

 T/CECS XXX-XXXX

中国工程建设协会标准

**既有工业建筑民用化绿色改造技术规程**

Technical specification for civil green retrofitting of existing industrial building

**征求意见稿**

中国计划出版社

中国工程建设协会标准

**既有工业建筑民用化绿色改造技术规程**

Technical specification for green technology on civil retrofitting of existing industrial building

主编单位：华东建筑设计研究院有限公司

批准部门：中国工程建设标准化协会

实施日期：

2018 北京

**前 言**

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2017年第二批工程建设协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2017]031号）的要求，规程编制组经广泛的调查研究，认真总结实践经验，参考国内外相关标准和规范，并在反复征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分8章，主要技术内容包括：总则、术语、基本规定、诊断与策划、规划与建筑、结构与材料、机电系统与设备、施工与验收。

本规程由中国工程建设标准化协会绿色建筑与生态城区专业委员会归口管理，由华东建筑设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见或建议，请寄送解释单位（地址：上海市黄浦区南车站路600弄18号楼，邮政编码：200011，邮箱：wei\_tian@arcplus.com.cn）。

主编单位：

参编单位：

主要起草人员：

主要审查人员：

**目次**

[**1总则** 4](#_Toc515027716)

[**2术语** 6](#_Toc515027717)

[**3基本规定** 7](#_Toc515027718)

[**4诊断与策划** 9](#_Toc515027719)

[**4.1 一般规定** 9](#_Toc515027720)

[**4.2 场地环境与资源** 11](#_Toc515027721)

[**4.3 结构鉴定** 17](#_Toc515027722)

[**4.4 围护结构节能与室内环境** 18](#_Toc515027723)

[**4.5 机电系统与设备** 20](#_Toc515027724)

[**4.6 改造策划** 27](#_Toc515027725)

[**4.7 改造后评估** 31](#_Toc515027726)

[**5规划与建筑** 33](#_Toc515027727)

[**5.1 一般规定** 33](#_Toc515027728)

[**5.2 规划设计** 35](#_Toc515027729)

[**5.3 建筑空间** 40](#_Toc515027730)

[**5.4 围护结构** 45](#_Toc515027731)

[**5.5 室内环境与装修** 50](#_Toc515027732)

[**6结构与材料** 53](#_Toc515027733)

[**6.1 一般规定** 53](#_Toc515027734)

[**6.2 结构加固设计与优化** 54](#_Toc515027735)

[**6.3 材料选用** 59](#_Toc515027736)

[**7机电系统与设备** 62](#_Toc515027737)

[**7.1 一般规定** 62](#_Toc515027738)

[**7.2 给水排水** 63](#_Toc515027739)

[**7.3 供暖通风与空气调节** 66](#_Toc515027740)

[**7.4 电气与智能化** 72](#_Toc515027741)

[**8施工与验收** 78](#_Toc515027742)

[**8.1 一般规定** 78](#_Toc515027743)

[**8.2 拆除与加固改造施工** 79](#_Toc515027744)

[**8.3 资源节约与环境保护** 81](#_Toc515027745)

[**8.4 竣工验收** 84](#_Toc515027746)

[**8.5 建筑设备调适** 85](#_Toc515027747)

[**本规程用词说明** 91](#_Toc515027748)

[**引用标准名录** 92](#_Toc515027749)

Contents

1 General Provisions

2 Terms

3 Basic Requirements

4 Diagnoses and Planning

4.1 General Requirements

4.2 Site Environment and Resource

4.3 Structure Identification

4.4 Building Envelope energy-efficient and internal environment

4.5 Electromechanical System and Equipment

4.6 Planning

4.7 Post-assessment for retrofitting

5 Planning and Architecture

5.1 General Requirements

5.2 Planning Design

5.3 Architectural Space

5.4 Building Envelope

5.5 Internal environment and decorations

6 Structure and Material

6.1 General Requirements

6.2 structure strengthening design and optimization

6.3 material selections

7 Electromechanical System and Equipment

7.1 General Requirements

7.2 Water Supply and Drainage

7.3 Heating Ventilation and Air Conditioning

7.4 Electricity and Intelligence

8 Construction and Acceptance

8.1 General Requirements

8.2 Demolition and Strengthening Retrofitting Construction

8.3 Resource saving and Environmental Protection

8.4 Completion Acceptance

8.5 Building equipment Commissioning

Explanation of Wording in this Standard

List of Quoted Standards

Explanation of Provisions

**1总则**

1.0.1 为贯彻国家有关节约资源和保护环境政策，推进建筑产业可持续发展，提高既有工业建筑民用化绿色改造项目技术水平，制定本规程。

【条文说明】

由于城市化和产业结构调整，大量的传统工业企业逐渐退出城市区域，在城市中遗留下众多废弃和闲置的旧工业建筑，如何处理这些建筑是国内众多城市建设领域面临的问题。上海作为近现代重要的工业城市，旧工业建筑的存量巨大，根据城市发展规划，这些工业建筑及用地将会逐步更新转型。将这些旧工业建筑进行民用化改造再利用符合当前可持续发展的理念，而将既有工业建筑的改造与绿色建筑相结合，则是当前大力发展绿色建筑的背景下，既有工业建筑改造必将经历的路径。

近年来全国各地在既有工业建筑民用化改造利用领域进行了大量的工程实践，但整体来看，改造利用方式较单一，多数改造为创意产业园，综合性的绿色化改造案例较少。在标准规范方面，目前已开展的改造实践均是参考民用建筑相关的改造和设计标准，缺乏针对性的指导规范和标准。尤其是工业建筑在空间、结构等方面的特殊性，使得既有工业建筑民用化改造过程中绿色技术应用有其特殊性。为了推动既有工业建筑民用化绿色改造再利用，提高既有工业建筑民用化绿色改造技术水平，特制定针对性的技术规程来进行指导。

1.0.2 本规程适用于既有工业建筑民用化绿色改造中的诊断策划、规划与建筑设计、结构与材料设计、机电系统与设备设计、施工验收与调适。民用化改造功能类型包括办公、商业、旅馆以及展馆等，其他功能类型及工业遗产保护建筑在技术条件相同下可执行。

【条文说明】

本规程的内容涵盖诊断策划、规划与建筑、结构与材料、机电系统与设备、施工与验收等环节，适用于既有工业建筑民用化改造过程中的绿色技术应用。既有工业建筑民用化改造实现了建筑功能的转变，在现有的众多改造案例中，民用化改造后的功能以办公、商业、旅馆以及展馆等公共建筑为主，因此本规程将上述四类建筑作为编制时考虑的重点。改造为住宅、养老院等居住建筑案例相对较少，对于这类建筑在技术条件相同下可参照执行。特别需要指出的是，工业遗产建筑的保护再利用，由于受到多种政策因素制约，其改造设计措施受到限制，因此本规程不对该类建筑改造的绿色技术措施进行规定，但在技术条件相同下可参照本规程执行。

1.0.3 既有工业建筑民用化绿色改造，除应符合本规程外，尚应符合现行国家相关标准的规定。

【条文说明】

本规程的重点在于对既有工业建筑民用化改造中绿色技术应用进行引导，以实现改造建筑绿色性能的提升，未涵盖改造设计施工中的全部技术措施，如消防、防雷等内容在本规程中并未涉及。本规程在编写中突出改造特征，与常规新建建筑中应用区别度较低的绿色技术措施在规程中并未特别进行规定，设计时需参照常规的绿色和节能设计相关标准。同时既有工业建筑民用化改造过程实现了功能的转变，改造后的建筑仍应符合其更新功能的民用建筑相关标准。本规程定位为技术指导性规程，用于指导将既有工业建筑民用化改造过程中，绿色建筑技术结合厂房特征具体如何实施，不承担绿色建筑评价功能，因此既有工业建筑项目实施绿色民用化改造，如需取得相应的绿色建筑标识认证，应按照现行国家相关绿色建筑评价标准的要求进行标识认证。

**2术语**

2.0.1 既有工业建筑existing industry building

已建的各类工业生产及为生产服务的房屋及构筑物，包括各类厂房和仓库仓储。

2.0.2 民用化绿色改造 civil green retrofitting

通过既有工业建筑改造再利用，由原有的工业建筑功能更新为办公、商业、旅馆、展馆等民用建筑功能，并采用适用技术使被改造建筑在全寿命周期内实现节地、节能、节水、节材和环境保护目标。

2.0.3 改造诊断 retrofitting diagnosis

通过现场调查、检测、鉴定、资源消耗统计及测算分析等方法，评估建筑性能、使用功能及设备现状，分析既有建筑改造潜力并出具报告，为既有建筑改造提供依据的活动。

2.0.4 改造策划retrofitting planning

根据项目的地理位置、市场分析、开发周期，以及改造诊断结果，提出改造目标、改造功能、技术方案、投资估算及效益分析的活动。

2.0.5 建筑设备调适 building equipment commissioning

对建筑各个系统在现场检查、平衡调适验证、设备性能测试及自控功能验证、系统联合运转、综合效果测试验证的整个体系过程进行管理的控制方法。建筑设备调适包括验收调适、综合能效调适和持续性调适。

**3基本规定**

3.0.1 既有工业建筑民用化绿色改造如涉及用地性质变化，应满足相关规划要求。

【条文说明】

既有工业建筑所属土地为工业用地，按照国家相关规定，工业用地上可建的建筑包括工业制造厂房、物流仓库、工业研发楼、工业配套设施等。在工业建筑进行民用化改造后，新的建筑功能为办公、商业、旅馆、展馆等民用功能，其对应土地类型应为商业用地，因此这类改造通常会牵涉到用地性质变化。如涉及到用地性质变化，应符合控制性详细规划或相关政策管理规定，并需经过规划部门批准。

3.0.2 既有工业建筑民用化绿色改造的流程应包括诊断与策划、改造设计、施工与验收，以及运营调适等过程。

【条文说明】

既有工业建筑民用化改造流程应包括诊断与策划、改造设计、施工与验收，以及运营调适等过程。首先应重视改造前的诊断策划。通过充分的诊断工作，可以明晰旧建筑的各方面性能现状，明确改造对象拆除、保留、改造等技术选择，并基于现状特点进行设计目标的合理策划，从而为改造设计提供依据。在投入运营后应重视持续的建筑设备调适，保证室内舒适要求并降低能耗，减少运行维护，提高效率。

3.0.3 既有工业建筑民用化绿色改造中的绿色设计，应遵循因地制宜的原则，结合原有工业建筑现状和改造后的功能需求，采用利于促进建筑与环境可持续发展的场地设计、建筑形式、建筑技术、设备和材料。

【条文说明】

工业建筑的民用化改造，是建筑功能的更新与再生。原有的工业厂房有其自身的空间和结构特点，与改造后的功能需求往往并不匹配，因此民用化改造设计则需要充分结合原有工业建筑特征并考虑改造后的功能需求。而从绿色设计角度，原有的工业厂房在空间等方面的特征为新功能下的绿色性能提升同时带来挑战和机遇，如大进深空间的采光通风劣势需要进行充分设计组织，而天窗等原有的设计形式则为采光通风的改善提供可能。

3.0.4 既有工业建筑民用化绿色改造宜关注工业记忆的传承，改造设计中宜保留既有工业建筑形态特色，并在技术条件许可下，对既有建筑结构和材料进行再利用。

【条文说明】

工业建筑往往具有工业时代的印记和特征，背后代表的是工业记忆和文化。在对工业建筑进行民化改造利用时，宜充分关注原有的建筑特征，保留既有工业建筑形态特色，以传承工业记忆。在技术条件许可下，对既有的建筑结构、材料、设备等进行利用，则是绿色和可持续的理念体现，应在改造设计中进行引导。

3.0.5 既有工业建筑民用化绿色改造应保留改造诊断与策划报告、设计与施工文件，以及竣工验收等相关资料，为后期运营管理维护提供支持。

【条文说明】

由于建造时间及后期改扩建等原因，待进行民用化改造再利用的工业建筑项目普遍图纸资料不全。改造再利用的过程本身也是相关资料整理完善的过程，在改造完成后，应重视保留改造检测与诊断报告、设计与施工文件，以及竣工验收等改造过程资料，后期的运营管理将在很大程度上依赖这些资料。通过文件来了解改造的部位和内容，有针对性的进行维护，才能在出现问题时及时修复，保证运营效果。

**4诊断与策划**

**4.1 一般规定**

4.1.1 既有工业建筑民用化绿色改造应对场地环境和资源状况、结构安全、围护结构节能、室内环境、机电设备状态及能效进行调研，并进行检测与改造利用可行性评估。

【条文说明】

既有工业建筑改造前的检测、诊断评估工作是制定改造方案的重要依据，包括功能策划、目标定位、设计方法选择等，由于工业建筑民用化改造的特殊性，既有工业建筑改造前需要依据民用建筑的相关技术要求，对主体结构、围护结构、机电设备以及场地环境污染情况等关键内容进行检测、诊断，并确定改造利用的可行性，从而避免大拆大建，节约资源，减少浪费。

4.1.2既有工业建筑民用化绿色改造的诊断与策划宜包含基本资料收集调研、初步诊断、初步策划、详细诊断、详细策划等过程。

【条文说明】

既有工业建筑的诊断检测内容会因项目特点不同而不同，为了避免过度诊断，建议按照基本资料收集调研、初步诊断、初步策划、详细诊断、详细策划的流程。初步诊断包括场地污染、场地安全、结构安全等涉及安全方面的诊断内容；初步策划指根据现场调研、初步诊断结论等作出的拆改利用决策，以及关于改造利用的功能策划、目标策划；详细诊断应根据初步策划目标所涉及的内容进行进一步的深入诊断，如机电设施的性能等；详细策划的内容应能满足后续设计的要求。诊断与策划流程参见下图所示。



图1 诊断与策划流程

4.1.3 既有工业建筑的基本资料收集宜包括下列内容：

1 既有工业建筑所在行政区、城市等相关上位规划；

2 既有工业建筑总平面规划图；

3 地形、地貌、水文、自然灾害、生态环境特征等资料；

4 市政配套的相关图纸；

5 既有工业建筑的相关竣工图纸；

6 历年房屋修缮及设备运营和改造记录；

7 历史沿革和功能资料使用情况；

8 原有工艺设备情况；

9 其他相关资料。

【条文说明】

既有工业建筑民用化绿色改造前应进行基本资料收集，包括相关的上位规划、竣工图纸以及修缮记录等内容，这些资料是改造诊断与策划的重要基础。原有的工艺设备在后续的改造设计中可以作为工业记忆进行景观、装饰保留或改造利用，因此提出对原有工艺设备情况进行资料收集了解，是区别于常规民用建筑改造的特征之一。

4.1.4 诊断评估可综合采用现场查勘、现场询问、问卷调研、文件审查、简单计算、现场检测、软件模拟等技术措施。

4.1.5 既有工业建筑民用化绿色改造前，应对建设用地范围内的典型历史遗存、建筑建造背景等内容进行调研，确认既有建筑的保护、修缮等级并制定相关技术要求。

4.1.6 既有工业建筑民用化绿色改造前，宜结合三维激光扫描技术进行房屋测绘。

【条文说明】

针对既有工业建筑项目普遍存在的图纸资料不全问题，宜结合三维激光扫描技术进行房屋测绘。三维激光扫描技术可以对既有建筑进行精细化全面记录，为既有建筑改造全过程提供支持。扫描形成的点云数据测量精确，采集数据全面，可以绘制定量、直观的完损分析图，分类精确统计每一种损坏情况的面积和占比，进而针对不同种类的损伤制定具体的修缮或改造措施。此外，三维激光扫描成果可直接作为改造设计施工BIM技术的三维模型。

**4.2 场地环境与资源**

4.2.1 既有工业建筑民用化绿色改造前，应对场地环境进行调查，对原工业生产可能造成的场地污染进行检测，并开展环境影响评价。

【条文说明】

工业生产过程中所形成的废气、废水和固体排放物会对环境造成污染，破坏基地的水环境、土壤环境以及生态环境，污染主要分为废水污染、废气污染、废渣污染、噪音污染。化工、塑料、陶瓷、造纸、印染、制革等工业都属于污染密集型产业，既有工业建筑在进行民用化改造前，尤其应该关注工业生产对于场地的土壤环境（包括表层土壤和深层土壤）、水环境（包括地下水和地表水）、生态环境的污染情况，包括氡、电磁辐射等一些放射性物质以及化学物质对于建筑材料和土壤的影响以及建成后可能产生的环境影响评估，须委托具有环评资质的单位进行专业的环境影响评价，并根据评价报告，进行专业的污染治理。

4.2.2 下列区域的工业建筑在改造前应进行场地土壤污染诊断：

1 黑色金属、有色金属、皮革制品、造纸、石油煤炭、化工医药、化纤橡塑、矿物制品、金属制品、电力等重污染企业；

2 化工业、矿业、冶金业等行业工业废弃地；

3 金属冶炼类、化工类等工业园区及周边；

4 垃圾焚烧和填埋场等固体废物集中处理处置场地；

5 采油区、采矿区、污水灌溉区、干线公路两侧150米范围内。

【条文说明】

《全国土壤污染状况调查公报》（2014年4月17日，环境保护部和国土资源部联合发布）指出，工业企业用地中超过30%的土壤受到污染，其中黑色金属、有色金属、皮革制品、造纸、石油煤炭、化工医药、化纤橡塑、矿物制品、金属制品、电力等重污染企业超标36.3%；化工业、矿业、冶金业等行业工业废弃地超标34.9%；垃圾焚烧和填埋场有机污染严重，固体废物集中处理处置场超标21.3%；还有采油区、采矿区、污水灌溉区和干线公路两侧分别超标23.6%，33.4%，26.4%和20.3%。

4.2.3 既有工业建筑场地土壤污染诊断应符合下列要求：

1.应编制场地环境监测方案，内容应包括场地内的表层土壤和深层土壤

2.应按《场地环境监测技术导则》HJ25.2技术要求，对土质进行实时监测分析，形成监测报告。

【条文说明】

场地环境监测报告应包括报告名称、任务来源、编制目的及依据、监测范围、污染源调查及分析、监测对象、监测项目、监测频次、布点原则与方法、监测点位图、采样与分析方法和时间、质量控制与质量保证、评价标准与方法、监测结果汇总表等内容。

表层土壤和深层土壤的具体深度划分应根据场地环境调查结论确定，场地中存在的硬化层或回填层一般可作为表层土壤。监测点的布设方法、土壤样品的采集及分析方法的技术要求参照《场地环境监测技术导则》HJ25.2的相关规定执行。

4.2.4既有工业建筑场地安全诊断应符合下列要求：

1 对场地内及周边的危险品生产、存储、运输、经营企业或设施，应根据危险品的种类、规模进行诊断，诊断内容宜包括安全距离、设施与工艺、防护与标识、安全制度等相关因素；

2 对场地内及周边的加油站、加气站的勘察与诊断应包括：加油和加气工艺及设施、消防设施及给排水、供配电系统、防雷系统、防静电系统、报警和紧急切断系统、供暖通风系统、建（构）筑物、绿化以及各类工程施工情况；

3 对场地稳定性应按照现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB50021进行诊断。

4 对场地的洪涝灾害应按照现行国家标准《防洪标准》GB50201和《室外排水设计规范》GB50014进行诊断。

【条文说明】

危险品生产、存储、运输、经营企业或设施可参照《安全生产许可证条例》、《危险化学品安全管理条例》、《化工企业总图运输设计规范》、《工业企业总平面设计规范》、《危险化学品经营企业开业条件和技术要求》、《建筑设计防火规范》、《石油化工企业设计防火规范》、《危险品化学品重大危险源辨识》、《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》进行对比诊断。

加油站、加气站的勘察与诊断应参照现行国家标准《汽车加油加气站设计与施工规范》（GB50156）进行对比判断。

场地稳定性诊断主要内容应包括：地基承载力、地基变形和地基稳定性等。

当建筑场地及周边存在由于建筑工程和市政工程开挖、填筑施工所形成的人工边坡和对建（构）筑物安全或稳定有不利影响的自然边坡时，应依据现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB50021、《建筑地基基础设计规范》GB50007和《建筑边坡工程技术规范》GB50330等，对地基的稳定性进行诊断。

洪涝灾害主要指因降雨、融雪、冰凌、溃坝（堤闸）、风暴潮、热带气旋等造成的江河洪水、山洪、滑坡和泥石流等，以及由其引发的次生灾害。评估的结果可作为工业建筑民用化改造可行性的重要依据和民用化改造中场地降低洪涝灾害风险的改造依据。

4.2.5 既有工业建筑场地内水体诊断应符合下列要求：

1.当场地景观水体出现水体透明度差、漂浮物、有嗅味，水体无水质维护措施，或者水质维护管理不规范时，宜按照国家地表水环境监测技术规范的要求对水体水质进行监测；

2.如场地内景观水体水质不符合现行国家标准《地表水环境质量标准》GB3838地表水功能IV类标准要求，宜采取改善措施。

【条文说明】

通过现场勘察，查看水体透明度、是否有杂质、是否有嗅味等，进行水质初步诊断。通过现场勘察和询问，查看是否具有水质维护措施，其中包括但不限于生态或物理的水质维护技术。生态方法有生态护坡、人工湿地、水下森林等。物理处理方式有过滤砂缸、气浮等。通过感观诊断的水质可再进行水样的详细检测。景观水体的水质标准应按照现行国家标准《地表水环境质量标准》GB8383判别，水质检测时应综合考虑季节以及上游水系的影响。

4.2.6既有工业建筑场地下垫面诊断应符合下列要求：

1.诊断内容宜包括场地雨水管线设置和排水能力、场地径流总量控制率、透水地面等绿色雨水基础设施设置情况。

2.当场地综合径流系数超过项目所在地规划要求或国家和地方相关标准要求，宜结合海绵城市建设要求进行改造

【条文说明】

通过文件审查（总平面规划图、建筑竣工图、道路竣工图等）和现场核实，获取场地内不同的下垫面形式的面积，应有但不限于绿地、下凹绿地、透水铺装、雨水花园、水体等；根据住房城乡建设部发布的《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建》（试行）中绿色雨水利用技术，通过现场勘察和简单估算判断技术使用情况。按照现行国家标准《室外排水设计规范》GB50014 和《城市排水工程规划规范》GB50318给出的不同种类地面的径流系数计算方法，计算场地综合径流系数，计算结果应满足现行国家标准《室外排水设计规范》GB50014要求。

4.2.7 既有工业建筑场地环境诊断应符合下列要求：

1 当场地内及周边建筑有日照要求时，应依据国家和地方相关日照标准规定进行日照分析。

2 宜通过现场实测或数值模拟的方法，对场地风环境进行评估。

3 宜按照现行国家标准《声环境质量标准》GB3096相关规定要求对场地声环境进行评估。

【条文说明】

中心城区的既有工业建筑群通常空间紧凑，当进行民用化改造时一般需要考虑对于场地内和场地周边日照敏感建筑的影响，因此需要依据日照标准要求对敏感建筑进行日照分析，并依据日照分析结论进行相应的改造。周边建筑改造前满足日照标准的，应保证其改造后仍符合相关日照标准的要求；周边建筑改造前未满足日照标准的，改造后不应再降低其原有的日照水平。

绿色建筑通常比较关注场地人行尺度的风环境，因此既有工业建筑群进行改造时，建筑群布局调整方案宜统筹考虑场地实际风环境的检测结果。风环境评价主要关注冬季、过渡季以及夏季典型风速和风向工况的舒适性。风环境的诊断宜进行现场实测，当测试条件无法满足要求时可采用典型工况实测结合CFD模拟方法进行评估。现场实测宜在现场调研和图纸分析之后，在场地出入口、广场、建筑出入口以及主要人行通道1.5m高处布置测点，宜采用连续测试，测试时间应选择冬季主要风向和风速工况。CFD模拟方法应预先进行模型验证分析，宜采用现场实测工况的测试数据进行验证和网格数量加密的相关性验证，CFD模拟方法可以补充分析其他季节的典型工况。

场地噪声应符合现行国家标准《声环境质量标准》GB3096对同类声环境功能区的环境噪声等效声级限值要求。当噪声敏感建筑临近交通干线，或不能远离噪声源时，改造应采取降低噪声干扰的措施。场地噪声诊断方法包括查阅环境噪声影响测试评估报告、声环境模拟分析以及声环境现场测试。

4.2.8场地生态环境质量评估宜包括外来物种风险、绿地健康、水系健康等。

【条文说明】

外来物种风险诊断是对绿化过程中引入外来物种或有充分证据表明场地内存在其他来源外来物种分布的，应开展外来物种风险诊断。外来物种风险诊断应根据《外来物种环境风险评估技术导则》HJ624的相关规定、流程和方法进行诊断、评价。结果表明外来物种有可能或已经建立自然种群、扩散或产生生态危险的，宜进行改造。

绿地健康诊断是对场地内绿地的空间分布与结构、竖向设计、种植设计、路桥配套、园林设计及其配套等进行评估，并与现行国家标准《城市绿地设计规范》GB50420的要求相对比，对不符合规范要求的，宜进行改造。

水系统健康诊断是对场地内的水域保护、水生态保护、水质保护、滨水空间控制现状进行分析，评估其内水系的水体利用、岸线利用、滨水区规划布局、水系改造状况，衡量其与城市水系的协调性，并与现行国家标准《城市水系规划规范》GB50513的要求相对比，对不符合规范要求的，宜进行改造。

4.2.9既有工业建筑民用化改造前，宜对场地的太阳能、浅层地热能、风能、雨水等可再生能源资源利用进行可行性论证。

【条文说明】

既有工业建筑进行民用化绿色改造时，通常需要考虑利用太阳能、浅层地热能、风能、雨水等可再生资源的可行性。

对于太阳能利用主要有光热、光伏两种形式，需要考虑当地太阳能资源与使用功能需求的匹配经济性，考虑屋顶空间利用的可行性，其中光热利用是否选用应当根据热水需求量、季节性用水特点、昼夜用水特点以及经济效果确定，下列情况下建筑热水系统不宜选用太阳能为热源：1）当建筑热水用水需求很小时 (如无食堂用水的办公楼，热水用水仅为办公人员洗手使用)；2）当系统主要用水量集中在冬季，在夏季用水量较少时；3）当太阳能热水系统总价与年净收益的比值大于7时。光伏发电系统设置前应进行投资回收期分析，投资回收期的计算应结合实时的电网用电价格和实时的分布式光伏发电电价补贴政策，项目投资静态回收期宜小于10年。光伏利用宜采取分布式光伏发电系统，按照“自发自用”及“余电上网”模式运营。

对于浅层地热能，宜选择地埋管地源热泵系统和地表水地源热泵系统。当建设项目临近江、河、湖水等地表淡水水源或污水水源，并征得相关部门同意后，建设项目应优先采用地表水地源热泵系统，并尽可能利用原有取排水散热系统，作为水源热泵的取排水管道系统。地埋管地源热泵系统和地表水地源热泵系统的制冷效能比EERsys不应小于3.0、制热性能系数COPsys不应小于2.6。地源热泵系统宜适用于空调热负荷相对较大并有较多热水需求的旅馆、医院病房等建筑。当使用地埋管地源热泵系统时，须考虑埋管空间的可行性。

风能利用须综合考虑当地的风能资源适当采用。

应结合下垫面的污染程度，确定是否采用雨水回用系统。当主要下垫面为沥青油毡屋面或是车行地面时，由于COD、TN浓度、浊度、色度都相对较高，对这类径流雨水不建议收集。

**4.3 结构鉴定**

4.3.1既有工业建筑民用化绿色改造前，应根据建筑结构现状及改造目的进行检测鉴定，具体要求可按现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB50023、《工业建筑可靠性鉴定标准》GB50144等执行，并根据检测鉴定结果，提出改造或加固方案建议。

【条文说明】

根据现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010的规定，既有结构延长使用年限、改变用途、改建、扩建或需要进行加固、修复等，均应对其进行评定、验算或重新设计，因此，应对既有工业建筑民用化绿色改造中的原结构进行鉴定。

根据现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB50023和地方有关标准的规定，应进行抗震鉴定的既有建筑，按上述标准进行抗震鉴定，其余既有建筑应按现行国家标准《工业建筑可靠性鉴定标准》GB50144和地方有关标准的规定，进行安全性鉴定。

4.3.2既有工业建筑结构鉴定，应根据实际情况和需要，合理选择建筑安全等级和后续使用年限。

【条文说明】

既有工业建筑存量庞大，需要进行抗震鉴定和加固的数量也很大，情况也十分复杂，在改造前的服役时间各不相同，改造后的结构功能又有所改变，因此不能直接沿用其新建的可靠指标作为改建后的可靠指标，宜根据既有工业建筑改造的实际情况区别对待处理，提出相应的安全等级。对于原来未进行抗震设计、设防烈度低或按旧规范进行抗震设计的既有工业建筑结构，多数在改造加固设计时很难达到现行规范的要求，因此鉴定时应根据实际情况和需要，合理选择建筑后续使用年限。在确保结构性能符合现行结构标准对结构性能的基本要求情况下，尽量减少对既有结构加固等的工程量。

国际标准《结构可靠性总原则》ISO2394：1998强调了依据用户提出的使用年限对可变作用采用系数的方法折减，提出当可靠程度不足时，鉴定结论可包括：出于经济理由保持现状、减少荷载、修补加固或拆除等。

现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB50023对按不同后续使用年限的既有建筑提出了相应的鉴定方法，对根据《建筑抗震鉴定标准》GB50023规定，分别按A、B、C类建筑进行抗震鉴定的既有建筑，应确保在改造或加固后结构性能基本达到“小震不坏，中震可修，大震不倒”的抗震设防目标，其中C类建筑必须达到“三水准”目标，A、B类建筑可在一定程度上达到，即允许其在遭遇同样的地震影响时，其损坏程度略大于C类建筑。

4.3.3既有工业建筑结构鉴定，宜根据实际情况和需要，对保留结构进行耐久性专项鉴定，包括基础部分和上部承重结构，综合评估保留结构的耐久性是否满足后续使用年限的要求， 并根据鉴定结果提出相应的处理意见。

【条文说明】

建筑物的基本功能分为三个部分：安全性、耐久性、适用性。其中安全性、耐久性为任何建筑物能否正常使用的基础，对于既有建筑综合改造同样也必须考虑其改造后的安全性及耐久性，结构工程的耐久性能是关系到既有建筑在规定年限内能否正常使用的必要条件之一。

有关调查结果表明，我国工业建筑的耐久性问题相当严重，国家统计局和建设部于上世纪八十年代进行的一项调查表明，我国大部分工业建筑在使用25~30年后即需要大修，处于严酷环境下的建筑物使用寿命仅15~20年。

对既有工业建筑的耐久性鉴定可根据现行国家标准《工业建筑可靠性鉴定标准》GB50144附录B和中国工程建设标准化协会标准《混凝土结构耐久性评定标准》CECS220的要求进行。

4.3.4既有工业建筑结构鉴定，宜根据实际情况和需要，对保留结构的围护结构进行专项鉴定，确定围护结构构件的材质、强度、与承重结构的拉结安全性等，并根据鉴定结果提出相应的处理意见。

【条文说明】

既有工业建筑改造前，宜根据现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB50023、《工业建筑可靠性鉴定标准》GB50144和地方有关标准的规定，对围护结构的结构性能进行鉴定，为改造方案中对围护结构的保留与否及保留后是否需要加固提供技术依据。

**4.4** **围护结构节能与室内环境**

4.4.1 既有工业建筑民用化绿色改造前，应依据现行行业标准《公共建筑节能改造技术规范》JGJ176或地方有关标准，对围护结构进行节能诊断评估，包括下列内容：

1 外墙构造形式、传热系数及热工缺陷；

2 屋面构造形式及传热系数；

3 外窗、透光幕墙、屋顶透光部分的传热系数、太阳得热系数/遮阳系数及气密性；

4 各朝向窗墙比。

【条文说明】

既有工业建筑改造前，须评估围护结构是否能够满足改在后的民用建筑功能要求，主要考虑的是热工性能和气密性等，主要的围护结构包括屋面、外墙（包括非透明幕墙）、外窗、透光幕墙、屋顶透光部分（天窗）等。

外墙和屋面平均传热系数应按现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177的规定进行检测并结合现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB50176的规定计算得到。外墙热工缺陷检测应采用红外热像法和敲击法。

各朝向窗墙比依据实际测量的尺寸进行计算，外窗、透光幕墙、屋顶透光部分传热系数、太阳得热系数/遮阳系数可依据现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB50176和现行行业标准《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》JGJ/T 151规定的计算方法得到。

4.4.2 既有工业建筑民用化绿色改造前，宜对既有建筑热环境、光环境以及声环境状况进行诊断，包括下列内容：

1 宜依据现行国家标准《建筑采光设计标准》GB50033的要求，对各区域的自然采光系数、室内眩光水平进行诊断评估；

2宜依据现行国家标准《民用建筑室内热湿环境评价标准》GB/T 50785，对自然通风措施、通风换气量以及室内舒适度水平进行诊断评估；

3宜依据现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118对室内背景噪声以及围护结构的隔声性能进行评估。

【条文说明】

既有工业建筑改造前，可对既有空间内的自然采光效果进行评估，特别是对于工业建筑改造中常见的大进深内区空间，通过对自然采光现状的评估，可为后续改造设计的采光改善措施优化提供支撑。评估内容主要涉及到自然采光系数以及室内眩光水平，基于如下考虑：工业厂房中较常见的高窗和天窗在存在引起室内眩光的可能性；大进深的内区空间存在自然采光效果弱的问题，因此将上述两部分内容作为评估的重点。现场检测可依据现行国家标准《采光测量方法》GB/T 5699相关规定执行，对效果的评估可依据现行国家标准《建筑采光设计标准》GB50033的相关指标。

既有工业建筑改造前，有必要对既有空间的自然通风效果进行评估，为后续改造设计中的自然通风利用措施提供基础支撑。评估内容包括既有工业建筑的自然通风措施现状，以及在现状条件下的自然通风换气量，同时可对自然状态下的体感温度进行检测，并依据现行国家标准《民用建筑室内热湿环境评价标准》GB/T 50785，对自然通风状态下的室内热湿环境水平进行评价。用于结合后续改造功能判断是否需求调整、增加自然通风改善措施。

既有工业建筑在改造为民用建筑后，其围护结构构件的隔声性能是否可满足改造后的功能需求，需要进行评估，并根据评估结果采取相应的声环境保障措施。评估内容主要为外墙、外门窗、楼板的隔声性能，以及室内背景噪声水平，可依据现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118的相关要求，开展现场检测并依据检测结果和规范要求进行评估。

**4.5 机电系统与设备**

4.5.1 机电系统与设备的诊断宜包括下列内容：

1 供暖、通风和空调系统及设备；

2 给排水系统及设备；

3 配电与照明系统及设备；

4 智能化系统及设备；

5 消防设备；

6 工艺设备；

7 其他设备设施，包括电梯、起重设备、烟囱等。

【条文说明】

由于工业建筑特点不同，对于室内人工环境的要求也不同，机电设备的配置水平也不同，如恒温恒湿车间，车间内装有特殊的空调设备，控制室内温度、适度波动很小，因此进行民用化改造时部分设备可以进行再利用处理；如南市电厂改造利用南市电厂发电机组的冷却水系统作为江水源热泵的取排水管道被再利用。

4.5.2 可利用的机电设备应依据改造后建筑功能要求校核现有机电设备的可靠性。

【条文说明】

既有工业建筑改造前，应对原有机电设备进行可靠性评估（包括功能性能和安全性能），并结合改造后的功能确定再利用方式，包括直接利用，改造后再利用，或者改造成为其他功能或非功能设备使用。

诊断原有空调设计及系统是否可以利用。对于应用时间不长的冷源设备其效率满足现行规范要求的可以加以利用，另外对于水泵、空调箱等设备也应进行综合诊断，判断是否可以继续利用。

对于给水系统，应根据改造后功能需求和负荷，对原有给水系统中水池（水箱）、水泵系统、供水管径进行核算。当核算结果可以满足改造后供水需求时，可选择对原有给水系统进行保留，但在卫生防疫方面需按现行规范要求进行完善。根据绿色建筑的需求，需要通过密闭性能好的阀门设备、耐腐蚀耐久性能好的管材管件来避免管网漏损，因此在既有工业建筑改造设计时，对给水系统的管材管件进行检测，对老化、腐蚀导致漏损率不达标的，以及已淘汰产品应进行更换。

对于排水系统，根据改造后建筑的使用功能需求，在考虑现有排水系统的通畅性、独立性及新增排水点接入可行性的基础上，确定对原有排水系统是否进行保留。对新增排水点应考虑其接入现有排水系统的可行性。既有工业建筑根据其产业特征，部分会设置废水储存、处理设施。民用化改造时，可以结合原有排水系统去向，将废水储存间改造为民用功能，如隔油间等。既有工业建筑中采用直接排放方式的雨水排水系统，在改造时可结合绿色建筑对雨水收集回用的需求，增设雨水收集池。

4.5.3 可利用的机电设备应依据现行行业标准《公共建筑节能改造技术规范》JGJ176或地方有关标准进行节能诊断，并根据评估结论制定相应的改造利用措施。

【条文说明】

机电设备的节能诊断包括空调冷热源设备的性能系数，风机的最大单位风量耗功率，水系统水泵的耗电输冷（热）比，变压器效率等主要功能设备的能效指标，节能性能指标参照现行行业标准《公共建筑节能改造技术规范》JGJ176或地方有关标准相关规定执行，并根据节能诊断评估结论制定相应的节能改造技术方案。

4.5.4 工艺设备应结合改造后建筑功能进行诊断，并可采用下列方式进行利用：

1 保留或改造后作为新建筑相关机电系统的功能设备或建筑构件；

2 保留或改造后作为建筑工艺雕塑。

【条文说明】

很多工艺设备由于具有很高的安全性能和工业建筑特点也可以被改造后再利用，如特钢大舞台的改造，将主厂房顶部三个高炉风帽油漆改造为采光通风装置、使用厂区原有的钢炉、冷却管、巨型螺栓等构件加工制作出不同尺寸的文化主题雕塑。

4.5.5既有工业建筑给排水管材和附件的诊断应符合下列要求：

1 使用年限超过10年的管材和附件可更换；

2 泄漏的阀门、阻力大的阀门可更换；

3 采用镀锌钢管的生活给水管材和附件应更换；

4 采用砂芯浇铸铸铁管和因老化造成漏损的的排水管材应更换；

5 经过水平衡测试管道漏损率不达标的系统管材和附件可更换。

【条文说明】

对于管材和附件使用10年以上的，管道老化现象普遍存在，是导致管道漏损的重要因素，对这类管道和附件在进行工业建筑民用化改造时应进行更换。

由于镀锌钢管的锈蚀造成水中重金属含量过高，影响人体健康，现已禁止在生活给水系统中使用，当工业建筑进行民用化改造时，镀锌钢管的给水系统应进行更换。

排水管材采用砂芯浇铸铸铁管，以及管网漏损是由于排水管材和附件问题引起，应进行改造。

管网漏损主要通过测量年同月份用水数据出现异常进行判断，通过调查工业建筑供水总表的数据与五年内同月份用水数据进行水平衡分析，来判断管网是否有漏损问题。

4.5.6既有工业建筑给水系统的诊断应符合下列要求：

1.在满足末端器具所需最小水压的前提下，供水末端用水点供水压力小于0.1MPa或大于0.2MPa的情况时，应进行供水系统改造。

2.给水系统改造前，应对调节贮存设施、增压设施等进行诊断。

3.既有计量设备应进行诊断，若读数异常应进行更换，对于可利用的计量设施应保留后再利用。

【条文说明】

工业建筑进行设计时，有可能考虑到工艺需求对用水点设置较高的水压，改为民用建筑时应避免用水点超压出流。因此改造后的民用建筑应根据用水需求调整设计水压，无特殊要求时各用水点处供水压力不应大于0.2MPa。根据现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB50242中的要求进行室内给水管道的水压试验。检测用水末端压力，获取供水管网压力数据。

改造后建筑按使用用途、付费或管理单元的情况，对不同用户的用水分别设置用水计算装置，统计用水量，并据此施行计量收费，以实现“用者付费”，达到鼓励行为节水的目的，同时还可统计各种用途的用水量和分析渗漏水量，达到持续改进的目的。

4.5.7既有工业建筑排水系统诊断评估应符合下列要求：

1.无组织的屋面排水应改造为有组织的屋面排水。保留的屋面雨水排水系统应复核是否满足改造后的设计重现期要求；

2排水系统中水处理设备、废水储存设备宜保留，并进行民用化改造；

3 室外采用雨污合流的排水系统，应改造为雨污分流的排水系统。既有合流管道可作为雨水排水管，其排水能力应根据改造后建筑室外场地所要求的雨水设计重现期进行复核，同时应复核既有路面雨水口的排水能力；

4 可保留的排水管道应结合改造后的使用空间进行诊断。

【条文说明】

工业建筑以大型屋面建筑为主，较早的工业以无组织屋面排水和重力流排水为主，造成排水系统不健全，排水流量不足等问题。现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB50015规定“工业厂房﹑库房﹑公共建筑的大型屋面雨水排水宜按满管压力流设计”。本规程要求对工业建筑改造时，屋面雨水排水系统改造应根据工程实际情况选择采用重力流或压力流排水系统，以满足有组织雨水排水要求，并满足排水要求。

既有工业建筑根据其产业特征，部分会设置废水储存、处理等设施。民用化改造时，可以结合改造后功能，将部分设备进行保留用于民用。例如工业水处理中的沉淀池可用于车库沉砂池。混凝、过滤设备可用于雨水处理回用；工业水处理中的隔油、气浮设备可用于餐饮等含油废水的处理等。

随着我国对水环境保护力度加大，为了避免污水排入河道污染水体，应采用室外雨污分流的排水体制。现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB50015规定“小区排水系统应采用生活排水与雨水分流制排水系统”。在进行既有工业建筑改造时也应注意进行室外排水系统改造。

既有工业建筑民用化绿色改造时，对于可利用的排水管道应结合改造后的使用空间进行诊断，当排水管道穿过改造后的主要噪声敏感功能空间时，原有排水管道应进行相应改造，如改变排水管道走向或采用隔声措施。

4.5.8 既有工业建筑生活热水系统的诊断应符合下列要求：

1 热水管道与设备如出现老化、漏损、严重积垢和腐蚀等情况，应进行更换；

2 当既有生活热水系统使用年限小于10年，应论证改造后再利用方案，当投资静态回收期小于5年时，宜进行改造后再利用。

【条文说明】

热水系统随着运行时间的增长会出现设备老化，造成管道漏损，不利于系统节水。同时热水系统的水垢也会随着运行累积，造成热水管道堵塞、换热效率下降等问题，造成热水系统能耗增加，因此需要对这类热水管道和设计进行更换。

工业建筑中较为常用的供热系统包括集中热源、燃气加热、电加热、生产工艺产生的余热等。随着建筑使用功能的改变，部分供热系统由于缺少热源而无法正常使用，此时需要选用替代热源，此时应优先选用太阳能等可再生能源进行改造后建筑的主要热源。

对于既有的集中热水系统，应评估其加热方式是否符合节能的要求、配水点的热水出水时间是否符合现行国家标准《民用建筑节水设计标准》GB50555的要求。同时应注意与改造后热水负荷的匹配，若供热比例过低则会造成热水供应量不足，影响热水使用舒适度；若供热量过高，则可能造成热水系统过热、系统供热效率降低，影响使用节能效果且不利于使用安全。

4.5.9既有工业建筑室外人工景观水体的补水接自来水或地下水时，应进行改造。

【条文说明】

根据现行国家标准《民用建筑节水设计标准》GB 50555的要求，景观用水水源不得采用市政自来水和地下井水。

4.5.10 既有工业建筑冷热源设备应根据改造后功能需求进行诊断，并符合下列要求：

1 对于运行效率不低于现行国家标准《冷水机组能效限定值及能源效率等级》GB19577、《溴化锂吸收式冷水机组能效限定值及能效等级》GB29540相关标准的3级水平且使用寿命小于10年的原有空调冷水机组、溴化锂机组等设备，在技术条件许可时应保留利用。

2 对于运行效率不低于现行国家标准《[工业锅炉能效限定值及能效等级](http://www.baidu.com/link?url=vQDI9TCSyRcuVkwC775IluN-vZGW1XPsdr32iycoxC4SAG4InWmXzWR69uVNMbeY)》GB24500相关标准的3级水平的90%且使用寿命小于10年的原有锅炉设备，在技术条件许可时应保留利用。

【条文说明】

依据现行国家标准《冷水机组能效限定值及能源效率等级》GB19577-2015，冷水机组运行效率3级按表1确定；依据现行国家标准《溴化锂吸收式冷水机组能效限定值及能效等级》GB29540-2013，溴化锂吸收式冷水机组能效限定值3级按表2确定；依据现行国家标准《工业锅炉能效限定值及能效等级 》GB24500-2009锅炉热效率3级按表3确定。

表1 《冷水机组能效限定值及能源效率等级》GB19577-2015性能等级指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 类型 | 名义制冷量（CC）kW | 3级能效等级 |
| （COP）W/W | （IPLV）W/W |
| 风冷式或蒸发冷却式 | CC≤50 | 2.50 | 2.80 |
| CC＞50 | 2.70 | 2.90 |
| 水冷式 | CC≤528 | 4.20 | 5.00 |
| 528＜CC≤1163 | 4.70 | 5.50 |
| CC＞1163 | 5.20 | 5.90 |

表2 《溴化锂吸收式冷水机组能效限定值及能效等级》GB29540-2013性能等级指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 类型 | 名义制冷量（CC）kW | 3级能效等级 |
| 蒸汽型机组（单位冷量蒸汽耗量）kg/（kW·h） | 饱和蒸汽0.4MPa | 1.40 |
| 饱和蒸汽0.6MPa | 1.31 |
| 饱和蒸汽0.8MPa | 1.28 |
| 直燃型机组（COP）W/W | / | 1.10 |

表3 《工业锅炉能效限定值及能效等级 》GB24500-2009热效率等级指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 类型 | 在下列锅炉容量（MW）下的3级热性能% |  |
| 0.7 | 1.4 | 4.2 | 5.6 | 14 | 大于14 |
| 层状燃烧锅炉 | 烟煤Ⅱ | 73 | 76 | 78 | 79 | 80 |
| 烟煤Ⅲ | 75 | 78 | 80 | 81 | 82 |
| 贫煤 | 71 | 74 | 76 | 78 | 79 |
| 无烟煤Ⅱ | 60 | 63 | 66 | 68 | 71 |
| 无烟煤Ⅲ | 65 | 70 | 74 | 76 | 79 |
| 褐煤 | 71 | 74 | 76 | 78 | 80 |
| 刨煤机链条炉排锅炉、 | 烟煤Ⅱ | / | / | 80 | 81 |
| 烟煤Ⅲ | / | / | 82 | 83 |
| 贫煤 | / | / | 79 | 80 |
| 流化床燃烧锅炉 | 烟煤Ⅱ | / | / | 82 | 83 |
| 烟煤Ⅲ | / | / | 84 | 84 |
| 贫煤 | / | / | 81 | 82 |
| 无烟煤Ⅱ | / | / | 80 | 81 |
| 无烟煤Ⅲ | / | / | 81 | 82 |
| 褐煤 | / | / | 82 | 83 |
| 燃油、燃气 | 重油 | / | / | 86 | 88 |
| 轻油 | / | / | 88 | 90 |
| 燃料气 | / | / | 88 | 90 |

4.5.11既有工业建筑空调水系统应根据改造后功能需求进行诊断，并符合下列要求：

1 水系统循环水泵选型合适、实际运行效率不低于铭牌值的80%且使用年限小于5年的应加以回收利用，并根据改造后建筑负荷特点对水泵进行相应的节能改造；

2. 冷却塔选型合适、实际运行效率不低于铭牌值的80%且使用年限小于5年的应加以回收利用，并对冷却塔填料进行相应的节能改造；

3 出现老化、漏损、水垢情况的水箱可更换。

4.5.12 既有工业建筑供配电系统的诊断评估应符合下列要求：

1 变电所满足改造后用电需求，并符合现行国家标准《20kV及以下变电所设计规范》GB50053要求时，宜沿用变电所；

2变压器能效达到现行国家标准《三相配电变压器能效限定值及能效等级》GB20052中规定的能效限定值要求，并且安全可靠时，宜再利用；

3低压配电设备满足现行国家标准《低压配电设计规范》GB50054要求，且使用年限小于5年时，可再利用；

4供配电系统电缆电线符合改造后用电需求，并符合现行行业标准《民用建筑电气设计规范》JGJ16或地方有关标准要求时，可再利用；

5 对于不能满足现行标准要求的设备，应论证改造后再利用方案，当投资静态回收期小于5年时，宜进行改造后再利用。

4.5.13既有工业建筑电气设备的诊断评估应符合下列要求：

1.使用年限小于15年、运行维护正常且满足年检要求的电梯可保留使用。

2.既有防雷与接地系统应按照现行国家标准《建筑物防雷工程施工与质量验收规范》GB50601进行检测，满足（或调整后满足）改造后建筑防雷与接地要求时，应加以利用。

3.再利用的电气设备应按照现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB50303内容进行相应的检测评估。

**4.6 改造策划**

4.6.1 既有工业建筑民用化绿色改造前，应依据改造诊断结论，综合考虑技术经济性、施工可行性、社会价值等因素，进行项目改造策划。

4.6.2 既有工业建筑民用化绿色改造策划内容应包括功能策划、技术策划、经济策划、建设周期策划，并应编制既有工业建筑民用化绿色改造可行性论证报告。

4.6.3 功能策划宜结合不同建筑功能对于总平面设计、建筑与结构设计要求、基础设施容量以及社会等因素确定，并根据原有建筑自身特点进行空间规划。

【条文说明】

不同功能的公共建筑存在不同的设计要求，根据现行行业标准《办公建筑设计规范》JGJ67、《商店建筑设计规范》JGJ 48、《展览建筑设计规范》JGJ218、《旅馆建筑设计规范》JGJ 62、国家标准《建筑设计防火规范》GB50016、《建筑工程抗震设防分类标准》GB50223、《建筑设计资料集》等标准规范的相关要求，总结工业建筑民用化改造中功能取向的技术可行性影响因素。如下表。

**表1 工业建筑民用化绿色改造功能取向的技术可行性指标**

| **一级指标** | **二级指标** | **不同功能设计要求** |
| --- | --- | --- |
| **办公** | **商店** | **展览** | **旅馆** |
| 选址 | / | 地质有利、市政完善、交通通信便利 | 城市商业基地或主要的道路 | 交通便捷，与交通设施联系方便 | 交通便捷，环境良好 |
| 基地至少有1面直接临接城市主要干道 | 基地至少有1面直接临接城市主要干道 |
| 总平面设计 | 出入口 | 设备用房的物品运输设单独出入口 | 至少两面与城市道路邻接/或1/4周长与1条道路相邻 | 基地至少有2个不同方向通向城市道路的出口 | 主要出入口必须明显，并能引导旅客直接到达门厅 |
| 人流集散 | / | 根据业态和面积计算 | 0.2平米/人 |  |
| 机动车停车位 | 0.25-0.4辆/每百平米 | 2-2.5辆/每千平米 | 0.6辆/每百平米 | 0.3-0.5辆/每百平米 |
| 非机动车停车位 | 0.4-2辆/每百平米 | 40辆/每千平米 | 0.75-1辆/每百平米 | 0.75辆/每百平米 |
| 环境和绿化 | 场地绿化、立体绿化等 | / | / | / |
| 建筑密度 | / | / | ≤35% |
| 道路 |  | 最小4m宽后勤道路 |  |
| 建筑设计 | 净高 | 一般不低于2.6m，设空调的办公室可不低于2.4m | 自然通风3.2-3.5m/空调3m | 展厅净高不低于6m | / |
| 柱距 | / | 柱距不宜小于8m | 柱网间距不小于9m |
| 平面布局 | 增设中庭可能性 | 增设中庭可能性 | 增设中庭可能性 | 增设中庭可能性 |
| 增设夹层可能性 | 增设夹层可能性 | 增设夹层可能性 | 增设夹层可能性 |
| 增设机房 | 增设机房 | 增设机房 | 增设机房 |
| 竖向交通 | 五层及五层以上应设电梯，积每5000m2 至少设置1 台 | 夹层增设楼梯、自动扶梯、电梯 | 展览空间在二层及二层以上应设自动扶梯或大型客运梯 | 一、二级旅馆建筑3层及3层以上，三级旅馆4层及4层以上，四级旅馆6层及6层以上，五、六级旅馆7层及7层以上，应设乘客电梯 |
| 耐火等级 | 部分重要房间的隔墙耐火极限不应小于2h，楼板不小于1.5h | 不低于二级 | 不低于二级 | 不低于二级 |
| 安全疏散 | 展任何一点至最近安全出口的直线距离不大于30m，设置自动灭火系统时不大于37.5m | 任何一点至最近安全出口的直线距离不大于30m，设置自动灭火系统时不大于37.5m | 任何一点至最近安全出口的直线距离不大于30m，设置自动灭火系统时不大于37.5m | 应采用室内封闭楼梯间或室外疏散楼梯 |
| 结构 | 抗震 | 不低于丙类 | 单层：标准设防类；多层：重点设防类 | 不低于丙类 | 不低于丙类 |
| 楼面荷载 | 1.5KN/每平米 | 3.5KN/每平米 | 3.0KN/每平米 | 1.5KN/每平米 |
| 基础设施容量 | 水、电、燃气 | 根据有无食堂、空调等设施对应的不同要求 | 根据有无餐饮、空调等设施况对应的不同要求 | 用水定额3-6L/平方米·天；电力负荷不低于二级 | 根据有无餐饮设施两种情况对应的要求 |
| 消防用水 | 层数≥6或体积＞10000m3，15L/S | （1）高度≤24m、体积≤5000m3,5L/S;(2)高度≤24m、体积>5000m3,10L/S;(3)24m<高度≤50m,30L/S;(4)50m<高度,40L/S | （1）5000m3＜体积≤25000m3,10L/S；（2）25000m3＜体积≤50000m3,15L/S；（3）体积＞50000m3,20L/S | （1）5000m3＜体积≤10000m3,10L/S；（2）10000m3＜体积≤25000m3,15L/S；（3）体积＞25000m3,20L/S |

空间策划宜在分析保留工业建筑结构、空间特征的前提下进行合理适宜的空间规划，提出空间构想，以满足拟建新类型的功能要求。

4.6.4 技术策划以改造诊断报告、功能策划为依据，以综合性能提升和经济合理为目标，结合国家和地方的相关绿色建筑标准，制定规划与建筑、结构与材料、机电系统与设备、绿色施工等技术措施。

【条文说明】

技术策划的依据包括改造后使用功能的需求、改造后建筑类型与原有建筑类型建筑标准的差异性、改造后建筑的定位需求。技术策划应从技术和经济两个因素判断是否采用该技术。绿色技术策划可参照现行国家标准《绿色建筑评价标准》GB/T50378、《既有建筑绿色改造评价标准》GB/T51141及地方有关标准进行，并重点关注如下内容：

自然采光：

* 尽量利用原有天窗、高窗等有利于室内采光的基础条件。
* 将内庭院、天井、中庭等空间改造措施与自然采光措施相结合。

自然通风：

* 尽量利用原有朝向、天窗、高窗、烟囱等有利于室内自然的基础条件，针对新功能需要进行改进利用。
* 将内庭院、天井、中庭等空间改造措施与自然通风措施相结合。

垂直绿化：

* 垂直绿化与建筑功能
* 将垂直绿化作为立面元素，与遮阳等物理功能整合设计。

屋顶绿化：

* 将屋顶绿化与屋顶保温隔热措施结合起来，屋顶绿化的形式须考虑屋顶的结构形式。

地源热泵：

* 发电厂工业改造时，宜考虑采用水源热泵系统，利用原有取排水散热系统，作为水源热泵的取排水管道系统。
* 考虑采用土壤源热泵系统时，须考虑埋管空间的可行性。

太阳能光伏系统：

* 考虑使用光伏系统时，应首先屋面空间的利用。

太阳能光热系统：

* 考虑使用光热系统时，应首先屋面空间的利用。

雨水回用系统：

* 考虑使用雨水回用系统时，应尽量利用原有屋面排水系统进行汇水收集。
* 考虑采用使用雨水回用系统时，须考虑集水＃和水处理设备空间的可行性。

废旧材料的回用：

* 在结构优化设计的基础上，统筹考虑废旧材料的综合利用。
* 改造前，应校核现有机电设备是否能够满足新建筑功能的需求，尽可能保留使用，如变压器、空调机组、冷却塔等。

结构优化：

* 空间策划时，宜结合结构优化，尽可能减少结构拆除和改变。

4.6.5 经济策划宜结合项目外部条件及内部条件合理确定改造项目规模及改造程度，在明确规模的前提下制定投资计划，制作盈亏计算表，并进行经济评价分析。

【条文说明】

经济策划作为建筑策划中不可或缺的一个环节，宜根据“经济、实用、美观”的原则，根据不同的投资方式（无偿投资、无息投资、单息投资、复利计息投资）以及拟改造建筑的类型、项目外部条件等进行预测和评价，科学决策。

4.6.6 建设周期策划宜对改造项目进行覆盖全生命周期的分析策划，对项目复杂程度及技术难度进行预判断，据此对诊断检测、设计、施工及后期运营等各阶段做出合理规划。

【条文说明】

既有工业建筑民用化绿色改造过程中因原有建筑留存年代，保护状况各有不同，在工程实践中因为前期诊断检测的不及时或不完善造成的设计乃至施工的反复屡见不鲜，因而应当将诊断检测部分列入到整个建设周期中加以考量，使其成为建设周期不可或缺的一部分，诊断检测的结果应当能够指导后续设计施工周期的制定以及后期运营的方式，成为建筑全生命周期设计的依据。

**4.7 改造后评估**

4.7.1 既有工业建筑民用化绿色改造工程竣工验收之后，宜进行改造技术或措施的后评估，并出具后评估报告，综合评价改造技术或措施的效果及经济性。

【条文说明】

既有工业建筑民用化绿色改造后，组织相关人员对改造技术或措施的有效性进行调查、分析、评估，发现未达到预期效果或有明显的不良影响，及时提出并采取相应的改进措施，确保改造效果符合设计要求，并出具后评估报告。必要时，可进行既有建筑绿色改造星级评价，评价标准可按现行国家标准《既有建筑绿色改造评价标准》GB/T51141-2015执行。

4.7.2 既有工业建筑民用化绿色改造后评估的方法宜采用资料审查、现场查勘、性能检测、模拟计算以及经济分析等。

【条文说明】

该条给出了既有工业建筑民用化绿色改造后评估宜采用的方法，这些方法可根据实际需要选择性运用，也可综合运用。

**5规划与建筑**

**5.1 一般规定**

5.1.1改造设计应遵循所在地区的上位规划原则，并通过改造实现与周边城市功能的良好衔接。

【条文说明】

既有工业建筑通常位于城市现有或废弃工业区，改造设计在场地布局和建筑造型等方面应与所在区域的空间肌理和城市风貌相协调，保留、强化区域的历史文化价值。

5.1.2具有较高历史文化价值、承载较为独特的历史人文信息的既有工业建筑及其环境，改造设计宜保留、延续和强化既有建筑环境特征。改、扩建部分的建筑风貌宜与之协调共生。

【条文说明】

既有工业建筑的设计建造、使用保存情况差异较大，其空间、形态和环境的改造应根据特定既有建筑的价值采取合适的改造策略。既有建筑的价值主要包括历史价值、文化价值、社会价值、艺术价值、科学价值及既有建筑保存状态等。

对于设计、建设质量较高，保存状态较好，建成时间较长，与特定历史事件或人物相关，是城市建设或产业发展的代表性建筑，反映特定时期的艺术审美取向，反映特定时期的典型建造工艺或工艺流程的既有建筑，应着重保留并强化其主要特征，延续并拓展其价值。改造、扩建部分应保留改造印迹，保护原有建筑的可识别性。

对于设计、建设质量较低，保存状态较差的既有建筑，应在充分利用其结构寿命和经济价值的基础上，着眼于全面提升建筑品质，满足当下民用建筑的使用要求。

5.1.3对受污染危害的场地应根据污染物种类及污染超标情况进行场地处理。

5.1.4根据结构安全性检测鉴定结果，应因地制宜地通过合理规划与布局，充分保留既有工业建筑中具有再利用价值的结构与空间体系。

【条文说明】

既有工业建筑的民用化绿色改造不仅应考虑改造后的功能与美观需求，也应从建筑节材、节能角度，从整体规划布局时考虑充分利用可利用的建筑空间与材料，从根源上减少建筑的拆除与改动量，从而减少改造中的能源与资源消耗。

5.1.5应按改造后建筑的使用性质及规模，复核和控制相应的防火间距、防火分区、安全疏散宽度和距离。

【条文说明】

既有工业建筑在防火设计上与民用建筑有较大的区别，在对既有工业建筑进行民用化改造利用时，应按改造后建筑的使用性质及规模，复核和控制相应的防火间距、防火分区、安全疏散宽度和距离。

5.1.6改造设计宜优先利用自然采光、自然通风等被动式技术改善室内环境。

【条文说明】

既有工业建筑通常存在大体量、大进深等特点，在改造为民用建筑时对室内采光与通风环境需求较高。改造设计时可结合工业建筑的空间与屋面特征，通过利用天窗、引入中庭等措施来改善室内自然通风与采光，是提升工业建筑民用化改造后室内环境的重要措施之一。相比主动式技术，被动式技术的技术难度、建设与维护成本更低，在进行技术体系设计时，应遵循被动式优先的原则。

5.1.7既有工业建筑公共部位的改造宜采取土建与装修一体化设计与施工的原则。

【条文说明】

土建与装修一体化设计与施工可避免装修时对土建构件的破坏，避免重复设计所造成的材料浪费。土建与装修一体化设计与施工要求土建开工前，土建、装修各专业的图纸（达到施工图深度）齐全且通过了政府主管部门的审查。建筑与结构施工图纸中应注明预留孔洞的位置、大小，给出土建和装修阶段各自所需主要固定件的位置、编号和详图。土建、装修各专业的图纸之间基本无矛盾。对于既有工业建筑改造为民用功能，有民用功能尚未确定的改造情况，因此本项条文仅对公共部位提出土建装修一体化设计施工的要求；若改造后功能明确，则所有空间均宜采用土建与装修一体化设计。且若有条件，宜在正式装修之前现场进行局部样板施工。

5.1.8既有工业建筑改造宜采用建筑信息模型（BIM）技术。

【条文说明】

既有工业建筑民用化绿色改造需要进行性能化分析，利用BIM技术可将设计与性能化模拟分析整合于一体，形成分析与设计的无缝链接；且BIM技术的应用也有助于解决施工中各专业的协调问题，节省大量工作量与材料的浪费，因此鼓励在既有工业建筑绿色民用化改造中应用。

5.1.9 既有工业建筑民用化改造应基于改造诊断评估结论，从厂房用途、结构形式、空间形态、建筑层数、生产状态等方面进行分析，制定设计策略。

【条文说明】

对既有工业建筑的分类判别是制定合理改造设计策略的基础，综合对设计策略制定影响较大的五大分类标准，建议按照如下表进行判断：



**5.2 规划设计**

5.2.1既有工业厂区民用化改造应结合城市及区域发展需求与自身的区位条件、环境特征、生态现状、建筑空间及结构形式等，进行合理的功能定位。

【条文说明】

厂区民用化改造后的功能定位主要包括新型产业（都市型工业、高新技术产业、文化创意产业）、居住类社区、公共服务设施（商业、办公、文化、体育设施）和城市开放空间（城市公共绿地、主题景观公园、工业遗产公园），在规划设计中应根据城市（区域）发展的需求、区位条件、厂区内主要既有建筑的空间、结构形式及其建筑风格、厂区环境的特征、生态现状和生态治理方式进行综合考虑，进行合理的功能定位与布局。

应尽量保留、利用厂区中保存状态较好、有代表性的建筑物、构筑物、环境、交通与基础设施。若厂区中既有的建筑类型与功能布局难以满足改造后功能的需求，或存在部分保存状态较差及使用过程中临时搭建的建筑物、构筑物，可在调研与评估的基础上，结合规划设计需要予以适当拆除与更新。

对于规模较大的厂区民用化改造，可在进行统一规划设计的前提下采用不同的开发模式分步实施。

5.2.2既有工业厂区民用化改造的功能定位、规划布局与建设规模应充分考虑既有工业厂区的原有特征与适用性。

【条文说明】

厂区内包含不同空间、结构形式的既有工业建筑，对改造后各种功能的适应性不一，规划设计中的功能布局不应仅考虑改造后功能的需要，还要综合考虑既有建筑的改造适应性，尽量予以合理利用，并减少对既有建筑单体的过度改造。

5.2.3既有工业厂区民用化改造交通规划应符合下列要求：

1 宜保留利用工业厂区的既有道路系统，并通过调整、增设辅助道路满足改造后交通和景观等功能的需求；

2 场地交通宜人车分行；

3 应合理规划机动车和非机动车停车位，宜采用机械停车（场）库、底层架空停车库。

【条文说明】

厂区主要道路为满足工业交通运输需要，原始设计标准较高，尺寸和载重一般情况下均能满足民用需求。而厂区内主要市政设施、高程系统和环境景观多依附于既有路网布置，保留既有道路有利于对上述资源的利用。同时，对主要道路系统的保留利用有助于对厂区既有绿化资源和整体风貌的保护。如果既有道路不能满足交通规划要求，可以采取多类型的道路断面形式（如既有厂房沿路部分可改造为交通空间使用）。

辅助道路的调整和增设，除满足改造后各建筑出入口、疏散口的要求外，宜按照人车分行的原则组织厂区交通，减少车行交通对步行环境和公共空间的干扰。

5.2.4既有工业厂区民用化改造宜结合场地条件设置场地雨水调蓄、加快雨水渗透的生态设施，并符合下列要求：

1 广场及道路宜采用透水铺装材料，提升场地透水能力；

2 既有景观水体应结合雨水调蓄功能进行改造；

3 宜结合场地绿化设置生态洼地，对雨水进行调蓄与过滤。

【条文说明】

既有工业建筑厂区场地多为硬质地面，民用化改造后需考虑降低场地径流、加快雨水入渗、实现场地雨水的合理调蓄，这也是目前海绵城市建设的要求，改造需要结合场地条件与功能规划，综合透水铺装、景观水体、生态洼地等雨水基础设施的使用。

广场及道路宜采用透水铺装，加强场地雨水入渗，改善水土涵养能力，以控制场地径流量，同时缓解热岛效应。

当既有工业建筑场地内设有景观水体时，应考虑将其进行改造，作为雨水调蓄功能使用。同时，应充分考虑上海市的气候特征，并以给排水专业的水量平衡计算结果为依据对景观水体规模进行控制。

当场地较开阔、地下开挖较少时，可考虑设置下凹式绿地、生态洼地，以对雨水进行调蓄，同时可过滤场地雨水，以利于雨水的进一步回收利用。

5.2.5规划设计宜充分利用场地内现有自然条件，结合被动式设计手法，改善厂区整体及建筑单体的生态环境，并符合下列要求：

1 应分析场地内部及周边现状自然采光、自然通风等条件，形成整体的采光通风规划设计策略；

2 宜保护场地内部原有绿化、水体等自然生态景观，对改造过程中破坏或改变的生态环境，应采取有效生态恢复和补偿措施；

3 宜设置乔木、灌木及草坪相结合的多层次绿化体系，新增的地面停车、活动场地等宜设置乔木或藤蔓植物构架式遮阳。

【条文说明】

可利用的现有自然条件包括地形、地貌、地表水体、水系、植被等。既有工业建筑经过一定的使用年限，场地内通常已经形成了一定的生态环境。如具有一定的生态价值和历史文化价值，应充分予以保留、利用。部分既有建筑场地有限，基于保证合理的施工场地等原因，在建设过程中确实需要改变场地内的生态环境的，施工结束后应及时进行生态恢复和补偿，以达到最大程度减少对既有生态环境的破坏。

规划设计初，应结合场地内部及周边现有建筑及景观布局，通过软件系统模拟分析场地内部的自然采光及通风条件，形成整体的被动式规划设计生态策略，以指导后续具体的建筑及景观设计。

在尽量保持原有生态环境基础上，应尽量进一步提升景观品质。原有工业建筑受建筑功能限制，服务于生产，其周边的景观环境设计往往不受重视。规划设计改造时，由于使用功能改变，应充分利用场地条件，创造更生态合宜的景观环境。

立体绿化可在有限的场地面积内增加绿化总量，植物宜选择适宜本地生长的无毒害植物。对设有地面停车、广场与活动场地处，可结合景观设置高大乔木或藤蔓植物构架进行遮阳，以缓解热岛效应，增加人员活动的舒适性。

5.2.6规划应充分利用场地内尚可利用的建筑物、构筑物、建筑构件、材料、制品或设备，并符合下列要求：

1 对既有空间可进行直接利用或功能重置、空间分隔、合并等改造利用；

2 对既有变配电室、卫生间等辅助功能空间及生产服务用房可保留原有功能并加以改造利用；

3 对既有建筑构件、材料或制品，宜根据新功能需求直接利用或通过位置变换、局部形态改造等形式应用于建筑、装修和环境设计；

4 对于保存较好或能突出原有工业建筑风格及特点的工业设备、建筑设备可作为特征性元素予以保护和利用。

【条文说明】

尚可使用的既有建筑物、构筑物、建筑构件、建筑材料或制品、工业设备是指质量经过鉴定，能保证使用安全，可根据设计要求保留或改变其原有使用性质、部位的上述内容。对其合理予以利用一方面是节地、节材的重要措施，可充分发挥其价值，减少新建材的使用量，降低建造活动对资源、能源的消耗，减少建筑垃圾的排放。另一方面可最大限度的存留场地和既有建筑的特征，保护其社会、历史、文化价值。

若能合理说明场地内既有建筑物、构筑物不能或不适于利用时，可不必予以利用。

既有工业建筑中，原有的配电室、卫生间等特定使用功能的房间，涉及机电设备终端、电缆、污水管道等与外部市政的接驳口，改造后的建筑也需要此类功能房间，重复利用可以减少工程造价，同时避免在施工拆除过程中对原有结构造成破坏。

若建筑构件、建筑材料或制品的性能质量符合现行相关规范要求及使用部位功能要求，应在改造过程中积极予以回用。若建筑构件、建筑材料或制品的性能质量不符合现行相关规范要求，或无法取得这些构件、材料、制品的质量检测报告，不能直接予以回用，也可改变其使用性质、部位，用于室外环境设计或室内装修设计。

若场地内遗留的工业设备、建筑设备、公共服务设施性能质量符合现行相关规范要求及使用部位功能要求，宜予以保留利用。不能直接利用的，若能突出原有工业建筑风格或特点的，也宜进行保护利用，以保存原有的物质，体现建筑脉络的传承；也可改变其使用性质、部位，用于室外环境设计或室内装修设计。

5.2.7场地改造应增设无障碍设施，并与城市无障碍通道连接；建筑入口、公共交通与公共卫生间等部位宜增加无障碍设计。

5.2.8场地改造应在场地内设置可回收利用材料的收集储存场地或设施。

【条文说明】

既有工业建筑改造本身就是旧建筑旧材料再利用的一种绿色行为，因此改造建筑也鼓励对可再利用材料等进行回收再利用的节材行为，作为绿色改造，要求场地内专门设计供收集存放可回收利用材料的空间以鼓励与实践回收再利用行为。

**5.3 建筑空间**

5.3.1建筑功能扩建形式应结合功能需求、既有建筑空间、结构条件及经济性分析等因素确定，并符合下列要求：

1 在结构论证及经济分析可行的前提下，宜合理利用地下空间；

2 地下空间开发利用宜优先在既有建筑之外增设独立的地下或半地下空间；

3 利用既有建筑室外场地进行扩建时，结构宜相对独立。

【条文说明】

适当的扩建可以满足改造后使用功能对空间容量、空间类型的要求，集约利用土地资源。但扩建应满足上位规划要求，与城市整体规划相协调。

虽然利用地下空间进行扩建在技术难度、建设成本及对既有建筑的影响均较大，但绿色改造鼓励土地的集约利用，因此仍然在扩建时鼓励优先考虑地下空间利用，但应首先对既有建筑空间、结构条件进行评估论证。宜优先考虑利用室外场地独立于既有建筑扩建地下空间。扩建部分宜与既有建筑基础保持一定的距离，避免对其造成不利影响。

若既有建筑基础埋深较大，也可将回填土部分的空间改造为地下室或半地下室，但需要结构专业进行论证，在安全性、经济性谨慎论证可行后采用。

当室外场地充足且适合建设时，可利用室外场地独立于既有建筑进行扩建。扩建部分的结构宜与既有建筑相互独立并保持一定的距离，避免对既有建筑造成不利影响。一般工业建筑空间较为单一，可通过局部的扩建，拓展原有工业建筑空间，补充前厅、连廊、辅助用房等功能，对原有工业建筑起到补充、辅助作用，但应避免扩建部分喧宾夺主，以改造的名义大量新建是与绿色改造理念相违背的。

5.3.2空间改造利用应尊重既有工业建筑的空间形态特征，并符合下列要求：

 1. 对于空间高度符合正常使用功能要求的单跨空间厂房，宜保持原有空间特征，合理利用。

 2. 对于单跨高大空间厂房，宜通过加层等方式增加空间使用面积，在满足使用功能要求的前提下优化功能布局并提高空间利用效率。

 3. 对于多跨连续空间厂房，改造设计宜以大空间为主，减少复杂的空间转折与界面交接。

【条文说明】

从空间的合理利用角度，对功能空间改造设计提出要求。工业建筑中有很多空间为高大空间，宜通过加层的方式增加建筑使用面积，充分利用空间。并通过优化交通流线、功能布局提高建筑的有效功能面积，提高空间利用率。

5.3.3空间改造设计宜分析原有空间层高、结构形式、空间尺度、采光通风等条件，使改造功能与原有空间特点相匹配，以充分利用既有空间，避免过度改造。改造功能布局宜符合下列要求：

1 既有工业建筑为排架结构，可利用高层高与高侧窗特点，改造为通高的公共大厅空间、大跨度的体育活动空间、可灵活分隔的展示空间以及建筑中需要营造特殊氛围的空间等；

2 既有工业建筑为框架结构，宜改造为办公、住宿、教学等空间分隔明确的建筑类型；

3 既有工业建筑中的生活服务用房，可改造为主体功能的配套服务用房；既有工业建筑空间中层高较低的生产配套空间，可改造为主体功能的辅助功能空间。

4.改造设计宜充分优化和利用既有工业建筑中设备管线原有路径进行设备房间、辅助功能空间的布置。

5.3.4改造策略的选择应结合既有工业建筑的内部生产状态：

 1. 有侵蚀性介质作用的车间应在在改造设计中增强被侵蚀界面的处理，防止构件及饰面的剥落及有毒有害物质的逸出。

2. 恒温恒湿车间及洁净车间等空间的改造宜针对民用化的要求改善自然通风措施。

5.3.5既有工业建筑的大空间宜结合改造后功能需求按照大开间方式布置，减少新增分隔。新增分隔设置应符合下列要求：

1 应符合改造后民用建筑的消防设计要求；

2 对高大空间可采用低矮或灵活隔断对空间进行划分，减少采暖、空调空间体积，降低耗能。

3 内部装修宜采用工业化、装配式体系，卫浴设施等宜使用模块化、整体式的体系。

4 新增隔墙需要与既有建筑屋面、楼面、墙体、结构柱直接连接时，宜采用可灵活拆卸的连接构造节点，避免对原有构件的破坏；

5 当既有工业建筑结构形式特点突出且保存完好时，隔断与原有结构相连处宜采用透明材料；

6 新增隔断宜采用可回收、可循环利用的轻质环保材料。

5.3.6对于大体量的既有工业建筑民用化改造，宜结合原有空间构成及改造功能需求，通过设置中庭、边庭等方式改善建筑自然采光及通风条件，并应符合下列要求：

1 单层排架结构工业建筑垂直方向设置夹层时，宜局部保留原有的高大空间及侧窗导风模式；

2 单层排架结构工业建筑水平方向设置隔断或脱开原有建筑结构在室内新增建筑体量时，宜充分考虑自然风在室内的气流组织模式，必要时可设置导风构件。

3 多层及高层框架结构工业建筑，宜根据改造功能需求及场地内自然通风采光条件，适当设置中庭或边庭，并宜合理组织室内气流通道，保证自然采光及通风效果。

4 单层排架结构工业建筑的侧天窗和多层框架结构工业建筑中庭天窗，可采用双层安全夹层玻璃及金属遮阳百叶结合的形式，并通过电动或手动开启方式控制窗扇开启及遮阳面积。

【条文说明】

工业建筑一般体量较大，根据改造后的功能需求，通常的设计手法为竖向增加夹层或水平向增加隔断，甚至不破坏原有建筑空间，在内部新增独立建筑体量。这些做法都应充分考虑改造后室内自然采光及通风条件。

单层排架结构工业建筑垂直方向设置夹层时，宜局部保留原有的高大空间及侧窗导风模式，形成垂直拔风中庭，并可兼顾良好的自然采光。单层排架结构工业建筑水平方向设置隔断或脱开原有建筑结构在室内新增建筑体量时，宜充分考虑自然风在室内的气流组织模式，保证气流通道畅通，必要时可设置导风构件，将气流引入室内。

对于多层及高层框架结构工业建筑，中庭是最常用的空间营造方法，也是改善室内自然采光与自然通风的常用手段，由于工业空间尺度与民用建筑有很大的不同，空间氛围也有很大差异，因此往往需要穿插通高空间调节，同时对于工业厂房原有的大进深空间，中庭也有利于引入自然光与风。

与中庭类似，同样可以在厂房内加建楼板时，在建筑一侧预留挑空部分，或在建筑一侧拆除部分楼板，形成边庭。边庭空间相应的外围护结构应相应改造成为玻璃幕墙或开设较大面积的外窗，使光线可以进入到内部空间中；同时内部空间应与边庭能够连通。

自然采光和通风宜根据季节的不同，具有可调节性。单层排架结构工业建筑的侧天窗和多层框架结构工业建筑中庭天窗，可采用双层安全夹层玻璃及金属遮阳百叶结合的形式，并通过电动或手摇开启方式，控制窗扇开启及遮阳面积，以调节不同季节自然通风和自然采光效果。

5.3.7改造后人员使用频率较高和人员密集的功能房间，宜布置于有自然通风、采光的部位。

【条文说明】

原有工业建筑的平面格局基本都是大跨度大进深。在进行室内平面设计的时候，应尽量把使用频率高的和人员密集的房间布置在靠近外墙、中庭或内庭院的位置，保证至少有一个墙面可以通过增开窗洞等手段，给房间提供自然通风和自然采光。如开放式办公室、餐厅等房间可以设置在原工业建筑平面内、靠近外墙的区域，有利于采光通风。

5.3.8当既有建筑周边存在环境噪声干扰时，空间布局时宜避免将噪声敏感空间靠近噪声源布置，并采取调整建筑开窗朝向、增设边庭、增加绿植、提高门窗隔声等级等方法减少噪声影响。

【条文说明】

改造设计应首先通过空间布局避免周边环境噪声的干扰，将噪声敏感空间尽可能远离噪声源布置；无法避免时，改变立面开窗的朝向可一定程度上降低噪声影响。增设边庭与设置立体绿化是在内部空间与外部环境之间增加一层缓冲空间，也能起到隔声作用。此外既有工业建筑外门窗隔声性能不高，因此改造时提高门窗隔声等级可大大改善内部声环境。

5.3.9框架结构厂房可通过拆除部分楼面板及屋面板引入内部庭院，宜符合下列要求：

1 拆除后的空间成为室外空间，其四周应加设围护结构，宜采用可见光透射比较高的玻璃，并宜设一定面积的可开启窗；

2 庭院中宜设置景观绿化。

【条文说明】

对于框架结构厂房，建筑各向尺寸均较大时，内部很难取得较好的通风采光效果。一般进深方向3跨以上或超过40m时，可通过在内部设置庭院改善内部空间环境，即将部分楼板、包括屋顶板一起拆除，而在建筑内部形成一个内部庭院。由于拆除后的空间成为室外空间，其四周均需要加设围护结构，应保证围护结构的热工性能；为保证有效改善室内通风效果，朝向庭院的围护结构上应开设一定面积的可开启窗；为尽可能引入更多自然光，朝向庭院的外窗宜采用高透射率的玻璃，以保证内部采光效果。庭院中可结合设置绿化、水景等，改善内部环境质量。

5.3.10改造可对原有建筑进行局部加建或局部拆除，形成可提供遮阳导风功能的室外、半室外空间，改造方案可选择下列措施：

1 在满足规划条件时，可在建筑外围加建外廊，以改善建筑内部热舒适环境；

2 在保留原有建筑结构体系的前提下，将外围护结构内移，形成半室外的廊道或阳台。

【条文说明】

对于以防热为主，特别需要引入通风、遮挡太阳辐射。因此在工业建筑改造时，通过加建或拆减的方法得到外廊、露台、内凹阳台等灰空间，在提供半室外的活动空间的同时，也对建筑形成导风、遮阳的作用。



**图2 半室外空间改造示意**

加建外廊需要立柱，建筑占地外扩，一般需要征得规划部门的同意，应用会受到限制；

拆减一般保留原有建筑结构体系，将外围护结构内移，从而形成半室外的廊道或阳台；

半室外空间的设置除了考虑与内部功能的衔接外，也需要考虑与当地主导风向、太阳角度等的关系，以取得较好的导风遮阳效果。

5.3.11围护结构外宜增设缓冲空间改善建筑内部环境热舒适性。

【条文说明】

缓冲空间是在建筑内外空间之间设置一个过渡区域，使外部比较恶劣的气候条件可以通过过渡区域得到缓解，从而为内部的舒适性提供一个较好的条件。在原围护结构满足节能要求条件下，新增缓冲空间可不计入节能计算范围。

对于在北侧加建的空间，重点做好衔接处的密缝，尽量保留原有围护结构及门窗，加建空间可对原有空间形成保护层；若设有外门，注意其开启方向应避开冬季主导风向，并应与原有围护结构的门窗开启方向呈一定角度，避免形成风道串风。

在南侧加缓冲空间，宜采用通透性好的玻璃，以接收更多太阳辐射，其内部围护结构改造可选用蓄热性较好的材料，形成阳光间以利冬季保温；空间玻璃应设置可开启窗，并尽量增大可开启面积，以保持夏季与过渡季良好通风，避免过热。

5.3.12进深较大的工业建筑宜根据建筑改造需求，采用增加拔风井、导风墙、反光板、导光管等增设构件的方式改善内部空间环境品质。

【条文说明】

拔风井、导风墙、反光板、导光管、遮阳板等构造方法可以配合空间布局与改造改善内部空间的采光、通风环境，提升空间品质。

**5.4 围护结构**

5.4.1围护结构的改造设计应结合工业建筑现状及功能需求，并符合下列要求：

1 围护结构改造应满足防火、安全、防水等要求；

2 改造后围护结构热工性能应符合现行行业标准《公共建筑节能改造技术规范》JGJ176的要求；

3 宜充分保护并利用原有建筑材料；

4 宜采用绿色环保技术及绿色材料；

5 不宜过多采用纯装饰构件。

【条文说明】

国内存量既有工业建筑建成年代跨度较大，但围护结构热工性能指标大多无法满足现行节能技术规范要求。在改造过程中，多涉及围护结构的局部修缮乃至全部更新，应首先保证改造的外围护结构满足现行行业标准《公共建筑节能改造技术规范》JGJ176要求，有条件时宜达到国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189要求。在此前提下，尽可能保护与利用原有建筑材料，减少材料更换与浪费。尽量回收利用原有建筑材料（如原有强度符合要求的砌块等）；增加的材料宜选用可降解、可循环利用、对环境污染少、耐久性好的建材（如双层压型钢板、轻钢龙骨隔墙）；装饰构件应结合遮阳等实际功能，减少纯装饰性构件建材的使用；构件尽量采用工厂预制的方式（如装配式混凝土构件等），减少对现场噪声及环境污染与破坏。

5.4.2 屋面热工性能提升改造可采取以下措施：

1 屋面荷载不满足要求时，可整体替换为轻质金属保温夹芯板屋面；

2 屋面荷载复核满足要求时，若原有屋面防水等保存条件较好，可在保留原屋面基础上增设内保温；若原屋面防水层等需要重做，则宜选用屋面外保温体系；

3 屋面天窗应提高玻璃及框架龙骨等的保温、隔热性能，必要时可更换为满足节能与安全要求的钢化中空玻璃窗；

4 夏热冬冷和夏热冬暖地区屋顶可增设有保温隔热基层的架空通风屋面。

【条文说明】

对于原有排架结构或网架结构的厂房空间，屋面及侧墙荷载要求尽量低的部位，可采用双层压型镀锌钢板（或梦镁合金板）岩棉保温夹芯板（保温层厚度需计算确定），适当结合双层中空玻璃窗，在减轻荷载的同时可满足采光通风及保温隔热要求。

5.4.3 立面热工性能提升改造可采取以下措施：

1外立面整体保留原貌时，外墙宜采用内保温系统；

2外立面整体改造时，严寒和寒冷地区外墙应优先选用外保温系统；夏热冬冷地区外墙应根据节能目标以及围护结构现状选择适宜的保温、隔热措施；夏热冬暖地区宜采取反射隔热涂料、浅色饰面、遮阳等隔热技术措施；

3外窗整体改造应更换为满足节能要求的断桥隔热中空玻璃窗；如需原貌保留，可在其内侧单独增设断桥隔热中空玻璃窗；

4 根据改造需要，部分墙体改造为玻璃幕墙时，玻璃幕墙应满足安全、节能、气密性、水密性及抗风压性能要求；严寒、寒冷地区的北向立面不宜将实墙改造为玻璃幕墙；夏热冬冷与夏热冬暖地区当改造的玻璃幕墙为西向时应设置外遮阳；

5 门窗及玻璃幕墙框与墙之间应设置保温密封构造。

【条文说明】

当工业建筑存在历史价值或其他原因需要整理保留原貌时，宜采用内保温系统提高外墙的热工性能；当既有工业建筑外围护结构不存在保留价值，需要大面积更新时，宜采用围护结构外保温技术，可有效减少建筑结构的热桥，同时避免冷凝作用。

针对围护结构透明部分（外窗、玻璃幕墙）的保温隔热，应采用满足节能要求的断桥隔热中空玻璃窗，门窗及玻璃幕墙框与墙之间应设置保温密封构造。特别是当前较多既有工业建筑项目在局部区域将墙体改造为玻璃幕墙，以增加室内通透性，应注意保证玻璃幕墙满足安全、节能、气密性、水密性及抗风压性能要求。

5.4.4 与土壤直接接触的原有工业建筑地坪，宜结合改造后建筑室内外高差关系，室内设置防潮保温层。

【条文说明】

由于工业建筑大多没有地下室，与土壤直接接触的地坪虽然结构较厚，但保温性能并不能满足要求。因此，在地坪的改造方面，建议结合室内外高差，参照上人保温屋面的做法，在原有地坪上设置防潮保温层。

5.4.5 围护结构透明部分改造设计宜为室内自然采光及通风改善提供条件，并符合下列要求：

1 改造后各个朝向窗墙面积比、屋面天窗面积比及外窗可开启比例宜满足现行节能标准相关技术规定；

2 单层排架结构工业建筑，宜利用原有高侧窗的自然采光及通风模式，并设置一定比例可开启窗扇，可采用电动控制或手动开启方式；

3 多层及高层框架结构工业建筑，宜设置采光中庭或边庭，并在侧向外窗或天窗部位设置一定比例的手动或电动可开启窗扇。

【条文说明】

由于既有工业建筑的朝向已经确定，改造设计宜通过控制建筑窗墙比的方式达到优化建筑整体节能性能的目的。单层排架结构工业建筑，宜充分利用原有高侧窗的自然采光模式，并可适当增加采光天窗，可采用电动控制方式，以改善自然通风条件。既有工业建筑改造后，靠近外围护结构的区域，具备较好的自然采光、通风条件，宜根据既有建筑的特点及改造后的功能需求，确定外围护结构透明部分、可开启面的合理面积比例及形式。多层及高层框架结构工业建筑，宜设置采光中庭或边庭，并设置相应比例的可开启扇；条件受限时，可在局部设置电动天窗或导光管。

5.4.6 改造增设立体绿化应符合下列要求：

1 夏热冬冷及夏热冬暖地区宜结合屋面及外墙改造分别设置屋顶绿化及垂直绿化；

2 外墙垂直绿化采用自由生长的藤蔓植物时，宜控制供其攀爬的挂网、挂线布置方式，引导植物生长方向；垂直绿化宜设置在建筑南立面或西立面

3 屋顶绿化采用固定种植形式时，需根据荷载确定种植土厚度，选择与覆土厚度相适宜的植物种类，屋面防水应按I级设置，防水层应采用耐根穿刺型材料；

【条文说明】

立体绿化可改善建筑围护结构热工性能、缓解热岛效应且改善环境品质。夏热冬冷及夏热冬暖地区宜结合屋面及外墙改造分别设置屋顶绿化及垂直绿化；

排架结构厂房多为单层，可在立面设置垂直绿化。框架结构工业建筑也可如上述排架结构改造的垂直绿化形式设置，如深圳南海意库（深圳三洋厂房改造）作为框架结构建筑在改造时在西立面设置了竖向贯穿立面的金属挂网，在底层种植爬藤植物，使其从底层自由攀爬。此外，由于框架结构工业建筑多层居多，还可以采用构件绿墙形式，采用模块式的垂直绿化种植槽,如上海申都大厦（上海围巾五厂车间改造）中应用的绿化模块，即是逐层设置垂直绿化种植槽和攀爬网。改造时应综合权衡选择适宜的垂直绿化技术。

对于屋顶绿化的设置，若改造保留了原有屋面，则需要结构专业复核屋面的荷载，是否能够增加种植土，若能增加确定增加覆土的厚度，然后根据覆土厚度选择适宜的植物进行种植。一般大乔木需要覆土1.2~1.5m，不建议在屋顶上设置，一般灌木需要覆土0.6~0.9m，小灌木0.3~0.5m，草地只需要0.1~0.2m即可。屋顶绿化应注意做好防水保护层，避免植物根系对原有屋面结构的破坏，同时也不宜将有较高卫生要求的房间设置在屋顶绿化正下方。

排架结构厂房屋面坡度较大，且设有高侧窗，多为不上人屋面，有些还是轻型结构屋面，不宜设置屋顶绿化。

5.4.7 围护结构改造宜采取合适的遮阳形式，并保证构造措施安全合理。可采用下列措施：

1 宜充分利用建筑外廊等建筑与环境条件进行自遮阳；

2 屋面及东、西、南侧外墙透明部分，宜采用满足规范要求遮阳系数的玻璃，并结合固定或可调式构件、垂直绿化等措施进行外遮阳；

3 高大空间内的高侧窗或天窗可采用内遮阳措施。

【条文说明】

根据建筑改造后使用功能，结合建筑立面造型，围护结构采取合适的遮阳措施，对于减少夏季太阳辐射热对室内热工环境舒适性影响有明显效果。首先宜充分利用建筑外廊、形体等建筑与环境条件进行自遮阳，同时对于屋面及东、西、南侧外墙透明部分宜采用外遮阳措施。既有工业建筑改造中常出现的高大空间，通常采用分层空调设计，热环境控制主要针对下部人行区域，当在在天窗或高侧窗设置内遮阳时，对改善下部人员活动区域的热环境以及降低空调能耗也有较为明显的效果。

5.4.8 围护结构泛光照明设计，应考虑工业建筑体量高大的特征，采用节能环保型灯具，并应避免对周围环境产生光污染。

【条文说明】

既有工业建筑改造后，通常改造成办公、商业及酒店的情况比较多，这些建筑类型大多需要一定的外立面泛光照明及广告宣传照明。这些照明设计应充分反映原有工业厂房的特点，采用节能环保型灯具（如LED灯等），并应避免对周围环境产生光污染。

5.4.9 可再生能源设备应结合建筑立面与屋面条件布置，可采用下列措施：

1 排架结构厂房坡屋面及框架结构厂房平屋面上，可设置太阳能光伏发电板或太阳能热水器，应注意与围护结构可靠连接，并不得破坏原有的防水及保温层；

2 建筑外墙及外窗可设置太阳能光伏发电板，宜兼作遮阳构件。

【条文说明】

绿色化改造应在节能设计的基础上，充分考虑可再生能源的利用。应将可再生能源利用与建筑一体化考虑。在对屋面进行改造时，就将太阳能集热器、光伏板的布置考虑在内，通过改造屋面预留连接构件，使可再生能源设备能够与建筑很地好结合。当立面日照条件较好时，也可以结合立面在窗间墙设置光伏板。也可以采用如薄膜光伏电池直接与玻璃幕墙或天窗等相结合形成的光伏一体化建筑构件，在改造更换外立面幕墙或天窗时直接应用。

**5.5 室内环境与装修**

5.5.1 产生异味或污染物的房间应封闭独立，并设置排风系统。

【条文说明】

吸烟室、复印室、打印室、垃圾间、清洁间等易产生异味或污染物的房间单独设置一个独立的封闭空间，且应设置无回风的排气装置，使污染空气不循环到室内。启动排风系统时，房间相对于相邻空间宜至少有平均5Pa空气负压。

5.5.2 建筑装修材料应符合下列要求：

1 甲醛、苯、氨等有害物质限量应符合《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB50325的要求；

2 减少使用重质装修材料；

3 宜使用工厂化预制的装修材料和部品。

【条文说明】

装饰装修材料中的有害物质以及石材和用工业废渣生产的建筑装饰材料中的放射性物质，会对人体健康造成损害。装饰装修材料主要包括石材、人造板及其制品、建筑涂料、溶剂型木器涂料、胶粘剂、木制家具、壁纸、聚氯乙烯卷材地板、地毯、地毯衬垫及地毯胶粘剂等。装饰装修材料中的有害物质是指甲醛、挥发性有机物、苯、甲苯、二甲苯、游离甲苯二异氰酸酯及放射性核素等。为避免装修导致的空气污染物浓度超标，装饰装修材料中的有害物质必须符合国家强制性标准的要求，选用环保的建筑装饰装修材料。

5.5.3 室内装修宜体现原有厂房结构特征和构件特征，并充分利用原工业的结构构件的特点进行设备管线布置。

【条文说明】

鼓励轻装修或不装修，可以节省大量装修材料，且能保留并展现原有工业建筑的结构美。在进行设备管线布置时，宜充分利用原工业的结构构件的特点。

5.5.4 在进行室内平面布局时，应结合家具布置保证室内主要房间有良好的景观视线。

【条文说明】

考虑到室内使用者的视觉舒适性、最大化的发挥改造后的景观效果，在室内的人员可以透过窗户或其他开放空间，看到室外景观。提倡在主要房间内可以很便捷的观赏室外景观，有利缓解人体视觉系统的疲劳感，营造良好的室内使用环境。

5.5.5 改造后建筑内的办公桌椅宜与外围护结构采光面垂直布置，降低家具对室内自然采光的影响，减少家具对室内自然通风的阻挡。

【条文说明】

在对室内家具进行平面布置时，要考虑对自然采光和自然通风的影响。建筑的大部分自然采光和自然通风都是靠外围护结构上的窗户来实现。在大型办公室和开放式办公的空间中，采用组合家具较多。办公桌之间一般采用竖向的隔板进行分割，隔板高度通常都在一米以上，如果大部分隔板都是垂直光线照射方向，会遮挡住自然采光，降低光线的照射范围，离窗户较远的办公单元将受到较大的影响。垂直采光面进行布置，有利于光线照射到建筑内部。在靠近窗户位置布置高度较高的隔板、高柜等，也会影响自然通风的效果

5.5.6 在避免眩光条件下，改造后中庭四周墙面或构件宜采用浅色材料。

【条文说明】

对于既有工业建筑改造中常出现的增设中庭，其对室内自然采光的影响与中庭四周材料的反射率有较为直接的关联。理论研究显示当中庭壁面材料反射率提高60%时，中庭相邻房间室内采光系数可提升20%，因此对改造后中庭四周墙面或构件推荐采用浅色材料，以改善室内自然采光效果。

5.5.7 改造增设的围护结构、隔断与楼板隔声性能应满足《民用建筑隔声设计规范》GB 50118的要求；改造后噪声敏感功能空间原有的围合构件若不满足隔声要求，应进行隔声处理。

【条文说明】

既有工业建筑改造后应满足民用功能的室内环境要求，其中包括对室内背景噪声的控制。改造新增加的构件应按现行《民用建筑隔声设计规范》GB 50118的隔声要求进行设计，而对于《民用建筑隔声设计规范》GB 50118中有明确室内背景噪声要求的空间，其围合的各部分构件也均应满足隔声设计要求，对于其中保留的原有建筑构件应进行隔声处理。

**6结构与材料**

**6.1 一般规定**

6.1.1 既有工业建筑进行民用化绿色改造，应根据结构可靠性鉴定或抗震鉴定结果，并结合新的建筑功能确定结构改造或加固方案。

【条文说明】

既有工业建筑改造前的检测、诊断评估工作是制定改造方案的重要依据。其中结构可靠性鉴定和抗震鉴定结果是结构改造和加固方案定制主要依据。改造设计时，应根据鉴定报告分析结构目前实际的安全性、适用性和耐久性，在此基础上确定是否进行结构改造或加固及采用何种设计方案。同时加固方案需要满足新的建筑功能需求。

6.1.2 应充分保留利用原有结构构件，特别是原工业建筑的承重构件，避免不必要的拆除或更换；对于保留的结构应有确保安全的针对性措施；新增构件与原有构件之间需要连接时，应采取合理可靠的连接方式；新增抗震墙、柱等竖向构件应设置可靠的基础。

【条文说明】

鉴于工业建筑由于当时设计时考虑的荷载水平较高，在民用化改造时，可充分发挥原有构件的承载能力，尽可能保留原有结构构件，减少不必要的拆除，以减少资源的浪费；对于保留部分应通过计算确保安全，并有针对性措施。

连接的可靠性是使加固后结构整体工作的关键，设计时应予以足够的重视，主要构件的连接规定可参考《建筑抗震加固技术规程》（JGJ116）相关规定。

新增设的抗震墙、柱等竖向构件，不仅要传递水平荷载，而且是直接抵抗水平地震的主要构件，因此，这类构件自上向下连续并落到基础上，不允许直接支撑在楼层梁板上。对于新增构件基础的埋深和宽度应根据《建筑抗震加固技术规程》（JGJ116）相关规定确定，板墙与构架的基础埋深，一般宜与原结构相同。

6.1.3 对于不符合鉴定要求的女儿墙、门脸、出屋面烟囱等易倒塌的非结构构件，应予以拆除或降低高度，需要保持原高度时应采取可靠加固处理措施。对于作为工业建筑遗迹保留展示的部分应做专项结构安全论证。

【条文说明】

女儿墙、门脸、出屋面烟囱等非结构构件的才处理，应以加强与主体结构可靠连接，防止倒塌伤人为目的。对不符合要求时，优先考虑拆除、降低高度或改用轻质材料，然后再考虑加固。对于既有工业建筑的一些非结构构件，若不符合鉴定要求，可根据民用化改造后的具体情况选择直接拆除或进行加固处理，如工业厂房的烟囱，民用化改造后一般不再需要，但若要保留原有工业建筑的历史轨迹，需要根据鉴定的结果确定是否需要进行加固处理。确保消除非结构构件的安全隐患。

6.1.4 宜优先采用不使用模板、加固体积小的结构加固新技术。

【条文说明】

模板是常规加固工程中主要的辅材之一。如果采用一些不使用模板的新技术，可节约模板材料。加固后构件体积与原构件体积的增量是反映加固材料用量最直接的指标，采用碳纤维、体外预应力、外包钢、消能减震等技术可有效减小加固体积。

**6.2 结构加固设计与优化**

6.2.1 既有工业建筑民用化绿色改造，应根据新的建筑功能确定安全等级、抗震设防类别；抗震加固设计应根据建筑的后续使用年限采取相应的标准、验算方法和构造措施。

【条文说明】

既有工业建筑改为民用建筑，涉及到使用功能的改变，应根据《建筑工程抗震设防分类标准》（GB 50233）重新确定改造后建筑的抗震设防类别和相应的抗震设防标准。特别是有些工业建筑原来为标准设防，若改为大型展馆或人流密集的商业建筑，有可能提高为重点设防类别，此时在结构加固设计中应注意相应抗震要求和措施的提高。并根据不同的后续使用年限，采用不同的规范依据。后续使用年限30年的房屋（简称A类建筑），通常指在89版抗震设计规范执行之前建造的房屋，其鉴定要求基本保持95版抗震鉴定标准的规定，但对乙类建筑有明显的提高；后续使用年限40年的房屋（简称B类建筑），通常指按89版抗震设计规范设计的房屋，其鉴定要求基本按89版抗震设计规范的规定；后续使用年限50年的房屋（简称C类建筑），指按2001版抗震设计规范设计的房屋，其鉴定要求根据现行抗震设计规范的规定执行。

6.2.2结构加固设计中应充分考虑改造后荷载与原有工业建筑荷载特点的差异性，采取针对性措施：

1 原有设计荷载较大时，宜充分发挥拟保留结构构件的承载能力，减少加固量；

2 原有大跨度楼板改造后使用过程中可能出现密集人群活动时，应进行人群荷载的振动舒适性验算，若不能满足要求需对楼板加固或采取减振措施。

6.2.3 在保证安全性与耐久性的情况下，结构改造加固方案设计及优化应符合下列要求：

1 结构改造加固方案应优先选用整体集中式方案；

2 加固后的结构质量和刚度宜分布均匀、对称；

3 应根据新的建筑功能、受力特点、原有基础与上部承重结构耐久性损伤差异等，选择材料用量较少的结构改造加固方案；

4 新增结构部分可采用钢结构体系、钢与混凝土混合结构体系；

6.2.4 单层排架结构的改造应着重解决原有结构体系纵向抗震能力弱、室内增层部分对原结构产生的不利影响等问题，可采用下列措施：

1 改造中应尽可能保留原单层厂房的柱间支撑和屋面支撑系统，如需改变时应采取针对性的加固措施；

2 室内增层宜采用内嵌钢结构框架的方案，并与原结构脱开设计，合理避让原排架柱牛腿及基础。新增楼板与原厂房柱也应通过设抗震缝进行隔开。

【条文说明】

地震区单层工业厂房的破坏形式是多种多样的,包括沿厂房横向(排架方向)和沿厂房纵向(垂直于排架方向)的破坏，早期的工业厂房设计中在排架结构的纵向抗震方面往往计算考虑不足，导致纵向抗震能力较弱。在原有排架厂房的民用化改造中，结构的抗震加固设计应着重解决纵向抗震问题。排架结构的柱间支撑和屋盖支撑体系是结构整体刚度和空间作用的保证，在改造中应尽量保留，或采取其它可靠的加固措施。另外，单层排架厂房一般层高较大，民用化改造时，室内增层是最常见的改造利用方式，增层方案选用内嵌钢结构框架的分离式方案是比较合适的。

6.2.5多层框架结构改造应着重解决增层时原框架柱轴压比超限、框架梁柱配筋不满足要求、层间位移角超限、节点连接不足等问题，通过采用下列措施满足抗震需求：

1 加强结构整体性，可根据建筑布置采取适当增设短肢剪力墙、增大柱截面、增设支撑等措施，并采取有效措施加强构件的连接；

2 新增楼面可采用钢梁组合楼板，以减小结构自重；柱轴压比超限时，可采取增大截面或外包型钢加固；

3 对于单向框架，可通过新增次方向框架梁或进行节点加固，使原单向框架改为双向框架，也可通过增设消能减震装置减小次框架方向的地震作用。

【条文说明】

多层钢筋混凝土框架工业厂房在民用化改造中也经常会进行增层，若采用整体式方案，此时结构的主要问题集中在框架柱的轴压比、原有梁柱的配筋不足、整体抗侧刚度等问题。

针对这些问题一个方面是在增层中选用自重较小的楼盖形式，如钢梁组合楼盖，另外就是对原有梁、柱进行加固，增大构件截面或新增承重（抗侧力）构件。

6.2.6 单跨框架不满足抗震鉴定要求时，宜改为多跨框架或改变受力体系为框架-抗震墙，可采用下列措施：

1 沿单跨框架的方向新增钢筋混凝土框架柱；

2 新增抗震墙、翼墙、抗震支撑等抗侧力构件。

【条文说明】

《建筑抗震设计规范》GB50011规定，对于甲、乙类建筑以及大于24m的丙类建筑，不应采用单跨框架结构；高度大于24米的丙类建筑不宜采用单跨框架结构。原有工业厂房的单跨框架不满足鉴定要求时，应该采取适当措施，可通过增加柱列形成多夸框架，或者新增抗震墙体，形成框架-抗震墙体系，或新增支撑形成支撑框架体系。

6.2.7 既有工业建筑采用砌体结构时，改造中针对结构的整体性、易倒塌部位等问题可采用下列措施满足抗震需求：

1 整体性不满足抗震鉴定要求时，可采用外加梁、柱等方法进行加固；

2 构件的支撑长度不满足要求或连接不牢固时，可增设支托或采取加强连接的措施。

6.2.8 既有工业建筑改造仅保留周边外皮结构时，结构设计应满足下列要求：

1 充分论证周边保留结构在改造过程中的安全性和改造后做为独立结构的可能性，并根据实际情况采取针对性措施，选择可靠的连接方案；

2 内部新增结构可选择模块化钢结构。

6.2.9 原结构整体水平刚度或抗震承载力不满足要求时，宜优先考虑采用隔震或消能减震加固方案，并进行方案论证。

【条文说明】

随着技术的进步，加固的方法和手段不断发展，当现有工业建筑的具体条件合适时，应尽可能采用新的成熟的技术，包括用隔振、减震技术进行加固。隔、减震技术近些年发展较快，与在新建建筑中应用相比，其在既有建筑改造中应用的综合效果通常更为显著。但需要针对改造项目进行消能减震方案的全面论证，当结构的整体侧向刚度或有较多竖向构件抗震承载能力不足时，采用消能减震方案，对于减少总体加固量的效果一般较为明显，同时也应考虑消能减震加固方案对施工工期、安装操作的便捷性以及对减少建筑和使用功能影响方面带来的综合效益。

6.2.10 增层改造的形式应根据原结构形式通过方案比选合理选择分离式、整体式、吊挂式、悬挑式等。

【条文说明】

由于原有工业建筑的结构形式的不同，必然导致增层形式的不同，正确选择结构形式是增层设计中的一个极为重要的问题，它关系到加层方案的可行性、安全性和经济合理性。室内增层基本的结构形式有分离式、整体式、吊挂式、悬挑式等四种。

分离式为在室内另立独立的承重抗震结构体系，四周与旧厂房完全脱开，主要有室内另立独立框架承重体系和室内另立独立砖混承重体系。

整体式室内增层形式为将室内新增的承重结构与旧房屋结构连在一起共同承担房屋增层的总竖向荷载和水平荷载。优点是可利用旧房承重构件，发挥工业厂房基础潜力，整体性能好，有利于抗震；缺点是有时需对旧房屋进行加固。

吊挂式室内增层是采用吊挂式结构把增层荷载传至上一层楼（屋）盖，当室内增层不允许在室内立柱立墙时可用此法。

悬挑式室内增层是指用悬挑结构把荷载传至原建筑物上，同悬挂式一样适用于不允许室内立柱、立墙的工程中。

6.2.11 新增附属结构宜与原结构脱开，无法脱开时应在结构验算时考虑其影响，并采取整体加固措施。

【条文说明】

在工业建筑民用改造时，经常出现新增附属结构的情况，如外加电梯、附属用房等，应尽量减少新增的附属结构对原有结构的不利影响，特别是对其抗震的不利影响，尽可能采用独立设计，与原主体结构脱开。当无法脱开时（如附加电梯），应考虑其影响，在整体改造的验算和设计中一并考虑，需要时对原结构进行加固。

6.2.12 当改造后的围护结构采用玻璃幕墙时，新增幕墙应选用与原有主体结构相匹配的支撑体系，并确保连接可靠。

6.2.13 当既有工业建筑填充墙较多并与主体结构有可靠连接时，结构改造加固分析中应通过自振周期折减、刚度折算分析等方法计入其影响。

【条文说明】

工业厂房一般填充墙较多，填充墙对结构的整体刚度贡献较大，当改造后的结构仍然保留较多填充墙时，应在计算分析中考虑其影响。本规程提出适当考虑工业厂房填充墙对结构受力影响的两种方法，其中通过周期折减系数进行考虑为常规方法，而通过刚度折算将填充墙刚度反应到分析模型中，更能直接体现填充墙的作用，更加符合实际，且当结构位移较难满足规范要求时，这种考虑方法将更为有效。

6.2.14 结构加固设计应进行下列优化设计：

1 结构加固方案优化设计；

2 结构材料（材料种类以及强度等级）比选优化设计；

3 结构构件布置以及截面优化设计。

【条文说明】

既有工业建筑结构加固设计除了应满足相关规范规定，本规程引入了加固设计优化的基本要求，既有工业建筑绿色民用化改造，应对不同的结构方案进行比选，通过对构件布置、截面优化、材料选用等多个方面进行综合论证，最终确定满足结构安全性、耐久性、加固工程量小、方便施工的方案。

6.2.15 结构构件优化设计应符合下列规定：

1 新增混凝土结构的竖向构件和大跨度结构的新增水平构件应进行截面优化设计；

2 钢结构楼盖结构，宜合理采用组合梁进行设计；

3 由强度控制的钢结构构件，应优先采用高强钢材；由刚度控制的钢结构，应优先调整构件布置和构件截面，增加钢结构刚度；

4 应合理采用节材效果明显、工业化生产水平高的构件。

【条文说明】

在总体结构加固方案优化论证的基础上，进一步从构件层面进行合理论证，如构件的组合形式、截面的优化、采用工业化水平高的构件等，可进一步提高总体节材效果。

6.2.16 对地基基础承载力进行计算时，应考虑建筑长期压密的影响，充分发挥原有地基基础承载能力，尽量减少地基基础的加固工程量。当需要进行加固时，可采用下列措施：

1 当基础底面压力设计值超过地基承载力特征值10%及以内时，可采用提高上部结构抵抗不均匀沉降能力的措施；

2 当基础底面压力设计值超过地基承载力特征值10%以上时或建筑已出现不容许的沉降和裂缝时，可采取放大基础底面积、加固地基或减少荷载的措施；

3 当增设地下空间时，新增基础应与原有基础脱开，并采取措施减小对原有基础的影响；若无法脱开，则应采取适当的方法进行基础托换；

4 单层厂房采用独立基础时，若增层后不能满足承载力要求，可通过锚杆静压桩提高地基基础的承载力，或新增条形基础与原基础相连提高基础的整体性和承载力。

【条文说明】

既有工业建筑增层改造时，对于原有地基基础的实际承载能力应进行综合判断，一般来说原有工业建筑设计时，上部结构荷载水平较高，民用化改造后由于功能改变，荷载可能会降低。确定增层方案时，应考虑充分发挥原有基础的承载能力，尽量减少基础加固量，多采用提高上部结构抵抗不均匀承载能力的措施，以弥补地基基础承载力的某些不足和缺陷。增层后对于基础不能满足承载力要求时，根据原有基础的形式采取相应的技术措施。

**6.3 材料选用**

6.3.1 改造材料应合理采用环保性和耐久性好的材料，优先使用经国家及本地区建设行政主管部门推荐使用的新型建筑材料。

6.3.2 改造中使用的材料，应符合下列要求：

1 应采用环境污染程度低的材料；

2 宜合理采用可再利用材料或可再循环材料；

3 在非主要受力结构部分，宜采用原建筑拆下来的构件或材料。

【条文说明】

可再利用建筑材料是指基本不改变旧建筑材料或制品的原貌，仅对其进行适当清洁或修整等简单工序后经过性能检测合格，直接回用于建筑工程的建筑材料。可再利用建筑材料一般是指制品、部品或型材形式的建筑材料。合理使用可再利用建筑材料，可延长仍具有使用价值的建筑材料的使用周期，减少新建材的使用量。可再循环建筑材料：如果原貌形态的建筑材料或制品不能直接回用在建筑工程中，但可经过破碎、回炉等专门工艺加工形成再生原材料，用于替代传统形式的原生原材料生产出新的建筑材料，例如钢筋、钢材、铜、铝合金型材、玻璃等。充分使用可再利用和可再循环的建筑材料可以减少生产加工新材料带来的资源、能源消耗和环境污染，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。

充分利用既有建筑拆除、施工等过程中产生的可再利用和可再循环材料。应先将这些材料进行分拣、归类，如有色金属材料、钢材、木材、玻璃、废弃混凝土、砖砌块、塑料等，并对其各项物理、化学性能进行检测，以保证使用安全性、耐久性。利用过程中应符合国家和地方相关现行标准的规定。

6.3.3 新增结构构件宜优先采用高性能、高强度结构材料，并符合下列要求：

1 混凝土结构构件宜采用高强、高性能混凝土；

2 混凝土结构构件中纵向受力钢筋应采用不低于400MPa的热轧带肋钢筋、预应力筋或高强纤维增强复合材；

3 钢结构构件宜采用Q345及以上高强钢材；

4 木结构构件宜优先采用复合木材或旧建筑拆下来的木材，且需经过防火、防腐、防虫害等处理。

【条文说明】

高强混凝土可以减少构件截面尺寸，节约混凝土用量，提高混凝土耐久性，延长混凝土建筑的使用寿命，增加建筑物的使用面积。使用高强钢筋可节约钢材使用量，减轻建筑自重、节约基础费用，建筑使用寿命结束后可再循环利用。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，用高强钢筋替代目前大量使用的335MPa级螺纹钢筋，平均可节约钢材12%以上。

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。

为了在既有建筑改造中推广应用高强钢筋，本条参考现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的相关规定，对改造或加固工程中混凝土梁、柱等受力构件的新增纵向受力普通钢筋提出强度等级和品种要求。新增纵向受力钢筋包括扩大截面而配置的钢筋和新增构件的钢筋。

6.3.4 结构加固和结构防护材料宜符合环保和耐久性要求，并符合下列要求：

1 结构加固材料宜采用高强混凝土、高性能复合砂浆、高强钢材或高强纤维增强复合材、耐候钢或涂覆耐候型防腐涂料的结构钢等；

2 结构加固所用材料类型与原结构相同时，其强度等级不应低于原结构材料的实际强度等级。

3 结构加固采用的胶黏剂环保性能和耐久性应符合相关标准要求；

4 结构防护材料的选择应符合国家相关标准规范的规定。

6.3.5 围护墙和分隔墙应采用轻质材料；改造后宜采用简约化、功能化、轻量化装修，减少使用重质装修材料。

**7机电系统与设备**

**7.1 一般规定**

7.1.1 应根据改造后建筑功能，合理制定机电系统和设备方案。

【条文说明】

既有工业建筑原有的给排水、暖通、电气等设备服务于工业功能，在通常情况下，并不能直接适用于改造后的民用功能，如工业厂房普遍没有舒适性空调，照明灯具不符合民用需求等，因此对于既有工业建筑民用化改造项目，其机电系统和设备方案均需要根据改造后建筑功能进行重新设计。

7.1.2 根据改造诊断结果，结合改造后的设备需求，对于适合保留使用的原有机电系统和设备应进行再利用。

【条文说明】

虽然由于功能上的差异，既有工业建筑民用化改造后机电系统往往需要重新设计，但工业建筑中原有机电设备仍具备一定的利用价值，应基于节约的原则加以利用。如变压器、风机等设备，在进行诊断后如存在利用的价值，并且符合改造后的设备需求，均应该对这类设备和系统进行再利用。

7.1.3机电系统与设备的改造设计应符合行业标准《公共建筑节能改造技术规范》JGJ176要求，并应结合改造后的功能符合给排水、暖通、电气专业相关设计规范要求。

【条文说明】

改造过程中存在保留、更换、新增机电系统设备等不同情况，应按照行业标准《公共建筑节能改造技术规范》JGJ176的要求进行区别对待。对于保留部分其能效往往无法满足现行国家及上海《公共建筑节能设计标准》要求，但新增和更换的部分应满足现行国家及上海《公共建筑节能设计标准》要求。同时改造更换或新增的机电系统和设备均应符合现行的民用建筑各专业相关标准规范，如给排水专业的《建筑给水排水设计规范》GB50015，暖通专业的《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736，电气专业的《民用建筑电气设计规范》JGJ16等。

**7.2 给水排水**

7.2.1给排水系统的绿色改造应根据建筑既有管道和设施的情况，结合改造前后建筑平面功能的布局进行合理、完善的设计，并满足现行国家标准中的节水、节能和环境保护的要求。

7.2.2生活给水系统应充分利用市政供水压力直接供水；需加压供水区域，应充分利用其原有的供水设施。设置的供水泵组的流量及扬程应根据管网水力计算确定，合理配置水泵及控制器件，保证设计工况下水泵的运行处在高效区。

【条文说明】

给水系统应充分利用市政自来水压力供水；系统分区和用水点水压应符合相关现行国家标准要求，应充分利用其原有的供水设施，并适当进行控制器件改造，满足节能要求。二次加压系统应采取防超压措施，供水泵组的流量及扬程应根据管网水力准确计算确定，合理配置供水泵台数，有条件的采用多台变频泵形式，保证设计工况下水泵处在高效区。

7.2.3给排水设计应采取避免管网漏损的措施：

1合理设计供水系统，避免供水产生超压或压力波动过频、过大；

2选用密闭性能好的阀门、设备，使用耐腐蚀、耐久性能好的管材、管件；

3水池、水箱设置溢流报警和进水阀门自动联动关闭措施；

4采用合理的管道敷设及基础处理，避免振动及沉降；

5根据水量平衡测试的要求安装分级计量水表。

【条文说明】

给水系统水量漏损包括：阀门故障漏水量、室内卫生器具漏水量、水池、水箱溢流漏水量、设备漏水量和管网漏水量。为避免漏损，可采取合理设计供水系统；选用高性能高的阀门及给水管材；采用合理的管道敷设及基础处理；对水池、水箱溢流采取报警和进水阀门自动联动关闭；分级计量水表要求为下级水表的设置应覆盖上一级水表的所有出流量，通过各水表的数据规律。

7.2.4生活用水应按用途、付费单元或管理单元设置计量装置，并宜对厨房、绿化、空调系统、游泳池、景观等用水分别设置；有非传统水源利用的项目应计量其年用水总量及按用途的分项用水量。设有能耗与水耗检测系统的建筑，其计量装置应有数据输出接口。

【条文说明】

对不同用途、付费或管理单位分别设水表统计用水量，并据此施行计量收费，以实现“用者付费”，达到鼓励行为节水的目的，同时还可统计各种用途的用水量。

按照付费或管理单元情况对不同用户的用水分别设置用水计量装置、统计用水量，各管理单元通常是分别付费，或即使是不分别付费，也可以根据用水计量情况，对不同部门进行用水考核，促进行为节水。

设有能耗监测系统的建筑，给排水总用水量及各分项用水量设置的用水计量装置应具有数据远传的功能及输出接口，接入建筑物能耗监测系统。

7.2.5应采用节水型用水器具，其用水效率等级不应低于国家标准规定的2级。

【条文说明】

鼓励采用节水型卫生器具，可以减少无效耗水量。选用的卫生器具应满足《节水型生活用水器具》CJ164及《节水型产品技术条件与管理通则》GB18870的要求，各种卫生器具的用水效率等级及节水评价值参考国家现行相关标准，如《水嘴用水效率限定值及用水效率等级》GB 25501、《坐便器用水效率限定值及用水效率等级》GB 25502、《小便器用水效率限定值及用水效率等级》GB 28377、《淋浴器用水效率限定值及用水效率等级》GB 28378、《便器冲洗阀用水效率限定值及用水效率等级》GB 28379等。根据上述现行国家标准，采用的水嘴、坐便器、小便器、淋浴器、便器冲洗阀的用水效率等级不应低于2级。

7.2.6 改造后的建筑有热水使用需求时，应结合热源条件选择热水供应系统，并符合下列要求：

1所在区域尚存在工业余热时，宜根据经济性比较，合理选择利用工业余热；

2无工业余热可用时，应根据太阳能资源分区和项目特征合理设置太阳能热水系统；

3太阳能热水系统的辅助热源可根据当地气候条件采用空气源热泵、燃气加热、电加热等型式。

【条文说明】

在进行热水系统设计时，应对工程基地附近进行调查研究，全面考虑热源的选择。既有工业建筑所处的区域若仍保留工业余热时，可以考虑对工业余热的利用。但需要进行经济性比较，若工业余热热源距离过远或工业余热提供热量无法满足项目热水使用需求的，则不适合利用工业余热。太阳能是取之不尽用之不竭的能源，而大部分工业建筑较大的建筑屋面和空旷的环境为太阳能利用提供了良好的条件，因此在进行工业建筑民用化改造时，应考虑利用这一条件进行太阳能热水系统的布置。

7.2.7 既有工业建筑民用化改造时应充分利用已有的取水及水处理设施，包括对河流、湖泊、海水取水设施以及工业工艺中的水处理设备、循环冷却水系统等的利用。

【条文说明】

既有工业建筑已有自备地表水取水设施的，可进行取水量核算与匹配后，确定是否保留原取水设施。既有工业建筑中已有污水处理、废水回用设备的，可对水处理工艺设备进行评估，技术可行时可用于非传统水处理。

7.2.8 景观、绿化及道路浇洒、车辆及地面冲洗、冲厕、冷却水补水等不与人体接触的生活用水可采用非传统水源。非传统水源利用应符合下列要求：

1 有集中再生水设施时，优先使用集中再生水；

2 无集中再生水设施时，应结合降雨条件，优先收集、回用建筑屋面雨水；

3 无集中再生水设施时，若项目中可利用的优质杂排水不小于100m3/d时，宜设置自备再生水利用设施，对优质杂排水进行处理利用。

【条文说明】

有集中再生水设施时，优先使用集中再生水。无集中再生水设施时，应结合降雨条件，优先收集、回用建筑屋面雨水。无集中再生水设施时，若项目中可利用的优质杂排水不小于100m3/d时，宜设置自备再生水利用设施，对优质杂排水进行处理利用。

7.2.9 雨水入渗、积蓄、处理及利用方案应通过技术经济比较后确定，并符合下列要求：

1 雨水收集利用系统应设置雨水初期弃流装置和雨水调节池，收集、处理及利用系统可与景观绿化和景观水体设计相结合；

2在相同的设计重现期，改造后的径流量应比改造前降低10%以上。

【条文说明】

根据《室外排水设计规范》GB 50014规定“当地区整体改建时，对于相同的设计重现期，改建后的径流量不得超过原有径流量。” 并提出“应严格执行规划控制的综合径流系数，综合径流系数高于0.7的地区应采用渗透、调蓄等措施”。而既有工业建筑由于硬质屋面和硬质地面的面积较大，在改造前径流量相对较大，径流系统大多在0.7~0.75，因此需要采取渗透、调蓄措施使径流系数进一步降低，当径流量降低10%以上时，基本可满足径流系数不高于0.7的要求。

7.2.10项目设置的人工水景，应结合非传统水源或河流、湖泊取水的利用，进行水量平衡计算，其水源不得采用市政自来水或地下水，并对其用水采取水质及水量安全保障措施。

【条文说明】

为了贯彻“节水”政策及避免大量采用自来水补水人工水景的不良行为，《民用建筑节水设计标准》GB50555规定了“景观用水水源不得采用市政自来水和地下水”。因此在既有工业建筑绿色民用化改造时，应落实项目所在地逐月降雨量、水量蒸发量等必备的基础气象资料数据，对景观设置进行全年逐月的水平衡分析，确保各月景观的非传统水补水量充足。对于非传统水作为景观补水的同时兼具绿化灌溉、地面冲洗等其他功能时，应采取有效措施保证景观水中无市政自来水和地下水的补给。

7.2.11 新增屋顶绿化的项目，应配套设置滴灌、微喷灌等节水灌溉系统。有条件时，宜在采用节水灌溉的基础上，设置土壤湿度感应器、雨天关闭装置等节水控制措施。

**7.3 供暖通风与空气调节**

7.3.1应根据改造后的建筑围护结构热工性能及建筑功能，按现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736对供暖负荷及空调冷热负荷进行详细计算。

7.3.2冷热源系统改造应充分挖掘现有设备的利用潜力，并符合下列要求：

1.经诊断满足使用要求的冷水机组、锅炉、冷却塔等冷热源设备，在投资分析合理时应优先采用；

2.当现有设备不能满足需求，或设备效率过低时，再予以更换或新增设备。

【条文说明】

1对于原有空调设计的利用应进行综合评判，结合现有的改造功能及要求，考虑经济性因素，对原有可以利用的冷热源主机、冷却塔等加以利用，减少改造成本。经评估原有设备效率达到要求，且经过投资成本分析合适即可采用原有设备。对于不同冷热源设备的回收利用要求如下：

（1）当冷水机组或热泵机组实际性能系数（COP）低于现行《冷水机组能效限定值及能源效率等级》GB19577的能效限定值，且机组改造或更换的静态投资回收期小于或等于8年时，可进行相应的改造或更换。

（2）对于名义制冷量大于7100W，采用电机驱动的单元式空气调节机、风管送风式和屋顶式空调机组，在名义制冷工况和规定条件下，当其能效比低于现行《单元式空气调节机组能效限定值及能源效率等级》GB19576规定的能效限定值，且机组改造或更换的静态投资回收期小于或等于5年时，可进行相应的改造或更换。

（3）当溴化锂吸收式冷水机组实际性能系数（COP）不符合下表规定，且机组改造或更换的静态投资回收期小于或等于8年时，可进行相应的改造或更换。

**表2 溴化锂吸收式冷水机组性能系数要求**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 机组 | 运行工况 | 性能参数 |
| 冷（温）水进出口温度（℃） | 冷却水进出口温度（℃） | 蒸汽压力（MPa） | 单位制冷量蒸汽耗量[kg/(kW·h)] | 性能系数（W/W） |
| 制冷 | 制热 |
| 蒸汽双效 | 18/13 | 30/35 | 0.25 | ≤1.75 | \_ | \_ |
| 12/17 | 0.40 | \_ | \_ |
| 0.60 | ≤1.64 | \_ | \_ |
| 0.80 | ≤1.60 | \_ | \_ |
| 直燃 | 供冷12/17 | 30/35 | \_ | \_ | ≥0.88 | \_ |
| 供热出口60 | \_ | \_ | \_ | \_ | ≥1.3 |

（4）冷却塔壳体和主要配件等使用寿命不同，应根据实际使用要求对冷却塔填料、皮带等进行维护、更换。

7.3.3更换或新增的空调冷热源系统，应根据建筑能源供应条件、周边资源条件以及改造后建筑功能、形式等因素，通过综合论证确定，并符合下列要求：

1.当改造项目所在区域有能源规划要求时，空调系统冷热源选择宜服从改造建筑所在区域的能源规划要求。宜优先采用可供利用的废热、工厂和电厂余热作为供暖或空调的热源。经过技术经济比较合理、条件合适时可采用冷热电联供方式；

2.改造项目周边场地条件合适，且经济技术分析合理时，可采用地埋管地源热泵系统。当项目周围有可供利用的湖水和河水，且经济技术分析合理时，可采用地表水地源热泵系统；

3.改造后缺少空调机房的建筑，在确定能满足使用要求的前提下，宜采用变频多联机、空气源热泵等冷热源设备。

4.空调供暖系统中的锅炉宜增设烟气热回收装置。能源条件允许时，既有燃煤锅炉宜改造为燃气锅炉；接近或超出使用寿命的燃气锅炉和燃油锅炉宜更换为冷凝式锅炉、空气源热泵或蓄热式电锅炉。

【条文说明】

本条提出了空调和供暖系统的冷、热源选择时应该遵循的一般指导原则。

1.当改造项目所在区域有能源规划要求时，业主和使用功能比较明确，方便采用集中冷热源系统。集中冷热源系统具有效率高，管理方便、节约人工及材料成本等优点。采用集中冷热源系统应根据项目规模大小进行综合考虑，应结合项目地块的实施进度来设置能源站的规模和数量。另外对于采用集中冷热源方式，为提高系统运行效率，能源站的建设应与项目实施进度结合，可以采用分期建设的方式。当改造项目所在区域有能源规划要求时，所在区域有集中冷热源的应优先采用。集中冷热源具有能源综合利用效率高、便于集中管理的特点，因此对于大片区的改造项目，经技术经济比较合理时，可建设冷热电三联供集中冷热源，服务整个改造片区的建筑。

2.地源热泵系统作为可再生能源利用的一种形式，设计及运行管理合理时，可以起到良好的节能效果。改造后以用热为主的建筑，在考虑相应的辅助热源后，可采用地埋管地源热泵系统。改造后以用冷为主的建筑，在考虑相应的辅助冷源后，可采用地源热泵系统。地源热泵设备配置及运行管理策略，应根据改造后建筑功能及运行特点，进行优化匹配。当采用地表水地源热泵时，除了考虑水资源条件外,还应进行生态环境评估，采用有航道河水时，应向航运主管部门申请。

7.3.4 改造后供暖系统的设置应符合下列要求：

1 改造形成的高大空间需要冬季供暖时，宜采用辐射供暖方式，或采用辐射供暖作为补充；

2 集中供暖系统宜按南、北向分环供热的原则设计

3 集中供暖系统应设置室温调控装置；散热器及辐射供暖系统应安装自动温度控制阀；

【条文说明】

对于改造后高大空间，其冬季室内供暖方式设置合理与否直接影响室内舒适度及运行费用。当大空间采用辐射供暖，室内高度方向的温度梯度较小，又由于有温度和辐射的综合作用，可以营造比较理想的热舒适环境，同时比采用空调供暖的方式节约能耗。

7.3.5改造后供暖空调水系统应根据建筑使用功能和负荷重新设计计算，供回水温度应符合下列要求：

1 改造后采用原有冷水机组时，空调冷水系统供回水温度应根据系统要求与机组特性确定，供回水温差不应小于5℃；

2 新增冷水机组除温湿度独立控制系统和空气源热泵系统外，电制冷空调冷水系统的供回水温差不应小于6℃；

3 空调热水系统的供水温度不应高于60℃。除利用低温废热、直燃型溴化锂吸收式机组或热泵系统外，空调热水系统的供回水温差不应小于10℃。

4 改造后采用散热器供暖时，供暖系统宜按热媒温度为75/50℃或85/60℃进行设计。改造后采用热水地面辐射供暖系统供水温度不应超过60℃，供水温度宜取35-45℃，供回水温差不宜大于10℃。

【条文说明】

空调水系统大温差设计可减少水泵耗电量和管网管径，因此对于改造后新增的冷水机组，规定应采用大温差，要求其供回水温差不小于6℃。另外原有冷水机组若经过评估可以重新利用时，综合投资和经济性考虑，对原有冷水机组供回水温差不进行要求，满足5℃温差即可。

7.3.6供暖空调系统循环水泵改造设计应符合下列要求：

1.应依据国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189的规定，对集中供暖系统热水循环泵的耗电输热比、空调冷热水系统循环水泵的耗电输冷（热）比进行校核计算；

2.对经诊断评估效率满足使用要求的循环水泵，宜合理采用变频等节能改造措施进行回收利用；

3.可采用叶轮切削技术或更换水泵的措施，解决水泵选型过大的问题，提高水泵的实际运行效率。

【条文说明】

针对供暖空调系统循环水泵的改造设计，首先应按照国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189的规定校核集中供暖系统热水循环泵的耗电输热比、空调冷热水系统循环水泵的耗电输冷（热）比，以判断既有水泵的改造方式、更换水泵的选型参数；针对既有的水泵系统，采用合理增设变频装置的方式，可以提高输配系统的运行能效，降低输配能耗；采用叶轮切削技术，可以解决水泵选型过大的问题，提高水泵的实际运行效率。

7.3.7改造后空调风系统的设置宜根据建筑功能和改造空间特征确定，并符合下列要求：

1 对于不宜采用加固措施、室内跨度大、采用普通风管安装空间不够或对原有结构承重造成影响的空间，宜采用重量较轻的布袋送风系统；

2 改造后高度10m以上的高大空间宜采用分层空调，下部空调区宜采用侧送下回的气流组织方式，送风口高度不宜超过5m，送风角度应调节方便。上部非空调区可根据其高度、围护结构参数及下部空调区条件选择设置合适的送排风系统；

3 改造后高度5m以下的空间宜采用顶送风方式；

3 通过高大空间内部增层或中庭改造形成的上部回廊空间，宜独立设置送风系统；

4 改造后空调区跨度大于25m时，宜采用双侧送风。在室内气流组织和噪声满足规范要求的条件下，可采用增加送风量、改变送风温度和设置二次接力送风设备等措施改善效果，回风口宜布置在送风口同侧下方。

【条文说明】

本条针对改造后为高大空间的室内气流组织提出设计原则：

1 布袋风管送风系统作为一种新兴的空调送风形式，具有安装方便、美观、易清洗、成本低廉等优点，适用于具有一定层高且室内空间跨度比较大、层高有限或不宜采用结构改造加固的既有工业建筑改造中。

2 分层空调适用于高大建筑，当空调区高度与建筑物高度之比≤1/2时，这种空调方式比较经济合理，根据高大空间气流组织研究，空调区宜按总计算冷负荷的70%计算送风量，夏季可节省冷量约30%，节省初投资和运行能耗。分层空调上部非空调区需根据其高度、围护结构参数及下部空调区条件选择设置合适的送排风系统。当非空调区内的单位体积散热量大于4.2W/m3时，宜在非空调区域设计排风装置。

3 根据空调气流组织模拟分析研究结果，对于层高5m及5m以下的高大空间，采用顶送风方式供冷时送风工作区（1.7m）高度的温度要比侧送风方式工作区（1.7m）高度处温度低0.5℃左右。采用顶部送风可以通过减少送风量或提高送风温度的方式实现节能。

4 对于高大空间内部增层，或者增设中庭形成的上部回廊空间，采用回廊、中庭上下分区的送风方式相对上下不分区的送风方式要好，因此回廊空间宜设置独立的空调系统，提高室内舒适度。

5 对于跨度大于25m的空间，采用单侧送风+二次接力设备的方式可使单侧送风距离增加70%，同时可有效改善室内气流速度场的均匀性。

7.3.8改造后设置全空气空调系统的大型会议室、商场、展馆等人群密集、流动大的场所，应对CO2浓度进行监测，并与新风供应联动控制；CO2浓度探测器应置于人员活动区域或回风管道内。

【条文说明】

既有工业建筑民用化改造往往会有展馆、商场等高大且人员密集的空间，对于这些大空间，多采用全空气空调系统。通过对CO2浓度的监测，控制空调机组室内新风量的供应，满足人体健康对环境的需求，节约能源。

7.3.9 改造后供暖空调系统计量装置的设置应符合下列要求：

1 工业区整体改造采用区域性冷热源时，每栋建筑的冷、热源入口处应设置能量计量装置；不同使用单位或区域宜分别设置能量计量装置；能量计量装置应具有通信接口；

2 锅炉房、换热机房应进行能量计量，计量的内容应包括生产燃料的消耗量、供热量、补水量等。

3 集中供暖系统应具有分室、分区控温调节装置，并应充分考虑能实行分区热量计量的可能性；

4 供暖空调用电宜按照行业标准《公共建筑能耗远程监测系统技术规程》（JGJT 285）对空调能耗的子项分类，设置分项计量装置；

5 集中空调系统的冷热源机房宜在冷冻水、冷却水各环路上设置流量、温度传感器，为后期的运营调适提供监测数据；

【条文说明】

工业厂区整体改造采用区域性冷热源时，合理设置能量计量装置，实施量化管理，是节约能源的重要手段，按照冷量和热量的用量计收供暖和供冷费用，既公平合理，更有利于提高用户的节能意识。为便于管理，采用集中冷热源系统的每栋建筑冷源和热源的入口需设置能量计量装置，对不同使用单位或区域宜分别设置能量计量装置，便于收费及节能管理。能量计量装置应由流量传感器、温度传感器和计算器组成，并带有数据通讯接口，以便于数据的收集和上传。

为了便于后期对中央空调系统的运营调适，在改造时宜配置相应运行参数监测装置，包括冷冻水和冷却水的供回水温度、循环水流量等，通过分析监测参数，可以开展节能运营诊断和分析，为运营调适提供数据支撑。

**7.4 电气与智能化**

7.4.1应根据既有工业建筑的电气系统及改造后建筑的民用业态功能，综合建筑结构的改造方案等因素，制定合理的电气系统改造方案。

【条文说明】

既有工业建筑民用化改造与新建工程项目比较，其电气设计有其特殊性。首先需要民用化改造的既有工业建筑由多种，有的比较老旧，原有的电气系统没有利用价值，也有的在“退二进三”政策下使用还不是很久的建筑，其电气系统可以重复利用；其次，建筑建构的改造方案也是多样的，保留利用原有建筑构件各不相同；再就是改造后的民用业态不一样。上述诸多因数对电气设计的方案都会有很大的影响。因此本条明确要求在设计方案阶段应综合各种设计条件，合理确定改造设计方案。

7.4.2建筑物内照明、电力、消防及其他防灾用电负荷应分别自成配电系统；在低压配电第一级宜按照电气分项计量的不同负荷分回路进行配电，在低压配电第一级能对建筑进行总的分项计量。

【条文说明】

照明、电力、消防等自成配电系统是电气设计的基本概念，这里的自成配电系统指在“低压第一级”分开配电，在相关现行规范标准有明确要求。

 “按照电气分项计量的不同负荷分回路进行配电”主要是为“在低压第一级能对建筑进行总的分项计量”，电气分项计量的四个分项：照明插座用电、空调用电、动力用电和特殊用电。“低压第一级”是指：当单体建筑低压进线（无变电所）时，低压第一级为进线总配电箱的出线处；当单体建筑中（高）压进线（有变电所）时，低压第一级为变电所的低压出线处。

通常设计中照明、动力已经将回路分开配电，空调及特殊动力配电有分开设计的，也有分别并入照明、动力回路配电的；本条规定基于以下两点，1，大型公共建筑空调主机负荷大，由低压第一级分开配电是合理的；至于集中空调室内机，总的用电负荷也不小，进线第一级分开回路配电还是可行的；另外在《国家机关办公建筑和大型公共建筑能耗监测系统楼宇分项能耗数据采集技术导则》中规定“若空调系统末端用电不可单独计量，空调系统末端用电应计算在照明和插座子项中，包括全空气机组、新风机组、空调区域的排风机组、风机盘管和分体式空调器等”，这样，分散的少数调室内机在分开配电存在明显不合理时，可以接入照明插座用电配电系统中。2，特殊动力一般用电量大（如厨房动力），或者负荷相对比较重要（如电信机房动力等），从动力配电系统分开自成配电系统是合理的。

按照条文规定分开相关负荷的供电，低压配电系统更加简单清晰，也能减少不同负荷间的相互影响，同时能减少空调及特殊动力的配电级数，增加设备供电的可靠性。建筑总的能耗分项计量系统也更加简单可靠。

7.4.3利用既有工业建筑电气系统或电气设备时应符合下列要求：

1 应满足改造后建筑用电负荷等级对电源的要求；

2 继续利用的照明光源、镇流器、电动机及配电变压器等能效等级不应低于现行国家标准的能效3级标准；更换或新设以上电气设备不应低于能效2级标准；

3 利用原有电气线路时，应符合现行规范标准对线路的要求。

4 利用建筑原有防雷系统时，应符合改造后建筑的民用业态功能对防雷的等级要求。

【条文说明】

既有工业建筑民用化改造，应按改造后的民用建筑进行电气设计，既有工业建筑用电负荷对电源的要求与民用建筑很多是不一样的，设计要满足民用建筑用电负荷对电源的要求，利用既有工业建筑电气系统时首先要对供电电源进行核定。

经过评估原有电气设备具有利用价值的应予利用，鉴于利用的电气设备是已有设备，其能效等级可以比新选设备低一个等级，这也是本着绿色设计的原则。当已有设备能效等级过于低下时不应再使用。

而电线电缆的使用在现行规范标准中有明确要求，已有电线电缆不能满足现行规范标准要求的不得再行利用。比如现行规范中要求大中型商业线缆的绝缘和护套应采用低烟低毒阻燃型，而在既有工业建筑电气系统中并无这方面的要求，这样，在重复利用时就应该进行核实。

7.4.4宜利用原有供配电干线系统通道，新设干线通道应考虑荷载对建筑构件的影响。

7.4.5应根据建筑结构的改造方案确定末端照明配电线路布线的敷设方式，当需要明敷布线（或吊顶内布线）时应穿保护管。

【条文说明】

7.4.4~7.4.5本条主要是对设计提出的要求，电气供配电干线敷设有一定的荷载，利用原有通道基本上对建筑构件影响较小，新增干线的荷载应由结构专业的核算，不能承受干线荷载的应有结构加强措施。这主要是考虑有的既有工业建筑钢结构屋面，其承载有限，电气设计不能影响建筑结构的安全性。另外，在保留利用原有建筑构件较多的改造中，末端照明配电线路的布线无法采用暗敷方式，这里要求明敷设是应穿保护管。

7.4.6照明改造应符合下列要求：

1 采用效率高、寿命长、电磁干扰小的光源,优先选择无汞光源,不应采用荧光高压汞灯和普通照明白炽灯；

2 照度、照度均匀度、显色指数、眩光等指标应符合现行国家标准《建筑照明设计标准》GB50034的有关规定；

3 照明功率密度值(LPD)不应高于现行国家标准《建筑照明设计标准》GB50034规定的现行值。

4 夜景照明设计应满足现行行业标准《城市夜景照明设计规范》JGJ/T163的规定。应设置平时、一般节假日、重大节日(庆典活动)三种及以上控制模式。

【条文说明】

绿色照明设计是建筑电气设计的基本要求，本条在现行国家标准规范中都有明确要求。对夜景照明处条文中规定要求外还应尽量避免采用大面积投光将整个建筑均匀照亮的方式；

7.4.7 应结合改造后室内天然采光效果，合理设计建筑照明系统，并符合下列要求：

1 改造中保留原有工业建筑矩形天窗、锯齿形天窗、平天窗等形式进行采光通风的空间，应结合天窗排列方向布置室内照明灯具，并对该区域灯具采取同一分支回路配电并独立控制；

2 对于进深较大的顶层内区空间，宜设置空腔导光管采光系统；在人员经常停留区域设置空腔导光管采光系统应有光线调节控制。

【条文说明】

合理的灯光控制需综合多方面因素。首先，照明灯具的布置与一次配电回路的设计应根据照明区域自然采光及业态功能情况进行分组并分回路配电，为运行控制的行为节能提供可能性。如在自然采光到达区域的人工照明采用同一分支回路配电时，可以根据天然光产生的照度，控制此分支回路供电的通断；如现场设置控制开关时，自然采光到达区域的人工照明应有自己的就地开关控制，这样在控制自然采光到达区域的人工照明时，不影响其他区域人工照明的运行。另外，大面积照明场所按照最小功能区域配电，可以在某个功能区域照明控制时，不影响其他功能区域照明的正常运行。

空腔光导管系统主要由集光器、导光筒和漫射器三部分组成。这种系统利用室外的自然光线透过集光器导入系统内进行重新分配再经特殊制作的导光管传输和强化后由系统底部的漫射装置把自然光均匀高效地照射到室内。天然光作为大自然馈赠于人类的宝贵财富，也是人类长期进化过程中最适应的光源，天然光取之不尽用之不竭，导管系统的出现为人们合理利用天然光提供了适宜的方法，有条件的建筑应考虑利用天然光引入室内照明以减少室内人工照明，节约照明电能。

作为既有工业建筑的民用改造，一般均楼层数不多、有大面积的屋顶，在最顶层设置空腔导光管照明系统其导光管长度短，可以节省造价并发挥导光系统最大效率，提倡在可能的前提下宜设置导光管系统。

7.4.8照明线路安装高度大于12米的高大空间，其配电回路应设置故障电弧保护器或故障电弧探测器。

7.4.9电气线路开孔穿越建筑构件处应采用不低于构件耐火极限的防火封堵组件封堵。

【条文说明】

7.4.8~7.4.9本条针对既有工业建筑改造的特点对安全性提出要求，照明线路故障引起的火灾是电气火灾的一个重要原因，高大空间的线路故障难于发现，故障电弧保护器或故障电弧探测器是有效的保护探测设备。在既有建筑的改造中，线路穿越建筑构件需开孔洞在所难免，这些孔洞应严密封堵，避免破坏建筑构件的防火性能。

7.4.10有条件的建筑宜设置可再生能源光伏发电系统作为补充电力能源。宜采用低压并网型，并满足《光伏系统并网技术要求》GB/T 19939的相关规定。

【条文说明】

既有工业建筑通常屋面面积较大，具备较好的利用太阳能条件。当技术经济分析合理时，宜结合屋面设置太阳能光伏发电系统，作为建筑的补充电源。宜采用低压并网型，并满足《光伏系统并网技术要求》GB/T 19939的相关规定。

7.4.11改造及增设电梯和自动扶梯应符合下列要求：

1 自动扶梯与自动人行梯应采用节能拖动及节能控制装置并设置感应传感器以控制自动扶梯与自动人行梯的运行；

2 电梯应具备探测轿厢内无人时自动降低照度、关闭空调、电气系统休眠等节能控制功能，2台及以上电梯集中布置时应具备电梯群控功能。

【条文说明】

多台电梯群控遵守调度原则，协调多台电梯的运行，可实现对电梯的最优控制。自动扶梯一般普遍存在低载或空载运行的状况，采用节能控制，可实现有乘客时自动平稳进入正常快速状态、无乘客时自动进入慢速或停止状态，以节约能源。

7.4.12既有工业建筑民用化改造的能耗计量应符合下列要求：

1 应设置分项计量装置，并按照付费单元或管理单元设置电能表；

2 大型公共建筑应设置分类分项计量并设置能耗监测系统。

【条文说明】

在《绿色建筑评价标准》GB/T50378中分项计量是控制项的要求。作为既有工业建筑的绿色民用化改造，应设置分项计量。

建筑节能的目标是减少建筑物实际运行过程中的能源消耗，首先我们要了解建筑实际运行中的能耗情况，以及采取节能措施后建筑的实时能耗情况，这就要求建立建筑物能耗监测系统，实时掌握建筑物甚至建筑各个区域的能耗数据，以便分析采取技术措施节约能耗、为行为节能的指标考核提供依据。按照建科[2008]114号《关于印发国家机关办公建筑和大型公共建筑能耗监测系统建设相关技术导则的通知》，国家机关办公建筑和大型公共建筑应设置能耗监测系统。能耗监测系统应具备分类能耗及分项能耗的数据采集，并具备上传数据至城市能耗监测中心的功能；

7.4.9既有工业建筑民用化改造中的智能化设计应考虑功能的实用性、系统的可靠性、接口的通用化以及可扩展性，满足现行国家标准《智能建筑设计标准》GB50314的配置要求，并符合下列要求：

1 智能化系统宜与消防系统共用控制机房；

2 智能化系统的传输网络管线的设计应避免电磁干扰的影响；

3 应为智能化系统的传输网络设备和终端设备提供可靠的工作电源。

**8施工与验收**

**8.1 一般规定**

8.1.1 施工单位应建立项目绿色施工管理体系和管理制度，编制施工组织设计，制定施工全过程的环境保护和安全措施计划，并组织实施。

【条文说明】

建立专门的绿色施工管理体系，制定管理制度，根据预先设定的绿色建筑施工总目标，进行目标分解、实施和考核活动。优化施工组织设计，制定绿色施工方案并严格执行，要求措施、进度和人员落实，实行过程和目标双控。总承包方对绿色施工负总责，项目经理为绿色施工第一责任人，负责绿色施工的组织实施及目标实现，并指定绿色建筑施工各级管理人员和监督人员。

施工建设是绿色设计的实现过程，参建各方应正确理解与准确把握设计文件中的绿色重点内容。施工前参建各方进行专业交底时，应对这些重点内容逐一交底。

8.1.2 施工前应做好地下设施、文物和资源保护；对可能导致损害的毗邻建筑物、构筑物等做好防护。

【条文说明】

施工方案中应针对已知的地下设施、文物和资源制定保护措施，对可能导致损害的毗邻建筑物、构筑物等制定专项防护措施，毗邻民用建筑时应将施工可能造成的不便提前告知业主、居民。施工前应对毗邻建筑物、构筑物进行防护的情况主要有：（1）结构荷载有较大增加或结构基础挤土桩施工时，应对毗邻建筑物、构筑物进行基础保护；（2）结构拆除施工时，应对毗邻建筑物、构筑物进行防碰撞、防尘、防噪等保护。

施工中发现地下设施应暂停施工，先上报业主和相关部门，做好保护措施再继续施工。发现文物和资源应上报业主和相关部门，取得相关部门许可后方可继续施工。

8.1.3 施工过程中，必要时应对既有建筑或毗邻建筑主体结构的沉降、变形、应变、振动等进行监测。

【条文说明】

施工中应进行结构监测的情况主要有：（1）施工图中有明确要求时，应进行相应的结构监测；（2）基础施工、增层改造或改造后荷载有较大增加时，应进行结构沉降监测；（3）毗邻建筑距离很近时，应进行结构沉降、变形及振动监测；（4）局部承重构件（如墙、柱）拆除、改造后局部荷载有较大增加或预应力施工时，应进行结构局部变形及应变监测；（5）地下空间扩建时，应进行结构沉降、变形监测。监测结果出现异常时，应立即停止施工，并上报。

8.1.4 推广使用绿色施工的新技术、新设备、新材料和新工艺，宜采用建筑信息模型（BIM）技术指导施工。

【条文说明】

凡是有利于“四节一环保”的施工技术、设备、材料和工艺都属于绿色化范畴。在保障工期和成本可控的前提下，推广使用绿色施工新技术、新设备、新材料和新工艺，可以提高项目施工的绿色化水平，促进行业的技术进步。

**8.2 拆除与加固改造施工**

8.2.1 拆除施工应制定专项方案，并符合下列要求：

1 根据拆除部位、拆除工程量及周边环境状况等选择合理的拆除方法、拆除物回收利用方法；

2 结构坚固、拆除技术性强或有特殊危险性的拆除施工方案应经过专家论证。

【条文说明】

既有工业建筑民用化改造施工中，除了少量附属建筑物构筑物完全拆除，通常都是对建筑结构进行局部拆除，应制定拆除专项施工方案，防止野蛮施工损坏需保留的结构。一般较适用机械拆除、人工拆除、膨胀破碎、压力破碎、静力切割等方法，有时需要两种以上的拆除方法配合使用，采用机械拆除时机械作业区域（包括下层空间）不得有人从事其他作业活动。

结构坚固、拆除技术性强或拆除中容易引起有毒有害气（液）体或粉尘扩散、易燃易爆事故发生的特殊建、构筑物的拆除工程专项方案须经过专家论证，论证的重点包括拆除方法和安全技术措施。

8.2.2 拆除施工应遵循自上而下的原则，拆除物应及时清理，并采用封闭式运输，严禁高空抛下。

【条文说明】

拆除施工应自上而下进行，如不涉及主要构件，也可以各层同时拆除。大的构件应先吊到下层进行破碎，产生的建筑垃圾应及时清理，严禁高空抛下，四层以上的建筑垃圾宜通过封闭的垃圾通道或者垂直升降设备输送到地面。

8.2.3 大跨度屋面的拆除应符合下列要求：

1 屋架应逐榀拆除，对未拆除屋架应保留桁条、水平支撑、剪刀撑，确保其稳定性，可在屋架顶端两侧设置揽风绳；

2 屋架跨度大于9m时，应采用起重设备起吊拆除。

【条文说明】

保留下部结构的屋面拆除宜采用人工拆除的方法，高度超过4米或者坡度大于30度时应搭设脚手架。屋架跨度超过9m时，需配合起重设备。

8.2.4 对可再利用的构件、设备、管道等，应进行保护性拆除，并妥善保管。对需保留的结构或构件，在拆除施工中应预先采取安全措施，防止倾斜、开裂或局部倒塌。

【条文说明】

保护性拆除的大型构件，应有专门的吊装方案，并妥善保管，防止二次损坏影响再利用。

8.2.5 加固改造施工前，应拆迁原结构上影响施工的管道、线路及其他障碍物；应先对被加固结构或构件进行卸载或部分卸载，并采取必要的临时安全措施。

【条文说明】

结构加固前先卸载可以有效消除老结构的应力滞后影响，实现新老结构共同工作，有利于结构受力。施工中必要时还应采取设置临时支撑等安全措施，以确保结构安全。

8.2.6 加固改造施工中，结构构件加固部位的表面处理应符合相关规范要求；新增构件应与原结构可靠连接。

8.2.7 加固改造施工使用预制构件时，应符合下列要求：

1 运输、存放及施工过程中，应对预制构件及构件上的建筑附件、预埋件、预埋吊件等采取保护措施，避免出现破损或污染现象；

2 应根据预制构件的形状、尺寸、重量等选择合适的吊装设备，并制定吊装计划。

【条文说明】

施工前应按设计要求和施工方案进行必要的施工验算，包括吊装过程中预制构件与起吊装置的承载力验算、各种施工临时荷载作用下构件支架系统和临时固定装置的承载力验算。

8.2.8 加固改造施工中，若发现原结构与加固设计依据不符合时，应及时报告加固设计单位，采取有效处理措施后方可继续施工。

**8.3 资源节约与环境保护**

8.3.1 施工用地应符合下列要求：

1 施工总平面应合理布置，充分利用原有工业建筑物、构筑物、道路和管线等；

2 应根据施工规模及现场条件等因素合理布置临时设施；临时加工厂、材料堆场、办公生活等临时设施的占地面积可按最低面积指标设计；

3 应利用和保护施工用地范围内原有绿色植被。

【条文说明】

施工总平面布置应合理、紧凑，在满足环境、职业健康与安全及文明施工要求的前提下尽可能减少废弃地和死角，施工现场道路布置永久道路和临时道路相结合，并在施工现场形成环形通路，减少道路占用土地。利用和保护原有绿色植被，如有大株树木妨碍施工的，可请专业人员另选合适位置移栽，施工后应对临时占地内破坏的植被进行恢复。

8.3.2 施工用材应符合下列要求：

1 采取降低材料损耗率、提高可周转材料及设备周转次数的技术和管理措施；

2 工程使用的材料宜选用距施工现场500km以内生产的建筑材料；

3 优化安装工程管线布置；

4 可再利用材料应回收再利用。

【条文说明】

施工节材应在材料采购、保管、运输和施工管理的全过程实施。优化材料下料方案，合理安排混凝土配送方案等可以降低材料损耗率；大宗材料就地取材，可以大大节省材料运费；利用工具式模板或新材料模板，如玻璃钢模板、塑料模板等，可以大大降低模板损耗；利用BIM建筑信息模型，可优化安装工程的预留、预埋、管线路径，并提前发现问题，避免因各专业间不协调带来的返工浪费。

可再利用材料的回收利用亟待加强。可再利用材料包括混凝土、钢材、木材等材料，也包括屋架、预制板、门窗等构件。混凝土可用于生产再生骨料或再生砌块；钢材可直接再利用或回炉；木材可用于生产复合板材或燃烧发电；塑料可热分解后再利用；沥青可用于生产再生沥青混凝土；玻璃可高温融化再利用。屋架、预制板、门窗等可直接再利用。

8.3.3 施工用水应符合下列要求：

1 施工现场应按生活用水与工程用水的定额指标进行控制，并进行分项计量；

2 宜采取非传统水源和循环水再利用措施。

【条文说明】

采用先进的节水施工工艺，施工现场办公区、生活区的生活用水采用节水系统和节水器具。对用水集中的区域和工艺点进行专项计量考核。

现场机具、设备、车辆冲洗、喷洒路面、绿化浇灌等用水，优先采用非传统水源，尽量不使用市政自来水。优先采用中水搅拌、中水养护，严禁无措施浇水养护混凝土，大型施工现场可建立雨水收集利用系统，充分收集自然降水用于施工和生活中适宜的部位。

8.3.4 施工用能应符合下列要求：

1 应制定施工能耗指标，明确节能措施；

2 生产、生活、办公区域及主要机械设备宜分别进行能耗计量。

3 宜利用太阳能、地热能、风能等可再生能源。

【条文说明】

优先使用国家、行业推荐的节能环保的施工设备，优先考虑耗能较少的施工工艺。合理安排施工工序，减少施工设备空转或者低负荷运行，提高满载率，做好设备的维修保养，使设备保持低耗、高效的工作状态。施工照明应以满足最低照度为原则，优先选用节能灯具。施工现场分别设定生产、生活、办公的用电指标，定期分区进行计量核算。根据当地气候和自然条件，适时利用太阳能、地热等可再生能源。

8.3.5 施工扬尘控制应符合下列要求：

1 施工前应做好扬尘控制计划，施工过程中宜使用低尘设备；

2 土方作业阶段，应采取洒水、覆盖等措施，达到作业区目测扬尘高度小于1.5m，不扩散到场区外；

3 拆除施工、结构加固改造施工、设备安装施工及装饰装修施工阶段，应采取遮挡、集尘等措施，达到作业区目测扬尘高度小于0.5m；

4 施工现场非作业区应达到目测无扬尘的要求，在场界四周隔挡高度位置测得的大气总悬浮颗粒物月平均浓度与城市背景的差值不大于0.08mg/m3。

【条文说明】

施工扬尘是最主要的大气污染源之一。施工中应采取有效的降尘措施，降低大气总悬浮颗粒物浓度。施工中的降尘措施包括对易飞扬物质的洒水、覆盖、遮挡，对出入车辆的清洗、封闭以及对易产生扬尘的施工工艺采取降尘措施等。拆除、剔凿作业时可采用局部遮挡、掩盖、水淋等措施；打磨钻孔时，尽量选用带集尘或吸尘功能的机械进行作业，可极大降低扬尘浓度；清理灰尘或建筑垃圾时，尽量使用吸尘器，避免使用吹风器。此外，在工地建筑结构脚手架外侧设置密目防尘网或防尘布，也具有非常好的扬尘控制效果。

8.3.6 施工噪声控制应采取下列措施：

1 在施工场界应对噪声进行实时监测与控制，现场噪声应符合《建筑施工场界噪声测量方法》GB12524的要求；

2 宜使用低噪声、低振动的拆除、破碎施工设备或采用吸声、消声、隔声、隔振等措施；

3 宜采用成型建筑材料或工厂化生产的预制构件，减少现场施工量。

【条文说明】

施工产生的噪声是影响周边居民生活的主要因素之一，也是居民投诉的主要对象。国家标准《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB12523对噪声的测量、限值作了具体的规定，是施工噪声排放管理的依据。为了减低施工噪声排放，应该采取降低噪声和噪声传播的有效措施，包括采用低噪声、低振动设备，运用吸声、消声、隔声、隔振等降噪措施，降低施工机械噪声，并在施工场地对噪声进行实施监测与控制。大多数施工单位在施工现场进行钢筋加工，一些施工场地较小、施工周期较长的既有建筑改造项目，应选在其他地方将钢筋加工好后再运到工地使用。若选用加工成型的建筑材料或异地加工成型后再运至工地，可大大降低施工场地噪声。

8.3.7 施工过程中应采取限时施工、遮光和全封闭等避免或减少光污染的措施。

【条文说明】

尽量不进行夜间室外施工，夜间室外施工时，照明灯应加设灯罩，透光方向应集中在施工范围。电焊作业应采取遮挡措施，避免电焊弧光外泄。

8.3.8 建筑拆除物应充分利用、就近消纳，减少施工废弃物的产生。建筑垃圾、生活垃圾的处理应符合下列要求：

1 建筑垃圾应分类存放、按时处置；

2 有毒、有害建筑垃圾应采取专门处理措施；

3 施工生活垃圾应及时清理，并进行无害化处理。

【条文说明】

目前建筑垃圾的数量很大，对环境产生很大的影响，包括堆放或填埋均占用大量的土地；建筑垃圾的淋滤液渗入土层和含水层，破坏土壤环境，污染地下水；有机物质发生分解产生有害气体，污染空气；同时建筑垃圾的产出，也意味着资源的浪费。因此减少建筑垃圾的产出，涉及到节地、节能、节材和保护环境这样一个可持续发展的综合性问题。建筑垃圾减量化应在材料采购、材料管理、施工管理的全过程实施。建筑垃圾应分类收集、集中堆放，尽量回收和再利用。施工现场生活区设置封闭式垃圾容器，施工场地生活垃圾实行袋装化，及时清运。

**8.4 竣工验收**

8.4.1 建筑主体结构、围护结构、屋面、外窗等的验收应符合《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300、《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB50550、《屋面工程质量验收规范》GB50207、《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB50210、《绿色建筑工程竣工验收标准》CECSXXXX等的要求。

【条文说明】

工程验收是施工质量控制的一个重要环节，包括施工质量的中间验收和工程的竣工验收。分别通过对工程建设中间产品和最终产品的质量验收，从过程控制和最终把关两方面进行工程项目的质量控制。隐蔽工程验收合格前，不得隐蔽，不得进行下一步施工；竣工验收合格前，不得投入使用。

8.4.2 机电系统与设备的验收应符合《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243、《[建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范](https://www.baidu.com/s?wd=%E5%BB%BA%E7%AD%91%E7%BB%99%E6%B0%B4%E6%8E%92%E6%B0%B4%E5%8F%8A%E9%87%87%E6%9A%96%E5%B7%A5%E7%A8%8B%E6%96%BD%E5%B7%A5%E8%B4%A8%E9%87%8F%E9%AA%8C%E6%94%B6%E8%A7%84%E8%8C%83&hl_tag=textlink&tn=SE_hldp01350_v6v6zkg6" \t "_blank)》GB50242和[《建筑电气工程施工质量验收规范》GB50303](https://www.baidu.com/link?url=8fp7SIqZft1VD_xFSEM81CzzYQIudrdVoJvwiVEYeYrn4EBt1JYMCiYSuZI78sijBGtR9gqZS8dPL_WgVxmap4rtn-z7Xya7qTDwCfMfsuO&wd=&eqid=a93d027300007fd50000000255922098" \t "_blank)等的要求。

8.4.3 当采用可再生能源系统时，其验收应符合《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》GB50364、《民用建筑太阳能光伏系统应用技术规范》JGJ203、《地源热泵系统工程技术规范》GB50366的要求。

8.4.4 竣工验收后应定期检查加固改造结构、构件的工作状态，使用过程中如出现异常情况应及时采取措施。

【条文说明】

结构加固改造涉及新老结构的连接，连接使用的胶结剂或其他聚合物都不可避免地存在老化问题，老化问题直接影响结构受力，必须定期开展检查。

**8.5 建筑设备调适**

8.5.1 既有工业建筑民用化改造完成后，应进行建筑设备调适。

【条文说明】

建筑设备调适是保证建筑运行状态和效果的重要手段。在建筑改造完成后，根据建筑实际的使用功能和设备负荷，对设备及系统的运行状态进行精准的调整，保证室内舒适要求下实现节省能耗，减少运行维护，提高效率。

8.5.2调适范围应包括供暖系统、通风空调系统、给排水系统、智能化系统及可再生能源系统等。

8.5.3 设备调适包括验收调适、综合能效调适和持续性调适，各项调适应符合下列要求：

1 既有工业建筑民用化改造完成后，应依据本标准第8.4.2条、第8.4.3条的要求以及《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411的要求对设备及系统进行验收调适，并提供培训记录及培训使用手册等资料；

2 改造工程验收并投入试运营阶段后，应对建筑设备及系统进行综合能效调适，调适周期不宜少于1年，并提供综合能效调适全过程资料和调适报告；

3 改造工程投入正式运营开始，直至建筑生命周期结束，宜对建筑设备及系统进行持续运营调适，改善和优化设备系统的运行和管理。

【条文说明】

建筑设备调适从大类讲包括验收调适用和运营调适两类。验收调适是在民用化改造完成后、竣工验收之前由施工单位负责开展的设备安装检查、单机运转与联合试运行、管网平衡调适等工作，目的为项目的验收交付做准备。工程验收调适过程应符合本标准第8.4.2条、第8.4.3条以及其他相关标准的规定。本节内容主要针对运营调适进行规定。

运营调适根据建筑设备运营阶段以及管理需求不同分为综合能效调适和持续性调适两种。综合能效调适应包括立项与业主需求确认、设备及系统的全年工况调适验证。试运行验收后，综合能效调适过程结束。综合能效调适宜由第三方调适单位牵头实施，监理单位监督，建设单位与设计单位、主要设备供应商及物业单位参与配合完成。

持续调适是一个长期的过程，通过长期的运行数据和状况积累，对现有设备的使用状况进行验证分析，并致力于改善和优化建筑中所有系统的运行和控制，以保持系统达到目前和不断变化的项目需求。持续性调适一般由运营单位自行组织完成。

8.5.4建筑设备调适应包括现场检查、室内环境检测、水力平衡验证、设备性能测试、自控功能验证、系统联合运转及综合效果评价等。

8.5.5 现场检查范围应包括锅炉设备、冷源设备、水泵及管路、冷却塔、空调箱及新风机组、末端风口、照明设备系统、给排水系统等。

【条文说明】

现场检查是调适工作的基础，是对“调适条件”的逐条落实、排查，其主要目的是掌握设备运行状态、查找设备运行中存在的表面问题，并为后期针对性性能检测与运行策略调整、设备维护保养等指明重点方向。本条文给出现场检查内容如下：

1 设备调适所需水、电能源供应情况以及末端负荷状况应满足使用条件；

2 锅炉设备检查应包括：设备铭牌是否完好；压力表、温度计是否显示正常；循环水泵、补水泵等是否运行正常；阀门控制效果是否正常；设备及阀门有无渗漏；燃气管道有无漏气或裂痕；燃烧器运行状态是否正常等；

3 冷源设备检查应包括：设备铭牌是否完好；压力表、温度计是否显示正常；阀门控制效果是否正常；设备及阀门有无渗漏；机组控制是否可靠；机组运行电压、电流是否正常；机组通风散热情况是否满足运行要求等；

4 水泵及管路检查应包括：水泵进、出口压力是否正常；运转电流是否正常；与水泵连接的管道保温是否完好；管道有无渗漏；

5 冷却塔检查应包括：冷却塔风扇是否正常运行；冷却塔补水阀门控制功能是否正常；补给水位是否正常；冷却水供、回水温度是否符合要求；

6 空调箱及新风机组检查应包括：水管路电动阀门等是否满足使用要求；水管路各部件连接处有无渗漏；空调机组内过滤网是否堵塞；风机是否正常运行；机组与风管连接处、软管与风管连接处等有无渗漏；

7 末端风口检查应包括：风管与风口连接处等有无渗漏；风口有无堵塞；有无风口设置不合理现象；有无显著冷热不平衡现象；

8 照明系统检查应包括：主要功能区域照明灯具与整流器类型；照明控制措施应用情况。

8.5.6 室内环境检测应在冷、热源、末端设备开启并调整到接近设计工况下进行，检测结果应满足设计和使用要求。

【条文说明】

室内环境检测参数包括室内环境温度（℃）、相对湿度（%）、风口风速（m/s）、室内环境噪声（dB(A)）等，检测方法及检测仪器要求应满足现行行业标准《采暖通风与空气调节工程检测技术规程》JGJ/T 260的相关规定。

8.5.7 冷源设备性能检测应在机组运行负荷不小于其额定负荷80%的工况下进行。改造后保留的冷源设备机组检测结果性能系数（COP）应大于本标准第4.5.15条的要求，改造后新增设备检测结果性能系数（COP）应满足设计要求。

【条文说明】

冷源设备性能检测参数包括：冷水供、回水温度（℃）、冷却水供、回水温度（℃）、冷水流量（m3/h）、冷却水流量（m3/h）、燃料消耗量（kg或Nm3）、机组功率（kW）、室外干球温度（℃）、室内空气温度（℃）、室内相对湿度（%）等。测试工况应满足机组运行负荷应不小于其额定负荷的80%；冷水供回水温差不小于3.5℃；水冷冷水（热泵）机组冷却水供水温度应在（25-33）℃之间，冷却水供回水温差不小于3.5℃；风冷冷水（热泵）机组要求室外干球温度在（26-36）℃之间。测试时间至少每隔10min读数一次，运行稳定后1h，连续测试时间不少于2h，取每次读数的平均值作为检测值。

8.5.8 热源设备性能检测应在空气源热泵机组运行负荷不小于其额定负荷的80%、锅炉运行负荷不小于其额定负荷的30%的工况下进行。改造后保留的热源设备性能系数检测结果应大于本标准第4.5.15条的要求，改造后新增设备性能系数检测结果应满足设计要求。

【条文说明】

热源设备性能检测参数包括：热水供、回水温度（℃）、热水流量（m3/h）、燃料消耗量（kg或Nm3）、机组功率（kW）、室外干球温度（℃）。测试工况应满足空气源热泵机组运行负荷不小于其额定负荷的80%，锅炉运行负荷不宜小于其额定负荷的30%；空气源热泵机组测试要求室外干球温度低于10℃。测试时间至少每隔10min读数一次，运行稳定后1h，连续测试时间不少于2h，取每次读数的平均值作为检测值。

8.5.9 水泵性能检测应在水泵运行状态保持稳定后进行。检测结果水泵效率应大于设备铭牌值的80%。

【条文说明】

水泵性能检测参数包括：水泵进、出口压力（Pa）、水泵流量（m3/h）、水泵输入功率（kW）。测试时间至少每隔10min读数一次，运行稳定后1连续测试时间不少于1h，取每次读数的平均值作为检测值。水泵性能应按下式计算：

Ƞ=10-6Q(Pa out-Pa in) /3.6W （1）

式中：Ƞ—— 水泵效率；

Q—— 水泵平均流量（m3/h）；

Pin——水泵平均进口压力（Pa）；

Pout——水泵平均出口压力（Pa）；

W—— 水泵平均输入功率（kW）。

8.5.10 冷却塔性能检测应在冷却水量不低于额定水量80%的工况下进行。检测结果冷却塔效率应大于设备铭牌值的80%。

【条文说明】

冷却塔性能检测参数包括：冷却塔进、出水温度（℃）、冷却塔周围环境空气湿球温度（℃）。测试时间至少每隔10min读数一次，运行稳定后1连续测试时间不少于1h，取每次读数的平均值作为检测值。冷却塔（ƞ）应按下式计算：

Ƞ=（Tin-Tout）/（Tin-Tiw）×100% （2）

式中：Ƞ—— 冷却塔效率；

Tin——冷却塔平均进口温度（℃）；

Tout——冷却塔平均出口温度（℃）；

Tiw——冷却塔周围环境空气湿球温度（℃）。

8.5.11 照明设备性能检测应在不受外界光源影响，电源稳定的工况下进行，检测结果应满足设计和使用要求。

【条文说明】

照明设备性能检测参数包括：室内照度（lx）、不同功能区域照明功率密度（W/m2）等，检测方法及检测仪器要求应满足现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177的相关规定。

8.5.12 水力平衡验证应在系统正常运行后、室内温度冬季不低于设计计算温度2℃，且不应高于1， 夏季不高于设计计算温度2℃，且不应低于1℃、空调水系统供回水温差不小于3.5℃、集中供暖供回水温差不小于设计值的80%的工况下进行。检测结果供暖热水、空调冷水、冷却水的各环路流量不应超过设计环流量的10%；冷水系统一级管路回水温度间的偏差不大于1℃，热水系统一级管路回水温度间的偏差不大于2℃。

【条文说明】

水力平衡验证检测参数包括：室内温度（℃）、总循环水量（m3/h）、环路水流量（m3/h）。 测试时间：单点持续时间不少于10min。

8.5.13 自控功能验证应在系统正常运行工况下进行。检测结果应机组起停动作正常；机组报警动作正常；机组负荷加载动作正常；系统启动及停止联动控制正常；配电与照明系统控制功能正常；流量、温度、压力传感器数据与实际数据相符。

【条文说明】

自控功能验证检测参数包括：热源机组自控功能验证、冷源机组自控功能验证、冷却塔自控功能验证、水泵自控功能验证、新风机组自控功能验证、联动自控功能验证、配电与照明系统自控功能验证；传感器功能验证；

8.5.14 建筑设备调适结束之后，应进行系统联合运转，对调适效果进行验证，保证系统各项功能均正常实现。

【条文说明】

系统联合运转是在建筑设备调适结束之后，对调适效果进行验证，保证系统各项功能均正常实现，不单独专注于某个环节的运行状况，采用常规运行方式进行验证即可。

8.5.15 建筑设备调适过程应形成文件资料进行保存，资料应包括调适计划、业主要求、各阶段设备检查报告、问题日志、调适过程进度报告、设备调适报告、培训记录和综合能效报告等。

**本规程用词说明**

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

**1）**表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

**2）**表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

**3）**表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词用采用“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. 《绿色建筑评价标准》GB/T 50378
2. 《既有建筑绿色改造评价标准》GB/T51141
3. 《公共建筑节能设计标准》GB50189
4. 《建筑抗震鉴定标准》GB50023
5. 《建筑采光设计标准》GB50033
6. 《民用建筑室内热湿环境评价标准》GB/T 50785
7. 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736
8. 《建筑给水排水设计规范》GB50015
9. 《民用建筑节水设计标准》GB50555
10. 《节水型产品技术条件与管理通则》GB18870
11. 《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》GB50364
12. 《低压配电设计规范》GB50054
13. 《三相配电变压器能效限定值及能效等级》GB20052
14. 《光伏系统并网技术要求》GB/T 19939
15. 《地源热泵系统工程技术规范》GB50366
16. 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300
17. 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB50242
18. 《建筑抗震加固技术规程》JGJ116
19. 《民用建筑电气设计规范》JGJ16
20. 《民用建筑太阳能光伏系统应用技术规范》JGJ203
21. 《场地环境监测技术导则》HJ25.2
22. 《污染场地土壤修复技术导则》HJ25.4