员开关或需要经常调节的进、排风口或窗扇,应设置机械开关或调节装置;

3 当热源靠近厂房的一侧外墙布置,且外墙与热源之间无工作地点时,该侧外墙的进风口宜布置在热源的间断处。

**5.6.4** 工业建筑设计应充分利用天然采光,并应符合下列规定:

1 无特殊工艺要求时,应通过设置外窗满足采光要求,采光设计应符合现行国家标准《建筑采光设计标准》GB 50033 及《建筑环境通用规范》GB 55016 的要求;

2 大跨度或大进深的厂房采光设计时,宜采用顶部天窗采光或导光管采光系统等采光装置;

3 宜采用侧窗及采光天窗,可采用反光板、散光板和集光、导光设备等措施改善室内自然采光效果,不宜采用凸窗;

4 在大型厂房方案设计阶段,宜进行采光模拟分析计算和采光的节能核算。

**5.6.5** 对有采光要求的地下空间宜采用天然采光,平均采光系数不低于 0.5% 的面积宜大于首层地下室面积的 5%,可采用下

列措施改善室内天然采光：

- 1 将地下室设计成半地下室，直接开窗采光通风；
- 2 地下室设计下沉式庭院、窗井、采光天窗等措施改善天然采光；
- 3 采用导光装置引入天然光。

**5.6.6** 厂房声环境质量控制应符合国家标准《工业企业噪声控制设计规范》GB/T 50087 的相关规定，高噪声厂房并应符合下列规定：

- 1 应采用高性能的门、窗及多层复合隔声墙体，门窗的计权隔声量不应低于 30dB(A)，隔声墙体的计权隔声量不应低于 50dB(A)；

- 2 宜对厂房内部空间进行吸声降噪，设计降噪量不宜超过 6dB(A)，墙体宜采用吸声隔声一体化构造措施；

- 3 厂房内部设置的控制室、办公室、试验室等空间应按照隔声间设计；

- 4 当布置高噪声设备时，宜结合工艺流程的需要，设置隔声罩等措施。

**5.6.7** 工业建筑的防尘截尘应符合下列规定：

- 1 主要厂房的地坪面层应采用防止起尘的材料；
- 2 有洁净要求的厂房主要出入口应设置具有截尘功能的固定设施。

**5.6.8** 电磁辐射污染防治设计应满足现行国家标准《电磁环境控制限值》GB 8702 的规定。

**5.6.9** 工艺设备、公用设施振动控制设计应符合现行国家标准《城市区域环境振动标准》GB 10070 的规定。

**5.6.10** 工业建筑的室内空气质量应符合下列规定：

- 1 工作场所的空气质量应满足国家现行有关标准中关于有害因素职业接触限值的规定；

2 辅助生产建筑的室内空气质量应符合国家现行有关标准的规定。

**5.6.11** 工作场所职业病危害警示标识设计应符合现行国家标准《工作场所职业病危害警示标识》GBZ 158 的规定。

重庆工程建設

## 6 结构设计

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 应根据工程的使用功能、建造和使用维护成本以及环境影响等因素规定设计工作年限,并应符合现行国家标准《工程结构通用规范》GB 55001 的规定。

**6.1.2** 结构设计宜考虑生产工艺的发展与变革、产品的升级换代,使工程设计具有适当的通用性、兼容性。

**6.1.3** 既有建筑改造时应结合工艺需求合理利用原有结构体系。

### 6.2 节材设计

**6.2.1** 建筑主体结构宜采用钢结构、装配式混凝土结构等资源消耗少、环境影响小及可工业化建造的结构体系。

**6.2.2** 结构方案应遵循抗震概念设计基本原理,采用规则的结构体系。因工艺、建筑要求无法避免时,不规则的建筑应按规定采取加强措施;特别不规则的建筑,应进行专门研究和论证,采取特别的加强措施;不应采用严重不规则的结构体系。

**6.2.3** 应进行精细化设计,并符合下列规定:

1 合理选用结构形式、结构构件截面形式和节点构造;

2 应根据工艺要求、结构类型、荷载大小及性质和场地岩土工程条件进行技术经济比选,合理选择基础持力层和基础形式。

**6.2.4** 既有建筑的结构构件、材料经合理处理或适度改造后可继续利用。

## 6.3 选材设计

**6.3.1** 建筑应采用工业化建筑体系或工业化部品,可选择下列构件或部品:

1 预制混凝土结构构件、钢结构构件等工业化生产程度较高的构件;

2 装配式内墙、多功能复合墙体等结构部品。

**6.3.2** 宜采用建筑结构与保温一体化技术,并满足节能标准要求。

**6.3.3** 结构设计应优先采用高性能、高强度材料,并应符合下列规定:

1 钢筋混凝土结构中 HRB400 级及以上热轧带肋钢筋用量占受力钢筋总量的比例不小于 85%,竖向承重结构混凝土强度等级应根据实际情况进行合理选取;

2 钢结构中 Q355 及以上高强钢材用量占钢材总量的比例不小于 50%。

**6.3.4** 采用提高建筑材料和构件的耐久性措施,并符合下列规定:

1 对建筑构件采用防护措施提高耐久性;

2 贮水或高湿环境建筑部位满足抗渗性要求;

3 腐蚀性较高或其他特殊环境结构进行相应处理。

**6.3.5** 应结合工艺需要,建筑结构材料合理采用高强度钢或高性能混凝土。

**6.3.6** 优先选用本地生产的建筑材料,500km 以内生产的建筑材料重量占建筑材料总重量的比例应大于 70%。

**6.3.7** 加固时应采用环保性和耐久性好的结构加固材料和防护材料。结构加固用胶粘剂环保性能、结构用胶粘剂或聚合物砂浆耐久性和结构防护材料耐久性应符合国家现行相关标准的要求。

## 7 给水排水设计

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 应结合项目水资源禀赋及生产工艺要求制定水资源利用方案,并应符合所在地区水资源综合利用规划以及国家、行业有关标准的规定。

**7.1.2** 水系统方案应基于单位产品取水量指标、水重复利用率及单位产品废水产生量用水指标制定。

**7.1.3** 给水系统设置应安全、可靠、节能、先进,并应符合国家现行有关标准的规定。

**7.1.4** 工厂的水污染物排放应符合相关标准要求,并满足区域内排放总量控制要求。

### 7.2 给水和节水

**7.2.1** 应按照生产设备用水点对水质、水压要求的不同,采用分系统供水。并应符合下列规定:

1 给水系统应充分利用城镇给水管网的水压直接供水,经批准可采用叠压供水系统;

2 给水系统的供水方式和供水分区,应根据生产设备用水点水压、水质、水量、位置和使用要求等确定;

3 采用变频调速泵组时,应根据用水量和用水均匀性等因素合理选择搭配水泵及调节设施,宜按供水需求自动控制水泵启动的台数,保证在高效区运行;

4 生活用水点处水压大于 0.20MPa 的配水支管应设置减

压设施,并应满足用水器具给水配件的最低工作压力要求。

**7.2.2** 给水系统应根据现行国家标准《节水型企业评价导则》GB/T 7119 的要求配备用水计量器具,采用分级(分类)计量,水表计量率应符合现行国家标准《用水单位水计量器具配备和管理通则》GB/T 24789 的规定。

**7.2.3** 水泵应根据给水系统计算扬程、流量、安装高度及水泵性能曲线选型,并应符合下列规定:

1 水泵的效率不宜低于现行国家标准《离心泵能效限定值及能效等级》GB 19762 规定的 2 级能效等级效率值,且不应低于离心泵能效限定值;

2 所配电动机效率不应低于现行国家标准《电动机能效限定值及能效等级》GB 18613 规定的 2 级能效等级;

3 水泵设计工况点应位于水泵性能曲线高效区段;水泵的组合和运行调节应能满足系统运行工况变化的要求;

4 循环水泵“流量、扬程、电动机功率、汽蚀余量”性能参数应与系统匹配。

**7.2.4** 给水系统设备、管道附件、器具宜采用低阻力、低水耗产品。

**7.2.5** 生产工艺设备、清洗冲洗生产工器具以及用水器具等应采用节水或免水技术,并符合下列规定:

1 生产工艺设备采用节水技术,单位产品取水量不大于现行国家有关标准的规定;

2 各种水嘴、冲洗工器具等生产卫生器具应采用节水型设备或免水技术,卫生器具应满足现行国家标准《节水型生活用水器具》CJ/T 164 和现行行业标准《节水型产品通用技术条件》GB/T 18870 中的要求,其用水效率应在二级及以上等级;50% 卫生器具的用水效率等级宜达到 1 级。

**7.2.6** 采取有效措施减少用水设备和给水管网漏损,并应符合

下列规定：

1 给水系统应使用耐腐蚀、耐久性能好的管材、管件，且必须符合现行国家标准的要求。给水系统最大工作压力不得大于该产品标称的允许工作压力；试验压力和试验方法应符合现行国家相关验收规范；

2 选用高性能、零渗漏的阀门；

3 合理设计供水系统，避免供水压力过高或压力骤变；

4 选择适宜的管道连接、敷设及基础处理方式，并控制管道埋深；

5 埋地钢管应选择适宜的防腐方式；

6 水池、水箱应设置水位监测和溢流报警以及进水阀门自动联动关闭，相关信息应传至监控中心。

7.2.7 采用反渗透工艺制取纯水时，宜对制水过程中产生的高浓水制定安全可靠的回用方案，回用的高浓水应满足用水点对水质的要求。

7.2.8 根据工艺设备用水、冷却、废水产生的情况，合理采用循环重复利用、回用或逐级利用等节水方式，并应符合下列规定：

1 水重复利用率、冷却水循环利用率应满足相关行业标准的要求；

2 设置工业废水再生回用系统，废水回用率应满足相关行业标准的要求；

3 对生产过程中产生的蒸汽凝结水设置回收系统，蒸汽凝结水利用率应满足相关行业标准的要求。

7.2.9 工业循环冷却水系统应采取节水措施，并应符合下列规定：

1 具有过滤、缓蚀、阻垢、杀菌、灭藻等水处理功能；

2 开式循环冷却水系统应根据补充水水质、所服务的工艺设备以及环境要求等因素确定合理的浓缩倍数。间冷开式循环冷却水系统的浓缩倍数不宜小于 5.0，且不应低于 3.0；直冷开式

循环冷却水系统的浓缩倍数不应小于 3.0；

3 冷却塔应设置在空气流通条件好的场所；

4 开式循环冷却水系统采取加大集水盘、设置平衡管或平衡水箱的方式，避免冷却水泵停泵时冷却水溢出；

5 采用地源热泵、闭式冷却塔等节水冷却技术，或开式冷却塔的蒸发损失水量占冷却水补水量的比例大于 80%；

6 采用飘水率较低的高效节水型冷却塔。

**7.2.10** 绿化灌溉应采用高效节水灌溉方式，并符合下列规定：

1 应采用喷灌、微灌、渗灌、低压管灌等高效节水的灌溉系统；

2 在采用节水灌溉系统的基础上，设置土壤湿度感应器、雨天自动关闭装置等节水控制措施，或种植无须永久灌溉植物。

**7.2.11** 雨水、中水、市政再生水等非传统水源利用应符合下列规定：

1 景观用水、绿化用水、车辆冲洗用水、道路浇洒用水、冲厕用水、清扫地面用水、空调冷却水补水、消防水池补水宜采用雨水、建筑中水等非传统水源，且应达到相应的水质标准，有条件时宜优先使用市政再生水；

2 根据行业规定的单位产品取水量、废水产生量、废水回用率或水重复利用率，并结合水资源状况和水量平衡分析，制定生产用水采用非传统水源方式，且水质满足工艺用水要求。

**7.2.12** 宜设置水质在线监测系统，监测各给水系统水质指标，记录并保存水质监测结果。各给水系统的流量、压力、温度等参数，宜设置集中监测和控制系统。

## 7.3 排水系统

**7.3.1** 排水系统实现污、废水“零直排”，并应符合下列规定：

1 工厂排水应实施雨污分流、污污分流、分质处理、分质回用；

2 污、废水处理系统技术先进、低碳节能,且其出水水质优于国家现行有关标准的规定;

3 工厂废水应单独处理,且其达到环境排放标准的尾水,不应排入市政污水管道;

4 工厂废水外排前应依法取得排污许可证。

**7.3.2** 采取有效措施,减少排水管网漏损,并应符合下列规定:

1 排水系统应根据排水介质选择相适宜的耐腐蚀较强、连接方式安全可靠的管材;塑料管材用作室外埋地排水管时,优先采用材料纯度高、环柔性好、抗蠕变性能强、管材管接头可承内压的塑料管,其执行的技术标准宜高于现行国家标准;

2 选择适宜的管道连接、敷设及基础处理方式;

3 排水检查井优先采用钢筋混凝土检查井、预制混凝土装配式检查井或其他防腐防漏检查井等。排水管道与检查井连接处应进行可靠的密封处理;

4 道路两侧雨水口限制使用砖砌雨水口,优先采用现浇混凝土或预制成品雨水口等工艺。

**7.3.3** 地面以上的污、废水排水宜采用重力流系统直接排至室外管网。

**7.3.4** 废水需外排时,应设置计量排放口,并宜根据行业特点,设置主要水污染物在线监测装置。应建立水体污染物排放台账,开展自行监测和监控,并保存原始监测和监控记录,监测应符合现行国家标准《排污单位自行监测技术指南 总则》HJ 819 及排污许可证的要求。

**7.3.5** 雨水系统应落实海绵城市建设理念,并应符合下列规定:

1 工厂海绵城市建设指标应按规划要求确定;

2 当场地空间条件受限,绿色设施建设规模不足时,可设置雨水蓄水池作为雨水径流控制的兜底设施,蓄水池调蓄容积应与雨水回用水量相匹配,且不宜超过 6 日的回用量。收集雨水时,

初期雨水宜通过绿色基础设施或预处理池等设施净化处理后进入蓄水池,不推荐采用初期雨水弃流方式;

3 厂区地表污染严重的区域的雨水径流应单独收集处理,严禁设置源头渗透设施;

4 雨水系统的整体校核应重点校核基地标高、工厂建筑底层地坪标高、市政道路标高等竖向关系以及场地坡度,确保满足内涝防治设计要求。

## 7.4 热水系统

7.4.1 工厂集中热水供应系统的热源宜进行技术经济比较后合理选用,宜依序选择工厂余热、废热、太阳能、空气源热泵、热力管网、锅炉等作为热水供应热源。当最高日生活热水量大于 $5\text{m}^3$ 时,除电力需求侧管理鼓励用电,且利用谷电加热的情况外,不应采用直接电加热热源作为集中热水供应系统的热源。

7.4.2 有计量要求的水加热、换热站室,应安装热水表、热量表、蒸汽流量计或能源计量表。

7.4.3 热水供应系统应符合下列规定:

1 集中热水供应系统的热水循环管网服务半径不应大于500m;水加热、热交换站室宜设置在热负荷的中心位置或靠近最大负荷;

2 集中热水供应系统的供水分区宜与用水点处的冷水分区同区,并应采取保证用水点处冷、热水供水压力平衡和保证循环管网有效循环的措施;

3 热水供应系统的管网及设备应采取保温措施,保温层厚度应按现行国家标准《设备及管道绝热设计导则》GB/T 8175中经济厚度计算方法确定。

7.4.4 各种水系统中,需加热或冷却的负荷超过300kW时,应设温度调节装置。

## 8 暖通空调设计

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 工业建筑的空气温度、湿度、洁净度、风速及有害因素职业接触限值应符合现行国家标准和工艺相关要求。

**8.1.2** 暖通空调方案应根据工艺需求、生产班制、管理模式、资源禀赋及相关政策,通过技术经济比较确定。

**8.1.3** 供暖和空调施工图设计时,应对每一个供暖空调房间或者区域进行冬季热负荷和夏季逐时逐项的冷负荷计算。负荷计算时,应根据现行国家标准《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 的有关规定,合理考虑工艺散热、工艺排风对冷热负荷的影响。

**8.1.4** 设备和管道的保冷及保温层厚度应按现行国家标准《设备及管道绝热设计导则》GB/T 8175 的有关要求经计算确定,并应符合下列规定:

1 供冷或冷热共用时,应按经济厚度和防止表面凝露保冷层厚度分别计算,并应取大值;

2 设备和管道的保温层厚度应按经济厚度计算确定,必要时也可按允许表面热损失法或允许介质温降法计算确定;

3 凝结水管保冷厚度应按防止表面结露的计算方法确定。

**8.1.5** 供暖、通风与空气调节系统的消声与隔振设计应满足现行国家标准《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981 和《工业企业噪声控制设计规范》GB/T 50087 的有关要求,并应符合下列规定:

1 应根据工艺要求、噪声振动特性、噪声振动允许标准等因素确定消声与隔振量;

2 当风机、空调设备、冷热源机组、冷却塔以及水泵等设备的振动靠自然衰减不能达标时,应设置隔振器或采取其他隔振措施。

## 8.2 供暖与通风

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

1 当厂区只有供暖用热或以供暖用热为主时,应采用热水作热媒;

2 当厂区供热以工艺用蒸汽为主时,生产厂房、仓库、公用辅助建筑物供暖可采用蒸汽作热媒,生活、行政辅助建筑物应采用热水作热媒;

3 利用余热或可再生能源供暖时,热媒及其参数可根据具体情况确定。

8.2.2 高温高压蒸汽宜采用梯级综合利用方式,不宜直接减压降温用于供暖。

8.2.3 通风方式选择应符合下列规定:

1 宜优先采用自然通风,当自然通风不能满足卫生或生产工艺要求时,应采用自然与机械相结合的复合通风方式或机械通风方式;

2 厂房内放散热、蒸汽、粉尘和有害气体的生产设备应优先设置局部排风装置。当局部排风仍不能保证室内工作环境要求时,应辅以全面通风系统。

8.2.4 厂房自然通风设计,应符合下列规定:

1 消除工业厂房的余热、余湿,或放散比空气轻的有害气体且工艺允许时,宜优先采用自然通风;

2 当无组织排放导致室外环境空气质量不达标,或厂房处

于粉尘及其他有害物质严重污染区域时,不宜采用自然通风;

3 放散极毒物质的生产厂房及仓库,严禁采用自然通风。

8.2.5 通风系统管路布置和管径的选择,应减少并联环路之间压力损失的相对差额,非除尘系统不宜超过 15%,除尘系统不宜超过 10%,且管路宜短直快速地通往室外。

8.2.6 风扇的能效等级应不低于现行国家标准《电风扇能效限定值及能效等级》GB 12021.9 所规定的 2 级能效等级,蒸发式冷风扇能效等级应不低于现行国家标准《蒸发式冷风扇能效等级评定要求》QB/T 4977 所规定的 2 级能效等级。

8.2.7 电机功率大于 300kW 的离心式通风机,宜采用高压电动机。

### 8.3 空气调节

8.3.1 在满足生产工艺要求的条件下,宜减少空气调节区的面积和室内散热、散湿量。当采用局部空气调节或局部区域空气调节满足要求时,不应采用全室性空气调节。

8.3.2 空调系统的设置应合理,并应符合以下规定:

1 当工艺生产对空调无需求,仅作业人员有降温需求时,可采用岗位送风(送冷风)的形式;

2 建筑空间高度大于 10m,且体积大于 10000m<sup>3</sup>时,宜采用分层空调;

3 通行频繁或者温湿度控制要求高的供暖空调车间及公共空间,出入口宜设置空气幕系统;

4 当工艺条件允许和技术经济合理时,宜设置热回收装置,且排风热回收装置的额定热回收效率应符合现行国家标准《工业建筑节能设计统一标准》GB 51245 相关规定。

8.3.3 洁净空调系统设计应符合现行国家标准《洁净厂房设计

规范》GB 50073 和项目所属领域相关行业标准的有关规定,恒温恒湿空调系统设计应符合现行国家标准《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 的有关规定,数据中心空调系统设计应符合现行国家标准《数据中心设计规范》GB 50174 的有关规定。

**8.3.4** 热湿比较小或全年的热湿比变化较大的空调区,宜采用温湿度独立控制空调系统,且宜采用新风系统除湿和高温冷冻水空调供冷相结合的方式。

**8.3.5** 符合下列条件之一时,宜采用蒸发冷却空调系统:

1 显热负荷大,但散湿量较小或无散湿量,且全年需要以降温为主的高温车间;

2 湿度较高或湿度无严格限制要求的生产车间。

**8.3.6** 除特殊的工艺要求外,中、大型空调系统的空气处理不宜采用冷却和加热、加湿和除湿相互抵消的处理过程。

**8.3.7** 有低湿环境要求的空气调节区,宜采用冷却除湿与其他除湿方式相结合的方法进行联合除湿处理。

**8.3.8** 当工艺生产冬季有相对湿度控制要求时,空气调节系统应设置加湿装置。加湿装置的类型应根据工厂热源、加湿量,以及空气调节区的相对湿度允许波动范围要求等,经技术经济比较确定,并应符合下列规定:

1 有蒸汽源时,宜采用干蒸汽加湿器;

2 空气调节区湿度控制精度要求较严格,加湿量较小且无蒸汽源时,宜采用电极、电热或高压微雾等加湿器;当加湿量大时,宜采用淋水加湿器;

3 空气调节区湿度控制精度要求不高,且无蒸汽源时,可采用高压喷雾或湿膜等加湿器;

4 新风集中处理,且有低温余热可利用时,宜采用温水淋水加湿器;

5 生产工艺对空气中化学物质有严格要求时,宜采用洁净

蒸汽加湿器或初级纯水的淋水加湿器；

6 生产车间有大量余热,且湿度控制精度要求不严格时,宜采用二流体加湿器；

7 加湿装置的供水水质应满足工艺、卫生要求和加湿器供水要求。

**8.3.9** 大、中型恒温恒湿类空气调节系统和对相对湿度有上限控制要求的空气调节系统,新风宜预先单独处理或集中处理。

**8.3.10** 全空气空调系统的空气处理机组的风机宜采用变频风机。设计定风量全空气空调系统时,应采取实现全新风运行或可调新风比运行的措施,同时应根据风量平衡计算设计相应的排风系统。

## 8.4 冷热源

**8.4.1** 应根据冷热负荷、生产班制、管理模式,结合气象条件、资源禀赋、相关政策等情况,结合冷热源站房的安全性、可靠性、技术性、运行管理等要求,经技术经济综合比较论证,制定供冷供暖整体方案,并应符合下列规定：

1 有余热的工业建筑,空调热源的一次能源优先选用工业余热,制冷应选用工业余热驱动的吸收式冷水机组供冷；

2 冬季或过渡季节有供冷需求的工业建筑,宜利用冷却塔、蒸发式空冷器提供冷源；

3 天然气供应充足地区的工业建筑,环境承载力允许时,优先采用分布式冷热电联供或燃气空调技术供冷、供暖；

4 具有热、电、天然气等多种能源的工业建筑,优先采用复合式能源供冷、供暖技术；

5 具有地热可利用的工业建筑,优先采用地源热泵系统供冷、供暖。当能满足地下水全部回灌到原取水层时,可选择地下

水地源热泵系统,但不得对地下水资源造成污染,并符合当地资源及生态管理政策;

6 有能源价格差的区域,宜设置蓄冷(热)系统。

**8.4.2** 除符合下列情况外,不得采用电作为直接供暖、空调及空气加湿的热源:

1 采用燃油、燃煤设备受环保或消防严格限制,且无生产余热或无区域热源及气源时;

2 有峰谷电价区域,仅在夜间利用低谷电价时段蓄热时;

3 远离集中供热的分散独立建筑,无其他可利用的热源,且无法利用热泵供热时;

4 不允许采用热水或蒸汽直接供暖,且不能间接供暖的重要配电用房;

5 利用可再生能源及余热发电,且设置储能设施时;

6 恒温恒湿区域或室内相对湿度精度要求较高的工艺空调系统,且无蒸汽源的加湿;

7 采用热泵系统,但电辅助加热器的功率不超过设计热负荷的 20% 时。

**8.4.3** 空调系统冷热媒温度的选取应符合现行国家标准《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 的有关规定。技术经济合理时,冷媒温度宜高于常用设计温度,热媒温度宜低于常用设计温度。当生产工艺或空气调节有不同供冷温度需要时,宜设计不同温度的供冷系统。

**8.4.4** 冷热源机组的选择应符合下列规定:

1 应满足工艺要求及空调部分负荷的需求;

2 台数和规格应在最小负荷下能安全平稳运行,并保证系统在部分负荷运行时仍具有较高的效率;

3 当冷负荷大于 528kW 时,冷水机组不宜少于 2 台;

4 当小型工程仅设 1 台时,应选调节性能优良的机型;

5 采用电动压缩式冷水机组时,对于负荷变化较大或运行工况变化较大的应用场合,宜配合使用变频调速式冷水机组;

6 水冷壳管式冷凝器冷水机组,应设置自动在线清洗装置;

7 制冷剂应采用环保型制冷剂。

**8.4.5** 空气源热泵机组的设计应符合下列规定:

1 融霜时间总和不应超过运行周期时间的 20%;

2 性能系数应符合国家、行业和重庆地区的现行技术标准的规定;

3 室内温度稳定性要求较高时,宜设置辅助热源;

4 同时供冷、供热的建筑,宜采用热回收式热泵机组。

**8.4.6** 采用电机驱动的单元式空气调节机、风管送风式空调(热泵)机组时,其在名义制冷工况和规定条件下的能效应符合现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015、《单元式空气调节机能效限定值及能效等级》GB 19576、《风管送风式空调机组能效限定值及能效等级》GB 37479 的相关规定。

**8.4.7** 冷热源设备的位置宜靠近供暖、通风及空调冷热负荷中心。

**8.4.8** 对于主导产业和特色产业的项目,当空调面积大于 5 万  $\text{m}^2$ (含)且采用集中式空调系统时,空调系统应符合下列规定:

1 冷源系统全年能效比 EERa 不应低于 4.6,宜达到 5.1;

2 宜采用系统功能集成的模块化产品,并配置蓄冷蓄热装置,提升空调系统能源交互水平。

## 8.5 监测与控制

**8.5.1** 锅炉房、换热机房和制冷机房应进行能量计量,并应包括下列内容:

1 燃料的消耗量;

2 供热系统的总供热量;

- 3 制冷机(热泵)耗电量及制冷(热泵)系统总耗电量;
  - 4 制冷系统的总供冷量;
  - 5 补水量。
- 8.5.2** 采用区域性冷源和热源时,在每栋建筑的冷源和热源入口处应设置冷量和热量计量装置,同时应进行补水量的计量。采用集中供暖空调系统时,不同使用单位或区域宜分别设置冷量和热量计量装置。
- 8.5.3** 冷热源机房的监测与控制功能应符合下列规定:
- 1 应监测冷热源设备及热交换器一、二侧进出口温度、压力;
  - 2 应监测分集水器温度、压力(或压差),集水器各支管温度;
  - 3 宜监测水泵流量及进、出口压力;
  - 4 应监测水过滤器前、后压差;
  - 5 应监测冷水机组、水阀、水泵、冷却塔风机等设备的启停状态;
  - 6 可进行冷水(热泵)机组、水泵、电动阀门、冷却塔等设备的顺序启停和连锁控制,在顺序启停和连锁排查有故障时,应能报警并启动下一组设备;
  - 7 可进行冷水机组的台数控制,并宜采用冷量优化控制方式;
  - 8 应根据供热量需求调节锅炉的投运台数和投入燃料量;
  - 9 可进行水泵的台数控制,并宜采用流量优化控制方式;
  - 10 二级泵可进行自动变速控制,宜根据供回水水管路上压差控制转速,且压差宜能优化调节;
  - 11 可进行冷却塔风机的台数控制,宜根据室外气象参数进行变速控制,当采用冷却塔免费供冷时,采用冷却塔供应空调冷水时的供水温度控制,可进行冷却塔的自动排污控制;
  - 12 工艺环境允许且技术经济合理时,可进行供水温度的优化;

13 宜能按照累计运行时间进行设备的轮换使用；

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

**8.5.4** 热交换站应具备冷热量控制功能,且监测与控制系统应符合下列规定:

- 1 应监测热交换器一、二侧进出口温度、压力；
- 2 应监测分集水器温度、压力(或压差),集水器各支管温度；
- 3 宜监测水泵流量及进、出口压力；
- 4 应监测水过滤器前、后压差；
- 5 应能进行水泵与阀门等设备连锁控制；
- 6 供水温度应能根据室外温度进行调节；
- 7 供水流量应能根据末端需求进行调节；
- 8 宜能根据末端需求进行水泵台数和转速的控制。

**8.5.5** 全空气空调系统的控制功能应符合下列规定:

- 1 工艺生产环境允许时,宜采用变频控制；
- 2 宜进行风机、风阀和水阀的启停连锁控制；
- 3 宜按照使用时间进行定时启停控制,并能对启停时间进行优化调整；

4 过渡季宜有加大新风比的控制方式；

5 对于舒适性空调,宜根据室外气象参数优化调节室内温度设定值；

- 6 室内空气温度、湿度监测与控制；
- 7 室外空气温度、湿度监测；
- 8 过滤器应设置超压报警。

**8.5.6** 车间大型风机盘管的控制功能应符合下列规定:

- 1 精密空调车间宜采用电动水阀和风速相结合的控制方式；
- 2 舒适性空调宜优先采用台数控制；

- 3 经济技术合理时,过渡季宜设置加大新风比的控制方式;
  - 4 室内空气温度可进行监测与控制;
  - 5 过滤器应设置超压报警。
- 8.5.7** 热回收装置应监测一、二次侧的温度、流量。热回收器回收量应可以控制,且热回收装置的旁通装置应能自动控制。
- 8.5.8** 以排除房间余热、污染物为主的通风系统,宜设置温度、浓度自动监测与控制装置。
- 8.5.9** 当空调面积大于 5 万  $\text{m}^2$ (含)且采用集中式空调系统时,宜设置三维信息模型的数字孪生智慧运维平台,并具备系统监控、节能控制、自动寻优、能耗管理、运维管理、云平台管理、无人化值守等数字化功能。
- 8.5.10** 宜执行现行国家标准《空气调节系统经济运行》GB/T 17981 设计相关要求,确保系统具备实现经济运行的前置条件。

## 9 电气及智能化设计

### 9.1 一般规定

9.1.1 电气系统的设计应经济合理、高效节能。

9.1.2 电气系统应选用技术先进、可靠,损耗低、谐波发射量少、能效高、经济合理、绿色环保的节能产品。

### 9.2 供配电系统

9.2.1 应根据用电负荷性质及容量,选择合理的供电电压等级和供电方式。

9.2.2 变电所宜接近负荷中心并接近电源侧。

9.2.3 供电电压偏差应符合现行国家标准《电能质量 供电电压偏差》GB/T 12325 的有关规定。

9.2.4 用电系统接入电网的三相电压不平衡度允许值,宜符合现行国家标准《电能质量 三相电压不平衡》GB/T 15543 的有关规定。

9.2.5 用电系统的功率因数应不低于现行国家标准的有关规定,当采用提高自然功率因数的措施达不到要求时,应采用并联电容器或静止无功补偿装置作无功补偿。

9.2.6 用电系统接入电网的谐波电流分量(方均根植)应符合现行国家标准《电能质量 公用电网谐波》GB/T 14549 的有关规定。

9.2.7 电能计量应按建筑、区域和用途进行分区、分类和分项计量,并宜符合下列规定:

- 1 按不同的车间、生产班组分区计量;

- 2 按不同的产品线、工艺类别分类计量；
- 3 照明与设备分别计量,工艺与公用设备分别计量,公用设备按不同类别分类计量；
- 4 可再生能源发电、电能回收设置独立分项计量装置；
- 5 大功率设备应单独计量。

### 9.3 室内照明

**9.3.1** 照明设计的照度值、统一眩光值、一般显色指数、色温等应满足工艺要求并符合现行国家标准《建筑环境通用规范》GB 55016、《建筑照明设计标准》GB/T 50034 的有关规定。

**9.3.2** 设计的照明功率密度值(LPD)不应大于现行国家标准《建筑照明设计标准》GB/T 50034 规定的限值。

**9.3.3** 工作场所应按不同的功能分区设置一般照明,对局部照度要求较高的场所,可增加局部照明,采用混合照明。

**9.3.4** 在满足显色性、启动时间等条件下,应采用发光效率高、寿命长的光源,照明设计应按下列条件选择光源:

- 1 灯具安装高度较低的场所宜采用 LED 灯、细管径直管形三基色荧光灯；

- 2 灯具安装高度较高的场所宜采用 LED 灯、金属卤化物灯、高压钠灯或大功率细管径直管形荧光灯；

- 3 除特殊场所外,不应采用普通照明白炽灯。

**9.3.5** 长时间视觉作业的场所,统一眩光值 UGR 不应高于 19。

**9.3.6** 长时间工作或停留的房间或场所,照明光源的一般显色指数(Ra)不应低于 80、特殊显色指数(R9)不应小于 0,同类产品的色容差不应大于 5SDCM。

**9.3.7** 长时间工作或停留的场所应选用无危险类(RG0)或 1 类危险(RG1)灯具或满足灯具标记的视看距离要求的 2 类危险

(RG2)的灯具,不应使用3类危险(RG3)的灯具。

**9.3.8** 光源和灯具的闪变指数不应大于1;人员长期工作的房间或场所采用的照明光源和灯具,其频闪效应可视觉度(SVM)不应大于1.3。

**9.3.9** 在满足眩光限制和配光要求条件下,应选用灯具效率或灯具效能值高的灯具。

**9.3.10** 镇流器的选择应符合下列规定:

- 1 荧光灯应配用电子镇流器或节能电感镇流器;
- 2 对频闪效应有限制的场合,应采用高频电子镇流器;
- 3 高压钠灯、金属卤化物灯应配用节能电感镇流器;在电压偏差较大的场所,宜配用恒功率镇流器;功率较小者可配用电子镇流器。

**9.3.11** 荧光灯功率因数不应低于0.9,高强气体放电灯功率因数不应低于0.85,LED灯具功率因数不应低于0.9。

**9.3.12** 照明控制方式合理,控制位置应能观察到控制区域,并宜按下列方式控制:

- 1 有自然采光的区域宜单独分组控制;
- 2 生产场所宜按车间、工段或工序分組分区控制;
- 3 宜按工作班制分組分区控制;
- 4 大型工业建筑可采用智能照明控制系统;
- 5 厂区道路照明宜采用分区、分組集中控制,采用光控和时间控制相结合的控制方式,根据生产工作班制、所在地区的地理位置和季节变化合理确定开关灯时间。

## 9.4 电气设备

**9.4.1** 建筑电气及智能化系统工程中采用的节能技术和产品,应在满足建筑功能要求的前提下,提高建筑设备及系统的能源利

用效率,降低能耗。

**9.4.2** 变压器宜选用 D,yn11 接线组别的低损耗、低噪声节能型产品,且达到国家现行标准《电力变压器能效限定值及能效等级》GB 20052 规定的 2 级及以上能效等级。

**9.4.3** 应采用高效节能的电动机,连续调速运行的电动机可采用变频调速装置,变频器的谐波限值、能效等级应符合相关标准的要求。

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

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

## 9.5 智慧运营

**9.5.1** 宜设置能耗数据采集和在线监测系统,重点用能单位应设置能耗数据采集和在线监测系统。

**9.5.2** 企业能耗数据采集和在线监测系统宜采用统一平台,重点能耗企业应采用统一平台。

**9.5.3** 智能装备占比超过 70% 的企业,生产设备宜互联互通。

**9.5.4** 企业生产管理系统与企业能源管理监测系统宜互联,宜引入专家系统实现生产管理与能源使用的相互优化提高。

**9.5.5** 纳入碳排放控排重点领域的企业宜设置碳资源管理系统,并具备与产能数据联动的碳排放源的数据监测、统计和碳排放量的计算、分析、形势预测、形势预警和展示等功能碳排放量预决算功能。

## 10 能量回收与可再生能源利用设计

### 10.1 一般规定

**10.1.1** 建筑的能源利用方案应根据当地资源条件及建筑物的用能需求、使用条件等,并结合国家和重庆市相关政策,经技术经济分析后确定。

**10.1.2** 采用可再生能源时,应根据适用条件和投资规模确定该类能源可提供的用能比例或保证率,以及系统费效比,并应根据项目负荷特点和当地资源条件进行适宜性分析。

**10.1.3** 当采用可再生能源时,可再生能源系统应纳入建筑工程设计,统一规划、同步设计。

### 10.2 能量回收

**10.2.1** 对生产过程中产生的能源物质宜采取回收和再利用措施。利用方式应根据可利用废弃能源情况,结合建筑用能特点和空调、供暖及生活热水的需求,考虑当地能源价格、环保要求和利用成本等确定。

**10.2.2** 应根据使用特点及空调或供暖系统的规模,结合可利用生产余热情况,以及当地能源价格政策、环保要求合理确定冷热源形式,并应符合下列规定:

- 1 生产余热或热电厂余热宜作为供暖或空调的热源;
- 2 热电厂或生产余热蒸汽或高温水宜作为溴化锂冷水机组的冷源;
- 3 电厂余热应采用溴化锂吸收式热泵技术回收作为供暖空

调热源。

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

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

**10.2.5** 锅炉的烟气余热宜回收利用作为预热锅炉给水或燃烧空气的热源。

**10.2.6** 空气压缩机的余热宜通过下列方式回收利用:

- 1 利用换热器回收空气压缩机内高温润滑油的热能;
- 2 利用风冷型空气压缩机排风热能;
- 3 利用水冷型空气压缩机循环冷却水的热能。

**10.2.7** 蒸汽凝结水应回收利用,应符合下列规定:

- 1 采用闭式凝结水回收系统;
- 2 回收利用凝结水的热量;
- 3 回收利用的凝结水应经过处理水质达标,加热有毒、有害物质的凝结水严禁回收;
- 4 凝结水回收管道高出疏水阀组出口位置的高度不宜大于 6m。

### 10.3 可再生能源利用

**10.3.1** 新建建筑应安装太阳能系统,并应符合下列规定:

1 应优先采用太阳能光伏发电系统,新建厂房屋顶光伏覆盖率不应低于 50%;

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

3 当厂区内规划有多栋工业建筑时,太阳能系统可集中设置在一栋或多栋建筑物。

**10.3.2** 在工业建筑上增设或改造太阳能光热或光伏发电系统时,宜采用光热或光伏与建筑一体化系统。

**10.3.3** 结合建筑用能特点,因地制宜利用地热、地表水资源,并宜符合下列规定:

1 根据项目所在地的区域能源规划,充分利用当地的地表水资源;

2 根据建筑用途、场地及水文地质特点,合理设置地源热泵系统;

3 城镇污水、污水处理厂出水、再生水资源禀赋好的地区,采用污水源热泵系统。

**10.3.4** 合理采用空气源热泵进行生活热水供应或进行建筑供暖,空气源热泵热水机组的能效不应低于现行国家标准《热泵热水机(器)能效限定值及能效等级》GB 29541 规定的节能评价值。

## 附录 A 工厂建筑能耗的范围、计算和统计方法

**A.0.1** 工厂建筑能耗应包含下列内容：

1 用于照明、供暖、通风、空调、净化、制冷(包括风机、水泵、空气压缩机、制冷机、电动阀门、各类电机及设备、控制装置、锅炉、热交换机组等)系统的全年能耗量；

2 用于环境保护、职业健康安全预防设施的全年能耗量；

3 用于 1~2 款所没有涉及的各种设备和系统的电、煤、汽、水、气、油等各种能源的全年能耗量；

4 工艺设备回收的能量,当用于生活、改善室内外环境时,为回收该部分能量所消耗和回收的能量。

**A.0.2** 工厂建筑能耗指标应按下式计算：

$$I_j = I \times \frac{E_{aj}}{E_a} \quad (\text{A.0.2})$$

式中： $I_j$ ——工厂建筑能耗指标；

$I$ ——工业综合能耗指标；

$E_{aj}$ ——全年工厂建筑能耗,当有行业清洁生产标准或国家、行业和地方规定的综合能耗指标时,可选择行业内有代表性且有施工图设计的若干企业按 A.0.1 工厂建筑能耗范围和公式 A.0.2 进行计算；当无行业清洁生产标准或国家、行业和地方规定的能耗指标时,可选择本行业在节能方面做得好、较好、较差(符合国内基本水平的要求)且有施工图设计的若干企业按 A.0.1 工厂建筑能耗范围和公式 A.0.2 进行计算；

$E_a$ ——全年工业综合能耗。

**A.0.3** 工厂建筑能耗的统计方法应根据 A.0.1 工厂建筑能耗

范围,按设计的项目统计期内各种工厂建筑能耗的实际分项计量,求得工厂建筑能耗。

**A.0.4** 各种能源折算成标准煤的系数应采用国家规定的当年折算值。电力折算标准煤系数按火电发电标准煤耗等价值计算,在实际应用中应以国家统计局正式公布数据为准。引用某行业标准煤耗时,按照行业清洁生产标准所规定的的数据折算。

**A.0.5** 规划设计应根据 A.0.2 所列的方法进行计算。

## 附录 B 工厂建筑水资源利用指标的范围、 计算和统计方法

**B.0.1** 项目所属行业已经发布清洁生产标准且该标准对水资源利用有关指标的范围、计算和统计方法等内容已有规定时,设计按该行业清洁生产标准执行;否则按本标准附录 B.0.2、B.0.3 和 B.0.4 的有关规定执行。

**B.0.2** 取水量是指工业企业从各种水源实际提取的水量,可包括下列内容:

1 企业自备给水工程取自地表水、地下水的水量(包括雨水收集回用);

2 取自城镇供水工程的水量;

3 企业从市场购得的其他水或水的产品(如纯净水、蒸汽、热水、地热水及城市再生水等);

4 不包括企业自取的海水和苦咸水,不包括企业为外供给市场的水或水的产品(如蒸汽、热水、地热水等)而取用的水量。

**B.0.3** 取水量、单位产品取水量、水重复利用率、蒸汽凝结水利用率以及单位产品废水产生量、废水回用率等指标的计算方法应分别符合下列规定:

1 取水量的确定应选择本行业在节水方面处于不同水平(至少符合国内基本水平的要求)的若干企业,按本标准附录 B.0.2 规定取水量的范围,根据项目提供的相关数据(每班员工人数、台班、总取水量、平均时用水量、变化系数、设备数量及同时使用百分数等),扣除水以产品形式外供给市场的部分求得;

2 单位产品取水量应按下式进行计算:

$$V_p = \frac{V_c}{Q} \quad (\text{B.0.3-1})$$

式中:  $V_p$ ——单位产品取水量( $\text{m}^3$ /单位产品或 L/单位产品);

$V_c$ ——统计期内的取水量( $\text{m}^3$ 或 L);

$Q$ ——统计期内合格产品的产量。

单位产品取水量指标可以现行有关行业清洁生产标准的指标为依据。不同行业清洁生产标准对水资源的利用采用了不同的指标,如耗水量、耗新鲜水量、新鲜水用量、新鲜水单耗等。

3 水重复利用率应按下式进行计算:

$$R = \frac{V_r}{V_z} \times 100\% \quad (\text{B.0.3-2})$$

$$V_z = V_r + V_c \quad (\text{B.0.3-2-1})$$

式中:  $R$ ——水重复利用率,无量纲;

$V_z$ ——统计期内的总用水量( $\text{m}^3$ );

$V_r$ ——统计期内的重复利用水量( $\text{m}^3$ );

$V_c$ ——统计期内的取水量( $\text{m}^3$ )。

4 蒸汽凝结水利用率应按下式进行计算:

$$R_q = \frac{V_b}{V_g} \times 100\% \quad (\text{B.0.3-3})$$

式中:  $R_q$ ——蒸汽凝结水利用率,无量纲;

$V_b$ ——统计期内,回用的蒸汽凝结水量(t);

$V_g$ ——统计期内,使用的蒸汽发气量(t)。

5 单位产品废水产生量应按下式进行计算:

$$V_u = \frac{W}{Q} \quad (\text{B.0.3-4})$$

式中:  $V_u$ ——单位产品废水产生量( $\text{m}^3$ /单位产品或 L/单位产品);

$W$ ——统计期内的废水产生量( $\text{m}^3$ 或 L)。

$Q$ ——统计期内合格产品的产量。

6 冷却水循环利用率应按下式计算:

$$R_x = \frac{V_x}{V_i + V_x} \times 100\% \quad (\text{B.0.3-5})$$

式中： $R_x$ ——冷却水循环利用率，无量纲；

$V_x$ ——统计期内，冷却水重复利用水量( $\text{m}^3$ )；

$V_i$ ——统计期内，冷却水新水量(补充水量)( $\text{m}^3$ )。

7 废水回用率应按下式计算：

$$K_w = \frac{V_w}{V_d + V_w} \times 100\% \quad (\text{B.0.3-6})$$

式中： $K_w$ ——废水回用率，无量纲；

$V_w$ ——统计期内，企业对外排废水自行处理后的回用水量( $\text{m}^3$ )；

$V_d$ ——统计期内，企业向外排放的废水量( $\text{m}^3$ )；

8 循环水浓缩倍数应按下式计算：

$$N = \frac{C_{cy}}{C_t} \quad (\text{B.0.3-7})$$

式中： $N$ ——浓缩倍数，无量纲；

$C_{cy}$ ——间接冷却循环冷却水实测某离子浓度( $\text{mg/L}$ )；

$C_t$ ——间接冷却循环系统补充水实测某离子浓度( $\text{mg/L}$ )；

**B.0.4** 水资源利用有关数据的统计应以年度为计量周期。

## 附录 C 工业建筑碳排放的范围、计算和统计方法

**C.0.1** 工业建筑碳排放应包含下列内容:

1 用于供暖、通风、空调、净化、制冷(包括风机、水泵、空气压缩机、制冷机、电动阀门、各类电机及设备、控制装置、锅炉、热交换机组等)系统,以及照明和生活热水系统的全年能源消耗产生的二氧化碳排放;

2 用于环境保护、职业健康设施的全年能源消耗产生的二氧化碳排放;

3 用于除工艺之外且 1-2 款所没有涉及的各种设备和系统的电、煤、汽、水、气、油等各种能源的全年能源消耗产生的二氧化碳排放;

4 工艺过程及设备回收的能量,当用于室内外环境保障和生活设施时,为回收该部分能量所消耗的和回收的能量使用时所产生的二氧化碳排放;

5 可再生能源发电产生的二氧化碳抵消。

**C.0.2** 工业建筑碳排放指标应按下式计算:

$$C = \frac{E_h \times c_i + E_c \times c_i + E_l \times c_i + E_w \times c_i + E_e \times c_i + E_p \times c_i + E_i \times c_i - E_r \times c_i}{A} \quad (\text{C.0.2})$$

式中:  $C$ ——建筑碳排放强度( $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$ );

$E_h$ ——供暖系统能源消耗( $\text{kWh}$ );

$E_c$ ——通风空调供冷系统、净化系统能源消耗( $\text{kWh}$ );

$E_l$ ——照明系统能源消耗( $\text{kWh}$ );

$E_w$ ——生活热水系统能源消耗( $\text{kWh}$ );

$E_e$ ——环境保护、职业健康设施能源消耗( $\text{kWh}$ );

$E_p$ ——插座能源消耗(kWh);

$E_f$ ——工艺设备回收能量系统能源消耗(kWh);

$E_r$ ——可再生能源发电量(kWh);

$c_i$ —— $i$ 类能源碳排放因子,主要能源排放因子按国家现行标准《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366 确定,电力排放因子按  $0.5\text{kgCO}_2/\text{kWh}$ 。

**C.0.3** 工业建筑碳排放的统计应按本标准式(C.0.1)确定工业建筑碳排放范围,以项目统计期内各种工业建筑能耗和可再生能源发电量的实际分项计量,根据本标准式(C.0.2)计算得出工业建筑碳排放;当工业建筑能耗和可再生能源发电量没有实际分项计量或计量精度不够时,应根据本标准第 A.0.2 条中工业建筑能耗计算结果和对应能源种类参照本标准式(C.0.2)计算得出工业建筑碳排放。

**C.0.4** 各种能源折算成电力的系数应采用国家规定的当年折算值,标准煤折算电力系数按火电发电标准煤耗等价值对应计算,在实际应用中应以国家统计局正式公布数据为准。

**C.0.5** 工业建筑碳排放的有关数据的统计应以年度为计量周期。

## 附录 D 工业建筑体积、面积与高度计算原则

- D.0.1** 建筑体积( $V_0$ )应按与计算建筑面积所对应的建筑物外表面和底层地面所围成的体积计算。
- D.0.2** 建筑面积( $A_0$ )应按各层外墙外包线围成的平面面积的总和计算,应包括半地下室的面积,不应包括地下室的面积。
- D.0.3** 外窗面积应取洞口面积。建筑气楼天窗应计入外窗面积。
- D.0.4** 屋顶透光部分面积应取屋顶平天窗与斜天窗面积、采光带等屋顶可透光部分面积总和。
- D.0.5** 外门面积应取洞口面积。
- D.0.6** 地面面积应按外墙内侧围成的面积计算。
- D.0.7** 建筑空间高度应为屋面最高点与地面的高度差,屋面气楼高度不应计入建筑空间高度。

## 本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1) 表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- 1 《工业建筑节能设计统一标准》GB 51245
- 2 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015
- 3 《绿色工厂评价通则》GB/T 36132
- 4 《绿色工业建筑评价标准》GB/T 50878
- 5 《声环境质量标准》GB 3096
- 6 《城市区域环境振动标准》GB 10070
- 7 《容积式空气压缩机能效限定值及能效等级》GB 19153
- 8 《工业锅炉能效限定值及能效等级》GB 24500
- 9 《城镇燃气设计规范》(2020年版)GB 50028
- 10 《压缩空气站设计规范》GB 50029
- 11 《氧气站设计规范》GB 50030
- 12 《锅炉房设计标准》GB 50041
- 13 《石油库设计规范》GB 50074
- 14 《氢气站设计规范》GB 50177
- 15 《城市工程管线综合规划规范》GB 50289
- 16 《特种气体系统工程技术标准》GB 50646
- 17 《医用气体工程技术规范》GB 50751
- 18 《城市用地分类与规划建设用地标准》GB 501373
- 19 《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019
- 20 《建筑采光设计标准》GB 50033
- 21 《建筑照明设计标准》GB/T 50034
- 22 《冷库设计标准》GB 50072
- 23 《工业企业噪声控制设计规范》GB/T 50087
- 24 《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153

- 25 《汽车加油加气加氢站技术标准》GB 50156
- 26 《石油化工企业设计防火标准》(2018年版)GB 50160
- 27 《民用建筑工程室内环境污染控制标准》GB 50325
- 28 《医药工业洁净厂房设计标准》GB 50457
- 29 《机械工业厂房建筑设计规范》GB 50681
- 30 《电子工程节能设计规范》GB 50710
- 31 《燃气冷热电联供工程技术规范》GB 51131
- 32 《建筑环境通用规范》GB 55016
- 33 《地表水环境质量标准》GB 3838
- 34 《污水综合排放标准》GB 8978
- 35 《建筑给水排水设计标准》GB 50015
- 36 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242
- 37 《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268
- 38 《城镇污水再生利用工程设计规范》GB 50335
- 39 《建筑中水设计标准》GB 50336
- 40 《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》GB 50400
- 41 《民用建筑节水设计标准》GB 50555
- 42 《石油化工有毒、可燃介质钢制管道工程施工及验收规范》SH/T 3501
- 43 《聚乙烯燃气管道工程技术标准》CJJ 63
- 44 《液化天然气(LNG)生产、储存和装运》GB/T 20368
- 45 《压力管道规范 工业管道 第1部分:总则》GB/T 20801.1
- 46 《锅炉安全技术规程》TSG 11
- 47 《石油化工储运系统罐区设计规范》SH/T 3007
- 48 《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》JGJ/T 151
- 49 《工业循环水冷却设计规范》GB/T 50102
- 50 《循环冷却水节水技术规范》GB/T 31329
- 51 《污水排入城镇下水道水质标准》GB/T 31962

- 52 《城市污水再生利用城市杂用水水质》GB/T 18920
- 53 《城市污水再生利用景观环境用水水质》GB/T 18921
- 54 《城市污水再生利用工业用水水质》GB/T 19923
- 55 《节水型产品通用技术条件》GB/T 18870
- 56 《饮用净水水质标准》CJ/T 94

重庆工程建設

重庆市工程建设标准

工业建筑节能(绿色建筑)设计标准

DBJ50/T-548-2026

条文说明

2026 重 庆



# 目 次

|     |              |     |
|-----|--------------|-----|
| 1   | 总则           | 65  |
| 3   | 基本规定         | 69  |
| 4   | 总图设计         | 79  |
| 4.1 | 一般规定         | 79  |
| 4.2 | 规划布局         | 80  |
| 4.3 | 场地环境         | 85  |
| 4.4 | 交通设计         | 89  |
| 5   | 建筑设计         | 91  |
| 5.1 | 一般规定         | 91  |
| 5.2 | 围护结构节能设计     | 92  |
| 5.3 | 围护结构热工性能权衡判断 | 95  |
| 5.4 | 空间布局         | 96  |
| 5.5 | 建筑材料         | 98  |
| 5.6 | 室内环境         | 101 |
| 6   | 结构设计         | 106 |
| 6.1 | 一般规定         | 106 |
| 6.2 | 节材设计         | 107 |
| 6.3 | 选材设计         | 110 |
| 7   | 给水排水设计       | 113 |
| 7.1 | 一般规定         | 113 |
| 7.2 | 给水和节水        | 116 |
| 7.3 | 排水系统         | 125 |
| 7.4 | 热水系统         | 130 |

|      |                |     |
|------|----------------|-----|
| 8    | 暖通空调设计         | 133 |
| 8.1  | 一般规定           | 133 |
| 8.2  | 供暖与通风          | 133 |
| 8.3  | 空气调节           | 136 |
| 8.4  | 冷热源            | 138 |
| 8.5  | 监测与控制          | 140 |
| 9    | 电气及智能化设计       | 141 |
| 9.1  | 一般规定           | 141 |
| 9.2  | 供配电系统          | 141 |
| 9.3  | 室内照明           | 143 |
| 9.4  | 电气设备           | 146 |
| 9.5  | 智慧运营           | 146 |
| 10   | 能量回收与可再生能源利用设计 | 149 |
| 10.1 | 一般规定           | 149 |
| 10.2 | 能量回收           | 150 |
| 10.3 | 可再生能源利用        | 153 |

# 1 总 则

**1.0.1** 为贯彻《中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》、《2030年前碳达峰行动方案》等政策文件,落实绿色工厂能源低碳化、资源高效化、生产洁净化、产品绿色化、用地集约化的目标,践行在工业建筑全生命周期内最大限度节约资源(节地、节能、节水、节材)、减少污染、保护环境,提供适用、健康、安全且高效使用空间的绿色发展理念,特编制本标准。

重庆市基于“33618”现代制造业集群体系规划,着力构建3大万亿级主导产业集群、3大五千亿级支柱产业集群、6大千亿级特色优势产业集群以及18个“新兴”产业集群,涉及智能网联新能源汽车、新一代电子信息制造业、先进材料、智能装备及智能制造、食品及农产品加工、软件信息服务、新型显示、轻合金材料、高端摩托车、生物医药、轻纺、新能源及新型储能、卫星互联网、生物制造、生命科学、元宇宙、前沿新材材料等类型。同时,明晰界定各区县主导产业与特色产业,以促进区域分工协作与产业集群化发展。

现行国家标准《绿色工厂评价通则》GB/T 36132规定了绿色工厂的评价指标及要求,评价指标包括能源低碳化、资源高效化、生产洁净化、产品绿色化、用地集约化五类一级指标,每类一级指标下设若干二级指标,其中,二级指标根据其自身定量或定性属性以及与绿色化绩效水平的正负相关性,分为正向定量、正向定性、逆向定量、逆向定性四类。作为绿色工厂评价领域的基础标准,带动形成了覆盖钢铁、有色、建材、机械、电子等工业32大门类、139个中类、500个小类的绿色工厂评价标准体系,截至目前

已采信绿色工厂评价行业标准 114 项,应用实施成效显著。

工业建筑作为绿色工厂基础设施建设的重要组成部分,在项目的全寿命周期中,发挥着最大限度节约资源(涵盖节地、节能、节水、节材等方面)、降低污染、保护生态环境,以及提供适用、健康、安全且高效使用空间的作用。国家和地方先后发布了《工业建筑节能设计统一标准》GB 51245-2017、《绿色工业建筑评价标准》GB/T 50878-2013、重庆市《绿色工业建筑技术与评价导则》等标准,积累了较为丰富的工厂节能与绿色建筑实施经验,为编制本标准奠定了基础。

重庆作为中国重要的工业重镇,其工业建筑蕴含着深厚的历史文脉与集体记忆。对工业建筑文化予以传承并推动其创新性发展,打造兼具地域特色、人文关怀与可持续发展活力的现代产业空间,为老工业城市的转型升级赋予了深厚的文化自信与绿色动力,实现塑造出彰显文化底蕴与独特气质的城市精神。鉴于此,本标准结合重庆工业建筑的特点,除满足节约资源、减少污染与保护环境等要求外,还将工业建筑文化的传承与创新纳入绿色建筑内涵。

本标准将规范和指导工业建筑的节能(绿色建筑)设计工作,提升建筑的品质和能源利用效率,推进产业的升级换代。

**1.0.2** 由于工厂涉及的行业较多,各行业间又存在不同的特征且行业专业性比较强,本标准很难做到适用于所有的行业。为此,优先在工作基础好、代表性强的典型行业开展节能(绿色建筑)设计。

本标准主要针对重庆市的典型行业工厂项目的建筑和场地(不包括工艺和产品)开展绿色建筑设计。根据《国民经济行业分类》GB/T 4754-2017 标准的分类,典型行业可按:1)农副食品加工业;2)食品制造业;3)饮料制造业;4)烟草制品业;5)纺织业;6)纺织服装、鞋帽制造业;7)皮革、毛皮、羽毛(绒)及其制造业;8)

木材加工业、家具制造业；9)造纸及纸制品业；10)石油加工、炼焦及核燃料加工业；11)化学原料及化学品制造业；12)化学纤维制造业；13)医药制造业；14)橡胶制品业；15)塑料制品业；16)非金属矿物制品业(含非金属建材)；17)黑色金属冶炼及压延加工业；18)有色金属冶炼及压延加工业；19)金属制品业(含金属建材)；20)通用设备制造业；21)专用设备制造业；22)交通运输设备制造业；23)电气机械及器材制造业；24)通信设备、计算机及其他电子设备制造业；25)仪器仪表及文化、办公用机械制造业；26)工艺品及其他制造业；27)废弃资源和废旧材料回收加工业等进行划分，电子核心基础部件、物联网、机器人及智能装备、新材料、高端交通装备、新能源汽车及智能汽车、MDI及化工新材料、页岩气、生物医药、环保产业等战略性新兴产业的项目也可参照执行。

本标准中所指的特殊行业和有特殊要求的厂房或部位的节能设计，应按其专项节能设计标准执行，具体要求为：1)对于特殊行业和有特殊要求的厂房，例如洁净厂房、放射性厂房、炸药厂房(仓库)、花炮厂房(仓库)、冷库等节能设计，可不按本标准执行；2)当有专门的国家 and 地方现行标准时，执行其规定；3)当提供支撑材料证明项目的生产工艺有特殊要求，并且与本标准相应的条文有冲突时，对应的局部功能空间可不执行对应的条文。

本标准所指的辅助生产建筑，系指为间接服务于生产工艺需求而建造的各类生产性质的建筑物，不包括职工食堂、倒班宿舍、文化娱乐建筑等，职工食堂、倒班宿舍、文化娱乐建筑、办公楼等。具有民用建筑功能的辅助生产建筑，其建筑节能与绿色建筑要求应依据民用建筑相关标准执行。

**1.0.3** 本标准是基于国家标准《绿色工业建筑评价标准》GB/T 50878 的基础上，结合地方的资源禀性、经济发展、行业特点及民用建筑规模化推广绿色建筑的经验，汲取建筑 BIM、海绵城市等建设科技发展成果，构建适宜各行业共性的规模化推广的绿色技

术体系。据测算,按照本标准规定的正常情况下均要采用技术措施设计的工厂可以满足《绿色工业建筑评价标准》GB/T 50878 最低等级的绿色建筑设计要求。

工业建筑节能(绿色建筑)设计应根据行业特点,在全寿命周期内统筹考虑节能、节地、节水、节材及环境保护、职业健康、运行管理和碳资源管理等方面的要求,因地制宜地选择绿色低碳技术。

节能(绿色建筑)设计应与工厂设计同步进行,将绿色相关的理念和技术措施融入工厂设计中去落实,各阶段设计文件应编制绿色建筑设计专篇,绿色建筑设计专篇内容应包括:

(1)项目立项时应制定绿色建筑设计策划文件,其内容包括对绿色工业建筑技术、投入和效益进行系统分析,尤其需要在进行项目投资估算时,应将绿色工业建筑的增量投资列入总的项目投资估算中,确保绿色建筑设计的有效实施。

(2)方案设计阶段应设绿色建筑设计专篇,其内容包括绿色目标合理确定、场地现状评估分析、实现绿色目标的适宜绿色技术措施说明、绿色增量投资估算及其效益分析。

(3)深化设计阶段(初步设计和施工图设计阶段)应设绿色建筑设计专篇,由建筑专业进行统筹协调,分专业进行说明,全面落实绿色技术措施在各专业中。绿色建筑设计专篇中应对各专业的设计内容有完整性、量化、系统性的要求,便于建设单位、审图机构、施工单位、监理单位、质检单位等执行落实。

### 3 基本规定

**3.0.1** 本条设置旨在工业企业的建设区位应与上位规划相衔接,工业企业的产品、产量、规模、工艺与装备水平等国家规定的行业准入条件相匹配,并将相关要求落实到设计环节。

第1款,建设项目的性质、组成、规模以及建设用地均应符合国家和重庆市国土空间规划及现行的产业(行业)发展规划、区域发展规划、工业园区或产业聚集区规划的要求。

第2款,项目应是符合国家及产业发展规划、行业准入条件、污染排放达标的项目,而不应是列入国家淘汰落后产能的项目,工业企业的产品、产量、规模、工艺与装备水平等国家规定的行业准入条件相匹配。现行国家标准《绿色工厂评价通则》GB/T 36132对工厂生产的产品、产量、规模、工艺与装备水平等应符合国家规定的行业准入条件,工厂的产品宜符合绿色产品的要求,并宜按照现行国家标准《产品生态设计通则》GB/T 24256进行生态设计和生态设计产品评价。当涉及具体行业时,还应满足自身行业关于绿色产品及绿色设计的要求。工厂应满足清洁生产的要求,应严格执行环境影响评价文件提出的要求,各种污染物排放指标应符合国家和地方现行有关标准的规定。

**3.0.2** 在国家实施碳达峰、碳中和国家战略的背景下,工业建筑能耗是造成温室气体排放的重要因素,降低碳排放强度是全球应对气候变化工作的重要组成部分,对碳达峰碳中和战略的实现具有重要意义,同时促进行业的绿色转型升级。

单位产品的工业建筑综合能耗等对建设资源节约型和环境友好型社会的影响愈显重要。国家和工业各行业发布了各行业主要产品的综合能耗及各种资源消耗量应达到的控制指标,并将

指标分为国内基本水平、国内先进水平、国内领先水平。

因此,单位产品的工业综合能耗,原材料和辅助材料消耗,单位产品取水量指标、水重复利用率产品及单位产品废水产生量用水指标等水资源利用等工业生产的资源利用指标应达到国内同行业基本水平,其能耗指标和水耗指标的计算范围、计算与统计方法应符合本标准附录 A、附录 B 的规定。

目前,我国已制定多个行业的清洁生产标准,如《清洁生产标准白酒制造业》HJ/T 402、《清洁生产标准彩色显象(示)管生产》HJ/T 360、《清洁生产标准氮肥制造业》HJ/T 188 等 50 余项,其中对各种能源资源利用指标进行了明确规定。另外现行国家标准对多个行业单位产品能耗限额进行了明确规定,如《建筑卫生陶瓷和耐磨氧化铝球单位产品能源消耗限额》GB 21252、《玻璃和铸石单位产品能源消耗限额》GB 21340 等。根据行业清洁生产标准,综合能耗的水平分为国内基本水平、国内先进水平和国内领先水平三个等级,与之对应的行业的单位产品或单位建筑面积的工厂建筑能耗标准亦分为国内基本水平、国内先进水平和国内领先水平。能耗指标和水耗指标对指导绿色工业建筑的建设来说,是根本性、基础性的量化指标,至关重要。因此本标准制定了共性的、统一的工厂建筑能耗指标计算、统计方法。

**3.0.3 绿色建筑策划**强调在设计前期进行,旨在明确绿色建筑方向,预判并应对设计过程中可能出现的潜在问题。针对不同项目类型,应基于项目定位,综合考虑全生命周期内各项影响因素提出合理的绿色建筑目标,制定绿色技术路线,分析工业建筑文脉的传承与创新路径,进行成本与效益分析,并编制绿色建筑策划书,用于指导绿色建筑任务书的制定。

绿色建筑策划应包括前期调研、项目定位与目标分析、绿色建筑技术方案、工业建筑文脉的传承与创新、技术经济可行性分析等内容。

(1)前期调研应包括:地理位置、场地生态环境、场地气候环境、地形地貌、场地周边用地功能与环境、道路交通和市政基础设施条件等;建设项目的产业政策、功能要求、生产需求、生活需求、使用模式、技术条件等;区域资源、人文环境、生活质量、区域经济发展水平和发展空间、公众意见与建议、当地激励政策等。

(2)项目定位与目标分析应包括:明确项目自身特点和要求;确定适宜的实施目标,包括节地与可持续发展、节能与能源利用、节水与水资源利用、节材与材料资源利用、室外环境与污染物控制、室内环境与职业健康、运营管理以及技术进步与创新等目标。

(3)绿色建筑设计技术方案应包括:优先采用被动式设计策略;选用适宜的集成技术;选用高性能建筑产品和设备;当实际条件不符合绿色建筑设计目标时,可采取调整、平衡和补充措施。

(4)工业建筑文脉的传承与创新分析应包括:针对重点传承的产业领域和重点布局的区域范围的工业建筑应注重延续重庆工业文脉、彰显重庆工业文化特色,设计风格应融合产业功能特征、地域文化特色与规划要求,充分体现时代性、科技感与人文关怀;根据现代制造业集群体系中的不同产业门类,设计应充分体现其核心特质与创新形象;处于历史文化风貌区、工业遗产保护区或具有特定历史价值区的工业建筑,设计应深度挖掘并活化利用其历史文化资源,注重历史文化保护传承。其中,重点传承的产业领域为装备制造与军工、材料工业、消费品制造等传统优势制造业;智能制造、生物医药、绿色能源等战略性新兴产业;重点布局的区域范围为“两江四岸”工业转型带、传统工业区更新区域、特色工业城镇集群、新兴产业功能区等。

强调工业建筑设计不应仅满足基本功能需求,更应成为展现产业形象、地域文化和时代精神的重要载体。针对重庆市全力构建的“33618”现代制造业集群体系(即“三大万亿级支柱产业集群”、“三大五千亿级支柱产业集群”、“六大千亿级特色优势产业

集群”及十八个“新兴”产业集群),工业建筑设计应具备更强的针对性及表现力,需着重融合产业功能特征并突出地域文化特色:

(a)融合产业功能特征方面。设计应首先满足特定产业的生产工艺流程、物流组织、设备布局、环境控制(如洁净度、温湿度)等核心功能要求,确保高效、安全、可靠。例如,智能网联新能源汽车/新一代电子信息制造/先进材料(三大万亿级)领域工业建筑的设计应体现高科技、精密制造、智能化管理特征,可运用现代简洁的线条、大跨度钢结构、高透光节能材料、模块化布局、集成化的智慧管理系统界面等,营造高效、精准、前瞻的科技氛围;厂房外观可融入象征速度、互联、创新的元素。再如,智能装备及智能制造(五千亿级)工业建筑的设计可强调力量感、稳定性和系统性,运用坚固的结构、清晰的工艺流程展示空间、体现人机协作的灵活空间布局。

(b)体现地域文化特色方面。1)山地适应性:灵活处理地形高差,塑造错落有致的建筑形态,彰显“山地工业”特色;2)气候响应设计:结合重庆湿热气候,采用适宜的遮阳、通风、隔热措施,并融入立面设计语言;3)文化符号提取:在非核心生产区域(如门厅、展厅、办公区、景观节点),可审慎运用经过现代设计的巴渝传统建筑元素(如坡屋顶、穿斗结构意象、吊脚楼意象)、地方材料(如石材、竹木)或抽象化的地域文化符号(如江水、山峦、索道),以增强建筑的可识别性和归属感,同时应避免生硬模仿与符号堆砌。

(5)技术经济可行性分析包括:技术可行性分析;经济效益、环境效益和社会效益分析;风险评估。

**3.0.4 设计应大力推行标准化、一体化设计,其主要目的在于提升资源利用效率、减少环境负荷、集约节约资源。**

第1款,设计应遵循模数协调原则,采用基本模数或扩大模数作为设计基准,实现建筑与结构、工艺设备及管道等各系统间的尺寸协调。通过统一构配件、组合件及装配节点的规格,可大

幅提升设计标准化、生产工厂化与施工装配化水平,减少定制与非标构件,从而保障工程质量,提高建设效率,节约建造成本,并为建筑的灵活改造与可持续发展奠定坚实基础。

第2款,推行工艺、建筑、结构、设备的一体化设计,构成绿色工业建筑设计节材的关键措施之一,具体体现在下述方面:

(1)工业建筑设计中,工艺过程、设备型号和平面布置等是建筑的决定性因素,建筑形式和相应的结构高度、跨度等应为工艺设备服务。在规划设计阶段应该对工艺、建筑、结构、设备进行统筹考虑,全面优化,最大程度地提高厂房的空间利用率,节约厂房空间,避免盲目追求高大空间。同时,主体结构设计应充分考虑地质情况及基础形式,选择可行性、合理性、经济性更优的结构形式及结构平面布置。结合项目要求,可考虑屋面结构设置光伏支座或屋面板作为屋面光伏设备安装支座,避免后期无法安装或加固改造。

(2)工业建筑主结构设计计算时,除了考虑正常使用条件下的荷载,还需考虑结合工艺设备布置以及水、暖、动、电等各专业设备设施荷载对结构构件的影响。结构施工图应结合工艺、建筑及装修、水、暖、动、电等公用设备专业施工图,详细标注预留孔洞和预埋件的位置及做法,避免在设备安装和装修施工阶段对已有建筑构件的打凿、穿孔,保证结构的安全性。

(3)综合管线应推行集约化设计,综合管线宜充分利用连廊或地下综合管沟、管廊,旨在实现空间资源、材料与资源、结构与荷载、信息与管理的集约化,达成管线布局紧凑、高效、经济且便于维护的目标。通过项目前期的系统性规划,对原有无序敷设的架空及直埋管线进行有序整合,形成综合管廊,从而提升全生命周期内的安全性、可靠性、可维护性与扩展性价值。

另外,室内架空机电管线宜共架敷设,并优先采用装配式综合支吊架。其目的是推动装配式支吊架机电多专业共用,满足承重与抗震性能,推进装配式施工等绿色建造技术,重庆市地标《装

装配式综合支吊架应用技术标准》DBJ50/T-514-2025 将于 2025 年 7 月 1 日起施行,其规定:“新建、扩建与改建建设工程中,机电设备及管线应优先采用装配式综合支吊架。”因此,机电管线综合及装配式综合支吊架设计安装应符合《装配式综合支吊架应用技术标准》DBJ50/T-514,其抗震措施应符合《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981 的有关规定。

第 3 款,土建和装修一体化设计可以统一进行建筑构件上的孔洞预留和装修面层固定件的预埋,避免在装修施工阶段对已有建筑构件打凿、穿孔和拆改,既保证了结构的安全性,又减少了噪声、能耗和建筑垃圾,还可减少材料消耗和降低装修成本。装配化装修技术是指不破坏建筑物主体结构,采用干式工法,将标准化设计和工厂化生产的内装部品通过可靠的连接组合方式,对建筑物的内表面及空间进行各种处理的过程。工业化、装配化、成套化是保障装修质量,提高生产效率,实现装修工程节材、节能以及降低室内空气装修污染物的重要途径和趋势,特别是对规模大、系列化、重复性强的装修工程具有积极意义。

**3.0.5** 建筑信息模型 BIM 技术是未来建筑设计方法的发展方向,其具有可视化,多专业协同、模型可进行性能仿真、后期可对运维管理进行指导等诸多优点,可参考执行重庆市《建筑工程信息模型设计标准》DBJ50/T-280 的规定。

(1)在规划与方案设计阶段,采用 BIM 技术对场地环境、物理环境、出入口、人车流动、建筑性能等方面进行模拟分析,从适用、经济、绿色、美观四个方面对设计方案进行论证和优化。

(2)在方案沟通汇报阶段,采用 BIM 技术对设计方案进行虚拟仿真漫游,通过漫游路线制作建筑物内外部虚拟动画,便于设计方案决策人员直观感受建筑物三维空间,辅助设计评审、优化设计方案。

(3)在初步设计阶段,采用 BIM 技术开展技术方案可行性研

究,通过结构安全分析、建筑性能分析、机电管线分析等工作,论证技术方案的适用性、可靠性和经济合理性。

(4)在施工图设计阶段,将各专业设计规范和技术要求嵌入 BIM 模型,开展碰撞检查、图纸校核等工作,及时发现设计错误,解决空间关系冲突,提高施工图设计质量。

(5)在深化设计阶段,采用 BIM 技术对钢结构节点、混凝土构件节点、预制构件连接及安装、机电管线、装饰装修等方面进行专项深化设计,将施工操作规范与施工工艺融入深化设计模型,满足施工作业需求。采用 BIM 技术对预制构件进行自动优化、配模、编号、出图,并生成生产加工清单,为构件生产和现场装配提供支撑。

(6)采用 BIM 技术进行机电工程深化设计,通过专项设计软件,绘制配合机电工程预埋预留图、管线综合排布图、管线断面图、机房设备管线布置图等三维施工图和装配式单元预制加工图,解决设备管线排布、管线综合交叉碰撞、系统适配等问题。

(7)采用 BIM 技术进行装饰装修设计,通过专项设计软件,绘制室内平面布局方案、效果图、施工图、物料清单,并进行实时三维渲染,优化设计方案。

同时,还可以结合人工智能、大数据、物联网、云计算等新一代信息化技术,实现工厂的智能建造。应根据工厂的工艺特点,充分利用互联网、物联网、大数据、云计算、AI 等新一代信息技术,实现工厂生产数字化和智能化管理,构建一个高效节能、绿色环保、环境舒适的人性化工厂。工业虚拟仿真是指将实体工业中各模块转化为数据模型,并集成至统一虚拟环境的技术体系,可完整模拟工业作业流程,并支持人机交互操作。该技术在多个领域具有广泛应用价值,包括生产线布局优化、生产效率提升、工期压缩及投资成本降低等。此外,工业虚拟仿真还可应用于设备拆解、厂区规划、新产品研发等场景。

另外,采用建筑机器人、智能顶升集成建造平台、智能施工电梯、三维激光扫描等智能建造装备,促进“危、繁、脏、重”等场景下的人机协同作业,提高工程建设工业化、智能化水平。

**3.0.6** 本条旨在明确建筑材料的选择应符合国家现行政策文件要求,倡导项目选用绿色低碳建材,鼓励采用装配式装修技术和成套产品。

第1款,旨在确保建设项目符合国家与地方产业政策、环境保护及绿色发展的要求,从源头上杜绝不满足现行标准、高能耗、高污染、存在安全隐患的材料、部品和技术应用于工程实践,保障工程质量和安全,促进建筑行业的技术进步与可持续发展。

第2款,本款所指的绿色建材是指通过绿色建材评价(或认证)并获得标识的建筑材料,可参照《重庆市民用建筑工程绿色建材应用比例核算技术细则》进行计算。

第3款,工业化、装配化、成套化是保障装修质量,提高生产效率,实现装修工程节材、节能以及降低室内空气装修污染物的重要途径和趋势,特别是对规模大、系列化、重复性强的装修工程具有积极意义。例如,采用标准化部件和工厂化装修技术便于控制装修污染和质量稳定,不仅减少现场大量使用胶粘剂或饰面板涂装的涂料带来的污染,还能使各种装饰材料中的有害物质在工厂中采用有效措施得以降低和消除,并可以减少现场作业等造成的材料浪费、粉尘和噪声等问题。

**3.0.7** 本条引自现行国家标准《工业建筑节能设计统一标准》GB 51245。

工业建筑涉及行业较多,各行业又明显存在不同的特征,在进行节能设计时,将工业建筑分为两类,其类别有可能是指一栋单体建筑或一栋单体建筑的某个部位。代表性行业里面表示该行业大部分情况属于这类建筑,并不排除该行业个别情况属于另外一类建筑类型。比如,金属冶炼行业大多数情况是属于有强热

源或强污染源的情况,但并不排除该行业个别建筑或部位是以供暖或空调为主要环境控制方式。

对于一类工业建筑,冬季以供暖能耗为主,夏季以空调能耗为主,通常无强污染源及强热源。代表性行业有计算机、通信和其他电子设备制造业,食品制造业,烟草制品业,仪器仪表制造业,医药制造业,纺织业等。凡是有供暖空调系统能耗的工业建筑,均执行一类工业建筑相关要求。对于二类工业建筑,以通风能耗为主,通常有强污染源或强热源。代表性行业有金属冶炼和压延加工业,石油加工、炼焦和核燃料加工业,化学原料和化学制品制造业,机械制造等。强污染源是指生产过程中散发较多的有害气体、固体或液体颗粒物的源项,要采用专门的通风系统对其进行捕集或稀释控制才能达到环境卫生的要求。强热源是指在工业加工过程中,具有生产工艺散发的个体散热源,一般生产工艺散发的余热强度在  $20\text{W}/\text{m}^3\sim 50\text{W}/\text{m}^3$ ,如热轧厂房。此外,在烧结、锻铸、熔炼等热加工车间,往往具有固定的炉窑、冷却体等高温散热体,从而形成高余热散发,此时热强度可超过  $50\text{W}/\text{m}^3$ 。不同类型工业建筑节能设计和建筑能耗计算所要考虑的因素见表 3-1。

表 3-1 不同类型工业建筑节能设计和建筑能耗计算所要考虑的因素

| 工业建筑节能设计类型 | 总图与建筑 | 围护结构 | 供暖 | 空气调节 | 自然通风 | 机械通风 | 除尘净化 | 冷热源 | 给水排水 | 采光照明 | 电力 | 能源回收 | 可再生能源 | 监测与控制 |
|------------|-------|------|----|------|------|------|------|-----|------|------|----|------|-------|-------|
| 一类工业建筑     | ★     | ★    | ★  | ★    | ☆    | ☆    | ☆    | ☆   | ☆    | ☆    | ☆  | ☆    | ☆     | ★     |
| 二类工业建筑     | ★     | ★    | ☆  | —    | ★    | ★    | ★    | ☆   | ☆    | ☆    | ☆  | ★    | ☆     | ★     |

注:★表示重点考虑,☆表示考虑,—表示忽略。

本着保证工作人员的工作效率及健康,并考虑工作强度不同时人体产热量的不同,确定轻劳动、中等劳动、重劳动及极重劳动状态下工业建筑室内计算温度。本条规定的温度只是节能设计

计算时所采用的室内温度,该参数既不是建筑运行时的实际状况也不是建筑室内热环境的控制目标。对于特定的工业建筑,实际的室温主要受室外温度的变化、室内热源强度情况及供暖系统的运行状况的影响。在进行节能设计计算时,一类工业建筑按轻劳动强度,室内计算温度取值为 16℃;二类工业建筑按中等劳动强度,室内计算温度取值为 14℃。

空气调节的室内计算参数是基于人体对周围环境的温度、相对湿度、风速和辐射热等热环境条件的适应程度,工业建筑节能设计参数相对于民用建筑适当降低标准,并结合考虑我国工业建筑环境的实际情况、室内衣着情况等因素确定。根据《热环境的人类工效学 通过计算 PMV 和 PPD 指数与局部热舒适准则对热舒适进行分析测定与解释》GB/T 18049-2017,采用预计的平均热感觉指数(PMV)和预计不满意者的百分数(PPD)评价,其值为: $-1 \leq \text{PMV} \leq +1$ ,  $\text{PPD} \leq 27\%$ 。本条规定的参数也只是用于节能设计计算,并不等于实际的室内参数。

本条中的体力劳动强度级别可按表 3-2 进行分类,劳动强度指数(n)测量方法应符合现行国家标准《工作场所物理因素测量 第 10 部分:体力劳动强度分级》GBZ/T 189.10 的有关规定。

表 3-2 工业建筑体力劳动强度级别

| 体力劳动强度级别  | 劳动强度指数 $n$       | 职业描述   |
|-----------|------------------|--|
| I (轻劳动)   | $n \leq 15$      | 坐姿;手工作业或腿的轻度活动;立姿;操作仪器,控制、查看设备,上臂用力为主的装配工作                                 |
| II (中等劳动) | $15 < n \leq 20$ | 手和臂持续动作(如锯木头等);臂和腿的工作(如卡车、拖拉机或建筑设备等运输操作等);臂和躯干的工作(如锻造、风动工具操作、粉刷、间断搬运中等重物等) |
| III (重劳动) | $20 < n \leq 25$ | 臂和躯干负荷工作(如搬重物、铲、锤锻、锯刨或凿硬木、挖掘等)   |
| IV (极重劳动) | $n > 25$         | 大强度的挖掘、搬运,快到极限节律的极强活动  |

## 4 总图设计

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 场地规划应因地制宜,合理布置,节约集约用地,优先利用荒地、劣地,提高土地利用效率。还应综合考虑区域的生态环境因素,充分利用有利条件,符合可持续发展原则。选址过程中不但要考虑用地性质、交通组织、市政设施、周边建筑等基本因素,还需考虑一定范围内的生态环境因素,避免由于选址不当对整体环境产生不利影响。所涉及生态环境因素主要包括日照条件、降水量、温湿度、风向、风速、风频及地表下垫面情况等。

本条第3款本条规定了改建、扩建工业企业在通过优化产品结构,提高工艺技术装备水平,实现提高企业盈利能力的前提下,应合理利用、改造现有设施,以节约投资,但也不能迁就现状。要求通过企业改建、扩建,使企业总平面布置更趋合理,并重视改建、扩建施工对现有生产的影响。

**4.1.2** 选址过程中不但要考虑用地性质、交通组织、市政设施、周边建筑等基本因素,还需考虑一定范围内的生态环境因素,避免由于选址不当对整体环境产生不利影响。所涉及生态环境因素主要包括日照条件、降水量、温湿度、风向、风速、风频及地表下垫面情况等。因此,在总图设计过程中,需分析评估场地资源禀赋,主动发掘其潜在价值,将资源条件转化为设计优势。深入、系统且多专业协同的场地分析工作,并将研究成果清晰、直观地转化为指导总图设计的核心条件与策略。通过合理运用工业厂区内的水体、植被等自然要素,科学选择绿化配置与铺装形式,营造有利于区域微生态环境的建设基础。

**4.1.3** 工业上楼是为缓解城市工业用地紧张及利用率低问题而探索的新型产业载体模式,其核心是将轻型生产、环保型高端制造业引入高层厂房,通常指建筑高度超 24 米或 6 层以上的工业建筑,适配新一代信息技术、生物医药等新兴产业。工业上楼不是简单地把工厂搬进高楼,而是一项涉及建筑、产业、物流、安全、环保等多个方面的系统性工程,因此,工业上楼项目根据产业的生产用房需求特征和产业“上楼”生产影响因素,综合分析环保安全、减振隔振、垂直交通、设备载重和工艺需求等影响。

**4.1.4** 老旧工业厂区是城市更新和城市品质提升的重要物质载体。老旧工业厂区更新规划阶段应在现状分析基础上,结合《重庆市中心城区城市更新专项规划(2021-2035)》等政策文件要求,以系统运营目标为导向,重点突出产业转型、功能重塑、空间织补、生态修复、场景体验、效能提升、文化传承、要素分解、公众参与等规划策略建构。应立足政策分析,关注社会需求,明确老旧工业厂区转型业态类型;围绕产业发展,制定老旧工业厂区现状调研方案,分析空间生成逻辑;突出问题导向,结合实际运营需求,系统梳理老旧工业厂区转型难点;对接区域战略,突出项目特色优势,构建综合效益导向的设计策略。

## 4.2 规划布局

**4.2.1** 第 1 款,除国家批准且采取措施保护生态环境的项目外,建设厂址不得选择在下列区域:基本农田;国家和重庆市批准的生态功能区、水源、文物、森林、草原、湿地、矿产资源等各类保护区、限制和禁止建设区;主干河流、水库、岛屿和具有生态保护价值的江滨陆域;维护生态系统完整性的生态廊道和绿地;其它生态保护区。因生产建设活动、临时占用和工业生产等所损毁的土地,复垦时应符合国家有关规定

第2款,合理开发利用可再生地,宜利用农林业生产难以利用的土地或城市废弃地建设,当利用废弃的工业厂房、仓库、闲置土地进行建设时,受污染土地的治理应达到国家现行有关标准的环保要求;宜利用沟谷、荒地、劣地建设废料场、堆场。

第3款,建设厂址时,应考虑考量与周边企业构建良好的生产链体系,使本企业生产所需原材料或成品都与周边企业形成完整的生产链,从而缩短运输距离,达到集聚效应。同时,为充分利用周边企业的余热、废热及场地的可再生能源,实现企业之间能源利用的互补,需要对场地的能源利用进行统筹规划。鉴于城市和企业都在发展中,部分企业刚建成不久,其物流运输、环保等方面对城市居住商业等影响较大,给城市进一步发展造成阻碍,进而面临再次搬迁的窘境。建设厂址选址应根据自身生产性质及交通运输量,结合城市该区域中远期规划,充分论证分析,避免相互冲突影响各自未来发展。

**4.2.2** 第1款,应避免下列地段:有泥石流、流沙、严重滑坡、溶洞等直接危害的地段;采矿塌落(错动)区地表界限内;有火灾危险的地区或爆炸危险的范围;爆破危险区界限内;坝或堤决溃后可能淹没的地区;受洪水、潮水或内涝威胁危害的地区等地质恶劣地区。

第3款,各类生产企业产生污染物不同,同时对环境清洁度要求不同,既要避免有空气污染的工厂对外影响如:居住区等,同时也要注意厂外污染空气对有洁净要求的厂区的影响,在建筑布置时充分注意地方小气候的变化,在设计中善于利用地形、地势,综合考虑。

**4.2.3** 工业项目建设用地控制指标包括投资强度、容积率、行政办公及生活服务设施用地所占比重、建筑系数、绿地率五项。控制指标是对一个工业项目(或单项工程)及其配套工程在土地利用上进行控制的标准,适用于新建工业项目。改建、扩建工业项

目可参照执行。

荒地劣地等再生地的天然资源少、生态环境差,即再生地的环境承载力小,对同样的建设规模,再生地的用地指标与一般的建设用地指标不同。我国部分行业已制定了本行业项目建设用地控制指标,如钢铁、机械、电力、煤炭、建材、有色金属行业等,建设用地应符合所属行业控制指标要求。

不同的企业所需适宜的用地面积和形状不同,企业选址应考虑这一因素,同时企业根据市场要求,需要不断调整产品,所以要留有发展余地。重庆属山地地形地貌,厂区选址应充分考虑地形特点。

**4.2.4** 项目建设所在地区有地方建设用地控制指标要求时,项目容积率与建筑密度应符合地方要求,同时项目应满足行业标准中有关规定。当地没有标准时,项目容积率应符合国家《工业项目建设用地控制指标》规定。

公用动力站房包括为全厂提供水、电、气等生产动力的公用变配电所、集中供热锅炉房、水泵房等;公用动力站房输送的是特定的物流。公用动力站房应满足现行国家相应设计规范,如《氧气站设计规范》GB 50030、《工业企业煤气安全规程》GB 6222等,总平面设计应合理确定其位置,合理靠近主要用户负荷中心或市政基础设施,能便捷地接收或提供市政供水、电、气、热资源,缩短能源供应输送距离,减少损耗。

厂房建设应首先满足工艺要求,在此基础上采用多种建筑形式,充分利用地上空间和地下空间。

合理规划建设场地,集中或成组布置各建(构)筑物、室外堆场,采用合理的建筑间距,整合零散空间,缩小先期开发用地范围,适度预留发展用地,均可有效提高建设场地的利用效率。

**4.2.5** 重庆大部分地区属山区丘陵地貌,竖向设计和场地平整是设计和建设工业园区和工厂时的重要工作,结合工艺物流线

路,结合地形高差,采用重力流等形式,节约运输能耗,降低生产成本,应予以充分重视。

古树名木根据树龄分为国家一、二、三级,百年以上即为古树;国家级名木不受年龄限制,不分级;名木古树可根据地方园林局提供资料确定,其保护措施可参考所在地区《名木古树保护条例》。场地土方开挖时,应将适于种植的浅层土壤集中堆放,并于场地平整后返还作绿地表层。

场地建设应尽可能保留场地内可利用的树木、植被、水塘、洼地、水系,临水建筑不应破坏与周边原有水系的关系。

在满足交通运输的前提下,确定建筑物、室外场地、道路及室外地坪适宜的高度,统一规划并集成水、电、气等各种管线,共用地下管沟槽,减少场地开挖,保护空地。重庆大部分地区地形起伏较大,场地设计时应尽量避免高边坡、高挡墙,节约工程造价,减少地质灾害的风险。

综合考虑场地地质、功能、施工、经济等多种因素,合理确定场地设计标高及厂区土(石)方量,如:(1)在厂区边缘和暂不使用的填方地段,可利用投产后适于填筑场地的生产废料逐步填筑;(2)场地和运输线路路基的填方,有条件时,宜利用废石(土)填筑;(3)余土堆存或弃置应妥善处置,不得危害环境及农田水利设施。通过上述 1 项或多项,保护和再生场地的土壤资源以实现可持续利用。

水土保持工程措施指防治水土流失危害,保护和合理利用水土资源而修筑的各项工程设施,包括治坡工程、治沟工程,以及将平场前地表土壤移到绿化区域等措施。

**4.2.6 重庆工业建筑见证了重庆从开埠、抗战、新中国成立初期工业建设到三线建设等多个发展阶段,承载了丰富的历史记忆和文化积淀。这些建筑不仅记录了城市的工业发展,也成为了城市文化的一部分。例如,重庆抗战兵器工业旧址群、重庆钢厂和 816**

工程等都是重庆工业历史的见证。重庆被称为“山城”，其工业建筑往往需要适应复杂的山地地形。因此，重庆的工业建筑在设计 and 布局上往往展现出对地形的巧妙利用，如依山而建的工厂和仓库，以及利用坡地创造的多层次空间。重庆的工业建筑在设计时往往会考虑到与自然环境的和谐共生，例如，重庆工业博物馆的建设中，就强调了在保护性开发原重钢片区的同时，留存大渡口人的记忆和情感，体现了工业与城市、自然的和谐共生。

厂区与城市之间应避免生硬的交接界面，鼓励在合适位置，通过拆除部分围墙、退让公共空间、改造或增设出入口、增加便民休憩设施、增补景观绿化等方式柔化厂区界面；在厂区内呼应周边山城阳台、视线通廊视域范围内的空间序列；厂区内原有的景观通廊，应当予以保留和强化；宜在厂区入口、中心、建筑组团等区域布局主次分明的空间节点，植入活动功能，塑造情景化空间。

**4.2.7** 各类工厂的污染排放不同，在建筑布局时，需要根据环境影响评估报告的结论，对周边环境敏感建筑进行评估，采取相应措施降低影响。有些工业行业生产时会产生烟雾、粉尘、有害或刺激性气体，有的会产生噪声、振动。必须采取相应的防治措施，使所产生的有害物质满足国家现行有关标准的规定，保持建设场地及其周边环境的质量达到国家现行环保卫生标准，还应满足所在行业和地方现行有关标准的规定。

建设场地应设置方便人员出入和转运的通道，为废弃物分类、回收、处理设置专用设施和场所，并采取必要的隔离、防毒、防尘、防污染措施，为保护环境、再生材料资源利用创造条件。

**4.2.8** 某些工业建筑在生产过程中向环境放散大量热、蒸汽、烟尘、粉尘及有害物质等，如果未妥善处理建筑群间的相互关系，不但污染周围的自然环境，而且对相邻建筑的节能产生不利影响。因此，要从工业建筑群的规划设计出发，合理确定工艺及运输流线、控制建筑间距、选择最佳朝向、确定建筑密度和绿化构成，以

消除或减少相互之间的不利干扰。

**4.2.9** 综合考虑工业建筑的工艺需求,挖掘自然通风和日照的节能潜力,可利用计算机模拟分析方法,处理好工艺与建筑节能之间的关系。以风压自然通风为主的工业建筑,在确定其朝向时,考虑利用夏季最多风向来增加自然通风的风压作用或形成穿堂风,因而要求建筑的迎风面与最多风向成 $60^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 。

### 4.3 场地环境

**4.3.1** 总平面设计应优化场地风环境,确保适宜的室外活动空间及建筑内部自然通风条件,同时降低气流对区域微气候及建筑本体的负面影响,以营造良好的夏季与过渡季节自然通风环境。场地规划须依据气象数据分析主导风向、风速分布特征及静风频率。结合主导风玫瑰图与工艺流程,将污染源布置于全年主导风向下风向区域,行政办公区、控制室等洁净功能区则需置于上风向。规划布局宜规避冬季主导风向,并通过设置防风屏障等工程措施阻隔冬季冷空气侵袭,并宜采用建筑架空等设计策略强化自然通风,避免采用围合式厂区布局模式。

**4.3.2** 第1款,工厂建筑本身并没有日照要求,考虑其一般有配套宿舍,或者周边有居住建筑等有日照要求的建筑,规定工厂建筑不应降低周边建筑的日照要求。

第2款,光污染主要从玻璃幕墙、外墙饰面材料要求其可见光反射比符合《玻璃幕墙光热性能》GB/T 18091等有关规定,场地和道路的照明设计主要从直射光线和地面眩光来控制光污染。因此,规定了室外照明不应应对宿舍或周边居住建筑外窗产生直射光线,场地和道路照明不得有直射光射入空中,且地面反射的眩光值应符合相关标准的规定。

第3款,老旧工业厂区的泛光照明设计应强化厂区保留建筑

的视觉表现,在核心建筑及主要场地区域,建议采用偏暖色调光源为主;在辅助性建筑及次要场地区域,宜以偏冷色调光源为主。

**4.3.3** 国家现行标准《工业企业噪声控制设计规范》GB/T 50087、《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348、《声环境质量标准》GB 3096 及《建筑环境通用规范》GB 55016 对工业建筑场地声环境作出明确规定,相关设计工作须严格遵循。

**4.3.4** 实践表明,用绿化消除和减少工业生产过程中的有害气体、粉尘和噪声对环境的污染,改善生产和生活条件,具有良好的效果。为了给企业提供绿化条件,要求在进行总平面布置的同时,必须考虑绿化布置。绿化所需用地,应结合总平面布置、竖向布置、管线综合布置统一考虑,合理安排,并应符合总体规划要求,但应注意不得借此扩大用地面积。企业绿化应有别于城市园林绿化,首先必须针对企业生产特点和环境保护要求并兼顾美化厂容需要进行布置。同时,还应根据各类植物的生态习性、抗污性能,结合当地自然条件以及苗木来源进行绿化,方可尽快发挥绿化作用,提高绿化的经济效益。此外,《工业企业总平面设计规范》GB 50187 中第 9 章对工业企业的绿色布置有相关规定,作为绿色工业建筑应遵照其规定执行。为了将景观环境设计与场地规划设计相协调统一,在绿色建筑策划、建筑方案设计、初步设计、施工图设计各个阶段,景观环境设计都应同步进行。

场地设计应合理评估和预测场地可能存在的水涝风险,对场地实施径流总量控制,尽量使场地雨水就地消纳或利用,防止径流外排在其他区域形成水涝和污染。通过控制一定比例的降雨径流,能有效控制径流外排量,最大程度减少径流外排带来的径流污染问题,同时还能达到一定程度的削峰和峰值延迟效果。径流总量控制同时包括雨水的减排和利用,实施过程中减排和利用的比例需根据场地的实际情况通过合理的技术经济比较,来确定最优化方案。屋面雨水和道路雨水是建筑场地产生径流的重要

源头,易被污染并形成污染源,给下游地区带来水质、水量威胁,故宜截留屋面雨水和道路雨水,合理引导其进入地面生态设施进行调蓄、下渗和利用,并在雨水进入生态设施前后采取相应的截污措施,保证雨水在滞蓄和排放过程中有良好的衔接关系,保障自然水体。

厂区公共绿化宜集中布置在厂前区或靠近道路一侧,便于向社会公众开放,避免社会人员对厂区内部生产和安全造成影响。

重庆是山地丘陵城市,大量厂区均设置有挡土墙等护坡设施,宜利用这些设施设置垂直绿化,美化和净化厂区环境。

**4.3.5** 在平整场地前,对场地内具有较高生态价值的植物应做好保护措施,与新配植的植物形成新的植物景观。种植设计中选择植物时,应避免引入外来有害物种,多选择本地植物。本地植物通常具有较强的适应能力,种植本地植物有利于确保植物存活,降低养护费用。工厂内产生高噪声的噪声源,如空压站、动力站等,噪声级达到100~110dB。对于厂内要求低噪声的工作环境来说,除了保持一定的防护距离,或在建筑结构上和设备、仪器制造上采用工程消声措施外,还可以利用植物自身浓密的树冠衰减噪声,据资料记载,5m宽的绿化带可降低噪声3~4dB。透风绿化带可组织气流,使通过粉尘大的车间的风速加大,有利于促进粉尘向外扩散;不透风绿化带有效的滞留、减少粉尘的影响范围。对空气洁净度要求较高的生产车间,环境空气的洁净度将直接影响产品质量。上述地段的绿化首先必须考虑所选植物自身不致污染环境,如不飞花絮、不长绒毛等为前提,方能达到利用绿化净化环境之目的。热处理加工车间生产过程中将散发不同程度的热量,若加上夏季烈日曝晒,致使室温上升,用绿化防止和减少热加工车间的日照,特别是西晒,有降低室温、改善生产条件的效果。在种植设计时,通过种植高大乔木为场地提供遮阳,可降低硬质地面吸收太阳热辐射,通过种植落叶阔叶乔木或者设置墙面

绿化,可以降低外墙吸收太阳热辐射,均可改善场地局部热环境。建筑外立面反射阳光产生的眩光污染范围较广,种植设计宜分析场地周边情况,对可能遭受眩光污染的区域,宜种植高大乔木进行适当的遮挡。活动场地周边栽植落叶阔叶乔木,夏季遮阳,冬季能为场地带来足够的日照。低层建筑的周边栽植落叶乔木,并留有合理的距离,还应考虑天然采光的效果。

**4.3.6** 室外停车场的设计需要做到更加的人性化,可通过周边植被的配置(乔木和灌木混合)达到遮阳、减噪和提高视觉效果的目的。另外,室外停车场应重点考虑场地发生的积水问题,所以在铺装材料的选择上要首先考虑透水材料,如常用的生态植草砖等。室外地面铺装材料应充分考虑其平整度和防滑性,提高人员行走的安全性和舒适性,地面铺装材料应选择浅色材质的材料,提高地面反射率,减少热岛强度;地面铺装应选择耐磨材质的材料,延长其生命周期;地面铺装材料应考虑其透水性,减少场地雨水径流量和湿滑程度。部分工厂有较强污染物排放,应防止其渗入地下对土壤和地下水形成污染。

本条所指的硬质铺装为场地中停车场、道路和广场等,不包括建筑屋面(地下建筑屋面除外)、绿地、水面、重型消防车道等。透水铺装地面的基层应采用强度高、透水性能良好、水稳定性好的透水材料。根据地面使用功能不同,宜采用级配碎石或透水混凝土。透水铺装材料性能及铺装技术要求应符合国家或地方现行相关标准。

在工厂建筑内开辟公共步行通道或公共开放空间,有利于生产人员与社会融合,提高建筑的亲和力。建筑楼层架空用作绿化休闲等功能有助于改善环境质量,增加公共活动空间,有条件时应全部面向公众开放,重庆市相关规划技术管理中也提倡和鼓励类似做法。

宜通过景墙、花架等景观小品对垃圾转运站等公用设施进行

遮护、围挡或美化设计,提高景观环境设计的品质。

**4.3.7** 场地景观设计应考虑残疾人使用的无障碍设施,包括城市道路、工业园区内道路、绿地和广场。室外场地内的无障碍设施的设计应考虑到残疾人的实际情况,比一般的公共设施的设计更加人性化,如色彩、尺度、声音提示上。本条所规定的无障碍设施应满足现行国家标准《建筑与市政工程无障碍通用规范》GB 55019、《无障碍设计规范》GB 50763 的相关规定。

**4.3.8** 危险品是指易燃易爆品、有毒品、腐蚀性物品、放射性物品等,在其相关设施及场所标注其危险性质的文字或图形说明。

交通标识标牌是用图形符号和文字传递特定信息,用以管理交通、指示行车方向以保证道路畅通与行车安全的设施,具有法令的性质,车辆、行人都必须遵守。工厂内尤其是大型工厂及工业园区,车辆及行人较多,应根据相关规范设置交通标识标牌,避免交通事故,提高通行效率。

为便于标识识别,应在场地内显著位置设置标识,标识应反映一定区域范围内的建筑与设施分布情况,并提示当前位置等。建筑及场地的标识应沿通行路径布置,构成完整和连续的引导系统,可以参考《公共建筑标识系统技术规范》GB/T 51223 执行。

## 4.4 交通设计

**4.4.3** 智慧物流是指通过智能软硬件、物联网、大数据等智慧化技术手段,实现物流各环节精细化、动态化、可视化管理,提高物流系统智能化分析决策和自动化操作执行能力,提升物流运作效率的现代化物流模式。智慧物流能大大降低制造业、物流业等各行业的成本,提高企业的利润。

不同的物流运输方式对用地及各种资源的消耗各不相同,选择合适的物流方式将会减少能源、土地、人员、资金等各种资源的

消耗,减少污染物排放。物流仓储无论采用立体高架方式和计算机管理,还是结合地势或建筑物高差,采用能耗小的物流运输方式,都能达到节约场地资源的目的。

采用环保节能型的物流运输设备(如生产流水线、起重设备、垂直运输设备等)和运输车辆,节能减排效果显著;同时应设置充电、充气等补充能源的配套设施。

**4.4.4** 对于工业文化价值大、观光需求高的新建厂区路网布局应预埋产业文化基因,强化产业叙事,如新能源汽车集群采用“电路板网格”肌理,食品加工园区沿用“传统市集轴线”等。老旧厂区改造须保留历史路径符号,例如运输轨道转译为慢行绿道,吊车轨迹线嵌入铺装等。

## 5 建筑设计

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 有些建筑由于体形过于追求形式新异,造成结构不合理、空间浪费、不符合工艺流程的需求或构造过于复杂等情况,引起建筑材料大量增加或运营费用过高。这些做法为片面追求美观而以巨大的资源消耗为代价,不符合绿色建筑的原则,应该在建筑设计中避免。建筑内部功能布局应区分不同生产区域,如空气调节区宜集中布置,室内温、湿度基数和使用要求相近的空气调节区宜相邻布置。空气调节区集中布置有利于减少空气调节区外墙以及与非空气调节区相邻的内墙、楼板传热形成的冷、热负荷,降低空气调节系统投资及建筑保温工程造价,便于运行控制和维护管理。

**5.1.2** 本条明确工业建筑节能应遵循“被动节能措施优先、主动节能措施优化”的设计原则。除有特殊环境要求的生产工艺区域外,建筑优先利用天然采光与自然通风。

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

建筑物良好的通风可以提高空调设备及系统的工作效率,有利于降低设备及系统运行能耗。建筑设计应根据场地和气候条件,在满足建筑功能的前提下,通过优化建筑物方位、外形和内部空间布局,减少夏季东西向的日晒,充分利用自然通风。以自然通风为主的建筑物,其方位应根据夏季最多风向,合理地确定房

屋开口部分的面积与位置、门窗和透光幕墙的开启方式、通风的构造措施等,注重穿堂风的形成;当外墙进风面积不能保证自然通风要求时,可采用在地面设置地下风道作为进风口的方式;对于年温差大、地层温度较低的地区,宜利用地道作为进风冷却方式。充分利用天然采光以减少建筑人工照明的需求。适时合理利用自然通风消除建筑余热余湿,同时通过围护结构的保温隔热和遮阳措施减少通过围护结构形成的建筑冷热负荷,达到减少建筑供暖、通风、空调和照明能耗。

**5.1.3 建筑立面及屋面处理应深度挖掘并彰显工业建筑文化基因、企业核心文化精神及主导产品历史/技术文脉。**通过提取、转译具有象征意义的文化符号(如传统工艺、标志性构件、历史事件、企业信条、产品形态/流程),并将其创新性地融入建筑形态、立面肌理、材料语言、色彩体系及细部构造中,同时兼顾生态性能与功能需求。

建筑屋顶作为城市的“第五立面”,是承载历史文化的空间载体,见证着特定时代的营造技艺与集体记忆。通过策略性保留原有结构肌理,并系统性植入绿色生态与公共活动功能,推动其向人本化、活力型空间转型,实现文化遗产保护与创新发展的有机融合。

因此,建筑立面及屋面应采用体现工业建筑的工艺特征、企业形象、垂直绿化、生态遮阳系统等元素,塑造具有工业美学特质与品牌识别度的建筑形象并兼顾调节微气候、降低能耗、促进生物多样性等环境生态效能。

## 5.2 围护结构节能设计

**5.2.1 设置供暖、空调系统的工业建筑往往是室内热环境有一定要求,将产生供热和制冷能耗。**因此,参照现行国家标准《建筑

节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015,对此类工业建筑的围护结构热工性能提出基本的要求,以降低建筑冬、夏季的供暖、空调负荷。

**5.2.2** 第1款,窗的传热系数远大于墙的传热系数,一类工业建筑窗墙面积过大会导致供暖和空调能耗增加,因此,从降低建筑能耗的角度出发,必须对窗墙面积比予以严格的限制。

第2款,一类工业建筑屋顶透光部分面积过大会导致冬季散热面积大,导致供暖能耗增加。夏季屋顶水平面太阳辐射强度最大,屋顶透光面积越大,相应建筑的空调能耗也越大。因此,从降低建筑能耗的角度出发,必须对一类工业建筑屋顶透光部分的面积予以严格的限制。

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

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

第2款,屋面所受到的太阳辐射比外墙更大,而且屋面内表面的表面放热系数还小于外墙内表面,屋面的内表面温度比外墙的内表面温度更难控制。因此,参照现行国家标准《建筑环境通用规范》GB 55016 对二类工业建筑夏季屋面内表面温度最高值

给出了推荐值,以保证建筑围护结构的隔热性能,保证夏季室内热环境能够满足正常使用的要求。屋面内表面最高温度参照现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 附录 C 的规定计算,室外逐时空气温度最高值按现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 附录 A 确定。

**5.2.4** 本条规定了一类工业建筑中局部设置工艺性空调区域的围护结构传热系数指标。屋顶和外墙传热系数不应大于本标准表中规定的数值,并应符合国家标准《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 第 8.1.7 条的规定。围护结构热工性能参数的计算应符合现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 附录 B 的规定。

**5.2.5** 为了保证生产建筑的节能效果,要求外窗具有良好的气密性能,以抵御夏季和冬季室外空气过多地向室内渗漏,因此对外窗的气密性能要有较高的要求。

**5.2.7** 大量的调查和测试表明:太阳辐射通过窗进入室内的热量是造成夏季室内过热、空调能耗上升的主要原因。因此,为了节约能源,要对窗口采取遮阳措施。

在设计遮阳时需考虑地区的气候特点和房间的使用要求以及窗口所在朝向。遮阳设施效果除取决于遮阳形式外,还与遮阳设施的构造处理、安装位置、材料与颜色等因素有关。可以把遮阳做成永久性或临时性的遮阳装置。永久性的即是在窗口设置各种形式的遮阳板,临时性的即是在窗口设置轻便的窗帘、各种金属或塑料百叶等。在永久性遮阳设施中,按其构件能否活动或拆卸,又可分为固定式或活动式两种。活动式的遮阳可视一年中季节的变化,一天中时间的变化和天空的阴暗情况,任意调节遮阳板的角度,在寒冷季节,为了避免遮挡阳光,争取日照,还可以拆除。遮阳措施也可以采用各种热反射玻璃和镀膜玻璃、阳光控制膜、低发射率膜玻璃等,因此近年来在国内外建筑中普遍采用。

**5.2.8** 为加强生产建筑的自然通风能力,减少机械通风能耗,故对外窗的开启面积提出要求,对有通风要求的生产建筑,首选外窗开启面积最大的立转窗。

**5.2.10** 考虑工业建筑的类型较多,且部分还存在特殊的工艺要求,节能设计还应满足对应的节能设计标准。如电子类厂房中洁净工业厂房围护结构设计应符合现行国家标准《电子工程节能设计规范》GB 50710 的规定。电子类工厂的外窗应满足现行国家标准《电子工程节能设计规范》GB 50710 的规定;医药工业洁净工厂的外窗应满足现行国家标准《医药工业洁净厂房设计标准》GB 50457 的规定;冷库建筑设计应满足现行国家标准《冷库设计标准》GB 50072 的规定。

### 5.3 围护结构热工性能权衡判断

**5.3.1** 为保证建筑物围护结构的基本热工性能,设定进行建筑围护结构热工性能权衡判断计算的准入条件。开展权衡判断的建筑围护结构须满足本标准规定的性能要求;若未能满足,则应采取相应改进措施以提升相关热工参数,待其满足准入条件后,方可依据本节规定进行权衡判断,确保符合本标准节能要求。

作为建筑围护结构中的关键部位,外窗在热传递和能源消耗方面影响显著。提升其隔热保温性能,对保障建筑整体节能率具有重要作用。本标准中的外窗及屋顶透光部分权衡计算门槛值的确定,主要依据《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015,并参考《重庆市建筑门窗幕墙热工参数目录(2023版)》等相关文件,同时结合实际工程中普遍应用中空玻璃的现状,经综合考量限值由  $4.50\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  提升至  $3.40\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 。

**5.3.2** 权衡判断是一种性能化的设计方法,具体做法就是先构想出一栋虚拟的建筑,称之为参照建筑,每一栋实际设计的建筑

都对应一栋参照建筑,然后分别计算参照建筑和实际设计的建筑的全年供暖和空调的总能耗,并依照这两个总能耗的比较结果作出判断。建筑形状、大小、朝向以及内部的空间划分、使用功能、使用特点都与供暖和空调能耗直接相关,因此在这些方面参照建筑要与设计建筑完全一致。

**5.3.3** 本标准权衡判断使用软件、计算方法和边界条件设置规定与现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 相同。计算边界条件包括气象参数、空调和供暖系统运行时间、室内温度、照明功率密度值及开关时间、房间人均占有的建筑面积及在室率、人员新风量及新风机组运行时间表、电气设备功率密度及使用率等。

**5.3.4** 考虑到实际工程采用的冷热源、供暖空调系统、负荷特性参数等与权衡判断计算时的假设并不相同,能耗的总值和单位面积能耗的绝对值都没有任何实际意义。为了简化计算,本标准采用了二者的相对比值,作为判定建筑围护结构是否符合节能要求的判据。

**5.3.5** 提高建筑物的保温性能,可以减少建筑物的热量损失,从而减少供暖空调能耗费用,但这也会增加建筑的一次性投资。在进行围护结构节能权衡判断优化时,对可能产生的节能收益和节能投资费用进行计算,将节能投资回收期作为优化方案考虑的重要经济性指标。投资回收期(年)=优化初投资成本增加费用(元)/因采用此优化每年的节能收益(元)。对于投资回收期超过10年的节能优化方案不作为推荐优化方案。

## 5.4 空间布局

**5.4.2** 对于二类工业建筑,室内热源散发大量热量,为了提高自然通风效果,利用围护结构散热,在工艺条件允许的情况下,尽量

采用单跨结构,但工业建筑受到工艺条件限制,可能会出现不允许单跨结构的情况,多跨结构热压自然通风常常会形成屋顶排风面积大而侧墙进风面积小的情况,可考虑增大侧墙自然通风进风面积或机械补充进风量。

**5.4.3** 工业建筑能耗大致受两方面的影响,一是工艺流程、设备布局等生产需求,二是方位朝向、空间组织、建筑体形、材料构造等建筑本体造成的能耗性能。因此工业建筑节能需同时注重上述两个方面,合理划分生产与非生产、强热源和一般热源、强污染和一般污染、人员操作区与非人员操作区部位,协调工艺和节能的双重矛盾。例如有关人员长期停留或工作的房间及场所宜布置在生产厂房的靠外侧的部位,容易获得天然采光和自然通风条件,有利于节能。

**5.4.4** 有噪声、振动、电磁辐射、空气污染的水泵房、发电机房、变配电房等设备机房和停车库,应远离宿舍、办公等人员长期居住或工作的房间及场所。设备机房如空调机房、空压机房、通风机房、发电机房、水泵房等应采取相应的吸声和隔声措施。如可采用浮筑楼板、弹性面层、隔声吊顶、阻尼板等措施加强楼板撞击声隔声性能。但受条件限制无法避开时,应采取隔声、减振、电磁屏蔽、通风等措施。条件许可时,宜将噪声源设置在地下,空调机房门宜避免直接开向办公空间。

在满足工艺需求的基础上,建筑内部功能布局应区分不同生产区域。对于大量散热的热源,直放在生产厂房的外部并与生产辅助用房保持距离;对于生产厂房内的热掘,宜采取隔热措施并宜采用远距离控制或自动控制。

**5.4.6** 重庆为山地城市、城市立体感强,但作为传统工业重镇,工厂建筑较多,工厂外立面及屋面形式单调、色彩单一,对城市形象影响较大,设置立体绿化对改善城市形象具有重要作用。

第1款,城市主干道两侧工厂的立面对城市形象影响较大,

墙面做垂直绿化能够很好地起到改善形象的作用。建筑高度不大于 24m 的单、多层工厂均视为具备墙面绿化的条件。应在建筑施工图中表达平面定位、立面覆盖范围与面积、构造大样、灌溉系统。

第 2 款,除工厂有特殊工艺要求、坡度超过 15 度的坡屋面、局部突出屋面的楼梯间和设备用房屋面外的屋面均视为具备屋面绿化条件,计入可绿化面积。立体绿化设计可参照工程建设标准《民用建筑立体绿化应用技术标准》DBJ50/T-313 和国家标准设计图集《种植屋面建筑构造》14J206、重庆市《立体绿化设计图集》渝 20J06 执行。

## 5.5 建筑材料

**5.5.1** 为片面追求美观而以巨大的资源消耗为代价,不符合绿色建筑的基本理念。鼓励使用装饰和功能一体化构件,在满足建筑功能的前提之下,体现美学效果、节约资源。同时,设置屋顶装饰性构件时应特别注意鞭梢效应等抗震问题。对于不具备遮阳、导光、导风、载物、辅助绿化等作用的飘板、格栅、构架和塔、球、曲面等装饰性构件,应对其进行控制。

**5.5.2** 建筑外墙、屋面、门窗、幕墙、外保温等围护结构及建筑防护栏杆、构架应满足安全、耐久和防护的要求,应与建筑主体结构连接可靠,经过结构验算确定能适应主体结构在多遇地震及各种荷载工况下的承载力与变形要求。分隔建筑室内外的玻璃门窗、幕墙、防护栏杆等采用安全玻璃时,应采用具有安全防护功能的玻璃。围护结构往往与主体结构不同寿命,其安全与耐久性性能很容易被忽视,围护结构的损坏及围护结构与主体结构的连接破坏更直接影响建筑物的正常使用,且容易导致高空坠物。建筑围护结构防水对于建筑美观、耐久性能、正常使用功能和寿命都有重

要影响,因此建筑外墙、建筑外保温系统、屋面、幕墙门窗等还应符合《建筑外墙防水工程技术规程》JGJ/T 235、《外墙外保温工程技术标准》JGJ144、《屋面工程技术规范》GB 50345、《建筑幕墙》GB/T 21086、《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102、《建筑玻璃点支承装置》JG/T 138、《吊挂式玻璃幕墙用吊夹》JG/T 139、《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ 133、《塑料门窗工程技术规程》JGJ103、《铝合金门窗工程技术规范》JGJ 214 等现行标准中关于防水材料和防水设计施工的规定。建筑护栏的材料、设计、施工及验收,除符合本标准的规定外,尚应符合《无障碍设计规范》GB 50763、《木结构设计标准》GB 50005、《建筑物防雷设计规范》GB 50057、《木结构工程施工质量验收规范》GB 50206、《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300、《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203、《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205、《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 等相关标准规定。

**5.5.3** 玻璃幕墙用于工业建筑的主要厂房、库房等,存在能耗增大、易结露、造价高、光污染等诸多问题,因此不提倡采用。

建筑立面尽量不采用玻璃幕墙。玻璃幕墙所产生的有害光反射,是白天光污染的主要来源,应考虑所选用的玻璃产品、幕墙的设计、组装和安装、玻璃幕墙的设置位置等是否合适,并应符合现行国家标准《玻璃幕墙光热性能》GB/T 18091 的规定。

关于建筑外墙饰面材料,近年来有些工程选择带金属光泽的氟碳涂料和其他高反光的白色、浅色系涂料,或者浅色、金属光泽的瓷砖等各种饰面板材;其光污染的评价目前尚无对应的国家标准,可比照玻璃幕墙的光污染评价掌控。

夜晚和白天的光污染有所不同,夜晚的光污染,主要指建筑物的夜景泛光照明、工业企业的室外照明等对周围环境的污染,

要对灯光设计进行评估,亦要通过建成后的实际使用效果进行评测。

**5.5.4** 工业化体系建筑是指用工业化方法生产的配套的建筑。按施工方式分为装配式建筑和工具式模板现浇式建筑两类,根据预制构件的适用程度分为专用体系和通用体系两类。

常用建筑围护结构有砌筑类、现浇类、装配类,在工业建筑项目中,结合建筑工业化要求以及工业建筑建造特征,采用预制装配类建筑围护结构,并采用相应新材料、新工艺、新技术。目前重庆市政府也在大力发展装配式建筑,工业建筑具有比较好的条件,容易满足采用装配式建筑形式的条件,故规定本条。

**5.5.6** 第1款,建筑中可再循环材料包含两部分内容,一是使用的材料本身就是可再循环材料;二是建筑拆除时能够被再循环利用的材料。钢材、铜材等金属材料属于可再循环材料,除此之外还包括:铝合金型材、玻璃、石膏制品、木材等。在建筑设计选材时考虑材料的可循环使用性能。在保证安全和不污染环境的情况下可再循环材料使用量占所用相应建筑材料总量的10%以上。

第2款,用于生产制造再生材料的废弃物主要包括建筑废弃物、工业废弃物和生活废弃物。在满足使用性能的前提下,鼓励使用利用建筑废弃物再生骨料制作的混凝土砌块、水泥制品和配制再生混凝土;鼓励使用利用工业废弃物、农作物秸秆、建筑垃圾、淤泥为原料制作的水泥、混凝土、墙体材料、保温材料等建筑材料;鼓励使用生活废弃物经处理后制成的建筑材料。在保证性能的前提下,使用以废弃物为原料生产的建筑材料,占可用同类建筑材料总量的比例不低于30%。

第3款,在设计过程中,应最大限度利用建设用地上拆除的或其他渠道收集得到的既有建筑的材料,以及建筑施工和场地清理时产生的废弃物等,延长其使用期,达到节约原材料、减少废物的目的,同时也降低由于更新所需材料的生产及运输对环境的影响。

响。设计中需考虑的回收物包括木地板、木制品、混凝土预制构件、金属、装饰灯具、砌块、砖石、保温材料、玻璃、石膏板、沥青等。

第4款,可快速再生的天然材料指持续的更新速度快于传统的开采速度,即从栽种到收获周期不到10年。可快速更新的天然材料主要包括树木、竹、藤、农作物茎秆等在有限时间阶段内收获以后还可再生的资源。我国目前主要的产品有:各种轻质墙板、保温板、装饰板、门窗等等。

## 5.6 室内环境

**5.6.1** 室内热源较强、空间高度较高的工业建筑,优先利用热压通风。室外年平均风速较高时,充分利用风压通风。除特殊建筑外,建筑物要有外窗。有一些工业建筑外窗可开启面积很小,有的甚至被固定不可开启,这是不合理的。但是对于放散极毒物质的工业建筑,无组织排放将造成室外空气质量不达标和周围空气被粉尘或其他有害物质严重污染的工业建筑不应采用自然通风。

第1款,夏季由于室内外形成的热压小,为保证足够的进风量,消除余热、提高通风效率,自然进风口的位置尽可能低,排风口的位置尽可能高,以增加进、排风口的高度差,增强热压通风效果。

第2款,对于室内散发大量余热且无伴随污染物的情况,当冬季有保温要求时,需采用自动或手动的控制方式关闭天窗或屋面通风器,以减少由于通风换气引起的热量损失。

第3款,对于放散有害物质的工业建筑,无组织排放将造成室外空气质量不达标。周围空气被粉尘或其他有害物质污染的工业建筑不能采用自然通风。因此,在利用自然通风时,应避免自然进风对室内环境的污染或无组织排放造成室外环境的污染。

**5.6.2** 周围空气被粉尘或其他有害物质污染的工业建筑,不能

采用自然进风。无组织排放对环境污染的程度大于有组织排放,这是因为有组织排放的废气都经过了高效的净化处理。

建筑物能否进行有效的自然通风,除受室外气象条件制约外,还取决于建筑本身。建筑设计时,充分考虑自然通风的要求和自然通风路径的设计,结合自然通风的组织对建筑进行合理设计,将有助于提升建筑的自然通风性能。

自然通风主要是利用热压和风压作用形成有组织气流,热压相对风压更稳定,因此在建筑通风设计宜优先采用热压通风。

建筑的平、立、剖面设计,室间组织和门窗洞口的设置应有利于组织室内自然通风。自然通风宜优先采用热压通风;并在满足消防规定的前提下,与防排烟设施结合。

在满足消防规定的前提下,自然通风设施应与防排烟设施结合设置;对于无排烟要求的丁戊类场所,也宜在建筑上部设置不小于地面积5%的自然通风窗口。

**5.6.3 第1款**,良好的自然通风需要进风口面积与排风口面积尽量相等,但在实际工程中,进风口面积通常受工业辅助用房或工艺条件限制,从而得不到保证。在条件允许的情况下,可在地面设置进风口,以增加进风面积。以地道作为热压通风进风方式,可获得较低的进风温度,提高热压通风效果。

**第2款**,为了提高自然通风的效果,采用流量系数较大的进、排风口或窗扇,如在工程设计中常采用的性能较好的门、洞、平开窗、上悬窗、中悬窗及隔板或垂直转动窗、板等。供自然通风用的进、排风口或窗扇,一般随季节的变换要进行调节。对于不便于人员开关或需要经常调节的进、排风口或窗扇,要考虑设置机械开关装置,否则自然通风效果将不能达到设计要求。总之,设计或选用的机械开关装置应便于维护管理并能防止锈蚀失灵,且有足够的构件强度。

**第3款**,为保证自然通风效果,进风口面积与排风面积尽量

相等,但在实际工程中,进风面积通常受工业辅助用房或工艺条件限制,从而得不到保证。当进风面积受限时,采用机械进风的方式,形成利用热压的自然与机械的复合通风方式。当排风面积无法保证时,采用机械排风方式进行补充。

第4款,夏季由于室内外形成的热压小,为保证足够的进风量,消除余热、提高通风效率,自然进风口的位置尽可能低,排风口的位置尽可能高,以增加进、排风口的高度差,增强热压通风效果。当外墙进风面积不能保证自然通风要求时,可采用在地面设置地下风道作为进风口的方式。夏季自然通风用的进风口,其下缘距室内地面的高度不宜大于1.2m;冬季自然通风用的进风口,当其下缘距室内地面的高度小于4.0m时,宜采用防止冷风吹向人员活动区的措施。

**5.6.4** 天然光作为清洁能源,具备取之不尽、用之不竭的特性,蕴藏着显著的节能潜力,因此充分开发利用天然光是实现照明节能的关键技术路径。在采光设计领域,采取有效措施提升采光效率是高效利用天然光的重要环节。例如,依据建筑形态与当地气候特征,合理确定窗体的位置、朝向及开窗面积比例。在条件允许的情况下,设置天窗采光不仅可显著提升采光效率,还能获得良好的照度均匀度。与此同时,应用导光管装置等新型采光技术,亦可获得较理想的采光效果。对于进深较大的侧向采光空间,通过在室外设置反光板或采用棱镜玻璃,可提升房间深处的采光照度,有效优化空间的采光质量。

绿色工业建筑设计应充分利用天然采光,大跨度或大进深的厂房采光设计,可采用顶部天窗采光或导光管采光系统等。鼓励采用采光井、采光天窗、下沉广场、半地下室,设置反光板、散光板、集光、导光设备等作为改善地下光环境。利用外窗和导光设施进行天然采光可节省照明电力,并满足现行国家标准《建筑采光设计标准》GB 50033 要求。

自然采光可以有效降低照明能耗。在设计阶段,进行自然采光节能量的模拟预测和核算,可以预测自然采光的节能潜力,帮助建筑师进行自然采光设计方案的节能优化。采光节能计算方法按照现行国家标准《建筑采光设计标准》GB50033 要求进行计算。

**5.6.5** 重庆由于地形复杂,工业厂房建筑地下、半地下空间利用率很高,地下空间宜充分利用采光可节省照明能耗,创造健康的光环境。在地下室设计下沉庭院、窗井、采光天窗、光导管等措施时,应注意设计好防水、防火、排水等措施。

**5.6.7** 第2款,在人流较大建筑的主要出入口,在地面采用至少2m长的固定门道系统,阻隔带入的灰尘、小颗粒等,使其无法进入该建筑。固定门道系统包括格栅、格网、地垫等。地垫宜每周保洁清理。

**5.6.8** 一些工厂建筑在生产和施工过程中会产生电磁辐射,人体如果长期暴露在超过安全剂量的电磁辐射下,细胞就会被大面积杀伤或杀死,并产生多种疾病,因此有必要采取措施减少电磁对周围环境的辐射强度,使其符合国家和行业标准的要求。

《电磁辐射环境保护管理办法》规定了电磁辐射建设项目和设备名录,豁免水平以上的电磁辐射建设项目应履行相应环境保护影响报告书的审批手续。《电磁环境控制限值》GB 8702 规定了电磁辐射防护限值和电磁辐射豁免水平。

电磁辐射环境影响报告中,辐射强度、磁场强度、功率密度等评价因子应满足国家现行有关标准的规定以及所在行业和地方有关标准的规定。

**5.6.9** 当工艺设备会产生较强烈的振动时,对周边人员的正常生活和生产活动造成影响,因此有必要采取措施使工艺设备和公用设备产生的振动符合国家和行业现行有关标准的要求。

某些工业厂房设备产生的振动相当大,如重型机械厂的锻造

车间、大型空压电站等,对相邻环境影响严重。除了工业设备运行时的振动以外,交通、建筑施工也会引起地面振动。振动对室内、室外影响严重的都要采取减振、隔振等措施进行控制。

在选址、总图布置、生产设备选型、设备安装、设备基础设计、建筑结构和生产管理等方面,应考虑振动的影响并采取减振技术措施。

**5.6.10** 第1款,由于原辅材料以及生产、加工工艺的原因,劳动者在职业活动中长期或反复接触有害因素,在有害因素超过一定的范围或接触时间较长时,易引起有害健康的急性或慢性影响,导致职业病的发生。因此,工业企业需要满足国家现行有关标准的要求,如《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分:化学有害因素》GBZ 2.1和《工作场所有害因素职业接触限值 第2部分:物理因素》GBZ 2.2等。另外项目所属行业也有针对其行业特点的行业标准,如《化工采暖通风与空气调节设计规范》HG/T 20698,设计时还应符合项目所在行业的行业标准的要求。

第2款,工业建筑和生产辅助建筑在没有相应的国家或行业标准的情况下可参照《室内空气质量标准》GB/T 18883执行。同时,《工业企业设计卫生标准》GBZ 1、《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019、《化工采暖通风与空气调节设计规范》HG/T 20698、《石油化工采暖通风与空气调节设计规范》SH/T 3004、《合成纤维厂供暖通风与空气调节设计规范》SH/T 3042等对辅助生产房间内的空气质量也有相应的规定。

**5.6.11** 根据工作场所职业病危害情况设置相应的防护措施的图形标识、警戒线、警示语和文字,传递安全信息,可以使劳动者在工作场所工作时警觉职业病危害和存在的危险。

## 6 结构设计

### 6.1 一般规定

**6.1.1** “设计工作年限”主要是指设计预定的结构或结构构件在正常维护条件下的服役期限,并不意味着结构超过该期限后就不能使用了。因此,本规范将该术语统一为“设计工作年限”以更准确表达其含义。设计工作年限是结构设计的重要参数,不仅影响可变作用的量值大小,也影响着结构主材的选择。对于业主而言,只有确定了设计工作年限,才能对不同的结构方案和主材选择进行比较,优化结构全生命周期的成本,获得最佳解决方案。由于行业之间的差异性,对于本条未予列明的工程结构种类,可根据相关的标准规范或者本条规定的原则确定设计工作年限。

**6.1.2** 现代工业技术发展迅速,生产工艺与产品更新周期显著缩短。结构设计需预见未来可能的工艺调整(如设备升级、流程优化)及产品线扩展(如尺寸变更、功能迭代),通过合理的空间规划、荷载预留和模块化设计,避免因技术升级导致结构大规模改造或重建。如:合理规划柱网间距、层高及设备布置区域,确保未来更换新型设备或调整生产线时无需改动主体结构;关键区域(如设备基础、吊挂节点)宜按高于当前需求的荷载标准设计,或预设加固条件,以兼容更重、更大型的设备。

**6.1.3** 本条文旨在强调既有建筑改造中结构利用与工艺适配的协同性。改造前需明确新工艺的功能目标(如设备荷载、空间布局、流线组织等),系统分析原有结构体系的承载潜力、空间特征及限制条件,避免盲目拆除重建,实现经济、安全、绿色的可持续改造。优先利用原有柱网、层高、大跨度区域布置核心工艺设备;

对局部不满足工艺净高或跨度要求的区域,采用局部托换、抽柱等针对性改造技术。调整重型设备布局至承重墙或柱顶区域;采用轻量化工艺材料或分散荷载设计,减少对薄弱楼板的改造需求。结合原有梁板开洞规律布置新管线,避免无序开孔削弱结构整体性,必要时采用 BIM 技术进行碰撞校核。

## 6.2 节材设计

**6.2.1** 工业建筑结构设计应根据工艺需求、建筑功能、高度、形体,采用受力合理、抗震性能良好的结构体系。工程设计与建设应综合考虑因地制宜、节约材料、施工便捷、安全环保、减少污染等因素,能够以较少的材料、较小的环境影响代价满足建筑功能要求,是绿色工业建筑节能设计的重要内容。重庆市目前正在大力推广装配式建筑,因此在结构设计中应优先考虑可工业化建造的建筑结构体系。与混凝土建筑相比,钢结构建筑用钢板或型钢代替钢筋混凝土,具有更高的强度和更好的抗震性能,部件可以在工厂制造,现场安装,钢材可以重复使用,大大减少建筑垃圾,更加绿色环保,在满足建筑功能、工艺要求的前提下可优先采用钢结构体系。为有效地响应“双碳”经济要求,推进绿色低碳建造,提高预制构件和部品部件通用性,推广标准化、少规格、多组合设计。

根据现行国家标准《装配式建筑评价标准》GB/T 51129,预制装配式楼板的认定主要包括预制装配式叠合楼板、金属楼承板、木楼盖及其他在施工现场免支模的楼盖。金属楼承板包括压型钢板、钢筋桁架楼承板等在施工现场免支模的楼盖体系,是钢结构建筑中最常用的楼板类型。装配式混凝土结构楼板宜采用叠合楼板,其结构整体性应符合现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 的相关规定。

工业厂房设计应根据工艺要求、建筑布置、材料供应、地质环境及施工条件等因素,采用受力合理、抗震性能良好的结构体系;以较少的资源消耗、较小的环境影响为代价满足工艺、建筑要求。发展新型建造模式,大力推行装配式建筑,优先采用便于工业化建造的结构体系,是贯彻“适用、经济、绿色、美观”的建筑方针、实施创新驱动战略、实现传统建筑业向技术先进的现代产业、节能减排的绿色产业转型升级的重要途径。

单层厂房一般需要较大层高、大跨度(大空间),宜采用装配式钢结构体系、装配式混凝土结构体系;多高层厂房一般荷载较大,部分类型厂房有特殊环境(如腐蚀性环境、高温高湿度环境等)要求,可采用装配式钢筋混凝土结构或组合结构体系。

**6.2.2** 合理的建筑形体和布置在抗震设计中是头等重要的。提倡平、立面简单对称。因为震害表明,简单、对称的建筑在地震时较不容易破坏。简单、对称的结构容易估计其地震时的反应,容易采取抗震构造措施和进行细部处理。“规则”包含了对建筑的平、立面外形尺寸,抗侧力构件布置、质量分布,直至承载力分布等诸多因素的综合要求。“规则”的具体界限,随着结构类型的不同而异,需要建筑师和结构工程师互相配合。

工业建筑工艺较复杂或具有特殊要求时,结构布置较难做到规则、对称,合理的结构体系选取和良好的抗震概念设计显得尤为重要,采取合理的措施,使之达到满足工艺要求、结构安全、经济合理的目标。

**6.2.3** 精细化设计是提升工业建筑结构设计的技术经济性,达到节材效果的必要手段。由于工业建筑的特殊性,计算模型需要设计师根据实际情况选择合适的计算软件和力学模型进行构建,对承重结构进行适当简化,使其既能正确反映结构的真实受力状态,又能够适应所选用分析软件的力学模型和运算能力,从根本上保证所分析结果的可靠性。结构形式和设计规范、标准的合理

选用,既是结构安全可靠的保证,也是经济节约的前提条件,特别是钢结构可以根据不同结构型式和性能化设计要求从高厚比、长细比等构造方面调整优化,实现技术经济性的要求。根据结构布置和构件受力特点,可合理采用变截面、组合截面等充分发挥材料特性的截面形式。合理控制混凝土构件的配筋率、轴压比,合理控制钢结构构件长细比、宽厚比、应力比等指标,是结构节材的重要手段。合理的节点构造是结构安全、传力可靠的重要保证,同时也对控制结构用材有重要意义。

一般情况下,工业建筑具有平面尺寸大、柱距大、跨度大等特点,其基础设计呈现不同特点:基础偏心大、荷载变化大、与工艺设备及其基础关系密切等。结合重庆特有的地质条件,工业建筑基础设计呈现不同的控制因素,有些对地基承载力要求较高,有些地基变形需要特殊关注,而有些基础稳定性问题更为突出,在基础设计过程中,应根据具体情况,采取合理、经济的处理手段,保证基础安全,地基基础设计应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007和重庆市工程建设标准《建筑地基基础设计标准》DBJ50/T-047的有关规定。地基基础设计应结合场地实际情况,遵循就地取材、保护环境、节约资源、提高效益的原则,依据勘察成果、结构特点及使用要求,综合考虑施工条件、场地环境和工程造价等因素。厂房基础持力层和基础形式应根据建筑物的功能和结构类型、荷载大小和性质、工程地质条件、建筑物基础的环境等因素综合确定。在满足地基基础的强度、变形和稳定性以及生产工艺要求的条件下,基础宜浅埋。

**6.2.4** 工业企业进行改、扩建时,通过详细规划和设计,避免大拆大建的消耗资源的行为。减少投资和新资源消耗是必要的,也是建设资源节约型社会的一个途径。

需要注意的是,对既有建筑、设施的利用应该在审核场地内既有建筑、设施的评价分析报告后,将利用情况纳入规划步骤之

内。对既有建筑、设施结构需要进行安全性和可靠性的检测和评估,根据规划要求进行保留或翻新利用,尽可能地利用可继续使用的建筑主体结构、立面和室内空间环境。

拆除原有建筑物得到的建筑材料,也可以直接或经适度改造进行利用。本条文考虑的对原有建筑的材料利用,指的是在不改变回收物质形态的前提下,对材料进行直接利用,或经组合、分割、修复和翻新等合理处理后进行再利用的建材,一般来说不应改变该建材在原有建筑中起到的功能。可以利用的原有建筑的材料,包括砌块、瓦、料石、管道、预制混凝土板、木材、钢材和部分装饰材料等。

在既有建筑改造中选用可再利用材料时,必须优先保障结构安全并严格防控环境污染风险。为实现绿色改造目标,应优先采用不使用模板、且加固后构件体积增量小的结构加固技术,例如外粘型钢加固法、黏贴钢板加固法、粘贴纤维复合材料加固法等。这类技术不仅显著节约了模板材料,减少了资源消耗和建筑垃圾,而且由于加固后构件体积增量小,意味着加固材料用量本身也较少,进一步降低了资源消耗和环境负荷。因此,积极推广此类技术是践行绿色改造理念、提升改造工程可持续性的重要体现。

## 6.3 选材设计

**6.3.1** 工业化体系建筑是指用工业化方法生产的配套建筑。按施工方式分为装配式建筑和工具式模板现浇式建筑两类,根据预制构件的适用程度分为专用体系和通用体系两类。

常用建筑围护结构有砌筑类、现浇类、装配类,在工业建筑项目中,结合建筑工业化要求以及工业建筑建造特征,采用预制装配类建筑围护结构,并采用相应新材料、新工艺、新技术。对于装配式围护结构技术,系统构造的材料选择和系统设计是其性

能保证的关键。

目前,重庆市政府也在大力发展装配式建筑,工业建筑具有比较好的条件,容易满足采用装配式建筑形式的条件,故规定本条。

**6.3.2** 传统的外墙保温系统与建筑主体不能同寿命,采用建筑保温与结构一体化能实现与建筑同寿命,而且在抗震、防火等方面也可得到加强,是建筑节能技术的发展方向。建筑保温与装饰一体化技术具有安全耐久、施工简单、工期短、避免保温层开裂、空鼓等优点,对促进建筑节能的高质量发展具有重要的意义。

建筑结构与保温一体化的设计、施工、验收及维护应符合现行国家、行业及地方标准的相关规定。

**6.3.3** 混凝土结构中的受力普通钢筋,包括梁、柱、墙、板、基础等构件中的纵向受力筋及箍筋。混合结构中的混凝土结构和钢结构应分别满足本条对混凝土结构和钢结构的要求,混合结构指由钢框架或型钢(钢管)混凝土框架与钢筋混凝土筒体所组成的共同承受竖向和水平作用的高层建筑结构。

采用高强度结构材料,可减小构件的截面尺寸及材料用量,同时也可减轻结构自重,减小地震作用及地基基础的材料消耗。高强钢筋作为节材节能环保产品,在建筑工程中被大力推广应用,是加快转变经济发展方式的有效途径,是建设资源节约型、环境友好型社会的重要举措,对推动钢铁工业和建筑业结构调整、转型升级具有重大意义。

**6.3.4** 工业建筑结构的混凝土耐久性需满足建筑设计使用年限的要求 钢结构采用耐候性防腐涂料或耐候结构钢。与土壤接触或在具有腐蚀性环境下的钢结构,应采用有效的防护措施,如采用混凝土包裹。一般环境中建筑的钢结构件、金属附件和金属面板等构件的表面,应采用涂料、油漆喷涂或镀锌、镀铝锌等处理技术,保证钢结构建筑的耐久性。预埋的铁件和铝件等表面应做好

防腐处理。不同金属件接触处应加设绝缘片,防止电化腐蚀。

对处于外露环境,且对耐腐蚀有特殊要求的或在腐蚀性气态和固态介质作用下的承重结构,宜采用耐候钢,其质量要求应符合现行国家标准《耐候结构钢》GB/T 4171 的有关规定。

在特殊环境中或环境的特殊部位上的混凝土和建筑构件,应采取相应的耐久措施,如在腐蚀性较高环境中的结构表面注意抗腐蚀性,混凝土水槽或长期潮湿环境注意混凝土的抗渗性能等。

**6.3.6** 建材本地化是减少运输过程的资源、能源消耗,降低环境污染的重要手段之一。本条鼓励使用当地生产的建筑材料,提高就地取材的比例。500km 是指建筑材料的最后一个生产工厂或场地到施工现场的运输距离。

**6.3.7** 结构加固用胶粘剂为有机材料,可能存在异味或者对人体、环境有不利影响,且其耐久性往往比无机材料要差。结构加固材料和防护材料的耐久性对保证改造效果、延长使用寿命具有重要作用。因此,对此类材料提出环保和耐久性要求。结构加固材料和防护材料的种类较多,其耐久性均应符合相关标准的规定。例如,现行国家标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367、《混凝土结构加固用聚合物砂浆》JG/T289 等均对结构加固用胶粘剂、结构用胶粘剂或聚合物砂浆的无毒、耐久性能进行了规定;现行行业标准《混凝土结构防护用成膜型涂料》JG/T335、《混凝土结构防护用渗透型涂料》JG/T337、《建筑用钢结构防腐涂料》JG/T224 等均对其耐久性能有规定。

## 7 给水排水设计

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 工厂的水资源利用,应根据区域的市政给排水条件、水资源状况、水费、气候特点等客观情况,结合所在行业标准《绿色工厂评价要求或节水型企业评价导则》的规定,以及工厂自身特点,进行系统规划,制定水系统规划方案,充分挖掘可回收的工业废水和可消纳回用水的用水用途,合理提高水资源循环利用率,减少取水量和废水排放量(满足或不高于行业标准规定的单位产品取水量、不低于其规定的水重复利用率或废水回用率等指标要求)。雨水和再生水利用是水资源充分利用的重要措施,应根据具体情况具体对待:多雨地区应加强雨水利用,水资源缺乏地区(如渝西地区)宜尽可能提高废水再生回用率。非传统水源应优先选择规模化生产、水质稳定、供给有保障的水源,一个项目中可能同时有几种非传统水源可供利用,同时也鼓励根据项目情况选择多个水源。方案应编制用水量(列表表达单位产品取水量、废水产生量、水重复利用率或废水回用率等)计算、水量平衡计算,编制非传统水源利用的技术经济分析、可行性分析等。

**7.1.2** 不同行业清洁生产标准对水资源的利用采用了不同的指标,如取水量、耗水量、耗新鲜水量、新鲜水用量、新鲜水单耗等,当没有清洁生产标准依据时,按附录 B 的规定计算和统计。水资源利用各项指标分为国内基本水平、国内先进水平和国内领先水平,单位产品取水量指标应达到国内同行业基本水平。

重复利用水量包括循环利用水量(如冷却水)、循序利用水量、经过处理后回用的水量(如废水回收利用)及蒸汽凝结水利用

量等。同行业清洁生产标准中关于水的重复利用率可能分为不同的情况,如白酒制造业分为“水的重复利用率(冷却水)”和“水的重复利用率(废水回收利用)”,设计时参照执行该行业标准。水重复利用率指标分为国内基本水平、国内先进水平和国内领先水平,水重复利用率指标应达到国内同行业基本水平,水重复利用率的计算和统计方法见附录 B。

单位产品废水产生量指标可以参照各行业清洁生产标准。单位产品废水产水量指标分为国内基本水平、国内先进水平和国内领先水平,单位产品废水产生量指标应达到国内同行业基本水平。计算产品产量时,应是统计期内合格的产品,非合格产品不计入。该指标可参照各行业清洁生产标准《绿色工厂评价要求或节水型企业评价导则》。

根据上述取水量、水重复利用率及废水产生量用水指标要求,因地制宜制定废水重复利用、再生水回用、雨水利用等水系统方案和相应的水处理系统方案。

**7.1.3** 为保证工业企业正常生产运营、保证国民经济蓬勃发展,企业的给水系统应安全可靠,以满足生产、生活需求的水量和水压向供水范围内工业企业不间断地供应符合生产生活水质要求的用水。当企业生产生活用水对水压、水量要求超过城镇供水管网的供水能力时,必须建设二次供水设施。当城镇给水管网的水压不足时,应设置加压装置;当城镇给水管网的水量不足时,应设置贮水调节设施。

给水处理工艺应具有先进性,例如:工艺流程短而顺畅,单元工艺高效,系统出水水质优良;设备噪声小,能耗低,运行稳定,耐腐蚀;控制系统运行状态的控制、监督、报警等动作正确、及时,自动化程度高,人为干预少,劳动强度低等。不同用途的水,其水质应符合国家和行业现行有关水质标准的规定。

生活用水水质应遵照现行国家标准《生活饮用水卫生标准》

GB 5749 进行卫生防护;管道直饮水应对原水深度处理,水质应符合现行行业标准《饮用净水水质标准》CJ/T94 的规定;雨水利用工程处理后的水质应根据用途确定,COD<sub>Cr</sub> 和 SS 指标应满足现行国家标准《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》GB 50400 的要求,中水或再生水其水质应根据用途确定,用作生活杂用水时,其水质应符合现行国家标准《城市污水再生利用 城市杂用水水质》GB/T 18920 的规定,用作景观环境用水时应符合现行国家标准《城市污水再生利用 景观环境用水水质》GB/T 18921 的规定,当作为工业用水(含工业循环冷却水补水)时,其水质应符合现行国家标准《城市污水再生利用 工业用水水质》GB/T 19923 的相关规定;当用作空调冷却水系统补水时,其水质应符合现行国家标准《采暖空调系统水质》GB/T 29044 中的冷却水补水的规定;工艺给水水质需根据生产工艺的具体要求确定,并采用相应的深度处理系统,例如电子行业工艺给水应满足电子工业超纯水水质标准的要求,而医药行业的给水应满足医药行业超纯水水质标准的要求。锅炉闭式循环系统的给水应满足软水水质要求。给水系统的安全性和可靠性设计应符合现行国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015 的有关规定;管道的防冻、防腐设计除应符合现行国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015 规定外,还应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的有关规定;工业循环水冷却系统的设计应符合现行国家标准《工业循环水冷却设计规范》GB/T 50102 的规定。

**7.1.4** 末端处理前的工业废水,其废水产生量和污染物产生指标可以参考所在行业清洁生产标准执行,目前国家已经发布了 50 多个行业的清洁生产标准。末端处理之后,对外排放工业废水水质、水量分为两种情况:(1)该行业已有国家行业排放标准时,按国家现行行业排放标准执行,如纺织工业执行现行国家标准《纺织染整工业水污染物排放标准》GB 4287,造纸工业执行现行国家

标准《制浆造纸工业水污染物排放标准》GB 3544 等；(2)所在行业无国家行业排放标准时，按照现行国家标准《污水综合排放标准》GB 8978 执行。对于生活污水，如果不受其他污染物污染时，可以经格栅池或化粪池等预处理后排入城镇市政污水工程，当受到其他物质污染时，应按现行国家标准《污水排入城镇下水道水质标准》GB/T 31962 执行。除此之外，外排污、废水排放还需符合当地排放标准的要求，标准限值按照国家、行业和地方标准中规定最严格的限值执行。

## 7.2 给水和节水

**7.2.1** 工厂项目用水单元多，且对水质、水压的要求不尽相同，因此，用水系统比较复杂。应首先按照水质设置分系统，相同水质的条件下再根据水压设置分系统。采用分系统的目的在于按需供水，既节约能源，减少处理成本，还提高了供水安全性。

为节约能源，除了有特殊供水安全要求的建筑以外，工厂底部的楼层应充分利用城镇给水管网的水压直接供水。当城镇给水管网的水压和(或)水量不足时，应根据卫生安全、经济节能的原则选用储水调节和(或)加压供水方案。在征得当地供水行政主管部门及供水部门批准认可时，可采用直接从城镇给水管网吸水的叠压供水系统。推荐变频调速泵组采用每台水泵一一对应配置变频器，即采用全变频供水设备，通过多台水泵同时变频运行，可以根据实际用水量平均分配流量，避免了单泵频繁启停造成的能耗浪费，既节能，又减少了水压波动。

防止生活用水点处水压大于 0.20MPa，是为了避免用水器具给水配件产生超压出流，浪费用水量，当然也要避免水压太小而影响使用。

**7.2.2** 工厂企业给水系统应分级(分类)计量，分级计量通常分

为三级,一级水表计量范围为整个生产区的各种水量,二级水表计量范围为各车间和厂区生产、生活用水量,三级水表计量范围为重点工艺或重点设备。根据现行国家标准《节水型企业评价导则》GB/T 7119 的要求,水表计量率应符合现行国家标准《用水单位水计量器具配备和管理通则》GB/T 24789 的标准,即一级水表计量率应达到 100%,二级水表计量率应不低于 95%,三级水表计量率应不低于 85%。

**7.2.3 第 1 款**,现行国家标准《离心泵能效限定值及能效等级》GB 19762 规定了离心泵(包括清水离心泵和石油化工离心泵)的能效等级、能效限定值、计算方法和试验方法。该标准将离心泵能效划分为 3 个等级,其中 1 级能效为最高,3 级能效为离心泵能效限定值,即离心泵在标准规定的测试条件下,允许规定点的最低效率。鉴于国家“双碳”战略目标的深入推进、流体机械领域能效技术的持续进步,以及当前市场主流品牌水泵的实际运行能效水平普遍提升,为贯彻绿色低碳发展理念,提升系统能效水平,本条文规定所选离心泵的效率不宜低于 2 级能效等级的效率值。

第 2 款,按《电动机能效限定值及能效等级》GB 18613 规定,电动机能效等级分 3 级,其中 1 级为最高级;根据 GB 18613 表 1,按额定功率、电机级数、电机效率,可查出水泵所配电动机的能效等级。

第 3 款,在水泵性能曲线的高效区段,水泵效率不低于最高效率的 90%,为水泵最经济工作状态。水泵的选型组合和运行调节应能满足系统运行工况变化的要求,通过台数调节、变频运行等方式实现水泵的运行调节,并兼顾运行节电,要求每台水泵工作点尽可能在高效区段运行。

第 4 款,循环水泵的性能曲线上,轴功率一般都是随着流量的增大而增大(扬程则是减小),当所选水泵扬程偏大时,实际运行时扬程会小一些,性能曲线实际工况点就会靠右,这可能会导

致轴功率大于配套电动机输出功率,出现小机拖大泵,而使电机过载,所以,除了根据水力条件经计算确定扬程外,大流量冷却循环水泵选型,电动机功率宜考虑一个可能超载的安全系数,并应满足系统出现扬程最低、流量最大的最不利工况点运行所需轴功率要求。

在许多工厂,受场地限制,冷却循环水泵往往安装在冷却水池(箱)的同层,当所选水泵气蚀余量(NPSH)偏大时,冷却水池(箱)水位与水泵吸水管中心线的高差,就可能不满足安全正常运行要求(即使为自灌式吸水,NPSH在8米及以上时,也可能产生气蚀),尤其是每小时几千立方米的大流量循环泵,气蚀余量一般偏大,当出现上述不利安装条件时,宜选择电机级数多的水泵(降低气蚀余量),并根据水泵性能、水力条件计算确定水泵安装高度,确保安全运行。

**7.2.4** 当生产工艺没有特殊要求,给排水系统的设备、管材及连接方式、阀门附件等选用,都应采用低阻力的产品,比如热水换热器一般选择生活热水侧(热水走壳程)水头损失小的半容积式换热器,而不是采用水阻较大的板式换热器;给水管材采用PSP钢塑复合管时,不宜采用缩径较严重的双热熔连接方式;阀门也不宜选择局部水损较大的蝶阀;过滤器选型要注意其过流面积不应小于管道截面积的4倍等;卫生器具、水嘴、淋浴器等器具的具体要求详见现行国家行业标准《节水型生活用水器具》CJ/T 164。

**7.2.5** 生产工艺节水是指通过改变生产原料、工艺和设备或用水方式,实现少用水或不用水的节水技术,保证单位产品取水量、用水量不超过现行国家标准(如《绿色工厂评价通则》GB/T 36132)的规定。生产、辅助设施及车辆清洗应设置专用的场所,尽量采用循环水、微水、蒸汽冲洗。清洗工具及卫生洁具应选用《当前国家鼓励发展的节水设备(产品)目录》中公布的设备、器材和器具,根据用水场合的不同,合理选用节水水龙头、节水便器、

节水淋浴装置等,卫生器具应满足国家现行标准《节水型生活用水器具》CJ/T 164 及《节水型产品通用技术条件》GB/T 18870 的要求。缺水地区可选用真空节水技术或免水技术。此外,给水系统采用减压限流措施亦能取得明显的节水效果。

**7.2.6** 给水管网漏水目前也是一个愈发严重现象,尤其是工厂的埋地给水管,投入生产使用后,一旦漏水,整改代价无法估量,只要没有造成事故,漏水量即使较大,也在接受范围,短时间不会去改造了,所以造成管网漏水隐患的设计、采购、施工一定要引起重视;产生漏水隐患的原因,无外乎主要就在于设计系统不合理、选材不当、连接方式不当、开挖回填不合规、施工不合格等等因素;所以给水系统中使用的管材、管件,必须符合现行产品行业标准的要求,新型管材和管件应符合国家和行业有关质量标准和政府主管部门的文件规定;给水系统最大工作压力不得大于该产品标称的允许工作压力。此外,做好管道基础处理和覆土,控制管道埋深,加强管道工程施工监督,把好施工质量关。选用性能高的阀门、零渗漏阀门等,如在冲洗排水阀、消防栓、排气阀等阀前增设软密封闸阀或蝶阀。合理设计系统供水压力,如:采用适当的给水压力分区、合理选择加压(变频)水泵扬程、合理设置减压措施等,以避免供水压力持续高压或压力骤变。用水设备、储水箱(池)设监控装置,以防进水阀门故障或超压等原因而造成水资源浪费。给排水系统和管网的漏损应符合《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242、《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 等国家或行业现行标准、规范的规定。

管网漏损率过大会直接造成水资源浪费,故应当采取适当的措施进行控制,工业建筑管网漏损量可采用水平衡测试法检验。

水位监测和溢流报警装置为了防止由于水位控制阀或电动(磁)阀发生故障,导致水池(箱)溢水造成水资源浪费、设备财产损失,严重时将会造成停产等事故的发生。

**7.2.7** 当采用反渗透(RO)工艺制取纯水过程中,在膜的一侧会产生较多的浓缩废水,若加以利用,可很大程度节约水资源。回用水点的需求可能不一致,在回用前宜根据具体的水质要求制订合理的处理和回用方案,回用的高浓水应满足用水点对水质的相关要求。由于(RO)浓水的含盐量比原水高3~4倍,(RO)浓水的使用,必须根据其水质和用途确定。当(RO)浓水用于循环水系统补水时,其水质应符合相关行业循环水的补水指标要求,如电子类工业厂房,当(RO)浓水用于循环冷却水补水时,其水质一般应符合现行国家标准《工业循环冷却水处理设计规范》GB/T 50050的要求;当(RO)浓水用于公厕、道路清扫、消防、城市绿化、车辆冲洗时,其水质应符合现行国家标准《城市污水再生利用城市杂用水水质》GB/T 18920的要求;当(RO)浓水用于景观环境用水时,其水质应符合现行国家标准和《城市污水再生利用景观环境用水水质》GB/T 18921中观赏性景观用水标准要求。

**7.2.8** 工业重复利用水量包括循环利用水量(如冷却水)、循序利用水量、经过处理后回用的水量(如废水回收利用)及蒸汽凝结水利用量等。不少工艺设备都需要冷却水,且有些特定厂(站)房冷却水量较大,如电子、试车、油漆、空压站等,若直接耗用新鲜自来水属于严重浪费,故应考虑循环使用;采用间接冷却的工艺冷却水,受污染程度很轻,冷却后经水质稳定处理后,就可循环使用,仅有少量的蒸发、排污等损失,循环重复利用率可高达95~99%;其次,生产废水根据水质不同,采用不同的废水处理工艺,废水经处理后回用或者作为另外工序的生产用水,废水资源得到最大化利用,但循环重复用水、回用水和逐级利用水的水质应满足工艺设备要求。

不同行业(化工、钢铁、有色金属、纺织、电子、汽车等)绿色工厂评价标准中关于水的重复利用率、废水回用率都有不同的规定,例如《化学制药行业绿色工厂评价要求》HG/T 5902-2021中

只规定了冷却水循环利用率,其限值为不低于 95%,优秀值为 99%;《毛纺织行业绿色工厂评价要求》FZ/T07021-2021 中,规定水重复利用率平均值不低于 40%,先进值不低于 50%;《化学制药行业绿色工厂评价要求》HG/T 5902-2021 中评价指标中仅有冷却水循环利用率要求;《光伏硅片制造业绿色工厂评价要求》T/CPIA 0022-2020 中废物资源化板块一只规定了废水回用率,其基准值根据不同工序为 10%~55%;《焦化行业绿色工厂评价导则》YB/T 4916-2021 要求焦化废水回用率达到行业先进值(75%);《球墨铸铁管绿色工厂评价要求》YB/T 6016-2022 中内衬、内磨废水处理和综合利用要求处理率为 100% 并全部回收利用;《铜冶炼行业绿色工厂评价要求》YS/T1407-2021 中要求工业用水循环利用率 $\geq 98\%$ ;《石油炼制行业绿色工厂评价要求》HG/T5677-2020 中要求废水回用率 $\geq 50\%$ ,含硫污水回用率 $\geq 60\%$ (鼓励达到 70%);《尿素行业绿色工厂评价要求》HG/T 5892-2021 中要求废水回用率基准值、先进值、领先值分别为 $\geq 50\%$ 、 $\geq 60\%$ 、 $\geq 65\%$ ;《汽车行业整车制造绿色工厂评价导则》QC/T 1160-2022 中要求废水回用率宜大于 70%;《液晶面板制造业绿色工厂评价要求》SJ/T 11882-2022 中要求废水回用率行业平均、国内先进、国际领先值分别为 $\geq 40\%$ 、 $\geq 60\%$ 、 $\geq 80\%$ 。

**7.2.9** 工业冷却水补水量往往占据工厂用水量的 30~70%,减少冷却水系统不必要的耗水对整个工厂的节水意义重大。风冷空调系统的冷凝排热以显热方式排到大气,并不直接耗费水资源。水冷制冷机组的冷凝排热绝大部分以水分蒸发的形式散到大气中,开式冷却水系统的补水量大于蒸发量的部分主要由冷却塔漂水、排污和溢水等因素造成。

第 1 款,开式循环冷却水系统受气候、环境的影响,冷却水水质比闭式系统差,改善冷却水系统水质可以保护制冷机组和提高换热效率。通过排污和补水改善水质,耗水量大,不符合节水原

则。应优先采用物理和化学手段,设置具有过滤(或旁滤)、缓蚀、阻垢、杀菌、灭藻等功能的水处理装置和化学加药装置,以改善水质,减少排污耗水量,提高浓缩倍数。

第2款,循环冷却水经过冷却塔时水分不断蒸发,循环水中的含盐量不断增加,则循环水含盐量与补充的新鲜水含盐量的比值即浓缩倍数,逐渐增大,为了将循环水中含盐量维持在某一浓度,必须排掉一部分冷却水,同时为维持循环过程中的水量平衡,需不断向系统补充新鲜水;由此看来,提高浓缩倍数,可减少排污量和节约补充新鲜水量,也减少了随排污而流失的水质稳定药剂;但浓缩倍数也不能提得太高,过高的浓缩倍数,不仅水中有害离子氯根或钙镁离子等将出现腐蚀或结垢倾向,而且增加了水在系统的停留时间,也不利于微生物的控制;因此考虑到节水、工艺设备的性能及使用寿命受影响,浓缩倍数应控制在一个适当范围,在设置水质稳定处理措施后,减缓了腐蚀或结垢倾向,控制了微生物繁殖,这种情况下,规定间冷开式冷却水系统浓缩倍数 $N$ 不小于5.0是比较经济合理的。

第3款,在目前的一些工程设计中,不注意冷却塔的选址,过于注重美观,将冷却塔安装在距离露天热源、粉尘污染源、烟气排出口、化学品堆场、散装库等很近的区域,或者安装在高大建筑物中间的狭长地带,忽视了冷却塔通风散热的基本要求,对冷却效果产生了非常不利的影 响,导致了冷却能力下降,冷水机组不能达到设计的制冷能力,只能靠增加冷水机组的运行台数等非节能方式来满足建筑空调的需求,加大了空调系统的运行能耗。因此,强调冷却塔的工作环境应在空气流通条件好的场所,具体布置要求见《建筑给水排水设计标准》GB 50015。

第4款,开式冷却塔集水盘浮球阀至溢流口段的容积通常仅是为容纳冷却塔填料部分的水而设置的,不能容纳冷却水管在停泵时需要泄出的水量。冷却水系统设计不当,高于集水盘的冷却

水管道中部分水量在停泵时需要泄出,启泵时又需要补充这部分水量。为减少上述水量损失,设计时可采取加大集水盘、设置平衡管或平衡水箱等方式,相对加大冷却塔集水盘浮球阀至溢流口段的容积,避免停泵时的泄水和启泵时的补水浪费。如果冷却塔下设计的是集水池,集水池容积按上述原则计算确定。

第5款,采用风冷方式替代水冷方式可以节省水资源消耗。但由于风冷方式制冷机组的COP通常较水冷方式的制冷机组低,所以需要综合评价工程所在地的水资源和电力资源情况,在缺水较缺电更突出的地区,有条件时宜优先考虑风冷方式排出空调冷凝热。

水在不同的饱和温度下蒸发所吸收的蒸发潜热是不同的,或者说一定的冷凝热在不同的饱和蒸发温度下所需要蒸发的水量是不同的。而空调冷却水的蒸发温度多在 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ 之间变化。水在 $20^{\circ}\text{C}$ 饱和温度下的蒸发潜热是 $2453.48\text{KJ/kg}$ 、在 $30^{\circ}\text{C}$ 饱和温度下的蒸发潜热是 $2429.80\text{KJ/kg}$ ,二者之差不超过1%。这样的差别我们认为在工程用水量的计算中是可以忽略的。据此计算出相应的蒸发损失水量。蒸发损失水量占冷却水补水量的比例不低于80%。

第6款,冷却塔的“飘水”问题是目前一个较为普遍的现象,过多的“飘水”导致补水量的增大,增加了补水能耗。采用飘水率较低的高效节水型冷却塔,且应符合《国家鼓励的工业节水工艺、技术和装备目录(2023年)》。目录中节水型冷却塔主要包括流线型系列逆流冷却塔、吊装式系列逆流冷却塔、横流混装式系列冷却塔、横流薄膜式系列冷却塔、横流点滴式系列冷却塔及干湿智能绿色冷却塔,但实际选择时应综合考虑所服务的场景、能耗、冷却效果、噪声与耗水量等因素来确定。

**7.2.10** 第1款,水资源紧缺或干旱地区,绿化应优先选择耐旱物种;绿化灌溉鼓励采用喷灌、微灌及低压灌溉等节水灌溉方式,

喷灌比漫灌省水 30%~50%，微灌比漫灌省水 50%~70%；为增加雨水渗透量以减少灌溉量，宜选用兼具渗透和排放两种功能的渗透性雨水管。

第 2 款，采用湿度传感器可以根据土壤的湿度情况，在需要时自动启动灌溉补水；根据气候变化情况，在需要时自动调节控制器或自动启动雨天关闭装置，自动关闭灌溉补水系统，以节约用水量，避免造成水资源浪费；在供水管路入口端设置过滤装置是为了延长系统使用寿命。

**7.2.11** 此条文对非传统水源用于不与人体接触的生活用水提出用水水源及用水水质等方面的要求，以推荐、拓展非传统水源利用范围，按《建筑给水排水与节水通用规范》GB 55020 第 3.4.3 条规定，非亲水性的室外景观水体用水水源不得采用市政自来水和地下井水。

当雨水回用于循环冷却水补水时，其水质一般应符合现行国家标准《工业循环冷却水处理设计规范》GB/T 50050 的规定；当中水用于冲厕、道路清扫、消防、城市绿化、车辆冲洗时，其水质应符合现行国家标准《城市污水再生利用 城市杂用水水质》GB/T 18920 的要求；当中水用于景观环境用水时，其水质应符合现行国家标准《城市污水再生利用 景观环境用水水质》GB/T 18921 中观赏性景观用水标准要求。

对于生产用水，是选择采用生产废水再生处理后回用，还是采用雨水回用或者两者都回用，则应根据行业标准绿色工厂评价导则规定的单位产品取水量、废水产生量、废水回用率或水重复利用率以及雨水资源状况进行技术经济比较分析后确定，当废水产生量较多，且再生处理成本可控，可以不考虑水量不稳定的雨水，以废水回用为主；当耗水较大，且废水产生量较少时，技术经济比较后，可以考虑雨水的回用，提高工厂的非传统水源利用率。

**7.2.12** 实施给水系统的集中监测、控制是加强企业给水系统管

理的重要手段之一,为此,本条文规定对工业企业各给水系统推荐设置集中监测和控制系统。

### 7.3 排水系统

**7.3.1** 工业企业的活废水“零直排”,即通过雨污分流、污废水全收集、污废水管网“零渗漏”和需外排的污废水全部经过水处理达标来实现。排水系统应采取雨水、污水、生产废水完全分流制,为保证污废水在排出的过程中减少沉积,不同物质不致互相反应产生有毒、有害气体,生产废水应按不同的排水水质分类收集,并分别处理达标后排放或者回收利用;例如酸性废水不得与含氰废水混排;排出的生产废水水质应符合现行本行业清洁生产标准的要求,如电镀行业满足《清洁生产标准印制电路板制造业》HJ450的要求,白酒行业满足《清洁生产标准白酒制造业》HJ/T 402的要求,纺织行业(棉印染)满足《清洁生产标准纺织业(棉印染)》HJ/T185的要求;食堂、餐厅含油废水的排出应符合《建筑给水排水设计标准》GB 50015的规定。

污、废水处理工程所采取的技术除了应确保经处理出水水质达到设计排放标准外,还应采用精准加药、精准曝气技术以及相应的智慧水务措施等先进技术,在减污去污的同时实现污水处理的低碳化。

工业大部分行业已有相应国家行业水污染物排放标准,如造纸行业《制浆造纸工业水污染物排放标准》GB 3544,纺织染整工业《纺织染整工业水污染物排放标准》GB 4287,肉类加工业《屠宰及肉类加工工业水污染物排放标准》GB 13457等,当该工业门类尚无国家行业排放标准时,则按照现行国家标准《污水综合排放标准》GB 8978执行。

按《城乡排水工程项目规范》GB 55027规定,工业园区的污

水和废水应单独处理,且尾水不能纳入市政污水管道和雨水管渠,分散工厂废水处理达到环境排放标准的尾水,不应排入市政污水管道,这里重点是,市政雨水管网或水体是否可以承接其排放;根据 2021 年国务院公布的国务院令 736 号《排污许可管理条例》,排污单位应申请取得排污许可证,自行监测等,即申请拿到排污许可证,就可以排放。

**7.3.2 室外埋地排水管道**大多在非满流状态下运行,属于典型的无压流(重力流)管网。但受长期“重地上、轻地下”观念影响,建设标准低、施工质量参差不齐,导致地下管网病害频发,由此造成路面塌陷事故、水体黑臭、污水厂进水浓度偏低等一系列水环境问题,影响严重。近十年来,国家持续加大投入,全面推进城市地下管网整治工作。工业排水的问题也日益凸显。厂区排水管网多由企业自主投资建设,一般问题隐蔽性强、危害性大,且大部分工厂内部场地平整、排水坡度小,一旦遭遇超重现期暴雨,排水管网极易超载运行,导致管道连接处发生变形、渗漏,水流带走管周土体,引发土体空鼓,最终造成路面塌陷。更为严重的是,雨水管渗漏导致土壤的沉降位移,可能波及邻近的废水管道,造成其接头错位、破损,导致含毒害物质的工业废水渗入地下,造成难以挽回的生态环境污染。因此,保证工业废水管道的长期零渗漏运行,至关重要。

工业废水大多具有一定腐蚀性,普通防腐钢管难以长期耐受,容易腐蚀穿孔。因此,室外埋地排水管应优先选用耐腐蚀的化学管材、不锈钢管或内涂特殊防腐层的球墨铸铁管。除特殊介质或高温( $>50^{\circ}\text{C}$ )外,多数场景可选用性能优良的化学管材;当前导致排水化学管材病害的主要成因包括:一是管材因素,以 HDPE 双壁波纹管为例,由于采用的是挤出成型工艺,生产过程中易掺入再生料和碳酸钙等填料,导致塑料管的环刚度、环柔性、抗蠕变性能、弯曲模量等关键指标的衰减。二是连接方式,承插

橡胶圈等传统方式难以保证长期密封,推荐采用能承内压不低于 0.2MPa 的热熔连接以实现零渗漏。三是施工质量,沟槽开挖、基础处理及回填不规范易导致管道失稳渗漏;四是设计缺陷,如服务范围划分不清,重现期、充满度及流速取值不当,影响系统运行,科学的设计应兼顾收集效率与内涝防治,确保管道既有足够冗余,又能满足最小不淤流速。五是检查井缺陷,是排水系统渗漏的一个薄弱环节,砖砌或不合规塑料井及连接处不密封成为其渗漏主要原因。克服上述问题,就可有效防止排水管道漏损。

第 1 款,针对工业废水特点及其渗漏后果的严重性,管材优先选择材料纯度高、环柔性好、抗蠕变性能强、管材管接头可承内压的塑料管,其执行的技术标准宜高于现行国家标准;首先,推荐采用执行《埋地排水用玄武岩增强聚乙烯双波峰(BD-HDPE)缠绕管》T/CQSES22-2024 标准的 BD-HDPE 塑料管,环柔性和冲击性能都远高于国标《埋地用聚乙烯(PE)结构壁管道系统第 2 部分:聚乙烯缠绕结构壁管材》GB/T19472.2 的要求,连接方式推荐采用热熔连接或热熔与橡胶圈双密封连接,可承内压不低于 0.2MPa,后者的双重保障方式可保证长期运行零渗漏;其次,推荐采用高密度聚乙烯(HDPE)热态缠绕 B 型结构壁管,热熔连接。不推荐采用普通 PVC、HDPE 双壁波纹管及钢带增强聚乙烯(PE)螺旋波纹管,连接方式不推荐单纯采用热收缩套连接。

第 2 款,管道沟槽开挖、管道基础、管道支墩、沟槽回填等环节的处理必须严格执行规范要求。重点控制以下环节:避免沟槽超挖;遇不良地质时须进行基础处理;确保回填材料、回填方式及压实度符合设计要求。

第 3 款,结合《重庆市建设领域限制、禁止使用落后技术通告》2024 年版要求,检查井应优先考虑采取钢筋混凝土检查井、预制混凝土装配式检查井或其他防腐防漏检查井,淘汰传统砖砌工艺。排水管道与检查井连接处是排水系统中的关键密封节点,推

荐采用柔性接口密封(比如橡胶密封圈、遇水膨胀止水条/胶)、注浆密封(适用于已有渗漏的修复)、专用密封装置(适用于异形或难处理接口)等。

第4款,依据住建部2024年发布的《房屋建筑和市政基础设施工程禁止限制使用技术目录(第二批)》,道路两侧雨水口限制使用砖砌雨水口,宜采用现浇混凝土或预制成品雨水口等工艺。

**7.3.4** 外排废水的计量装置可以采用巴氏计量槽、超声波流量计等装置,水质监控装置应能在线监测生产企业所在行业的主要污染物指标,当水质超标时,系统应能够自动报警、并及时启动应急措施。

**7.3.5** 第1款,海绵城市建设专项规划是由建设规划主管部门组织编制,其目标和指标是基于系统的分析、统筹的方法科学制定的,现行国家标准《室外排水设计标准》GB 55027-2022第4.1.2条也做了相应规定,因此工厂海绵城市建设设计指标(如年径流总量控制率)应按海绵城市规划确定,而不是完全按与开发建设前的水文特征一致确定,这是符合我国城市建设的国情,是合理的,否则指标偏大,无法真正落地;然而,即使这样,部分工业项目在实施时面临客观制约:屋面占比大、绿地率低、污染区面积大、室外管网密集、地下设施多,导致绿色设施空间落地困难,难以完全实现规划目标,此时可以按实际径流控制需求和设施空间落地条件,实事求是调整降低规划设计指标。但为了保障地块所在的排水分区指标不降低,须在排水分区内进行各地块指标平衡,或增加排水分区公共海绵设施的调蓄容积;指标调减应由设计单位根据实际情况提出建议,由建设单位向建设主管部门提交书面申请,指标调整方案经主管部门组织专题审查会审查通过后,方能实施。

第2款,当绿色基础设施受场地条件限制无法满足径流控制要求时,设置雨水调蓄池等灰色设施就成为必要手段,但若蓄水

池雨水长期闲置,不仅设施效益难以发挥,还可能因水体滞留变质成为新的污染源。所以必须同步设置雨水回用系统,通过日常用水自然消纳蓄水,同时蓄水池调蓄容积应与回用水量相匹配,方能及时腾空调蓄空间,用于下一场日降雨的径流雨水控制(厂区初期雨水池或事故池除外,此类蓄水有条件时可处理后回用,无条件时处理达标后直接排放)。工厂面积大,不透水下垫面多,雨水资源相对丰富,但浇灌、浇洒等杂用水量占比却不高,根据重庆近9年海绵城市建设经验,工业项目以6日杂用水量作为调蓄容积上限,既便于雨水收集利用,又可避免水体在池内停留过久导致水质恶化,也有经济价值,在实施难度与运行效果之间取得了较好平衡。

第3款,对于制药、石油化工、农药、电镀、涂装、油库等工厂中,其生产车间周边及受污染的室外地表区域,易累积重金属、油类、有毒有机物等污染物。此类区域的雨水径流若下渗,将直接造成土壤和地下水污染,且污染一旦发生,治理难度极大。故应依据项目环境影响评价文件要求,设置初期雨水收集池,将该部分径流单独收集并处理达标后排放,严禁设置任何形式的源头渗透设施。

第4款,当工厂场地面积大、坡度平缓或地势低洼时,雨水系统设计需兼顾两重任务:一是防止客水(含洪水)进入基地,二是防止场地内涝发生。应对包括源头减排设施、雨水管渠设施、排涝除险设施在内的排水系统整体校核,满足内涝防治设计重现期要求;其中排涝除险设施承担着在暴雨期间调蓄雨水径流、为超出源头减排设施和雨水管渠承载能力的雨水径流提供行泄通道和最终出路等重要任务。工厂场地竖向设计是排水防涝的基础,应重点协调以下关系:(1)基地标高与周边道路(或外部地面)的竖向关系,确保基地标高高于周边至少一侧的市政道路或外部地面标高,便于雨水顺畅排出。(2)工厂建筑底层室内地坪与室外地

坪的竖向关系,保证室内地坪±0.00 标高高于室外地坪不宜小于 0.2m,防止暴雨时雨水倒灌;(3)道路纵坡与横坡的合理设计,满足地表径流行泄要求。

以上竖向关系的合理处理,方便自然形成暴雨期超标雨水地面行泄通道和最终出路;给排水专业应配合协助总图、规划、建筑专业,确定上述关键竖向参数,从源头上为内涝防治创造良好条件。

## 7.4 热水系统

**7.4.1** 集中热水供应系统的热源选择关系到工厂的能源支出和生产成本,工厂项目中有一些余热或者废热,比如空压机的余热、石墨炉产生的废热等,往往需要用水去冷却,冷却后的水若不利用,会造成较大的能量浪费,所以应优先考虑利用。其次,也可以根据项目实际情况,采用太阳能和水源热泵等可再生能源以及空气源热泵。燃气和电加热主要考虑用在辅热系统,不宜作为主热源考虑,尤其是生活热水用量较大(集中供热系统日用量大于 $5\text{m}^3$ ),或不属波谷鼓励用电节点,不应采用电直接加热的方式提供生活热水。如没有生产废热可利用,加热系统依次推荐采用太阳能热水器预热+空气源热泵+辅助加热设施、空气源热泵+辅助加热设施、太阳能热水器预热+常规热源、常规热源加热等措施,加热系统选用太阳能热水器+空气源热泵时,设计施工可参详现行地标图集《建筑光伏与光热系统设计图集(二)太阳能热水系统》DJBT50-184(渝 24Z01-2)。

**7.4.2** 安装热媒或热源计量表以便控制热媒或热源的消耗,落实到节约用能。

水加热、热交换站室的热媒水仅需要计量用量时,在热媒管道上安装热水表,计量热媒水的使用量。

水加热、热交换站室的热媒水需要计量热媒水耗热量时,在热媒管道上需要安装热量表。热量表是一种适用于测量在热交换环路中,载热液体所吸收或转换热能的仪器。热量表是通过测量热媒流量和焓差值来计算出热量损耗,热量损耗一般以“kJ 或 MJ”表示,也有采用“kWh”表示。在水加热、换热器的热媒进水管和热媒回水管上安装温度传感器,进行热量计量。热水表可以计量热水使用量,但是不能计量热量的消耗量,故热水表不能替代热量表。

热媒为蒸汽时,在蒸汽管道上需要安装蒸汽流量计进行计量。水加热的热源为燃气或燃油时,需要设燃气计量表或燃油计量表进行计量。

**7.4.3** 第1款,对水加热、热交换站室至最远建筑或用水点的服务半径作了规定,限制热水循环管网服务半径,减少管路上热量损失和输送动力损失,这里服务半径(500m)应包括到楼栋顶层的距离;要求水加热、热交换站室位置尽可能靠近热水用水量较大的建筑或部位,以及设置在热负荷的中心位置,可以减少热水管线的敷设长度,以降低热损耗,达到节能目的。

第2款,使用生活热水需要通过冷、热水混合后调整到所需要的使用温度。故热水供应系统需要与冷水系统分区一致,保证系统内冷水、热水压力平衡,达到节水、节能和用水舒适的目的,要求按照现行国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015 和《民用建筑节能设计标准》GB 50555 有关规定执行。集中热水供应系统要求采用机械循环,保证干管、立管的热水循环,支管可以不循环,采用多设立管的形式,减少支管的长度,在保证用水点使用温度的同时也要注意节能。

第3款,规定了热水管道绝热计算的基本原则,生活热水管的保温设计应从节能角度出发减少散热损失。

**7.4.4** 热(冷)量为 300kW 相当于温差为 5℃时水量 50m<sup>3</sup>/h 所

需的热(冷)负荷,对于此类具有一定规模的给水系统,为减少能量消耗,本条规定在水系统热(冷)媒的进水管上设置温度调节装置(包括温度传感器、温度控制阀等一套装置),既可保证供水温度,又能有效降低能耗。

重庆工程建设

## 8 暖通空调设计

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 现行国家标准《工业企业设计卫生标准》GB Z1、《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019、《工业建筑节能设计统一标准》GB 51245、《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分:化学有害因素》GB Z2.1、《工作场所有害因素职业接触限值 第2部分:物理因素》GB Z2.2对工业建筑的空气温度、湿度、洁净度、风速、有害因素职业接触限值作出具体的规定,同时还应满足生产所需的工艺要求。

**8.1.2** 通风空调方案与工艺类别、生产班制、管理要求、建设投资、气象条件、能源资源、能源政策、环保政策、经济政策等因素息息相关,应根据影响因素,针对全生命周期能耗(参照附录A计算)、碳排放(参照附录C计算)、初投资回收期、运行成本等关键技术经济指标进行综合比较,选择低碳清洁、能源效率高的方案。

**8.1.3** 无论是在重工业、轻工业还是在高新技术产业中,工艺散热、工艺排风均广泛存在,对供暖空调系统的冷热负荷具有重要影响,计算过程中是否充分予以合理考虑直接关系到室内空气环境参数能否达到设计目标。

### 8.2 供暖与通风

**8.2.1** 本条规定了供暖热媒的选择:

第1款,热水和蒸汽是集中供暖系统最常用的两种热媒。多年的实践证明,与蒸汽供暖相比,热水供暖具有许多优点。从实

际使用情况看,热水作热媒不但供暖效果好,而且锅炉设备、燃料消耗和司炉维修人员等比使用蒸汽供暖减少了 30% 左右。由于热水供暖比蒸汽供暖具有明显的技术经济效果,因此当厂区只有供暖用热或以供暖用热为主时,推荐采用热水作热媒。

第 2 款,有时生产工艺是以高压蒸汽为热源,因此不宜对蒸汽供暖持绝对否定的态度。当厂区供热以工艺用蒸汽为主,在不违反卫生、技术和节能的条件下,生产厂房、仓库、公用辅助建筑物可采用蒸汽作热媒。从舒适、安全的角度考虑,生活、行政辅助建筑物仍应采用热水作为热媒,热水可采用汽水换热器制备。

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

**8.2.3** 对于放散热、蒸汽、粉尘或有害气体的车间,为了不使生产过程中产生的有害物质在室内扩散,在工艺设备上或有害物质放散处设置自然或机械的局部排风,予以就地排除是经济有效的措施。有时采用了局部排风仍然有部分有害物质扩散在室内、有害物质的浓度有可能超过国家标准时,则应辅以自然的或机械的全面排风。例如:焊接车间有固定工作台的手工焊接,局部排风罩能将焊接烟尘基本上抽走;如果焊接地点不固定时,则电焊烟尘难以用局部排风排除,此时应辅以或另行设置全面排风来排除烟尘。

**8.2.6** 重庆夏季炎热,台扇、壁扇、落地扇、吊扇等各类风扇以及蒸发式冷风扇作为有效的防暑降温措施之一,在机械工业厂房中广泛应用。《电风扇能效限定值及能效等级》于 2021 年进行了修订,修订之后的能效参数如下表 8-1、8-2。《蒸发式冷风扇能效等级评定要求》QB/T 4977 所规定的能效参数如下表 8-3。

表 8-1 电风扇能效等级

| 种类                        | 规格 X<br>mm           | 能效值 $\text{m}^2/(\text{min}\cdot\text{W})$ |             |             |
|---------------------------|----------------------|--|-------------|-------------|
|                           |                      | 能效等级                                       |             |             |
|                           |                      | 1 级  | 2 级         | 3 级         |
| 台扇、转页扇、<br>壁扇、台地扇、<br>落地扇 | 200                  | $\geq 1.00$                                | $\geq 0.70$ | $\geq 0.60$ |
|                           | $200 < X \leq 230$   | $\geq 1.10$                                | $\geq 0.84$ | $\geq 0.70$ |
|                           | $230 < X \leq 250$   | $\geq 1.00$                                | $\geq 0.95$ | $\geq 0.79$ |
|                           | $250 < X \leq 300$   | $\geq 1.50$                                | $\geq 1.05$ | $\geq 0.86$ |
|                           | $300 < X \leq 350$   | $\geq 1.65$                                | $\geq 1.15$ | $\geq 0.98$ |
|                           | $350 < X \leq 400$   | $\geq 1.85$                                | $\geq 1.35$ | $\geq 1.06$ |
|                           | $400 < X \leq 450$   | $\geq 2.15$                                | $\geq 1.50$ | $\geq 1.19$ |
|                           | $450 < X \leq 500$   | $\geq 2.40$                                | $\geq 1.55$ | $\geq 1.25$ |
|                           | $500 < X \leq 600$   | $\geq 2.65$                                | $\geq 1.70$ | $\geq 1.40$ |
| 吊扇                        | 900                  | $\geq 3.95$                                | $\geq 2.95$ | $\geq 2.78$ |
|                           | $900 < X \leq 1050$  | $\geq 4.40$                                | $\geq 3.10$ | $\geq 2.83$ |
|                           | $1050 < X \leq 1200$ | $\geq 4.52$                                | $\geq 3.22$ | $\geq 3.00$ |
|                           | $1200 < X \leq 1400$ | $\geq 4.75$                                | $\geq 3.45$ | $\geq 3.25$ |
|                           | $1400 < X \leq 1500$ | $\geq 4.98$                                | $\geq 3.68$ | $\geq 3.46$ |
|                           | $1500 < X \leq 1800$ | $\geq 5.11$                                | $\geq 3.81$ | $\geq 3.58$ |

注: X 为扇叶直径,单位为毫米(mm)。

表 8-2 电风扇待机功率

| 能效等级 | 待机功率 <sup>a</sup> W     |            |
|------|-------------------------|------------|
|      | 有信息或状态显示功能 <sup>b</sup> | 无信息或状态显示功能 |
| 1 级  | $\geq 1.8$              | $\geq 0.8$ |
| 2 级  |                         |            |
| 3 级  | $\geq 2.0$              | $\geq 1.0$ |

注:a 待机功率不适用于带有 Wi-Fi、蓝牙等通信协议功能,并且这些功能在测试时不可以关闭的产品;

b 信息或状态显示是指提供信息或是将设备的状态显示在屏幕上的连续功能,包括时钟。

表 8-3 冷风扇能效等级

| 额定输出风量<br>(m <sup>3</sup> /h) | 能效比(EER)/(W/W) |       |       |
|-------------------------------|----------------|-------|-------|
|                               | 能效等级           |       |       |
|                               | 1              | 2     | 3     |
| ≤200                          | 6.00           | 5.00  | 4.00  |
| >200~350                      | 8.00           | 6.50  | 5.00  |
| >350~500                      | 11.00          | 9.00  | 7.00  |
| >500~1000                     | 15.00          | 12.50 | 10.00 |
| >1000~1800                    | 18.00          | 15.00 | 12.00 |
| >1800~3000                    | 26.00          | 20.00 | 15.00 |
| >3000                         | 31.00          | 24.00 | 18.00 |

8.2.7 高压供电可以减少电能输配损失,因此规定电机功率大于 300kW 的大型离心式通风机宜采用高压供电方式。

### 8.3 空气调节

8.3.3 当前,洁净空调系统设计相关的标准除了《洁净厂房设计规范》GB 50073 之外,还有《电子工业洁净厂房设计规范》GB 50472、《集成电路封装测试厂设计规范》GB 51122、《生物安全实验室建筑技术规范》GB 50346、《医药工业洁净厂房设计标准》GB 50457 等相关规范,应根据项目所属领域执行相应的技术标准。

《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 对恒温恒湿空调系统作了基本规定,设计时应予以执行。

8.3.4 温湿度独立控制空调系统是采用温度与湿度两套独立的空调控制系统,分别控制、调节室内的湿度与温度,即用高温冷源去除室内余热(室内盘管控制室内温度),用新风去除室内余湿

(新风控制室内湿度),从而避免了常规空调系统中热湿联合处理后再热空气所带来的能量损失。夏季采用高温末端,增大了末端换热能力,冬季的热媒温度则低于常规系统,扩大了可再生能源等低品位能源的应用范围。对引入的新风进行除湿处理,达到设计要求的含湿量之后再送入房间。

高温冷水系统的供水温度通常为  $12\sim 25^{\circ}\text{C}$ ,具有制冷能效高、系统损耗低、设备寿命长等诸多优点。

**8.3.6 空气处理过程中冷却和加热相互抵消现象,会造成能量的浪费。**过去对恒温恒湿型或对相对湿度有上限控制要求的空气调节系统,大都采用新风和回风先混合,然后经降温去湿处理,实行露点温度控制加再热式控制。这必然会带来大量的冷热抵消,导致能量的大量浪费。近年来不少新建集成电路洁净厂房的恒温恒湿空气调节系统采用新的空气处理方式,成功地取消了再热,而相对湿度的控制允许波动范围可达 $\pm 5\%$ 。

避免采用耗能的再热方式,也意在限制采用一般二次回风或旁通方式。因采用一般二次回风或旁通,尽管理论上说可起到减轻由于再热引起的冷热抵消的效应,但经实践证明,如完全依靠二次回风来避免出现冷热抵消现象,其控制较难实现。这里提倡把温度和相对湿度的控制分开进行。譬如,采用单独的新风处理机组专门对新风空气中的湿负荷进行处理,使之一直处理到相应于室内要求参数的露点温度,然后再与回风相混合,经干冷,降温到所需的送风温度即可。

中、大型限定词,是把小型系统视作例外。因为再热损失(即冷热抵消量的多少)与送风量的大小(即系统的大小)成正比例关系。小型系统的规模较小,即便采用再热技术,由于冷热抵消效应,其影响程度亦相对有限。小型系统常采用整体式恒温恒湿机组,使用方便、占地面积小,在实用中确实有一定的优势,因此不限制使用。况且对于小型系统,如果再另外加设一套新风处理机

组,既不经济,也不现实。这里“中、大型”意在定位于通常高度为3m左右,面积在300m<sup>2</sup>以上的恒温恒湿空气调节区对象。对于这类对象适用的恒温恒湿机组的容量大致为:风量10000m<sup>3</sup>/h,冷量约56kW。当前亦存在将恒温恒湿机组制造得愈发庞大的趋势。然而,此举并不符合节能、经济及合理性的原则。

**8.3.7** 近几年,制药、电子、锂电池、夹层玻璃、印刷制品等行业的部分生产车间或仓库有低湿环境的要求,相对湿度 $\leq 35\%$ 甚至更低。当房间所要求的温、湿度所对应的露点温度低于6℃时,仅采用空气冷却器对空气进行处理很难达到低湿度要求,也不经济,因此推荐采用联合除湿的方法。比较常用的做法是先用空气冷却器对新风进行冷却除湿,该部分新风处理后与房间的回风混合,再采用干式除湿方法,如转轮除湿机,或其他除湿方法,如溶液除湿、固体除湿对空气进行进一步除湿处理。当采用转轮除湿机对空气进行除湿处理时,由于转轮除湿机对空气除湿的同时空气的温度也急剧升高,为保证房间的温度,经转轮除湿后的干空气还应经空气冷却器干冷却后才能送入房间。

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

## 8.4 冷热源

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

第7款,本款规定电辅助加热器的功率不应超过设计热负荷的20%。非特殊情况下不应采用电采暖,但风冷热泵在冬季极端气温下效率很低,极端气温出现时间短,如采取增大设备容量满足建筑制热需求,设备投资过大、经济性差。采用适当部分电辅助加热,既可满足极端条件下制热需求,也有利于降低设备投资。

**8.4.6** 室内机静压为0Pa(表压力)的单元式空气调节机、计算机和数据处理机房用单元式空气调节机、通讯基站用单元式空气调节机和恒温恒湿型单元式空气调节机在工业建筑应用广泛,其能耗不容忽视。

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

**8.4.8** 本条所指主导产业与特色产业,系重庆市“33618”现代制造业集群体系所涉产业类型,及各区县所确立的主导产业与特色产业。

空调面积大于5万 $\text{m}^2$ (含)且采用集中式空调系统的工业建筑,空调系统能耗大且占比高,为降低空调系统能耗,因此,参考《高效空调制冷机房评价标准》T/CECS 1100-2022对夏热冬冷地区三级能效等级、二级能效等级的指标要求,规定冷源系统全年能效比EERa不应低于4.6,宜达到5.1。

蓄冷蓄热装置不仅有利于项目可再生能源的自消纳,也有利

于与分时电价的匹配。系统功能集成的模块化产品,如冷冻水循环输送模块,将变频水泵、水处理器、控制器、低阻过滤器、微米级除污装置、低阻止回阀、蜗轮阀杆蝶阀、金属膨胀节集成于标准化单元,实现冷量的高效输送与分配,具有安装与扩容灵活性、节能与智能调控、维护与可靠性提升、空间与成本优化等优势。

## 8.5 监测与控制

**8.5.9** 随着大数据、人工智能、GIS+BIM、物联网、大数据、数字孪生、云计算技术的发展,开展数字孪生智慧运维平台已具有扎实的技术基础,且已有项目开发实施。基于三维信息模型的数字孪生智慧运维平台,通过构建“物理实体-数字模型-数据驱动-智能决策”的闭环体系,使运维管理从“被动响应”转向“主动预测”,从“经验主导”转向“数据主导”,有利于推动企业数字化转型与行业智能化升级。

## 9 电气及智能化设计

### 9.1 一般规定

**9.1.1** 设计应结合当地电网情况、根据用电负荷的性质和容量,进行技术经济比较,选择合理的供配电方案,降低线路上的电能损耗。

**9.1.2** 在供配电系统设计时,根据厂房规模、工艺特点等因素,合理选择节能高效电气设备和节能技术,是实施电气节能的有效途径。

### 9.2 供配电系统

**9.2.1** 设计初期就应结合当地电网情况、根据用电负荷的性质和容量,进行技术经济比较,选择合理的供电电压等级和供电方式,降低线路上的电能损耗。

**9.2.2** 工业建筑里布置变电所会受到工艺布局的影响,但应尽量接近负荷中心,以保证供电电源质量和减少线路损耗;当变电所不在负荷中心时,宜接近电源侧,这同样是为了减少供电线路上的电能损耗。

**9.2.3** 供电系统的电压偏差应设定在合理的范围内,工业建筑可通过选择变压器的电压分接头、采用有载调压变压器、合理的分组投切无功功率补偿等措施改善用户端的电压偏差。

**9.2.4** 将负荷均衡分配到各相上可以减少各相的电压偏差、减小电流、减少电能损耗。

**9.2.5** 提高自然功率因数的措施包括合理选择电机功率,尽量

提高电机的负荷率;合理选择变压器容量,负荷率控制在75~85%;合理选择变压器数量,变压器间宜设联络,以便切除负载率较低的变压器;优化系统接线,减少线路感抗;断续工作的设备如弧焊机,宜空载切除设备;功率较大且常恒速运行的电机,宜采用同步电机等。

并联电容器应按低压部分的无功功率采用低压电容器补偿、高压部分的无功功率采用高压电容器补偿;单相负荷较多且使用无规律时,宜采用混合补偿的方式,部分采用分相补偿;无功补偿要尽量靠近负荷中心,以减少线路上的无功损耗,当供电距离较远时,可进行技术经济比较,采用就地无功补偿的方式。

**9.2.6** 工业企业配电系统中的高次谐波除来自外部电源,主要产生于非线性用电设备,高次谐波产生的危害是多方面的,如增加设备和线路的损耗、加速电缆绝缘的老化、影响继电保护装置的准确性、对通信线路产生干扰等。当注入电网的谐波超过允许值时,应根据不同行业的要求、谐波源的特点采取相应的滤波措施。对于谐波电流不确定的大功率复杂设备,如电泳线等,可在设备投入使用后根据实测的谐波电流有针对性地治理。

**9.2.7** 工业建筑电能计量的分级、分项以有助于能源考核和数据分析为原则。

第1款,工业建筑通常以车间、生产班组为能源考核单位,是管理节能的重要组成部分;

第2款,产品线能耗是核算单位产品能耗的基础数据之一;按工艺类别计量有助于对标同类工艺设备;

第3款,工业建筑要按照明、工艺设备、公用设备分项计量,公用设备要按空调、热力、通风除尘、水处理等不同类别分别计量。动力负荷用电量较大时,分项计量可作为能源考核及查找能源漏洞的依据;用电量较小时计量数据的偏差较大,对能源数据分析没有实际意义;

第4款,需要进行技术经济考核的75kW 及以上的低压电动机。

### 9.3 室内照明

**9.3.1** 室内照明质量是影响室内环境质量的重要因素之一,良好的照明能提高工作效率和产品质量,有利于人们的身心健康,减少职业疾病;良好、舒适的照明要求在工作平面上具有适当的照度水平,避免眩光,显色效果良好;工业建筑的照度除满足规范的要求外,还需要根据不同的工艺要求,按工件的大小、操作的精细程度具体分析设定。

**9.3.2** 现行国家标准《建筑照明设计标准》GB/T 50034 规定了各类房间或场所的照明功率密度值,分为“现行值”和“目标值”,其中“现行值”是新建建筑必须满足的最低要求,“目标值”是随着照明科学技术的进步,光源灯具等照明产品能效水平的提高,从而照明能耗会有一定程度的下降而制订的。

**9.3.3** 工业建筑的不同区域有不同照度要求时,为节约能源,按照照度该高则高、该低则低的原则,应采用分区一般照明;对于部分作业面照度要求高、但作业面密度又不大的场所,若只采用一般照明会大大增加安装功率,是不合理的,可增加局部照明来提高作业面照度,以节约能源;在一个工作场所内,如果只采用局部照明会形成亮度分布不均匀,从而影响视觉作业,故应采用一般照明和局部照明组成混合照明。

**9.3.4** 工艺往往对光源的显色性有所要求,应在满足显色的前提下,选择符合国家现行有关能效等级标准的光源。选择光源时应进行全寿命周期的综合经济分析比较,一些高效、长寿命光源的综合性价比更高。

第1款,LED灯、细管径( $\leq 26\text{mm}$ )直管形三基色荧光灯光效高、寿命长、显色性较好,适用于灯具安装高度较低(通常灯具安装

高度低于 8m)的工业建筑,如轻工、纺织、电子、仪表等生产场所。

第 2 款,灯具安装高度较高的场所(通常灯具安装高度高于 8m)比较适合采用 LED 灯、金属卤化物灯、高压钠灯或大功率细管径直管形荧光灯。LED 灯具有高显色性、高光效、长寿命、瞬时启动等优点,但需要注意其配光曲线对照度均匀度的影响;金属卤化物灯具有显色性好、光效高、寿命长等优点,因而得到普遍应用,而高压钠灯光效更高,寿命更长,价格较低,但其显色性差,可用于辨色要求不高的场所,如锻工车间、炼铁车间、材料库、成品库等;金属卤化物灯和高压钠灯的再启动时间均较长,可应用于对再启动时间要求不高的场所;高频大功率细管径直管荧光灯具有高光通、寿命长、高显色性、瞬时启动等优点。

第 3 款,白炽灯已纳入逐步淘汰产品,但在对电磁干扰有严格要求、且其他光源无法满足时,可采用 60W 以下的白炽灯,大功率可选择卤钨灯。

**9.3.5** 各类照明场所的统一眩光值(UGR)是参照国际照明委员会(CIE)所制定的标准确定。

**9.3.6** 选用同类灯具时,其颜色偏差应尽可能小,从而实现最佳照明效果。此要求依据标准《室内工作场所照明(Lighting of Indoor Work Places)》CIE S008/E-2001 的规定制定。

**9.3.7** 现行国家标准《灯和灯系统的光生物安全性》GB/T 20145 规定了照明产品不同危险级别的光生物安全指标及相关测试方法。该标准将灯具分为四类,包括无危险类(RG0)、1 类危险(RG1)、2 类危险(RG2)和 3 类危险(RG3)。在进行照明设计时,应当根据使用功能的需求选择光生物安全性能满足要求的照明产品。

**9.3.8** 频闪效应是一种非直接可见频闪,频率范围在 80Hz 以上,可能引起身体不适及头痛,对人体健康有潜在的不良影响。光源和灯具的可见闪烁可采用闪变指数进行评价,其数值等于 1

表示 50% 的实验者刚好感觉到闪烁。

**9.3.9** 现行国家标准《建筑照明设计标准》GB/T 50034 规定了荧光灯灯具、高强度气体放电灯和 LED 灯具的最低效率或效能值,以利于节能,这些规定仅是最低允许值。

**9.3.10** 镇流器应满足相关性能标准和能效标准。传统的电感镇流器系统功率因数低,功率损耗大,不适用于绿色工厂的照明设计;功率因数高、节能效果更明显的电子镇流器主要用于小功率气体放电光源(40W 以下),而性能稳定、谐波含量小的节能型电感镇流器多用于高强气体放电光源(100W 以上);在电压偏差大的场所,采用高压钠灯和金属卤化物灯时,为了节能和保持光输出稳定,延长光源寿命,宜配用恒功率镇流器;小功率金卤灯用电子镇流器一般为低频镇流器,不适合用在对频闪有限制的场所。

**9.3.11** 提高灯具的功率因数能够降低线路损耗和电压损失。气体放电灯配传统的电感镇流器时,其功率因数通常很低,一般仅为 0.4~0.5,所以应设置电容补偿以提高功率因数;值得注意的是,光源功率 250W 以上的大功率气体放电灯使用电感镇流器时,从经济性和可行性方面综合考虑,功率因数不低于 0.85 较合理。节能型电感镇流器根据其电路设计原理的不同,功率因数差别较大,对于功率因数能满足规范要求的节能型电感镇流器,可不在于灯具内另设电容补偿。实际使用中功率较低的 LED 灯其功率因数也较低,适当选择较高功率因数的 LED 灯对于系统节能是很有必要的。

**9.3.12** 照明控制位置应能观察到控制区域,可以是直接观察,也可以通过真实反映照明启停的显示装置观察。

第 1~3 款,分组控制是为了根据光线场景的不同、生产工况的不同有选择的开关灯具,达到节能的目的;分区域控制是为了操作和管理的便利。

第 4 款,大型工业建筑灯具数量多,传统的开关或接触器控

制数量很多,操作者为了方便可能直接用总开关来控制,反而造成浪费,所以推荐采用智能照明控制系统。

第5款,对于厂区道路照明,采用光控和时间控制,可以有效节约电能;生产工作班制不同,对夜间照明照度的要求也不同,单班或两班工作制应间隔控制路灯。

## 9.4 电气设备

**9.4.1** 本条是建筑电气工程与智能化系统工程在设计、施工和运维过程中采用节能技术和节能产品应遵循的基本要求。首先应满足建筑功能要求,同时,还应通过合理的系统设计、设备配置和经济分析,确定行之有效的节能技术方案,选用符合国家能效标准规定的电气产品,达到提升建筑设备及系统的能效,减少能源和资源消耗,达到“双碳”目的。

**9.4.3** 电动机能效等级应符合现行国家标准《电动机能效限值及能效等级》GB 18613等的有关规定。

**9.4.4** 季节性负荷或专用设备较多时,投入变压器的台数可根据实际负荷而定,做到经济运行,节约电能。

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

## 9.5 智慧运营

**9.5.1** 工业建筑用能包含一次能源和二次能源,常见的有水、

电、燃气、压缩空气、冷热水,部分还涉及柴油、汽油、乙炔等,各种能源都宜采集数据并纳入管理,给水排水、暖通空调、电气计量的数据采集要求可参见本标准相关章节。

工业建筑设置计量仪表或传感器采集能耗数据,在线监测上传后台,通过对能源数据的管理分析,使企业按能源管理体系进行用能管理、掌握用能现状、识别节能瓶颈,为挖掘节能潜力、制定节能措施、评审节能效果提供依据,有助于持续提高能源管理水平,降低企业运行成本。

按《重点用能单位节能管理办法》和《重庆市节约能源条例》,年综合能源消费量 $\geq 1$ 万吨标准煤的用能单位、各省、自治区、直辖市经贸委指定的年综合能源消费量 $\geq 5000$ 吨、 $< 1$ 万吨标准煤的用能单位,且能源消费的核算单位是法人企业的是重点用能单位。

**9.5.2** 统一的管理平台有利于数据的互联互通,提高数据管理质量并简化管理。

**9.5.3** 企业在采购智能装备时应考虑通讯协议、通讯接口的统一规划,对于智能装备占比超过70%,实施成本增加不多的宜互联互通。

**9.5.4** 企业生产管理系统与企业能源管理监测系统互联后,引入专家系统才能实现生产与用能的优化:参照国际先进水平,根据单品能耗推进用能优化;根据电能峰谷电价差,指导生产排班等。

**9.5.5** 根据国务院办公厅关于印发《加快构建碳排放双控制度体系工作方案》的通知,要求以电力、钢铁、有色、建材、石化、化工等工业行业和城乡建设、交通运输等领域为重点,依托能源和工业统计、能源活动和工业生产过程碳排放核算、全国碳排放权交易市场等数据,开展重点行业碳排放核算;要求建立行业领域碳排放监测预警机制,常态化开展碳排放形势分析监测,对碳排放

增长较快的行业领域进行形势预警；要求健全重点用能和碳排放单位管理制度，推动重点用能和碳排放单位落实节能降碳管理要求，加强能源和碳排放计量器具配备和检定校准；要求制定产品碳足迹核算规则标准，聚焦电力、燃油、钢铁、电解铝、水泥、化肥、氢、石灰、玻璃、乙烯、合成氨、电石、甲醇、煤化工、动力电池、光伏、新能源汽车、电子电器等重点产品，组织开展产品碳足迹核算。

因此，为准确开展工业企业碳排放核算，执行碳排放预算管理，有效管理企业碳排放配额，科学设置碳排放目标，灵活选择碳减排手段，实现碳排放总量和强度的有效控制，要求纳入碳排放控排的工业建筑宜设置碳资源管理系统，并具备与产能数据联动的碳排放源的数据监测、统计，和碳排放量的计算、分析、形势预测、形势预警和碳排放量预决算功能。同时宜结合企业碳排放权，形成碳排放配额日均、月均、年度预算执行状况管理能力，联动碳交易市场动态数据，实现碳资源动态管理、分析、预警、产品碳足迹等管理目标。

## 10 能量回收与可再生能源利用设计

### 10.1 一般规定

**10.1.1** 建筑有多种能源利用方案,包括常规能源利用方案、可再生能源利用方案和能量回收利用方案,要充分依据当地的资源条件和建筑物的用能需求,进行适宜性分析,选择经济适用的技术方式和系统形式,才能确保实现节能环保的运行效果。在满足工艺要求的前提下,综合分析余热利用、光伏光热、各类热泵等降碳技术适用性,制定能源降碳目标。

**10.1.2** 可再生能源的利用,其具体形式的选用,要充分依据当地资源条件和系统末端需求,进行适宜性分析,当技术可行性和经济合理性同时满足时,方可采用。适宜性分析包括当地资源条件分析、可再生能源应用比例和保证率等技术可行性分析、系统费效比等经济合理性分析。

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

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

**10.1.3** 本条规定的主要作用是保证设置太阳能利用系统建筑物的安全和综合性能不受影响,要求无论是新建建筑、还是既有建筑改造,在进行系统设计时,均应与建筑主体一体化设计,以避

免二次施工破坏建筑主体的安全性、围护结构节能性等整体功能。

## 10.2 能量回收

### 10.2.1 工业可回收的能量大体分为三类：

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

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

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

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

第 1 款，工艺余热利用应遵循“梯级利用，高质高用”的原则，热能的品位高低取决于热介质的压力和温度，且蒸汽的压力和温

度越高,品位越高,可用能越大,做功能力越强。规定高品位余热应采取梯级综合利用方式,高品位蒸汽可首先用于发电,再用于工艺生产,其次用于供暖;高温热水直接用于供暖,换热后的低温热水再利用热泵生产空调或供暖热水。

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

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

**10.2.3** 燃气冷热电联供是一种能量梯级利用技术,以天然气为一次能源,产生热、电、冷的联产联供系统。在天然气充足的地区,当电力负荷、热负荷和冷负荷能较好匹配,并能充分发挥冷热电联产系统的综合能源利用效率时,可以采用热电联供、冷电联供或冷热电三联供系统。利用小型燃气轮机、燃气内燃机、微燃机等设备将天然气燃烧后获得高温烟气首先用于发电,烟气余热可以供暖,可以驱动吸收式制冷机供冷,充分利用了排气的热量,大量节省了一次能源,减少碳排放。需要指出的是,工业领域三联供中的供冷不单指空调供冷,供热不单指建筑供暖,也同时指工艺用冷、用热。需用全局的、开放的眼光审视三联供问题,有利于对三联供技术做出合理的判断。联供系统的年平均能源综合利用率可按现行国家标准《燃气冷热电联供工程技术规范》GB 51131-2016 进行计算。

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

**10.2.5** 锅炉燃烧烟气从炉膛出口排出温度可达 180℃,如果不回收直接经过烟囱排放至大气,不仅锅炉燃气耗量较大、锅炉热效率不高,还会对厂界形成热污染。通常做法是选用带有尾气热交换装置的锅炉,尾部带有烟气冷凝器或空气预热器,能充分回收烟气余热,经热交换后的排烟温度最低可降至 50℃左右,可将锅炉热效率提高 4%~6%,节能效果较好。

**10.2.6** 空气压缩机运行时润滑油一般在 80℃以上,通常采用风冷或水冷两种方式降温,而常规的风冷和水冷的冷却方式,最终都是把空气压缩机的热量排入大气,既产生浪费也对环境形成热污染。因此建议采用油-水换热器,用水来冷却润滑油,可以充分回收空气压缩机的余热。升温后的水可以作为生活热水或供暖热水等用途,有较好的节能效果。

风冷型空气压缩机冷却排风温度通常比进风温度高 10℃~15℃,水冷型空气压缩机循环水温度在 42℃左右,设计可以将其回收利用,如进入车间或设备用房的冬季辅助供暖系统,以节省能源消耗。

**10.2.7** 闭式凝结水回收系统的回收过程不会冒汽,二次蒸汽能全部回收利用,因此从节能和提高回收效率考虑,应优先采用闭式凝结水回收系统。蒸汽凝结水应当优先考虑同时回收其热量和水量,当系统不需要利用凝结水作为补水时,宜充分回收其热量后再排放。当蒸汽用于加热电镀生产线的槽液或接触其他有毒、有害物质时,其凝结水不予回收。

如果凝结水回收主管道比疏水阀组位置高,管道中的凝结水会对疏水阀出口形成背压,从而造成出口凝结水温度过高。如高差为 10m,则凝结水温度可能达到 120℃。凝结水温度过高会造成管道因长期处于两相流状态而内壁腐蚀严重、直埋管道保温层一旦破坏会蒸发地下水形成地面冒汽并造成地面植物死亡、前端蒸汽用汽设备换热效果变差等不利影响。考虑到一般厂房凝结

水主管道架空敷设时通常高度都在 6m 以下,因此规定管道高度不超过 6m 为宜。

### 10.3 可再生能源利用

**10.3.1** 重庆属于太阳能资源一般地区,夏季太阳能资源较丰富,冬季太阳能资源较为贫乏。新建工业建筑应优先采用太阳能光伏发电系统。当建筑内有稳定热水供应需求时,可采用太阳能光热利用系统或太阳能光伏光热系统。太阳能系统可安装在工业建筑屋面、外墙面,将太阳辐射能转换为热能或电能,替代常规能源向建筑物供电、供热水、供暖/供冷,既可降低常规能源消耗,又可降低相应的二氧化碳排放,是实现我国“双碳”目标的重要技术措施。太阳能利用系统可以采用分散系统和集中系统,当集中系统更能高效利用太阳能资源时,可将太阳能利用系统集中在某栋建筑或某几栋建筑中,但整体利用率应满足厂区内所有建筑用能量的相应比例需求。

为完成我国 2030 年达到碳排放高峰,2060 年达到碳中和的目标,必须强化太阳能等清洁可再生能源在建筑中的推广应用力度。现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021 要求“新建建筑应安装太阳能系统”。

《重庆市城乡建设领域碳达峰实施方案》渝建〔2023〕1 号提出:积极开展太阳能光伏、光热建筑应用,推动 16 个区县做好整县(区)屋顶分布式光伏开发试点,推广智能光伏应用,到 2025 年,新建厂房屋顶光伏覆盖率力争达到 50% 的目标。

因此,本条要求新建工业厂房的建筑屋顶光伏覆盖率不应低于 50%(有爆炸危险性或其他特殊功能类厂房建筑除外)。

太阳能热水系统应设置自动控制系统,自动控制系统应保证最大限度地利用太阳能,提高太阳能的使用率,降低电、燃气等常

规能源的使用,达到节能环保的目的。太阳能热水系统在保证充分利用太阳能集热量的条件下,可根据不同的使用方式采用手动控制、全日自动控制或定时自动控制。太阳能光伏发电系统接入电网前应明确上网电量和用电量计量点,每个计量点均应装设电能计量装置。

**10.3.2** 为贯彻《中华人民共和国可再生能源法》和国务院节能减排的战略部署,充分利用太阳能资源,促进太阳能光伏发电在工业建筑节能中的推广应用,国家相关部门出台了一系列关于太阳能光伏发电的政策。

太阳能应用一体化系统安装在建筑屋面、建筑立面、阳台或建筑其他部位,不得影响该部位的建筑功能。太阳能应用一体化构件作为建筑围护结构时,其传热系数、气密性、遮阳系数等热工性能要满足相关标准的规定。

太阳能与建筑一体化系统设计时,除做好光热、光伏部件与建筑结合外,还需符合国家现行相关标准的规定,保证系统应用的安全性、可靠性和节能效益。现行国家标准涵盖了包括《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB 50364、《建筑物防雷设计规范》GB 50057 以及《光伏电站接入电力系统技术规定》GB/T 19964 等多项技术标准。

当在既有建筑上增设或改造可再生能源系统时,应采取技术措施保证与该系统相关的建筑结构安全及防坠落、防水、防火、防雷等安全性能,并符合《既有建筑维护与改造通用规范》GB 55022 的规定。

**10.3.3** 重庆是江水资源具有得天独厚的资源禀赋,地域内水资源总量年均超过 5000 亿立方米,绝大多数是以江河为主的地表水,其中长江、嘉陵江等流经重庆地区的入境水形成的地表水约 4600 亿立方米,长江干流自西向东横贯全境,流程长达 665 公里。已建成江北嘴 CBD、弹子石 CBD、悦来生态城、仙桃数据谷等可

再生能源区域集中供冷供暖项目,建筑宜在可再生能源区域集中供能的统筹规划下,因地制宜地实施可再生能源技术。

因地制宜推进浅层地热能等可再生能源规模化应用,推动以水源热泵技术为代表的可再生能源应用示范项目建设,推进具备资源条件和能源需求的区域积极采用可再生能源区域集中供冷供暖系统。对水文地质条件适宜地区,满足 100% 回灌、不污染和浪费地下水的前提下,采用地下水地源热泵系统;其他岩土热物性参数等地质条件适合地区,在不破坏土壤年度热平衡的情况下,采用地埋管地源热泵系统。

采用水源热泵机组能效不应低于现行国家标准《热泵和冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577 规定的节能评价价值。

**10.3.4** 空气源热泵作为供暖热源有热风型和热水型两种机组。研究表明,热风型机组在设计工况下 COP 为 1.8 时,整个供暖期达到的平均 COP 值与采用矿物能燃烧供热的能源利用率基本相当,热水机组由于增加了热水的输送能耗,设计工况 COP 达到 2.0 才能与 COP 为 1.8 的热风型机组能耗相当。参考重庆市现行工程建设标准《空气源热泵应用技术标准》DBJ50/T-301,本条要求:机组冬季设计工况下制热性能系数不应低于 2.5,名义工况下制热性能系数不应低于 3.0。

