

关于征集上海市《既有公共建筑调适标准（征求意见稿）》

意见的通知

各有关单位：

根据上海市住房和城乡建设管理委员会关于《印发〈2020年上海市工程建设规范、建筑标准设计编制计划〉的通知》（沪建标定[2019]752号）的要求，由中国建筑科学研究院有限公司上海分公司、同济大学、上海丰调节能技术有限公司会同相关单位，经深入调查研究、认真总结实践经验，编制完成上海市工程建设规范《既有公共建筑调适标准（征求意见稿）》（见附件），现面向社会公开征求意见。

请您对征求意见稿进行全面、详细的审阅，并提出具体的修改意见或建议，于2021年4月5日前以电子邮件或者信函的方式返回编制组。非常感谢您的支持！

联系人：朱恩惠

电子邮箱：zhuenhui@cabr-sh.com

电 话：15206174723

地 址：上海市黄浦区打浦路88号海丽大厦12-D2

邮 编：200023

链 接：<https://pan.baidu.com/s/12L9TQYsilmnDX4kAO8NqEg>

提取码：1111

上海市《既有公共建筑调适标准》编制组

2021年3月1日

上海市工程建设规范

DG/T



J XXXXX-20XX

既有公共建筑调适标准

Standard for existing public building commissioning

(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

上海市住房和城乡建设管理委员会 发布

前言

根据上海市住房和城乡建设管理委员会关于《印发〈2020年上海市工程建设规范、建筑标准设计编制计划〉的通知》（沪建标定[2019]752号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准的主要技术内容是：1. 总则；2. 术语；3. 基本规定；4. 工作流程；5. 暖通空调系统调适；6. 照明与电子系统调适；7. 给排水系统调适；8. 维护结构调适；9. 智能化系统调适。

各单位及相关人员在本标准执行过程中，如有意见和建议，请反馈至中国建筑科学研究院有限公司上海分公司（地址：上海市打浦路88号海丽大厦12楼D2室；邮编：200023），或上海市建筑建材业市场管理总站（地址：上海市小木桥路683号；邮编：200032；E-mail: bzglk@shjjw.gov.cn），以供今后修订时参考。

主编单位： 中国建筑科学研究院有限公司上海分公司

同济大学

上海丰调节能技术有限公司

参编单位： 上海市建筑科学研究院有限公司

华东建筑设计研究院

金诚冷气工程有限公司

湖北中城科绿色建筑研究院

湖南绿碳建筑科技有限公司

北京市住宅建筑设计研究院有限公司

中亿丰建设集团股份有限公司

上海城投置地（集团）有限公司

上海豪米建设工程技术服务有限公司

万物戴德梁行资产服务有限公司

施耐德电气（中国）有限公司

世邦魏理仕（CBRE）

华润置地有限公司

主要起草人员：

主要审查人员

2021年 月

目录

1 总 则	7
2 术 语	8
3 基本规定	9
4 工作流程	10
4.1 一般规定	10
4.2 计划	11
4.3 调研	12
4.4 实施	13
4.5 交付和质保	14
4.6 持续调适	15
5 暖通空调系统调适	16
5.1 一般规定	16
5.2 技术要求与措施	17
5.3 交付与质保	23
6 照明与电气系统调适	25
6.1 一般规定	25
6.2 技术要求与措施	25
6.3 交付与质保	27
7 给排水系统调适	28
7.1 一般规定	28
7.2 技术要求与措施	29
7.3 交付与质保	33
8 围护结构调适	34
8.1 一般规定	34
8.2 技术要求与措施	34
8.3 交付与质保	41
9.智能化系统调适	43
9.1 一般规定	43
9.2 技术要求与措施	43
9.3 交付与质保	47

附录 A 暖通空调系统平衡调适方法	49
附录 B 水平衡测试报告参考大纲	57
本标准用词说明	59
引用标准名录	60

Contents

1 General Provisions	7
2 Terms	8
3 Basic Requirements	9
4 Work Process	10
4.1 General Requirement	10
4.2 Planning	11
4.3 Investigation	12
4.4 Implementation	13
4.5 Delivery and Warranty	14
4.6 On-Going Building Commissioning	15
5 HVAC System Commissioning	16
5.1 General Requirement	16
5.2 Technical Requirement and Measure	17
5.3 Delivery and Warranty	23
6 Lighting and Electrical System Commissioning	25
6.1 General Requirement	25
6.2 Technical Requirement and Measure	25
6.3 Delivery and Warranty	27
7 Water Supply and Drainage System Commissioning	28
7.1 General Requirement	28
7.2 Technical Requirement and Measure	29
7.3 Delivery and Warranty	33
8 Building Enclosure Commissioning	34
8.1 General Requirement	34
8.2 Technical Requirement and Measure	34
8.3 Delivery and Warranty	41
9. Intelligent system Commissioning	43
9.1 General Requirement	43
9.2 Technical Requirement and Measure	43
9.3 Delivery and Warranty	47

Appendix A Testing, Adjusting and Balancing of HVAC System.....	490
Appendix B Reference Outline of Water Balance Test Report	57
Explanation of Wording in This Standard.....	59
List of Quoted Standards	60

1 总 则

1.0.1 为贯彻国家和上海市有关建筑节能的法律法规和方针政策，规范本市既有公共建筑调适工程管理体系，推进既有公共建筑节能工作，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于上海市既有公共建筑暖通空调、照明与电气、给排水、围护结构和智能化设备及系统的调适。

1.0.3 制定既有公共建筑调适方案时，应综合考虑建筑物的功能定位、使用人员，以及暖通空调、照明与电气、给排水、围护结构和智能化系统的形式等多种因素。

1.0.4 既有公共建筑的调适，除应符合本标准规定外，尚应符合国家和上海市现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 建筑调适 building commissioning

通过设计、施工、验收和运行维护阶段的全过程监督和管理，保证建筑物能够按照设计和用户要求，实现舒适、安全、高效地运行和控制的流程管理与技术方法。

2.0.2 既有建筑 existing buildings

已建成使用的民用建筑，包括居住建筑和公共建筑。

2.0.3 既有建筑调适 existing building commissioning

将建筑调适的流程管理与技术方法应用于既有建筑中，通过规划、调查、实施、验证以及文档化的可持续性策略，根据用户当前需求，实现建筑用能系统与用能需求相匹配，达到舒适、节能、安全运行的目的。

2.0.4 调试 testing and adjusting

通过测试与调整，确保设备、系统和配件等满足设计指标及功能要求，是调适的重要组成部分。

2.0.5 持续调适 on-going commissioning

持续调适通常发生在调适项目竣工验收后，是一个持续性的调查、监测、分析、实施以提升建筑运行性能的过程，这个过程甚至可覆盖整个建筑生命周期。在后期运行过程中，基于可能发生变化的室内空间功能、设备性能变化，以及不断积累的运营数据对运行模式进行优化调整。

2.0.6 调适服务商 commissioning agent

提供建筑调适服务的企事业单位。

2.0.7 调适负责人 commissioning authority

调适服务商根据调适项目的特点选定的项目负责人，牵头组建调适团队，组织实施调适过程，对调适工作负责。

2.0.8 调适团队 commissioning team

涉及调适工作的相关成员组成的团队，一般包括业主或运营方、调适服务商、物业技术团队、相关软硬件供应商和维保商等利益相关方。

2.0.9 季节性调适 seasonal commissioning

在不同气候条件下对供暖、通风及空调系统的制冷、供热能力、系统性能、调控能力、室内环境效果进行测试、诊断、修复、寻优的过程。

3 基本规定

3.0.1 当既有公共建筑满足以下任一条件时，应实施调适：

- 1 该建筑的能耗水平高于上海市其他使用功能相近建筑的能耗水平；
- 2 该建筑整体或某些区域舒适性无法满足要求；

3 该建筑暖通空调、照明与电气、给排水、围护结构或智能化系统部分设备与组件无法正常工作或故障率高于正常水平；

4 该建筑部分或全部使用功能发生改变，相应暖通空调、照明与电气、楼宇自控系统完成改造更新的；

5 业主自身有意愿提升建筑的运行能效、舒适性、及安全可靠运行等级，希望通过调适降低能耗，控制运营成本，增加净现金流，从而提升资产价值。

3.0.2 区别于既有建筑改造，既有建筑调适是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来实现调适目标，不做或仅进行少量必要的改造。

【条文说明】当业主有意愿更换接近使用年限的大型老旧设备或系统，或技术经济分析显示更换大型旧设备或系统投入产出比更优时，既有建筑调适可以合并既有建筑改造一同进行。

3.0.3 当降低建筑能耗为既有建筑调适项目的目标之一时，所涉及的工程内容静态投资回收期不宜超过 2 年。

【条文说明】当既有建筑调适合并大型设备与系统改造，并且以降低建筑能耗为项目主要目标时，静态投资回收期不宜超过 5 年。

3.0.4 既有建筑调适过程中所使用的测试仪器和仪表，性能应稳定可靠，并按厂家规定定期校准，其准确度级应不低于《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177 中的规定。

3.0.5 调适服务商应建立调适仪器设备运输管理以及使用维保制度。在现场投入使用前对其使用状态进行确认。

【条文说明】调适工作一般在现场进行，仪器设备使用前需要经过运输环节，存在对仪器设备保护不到位而损坏或者对检测结果有影响的风险，因此在仪器设备投入使用前，应对其使用状态是否满足检测测试要求进行确认，以确保调适检测数据的有效性。正确和良好的维保工作是延长仪器设备使用寿命，减少故障率的重要保障。调适工作一般在现场进行，存在粉尘污染，振动，高温，潮湿等不利因素，因此需要建立仪器设备维保制度。

3.0.6 既有建筑调适实施过程中涉及设备更换与改造等内容，其技术性能指标应符合现行建设工程标准和机电产品标准的规定，不得选用国家已明令淘汰的设备产品，承包商应具备相应的资质及质量管理体系。涉及特种作业时，相关人员应取得相应的职业资格。

3.0.7 既有建筑调适实施过程中所使用的主要原材料、成品、半成品和设备的进场，必须对其进行验收。验收应经调适项目负责人认可，并形成相应的记录。

3.0.8 既有建筑调适的范畴可以是整个暖通空调、照明与电气、给排水、围护结构或智能化系统，也可以是以上系统的一个子系统。

3.0.9 既有建筑调适项目的组织实施，宜由第三方调适服务商承担。

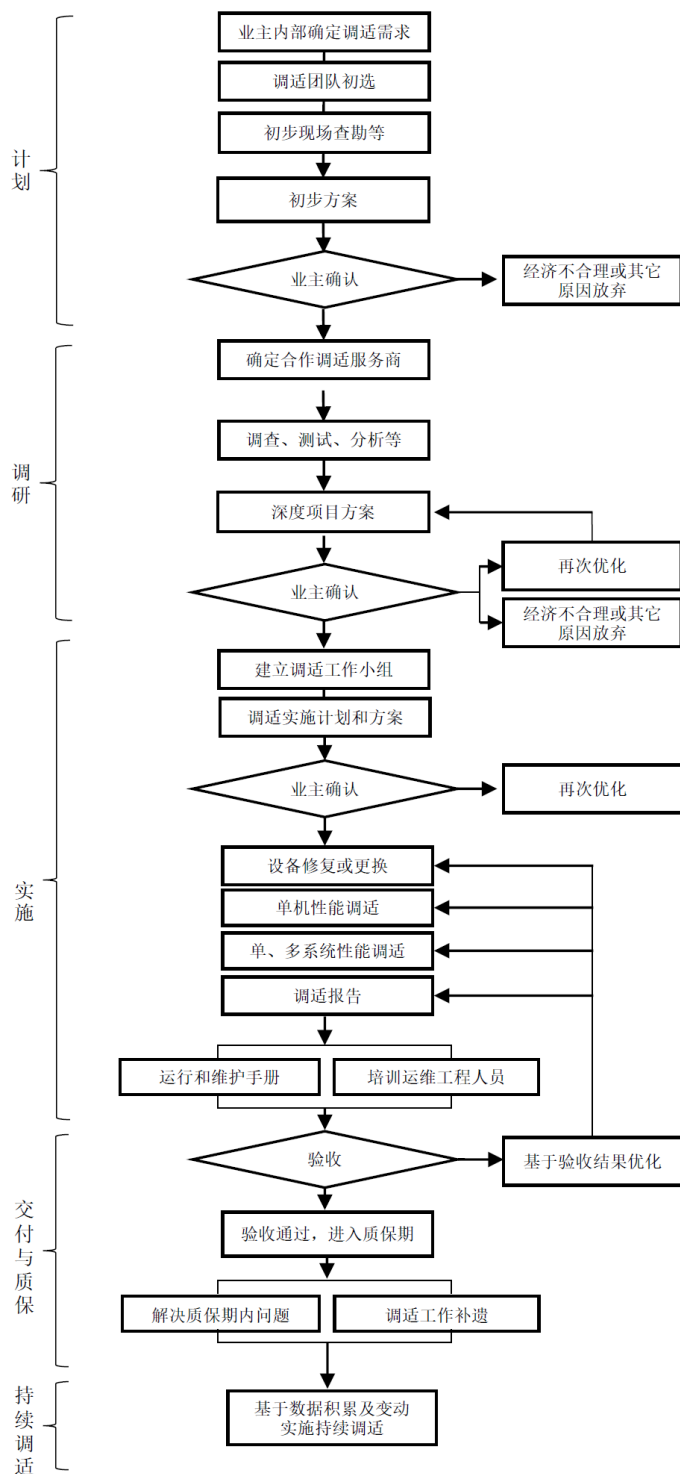
【条文说明】调适对实施人员的技术广度及工程经验要求较高，因此选择合格的调适服务商对于实现预期的调适效果非常关键。当受到资金等条件限制时，也可以采用第三方调适服务商提供调适方案与技术支持，业主的相关技术或运营部门实施调适的方式。根据项目的目标与规模，灵活采用传统工程项目或合同能源管理项目模式。

4 工作流程

4.1 一般规定

4.1.1 既有建筑调适实施过程按时间顺序为计划、调研、实施、交付与质保、持续调适五个阶段。根据项目的规模以及复杂程度，计划与调研阶段可合并进行。持续调适为可选项，其主要意义在于保证调适成果的延续。

【条文说明】详细实施过程用流程图表示如下：



既有建筑调适过程中，各方责任定义如下：

序号	阶段	责任方	配合方
1	计划	业主	调适服务商、物业工程、租户代表
2	调研	调适服务商	业主、物业工程、相关软硬件供应商和维保商、租户代表
3	实施	调适服务商	业主、物业工程、相关软硬件供应商和维保商
4	交付和质保	调适服务商	业主、物业工程、相关软硬件供应商和维保商
5	持续调适	调适服务商	物业工程、相关软硬件供应商和维保商

4.1.2 在制定工作流程与计划时，充分考虑减少对建筑正常运营的影响。

【条文说明】通过合理的计划和协调，通常情况下，调适工作不会影响到建筑正常运营。但当无法避免时，应提前与业主或租户进行沟通。

4.2 计划

4.2.1 业主拟定调适项目需求书。该文件应至少包含以下内容：

- 1 实施既有建筑调适的原因；
- 2 调适项目的范畴，包括目标设备、系统、区域等信息；
- 3 能效、舒适性、功能性等指标的量化目标；
- 4 项目投入或经济性指标要求。

4.2.2 业主根据项目规模以及本单位采购制度，确定项目招标方式。

【条文说明】调适项目通常要了解设备与系统的细节。业主宜组织应标的调适服务商进行现场查勘。技术标通常包含以下内容：

- 1 项目概述；
- 2 调适项目所涉及的目标设备、系统、区域目前存在的问题的定量与定性描述；
- 3 针对项目需求提出的初步解决方案；
- 4 项目成本收益分析；
- 5 项目验收标准与方法。

4.2.3 应标调适服务商应按招标要求完成投标。

4.2.4 业主确定调适服务商。中标调适服务商完成项目初步方案报告。

【条文说明】业主采购可以按照既有建筑调适实施的阶段，分成不同的标段；也可以采用“交钥匙”的模式进行一次采购。推荐采用“交钥匙”模式的一次性采购，由同一个调适服务商完成调研、实施等工程任务。

4.2.5 本阶段任务结束时，成果文件应包括：

- 1 项目需求书；
- 2 项目初步方案报告。

4.3 调研

4.3.1 业主召开项目启动会。调适负责人组建调研阶段调适团队。

【条文说明】除调适服务商技术团队外，调研阶段调适团队一般还包括以下人员：

1 业主代表。在项目过程中协调各部门关系，保证项目顺利进行，并起到管理上的监督作用；

2 运维团队。在业主安排下，指派符合调适工作要求的工作人员配合调适服务商的现场工作；

3 软硬件供应商/维保商代表。当项目涉及的设备和系统有专门维保商或尚在维保期，业主或运维团队应协调设备供应商/维保商，指派专人配合调适服务商的相关工作。

4.3.2 调适负责人根据项目范畴，组织技术人员审阅相关设备、系统、功能区域的设计资料、产品样本等其他技术资料，深入了解设备、系统的设计思路以及运行控制逻辑，所涉及区域的使用功能及要求，以及建筑使用人员的使用行为和管理人员的管理行为。

【条文说明】审阅的资料主要包括与目标设备、系统、区域相关的以下内容（如有）：

- 1 设计说明与图纸，包括设备清单及其设计参数；
- 2 控制系统设计说明，包括控制策略、控制点表以及控制图；
- 3 产品样本，包括设备性能曲线，安全运行范围等；
- 4 曾做过的检测、系统平衡、调适报告；
- 5 操作与维护手册、运行与维保记录，包括设备更换与维修记录；
- 6 其他相关资料。

对建筑使用人员的行为调研应当引起重视。如：进场发生的空调运行时段的开窗行为会造成严重的无组织通风及能耗浪费，需要予以纠正和加强运行管理。如该建筑在过去两年内实施了能源审计，相关报告可作为调适工作的重要依据；如近期有能源审计需求，建议甄选符合要求的供应商同时执行。

4.3.3 调适负责人基于项目初步方案以及审阅资料中的发现，制定现场查勘计划，组织技术人员进行深入的现场查勘。

【条文说明】进行详细现场查勘前，应制定详尽的现场查勘计划，以避免在查勘过程中出现漏项而需要返场。查勘计划应包含以下内容：

- 1 现场测试内容和参数；
- 2 测试的时间和周期；
- 3 现场测试点位置分布；
- 4 测试依据的标准；
- 5 测试所使用的仪器、设备及辅助工具等；
- 6 测试工况要求；
- 7 对建筑正常运行可能造成的潜在影响及应对措施；
- 8 测试工作中存在的安全、环境及职业健康等方面的因素；
- 9 需要业主、物业及使用方配合及注意事项；
- 10 业主对现场作业的其他要求与规定。

4.3.4 调适负责人组织技术人员对现场查勘收集的资料、数据等信息进行详尽地分析，经过充分论证，针对业主项目需求，制定切实可行的调适措施及其预算，当节能为项目主要目标时，还应进行详尽地技术经济分析，形成最终的项目调适方案报告。

【条文说明】对于系统较为复杂，资金投入较大的项目，建议采用能耗模拟的方法，对不同方案进行优化比对。另分析中建议分析重要参数变动趋势来发现和定量分析问题。项目调适方案报告应至少包含项目目标、详尽调适措施、工程进度、项目预算、施工组织方案（包括施工安全）、培训方式与安排、验收方法、质保内容。

4.3.5 当现场查勘分析显示，业主项目需求书中的目标受资金、场地、施工条件等限制无法实现时，应及时向业主说明情况并更新项目需求书，并对合同相应部分内容进行修订。

【条文说明】若业主采用分阶段采购的方式，应根据深化后的项目方案，按照本单位的采购制度，确定实施阶段的调适服务商。

4.3.6 本阶段任务结束时，成果文件应包括：

- 1 现场查勘计划书；
- 2 项目调适方案报告。

4.4 实施

4.4.1 业主召开实施阶段启动会。调适负责人根据调适方案内容，组建实施阶段调适团队。

【条文说明】当调适服务商分包部分专项任务，例如加装变频器或自控系统升级，与调研阶段相比，实施阶段调适团队还应增加分包商代表。同时调适负责人制定详细的项目实施计划，由以下五个部分组成：（1）调适实施团队成员名单、职责以及联系方式；（2）调适措施的实施流程与时间表；（3）可能对建筑正常使用造成的影响和可能出现的其他风险，相应的规避措施与应急方案；（4）需要业主与运维团队配合的事宜；（5）工程验收计划。

4.4.2 实施调适措施前，调适负责人协调运维团队，确保调适涉及到的设备与系统中，属于日常维护范围内或在维保期内的设备与系统故障得到修复，具备实施调适措施的基本条件。

4.4.3 调适负责人遵循由简单到复杂、由末端到源头、由单机到系统、由局部到整体的原则，合理安排时间顺序，实施调适措施。

4.4.4 调适负责人宜每两周一次以书面的形式向业主代表汇报实施进展情况。

【条文说明】汇报时间周期宜每两周一次，内容包括：

- 1 基于项目实际进度，给出更新的项目时间表；
- 2 遇到的问题以及解决方案；
- 3 阶段性成果，可量化的应给出数据或趋势图。

4.4.5 运维团队中相关维保人员宜全程跟踪调适措施的实施过程并了解调适措施的基本原理，从而保证在项目竣工移交运维团队后，调适成果的延续性。

4.4.6 调适负责人应在调适措施基本实施完成后项目交付以前，组织对运维团队进行培训。培训由参与调适过程的相关专业技术人员主讲，项目所涉及的设备与系统相关的运行维护人员参加。培训内容与资料应包括：

- 1 所涉及设备与系统常见故障的诊断；
- 2 新增设备与系统，其日常维护要求；
- 3 所实施调适策略的基本原理以及带来的目标设备与系统运行参数的改变；

4 保持调适成果的运行维护要求。

4.4.7 调适负责人按本标准第 4.4.7 条中提及的培训内容与资料要求，形成书面的《运行维护手册》。培训过程全程录像，以光盘等形式附在《运行维护手册》中。

4.4.8 本阶段任务结束时，成果文件包括：

- 1 项目实施计划；
- 2 调适实施过程报告；
- 3 运行维护手册。

4.5 交付和质保

4.5.1 交付过程包括预验收与正式验收。

4.5.2 预验收由调适负责人组织调适团队成员根据项目验收标准，在正式验收前进行初验，以确保项目成果达到验收要求。验收由业主组织各责任主体按验收标准进行竣工验收。验收通过后，即进入质保期。

【条文说明】预验收重点在量化目标，对于其中的重要参数，如：变压器负载率、制冷机房能效等，宜结合典型工况及趋势图进行判定，包括：震荡、静态误差判定。

4.5.3 调适负责人完成项目竣工报告并向业主提出验收请求。

【条文说明】竣工报告内容应包含以下内容：

- 1 工程概况；
- 2 涉及到设计任务的，相关设计资料与图纸；
- 3 涉及到楼宇自控系统改造或升级，控制点位表，控制原理图等相关资料；
- 4 详细阐述项目方案中每一项调适措施的实施情况，调适效果是否达到预期；
- 5 对照项目需求书与验收标准，逐一阐述每一项调适目标是否达标。对于未达标的指标，应阐述原因，并有业主认可的书面文件；
- 6 当涉及到季节性调适时，应给出季节性调适的工作内容与计划。

4.5.4 业主组织各责任主体按验收标准进行竣工验收。验收通过后，即进入质保期。

4.5.5 当调适涉及的设备或系统的性能与室外气候条件等边界条件相关，而项目实施周期内无法涵盖边界条件可能的最大变化区间时，应在质保期内实施季节性调适。

【条文说明】季节性调适的目的是确保调适措施在不同运行条件下达到预期效果，满足项目需求书中的要求。通常需要季节性调适的是暖通空调设备与系统。季节性调适期的长短由影响因素出现最大变化区间所需要的时长决定，时间周期在 3 个月到一年。

4.5.6 当项目涉及到季节性调适或节能量验证时，在正式验收时无法验证的指标，业主宜采用质量保证金的方式，在这两项任务完成后，对其进行补充验收。季节性调适与节能量验证的结果，应补充到项目竣工报告中。

4.5.7 当项目涉及到季节性调适或节能量验证时，质保期的时长要不少于季节性调适或节能量验证所需要的时间。

4.5.8 当项目涉及新增设备或系统，质保内容与质保期应与该设备厂家或供应商通过协商决定，不受交付与调适质保周期限制。

4.5.9 本阶段任务结束时，成果文件包括：

- 1 项目竣工报告；

2 项目验收报告。

4.6 持续调适

4.6.1 当调适项目所涉及的设备与系统较多或者区域较大，所取得的调适成果显著时，业主宜考虑进行持续调适。

【条文说明】持续调适工作不包括建筑功能、设备或系统等发生变化后的针对性调适工作，也不包括 3~5 年周期性的再调适。持续调适应由业主的运维团队或相关技术部门负责，宜续聘调适服务商为持续调适顾问，提供技术服务与支持。

4.6.2 开展持续调适应制定持续调适计划。

【条文说明】持续调适计划应包含以下内容：

- 1 持续调适团队成员及分工；
- 2 能耗监测系统构建，包括测量的点、用户界面等；
- 3 楼宇自控系统自动数据记录的构建，包括确定需要自动记录的点位、采样周期等；
- 4 设定各项数据的警报阈值；
- 5 当发现设备或系统异常时的处理程序与方法；
- 6 预防性维护的措施；
- 7 每年一次设备与系统全面检测与分析的计划。

4.6.3 持续调适应充分利用楼宇自控系统的数据自动记录与故障诊断功能，宜结合并应用现代信息技术、物联网、智慧运维等技术手段，实现持续调适的数字化与智能化。

4.6.5 本阶段任务结束时，成果文件包括：基于实际需求，本标准第 4.3 节、第 4.4 节、第 4.5 节相关文件的更新文件。

5 暖通空调系统调适

5.1 一般规定

5.1.1 暖通空调系统调适范畴包括冷热源系统、输配系统、末端系统、控制系统等子系统及其组合。

5.1.2 暖通空调系统调适以舒适性与能效提升为目标。

【条文说明】暖通空调系统调适以提高建筑舒适度和提升暖通空调系统能效、降低运行费用为主要目标。舒适性目标主要包括室内温度、相对湿度、风速及新风量等指标要求。室内温度、相对湿度及风速应符合设计文件要求，若无设计具体要求，供暖室内温度应达到国家现行《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 中要求。舒适性空调室内温度、相对湿度、风速应分别达到国家现行《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 要求。室内新风量应符合设计文件要求，若无设计具体要求，室内新风量应高于国家现行《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 所规定的最小新风量。空调系统能耗节能状况的诊断分析及节能调适目标的确定和验证，可通过能耗对标或借助能耗仿真等计算机模拟技术来实现。

暖通空调系统子系统主要指冷热源系统、暖通空调输配系统和末端系统。调适对象可为暖通空调子系统及其组合，或者子系统中的机电设备，例如一台空调冷水机组，一台冷水泵，一组冷却塔等。对暖通空调系统而言，舒适性目标的调适工作通常始于空调末端系统、由输配系统到冷热源系统，而节能性目标的调适工作通常由始于主要冷热源系统，由输配系统向空调末端延伸。

5.1.3 暖通空调系统调适对象包括暖通空调系统主要设备时，宜对其全寿命期运行成本进行综合分析。

【条文说明】通常情况下，暖通空调系统的寿命大约在 10~15 年，主机（冷源）的寿命约 20 年左右。更换投入运行 5 年内的设备应经过细致的技术经济分析，避免过高的初投入和过长的回收期。

5.1.4 暖通空调系统调适宜对室内热湿环境水平和系统实际运行能效进行计算、评价、分析及诊断。

【条文说明】室内环境水平、暖通空调系统能效评价和分析可参照现行设计和检测相关标准中的规定。

5.1.5 暖通空调系统调适节能效果的验证宜以被调适对象所在的系统或子系统的整体作为评价范围，应制定冷、热源机房整体能效提升的量化目标。

【条文说明】暖通空调系统主要设备之间以及子系统间的关联性很强，因此调适实施方案中的调适目标应以包含与被调适设备有关联性较大的整个空调系统或子系统为评价对象，避免出现被调适设备能效提升但整体系统能效下降的问题，例如空调冷水泵、冷却水泵或冷却塔等设备的调适，会影响制冷机组的运行能效，此时应以空调冷冻机房或冷却子系统作为调适效果的评价对象。暖通空调系统能效评价可依据委托方提出的技术要求或现行的能效标准，包括《空气调节系统经济运行》GB/T 17981、《水源热泵系统经济运行》GB/T 31512 等。暖通空调系统调适应制定制冷机房整体能效提升的量化目标。本标准结合本市目前行业发展现状，并参考现行相关的制冷机房能效标准，提出制冷机房全年运行系统能效等级及相应数

值要求：

系统额定制冷量 (kW)	系统能效等级	系统能效最低要求
<1758	三级	3.0
	二级	3.8
	一级	4.8
≥1758	三级	3.3
	二级	4.1
	一级	5.3

[编制备注说明：上表数据参考了DBJT 15-129-2017 集中空调制冷机房系统能效监测及评价标准中的数值。结合上海地区现状，从扩大评估和适用范围等角度，此处将其三级要求降低5%，二级要求不变，一级要求提高5%。此外，目前按系统制冷量将等级要求划分为两部分，从调适对象是大型公共建筑的角度考虑，编制组认为500RT（1758kW）是较为合理的，但从标准制定独立性等方面角度，也可不按照制冷量进行划分，这也比较符合本市大型公共建筑制冷机房供制冷量普遍在500RT以上的现状，此时可以取上表中500RT及以上的数值作为最低要求。关于此点，目前开放探讨，建议深入调研，进行专项专家讨论确定。]

5.1.6 暖通空调系统调适过程中的主要检测结果应形成记录并可溯源，记录文件由调适负责人归档并以电子文档的形式交由业主管。

【条文说明】为确保调适过程和结果真实、可靠及可验证，调适方在调适过程中的主要检测结果应形成可溯源的原始记录，调适方内部应建立调适记录、调适报告等资料的归档制度，规定资料的保管时间，不宜少于6年。

5.1.7 暖通空调系统调适所使用的仪器仪表的准确度等级或最大允许误差符合相关现行检验检测技术标准的规定，在有效期内进行校准或者检定。仪器仪表的检测结果受环境等外部因素影响较大时，宜在使用前进行校准和确认。当采信现场固定安装的仪器仪表数据时，应对数据的准确性进行现场验证。

【条文说明】暖通空调系统调适以检验检测数据为基础，应确保调适过程中检验检测数据的真实、客观、准确，因此应确保调适所使用的仪器仪表的准确度满足与调适项目和对应的现行标准中对相应测量仪器仪表的要求，调适用仪器仪表应符合《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243，《居住建筑节能检测标准》JGJ/T132，《公共建筑节能检测标准》JGJ/T177等现行标准的规定。仪器仪表的测试结果受环境等外部因素较大影响时，仪器仪表在使用前应进行校准和确认，并可由调适方自行开展。两个相同检测参数求差值时，应确保两个参数的同向误差，例如在管壁处，检测空调冷水供水温度和回水温度，求冷水的供回水温差时，应确保温度测点的布置方式、测量方法等一致，测量结果误差保持同向，不会对差值计算结果产生很大影响。

5.2 技术要求与措施

5.2.1 当暖通空调系统调适涉及以下设备与系统时，其调适要求和措施应符合下列规定。

【条文说明】本章给出常用暖通空调设备与系统的调适要求与方法。当所涉及的设备与系统不在下述设备与系统中时，应结合下述规定，与设备供应商协商确定其合理的调适方法。

I 单机调适

5.2.2 冷水（热泵）机组安装检查，应包括下列内容：

- 1 设备供应商提交运行及维护保养记录等资料；
- 2 有足够的空间用以维护和清洁；
- 3 确认防振装置功能；
- 4 确认冷媒冲注满足要求；
- 5 确保完成充水且水流方向正确；
- 6 各种附属泵满足 24 小时试运行要求；
- 7 确认设备管道附件（如温度计、压力表、流量开关、隔离阀等）功能；
- 8 确认附属自控设备（如各种传感器、执行器和控制器等）功能，特别是冷水机组、热泵等主要冷源设备向自控系统传输的接口和完整协议的开放和可靠上传。

5.2.3 冷水（热泵）机组性能测试，应包括下列内容：

- 1 性能测试参数主要包含机组的冷水和冷却水的进、出水温度、冷水瞬时流量、冷量、机组有功功率，蒸发器侧和冷凝器侧蝶阀开关有无反馈信号等；
- 2 性能测试时运行工况应不低于额定工况的 80%，连续测量不应少于 60min 且每隔(5~10) min 不低于 1 次记录，取平均值作为测试结果；
- 3 实际性能系数（COP）测试可参考《空气调节系统经济运行》GB 17981 第 5.7.2 条的规定。

5.2.4 锅炉安装检查，应包括下列内容：

- 1 设备供应商提交的运行及维护保养记录等资料；
- 2 锅炉周围有足够的操作维修空间；
- 3 确认软水设备和水箱功能；
- 4 确认补水管路（包括切断阀，流量计，过滤器，电动阀）功能；
- 5 确认绝缘功能；
- 6 确认设备管道附件（如温度计、压力表、流量开关、隔离阀等）功能；
- 7 确认附属自控设备（如各种传感器、执行器和控制器等）功能，特别是锅炉等主要热源设备向自控系统传输的接口和完整协议的开放和可靠上传。

5.2.5 锅炉性能测试，应包括下列内容：

- 1 性能测试参数主要包含锅炉的进、出水温度、热水瞬时流量、燃气耗气量；
- 2 采暖锅炉运行效率的检查程序时间为不应少于 24h；
- 3 实际效率测试可参考《居住建筑节能检测标准》JGJ/T 132 第 14.2.1 的规定。

5.2.6 冷却塔安装检查内容应包括：

- 1 设备供应商提交运行及维护保养记录等资料；
- 2 确保叶轮可以自由地转动，风机运行流畅；

- 3 内部填料干净并且没有异物；
- 4 确保电加热器在正确的位置；
- 5 检查风机运行方向是否正确；
- 6 检查冷却塔周边有足够的通风空间；

7 检查设备进出口管路上阀门的状态，回水电动阀的控制线路和启闭状态，如阀门或者其配件损坏，应进行维修或更换；核查电动阀门是否根据自控要求正常启闭；

- 8 当冷却塔风机采用变频电机时，检查变频装置的运行及控制状况；

9 如为多台冷却塔组合，检查冷却塔有无保证冷却塔内液面一致的连通管，以防止单台塔运行时造成的液面不一致问题。

【条文说明】本条主要检查冷却塔在启用前的状态是否正常，过程中是否有过更换和维修，设备进出口阀门开闭显示标尺是否和开闭度对应，检查冷却塔风机是否变频控制。根据《机械通风冷却塔第1部分：中小型开式冷却塔》GB/T 7190.1 要求，实测冷却塔能效比，设备整体自动运行控制应实现群控设计要求。

5.2.7 冷却塔性能测试，应包括下列内容：

- 1 启动冷却塔风机和冷却水泵，监测并记录风机的启动电流和运行电流，电流应各相平衡且无过载现象；
- 2 记录试运转实验结果，包括测试期间室外气象参数、进出口水温、飘水情况、噪声、电流、电压和输入功率等；
- 3 测试计算冷却塔效率等指标；
- 4 多台组合冷却塔的水量平衡。

5.2.8 循环水泵以及系统补水泵的安装检查，应包括下列内容：

- 1 检查设备运行期间的记录，设备整体及配件有无更换、维修，按照最新的设备及配件清单进行设备单机性能调适；
- 2 检查设备进出口管路上阀部件的状态，过滤器内滤网的清洁情况，如阀门或者配件损坏，应进行维修或更换，过滤器滤网堵塞应进行清理；检查设备进出口压力表读数是否正常；检查水泵运行电流是否正常。如压力表读数异常，需判断是仪表自身故障还是水泵故障，如水泵电流异常，需判断故障原因；
- 3 检查水泵是否按照智能控制逻辑正常工作，水泵常用的控制方式有流量控制和压差控制两种，根据实际需求判断是否采用了合适的控制逻辑；
- 4 检查冷水和冷却水供、回水总管旁通管路和阀门状态。

【条文说明】根据《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》GB 50275 第 4.1 条规定，主要检查水泵在启用前的状态是否正常，过程中是否有过更换和维修，设备进出口阀门开闭显示标尺是否和开闭度对应，压力表是否正常显示，水泵运行电流过大或者过小，说明水泵选型不太合适。补水泵的安全阀等保护装置应调至正常工作状态，水泵自动运行控制应实现群控设计要求，实现节能目的。

5.2.9 循环水泵（冷却水、冷水和热水）性能测试，应包括下列内容：

- 1 性能测试参数主要包含水泵的进、出水压力、瞬时流量、轴功率等；
- 2 水泵应每隔 5~10min 读数 1 次，连续测量 60min，并取每次读数的平均值作为检测值；
- 3 实际水泵效率测试可参考《公共建筑节能检测标准》JGJ/T177 第 8.5.3 的规定。

5.2.10 组合式空调机组（包含新风机组）的安装检查，应包括下列内容：

1 检查设备运行期间的记录，设备整体及配件有无更换、维修，按照最新的设备及配件清单进行设备单机性能调适；

2 检查设备进出口水管路上阀部件的状态，过滤器内滤网的清洁情况，如阀门或者配件损坏，应进行维修或更换，过滤器滤网堵塞应进行清理；检查设备进出口水管路上压力表读数是否正常，如压力表读数异常，需判断是仪表自身故障还是过滤器或机组内水盘管堵塞；如电流异常，需判断故障原因；

3 检查设备出水管路上电动调节阀的控制是否满足自控的要求，阀门的选型是否能够更精确的控制水流量，是否能及时反馈控制阀门的开度等信息；

4 机组内风机宜采用变频控制，检查风机运行时电流有无过载现象；

5 检查机组出风口、进/新风口处通风连接管道有无漏风现象，通风阀启闭灵活，与室内新风或者回风参数联锁的电动阀门能够正常启闭。

【条文说明】根据《组合式空调机组》GB/T 14294，对机组的各项参数和设备进出水管道及阀门进行检查。机组进水过滤器堵塞、机组内盘管结垢、堵塞等，均会造成设备压降大，造成盘管内水流量不够，水流缓慢进而造成换热效率降低；设备进出通风管道应严密，防止出现气流流量损失；新风机组风阀应跟室内 CO₂ 浓度监测系统联锁而保障新风换气量。

5.2.11 组合式空调机组（包含新风机组）的性能测试，应包括下列内容：

1 性能测试参数主要包含风机的风量，轴功率，新风、送风和回风的温湿度，机外静压和机组全静压等；

2 空调机应每隔 5~10min 读数 1 次，连续测量 60min，并取每次读数的平均值作为检测值；

3 实际风机单位风量耗功率可参考《公共建筑节能检测标准》JGJ/T177 第 9.2.3 的规定。

【条文说明】根据《组合式空调机组》GB/T14294，机组全静压为机组自身阻力和机外静压之和。

5.2.12 通风机的安装检查和性能测试，应包括下列内容：

1 检查设备交付时的单机试运行记录，核查设备是否单机试运行正常；

2 检查设备运行期间的记录，设备整体及配件有无更换、维修，按照最新的设备及配件清单进行设备单机性能调适；

3 检查电机有无变频控制，风机启动和运行状态下电流有无过载现象；

4 检查检查风机进、出口通风连接管道有无漏风现象，通风阀门启闭灵活；

5 检查地下室送排风机是否和 CO 浓度探测等空气监测系统联锁；

6 性能测试参数主要包括风机的风量，风压，轴功率。

【条文说明】根据《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》GB50275 第 2.1 中相关规定，需对风机本体，进出口连接管路及管路上阀部件，风机下方的减振设备等进行检查。风机的安全与联锁报警与停机控制系统应经模拟实验，并符合使用和节能要求。

5.2.13 换热设备的安装检查，应包括下列内容：

1 检查换热设备一次侧的进出管和二次侧的进出管的压力表，检查压力降是否在正常范围内，如果压力降过大，需进行清理或更换；

2 检查一次侧和二次侧的温度和流量，是否在设备本身参数范围内，如果发生异常，应对设备进行维修。

【条文说明】暖通空调常用的换热设备主要是板式换热器，板式换热器无电机，如性能有问题需要调试，最主要故障原因就是压降大和泄露。如运行系统管路未进行正常吹洗，特别是新安装系统管路中许多脏物(如焊渣等)进入板式换热器的内部，由于板式换热器流道截面积较窄，换热器内的沉淀物和悬浮物聚集在角孔处和导流区内，导致该处的流道面积大为减小，造成压力主要损失在此部位；板式换热器首次选型时面积偏小，造成板间流速过高而压降偏大；板式换热器运行一段时间后，因板片表面结垢引起压降过大。由于板材选择不当导致板片腐蚀产生裂纹或穿孔；板片冷冲压成型后的残余应力和装配中夹紧尺寸过小造成应力腐蚀；板片泄漏槽处有轻微渗漏，造成介质中有害物质(如 C1)浓缩腐蚀板片，一次侧和二次侧的介质就会形成串液。

5.2.14 风机盘管的安装检查和性能测试，应包括下列内容：

1 检查设备交付时的单机试运行记录，核查设备是否单机试运行正常；

2 检查设备运行期间的记录，设备整体及配件有无更换、维修，按照最新的设备及配件清单进行设备单机性能调适；

3 检查风机盘管设备水管路进出口的手动阀门是否正常，如损坏应及时更换；检查风机盘管设备进水管上的过滤器是否堵塞，应及时清理过滤网保持滤网干净；检查风机盘管设备回水管路上电动阀门和温控器的接线是否正确，控制显示是否正确；

4 检查风机盘管设备出风口出软连接是否有破损，是否有保温层以降低热损失；

5 检查盘管水流量是否满足额定要求；

6 性能测试参数主要包括送风量，确认风量是否满足额定设计或功能要求。

【条文说明】根据《风机盘管机组》GB/T19233 要求，对风机盘管机组本身的结构和性能等进行检测。对盘管进出口的阀部件和温控器进行检测；检测盘管连接风管的气密性。

5.2.15 变风量风箱（VAVbox）的安装检查和性能测试，应包括下列内容：

1 检查变风量系统交付时的系统一次风量平衡调试记录；

2 检查变风量风箱至末端风口的软管，长度是否符合《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243 规范要求，有无破损、死弯或塌凹现象；

3 检查变风量风箱支管阀门是否能根据末端风口的风量需求变化正常启闭；

4 检查变风量风箱末端室内温度传感器的安装位置，是否可能存在温度传输数据失真现象；

5 检查送风管道主管至变风量风箱的支管直管段，管径及直管段长度是否符合要求；

6 带有再热盘管的变风量风箱，需检查盘管进出水管路的阀门开度情况，电动阀门执行器能够正常动作和启闭；

7 检查在送风系统管网的最不利处，有无设置静压传感器；

8 检查风量调节功能；

9 性能测试参数主要包括：最大、最小风量，在不同开度下的风量和压力损失。

【条文说明】参考《供暖与空调系统节能调试方法》GB/T35972，对一次风量平衡需要进行调试。确定系统最不利环路后，通过调试设定静压控制值。依据《变风量末端装置试验方法》JB/T5148、《变风量空调系统工程技术规程》JGJ343 对变风量风箱开展检查和性能测试。

5.2.16 空调水冷设备管路上电动阀门的安装检查，应包括下列内容：

需要进行流量调节的空调水系统输配设备和末端设备上的管路上，宜设置调节流量的电动调节阀门，对电动调节阀门的检查，主要是核查电动调节阀门选型的计算书，阀门口径、流通能力（Kv 值）、流量特性曲线、阀权度、关闭压差等参数是否和系统要求匹配，核查电动执行机构和驱动器信号（电压或者电流）的对应关系，核查阀门的执行器是否能够正常动作。如发现阀门选型不正确，宜更换阀门；如果有机械故障，应进行维修。

【条文说明】电动调节阀门的口径不能简单理解为跟管径大小保持一致，需经过选型计算。电动调节阀设计选型时需要的参数主要有流量、阀前压力、压差或阀后压力、温度等，按照计算结果确定电动阀门大小型号。

II 系统平衡调适

5.2.17 系统平衡调适工作包括风系统平衡调适与水系统平衡调适。

【条文说明】系统平衡调适是为了给系统运行提供更好的初始条件，该工作的主要内容为系统的水力平衡调适。

5.2.18 系统平衡调适时应确保各末端自控调节装置均处于全开状态下进行，实测风量和水流量与实际运行最大需求工况的测算值相比，误差不超过 15%，调适方法宜参考本标准附录 A 的有关规定。

【条文说明】考虑到既有建筑的实际运行需求与原设计存在的差异性，建议采用实际运行最大需求工况作为系统平衡的调适目标，末端自控调节装置（如：电动调节水阀、变风量末端一次风阀等）应处于全开状态。

5.2.19 应优先通过调节管路系统上的手动阀门、增加局部阻力部件的措施实现系统平衡调适。

【条文说明】采用电动阀门作为系统平衡调适手段，会导致系统在实际运行中调控精度降低。

5.2.20 当无法通过系统已有可调设施实现系统平衡调适目标时，调适负责人应向业主提出可行的改造方案以供决策。

【条文说明】由于既有项目条件限制，存在系统已有可调设施不可及、损坏或不足的情况，当无法实现系统平衡调适目标时，调适方应结合项目实际情况、调适目标与要求，提出可行的改造方案，由委托方判断是否需要改造。

5.2.21 系统平衡调适工作完成后，调适负责人给出调适报告，由业主确认。

【条文说明】系统平衡调适工作应有阶段性成果，并提交业主确认，作为后续工作的基础。

III 运行优化调适

5.2.22 暖通空调系统的运行优化调适可参照《公共建筑节能运行管理标准》DG/TJ08-2321 相关内容执行。

5.2.23 当楼宇自控系统传感器数据失准、控制功能失效时，应首先进行数据校准和基本功能的修复。

【条文说明】依据本标准第九章智能化系统调适的关于校准和修复的相关内容。

5.2.24 暖通空调系统调适宜充分发挥楼宇自控系统（BA）、能耗监测系统、综合能源管理系统（BEMS）等平台作用，从实际运行数据出发，以确保系统高效、自动运行。

【条文说明】目前楼宇自动系统等信息化技术在大型公共建筑中较为普及，但根据调研发现，大部分并未发挥其应用作用，近年来随着物联网、云计算、大数据分析、BIM 技术等信息化软硬件技术的快速发展，客观上为楼宇机电系统实现高效、自动运行提供了技术和管理层面的有力支持，因此调适过程中，在技术经济分析基础上，宜充分发挥先进信息化技术和平台的作用，通过分析信息化平台积累和实时监测的数据，为建筑高效运行提供有效保障。

5.2.25 设置有自动控制或切换功能的空调系统，应先进行单点调试，满足控制要求后再进行系统联动调适。

【条文说明】智能化章节 10.2 描述了控制系统调适步骤。

5.2.26 应提出暖通空调系统水质管理的技术要求，中央空调循环冷却水及循环冷冻水水质指标应满足国家标准《工业循环冷却水处理设计规范》GB/T50050。

【条文说明】循环水水质指标需要满足 GB/T50050 中规定参数。

5.3 交付与质保

5.3.1 暖通空调系统调适验收时应交付以下资料：

- 1 调适对象调适前、后的测试评估报告
- 2 调适对象调适施工图纸资料和记录文件
- 3 更换的设备清单及技术资料
- 4 暖通空调主要单机设备调适报告
- 5 暖通空调风系统、水系统平衡报告
- 6 暖通空调系统联合运行调适报告
- 7 调适对象整体调适竣工报告
- 8 暖通空调培训服务及记录
- 9 暖通空调运维手册
- 10 其他相关资料

5.3.2 暖通空调系统调适向交付对象提供的培训服务，应有过程记录并包括下列内容：

- 1 调适对象的运行操作步骤及操作方法
- 2 保持调适效果的日常运维要求
- 3 调适对象运行中常见问题和故障诊断及对策
- 4 调适目标运行参数的改变及运行策略调整

5.3.4 暖通空调系统调适向交付对象提供的运维手册，应包括下列内容：

- 1 调适对象的调适方案内容及操作说明
- 2 暖通空调系统运行维护策略及要求
- 3 日常维护和保养说明
- 4 设备质保书及质保单位通讯录
- 5 修订及更新记录

5.3.4 针对暖通空调系统实际情况和运行需求，应编制或持续完善设备及系统运行维护手册。暖通空调系统的运行维护手册应涵盖全年运行工况所有的运行操作模式。

【条文说明】当系统及运行边界条件发生改变时，应由调适负责人及时更新运行维护手册，并应及时开展培训和技术交底，以确保系统高效和稳定运行。

5.3.5 调适方宜对暖通空调系统的调适运行效果开展实时跟踪和记录，并当实际运行条件发生较大改变时，应及时更新系统的运行维护手册并进行培训。

【条文说明】暖通空调系统的调适效果评价需要一个较长的周期，应包含完整的供冷季和供暖季。当采用合同能源管理模式实施暖通空调系统调适时，长期监测和记录的暖通空调系统调适效果量化数据能够较为客观的反映系统调适的真实效果，应作为合同能源管理项目履约的依据之一。

5.3.6 针对暖通空调系统日常运行期间使用方的投诉或意见，应建立并保持有效的收集、处理和反馈制度，确保系统持续满足使用需求。

【条文说明】暖通空调系统运行效果除了系统和环境反馈的物理参数之外，使用方主观反馈的意见和投诉也非常重要，因此调适或运营团队应针对暖通空调系统日常运行期间使用方的投诉或意见，建立并保持有效的收集、处理和反馈制度，确保系统持续满足使用需求。

6 照明与电气系统调适

6.1 一般规定

- 6.1.1. 照明与电气系统调适范畴应包括配电及电器装置调适与照明系统调适。
- 6.1.2. 照明与电气系统的调适目标应注重系统的节能性与舒适性的调适,应可量化、可计量。

6.2 技术要求与措施

I 配电及电器装置

6.2.1. 配电系统选型调适、保护性分析校验和优化,宜每五年校验一次,当配电系统结构改变或末端负荷发生变化后,应进行调适校验。分析范围应包括从主变压器进线单元到母线系统的所有设备,包括 10/0.4kV 变压器到 400V 主配电柜出线回路。

6.2.2. 配电系统选型调适,应通过计算分析,中低压柜中所有保护设备均应符合选型要求,实现保护。

6.2.3. 选型分析校验应依据国标《三相交流系统短路电流计算标准》GB/T-1555 进行,通过采用最大短路电流计算结果,评估中压及低压设备的现有断路器是否有拥有分断或耐受相应短路电流的能力,应通过现场调研及建模进行分析,计算最大短路电流校验熔断器或断路器的分断能力。

6.2.4. 配电系统保护选择性分析校验,需针对电力系统内电气设备通常遭遇到的过载、短路、接地故障进行上下级保护选择性计算和分析,宜通过建模计算并进一步校验保护装置(保护继电器,短路保护断路器,熔丝保护特性)的设计选型及设定值比较校验,检查发生故障时保护装置是否做出反应以及反应的速度。

6.2.5. 配电系统保护选择性的改善,宜归结于限制系统内相关断路器而不是下游断路器的跳闸,宜通过软件建模进行分析计算。并现场核实无误后,应对继电保护装置的定值进行再调整或者更换,实现上下级的全选择性,应在确保对电气系统设备、运维人员的安全防护。

6.2.6. 配电系统保护宜包括下列:

1 电流选择性:在电流跳闸阈值之间创建电流阈值差。当下游设备跳闸单元的最大阈值小于上游设备跳闸单元的最小阈值(包括所有公差),则可保证上下游保护的选择性。

2 时间选择性:当同一供电回路上两个串联的断路器保护单元有延时时间带,宜调整为不同的延时时间带,使它们相互区分具有时间选择性。下游断路器保护单元延时时间带的最大动作时间(包括分断时间)应小于上游保护单元延时时间带的最小检测时间。

6.2.7. 电气系统的设备工况评估,应根据设备类型、运行时长、淘汰信息(并综合考虑工况),制定最佳巡检、维护、改造方案,使配电运维达到最佳管理状态。

【条文说明】:电气系统是由各类电气元件及装置组成的,这些电气元件及装置在长期的运行过程中经历着不断地电气和机械磨损、应力、氧化等老化失效进程,而且不同类型的元件及装置,老化进程各不相同。

6.2.8. 变压器调适宜包括下列内容:

1 变压器能效等级调适。检测变压器的空载损耗与负载损耗,并与《三相配电变压器能效限定值及节能评价》GB20052 中变压器能效等级指标进行对比,当能效等级低于 3 级时,宜进行替换为节能型变压器的技术经济性分析。

2 变压器负载率调适。通过实测分析变压器长期负载率是否过高或过低。长期工作负载率不宜大于 75%。当长期负载率过低且变压器能效等级低于 3 级时,宜进行替换为节能型

变压器及适合容量变压器的技术经济性分析。

【条文说明】如有变压器更换方案，应注重综合经济性分析，包括变压器容量的调整及能效等级的选择。

6.2.9. 低压配电系统功率因数调适宜包括下列内容：

1 对低压总进线处功率因数的调适，功率因数不宜低于 0.9，高压侧的功率因数指标，应符合上海市供电部门的规定。

2 对低压柜主要出线回路功率因数的调适，当主要回路的无功补偿容量大于 100kvar，且供电距离较远时，应进行设置就地无功补偿的技术经济性分析。

3 检测无功补偿控制器的设定值是否正常；检测补偿装置内电容器的容值是否异常。

【条文说明】功率因数调适首先应满足上海市供电部门的使用要求。检测现有补偿装置的有效性 & 投入使用情况，补偿装置的容量可根据实际运行的情况计算确定。

6.2.10. 三相不平衡调适应检测低压总进线处及低压柜主要出线回路的三相电压及电流。三相电压不平衡度允许值为小于 2%。配电系统的三相负荷不平衡度不宜大于 15%。

6.2.11. 谐波值调适应检测低压总进线处及低压柜主要出线回路的谐波值，检测结果应符合下列规定：

1 380V 的电网标称电压，电压总谐波畸变率(THDu)限值为 5%；

2 谐波电流不应超过《电能质量公用电网谐波》GB/T 14549 中规定的允许值。

3 当检测结果不符合以上要求时，应根据谐波源的性质、谐波参数等，提供有针对性的谐波抑制及谐波治理措施。对系统中具有较大谐波干扰的地点宜设置滤波装置，并进行技术经济性分析。

【条文说明】随着 LED 灯具、变频器等非线性设备的大量使用，既有建筑的谐波含量逐年升高，谐波治理可有效的提高电能质量、减少谐波损耗、提高设备使用寿命等。

II 照明系统

6.2.12 照明系统调适宜包括照明质量调适与节能调适两部分，应依据《建筑照明设计标准》GB50034 进行。照明调适检测的场景应根据项目建筑布局、使用功能、使用频率及业主需求确定。

【条文说明】照明检测的场景确定应结合调研业主的需求，并包含建筑主要公共空间及使用频率较高的空间。

6.2.13 照明质量调适应包括下列内容：

1 对照度标准值的调适应检测各个主要使用场景的平均照度。

2 对照度均匀度的调适应检测各个主要使用场景的照度均匀度。

3 对显色指数的调适应检测各个主要使用场景使用光源的显色指数。

4 对眩光值调的适应检测主要灯具类型的眩光值。

当照明质量检测结果不满足《建筑照明设计标准》GB50034 或业主的使用需求时，应提供调整方案，并进行技术经济性分析。

【条文说明】既有建筑的照明质量，根据建筑的使用年限，随着灯具与光源的替换，局部改造等，检测参差不齐，不能完全参照现行国家规范的而要求，应根据业主的需求及投资共同确定调适的标准。

6.3.3 照明节能调适应包括下列内容：

1 灯具效能调适应检测现有主要使用灯具类型的效能，当灯具效能较低时，应进行可替换为 LED 等高效能灯具的技术经济性分析；

2 照明功率密度值调适应检测各个主要使用场景的照明功率密度值是否满足国标的有关要求，当超过照明功率密度值现行值时，应进行灯具或光源替换的技术经济性分析；

3 照明控制调适应检查各区域采用就地控制灯具的控制方式。每个开关所控制的灯具数不宜多于 6 盏。当房间灯具数量不少于 2 个时应分组控制；

4 照明控制应结合建筑使用情况及天然采光状态，进行分区、分组控制。

【条文说明】照明节能调适应结合照明质量调适，提供整体调整方案，并注重经济性分析。

6.3.4 智能照明控制系统的调适，应先复核系统的控制方式，分区域梳理现有系统控制方式，与业主协调、确认使用需求，并制定调适的控制方式。控制方式宜包含“时钟控制”、“照度自动调节控制”、“动静探测控制”、“区域场景控制”、“手动遥控控制”等组合。

【条文说明】制定控制方式时应复核照明回路的设置情况，宜基于现有照明回路现状、节能性及业主需求制定控制逻辑。

6.3 交付与质保

6.3.1 照明与电气调适验收时应提供的资料及服务，应包括以下内容：

- 1 调适对象改造前的评估报告
- 2 调适对象改造施工图纸资料
- 3 照明及电气计算书
- 4 调适对象改造后的性能验证报告
- 5 调适对象整体调适竣工报告
- 6 培训服务
- 7 运维手册

6.3.2 照明与电气调适向交付对象提供的培训服务，应包括以下内容：

- 1 调适对象常见故障诊断
- 2 调适策略及调适目标运行参数的改变
- 3 保持调适效果的运维要求

6.3.3 照明与电气调适向交付对象提供的运维手册，应包括以下内容：

- 1 调适对象的改造方案及内容说明
- 2 运行策略要求
- 3 维保要求
- 4 质保书及质保单位通讯录

【条文说明】运维手册是指导被调适对象今后高效运行维护的重要指导文件，因此运维手册的内容需要十分明确和具体。

7 给排水系统调适

7.1 一般规定

7.1.1 根据具体的系统形式和业主要求细化给排水系统调适目标，应包括以下内容：

- 1 给水系统压力、用水点供水压力要求及控制精度、给水水量要求
- 2 生活热水系统出水温度、控制偏差、出水时间（冷热水压力平衡、偏差）要求
- 3 水质要求
- 4 耗水量目标
- 5 节水器具及阀门附件
- 6 排水通畅、无异味散出

【条文说明】给排水系统调适内容应包括但不限于条文中所列项目。给排水系统调适以用水舒适性和节水型为主要目标。舒适性目标主要包括：供水压力、热水出水温度、水质等指标要求。节水型目标主要包括：给水水量、卫生器具、阀门附件、耗水量控制等指标要求。各指标应满足设计要求。

7.1.2 给排水系统调适范围为给水系统、生活热水系统、直饮水系统、排水系统和相关自控系统，包括水箱、给水泵、排污泵、生活热水泵、加热设备、储热设备、水质处理设备、卫生器具和系统管路及其各类附件。

7.1.3 给排水系统调适实施前应制定详细的实施计划，实施计划应得到委托方的书面认可和确认。调适现场工作应安排在给排水系统非使用时间粗调，使用时间精调；在运行使用期开展的现场调适工作应确保不影响建筑的正常使用和给排水系统的正常运行。

【条文说明】既有建筑给排水调适工作的实施不应影响建筑和给排水系统的正常使用，因此调适应尽量安排在给排水系统非使用期实施粗调，在使用时间精调，可根据不同用水分区采用分区方式开展。

7.1.4 给排水系统适合调适的状态应包括以下内容：

- 1 给水系统压力不满足要求或压力过大
- 2 生活热水出水温度有偏差，出水温度不稳定，达到温度的出水时间长
- 3 供水水质差
- 4 给水管网滴漏严重
- 5 卫生器具及阀门附件等老化，漏损严重
- 6 排水管道漏损、堵塞
- 7 排水管道系统噪声污染

【条文说明】建筑给水设计阶段，由于资料缺乏、建筑建设不完善而难以准确计算市政管网压力，导致建筑运行几年之后，发现给水系统压力不满足现状需求或压力过大，需要对管网进行调适，对局部管段适当更改管径等。

委托权威第三方水质检测单位提供水质报告，对有不达标项，及时进行排查，检查是否金属管道污染、二次供水设施未及时清洗、管网末端是否有长时间未流动的陈水等。

为了节约用水，对于老旧的卫生器具及配件，如一次性洗水量 9L 以上的便器、螺旋升降式铸铁水嘴，阀门老化、管道漏损等，应有条件的进行改造或更换。

对既有建筑，降低排水管道噪声的有效措施是，在排水管上加吸音绵、隔音绵等材料。

7.2 技术要求与措施

7.2.1 给排水系统主要设备调适包括水泵、各类阀门附件、卫生器具、加热设备、储热设备、计量水表等，在调适前，进行设计资料、设备设施安装情况、运行情况核查，并收集记录。

【条文说明】本小节针对给排水系统的主要设备性能调适，规定了主要内容、依据及方法。在调适前，收集并查阅给排水系统设计资料、设备资料，检查设备设施的安装情况，各设备、系统的运行情况。

7.2.2 冷、热水泵调适前检查、性能测试按本标准 5.2.2、5.2.3 条第 1、2 点执行。根据测试数据绘制水泵性能曲线，保证用水高峰时段水泵运行效率处于高效区。水泵运行效率不应小于《清水离心泵能效限定值及节能评价》GB 19762 规定的泵能效限定值和泵目标能效限定值，不宜小于泵节能评价。

【条文说明】水泵的能耗在给水处理系统中比重大，确保水泵在高效区工作是节能运行的基础。在一段时期（周或月），当用水高峰时段水泵在低效区运行的天数超过 40% 时，即可判断水泵长期处于低效区。

国家标准《清水离心泵能效限定值及节能评价》GB 19762 规定了“泵能效限定值”、“泵目标能效限定值”和“泵节能评价”。其中“泵能效限定值”、“泵目标能效限定值”是强制性的，“泵节能评价”是推荐性的。调整大小泵间启停控制逻辑，增设气压罐和稳压泵以满足小流量运行要求；更换为变压变流量泵组，同步把恒压信号点设于管网最不利端。

7.2.3 比对循环泵进出口处的压力表读数差与水泵铭牌扬程，复核循环泵实际工况是否脱离高效区。

【条文说明】实际工程中，包括热水、泳池等类型的循环泵扬程经常比实际需求扬程大 1 倍以上。循环泵扬程过高，能耗会成倍地浪费，首先是水泵实际运行工况点远离高效区，以极低效率运行；其次是水泵流量增加，形成大量的无效水循环，运行功率增加。管网中增设局部阻力损失配件，如调小阀门开启度或是切削水泵叶轮，也可选择更换循环泵。

7.2.4 阀门附件存在漏损、锈蚀现象，进行排查后调适，可进行更换或再涂刷防腐层处理。重点对分区减压阀的工作状态进行调适。

【条文说明】减压阀是给水分区的关键产品，若其出故障，将会影响一个区的供水，不仅耗水耗能，还会产生噪声和振动，缩短配水器材的使用寿命或破坏卫生器具。重点核查可调式减压阀的阀后压力是否稳定，比列式减压阀的减压比。

7.2.5 宜对典型位置卫生器具的进水压力进行抽样测试，对老旧卫生器具进行调适或更换。

【条文说明】在符合现行国家标准并保证用水舒适性的前提下，适当调低节水卫生器具进水压力，可有效降低节水器具出水流量 50% 以上。根据卫生器具产品说明书，调整卫生器具控制阀门的开启度或增设质量可靠的可调支管减压阀，以此控制卫生器具进水压力。

当现有使用的卫生器具是目前国家已经淘汰的老旧产品，如一次性洗水量 9L 以上的便器，若漏损严重，应进行统一更换。重新更换的卫生器具应满足国家现行标准《节水型产品

通用技术条件》GB/T 18870 及《节水型生活用水器具》CJ/T 164 的要求。

7.2.6 核对水加热设备的热效率、热水储存容积，统计配水点出水温度达到 45℃的时间。热水系统运行数据应满足以下要求，如有缺漏应在调适过程中补充。

- 1 水加热设备热媒进出口、被加热水进出口的温度和压力，按小时记录
- 2 热水循环泵启、停温度按日记录，循环泵每日开、停时间定时记录
- 3 热水用水量，分区逐时记录
- 4 油、气、煤用量，逐日记录
- 5 饱和蒸汽或热媒水为热媒时，逐时记录其流量

7.2.7 应对各热水循环控制元件、热水管道集气情况、热水管道保温材料完整性进行检查和调适。

【条文说明】既有公共建筑多数都是采用温控循环阀、流量平衡阀等可调节循环控制元件，节能效果明显，但调适维护管理工作量大，如控制参数设置不合理，会极大影响使用热水的舒适型和热水系统的能效。

热水管道集气极易引起热水水压波动。热水横管是否沿水流方向下降；管道的局部高点是否设置自动排气阀，自动排气阀是否正常工作。

重点注意保温材料防水。保温材料一旦进水，传热系数会迅速增加，保温系数大大降低，造成热量大量损失。

7.2.8 冷热水压力平衡检查和调适。

- 1 闭式热水系统，检查同一分区，本区冷水水源是否提供独立冷水专管供应加热设备。
- 2 开式热水系统，检查同一分区，热水泵扬程与接入冷水压力是否协调。

【条文说明】热水系统应与冷水系统竖向分区一致，保证系统内冷、热水的压力平衡，达到节水、节能、用水舒适的目的。对于采用集热、贮热水箱经热水加压泵供水的热水供应系统，因其冷热水供水系统分设，为满足用水点处冷、热水压力平衡，热水泵扬程应按冷水系统在其相同位置的壓力值选择。

7.2.9 核查用水计量装置情况，是否按使用用途、付费或管理单元情况分别设置，不出现未计量分支。

【条文说明】按照使用用途、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，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。各管理单元通常是分别付费，或即使不分别付费，也可以根据用水计量情况，对不同管理单元进行节水绩效考核，促进行为节水。

根据建筑实际需求，对用水计量的设置情况，进行合理调适，增加相应位置的水表，提高水表计量的准确度，对使用年限久、灵敏度低的水表进行更换。水计量器具应满足《用水单位水计量器具配备和管理通则》GB 24789 和《公共机构能源计量器具配备和管理要求》GB/T 29149 标准有关要求。应注意水表的使用期限，口径 DN15~DN25 的水表，使用期限不得超过 6 年；口径大于 DN25 的水表，使用期限不得超过 4 年。

7.2.10 给水系统压力、用水点供水压力及控制精度的调适，满足节水性和舒适性要求。

【条文说明】建筑在设计初期和运营几年之后，由于周边的供水条件变化，会导致建筑给水系统压力发生变化，大于或者小于初期设计压力，需要对用水点压力进行调适。

给水水压应稳定、可靠，各给水系统应保证足够的水量和水压向所有用户不间断供应符合要求的水。给水系统分区合理，每区供水压力不大于 0.45Mpa。同时应充分利用市政压力对建筑低楼层的用户供水，避免能量的浪费。

当实际水压大于设计压力，可在需要减压的各入户管上设置减压阀、减压孔板或节流塞等减压措施。

当实际水压小于设计压力，可采用余压利用器和变频泵相结合的供水方式。当市政管网直接抽水还应得到上海市供水部门批准。

提高控制精度，使用的检测仪器仪表在使用前应自行进行校准和确认，并应在有效期内。

7.2.11 选取运行稳定的、有代表性的时段，对既有公共建筑各用水单元进行水量平衡测试。

【条文说明】水平衡测试是一种有效的主动控制管网漏损的管理方法，可有效评估管网工作状况，判断管网漏失的区域，为管网科学管理提供数据依据，促进相关单位节能减排工作开展。特别对于用水大户及老旧既有建筑的埋地供水管网，可加强水平衡测试的频次和节水节能改造力度，挖掘节水潜力，提高节水效益。水平衡测试应符合《企业水平衡测试通则》GB/T 12452、《节水型企业评价导则》GB/T 7119 的要求。按相关标准和规范执行并提供测试报告，报告大纲可参考附录 B。

7.2.12 生活热水系统应进行水温检查测试，末端用水点的热水出水时间、流量和水温应满足使用要求。

【条文说明】热水水温要在保证水质安全的同时兼顾使用的舒适性、安全性以及节能。集中生活热水供应系统末端出水水温测定方法：用水末端龙头最大流量持续出水 15s，水温计读取溢流水受水容器中读数，上下变化大超过 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，水温计读数为热水系统末端出水温度。

有生活热水需求的建筑，如需改造或加装生活热水系统，热水用水量较小且用水点分散时，宜采用局部热水供应系统；热水用水量较大、用水点比较集中时，应采用集中热水供应系统，并设置完善的热水循环系统。热水系统设置应符合下列规定：

医院、旅馆等公共建筑用水点出水温度达到 45°C 的放水时间不应大于 10s。

公共浴室淋浴热水系统采用定量或定时等节水措施。

热水锅炉及辅助系统和太阳能生活热水系统等热源专项调适由设备厂商专业人员进行，调适记录存档。

7.2.13 末端用水点的冷、热水压差宜小于 0.02Mpa，用水点冷、热水压不应波动过大。

【条文说明】冷、热水压力相差悬殊容易产生水的浪费。冷、热水压差大、压力不平衡时，使用者调节水温所需要的时间会延长，并且冷、热水管道的水容易互相混掺，从而造成无效放水。保持用水点处的冷热水压相差较小或冷热水压平衡能减少热水浪费，从而节省热能消耗。容积或半容积式换热器的阻力损失为 0.02MPa。调节或增设主、支管上减压阀，保证各用水点冷、热水压差在合理范围。

使用过程中若水温发生变化，则使用者会再次调节水温，如用水点出水温度忽冷忽热，则使用者会不断调节水温，造成水的浪费。应核查管道局部高点是否设置自动排气阀及其是否正常工作，或在用水点增设定温混合阀。

7.2.14 热水配水管网处在用水高峰期，无热水循环要求时，热水循环泵不应自动启动。

【条文说明】当配水管网中有足量的用水、水流量足以维持管网的水温时，循环泵的启动产生的是无效流量，浪费能耗。调整热水循环泵启动温控点位置，该位置应设置管网水温相对较低的地点，以便确保配水管网中的水温。如温控点离循环泵较远，可通过楼宇自控系统远程控制。

7.2.15 排水系统雨污分流、管道漏损调适。排水系统应对以下参数或功能进行检查和调适：

- 1 超高层建筑排水系统的消能措施功能；
- 2 事故排水（地下室倒灌、堵塞、溢流、爆管、臭气污染）防范措施功能；
- 3 排水管道噪声控制措施。

【条文说明】查排水系统形式，是否设置消能设置、是否设置专用的通气立管。

地漏应进行去水检查与调适，将水源注入地漏内，检查地漏去水是否通顺，有否堵塞。

改善排水通气条件及改进排水流态，比如：是否采用环形通气管、专用通气管，平衡了排水立管内的正负气压，减少气塞现象；是否采用内壁螺旋纹构造、排水横支管与立管连接处的三通采用偏心三通，使排水横支管内水流对管壁的冲击，提高通气能力。

以第三方声学顾问的分析报告为依据进行调适。对既有建筑，降低排水管道噪声的有效措施是，在排水管上加吸音绵、隔音绵等材料。根据建筑的不同使用情况，还可采取更换水流特性好的给排水配件，更换节水消音型卫生器具等结合室内装修采取隔声降噪措施。

7.2.16 绿化灌溉系统调适应符合下列规定：

根据项目现场情况，采取喷灌、微喷灌、渗灌、滴灌等方式，配合温湿度控制器，达到水资源的有效利用。

7.2.17 定期核查非传统水源利用系统：

- 1 非传统水源利用系统及各设备的调适措施同给水系统。
- 2 非传统水源利用系统应按本标准 7.2.11 条要求进行水平衡测试。

【条文说明】水平衡测试目的使非传统水源系统能合理运行，即再生水、雨水、空调冷凝水等得到充分利用，所需自来水补水量减到最少。非传统水源系统水平衡测试可独立进行，也可与其他水系统联合测试。

项目若设有雨水收集回用系统或中水利用系统，物业应定期核查，确保系统的各环节：收集、过滤、水处理、消毒、回用等能正常运行，处理后的水质满足《城市污水再生利用城市杂用水水质》GB/T 18920 的要求，确保达标水质达到各用水点，起到节约用水的作用。

若发现设有以上系统，但实际因操作不当或维护不到位，使得建造的系统并未真正应用起来，造成资源的浪费。

7.2.18 各类用水水质应达到国家相关标准要求，若不达标，核查后进行调适。

【条文说明】水质涉及到饮用水安全问题，在给排水系统调适前应对项目现有的各类用水水质进行检测，如生活饮用水、直饮水、集中生活热水、游泳池水、采暖空调系统用水、景观水体、生活污水等。以第三方水质检测单位提供水质报告为依据进行调适。

若存在水质不达标情况，应排查原因：二次加压供水设备是否定期清洗和消毒，是否金属管道污染、管网末端是否有长时间未流动的陈水等。根据相关分析原因进行相应的水质调适，并制定调适实施计划。

热水水质对能耗的主要影响是碳酸盐硬度大时，将在水加热设备及管道内形成水垢，严重降低水加热设备的换热效果，造成热能损耗。当热水水质不能满足规定，应按现行《建筑给排水设计规范》GB 50015 的规定，提出软化处理、阻垢缓蚀处理等相应措施保证热水水质。

7.3 交付与质保

7.3.1 给排水调适验收时应提供的资料及服务，应包括以下内容：

- 1 调适对象改造前的评估报告
- 2 调适对象改造施工图纸资料
- 3 第三方水质检测单位提供的水质报告
- 4 水平衡测试报告
- 5 调适对象改造后的性能验证报告
- 6 调适对象整体调适竣工报告
- 7 培训服务
- 8 运维手册

7.3.2 给排水调适向交付对象提供的培训服务，应包括以下内容：

- 1 调适对象常见故障诊断
- 2 调适策略及调适目标运行参数的改变
- 3 保持调适效果的运维要求

7.4.3 给排水调适向交付对象提供的运维手册，应包括以下内容：

- 1 调适对象的改造方案及内容说明
- 2 运行策略要求
- 3 维保要求
- 4 质保书及质保单位通讯录

【条文说明】运维手册是指导被调适对象今后高效运行维护的重要指导文件，因此运维手册的内容需要十分明确和具体。

8 围护结构调适

8.1 一般规定

8.1.1 围护结构调适应关注安全、健康、舒适及节能等问题。

【条文说明】近年来，外墙保温系统开裂脱落事件，幕墙玻璃掉落事件都说明了围护结构系统安全性的重要性，因此，对于既有公共建筑围护结构进行调适，应首先检查其安全性是否满足要求。另外，围护结构结露发霉，墙体表面冬夏季的冷（热）辐射，都对人体健康和舒适性造成影响，因此也要加以关注。围护结构热工性能及气密性对于室内空调冷热负荷有较大影响，是决定建筑能耗大小的重要因素，因此节能性也是我们需要重点关注的方向。

8.1.2 围护结构调适的对象及性能有：墙体、屋面及地面热工性能；外窗及幕墙的热工性能、气密性、水密性、抗风压性能、玻璃光学性能；建筑整体气密性能；自然通风设施的通风性能；建筑室内眩光控制；建筑遮阳设施的遮阳性能；建筑采光设施的采光性能。

【条文说明】这里规定了围护结构调适的对象及具体对象的性能指标。主要依据建筑围护结构的部位，从安全，健康，舒适和节能等方面进行考虑。除了传统的围护结构对象外，同时针对近年来绿色建筑中出现的自然通风设施，遮阳设施，采光设施，眩光控制等提出了调适的要求。

8.1.3 当围护结构存在以下情形时，应考虑对其进行调适：

- 1 围护结构具有较大的节能空间，且其静态投资回收期小于或等于 8 年；
- 2 围护结构存在安全隐患；
- 3 围护结构影响室内舒适性和健康。

【条文说明】围护结构与室内机电系统相关联，如空调系统，影响其能耗；同时，围护结构本身对室内舒适度和健康也有较大的影响，性能优良的围护结构有利于保障室内舒适性和健康。围护结构系统同时具有一定的安全隐患，如围护结构外保温系统，门窗，玻璃幕墙等，均出现过安全事故，因此要关注围护结构的安全隐患问题。对于 2005 年以前建造的公共建筑，应结合外立面修缮的同时考虑对其调适，提升围护结构节能效果。对于 2005 年以后建造的公共建筑，应根据建筑的实际使用情况，如围护结构部件存在安全问题，室内舒适性和健康无法满足要求时，应考虑进行围护结构调适。

8.1.4 围护结构调适宜收集建筑围护结构完整的竣工资料。

【条文说明】围护结构构造隐蔽工程较多，无法直接从建筑表面了解其建筑材料和实际的构造。竣工资料对于了解既有建筑围护结构的设计和施工信息，帮助分析既有建筑现状和问题具有重要的作用。因此，开展既有建筑围护结构调适，应先收集项目的竣工资料，包括竣工图纸，施工过程中的记录，材料复验报告，施工日志等。

8.2 技术要求与措施

I 墙体、屋面及地面

8.2.1 在调查和分析阶段，应对墙体、屋面以及地面的下列热工性能参数进行评估：

- 1 传热系数

- 2 热工缺陷
- 3 热桥内表面温度
- 4 夏季内表面最高温度

8.2.2 建筑外墙、屋面及地面热工性能评估宜按照下列步骤进行：

- 1 查阅竣工资料，了解建筑墙体、屋面及地面结构构造做法和材料，以及变更信息；
- 2 对外墙、屋面及地面结构状况进行现场检查，调查了解其结构保温系统完好程度，实际施工做法与竣工图纸的一致性；
- 3 依据竣工资料信息和现场检查信息，初步计算并评估其热工性能是否满足国家或者地方节能标准要求；
- 4 对于竣工资料信息不全或者现场检查中存在疑问的信息，可对外墙、屋面及地面的热工性能参数进行检测，按照《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177 的规定执行；
- 5 对检测数据进行分析，确定外墙、屋面及地面调适的方向和调适潜力。

【条文说明】这里规定了外墙、屋面及地面热工性能的评估步骤和内容。基于经济、适用的原则，优先考虑查阅竣工图纸，了解外墙、屋面及地面设计构造，保温材料及其他建筑材料的热工参数，进行初步的计算，从而快速判断其热工性能是否满足现行地方标准《公共建筑节能设计标准》DGJ 08-107 的要求。对于无法获取建筑设计参数的，应直接采用现场检验的方式，依据《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177 对围护结构的热工参数进行实体检测判定。

存在以下情形时，应考虑对外墙、屋面及地面进行调适：

- 1 影响室内正常使用，包括外墙、屋面漏水
- 2 影响室内舒适性，如外墙内表面冬季结露、夏季内表面温度过高
- 3 当前的外墙、屋面或者地面热工性能较差，远远低于当前《公共建筑节能设计标准》DGJ 08-107 的要求，提升其热工性能具有较好的节能收益，静态投资回收期不大于 10 年。

8.2.3 在调适验收阶段，应对建筑外墙、屋面及地面性能进行验证，宜按下列步骤进行：

- 1 查阅建筑墙体、屋面及地面等调适改造内容方案及目标；
- 2 查阅调适改造后的施工文件，包括材料进场复验报告，钻芯取样检测报告；
- 3 依据施工文件数据，核算热工参数是否达到调适目标要求；
- 4 现场检查施工质量，采用红外热像仪，依据《居住建筑节能检测标准》JGJ/T 132，对外墙、屋面及地面热工缺陷进行检测分析，评估其影响程度大小。

综合核算结果和现场检测结果，评估调适后的外墙、屋面及地面热工性能改善效果以及是否达到调适目标。

【条文说明】外墙、屋面及地面改造完成后，对其性能验证应遵循快速便捷的原则。优先采信施工过程文件，包括材料进场验收资料，材料复验报告，钻芯取样检测报告，依据这些已有的文件数据，对外墙、屋面及地面的热工性能进行计算复验。同时，采用红外热像仪，对外墙面进行普测，评估热工缺陷及其影响程度。

II 外窗及幕墙

8.2.4 在调查分析阶段，应对外窗及幕墙的下列性能参数进行评估：

- 1 传热系数
- 2 玻璃可见光透射比
- 3 玻璃遮阳系数
- 4 气密、水密及抗风压性能

8.2.5 外窗或幕墙的性能评估宜按照下列步骤进行：

- 1 查阅竣工图，了解外窗或幕墙构造做法和材料，以及变更信息；
- 2 对外窗或幕墙结构状况进行现场检查，调查了解完好程度，实际施工做法与竣工图纸的一致性；
- 3 调查外窗或幕墙玻璃构造形式，窗框型材，采用测厚仪测量玻璃或者空气层厚度，初步评估其热工性能；
- 4 调查外窗或幕墙密封情况，包括外窗密封条及幕墙密封胶安装质量，必要时对外窗或幕墙气密性能进行现场检测，评估其气密性性能是否满足国家或者地方规范要求；
- 5 与使用者或者维保人员了解外窗或幕墙渗漏情况，并现场检查外窗或幕墙雨水渗漏点，必要时对外窗或幕墙水密性能进行现场检测，评估其是否满足国家或者地方规范要求；
- 6 对外窗或幕墙支撑构件质量进行目视检查，必要时对外窗或幕墙的抗风压性能进行现场检测，评估其是否满足安全要求；
- 7 基于现场检查和检测结果，综合评估外窗或幕墙性能的调适方向和潜力。

【条文说明】本条规定了外窗和幕墙现场评估的步骤和内容。外窗和幕墙作为围护结构重要的组成部分，这里重点关注其安全性及节能性。安全性主要检查其水密性以及抗风压性能，节能性主要检查其气密性，玻璃和窗框热工性能。对于每项性能的评估，主要遵循经济适用的原则，比如水密性可从其是否有渗水点进行检查判定，抗风压性能可从外窗或者幕墙的支撑框架的厚度进行测量并进行抗风压性能核算。必要时，对这些指标可进行现场检测，获得量化数据进行分析。外窗和幕墙的热工性能可从其玻璃构造进行初步判断，包括玻璃厚度，空气层厚度等可现场检测，再依据《建筑门窗玻璃幕墙热工性能计算规程》JGJ 151 进行验算。

根据《公共建筑节能设计标准》GB 50189 中 3.3.5 条的规定，建筑外门、外窗的气密性分级应符合《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106 中第 4.1.2 条的规定，并应满足下列要求：

- 1 10 层及以上建筑外窗的气密性不应低于 7 级；
- 2 10 层以下建筑外窗的气密性不应低于 6 级。

1) 建筑幕墙的气密性应符合《建筑幕墙》GB/T 21086 中第 5.1.3 条的规定且不应低于 3 级。

2) 存在以下情形时，应考虑对外窗和幕墙进行调适：

下雨天存在渗漏，影响室内正常使用；

- 1 外窗窗框变形，存在掉落风险或幕墙密封胶老化，存在脱落风险；
- 2 外窗或幕墙热工性能差，有较大的提升空间，并且有较好的节能效益，改造投资静态

回收期小于 10 年。

8.2.6 在调适验收阶段，应对外窗及幕墙的性能进行验证，宜按下列步骤进行：

1 现场检查外窗及幕墙的结构形式和施工质量情况。外窗包括窗玻璃构造形式，窗框与墙体连接处的密封处理及施工质量情况，窗扇的密封条类型及安装质量；幕墙玻璃构造形式，密封胶类型及安装质量；

2 核查外窗及幕墙玻璃的光学性能检测报告，整窗热工性能检测报告，幕墙单元性能检测报告，同时现场核实外窗及幕墙的可见光透过性能

3 存在疑问时，可对外窗及幕墙性能参数进行检测，其中外窗气密、水密、抗风压性能按照《建筑外窗气密、水密、抗风压性能现场检测方法》JG/T 211 的规定执行；幕墙气密、水密、抗风压性能按照《建筑幕墙气密、水密、抗风压性能检测方法》GB/T 15227 规定执行；

4 根据核查和检测结果对外窗及幕墙调适后的性能进行综合评价，评估其改善效果并判定其是否达到调适目标要求。

【条文说明】外窗或者幕墙改造完成后，对其性能验证应遵循快速便捷的原则。优先采信施工过程文件，包括材料进场验收资料，材料复验报告，型式检验报告，依据这些已有的文件数据，对外窗或者幕墙的热工性能进行计算复验。同时，可对外窗或幕墙的气密、水密、抗风压性能分别按照《建筑外窗气密、水密、抗风压性能现场检测方法》JG/T 211 以及《建筑幕墙气密、水密、抗风压性能检测方法》GB/T 15227 进行现场检测，进一步验证改造后的效果。

III 建筑整体气密性

8.2.7 在调查和分析阶段，建筑整体气密性能评估宜按照下列步骤进行：

1 了解项目是否存在漏风严重或者室内舒适度在空调系统开启情况下无法保证的问题；

2 如存在漏风严重的问题，则应现场检查门窗开启方式和密封情况，包括门窗扇密封条和玻璃镶嵌的密封条安装；墙体孔洞封堵情况；如存在室内舒适度在空调开启情况下无法保证的问题，应检查空调系统总送风量与总排风量的平衡性是否满足要求；

3 采用红外热像仪拍摄围护结构照片，确定建筑物渗漏点；

4 初步估算建筑整体漏风情况的严重程度；

5 如需进一步量化漏风量，则可对建筑整体气密性能进行检测，按照《公共建筑节能检测方法》JGJ/T 177 附录 B 或者《建筑物气密性测定方法风扇压力法》GB/T 34010 的规定执行。

6 根据现场调研及检测结果，评估建筑整体气密性能以及调适的方向和潜力。

【条文说明】公共建筑漏风主要分以下两种情形：一是建筑围护结构存在缝隙，因密封措施不到位造成的漏风，如门窗缝隙者墙体孔洞等，二是建筑使用中央空调过程中的送排风系统风量不平衡造成的漏风。对于第一种情形，应按照本章节的步骤和方法进行诊断和评估。对于第二种情况，应参考暖通空调章节的步骤和方法进行诊断和评估。

8.2.8 在调适验收阶段，应先对建筑整体气密性能进行验证，宜按照下列步骤进行：

1 选择需验证的典型房间或者单元；

2 逐一对选择房间或者单元进行整体气密性进行检测，按照《建筑物气密性测定方法风扇压力法》GB/T 34010 的方法进行；

3 根据检测结果，评估气密性调适后的改善效果，判定其是否满足调适目标要求或者不

大于 1 次/h。

【条文说明】验证的典型房间或单元可按照使用功能，楼层数进行划分。同种使用功能的房间应抽取底层，中层以及顶层房间分别进行测试。对于同一楼层的房间，如在打开房门的情况可使内部联通，可作为一个单元进行整体测试。

IV 建筑自然通风设施

8.2.9 在调查分析阶段，建筑自然通风设施性能评估宜按照下列步骤进行：

1 查阅竣工图，了解自然通风设施设计及实施的相关参数信息；

2 现场检查自然通风设施现状，包括安装位置、结构尺寸、通风管道的密封情况、调节控制设施动作情况、运行工况的符合情况；必要时，可对自然通风设施的通风效果进行检测，按照《建筑通风效果测试与评价标准》JGJ/T 309 的规定执行；

3 根据检查和检测结果，评估自然通风设施调适方向和调适潜力。

【条文说明】自然通风设施作为近年来绿色建筑中实施较多的一项技术措施，其实际运行过程中存在效果不佳的问题，具体如下：

1 有效通风面积不足

2 通风调节风阀无法正常调节

3 未按照自然通风的工况要求进行运行

4 顶部或侧向自然拔风电动窗无法开启

在现场调查分析阶段，应针对自然通风系统的这些问题进行检查和核实，必要时，可进行自然通风效果的量化评估，参照《建筑通风效果测试与评价标准》JGJ/T 309 的要求进行。

8.2.10 在调适验证阶段，建筑自然通风性能验证宜按照下列步骤进行

1 按照《建筑通风效果测试与评价标准》JGJ/T 309 第 4.2 节、第 4.3 节的规定对建筑室内换气次数以及新风量进行检测；

2 根据检测结果，判定自然通风设施调适后的通风效果是否符合调适目标要求。

【条文说明】自然通风效果实测，应合理选择测试房间，应兼顾不同使用功能，楼层和朝向。

V 建筑室内眩光控制

8.2.11 在调查分析阶段，建筑室内眩光控制评估宜按下列步骤进行：

1 查阅竣工图及其他设计文件，了解室内眩光控制措施及相关参数信息；

2 现场检查室内设施现状，包括墙面，地面以及顶面饰面层材料类型，与竣工图纸的一致性，同时检查室内设施的布置方位，窗口位置等信息，与使用者或者物业沟通是否存在眩光等问题，并做好相应的记录；

3 如需对室内眩光值进行量化评估，可参照《建筑照明设计标准》GB 50034 中附录 A 的要求进行；

4 对调查信息和检测数据进行汇总分析，评估室内眩光控制调适的方向。

【条文说明】对于室内眩光控制评估，当存在以下情形时，应考虑进行调适改善：

1) 受调查对象反映存在眩光问题并进行了核实确认；

2) 基于检测计算结果，室内眩光值超过标准限值要求。

8.2.12 在调适验收阶段，应对建筑室内眩光控制效果进行验证，宜按下列步骤进行：

1 选择典型房间，按照《建筑照明设计标准》GB 50034 中附录 A 的方法对室内眩光值进行检测评估；

2 选择典型的座位，对室内眩光控制情况进行核实确认；

3 根据检测结果和核实确认结果，对室内眩光控制效果进行综合评价，并判定其是否达到调适目标。

【条文说明】室内眩光的控制要求，不同使用功能房间有不同的要求，具体参照《建筑照明设计标准》GB 50034 第 5.3 节。典型房间选择要兼顾使用功能，朝向，室内装修布局等因素。

VI 建筑遮阳设施

8.2.13 在调查分析阶段，应对遮阳设施的下列性能参数进行评估：

1 遮阳设施结构尺寸

2 遮阳设施安装位置

3 遮阳设施转动角度及转动的一致性

4 遮阳设施遮光材料的光学性能，包括太阳光反射比和太阳光直接透射比

8.2.14 遮阳设施的性能评估宜按照下列步骤进行：

1 查阅竣工图纸，了解遮阳设施设计内容及参数；

2 现场检查遮阳设施。对于固定遮阳设施，应检查其安装位置和安装尺寸是否满足设计要求；对于活动遮阳设施，还应检查其转动角度是否满足要求，同时应对活动遮阳设施的遮光材料光学性能进行检测，按照现行《建筑玻璃可见光透射比、太阳光直接透射比、太阳能总透射比、紫外线透射比及有关窗玻璃参数的测定》GB/T 2680 的规定执行；

3 根据检查和检测结果，评估遮阳设施调适方向和潜力。

【条文说明】目前遮阳设施主要形式有固定和活动遮阳两种形式，其中活动遮阳又分为内遮阳、外遮阳以及玻璃中间遮阳。对于活动遮阳，由于使用过程中需要调节遮阳卷帘或者百叶，容易导致执行机构损坏或者故障，另外，执行机构两端受力不均匀容易导致卷帘或者百叶损坏，影响遮阳设施实际使用效果，因此需要进行调适。

存在以下情形时，应考虑对遮阳设施进行调适以改善其遮阳效果

1 遮阳设施电动马达有故障，活动遮阳百叶无法正确动作

2 活动遮阳设施无法按照既定工况运行

3 遮阳百叶损坏

8.2.15 在调适验收阶段，应对遮阳设施的性能进行验证，宜按下列步骤进行：

1 对于固定遮阳设施，应核查其安装位置和安装尺寸是否符合要求；

2 对于活动遮阳设施，应根据其运行工况，核查遮阳设施转动角度是否能够按照相应的指令正确执行，运行灵活，调节到位。

【条文说明】这里规定了遮阳设施性能验证的内容和步骤。遮阳设施分为固定遮阳和活动遮阳两种类型。对于固定遮阳设施，主要验证其安装位置是否合理，需要遮阳的位置位于采光口处，对于夏热冬冷地区，建筑的南向，西向以及东向需要进行遮阳，因此现场要结

合这些要求进行验证。另外固定遮阳设施的安装尺寸是否合理也需要进行验证，主要依据《居住建筑节能设计标准》DGJ 08-205 附录 E 的要求核算现场的安装尺寸是否能达到设计的遮阳系数要求。对于活动遮阳设施，现场主要见证其控制系统是否运行正常，遮阳百叶是否能够按照设定的工况要求调整到相应的角度。

VII 建筑采光设施

8.2.16 在调查分析阶段，应对采光设施的下列性能参数进行评估：

- 1 采光设施结构尺寸
- 2 采光设施安装位置
- 3 采光设施安装角度
- 4 采光设施的光学性能，包括太阳光反射比和太阳光直接透射比

8.2.17 采光设施的性能评估宜按照下列步骤进行：

- 1 查阅竣工图纸，了解采光设施设计参数及材料信息；

2 现场检查采光设施。对于固定采光设施，应检查其安装位置和安装尺寸是否满足设计要求；对于可调节采光设施，还应检查其转动角度是否满足要求，同时应对活动采光设施的遮光材料光学性能进行检测，按照现行《建筑玻璃可见光透射比、太阳光直接透射比、太阳能总透射比、紫外线透射比及有关窗玻璃参数的测定》GB/T 2680 的规定执行；

- 3 根据检查和检测结果，评估采光设施调适方向和潜力。

【条文说明】依据《建筑采光设计标准》GB 50033。

8.2.18 采光材料应符合下列要求：

1 采光设计时应综合考虑采光和热工的要求，按不同地区选择光热比合适的材料，可按本标准附录的规定取值；

2 导光管集光器材料的透射比不应低于 0.85，漫射器材料的透射比不应低于 0.8，导光管材料的反射比不应低于 0.95，常用反射膜材料的反射比可按表 8.2.18 取值。

表 8.2.18 常用反射膜材料的反射 β 值

材料名称	反射比	漫反射比
聚合物反射膜	0.997	<0.05
增强银反射膜	0.98	<0.05
增强铝反射膜	0.95	<0.05
阳极铝反射膜	0.84	0.64~0.84

8.2.19 采光装置应符合下列规定：

- 1 采光窗的透光折减系数 T_r 应大于 0.45；

2 导光管采光系统在漫射条件下的系统效率应大于 0.5，导光管采光系统的系统效率可按照表 8.2.19 取值。

表 8.2.19 导光管系统光热性能参数

装置名称	透光折 减系数 T_r	太阳得 热系数 $SHGC$	光热比 $T_r/SHGC$	传热系数 K 值 [$W/(m^2 \cdot K)$]	显色指数 R_a	紫外线 透射比
导光管 系统	0.72	0.35	2.06	2.1	95	0.00
	0.68	0.32	2.12	1.6	95	0.00
	0.60	0.32	1.86	1.6	95	0.00

存在以下情形时，应对采光设施进行调适以改善其采光效果：

- 1 采光设施存在安全问题，影响室内正常使用，如漏水问题、抗风压性能不达标；
- 2 采光设施采光效果不佳，具有提升的空间。

8.2.20 调适验收阶段，应对采光设施的性能进行验证，宜按下列步骤进行：

- 1 对于固定采光设施，应检查其安装位置和安装尺寸；

2 对于活动采光设施，应根据其运行工况，检查采光设施转动角度是否能够按照相应的指令正确执行，运行灵活，调节到位；同时根据每个运行工况，按照《采光测量方法》GB/T 5699 的规定对室内采光系数进行检测；

3 根据检测结果，验证采光设施改善室内采光效果的程度，并与设计目标进行比较，判定其是否达到要求。

【条文说明】采光效果性能验证应考虑不同使用功能房间，具体参照《建筑采光设计标准》GB 50033 第 4 章中关于公共建筑的要求。

8.3 交付与质保

8.3.1 围护结构调适验收时应提供的资料及服务，应包括以下内容：

- 1 调适对象改造前的检测评估报告
- 2 调适对象改造施工图纸资料
- 3 调适对象改造后的性能验证报告
- 4 调适对象整体调适竣工报告
- 5 培训服务
- 6 运维手册

8.3.2 围护结构调适向交付对象提供的培训服务，应包括以下内容：

- 1 调适对象常见故障诊断
- 2 调适策略及调适目标运行参数的改变
- 3 保持调适效果的运维要求

8.3.3 围护结构调适向交付对象提供的运维手册，应包括以下内容：

- 1 调适对象的改造方案及内容说明

- 2 运行策略要求
- 3 维保要求
- 4 修缮要求
- 5 质保书及质保单位通讯录

【条文说明】运维手册是指导被调适对象今后高效运行维护的重要指导文件，因此运维手册的内容需要十分明确和具体。这里提出的修缮要求，主要是从安全性出发，围护结构经过一定年限使用后存在安全风险，需要考虑修缮。对于墙体外保温系统，其修缮要求主要参考《建筑外墙外保温系统修缮标准》JGJ 376 表 8.3.3。

表 8.3.3 外墙外保温系统检查周期

已使用年限 A (年)	检测周期
$A \leq 9$	3 年
$9 < A < 15$	2 年
$A \geq 15$	1 年

8.3.4 需进行季节性工况调适的围护结构系统，应在季节性工况调适完成后进行验收和交付。

【条文说明】自然通风系统，应选择在过渡季（春季或者秋季）进行性能验证工作，完成后组织竣工验收。

9. 智能化系统调适

9.1 一般规定

9.1.1 智能化系统调适范畴包括传感器数据选取与数据读取、设备状态读取及故障显示、系统自动控制、能量计量、中央监控及管理。

9.1.2 智能化调适应符合下列规定：

1 传感器读取数值正常，量程、调零、精确度符合要求。执行器状态正常。传感器和执行器如出现故障或精确度达不到要求，应进行校核或更换。如缺少影响调适的传感器和执行器，应进行加装；数据颗粒度应满足调适要求；重要参数有趋势图，其控制响应速度、稳定性和静态误差满足要求；

2 现场设备及智能化系统完好、能正常工作；

3 控制器及控制系统具有稳定性、可操控性；

4 智能化调适不影响调适对象正常使用；

5 智能化调适是基于调适对象实际使用需求而进行的提升。

9.1.3 传感器的校核周期不宜超过 1 年，系统及设备的维护工作应 1 次/年。

9.1.4 传感器数据、设备运行参数读取频率不宜超过 15 分钟/次，故障类数据及设备开关为即刻触发。

9.1.5 调适完毕后，传感器及设备参数应完整、正常并符合精确度要求；系统运行稳定、不出现振荡现象。

9.2 技术要求与措施

I 暖通空调智能化系统调适

9.2.1 传感器选择及安装应符合下列要求：

1 当传感器用于安全保护及设备状态监测时，宜选择以开关量形式输出的传感器（如：温度开关、压力开关、气流开关、水流开关、压差开关、水位开关等），不宜使用连续量输出的传感器。

2 传感器的输出可以是 4~20mA 电流、0~10V 电压或脉冲宽度信号，以及某种通讯协议的直接数字信号。

3 温度、湿度传感器测量范围应为测点处温度范围的 1.3~1.5 倍，传感器测量范围和精确度应与二次仪表匹配，并高于工艺控制和测量精确度的要求。

4 壁挂式空气温度、湿度传感器应安装在空气流通，能反映被测房间空气状态的位置，安装位置附近不应有热源和水滴，应远离新风口；风道内温度、湿度传感器应保证插入深度，不得在测头与风道外侧形成热桥，应在风管保温层完成后安装，宜安装在风速平稳的风管直管段；插入式水管温度传感器应保证测头深度在水流的主流区范围内，与工艺管道预制安装同时进行，应在水流温度变化灵敏和具有代表性的地方安装，不应在阀门等阻力件、水流流束死角以及振动较大的位置安装；用于检测系统供、回水管温差的两个温度传感器应成对选用，且温度偏差系数应同为正或负。

5 压力(压差)传感器的工作压力(压差)应大于该点可能出现的最大压力(压差)的 1.5 倍，量程的上限值应为该点压力(压差)正常变化范围的 1.3~1.5 倍；在同一建筑层的同一水系统

上安装的压力(压差)传感器宜处于同一标高；测压点应选在管内流体稳定的地方，应根据具体的流体类型选择适当的安装位置，且在手动二通阀与压力传感器之间，需要安装一段阻尼盘管（即缓冲管）避免震动。

6 流量传感器量程应为系统最大工作流量的 1.3~1.5 倍；宜选用具有瞬态值输出的流量传感器；安装应避免有较强交直流磁场或有剧烈振动的场所，且位置前后应有保证产品所要求的直管段长度或其他安装条件。

7 易燃、易爆环境应使用防燃防爆型传感器。

8 冷量计量应采用冷量计，不宜采用供回水温差乘以瞬时流量的方法。

9.2.2 测量数据精确度应符合以下要求：

1 温度传感器，信号类型为电阻型或电流/电压型，测量精确度在 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 范围内（环境温度在 25°C 时），使用环境要求 $0\sim 100\% \text{RH}$ （无凝露）、 $-40^{\circ}\text{C}\sim 150^{\circ}\text{C}$ ，感温探头有多种长度可选。

2 湿度传感器，信号类型为电流或电压型，测量精确度在 $\pm (3\%\sim 5\%) \text{RH}$ 范围内（环境温度在 25°C 时），使用环境要求 $0\sim 100\% \text{RH}$ （无凝露）、 $-40^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ ，供电电压为 24VAC 或 24VDC。

3 液体压力传感器，信号类型为电流或电压型，测量精确度在 $\pm (1\%\sim 3\%) \text{FS}$ （FS 为满刻度量程）范围内，多种压差范围可选，如： $0\sim 100\text{kPa}$ 、 $0\sim 250\text{kPa}$ 、 $0\sim 600\text{kPa}$ 、 $0\sim 1000\text{kPa}$ 、 $0\sim 1600\text{kPa}$ 、 $0\sim 2500\text{kPa}$ 、 $0\sim 4000\text{kPa}$ ，供电电压为 24VAC 或 24VDC。

4 液体流量传感，信号类型为电流或电压型，测量精确度在 $\pm 3\% \text{MV}$ （MV 为测量值）范围内，适配水管道管径范围： $\text{DN}50\sim \text{DN}1000$ ，供电电压为 24VAC 或 24VDC。

5 一氧化碳传感器及二氧化碳传感器的测量精确度在 $\pm (5\sim 10) \text{ppm}$ 。

6 空气质量传感器中各参数精确度：温度： $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 、湿度： $3\%\sim 5\%$ 、二氧化碳 $\pm (5\sim 10) \text{ppm}$ 、PM2.5： $\pm 10\%$ 。

9.2.3 执行器、变频器选择应符合下列要求：

1 电加热器、加湿器的容量调节宜采用开关量输出；

2 阀门执行器的动力源宜采用电动式；

3 仅以通断两种状态做系统切换时，应采用开关量输出的电磁阀或电动通断阀；用于对流量连续调节时宜采用模拟量输出的电动调节阀；

4 采用中央监控管理系统中电动阀执行器现场应配置手动控制的开关，操作人员现场调控阀门时，中央监控管理系统应得到电动阀执行器的状态信息；

5 电动机的控制调节可根据其容量、供电系统配置和系统要求的调节方式来选择开关量或模拟量输出方式；

6 采用中央集中控制系统中大口径管道通断阀门宜采用 AC/220V（或 380V）电源，执行器应带反馈信号；

7 采用中央集中控制系统中比例调节型阀门宜采用 AC/24V 电源，可输出 $4\sim 20\text{mA}$ 电流或 $0\sim 10\text{V}$ 电压信号控制开度；

8 风阀与空调设备联锁时宜采用 AC/220V（或 380V）电源；风阀执行器的额定工作电流应不大于 $0.7\text{A}/\text{m}^2$ 。

9 变频器应设定运行下线，对于普通的风机、泵类等电机，建议不低于 30HZ；调适变频器前，应根据产品说明书进行调整及参数设置。

9.2.4 运维数据内容应包括设备的监测参数及电量、系统供回水温度及流量、室外温湿度、室内环境参数等。

【条文说明】运维数据内容详见下表 9.2.4，具体项目根据系统形式和要求确定。

表 9.2.4 运维数据监测参数

运维数据内容	监测参数（▲部分为建议项）
冷水（热泵）机组	设备运行时间、温度设定值 机组进出口温度 冷凝、蒸发温度、压力 机组负载率 机组电压、电流、耗电量 启停和故障状态
锅炉	锅炉供回水温度、排烟温度 锅炉供水温度设定值 ▲锅炉排放氮氧化物指标 锅炉真空度 锅炉耗气量 启停和故障状态
水泵	水泵启停状态、频率 ▲水泵轴承温度 ▲水泵振动数据 水泵电压、电流、耗电量
冷却塔	风机运行状态、频率 冷却塔风机电压、电流、耗电量
组合式空调箱和新风机组	室内外空气温、湿度 机组送回风温度 进回水温度 空气过滤器压差开关状态 风机、水阀、风阀等启停状态和参数 加湿量
风机	风机运行状态、频率 启停和故障状态

系统供回水温度及流量	冷却侧供回水温度、流量 冷冻侧供回水温度、流量
系统中电动阀门	阀门的状态、开度
室外环境	室外温度、湿度
室内环境	温度、湿度、二氧化碳、PM2.5、▲一氧化碳

9.2.5 现场控制器和中央监控管理系统智能化系统调适应符合下列规定：

- 1 检测设备通讯、传感器、执行器的信号传输与现场控制器技术要求一致性；现场控制器上传数据方式、上传时间间隔应满足调适需求；
- 2 上传控制逻辑至现场控制器，并检验现场控制器单点功能的正确性；
- 3 测试现场控制器与上位机组态的通讯网络，达到产品技术要求；
- 4 模拟上位机停机和现场控制器与上位机通讯网络中断或故障状态下，现场控制器应能正常工作，现场设备应能保持正常自动运行状态，且上位机应有控制器离线故障报警信号；
- 5 登录网站查看远程监控软件的显示功能状况及对应数据的采集、处理情况，并验证各类数据的准确性、及时性、可靠性；系统联动调适。

9.2.6 空调系统和空气处理装置智能化系统调适应符合下列规定：

- 1 风机盘管或多联式空调（热泵）机组室内机应设置室温控制装置，检测控制线路符合技术文件要求，由温控器就地控制或远程控制；多联式空调（热泵）机组室外机应提供通讯协议，便于计算外机系统能效；
- 2 验证空气处理装置中传感器、执行器信号传输符合控制器技术文件要求，单点功能测试完成后，进行系统联动调适。

II 照明与电气智能化系统调适

9.2.7 照明智能化系统调适应符合下列规定：

- 1 检查照明控制箱接线、开关状态；
- 2 每次仅对一个回路进行测试，测试回路对应灯具的状况；
- 3 采用集中控制的照明系统，专业承包商应与负责计算机控制系统的承包商协调完成调试。

9.2.8 当既有建筑设置用能检测系统时，应充分利用现有监测系统设备，电耗应根据用途进行采集分类；监测系统应采用成熟技术、可靠且适用的设备。

9.2.9 既有建筑以下回路宜配置能耗计量装置：

- 1 市政给水管网引入总管及厨房餐厅的供水管；
- 2 空调系统的冷热源机组、冷冻水泵、冷却塔、冷却水泵、热水循环泵、电锅炉主要设备的配电回路，租赁使用场所及独立经济核算的单元配置电子式电能计量装置；
- 3 市政供气管网引入管及厨房餐厅用气管。

9.2.10 分项计量系统调适应符合下列规定：

- 1 验证用能监测系统中信息采集点、计量表具的编码地址与能耗监测平台对应数据的编

码地址无误；查验互感器配比与二次表具配比是否一致；

2 测试计量表具的数据采集器通讯端口、波特率和校验位等信息与计量表具的直读信息的一致性，相关通讯协议符合国家规范；

3 验证计量表具的直读数据与通讯数据的一致性；

4 逐一核对计量表具盘面值与能耗监测平台中采集的数据，两者应一致；

5 应设置数据采集器的现场 IP 地址、网关及 DNS 和数据监测中心的 IP 地址、端口，测试数据正常传输状况。

6 登录网站查看能耗远程监测系统软件的显示功能及对应的数据采集、处理情况，验证数据处理的正确性；

7 系统联动调试，并各个环节发送和接收数据的准确性、及时性、可靠性进行验证。

III 给排水系统调适

9.2.11 水表应具有采集水流量、对计量数据传输和标准通信接口的功能；水表精确度应不低于 2.5 级，性能参数应符合《封闭满管道中水流量的测量饮用冷水水表和热水水表》GB/T 778 的规定。

9.2.12 计量水表还应符合下列规定：

1 水表在安装时宜采用底座或托架，避免过渡应力造成损伤；

2 水表应始终充满水，且安装后不影响供水系统正常运行；

3 水表应防止积水和雨水渗入，并无渗漏情况；

4 水表上游应安装阀门，以便后续维护更换。

9.2.13 阀门执行器应根据介质（水或汽）特性选择自动控制阀。

9.2.14 现场控制器和中央监控管理智能化系统调适：

1 验证现场温度传感器、压力传感器、执行器等信号输出满足技术要求；

2 测试传感器数据及执行器动作，满足技术要求；

3 现场控制器与上位机组态联动通讯网络测试，达到产品技术要求；

4 依照供水温度、用水量对系统联动调适。

IV 遮阳系统调适

9.2.15 光照传感器宜具有高精确度，允许偏差为 $\pm 5\%$ 并核查光照度传感器的零点；输出可以是 4~20mA 电流、0~10V 电压等信号，响应时间不宜超过 1 秒。

9.2.16 风速传感器启动风速： $\leq 1\text{m/s}$ ，允许偏差为： $\pm 0.5\text{m/s}$ ；风向传感器分辨力为 3° ，误差宜不超过 $\pm 5^\circ$ ，并核查风速传感器的死区；

9.3 交付与质保

9.3.1 智能化调适验收时应提供的资料及服务，应包括以下内容：

1 调适前的检测评估报告

2 调适对象的图纸资料

3 调适后的传感器、执行器等设备性能检测报告

4 调适对象的竣工报告

5 培训服务

6 运维手册

9.3.2 智能化调适向交付对象提供的培训服务，应包括以下内容：

1 调适对象常见故障诊断

2 调适对象预设参数的调整

3 调适对象的中央集中控制系统操作方式

4 保持调适效果的运维要求

9.3.3 智能化调适向交付对象提供的运维手册，应包括以下内容：

1 调适方案及内容说明

2 传感器、执行器、中央集中控制器等设备的运行及调整方式

3 维保要求

4 质保书及质保单位通讯录

9.3.4 需根据其它专业进行季节性工况调适的智能化系统，应在季节性工况调适完成后进行验收和交付。

附录 A 暖通空调系统平衡调适方法

A.0.1 水系统平衡调适

1 准备工作

- 1) 校核水系统每个分支的空调冷热水目标流量是否合理；
- 2) 检查水泵、组合式空调机组和风机盘管的水过滤器是否存在脏堵；
- 3) 检查空调冷热水管路的手动阀门（包括蝶阀、闸阀、静态平衡阀）是否处于全开状态，且阀门开度可调；
- 4) 检查组合式空调机组和风机盘管的冷热水电动调节阀是否可以正常工作，且处于全开状态；
- 5) 检查系统静压是否足够，以防止真空和气蚀；
- 6) 检查相关水泵的开启台数是否符合实际运行最大需求工况的要求；
- 7) 在水系统平面图和系统图上详细标注目标流量；
- 8) 准备好平衡调适所需的记录表格和设备。

2 调节方法

常用的水力平衡调适方法为比例调节法。

- 1) 适用条件：每个支路的阻抗不发生变化，且均安装具有良好调节特性的水力平衡阀。
- 2) 调适范围：干管上各立管间的平衡、立管上各支管间的平衡、支管上各末端装置间的平衡。

3) 调适步骤：

a. 支管上各末端装置间的平衡

步骤 a1：启动并联冷水泵（P1 和 P2），此时冷水机组可不运转。

步骤 a2：测量并记录主管总流量以及其与设计流量的流量比。若总流量低于设计流量，可能存在的原因有：①手动阀、平衡阀及电动调节阀等未全开；②系统管路中空气未排尽；③水过滤器堵塞；④水泵扬程不足。须逐一检查，找到并解决问题。

步骤 a3：逐一记录其它所有平衡阀的流量及其流量比，此时最不利环路上的阀门（如 3U9）存在测不到流量的可能，可不必理会。测量时无顺序要求。

步骤 a4：找出流量比值最大的区域管平衡阀（如 Z1），通常为离水泵最近者，但也可能例外。

步骤 a5：找出区域平衡管 Z1 中流量比最大的支管阀（如 1B1），此支路为需最先进行平衡调节的管路。第一次测量的结果，为实施平衡调节前系统初始状态。

步骤 a6: 在第一轮测量的结果中, 找出支管阀 1B1 中流量比最小的设备管平衡阀 (如 1U3), 以此阀作为指标阀, 保持其全开状态。此时, 1U3 的流量可能低于设计流量, 即其流量比小于 1。

步骤 a7: 将一台平衡阀测量计接在此指标阀 (1U3) 上, 在后续步骤中测量其他设备管平衡阀 (1U1、1U2) 时, 观察其流量比值的变化。

步骤 a8: 调节主管流量, 使其在 100% 至 110% 设计流量间, 例如取 110%, 即流量比 = 1.10。

步骤 a9: 缓缓关小支管阀 1B1 中流量比值最大的设备管平衡阀 (如 1U1), 使其流量比值降至 1.10。

步骤 a10: 继续关小流量比值次大的设备管平衡阀 (如 1U2), 使其流量比值同样降至 1.10。

步骤 a11: 将所有流量比大于 1.10 的设备管平衡阀关小, 使流量比值降至 1.10。
注: 此时指标阀 1U3 的流量比值会逐渐上升。

步骤 a12: 继续测量原流量比值小于 1.10 之设备管平衡阀, 此次测量, 将发现其流量比值上升, 若上升至流量比 > 1.10, 将其流量比值调回 1.10。

步骤 a13: 在完成 1B1 支管中最后一个设备管平衡阀的测量和调节后, 我们会发现之前完成的设备管平衡阀其流量比值已经变化, 不再是 1.10 了。因此需要重复步骤 a7 到步骤 a14 的七个步骤, 直至 1B1 支管上所有设备管平衡阀的流量比值相等且等于 1.10。完成 1B1 支管调节后, 重复上述步骤, 依次完成 Z1 区域管中流量比值次大的支管阀比如 1B2 的设备管平衡阀 (1U4、1U5 和 1U6), 直到属于同一区域管 Z1 的设备管平衡阀完成平衡调节为止。

步骤 a14: 同上步骤, 继续对区域管 Z2 的设备管平衡阀 2U1~2U9 和 Z3 的设备管平衡阀 3U1~3U9 进行测量调节, 直到完成所有设备管平衡阀的平衡调节工作。

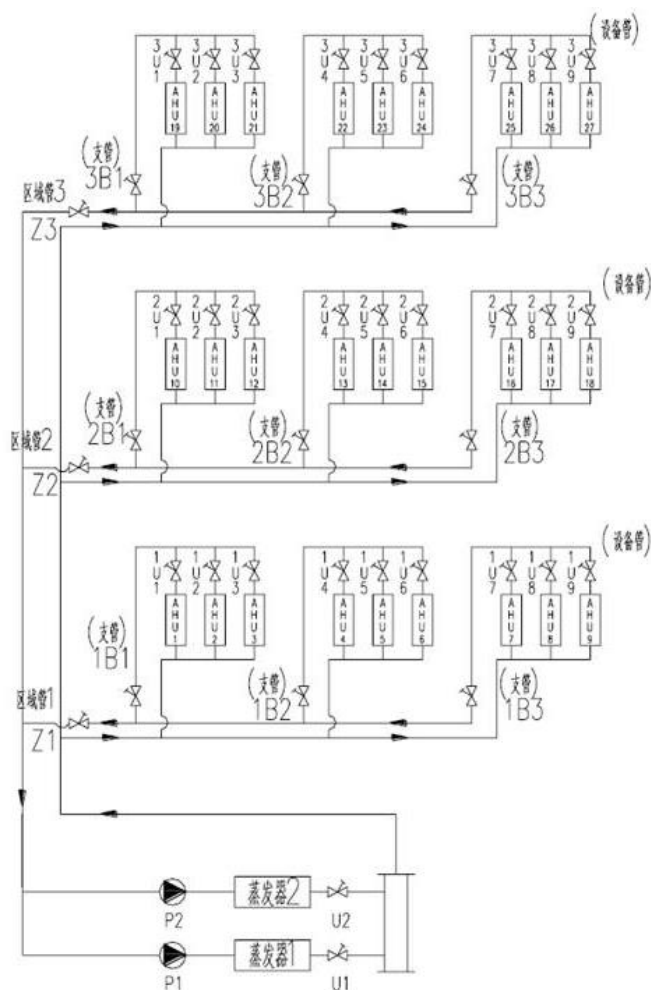


图 A.0.1 分区空调冷冻水系统图

b.立管上各支管间的平衡

完成设备管平衡阀平衡调节后，原各支管阀中各设备管阀对同一支管而言，就如同将原来单个的 AHU 等效为一台型号较大的“中 AHU”（如图 A.0.2），因此所有支管平衡阀(1B1~1B3, 2B1~2B3 及 3B1~3B3)之平衡作业与前述设备管平衡阀的步骤一样，其重点如下：

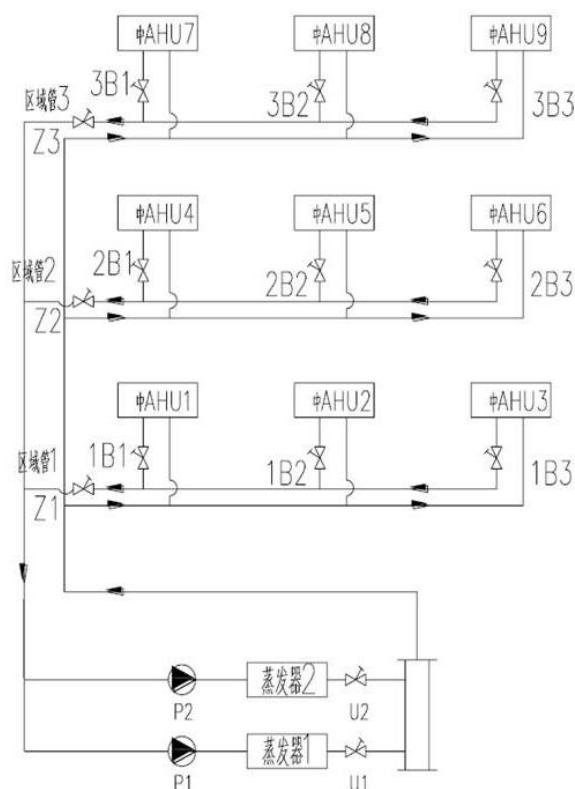


图 A.0.2 设备管路平衡后采用“中 AHU”

步骤 b1: 测量记录原流量比值最大的区域管阀 Z1 中的各支管阀(1B1、1B2 及 1B3)的流量及流量比值,以流量比值最小的支管平衡阀(如 1B3)为指标阀。此指标阀(1B3)暂时保持全开状态,不调节。

步骤 b2: 将使用于步骤 a7 中的设备管指标阀测量计,改接到此支管指标阀(1B3)上。

步骤 b3: 缓缓关小流量比值最大的支管平衡阀(如 1B1),使流量比值=1.10。

步骤 b4: 缓缓关小流量比值次大的支管平衡阀(如 1B2),使流量比值=1.10。

步骤 b5: 观察指标阀 1B3 的流量比值,若流量比值 >1.10 ,则将其调节为流量比值=1.10。

步骤 b6: 根据上述步骤,依序调节各支管平衡阀(2B1~2B3 及 3B1~3B3),使其流量比值等于 1.10。

c. 干管上各立管间的平衡

步骤 c1: 完成支管平衡作业后,原各支管平衡阀(1B1、1B2 及 1B3),对区域管平衡阀 Z1 而言,可进一步等效为一台更大的“大 AHU”(如图 A.3),所有区域管平衡阀(Z1、Z2 及 Z3)的平衡作业,如同前述支管平衡阀的平衡步骤一样,其重点如下(此时所有区域管平衡阀(Z1、Z2 及 Z3)仍为全开状态,但其流量比值已不同于初步测量时之流量比值:

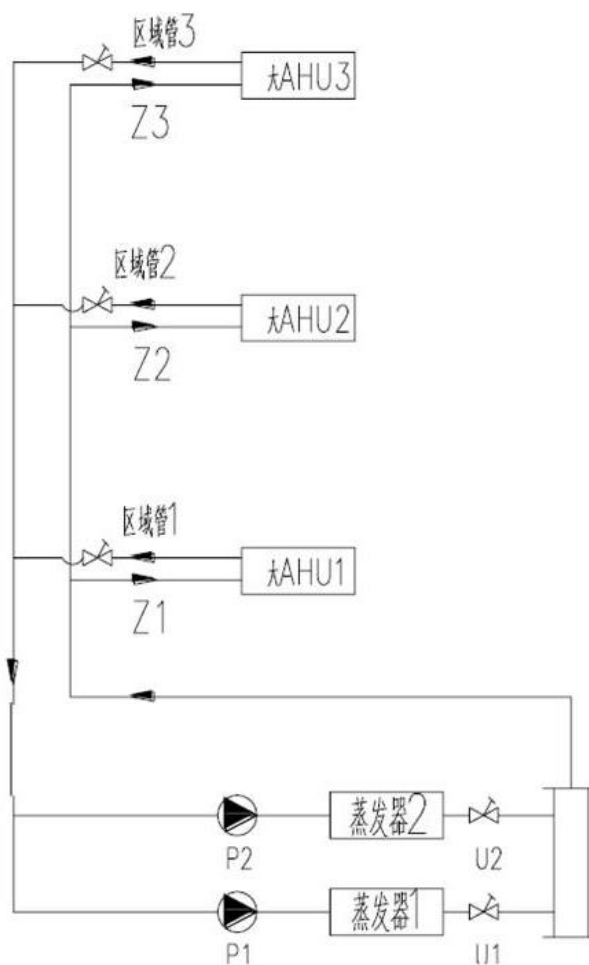


图 A.0.3 支管路平衡后采用“大 AHU”

步骤 c2: 测量记录各区域管平衡阀 (Z1、Z2 及 Z3) 的流量及流量比值, 以流量比值最小的区域管平衡阀例如 Z3 为指标阀。此指标阀 Z3 暂时保持全开状态, 不调整。

步骤 c3: 将接于步骤 b2 中的指标阀测量计, 改接到此区域管指标阀 (Z3) 上。

步骤 c4: 缓缓关小流量比值最大的区域管平衡阀 (例如 Z1), 使流量比值降为 1.10。

步骤 c5: 缓缓关小流量比值次大的区域管平衡阀 (例如 Z2), 使流量比值降为 1.10。

步骤 c6: 观察 Z3 的流量比值, 若流量比 > 1.10 , 则将其调节为流量比 = 1.10; 若流量比 < 1.10 , 则重新测量调节主管流量, 使指标阀 Z3 的流量比值上升至 1.10。

d. 干管的调整方法

步骤 d1: 缓慢调节主管流量至流量比 = 1.00, 并观察区域管指标阀 (Z3) 的测量计。

步骤 d2: 若 Z3 阀之流量比值等于 1.00, 则其他所有平衡阀之流量比值亦应接近 1.00。

步骤 d3: 将阀 Z3 之流量计改接至初步测量中流量比值最小的设备阀(例如 3U9), 若其流量比值等于 1.00, 则完成冷水系统之平衡调整作业, 否则继续微调流量比值 \neq 1.00 之平衡阀。

步骤 d4: 记录所有测得的数据, 并编写水力平衡报告。基本上, 设备管路、支管及区域管之平衡阀的重点是执行平衡作业, 使各管路先达到平衡状态, 即流量比值相等, 但尚未调节至设计流量值(即流量比值=1.00); 当主管流量调节至流量比值=1.00 时, 所有管路亦将自动以比例被调整为设计流量值而完成此水系统之平衡调整作业。

系统中所有的水力平衡阀的实际流量均等于设计流量, 实现了水力平衡。由于并联系统的每个分支的管道流程和阀门弯头等配件存在差异, 造成各并联平衡阀两端的压差不相等, 当进行后一个平衡阀的调节时, 将会影响到前面已经调节过的平衡阀, 且对其相邻的支路影响最大。当个别平衡阀开度调节比较大的时候, 则需对其相邻支路再次进行测量和调节。

A.0.2 风系统平衡调适

1 准备工作

- 1) 检查、确认风机已经完成单机试运转调试, 风系统正常运行;
- 2) 检查、确认风系统各末端风口安装符合设计要求, 无漏风;
- 3) 检查风系统管路的手动调节阀是否处于全部打开状态, 且阀门开度可调;
- 4) 检查、确认系统防火阀处于全开状态;
- 5) 在风系统平面图和系统图上详细标注设计风量;
- 6) 准备好平衡调试所需的记录表格、仪器和设备。

2 调适方法

风量调适方法有基准风口法和流量等比分配法, 调适时可根据空调系统的情况采用相应的方法。

3 基准风口法

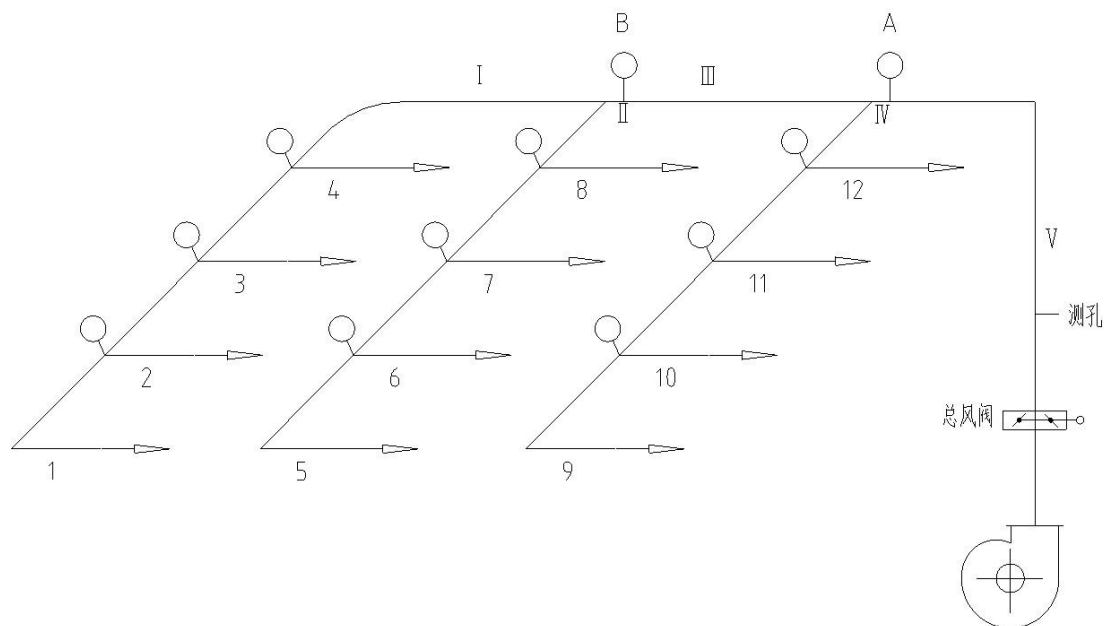


图 A.0.4 基准风口法系统风量平衡调适示意图

以图 A.0.4 为例，具体步骤如下：

1) 将系统支路及末端调节阀全部打开，总阀门处于实际运行某位置。然后启动风机，初测全部风口的风量，计算初测风量与设计风量的比值（百分比），并列于记录表格中。

2) 在各支路中选择比值最小的风口作为基准风口，进行初调。

3) 先调整各支路中最不利的支路，一般为系统中最远的支路。用两套测试仪器同时测定该支路基准风口（如风口 1）和另一风口的风量（如风口 2），调整另一个风口（风口 2）前的调节阀，使两个风口的风量比值近似相等；之后，基准风口的测试仪器不动，将另一套测试仪器移到另一风口（如风口 3），再调节另一风口（风口 3）前的调节阀，使两个风口的风量比值近似相等。如此进行下去，直至此支路各个风口的风量比值均与基准风口的风量比值近似相等为止。

4) 同理调整其它支路，各支路的风口风量调整完后，再由远及近，调整两个支路（如支路 I 和支路 II）上的手动调节阀（如手动调节阀 B），使两支路风量的比值近似相等，如此进行下去。

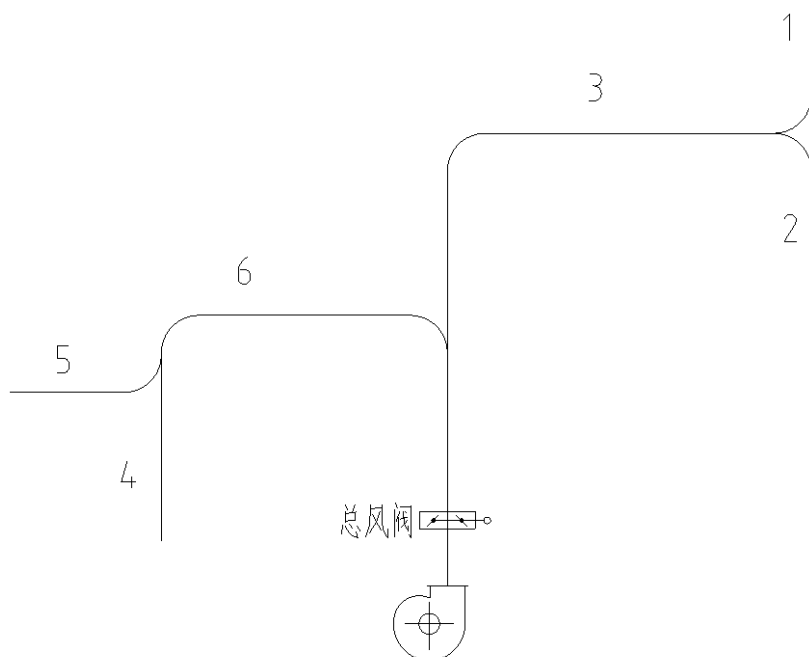
5) 各支路送风口的送风量和支路送风量调适完后，最后调节总送风道上的手动调节阀，使总送风量等于设计总送风量，则系统风量平衡调试工作基本完成。

6) 总送风量和各风口的送风量能否达到设计风量，尚取决于送风机的出风率是否与设计选择相符。若达不到设计要求就应寻找原因，进行其它方面的调整。调整达到要求后，在阀门的把柄上用油漆做好标记，并将阀位固定。

7) 风量测定值的允许偏差：风口风量测定值与设计值的允许偏差为 15%；系统总风量的测定值应大于设计风量 10%，但不得超过 20%。

4 流量等比分配法

此方法用于支路较少，且风口调节装置（如调节阀、可调的风口等）不完善的系统。系统风量的调整一般从最不利的环路开始，逐步调向风机出风段。如图 A.0.5 所示，先测量支管 1 和 2 的风量，并用支管上的阀门调整两支管的风量，使支管 1 和 2 风量的比值与二者设计风量的比值近似相等。然后测量并调整支路 4 和 5、支管 3 和 6 的风量，使其风量的比值与设计风量的比值都近似相等。最后测量并调整风机的总风量，使其等于设计总风量。这一方法称“风量等比分配法”。调整达到要求后，在阀门的把柄上用油漆记上标记，并将阀位固定。



A.5 流量等比分配法系统风量平衡调适示意图

附录 B 水平衡测试报告参考大纲

第一章 水平衡测试概况
1.1测试目的
1.2测试依据
1.3测试范围
1.4测试周期
1.5基本信息
1.6用水概况
1.7主要用水设备信息
1.8水资源计量及统计状况
1.9用水管网图
第二章 水资源管理状况
2.1水资源管理机构
2.2水资源管理方针和目标
2.3用水管理制度
第三章 测试公式与测量仪器
3.1 相关术语与计算公式
3.2 标记符号与示意
3.3 测试仪器
第四章 水平衡测试
4.1测试依据
4.2测试方法
4.3数据统计
4.4数据分析
第五章 节水潜力与建议
5.1 已实施的节水措施
5.2 节水潜力分析
5.3 节水改造方案与建议
第六章 测试结论

用水指标应包括：总用水量、单位面积用水量、人均用水量、用水管网漏损率等；与国家政策、标准对标，评估既有公共建筑在节约用水方面工作程度；节水器具的应用；水资源管理的问题与建议等。

本标准用词说明

- 1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
 - 1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

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用词：

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用词：

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

引用标准名录

- 1 《工业循环冷却水处理设计规范》GB/T50050
- 2 《三相交流系统短路电流计算标准》GB/T-1555
- 3 《电能质量公用电网谐波》GB/T 14549
- 4 《建筑照明设计标准》GB50034
- 5 《清水离心泵能效限定值及节能评价值》GB 19762
- 6 《节水型产品通用技术条件》GB/T 18870
- 7 《节水型生活用水器具》CJ/T 164
- 8 《用水单位水计量器具配备和管理通则》GB 24789
- 9 《公共机构能源计量器具配备和管理要求》GB/T 29149 标准
- 10 《企业水平衡测试通则》GB/T 12452
- 11 《节水型企业评价导则》GB/T 7119
- 12 《公共建筑节能设计标准》DGJ 08-107
- 13 《居住建筑节能检测标准》JGJ/T 132
- 14 《建筑门窗玻璃幕墙热工性能计算规程》JGJ 151
- 15 《建筑幕墙》GB/T 21086
- 16 《建筑外窗气密、水密、抗风压性能现场检测方法》JG/T 211
- 17 《建筑幕墙气密、水密、抗风压性能检测方法》GB/T 15227
- 18 《公共建筑节能检测方法》JGJ/T 177
- 19 《建筑物气密性测定方法风扇压力法》GB/T 34010
- 20 《建筑通风效果测试与评价标准》JGJ/T 309
- 21 《建筑玻璃可见光透射比、太阳光直接透射比、太阳能总透射比、紫外线透射比及有关窗玻璃参数的测定》GB/T 2680
- 22 《建筑采光设计标准》GB 50033
- 23 《采光测量方法》GB/T 5699
- 24 《建筑外墙外保温系统修缮标准》JGJ 376
- 25 《封闭满管道中水流量的测量饮用冷水水表和热水水表》GB/T 778

