深圳市绿色产业促进会团体标准

《水蓄能绿色施工方法及验收规范》编制说明

Green construction method and acceptance code of water energy storage

（送审稿）

《水蓄能绿色施工方法及验收规范》标准编制组

二〇二二年十月

目 录

一、项目背景----------3
二、工作简况----------6
（一）任务来源----------6
（二）主要起草过程----------8
三、编制原则及技术依据----------9
（一）编制原则----------9
（二）技术依据----------10
（三）与国内领先、国际先进标准的对标情况 ----------10
四、主要条款说明 ----------10
（一）标准属性----------10
（二）标准架构----------10
（三）范围 ----------10
（四）术语和定义----------11
（五）设计 ----------12
（六）绿色施工、安装----------14
（七）水蓄能工程----------15
（八）系统的调试、检测及验收----------15
（九）测试与评价----------16
（十）蓄能系统的运行管理---------- ----19
五、是否涉及专利等知识产权----------19
六、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系----------19
七、重大意见分歧的处理依据和结果----------20
八、实施标准的措施建议----------20
九、其他需要说明的事项 ----------20

一、项目背景

新型蓄能是促进新能源规模化开发利用、构建新型循环经济系统、助力实现碳达峰碳中和目标的关键技术和基础装备，而且新型蓄能的市场应用规模稳步扩大，对能源转型的支撑作用初步显现。

蓄能技术特指通过机械的、电磁的、电化学等方法，将能量存储起来，在需要的时候，再通过机械的、电磁的、电化学的方法转变为相应的可用能量的技术。众所周知，蓄能技术在现代生活中有广泛的用途，如新能源汽车的蓄电池充电、放电，机场、厂房、企业利用蓄能技术实现蓄冷等。

2022 年 7 月 29 日国家能源局电力司司长何洋在接受光明日报记者采访时表示，当前新型储能的技术水平和装机规模在稳步提升，技术标准体系初步建立；新型储能的应用场景和商业模式不断拓展，“新能源+储能”、“互联网+储能”、“分布式智能电网+储能”等多元化应用场景不断涌现。

事实的确如此，随着我国社会经济的飞速发展，目前社会上的可持续发展的蓄能方式多种多样，如利用太阳、风力、空气、水等自然能源蓄能，但太阳、风力等储能方式对天气环境要求较高，相比之下水蓄能的优点就越发突出，且较符合“互联网+储能”的模式。当前，随着全球气温不断攀升和空调制冷负荷不断释放，全社会用电需求将继续攀升，局部地区高峰时段将出现供需偏紧，如遇大范围持续极端高温天气，形势将更趋严峻，甚至出现“拉闸限电”停工潮等现象，在这个过程中水蓄能的应用优势越显明显。

目前水蓄能比较常见的有两种，一种是水蓄能电站，水蓄能电站的工作方式是利用电网中负荷低谷时的电力，由下级水库抽水到上级水库蓄能，在电网负荷高峰时，上级水库放水发电，补充不足的电量，满足系统的调峰要求；另外一种就是水蓄能中应用最为广泛的水蓄冷技术，水蓄冷技术主要用于中央空调及工艺冷却等用冷较大的设备，它的工作方式是在电价便宜、工业生产低谷用电时通过水蓄冷技术转变成冷量先蓄起来，在用电高峰期或电价高时再把蓄起来的冷量拿出来用。

水蓄冷技术最常见的是用于中央空调，它一般使用盛水罐或水池，夜间制出低温水储存于水池内，供白天循环使用。水蓄冷空调一般由制冷机组、蓄冷水罐(池)、蓄冷水泵、放冷水泵、板式换热器和蓄能控制系统等组成，其主要运用到

的技术是系统自动控制和人工智能技术。水蓄冷系统在限电的情况下仍能供应全部空调、冷库系统的全部冷量，保证了系统可靠性，它也可以整合可再生资源，实现能源连续有效利用。

在能源消费逐渐增加的情况下，应用蓄冷空调技术具有较大的社会效益和经济效益，主要意义在于：削平填谷，平衡电力负荷；改善发电机组效率，减少环境污染；减少机组装机容量、节省空调用户的电力花费；改善制冷机组的运行效率，具备蓄冷的空调系统，可根据空调负荷的大小使机组处于最佳的效益下运行；蓄冷空调系统特别适用于负荷比较集中变化比较大的场所，适合于应急设备所处的环境，使用应急蓄冷系统可大大减少对应急能源的依赖提高系统的可靠性。

因此水蓄冷技术是水蓄能的最优代表。

2021 年广东省发展改革委《关于进一步完善我省峰谷分时电价政策有关问题的通知》（粤发改价格〔2021〕331 号）规定，为了更好地服务以新能源为主体的新型电力系统建设，促进能源绿色低碳发展，提高电力系统运行效率，峰平谷比价从现行的 1.65:1:0.5 整为 1.7:1:0.38，这一改变更有利于水蓄冷技术节约成本。虽然水蓄能建设目前存在一些缺点，如占用的体积较大，在使用过程中对蓄水空间的要求较高，冷耗量大，保温处理比较麻烦；以及为了适应各种场所，对设计要求也多种多样，但他的优点也是较为明显的，它具有投资小，运行可靠，制冷效果好，经济效益明显、设备简单、技术要求低的特点。水蓄能空调技术，是转移高峰电力、开发低谷用电，优化资源配置、提高综合能效，保护生态环境、符合国家可持续发展战略与政策的一项重要技术措施。

2021 年 9 月 22 日中共中央国务院《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》强调对于确保能源安全、实现绿色转型、推进创新发展具有不可替代的作用。把节约能源资源放在首位，实行全面节约战略，持续降低单位产出能源资源消耗和碳排放，提高投入产出效率，倡导简约适度、绿色低碳生活方式，从源头和入口形成有效的碳排放控制阀门。以能源绿色低碳发展为关键，加快形成节约资源和保护环境的产业结构、生产方式、生活方式、空间格局，坚定不移走生态优先、绿色低碳的高质量发展道路，确保如期实现碳达峰、碳中和。

蓄能行业是高科技战略产业，是国家构建新型电力系统、达成“双碳”战略目标的重要技术保障。目前，水蓄能技术处于高速发展阶段，水蓄能系统研制技

术也逐渐完善。广东部分地区对水蓄能项目也有一定的扶持政策，如 2022 年 6 月深圳市福田区科技创新局发布关于印发《深圳市福田区支持战略性新兴产业和未来产业集群发展若干措施》的通知中对冰蓄冷、水蓄冷等其他储能项目，结合节能超市采购额比例，按项目实际建设投入的 20%以内，一次性给予最高 200 万元支持；2022 年 2 月广东珠海斗门区人民政府印发《斗门区服务制造业有序用电若干措施扶持办法》针对企业新建水蓄冷设备装配容量的不同程度给予不同的补贴。目前水蓄能的施工要求多种多样，但不同地区水蓄能的施工方法及其用材都没有形成统一的标准，针对不同规模的场所，水蓄冷水池的大小也没有形成标准，而且对每个蓄能系统验收的规范要求也各不一样，这将会使资源利用不充分或者造成资源浪费，严重危害社会及企业的经济利益。

随着我国绿色产业的快速发展，绿色产业项目工程施工方法和验收的相关政策也不断完善，这也代表着对施工安装、调试、检测及验收要求越来越严格。从目前情况来看，我国对施工及验收的大概方向有明确的要求，但是具体到水蓄能这一模块的施工方法及验收还没有形成统一的规范。水蓄能行业不单单是考虑其是否可行，还需要满足节能环保的需求，为业主方创收，更加深入的考虑是其资源是否可再生，是否能实现能源连续有效利用，特别是在生产过程中实现经济效益最大化。随着对水蓄能行业的关键技术攻关，水蓄能对我国能源发展越来越重要。从长远发展来看，注重水蓄能施工方法和验收不仅能避免因施工不当造成的经济损失，还可以实现材料、成本的有效利用，避免资源浪费，是绿色施工的根本要求，是从实现能源连续有效利用的保障。

因此，结合水蓄能施工方法及验收规范的技术应用实际，深圳市绿色产业促进会组织研究编制了《水蓄能绿色施工方法及验收规范》团体标准立项建议书，并充分征求各单位意见，形成《水蓄能绿色施工方法及验收规范》(征询意见稿)。

本团体标准对“水蓄能绿色施工方法及验收规范”的基本范围主要是水蓄能系统设计、绿色安全施工、安装、水蓄能工程、系统的调试、检测及验收、测试与评价及绿色节能低碳要求、蓄能系统的运行管理等方面。

《水蓄能绿色施工方法及验收规范》团体标准结合我国水蓄能行业发展较好的行业背景、市场需求日益旺盛，以及当前深圳市绿色产业促进会及团体标准实施地具备多方资源优势的前提下提出的。本标准的制定与实施将对规范水蓄能施工方法及验收具有指导性的作用，对项目实施各方（业主方、甲方、施工方、监

督方)提供可参考可借鉴可落地可监管的标准文献，将为水蓄能工程项目营造“绿色施工”创造条件，对推进水蓄冷项目可持续发展具有重大意义。同时，带动水蓄能行业不断创新具有积极的促进作用。该团体标准制定符合国家的绿色产业政策和环境保护政策，将为水蓄能行业带来较为可观的经济效益与社会效益。

二、工作简况

(一) 任务来源

根据 2011 年国家能源局发布《节约用电管理办法》，电力需求侧管理章节中明确提出“推广应用蓄冷、蓄热技术”。

2015 年《国家发展改革委国家能源局关于促进智能电网发展的指导意见》中鼓励在城市工业园区（商业园区）等区域，开展能源综合利用工程示范，以光伏发电、燃气冷热电三联供系统为基础，应用储能、热泵等技术，构建多种能源综合利用体系。鼓励在新能源富集地区开展大型电采暖替代燃煤锅炉、大型蓄冷（热）、集中供冷（热）站示范工程，推动多领域电能替代，有效落实节能减排。

2015 年国家能源局《关于推进新能源微电网示范项目建设的指导意见》指出，可再生能源发展“十二五”规划把新能源微电网作为可再生能源和分布式能源发展机制创新的重要方向。多能互补，自成一体。将各类分布式能源、储电蓄热（冷）及高效用能技术相结合，通过智能电网及综合能量管理系统，形成以可再生能源为主的高效一体化分布式能源系统。

2016 年国家发展改革委《关于推进电能替代的指导意见》在“电力供应与消费领域”章节中提出“在可再生能源装机比重较大的电网，推广应用储能装置，提高系统调峰调频能力，更多消纳可再生能源。在城市大型商场、办公楼、酒店、机场航站楼等建筑推广应用热泵、电蓄冷空调、蓄热电锅炉等，促进电力负荷移峰填谷，提高社会用能效率。”

2016 年《国家发展改革委、国家能源局关于推进多能互补集成优化示范工程建设的实施意见》中，提出主要任务为“终端一体化集成供能系统”、“风光水火储多能互补系统”。

2016 年国家发展改革委、国家能源局发布《能源发展“十三五”规划》中提出要“加强电力系统调峰能力建设”，要求“积极开展储能示范工程建设，推动储能系统与新能源、电力系统协调优化运行。

2017 年国家能源局《关于促进储能技术与产业发展的指导意见》提出，“大力发展“互联网+”智慧能源，促进储能技术和产业发展，支撑和推动能源革命，为实现我国从能源大国向能源强国转变和经济提质增效提供技术支撑和产业保障。”

此外，2015 年《国家重点节能低碳技术推广目录（2015 年本，节能部分）》中列入“动态冰蓄冷技术”。2016 年《国家重点节能低碳技术推广目录（2016 年本，节能部分）》中除“动态冰蓄冷技术”外，增加“高效水蓄能中央空调技术”，并继续入选《国家重点节能低碳技术推广目录（2017 年本，节能部分）》。工业和信息化部关于节能服务公司推荐名单中，也有较多涉及蓄冷内容。在民用空调领域，为使蓄冷空调系统工程的设计、施工、调试及运行管理做到技术先进、经济适用、安全可靠、确保工程质量，国家制订了《蓄能空调技术规程》。

2018 年国家发改委《关于创新和完善促进绿色发展价格机制的意见》提出，完善峰谷电价形成机制，加大峰谷电价实施力度，鼓励错峰用电。

2021 年广东省发展改革委《关于进一步完善我省峰谷分时电价政策有关问题的通知》（粤发改价格〔2021〕331 号）规定，为了更好地服务以新能源为主体的新型电力系统建设，促进能源绿色低碳发展，提高电力系统运行效率，峰平谷比价从现行的 1.65:1:0.5 整为 1.7:1:0.38，这一改变更有利于水蓄冷技术节约成本。虽然水蓄能建设目前存在一些缺点，如占用的体积较大，在使用过程中对蓄水空间的要求较高，冷耗量大，保温处理比较麻烦；以及为了适应各种场所，对设计要求也多种多样，但他的优点也是较为明显的，它具有投资小，运行可靠，制冷效果好，经济效益明显、设备简单、技术要求低的特点。水蓄能空调技术，是转移高峰电力、开发低谷用电，优化资源配置、提高综合能效，保护生态环境、符合国家可持续发展战略与政策的一项重要技术措施。

2021 年 9 月 22 日中共中央国务院《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》强调对于确保能源安全、实现绿色转型、推进创新发展具有不可替代的作用。把节约能源资源放在首位，实行全面节约战略，持续降低单位产出能源资源消耗和碳排放，提高投入产出效率，倡导简约适度、绿色低碳生活方式，从源头和入口形成有效的碳排放控制阀门。以能源绿色低碳发展为关键，加快形成节约资源和保护环境的产业结构、生产方式、生活方式、空间格局，坚定不移走生态优先、绿色低碳的高质量发展道路，确保如期实现碳达峰、

碳中和。

蓄能行业是高科技战略产业，是国家构建新型电力系统、达成“双碳”战略目标的重要技术保障。目前，水蓄能技术处于高速发展阶段，水蓄能系统研制技术也逐渐完善。广东部分地区对水蓄能项目也有一定的扶持政策，如 2022 年 6 月深圳市福田区科技创新局发布关于印发《深圳市福田区支持战略性新兴产业和未来产业集群发展若干措施》的通知中对冰蓄冷、水蓄冷等其他储能项目，结合节能超市采购额比例，按项目实际建设投入的 20%以内，一次性给予最高 200 万元支持；2022 年 2 月广东珠海斗门区人民政府印发《斗门区服务制造业有序用电若干措施扶持办法》针对企业新建水蓄冷设备装配容量的不同程度给予不同的补贴。目前水蓄能的施工要求多种多样，但不同地区水蓄能的施工方法及其用材都没有形成统一的标准，针对不同规模的场所，水蓄冷水池的大小也没有形成标准，而且对每个蓄能系统验收的规范要求也各不一样，这将会使资源利用不充分或者造成资源浪费，严重危害社会及企业的经济利益。

随着我国绿色产业的快速发展，绿色产业项目工程施工方法和验收的相关政策也不断完善，这也代表着对施工安装、调试、检测及验收要求越来越严格。从目前情况来看，我国对施工及验收的大概方向有明确的要求，但是具体到水蓄能这一模块的施工方法及验收还没有形成统一的规范。水蓄能行业不单单是考虑其是否可行，还需要满足节能环保的需求，为业主方创收，更加深入的考虑是其资源是否可再生，是否能实现能源连续有效利用，特别是在生产过程中实现经济效益最大化。随着对水蓄能行业的关键技术攻关，水蓄能对我国能源发展越来越重要。从长远发展来看，注重水蓄能施工方法和验收不仅能避免因施工不当造成的经济损失，还可以实现材料、成本的有效利用，避免资源浪费，是绿色施工的根本要求，是从实现能源连续有效利用的保障。

由深圳市绿色产业促进会提出并归口制定《水蓄能绿色施工方法及验收规范》。本标准计划编号为 T/SGIPA ××××—2022 号，计划完成日期为 2022 年 12 月。本标准的提出和归口单位为深圳市绿色产业促进会。

（二）主要起草过程

1. 前期准备

2022 年 7 月—8 月，结合深圳市绿色产业认定综合改革试点项目工作要求，在文献调研的基础上，通过邮件调研和专家讨论会的形式，探讨本标准编制的目

的和方向， 要求编制内容应符合深圳实际情况并有较强的可操作性。

2.标准立项

2022 年 9 月，根据项目需要联合成立标准编制组，共同讨论并确定了标准编制原则和内容，填写《水蓄能绿色施工方法及验收规范》立项建议书，并在 2022 年 9 月 9 日提交至全国团体标准信息平台成功立项。

3.确定标准编制原则

标准编制组充分查阅、对比并分析国内外水蓄能绿色施工方法及验收规范的相关研究文献，结合国家绿色产业指导目录（2019 年版）的工作目标，确定了本标准的编制原则。

4.标准起草过程

2022 年 10 月，标准编制组根据本标准的编制原则，在查阅大量有关水蓄能绿色施工方法及验收规范文献和标准资料的基础上，形成标准草案。

2022 年 10-11 月，标准编制组计划组织多次内部讨论会，对水蓄能绿色施工方法及验收规范的设计、绿色安全施工、安装、水蓄能工程、系统的调试、检测及验收、测试与评价及绿色节能低碳要求、蓄能系统的运行管理等关键性内容进行讨论，形成标准征求意见稿。

2022 年 12 月，标准编制组将依据编制进度正式提交标准发布申请、发布。

三、编制原则及技术依据

（一）编制原则

积极参考国内外现有的相关标准，充分考虑水蓄能绿色施工方法及验收的实际情况，明确规程导则与具体行业技术规范的基本原则，突出体现团体标准《水蓄能绿色施工方法及验收规范》的“先进性”、“创新性”和“可操作性”。

在标准制定过程中，标准起草工作组按照 GB/T 1.1-2020 给出的规则编写，主要遵循以下原则：

（1）协调性：保证标准与国内现行国家标准、行业标准协调一致。

（2）规范性：严格按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》给出的规则起草，保证标准的编写质量。

（3）适用性：结合企业管理实践和主要环境影响，提出对企业服务质量要求和经营规范。

（二）技术依据

1、编写规则是按照 GB/T 1. 1-2020《标准化工作导则　第 1 部分：标准的结构和 编写规则》及 GB/T 1.2-2020、《标准化工作导则　第 2 部分：标准中规范性技术要素内 容的确定方法》的要求进行。

2、以 2021 年广东省发展改革委《关于进一步完善我省峰谷分时电价政策有关问题的通知》（粤发改价格〔2021〕331 号）规定、2021 年 9 月 22 日中共中央国务院《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》和 2022 年 6 月深圳市福田区科技创新局发布关于印发《深圳市福田区支持战略性新兴产业和未来产业集群发展若干措施》为基础，结合深圳实际情况，规定了水蓄能绿色施工方法及验收规范的技术指导方向与市场引领工作的水蓄能系统设计、绿色安全施工、安装、水蓄能工程、系统的调试、检测及验收、测试与评价及绿色节能低碳要求、蓄能系统的运行管理等的安全、环保要求，确保各行业开展水蓄能绿色施工方法及验收规范工作的科学性、一致性和准确性，为建立水蓄能绿色施工方法及验收规范的技术规则体系奠定坚实的工作基础。

（三）与国内领先、国际先进标准的对标情况

本文件为首次自主制定，不涉及国际国外标准采标情况。

四、主要条款说明

(一) 标准属性

本标准为全国团体标准。

(二)标准架构

标准主体内容由范围、规范性引用文件、术语和定义、设计、绿色安全施工、安装、水蓄能工程、系统的调试、检测及验收、测试与评价及绿色节能低碳要求、蓄能系统的运行管理和附录组成。

(三)范围

为使蓄能空调系统在设计、施工、调试、检测、验收及运行管理，做到安全可靠、经济适用、技术先进，确保工程质量，制定本标准。

水蓄能的设计、施工、调试、检测、验收及运行管理，除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

本标准适用于新建、扩建和改建的工业与民用建筑水蓄能的设计、施工、调试、检测、验收及运行管理。

（四）术语和定义

由于本标准重点内容涉及“水蓄能”、“施工”和“验收”等主体概念，因此对“水蓄能空调系统”、“载冷剂”、“蓄能介质”、“蓄能方式”、“蓄能装置”、“水蓄能系统”、“蓄能-释能周期”、“蓄能率（SR）”、“基本性能测评”、“综合性能测评”、“蓄能效率”、“蓄能装置利用效率”、“水蓄能空调系统综合性能系数”、“基载负荷”、“蓄冷温度”、“释冷温度”、“蓄冷速率”、“释冷速率 ”、“分时电价”、“电负荷削减量”、“移峰电量”、“低温送风”、“运行模式”、“控制策略”共24个术语进行了定义。

“水蓄能空调系统”：将冷量以显冷或潜冷的形式储存在某种介质中，并在需要时释放出冷量的空调系统。其中，储存、释放冷量的系统称为蓄冷空调系统。

“载冷剂”：在水蓄冷系统中，用以传递冷量的中间介质。

“蓄能介质”：在水蓄能空调系统中，以显冷、潜冷形式储存冷量的介质。

“蓄能方式”：蓄存冷量的方式。蓄冷方式主要包括水蓄冷等。

“蓄能装置”：由蓄能设备（如蓄水槽等）及附属阀门、配管、传感器等相关附件组成的蓄存冷量的装置。

“水蓄能系统”：利用水的显冷蓄存冷量的蓄能空调系统。

“蓄能-释能周期”：蓄能空调系统完成一个蓄能-释能循环所需的运行时间。

“蓄能率（SR）”：一个蓄能-释能周期内蓄能装置提供的能量与此周期内系统累计负荷之比。

“基本性能测评”：在相对较短的测试时间内，对蓄能空调系统基本性能进行测试和评估。

“综合性能测评”：在蓄能空调系统投入使用一段时间后，对系统在不同负荷率和长时间运行下的综合性能进行测试和评估。

“蓄能效率”：在一个蓄能-释能周期中，蓄能装置的释能量与蓄能量的比值。

“蓄能装置利用效率”：蓄能装置的实际可用蓄能量与名义蓄能量的比值。

“水蓄能空调系统综合性能系数”：蓄能空调系统在蓄能-释能周期内的累计供能量与冷源设备、冷却塔和相关水泵累计输入能量之比。

“基载负荷”：在蓄能-释能周期内较为恒定部分的空调负荷。

“蓄冷温度”：蓄冷工况时，进入蓄能装置的介质温度称为蓄冷温度。

“释冷温度”：释冷工况时，蓄能装置的供冷温度称为释冷温度。

“蓄冷速率”：蓄冷工况时，蓄冷装置单位时间蓄冷量的大小。

“释冷速率”：释冷工况时，蓄冷装置单位时间释冷量的大小。

“分时电价”：把每天分为峰、平、谷等不同时段，并按不同电价收取不同时段电费的电力收费政策。也称为峰谷电价。

“电负荷削减量”：采用蓄能系统后空调系统设计电负荷下降的数值。

“移峰电量”：在一定时间内，蓄能空调系统转移电力高峰或平峰时段的用电量。

“低温送风”：送风温度不高于 10℃的空调送风方式。

“运行模式”：蓄能空调系统某种阶段性的运行状态，如冰蓄冷系统中的制冷模式、蓄冷装置单独供冷模式、蓄冷装置与主机联合供冷模式等。

“控制策略”：控制和设定制冷机、锅炉、热泵、水泵等设备或阀门的运行状态，以实现某种运行模式或控制目标的方法。

（五）设计

“一般设计”：本条所列内容是水蓄冷空调系统设计的依据，也是水蓄冷空调系统技术经济性比较的依据。当空调系统的一次能源为除电以外的其他能源时，由于不存在电力需求与电量的费用，一般不宜采用蓄冷系统。除非制冷机等设备的容量能够有效地减小，达到合理的初投资和运行费用，如采用大温差的低温水区域供冷时。

水蓄冷空调系统不同于其他空调系统的一些设计内容。由于每一个具体的工程设计都有其各自的特点，工程设计所包括的内容也必将各有差异。本条列出的只是蓄冷空调系统设计中通常包括的内容。第 7 款的“移峰电量”是指蓄冷冷释冷周期内转移的电力高峰时段电量，单位为 kW,；"减少的电力负荷"即指与采用非蓄冷空调系统相比较，制冷机功率减少的数量，单位为 kW;“总能效比是是指一个蓄冷一释冷周期内，蓄冷空调系统的总供冷量与总耗电量的比值。

对于用冷时间短，并且在用电高峰时段需冷量相对较大的系统，可以采用全负荷蓄冷；一般工程建议采用部分负荷蓄冷。在设计蓄冷一释冷周期内采用部分负荷的蓄冷空调系统，应考虑其在负荷较小时能够以全负荷蓄冷方式运行。对蓄冷空调系统，本规程推荐进行全年动态负荷计算和能耗分析。以全年动态负荷逐

时计算为基础，进行全年能耗计算和运行费用评估，可以为蓄冷空调系统的设计和决策提供可靠的依据。但鉴于目前我国动态负荷计算软件还没有完全普及，因此本条未做硬性规定。

“负荷计算”：一般选择以一个设计日为空调系统的蓄冷一释冷周期；根据空调负荷的周期性变化规律，也有以更长的时间作为一个蓄冷释释冷周期的。对于蓄冷一释冷周期大于一个设计日的蓄冷空调系统，在进行蓄冷一释冷周期内逐时负荷计算时，其室外气象参数以当地标准年气象数据为准，并选择平均温度最高的时间段，以该时间段内的室外逐时温度作为蓄冷一释冷周期内各天的室外计算逐时温度。在常规空调制冷系统中被忽视的相对较小的得热量，其在最大小时负荷中有可能只占很小的比例，但在蓄冷空调系统的累计负荷中却可能占有很大的量。所以蓄冷空调的冷负荷应充分考虑各种附加得热。在空调系统运行开始后的1～2h 内，它一般还要满足房间不使用时的得热量所形成的冷负荷。这样的负荷一般不会影响非蓄冷空调系统的负荷大小，但在蓄冷空调系统中应该予以考虑。

推荐采用动态能耗计算软件对间歇期和空调运行期进行模拟计算，或将开启空调系统前 0.5～1.5h 的负荷计入蓄冷系统负荷。对于已建成的原有建筑物改造工程，原有负荷数据的主要来源包括：原空调系统控制系统的历史记录、原空调系统冷水机组运行记录、在与设计气象数据相近的条件下进行测试得到的数据、根据非没计气象条件下的测试数据建立数学模型，计算设计气象条件下的负荷。保冷设计要保证冷量损失最大不超过每日蓄冷量的 5%。蓄冷槽的冷量损失取决于表面积、槽壁导热系数、槽周围物质温度和槽体内蓄冷介质温度。保冷需采用闭孔型材料。

设置在室外的蓄冷槽要在外表面做防水处理。暴露于阳光下的蓄冷槽，表面需为浅色或反射面，以减少辐射得热。在进行保冷设计时要考虑蓄冷槽底部、槽壁的绝热。对于水蓄冷槽如果由底部传入的热量大于从侧壁导入的热量，则可能形成水温分布的逆转从而诱发对流，破坏分层效果，因此要特别注意。

蓄冷槽一般用钢板、混凝土、玻璃纤维或塑料制作。为确保建筑物的安全，当采用建筑物的外围护结构作蓄冷槽池壁时，需要事先与土建工程师进行商榷，对于湿陷性黄土地上的建筑物尤为重要。在外融冰系统和水蓄冷系统中，采用开式系统或闭式系统需根据系统供水温度、水泵能耗等因素确定；如果采用开式系统直接连接蓄冷槽与空调末端时，当水泵停止运转时要保证系统管路与设备不发

生倒空。对于以全空气为主的空调系统，推荐采用直接连接，通常采用此连接方式可降低设备的初投资和系统今后运行的费用。

当空调系统最大冷负荷大于700kW 时，一般要采用间接连接。在蓄冷期如有空调负荷时，不能全部旁通。蓄冷空调系统在不同的运行模式和运行工况下，其载冷剂管路系统可能需要不同的流量和扬程，此时需采取变频、双级泵或其他措施，使循环泵的参数与不同工况对应的环路阻力损失和流量相适应。

“系统监测与控制”：监测及自动控制系统需要根据蓄冷-释冷周期内系统状态、负荷状况和时段切换运行模式，采取相应的控制策略。对于水蓄冷系统，一般在蓄冷水槽内垂直方向设置温度传感器，检测垂直方向的水温分布，并由此得到蓄冷量，传感器间距建议不小于200mm。运行策略为全负荷蓄冷的电力高峰时段，启动"蓄冷装 置单独供冷"模式。运行策略为部分负荷蓄冷的电力高峰时段，启动"制冷机与蓄冷装置联合供冷”模式。

(六)绿色施工及安装

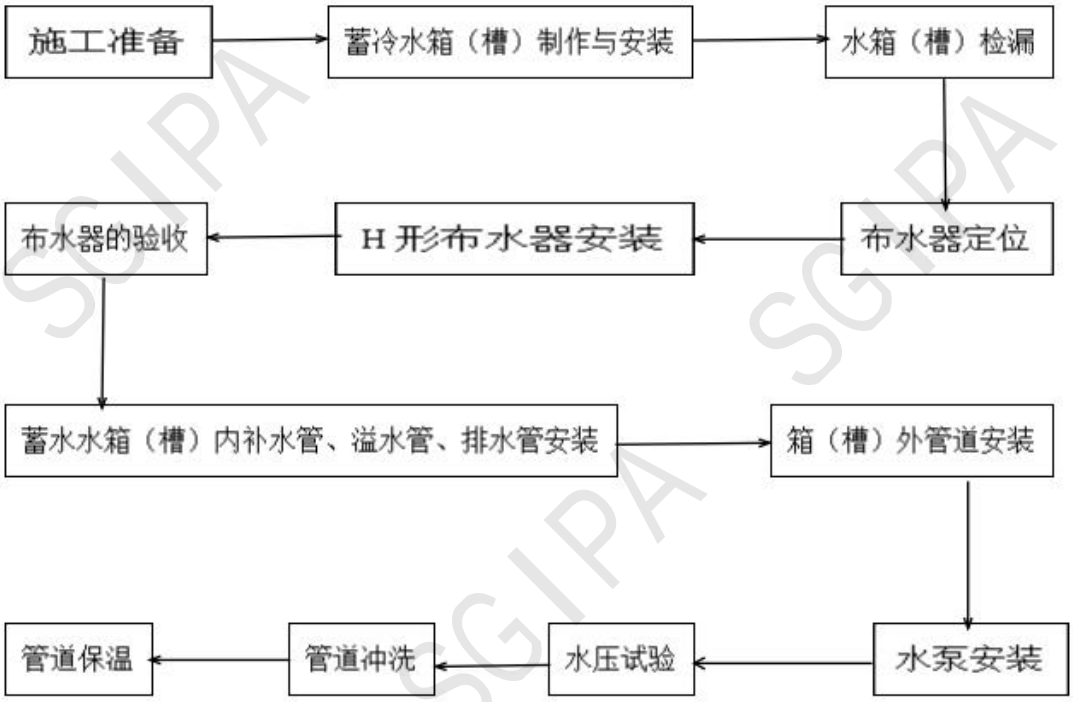
绿色施工包括绿色管理、安全技术措施、施工安全措施、环境保护、节水节电节材措施、节地等6个方面。

“设备安装”：设备开箱验收主要包括：设备型号及参数是否与设计相符、机组外观是否完好、机组有无漏油情况、机组锈蚀情况等。基础验收要求：基础定位位置、外形尺寸、标高、预留孔洞尺寸及深度需满足设计及厂家技术文件要求，同时要求基础面坡度不大于0.2%，并不能有坑洼等情况。基础干燥程度达到75%以上，方可进行机组的就位安装。蓄冷装置的水压试验和气密性试验要符合现行国家标准《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》GB50274的相关要求。蓄冰槽顶部的检修口可根据不同蓄冰装置的安装要求，预留不同形式的检修口。排水泵可以固定安装在集水坑内，排水管从蓄冰槽上引出至排放位置）排水泵也可以在其应用时将其放入蓄冰槽的集水坑内，用排水软管将水引至最近的排水位置。采用后者时，要在集水坑对应的蓄冰槽顶部预留检修口。

“控制系统的安装”：根据现行建设部编制的《建筑工程设计文件编制深度规定》（2003年6月实施）要求，承担控制系统安装的承包方，需要提供控制系统的深化段计图纸，设计单位负责审查与此相关的深化没计图D控制系统的安装还要满足现行控制系统主要技术标准与规范。对于双工况制冷机的控制以及运行参数的监测通常有以下两种连接方式：直接通过机组上控制柜预留的远程接点

（启停、状态、故障、温度等），单点连接到现场控制器上；通过各制冷机生产厂商提供的通信接口直接连接到管理计算机，监测制冷机各工况下的运行参数。但必须符合自控系统的通讯标准和协议，能够作为系统数据点统一监控编程。

(七)水蓄能工程施工示意图



(八)系统的调试、检测及验收

“一般规定”：系统调拭需要有足够的负荷以消耗调试过程的制冷量，保证调试的正常进行，建议调试不要安排在冬季进行。如果冬季进行调试，要有可靠的防冻措施和足够的冷负荷消耗。系统调试由施工单位负责进行，监理单位组织各相关专业进行并做好记录，建设单位负责验收。

“设备调试”：制冷机的调试一般以设备生产厂家技术人员为主，建设单位、监理单位、设计单位及施工单位共同参与，做好调试记录并进行最终验收。蓄冰装置是冰蓄冷系统中的主要设备，调试的重点是保证蓄冰装置的制冰及融冰能力满足设计要求。

“控制系统的调试”：主控设备要设置在防静电的场所内，现场控制设备和线路敷设要避开电磁干扰源，与干扰源线路垂直交叉或采取防干扰措施。环境湿度，10%～85%（相对湿度），并无结露现象；环境温度：0～40℃。控制系统的调试一般在水系统和风系统静态调试后进行。系统设备的单体调试包括以下内容：控制器单体设备点对点测试、数字量输入测试、数字量输出测试、模拟量输入测试、模拟量输出测试和控制器功能测试。

“系统调试和工程验收”：在不同的阶段对蓄能空调系统进行测试，具有不同的意义。在蓄能空调系统安装、调试完成后，建设方需要对系统的基本性能进行评估，对蓄能空调工程进行验收。虽然这个阶段系统负荷率可能较低，测试时间也较短，但进行尽量详细、客观的测试也是非常有必要的。这个阶段以单机测试和典型周期的联合运行测试为主，单机测试包括冷、热源设备的性能测试和蓄能装置的性能测试。测试人员应与建设方、集成商、顾问团队等紧密配合完成基本性能验证和评价。测试结果可以为系统验收提供参考，也可以直接指导系统后期的运行方式、参数设置、控制策略，优化系统运行，为后期进行更为全面和长期的监测打下良好的基础。在系统运行一段时间后，结合现场监测数据，可以对各种实际运行的负荷工况进行测试，对系统在整个供冷季或供暖季的性能进行相对全面的评价。结合测评结果，对系统后期的运行优化提供依据。

“系统检测”：蓄能装置性能测试的主要目标，是在得到蓄能装置的有效蓄能量、蓄能效率和利用效率等基本指标，同时为后期运行提供接近标准工况下蓄能装置的整体性能曲线。冷源设备的测试目标，是要得到冷源设备在蓄能、释能等主要运行工况下的制冷量、和效率等性能。

蓄能-释能周期的联合运行测试，是以获得完整的蓄能-释能周期内蓄能空调系统性能为目的，如、移峰量、单位运行费用等，测试对像包括冷源设备、蓄能装置、水泵等系统主要设备。

(九)测试与评价

“基本规定”：为了反映蓄能空调系统在不同负荷下的系统性能，在进行综合性能测评时，应包括不同负荷率下的蓄能-释能周期系统联合运行测试。考虑到实际运行和测试时，很难达到甚至接近设计蓄能-释能周期负荷，因此测试周

期负荷率的选择应以接近实际全年运行的典型负荷率为主要原则。各测试周期的负荷率应能代表全年的负荷分布。例如，在运行负荷条件允许的条件下，选择最大小时负荷为设计负荷的20%、40%、60%、80%的蓄能-释能周期，或选择日均负荷率为设计负荷20%、40%、60%、80%的蓄能-释能周期。根据这些典型周期测试，可以更客观的反映蓄能空调系统在不同负荷条件下的性能指标。测点布置在靠近被测设备的进、出口处，可减少散热损失造成的误差。当预留有安放温度计位置时将导热油重新注入，测量水温。也可以利用热电偶测量供回水管外壁面的温度。测量时注意在热电偶或热电阻位置覆盖绝热材料。热电偶或热电阻测量误差应经校准。应保证热电偶或热电阻是同向误差，即同时保持正偏差或负偏差。

“蓄能装置性能测试”：一般蓄能空调工程中的蓄能装置均为现场安装制作，且标准化程度低。与其他设备相比，蓄能装置的性能差异大，需要进行现场性能测试，以验证有效蓄能量、蓄能效率和利用效率等基本指标，同时为后期运行提供接近标准工况下蓄能装置的整体性能曲线。

蓄能装置的性能测试主要围绕蓄能装置进行，系统采用蓄能和释能两种运行模式，因此宜在系统联合运行测试之前单独进行。初始循环周期的测试内容与过程，与正式的测试循环基本相同。进行初始循环周期的测试，是为了确保蓄能装置和蓄能系统达到了稳定运行的状态。蓄能和释能测试时的测试工况参数，包括蓄能装置的流量和进出口温度应与设计工况基本保持一致。蓄能测试工况参数一般不受末端负荷大小限制，比较容易与设计工况保持一致。

释能工况测试时需要有一定的空调负荷，对蓄能率不大的系统，可采用蓄能装置单独供能的方式进行。释能测试宜达到蓄能装置在设计释能周期内释放全部蓄能量。如现场条件确实不能达到按设计释能周期内释放全部蓄能量，则可延长释能工况持续时间，并在负荷条件达到后补充测试。

蓄能循环和释能循环的结束条件，为达到充分释能和充分蓄能状态，或达到规定的运行时间。一般应在自控系统调试时，根据设计参数和设备厂商规定的判定条件实现。对于蓄冷系统，充分蓄冷状态的判定，一般为出口温度连续低于预定值；充分释冷状态，为出口温度连续高于预定值。

“冷源设备性能测试”：水蓄冷系统中，制冷机的蓄冷工况和空调供冷工况

出水温度不同时，也应单独进行测试。对于基载制冷机等只在蓄能工况运行的冷源设备，或不同工况效率差别很小的设备，只需要检测单一工况即可。冷源设备的性能测试，可以按工况要求单独进行。制冷机组蒸发器侧组的负荷侧出水温度和流量应与相应设计工况参数相符。制冷机组冷却侧按现场条件，尽量接近设计工况。进行冷源设备蓄能工况测试时，由于有蓄能装置的存在，一般比较容易达到单台 100%满负荷的运行条件。实际运行时，如冷源设备进水温度随蓄能装置的状态发生变化，则应在其中选取连续 60min 较稳定的数据，以进水温度波动幅度小于 5%为宜，波动幅度不应大于 10%。

“系统联合运行测试”：蓄能空调系统的系统效率，是指在典型蓄能-释能周期内，系统冷源设备累计产能量与累计供能量之比。综合性能系数是衡量整个蓄能空调系统的重要性能指标。是指蓄能空调系统在典型蓄能-释能周期内，累计供能量与系统累计输入能量之比，输入能量一般包括了冷热源设备、冷却塔、冷却泵或源侧水泵、一次循环泵、蓄能或释能水泵、蓄能装置以及相关附属耗电设备，如机组的预热器、冰晶阻隔器、空气泵等。不包括二次循环水泵。与《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015 中定义的 SCOP 不同，衡量范围是在典型蓄能-释能周期内，而并非一定是设计工况点；另外，SCOP 中的输入能量只包括制冷机、冷却塔、冷却泵，不包括循环泵、蓄能或释能水泵等。当需要评价包括二次水泵在内的冷热源系统能效时，可采用下式：

$$\mathrm{SCOP}_{es}' = \frac{Q_{sec}}{\int (N_g + N_{ct} + N_s + N_l + N_{es} + N_{sec})\, d\tau}$$

N_{sec} N_{sec} ——冷、热源的负荷侧二次循环泵在测试期的输入功率，kW；

引入一次能源综合性能系数的概念，用来衡量系统的一次能源利用效率。此概念主要参考了日本相关的蓄能系统性能评价技术手册，其中一次能源折算系数考虑了白天和夜间发电效率的差异，采用不同的一次能源转换系数，白天为 10050kJ/kWh 电，夜间为 9310kJ/kWh 电，相差 8%左右。对照我国的电网峰谷不平衡的情况，本标准取 10%。

移峰电量是指在蓄能-释能周期内，由于采用了蓄能系统，电力高峰时段的

用电量的累积削减量。这里的比较基准是未采用蓄能的常规空调系统。

考虑到在实际测试过程中，不太容易确定统一的常规空调系统比较基准。因此，本标准近似按夜间谷电时段用于蓄能的输入电量考虑。包括制冷机组或其他冷、热源设备、冷却塔以及冷却水泵或热泵机组源侧循环泵，不含蓄能水泵和基载冷、热源的电耗。

对设置有板换和二次侧循环泵的蓄能空调系统，相对常规系统增加了一级循环泵，因此将释能水泵耗电量从移峰电量中扣除。

“系统评价”：制冷机组折算到标准空调工况的性能系数（COP），宜符合《蓄能空调工程技术标准》JGJ158-2018 的要求。其它冷水机组的性能系数（COP）在折算到标准工况后，宜符合《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015 等标准要求。蓄能效率主要取决于蓄能装置的冷、热损失。《蓄能空调技术标准》中规定，蓄能一释能周期内，蓄冷装置的冷量损失不应超过总蓄冷量的 2%，蓄冷装置中还可能存在空气泵等内部得热。另外，实际测试精度和工况切换的准确性，也可能造成释能不完全，影响测试蓄能效率。

考虑到以上因素，参考现有工程数据，当设计文件无相关要求时，规定测试蓄能效率宜大于 0.92。蓄能装置利用效率主要取决于以下因素：蓄能装置内存在死区；有效容量差异；实际蓄能温度差异；载冷剂影响等因素。参考现有工程数据，当设计文件无相关要求时，测试利用效率宜大于 0.90。系统效率除了和蓄能效率相关外，还与蓄能系统管路和其它设备的冷热损失有关，还与水泵等蓄能装置外的设备得热有关，参考现有工程数据，当设计文件无相关要求时，测试系统效率宜大于 0.90。

(十)蓄能系统的运行管理

当需要开启蓄冷空调系统中的蓄冷制冷机或基载制冷机供冷时，因基载制冷机较蓄冷制冷机在相同供冷量时的制冷性能系数（COP）高所以在需要制冷机供冷时要尽可能先开启基载制冷机，而尽量少开启蓄冷制冷机进行供冷。

五、是否涉及专利等知识产权

本文件不涉及专利及知识产权问题。

六、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本文件与相关法律、法规、规章及相关标准协调一致，没有冲突。

七、重大意见分歧的处理依据和结果

本文件在制定过程中未出现重大分歧意见。

八、实施标准的措施建议

本标准规定了《水蓄能绿色施工方法及验收规范》的评价原则、基本要求、评价方法、评价指标及评价程序。本标准为水蓄能行业制定绿色产业认定技术规范明确了总体要求以及技术架构。水蓄能行业技术规范可围绕本标准制定的评价指标体系框架明确水蓄能行业的特性要求，以及具体的指标分值和评分标准。标准发布实施后，可即刻指导水蓄能行业认定评价工作的推进，为构建绿色产业认定规则体系奠定技术依据，进而为进一步厘清绿色产业边界，将现有政策和资金引导到对推动绿色发展最重要、最关键、最紧迫的产业领域上发挥重要作用。

九、其他需要说明的事项

无。