***CECS***

T/CECS ×××-202×

**中国工程建设标准化协会标准**

低碳医院建筑技术规程

Low carbon hospital building technical regulations

（征求意见稿）

**××××出版社**

中国工程建设标准化协会标准

低碳医院建筑技术规程

Low carbon hospital building technical regulations

**T/CECS ×××-202×**

主编单位：中国建筑科学研究院有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：202×年×月×日

**××××出版社**

**202× 北 京**

**目 次**

1　总则 1

2　术语 3

3　低碳设计 5

3.1　一般规定 5

3.2　规划 6

3.3　建筑 7

3.4　结构 12

3.5　暖通 14

3.6　动力 16

3.7　给排水 17

3.8　电气 20

4　低碳施工 27

4.1　一般规定 27

4.2　施工管理 27

4.3　施工临时设施 29

4.4　施工机械设备 30

4.5　施工措施 30

4.6　拆除与回收 32

5　低碳运营与维护 34

5.1　一般规定 34

5.2　低碳运营管理 35

5.3　低碳调适和维护 37

6　低碳评价 39

6.1　一般规定 39

6.2　评价与等级划分 41

本规程用词说明 45

引用标准名录 46

**Contents**

1　General provisions 1

2　Terms 3

3　Low carbon design 5

3.1　General regulation 5

3.2　Planning 6

3.3　Architecture 7

3.4　Structure 12

3.5　Heating, ventilating and air conditioning 14

3.6　Power 16

3.7　Water supply and drainage 17

3.8　Electricity 20

4　Low carbon construction 27

4.1　General regulation 27

4.2　Construction management 27

4.3　Construction temporary equipment 29

4.4　Construction machinery and equipment 30

4.5　Construction measure 30

4.6　Demolition and Recycling 32

5　Low carbon operation 34

5.1　General regulation 34

5.2　Low carbon operation management 35

5.3　Low carbon adaptation and maintenance 37

6　Low carbon evaluation 39

6.1　General regulation 39

6.2　Evaluation and grade classification 41

Explanation of wording in this specification 45

List of quoted standards 46

**1　总则**

**1.0.1**为贯彻落实国家碳达峰、碳中和决策部署，推进医院可持续发展，降低医院碳排放，规范医院低碳建设及评价，制定本规程。

【条文说明】本条明确了本规程的编制目的。2020年9月22日，中国在第75届联合国大会上郑重宣示，力争于2030年前实现碳达峰、努力争取2060年前实现碳中和。随着我国医疗系统持续发展和人口老龄化加剧的双重作用，医疗系统碳排放持续增长，医疗机构的低碳减排将成为实现我国医疗卫生体系高质量发展和双碳目标的必由之路。

2021年，我国发布《深入开展公共机构绿色低碳引领行动促进碳达峰实施方案》，提出“到2025年全国公共机构年度能源消费总量控制在1.89亿吨标准煤以内，二氧化碳排放总量控制在4亿吨以内，在2020年的基础上单位建筑面积能耗下降5%、碳排放下降7%”的目标。《关于推动公立医院高质量发展的意见》指出，公立医院是我国医疗服务体系的主体。医院作为碳排放“大户”，因为其全天运作的长用能时间、大型耗能医疗设备多等特殊性，产生巨大的能耗及碳排放。考虑到我国医院的低碳化目前仍处于起步阶段，大多数医院缺乏具体的低碳建设指引和量化指标要求。因此，本规程的制定目标是为规范医院的低碳设计、低碳施工、低碳运营和低碳评价，助力医院建筑的低碳减排和可持续发展。

**1.0.2**本规程适用于新建低碳医院建筑的设计、施工、运营和评价，低碳改建和扩建可参照执行。

【条文说明】本条提出了本规程的适用范围。为了确保医院建筑在全生命周期内都能实现低碳目标，需要在新建、改建和扩建过程中充分考虑各阶段的低碳技术应用，并开展低碳等级评价。设计阶段是低碳医院建筑的起点，需要从规划、建筑、结构、暖通、动力、给排水、电气七个专业充分考虑减碳要求；施工阶段是建设低碳医院的关键，需要采取有效措施减少施工过程中的碳排放和环境污染；运营阶段是实现医院长期低碳目标的核心。需要采取有效的设备及能源管理措施推动医院运行模式从粗放管理转向精细化管理，持续提升用能效率，降低运营碳排放。此外，低碳评价是对医院建筑低碳化效果的检验和反馈。通过采用规定的评价方法和指标明确医院的实际降碳效果，从而进一步对医院建筑的设计、施工和运营环节进行优化和改进。

**1.0.3**低碳医院建筑应遵循被动优先的原则，利用可再生能源，降低医院建筑碳排放。

【条文说明】本条规定了低碳医院的建设原则。考虑到医院建筑的安全性要求高、医疗流程复杂等特点，应以保障新时代的医疗服务功能需要为首要前提，从适应场地条件和气候特征入手，优化建筑布局，改善建筑的自然通风和采光条件，提高场地舒适度；综合考虑建筑所在地资源条件，最大化利用可再生能源；通过低碳运行管理，降低医院建筑碳排放。

**1.0.4**低碳医院建筑的设计、施工、运营和评价除应符合本规程规定外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

【条文说明】本条明确了本规程与国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的关系。由于低碳医院的建设综合性强、涉及专业多，本规程主要给出了其特殊要求，在进行低碳医院评价时，除符合本规程的规定外，还需要符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

**2　术语**

**2.0.1**低碳医院建筑 low carbon hospital building

在满足医院建筑使用要求的基础上，以较少的化石能源和资源消耗，在全寿命期实现最大限度降低碳排放的建筑。

【条文说明】低碳医院建筑要通过合理规划、精心设计、确保功能，通过采取节地、节能、节水、节材等相关措施来保护环境和降低碳排放，提供安全高效的使用空间，更好地体现医院作为城市生命线、确保人的生命安全和全寿命周期内最大限度地节约资源的理念。

**2.0.2**低碳设计 low carbon design

通过采用绿色、环保的设计理念和技术，以降低建筑全生命期的碳排放为目标，来设计和开发建筑物的过程。

**2.0.3**建筑隐含碳排放 building embodied carbon emission

在建筑全寿命期内，与建材生产与运输、建筑建造、建筑维护及拆除等相关的温室气体排放的总和，以二氧化碳当量表示。

**2.0.4**建筑运行碳排放 building in-use carbon emission

建筑运行阶段使用能源产生的温室气体排放，包括直接消耗化石能源产生的直接排放和外购电力、热力产生的间接排放，以二氧化碳当量表示。

**2.0.5**建筑运营能耗 energy consumption of building operation

建筑在运营使用阶段，除交通工具用能之外，实际消耗的各种能源，包括空调、照明、电梯、医疗设备等的能耗总和，可按照规定的计算方法以人均能耗或单位面积能耗表征使用强度。

【条文说明】医院建筑在运营使用阶段，建筑能耗的统计范围是统计对象在统计报告期内，除交通工具用能之外，建筑实际消耗的各种能源实物量，包括空调、电梯、照明、医疗设备等的能耗。医院建筑中特殊用能区域可分项计量的，如数据中心、中心控制室、信息中心、监控中心等，产生的用能可不计入内。

**2.0.6**梯级储热装置 cascade heat storage

由多个管道式模块罐体组成，形成不同温度梯度的热水储热设施，具备温度显示、自动控制水流线变化的功能。

【条文说明】梯级储热装置是利用水密度随温度升高而变小的原理，热水储存在多段管道式罐体内的设施。储热装置中热水形成不同温度的梯度，便于充分利用储热装置末端高温水，适应不同负荷的状态变化，有利于节约能源，低碳运行。

**3　低碳设计**

**3.1　一般规定**

**3.1.1**低碳医院建筑应根据当地气候环境和场地条件，采用被动式设计降低建筑能源消耗，利用低碳化建材和工业化结构体系降低建筑隐含碳排放，实行能耗分区分项计量精细化管理，推进可再生能源对建筑用能的平衡和替代。

【条文说明】随着全球气候变化的加剧，低碳化设计已经成为医院建筑可持续发展的重要方向，低碳化设计旨在降低医院建筑的碳排放。根据当地气候环境和场地条件，通过合理被动式设计减少对机械通风和人工照明的依赖，降低建筑的能源消耗；采用低碳化建材和工业化结构系统降低建筑隐含碳排放，低碳化建材即绿色混凝土、低碳水泥等生产过程中碳排放较低的建筑材料，工业化结构体系则能够提高建筑建造的效率和质量、减少施工过程中的碳排放；通过对医院各个区域的能耗进行分区分项计量，能够掌握各区域的能源消耗情况，采取针对性的精细化管理，降低医院的运行碳排放；可再生能源利用作为医院建筑低碳化的重要措施之一，可以有效地平衡和替代建筑对传统能源的依赖，进一步降低医院碳排放。

**3.1.2**低碳化设计宜按照下列程序进行：

**1** 设定围护结构参数、室内环境参数和设备能效指标；

**2** 制定合理设计方案；

**3** 利用BIM、建筑能耗模拟软件等工具对设计方案的材料和能源消耗量进行定量分析及优化；

**4** 分析优化结果进行减碳判定。当碳排放指标不能满足目标要求时，修改设计方案，重新进行方案的分析和优化，直至满足目标要求；

**5** 综合评判确定最优的设计方案；

**6** 编制低碳化设计报告。

【条文说明】为了确保设计方案的合理性和有效性，宜按照相应程序进行低碳化设计。首先，设定围护结构参数、室内环境参数和设备能效指标是低碳化设计的基础，这些参数和指标决定了医院建筑的能耗和碳排放水平，需要考虑当地的气候条件、场地特点及医院实际需求来设定；其次，制定合理的设计方案是实现低碳化设计的关键，不仅要考虑医院的实际需求、建筑的功能布局、设备配置等因素制定合理的设备配置方案，还需要考虑建材的选用和施工工艺的选择，以确保设计方案能够在实际施工过程中得到有效实施；第三，利用BIM、建筑能耗模拟软件等工具对设计方案的材料和能源消耗量进行定量分析及优化是实现低碳化设计的必要步骤，这些工具可以对设计方案进行模拟分析，通过不断优化设计从而降低医院碳排放；第四，分析优化结果并进行减碳判定是确保低碳化设计目标实现的重要环节，需要确保设计方案能够满足碳排放指标的要求，如果不能满足目标要求，需要对设计方案进行修改，直至满足目标要求；第五，综合评判确定最优的设计方案是实现低碳化设计的最终目的，最优的设计方案应该是技术可行、经济合理、环境友好、可持续发展等方面的综合最优解；最后，编制低碳化设计报告是对整个低碳化设计过程的总结和记录，包括设计方案的详细描述、碳排放指标的设定和实现情况、减碳措施的落实情况等方面的内容。

**3.2　规划**

**3.2.1**医院场地规划设计应充分利用原有地形高差进行建筑布局，如利用高差布置下沉庭院或半地下室，减少场地的土石方工程量，减小工程施工规模。

【条文说明】在建筑工程设计中，遇到高差较大的地形，应以人为本，尽量尊重自然，因地制宜的解决高差问题，通过对场地竖向标高的分析，采用科学合理的建筑布局，不仅可以利用地形高差创造丰富的建筑空间，还可以减少场地的土方量，减小工程量，从而进一步减少开发成本，更有利于减碳目标的实现。

**3.2.2**医院规划设计时应遵循最小化开发原则，合理控制开发规模，对土地集约化利用，将建筑功能尽可能集中或相对集中布置，保留相对完整的自然区域，宜充分预留集中式绿地、广场等，为设置可再生能源提供场地条件。

【条文说明】在医院规划设计中要贯彻土地集约利用理念，将相近功能组团集中布置，在医院建设项目规划设计阶段，预留充裕的用地更有利于地源热泵等可再生能源的安装，也能减少对周围环境的影响，从而进一步节约资源，提高场地的利用效率，最终实现减碳的目的。

**3.2.3**场地内的建筑布局与形态应使建筑单体获得良好的日照条件，半数以上病房应满足冬至日不低于2h的日照标准。

【条文说明】医院建筑朝向要充分考虑到项目所在地的自然光照条件和通风条件，医院建筑室内采光系数需满足现行国家标准《建筑采光设计标准》GB 50033的相关要求。病房楼宜减少东西向布置，优先选择南北向布置有利于获得充足的天然采光，且降低人工照明能耗，同时有利于建筑使用者的生理和心理健康。东西向日照对夏季空调负荷影响很大，减少东西向建筑有利于降低空调负荷，提升室内舒适度。如果因为场地条件受限无法避免东西向，宜设置外遮阳。

**3.2.4**低碳医院建筑总平面设计宜紧凑布局，合理确定功能分区，科学组织医患、洁污、人车等流线。

【条文说明】医院规划设计要合理进行功能分区，洁污、医患、人车等流线组织清晰，建筑布局紧凑，交通便捷，并应方便管理、减少交通碳排放。

**3.2.5**应依据现场实地情况选择合理的绿化方式，科学配置绿化植物。建筑布局应有利于形成良好的室外风环境，营造舒适的微气候，宜符合下列要求：

**1** 应利用乔木、构筑物及建筑自身布局实现场地遮荫，路面、广场、屋面等硬质铺装采用浅色面层减少得热，减少热岛效应；

**2** 宜合理规划场地内的通风路径，通过设置局部架空、导风廊道、微风通道改善场地风环境；

**3** 综合利用场地采用垂直绿化、屋顶绿化等多维绿化形式，种植适应当地气候和土壤条件的植物，宜采用乔、灌、草相结合的复层绿化方式，提高绿地空间的利用效率，增加院区的绿植碳汇。

【条文说明】建筑场地规划应有利于营造适宜的环境，宜采取如下设计措施：通过场地风环境分析优化建筑空间布局，通过建筑布局、道路走向、局部架空等方法在夏季主导风向上预留风路，营造适宜的室外风环境；控制场地铺装选材的太阳辐射反射系数，优先选用浅色铺装材料，降低场地铺装吸收的太阳辐射热量，改善室外热环境；建筑屋面宜采用屋顶绿化，场地绿化宜采用复层绿化，在活动场地、广场宜设置乔木或构筑物遮荫，降低场地热岛效应。

**3.3　建筑**

**3.3.1**平面布局应适应当地气候条件，使建筑能够利用冬季日照，并将主入口避开冬季主导风向；夏季能够充分利用自然通风和遮阳，减少太阳热辐射；过渡季利用自然通风提高室内舒适度，减少空调使用，实现节能降碳。

【条文说明】本条说明了太阳热辐射、自然通风等对建筑降碳的影响。在冬季最大限度地利用日照多获得热量，避开主导风向，减少建筑物外表面热损失。在春秋季和夏季组织好自然通风，是建筑实现节能降碳一个重要途径。良好的自然通风，既有利于改善室内的热舒适程序，也可减少开空调的时间，降低建筑物的实际碳排放。

**3.3.2**在医院的平面布置中宜采用与平面灵活布局相匹配的管井布置方式，可通过设置集中管井或模块化布置设备机房等方式实现。

【条文说明】在医院设计中，设备管线的敷设在很大程度上制约着医院建筑的空间和布局，主要竖向管井集中设置，可以最大程度的节约建筑面积，有利于建筑平面的灵活布局，集中的管井和设备机房可以最大程度的节约管线长度，在医院后期改造过程中也能够适应灵活多变的功能，减少楼板开洞和加固，从而实现减碳的目标。

**3.3.3**建筑设计宜控制适宜的体形系数和窗墙比，尽量减少凹凸。

【条文说明】建筑物体形系数的大小对建筑能耗的影响非常显著，体系形数越小，单位建筑面积对应的外表面积越小，围护结构的传热损失就越小。从降低建筑能耗的角度出发，应将体形系数控制在一个较低的水平上。但体形系数不只是影响围护结构的传热损失，它还与建筑造型、平面布局、采光通风等紧密相关。体形系数过小，将制约建筑师的创造性，造成建筑造型呆板，平面布局困难，甚至损害建筑功能。因此，在考虑节能设计时，建筑平面外形不宜凹凸太多，力求完整，避免因凹凸太多增大而提高体形系数。在所有几何形体中，球面体体形系数最小，同等条件下能耗最低；窗墙比也是影响建筑能耗的主要因素。因为建筑外窗的传热系数远大于外墙，窗墙比越大，外窗面积就越大，越不利于节能降碳。因此低碳建筑的各朝向窗墙比不宜超过《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021以及当地节能设计标准规定的限值要求。

**3.3.4**结构布置宜采用大空间和大进深的方式。隔墙应采用便于拆改、再利用的轻钢龙骨石膏板墙、玻璃墙、板材墙等可循环利用的墙体材料，减少使用拆改不易的砌块墙。

【条文说明】医院建筑经常会随着需求的不同导致平面布置的变化，建筑平面应具有最大的灵活性。平面采用大开间的布置形式，在满足功能要求的前提下，内部减少设置隔墙，尤其是难以移动的剪力墙等结构构件，可以最大程度的满足医院灵活多变的功能需求。同时，内部隔墙应使用装配式隔墙板、轻钢龙骨隔断、家具等易拆卸和移动的方式来分隔房间。在保证安全的前提下，不使用砌筑材料，在人员经常工作、停留的位置不使用剪力墙，避免结构拆除或者加固。

**3.3.5**热工设计应符合现行国家标准，合理选择低碳的建筑保温隔热材料及门窗系统，宜符合下列要求：

**1** 从减少碳排放的角度，保温材料的选用顺序依次为：XPS挤塑板、033级EPS、039级EPS、PURF（硬泡聚氨酯板）、岩棉板；

**2** 从减少碳排放的角度，外窗的选用顺序依次为：塑钢窗、铝木复合窗（原生铝：再生铝=7:3）、铝塑共挤窗、铝木复合窗（100%原生铝）、断桥铝合金窗（原生铝：再生铝=7:3）、断桥铝合金窗（100%原生铝）。

【条文说明】有研究表明，通过玻璃门窗损失的能耗占到整个建筑能耗的50%，冬季单玻窗损失的热量占供热负荷的30~50%，夏季由于太阳辐射透过单玻窗使室内温度提高而导致的制冷占空调负荷的20~30%。这意味着建筑围护结构和门窗的保温性能至关重要。依据《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366-2019中的碳排放因子推荐值比较保温材料生产阶段的碳排放因子，从大到小排序为：岩棉板>硬泡聚氨酯板>聚苯板>挤塑板。

**3.3.6**室内装修宜简洁化，采用获得绿色建材标识或认证的材料与产品，不应损坏围护结构气密层和影响气流组织。

【条文说明】室内装修的简洁化设计可以减少不必要的装饰和冗余的设施，从而降低医院的能源消耗和碳排放。同时，采用获得绿色建材标识或认证的材料与产品，符合绿色环保的标准和要求，具有较低的碳排放和能源消耗量，有助于降低医院的碳排放和能源消耗量。

**3.3.7**设备管线宜采用架空地板、吊顶敷设、走墙体夹层等方式，实现管线与结构分离。

【条文说明】管线分离是电气、给水排水和采暖管线裸露于室内空间以及敷设在地面架空层、非承重墙体空腔和吊顶内的做法。在传统的建筑中，室内装修用设备管线预埋入混凝土楼板和墙体等结构构件或建筑面层中。这样当设备管线老化时，改造更新需剔凿混凝土，后续的维护成本较高，也影响建筑的使用寿命。在医院建筑中采用“管线分离”技术，因为其管线预留在建筑主体之外，所以预制构件可减少因预埋带来的差异，构件的模块化、标准化程度提高，在施工时现场降低施工难度，大大增加了灵活性，减少了施工过程中的高损耗。采用“管线分离”可以适应正常运行情况下的改扩建、医疗流程的实时更新、设备管线的维修更换。在工厂生产部品部件，现场进行干法施工，现场施工周期短、噪声小、污染少，可以将对正常医疗工作的影响降到最小。

**3.3.8**医院建筑宜对屋顶和立面设置的太阳能集热器、光伏组件等设备设施与建筑进行一体化集成设计，同时预留安装、检修与维护条件。

【条文说明】太阳能集热器、光伏组件等设备与建筑一体化是可再生设备设施与建筑的有机结合，可以为建筑提供大部分甚至全部的能源需求，减少对传统能源的依赖，降低能源消耗和碳排放。

**3.3.9**医院建筑宜选择低碳建筑材料。

【条文说明】低碳建筑材料是指在生产和使用过程中能够减少能源消耗、降低碳排放和环境污染的建筑材料。这类材料通常具有以下特点：

1 低能耗、低排放、低污染：它们的生产和使用对环境的影响较小，有助于减少温室气体排放；

2 可回收利用：这些材料设计时考虑到了资源的高效利用和循环再利用，以减少对新资源的需求；

3 具有优良的节能性能：例如软木、生态纳米乌金石、铝合金材料等，它们能够有效地提高建筑的保温、隔热性能，减少能源消耗；

4 具有环保特性：例如低辐射玻璃、吸热玻璃、热反射玻璃，它们能够减少太阳辐射对建筑内部的影响，提高室内环境的舒适度；

5 具有可持续性：例如竹钢是一种高性能的竹基纤维复合材料，它利用可再生资源，减少了对木材等传统建材的依赖。

此外，还有一些其他类型的低碳建筑材料，如聚氨酯（PU）全发泡保温材料、发泡聚苯乙烯（EPS）、挤出聚苯乙烯（XPS）、胶粉砂浆等，它们在建筑节能方面发挥着重要作用。例如，聚氨酯硬泡喷涂技术用于建筑墙体的保温、防水，而发泡聚苯乙烯和挤出聚苯乙烯则常用于建筑保温材料。

总的来说，低碳建筑材料是实现建筑领域可持续发展的重要手段，它们不仅能够降低碳排放和环境污染，还能够提高建筑的舒适度和功能性。

**3.3.10**医院建筑宜合理采用高强度、高耐久性的建筑结构和装修材料，减少全寿命期的维护次数。

【条文说明】在低碳医院建筑中使用高性能材料能有效降低维护频次，例如使用超高性能混凝土和高性能钢筋材料能减少结构用钢量，达到节能减排、提高结构承载力的目的。高性能绝热材料性能优越，常见的高性能绝热材料有膨胀珍珠岩、气凝胶、硅酸盐、高分子材料等，其优点是具有优异的隔热、隔音、耐腐蚀、防水、防潮、防火等性能。纳米防水涂料具有优异的防水性能，增强了涂层的隔水性能，同时还具有优异的耐候性、耐腐蚀性和抗污染性能。

**3.3.11**保证安全和不污染环境的情况下，宜优先选用可再循环建筑材料。

【条文说明】可再循环材料是指拆除后能被再循环利用的材料，主要包括：金属材料（钢材、铜、铝合金）、玻璃、石膏、木材等，通过减少生产过程中使用新的原材料带来的碳消耗和环境污染来实现可持续发展。充分发挥建筑材料的循环利用价值，对于建筑的可持续性具有非常重要的意义，具有良好的经济和社会效益。

**3.3.12**保证安全和性能的情况下，宜合理选用建筑施工和建筑拆除后的利旧材料和利废材料。

【条文说明】宜最大限度利用建设用地内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材料的生产及运输过程对环境产生的影响。利废建材即“以废弃物等作为原材料生产的建筑材料”，利用粉煤灰、煤矸石、建筑垃圾、尾矿、纸泥、炉渣等废弃物生产建筑材料，具有良好的保温性能和隔热性能，能够减少建筑物的能耗，提高室内舒适度。同时，还可以有效实现资源的再利用，减少碳排放。

**3.3.13**医院建筑低碳改造的减碳潜力评估应包括下列内容：

**1** 建筑规划的现状调研，含功能布局、流线设置及场地绿化等；

**2** 建筑围护结构的现状诊断，含各部分的传热系数、可能存在的热工缺陷和建筑的冷热负荷指标等；

**3** 供暖空调系统的运行诊断，含系统的运行形式、运行效率、能耗量、室外管网水力平衡度、热损失率、可再生能源利用率等。

【条文说明】减碳潜力评估是医院建筑低碳改造的重要环节。应全面考虑医院建筑在规划、围护结构和供暖空调系统等方面的现状和问题，通过深入分析和诊断，找出潜在的减碳空间和措施。这些评估结果可以为后续的低碳改造方案制定提供重要的依据和支持，确保改造方案的有效性和可行性。

**3.4　结构**

**3.4.1**低碳医院建筑设计应选择规则的形体，结构设计应选择资源消耗和碳排放较小的结构体系，其抗侧力构件的平面布置应规则对称、竖向刚度沿竖向应均匀变化、竖向抗侧力构件的截面尺寸和材料强度应自下而上逐渐减小、应避免侧向刚度和承载力突变。

【条文说明】本条文对建筑形体、结构体系和平面布置做了原则性的规定。重点强度结构应选择资源消耗和碳排放较小的结构体系，例如采用混凝土装配式结构体系、钢结构体系等，并进行结构一体化、结构和其他系统集成设计。

**3.4.2**梁板构件进行低碳设计时，宜满足以下要求：

**1** 混凝土梁板按计算配筋设计时，在满足正常使用和舒适度的条件下，宜选用截面尺寸较小的构件、强度等级较低的混凝土和强度等级较高的钢筋；

**2** 混凝土梁板按配筋率构造配筋设计时，宜选用强度等级较低的混凝土和钢筋；

**3** 钢结构梁宜按碳强比进行低碳设计。强度控制时，宜选用强度等级较高的钢材；刚度控制时，宜选用强度等级较低的钢材；

**4** 采用的预制楼板板厚相同时，宜选用预制混凝土叠合板。

【条文说明】本条文对梁板低碳设计提出了具体措施：

1 混凝土梁板需计算配筋进行设计时，梁板的碳排放量受混凝土强度等级、梁板尺寸和钢筋强度等级3个因素的影响，随着构件尺寸减小、钢筋强度等级提高或混凝土强度等级降低而减小；

2 混凝土梁板按构造配筋进行设计时，若固定配筋率控制，梁板的碳排放量随混凝土和钢筋强度提高而提高；

3 钢结构梁属于单一材质材料，可以根据碳强比进行低碳设计。碳强比是结构材料每单位强度产生的碳排放量。碳强比越小，对应材料的碳排放量相对越低。混凝土、钢筋和钢材的碳强比随着材料强度升高而降低，即强度越高，材料的低碳性能越好；

4 预制楼板主要有预制混凝土叠合板和钢筋桁架楼层板两种。在相同工况下，预制混凝土叠合板碳排放量随板厚减小而降低；当厚度相同时，预制混凝土叠合板碳排放量优于钢筋桁架楼层板。

**3.4.3**柱构件进行低碳设计时，宜满足以下要求：

**1** 对小偏心受压的混凝土柱设计时，宜选用强度等级较高的混凝土；

**2** 对大偏心受压的混凝土柱设计时，宜选用截面尺寸较大的构件和强度等级较低的混凝土；

**3** 混凝土柱按构造配筋设计时，纵筋宜选用强度等级较低的钢筋、箍筋宜选用强度等级较高的钢筋；按计算配筋设计时，宜选用强度等级较高的钢筋；

**4** 钢结构柱宜根据碳强比进行低碳设计。强度控制时，宜选用强度等级较高的钢材；刚度控制时，宜选用强度等级较低的钢材。

【条文说明】本条文对柱构件低碳设计提出了具体措施：

1 混凝土柱小偏心受压，柱截面按轴压比相等的原则等效、经验截面模数进行设计时，混凝土强度等级越高，碳排放量越小。通过提高混凝土强度等级减少截面，可以降低柱碳排放量；也可以通过提高纵筋强度等级，降低柱碳排放量；

2 混凝土柱大偏心受压，柱截面按轴压比相等的原则等效、经验截面模数进行设计时，混凝土强度等级越高，碳排放量越大。通过降低混凝土强度等级增加截面，可以降低柱碳排放量；也可以通过提高纵筋强度等级，降低柱碳排放量；

3 混凝土柱构造配筋设计时，混凝土强度越高，碳排放量越低。通过提高混凝土强度等级减小截面，可以降低柱碳排放量；也可以通过降低纵筋强度等级或提高箍筋强度等级，降低柱碳排放量；

4 钢结构柱属于单一材质材料，可以根据碳强比进行低碳设计。

**3.4.4**钢筋混凝土墙构件进行低碳设计时，宜满足以下要求：

**1** 地下室钢筋混凝土外墙宜选用厚度较小的墙体，宜选用强度等级较低的混凝土和强度等级较高的钢筋；

**2** 抗震墙按计算配筋设计时，宜选用强度等级较高的钢筋；构造边缘构件宜选用强度等级较低的混凝土；约束边缘构件宜根据碳排放实际计算量选用相应的材料；

**3** 抗震墙按构造配筋设计时，宜选用强度等级较低的混凝土。

【条文说明】本条文对钢筋混凝土墙低碳设计提出了具体措施：

1 地下室钢筋混凝土外墙的碳排放量随着墙厚减少、混凝土强度降低、钢筋强度提高而降低，其中，墙厚影响最大。

2 抗震墙按计算配筋设置构造边缘构件时，其碳排放量随着混凝土强度降低、纵筋钢筋强度提高，碳排放降低。按计算配筋设置约束边缘构件时，其碳排放量随着混凝土强度的提高，先减小后增加；抗震墙先用混凝土强度等级时，尽量使轴压比宜略小于0.2（9度一级）、0.3（6、7、8度一级）和0.4（二、三级），此时碳排放量最小，碳排放量随着钢筋强度的提高而降低。

3 抗震墙按构造配筋进行设计时，抗震墙的碳排放量随着混凝土强度、钢筋强度或竖向分布钢筋率的降低而降低。

**3.5　暖通**

**3.5.1**低碳医院建筑在施工图设计阶段，应对设置供暖、空调装置的每一个房间进行热负荷和逐项逐时冷负荷计算。宜利用能耗模拟计算软件等工具进行设计方案的定量分析及优化。

【条文说明】在施工图设计阶段，冷热负荷的准确计算对设备选择、管道设计和调适运行起到关键作用。低碳医院应根据项目所在地典型年气象参数，进行全年8760个小时的逐时负荷计算。利用能耗模拟计算软件等工具根据医院各科室的使用需求、室外气象和季节等动态变化，建立模型，生成可控参数的前馈调控机制，进行设计方案的定量分析，可为获得最优设计方案提供依据。

**3.5.2**空调冷源与热源应根据医院建筑的规模、功能、所在地气候特征、当地能源条件及国家的节能降碳和环保政策相关规定，综合经济技术因素进行性能参数优化和方案比选。

【条文说明】空调冷热源首先要满足医院各科室内末端空气处理设备冷热量的需求和运行时间，并重点保障洁净手术部等医院内重点科室的使用需求。洁净空调系统的供冷时间一般都比医院其他科室长，冷源应能满足延长和提前供冷的需求。

不同形式冷热源设备的能效值、运行可靠性、安全性以及对环境的影响都有一定的差异。

**3.5.3**冷热源宜优先利用可再生能源，采用绿色低碳技术并选择更高能效的供冷供热设备。

【条文说明】供暖空调冷热源宜优先利用可再生能源，减少化石能源的使用，减少碳排放。此外，宜依据冷热负荷特征，优化确定空调再热方案或采取适宜的绿色低碳技术。医院中部分科室的空气处理过程需要再热时，应优先利用余热、废热作为送风再热热源。当部分科室有同时制冷、制热需求时，可采用冷凝热回收技术，充分回收利用冷凝废热。对于全年需要供冷的科室，可采用自然冷却技术，充分利用室外冷空气，从低温空气中获得冷量，减少制冷机组开启时间。

**3.5.4**门诊部和普通病区的病房，除了污染较严重或有压力梯度要求的科室外，其他有外窗的房间，过渡季节宜优先采用自然通风。

【条文说明】当室外空气条件适宜时，在满足卫生条件的前提下，可以通过合理的建筑设计和布局来实现自然通风。充分利用自然通风可以减少对机械通风和空调系统的依赖，降低能耗，减少碳排放。

**3.5.5**空调系统宜根据各科室的空调负荷特性及使用时间划分，尽可能缩短空调系统服务半径，减少管材消耗并降低设备能耗及相关碳排放。

【条文说明】空调通风系统中，风机的功率与风量、风压成正比。同理，空调水系统中，水泵的功率与流量、扬程成正比。无论是空调通风系统还是空调水系统，风量（流量）和风压（扬程）的增加，都会导致设备功率的增加。缩短空调系统服务半径可以降低空调系统输送能耗，提高输送比，有效减少能源消耗和碳排放。

**3.5.6**条件允许的情况下，宜采用局部性供暖或空调满足区域的环境要求。

【条文说明】局部性空调较全室性空调有较明显的节能效果。对于医院内的高大空间，如门诊大厅、住院大厅等，可采用分层式送风或下部送风等气流组织方式，以达到节能降碳的目的。

**3.5.7**在保证空调系统全年安全可靠运行的基础上，宜合理设置高效的新风热回收系统。

【条文说明】医院较一般公共建筑，新风量较高。在满足卫生安全的前提下，设置高效的新风热回收系统，不仅能够满足各科室新风量的供应要求，而且通过回收利用排风中的能量降低建筑供暖供冷需求，可以有效降低新风负荷，从而降低空调系统能耗。设置热回收系统时要综合考虑节能减碳效果和经济性。

**3.5.8**通风空调系统、冷热源设备宜根据科室使用需求、末端设备运行时间等，变工况运行。

【条文说明】低碳医院建筑宜考虑设置楼宇自控系统。根据房间内实际温度和湿度情况动态调节空调系统的运行模式，以保持安全舒适的室内环境。自控系统可以满足不同科室的用能需求，当末端设备需要供暖或制冷时，系统可以自动调节冷热源设备的运行模式，以提高能源利用效率，节能降碳。

**3.5.9**空调系统所使用的冷热源主机、循环水泵、通风空调等用能设备宜采用变频调速技术。

【条文说明】医院内空调系统的负荷变化幅度较大，进行变负荷调节时往往为变速调节。采用变频调速技术可以根据实际需要灵活调节系统运行状态，匹配系统负荷的变化。变频调速技术的节能效果明显，具有较高的经济性和节能效果。

**3.5.10**制冷机房宜采用智能控制和人工智能技术，实现机房系统无人值守和自动运行。

【条文说明】智能控制技术可以根据医院各科室的使用需求和季节变化，实时监测和分析制冷机房内设备的运行数据，动态调整制冷系统的运行模式和参数，实现精确控制和优化管理，最大限度地降低能源消耗，提高系统能效。可通过人工智能技术，例如用智能巡检机器人代替人工，自动执行机房巡检任务，实现少人甚至无人化管理，减少人工成本。

**3.5.11**通风、空调系统可根据室内环境参数的监测数据及设定值实现变频调节。

【条文说明】为避免交叉感染，应保障医院内的空气质量。当监测的室内温湿度、PM10、PM2.5、CO2等污染物浓度值高于限值时，监测系统应做出警示，空调通风系统可根据监测的空气质量数据自动调整通风量，实现精确控制，节能降碳。

**3.6　动力**

**3.6.1**医院建筑中作为热源、蒸汽源的锅炉热效率应不低于现行相关规范要求。锅炉烟气宜进行余热回收利用。在条件允许的情况下，供热热源宜优先考虑可再生能源或锅炉供热与多种可再生能源系统的耦合设计。

【条文说明】我国各地正在陆续推出对常规能源供热的使用限制，低碳医院建筑供热热源宜优先考虑可再生能源的利用或锅炉供热与多种可再生能源供热多能互补的供热系统，实现低碳的目标。

**3.6.2**供中心供应消毒、洗衣房用蒸汽的蒸汽源宜尽量靠近终端用户设置。

【条文说明】中心供应使用蒸汽的设备主要有清洗消毒机和高温灭菌器等；洗衣房使用蒸汽的设备主要有洗衣机、烘干机、烫平机等。中心供应、洗衣房均为间歇运行，用汽时间一般在8点至18点之间。在设备停用后，管道内仍充满蒸汽，设备停用期间蒸汽不断凝结，在下次运行开始时需排放一定时间凝结水后才能再次使用。蒸汽气源与终端用户距离越远蒸汽供汽和回水管道的损失能量越大，因此在条件允许的情况下尽量使蒸汽热源靠近终端用户，减少输配管道损失，提高能源使用率，节能降碳。

**3.6.3**医疗空气系统的空压机应在满足用气需求和供气安全的条件下，设置合理的空压机台数，同时应合理设置压缩空气储气罐容积，减小设备启停及运行时间。对于压缩空气用量变化较大的医疗空气系统也可考虑搭配变频空压机使用。

【条文说明】医院建筑中医疗空气系统主要用在手术室、抢救、重症等生命支持区域。在中、大型医院中空压机功率较大，且应保证24h不间断供气。医院运行过程中压缩空气用量波动较大，如手术室区域使用压缩空气的时间主要集中在白天，因此合理设置空压机台数，使空压机根据需求量逐台追加或卸载，实现梯级供气，在保证供气安全的前提下实现按需供气，降低设备耗能。此外，如储气罐设计合理，使系统中压缩空气具有一定的储气量，在医院夜间压缩空气量使用较少时，可实现夜间空压机不需供气，来节约电能。另外，根据医院科室的设置如整个系统压缩空气用量变化较大，也可搭配1台或多台变频空压机，降低系统运行能耗，节能减排。

**3.7　给排水**

**3.7.1**医院建筑宜结合医疗功能、建筑高度、物业管理模式、设备维保等多方面因素进行系统分析，选择合适的生活给水分区供水方式。

【条文说明】对于高层医院建筑，一般低层部分采用市政水压直接供水，中区和高区采用分别设置变频调速泵组，向对应的分区供水；也可采用一组变频调速泵组供水，中区经减压阀减压供水。此两种供水方式的各分区内再用支管减压阀局部调压，运行能耗与系统用水量、设计秒流量、用水均匀系数、分区高度、控制方式等密切相关，须结合项目具体情况进行量化分析，择优选用。有集中热水供应系统的医院建筑，推荐采用分设变频泵组的分区供水方式。

**3.7.2**二次加压泵房宜靠近用水负荷中心或供水水压要求高的科室，在条件允许的情况下宜采用智慧化的技术措施，为智慧医疗建筑水系统预留条件。二次加压泵站的数量、规模、位置和供水水压宜根据当地给水条件、医院规模、建筑高度及分布、使用标准、安全供水和节能降碳等因素合理确定。

【条文说明】随着信息技术的不断发展和广泛应用以及互联网技术的普及，水务行业信息化得以深入推进。智慧泵房包括泵房设计布局、设备管道安装、电控系统、安防系统、通信模式、管理制度等标准模板，另设置其他可选标准模块以满足不同的用户需求。智慧泵房将用户感知、能源管理、智能识别、人机互动、水质保障、降噪减振、供电保障等一系列系统进行有效集成，提升设备的使用寿命、规避水污染风险，降低漏水率，实现低碳节能，保证医院用水的便利、舒适与安全。

**3.7.3**根据各个科室宜独立核算及分区计量管理的要求，设置具有远传功能的水表。

【条文说明】分级计量有助于不同科室用水量的独立核算，采用具有远传功能的水表可以提高后勤管理的效率和准确性。

**3.7.4**公共卫生间、医护卫生间小便器、蹲式大便器宜配套采用延时自闭冲洗阀、感应式冲洗阀、脚踏冲洗阀，洗手盆宜采用感应式或延时自闭水嘴。

【条文说明】医疗建筑内卫生器具多，为了满足低碳的目标，同时兼顾卫生安全、感染控制因素，采用延时自闭冲洗阀、感应式冲洗阀、脚踏冲洗阀，在使用者离开后，会定时自动断水，具有限定每次给水量和给水时间的功能，有较好的低碳性能。

**3.7.5**采用可再生能源作为集中热水供应的热源时，宜采用梯级贮热热水机组。热水机组及可再生能源制热系统应由国家认可的认证机构进行检测认证。

【条文说明】可再生能源为低密度能源，需要较大的贮热设施。生活热水用水存在峰谷时段，用水量变化较大，为保证热水供应的稳定可靠，需要设置贮热设施。贮热设施长期保持50℃以上的设计温度，影响新能源设备制热效率且存在较大的能耗和散热损失。《生活热水机组应用技术规程》T/CECS 134-2022引入了梯级贮热的理念，并给出了梯级贮热装置系统设计、设备选型的规定。梯级贮热装置可与太阳能、热泵机组等非常规能源耦合使用，具有根据不同水温梯段调节制热的系统设计和自动控制措施，充分利用不同热源的最佳运行工况，通过调节高、中、低温度梯段，实现热水的梯级贮热。

**3.7.6**集中生活热水供应系统热源宜符合下列要求：

**1** 供暖地区的集中生活热水供应系统宜与集中供暖系统共用热源。当单独设置热源时，宜根据项目特点、能源条件进行技术经济比较后确定；

**2** 宜利用余热、废热、地热、太阳能、空气源热泵、水源热泵等作为集中热水供应热源，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；

**3** 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；

**4** 有光伏、风电等绿电供应条件的地区，宜采用绿电作为集中热水系统的热源。

【条文说明】集中热水供应系统是建筑给水排水中的主要耗能系统，热源的合理选择对节能降耗有重要意义。设计集中热水供应系统时，宜对医院的能源和环境条件、使用要求等进行分析，全面考虑，选择合适的热源。利用余热、废热或地热作为热源时，为了保证热水系统供水可靠性，首先确认热源的稳定和可靠，以避免因热源不稳定导致增设加热系统、增加系统控制复杂性和运行管理难度，影响节能效果。采用绿电是生活热水能源转换的重要措施，也是实现可再生能源应用的主要方式，是实现集中生活热水电气化率的前提条件，有条件的地区在保证集中生活热水不间断供应的前提下宜优先选用绿电作为集中生活热水的热源。

**3.7.7**集中热水供应系统的监测和控制宜符合下列规定：

**1** 宜监测系统的热水耗量、总供热量；

**2** 宜监测各分区每日用水量、供水温度；

**3** 装机数量大于等于3台时，宜采用机组群控方式。

【条文说明】集中热水供应系统设置热水耗量、总供热量、各分区每日用水量、供水温度监测系统，可以方便统计耗热量、热水供应量，便于碳数据的核算。装机数量较多时，采用机组群控方式可使机组的运行性能达到最佳，实现低碳运行。

**3.7.8**为保障医疗工艺用水系统出水水质，宜充分分析原水水质选取适宜的处理工艺，若使用一级反渗透工艺水质已达标，不宜过高选用工艺水平。医疗工艺用水水处理系统宜收集并回用反渗透浓水。

【条文说明】医疗建筑医疗工艺用水制备采用的反渗透处理方式会产生大量的反渗透浓水，浓水从其水质和水量方面来说都是非常优质的建筑中水水源，直接排放是一种浪费。医疗建筑宜对这部分废水进行分析，将其以最经济合理的方式进行循环利用，这对医院低碳运行有着重要意义。

**3.8　电气**

**3.8.1**　变配电系统在符合其他设计规范的同时，应满足下列要求：

**1** 医院变配电所布局应统筹考虑各区域负荷中心和配电半径，变电所到下一级配电点的平均负荷距离，不宜超过150m；

**2** 应选用《电力变压器能效限定值及能效等级》GB 20052规定的1级能效变压器；

**3** 集中设有4台及以上变压器的变配电室应统筹优化配电系统，在保证供电可靠性前提下宜具备节能运行方式的转换功能；

**4** 单台用电设备容量为250kW及以上或单体建筑变压器安装容量为160kVA及以上时，宜采用6kV及以上电压等级供电。

【条文说明】医院相对一般建筑规模大，多为高压供电。第一，要求变配电所布局靠近负荷中心和大功率用电设备，机电系统的主要设备机房布局合理，低压平均配电距离不超过150m；系统低压平均供电距离为变配电所能量矩与系统测算的年总用电量之商。测算的变配电所能量矩为各配电点的年能量矩之和，能量矩为负荷年用电量与负荷到变配电所的距离之积。第二，医院用电设备多，要求设计选用1级能效变压器可以提高变电效率、降低损耗和发热量，适合医院进一步实现节能减排；第三，对于具备条件集中设置4台及以上变压器的变配电室要进行精细化设计，统筹优化两套或多套低压系统母线段和双电源出线的组合方式，赋予变配电系统灵活运行能力，具备节能运行方式转换功能。第四，通过对低压单台大容量设备及单体建筑低压供电容量的限制，减少低压损耗。

**3.8.2**配电系统在符合其他设计规范的同时，应满足下列要求：

**1** 按用电设备性质、所处房间或区域、控制方式、运行条件、运行工况等分别设置不同可控操作控制的网格；

**2** 采取无功补偿措施低压侧功率因数大于等于0.95；

**3** 系统采取谐波治理措施。

【条文说明】医院的低压配电系统相对一般建筑大而全，系统复杂，低压柜、干线和配电箱设计使用数量多，是设计优化重点。第一，在根据负荷的要求分别设置配电系统的基础上，通过设置不同的网格，方便分析判断能源的使用情况；第二，医院用电设备多，提高低压测功率因数，进一步节能；第三，医院用电设备多，变频设备多，系统谐波大，采取谐波治理措施提高供电可靠性也利于节能。

**3.8.3**照明光源及系统控制应根据医院各场所特点设置，并应符合以下要求：

**1** 有天然采光的区域，应随天然光照度变化自动控制人工照明；

**2** 地下或无外窗空间应合理设置导光管系统采光；

**3** 照明光源及镇流器等驱动电源装置的能效等级应达到2级及以上，灯具的效率或能效满足《建筑照明设计标准》GB 50034的规定值；

**4** 房间照明功率密度设计值应低于现行规范中的照明功率密度限值；

**5** 地下车库应按停车位、行车道分别控制照明，停车位应设置自动控制装置；

**6** 走廊、楼梯间、卫生间、开水间等场所，应对照明支路灯具采用自动感应开关分组控制；

**7** 门厅、电梯厅、休息厅等场所，应设置自动感应和定时控制装置。

【条文说明】医院各场所照明灯具与控制装置要结合具体环境条件进行精细的配置。第一，要求天然采光好的区域要充分利用自然光照明，人工照明灯具与控制装置要具备自动调节功能；第二，要求在具备导光管系统布设条件的地下或无外窗空间中引入天然光照明，提高照明质量并非要求固定不变的恒定照度，天然光的全光谱和自然规律的变化对保持人体生物节律正常运行具有重要作用，要创造条件以多种方式更好利用自然光照明；第三，关注光源及整流器的能效，提高灯具的能效。第四，控制房间的功率密度值低于现行规范，满足节能要求。第五，医院地下车库面积相对较大、车位较多，而且通常需要24h服务，本款要求停车位与行车道的照明分别控制，可以采用适合的自动控制方式大幅度减少停车位区域不必要的照明能耗；第六，对于医院的走廊、楼梯间、卫生间、开水间等场所，照明支路适合采用自动感应开关分组控制；第七，对于医院的门厅、电梯厅、休息厅等场所，照明控制要符合医院日常运行时间规律，还要具备灵活性，需要自动感应和定时控制相结合。

**3.8.4**主要配电设备的能效及控制应满足下列要求：

**1** 低压交流电动机应选用高能效的产品，能效指标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中二级能效限定值的规定；

**2** 低压变频调速设备应选用高能效的产品，能效指标不应低于现行行业标准《变频调速设备的能效限定值和能效等级》NB∕T 10463中二级能效限定值的规定；

**3** 开水器应选用高效的产品，能效指标不应低于现行行业标准《商用开水器能效限定值及能效等级》T/DZJN 41-2021中的一级能效规定，应按照工作时间控制开停；

**4** 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；

【条文说明】医院电机类、变频类、电热类设备较多，设备的能效提高实现被动式节能。第一，涉及大量风机、水泵，虽然是暖通、给排水专业的设备，因是用电设备，从电气节能的角度也要提出设备能效的要求。第二，对变频装置的要求。第三，医院开水器使用量大，开水器成本低，要求一级能效也较容易做到，按照工作时间控制开停可避免不使用的时间段反复加热；第四，医院电梯数量多，也是节能的重点。

**3.8.5**　信息化机房选用的不间断电源UPS装置应符合下列规定：

**1** UPS设计选型应明确满载效率不低于94%，半载效率不低于85%；

**2** 应按N+1备份原则选用模块化的UPS装置并智能分配负载，运行负载率应不低于0.3；

**3** 直流系统蓄电池单体初始充放电能量效率不应小于88%。

【条文说明】不间断电源UPS越来越成为保障医院各种医疗设备和信息化系统正常运行的必备产品之一，不同医院设计的UPS容量大小、台数多少、系统形式不同，应提出明确的效率要求。第一，要求结合UPS容量和台数选型，核实选用UPS的满载效率、半载效率；第二要求采用模块化的UPS装置，具备智能分配负载的功能和灵活的扩展能力，避免UPS低效运行；第三对于医院UPS蓄电池效率的要求采用国标《电力储能用铅炭电池》GB∕T 36280，电池单体初始充放电能量效率不应小于88%。

**3.8.6**具备太阳能利用条件的医院建筑应设置光伏发电系统。

【条文说明】本条要求医院建筑充分利用具备的太阳能条件设置光伏发电系统，例如可结合医院的屋顶、幕墙、连廊、遮阳棚、休憩设施等多种场景采用光伏一体化方式建设，并可以在光储直流系统中选用光伏成套产品为配套的LED照明灯具、背景音乐广播、信息显示屏等直流装置供电，更普遍、更高效地就近使用光伏电源直接供电，削减间接碳排放。

**3.8.7**医院充电基础设施建设应符合以下要求：

**1** 地上充电车位宜设柔性直流快速充电桩；

**2** 地下充电车位宜设交流或柔性直流充电桩，并分级限定充电参数；

**3** 电动汽车充电能耗应在分项计量系统中单独分项计量。

【条文说明】医院停车场需要解决在医院的停车充电问题，采用柔性充电桩可以对新能源汽车充电过程进行柔性调控。第一，地上的机动车充电车位设有柔性直流快速充电桩时，可以按不同场景调控充电功率，满足快速补电需求；第二，对于地下的机动车充电车位，采用交流充电桩时宜控制PWM占空比信号，采用柔性直流充电桩时宜控制总线信号，合理分级限定充电参数，按不同场所、不同电池特点监控使用的充电功率、SOC等参数；第三，电动汽车是交通工具，充电能耗不应与建筑本体用电、医技系统用电混合计量，分项能耗清晰准确可为低碳医院计量识别碳排放创造有利条件，在医院提供新能源汽车充电服务的同时明辨医院本身的低碳运行效果。

**3.8.8**医院应设置电气系统、能效管理系统，并应符合以下规定：

**1** 按照明插座用电、空调用电、动力用电、特殊用电、可再生能源等进行分类计量；

**2** 按科室及上述分类计量；

**3** 末端设备，55KW以上电机、电开水器单独计量；

**4** 设置建筑设备监控系统，空调、动力系统通过自动控制使系统运行在节能状态。

【条文说明】医院是能耗大户，电气能耗在各种能耗中占比最高，为实现低碳减排，首先加强电气系统能效管理。医院用电分项计量，见下表：

**医院用电分项计量结构表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 计量 | 变压器低压出线 | 变电所低压出线 | 科室、设备末端 |
| 计量内容 | 有功功率，无功功率，视在功率，频率，线电流，线电压和中性点电压，功率因数和总谐波畸变电压，与RMS（均方根）值相关的总谐波畸变电压和与基波相关的总谐波电流，与RMS（均方根）值相关的总谐波电流 | 有功功率，无功功率，视在功率，频率，线电流，线电压和中性点电压，功率因数 | 有功功率 |
| 分类 | 分项 | 一级能耗子项 | 二级能耗 |
| 市电 | 照明、插座用电 | 照明干线用电 | 各科室照明用电 |
| 公共区域照明插座用电 |
| 医疗干线用电 | 各科室医疗（插座）用电 |
| 室外景观照明用电 | / |
| 空调用电 | 冷热站用电 | 冷热源机组 |
| 冷冻泵及采暖泵 |
| 冷却泵 |
| 冷却塔 |
| 空调末端用电 | 全空气机组及新风机组 |
| 风机盘管 |
| 分散空调 |
| 动力用电 | 电梯用电 | 电梯设备 |
| 辅助设备 |
| 水泵用电 | 给排水系统 |
| 生活热水热源 |
| 非空调通风用电 |  |
| 消防用电 |  |
| 特殊用电 | 信息与智能化中心 | 信息与智能化中心设备 |
| 信息与智能化中心专用空调 |
| 手术部、放射科、ICU等变电所放射供电的医疗用电 | 医疗及医疗设备用电 |
| 相关空调、制冷设备用电 |
| 动力站、中心供应室、厨房、洗衣房、太平间等变电所放射供电的保障性用电 | 相关设备用电 |
| 本地电源 | 柴油发电机、可再生能源 | 发电机 |  |
| 光伏发电 | 直流用电设备 |
| 风能发电 | 直流用电设备 |
| 双向 | 充电桩 | 充电桩双向计量 |  |

**3.8.9**医院建筑宜按主要建筑单体和科室部门功能对碳排放进行分区、分类、分项计量。

【条文说明】在电气能效管理的基础，医院建筑宜按照医技楼、住院楼、门急诊楼等进行分区碳排放计量，并实现分类、分项计量。医院建筑的碳排放计量管理需要对物联网用能设备采用专业化的边缘云数据处理和存储技术，安全、高效实现分区、分类、分项计量管理。

4　低碳施工

4.1　一般规定

**4.1.1**医院建筑施工前应编制低碳施工专项方案，进行低碳施工策划和施工碳排放量测算，实施降碳目标管理，开展施工碳排放的计量。低碳施工方案应包括以下内容：

**1** 应有施工阶段碳排放目标、施工阶段能耗指标；

**2** 应有明确的施工节能减排措施；

**3** 应有施工现场能源供应方案，宜采用清洁能源作为施工现场能源；

**4** 应有节材措施，分类处理施工产生的固体废弃物并最大化回收利用。

【条文说明】低碳施工，方案先行。本条提出了低碳施工策划、碳排放量测算、编制专项方案等要求，并规定了低碳施工方案应包括的主要内容。

**4.1.2**医院建筑低碳施工应采用先进的施工方法和技术措施，宜选用低能耗、低排放的新技术、新设备、新材料和新工艺。

【条文说明】低碳施工应根据设计文件和当地施工经验，因地制宜采用先进的、低排放的施工技术、施工工艺、绿色低碳建材和低能耗设备，降低施工碳排放。

**4.1.3**医院建筑施工宜采用智慧工地信息化平台进行管理，对施工阶段用能和碳排放进行监测。

【条文说明】智慧工地管理平台通常都有能源管理模块，通过智慧工地信息化平台和智能电表采集，便于对施工过程的用能分类计量和统计，实现碳排放的实时监测。

4.2　施工管理

**4.1.1**在工期允许的情况下应合理安排作业内容，减少夜间作业、冬期施工和雨天施工。

【条文说明】夜间作业需要增加照明措施，冬期施工对某些工序需要采取保暖加热措施和保暖措施，雨天施工需要采取排水和照明措施，以上三种条件作业均需增加能耗，故应尽量避免和减少。

**4.1.2**医院建筑施工应合理布置施工现场，减少场地内二次搬运。

【条文说明】合理布置施工总平面图的目的是尽量减少现场材料和设备的场内运输或搬运，减少相应的能源消耗，也尽量避免现场临时设施的场内搬迁。

**4.1.3**有条件的地区，应采用预拌混凝土和预拌砂浆；无供应条件的地区，宜设置集中搅拌站。

【条文说明】本条规定的措施目的一方面是提高混凝土和砂浆的质量，另一方面也减少了材料损耗和施工污染，降低了施工碳排放。

**4.1.4**施工周转材料应符合下列规定：

**1** 除现场模板外的非实体材料可重复使用率不宜低于70%；

**2** 模板宜使用铝合金模板等新型模架体系，采用木模板周转次数不宜少于5次，钢模板周转次数不宜少于50次。

【条文说明】施工单位根据工程具体情况。优先采用高周转率的新型模架体系，如铝合金、塑料、玻璃钢模板，大模板，钢框镶边模板，钢龙骨或钢木组合龙骨。根据施工经验和消耗量定额，针对不同的模板类型，分别提出了周转次数要求，减少周转材料的消耗，降低碳排放。

**4.1.5**低碳医院建筑用的建筑材料和设备的选用应就近原则，500km以内的建筑材料和设备质量占比大于70%。

【条文说明】建筑材料和设备的场外运输能耗的施工碳排放的主要来源之一，提出了就地取材和设备材料最大运距的要求。本条中所指的建筑材料和设备主要包括建筑实体工程用的材料和设备，不包括施工过程中周转使用的材料和设备，比如模板、脚手架、施工临时设施等，这些材料通常就近采购或者租赁。由于不同材料的容重差别很大，若按体积计量，不方便统计，也不客观，故规定按重量进行统计占比。

**4.1.6**施工前应合理规划建筑材料和设备的运输方案，宜采用低碳的运输工具，集中满载方式集中配送。

【条文说明】合理规划运输方案，可以减少零星材料运输车次，降低运输碳排放。

**4.1.7**施工现场应对施工现场用能分类统计，统计内容应包括施工现场内工作区、材料堆放区、办公区、生活区等，竣工后应基于实际能源消耗种类及数量进行碳核查。

【条文说明】本条规定了施工现场用能分区、分类统计的要求，这样有助于实际能耗的统计和碳核查，并为后续其他工程项目的碳排放测算提供参考。

4.3　施工临时设施

**4.3.1**施工现场布置，应优先利用场地现有或邻近的既有建筑物、市政设施和周边道路。

【条文说明】对于施工现场原有的、安全使用且满足要求的既有建筑物要充分利用。对雨水、污水、供水、电力、道路等市政管线和设施，要结合现场情况充分利用，减少临时用房重复建设，进一步节约资源、减低成本。

**4.3.2**现场临时用房宜采用可周转装配式临时办公及生活用房，临时用房围护结构应采取保温、隔热和遮阳措施。

【条文说明】现场临时办公用房、生活用房，推荐采用模块化装配式集成房屋或轻钢活动板房。作业区与办公区、生活区分开，并保持一定安全距离。办公及生活用房的墙体和屋面等部位使用保温隔热性能达标的保温材料，外窗采用遮阳措施，可显著降低临时设施的能耗。

**4.3.3**施工现场应采用标准化、可周转装配式作业工棚、试验用房及防护设施。

【条文说明】作业工棚、试验用房及安全防护设施属于生产设施或辅助设施，应标准化、定型化、可周转重复利用。临时设施鼓励采用整体式可周转的作业工棚及试验用房。

**4.3.4**临时房屋设施建设用料，宜选用可回收或可再利用的材料，其总体回收率和再利用率不小于70%。

【条文说明】建筑垃圾分类后，在现场或者工厂可制成再生建筑材料，比如再生骨料、再生混凝土、再生模板、再生砌块、再生排水管等。施工临时房屋建设用料可利用再生建筑材料，节约资源，降低成本。

**4.3.5**施工现场宜采用可周转、标准化、装配式场界围挡、工地大门和临时路面。

【条文说明】施工围挡及大门，采用活动式定型化的轻钢围挡，安拆方便，可回收周转多次使用，降低施工阶段的碳排放。

**4.3.6**施工办公区和生活区的节能照明灯具配置率应达到100%；施工临时用水系统布局合理，节水器具配置率应达到100%。

【条文说明】办公区和生活区全部采用照明灯具，推荐使用LED光源灯具，施道路安装太阳能路灯，节约施工照明用电。公共部位的灯具控制应采用红外、声光自动控制。临时用水系统合理布局便于施工管理，全部采用节水器具，可节约水资源。

4.4　施工机械设备

**4.4.1**医院建筑施工宜建立施工机械设备管理制度、保养台账和设备技术档案，定期检查保养。

【条文说明】安排专人对施工设备进行管理，定期保养维护，确保设备正常使用，建立设备档案有利于维保人员快速准确对设备性能做出判断。

**4.4.2**施工时应合理安排施工顺序和工作面流水作业，合理安排大型机械设备作业时间，减少进出场次数，共享施工机具资源，提高施工机械设备的利用率，避免集中使用大功率设备。

【条文说明】通过合理安排施工进度、合理安排施工工序、优化施工机械资源配置，实现机械设备资源共享，减少大型设备进出场，避免集中使用大功率设备，可降低临时用电系统配置，减少资源闲置。

**4.4.3**施工现场主要用能设备的选用和管理应符合下列要求：

**1** 应采用节能高效环保的施工设备和机具；

**2** 宜采用新能源施工机具和运输设备；

**3** 应合理配置施工机具，选择功率与负载相匹配的施工机具。

**4** 应对高能耗设备单独配置计量仪器，定期监控运行能耗并记录；

**5** 对多台同类设备实施群控管理。

【条文说明】施工设备的能耗在施工阶段的总能耗中占比较大，采用节能机械设备是低碳施工的重要途径。采用节能高效的施工设备和新能源设备，有利于直接降低设备能耗。对使用塔式起重机、施工电梯等高能耗设备进行单独能耗计量，监控其能耗情况，并做好记录，定期分析，发现问题及时采取纠偏措施。优化设备使用频率，避免低负荷运行，如将多次吊运的材料集中吊运。

**4.4.4**施工现场施工机具尾气排放应符合国家、行业和地方性规定的排放标准。

【条文说明】对于使用汽油、机油等燃油作为燃料动力的施工机具，应确保排放的尾气符合排放标准要求，做到绿色低碳环保施工。

4.5　施工措施

**4.5.1**医院建筑的土石方工程、基坑支护与降水应符合以下要求：

**1** 土石方爆破作业宜采用小剂量爆破作业或膨胀法施工；

**2** 基坑降水工程，在条件许可时宜采用封闭降水施工技术；

**3** 在同一工程范围内宜进行土方平衡。

【条文说明】基坑封闭降水是在基坑侧壁形成止水帷幕，阻截地下水流入基坑。封闭降水可减少地下水的抽取，保护水资源，也减低了降水的能耗。同一工程范围内土方平衡，减少土方开挖和回填，减少土方外运，最大限度降低成本，降低了挖土、填土、夯实施工工序和土方运输的能耗。

**4.5.2**结构工程的施工应选用绿色建筑材料和周转性材料，并应符合以下规定：

**1** 钢筋加工前应进行钢筋接头优化设计，宜选用工厂化加工集中配送；直径大于16mm的钢筋连接，宜选用对接、机械等低损耗连接方式；

**2** 钢结构制作宜采用工厂加工，现场拼装，宜选用螺栓连接。

**3** 宜采用清水混凝土技术、免抹灰技术。

【条文说明】钢筋连接接头应尽量在受力较小处。钢筋对接连接节约钢材，受力性能好，操作方便，生产效益高；机械连接方式操作简便，施工速度快，损耗低，节约材料和能源，综合效益好。钢结构螺栓连接操作方便，施工速度快，减少现场焊接量，降低安装能耗。清水混凝土技术减少抹灰工序；免抹灰技术通过新型模板体系、新型墙体材料，使墙体表面允许偏差和观感质量达到可以直接装修的质量要求，节约抹灰砂浆资源，减少用工，减少扬尘，低碳环保。

**4.5.3**医院建筑装修应采用装配式装修等干式法施工工艺和模块化部品部件，并应符合下列要求：

**1** 装饰装修块材应进行二次深化排板设计，在保证质量的前提下，应减少块材的切割量；

**2** 装饰装修连接件、固定件宜选用工厂化标准件；

**3** 门窗、幕墙等成品、半成品应采用工厂加工，现场安装方式；

**4** 装饰装修脚手架宜和结构施工脚手架相结合，减少重复搭设；

**5** 防水工程宜优先选用非热熔防水施工工艺。

【条文说明】医院建筑中的病房、诊疗室等空间，具有规模化、标准化的特点，采用装配式装修等干式法施工工艺和模块化部品部件，不仅提高装饰效率，而且减少建筑垃圾排放，绿色低碳。

**4.5.4**医院建筑机电安装工程宜符合以下要求：

**1** 机电管线的支吊架宜选用装配式支吊架；

**2** 现场材料切割，宜机械切割；

**3** 现场构件、管材连接，宜选用机械方式连接；

**4** 机电设备预留、预埋宜与土建施工同步进行。

【条文说明】装配式支吊架由于是预制的标准组件，采用螺栓连接快速组装，无需现场焊接，减少了焊接材料的使用，减少了现场污染。现场材料机械切割，避免火焰切割，减少污染、降低损耗。

**4.5.5**室外道路、消防管道、现场围挡及雨水收集利用等设施宜采用永临结合。

【条文说明】施工单位在施工策划阶段，要结合工程资源，充分考虑永临结合技术，并提前与设计单位进行沟通，在满足设计要求的前提下实施永临结合。永临结合形式按照永久性标准进行施工，提高了工程质量，提高综合利用率，减少资源浪费和消耗。

4.6　拆除与回收

**4.6.1**医院建筑施工宜编制施工现场建筑垃圾减量化专项方案。

【条文说明】为贯彻国家建筑垃圾源头减量化相关政策，在施工中节约资源，保护环境，编制建筑垃圾减量化专项方案，从源头上采取相应的垃圾减量技术和资源化利用措施，减少垃圾量。

**4.6.2**拆除前应按照拆除物类型、结构形式估算拆除垃圾产生量，制定专项拆除施工方案及资源化利用方案，拆除时对垃圾进行识别与分类。

【条文说明】拆除垃圾可分为无机非金属类、金属类、有机类、其他类，并可进一步按种类细分为混凝土、石材、砖瓦、砌块、玻璃、陶瓷、墙材、石膏、渣土、钢铁、铝合金、铜、木材、塑料、纸类、混合等。编制拆除方案时，要充分考虑拆除后建筑垃圾的资源化利用，拆除后建筑构配件回收利用。拆除前对建筑垃圾进行预判和分类，提高拆除建筑垃圾的资源化利用率。

**4.6.3**拆除垃圾应实现分类收集、运输及处理处置，拆除垃圾的处置应符合现行行业标准《建筑垃圾处理技术标准》CJJ/T 134的规定，优先考虑资源化利用。

【条文说明】拆除过程中，宜立即对拆除垃圾进行分类收集和堆放。初次分拣可采用机械辅助人工在现场将金属、混凝土、砖分离。楼层内拆除垃圾，要采用封闭的垃圾道或垃圾袋运至堆放点，严禁向下抛掷。木材、纸类垃圾堆放区域要采取防雨措施。

**5　低碳运营与维护**

**5.1　一般规定**

**5.1.1**低碳运营应以满足诊疗条件与就诊环境为前提，以降低医院建筑运行的能耗、提高能源利用效率、减少碳排放为目标。

【条文说明】医院的运营应为以环境保护为中心、控制重要环境因素和节能减碳为重点，在保障运行的前提下，稳步推进能源管理规范化、标准化和程序化，以实现降低成本、减少损耗、提高效率、保护环境、预防污染、改善诊疗环境等工作目标，促进医院持续清洁、稳定、绿色发展，建设能源资源节约型，环境友好型医院。

**5.1.2**低碳医院运营期间应加强组织领导，积极开展节能降碳相关的宣传和主题培训活动，做好设备巡视维护保养工作，保持设备良好、经济运行状态。医院应针对重点碳排放设施、碳排放单元、碳排放区域的运行维护管理内容制定医院建筑低碳运营管理体系与制度。

【条文说明】医院的重点碳排放设施，主要为高耗能的设施，如锅炉、空调系统、电梯、大型医疗设备等；碳排放单元主要为高能耗的科室，如消毒供应中心、洗衣房、手术室、换热站等区域；碳排放区域主要为不同功能的耗能单元，如病区、门诊、办公等。

**5.1.3**低碳医院建筑运营期间应利用碳排放计量系统，实现电力、热力、燃气、燃油等主要能源供应量的监测计量按月自动生成碳计量数据报表。应根据能源监测数据，有效地发现能源浪费漏洞，对用能区域内的科室实行定额用能管理措施，进行有效的节碳管理。

【条文说明】碳排放量是按照不同种类能源的使用量与对应的排放系数折算后得出的，医院可以利用能耗平台监管系统，将电力、热力、燃气、燃油等能源根据排放系数自动计算得出碳排放量，便于碳排放数据得管理。

**5.1.4**低碳医院建筑应设智能化集成系统，实现主要用能设备的运行状态监测，采用边缘云平台技术提供智慧碳管理和人工智能AI咨询服务。

【条文说明】为了实现医疗资源的高效低碳运行，医院应建设智慧后勤管理平台，基于设备监控模块实现用能设备设施监测及高效自动运行，同时可以利用边缘云平台技术。边缘云平台技术是指基于云计算技术的核心和边缘计算的能力，构筑在边缘基础设施之上的云计算平台。通过将网络转发、存储、计算，智能化数据分析等工作放在边缘处理，降低响应时延、减轻云端压力、降低带宽成本，并供全网调度、算力分发等云服务。

在为医生患者提供舒适诊疗环境的同时，降低医院能源消耗。同时，基于设备全生命周期模块，实现从维护执行到风险评估在内的全面数据诊断，创新性的应用多种管理工具对后勤设备的全部风险源以及风险等级进行指标量化，实现对主要用能设备进行规范化维护管理，建立标准化作业流程，强化风险控制，提升抗风险能力，保障医疗活动安全稳定开展。通过能耗监管模块实现对医院全部建筑电、水、气等能耗数据的分类、分项、分户实时监测与统计，并实现碳排放计量、能耗趋势预测、用能诊断、用能管理等功能，以提高医院节能降碳管理效率。

**5.2　低碳运营管理**

**5.2.1**空调系统应制定合理的运行策略，宜采用制冷机房节能控制系统，使制冷系统长期处于高效率区运行，应满足以下要求：

**1** 应根据室外空气湿球温度调整冷水机组的运行台数、冷冻水的出水温度；

**2** 应根据室外空气湿球温度调整冷却塔出水温度、冷却塔风机运行数量及转速；

**3** 应根据冷水机组工况调整冷冻水泵、冷却水泵的数量与转速。

【条文说明】医院应结合自身用能特点，制定空调系统经济运行操作手册及优化运行管理策略。针对中央空调使用区域的时间特点，合理控制制冷机组的开启和关闭时间。根据空调负荷需求，实施机组台数的优化控制或调节，以保持机组的高效运行。根据建筑负荷特点，采取部分负荷调控措施，在可行的情况下，空调水输送系统宜采用大温差小流量的经济运行模式，送排风系统宜采用变流量控制方式。

**5.2.2**医院建筑给水排水系统应采用节能技术，实行优化运行，并应满足如下运营规定：

**1** 宜每5年开展一次水平衡测试，供水管网的漏损率宜小于等于4%；

**2** 二次供水设施应采用变频调节控制技术，最末端的压力应满足需求；

**3** 应收集利用医用纯水设备排放的浓水，合理收集利用雨水。

【条文说明】水平衡测试是开展计划用水、促进节约用水的一项重要的基础工作，是考核医院用水水平的一项重要措施。通过水平衡测试，可以发现医院在用水、管水、节水方面存在的问题，从而作为计划用水、节约用水、合理调配水资源的一项重要的科学依据。

医院通过供水管网漏损率，可以及时发现供水管网的跑冒滴漏，以及不合理的用水问题。供水管网漏损率=$\frac{供水管网的漏失水量}{一级水计量器具计量水量之和}×$100%，用水管网漏失水量可按照动态估算法或静态测试法进行测算。动态估算法：用水管网漏失水量=一级水计量器具计量水量之和次级用水单位水计量器具(二级水计量器具)计量水量之和;静态测试法:保持管网内的正常压力(≥0.20MPa)，停止各用水单元的用水(通常在夜间)，通过观一级计量水表的读数测定用水管网漏损水量。

**5.2.3**医院应采用智能照明控制系统及高效照明灯具，并应满足如下要求：

**1** 应合理确定各功能房间照度，在满足照度要求的前提下，应执行照明功率密度限值；

**2** 应按照相关国家规范和行业标准，选择效率高寿命长，能耗低的照明灯具；

**3** 应合理采用智能照明控制系统，包括但不限于声光感应控制、红外线感应控制、时钟控制等。智能照明控制系统可根据现场实际照度和使用要求建立节能模型，实现集中控制、定时控制、组合控制等多种模式，减少灯具使用时间，实现节约电能的效果。

**5.2.4**医院建筑电梯系统应采用电梯智慧数据平台及高效能电梯，并应满足如下要求：

**1** 应合理调配电梯使用时间，在夜间周末等人流量较小时段，适当关闭不必要的电梯；

**2** 应在人流量密集的乘梯时段，合理设置电梯司机或导梯，提高电梯运行效率；

**3** 宜合理采用电梯智慧数据平台，对电梯运行状态进行大数据对比分析，科学制定电梯停靠的楼层策略，提高电梯运行效率，降低电耗。

**5.2.5**医院建筑锅炉供暖系统应推进节能技术措施及引进高效供暖设备，并应满足如下要求：

**1** 应根据医院的实际需求和气候变化情况，适时调整锅炉启停时间。冬季供暖期间，应在保证舒适度的情况下合理供热；

**2** 宜采用自动控制系统，对供暖、生活热水采取精确控温、分时分区控制、温度气候补偿等，减少能源的消耗，降低碳排放。

**5.2.6**应合理优化消毒设备容量，提高工作效率，降低工作时间，同时应协调消毒供应中心与洗涤中心的用蒸汽时间，将开、停蒸汽时间尽量保持一致，缩短锅炉开机时间，以节省天然气资源。

**5.3　低碳调适和维护**

**5.3.1**医院建筑设备系统应建立医院综合调适制度，并进行综合能效调适。综合调适制度应明确各参与方的职责、调适流程、调适内容、工作范围、调适人员、时间计划及相关配合事宜。

**5.3.2**医院建筑设备系统应建立维护制度，应按照用能设备系统的运行特点，明确设备的维护周期、维护内容、维护方法，保证各设备系统高效节能运行。

**5.3.3**医院设备系统综合调适应符合下列要求：

**1** 应从该设备系统正式投入使用开始，一般不少于三个完整年度；

**2** 应以满足医院建筑或区域的设计能效为系统调适目标；

**3** 调适目标的实现应通过运维管理水平提升、建筑设备与系统校正、运行与控制策略优化等途径；

**4** 应覆盖所有联动工作的用能系统和建筑构件，不限于暖通空调系统、新型供配电系统、电气与照明系统、给排水系统、可调节的围护结构系统及智能化控制系统；

**5** 基本内容应包括夏季工况、冬季工况以及过渡季节部分负荷工况的调适和性能验证，如每个供冷季对中央空调的冷源系统能效比（EER）进行测试评估，通过自控系统调适调优、优化运行策略；

**6** 医院综合调适报告应包含施工质量检查报告，风系统、水系统平衡验证报告，自控验证报告，系统联合运转报告，综合效能调适过程中发现的问题日志及解决方案；

**7** 建筑或区域运行过程中，当使用功能发生重大改变，或对用能系统进行改造后，应重新确定建筑或区域的年度碳排放指标，并在建筑或区域恢复运行的第一个年度重新启动能源设备系统综合调适。

【条文说明】医院应基于建立的智能管控系统，为能源管理工作提供能耗统计分析和日常运行数据存储功能应用；并基于专业知识，建立医院各用能系统能效评估指标体系，实施精细化的科学量化管理，寻找能耗漏洞，与其他各系统的运行数据联动分析，在保证医院服务安全、医患舒适的前提下，制定节能整改措施，设备运行手册，提高能源使用效率，优化设备进行控制模式，达到节约能耗的目的。

**5.3.4**医院建筑设备系统维护应遵循以下规定：

**1** 应维持医院设备系统的高能效运行状态；

**2** 医院设备和建筑构件的维修或更换应基于技术、经济和碳排放比较；

**3** 应定期对空调系统的组合式空调机组、风机盘管、VRV空调、分体空调等进行冷凝器、散热器、过滤器的清洗。冷水机组应定期更换润滑油与过滤器，冷凝侧定期清洗，满足热阻系数运行工况；

**4** 变配电设备系统应定期维护有源滤波器、无功补偿装置，保证功率因数大于0.9。应定期进行谐波监测与治理，减少无功损耗；

**5** 给排水系统应定期维护各类阀门，保证开闭正常无滴漏；应定期巡视检查供水管道，无跑冒滴漏发生。

**6　低碳评价**

**6.1　一般规定**

**6.1.1**低碳医院建筑的评价应以单栋建筑或建筑群为评价对象。

【条文说明】本标准适用于医院建筑的单体建筑和建筑群的低碳建筑评价。单栋建筑是指一栋独立的建筑物，不得从中剔除部分区域；建筑群则是指由多栋建筑物组成的建筑群体。无论是单栋建筑还是建筑群，当评价涉及系统性、整体性指标时，如绿容率，应按照建筑群用地红线内的总体情况进行评价。但当申报建筑的用能边界、碳排放边界定义清晰，评价建筑群中的某单栋建筑也可不采用项目总体情况，而按单栋建筑的实际情况进行评判。在评价过程中，可以根据不同的评价目的和评价范围选择不同的评价对象。

**6.1.2**低碳医院建筑评价应在建筑竣工后进行，在建筑工程施工图设计完成后可进行预评价。

【条文说明】低碳医院建筑采用预评价和评价两种评价方式，主要有以下两方面考虑：

首先，低碳医院建筑的重点在于能耗统计与碳排放计算。设计方案对于运行阶段的能耗与碳排放情况影响较大。根据设计文件进行预评价，能够更早地掌握建筑工程的能源消耗和碳排放情况，从而及时优化或调整建筑方案或技术措施来降低碳排放。

其次，预评价体现在“计算”方面，可以与现行的能耗计算和碳排放计算等相关标准衔接。评价主要体现在计量与核算方面，以建筑的真实能耗和碳排放情况为基础，能够切实落实建筑碳排放管理要求。

评价规定“建筑通过竣工验收并投入使用一年后进行”是基于建筑在运行使用一年后才能形成覆盖四季的建筑用能情况，避免因为季节差异导致不同时间段评价的结果差异。“一年”并非必须是一个自然年，也可以是连续12个月。对于仍然存在施工图审查要求的地区，预评价应在施工图审查完成后进行。

**6.1.3**低碳医院建筑的碳排放计算应采用全寿命期碳排放分析方法，其中建筑运行阶段的年碳排放在建筑竣工交付使用前应通过能耗模拟的方法确定，竣工交付使用后，应通过能耗监测数据进行计算。

【条文说明】全寿命期碳排放分析是环境影响评价领域生命周期分析方法在建筑碳排放工作中的应用，作为一种完整全面的建筑碳排放分析方法，全寿命期碳排放分析被多个国家的绿色建筑评价标准所采用。全寿命期碳排放分析不仅可以清晰的展示和横向比较不同建筑寿命期各阶段的碳排放情况，还可以纵向比较同一个建筑寿命期各阶段的碳排放占比，从而可以更直观的发现减碳贡献较大的部分以及有继续改进潜力的阶段。由于建筑的使用寿命长达50年或70年，且在使用过程中难以避免的会发生维修、改造，因此，全寿命期碳排放分析应被视为重要的建筑碳排放评估管理方法，其核实验证的用途尚在其次。低碳医院建筑的全寿命期碳排放分析方法可参照我国现行国家标准《绿色建筑评价标准》GB/T50378里的规定。对于建筑运行阶段的年碳排放计算，本条给出了具体的计算要求。

**6.1.4**低碳医院建筑评价应包含建筑隐含碳排放、建筑运行碳排放和建筑运行能耗三个指标。

【条文说明】建筑全寿命期碳排放可以分为隐含碳和运行碳两部分，其中隐含碳是指建筑建造、维护、拆除过程产生的碳排放，包括建材生产、运输、施工安装等环节，而运行碳是指建筑使用过程消耗能源和使用相关设备产生的碳排放，消耗能耗产生的运行碳包括化石能源燃烧的直接碳排放和外购电力的间接碳排放；使用相关设备产生的运行碳包括医疗气体逸散产生的直接碳排放。当前，建筑部门整体上运行碳排放占比较大，但从建筑全寿命期间角度看，随着电力部门深度脱碳以及可再生能源在建筑中应用比例的提升，建筑运行碳排放在建筑全寿命期中占比将会变小，而建筑隐含碳占比则相对会有提高，考虑到这一变化，同时为发挥建筑的集成牵引作用，本标准对建筑建造隐含碳排放提出评价要求。

电力部门深度脱碳以及建筑用能结构调整是一个长期过程，在最终目标达成前，控制和降低建筑运行能耗仍然是建筑节能减碳工作的核心内容，本标准对建筑运营能耗提出了评价要求，以响应从“能耗双控”向“碳排放双控”转变的要求，降低电力部门的低碳转型压力。

**6.1.5**低碳医院建筑的运行碳排放计算范围应包括化石燃料燃烧和医疗气体逸散产生的直接碳排放、外购能源产生的间接碳排放、建筑绿化产生的碳汇。

【条文说明】本条明确了低碳医院建筑运行碳排放的计算范围。医疗气体逸散产生直接碳排放是医院建筑的行业特点，医疗气体中部分麻醉气体具有很强的温室效应，以地氟烷为例，1公斤地氟烷相当于2500公斤二氧化碳的效应，因此需要纳入计算范围。建筑绿化一般认为产生不了多少碳汇，甚至按照造林碳汇方法学衡量，绿化不能产生可交易的碳汇，但从建筑环境营造、建筑乃至社区、城区生物多样性和韧性的保护来看，对建筑绿化碳汇进行计算具有以小见大的作用，即贡献可能非常小，但间接影响较大。

化石燃料燃烧的直接碳排放、外购能源产生的间接碳排放以及建筑绿化产生的碳汇计算可参考现行国家标准《建筑碳排放计算标准》 GB/T51366。医疗气体逸散产生的碳排放计算，首先，需要确定每种气体在使用和处理过程中的逸散率；然后，根据气体的质量、逸散率、温室效应来计算碳排放当量。此外，计算还应考虑医疗气体的处理方式。例如，一些气体可以通过回收再利用的方式来减少碳排放，而一些气体可能需要特殊处理或处置，这一过程也会产生碳排放。

**6.1.6**申请评价方应对参评建筑进行全生命期技术和经济分析，选用适宜技术、设备和材料，对规划、设计、施工、运行阶段进行全过程控制，并应在评价时提交相应分析，测试报告和相关文件。申请评价方应对所提交资料的真实性和完整性负责。

【条文说明】本条对申请评价方的相关工作提出要求，申请评价方依据有关管理制度文件确定。低碳医院建筑注重建筑全寿命期各阶段节能降碳，申请评价方应根据使用要求，优化建筑技术和减碳措施，综合评估建筑技术和设备的减碳效益，平衡建筑规模、建筑技术、建设投资三者之间的关系，并在建筑规划设计、施工建造、运行管理等全过程中进行控制。在申请评价时，根据评价要求提交相应的建筑设计图纸和分析文件，相关测试报告、碳排放计算/核算报告，并对提交资料的真实性和完整性负责，以确保评价结果的可靠性。

**6.1.7**低碳医院建筑评价机构应对申请评价方提交的分析、测试报告和相关文件进行审查，出具评价报告，确定等级。

【条文说明】本条对低碳医院建筑评价机构的相关工作提出要求。低碳医院建筑评价机构应制定并执行评价工作程序和管理办法，确保评价工作流程透明、科学合理；应按照本标准的有关要求审查申请评价方提交的报告、文档，并在评价报告中确定等级。

**6.2　评价与等级划分**

**6.2.1**低碳医院建筑的运营能耗应小于下表中约束值要求：

表7.2.1 不同气候区医院建筑的运营能耗要求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 气候区 | 人均能耗kgce/(p·a) | 单位面积能耗kgce/(m2·a) |
| 约束值 | 基准值 | 引导值 | 约束值 | 基准值 | 引导值 |
| 严寒A区 | 1832.4 | 1055.2 | 413.0 | 53.2 | 32.8 | 22.9 |
| 严寒B区 | 1657.8 | 912.1 | 462.8 | 50.8 | 32.1 | 21.6 |
| 严寒C区 | 1386.0 | 922.5 | 655.7 | 47.3 | 37.4 | 30.4 |
| 寒冷A区 | 1288.8 | 816.8 | 586.8 | 46.8 | 34.5 | 26.5 |
| 寒冷B区 | 1358.9 | 875.1 | 608.4 | 47.4 | 38.0 | 31.0 |
| 夏热冬冷 | 625.6 | 420.3 | 256.9 | 23.9 | 18.0 | 11.9 |
| 夏热冬暖 | 374.9 | 272.2 | 153.8 | 19.9 | 14.5 | 8.8 |
| 温和地区 | 370.7 | 256.6 | 163.3 | 22.6 | 16.3 | 9.7 |

【条文说明】节能是现阶段减碳工作的首要任务，现行国家标准在建筑设计阶段和建筑运行阶段分别制定了能耗限值要求，如现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015给出了不同气候区新建建筑平均能耗指标；现行国家标准《民用建筑能耗标准》GB/T 51161给出了居住建筑非供暖能耗、公共建筑非供暖能耗的约束值和引导值。对于医院建筑，部分地区发布了医院建筑能耗限额标准。本标准结合国家标准和地方节能管理工作要求，整理形成了不同气候区医院建筑的运营能耗要求，并给出了约束值、基准值、引导值，其中约束值是底线，所有低碳医院建筑的运营能耗均不应低于约束值要求；基准值为低碳医院建筑正常运行且采取一定的节能管理技术措施后的能耗水平；而引导值为低碳医院建筑正常运行的前提下，提升能效的努力目标。人均能耗是低碳医院建筑的能耗评价指标之一，是综合建筑能耗与用能人数的比值，医院用能人数=在岗在编的人员数+工勤人数（包含第三方合作单位驻场人数）+门诊人数（日均人数=年门急诊总人次/开诊天数）+床位数\*床位使用率。

**6.2.2**低碳医院建筑的运行碳排放强度和总量应满足国家或地方碳排放管理要求。

【条文说明】总量和强度是碳排放双控的两个维度，在建筑领域，总量一般指建筑年运行碳排放量，而强度指单位建筑面积的年运行碳排放量。目前，已将大型公共建筑纳入碳排放管理的北京、上海、深圳等地，采取的是总量管理思路，如北京，年碳排放5000吨以上的建筑业主或管理机构纳入重点碳排放单位。建筑管理部门普遍采用强度管理思路，如现行全文强制国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015规定，“2.0.3 新建的居住和公共建筑碳排放强度应分别在2016年执行的节能设计标准的基础上平均降低40%，碳排放强度平均降7 kgCO₂/(m²·a)以上。”以及像深圳市南山区发布的《南山区低碳建筑建设技术要点》规定了各类建筑碳排放强度指标。

参考现行国家标准《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366，低碳医院建筑的运行碳排放强度计算公式如下：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （1） |

式中：*CA*——建筑碳排放强度，kgCO2/（m2·a）；

*CZ*——建筑年运行碳排放总量，kgCO2，计算范围应满足本标准7.1.5条的规定；

*A*——建筑面积，m2。

考虑到各地低碳资源禀赋差异、建筑碳排放总量和强度管理限值差异、管理工作进度差异，本标准暂未给出不同气候区低碳医院建筑的总量和强度具体数值，在评价时可参考相关国家标准要求。

**6.2.3**低碳医院建筑的隐含碳排放强度CE不应高于550 kgCO2e/m2。

【条文说明】建筑隐含碳具有4个特征：（1）锁定效应，建筑一旦完成建造，其土建水泥、钢筋以及其他建材的碳排放在建筑寿命周期就不再发生变化。（2）占比逐年增加，建筑运行碳排放将随着建筑再电气化程度提高、电网碳排放因子降低而无限趋近于零，但建筑隐含碳却无法同步降低，在建筑全寿命周期碳排放中的占比将越来越高，是建筑实现真正意义上零排放的最后一公里。（3）再装修碳排放，装修钢材、装修铝材、装修陶瓷、装修玻璃及装修水泥等装修产品用量，将随着装修次数增加而增加，装修材料用量和耐久性直接影响建筑隐含碳的增幅。（4）建筑与建材协同，高性能建筑围护结构技术的应用（如高性能门窗、高性能保温材料等）在降低建筑运行碳排放的同时，会同时增加建筑隐含碳的碳排放，需要进行协同优化。

考虑到再装修和拆除的不确定性，本条将隐含碳的考核限定在了建筑设计和施工阶段，并给了具体的限值，以引导医院建筑采用可持续材料、优化结构设计。

**6.2.4**低碳医院建筑可划分应为基本级、一星级、二星级、三星级。

**6.2.5**当满足本标准7.2.1、7.2.2、7.2.3条时，低碳医院建筑等级应为基本级。

【条文说明】本标准7.2.1、7.2.2、7.2.3条，相当于低碳医院建筑的基本要求。

**6.2.6**低碳医院建筑星级等级应按下列规定确定：

**1** 一星级、二星级、三星级3个等级的低碳医院建筑均应满足本标准7.2.1、7.2.2、7.2.3条的要求；

**2** 一星级、二星级、三星级3个等级的低碳医院建筑均应进行全装修，全装修工程质量、选用材料及产品质量应符合国家现行有关标准的规定；

**3** 当满足下表7.2.6的要求，低碳医院建筑等级应划分为一星级、二星级、三星级。

表7.2.6 一星级、二星级、三星级低碳医院建筑的技术要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 一星级 | 二星级 | 三星级 |
| 设计与施工阶段的建筑隐含碳排放CE | CE≤500 kgCO2e/m2 | CE≤450 kgCO2e/m2 | CE≤400 kgCO2e/m2 |
| 建筑运行碳排放降低比例 | ≥45 % | ≥55 % | ≥65 % |
| 建筑运营能耗 | 基准值 | 引导值 |

【条文说明】本条规定了低碳医院建筑等级划分和划分依据。考虑到我国医院建筑的发展现状，本表将低碳医院建筑从低到高划分为3个等级：一星级、二星级、三星级。

**1** 本技术规程要求低碳医院建筑各等级均应满足基本级的要求。

**2** 推行全装修是建筑业明确的发展趋势，也是改变建筑业大量建设、大量浪费、大量排放的关键措施。这一要求在绿色建筑、近零能耗建筑国家标准中也有体现，低碳医院建筑要求进行全寿命期碳排放分析，而以建材、施工和维护为主的隐含碳，在全寿命期碳排放分析中占比可观，实施全装修，有利于在室内装修环节，减少材料浪费和能源消耗，落实低碳发展理念。同时，也有利于室内健康人居环境的营造，实现绿色、可持续的低碳。

**3** 经试评和调整，一星级、二星级、三星级低碳医院建筑设计与施工阶段的建筑隐含碳、建筑运行碳排放降低比例、建筑运营能耗分别达到表中要求。建筑运行碳排放降低比例的比较基准和计算方法参照现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015。

**本规程用词说明**

　　**1** 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

　　　**1)**　表示严格，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”；

　　　**2)**　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”；

　　　**3)**　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**

GB/T 50378 绿色建筑评价标准

GB 51039 综合医院建筑设计规范

GB 50849 传染病医院建筑设计规范

GB/T 51366 建筑碳排放计算标准