

海南省绿色工业建筑设计技术导则（试行）

海南省住房和城乡建设厅

2022年12月

前言

为贯彻落实绿色发展理念，推进海南省绿色建筑高质量发展，节约资源，保护环境，实现工业建筑节能、节能、节水、节材、保护环境和保障人员健康的目标，指导海南省绿色工业建筑设计，特编制本导则。

本导则在编制过程中，编制组经广泛调查研究，认真总结工程实践经验，参考了省内外相关技术标准，在广泛征求意见的基础上编制而成。

本导则主要内容包括：1 总则；2 基本规定；3 场地设计与室外环境；4 建筑设计与室内环境；5 结构设计；6 给排水设计；7 电气设计；8 暖通设计。

本导则由海南省住房和城乡建设厅负责管理，由海南省设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。在本导则的实施、应用过程中，希望各单位注意收集资料，总结经验，并将需要修改、补充的意见和有关资料反馈至海南省设计研究院有限公司，以便今后修订时参考。

本导则主编单位：海南省设计研究院有限公司

机械工业第六设计研究院有限公司

本导则参编单位：海南大学

海南省建设项目规划设计研究院有限公司

三亚市住房和城乡建设局

热带建筑科学研究院（海南）有限公司

本导则主要起草人：曹玉凤 刘 勇 叶 军 李阳博 葛睿婷 曾映群

尹慧玲 张水弟 符建峰 刘 波 李 长 穆大伟

吉红燕 陈 军 马广超 王 涛 赵子琼 符大业

张亿先 赵 雁 魏奇锋 李龙雨 陈春兰 牛秋蔓

郭素琴 唐 成 蔡家润 张 磊 张海舟 贺世开

孔 婧 陈玉谨 杜 娟 梁丽华 陈业桂 许鹏鹏

姚 宇

本导则审查专家：潘 兢 陈海风 杨 帆 张碧阳 李艳军

目录

1 总则	1
2 基本规定	2
2.1 一般规定	2
2.2 基本设计要求	2
3 场地设计与室外环境	3
3.1 厂址选择	3
3.2 建筑布局	4
3.3 物流与交通运输	4
3.4 场地资源保护与再生	5
3.5 室外环境	6
4 建筑设计与室内环境	7
4.1 围护结构设计	7
4.2 建筑材料	7
4.3 室内环境与职业健康	8
5 结构设计	9
5.1 一般规定	9
5.2 主体结构设计	9
5.3 材料	9
6 给排水设计	11
6.1 一般规定	11
6.2 给排水系统	11
6.3 节水器具与设备	12
6.4 非传统水源利用	12
7 电气设计	13
7.1 一般规定	13
7.2 供配电系统	13
7.3 照明系统	13
7.4 电气设备	14
7.5 计量与智能化	14

8 暖通设计	16
8.1 一般规定	16
8.2 空调冷热源	16
8.3 空气调节	17
8.4 通风设计	17
8.5 能量回收	17
8.6 可再生能源利用	18
8.7 监测与控制	18
条文说明	19

1 总则

1.0.1 为贯彻落实绿色发展理念，执行国家对工业建设的产业政策、清洁生产、环境保护、节约资源、循环经济和安全健康等法律法规，促进海南省工业建筑高质量发展，降低建筑碳排放，推动工业建筑碳达峰、碳中和，指导海南省绿色工业建筑设计，制定本导则。

1.0.2 本导则所称绿色工业建筑是指在建筑的全寿命期内，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。

1.0.3 本导则适用于海南省行政区划范围内新建工业建筑，改建、扩建的工业建筑参照执行。

1.0.4 本导则规定了各行业建设绿色工业建筑需要达到的共性要求。

1.0.5 绿色工业建筑除应按照本导则进行设计外，尚应符合国家与海南省现行有关标准的规定。

2 基本规定

2.1 一般规定

2.1.1 工业企业的建设区位应符合国家和海南省批准的区域发展规划和产业发展规划要求。

2.1.2 工业企业建设项目用地应符合国家现行有关建设项目用地的规定，不应是国家和海南省禁止用地的项目。

2.1.3 工业企业的产品、产量、规模、工艺与装备水平等应符合国家和海南省规定的行业准入条件。

2.1.4 工业企业的产品不应是国家和海南省规定的淘汰或禁止生产的产品。

2.1.5 单位产品的工业综合能耗、原材料和辅助材料消耗、水资源利用等工业生产的资源利用指标应达到国家现行有关标准规定的国内基本水平。

2.1.6 各种污染物排放指标应符合国家和海南省现行有关标准的规定。

2.2 基本设计要求

2.2.1 工业建筑的规划设计应当突出本省热带岛屿特色，遵循因地制宜的原则，考虑建筑所在地域的气候、资源、自然环境、经济和文化等影响因素。

2.2.2 工业建筑设计应严格按照海南省装配式建筑有关文件规定执行。

2.2.3 新建工业建筑应安装太阳能系统，并积极使用可再生能源，降低建筑碳排放。

2.2.4 设置供暖空调系统的新建工业建筑均应进行建筑节能设计。建设项目可行性研究报告、建设方案和初步设计文件应包含建筑能耗、可再生能源利用及建筑碳排放分析报告。施工图设计文件应明确建筑节能措施及可再生能源利用系统运营管理的技术要求。

2.2.5 宜采用建筑信息模型（BIM）技术，并符合国家和海南省的相关规定。

3 场地设计与室外环境

3.1 厂址选择

3.1.1 绿色工业项目建设时应符合国家、海南省现行产业发展、区域发展、工业园区或产业聚集区规划的要求。

3.1.2 除国家批准且采取措施保护生态环境的项目外,建设场地不得选择在下列区域:

1 基本农田;

2 国家及省级批准的生态功能区,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。

3 主干河流、水库和具有生态保护价值的江滨陆域。

4 维护生态系统完整性的生态廊道和绿地。

5 具有生态保护价值的海滨陆域。

6 其它生态保护区。

3.1.3 建设场地符合国家现行有关标准的规定,不应选择在下列区域:

1 有泥石流、流沙、严重滑坡、溶洞等直接危害的地段;

2 采矿塌落(错动)区地表界限内;

3 有火灾危险的地区或爆炸危险的范围;

4 爆破危险区界限内;

5 坝或堤决溃后可能淹没的地区;

6 受海啸或湖涌危害等地质恶劣地区。

3.1.4 建设场地总体规划应将近期建设与远期发展结合,并根据实际变化定期或适时调整。

3.1.5 厂址选择应充分考虑风向因素,应减少工厂与周边环境相互影响。

3.2 建筑布局

3.2.1 项目建设用地符合国家和海南省现行工业项目建设用地控制指标的要求。

3.2.2 合理提高建设场地利用系数,容积率与建筑系数均不低于现行国家和海南省有关标准的规定,且符合下列要求:

1 公用设施统一规划、合理共享;

2 在满足生产工艺前提下,采用联合厂房、多层建筑、高层建筑、地下建筑或利用地形高差的阶梯式建筑;

3 合理规划建设场地,整合零散空间。

3.2.3 合理开发可再生地,并符合下列要求:

1 利用农林业生产难以利用的土地或城市废弃地建设;

2 利用废弃的工业厂房、仓库、闲置土地进行建设,受污染土地的治理达到国家现行有关标准的环保要求;

3 利用沟谷、荒地、劣地建设废料场、堆场。

3.3 物流与交通运输

3.3.1 物流运输优先考虑共享社会资源,并符合下列规定:

1 建设场地邻近公路、铁路、码头或空港;

2 生产原料、废料与产品仓储物流采用社会综合运输体系;

3 公用动力站房的位置合理,靠近市政基础设施或厂区负荷中心。

3.3.2 物流运输与交通组织合理,满足生产及消防要求;物流运行顺畅、线路短捷,减少污染。

3.3.3 采用资源消耗小的物流方式,并符合下列规定:

1 物流仓储利用立体高架方式和信息化管理;

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。

3.3.4 员工交通符合下列条件:

1 优先利用公共交通;

2 配置交通运输工具及停放场地;

- 3 非机动车停放场地至少满足 15%的员工需要。
- 4 按规定配置电动自行车和电动汽车的充电设施，并配套相关的无障碍设施。

3.4 场地资源保护与再生

3.4.1 建设场地满足工业生产的要求，且不影响周边环境质量，场地内设有废弃物分类、回收或处理的专用设施和场所。

3.4.2 合理利用或改造地形地貌、保护土地资源，并符合下列要求：

- 1 保护名木古树，保留可利用的植被和适于绿化种植的浅层土壤资源；
- 2 不破坏场地和周边原有水系的关系；
- 3 合理确定的场地标高和建设场地土石方量。

3.4.3 场地透水地面和防止地下水污染符合下列要求：

- 1 对于透水良好地层的场地，透水地面面积宜大于室外人行地面总面积的 28%；
- 2 对于透水不良地层的场地，改造后的透水、保水地面面积大于室外地面总面积的 8%；
- 3 透水地面的构造、维护未造成下渗地表水对地下水质的污染；
- 4 污染危险区设有良好的不透水构造，冲洗后的污水经回收或处理后达标排放。

3.4.4 建设场地的绿地率应符合现行国家有关绿地率的规定。

3.4.5 建设场地绿植种类应多样，且符合生产环境要求。

3.4.6 建设场地有利于可再生能源持续利用。

3.4.7 建设场地具有应对异常气候的应变能力，并符合下列要求：

- 1 重大建设项目先作气候可行性论证；
- 2 暴雨多发地区采取防止暴雨时发生滑坡、泥石流和油料、化学危险品等污染水体的措施；
- 3 台风、龙卷风频繁地区采取抗强风措施；
- 4 针对气候异常其他危害形式采取的相应措施。

3.5 室外环境

- 3.5.1** 建设项目的环境影响报告书（表）应获得批准。
- 3.5.2** 废水中 useful 物质的回收利用指标、废气中 useful 气体的回收利用率、固体废物回收利用指标应达到国内同行业基本水平。
- 3.5.3** 末端处理前水污染物指标应符合或优于本行业清洁生产国家现行标准的规定；经末端处理后，水污染物最高允许排放浓度应符合或优于国家现行有关污染物排放标准的规定；排放废水中有关污染物排放总量应符合或优于国家现行污染物总量控制指标的规定。
- 3.5.4** 大气污染物的排放浓度、排放速率和无组织排放浓度值应符合或优于国家现行有关污染物排放标准的规定；排放废气中有关污染物排放总量应符合或优于国家现行污染物总量控制指标的规定。
- 3.5.5** 厂界环境噪声符合现行国家标准《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348 的规定。
- 3.5.6** 工艺设备、公用设施产生的振动采取减振、隔振措施，振动强度符合现行国家标准《城市区域环境振动标准》GB 10070 的规定。
- 3.5.7** 建筑玻璃幕墙、灯光设置、外墙饰面材料等所造成的光污染符合国家现行有关标准的规定。
- 3.5.8** 绿化布置应满足《工业企业总平面设计规范》GB 50187 的相关要求。
- 3.5.9** 室外场地无障碍设计应符合国家现行有关标准的规定。
- 3.5.10** 竖向设计应与厂区外现有和规划的运输线路、排水系统、周围场地标高相协调。竖向设计方案应根据生产、运输、防洪、排水、管线敷设及土（石）方工程 etc 要求，结合地形和地质条件进行综合比较后确定。

4 建筑设计与室内环境

4.1 围护结构设计

4.1.1 建筑围护结构的热工参数符合国家现行有关标准的规定。

4.1.2 有温湿度要求的厂房，其外门、外窗的气密性等级和开启方式应符合现行国家标准和现行海南省地方标准的要求。

4.1.3 南、东、西向外窗和透光幕墙宜采取遮阳措施。

4.2 建筑材料

4.2.1 合理采用下列节材措施：

1 工艺、建筑、结构、设备一体化设计；

2 土建与室内外装修一体化设计；

3 根据工艺要求，建筑造型要素简约，装饰性构件造价占建筑总造价的比例不应大于 1%。

4.2.2 建筑材料和制品的耐久性措施符合国家现行有关标准的规定。

1 活动配件选用长寿命产品，并考虑部品组合的同寿命性；不同使用寿命的部品组合时，采用便于分别拆换、更新和升级的构造；

2 采用耐久性好的防水和密封材料；

3 采用耐久性好、易维护的室内装饰装修材料；

4 地面做法应考虑采取防尘、防开裂等措施。

4.2.3 不得使用国家禁止使用的建筑材料或建筑产品。

4.2.4 建筑材料和产品的性能参数与有害物质的限量应符合国家现行有关标准的规定。

4.2.5 工业建筑宜优先采用绿色建材。

4.2.6 鼓励选用利废材料、可再循环材料。

4.3 室内环境与职业健康

4.3.1 除生产工艺特殊要求外的工业建筑，室内环境应合理利用自然通风和采光。

4.3.2 工作场所产生的噪声采取减少噪声污染和隔声措施，建筑物及其相邻建筑物的室内噪声限值符合国家现行有关标准的规定。厂房车间内设有办公场所时宜采取隔声措施。如采取工程控制技术措施仍达不到上述标准要求的，根据实际情况采取了有效的个人防护措施。

4.3.3 工作场所应在醒目位置设置正确、完整的职业病危害警示标识、安全标志。

5 结构设计

5.1 一般规定

5.1.1 结构设计宜采用资源消耗少、环境影响小及可工业化建造的建筑结构体系，并充分考虑节省材料、施工便捷、环境保护等因素。

5.1.2 结构的安全等级和设计使用年限应符合现行国家标准《工程结构通用规范》GB 55001 和《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 的规定。

5.1.3 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。

5.2 主体结构设计

5.2.1 结构方案应遵循抗震概念设计基本原理，不应采用严重不规则的结构方案；对于特别不规则结构，应采取相应的抗震加强措施。

5.2.2 具备条件的工业建筑，建筑、结构、设备、工艺、装修等专业应一体化协同设计。

5.2.3 结构设计应合理控制构件尺寸，减轻结构的总体重量，并运用组合材料、组合截面等方式充分发挥材料特性，降低材料用料指标。

5.3 材料

5.3.1 建筑材料和制品的耐久性措施应符合国家和海南现行有关标准的规定。

5.3.2 宜采用高强度结构材料，并符合下列规定：

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应不小于 90%；

2 钢筋混凝土结构中，混凝土竖向承重结构强度应根据实际情况进行合理选取；

3 钢结构中，Q355B 及以上高强钢材用量占钢材总量的比例不小于 50%。

5.3.3 建筑应采用装配式建筑体系或装配式部品部件：

1 主体结构应采用预制混凝土构件、钢构件或符合海南相关标准要求的工业化程度较高的构件；

2 应采用装配式内隔墙及装配式装修卫生间；

3 宜采用单元式幕墙、成品栏杆、成品雨篷等建筑部品。

5.3.4 在满足设计要求的前提下，主要建筑材料的运距应符合以下规定：

1 预拌混凝土、预拌砂浆应在 50Km 以内；

2 预制混凝土构件应在 500Km 以内；

3 钢材应在 500Km 以内。

6 给排水设计

6.1 一般规定

6.1.1 工业建筑应制定合理的生产工艺节水方案，其用水指标应符合下列规定：

- 1 单位产品取水量指标必须达到国内同行业基本水平；
- 2 水重复利用率必须达到国内同行业基本水平；
- 3 单位产品废水生量应达到国内同行业基本水平。

6.1.2 工业建筑应综合利用各种水资源，并符合项目所在地区水资源综合利用规划。

6.1.3 工业建筑工艺用热水或生活用热水的热源，宜合理利用产品生产过程中产生的余热、升温的冷却水、废热等热源，或选用太阳能、热泵、锅炉等其他多种形式的热源。

6.1.4 工业建筑一般污、废水处理应选用先进的处理工艺，污、废水排放标准应符合国家现行排放标准《污水综合排放标准》GB8978 的要求。

6.2 给排水系统

6.2.1 给排水系统设置应合理、完善、安全。

6.2.2 工业建筑生产工艺用水、冷却用水、生活用水、公用系统用水等的排水，应按废水水质分流排放，排放水质应符合国家现行有关标准的规定。废水外排时宜设置计量排放口，并宜根据行业特点，设置主要水污染物在线监测装置。

6.2.3 设置工业废水再生回用系统，回用率达到国内同行业基本水平。

6.2.4 应采取有效措施，减少用水设备和管网漏损。贮水池（箱）应设置水位监测和溢流报警装置，相关信息应传至监控中心。

6.2.5 场地绿化灌溉应采用喷灌、微灌、渗灌、低压管灌等高效节水灌溉方式，并应符合下列规定：

- 1 宜采用土壤湿度感应器，并宜在此基础上增加设置根据气候变化调节的控制器（或雨天关闭装置）；

2 当采用微灌方式时，应在供水管路入口端设置过滤装置。

6.2.6 给水系统应采用分级计量，水表计量率符合现行国家标准《节水型企业评价导则》GB/T 7119 的要求。

6.3 节水器具与设备

6.3.1 卫生器具、水嘴、淋浴器等设计采用节水型设备，清洗、冲洗工器具等应采用节水或免水技术。

6.3.2 空调冷却水系统采用节水设备或技术，如设置水处理措施、加大集水盘、设置平衡管或平衡水箱等方式，避免冷却水泵停泵时冷却水溢出；或者直接采用无蒸发耗水量的冷却技术。

6.3.3 水泵（消防设备除外）效率值达到现行国家标准《清水离心泵能效限定值及节能评价值》GB 19762 规定的 2 级或以上能效等级，确保在设计工况下，设备效率应处在高效区并宜采用变频调速恒压泵。

6.4 非传统水源利用

6.4.1 生产用水宜部分或全部采用非传统水源；景观用水、绿化用水、卫生间冲洗用水、清扫地面用水、消防用水及建筑施工用水等采用非传统水源。

6.4.2 合理规划屋面和地表雨水径流，合理确定雨水调蓄、处理及利用工程。降雨的年径流总量和外排径流峰值的控制应符合下列要求：

- 1 新建建筑与厂区应达到建设开发前的水平；
- 2 改建的建筑与厂区应符合当地海绵城市建设专项规划要求。

6.4.3 工业建筑各类冷却用水应循环使用。

6.4.4 非传统水源供水系统应采取可靠的防止误接、误用、误饮措施。

7 电气设计

7.1 一般规定

7.1.1 在满足生产工艺要求的前提下，应根据负荷性质、近期及远期用电需求，确定合理的供电电压等级及变配电系统。

7.1.2 电气系统宜选用技术先进、成熟、可靠、损耗低、谐波发射量少、能效高、经济合理的节能产品。

7.1.3 工业建筑供电电源宜利用太阳能、风能等可再生能源。

7.1.4 工业建筑应合理设置信息网络系统。

7.2 供配电系统

7.2.1 工业建筑的供电电压等级应根据用电容量、用电设备特性、供电距离、供电线路的回路数、公共电网现状及其发展规划等因素，经技术经济比较确定。

7.2.2 变配电所的数量和位置应根据负荷的容量和分布确定，并宜靠近负荷中心。季节性负荷卸载时，为其单独设置的变压器应具有退出运行的措施。

7.2.3 电力系统的电压偏差、三相电压不平衡、电力谐波指标应符合 GB/T 12325、GB/T 15543、GB/T 14549 等现行国家有关标准的规定；用电系统的功率因数应满足供电主管部门要求。

7.2.4 供配电线路导体的类型及载流量应按敷设方式及环境条件选择，用于负荷长期稳定的电缆，经技术经济比较确认合理时，可按经济电流密度选择导体截面。

7.3 照明系统

7.3.1 工厂照明应符合下列规定：

1 照明数量和质量应符合现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 规定；

2 人员长期停留的场所应采用符合现行国家标准《灯和灯系统的光生物安全性》GB/T 20145 规定的无危险类照明产品；

3 选用 LED 照明产品的光输出波形的波动深度应满足现行国家标准《LED 室内照明应用技术要求》GB/T 31831 的规定。

7.3.2 室内照明功率密度值（LPD）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 的有关规定。

7.3.3 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。

7.3.4 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、高压钠灯或高频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。

7.3.5 应合理利用天然采光，照明应根据天然采光状况和建筑使用条件采取分区、分组、按照度或按时段调节的节能控制措施。

7.4 电气设备

7.4.1 变压器选择应符合以下规定：

1 变压器效率应达到现行国家标准《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；

2 配电变压器应选用[D, Yn11]接线组别的变压器，且长期工作负载不宜大于 75%。

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

7.4.3 电梯、水泵、风机以及电热设备应采取节能自动控制措施。

7.5 计量与智能化

7.5.1 建筑设备管理系统应具有自动监控管理功能。

7.5.2 按区域、建筑和用途分别设置各种用能的计量设备或装置，进行用能的分区、分类和分项计量。

- 1 宜按不同的车间、生产班组分区计量；
- 2 宜按不同的产品线、工艺类别分类计量；
- 3 宜按照明、空调、动力等负荷类别分项计量；
- 4 大功率设备应单独计量。

7.5.3 工业建筑宜建立企业能耗数据在线采集与管理中心，重点用能单位应建立企业能耗数据在线采集与管理中心，对主要生产车间与设备进行能耗监测、统计、分析和管理的功能。能源管理系统应符合下列规定：

- 1 应满足工业建筑对各种电源、热源、水源、气（汽）源等能源供应系统的监控和管理要求；
- 2 应满足能源供应品质和节能要求。

8 暖通设计

8.1 一般规定

8.1.1 工业建筑设计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、《工业建筑节能设计统一标准》GB 51245 和《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 的相关规定。

8.1.2 净化空调系统的设计应满足现行的《洁净厂房设计规范》GB 50073、《电子工业洁净厂房设计规范》GB 50472 和《医药工业洁净厂房设计标准》GB 50457 的相关要求。

8.1.3 工业建筑的空调设备容量和数量确定，应符合下列规定：

1 空调冷热源、空气处理设备、空气与水输送设备的容量应以冷、热负荷和水力计算结果为依据；

2 设备选择应考虑容量和台数的合理匹配，保证系统在部分负荷运行时仍具有较高的效率。

8.2 空调冷热源

8.2.1 在满足生产工艺需求的前提下，冷热源系统形式和通风空调方式的确定，应根据建设规模、生产工艺要求，结合能源供应状况、能源政策、环保法规等要求，通过技术经济比较，选择综合能源利用效率高的冷热源和通风空调系统形式，并符合下列要求：

1 应优先选用工业余热作为冷热源；

2 充分利用天然冷热源，宜采用空气源、地表水源及海水源等热泵系统供热、供冷；

3 合理采用蓄冷蓄热空调；

4 合理利用可再生能源；

5 当技术经济可行时，可采用分布式冷热电三联供技术。

8.2.2 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。

8.3 空气调节

8.3.1 空调冷热水系统循环泵的耗电输冷（热）比及通风空调系统风机的单位风量耗功率应符合国家标准《工业建筑节能设计统一标准》GB 51245 及《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 的有关规定。

8.3.2 工业建筑应合理利用自然通风及采取措施降低过渡季节和冬季的通风与空调系统能耗。

8.3.3 对于采用集中空调的工业建筑，应采取措施降低部分负荷、部分空间使用下的通风与空调系统能耗。

8.3.4 在满足生产和人员健康前提下，工业建筑、洁净或空调厂房的室内空气参数、系统风量等的调整有明显节能效果。

8.4 通风设计

8.4.1 厂房采用自然通风时，应符合下列规定：

- 1 消除工业厂房余热、余湿的通风，宜采用自然通风；
- 2 厂房内放散的有害气体比空气轻时，宜采用自然通风；
- 3 无组织排放将造成室外环境空气质量不达标时，不应采用自然通风；
- 4 周围空气被粉尘或其他有害物质严重污染的生产厂房，不宜采用自然通风；
- 5 放散极毒物质的生产厂房、仓库严禁采用自然通风。

8.4.2 工业建筑室内最小新风量应符合国家现行有关卫生标准的规定。

8.4.3 对于工业生产车间高度大于或等于10m，且体积大于10000m³时，可根据生产工艺要求采用分层空调系统或岗位送风。

8.5 能量回收

8.5.1 在有热回收条件的空调、通风系统中合理设置热回收系统。

8.6 可再生能源利用

8.6.1 工业建筑的供暖和空调合理采用地源热泵及其他可再生能源。

8.6.2 合理利用空气的低品位热能。

8.7 监测与控制

8.7.1 空调自控系统应根据产品生产特点和系统的实际装设情况进行监测和控制，监测和控制内容应包括参数监测、参数和设备状态及故障指示、设备连锁及自动保护、工况自动转换、能量计量、自动控制与调节、中央监控与管理等全部或部分检测与控制内容。通风排风系统的控制应包括安全浓度报警、安全连锁控制以及中央应急监控与管理等。

8.7.2 采用中央空调系统时，不同使用单位或区域应分别设置冷量和热量计量装置，同时应进行补水量的计量。

8.7.3 对厂房中人员密度较高、且生产工艺中有危害或者污染气体产生的区域应设置室内空气质量监控系统。

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

海南省绿色工业建筑设计技术导则（试行）

条文说明

海南省住房和城乡建设厅

2022年12月

目录

1 总则	22
2 基本规定	24
2.1 一般规定	24
2.2 基本设计要求	26
3 场地设计与室外环境	29
3.1 厂址选择	29
3.2 建筑布局	30
3.3 物流与交通运输	32
3.4 场地资源保护与再生	33
3.5 室外环境	37
4 建筑设计与室内环境	42
4.1 围护结构设计	42
4.2 建筑材料	43
4.3 室内环境与职业健康	45
5 结构设计	47
5.1 一般规定	47
5.2 主体结构设计	47
5.3 材料	47
6 给排水设计	49
6.1 一般规定	49
6.2 给排水系统	50
6.3 节水器具与设备	52
6.4 非传统水源利用	53
7 电气设计	56
7.1 一般规定	56
7.2 供配电系统	57
7.3 照明系统	58
7.4 电气设备	60
7.5 计量与智能化	61

8 暖通设计	63
8.1 一般规定	63
8.2 空调冷热源	63
8.3 空气调节	63
8.4 通风设计	65
8.5 能量回收	66
8.6 可再生能源利用	66
8.7 监测与控制	66

1 总则

1.0.1 推动经济社会发展绿色化、低碳化是实现高质量发展的关键环节。推动绿色发展，需要加快发展方式绿色转型。加快推动产业结构、能源结构、交通运输结构等调整优化。实施全面节约战略，推进各类资源节约集约利用，加快构建废弃物循环利用体系。发展绿色低碳产业，加快节能降碳先进技术研发和推广应用，倡导绿色消费，推动形成绿色低碳的生产方式和生活方式。

发展绿色建筑是海南自由贸易港打造国家生态文明试验区的重要实践，是海南实施可持续发展战略的必然选择。《海南省绿色建筑发展条例》中提出要全面推动绿色建筑发展，绿色建筑发展应当突出本省热带岛屿特色，遵循因地制宜、统筹规划，政府引导、市场推动，标准引领、科技创新的原则。要求坚持策划、设计、施工、交付全过程一体化协同的绿色建造方式。也为本导则的编制提供了依据。

在工业建筑设计中体现绿色可持续发展的理念，在满足生产工艺、建筑功能和职业健康的基础上，实现建筑全寿命期内的资源节约和环境保护，为企业提供健康、适用和高效的生产空间。

1.0.2 现行《绿色工业建筑评价标准》GB/T 50878-2013，关于“绿色工业建筑”的定义为“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。”

《海南省绿色建筑发展条例》中，绿色建筑是指在建筑的全寿命期内，节约资源、保护环境、减少污染，为人们提供健康、适用、高效的使用空间，最大限度地实现人与自然和谐共生的高质量建筑，包括民用建筑、工业建筑和市政基础设施。

本导则沿用国标定义。

1.0.3 本条规定了导则的适用范围，即本导则适用于海南省行政区划范围内新建、扩建与改建工业建筑的规划、设计，主要指各行业工厂或工业建筑群中主要生产厂房、各类辅助生产建筑（辅助生产厂房、动力用厂房、储藏用库房、运输

工具用房等)。工业企业建筑群中独立的办公科研建筑和生活服务建筑等其他非生产性和非辅助生产性建筑不在本导则规定范围内。

1.0.4 工业各行业对节地、节能、节水、节材、环境保护、职业健康和运行管理等要求虽有不同,但从总体上考虑都有共同遵守的原则和要求。从调研和以往评价绿色工业建筑的经验分析制定一个工业各行业的共性规定是可行的、必需的,因此,本导则规定了工业各行业建设绿色工业建筑需要达到的共性要求。

1.0.5 符合国家和海南现行法律法规与相关的行业标准、地方标准是绿色工业建筑设计的前提条件。发展绿色工业建筑,建设节约型社会,必须倡导可持续发展的理念,全社会共同参与挖掘节地、节能、节水、节材的潜力。从建筑的全寿命周期核算效益和成本,符合市场发展的需求及地方经济状况,实现经济效益、社会效益和环境效益的统一。

2 基本规定

2.1 一般规定

2.1.1 区域和产业发展规划是指一定地域范围内对国民经济建设和土地利用的总体部署。根据区域的历史、现状和发展趋势，明确规划区域社会经济发展的方向和目标，对土地利用、城镇建设、基础设施、公共服务、设施布局、环境保护等方面作出总体部署，对生产性和非生产性的建设项目进行统筹安排，并提出指导性政策，因此应认真贯彻。

2.1.2 为贯彻《中共中央 国务院关于加快推进生态文明建设的意见》，落实国务院有关促进产业结构调整和节约集约用地的要求，通过推动产业结构调整和优化升级，促进自然资源节约集约利用，更好地推进生态文明建设，自然资源部、国家发展和改革委员会、国家林业和草原局结合《产业结构调整指导目录（2019年本）》（2021年修改）（国家发展和改革委员会 2021年第49号令）和国家有关产业政策、自然资源开发利用政策，制定了《自然资源开发利用限制和禁止目录（2021年本）》。《目录》适用于开发利用土地、矿产、森林、草原、海域、无居民海岛等自然资源的新建、扩建、改建的建设项目和活动。《目录》包含限制和禁止两类事项。

凡列入限制类的项目，必须符合规定的条件或标准，自然资源、投资管理和林草主管部门方可办理相关手续；凡列入禁止类的项目或者采用所列工艺技术、装备、规模的项目，不得办理相关手续。

2.1.3 按照有关法律法规、产业政策和调整结构、有效竞争、降低消耗、保护环境和安全生产的原则，为了有效遏制某些行业盲目投资，制止低水平重复建设，规范行业健康发展，促进产业升级，国家政府部门对钢铁、铁合金、电石、印染、水泥、乳制品等许多行业提出了准入条件，而且今后还将密集出台相关行业准入条件。贯彻执行准入条件中明确规定的各项指标，对实现合理经济的规模、工艺与装备水平、节能环保和资源综合利用的消耗指标、循环利用指标和环境保护指标起重要作用。不符合国家现行规定的行业准入条件的工业企业及其工业建筑不

符合绿色工业建筑设计要求。

2.1.4 国家政府部门陆续公布了《淘汰落后生产能力、工艺和产品的目录》（第一批、第二批、第三批），国家工业和信息化部也陆续发布了《高耗能落后机电设备（产品）淘汰目录》（第一批、第二批、第三批、第四批）。

对违反国家法律法规、生产方式落后、产品质量低劣、环境污染严重、原材料和能源消耗高的落后生产能力、工艺和产品，坚决予以淘汰，涉及机械、轻工、石化、纺织、钢铁、铁道、汽车、医药等上百个工业行业、数百个项目，凡是列入该目录中的项目一律不得进口、新上、转移、生产。有任何一项属于淘汰目录的工业企业及其工业建筑均不符合绿色工业建筑要求。

根据《中华人民共和国产品质量法》，为了保证直接关系公共安全、人体健康、生命财产安全的重要工业产品的质量安全，贯彻国家产业政策，促进市场经济健康、协调发展，国务院颁布了《中华人民共和国工业产品生产许可证管理条例》和配套实施办法等，对重要工业产品的生产企业实行生产许可证制度。同样，生产未经许可产品的工业企业及其工业建筑均不符合绿色工业建筑规定。

2.1.5 工业建筑能耗是指为保证生产，人和室内外环境所需的各种能源耗量的总和。单位产品（或单位建筑面积）工业建筑能耗是指统计期内工业建筑能耗与合格产品产量（或建筑面积）的比值。

在生产过程中，由于采用不同的生产工艺和设备、使用不同的能源、采用不同产地的原材料和辅助材料，以及建筑功能和环境保护等的不同要求，其产品的综合能耗和单位产品的各种资源消耗有很大的差距。单位产品的工业综合能耗、水资源利用、主要原材料和辅助材料的消耗等对建设资源节约型环境友好型社会的影响愈显重要，根据我国的国情，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。绿色工业建筑应达到国内基本水平的要求。

目前我国已制定多个行业的清洁生产标准 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《合成氨单位产品能源消耗限额》GB 21344、《建筑卫生陶瓷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。

2.1.6 根据《中华人民共和国环境保护法》的要求，企事业单位必须采取有效措施，防治在生产、建设或者其他活动中产生的废气、废水、废渣、粉尘、恶臭气体、放射性物质以及噪声振动、电磁波辐射等对环境的污染和危害。国家、行业和地方对污染物的排放浓度和排放总量等指标进行控制，并制定相应的标准，如《大气污染物综合排放标准》GB 16297、《工业炉窑大气污染物排放标准》GB 9078、《电磁环境控制限值》GB 8702 等。企业在生产过程中产生的污染物经处理设施处理后应满足国家现行有关污染物排放标准的规定，还应满足所在行业和地方有关标准的规定。

2.2 基本设计要求

2.2.1 我国不同地区的自然条件、地理环境、经济发展水平社会习惯等都有着很大差异。海南位于夏热冬暖 B 区，绿色工业建筑应注重地域性，因地制宜、实事求是，充分考虑建筑所在地的特点。《海南省绿色建筑发展条例》中也提出绿色建筑发展应当突出本省热带岛屿特色，遵循因地制宜、统筹规划，政府引导、市场推动，标准引领、科技创新的原则。

2.2.2 依据《关于进一步稳步推进装配式建筑有关事项的通知》琼建科〔2021〕155 号文的相关规定，单体面积超过 2000 平方米的工业建筑应以装配式方式建造。

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

2.2.4 建筑的节能减碳是实现 2030 年前碳达峰和 2060 年前碳中和两大战略的基础，建筑设计阶段是决定建筑全寿命期能耗和碳排放表现的重要阶段，其合理性主导了后续建筑活动对环境的影响和资源的消耗。建筑能耗、可再生能源利用及碳排放量是表征建筑对环境影响和资源消耗的关键指标，设计阶段对建筑能耗可再生能源利用及碳排放分析有助于更加科学合理地确定建筑设计方案、能源系

统设计方案和相关参数。

《工业建筑节能设计统一标准》（GB 51245-2017）针对工业建筑中建筑与建筑热工、供暖通风空调与给排水、电气、能量回收与可再生能源利用等专业提出通用性的节能设计要求，规定相应的节能措施，指导工业建筑节能设计。

设计阶段计算和分析建筑能耗和碳排放量可以评估建筑朝向、体形系数、围护结构参数、能源系统配置及参数等节能措施的合理性。在规划和单体方案设计阶段进行可再生能源系统策划，分析可再生能源系统利用率将有利于可再生能源系统与建筑的一体化建设，提高可再生能源系统的能源利用效率。

国家标准《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366-2019 对建筑碳排放计算方法进行了规定。但建筑能耗和碳排放量计算过程较为复杂、涉及的计算因素也很多，国际上普遍采用提供工具并配合详细的计算方法的方式提高计算结果的有效性和一致性。

节能措施及其使用要求包括以下内容：

1 建筑设备及被动节能措施（如遮阳、自然通风等）的使用方法，建筑围护结构采取的节能措施及做法；

2 机电系统（暖通空调、给水排水、电气系统等）的使用方法和采取的节能措施及其运行管理方式，如：

（1）暖通空调系统冷源配置及其运行策略；

（2）季节性（包括气候季节以及商业方面的“旺季”与“淡季”）使用要求与管理措施；

（3）新（回）风风量调节方法，热回收装置在不同季节使用方法，旁通阀使用方法，水量调节方法，过滤器的使用方法等；

（4）设定参数（如：空调系统的最大及最小新（回）风风量表）；

（5）对能源的计量监测及系统日常维护管理的要求等。

太阳能等可再生能源的不稳定性特点对系统建成后的运行管理提出了更高要求，需要在施工图设计阶段就给出相关的运营技术措施，以保障系统能够正常运行，获得预期的节能效益。因此要求在施工图设计文件中给出完整的节能措施及可再生能源系统的设计内容并注明对项目施工与运营管理的要求和注意事项，例如系统的运行控制措施和监测参数等。

2.2.5 建筑信息模型（Building Information Model, BIM）是集成了建筑工程项目各种相关信息的工程数据模型，能使设计人员和工程人员能够对各种建筑信息作出正确地应对，实现数据共享并协同工作。在建筑工程建设的各阶段支持基于BIM的数据交换和共享，可以极大地提升建筑工程信息化整体水平，工程建设各阶段、各专业之间的协作配合可以在更高层次上充分利用各自资源，有效地避免由于数据不畅通带来的重复性劳动，大大提高整个工程的质量和效率，并显著降低成本。因此，BIM应用一方面应实现全专业涵盖，工业项目一般应包含工艺、规划、建筑、结构、给水排水、暖通、电气、动力等相关专业的信息。

《住房和城乡建设部 关于印发推进建筑信息模型应用指导意见的通知》（建质函[2015] 159号）明确了建筑的设计、施工、运行维护等阶段应用BIM的工作重点内容。其中，规划设计阶段主要包括：①投资策划与规划，②设计模型建立，③分析与优化，④设计成果审核等。

为提高我省相关工业建筑项目的建筑信息模型（BIM）应用技术水平，以上条款宜参照执行。

3 场地设计与室外环境

3.1 厂址选择

3.1.1 建设项目的性质、组成、规模以及建设用地均应符合《全国主体功能区规划》（国发〔2010〕46号）、《海南省主体功能区规划》以及国家和省级现行的产业（行业）发展、区域发展、工业园区或产业聚集区规划的要求。这些规划都是贯彻执行生产方式由资源消耗型转向资源节约、保护环境与生态的国家方针，从根本上保证工业建筑的建设走可持续发展之路。

建设项目对所在城市的产业经济结构、对当地社会的制约与发展的主要目标已经论证，并得到当地政府的审查批准。

3.1.2 绿色工业建筑首先要服从国家安全和可持续发展的要求，建设用地必须满足本条文所规定的条件。

基本农田是国家粮食安全的重要因素，不能占用。

生态功能保护区是属于限制开发的区域，为国家生存、发展提供水资源等各类天然资源，从发展战略考虑，应严格贯彻《全国生态环境保护纲要》，必须优先保护。

国家及省级批准的各类保护区有：重要的供水水源保护区；历史文物古迹保护区、文化及自然遗产保护区；森林草原、风景名胜区、湿地保护区；矿产资源保护区。

国家及省级批准的限制和禁止建设区有：划定为机场净空保护；雷达导航、电台通信、电视转播；重要的天文、气象、地震观察设施；军事设施等区域，以及国家及省级规定的其他各类保护区。

生态控制线，是指以严格的生态保护为目标，在市域内划定的重要生态空间的边界。生态控制线内的地区为生态控制区，以生态保护红线、永久基本农田保护红线为基础，包括具有重要生态价值的山地、森林、河流湖泊等现状生态用地和水源保护区、自然保护区、风景名胜区等法定保护空间。其中包括主干河流、水库和具有生态保护价值的江滨陆域、具有生态保护价值的海滨陆域、维护生态

系统完整性的生态廊道和绿地以及其它生态保护区。

3.1.3 本条文除了参考了现行国家标准《工业企业总平面设计规范》GB 50187和《建筑防火设计规范》GB 50016外，还参考了《有色金属企业总图运输设计规范》GB 50544、《化工企业总图运输设计规范》GB 50489、《钢铁企业总图运输设计规范》GB 50603等多个标准的有关规定，所列的地区或地段资源脆弱，或在环境变化时对建筑场地和周边环境易造成毁灭性破坏，并引发次生灾害，为保障建设场地的安全，选址时应避开。

建设场地也不宜选在受洪水、潮水或内涝威胁的地带，当不可避免时，应有可靠的防洪排涝措施。

厂址应满足适宜的地形坡度，宜避开自然地形复杂、自然坡度大的地段，应避免将盆地、积水洼地作为厂址。地形复杂增加项目投资，加长施工工期，自然坡度过大不利于工业项目生产车间的布置。

3.1.4 工业生产形成规模，往往不是一次到位，需随市场需求而多次建设，这就要求工业建设项目尤其要重视建设场地的总体规划，才能完美地实现近期建设与远期发展的结合。

世界经济一体化促进了产品更新换代，从而决定了工业建筑总体规划应根据实际发展变化作适时调整，实行动态管理，以适应市场需求的变化。

工业建筑的不断发展和更新与工厂原有用地规模不变是一对矛盾，对既有工业建筑适时更新改造不可避免。在既有建筑更新改造的同时，可对总体规划进行局部或全面调整，以使建设场地的环境质量不下降或得到提升，使更新改造后的建筑仍在场地的承载力之内。

3.1.5 厂址选择应充分考虑风向因素，应避免污染物的排放对厂区自身及周边环境产生影响。有重污染大气污染物排放的工厂不应选址当地主导风上风向。

3.2 建筑布局

3.2.1 工业建筑合理用地是节约土地资源的重要举措。根据长期实践，国家和各行业制定了工业项目建设用地指标，规定建筑规模必须控制在一定的用地资源范围内。

本条指的是建设用地指标。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，具体数值需由当地有关行政主管部门确定。

3.2.2 现行国家标准《工业企业总平面设计规范》GB 50187，《建筑防火设计规范》GB 50016 以及《化工企业总图运输设计规范》GB 50489、《钢铁企业总图运输设计规范》GB 50603、《有色金属企业总图运输设计规范》GB 50544 等多个标准以及国土资源部相关文件对建设场地进行了规定，此外建设场地还应满足所在行业和地方有关标准的规定，避免不合理使用土地资源导致的浪费。

公用设施统一规划、合理共享，有助于减少重复建设及对场地的占用。公用设施包括场地内的动力公用设施（如变配电所、水泵房、锅炉房、污水和中水处理设施，地上、地下共用管廊和管沟槽等）、为员工服务的配套公用设施（如员工餐厨、公共活动用房、室外活动休闲广场等）和为生产服务的配套公用设施（如共用仓库、车库、办公用房、室外停车场、堆场等）。

在满足生产工艺的前提下，采用联合厂房、多层建筑、高层建筑、地下建筑、利用地形高差的阶梯式建筑等，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，不仅可有效提高建设场地的利用效率，而且有利于工厂的持续发展。

3.2.3 节约集约用地，合理开发可再生地。

可再生地包括可以改造利用的城市废弃地（如裸岩、塌陷地、废弃坑等）、农林业生产难以使用地（如荒山、沙荒地、劣地、石砾地、盐碱地等）、工业废弃地（废弃厂房、仓库、堆场等），其用地指标相对宽松，地价相对便宜，征地较为容易。合理开发利用可再生地不但能节约城市已开发用地或生态环境好的土地，而且还可以改善城市的整体环境。

开发荒山、沙荒地等生态资源较差的可再生地时，应同时对场地的生态环境进行改造或改良。

利用工业废弃地时，建设场地应提供场地有关污染物的检测报告，并对污染的土地作必要的处理，使之达到国家和地方的现行环保标准要求。

废料场利用沟谷、荒地、劣地建设，能有效节约用地、减少开发场地的费用，并有利于通过无污染废料的填埋、平整，使场地再生，增加建设场地的有效使用

面积。

废料场应有分类、回收、再利用设施，对有污染的废料应进行防污染处理，使建设场地达到国家和地方的现行环保相关标准要求，不造成环境质量的下降。

3.3 物流与交通运输

3.3.1 随着我国现代化的逐步实现，社会服务业逐步健全，国家大力发展连接全国的公路、铁路、水道、航空以及地区性物流中心，交通与物流运输网络正在形成。

工业企业的物流运输减少资源消耗和污染物排放的根本出路在于共享社会资源。厂址选择时应靠近公路、铁路、水运码头或航空港，将企业的外部运输纳入社会综合运输体系。

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，输送的是特定的物流，合理靠近市政基础设施或负荷中心，能便捷地接受或提供市政供水、电、气、热资源，减少损耗。

3.3.2 场地内物流运输组织包括物流流线组织和运输路网组织。

各工业厂房、仓库、室外堆场、停车场的相互位置满足生产要求，有利于物流运输流线顺畅、安全、高效，物流运输不走回头路，少走弯路，从而减少物流运输的能耗，减少二氧化碳和其他污染物的排放量。

场地内道路和停车场的位置、宽度、走向、坡度与物流运输规模相匹配，可减少路网建设对土地的占用及环境质量的影响。

3.3.3 不同的物流运输方式对用地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。

3.3.4 提倡公共交通优先，有利于减少城市交通拥堵和交通能耗，改善空气质量，减少企业对员工交通的投入，减少场地内的交通用地。

工业企业远离城市中心时，优先考虑利用城市交通、地铁、轻轨等公共交通工具；当城市公共交通工具无法利用或利用不便时，应配置满足员工上下班的交通班车及其停车场、站点，为员工配置机动车与非机动车停放场地。厂区内交通鼓励采用无污染交通工具。

为降低员工使用汽车而产生的污染和节约土地和能源，鼓励员工利用自行车解决场地内外交通。

电动自行车和电动汽车已成为目前社会出行的主流趋势，其充电设施，应纳入工程建设预算范围、随工程统一设计与施工完成直接建设或做好预留。充电设施建设应符合现行国家标准《电动汽车分散充电设施工程技术标准》GB/T 51313和《海南省电动汽车充电设施建设技术标准》DBJ 46-041等的规定。电动汽车充电负荷优先兼用建筑常规配电变压器供电，经评估如建筑常规配电变压器的负载率超过经济运行区间，则应增加变压器容量。

对于无障碍停车位，宜参考国家标准《无障碍设计规范》GB 50763对设置无障碍停车位的规定执行。

3.4 场地资源保护与再生

3.4.1 不同的工业项目要生产出合格产品，对建设场地及其周边环境中的大气含尘、有害气体、化学污染物、振动、噪声强度、电磁场强、水质等要求是不一样的。如洁净厂房要求周边自然环境较好，大气含尘、有害气体或化学污染物浓度较低；电子芯片厂房、精密仪器仪表厂房等要求远离散发大量粉尘和有害气体或化学污染物严重、振动或噪声干扰或强电磁场的区域，当无法远离严重空气污染源时，应位于全年最小频率风向向下风侧；燃机电厂要避免空气经常受悬浮固体颗粒物严重污染的地区等。

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，还应满足所在行业和地方现行有关标准的规定，减小对周边环境造成不良影响。

绿色工业建筑选址必须按国家现行有关标准的规定，还应满足所在行业的规定，并采取相应的环境保护措施，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。

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、再生材料资源创造条件。

3.4.2 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，如破坏了与周边原有水系的关系，就有可能破坏水域分配和场地涵养水源的能力，引起水土流失，污染地表和地下水层。

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。

场地设计标高的合理确定，是厂区竖向设计中一项重要的工作。它不仅与场地平土标高、整个厂区土（石）方工程量的平衡、场地地质条件密切相关，还受到厂区外运输线路标高、排水系统标高的影响。

通过上述措施，保护和再生场地的土壤资源以实现可持续利用。

3.4.3 海南的水资源分布不均，部分地区人均水资源匮乏，雨水是不可多得的淡水资源，加强场地对雨水的吸纳，强化场地涵养水的功能，有利植物生长并使绿地更好地发挥其生态功能。

透水地面是指自然裸露地、公共绿地、绿化地面和面积大于等于 40%的镂空铺地（如植草砖）和透水砖等。

当场地为透水良好的地层时，使场地透水地面面积不小于室外人行地面总面积的 28%。通过采取减小地表径流的措施，如保留场地内水塘，绿化地面，收集屋面雨水并加以利用或直接排入绿地等，增加天然降水的渗透量，补充地下水资源，增加地下水涵养量；同时这些措施还有助于减少表层土壤肥力丧失和水土流失，减少因地下水位下降造成的地面下陷。以上措施有助于减少雨水高峰径流量，改善排水状况，减轻场地对市政基础设施排水系统的负荷。

当场地为透水不良的地层时，通过对不少于 8%的场地进行不小于 1m 深的良好土壤置换，形成透水地面或储水地面，以改良场地持水功能。

透水地面应根据室外场地的使用功能采取灵活的布置方式，可以连续，也可以间断，还可以采取硬地中间布置渗漏坑等方式，且应根据实际透水效果，合理计算透水地面的面积。

此外，通过合理措施将屋面、不透水的道路、堆场、停车场、广场等位置的雨水、降雪引入绿地也有利于雨水、雪水下渗补充地下水量。

有污染隐患区域透水地面的构造、维护应不造成下渗水对地下水质的污染。当屋面雨水直接排入绿地时，与雨水接触的屋面表层材料不应为石棉、铅等材质。

通过上述措施，保护和再生场地的水资源，以利可持续使用。

3.4.4 绿化的本质在于发挥其改善生态环境质量的功能，而不单单是美化景观作用。植物能够吸收二氧化碳，释放氧气。绿地面具有固定土壤、减少雨水水流冲刷速度从而减少场地侵蚀、减少地面蒸发等诸多功能，高大茂盛树群还具有吸尘、降噪、防风、遮阳等作用，某些绿化物种还具有吸附或降解土壤中有害物质的作用。

现行国家标准《城市用地分类与规划建设用地标准》GB 50137 以及各行业现行工业项目建设用地控制指标均对绿地率进行了规定。建设场地绿地率应符合国家有关规定，还应符合地方绿地率指标，预留用地优先地面绿化，预留用地的绿地率应不小于 80%。

3.4.5 不同绿化物种的固碳、吸尘、散发有害物等性能各不相同，要根据生产环境的要求选择绿化物种。如洁净厂房附近不应选用散发花絮、绒毛的物种；灰渣场、垃圾处理场等周围应选用能防风、吸尘的物种；易爆易燃厂房或仓库周围宜选择能减弱爆炸气浪和阻挡火灾蔓延的枝叶茂盛、含水分大的大乔木、灌木，而不应种植松柏等含油脂的针叶树种等。

单一的大面积草坪需要更多水和养护，生态效果不理想，草坪中种植高大乔木在一定程度上有助于上述问题的缓解。

不同物种的生长速度、扎根深度、适应不同气候和土壤的能力、抵抗外来物种的能力等各不相同，需选择适应当地气候和土质的绿化物种。

不同使用功能的工业建筑之间常常采用树木和其他植物来屏障和缓冲这些建筑物之间的相互影响。植物缓冲区往往同时担负降噪、吸尘、固碳、遮阳等作用，这是单一物种难以达到的，必须采用乔木、灌木、草地的复层绿化方式才能

达到良好效果。绿化物种的多样性也为生物多样性奠定基础。

《海南省城镇园林绿化条例》也提出“园林绿化应当坚持生态、景观、文化统一协调和节约资源的原则，充分利用和保护原有水体、地形、地貌、植被和历史文化遗址等自然、人文资源，突出热带岛屿特色，形成以遮荫乔木为主体、多种植物合理配置的种植结构。”

3.4.6 将日光、太阳辐射热、风、空气等可再生能源在合适的气候时引入建筑物内，能有效地降低电、油、煤、气等不可再生能源的消耗，减少二氧化碳和废气等污染物排放量，减少投资费用和维护费用，提高室内空气舒适度和工作效率。

为充分可持续利用可再生能源，需要对场地整体规划，使各建筑物的位置、朝向、高度不要影响室内外自然通风、自然采光和太阳辐射热的利用，为绿化植物提供生长所需的光照。

拟采用太阳能、地热能、水能、风能等各类可再生能源以及生物质能源作为发电、热水、热源或冷源的项目，均宜先作当地该类资源评估，合适的地区采用，并在场地规划时为之提供无遮挡的场地。

3.4.7 人类对地球的不当开发导致地球气候异常已是不争事实。以可持续发展为目标的绿色工业建筑必须面对这一事实，增强应对气候异常的能力。

近年来，气候异常造成工农业损失有目共睹，工业建设项目又有规模越来越大的发展趋势。建设项目规模越大，越要考虑工程建成后对当地的气候影响是否达到最小程度。

海南是台风、暴雨多发地区。重大工程项目前期重视做好气候可行性论证，使工程投资更加合理，既减少了气候风险，又减少了不必要的投入。重大建设项目要创建绿色工业建筑，先做气候可行性论证是其能实现可持续发展所必需的。

暴雨多发地区，场地建设时采取措施保证总变配电所、总水泵房等工程在暴雨时仍能正常工作。场地竖向设计时，预先考虑高强度暴雨对土壤的冲刷、土体含水率达到饱和粘结力下降等因素导致坡面不稳等不利影响，从而防止滑坡、泥石流等次生灾害发生。准备有应急预案，会大大减少暴雨时油料、化学危险品污染水体的事件发生，避免严重影响人民健康及耗费大量人力物力灾后处理。

台风、龙卷风频繁地区，以及其他自然灾害频繁地区，事先采取相应措施或相关应急预案均能减少灾害损失，以小的代价换取工业建筑的寿命期的保障或少

受气候异常的不利影响，并实现工业建筑的可持续发展。

3.5 室外环境

3.5.1 依据《中华人民共和国环境影响评价法》的规定：对建设项目的环境影响评价实行分类管理。

可能造成重大环境影响的，应当编制环境影响报告书，对产生的环境影响进行全面评价；可能造成轻度环境影响的，应当编制环境影响报告表，对产生的环境影响进行分析或者专项评价；对环境影响很小、不需要进行环境影响评价的，应当填报环境影响登记表。

对环境影响评价规划所包含的具体建设项目，除提交简化的环境影响评价文件外，还应提交规划的环境影响评价报告书和批准文件。

涉及水土保持的建设项目，还必须提交经有关行政主管部门审查同意的水土保持方案。

环境影响评价文件中，评价的因子和技术措施在气候变化、生态系统、水资源、水土保持、生物多样性、地区环境、人体的潜在危害等影响方面应符合或优于国家、行业和地方的法规、政策和标准的要求。

3.5.2 依据《中华人民共和国清洁生产促进法》、《中华人民共和国循环经济促进法》，对生产过程中产生的废水进行综合利用，回收有用的物质。在废水再利用过程中，应根据行业生产特点，确保综合利用过程安全生产并防止产生二次污染。

目前我国已制定多个行业的清洁生产标准 50 余项，其中对废水中的有用物质的回收利用指标进行了明确规定。

3.5.3 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；（2）所在行业无国家行业排放标准时，按照现行国家综合排放标准《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，可以经化粪池预处理后排入城镇市政污水工程，当受到其他物质污染时，应按现行行业标准《污水排入城镇下水道水质标准》CJ343 执行。

除此以外，外排污、废水排放还需符合当地排放标准的要求。

3.5.4 本条中污染物主要包括生产中产生的各类需要排放的可能对室外大气环境质量造成影响的物质。对于现有污染源大气污染物排放、建设项目的环境影响评价、设计、环境保护设施竣工验收及其投产后的大气污染物排放，应符合国家现行有关标准的规定，还应符合所在行业和地方有关标准的规定。

对于大气污染物排放限值的标准较多，如国家标准的有《大气污染物综合排放标准》GB 16297、《恶臭污染物排放标准》GB 14554、《工业炉窑大气污染物排放标准》GB 9078、《炼焦化学工业污染物排放标准》GB 16171、《锅炉大气污染物排放标准》GB 13271、《水泥工业大气污染物排放标准》GB 4915 等。

根据国家和地方污染物排放总量控制的要求，地方环保部门对企业的具体污染物控制制定总量控制指标，企业在规划设计、环境评价时应根据其具体指标确定具体技术措施，并满足相应的总量控制指标的要求。

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。

3.5.5 在生产过程中产生的噪声是噪声污染的重要来源，工业建筑应按照有关标准的要求，防治噪声污染。对生产过程和设备产生的噪声，应首先从声源上进行控制，采用低噪声的工艺和设备，否则，应用隔声、消声、吸声以及综合控制等噪声控制措施。

根据《中华人民共和国环境噪声污染防治法》的要求，在城市范围内向周围生活环境排放的工业噪声，应符合现行国家标准《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348 的规定；工业生产过程中工业设备可能产生环境噪声污染，除应符合国家现行有关标准的规定外，还应符合所在行业 and 海南有关标准的规定。

3.5.6 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 and 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、大型空压机组等，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、室外的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、建筑结构设

计和生产管理等方面，考虑振动的影响并采取减振技术措施。

3.5.7 光污染是指过量的光辐射对人体健康、人类生活和工作环境造成不良影响的现象。光污染对人的生理、心理健康产生破坏，过度的光污染会严重破坏生态环境，对交通安全、航空航天科学研究造成消极影响；同时也导致能源的浪费。

项目建设中避免对周围环境产生不良影响，是绿色建筑的基本原则之一。对于工业建筑而言，要避免其建筑布局或体形对周围环境产生不利影响，特别需要避免对周围环境的光污染和对周围居住建筑的日照遮挡。

有些工业厂房大量采用玻璃幕墙，部分建筑幕墙上采用镜面玻璃或者镜面不锈钢，当直射日光和天空光照射其上时，会产生反射光和眩光，进而可能造成道路安全的隐患；而沿街两侧的高层建筑同时采用玻璃幕墙时，由于大面积玻璃出现多次镜面反射，从多方面射出，造成光的混乱和干扰，对居民住宅、行人和车辆行驶都有害，应加以避免。

玻璃幕墙所产生的有害光反射，是白天光污染的主要来源。主要生产及辅助生产的建筑外围护结构不宜采用玻璃幕墙。当必须采用玻璃幕墙时，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《玻璃幕墙光热性能》GB/T 18091-2015 标准的规定：在城市主干道、立交桥、高架路两侧的建筑物 20m 以下，其余路段 10m 以下不宜设置玻璃幕墙，应采用反射比不大于 0.16 的低反射玻璃。若反射比高于该值，则应控制玻璃幕墙的面积或采用其他材料对建筑立面加以分隔。某些城市和地区对光污染还有更严格的控制规定，如上海市建设委员会《关于在建设工程中使用幕墙玻璃的有关规定的通知》指出：环线以内建设工程，除建筑物裙房外，禁止设计和使用幕墙玻璃。内环线、外环线之间的建设工程，使用幕墙玻璃面积不得超过外墙面积的 40%（包括窗面积）。须使用幕墙玻璃的建筑工程，应当经过环保管理部门的环境评价，规划、建设管理部门审批同意后方可实施。

关于建筑外墙饰面材料，近年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。

灯光污染应符合《室外照明干扰光限制规范》等标准要求。

3.5.8 绿化布置应满足《工业企业总平面设计规范》GB 50187 的相关要求。下列地段应重点进行绿化布置：

- 1 进厂主干道两侧及主要出入口。
- 2 企业行政办公区。
- 3 洁净度要求高的生产车间、装置及建筑物区域。
- 4 散发有害气体、粉尘及产生高噪声的生产车间、装置及堆场。
- 5 受西晒的生产车间及建筑物。
- 6 受雨水冲刷的地段。
- 7 厂区生活服务设施周围。
- 8 厂区内临城镇主要道路的围墙内侧地带。

3.5.9 体现人性化的设计要求，工业项目的室外场地应进行一定的无障碍设计。目前无障碍设计执行的国标有《无障碍设计规范》GB 50763、《建筑与市政工程无障碍通用规范》GB 55019 等。

其中《无障碍设计规范》GB 50763 总则的第 1.0.2 条规定：“本规范适用于全国城市新建、改建和扩建的城市道路、城市广场、城市绿地、居住区、居住建筑、公共建筑及历史文物保护建筑等。本规范未涉及的城市道路、城市广场、城市绿地、建筑类型或有无障碍需求的设计宜按本规范中相似类型的要求执行。农村道路及公共服务设施宜按本规范执行。”《建筑与市政工程无障碍通用规范》GB 55019 总则的第 1.0.2 条规定：“新建、改建和扩建的市政和建筑工程的无障碍设施的建设和运行维护必须执行本规范。”

但是上述规范里面涉及的大多是民用建筑或市政设施，对于工业项目很少提及。中国肢残人协会发布的《多层工业建筑无障碍指南》（T/CAPPD 2-2018）团体标准，里面规定了多层工业建筑无障碍建设与改造要求，该指南适用于多层工业建筑，其它单层及高层工业建筑可参照执行。

本导则为实现工业建筑的绿色特性和人文关怀等要求，室外场地无障碍设施，主要为保证行动不便者更安全、方便的工作和生活，场地设计应考虑无障碍设计，主要考虑如下内容：在人行道与路口、广场入口、建筑物出入口等设置平

缘石或坡道，在场地内无障碍设施处设置无障碍设施标识，在停车场的设计考虑在距离建筑主出入口最近处安排无障碍专用停车位等，具体可参考上述相关标准进行。

3.5.10 竖向设计应合理确定场地标高，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；防洪设计应符合现行国家标准《防洪标准》GB 50201 的有关规定。场地竖向设计应减少场地土石方工程量，并宜达到场内平衡或就近平衡，减少土石方运输距离；场地平整时应采取水土保持措施，防止水土流失。竖向高差应结合生产工艺物流设计，节约运输成本。

4 建筑设计与室内环境

4.1 围护结构设计

4.1.1 建筑围护结构的热工参数（如传热系数、太阳得热系数等）应符合《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015、《工业建筑节能设计统一标准》GB 51245、《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 等现行国家标准对工业建筑围护结构的相关规定，还应符合其他国家、行业和地方有关标准的规定，如《冷库设计规范》GB 50072、《机械工业厂房建筑设计规范》GB 50681、《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》JGJ/T 151 等。

有温度或湿度要求的工业建筑物的建筑总能耗，在工业建筑全部能耗中所占比例大约在 30%~40%。此类建筑是能耗大户，更应强调围护结构的热工性能要求。

围护结构的热工性能对工业建筑的节能降耗和生产使用功能具有重要影响。围护结构材料的选择，应以其全寿命为周期进行考量，保证其符合节能、环保和可循环利用的要求。

4.1.2 有温湿度要求的厂房，其外门、外窗的气密性和开启方式对于围护结构的保温、隔热具有重要影响。气密性差或者开启方式不当会增加室内外的热湿交换，改变室内的热湿负荷，需要严格控制室内外空气的热湿交换，建筑外门、外窗的气密性等级和开启方式应符合现行《建筑幕墙、门窗通用技术条件》GB/T 31433 和现行海南地方标准的要求。在要求室内保持正压而必须通过门、窗缝隙向外渗出时，则不予考虑气密性等级，但须考虑外门、外窗的开启方式。

4.1.3 窗和透光幕墙的太阳辐射得热使得夏季增大了冷负荷，冬季则减小了热负荷，因此遮阳措施应根据负荷特性确定。一般而言，外遮阳效果比较好，考虑到建筑冬夏不同的需求，设置可调节的活动遮阳能够最大限度地利用冬季太阳辐射，在夏季避免太阳辐射的影响，有条件的建筑应提倡活动外遮阳。

4.2 建筑材料

4.2.1 工业建筑厂房设计中，工艺过程、设备型号、平面布置等对建筑、结构的高度、跨度、厂房形式等起决定性影响，因此在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。

土建和装修一体化设计既可以加强建筑物的完整性，又可以事先统一进行预留孔洞和预埋装修面层固定件，避免在装修施工阶段对已有建筑构件的打凿、穿孔，保证了结构的安全性，减少了建筑垃圾；可以保证在建筑设计阶段的装修设计，最大限度使用面层整料，减少边角部分的材料浪费，节约材料，减少装修施工中的噪声污染，节省装修施工时间和能量消耗，并降低装修施工的劳动强度。

土建与装修工程一体化设计需要业主、设计方以及施工方的通力合作。

片面追求美观而以较大的资源消耗为代价，不符合绿色建筑的基本理念。在设计中应控制造型要素中没有功能作用的装饰构件的应用。

室内工艺及设备的合理布置可以最大程度地提高厂房的空间利用率，节约厂房空间。

4.2.2 第 1 款主要是对建筑的各种五金配件、开关等活动配件。倡导选用长寿命的优质产品，且不宜采用在海南高温高湿气候条件下易腐蚀、老化的产品，且构造上易于更换，同时还应考虑为维护、更换操作提供方便条件。门窗，其反复启闭性能达到相应产品标准要求的 2 倍；遮阳产品，机械耐久性达到相应产品标准要求的最高级。

第 2 款主要是防水和密封材料，国家标准《绿色产品评价防水与密封材料》GB/T 35609 对于沥青基防水卷材、高分子防水卷材、防水涂料、密封胶的耐久性提出了具体要求，可供参考。

第 3 款主要是室内装饰装修材料，包括选用耐洗刷性 ≥ 5000 次的内墙涂料，选用耐磨性好的陶瓷地砖（有釉砖耐磨性不低于 4 级，无釉砖磨坑体积不大于 127mm^3 ），采用免装饰面层的做法（如清水混凝土，免吊顶设计）等。建议每类材料的用量比例不小于 80%。

第 4 款防尘主要是指采用不起灰的材料，如混凝土地面面层采用密封固化剂、自流平面层、耐磨骨料等；防开裂主要是指合理设置地面伸缩缝、大面积混

凝土地面增加抗裂钢筋网片、钢纤维等措施。

4.2.3 为保证建设工程质量、安全和节省建材，淘汰能耗高、安全性能差，不符合“低碳”理念的建筑材料，国家和地方会不定期对禁止使用的建筑材料或建筑产品予以发布，此类建筑材料或产品如：灰铸铁长翼型散热器、非硅化密封毛条、高填充 PVC 密封胶条、聚乙烯醇缩甲醛类外墙涂料等。各地方对禁止使用的建筑材料或建筑产品的规定很多是针对民用建筑，在评审绿色工业建筑项目时需要根据实际情况进行选择。

4.2.4 建筑材料品种繁多，通常分类为金属材料（黑色、有色）、非金属材料（无机、有机）、复合材料。根据各类材料用途的不同，对其应具有的物理化学性能要求也不尽相同。关于各类建筑材料应满足的技术要求和性能参数等，国家制定了《室内装饰装修材料人造板及其制品中甲醛释放限量》等九项建筑材料有害物质限量的标准（GB 18580～GB 18588）和《建筑材料放射性核素限量标准》GB 6566 等标准，绿色工业建筑选用的建筑材料中有害物质含量必须符合下列现行国家标准：

《室内装饰装修材料人造板及其制品中甲醛释放限量》GB 18580

《室内装饰装修材料溶剂型木器涂料中有害物质限量》GB 18581

《室内装饰装修材料内墙涂料中有害物质限量》GB 18582

《室内装饰装修材料胶粘剂中有害物质限量》GB 18583

《室内装饰装修材料木家具中有害物质限量》GB 18584

《室内装饰装修材料壁纸中有害物质限量》GB 18585

《室内装饰装修材料聚氯乙烯卷材地板中有害物质限量》GB 18586

《室内装饰装修材料地毯、地毯衬垫及地毯用胶粘剂中有害物质释放限量》

GB 18587

《混凝土外加剂中释放氨限量》GB 18588

《建筑材料放射性核素限量》GB 6566

4.2.5 绿色建材是指在全生命周期内可减少天然资源消耗和减轻对生态环境影响，具有“节能、减排、安全、便利和可循环”特征的建材产品，能够更好地支撑绿色建筑发展。绿色建材需通过相关评价认证，其主要依据是住房和城乡建设部、工业和信息化部出台的《绿色建材评价标识管理办法》等相关文件。

4.2.6 利废材料主要指利用废弃物作为原材料生产出来的绿色建材产品。在满足使用性能的前提下，鼓励利用建筑废弃物再生骨料只做的混凝土砌块、水泥制品和配制再生混凝土；提倡利用工业废弃物、建筑垃圾、淤泥、工业副产物石膏（脱硫石膏、磷石膏）等为原料制作的水泥、混凝土、墙体材料等建筑材料。

可再循环材料包含两部分内容：一是材料本身就是可再循环材料；二是建筑拆除时能够被再利用的材料，如金属材料（钢材、铜）、玻璃、铝合金型材、石膏制品、木材等，而不可降解的建筑材料如聚氯乙烯（PVC）等材料不属于可循环材料范围。充分使用可再循环材料可以减少生产加工新材料对资源、能源的消耗和对环境的污染，对于建筑的可持续发展具有重要的意义。

4.3 室内环境与职业健康

4.3.1 条件许可时，工业建筑合理利用自然通风是有效的节能途径，且可改善室内空气品质，特别对有余热的厂房，首先应采用自然通风。应根据工艺生产、操作人员等实际需要，合理采用自然通风，避免盲目采用机械通风，浪费能源。

自然采光有许多优点：有最好的显色性，为提高生产效率和产品、生活质量创造条件；可节省照明电力；有利于人员的身心健康，是人与自然和谐共处的重要内容。

4.3.2 噪声已成为世界七大公害之一。噪声对人体的伤害基本上可以分为两大类，一类是累积的噪声损伤，指工人在日常生活中每天都要接触的、具有积累效应的噪声，另一类是突然发生噪声所致的爆震聋，其对职工的危害是综合的、多方面的，它能引起听觉、心血管、神经、消化、内分泌、代谢以及视觉系统或器官功能紊乱和疾病，其中首当其冲的是听力损伤，尤其以对内耳的损伤为主。这些损伤与噪声的强度、频谱、暴露的时间密切相关。噪声危害在工业建筑中普遍存在，采取措施降低噪声造成的危害对保护职工健康有重要作用。

对于已采取工程控制措施，且在同行业内无法达到标准要求的情况下，可根据实际情况采取有效的个人防护措施，确保职工的健康。

目前现行有关国家标准包括《工业企业设计卫生标准》GBZ 1、《工业企业噪声控制设计规范》GBJ 87 和《声环境质量标准》GB 3096 等。工艺设备的噪声是工作场所噪声的主要来源，工艺设备的噪声也要符合相应的现行行业标准的规

定，如机械行业标准《棒料剪断机、鳄鱼式剪断机、剪板机噪声限值》JB 9969 等。

4.3.3 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，有利于减少职工的误操作率，减少和防止职业病危害和事故的发生。现行国家标准《安全标志及其使用导则》GB 2894 和《工作场所职业病危险警示标识》GBZ 158 等对相关问题作出了明确规定。

5 结构设计

5.1 一般规定

5.1.1 结构体系应根据建筑功能、高度、形体，采用受力合理、抗震性能良好的结构体系，能够以较少的材料、较小的环境影响代价满足建筑要求，同时应考虑因地制宜、节约材料、施工便捷、安全环保、减少污染等因素。

5.1.3 基础在建筑成本中占有较大比例，应进行多方案的论证、对比，采用建筑材料消耗少的基础方案，因地制宜，从结构安全合理、施工方便、节省材料、施工对环境的影响小等方面进行论证；另工业建筑地面荷载比较大，基础设计及地面设计时应考虑地面荷载的作用。

5.2 主体结构设计

5.2.1 结构抗震设计方案的不规则、特别不规则和严重不规则可根据《建筑抗震设计规范》GB 5011-2010 和《海南省超限审查暂行规定》的有关规定进行划分。为了实现相同的抗震设防目标，形体不规则的建筑要比形体规则的建筑耗费更多的结构材料，不规则程度越高对结构材料的消耗量越多，性能要求越高，不利于节材，应避免采用严重不规则和特别不规则的结构抗震设计方案。

5.2.2 工业建筑的工艺设计比民用建筑复杂，预埋件、预留孔洞等应在施工图设计中与建筑、结构、设备和装修专业进行协调设计。

5.3 材料

5.3.1 结构混凝土应满足现行《海南省预拌混凝土应用技术标准》DBJ 46-018，钢结构应满足现行《海南省建筑钢结构防腐技术标准》DBJ 46-057。

5.3.2 高强钢筋是指抗拉屈服强度达到 400MPa 级及以上的螺纹钢筋，具有强度高、综合性能优的特点。高强钢筋作为节材节能环保产品，在建筑工程中大力推广应用，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，

工业建筑荷载一般比较大，鼓励多采用 HRB500 钢筋。

5.3.3 海南正在大力推广装配式建筑，装配式建筑可以保证建筑质量，提高建筑的施工精度，缩短工期，提高材料的使用效率，降低施工能耗，同时减少建造过程中产生的垃圾和减轻对环境的污染。装配式建筑体系主要包括预制混凝土体系（由预制混凝土板、梁、柱、墙、楼梯等构件组成）、钢结构体系、复合木结构体系等及其配套产品体系，其特点是主要构件在工厂生产加工、现场连接组装。工业化部品包括装配式隔墙、复合外墙、装配式装修厨卫等以及成品门、窗、栏杆、百叶、雨棚、烟道以及水、暖、电、卫生设备等。

5.3.4 鼓励使用当地生产的建筑材料，提高就地取材的比例。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。

6 给排水设计

6.1 一般规定

6.1.1 工艺用水是生产用水大户，是实现节水的重要环节，制定合理的工艺用水方案才能最大程度实现节水的目的和效果。

《中国节水技术政策大纲》规定，工业节水技术主要包括：工业用水重复利用技术、冷却节水技术、热力和工艺系统节水技术、洗涤节水技术、工业给水和废水处理节水技术、非传统水资源利用技术、工业输水管网、设备防漏和快速堵漏修复技术、工业用水计量管理技术、重点节水工艺等。

工业用水重复利用包括循环用水、循序用水以及废水回收利用等。

非传统水资源利用技术：主要为海水直接利用技术，海水和苦咸水淡化处理技术，采煤、采油、采矿等矿井水的资源化利用技术，以及雨水和废水再生回用技术。

重点节水工艺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。

6.1.2 工业建筑应结合区域的给水排水、水资源、气候特点等客观环境状况进行系统规划，制定水系统方案，合理提高资源循环利用率，减少市政供水量和污水排放量。

工业建筑可以利用的水资源包括传统水资源（如市政自来水、自备水源（地表水源或自备井等）），及非传统水源（如市政再生水、经适当处理后回用的废水、雨水、建筑中水）等。

企业自备水源工程应经有关部门批准，并应符合国家现行有关法规、政策、规划及标准的规定。

非传统水资源的选择首先选择规模化生产、水质稳定、供给有保障的水源。当有市政再生水条件时，应优先利用市政再生水。

除生活饮用、盥洗、淋浴等用水外，在满足水质要求的情况下，生产和杂用应充分考虑利用非传统水资源、生产排出的清洁废水等资源，在生物医药和微电

子行业，制备工业高纯水过程中产生的盐浓度较高的废水也应充分利用。

6.1.3 选择热源时，应了解厂区热源情况与可利用的工业产品生产过程中的废热，并全面比较热源利用的经济性后进行合理选择。

6.1.4 工业建筑应选用行业先进的污、废水处理工艺，应确保污、废水处理工程所采取的技术能够确保出水水质达到设计排放标准。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，系统应能够自动启动应急措施。

6.2 给排水系统

6.2.1 给排水系统设置应合理、完善、安全应符合下列要求：

- 1** 给排水系统的规划设计应符合相关标准的规定，如《建筑与工业给水排水系统安全评价标准》GB/T51188、《化学工业给水排水管道设计规范》GB50873 等。
- 2** 给水水压稳定、可靠，满足生产工艺供水要求。供水充分利用市政压力，加压系统选用节能高效的设备；给水系统分区合理，合理采取减压限流的节水措施。
- 3** 根据用水点对水质要求的不同，按照水质设置分系统。给水水质应达到国家、行业或地方标准的要求。使用非传统水源时，采取用水安全保障措施，且不得对人体健康与周围环境产生不良影响。
- 4** 管材、管道附件及设备供水设施的选取和运行不应对供水造成二次污染。各类不同水质要求的给水管线应有明显的管道标识。有直饮水供应时，直饮水应采用独立的循环管网供水，并设置水量、水压、水质、设备故障等安全报警装置。使用非传统水源时，应保证非传统水源的使用安全，设置防止误接、误用、误饮的措施。
- 5** 为避免室内重要物资和设备受潮引起的损失，应采取有效措施避免管道、阀门和设备的漏水、渗水或结露。
- 6** 热水供应系统热水用水量较小且用水点分散时，宜采用局部热水供应系统；热水用水量较大、用水点比较集中时，应采用集中热水供应系统，并应设置完善的热水循环系统。设置集中生活热水系统时，应确保冷热水系统压

力平衡，或设置混水器、恒温阀、压差控制装置等。

7 设置完善的污水收集、处理和排放等设施；应采取雨水、污水、工业废水完全分流制，并应符合所在地区的排水制度和排水工程规划；污水处理率和达标排放率必须达到 100% 。

8 应根据当地气候、地形、地貌等特点合理规划雨水入渗、排放或利用，保证排水渠道畅通，减少雨水受污染的概率，且合理利用雨水资源。

6.2.2 生产废水水质复杂，末端处理前应合理分流排水，例如酸性废水不得与含氰废水混排，混合后可能发生沉淀和产生气体的废水不宜混排；排出的生产废水水质应符合本行业清洁生产标准的要求。

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。

6.2.3 工业用水量较大，使用循环水系统成为工业企业必要的内容，电子信息类工业企业应结合用水设备、水处理系统的用水、排水水量、水质等条件，进行循环水系统的设计，以达到节约用水的目的。设置工业废水再生回用系统对企业节水意义重大，应参考行业清洁生产标准，设计工业废水再生回用系统，工业废水回用率应达到国内同行业基本水平。回用率标准判定参考《绿色工业建筑评价技术细则》第6.2.2条。

设置废水回用系统时，应设置防止误饮、误用的措施；管道应按照规定设置不同的颜色。需要时，经技术经济比较后，可不考虑企业内的污水再生回用系统。

6.2.4 管网漏损率过大直接造成水量浪费，应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。

采取的措施包括但不限于：

1 管材使用的管材、管件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。

2 管件及阀门选用性能高的阀门、零泄漏阀门等，冲洗排水阀、排气阀阀前增设软密封闭阀或蝶阀。

3 供水压力合理设计供水压力，避免供水压力持续过高或压力骤变。

4 给水系统监控用水设备、贮水箱（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。

5 施工及验收符合《建筑给排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50742、《给排水管道施工及验收规范》GB 50268 等国家和行业现行标准规范的规定。

6.2.5 绿化灌溉应采用喷灌、微灌等节水灌溉方式；鼓励采用湿度传感器或根据气候变化调节的控制器。

喷灌、微灌是充分利用市政给水、中水的压力通过管道输送将水通过喷头进行喷洒灌溉，或利用雨水以水泵加压供应喷灌用水。

微灌包括滴灌、微喷灌、涌流灌和地下渗灌等。微灌是高效的节水灌溉技术，它可以缓慢而均匀的直接向植物的根部输送计量精确的水量，从而避免了水的浪费。

6.2.6 水表计量仪器应按照使用用途、付费或管理单元、水量平衡测试和管网漏损检测要求设置，并应符合《节水型企业评价导则》GB/T 7119、《用水单位水计量配备和管理通则》GB 24789等标准规范要求。

1 工业企业给水系统应分级计量，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，二级水表计量的范围为各车间和厂区生产、生活用水量，三级计量范围为重点工艺或重点设备。

2 《节水型企业评价导则》GB/T 7119 要求一级水表计量率达到 100%，二级水表计量率不小于 90%，重点设备或者重复利用用水系统的水表计量率不小于 85%，水表精确度不低于±2.5%。

3 分级水表的设置在需要计量的新鲜水水管网上，在非传统水源、循环用水、串联用水等给水位置设也应设置水表，以满足水平衡测试的要求。

4 对补水量需求比较大的设备，如补水量不小于 1m³/h，可以单独设置计量仪表。

6.3 节水器具与设备

6.3.1 本着“节流为先”的原则，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、水嘴、淋浴器等器具应符合现行行业标准《节水型生活用水器具》CJ 164 的要求，及《节水型产品技术条件与管理通则》GB/T 18870 中节水器具用

水效率等级标准的三级及以上标准要求。公共卫生间洗水盆应采用感应式水嘴或延时自闭式水嘴；蹲式大便器、小便器宜采用延时自闭冲洗阀、感应式冲洗阀；水嘴、淋浴喷头宜设置限流配件。

6.3.2 工业建筑集中空调制冷系统的冷却水补水量很大，减少冷却水系统不必要的耗水对整个建筑物的节水意义重大。

1 开式循环冷却水系统或闭式冷却塔的喷淋水系统受气候、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。应设置水处理装置和化学加药装置改善水质，减少排污耗水量。

开式冷却塔或闭式冷却塔的喷淋水系统设计不当时，高于集水盘的冷却水管道中部分水量在停泵时有可能溢流排掉。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。

2 开式冷却水系统或闭式冷却塔的喷淋水系统的实际补水量大于蒸发耗水量的部分，主要由冷却塔飘水、排污和溢水等因素造成，蒸发耗水量所占的比例越高，不必要的耗水量越低，系统也就越节水。

3 本款所指的“无蒸发耗水量的冷却技术”包括采用分体空调、风冷式冷水机组、风冷式多联机、地源热泵、干式运行的闭式冷却塔等。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，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，有条件时宜优先考虑风冷方式排出空调冷凝热。

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

6.4 非传统水源利用

6.4.1 生产、辅助设施应设置专用的场所，采用循环水、微水、蒸汽冲洗。缺水地区可选用真空节水技术或免水技术。工业企业非生产用水主要有厂区绿化、冲厕、道路清扫、车辆冲洗、建筑施工及消防等，环境用水包括娱乐性景观用水和观赏性景观环境用水。项目可行性研究阶段就应综合考虑非传统水源的利用，

景观环境用水应优先考虑采用雨水、再生水；不缺水的地区绿化宜优先采用雨水。使用非传统水源时，水质应达到相应标准要求，且不应应对公共卫生造成威胁。

6.4.2 结合厂区的地形特点规划设计雨水（包括地面雨水、屋面雨水）径流途径，减少雨水受污染概率。

对屋面雨水和其他非渗透地表径流雨水进行收集、处理和利用的系统，应设置雨水初期弃流装置，可优先选用暗渠收集雨水。

虹吸式屋面雨水系统横管坡度的有无对设计工况的水流不构成影响，经初期径流弃流后水质比较洁净可回用于景观、浇洒等，具有良好的经济效益，应用于大型屋面工业建筑具有优势。

雨水调蓄工程既可以是人工构筑物，如地上或地下的蓄水池，也可以是天然场所，如湿地、坑、塘、湖或水库等。

雨水处理系统应可靠、稳定，处理后的雨水水质应达到相应用途的水质标准。

雨水系统应充分结合项目所在地的气候、地形及地貌等特点，可以与厂区水景设计相结合，也可用于生产、生活、绿化或空调等。

渗透性地表可采取增加雨水渗透量的措施：厂区公共活动场地、人行道、露天停车场的铺地材料采用渗水材质，如多孔沥青地面、多孔混凝土地面等；雨水排放采用渗透管排放系统。另外，还可采用景观储留渗透水池、渗井、绿地等增加渗透量。

降雨的年径流总量和外排径流峰值的控制要求按《建筑给水排水与节水通用规范》GB55020 规定执行。

6.4.3 采用间接冷却的工艺冷却水，受污染程度很轻，经冷却后可循环使用，仅有少量的蒸发、排污等损失；但各类工艺用水的回收利用十分复杂，在生产过程中工艺用水能否回收与生产工艺、使用特点、排水中有害物浓度以及回用水的用途等密切相关。据了解，目前一些电子信息类工业企业工艺用水的回用已做了许多工作，有的企业已经接近本条推荐值。为促进回用水回用率的不断提高，作出本条规定。

6.4.4 为确保非传统水源的使用不带来公共卫生安全事件，供水系统应采取可靠的防止误接、误用、误饮措施。其措施包括：非传统水源供水管道外壁涂成浅绿色，并模印或打印明显耐久的标识，如中水、雨水、再生水；对设在公共场所的

非传统水源取水口，设置带锁装置；用于绿化浇洒的取水龙头，明显标识“不得饮用”、或安装供专人使用的带锁龙头。

7 电气设计

7.1 一般规定

7.1.1 电气设计应在满足生产工艺要求的前提下同时节材节能，其供电电压等级及变配电系统设计应进行全面规划，确定合理可行的变配电系统方案，减少电能损耗，便于维护管理，并在满足现有使用要求的同时，适度兼顾未来发展的需要。

供配电的合理性主要包括但不限于下列几个要点：

(1) 电源：优先利用市政提供的可再生能源，场地内的可再生能源应进行评估，当经济技术合理时方可采用。

(2) 合理确定供电中心：变配电所、配电间及电气竖井尽量设置于用电负荷中心位置，并合理选择供电线路，以减少线路损耗，当变配电所离较大的用电设备较远时，如制冷机房（冷冻机用电量在 400kW 以上时），考虑分散设置变配电所。

(3) 负荷计算是供配电系统的设计依据，应针对各类负荷等级进行负荷计算确定变压器的容量和数量。

(4) 无功补偿：在变配电所设置无功补偿装置，对于大型冷冻机、荧光灯等设备采用就地补偿，以提高功率因数，从而降低线路损耗。

(5) 合理选择变压器：选用高效低损耗的变压器。

(6) 优化的经济运行方式：利用负荷计算合理调配变压器，使建筑物在常规负荷状态时，尽量使变压器以最小损耗方式运行。

7.1.2 电气设计时所选用的设备，必须是经国家主管部门认定的鉴定机构鉴定合格的产品，应优先采用节能产品，并严禁采用国家已公布的能耗高、性能落后的电气产品。

7.1.3 通过对项目地块的太阳能资源、风力资源进行评估，经过技术经济比较分析，合理时宜采用太阳能光伏发电、风力发电系统作为电力能源的补充。

7.1.4 为保证建筑的安全、高效运营，应根据现行国家标准《智能建筑设计标准》GB 50314，设置合理、完善的信息网络系统。建筑内的信息网络系统一般分为业务信息网和智能化设施信息网，包括物理线缆层、网络交换层、安全及安全管理系统、运行维护管理系统五部分，支持建筑内语音、数据、图像等多种类型信息的传输。系统和信息的安全，是系统正常运行的前提，一定要保证。建筑内信息网络系统与建筑物外其他信息网互联时，必须采取信息安全防范措施，确保信息网络系统安全、稳定和可靠。

7.2 供配电系统

7.2.1 本条强调在设计初期应在技术经济比较的前提下，充分结合电网的实际情况，合理选择供电电压等级，力求降低电能消耗，节约能源。

7.2.2 本条规定的是变配电所的数量和位置分布的选择原则，应靠近用电负荷中心，以减少输配电距离，降低输配电损耗，达到节约电能的目的。

季节性负荷主要指季节变化较大地区的空调负荷，当用电负荷较大时，为这些负荷独立设置的变压器，应可以退出运行，以减少变压器的空载损耗和负载损耗，达到节能的目的。退出变压器运行的功能，一般手动完成。

7.2.3 电压偏差的影响：电压偏差过大，会给电气系统和设备的运行带来一系列的危害。电压升高对变压器、互感器的影响主要为两个方面：一是励磁电流增大，铁芯温升增加；二是绝缘老化加快。电压降低时，传输同样功率绕组损耗将增大。

三相电压不平衡的影响：使变压器严重发热，造成附加损耗，引起电网损耗的增加；影响设备正常工作，缩短其使用寿命。不对称负荷常导致三相电压的不平衡，故在配电系统设计时，各相负荷宜分配平衡，且不应超过规定的限定值。

电力谐波在电力系统和用户的电气设备上会造成附加损耗。谐波功率完全是损耗，从而增大了网损。会产生谐波的常见设备有换流设备、电弧炉、铁芯设备、照明设备等非线性电气设备。通过选择低谐波类型的设备可减少电力谐波的产生；同时，对所选用装置不可避免产生的电力谐波，采用配置“谐波治理模块”等手段来减少或消除谐波。公用电网谐波电压（相电压）应不高于谐波电压限值。用户注入高低压电网的谐波电流分量应不高于谐波电流的允许值。

电能质量应满足《电能质量 供电电压偏差》GB/T 12325、《电能质量 三相

电压不平衡》GB/T 15543、《电能质量 公用电网谐波》GB/T 14549、《电能质量 公用电网间谐波》GB/T 24337 等现行国家标准以及国家及地方相关规定的要求。

功率因数是指有功功率与视在功率的比值。功率因数是衡量电气设备效率高低的一个系数，功率因数越高，用电系统运行的效率越高。国务院《关于进一步加强节油节电工作的通知》国发[2008]23 号文件规定：“变压器总容量在 100 千伏安以上的高电压等级用电企业的功率因数要达到 0.95 以上，其他用电企业的功率因数要达到 0.9 以上”。

7.2.4 按敷设方式及外界影响确定的导体载流量，不应小于计算电流，同时还应满足线路保护规定的规定。

当电缆用于长期稳定的负荷时，可按经济电流密度选择导体的截面，这是引用了现行国家标准《电力工程电缆设计规范》GB 50217 中的规定。当电缆用于长期稳定的负荷时，按经济电流截面选择导体的截面，可以有利于节约能源。

7.3 照明系统

7.3.1 第1款，工业建筑照明质量是影响生产制造、实验、装配等环境质量的重要因素之一，良好的照明不但有利于提升人们的工作和学习效率，更有利于人们的身心健康，减少各种职业疾病。良好、舒适的照明要求在参考平面上具有适当的照度水平，避免眩光，显色效果良好。建筑中的室内照度、眩光值、一般显色指数等照明数量和质量指标应满足现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 的有关规定。

第 2 款，对照明产品光生物安全性作了规定，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，为保障室内人员的健康，人员长期停留场所的照明应选择安全组别为无危险类的产品。

第 3 款，光源光输出波形的波动深度又称为频闪比，用来评价光输出的波动对人的影响。当电光源光通量波动的频率，与运动（旋转）物体的速度（转速）成整倍数关系时，运动（旋转）物体的运动（旋转）状态，在人的视觉中就会产生静止、倒转、运动（旋转）速度缓慢，以及上述三种状态周期性重复的错误视

觉，轻则导致视觉疲劳、偏头痛和工作效率的降低，重则引发事故。光通量波动的波动深度越大，负效应越大，危害越严重。

7.3.2 照明功率密度（LPD）是照明节能的重要评价指标，目前国际上采用LPD作为节能评价指标的国家和地区有美国、日本、新加坡以及中国香港等。本条规定了工业建筑及通用房间或场所的照明功率密度限值应符合现行国家标准GB 50034、GB55015的有关规定。

7.3.4 2011年国家发展和改革委员会等五部门发布了“中国逐步淘汰白炽灯路线图”，逐步禁止进口和销售15W及以上普通照明白炽灯。通过实施路线图，取得了良好的节能减排效果。卤钨灯是白炽灯的改进产品，比白炽灯光效稍高，但和细管径三基色荧光灯、金属卤化物灯、LED灯等相比，其光效仍低得太多，因此不能广泛使用；和其他高强气体放电灯相比，荧光高压汞灯光效较低，寿命较短，显色指数偏低，故不采用。

采用不同光源时，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型电感镇流器；（2）金属卤化物灯、高压钠灯应配用节能型电感镇流器，功率较小时可配用电子镇流器；在电压偏差较大的场所宜配用恒功率镇流器；（3）对频闪效应有限制的场所，应采用高频电子镇流器。

灯具的功率因数应符合下列规定：（1）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，使用电感镇流器的气体放电灯可在灯具内设置电容补偿；（2）5W 及以下的 LED 灯具功率因数不应低于 0.5，5W 以上的 LED 灯具功率因数不应低于 0.9。

7.3.5 充分利用天然光是实现照明节能的重要技术措施，在具有天然采光的区域，照明设计及控制应与之结合，宜随天然光照度变化自动调节照度。工业建筑照明宜利用导光管、光导纤维等导光和反光装置将天然光引入室内进行照明。

工厂照明宜按下列方式控制：（1）有自然采光的区域宜单独分组控制；（2）宜按车间、工段或工序分组分区控制；（3）宜按工作班制分组分区控制；（4）大型工厂可采用智能照明控制系统；（5）走廊、楼梯间等场所的照明，宜采取分区、节能自熄等节能控制措施。

7.4 电气设备

7.4.1 作为绿色建筑,所选择的变压器应达到国家现行有关的能效等级中的节能评价值。[D, Yn11]结线组别的配电变压器具有缓解三相负荷不平衡、抑制三次谐波等优点。

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

到目前为止,我国已发布的电气及照明产品能效相关标准如下表所示:

表 1 我国已发布的电气及照明产品能效标准

序号	标准编号	标准名称	分级标准
1	GB17896-2012	管型荧光灯镇流器能效限定值及能效等级	1级、2级(节能评价值) 3级(能效限定值)
2	GB18613-2020	电动机能效限定值及能效等级	1级、2级、3级
3	GB19043-2013	普通照明用双端荧光灯能效限定值及能效等级	1级、2级(节能评价值) 3级(能效限定值)
4	GB19044-2013	普通照明用自镇流荧光灯能效限定值及能效等级	1级、2级(节能评价值) 3级(能效限定值)

续表 1 我国已发布的电气及照明产品能效标准

序号	标准编号	标准名称	分级标准
5	GB19415-2013	单端荧光灯能效限定值及节能评价值	节能评价值、能效限定值
6	GB19573-2004	高压钠灯能效限定值及能效等级	1级、2级(节能评价值)、 3级(能效限定值)
7	GB19574-2004	高压钠灯用镇流器能效	能效限定值、节能评价

		限定值及节能评价值	值
8	GB20053-2015	金属卤化物灯用镇流器能效限定值及能效等级	1级、2级(节能评价值)、3级(能效限定值)
9	GB20054-2015	金属卤化物灯能效限定值及能效等级	1级、2级(节能评价值)、3级(能效限定值)
10	GB21518-2008	交流接触器能效限定值及能效等级	1级、2级(节能评价值)、3级(能效限定值)
11	GB/T24825-2009	LFD 模块用直流或交流电子控制装置性能要求	1级、2级、3级
12	GB 30255-2019	室内照明用 LED 产品能效限定值及能效等级	1级、2级、3级(能效限定值)
13	GB38450-2019	普通照明用 LED 平板灯能效限定值及能效等级	1级、2级、3级(能效限定值)

7.4.3 在工业建筑中普遍使用的水泵及风机等设备耗能较大，当需要调速时，采用较为成熟的变频技术，即可取得很好的节能效果。对于其他一些机电设备或装置也应有针对性地采取一些节能控制措施。例如，建筑中的电开水器等电热设备可以采用时间控制模块，确保在无人使用的时间段暂时停机。同时，垂直电梯应采取群控、变频调速或能量反馈等节能措施；自动扶梯应采用变频感应启动等节能控制措施。

7.5 计量与智能化

7.5.1 通过完善和落实建筑设备管理系统的自动监控管理功能，确保建筑物的高效运营管理。但不同规模、不同功能的建筑是否需要设置以及需设置的系统大小应根据实际情况合理确定，规范设置。当用电设备控制较简单，建筑规模较小时，对于其公共设施的监控可以不设置建筑设备自动监控系统，但应设置简易的节能控制措施，如对风机水泵的变频控制（不包括消防用风机水泵）、不联网的就地控制器、简单的单回路反馈控制等。

7.5.2 分区计量是指按建筑单体和建筑功能进行分别计量；分类计量是指按消耗

的能源种类进行计量；分项计量是指按用途（如工艺设备、照明、空调、采暖、通风除尘等）进行计量。

工业建筑的能源消耗情况比较复杂，节能减排潜力很大。以供配电系统为例，目前已建成的工业建筑，一般没有完全按照工业建筑各系统分别设置供配电装置，导致不能区分系统设备的能耗分布，不能分析和发现能耗的不合理之处。

除分区计量外，新建、改建和扩建工业建筑各种用途的能耗均应进行独立的分类和分项计量，如工艺设备、公用设施各部分能耗的分别计量。

用能的分类、分项计量不仅可优化生产管理和控制，更有利于能耗的比较和分析，为进一步节能提供指引。

综上所述，系统用能应有按区域和用途分别设置的分区、分类和分项计量。

节能监测、能源计量器具配备和管理、能耗计算应分别执行现行国家标准《节能监测技术通则》GB/T 15316、《电力装置电测量仪表装置设计规范》GB/T 50063、《用能单位能源计量器具配备和管理通则》GB 17167 等的规定。

7.5.3 企业能耗数据在线采集、统计、分析与管理，是企业挖掘节能潜力，提高用能管理水平的重要依据，本条对提出企业建立能耗数据在线采集的要求。

按《重点用能单位节能管理办法》，年综合能源消费量 ≥ 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 ≥ 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。

8 暖通设计

8.1 一般规定

8.1.2 净化空调系统的设计有专业的规范，比如《洁净厂房设计规范》GB 500733、《电子工业洁净厂房设计规范》GB 50472和《医药工业洁净厂房设计标准》GB 50457，应满足相应的要求。设计时应确保洁净室（区）的空气洁净度等级、生产环境参数以及作业人员的要求，对洁净室（区）的送风量、新风量应从节约能源的要求出发进行确定。

8.1.3 本条主要强调设备容量的选择应以计算为依据，避免盲目选择过大的空调设备而造成浪费。空调系统在全年大多时间内，并非在100%设计负荷下工作，在确定空调冷热源设备和空调系统时，要充分考虑和兼顾部分负荷时的运行效率。

8.2 空调冷热源

8.2.2 设计时应正确选用冷热媒的供回水温度，在技术经济合理时，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，供冷站可设计为两种不同的供水、回水温度。运行时合理设定冷冻水的供回水温度，可以提高冷热源设备能效比。

8.3 空气调节

8.3.1 通风空调系统风机风压和空调冷热水系统循环泵扬程应通过系统水力计算确定，并应满足以下要求：

（1）通风空调系统风机单位风量耗功率应符合现行国家标准《工业建筑节能设计统一标准》GB 51245 的有关规定；

（2）空调冷热水系统循环泵的耗电输冷（热）比应符合现行国家标准《工业建筑节能设计统一标准》GB 51245 的有关规定；

(3) 提供空调冷(热)水系统和通风、空调风系统的水力计算书,并根据水力计算结果计算空调冷热水系统耗电输冷(热)比和通风系统的单位风量耗功率。

8.3.2 工业建筑合理利用自然通风是有效的节能途径,且可改善室内空气品质,特别对有余热的厂房,首先应采用自然通风。应根据工艺生产、操作人员等实际需要,合理采用自然通风,避免盲目采用机械通风,浪费能源。

对于工业建筑,在过渡季和冬季有供冷需求时,应采用新风降温、利用冷却塔提供空气调节冷水或使用可同时制冷和制热的空调(热泵)产品降低能耗。方案阶段应编写过渡季和冬季暖通空调系统节能措施说明。当采用冷却塔提供空气调节冷水时,应进行技术经济分析。

当工业建筑采用定风量全空气调节系统时,过渡季节应采用全新风运行或增大新风比运行的措施,有效改善空调区内的空气品质,并节省空气处理耗能,应合理设计新风取风口和新风管所需的截面积,妥善设计排风出路,以确保室内合理的正(负)压值。

8.3.3 当项目采用集中空调时,建筑暖通系统设置应满足以下要求:

(1) 应合理选配空调冷、热源机组台数与单台容量,以适应空调负荷全年变化规律,且满足季节及部分负荷要求;

(2) 冷、热源机组的部分负荷性能系数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 的相关规定;

(3) 在技术经济合理的前提下,空调水系统和全空气空调风系统应采用变频技术,并采取相应的水力平衡措施;

(4) 工业建筑应依据建筑各区域使用功能和冷(热)量需求的不同,细分空调区域,并对不同区域进行独立控制。

(5) 锅炉、空调冷冻设备、水泵机组、风机等公用设备(系统)和电气设备(系统)并不会始终在满负荷状态下运行。合理采用有效的节能调节措施(如采用设备变频技术、智能自动控制技术、设备群控技术等),可取得明显的节能效果。

8.3.4 工艺性空调的目的是满足生产和科学研究等的需要,此时空调设计是以保证工艺要求和人员健康为主,室内人员的舒适感是次要的。比如:有的厂房

洁净度10万级就能满足生产要求，就没有必要任意提高洁净度的等级；还有些机械厂房，室内温度全年设计为20℃，实际生产时，夏季可能24℃就能完全满足生产工艺要求。对于这类厂房，在满足生产和人员健康前提下，可考虑适当降低对室内空气参数的要求，但要证实这种调整是有明显节能效果的。

同样，系统的风量（包括新风量）与能耗关系密切，只要能满足生产和人员的健康要求，采用较小的风量（包括新风量）就可起到降低能耗的作用。

8.4 通风设计

8.4.2 采用集中空调的工业建筑，其空调新风量应满足现行国家卫生标准要求的新风量、补风量与保持室内压力所需新风量之和、稀释有害物至国家标准所需新风量和行业标准要求所需新风量的三者之大者，否则将会影响车间内操作人员的身体健康。对于没有采用集中空调的工业建筑，已采用送排风等措施使进入车间内的新风量满足现行有关国家标准的规定，还应满足所在行业现行有关标准的规定。此处只规定了最小新风量，在过渡季节经技术经济比较合理后，可以全新风运行。

对于集中空调的工业建筑，还需保证正压的新风量以及由于工艺排风所需的补风量。对于产生有害物质的车间，通风量还需考虑按照现行国家标准《工作场所有害因素接触限值——第一部分：化学有害因素》GBZ 2.1和《工作场所有害因素接触限值——第二部分：物理有害因素》GBZ 2.2的限值规定进行通风稀释时的通风量。

8.4.3 分层空气调节系统是指只对生产车间内下部空间送风，对上部空间不进行送风的空气调节方式。与全室进行空气调节方式相比，在夏季不仅上部空间不需要送风而减少风系统的动力消耗，且由于只对下部空间送风，上部未送风空间的温度相对较高，这样通过上部围护结构的传热量大大减少，从而使得房间的冷负荷降低。据有关资料表明，分层空调夏季可节省冷量30%左右，可以减少运行能耗和初投资。岗位空调系统特别适合高大厂房且生产工人较少的舒适性空调场所，其最显著的特点就是投资少、运行费用低。

8.5 能量回收

8.5.1 工业建筑的空调、通风（含除尘）系统的排风，往往风量大、相对湿度高、排风温度与室内温度差距明显，蕴藏着很大的能量。有条件时，可依托热回收技术，通过设置全热或显热换热器回收能量，用于新风的预热（冷）或（经必要的净化处理）用于空调的回风等。

经综合比较后，宜选用空压站排热、制冷、空调冷凝热、工业余热等能源综合热回收技术，降低项目的碳排放量。

8.6 可再生能源利用

8.6.1 21世纪以来，在地源热泵应用方面我国很多地区发展较快，但采用地源热泵系统（利用土壤、江河湖水、污水、海水等）要考虑其合理性，如有较大量余（废）热的工业建筑，应优先利用余（废）热；要考虑地源热泵的使用限制条件，如地域条件和对地下水资源的影响等，应注意对长期应用后土壤温度和地下水资源状况的变化趋势预测等。

由于舒适性空调要求一般较低，地源热泵系统较为适用；但工业建筑的工艺性空调要求一般较高或要求较为特殊，采用地源热泵作为冷热源，应对其能提供的保障率进行分析后再使用。

近年来在我国部分地区利用风能、太阳能等可再生能源等对工业建筑进行供暖和空调的项目也逐步兴起，并取得了不错的经济和社会效益，对有条件使用的地区，经技术经济条件分析比较切实可行的，鼓励使用。

8.6.2 空气源热泵系统是利用空气低品位热能的一种常用、方便的方式，并有一定的节能效果，在我国已得到广泛的应用，具体使用时还应根据项目当地能源价格，经技术经济分析比较后再确定。

8.7 监测与控制

8.7.1 为了节省运行中的能耗，集中空气调节系统以及通风排气系统应配置必要的监测与控制。但实际情况错综复杂，工程设计时要求结合工程具体情况通过技术经济比较确定具体的控制内容和方法、仪器仪表等。

8.7.2 加强建筑用能的量化管理，是建筑节能工作的需要，在冷热源处设置能量计量装置，是实现用能总量量化管理的前提和条件，同时在冷热源处设置能量计量装置利于相对集中，也便于操作。目前水系统“跑冒滴漏”现象普遍，系统补水造成的能源浪费现象严重，因此对冷热源站总补水量也采用计量手段加以控制。

8.7.3 在人员密度相对较大，且生产工艺中有危害或者污染气体产生的区域，为保证室内空气质量并减少不必要的新风能耗，宜采用新风量需求控制。即在不利于新风作冷源的季节，应根据室内有害物浓度监测值增加或减少新风量，在有害物浓度符合卫生标准的前提下减少新风冷热负荷。

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