北京广播电视台国贸办公区中央空调系统能源智能管控服务升级项目政府采购合同

甲方：北京广播电视台

法定代表人： 张劲林

联 系 人： 张岩

联系电话：01085336421

电子邮箱：

通讯地址： 北京市朝阳区建外大街 14 号

乙方（联合体）： 北京北燃新奥能源发展有限公司（联合体牵头方）

法定代表人：王玉同

联 系 人：高宏伟

联系电话： 17710703512

电子邮箱：504396898@qq.com

通讯地址：北京市西城区骡马市大街 16 号中国太平金融中心 205 室

新奥数能科技有限公司（联合体成员）

法定代表人：马力

联 系 人： 杨建文

联系电话：13278878910

电子邮箱：yangjianwen@enn.cn

通讯地址：北京市朝阳区宏泰东街与远安北二路交口阿里中心望京 A 座 8 层

北京广播电视台的北京广播电视台国贸办公区中央空调系统能源智能管控服务升级项目经国信国采（北京）招标咨询有限责任公司以 11000026210200186427-XM001 号磋商文件，进行竞争性磋商。经专家评定 北京北燃新奥能源发展有限公司、新奥数能科技有限公司联合体为成交供应商。甲方与乙方协商一致，依据《中华人民共和国民法典》、《中华人民共和国政府采购法》等有关法律、法规和规章的规定，在自愿、平等、协商一致的基础上，同意按照下列条款，签订本合同。

本合同甲方为采购人，联合体全体成员共同作为乙方。依据《中华人民共和国政府采购法》第二十四条第三款，联合体各方共同与采购人签订本合同，就本合同约定全部事项对甲方承担连带责任。联合体内部责任分工、权利义务以联合体各方自行签订的《联合体协议书》为准，内部约定不能对抗甲方。联合体牵头人有权代表联合体与甲方开展日常对接、接收文件、办理款项结算；涉及合同变更、解除、补充协议、索赔、重大签证等事项，须经联合体全体成员共同书面确认后方有效。

第一条 委托事项及内容

甲方委托乙方负责北京广播电视台国贸办公区中央空调系统能源智能管控服务升级项目（以下简称“项目”）。

乙方为甲方所委托的项目提供如下服务：

1. 乙方负责甲方能碳数智化平台建设，具体包括提供软、硬件，进行中央空调 AI 智控算法部署、平台搭建，实现全域能效管控。

2. 乙方负责甲方智控升级改造，具体包括提供硬件设备，完成制冷机房及附属设备、冷却塔和 20 层热交换站的调试、系统集成。

3. 乙方提供的系统应满足甲方网络安全技术要求，同时负责对其提供的系统进行安全加固，不收取额外费用。

具体内容详见附件 1《技术服务方案》。

第二条 委托要求

乙方接受甲方委托所完成的工作成果应当遵循客观、科学、公平、公正原则，符合国家和相关部门、评估专家对该类项目内容和深度规定的要求及甲方的质量要求。

负责北京广播电视台国贸办公区中央空调系统能源智能管控服务升级工作，涵盖能碳数智化平台建设与智控升级改造两大核心板块，具体包括：

1. 能碳数智一体化平台：搭建能碳数智化平台，融合能碳计量（水、电、气、热、

冷等）、数据分析诊断、系统监控（制冷、供暖、末端空调等）、中央空调系统控制优化、告警报表管理、设备台账和工单、碳足迹管理，实现知能晓碳、提效保质、节能降碳的业务管理目标。平台基于SAAS方式部署，不限点位不限用户数量，支持PC端、APP端、大屏端展示，支持WebSocket、WebAPI等数据交互形式及MQTT物联网标准协议，为后期多系统数据对接预留接口。

2.中央空调系统及制冷机房智控升级改造：对制冷机房机组及附属设备、冷却塔和20层热交换站进行整体接入并实现群控控制，部署中央空调AI边缘智控一体机，通过自动群控+AI大数据算法相结合的方式，实现制冷场景“自动驾驶”，中央空调系统自治运行，智控一体机算法自主迭代。承诺保底节能率不低于8%的收益保障，达到用电费用降低的目标。。

3.中央空调AI智控算法部署：算法部署在本地智控一体机，涵盖主机水温动态调节、冷冻水变压差控制、冷却水变温差控制、主机启停时间管理、设备组合寻优、冷却塔湿球逼近度控制等6项算法，支持云端训练、边云OTA迭代、边侧推理、端侧微模型/PID/报警自保护。。

4.配套硬件设备采购与安装：包括中央空调AI边缘智控一体机、冷却塔扩展控制柜、热交换站扩展控制柜、温度采集设备、压力采集设备、流量表、电能表、室内温湿度采集设备、电动调节阀、室外温湿度采集设备、工作站等，并完成现场安装、接线、调试。

5.系统集成与调试：完成平台与智控设备、各子系统之间的数据对接、集成调试、联调联试，确保各模块、各设备、各子系统之间集成兼容、数据互通、联动顺畅。

6.培训及运维服务：为甲方提供平台操作、设备运维、数据查看等相关培训服务，质保期内提供7×24小时技术咨询、故障响应、现场处置、定期巡检、运维报告、能耗分析报告等服务。

第三条 委托事项完成期限

本合同项下委托事项的整体完成期限为：自合同签订之日起60个日历天。乙方应于合同签订之日起30个日历日内完成所有硬件产品备货、到货，运至项目实施地点，经甲方清点合格后签字确认，并签发《到货清点合格报告》（见附件3）。自合同签订之日起60个日历日内完成能碳数智化平台建设和智控升级改造，包括系统细化设计、系统预调试、软硬件现场安装调试及整体系统集成任务。

上述集成实施工作全部完成后，甲方组织初步验收；经甲方、乙方签字确认，签署

《初验报告》（见附件 4），《初验报告》签署之日，视为乙方完成本合同项下能碳数智化平台建设和智控升级改造。

初验合格后进入试运行阶段，试运行阶段 1 个月，其间穿插进行免费用户培训。系统试运行完成后，甲方组织第三方测试，乙方须配合甲方和第三方测试单位，制定、实施相应测试验收方案。试运行及第三方测试为本合同约定的质量保证核查流程，乙方承担质保责任，针对系统本身存在的质量缺陷进行故障修复。

第三方测试结束后，甲方根据测试结果出具《验收报告》（见附件 5）。该《验收报告》仅作为尾款支付、质保起算的流程文件。

第四条 交货及安装调试

4.1 交货

4.1.1 本合同项下货物的交货日期：详见第三条；若甲方需要变更交货日期的，应在合理的时间告知乙方，但提前要求交货的，应给予乙方合理的准备期限。

4.1.2 交货方式为现场交货。乙方负责办理运输和保险，将货物运抵甲方指定地点现场。有关运输和保险的一切费用由乙方承担。所有货物应运抵现场的日期为交货日期。

4.1.3 合同货物集成完毕后交付至项目现场为实际交货日期。项目现场为北京市朝阳区建国路 98 号。

4.1.4 乙方应在合同规定的交货期 7 天以前以邮件或传真形式将合同号、货物名称、数量、包装箱件数、总毛重、总体积立方米）和备妥交货日期通知甲方。同时乙方应用邮件将详细交货清单一式六份包括合同号、货物名称、规格、数量、总毛重、总体积（立方米）、包装箱件数和每个包装箱的尺寸（长 x 宽 x 高）、货物总价和备妥待交日期以及对货物在运输和仓储的特殊要求和注意事项通知甲方。

4.1.5 在现场交货和工厂交货条件下，乙方装运的货物不应超过合同规定的数量或重量。否则，乙方应对超运部分引起的一切后果负责。

4.1.6 乙方应遵守项目地点所在地政府相关主管部门颁布的有关货物运送现场的时间限制、运输方式限制或通道限制的有关规定，而不得以不清楚交货地点现场的情况或相关政府主管部门颁布的有关货物运送现场的时间限制、运输方式限制或通道限制的规定为理由要求支付费用或要求延长交货时间。

4.1.7 如果乙方无正当理由迟延交货，甲方有权提出违约、损失赔偿并解除合同，且不承担任何责任。

4.1.8 在履行合同过程中，如果乙方遇到不能按时交货和提供服务的情况，应在情况

出现之日起 3 日内以书面形式将不能按时交货的理由、预期延误时间通知甲方，甲方收到乙方通知后，认为其理由正当的，可酌情延长交货时间。

4.2 软、硬件安装调试

4.2.1 乙方应尽力履行其在安装调试中所规定的义务，按规定的进度要求按时完成安装调试工作。

4.2.2 乙方应及时提供与货物有关的设计、土建、现场交货/组装、安装调试、验收、运行、维修等相适应的技术指导、技术配合、技术培训等全过程的技术服务，相关费用均已包括在合同总价中。

4.2.3 乙方保证高质量完成安装调试工作，并在发现问题时立即告知甲方。

4.2.4 乙方负责制备有关分部项目的竣工图（如需）。

4.2.5 乙方需派出技术人员到本项目甲方现场提供合同附件投标分项报价表及技术方案中列明的有关技术服务，负责解决货物在安装调试、验收过程中发现的问题，并按照要求参加甲方、项目管理单位组织的有关会议。

第五条 系统软件

安装、运行本合同所需系统软件，包括操作系统等由乙方负责提供。

第六条 硬件设备质量标准

1.乙方应保证硬件设备是全新、未使用过的原装合格正品，并完全符合合同规定的质量、规格和性能的要求。乙方应保证其提供的硬件设备在正确安装、正常使用和保养条件下，使其具有良好的性能。

2.除合同另有约定外,乙方提供的全部硬件设备,均应采用本行业通用的方式进行包装，且该包装应符合国家有关包装的法律、法规的规定。由于包装不善所引起的货物锈蚀、损坏和损失均由乙方承担。

3.根据甲方按检验标准自己检验的结果或委托有资质的相关质检机构的检验结果，发现材料的数量、质量、规格与合同不符；或者在质保期内，证实货物存在缺陷，包括潜在的缺陷或使用不符合要求的材料等，甲方通知乙方后，乙方应在收到通知后 7 日内补齐或更换。补齐、更换后仍不合格的，甲方有权解除本合同。

第七条 履约验收

1.交货申请：在交货前乙方向甲方书面提出交货申请，同时乙方应对货物的质量、规格、性能、数量和重量等进行详细而全面的检验，并出具证明货物符合合同规定的文件。该申请与检验文件仅作为申请付款单据的一部分，并不视为乙方对货物规格、数量、

质量等免责，且有关质量、规格、性能、数量或重量的检验不视为最终检验。

2.到货清点：货物运抵现场后，由甲、乙双方一起对该等货物的型号、规格、配置、数量、外型、包装及资料、文件（如装箱单、保修单、随箱介质等，进口产品需要提供报关单）进行初步、表面检查，初步、表面检查后，由双方签署《到货清点合格报告》。

3.到货清点验收时发现配置短缺或货物不符合双方约定的标准，乙方应立即补发和负责更换。如果短缺内容达到招标产品范围的1%（含1%），则甲方有权拒绝接收全部货物，并按乙方违约处理。甲方有权追索因乙方造成工期延误而给甲方产生的经济损失。

4.项目完成现场软硬件安装调试、系统联调工作后，甲方将组织初步验收，由甲、乙双方按照本合同的规定完成系统初步验收，经初步验收合格后，甲方向乙方签发《初验报告》，初验合格后进入试运行阶段。试运行阶段1个月，期间穿插用户培训。

5. 乙方将合同约定的各项货物安装调试工作全部完成，且1个月完成系统稳定试运行后，乙方应提供自行测试文档，并应以书面形式向甲方递交验收申请书，由甲方组织第三方测试。乙方须配合甲方或第三方测试单位，制定、实施相应测试验收方案，乙方承担质保责任，针对系统本身存在的质量缺陷进行故障修复。测试以国家相关标准为依据，能够达到国家及甲方系统测试要求。经验收后系统达到合同要求的，甲方向乙方签发《验收报告》。

6. 如属于非甲方的原因致使项目未通过系统验收，乙方应排除故障，并承担相关费用，同时试运行期限重新计算，直至系统完全符合验收标准。

7.如属于乙方原因致使系统未通过系统最终验收，乙方应排除故障，并承担相关费用，同时延长试运行期限1个月，直至系统完全符合验收标准，如果系统仍然达不到合同约定的验收标准，甲方有权单方面终止合同，乙方应按合同价款30%承担违约责任；给甲方造成损失的，乙方应予赔偿。

第八条 甲方权利义务

1.甲方有权向乙方提出本合同规定的相应服务需求，有权对乙方服务提出修改或改进等要求，督促乙方确保工作进度和质量。

2.甲方为乙方实施本项目系统的安装调试和改造提供必要和方便的环境、条件。

3.甲方应向乙方提供有关的技术背景资料、技术标准及规范。

4. 甲方及时配合、协调乙方的测试并进行系统验收。

5.甲方对项目进行验收，验收不合格有权要求乙方整改或扣减相应款项。

第九条 乙方权利义务

1. 乙方应及时履行本合同和项目方案中约定的义务，按时完成甲方相关系统的升级改造工作。

2. 按甲方需求完成系统的升级，提供不存在权属瑕疵的系统（包含最终系统软件和硬件以及为确保系统正常运行所需要的其他辅助性软件）。

3. 乙方负责按时交付硬件设备，完成本合同系统软硬件的安装、调试以及试运行，试运行期间发现问题的，乙方应及时按甲方需求进行调整、修改，直至符合甲方要求。

4. 乙方保证合同项下交付甲方的软硬件或甲方委托乙方集成调试的成果未侵犯任何第三方的知识产权，如任何第三方向甲方提出关于本合同项下成果的侵权主张，甲方应立即将该等主张以书面形式通知乙方，由乙方自行承担费用并负责处理。甲方对此不承担责任，因此给甲方造成损失的，乙方应承担赔偿责任。

5. 乙方负责免费为甲方提供软硬件系统操作培训。

6. 乙方应履行本合同规定的技术支持、售后系统维护工作。

7. 乙方需配合甲方对系统进行验收，验收不合格的，应按甲方要求及时修改、完善，并自行承担延期交付违约责任。

8. 乙方确保其具有完成本合同约定服务内容所需的资质和能力。乙方服务人员应具备完成本合同约定系统升级的能力，若乙方服务人员不配合甲方工作或不能胜任工作的，甲方有权要求乙方更换相关人员，乙方应在甲方要求更换之日起 3 日内更换。

9. 乙方及其服务人员在服务过程中应完全遵守相关法律法规及甲方的工作规范和安全管理规定，如乙方服务人员在甲方工作场所造成甲方设施设备损坏、损失或造成安全事故、人身伤害的，由乙方承担全部责任，如因此给甲方造成人身、财产损失的，乙方应赔偿甲方全部损失。

10. 乙方为完成本协议义务所安排的人员仅系乙方为履行本协议约定义务而派出，其个人与甲方无任何劳动关系、劳务关系或其他雇佣关系，任何劳资纠纷、工伤、保险、交通事故或其他人身损害赔偿等问题都由乙方负责，与甲方无涉。乙方人员执行本协议项下相关工作的行为均视为乙方行为，乙方对其承担一切法律责任。

11. 乙方有权接受甲方按照合同约定支付的项目费用。

12. 乙方应保证所提供的能碳数智化平台已取得或承诺在项目交付完成后 6 个月内完成网络安全等级保护三级测评备案，并承担相应费用。

13. 乙方应保证在项目实施过程中严格遵守国家有关安全生产、文明施工要求，其施工手段、方式、内容等均不得违法违规，不得出现引发安全事故或影响甲方声誉的情

况，如因乙方及其服务人员导致上述问题，甲方有权解除合同，要求乙方支付合同金额30%的违约金，并赔偿甲方其他因此而产生损失。

14. 乙方承诺节能率不低于8%，并按照磋商文件约定的相似日比较法进行节能率验证。如未达到承诺节能率，按本合同约定的违约责任执行。

15. 乙方应按照甲方要求提供不少于7年的平台软件质保服务和不少于4年的硬件设备质保服务，质保期内免费提供系统维护、漏洞修复、功能优化、数据维护、版本升级、技术咨询等服务。

第十条 禁止转委托

乙方不得将本协议项下全部义务或主要义务转包，如确实因项目需要将其中部分非主体、非关键性业务分包的，应事先征得甲方书面同意。接受分包的单位应当具备相应的资格条件，并不得再次分包，乙方应就分包事项向甲方承担连带责任。未经甲方同意，乙方将其主要工作交由第三人的，甲方可以解除合同，并要求乙方支付合同总金额百分之三十的违约金。

第十一条 项目费用及支付方式

1. 本合同费用为人民币1650000元整（大写：壹佰陆拾伍万元整），费用明细详见附件2《中央空调系统能源智能管控服务升级项目费用明细》。

2. 甲方将按分期支付方式向乙方指定账户支付项目费用：

第一期：自本合同签订后【 7 】日内支付首款，甲方向乙方支付合同总金额的40%，即人民币660000元整（大写：陆拾陆万元整）。

第二期：乙方完成全部设备供货并安装、调试完毕，经甲方初步验收合格后【 7 】个工作日内，甲方向乙方支付合同总金额的55%，即人民币907500元整（大写：玖拾万柒仟伍佰元整）。

第三期：乙方完成项目，并经甲方验收合格之日起【 7 】个工作日内，甲方向乙方支付合同总金额的5%，即人民币82500元整（大写：捌万贰仟伍佰元整）。验收标准按本合同第七条执行。

具体付款时间以甲方主管部门审核拨款的时间为准。因甲方主管部门拨款时间不及时造成甲方延迟付款的，不视为甲方违约。

乙方应于甲方每次付款前3个工作日内向甲方提供等额增值税专用发票。若乙方享受国家增值税税收减免政策，应向甲方提供相应政策文件以及符合法律法规及相关政策规定的增值税发票。乙方未按本合同约定向甲方提供发票的，甲方有权拒绝支付项目费

用，并不视为甲方违约。

3. 乙方指定账户

名　　称：北京北燃新奥能源发展有限公司

开 户 行：工行南礼士路百万庄支行

账　　号：0200001409200383705

4. 甲方开票信息

单位名称：北京广播电视台

纳税人识别号：121100005674454498

地址、电话：北京市朝阳区建外大街 14 号 85336688

开户银行及账号：工商银行北京建国路支行 0200041909200678957

5. 甲方支付的项目费用已经包含了乙方为完成项目所需的全部费用，除合同另有明文规定外，甲方不再承担该项目其他任何费用，亦不再向乙方支付其他任何费用。

6. 项目预算内发生的所有费用支出，均需符合行业内标准，如甲方需要，乙方需提供相关合同、凭据、票据、支出凭证、签收单等。乙方应当对本项目的收支情况进行单独核算，以配合甲方主管部门的延伸审计。

第十二条 质保期及售后服务

1. 平台软件质保

能碳一体化平台系统提供是 7 年免费质保服务，质保期内免费提供系统维护、漏洞修复、功能优化、数据维护、版本升级、技术咨询等全套服务。

2. 硬件设备质保

项目涉及的中央空调智控一体机、采集设备、传输设备等所有硬件产品，提供是 4 年免费质保服务，质保期内设备出现质量问题、运行故障，乙方需免费维修、更换。

3. 售后服务要求

乙方保证在接到甲方故障报修或咨询后 24 小时内给予响应，乙方维修工程师在 48 小时内到达甲方现场。质量保证期内，乙方负责对其提供的产品进行现场维修与维护及更换零部件，不收取额外费用。

乙方需在系统及设备质保期内，提供 7×24 小时原厂电话技术支持服务。在质量保证期内，遇重要安全播出保障期或系统停机检修活动，乙方应根据甲方要求，免费增派

技术人员参与技术保障工作。

乙方承诺在系统建设完成后，继续与甲方合作、根据实际应用需要进行软件完善及升级工作。对于今后系统可能的升级，承诺软件终身升级免费，硬件升级价格优惠幅度不低于本次招标优惠幅度。对于今后系统可能的改造和扩容，承诺价格优惠幅度不低于本次招标优惠幅度，积极配合甲方完成。乙方应向甲方提供最终甲方为甲方的第三方关键软硬件设备售后维护合同，售后维护合同不可以单次服务的方式签署，售后维护商的选择要求具备相应维护资质。

质量保证期结束后，乙方为系统涉及的所有软、硬件设备提供终身的有偿维修。

第十三条 数据安全

1. 数据所有权与安全：

甲方存储在系统上的所有业务数据（包括但不限于音频、视频、文稿、用户信息、系统配置等），其所有权归甲方所有，乙方不得以任何形式进行非法使用、复制、传播或商业化利用。

乙方应采取符合国家信息安全等级保护标准及行业标准的物理、技术和行政措施，保障甲方数据的完整性、保密性和可用性。

2. 运维数据隐私：

乙方承诺在进行日常远程运维和数据维护时，严格遵守操作标准和流程，不触碰甲方业务数据。

在设备维修、扩容、裁撤流程中，乙方必须采取数据擦除、硬盘消磁或物理销毁等措施，确保甲方业务数据无法被恢复，保障数据安全。

3. 安全责任：

乙方负责系统、软件的安全，及时发现并修复安全漏洞，配置合理的安全策略，阻止针对平台或连接通道的入侵行为。

第十四条 知识产权

1.乙方保证其交付的系统、软件、技术方案及服务不侵犯任何第三方的知识产权，系统应配备足够的合法授权软件。甲方在使用乙方提供的任何服务及其成果（包括技术）时不受任何第三方提出的任何侵犯专利权、商标权、工业设计权或其它知识产权的权利主张。

2.如任何第三方提出上述第 1 条项下的任何权利主张，乙方应在接到甲方通知后 24 小时内处理应对，并承担全部法律责任（包括但不限于诉讼费、赔偿金、和解费用等），

若侵权纠纷导致服务被禁止使用，乙方应在 10 日内提供无侵权问题的替代方案，否则应全额退还甲方已支付款项。发生前述情形的，乙方还应向甲方支付合同总金额 30%的违约金，违约金不足以弥补甲方损失的，乙方应继续赔偿甲方全部损失。

3.乙方基于甲方提供的技术规格、功能需求、设计图纸、数据资料等（以下简称“甲方资料”）完成的设计、开发成果（包括但不限于技术方案、源代码、图纸、模型、各种技术文档资料、测试报告等，以下简称“定制成果”），其知识产权自始归甲方所有。乙方应在定制成果交付后 30 日内，向甲方移交全部技术资料（包括但不限于甲方资料和乙方定制成果及相关资料等）。乙方不得擅自使用也不得以任何方式向第三方披露、转让和许可使用甲方资料和乙方完成的定制成果及相关资料。乙方不得将实施本合同所产生的智力成果进行知识产权申请、注册（如专利申请、软件著作权登记、商标申请等）。发生前述情形的，乙方应向甲方支付合同总金额 30%的违约金，违约金不足以弥补甲方损失的，还应继续赔偿甲方全部损失。

4. 若乙方开发或提供的软件或其任何部分被依法认定为侵犯第三人的合法权利，或任何依约定使用或分销该软件或行使任何由乙方授予的权利被认定为侵权，乙方应尽力用相等功能的且非侵权的软件替换该软件，或取得相关授权，以使甲方能够继续享有本合同所规定的各项权利。

第十五条 违约责任

1.交付违约

1.1 如果因甲方原因，造成开发工作延迟，乙方应顺延交付时间。如果乙方没有按照合同规定的时间交货和提供服务，除发生本合同规定的不可抗力的情形外，甲方有权要求乙方支付违约金、采取补救措施并继续履行本合同所规定的义务。

1.2 乙方迟延交付、迟延提供安装调试的，每迟延一天，应支付本合同总金额的 1%计的违约金。延迟超过 30 日仍未完成的，甲方有权解除合同并要求乙方支付本合同总额 30%的违约金。违约金数额不足以赔偿甲方损失的，甲方有权要求乙方赔偿超出部分的损失。

1.3 因乙方提交的系统或软件不符合相应标准的，甲方可依据实际情况，给予乙方相应的补救措施时间，逾期乙方则依据本条第 1.2 款约定承担迟延违约责任。

1.4 如乙方提供的系统或软件，经甲方测试试运行期后，不能通过验收的，甲方有权单方解除合同，要求乙方退回甲方已支付费用，并要求乙方支付本合同总额 30%的违约金。违约金数额不足以赔偿甲方损失的，甲方有权要求乙方赔偿超出部分的损失。

2. 质量违约

2.1 如果服务、软件的质量、规格、数量等与合同不符，或在本合同规定的质量保证期内证实存有缺陷，包括潜在的缺陷或使用不符合要求的材料等，甲方有权要求乙方承担违约责任的，造成甲方或第三人损失的，甲方可要求乙方赔偿。

2.2 在检验期和质量保证期内，如果乙方对甲方提出的索赔负有责任，乙方应按照甲方要求的下列一种或多种方式解决索赔事宜：

（1）乙方应按合同规定将服务及软件款项退还给甲方，并承担由此发生的一切损失和费用，包括利息、银行手续费、保险费、检验费、以及为保护退回服务所需的其它必要费用。如已超过退货期，但乙方同意退货，可比照上述办法办理，或由双方协商处理。

（2）根据软件低劣程度、损坏程度以及甲方所遭受损失的数额，经甲乙双方商定降低货物及软件的价格。或由有权的部门评估，以降低后的价格或评估价格为准。

（3）用符合规格、质量和性能要求的软件来更换有缺陷的部分或修补缺陷部分，乙方应承担一切费用和风险并负担甲方所发生的一切直接费用。同时，乙方应按本合同的规定，相应延长修补或更换件的质量保证期。

2.3 若乙方因未提供本合同约定的品牌、规格、型号、质量等服务的，甲方有权要求更换直至通过验收。因此造成逾期完工的，乙方应按照本条第 1.2 规定承担违约责任。

2.4 如乙方交付的系统，经甲方测试试运行期后，不能通过完工验收的，甲方有权单方解除合同，要求乙方退回甲方已支付费用，并要求乙方支付本合同总额 30%的违约金。违约金数额不足以赔偿甲方损失的，甲方有权要求乙方赔偿超出部分的损失。

3. 服务违约

3.1 乙方未按本合同或招标文件约定提供相应服务的，或提供的服务不满足甲方功能需求或存在潜在缺陷、漏洞的，甲方有权要求乙方按照本合同第十五条第 4 款“数据安全违约”进行赔偿，如服务不满足要求超过三次或已影响甲方业务开展或给甲方造成损失的，甲方除可要求乙方承担赔偿外，还可不予支付当期服务费用，要求乙方承担不低于本合同价 10%的违约金，情节特别严重或造成甲方重大损失的，甲方除可要求乙方承担赔偿外，还可要求乙方承担不低于本合同价 30%的违约金，且可单方解除合同而不承担任何责任。

4 数据安全违约

4.1 若乙方未经甲方书面许可，泄露、披露、传播、使用或允许第三方使用甲方任

何数据，视为根本违约，甲方有权解除合同，乙方应向甲方支付合同金额 30% 的违约金，并赔偿甲方因此遭受的全部损失（包括但不限于直接经济损失、商誉损失、维权费用、第三方索赔费用等）。

4.2 乙方违反本合同约定的其他数据安全保障义务、服务质量承诺等义务，导致甲方权益受损的，乙方应向甲方支付合同金额 30% 的违约金；若该违约行为造成甲方损失的，乙方需另行赔偿甲方全部损失。

第十六条 项目管理小组要求

1. 双方各指派并授权一名代表作为项目负责人，负责本合同相关事宜的沟通协调及履行。

甲方负责人员姓名：张岩　　职务：空调科科长

电话：01085336421　　手机：13611080491 电子邮箱：13611080491@163.com

通讯地址：朝阳区建国路 98 号 邮编：100022

乙方负责人员姓名：高宏伟　　职务：　商务经理

电话：01063516132　　手机：17710703512 电子邮箱：504396898@qq.com

通讯地址：北京市西城区骡马市大街 16 号中国太平金融中心 205 室 邮编：100052

2. 项目负责人员资格

乙方须根据项目要求安排具备相应资质的专业项目负责人员，并确保项目实施队伍的稳定。项目筹备及实施过程中，如甲方认为乙方负责人或项目实施组成人员不具备完成项目的能力、资质时，有权提前 5 日通知乙方要求更换人员，乙方有义务做出相应调整。乙方如因正当理由需要调整项目负责人或项目组成人员的，应当提前 5 日通知甲方，获得甲方书面同意后方可进行。如信息发生变更，变更方需于 3 日内通知对方，否则发至该联系方式的通知、文件、资料均视为有效送达，因此造成的任何不便及实际损失，由变更方自行承担。

第十七条 保密义务

1. 乙方为履行本合同之目的接触到甲方保密信息的，乙方仅能为履行本合同之目的使用甲方保密信息。未经甲方书面同意，乙方不得为其他任何目的使用或者许可任何第三人使用甲方保密信息，亦不得向任何第三人透露或者泄露甲方保密信息。本合同所称的甲方保密信息是指涉及甲方及甲方从事或组织的任何活动举办前所有未正式公开的信息、资料和物品，无论其表现形式如何，无论乙方通过何种方式取得。

2. 未经甲方书面同意，乙方不得以任何方式向合同以外任何第三方透露或者泄露本

合同全部或者部分内容，乙方根据法律必须披露合同内容的除外。

3. 乙方根据本条规定承担的义务不因合同的无效、解除、终止而免除。

第十八条 不可抗力

1. 若在本合同履行期间发生不可抗力事件，受到不可抗力影响的一方的义务在不可抗力事件持续的期间和影响范围内自动中止，不可抗力事件结束后，本合同继续履行，其履行期限自动延长，延长期间等同于中止期间，该方无需为此承担任何责任，但一方迟延履行后遭受不可抗力的除外。

2. 提出遭受不可抗力的一方应及时以书面形式通知其他方，并在发出通知后的 3 日内向其他方提供不可抗力发生以及持续期间的充分证据。各方应就不可抗力立即进行协商，寻求一项各方认可的解决方案，尽力将不可抗力造成的影响降至最低。不可抗力事件或其影响持续超过 30 天，且未达成各方认可的解决方案，任何一方皆可通过书面形式通知其他方解除本合同。

3. 本合同中“不可抗力”是指在生效日当日或此后发生的、受影响方无法合理预见、不能避免并不能克服，使得本合同一方部分或完全不能履行本合同的客观情况，包括但不限于地震、台风、洪水、火灾、传染病、战争、暴动、政府行为、法律规定或任何其他超出受影响方合理控制的情形。

第十九条 法律适用与争议的解决

本合同的签订、履行、解释、争议解决等均适用中华人民共和国大陆地区法律。因履行合同所发生的一切争议，双方应当友好协商解决，协商不成的，任何一方均可依法向甲方所在地人民法院起诉。判决承担责任的一方应承担另一方因此支付的诉讼费、律师费、调查取证费、差旅费等费用。

第二十条 廉洁自律

各方应自觉遵守法律法规、遵守新闻从业人员廉政行为若干规定及职业道德自律公约，互相监督，杜绝违反法律法规、违反上述规定及公约的行为。

第二十一条 合同附件及补充

1. 本合同附件作为本合同不可分割的组成部分，与本合同正文具有同等法律效力。如附件与本合同正文约定有冲突的，以本合同正文约定为准。

2. 其他未尽事宜，由甲乙双方协商确定并签订书面补充协议，作为本合同的补充，补充协议与本合同具有同等法律效力。

第二十二条 合同文本及生效

合同文本壹式肆份，甲乙双方各执贰份，各文本具有同等法律效力，自甲乙双方签字、盖章之日起生效。

（以下无正文）

甲方（采购人）：

北京广播电视台

（公章或合同专用章）

法定代表人或授权代表

（签字或签章）：

签订日期：2026年11月10日

乙方（联合体牵头方）：

北京北燃新奥能源发展有限公司

（公章或合同专用章）

法定代表人或授权代表

（签字或签章）：

签订日期：2026年11月10日

乙方（联合体成员）：

新奥数能科技有限公司

（公章或合同专用章）

法定代表人或授权代表

（签字或签章）：

签订日期：2026年11月10日

附件1：《技术服务方案》

1.1服务方案

1.1.1 项目实施方案

（一） 项目简介和背景

（1） 项目概况

本次改造范围为北京广播电视台（国贸办公区），项目由综合楼（12 万㎡）、演播楼（7 万㎡）、生活楼组成（1 万㎡），建筑面积约 20 万平米。项目地址：北京市朝阳区建国路 98 号。

（2） 项目建设范围

为全面匹配北京广播电视台数字化、精细化能源管控发展需求，切实压降全站各类能源综合消耗、持续提升整体能源综合利用效率，本次拟在北京广播电视台落地搭建全新一体化能碳管理平台项目，同步完成中央空调系统智能化调控、制冷机房自动化智控配套升级改造工作。

能碳一体化平台作为全站能源统筹管理核心载体，可完整覆盖北京广播电视台全域用能全流程、全周期跟踪与精细化管控工作；平台具备强大的前端多品类计量设备接入兼容能力，可无缝对接水、电、燃气、热力、冷量、制冷系统、空调末端、公共照明、光伏发电、储能系统等全品类用能采集终端，依托终端实时回传数据完成电视台内部能源流转路径追溯、分时用能计量采集、海量能耗数据持久化存储、多维度能耗统计报表生成、用能损耗节能诊断分析、设备运行策略优化调控以及全站能源综合统筹管理等全链条功能落地，真正达成全站能源消耗状态可视化呈现、各类能源消费明细可量化知晓、设备用能运行工况可智能调控的数字化管控目标。

本次制冷机房智能化控制升级改造工程，重点针对机房内部冷水机组及配套附属动力设备开展自动化控制线路、调控模块改造升级，将制冷机组、水泵、冷却塔全套机房设备以及 20 层热交换站全部统一接入智能调控体系，搭建完整设备群控联动机制；现场配套部署中央空调专用智控一体化调控主机，融合设备自动群控联动逻辑与 AI 大数据智能优化算法双重技术体系，打造制冷系统场景化“自动驾驶”运行模式，实现中央空调整套系统无人值守自治稳定运行，智控一体机搭载的优化算法可基于长期运行数据自主学习迭代、持续优化调控策略；机房本地配套部署独立监控子平台保障现场运维查

看需求，同时打通数据交互通道，将制冷机房、热交换站全部运行参数、设备状态、能耗数据实时上传至全站能碳一体化平台，实现冷源系统与全站能源数据统一归集、集中展示、一体化管控。

（3） 项目认知及痛点分析

经过现场勘查调研，主要现状及痛点如下：

■ 制冷机组

现有冷冻水出水温度固定设定区间为7-8.5℃，该设定参数无法跟随室外实时气象环境、季节温湿度变化以及建筑内部空调末端实时负荷波动进行动态、自动化实时调节，全程依靠运维人员人工手动修改参数。人工操作调整模式难以综合兼顾机房内各类机组、配套辅机在不同运行工况、不同负载率下的设备运行性能差异与能效特性，仅依靠固定温度阈值运行会造成冷水机组长期偏离最优工作区间，致使整套制冷系统冷水机组综合运行能效偏低，系统运行能耗偏高，整套冷源系统仍具备可观的优化调整与节能降耗空间。

■ 冷冻水泵

当前冷冻水系统一次侧水泵采用工频运行模式，二次侧水泵配置变频调控装置；其中一次侧水泵仅按照冷水机组实际投运台数匹配对应水泵运行台数，调控逻辑较为单一，二次侧水泵的开启数量与运行频率完全依靠运维人员过往运行经验手动调节，缺少标准化、智能化自动调控策略。若对水泵控制逻辑进行优化升级，采用供回水温差结合管网压差双重联动调控模式，同时依托实时负荷、设备运行工况持续动态优化温差设定阈值，在充分保障室内空调使用舒适度、整套冷源设备安全稳定运行的基础上，能够有效降低水泵无效能耗，挖掘出十分可观的节能降耗潜力。

■ 冷却塔

现场所有冷却塔风机均已配套变频驱动设备，现阶段风机投入运行台数以及运行频率，主要依靠现场管理人员人工经验主观判断进行操作，仅简单固定设置冷却水出水温度作为控制目标。如果优化现有控制逻辑，以冷却水出水控制需求为基础，同步综合室外各类环境参数带来的干扰影响，结合实时环境湿球温度、冷却塔运行逼近度持续动态修正冷却水出水温度设定值，依托AI大数据算法搭配智能联动控制两套手段搭建精细化调控逻辑，自动动态调配投入运行的冷却塔风机数量与运行转速，在保障冷却效果稳定可靠的前提下，能够进一步降低冷却塔风机无用功耗，挖掘出可观的系统节能空间。

■ 冷水机房孤立控制

项目现场虽已部署楼宇自控系统，但该系统仅能实现基础运行状态监测功能，不具备全局协同调控能力，控制逻辑未充分考量整套中央空调各类设备间复杂的耦合联动关系。从中央空调完整冷源系统运行逻辑来看，各类设备的节能调控目标存在相互关联、部分工况下甚至相互制约的耦合特性，例如冷却塔风机运行工况与冷水机组能耗、冷却水泵运行参数与主机能效、冷水机组投运台数匹配策略与冷冻水泵能耗之间均存在此消彼长的耦合制衡关系。现有楼控系统仅对单台设备独立管控，无法统筹全局权衡整体能耗，倘若打破单设备独立控制模式，对冷机、冷却泵、冷冻泵、冷却塔等全部设备开展全系统联合动态寻优调控，统筹匹配各设备最优运行工况，平衡各类设备能耗制衡关系，整套中央空调系统可挖掘出十分可观的节能降耗空间。

■ 能碳管理平台

当前项目现场各类能源在用设备缺乏一套集中统一、全覆盖的综合管理管控平台。现有各类能源相关子系统均为分期独立规划、单独建设落地，各系统之间相互隔离、数据链路完全没有打通共享，各套系统拥有独立登录门户，界面操作标准不统一，多系统切换操作繁琐，海量分散存储的能耗、设备运行数据难以整合汇总，后期进行数据深挖、统计分析、价值挖掘的实施难度极大。现有存量系统整体架构的拓展能力、对外数据开放适配性存在明显短板，后续现场新增能耗计量设备、新增能源管控子系统时，设备对接、系统联调的人力与时间成本居高不下，部分老旧系统兼容性极差，新增业务需求甚至需要对原有系统整体推倒重建；同时现有体系下系统运维、现场设备管控整体智能化程度偏低，数字化支撑能力薄弱。日常运维工作仍依赖运维人员人工现场巡回检查，各类运行台账、能耗记录依靠纸质手工填报录入，故障发现、异常问题处置存在明显滞后性，人工录入模式极易出现错填、漏填情况，直接导致留存能耗数据真实性、精准度难以保障。整栋建筑的分项能耗监测数据与碳排放核算数据相互割裂，未能整合为一体化数据体系，能源计量管控与碳排放管理工作长期存在“两张皮”现象；两套体系核算统计口径不统一，相同用能场景下核算得出的能耗、碳排结果偏差较大，日常报表统计、台账整理存在大量重复采集、重复计算工作，全场地现阶段缺少覆盖全部用能环节、统筹兼顾节能与降碳目标的整体性统一管控规划方案。

1.1.2 软件平台功能

（一） 平台功能清单

能碳数智化平台采用 SaaS 方式部署，同时满足北京广播电视台能源管理与碳管理

的需求并提供系统级能碳一体化管理云服务。基于行业专家经验智慧，运用物联网、大数据、人工智能等数智技术，将能源管理与碳管理进行融合，为北京广播电视台提供能碳一体化产品及业务管理能力，通过精细化管理实现节能降碳、管理增效。

能碳一体化平台以业主能碳管理业务为核心,构建覆盖数据采集、监测分析、核算报告与优化决策的全流程支撑能力;在此基础上,平台进一步向下延伸,还支持光伏、新风、照明、储能四大专业系统的统一接入、集中监控与协同调度,实现各类能源系统运行数据的融合贯通,形成覆盖能源生产、存储与消费全环节的一体化业务支撑体系,全面满足业主在能碳管理与多类型能源系统运营场景下的应用需求。

能碳管理平台由感知层、中台层、应用层、界面层组成。平台架构设计如上图所示：感知层：主要包括两部分，一是实现对能源设备/系统基础设施的物联/对接，包括但不限于计量表计、变配电系统、空调设备、制冷设备、环境感知设备等；二是与现有或新建的系统对接，包括企业的 BA 系统、电力系统等；

中台层：为应用层提供各类算法、模型、规则及组件，通过主数据管理、参与者中心、AI 中心、CIM、GIS、数字孪生、告警中台等支撑应用层的业务高效实现；应用层：一方面按业务属性划分为多个功能模块，实现多维数据综合展示、现场能源/设备运行情况实时分析、现场异常及时预警、优化策略推荐提醒等功能；另一方面，按照用户权限划分数据、页面等权限，实现统一认证、统一登录集成平台。

界面层：一是以现场大屏端为企业展示低碳智慧能源管理驾驶舱，实现企业能效综合管理、低碳发展的整体呈现，二是以 PC 端工作台为主要操作主体，支持数据看板、子系统跳转、子系统控制等多种功能及交互方式，可定义和导出数据报告，三是移动 APP 端，通过 APP 端在线查看企业的能耗和碳排概况。

（1） 能碳功能清单

序号	系统模块		项目特征	单位	数量
一、	能碳管理平台				
（一）	能碳驾驶舱				
1.1	首页	专属驾驶舱	1、工作台背景图片按需要更换 2、今日碳排数据统计及分布：包括今日碳排中各排放源碳排量统计及占比，今日碳排中范围一、二、三碳排量统计及占比； 3、今日数据统计：今日整体已发生的能源总用量以及各能介包括水、电、天然气等用量的实时展示； 4、今日能耗分区排行：今日各区域用能的排	项	1

			名及使用量，能介的切换查询； 5、今日用能占比：查看企业各区域下的用能占比数据； 6、今日逐时能耗：切换查看各能介的小时能耗趋势图； 7、今日能量流动：查看企业能源流向的桑基图		
（二）	能碳业务管理系统 PC 端				
2.1	首页	能源总览	展示历史任意时期的能源使用总体状况：1、逐时展示的综合能耗以及分能介的消耗量以及成本的趋势图，综合能耗的本期总量及同环比展示；本期各能介的消耗量与成本的占比饼图 2、能源转换的输入能耗消耗量及产出能源量逐时统计转率 3、各能介的逐时损耗数据展示，支持支路级的数据统计；包括本期损耗总值与同环比统计 4、一级节点区域用量/成本占比展示；	项	1
		分类分区统计	展示历史时期的细化到各区域的各种类型的能源使用状况，年月日及特定时段可选，用量与成本的查询： 1、逐时展示的各种能源的消耗量以及成本的趋势图，趋势图中包括当前区域的下级子区域的分类堆叠展示；支持本期总量及同环比展示 2、本期区域用量排名 3、本期用量的分类占比查询 4、对于用电类型，支持峰谷平的费用查询和逐时费用占比趋势查询	项	1
		重点设备用能	展示历史时期各种高能耗设备/系统的耗电统计，支持年月日及特定时段可选，支持用量查询： 1、逐时展示的能源消耗量的趋势图，展示总量及同环比 2、重点设备的能效指标查询 3、对重点用能设备的工作能力及设计工作能力的查询对比	项	1
2.2		表计监测	1、各种类型的物联表计(水电汽热冷气)的数据测点的当前值和历史值曲线监测以及表计对应的用量统计指标呈现(比如日、月、年累计用量等)；展示的数据支持导出 2、表计呈现的常用数据测点、数据指标支持可配置，表计自定义分组	项	1
		配电系统/一次接线图	一次接线图	项	1
		配电系统/设备实况	显示配电设备相关的重要参数，包括： 1、设备负载状态，负载率 2、电能指标监控(三相电流、电压、有功/无	项	1

			功/视在功率及功率因数等)		
		配电系统/实时监测	1、参数数据趋势曲线，负荷等关键信息，分颜色状态交互提示 2、支持电力回路或表计名称关键字筛选快速定位计量回路	项	1
2.3	中央空调系统监控	冷源运行监视-运行评价	查看系统运行效果评价。	项	1
		冷源运行监视-核心参数	可查看系统核心运行参数。	项	1
		运行监视/室内环境监视-实时监测	对建筑内各个空间的温度进行实时监视、评价，各个空间一天内的温度时序变化进行监视、评价，发现持续过热或过冷的空间。	项	1
		智控总览	1、展示当前智控等级，可手动调整智控等级； 2、可查看各个算法模型在云侧、边侧的部署及开启情况； 3、可查看算法模型依赖的物联数据； 4、可查看智控效果； 5、可查看算法模型生成的详细控制策略。	项	1
		远程控制-及时控制	实现对制冷相关系统及设备的即时远程启停、参数调节（制冷进出水温度调节等）；	项	1
		定时任务-定时控制	实现对制冷系统及设备的定时远程启停、参数调节（制冷进出水温度调节等）；	项	1
		设备控制记录	查看云侧、边侧的运行控制记录。	项	1
		智能工作台	1、展示当前时刻室内平均温度、温度满足率、过冷/过热空间数量；展示当月单位面积电耗和碳排； 2、展示今日制冷系统 COP 等关键指标；展示当前设备运行台数；展示当前运行模式。	项	1
2.4	告警中心	告警统计	设备告警与能源预警(指标)历史数据统计(支持年、月、日、自定义周期)： 1、告警/预警数据总览、处理情况数据统计 2、各告警等级数量占比统计、各设备系统告警数量分布 3、各设备告警数量排名	项	1
		告警处理	1、告警信息的详情查看、筛选查询、确认、导出 2、支持历史告警操作日志查询 3、支持告警批量转工单（自动/手动）	项	1

		告警模板设置	1、支持新增设备告警/能源预警模板，包括基本信息、规则、通知设置 2、支持告警/预警模板日常维护（查询、查看、编辑、删除）	项	1
		告警模板应用	1、支持新增告警/预警应用实例，支持模板应用于设备/区域 2、支持告警/预警应用日常维护（启用、停用、查询、查看、编辑、删除）	项	1
2.5	报表中心	通用报表	1、支持新增表底值报表和统计数据报表（日/月/年周期） 2、报表样式固定，可在线编辑 3、支持报表在线查看和下载导出功能	项	1
		多功能报表	1、报表样式支持客户自定义/上传线下表格模板，可在线编辑 2、表格数据内容支持抄表原值（如表计读数）、统计加工值（如能耗用量）、设备属性（如额定功率）、公式运算、周期偏移等 3、多功能报表支持在线查看和下载导出功能	项	1
2.6	系统管理	员工管理	员工账号管理（添加、邀请、删除、角色配置等）	项	1
		分组管理	员工分组管理（添加、编辑、删除等）	项	1
		角色管理	角色权限配置（添加、编辑、删除、角色权限设置等）	项	1
		日志管理	1、记录平台的增、删、改的关键操作 2、支持登录日志、操作日志查询	项	1
（三）	能碳移动端				
3.1	首页	用能总览/累计能源看板	1、展示水、电、气、热、冷等能源的用量 2、支持查看能源详情，包含日月年的用量分析及统计	项	1
		用能总览/用能费用总览	柱状堆叠图的方式展示用能费用统计	项	1
		用能总览/能流图	查看企业能源流向桑基图（支持年/月/日）	项	1
		运维总览/预警看板	展示近7日告警数、处理率、未处理/已确认/已忽略的预警/告警数据，并跳转告警消息页	项	1
		表计监测	各类表计数据的实时测点监测及指标用量查询	项	1
		设备管理	按业务空间结构展示设备信息，提供监测和控制功能： 1、可查看不同空间的设备运行情况和运行参数； 2、可对空间/设备的一些参数进行远程控制	项	1
3.2	消息	系统消息	展示系统通知类消息	项	1
		报警消息	展示能源预警和设备告警消息	项	1
3.3	我的	员工管理	1、管理员查看员工信息的基本信息 2、管理员添加及修改成员	项	1

			3、成员分组及角色分配		
		邀请员工	通过短信方式邀请员工加入企业	项	1
		评价反馈	产品质量、服务质量、交付速度的评价	项	1
		意见反馈	意见反馈及已提意见的查询	项	1
		设置	修改密码、权限设置、帮助中心、主题模式、清除缓存的操作	项	1
二、	前端制冷控制系统				
1.1	制冷机房工艺监控软件	制冷机房工艺监控软件	制冷系统专用软件，Web 服务,B/S 架构模式，无并发访问用户数量限制。图形用户界面，包含自带数据库；含报表功能，含报警功能；	项	1

（2） 扩展功能清单

1） 照明系统功能清单

功能名称	二级模块	三级模块	功能描述
照明系统	设备控制管理	--	按照明业务空间结构展示设备信息，提供监测和控制功能： 1、查看各空间设备的运行状态及数量，以及空间内的设备参数； 2、在云端远程控制具体设备的开关等参数； 3、快速定位各空间设备启停情况，执行一键启停； 4、临时性会议、演出等业务场景在临时取消时，可远程及时调整当前空间设备的运行模式。
	运行计划管理	--	实现照明业务空间下运行计划的自动控制： 1、通过空间内运行计划的展示日历，标记日期下的自动控制模式，可查看各模式详情 2、可以新建、编辑、删除运行计划，设定计划的生效日期范围，以及重复周期
	空间模式管理	--	实现照明业务空间及控制模式的建立和配置： 1、支持空间（业务控制任务的空间）的建立，以及空间设备的对应关系； 2、支持空间下控制模式（设备控制指令的集合）的建立和配置，包括标记模式颜色，定义空间下细化的区域，以及模式的控制指令
	控制记录管理	--	展示照明控制下运行计划和手动推送的控制操作记录 1、展示设备类型、空间分组、设备名称、操作人、执行状态、执行结果、操作时间、操作内容，点击详情，展示详情信息 2、可通过空间或设备名称关键字、设备类型、操作人、执行状态、执行结果、时间范围进行搜索

2） 新风系统功能清单

功能名称	二级模块	三级模块	功能描述
新风系统	设备控制管理	--	按新风业务空间结构展示设备信息，提供监测和控制功能：
			1、查看各空间设备的运行状态及数量，以及空间内的设备参数；
			2、在云端远程控制具体设备的开关、温湿度、风挡等参数；
			3、快速定位各空间设备启停情况，执行一键启停；
			4、临时性会议、演出等业务场景在临时取消时，可远程及时调整当前空间设备的运行模式。
	运行计划管理	--	实现新风业务空间下运行计划的自动控制：
			1、通过空间内运行计划的展示日历，标记日期下的自动控制模式，可查看各模式详情
			2、可以新建、编辑、删除运行计划，设定计划的生效日期范围，以及重复周期
	空间模式管理	--	实现新风业务空间及控制模式的建立和配置：
			1、支持空间（业务控制任务的空间）的建立，以及空间设备的对应关系；
			2、支持空间下控制模式（设备控制指令的集合）的建立和配置，包括标记模式颜色，定义空间下细化的区域，以及模式的控制指令
	控制记录管理	--	展示新风控制下运行计划和手动推送的控制操作记录
			1、展示设备类型、空间分组、设备名称、操作人、执行状态、执行结果、操作时间、操作内容，点击详情，展示详情信息
			2、可通过空间或设备名称关键字、设备类型、操作人、执行状态、执行结果、时间范围进行搜索

3） 光伏系统功能清单

功能模块	功能名称	二级模块	三级模块	功能描述
单站运行概览	单站运行概览	--	--	1、电站基本信息：支持查看单站当日发电量、当月发电量、当年发电量、当日等效小时数、当日发电效率、累计减排量、装机容量、并网时间、经纬度、倾斜角度、站长、地址基本信息； 2、一次接线图：支持查看电站一次接线图，可全屏查看接线图，支持跳转视频监控、逆变器监视。 3、功率-辐照度趋势：支持查询历史每天的 15 分钟发电功率、瞬时辐照度趋势； 4、逆变器功率：支持查看历史日每台逆变器发电功率；

				5、发电量：日、周、月、年维度发电量、发电效率趋势； 6、支持查看日、周、月、年的每台逆变器的发电量、等效小时数、发电效率、转换效率。
设备监测	逆变器	逆变器	--	1、支持汇总查看单站的逆变器实时运行参数和运行状态，可直接按照正常、离线、停机、告警运行状态查看对应的逆变器； 2、支持卡片形式展示单站全部逆变器的设备名称、日实时参数、机内空气温度、日实际发电量、日发电效率、有功功率、日等效利用小时数； 3、单台逆变运行监视：支持查看逆变器输出侧和输入侧的运行实时数据，包含日月年总发电量、ABC 三相电流、电压、有功功率、无功功率、功率因素、电网频率、机内空气温度、日发电效率、15 分钟级转换效率，每个组串支路的电流、电压、功率以及历史日的参数趋势； 4、组串配置：支持配置每个逆变器有效组串标记和空组串的标记。
	气象站	气象站	--	1、气象站基本信息：支持查看气象站设备名称、运行参数，包含瞬时辐照度、日月年累计辐射、环境温度、背板温度、瞬时风向、瞬时风速； 2、日辐照度趋势：查看历史日的瞬时辐照度、辐照日累计的趋势； 3、支持查看月、年累计辐照量的趋势； 2、累计峰值小时数：支持查看月、年峰值辐射小时数、均值小时数的趋势。
	并网柜	并网柜	--	1、并网柜卡片：支持按照卡片形式展示并网柜运行当前实时参数，包含：设备名称、总功率因数、日月年发电量、累计发电量、总有功功率； 2、运行参数：支持查看历史日的运行参数趋势和数据
运行分析	离散率分析	--	--	1、离散率分析汇总：支持多个电站统计分析每个站离散率四挡分布、逆变器四挡分布、离散率异常逆变器台数、总台数、异常逆变器占比、异常逆变器列表，支持按照电站列表形成查看各电站离散率、离散偏差、持续偏差天数、异常逆变器数和各档的逆变器数，支持查看不同逆变器的离散率； 2、离散率趋势：支持查看电站级离散率趋势、电站级逆变器异常组串信息，支持历史日期自定义选择离散率对比，支持自定义选择两个电站的离散率对比； 3、单站离散率诊断：①支持每个电站设置异常组串是否自动转单；②支持分析异常逆变器、异常逆变器占比、总逆变器数，按照逆变器看一场组串信息；③支持统计分析单站逆变器的逆变器离散率四挡分析；④支持查看每个逆变器的组串电流参数；⑤支持查看逆变器离散了趋势、组串离散趋势、组串电流趋势； 4、异常组串诊断详情：支持按照每台设备查看异常组串异常分类、异常组串处置完成状态，支持查看组串异常诊断时间和异常恢复时间的电流和离散率变化趋

				势，同时可支持异常组串转单，查看异常处置流程
	逆变器PR排名	--	--	1、支持查看具体某个电站日、月、年的逆变器发电效率、转换效率、发电量、等效利用小时数进行排名，分析排名次数分布； 2、支持定义逆变器转换效率低的逆变器； 3、支持用户可针对某个逆变器的运行参数进行自主勾选测点和指标，进行自定义趋势分析。
	智慧清洗	--	--	1、通过发电效率、天气数据、清洗成本数据入参分析最大收益情况下，推荐清洗时间； 2、支持设置清洗成本； 3、支持查看历史效率、推荐清洗时间；
数据查询	数据查询	--	--	1、提供不同设备的关键指标累计值、最大值、最小值、平均值统计以及同环比分析，支持保存模版，一键查看。 2、可按照数据颗粒度，包括实时、15分钟、小时、日、月、年维度查看设备的数据及曲线；可显示最大值、最小值、平均值、加和值等统计数据；可将查询结果保存为模板，方便下次使用。

4） 储能系统功能清单

功能名称	功能模块	二级模块	三级模块	功能描述
储能系统	单站概览	--	--	1、展示单站基本信息，包含装机容量、首次并网时间、电压等级、安全运行天数、协调控制器个数 2、实时运行信息，包含全站的SOC、SOH、有功功率、功率因数、频率实时查看；支持查看具体某个协调控制器的运行状态，包含充电、部分充电、放电-部分放电、远程控制/本地控制的状态，对应的SOC、SOH、有功功率、无功功率、频率和功率因数； 3、电站运行效率：支持按照日月年维度查看综合效率、充电效率、站用电率、损耗率； 4、充放电曲线，支持查看整站和每个协调控制器的充放电功率曲线、PCS功率曲线、SOC曲线 5、统计，支持统计累计充电量、累计放电量、当日充电量、当日放电量、累计收益、今日收益，可按照收益查

				看近七天的趋势、历史充放电量趋势、等效工作时长。 6、告警信息，支持查看未恢复且未处理的告警时间、告警描述、恢复状态、告警等级，支持跳转查看告警处置的详情。
	PCS	--	--	1、支持查看每台 PCS 的日月年的等效工作时长、放电量、充电量、PCS 运行效率指标和趋势； 2、实时数据：支持查看每台 PCS 的有功功率、无功功率、功率因数、转换效率、ACB 三相电流、电压以及线电压 3、PCS 功率曲线，支持查看充放电有功和无功功率曲线和转换效率 4、模组温度：获取 PCS 的 ABC 模组温度 5、提供 PCS 遥信点的状态监视 6、远程控制，支持单台 PCS 远程启停控制
	EMS	--	--	1、实时数据，提供协调控制器的有功功率、PCS 待机总台数、PCS 总最大放电功率、无功功率、PCS 可充电总台数、PCS 总有功和无功功率、储能单元满放剩余时长、可充电量、PCS 就绪总台数 2、提供协调控制器采集的遥信点监视
	电池堆	电池堆	--	1、接线图，提供储能站电池堆一次接线图； 2、实时监测，提供电池堆电压、电流、温度、SOC、SOH、充放电量的实时监测，支持堆下电池簇的列表对吧电流、电压、SOC、SOH、单体最高电压、单体最高温度、单体最低温度等实时参数，以及对比接入的单体低于、高压、过流等遥信告警监视； 3、提供电池堆相关遥信点监视
		电池簇	--	1、实时监视电池簇的电压、电流、单体最高电压、单体最低电压、最高电压位置、最高和最低温度以及位置、SOC 和 SOH。 2、实时监视电池簇的单体电池的电压和温度。 3、实时监视电池簇的遥信点。

（二） 能碳驾驶舱

驾驶舱相当于是一个业务管理工作台，可以方便帮助用能管理员浏览当日的能源发生情况。通过对当日能源数据的分析汇总，从整体能耗发生情况、各能介占比、区域内能耗排名和客户关注的支路级能源损耗、碳排分布以及桑基图展示企业当日的用能及碳排放特点。同时，基于用能指标数据的“能源预警”和基于设备运行指标数据的“设备告警”，可帮助企业能源管理员和设备管理员快捷发现企业用能和设备运行过程中存在的问题。

（三） 能碳业务管理系统 PC 端

1） 首页能源统计

能源统计是对企业历史能源数据的分析，用于用能管理员定期进行能源数据规律性分析使用。根据国家能耗三级计量体系，从企业外购级、区域级、设备级多维度分析企业的能源数据，便于管理人员全面了解企业的能源使用特点，从而有针对性的制定企业的节能规划，实现企业用能的精细化管理。

① 能源总览

能源总览支持从客户外购级的视角查看，如能源数据发生情况，包括同环比、占比与单耗查询，支持用量与成本、能源流入客户内部后发生的能源转换环节，包括不同能介的转换效率，支持内部传输时的损耗环节的数据查询。

② 分类分区统计

本部分的能源数据统计针对的是客户内部各个区域的用能(转能)的详细统计。对于能源转换的区域，统计的数据为生产用能成本统计：

对于能源使用区域提供各个能介种类的用量查询、用量区域排名和占比、用量各个分项的占比、单耗对比和分析。

③ 重点设备用能

针对重点耗能设备的耗能查询以及该设备的能效查询(比如锅炉的气电比等数据)。

④ 表计监测

支持计量表计的数据查询及统计分析：

分组信息默认根据类型进行分组，可设置分组展示的具体内容；也可以通过设置空

间分组信息，并关联上该空间下的表计完成自定义的分组设置；

数据包含实时监测和用量查询，实时监测看板可以多选进行数据的对比分析；数据均可以进行配置及导出操作。

⑤ 配电系统一次接线图

配电系统监测包括三部分：企业一次接线图

⑥ 配电系统设备实况

设备实况：设备实况展示企业的配电设备运行情况。包括负载状态、负载率、三相电流、电压、有功/无功/视在功率及功率因数等数值。

⑦ 配电系统实时监测

实时监测：实时监测展示企业所有监测设备的实时运行数据。可查看参数数据趋势曲线，分颜色状态交互提示，支持数据的导出，可配置监控的设备清单。

2） 中央空调系统监控

① 冷源运行监视

支持可查看系统图、系统核心运行参数和设备间拓扑关系；单击图模上的系统名称。

② 冷源核心参数

可查看系统详情；单击图模上的设备图元，可查看设备详情。

③ 室内环境监视

对建筑内各个空间的温度进行实时监视、评价；对建筑内各个空间一天内的温度时序变化进行监视、评价，帮助发现持续过热或过冷的空间。

④ 设备设施监视

支持查看设备的实时运行数据及其历史曲线；可查看设备的基础信息。

⑤ 智控总览

展示当前智控等级，支持手动调整或通过智伴调整智控等级；支持查看各个算法模型在云侧、边侧的部署及开启情况；支持查看算法模型依赖的物联数据；支持查看智控效果；支持查看算法模型生成的详细控制策略。

a. 及时控制

实现对制冷相关系统及设备的即时远程启停、参数调节（制冷进出水温度调节等）支持分区域控制。

b. 定时控制

实现对制冷相关系统及设备的定时远程启停、参数调节（制冷进出水温度调节等）。支持自定义分时控制等功能。

c. 设备控制记录

对云侧、边侧两个维度所产生的各类运行控制记录进行查看核验，完整调取云侧平台、边缘侧节点在业务执行过程中留存的全部运行控制记录，逐项核查云侧服务、边缘节点的运行状态、操作指令下发、动作执行反馈等相关控制日志与历史记录，完成对云侧、边侧运行控制记录的查看工作。

d. 末端控制

能源管理系统支持对末端设备的控制功能。

⑥ 智能工作台

a. 能效诊断

对系统进行运行能效诊断，发现可能存在的故障，进行影响因素分析并给出相关运行建议。点击【运行诊断】下【冷站能效诊断】进入详情页，如下图所示：

b. 室内环境诊断

以建筑为诊断对象，对建筑内各个空间内的温度、湿度进行诊断。点击【运行诊断】下【室温诊断】进入详情页，如下图所示：

c. 能效分析

支持冷量/热量、电量、COP 和室外温度等常规能源站的核心参数展示分析，便于用户的查看统计，帮助用户发现数据的变化趋势。

3） 告警中心

系统支持主动告警、快速处置，实现数智化运维，保障安全运行。告警中心提供对整个能碳管家所涉及的设备、用能指标的告警规则的定义以及特定告警模板内容的定义。

同时提供对已发生告警事件的数据统计以及告警信息的查询。告警这一能力把原来的事后被动处理模式变为对用能和设备运行全面感知、异常智能识别，及时告警响应的主动管理模式。严重等级的告警将会推送相关专业人员处理，可有效降低告警事件给企业生产效益造成的负面影响，保障客户的生产用能安全。提供告警信息列表的查询，包含各类告警待处理和历史告警的处理信息。

告警统计

模块支持实现设备告警与能源预警指标的历史数据统计，支持按年、月、日及自定义周期查询。可展示告警、预警整体概况与处置情况，统计不同告警等级占比、各设备系统告警分布，同时支持对设备告警数量进行排名，直观呈现告警数据分布特征。

告警处理

模块支持用于告警信息的运维处置，支持告警详情查看、条件筛选、告警确认与数据导出；可查询历史告警对应的操作日志，完整追溯处置过程；同时支持手动或自动方式，批量将告警转化为工单，实现告警事件向运维工单的流转。

告警模板设置

模块负责告警与预警模板的配置管理，可新建设备告警、能源预警模板，配置模板基础信息、判定规则以及消息通知策略；并且支持模板的全生命周期维护，可对模板进行查询、查看、编辑与删除操作，灵活管理告警规则。

告警模板应用

模块实现告警预警模板的落地应用，能够创建告警 / 预警应用实例，将预设模板绑定至指定设备或区域，让告警规则生效；同时支持对应用实例进行日常运维，可执行启用、停用、查询、查看、编辑、删除等操作，管控告警规则在现场的启用状态。

4） 报表中心

① 通用报表

报表系统提供报表的线上化自动生成服务，可以根据系统内置的通用模板快速生成简单通用的报表，一键实现报表智能化、可视化。支持用能产能日报（以小时为颗粒度的用能产能情况统计）；月报（以日为颗粒度的用能产能情况统计）；年报（以月为颗粒度的用能产能情况统计）等多种报表。

② 多功能报表

也可按照用户的个性化需求，灵活将所需要呈现的系统内各类数据按照用户的呈现诉求，生成在线报表，报表自动从各种数据源中提取数据进行统计运算，保障了报表数据的准确性，节省人工制作报表的时间和精力。

5） 系统管理

① 员工管理

系统提供员工账号全生命周期管理能力，支持管理员新增员工账号、通过邀请方式引导员工自主注册激活，并可对账号执行删除、启用停用及角色配置等操作，确保账号与人员变动实时同步、权限归属清晰。

② 分组管理

系统支持对员工进行分组管理，可按组织架构或业务需要自定义分组，提供分组的添加、编辑、删除等维护功能，便于后续按组维度进行权限划分与业务数据归属管理。

③ 角色管理

系统内置基于角色的权限控制(RBAC)机制，支持自定义角色的添加、编辑与删除，并可对角色进行菜单、功能及数据层面的权限配置，实现“账号—角色—权限”的灵活映射，满足不同岗位人员按需授权的管理要求。

④ 日志管理

系统对平台上涉及新增、修改、删除等关键操作进行全程留痕，形成完整的操作审计记录；同时支持登录日志、操作日志的多条件查询与追溯，为平台安全审计与问题排查提供依据。

（四） 能碳移动端

平台既能在PC端操作，也可以实现手机端操作，手机端支持Android/iOS应用。

（1） 首页

移动端首页聚焦企业能源运行的核心场景，为管理者与运维人员提供“一屏总览”能力。用能总览板块以看板形式展示水、电、气、热、冷等各类能源用量，支持按日、月、年多维度进行用量分析与统计，并以柱状堆叠图呈现用能费用构成、以桑基图直观展示企业能源流向，实现用能总量、费用与流向的全景掌握；运维总览板块提供近7日告警数量、处理率及未处理/已确认/已忽略等预警数据的集中展示，并可一键跳转告警

消息页，保障异常事项快速响应；同时提供表计监测与设备管理功能，支持各类表计实时测点监测与指标用量查询，并可按业务空间结构查看设备运行情况与运行参数、对空间/设备参数执行远程控制，实现“监测—分析—控制”的移动化闭环管理。

（2） 消息

消息中心作为移动端的信息触达枢纽，统一汇聚平台各类通知与告警信息。系统消息板块集中展示平台通知公告类消息，确保管理要求与业务动态及时传达；

报警消息板块实时推送能源预警与设备告警信息，使相关人员可随时随地掌握系统异常状态，与首页预警看板形成“看板总览—消息推送—跟进处理”的完整告警处置链路。

（3） 我的

面向企业用户提供个人事务与协同管理入口。员工管理功能支持管理员查看员工基本信息、添加及修改成员，并可完成成员分组与角色分配，实现移动端的人员组织管理；邀请员工功能通过短信方式邀请员工加入企业，简化企业成员接入流程；评价反馈功能支持对产品质量、服务质量、交付速度进行评价，意见反馈功能提供意见提交与历史反馈查询，构建用户与平台方之间顺畅的沟通机制；设置功能集成修改密码、权限设置、帮助中心、主题模式及清除缓存等常用操作，保障账号安全与个性化使用体验。

（4） 接口预留

系统预留多类型通信接口，包含 WebSocket、WebAPI、MQTT 协议接口；支持实时长连接通信、HTTP 业务交互、轻量级物联网消息订阅分发，预留设备接入、数据推送、远程控制、状态查询等接口能力，满足后续多系统对接、设备扩容及业务迭代需求。

（五） 前端制冷控制系统

制冷机房工艺监控软件为制冷系统专用监控软件，采用 Web 服务与 B/S 架构模式，用户端无需安装专用客户端，通过浏览器即可访问，且不限制并发访问用户数量，满足多人同时在线监控的使用需求；软件提供图形化用户界面，机房工艺系统运行状态可视化呈现，操作直观便捷；系统自带数据库，实现监控数据的本地化存储与管理，降低对外部环境的依赖，保障数据安全与系统独立稳定运行。

软件围绕制冷机房工艺系统的运行管理需求，提供完善的业务功能支撑：具备实时监控能力，对制冷系统工艺参数及设备运行状态进行集中监视，帮助运行人员随时掌握系统运行工况；内置报表功能，支持对历史运行数据的统计分析与报表输出，为能耗分

析、运行考核与运维管理提供数据依据；同时具备报警功能，当系统参数出现异常时及时发出告警提示，辅助运维人员快速定位与处置异常，保障制冷系统安全、稳定、高效运行。

（六） 智控设备

（1） 中央空调 AI 边缘智控一体机

项目制冷机房中央空调 AI 边缘智控一体机为能源智能管控的核心边缘控制设备，一体机以 AI 融控、边缘推理、协议网关、双向通讯、成套盘柜的集成形态交付，部署于国贸办公区制冷机房现场。

■ 控制点位能力

智控一体机控制点位不少于 DO:40/AO:24/DI:86/AI:64，冷却塔扩展控制柜不少于 DO:48/AO:16/DI:80/AI:16，热交换站扩展控制柜不少于 DO:8/AO:12/DI:16/AI:28。按本项目 7 台冷机、14 台一次侧泵、12 台冷却塔、15 台二次侧/高区循环泵、3 台热交换站制冷循环泵及相应传感器数量核算，点位容量满足本项目需求并留有裕量。

■ 通讯协议与接口能力

智控一体机支持 EtherNet/IP、OPCUAServer、ModbusTCP、Socket、PROFINET 从站、FINS、MC、WebServer、SFTP 及网络防火墙等多种协议与接口。依托主控器与边缘网关架构，可保障设备既能够兼容接入业主方现有制冷系统，又可实现数据稳定上行至上层管控平台，可满足北京广播电视台项目对数据安全性与系统兼容性要求。

■ 边缘算法与本地智控

算法运行依托“云端训练—边缘推理—闭环迭代”机制，基于云端部署历史运行数据训练并持续优化模型，经 OTA 方式下发至边缘主机；边缘主机结合实时传感数据执行推理，输出控制策略，并通过主控器作用于现场设备；运行效果数据反馈至云端，以支撑后续迭代。该机制在确保控制实时性（本地闭环不依赖外网）的同时，兼顾策略先进性（持续在线进化）。主控器支持标准编程语言及功能块开发，程序可上下载、固件可升级。

（2） 冷却塔扩展控制柜

冷却塔控制柜是本项目智控体系中的现场扩展控制单元，作为中央空调 AI 边缘智控一体机的下位扩展节点，承担 12 台冷却塔风机（单台功率 11KW）及其配套电气回路的数据采集、本地逻辑控制与上位协同职能。冷却塔是制冷系统的重要散热末端，其运

行调节直接影响冷机效率与整体能耗，本控制柜与机房智控一体机、20 层热交换站扩展控制柜共同构成完整的现场智控设备体系，接受机房一体机的群控调度，并向能碳一体化平台（PC 端与手机 APP）上传运行数据。

■ 控制点位能力

控制柜向上通过光纤组网与制冷机房智能控制柜（AI 边缘智控一体机）可靠互联，保证楼顶现场与机房控制中心之间控制指令与运行数据的高速稳定传输；向下通过硬接线 I/O 直接接入 12 台冷却塔风机的运行、故障、手自动、启停、变频控制与变频反馈信号，并通过 RS485 总线接入 12 块冷却塔风机电能表，实现对冷却塔电耗的逐台计量；同时接入室外温湿度采集点，为湿球温度计算与逼近度控制提供环境参数输入。控制柜按磋商文件要求配置专用机柜及全套电气设备，控制点位不少于 DO:48/AO:16/DI:80/AI:16，满足冷却塔群全点位接入与冗余扩展需要。

■ 监控功能

冷却塔控制柜不设独立上位软件，其监控功能统一纳入能碳数智一体化平台的中央空调 AI 边缘智控一体机监控模块，针对冷却塔的软件功能设计如下：

◆ 实时监视：集中展示 12 台冷却塔风机的运行状态、故障状态、手自动状态、启停状态与运行频率，配套展示室外温湿度、冷却水进出水温度及逐台电耗，支持按塔分区浏览与核心参数一屏总览；

◆ 远程控制：经平台或机房一体机对单台/成组冷却塔执行远程启停，控制指令经光纤通道下发至控制柜执行，全过程留痕；

◆ 定时任务：支持按日/周/月及特定时段配置冷却塔的定时启停与运行计划，运行旺季、过渡季可分别套用不同策略模板；

◆ 告警管理：对现场设备故障、超限等事件即时告警，同步推送；

◆ 控制记录与统计：自动记录每次启停、故障事件，形成控制记录台账；结合电能表数据输出冷却塔逐时/逐日电耗与能效统计报表，支撑节能分析。

■ 智控算法与控制策略设计

冷却塔控制柜智控能力由机 AI 边缘智控一体机侧的智能算法统一调度，控制柜负责执行并反馈，具体如下：

◆ 冷却出水温度动态设定：出水温度目标值=室外湿球温度+换热逼近度设定值，并以冷机冷却水最低进水温度为下限动态修正，避免过度冷却造成风机能耗浪费，也防止出水温度过低影响冷机安全运行；

- 变频及加减塔控制：优先在已启动风机同频运行的基础上，通过增加运行塔数扩大换热面积；流量仍不足时再行升频，实现先加塔、后升频的能耗最优调节路径；
- 风机轮巡控制：支持按累计运行时长自动轮巡各塔风机，均衡设备磨损，延长机组寿命；
- 系统连锁启停：遵循启动顺序：冷却水泵→冷却塔风机→冷冻水泵→冷机，停止顺序相反的系统连锁逻辑，由机房一体机统一下发时序，控制柜就地执行本柜设备的连锁动作；
- 故障自保护与备投：任何一台设备故障时，如有备用设备立即启动备用设备；端侧内置微模型/PID/报警自保护机制，通讯中断或上位失控时控制柜自动切换本地安全策略维持运行。

算法运行采用云端训练、边缘推理、本地执行机制，湿球逼近度控制模型在云端基于历史气象与运行数据持续训练，经 OTA 下发至边缘智控一体机推理执行；控制柜接收一体机下发的塔群启停与频率指令，经本地 PLC 逻辑校验联锁条件后驱动执行机构，并将执行结果实时回传，形成完整控制闭环。

■ 通讯协同能力

通信链路方面，控制柜与机房智能控制柜之间采用光纤组网，保证楼顶与机房之间跨楼宇控制通道的抗干扰能力与长期稳定性；电表等串行设备经 RS485 接入，室外温湿度经 4G 多方式接入，关键数据同步支持 4G 无线通道冗余上传平台。控制柜 PLC 支持 EtherNet/IP、ModbusTCP、Socket 等标准通信协议与 LD/ST/SFC 编程语言，程序可上下载、固件可升级，满足项目对扩展控制柜的通用技术要求。

可靠性方面，控制柜配置专用机柜与全套电气设备（断路器、中间继电器、端子排等），适应复杂运行环境；手/自动无扰切换确保人工介入优先级最高；本地控制逻辑与上位调度解耦，即使在平台或一体机通讯异常时，冷却塔仍可按本地策略安全运行，不影响制冷系统整体连续性。

（3） 热交换站扩展控制柜

热交换站扩展控制柜是现场扩展控制单元，部署于综合楼 20 层热交换站现场，作为中央空调 AI 边缘智控一体机的下位扩展节点，承担高区二次循环泵、一次侧电动调节阀及换热过程各类温度、压力、电参数的数据采集、本地逻辑控制与上位协同职能。热交换站是空调冷热水系统与换热侧衔接的关键环节，其二次侧水泵调节品质直接决定

末端供冷稳定性与输配能耗，本控制柜与制冷机房智控一体机、冷却塔扩展控制柜共同构成完整的现场智控设备体系，接受机房一体机的群控调度，并向能碳一体化平台（PC端与手机 APP）上传运行数据。

■ 控制点位能力

控制柜以配置 2×以太网、1×RS485，最大可扩展 3 路，支持 EtherNet/IP、ModbusTCP、Socket，基站及 DI/DO/AI/AO 扩展模块（点位冗余 20%），并配置专用机柜与全套电气设备（断路器、中间继电器、端子排等），成套盘柜组装交付，现场上电即可运行。

■ 监控功能能力

热交换站扩展控制柜监控功能统一纳入能碳数智一体化平台的中央空调系统监控模块呈现。平台侧针对热交换站的软件功能设计如下：

- ◆ 实时监视：展示 3 台二次循环泵的运行、故障、手自动、启停与频率状态，一次/二次侧供回水温度、压力及阀门开度；
- ◆ 远程控制：对一次侧阀门执行开度调节，指令经控制柜本地校验后执行，全过程留痕；
- ◆ 定时任务与运行计划：支持按日/周/月及特定时段配置水泵与阀门的运行策略，按楼宇作息与季节负荷分别套用；
- ◆ 告警管理：对水泵故障、阀门反馈失灵、通讯中断、温度压力超限等事件即时告警，同步推送；
- ◆ 控制记录与能耗统计：自动记录启停、调频、调阀操作与故障事件，结合电能表数据输出热交换站逐时/逐日电耗与能效统计报表，支撑节能率验证与收益核算。功能可通过平台预留的 WebSocket、WebAPI、MQTT 标准接口对外共享数据。

（七） 拓展功能模块

（1） 照明系统

设备控制管理

系统按照明业务空间结构展示设备信息，提供集中化的监测与控制能力：支持查看各空间设备的运行状态与数量及空间内设备参数，实现设备运行情况一目了然；支持在云端对具体设备的开关等参数进行远程控制，摆脱现场逐点操作的限制；提供一键启停功能，可快速定位各空间设备启停情况并批量执行，提升运维操作效率；针对临时性会议、演出等临时取消的业务场景，支持远程及时调整当前空间设备的运行模式，确保照

明控制灵活响应实际业务变化。

■运行计划管理

系统实现照明业务空间下运行计划的自动控制：以日历形式展示空间内运行计划，直观标记各日期下的自动控制模式，并可查看各模式详情，使运行安排一目了然；支持运行计划的新建、编辑与删除，并可设定计划的生效日期范围与重复周期，实现照明控制的按需排程、自动执行，减少人工干预，保障照明运行管理规范化、自动化。

■空间模式管理

系统实现照明业务空间及控制模式的建立与配置：支持业务控制空间的建立以及空间与设备的对应关系配置，构建与实际业务场景一致的照明管控结构；支持空间下控制模式(设备控制指令的集合)的建立与配置，包括模式颜色标记、空间内细化区域定义以及模式的控制指令设置，为不同业务场景提供“一键切换”的模式化控制基础，实现照明管控颗粒度与业务场景的精准匹配。

■控制记录管理

系统对照明控制下运行计划自动执行与手动推送的控制操作进行全程记录：完整展示设备类型、空间分组、设备名称、操作人、执行状态、执行结果、操作时间及操作内容等信息，并支持点击查看详情；同时提供按空间或设备名称关键字、设备类型、操作人、执行状态、执行结果、时间范围等多条件组合检索能力，实现控制操作的全程可追溯，为运行分析、责任界定与问题排查提供依据。

（2） 新风系统

■设备控制管理

系统按新风业务空间结构展示设备信息，提供集中化的监测与控制能力：支持查看各空间设备的运行状态与数量及空间内设备参数，实时掌握各区域新风设备运行工况；支持在云端对具体设备的开关、温湿度、风挡等参数进行远程调节，按室内空气品质与舒适度需求灵活调整送风状态；提供一键启停功能，可快速定位各空间设备启停情况并批量执行，提升运维效率；针对临时性会议、演出等临时取消的业务场景，支持远程及时调整当前空间设备的运行模式，确保新风供给与现场实际需求快速匹配，兼顾空气质量保障与运行节能。

■运行计划管理

系统实现新风业务空间下运行计划的自动控制：以日历形式展示空间内运行计划，直观标记各日期下的自动控制模式，并可查看各模式详情，运行安排一目了然；支持运

行计划的新建、编辑与删除，并可设定计划的生效日期范围与重复周期，实现新风系统按时段、按场景自动运行，减少人工干预，在保障室内空气环境的同时降低无效运行能耗。

■空间模式管理

系统实现新风业务空间及控制模式的建立与配置：支持业务控制空间的建立以及空间与设备的对应关系配置，构建与建筑实际功能分区一致的新风管控结构；支持空间下控制模式(设备控制指令的集合)的建立与配置，包括模式颜色标记、空间内细化区域定义以及模式的控制指令设置，可针对会议、演出、日常办公等不同场景预置差异化送风模式，为运行计划的自动执行与远程手动控制提供模式化基础。

■控制记录管理

系统对新风控制下运行计划自动执行与手动推送的控制操作进行全程记录：完整展示设备类型、空间分组、设备名称、操作人、执行状态、执行结果、操作时间及操作内容，并支持点击查看详情；提供按空间或设备名称关键字、设备类型、操作人、执行状态、执行结果、时间范围的多条件组合检索能力，实现新风控制操作的全程可追溯，为运行分析、责任界定与问题排查提供依据。

（3） 光伏系统

光伏系统包括两部分：

■运行总览

显示光伏系统总体运行状况，包括展示光伏电站基本信息及关键参数，包括运行效率看板，发电趋势、智能清洗提醒、发电量趋势、光照辐射度趋势分析等总体信息。

■设备监测

展示逆变器、气象站等光伏相关设备实时数据、设备当前的正常与异常状态以及设备的历史数据查询：气象站设备数据展示：

逆变器设备数据展示：

点击面中的单个设备的运行参数，可以查看具体的运行状况：

（4） 储能系统

储能系统包括两部分：

■运行总览

储能电站的基本容量信息展示，可通过储能运行监测，实时掌握储能变流器运行状

态与安全性能、储能电站的收益情况和实时的充放电量统计。

■ 设备监控

储能电池：单体电池电压、电流、温度、SOC 以及重要预警；PCS：离并网状态、充放电状态、功率、电压、电流、频率、功率因数、效率分析：储能能综合效率、储能充放电转换效率、储能损耗率分析。

1.1.3 AI智控算法方案

1.1.3.1 算法应用概述

在运营实践中约 80%的暖通系统尚未实施有效的节能策略，其根源可归结为设备选型不匹配、运行策略缺乏优化以及管理手段缺失等多重问题，直接导致能源浪费幅度高达 30%至 50%。本次推出暖通端边云一体化智能控制算法，在确保系统安全稳定运行及用户舒适体验的同时，实现了对北京广播电视台用能系统的云端与边缘协同优化控制。

项目 AI 算法方案核心竞争力有以下三大优势：

◆ 模块化智能组件设计：基于对客户具体应用场景的深刻理解，泛能网利用丰富的智能组件库，能够迅速构建出按需定制的暖通系统智能决策模型，实现精准匹配与高效决策。

◆ 混合推理模式算法：系统采用的算法融合了机理框架与数据驱动的双重优势，确保了模型在准确性、效率及可解释性方面的卓越表现。此算法不仅具备跨行业应用的广泛适用性，还通过提供算法策略的可视化解读能力，使用户能够直观理解从数据感知到决策执行的全过程。算法自动根据未来负荷预测，动态优化冷却塔、水泵、主机、电动阀及风盘等关键设备的运行参数，从而在满足用户高质量用能需求的同时，实现能耗的最优化。

◆ 端边云一体化架构：该架构支持云端与边缘侧两种运行模式，确保了控制策略的安全闭环执行，并满足了数据采集与控制的实时性要求。这一设计不仅提升了系统的响应速度，还增强了系统的灵活性与可靠性。

优化流程精炼为以下三步：

数据感知：通过在机房及室内外布置全面的数据采集与传输模块，实现对环境参数与设备状态的实时监测，并通过边缘网关迅速传输至泛能网云端或边缘计算中心。

智能决策：基于客户特定场景与智能组件库，快速构建智能决策模型，利用混合推理算法预测未来负荷变化，并据此优化各设备参数，确保能耗与用能需求的最佳平衡。

精准智控：边缘网关接收云端下发的控制策略，通过本地群控系统迅速传达至各终

端设备，实现即时响应与精准调控，确保系统高效稳定运行。

（一） 应用场景与业务需求

北京广播电视台暖通空调系统由制冷机房、屋面冷却塔、20 层热交换站以及综合楼、演播楼等末端区域构成，属于冷源集中、末端分散、负荷波动的典型公共建筑空调系统，其运行特点主要体现在三个方面：一是负荷波动大，活动与非活动时间呈现负荷较大差异；二是用能时段差异明显，综合楼办公区域用能集中在工作时段，而演播楼、设备机房等区域在夜间及节假日仍需维持供冷，系统处于部分负荷运行状态；三是舒适度要求高，演播区、导控区等技术用房对温湿度稳定性要求严格。上述特点决定了系统难以依靠人工经验实现精准调节，必须依托数据驱动的智能算法实现负荷预测与需供匹配。

针对上述业务需求，项目算法以"数据感知—智能决策—精准智控"为主线，构建覆盖负荷预测、设备组合寻优、参数动态调节与运行安全保护的全流程算法能力：对负荷波动较大的区域，强化负荷预测与快速响应能力，提前预判节目录制、直播等带来的负荷变化；对用能时段固定的综合楼区域，重点优化主机启停时间与设备组合方式，减少无效运行时间；对高低区冷热不均问题，通过热交换站与集水器回水阀门的动态调节实现按需供能，在保障室内环境达标的前提下实现系统能耗最低、运行成本最优。

从系统构成看，项目冷源侧由制冷机房内的冷水机组、冷冻水泵、冷却水泵及屋面冷却塔组成，冷量经 20 层热交换站及高低区输配管网送至综合楼、演播楼各末端区域，形成"冷源集中、末端分散、输配路径较长"的典型公共建筑空调系统。这一结构带来的运行难点在于：冷量从制取到输送到末端存在明显的传输滞后，机组侧的调节动作需要经过管网传输才能反映到末端温度上；高区与低区因楼层高度、管网阻力与用水量不同，容易出现冷热不均，高区回水温度偏高、低区过冷的现象时有发生；末端负荷的频繁波动会被管网放大，若机组响应滞后，就会出现"忽冷忽热"或"过量供冷"的两种极端。

针对上述运行难点，本方案不改变既有设备与管网结构，而是通过算法建立"负荷—输配—机组"三层联动关系：在末端侧采集室内温湿度与回水温度，判断实际需冷量；在输配侧根据压差与温差动态调节水泵频率与阀门开度，保证冷量按需分配；在机组侧根据预测负荷动态确定开机台数、运行组合与出水温度设定值，使冷量生产与末端需求在时间与数量上匹配。三层之间以统一的负荷预测结果作为共同输入，避免各环节各自调节、相互扰动。

从运行角度看，项目制冷系统的运行可分为三个明显不同的阶段，各阶段负荷特征与控制重点差异明显。供冷季为全年负荷高峰期，室外湿球温度高、冷负荷大，机组通

常多台并联运行，控制重点是设备组合最优与冷却侧换热效率提升，同时避免高低区供冷不均；过渡季室外温度适中，冷负荷明显下降，系统大部分时间处于部分负荷工况，控制重点是减少开机台数、降低水泵频率，避免"大马拉小车"，并充分利用室外低湿球温度带来的免费冷却能力；间歇供冷期制冷系统基本停用或仅在设备机房等特殊区域短时运行，控制重点是设备保养性轮换运行与防冻保护，保证来年供冷季设备处于可用状态。

从单日运行角度看，项目存在三种典型日工况，需要在算法策略上区别对待。一是普通工作日，负荷曲线呈现"早启—午间平台—午后回落—下班陡降"的四段特征，算法需提前 1 至 2 小时预测启动时刻，并在下班前预判负荷回落，及时减机或降低水温；二是节目录制日，演播楼负荷在工作日基础上叠加录制时段的高负荷冲击，负荷曲线出现明显尖峰，算法需结合节目单或人员活动信息提前调整机组组合，预留调节余量，避免因响应滞后导致末端温度超标；三是节假日与夜间，综合楼负荷趋近于零、演播楼维持基础供冷，系统进入低负荷运行，算法需通过间歇启停、水泵低频运行等策略降低输配能耗，同时保证技术用房温湿度不超标。

上述情况共同构成算法的业务输入条件。算法在设计时即以此为基础建立分区模型、季节模型与工况识别模型，使控制策略能够自动适配当前所处的运行场景，而不是以一套固定参数应对全年所有工况。

（二） 算法实现目标与预期效益

围绕北京广播电视台暖通系统的实际运行需求，本方案设定以下建设目标：

序号	目标维度	现状说明	算法实现目标
1	节能效果	依赖人工经验调节，部分时段存在"大马拉小车"现象	综合能效提升 8%以上
2	自动化水平	人工启停主机、手动调整水温设定值	实现制冷机房"自动驾驶"式自治运行
3	控制精度	供水温度、压差等关键参数波动较大	关键参数稳定在设定范围内，波动收敛
4	运行安全	保护逻辑分散，缺乏全局协调约束	算法全局约束与端侧自保护双重保障
5	运维效率	人工抄表巡检、依赖经验判断	自动出具运行建议、效果评估与迭代报告

上述建设目标的实现路径与量化口径说明如下

节能效果方面，综合能效提升 8%以上的目标，建立在三个可量化改善环节之上：一

是设备组合优化，通过消除多台机组低负载并联运行的工况，使机组运行负载率进入高效区间，减少机组侧能耗；二是输配侧优化，通过变压差与变温差控制降低冷冻水泵、冷却水泵与冷却塔风机的运行频率，减少输配能耗；三是冷却侧优化，通过逼近度控制降低机组冷凝温度，在不增加风机能耗的前提下提升机组能效。三个环节的节能贡献在调试期通过分项计量分别标定，验收时以冷站总能耗与总制冷量的比值（即冷站综合能效 COP）为主要考核指标，以算法启用前后的同期对比数据作为计算依据。

自动化水平方面，“自动驾驶”式自治运行具体表现为：机房开机与停机由算法根据负荷预测自动决策，运行人员不再需要按经验提前安排开机时刻；机组加减载、水泵频率、冷却塔投入台数由算法自动调节，运行人员从“逐台操作”转变为“监视确认”；出现异常工况时系统自动执行降级策略并推送提示，而非常规的“报警后人工处理”。为便于过渡，系统上线初期提供“建议模式”，算法只输出建议策略、不直接下发，由运行人员确认后执行；待运行人员对策略建立信任后，逐步切换至自动模式。

控制精度方面，供水温度、冷冻水压差、冷却水温差等关键参数的稳定性通过控制周期与调节速率两项参数保障。算法的控制周期依据设备执行机构响应特性设定，避免调节过快引起振荡；关键参数均设有目标带而非单一目标点，参数在目标带内时算法不动作，从而减少不必要的调节动作，使被控参数长期稳定在设定范围内。

运行安全方面，算法全局约束与端侧自保护构成双重保障：算法侧通过约束建模保证输出的策略本身不越界；端侧通过独立的保护逻辑保证即使策略异常也不会造成设备损坏。两套机制在实现上彼此独立，不共用判断条件，从机制上避免“单点失效”。

运维效率方面，系统自动记录运行数据、生成运行建议与效果评估报告，运行人员日常工作中的人工抄表、手工记录、经验判断等工作量显著减少；同时算法将运行调整的过程与依据全部留痕，使运行经验得以沉淀为可复用的知识，降低了对个别经验丰富人员的依赖。

围绕上述目标，我方在实施方案中同步建立配套保障措施：在数据侧，实施前完成点位核验与仪表精度确认，对不满足算法要求的关键测点提出补充或校准建议；在控制侧，保留完整的人工干预通道与策略回退机制，任何时刻运行人员均可通过本地群控系统接管控制；在交付侧，提供操作培训与维护手册，并在上线初期安排现场驻点支持，确保运行人员熟练掌握系统的使用与应急处置方法。

1.1.3.2 算法部署架构

系统采用领先的端边云一体化协同架构，实现暖通系统智能化升级：

云端：云端高效汇聚边缘节点感知数据与各平台业务数据，通过先进的算法训练框架训练算法模型。边云平台实时 OTA 迭代模型至边云计算服务器，

边侧：边缘计算节点精准分析终端设备及传感器数据，通过边侧算法模型推理输出暖通系统优化策略。打造高效、智能的暖通系统，提升用户体验，降低能耗。

端侧：端侧可部署设备级微模型，实现设备的自动控制，如 PID 过程控制端侧可部署报警自保护等策略，实现类反射弧的保护策略。

（一） 云端部署

云端依托能源互联网平台部署算法训练与模型管理能力，主要包括四部分：

（1）数据存储与治理服务，汇聚边缘节点上报的运行数据与平台侧业务数据，完成数据清洗、对齐与存储；

（2）算法训练服务，基于机理模型与深度学习框架完成负荷预测、设备能效建模、参数寻优等模型的训练与再训练；

（3）模型仓库与版本管理服务，对算法模型统一编号、留痕，支持版本比对、灰度发布与一键回滚；

（4）可视化服务，向管理层提供能效分析、运行报表与算法运行状态展示。云端不直接参与实时控制，其输出仅作为边侧决策的参考与模型更新来源，从架构上确保控制安全。

（二） 边侧部署

边侧部署中央空调智控一体机，是算法的实际执行载体。一体机通过标准通信协议与制冷机房既有群控系统及设备控制器对接，一方面采集主机、水泵、冷却塔、阀门等设备的运行参数与状态，另一方面将算法输出的控制策略下发至本地群控系统执行。一体机本地承载负荷预测、设备组合寻优、水温动态调节、压差与温差控制等核心算法，具备数据采集、算法推理、策略下发、数据上报与断线自治能力，在云端不可用时仍可基于本地最新模型独立运行，保证控制的连续性与实时性。

（三） 端侧部署

端侧部署设备与安全保护策略，作为控制链路的最后一道保障。设备级微模型针对单台设备运行特性实现本地快速决策，在通信中断或边侧异常时维持设备基础自动控制；PID 过程控制模块保证系统在无历史数据、无优化模型的初期阶段仍可稳定运行；报警自保护策略针对温度、压力、流量等关键参数设置多级阈值，一旦越限立即触发类反射

弧式保护动作，优先保障设备与系统安全。端侧策略独立于云端与边侧运行，不受模型迭代影响，从机制上避免"算法异常导致设备失控"的风险。

（四） 网络与信息安全

网络层面，云端与边侧之间采用加密通道通信，数据上行与策略下行通过独立服务接口交互，模型文件下发采用加密传输与完整性校验机制，防止数据与模型被篡改；边侧与群控系统之间优先采用现场总线或局域网通信，控制指令具备超时判断与失效保护机制，通信中断时自动切换至本地安全策略。安全层面，平台按角色划分算法参数配置、策略下发、人工干预等操作权限，关键操作全程留痕，确保控制过程可管、可控、可追溯。

系统各层级部署内容如下表所示：

部署层级	部署内容	主要能力
云端	数据治理服务、算法训练服务、模型仓库、可视化服务	模型训练、版本管理、OTA 下发、能效分析
边侧	中央空调智控一体机、算法运行环境、通信与数据上报模块	负荷预测、组合寻优、策略生成与下发、断线自治
端侧	PID 过程控制、报警自保护策略	本地快速决策、基础自动控制、越限保护

算法有效运行的前提是"看得见、算得准、控得住"，因此数据采集的完整性与通信链路的可靠性是部署阶段的重点。本项目算法所需数据可分为四类。

第一类冷源侧设备运行数据：包括各台冷水机组的运行状态、负载率、出水温度、回水温度、冷凝温度、蒸发温度、电流、累计运行时长；冷冻水泵、冷却水泵的运行状态、频率、电流、进出口压力；冷却塔风机的运行状态、频率、出塔水温、进塔水温；各类电动调节阀的开度反馈。

第二类是输配与末端数据：包括 20 层热交换站一二次侧供回水温度、流量，高低区末端回水温度，综合楼与演播楼集水器回水温度、阀门开度，重点区域室内温湿度。

第三类是环境与气象数据：包括室外干球温度、相对湿度、湿球温度、风速风向，以及未来时段的气象预报数据。

第四类是业务与运行数据：包括节目录制与直播时段安排、工作日与节假日属性、末端设备开启情况、分时电价时段划分，以及设备保养与检修计划。

在采集方式上，优先复用既有群控系统与能耗监测系统的已有测点，通过标准通信协议读取，避免重复布点与侵入式改造；对于算法必需但现场缺失的测点（如冷却水进

塔温度、部分分区回水温度），由现场勘察阶段统一列出补充清单，采用加装传感器或从设备控制器通信口读取的方式补齐。所有采集数据在进入算法前进行有效性校验，对超出物理量程、长时间不变、跳变异常的数值进行标记与剔除，避免异常数据污染模型。

通信链路方面，边侧智控一体机与既有群控系统之间优先采用现场总线或局域网通信，与控制器的通信采用标准工业协议；一体机与云端之间通过加密通道通信，数据上行与策略下行使用独立服务接口，避免相互影响。通信链路具备心跳检测与超时判断能力，一旦在规定时间内未收到有效数据或未完成策略确认，立即切换至本地控制模式，并在平台侧产生提示记录。

部署环境方面，边侧智控一体机安装于制冷机房附近的弱电间或控制室内，安装环境要求具备稳定的供电与接地条件、通风散热条件以及干燥防尘条件，避免安装于高温、高湿或强电磁干扰区域。一体机供电采用独立回路并配置不间断电源，保证在市电波动或短时断电情况下能够安全退出控制、完整保存运行数据；网络接入采用至少两条独立路径（有线局域网与备用无线或运营商网络），防止单链路故障导致通信中断。设备安装位置预留维护空间，便于后期检修与部件更换。

安全层面在部署阶段一并落实：边侧与云端通信采用加密传输，模型文件下发附带完整性校验值；平台按角色划分操作权限，算法参数配置、策略下发、人工干预等操作分级授权，关键操作全程留痕。运维审计方面，系统记录每次策略下发的时间、内容、执行结果与操作人员，形成完整的控制过程日志，支持按时间、按设备、按操作类型检索回溯，确保控制过程可管、可控、可追溯。上述措施与算法内部的安全约束共同构成项目的信息安全与运行安全体系。

1.1.3.3 算法功能覆盖度

AI 智能算法在制冷机房冷水机组及附属设备控制后并对制冷机房机组及附属设备、冷却塔和 20 层热交换站进行整体接入并实现群控控制的基础上部署中央空调智控一体机，并通过自动群控+AI 大数据算法相结合的方式，实现制冷场景“自动驾驶”，中央空调系统自治运行，智控一体机算法自主迭代。

需要明确算法与既有自动群控之间的分工关系。本项目在制冷机房已具备本地群控能力，可完成基本控制功能、系统连锁启停、故障切换等基础逻辑。算法并不替代群控系统，而是在其之上增加"决策层"：群控系统负责保证设备按安全逻辑正确动作，算法负责决定"什么时候动作、动作到什么程度"。具体分工为：设备级的保护逻辑、连锁关系、最小启停间隔等安全边界由群控系统与端侧策略保证，算法无权越界；运行级的开

机时刻、机组组合、水温设定、泵频策略等优化决策由算法输出，经群控系统校验与执行；管理级的运行监视、数据统计、报表输出由平台侧完成。这一分工保证了即使算法完全退出运行，机房仍可按原有方式正常工作，算法带来的只是能效提升而非控制必需，从根本上降低了引入算法带来的运行风险。

算法在上述分工下覆盖的能力范围包括：一是负荷预测能力，输出未来时段冷负荷预测值，为后续所有优化决策提供共同输入；二是设备组合寻优能力，输出机组、水泵、冷却塔的启停组合方案；三是参数动态调节能力，输出供水温度、压差、温差、逼近度等系统级参数的设定值；四是安全校验能力，对每一组输出策略进行约束校验，超限即限幅或拒绝下发；五是效果评价能力，自动对比策略执行前后的运行数据，评价优化效果，为迭代提供依据。算法当前不介入的范围包括：设备本体级的安全保护、与暖通系统无关的消防与安防系统、以及需要现场人工判断的应急处置操作，这些环节维持既有方式不变。

与之配套，本项目实施过程中同步明确"算法建议模式"与"算法自动模式"两级使用方式。建议模式下算法只输出策略建议，运行人员确认后执行，适用于上线初期与运行人员对算法建立信任的阶段；自动模式由算法直接输出策略至群控系统执行，运行人员保持监视与干预权限，适用于运行稳定、策略准确率经充分验证后的阶段。两级模式之间可随时切换，切换过程不影响系统连续运行。该设计使业主方能够根据自身管理要求灵活掌握算法的使用深度，既满足节能目标，也兼顾运行管理的可控性。

主要功能描述如下：

控制模块	本地群控逻辑
基本控制功能	主机/水泵/冷却塔风机支持轮巡控制、自动调控 监测供回水温度、压力、流量等关键参数
系统连锁启停控制	启动顺序：冷却水泵→冷却塔风机→冷冻水泵→冷机 停止顺序与启动相反 支持按天气或预设时间表开机
冷机加减机控制	加机（ACR）：满足供水温度超标、机组负载/降温速率达标等条件启动新机组 减机（RCR）：满足机组台数≥2、平均负载≤65%-69%等条件停机
二次侧冷冻水泵变频控制	按压差串级变频（低于设定值升频，高于降频） 遵循“大温差小流量”原则

机时刻、机组组合、水温设定、泵频策略等优化决策由算法输出，经群控系统校验与执行；管理级的运行监视、数据统计、报表输出由平台侧完成。这一分工保证了即使算法完全退出运行，机房仍可按原有方式正常工作，算法带来的只是能效提升而非控制必需，从根本上降低了引入算法带来的运行风险。

算法在上述分工下覆盖的能力范围包括：一是负荷预测能力，输出未来时段冷负荷预测值，为后续所有优化决策提供共同输入；二是设备组合寻优能力，输出机组、水泵、冷却塔的启停组合方案；三是参数动态调节能力，输出供水温度、压差、温差、逼近度等系统级参数的设定值；四是安全校验能力，对每一组输出策略进行约束校验，超限即限幅或拒绝下发；五是效果评价能力，自动对比策略执行前后的运行数据，评价优化效果，为迭代提供依据。算法当前不介入的范围包括：设备本体级的安全保护、与暖通系统无关的消防与安防系统、以及需要现场人工判断的应急处置操作，这些环节维持既有方式不变。

与之配套，本项目实施过程中同步明确"算法建议模式"与"算法自动模式"两级使用方式。建议模式下算法只输出策略建议，运行人员确认后执行，适用于上线初期与运行人员对算法建立信任的阶段；自动模式由算法直接输出策略至群控系统执行，运行人员保持监视与干预权限，适用于运行稳定、策略准确率经充分验证后的阶段。两级模式之间可随时切换，切换过程不影响系统连续运行。该设计使业主方能够根据自身管理要求灵活掌握算法的使用深度，既满足节能目标，也兼顾运行管理的可控性。

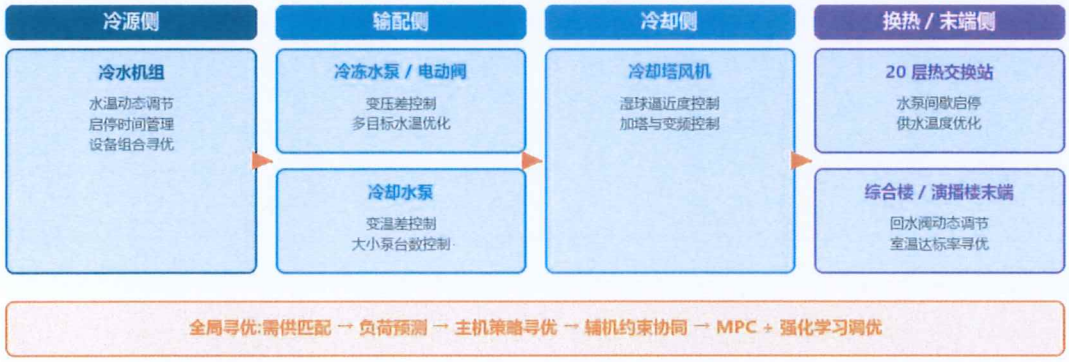
主要功能描述如下：

控制模块	本地群控逻辑
基本控制功能	主机/水泵/冷却塔风机支持轮巡控制、自动调控 监测供回水温度、压力、流量等关键参数
系统连锁启停控制	启动顺序：冷却水泵→冷却塔风机→冷冻水泵→冷机 停止顺序与启动相反 支持按天气或预设时间表开机
冷机加减机控制	加机（ACR）：满足供水温度超标、机组负载/降温速率达标等条件启动新机组 减机（RCR）：满足机组台数≥2、平均负载≤65%-69%等条件停机
二次侧冷冻水泵变频控制	按压差串级变频（低于设定值升频，高于降频） 遵循“大温差小流量”原则

冷却塔变频及加减塔控制	按室外湿球温度+逼近温度动态设定出水温度 同频运行已启动风机，优先通过加塔扩大换热面积，流量不足时升频；室外温湿度传感器精准采集参数
冷却出水温度动态设定	计算公式：出水温度=室外湿球温度+换热逼近度设定值 以冷机冷却水最低进水温度为下限
冷冻出水温度动态设定	部分负荷时提高设定值，每提高 1℃冷机效率提升 3%-7% 基于室外气象条件和系统状态动态调整
故障切换	任何一台设备出现故障时，如有备用设备应立即启用备用设备，保证系统的正常运行
综合楼/演播楼集水器回水阀门调节	根据综合楼、演播楼分区情况，通过探测末端室内温度和室外天气负荷，对综合楼/演播楼集水器回水阀门进行动态调节，实现高低区冷热均衡，按需供能的目的

（一） 业务场景覆盖范围

本次交付算法能力覆盖北京广播电视台暖通空调系统冷源侧与输配侧全环节，具体包括：制冷机房内的冷水机组、冷冻水泵、冷却水泵、冷却塔及电动调节阀；20 层热交换站及高、低区换热设备；综合楼、演播楼集水器回水阀与末端空调设备。算法按"源—网—站—端"四类对象分别建模、协同优化，实现从冷量生产到末端输送的全链路需供匹配，业务场景与算法能力的对应关系如下图所示。



针对不同业务区域的运行特性，算法采用差异化控制策略：对演播楼等负荷波动剧烈区域，强化负荷预测与快速响应能力，提前预判节目录制、直播等活动带来的负荷变化，避免供水温度大幅波动；对综合楼等用能时段相对固定的区域，重点优化主机启停时间与设备组合方式，减少无效运行时间；对 20 层热交换站等高区供水环节，通过回水阀门动态调节实现高低区冷热均衡、按需供能；对过渡季及夜间低负荷时段，通过水

泵变频运行、间歇启停等策略降低输配能耗。

（二） 各设备环节算法控制策略详解

算法的业务价值最终体现在每一个具体设备环节的控制动作上。按冷源侧与输配侧的设备顺序，逐一说明各环节的控制目标、控制逻辑、关键参数及其对应的业务场景，以便评审人员对照功能清单逐项核验。

（1）冷水机组优化控制

冷水机组是冷源系统的主要耗能设备，本项目制冷机房配置多台离心式/螺杆式冷水机组，承担综合楼与演播楼全部冷负荷。算法对机组的控制分为三个层面。第一层是开机台数与运行组合寻优：机组在不同负荷率下的能效差异很大，常规做法是按"够用即可"的朴素逻辑逐台加载，容易出现多台机组同时低负载运行、能效低下的情况。算法基于各台机组的设备能效模型与当前负荷需求，计算所有可行组合下的综合能效，选择使系统总能耗最低的组合方案，实现机组运行在经济负载区间。第二层是机组负载均衡与轮换：算法在保证总冷量满足的前提下，通过调节各机组的出水温度设定值与加减载节奏，使各机组负载率尽可能接近，避免单台机组长期满载、其他机组长期轻载造成的不均衡磨损。第三层是加减机时机控制：加机条件包括供水温度持续高于设定值、机组负载率达到上限并持续时间超过阈值、降温速率低于要求等；减机条件包括运行台数不少于两台、各机组平均负载率低于设定阈值并持续一定时间。算法在执行加减机时同步考虑设备最小启停间隔与运行时长要求，避免频繁启停对机组造成冲击。

（2）二次冷冻水系统变压差控制

二次冷冻水系统承担从机房到末端的冷量输送任务，其能耗主要由冷冻水泵消耗。传统恒定压差控制方式将压差设定值固定在最不利工况所需的数值，在部分负荷时造成"压力过剩"，表现为末端电动阀频繁关小、水泵做无用功。算法采用变压差控制策略：在室内温度不超标的前提下，实时下调压差设定值，使水泵频率随之降低。控制过程中同时兼顾"大温差小流量"原则，即在满足冷量输送的前提下，通过提高供回水温差、降低循环流量来减少输送能耗。算法对压差设定值的调整设有速率限制与上下限约束，避免调节幅度过大引起系统振荡。

（3）冷却水系统变温差控制

冷却水系统由冷却水泵与冷却塔共同组成，其作用是将机组冷凝侧的热量排至室外。冷却泵能耗与冷凝温度之间存在耦合关系：提高冷却水流量可降低冷凝温度、提升机组能效，但会增加水泵能耗；反之降低流量可减少泵耗，却会使冷凝温度升高、机组能耗

增加。算法基于冷却水泵与冷水机组的设备能效模型，计算不同冷却水温差设定值下的系统综合能耗曲线，寻找机组能耗+泵能耗之和最小的温差工作点，并据此对冷却水泵实施变温差控制。在过渡季与低负荷时段，算法会适当放大冷却水温差、降低流量，充分利用室外低温实现节能。

（4）冷却塔逼近度控制

冷却塔是冷源系统的散热末端，其出水温度直接决定机组冷凝温度的高低。算法采用湿球逼近度控制方式：以室外湿球温度为基础，叠加一个动态的逼近度设定值确定冷却塔出水温度目标。逼近度设定值并非固定，而是根据室外温湿度、冷却塔风机能耗与机组能耗的实时关系动态调整——当室外湿球温度较高时，加大风机投入以降低逼近度对机组能效的收益更大；当室外湿球温度较低时，逼近度已自然收敛，盲目加大风机投入收益有限，此时算法转而减少风机台数或降低风机频率。控制手段上，算法遵循“优先加塔、其次升频”的顺序：先启动未投入的冷却塔以扩大换热面积，当全部冷却塔投入后仍不能满足要求时，再提高已运行风机的频率，从而以更低的能耗获得相同的散热效果。冷却水出水温度设定值以机组允许的最低进水温度为下限，杜绝因追求低温而引发的机组保护停机。

（5）分时电价下的费效协同控制

本项目所在区域执行分时电价政策，电价按尖、峰、平、谷四个时段划分，同一度电在不同时段的价格差异明显。算法在能耗优化之外，同步引入用能成本优化目标：在谷电时段，算法在满足室内环境要求的前提下适度提前开机、降低供水温度，使系统在低电价时段多承担一部分冷量制取任务，利用建筑本身的热惯性实现″能耗由平到谷、由峰到平″的时段迁移；在尖峰时段，算法在保证不触发末端温度超标的前提下，适当提高供水温度设定值、减少机组开机台数，压降高电价时段的用电量。费效优化的前提是安全与舒适约束不被突破，算法对迁移幅度设置上限，一旦出现末端温度接近报警阈值的情况，立即回落至以能耗最优为目标的常规控制策略。

（6）设备轮换与寿命均衡管理

冷源系统内的主机、水泵、风机多为多台并联配置，长期固定使用同一台设备会导致设备磨损不均、备用设备长期闲置。算法在设备组合寻优时同步引入设备运行时长均衡约束：统计各台设备的累计运行时长与启停次数，在能效差别不大的组合方案中优先选择累计运行时长短的设备，使各台设备的运行时间趋于均衡；对于有备用配置的设备，算法定期安排轮换运行，保证备用设备处于随时可投入的状态。该策略在不增加能耗的

前提下延长了设备整体使用寿命，也为故障情况下的快速切换提供了可靠性保障。

1.1.3.4 算法边云协同机制

云端与边侧、边侧与端侧之间形成“数据上行、策略下行、三级兜底”的协同运行机制，在保证控制实时性与安全性的同时，实现算法能力的持续进化。

数据上行：边缘计算节点持续采集主机、水泵、冷却塔及各类传感器的运行数据与控制效果数据，经清洗、标注后按固定周期上传云端，形成算法迭代的样本来源；安全类关键数据同步上报，便于云端统一监测与预警。

策略下行：云端完成模型训练与评估后，通过 OTA 机制将新版本模型与参数下发至边侧智控一体机，边侧加载后参与后续控制策略生成，全过程不中断在线监控与控制业务。

分级兜底：系统按“云边协同—边侧自治—端侧保护”三级模式运行。正常运行时，由边侧算法在云端模型支持下协同决策；云端通信中断时，边侧基于本地最新模型自治运行；边侧异常或模型更新期间，端侧微模型与 PID 过程控制自动接管，维持设备基础自动控制；全程报警自保护策略在线，确保任何单一环节异常均不影响系统安全。

协同指标：控制策略下发周期、数据上送周期、通信中断切换时间等协同参数在调试阶段依据现场条件确定并固化，确保协同过程对控制实时性无影响。

为便于理解协同机制的实际运行方式，以下按时间尺度说明各层级任务的划分。秒级至分钟级任务由端侧与边侧承担，包括设备状态采集、本地 PID 调节、越限判断与保护动作，这类任务对时延敏感，必须在本地完成，不经云端往返；分钟级至小时级任务由边侧承担，包括负荷预测、设备组合寻优、参数动态调节与策略下发，这类任务需要一定计算量但对时延要求相对宽松，在一体机本地算力范围内完成；日级至月级任务由云端承担，包括样本汇总与治理、模型再训练、模型评估与版本发布，这类任务计算量大、时延不敏感，适合在云端集中批量处理。任务分层后，各级职责清晰，云端算力与通信带宽的波动不会传导至实时控制环节。

异常场景的处理方式同样按层级设计：当云端通信中断时，边侧继续基于本地最新模型运行，控制策略不受影响，仅暂缓模型更新与数据上报，通信恢复后自动补传；当边侧一体机异常或处于模型更新过程中时，端侧微模型与 PID 过程控制接管，维持设备基础自动运行，控制精度有所下降但系统仍可稳定工作；当端侧检测到关键参数越限时，立即执行保护动作并上报，保护动作优先于任何优化策略。三级机制之间为逐级兜底关系，任一级失效均不会导致设备失去控制，这是本项目控制安全设计的基本原则。

1.1.3.5 算法训练框架

暖通节能算法研发过程，基于行业调研及专家输入，获得设备及产业机理知识，加速算法研发过程。同时基于机理框架+深度学习，结合运行数据，构建设备级能效模型。

基于机理框架+深度学习的模式，目前暖通场景节能算法已涵盖冷塔、冷却泵、多类型主机、冷冻泵、冰蓄冷、调节阀、空调末端等环节的全覆盖，可以自由组合打造场景适用度最高的算法解决方案。

优化方向：在构建设备级能效模型的基础上，通过启发式算法+求解器，基于设备能效模型，给出指定寻优目标（综合能耗最低、综合用能成本最低、室温达标率、综合COP最优等）的通用寻优算法，以满足不同业务场景。

算法训练流程：

算法训练遵循"数据准备—特征工程—模型训练—离线评估—在线验证"的标准流程：数据准备阶段完成历史运行数据、气象数据与业务数据的采集、清洗与对齐；特征工程阶段结合暖通机理筛选关键特征，构建反映负荷变化规律与设备运行特性的特征集；模型训练阶段采用机理与数据融合的建模方式完成模型训练与超参数寻优；离线评估阶段利用历史数据回测，验证模型精度与策略安全性；在线验证阶段在非关键时段开展小范围验证，确认无异常后逐步扩大应用范围，确保训练成果平稳落地。

1.1.3.6 算法功能实现原理

（一） 主机优化控制

系统整体基于需供互动原则，通过大数据+AI算法建立冷站运行模型，结合室外天气及室内温度数据，实现用冷需求的预测，指导冷站运行；实现需供匹配后，在确保室内温控符合控制目标的前提下降低冷站能源消耗。

负荷预测：基于物联条件选择相应的特征，如室内外温湿度、天气预报数据（温度、湿度、风速等）、节假日特征、末端开启率（如有）、历史负荷数据等。然后结合常见的时序数据预测模型，如回归树、LSTM、随机森林等，然后结合预测数据特征进行权重寻优形成融合模型。

优化策略：需供匹配前提下，基于负荷预测，算法可以给出主机启停时间、启停组合、水温设定等参数优化策略。

（二） 辅机优化控制

主机、冷塔、水泵等各环节算法，都可以被理解为具有自主决策能力、感知环境能力、学习能力和与其他智能体或环境进行交互能力的实体，因而也可以称为智能体。

协同优化逻辑为：基于需供匹配前提，结合目标需求、负荷预测，实现对主机的策略优化，然后基于主机的设备机理，对辅机进行约束。辅机则在满足主机约束的前提下，又相互协同，然后在各自局部区域，通过 MPC 控制结合强化学习进行调优，最终实现全局寻优。

以水泵、冷塔控制为例，主智能体会给出如主机流量约束辅机启停数量、约束冷冻泵压差范围、约束冷却泵温差范围等约束，在此约束基础上，辅智能体优化分为两个阶段：

阶段一：模糊 PID 控制（负反馈模式）

前期无数据启动时，通过相对比较成熟的 PID 控制器，结合负反馈进行控制。

采用模糊 PID 优势在于能够自动调整控制参数以适应系统变化，从而提高控制系统鲁棒性和适应性，让系统更快进入稳态。

基于负反馈的调节具有一定滞后性，因而完成数据积累后，引入 MPC 控制（模型预测控制）。

阶段二：MPC 控制+深度强化学习（数据驱动）

完成数据积累后，基于模型预测 MPC 控制来输出控制策略，再结合深度强化学习能力，进一步提升 MPC 控制精度。

示例：目标：COP 最优；约束：温差范围 1-5℃通过数据拟合水泵温差与冷站综合 COP 关系，然后在温差约束范围内寻找 COP 最优点 3.7℃，下发该温差并执行（调节水泵频率）。

MPC 控制受限于数据范围，构建的模型有一定的不确定性；另外对于负荷突变的情况也无法快速适应。此时就需要强化学习来弥补 MPC 控制的不足。深度强化学习可以通过与环境的不断交互和试错来学习最优策略，对模型的依赖相对较小，从而能够更好地应对模型不确定性。同时深度强化学习可以通过自定义奖励函数，灵活地适应不同的优化目标和约束条件。

优化策略：在多智能体相互约束协同的情况下，算法可以给出水泵温差设定值、压差设定值、冷塔湿球逼近度、冷却水下塔温度等系统级参数；也可以给出冷塔、水泵的启停及频率设定等参数优化策略。

多智能体协同控制的实际运行过程可以用一个典型场景说明。假设夏季某工作日午后，室外湿球温度升至 28℃、综合楼与演播楼同时处于用冷高峰，末端回水温度上升，

负荷预测模型判断未来一小时内冷负荷将继续增长。此时各智能体的动作顺序为：主智能体首先判定需要增加冷量供给，据此输出主机层策略——判断现有运行台数是否满足、是否需要加开一台机组、各机组出水温度设定值是否需要下调；同时向辅智能体输出约束条件——冷却水流量范围、冷冻水压差允许区间、冷却水温差上限。冷却泵智能体在收到约束后，先将冷却水泵频率提升至允许区间内的目标值，保证冷凝侧换热能力；冷冻泵智能体相应提高冷冻水压差设定值，使末端冷量供应跟上负荷增长；冷却塔智能体根据湿球温度与冷却水回水温度判断当前逼近度是否合理，决定增加冷却塔投入台数。整个过程中，各智能体不是被动执行固定指令，而是在既定约束下自行寻找局部最优工作点，最终使系统整体运行在综合能耗最低的状态。

当负荷进入下降段时，动作顺序与上述过程相反，且要考虑设备最小运行时间约束：算法不会在负荷刚刚回落的瞬间立即减机，而是判断负荷下降是短时波动还是趋势性回落——若为短时波动（如录制间隙的设备启停），算法仅调整水温与频率，不改变机组台数；若为趋势性回落（如录制结束、下班时段），则在满足最小运行时间后逐步减机并降低泵频。这一"区分波动与趋势"的判断机制，是避免设备频繁启停、延长设备寿命的关键，也是算法相对人工经验调节的重要优势。

（三） 费效优化

分时电价场景，基于尖峰平谷电价分布时段，结合用能需求，通过谷电提前开机、主机负荷调节（主机加减机、水温调节）等策略，实现能耗由平到谷/由峰到平的搬迁，实现最终能耗成本支出最低的目的。

在分时电价场景下，算法的费效控制策略可通过一个日内运行过程说明。以标准分时电价时段划分为例，谷电时段（通常为夜间）电价最低，算法在此阶段适度提前启动机组、将供水温度设定值下调 0.5 至 1℃，使系统在低电价时段多制取一部分冷量，利用建筑围护结构与管网水体的热惯性在下游时段释放；平电时段算法按常规能效最优策略运行，保持负荷与产冷量平衡；峰电与尖峰时段电价最高，算法在不突破末端湿球温度与室内温度约束的前提下，适度上调供水温度设定值、优化机组组合以减少开机台数，把高电价时段的用电量压到最低。由于演播楼夜间本身有稳定供冷需求，谷电时段的冷量制取与演播楼的夜间负荷形成天然契合，费效优化在该区域的效果尤为明显。

需要说明的是，费效优化的收益来自"用电时段迁移"，而非降低总供冷量，因此其前提是末端环境始终达标。算法对迁移幅度设置了明确边界：当末端温度接近报警阈值、或系统蓄冷能力已接近上限时，算法立即恢复以能耗最优为目标的常规策略，保证舒适

度与安全性的优先级始终高于经济性。运行过程中算法同步记录各时段的用电量与电价，按月输出费效分析结果，使节能收益能够以电费金额的形式被直观衡量。

1.1.3.7 核心算法及实施部署

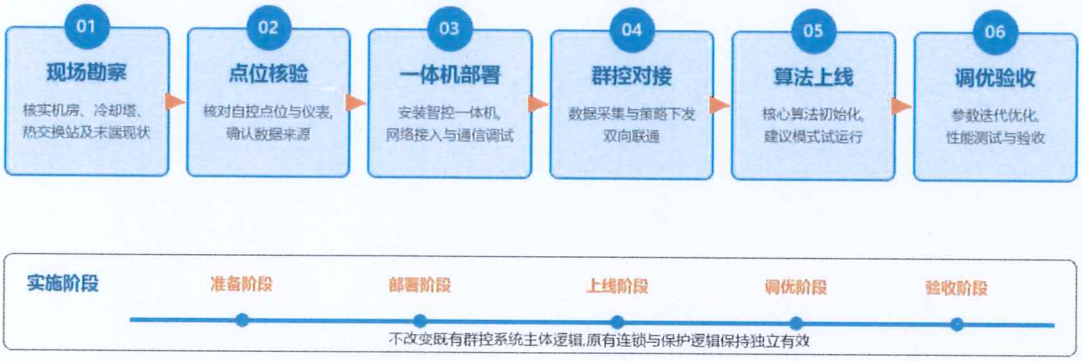
在制冷站群控的基础上，搭建中央空调智控 AI 智控一体机模块，紧密遵循供需互动的核心原则。在确保系统安全稳定运行及用户舒适体验的同时，基于优化算法和预测，实现对中央空调系统的云端与本地侧群控的协同优化控制。

算法需部署在本地智控一体机，通过训练，不断迭代升级。主要应用部署的算法如下：

序号	算法	功能描述
1	主机水温动态调节	根据建筑冷热负荷需量动态变化，在满足室内舒适度前提下，动态调节主机出/回水温度设定值，实现需供匹配
2	冷冻水变压差控制	根据建筑冷热负荷的变化，配合出水温度动态调节算法，精确控 制冷冻水压差，使得最终输出冷量与建筑实际需量精准匹配
3	冷却水变温差控制	基于冷却泵与主机设备能耗模型，平衡主机与冷却水系统的综合能耗，对冷却水泵进行变温差控制，降低综合运行能耗
4	主机启停时间管理	在营业时间固定的公建空调场景中，基于气象条件变化，动态调节主机启停时间，通过减少主机运行时间来实现节能
5	设备组合寻优算法	通过调节主机的设备组合方式，使得系统综合能效最高
6	冷却塔湿球 逼近度控制	依据最佳湿球温度逼近度来对冷却塔进行控制，均衡冷却塔能耗与冷却水下塔温度
7	定频泵组大小泵运行台数控制	通过优化大小泵的开启情况，达到提升系统能效的结果
8	水泵间歇性 启停控制	板换二次侧场景，当系统负荷较低时，管网中水温处于较高状态，通过控制水泵间歇性启停，实现节省能耗
9	多目标出水温度优化控制	基于末端温湿度要求，动态调节主机运行数量及供水温度，从而响应末端多目标控制要求
10	系统运行参数全局寻优	对所有设备不同工况下的能效模型组合进行计算，从全局寻优层面通过仿真及运筹优化，找出“逼近系统节能极限”的最优解

（一） 实施步骤

算法实施按"现场勘察—点位核验—一体机部署—群控对接—算法上线—调优验收"六个步骤推进：现场勘察阶段核实制冷机房、冷却塔、热交换站及末端设备现状，确认可接入设备清单与通信条件；点位核验阶段核对既有自控点位与仪表配置，明确算法所需数据的来源与精度，必要时补充测点；一体机部署阶段完成智控一体机安装、网络接入、运行环境配置与基础通信调试；群控对接阶段完成一体机与既有群控系统及设备控制器的双向联通；算法上线阶段完成核心算法初始化部署，先以建议模式运行、经人工确认后逐步切换至自动模式；调优验收阶段按周跟踪运行效果、迭代优化算法参数并完成性能测试。实施流程如下图所示。



（二） 实施计划

项目实施按以下五个阶段组织推进：

阶段	主要工作内容	交付成果
准备阶段	现场勘察、点位核验、实施方案确认、一体机备货	实施方案与点位确认清单
部署阶段	一体机安装、网络接入、群控对接、数据联调	数据采集与控制链路贯通
上线阶段	算法初始化部署、建议模式试运行	算法上线运行
调优阶段	算法参数迭代优化、运行效果跟踪、自动模式切换	调优记录与运行报告
验收阶段	性能测试、节能效果验证、资料移交与培训	验收报告与操作维护手册

（三） 调试验收

调试阶段重点验证三方面内容：一是数据准确性，核对采集数据与现场仪表、群控

系统显示值的一致性；二是控制有效性，验证算法策略下发后设备动作正确、运行参数按预期变化；三是安全可靠性，模拟通信中断、参数越限等异常场景，验证三级兜底机制与保护逻辑动作正确。验收阶段依据合同约定的能效指标与运行指标开展性能测试，测试期间保证对比工况一致，并留存完整测试数据备查。

1.1.3.8 算法迭代优化

◆ 机理模型及冷启动

项目投运初期缺乏本建筑历史运行数据，直接上智能算法存在无数据可用、策略不可信的风险。本次以机理模型解决冷启动问题：基于设备铭牌与性能试验建立冷水机组能效曲线（COP 随负荷率、冷却水温度变化的特性模型）、水泵变频特性曲线、冷却塔换热模型（出水温度-湿球温度-风量关系），再结合室外气象参数与建筑负荷特性。投运后可依据机理模型给出运行设定值——主机出水温度按室外湿球温度+换热逼近度动态设定、二次泵按压差设定值串级调节。

◆ 分级训练调控

具备运行数据后，将中央空调系统调控建模为可决策过程：状态空间包含室外气象、各主机负荷率与启停状态、水泵频率、供回水温度压差、末端室温及电价时段等；动作空间涵盖主机加减载与组合切换、水泵频率与台数、冷却塔风机频率与投运塔数、阀门开度等，通过与环境的交互实现最优策略。算法按场景复杂度分级选型：简单决策场景处理主机组合、水泵台数等组合问题；连续动作场景（频率连续调节、阀门连续开度）采用 PPO 等策略梯度算法，训练稳定、适应连续调控。

◆ 工况预测学习

引入类 Transformer 架构的深度学习模型，对建筑冷热负荷、逐时气象与电价进行多步预测，把控制从事后反馈升级为事前预判。执行流程为：数据准备（历史负荷、气象、电价、运行工况数据集）→数据预处理（缺失值处理、异常剔除、多源时间对齐、时间特征编码：小时/星期/节假日/季节）→模型训练（在上年及相似项目数据上预训练，再用项目数据微调）→验证上线。

◆ 主动预测控制

能力融合为预测驱动、强化寻优的主动预测控制体系，深度学习模型提供未来 1～24 小时的负荷、气象与电价预测，强化学习智能体在预测工况下滚动求解最优控制序列，经机理约束校验后下发执行，并随实测数据滚动修正——即滚动预测、滚动优化、滚动执行的模型预测控制闭环。

◆ 数据增强及保障

针对项目系统数据积累有限的问题，构建双路数据增强机制：一是基于仿真数据增强——依托机理模型构建冷站仿真环境，注入冷站拓扑、设备能效曲线与候选运行策略，批量生成不同负荷率与气象组合下的运行样本，强化学习智能体可在仿真器中先期训练充分试错，避免在真实系统上边学边控；二是基于历史项目数据迁移——筛选气候特征、建筑功能与系统构型相似的历史项目运行数据，经拓扑映射与量纲归一后注入训练集，缩短模型收敛周期。

◆ 边云协同迭代

算法迭代依托云-边-端协同机制落地：云端基于持续回流的全量运行数据完成模型再训练与版本评估，经灰度验证后通过 OTA 安全通道向边侧下发；边侧智控一体机执行算法推理、输出系统级优化策略，并对下发模型进行签名校验与回滚保护；端侧部署设备级微模型与 PID 过程控制、报警自保护等策略，在上位失控或通讯中断时维持设备安全运行。迭代周期为：日常参数级优化按周滚动发布，模型级迭代按月评估升级，供冷季末进行全年策略复盘并训练下季版本。确保算法越跑越准、越用越省，支撑保底节能率不低于 8%的收益承诺兑现。

1.2 项目团队人员配备

1.2.1 项目主要人员团队配备名单

类别	姓名	性别	专业	职务	职称	主要资历	经验及承担过的项目
项目负责人（项目经理）	李司南	男	项目管理	工程部总经理	一级建造师，安全生产考核合格证书（B 证）	20 多年项目管理经验	参与蚌埠市行政办公中心多联机智慧调控平台、泉州市燃气大厦能碳管理平台、廊坊大剧院综合能源、蒙牛能碳等多个大项目经验
软件开发负责人	张详位	男	信息技术与数字化	产品总监	信息系统项目管理师	12 年能源互联网经验	参与蒙牛能碳项目、北汽福田能碳项目、徐州机场智控及能碳等多个大项目经验
技术负责人（专业工程师）	马原东	女	综合能源	技术总监	暖通工程师	10 年综合能源业务设计及方案经验	从事公建能源站暖通自控系统设计工作，精通制冷机房、锅炉房、换热站配套仪表、PLC 控制及能

							源管控平台方案设计，擅长暖通设备自动化群控、运行数据采集、能耗监测、系统智能化改造、能源精细化管控与节能降碳技术落地实施；参与石家庄药监局、青岛数媒中心、青岛万达游艇、青岛中建锦绣城、天津京滨工业园区等公建能源站暖通自控系统设计
施工负责人	孙振华	男	综合能源	专业工程师	制冷及低温工程工程师	10年综合能源业务设计及方案经验	主要经历：主导编制泛能项目工程交付30余个，施工图20余个； 项目经验：廊坊大剧院、只有红楼戏剧幻城等；
软件开发人员	党伟康	男	信息技术与数字化	产品经理	二级建造师、PMP认证	8年暖通空调系统智慧调控平台研发经验，及各类业态建筑远程运维经验	商场：万达集团冷站智控项目；永旺集团冷站智控项目；办公：浙江政府办公园区能碳管理平台；蚌埠市行政办公中心多联机智慧调控平台；泉州市燃气大厦能碳管理平台等多个项目经验
软件开发人员	王东东	男	硬件开发	技术经理	PMP认证	10年综合能源硬件开发经验	永旺集团冷站智控项目
采购负责人	高宏伟	男	建筑环境与设备工程	采购经理	/	7年项目采购管理类经验	主要经历：负责廊坊市解放道中国银行暖通智控节能项目、厦门大学暖通智控项目等项目的采购工作

附件2：《北京广播电视台国贸办公区中央空调系统能源智能管控服务升级项目费用明细》

序号	名称	型号规格	技术参数	数量	单价（元）	总价（元）	备注
能碳一体化平台							
1	能碳平台一体化平台	泛能网	公建版	1 套	230000	230000	
2	能碳平台一体化平台	泛能网	定制大屏	1 页	80000	80000	（软件）
制冷机房中央监控设备							
1	制冷机房专用监控系统软件	国产优质	制冷机房系统专用监控软件，无并发访问用户数量限制。图形用户界面，包含自带数据库；含报表功能，含报警功能；	1 套	30000	30000	
2	工作站，上位机监控电脑	联想	含显示器、主机 CPUi5,内存 16G,硬盘 1T	1 项	9480	9480	
控制柜							
1	中央空调 AI 融控一体机	FnicX-A1-H-S	点位： DO:40/AO:24/DI:86/AI:64 AI 边缘中央空调智控一体机，包括： 融控专用机柜，包含全套电气设备 - 触控屏 - 智控网关 - 协议网关 -Lora 基站 支持 EtherNet/IP、OPCUAserver、ModbusTCP（最大支持 31 个从站）、Socket、PROFINET 从站、FINSTCP&UDP 从站、MC 通信、WebServer、SFTP 和	1 套	240000	240000	

			网络防火墙；支持程序上下载和固件升级；程序语言:LD、ST、SFC,支持 FB/FC 功能(LD)				
2	暖通拓展控制柜-(冷却塔)	FnicX-A1-H-E	包括： - 专用机柜，包含全套电气设备 - 搭配控制单元和控制模块，DO:48/AO:16/DI:80/AI:16	1 套	60000	60000	
3	暖通拓展控制柜-（20F 换热机房）	FnicX-A1-H-E	包括： - 专用机柜，包含全套电气设备 - 搭配控制单元和控制模块，DO:8/AO:12/DI:16/AI:28	1 套	50000	50000	
传感器及变送器							
制冷机房							
1	水管温度传感器	EM500-PT100	品牌：星纵物联，温度：-50℃~200℃；0.5 精度；LoRA WAN 无线通信接入；IP 67；表面贴面式或者插入式安装方式	14 只	1292	18088	
2	水管压力传感器	国产优质	压力：16 bar；4-20mA；	8 只	2193	17544	
3	室内温湿度传感器	EM300-TH-NB	品牌：星纵物联，温度范围（-30~70℃），湿度范围（0~100%RH）；NB-IOT，4G 通讯方式；插座供电或者电池供电形式；IP30 以上，含 1 年流量	30 台	1350	40500	
4	多功能电表	PMC-350-A5	品牌：深圳中电 485+4G 通讯	29 台	1217	35293	
5	开口互感器	国产优质	1600A	21 台	546	11466	
6	开口互感器	国产优质	400A	21 台	126	2646	
7	开口互感器	国产优质	200A	45 台	83	3735	
8	数采网关	iSmart Gate 2	品牌：深圳中电 2 网口，4 串口，4G，Lora	2 台	2939	5878	

9	外夹式流量计	SY-CCW600	品牌：江苏苏仪 DN15～DN6000；流速范围：0～±32m/s；双通道双 CPU 并行工作；测量精度：±1%；热电阻 PT100*2，测量范围 -40~120℃，输出信号：RS485/MODBUS；电源：AC220V；电气接口尺寸：M20x1.5；防护等级：IP65；积算仪安装形式：挂墙式安装；	6 台	12240	73440	
10	电动调节硬密封蝶阀执行器	LQM100	品牌：欧特莱 型号：LQM100，原蝶阀定制执行器，DN250，配智能一体化电装带液晶显示带手动操作，电源 220V/380V，推荐 380V	3 台	24752	74256	
11	电动调节硬密封蝶阀执行器	LQM200	品牌：欧特莱 型号：LQM200，原蝶阀定制执行器，DN300，配智能一体化电装带液晶显示带手动操作，电源 220V/380V，推荐 380V	2 台	30464	60928	
冷却塔							
1	室外温湿度传感器	EM300-TH-NB	品牌：星纵物联，温度范围（-30~70℃），湿度范围（0~100%RH）；NB-IOT，4G 通讯方式；插座供电或者电池供电形式；IP30 以上，，含 1 年流量	1 台	1350	1350	
2	多功能电表	PMC-350-A5	品牌：深圳中电 485+4G 通讯	12 台	1217	14604	
3	开口互感器	国产优质	100A	36 台	43	1548	
4	数采网关	iSmart Gate 2	品牌：深圳中电 2 网口，4 串口，4G，Lora	1 台	2939	2939	
5	交换机	国产优质	5 口 TPLINK	1 台	571	571	
6	光纤收发器和 SC-SC 光纤条线	国产优质	TPLINK(TL-MC311A-20（工业级）	2 台	1029	2058	
冷水换热泵房							
1	水管温度	EM500-PT100	品牌：星纵物联，温度：-50℃~200℃；0.5 精度；LoRA	8 只	1292	10336	

	传感器		WAN 无线通信接入；IP 67；表面贴面式或者插入式安装方式				
2	水管压力传感器	国产优质	压力：16 bar；4-20mA；	8 只	2193	17544	
3	多功能电表	PMC-350-A5	品牌：深圳中电 485+4G 通讯	1 台	1217	1217	
4	开口互感器		100A	3 台	43	129	
5	数采网关	iSmart Gate 2	品牌：深圳中电 2 网口，4 串口，4G，Lora	1 台	2939	2939	
6	交换机		5 口 TPLINK	1 台	571	571	
7	光纤收发器和 SC-SC 光纤条线		TPLINK(TL-MC311A-20（工业级）	2 台	1029	2058	
其他							
1	实施服务	Service-1	现场设备安装、管线敷设、接线等（含材料）。	1 项	298882	298882	
2	调试服务	Service-2	群控+智控调试，能碳平台的部署调试，项目培训及验收。	1 项	250000	250000	
合计						1650000	

甲方： 北京广播电视台	乙方（联合体牵头方）： 北京北燃新奥能源发展有限公司
（公章或合同专用章）	（公章或合同专用章）
法定代表人或授权代表	法定代表人或授权代表
（签字或签章）：	（签字或签章）：
签订日期：2026年11月10日	签订日期：2026 年 11月 10日

	乙方（联合体成员）： 新奥数能科技有限公司
	（公章或合同专用章）
	法定代表人或授权代表
	（签字或签章）：
	签订日期：2026年11月10日

附件 3《到货清点合格报告》

<table>
<tr><td colspan="8">到货清点合格报告</td></tr>
<tr><td rowspan="8">基本信息</td><td colspan="2">项目名称</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td colspan="2">合同名称</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td colspan="2">合同编号</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td colspan="2">交付对接人</td><td colspan="2"></td><td>检验日期</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">到货日期</td><td colspan="2"></td><td>箱号</td><td colspan="2">X/Y</td></tr>
<tr><td>货物名称</td><td colspan="2">规格型号</td><td>单位</td><td>数量</td><td>生产厂家</td><td>备注</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="8">收货情况</td><td colspan="3">设备外包装情况</td><td>合格 【 】</td><td colspan="2">不合格【 】</td></tr>
<tr><td colspan="3">说明书、合格证、检验证、使用手册、维护手册、装箱清单等其它技术文档检查</td><td>合格 【 】</td><td colspan="2">不合格【 】</td></tr>
<tr><td colspan="3">设备外观质量检查（损伤、损坏、锈蚀情况，零件是否齐全）</td><td>合格 【 】</td><td colspan="2">不合格【 】</td></tr>
<tr><td colspan="3">随箱附零配件、工具（按装箱单检查）</td><td>合格 【 】</td><td colspan="2">不合格【 】</td></tr>
<tr><td colspan="3">设备规格型号是否符合现场需要（按采购合同检查）</td><td>合格 【 】</td><td colspan="2">不合格【 】</td></tr>
<tr><td colspan="3">机械部件检查（包括产品名称、型号；出厂编号；标准编号；质量等级标志；厂名、商标；出厂日期等）</td><td>合格 【 】</td><td colspan="2">不合格【 】</td></tr>
<tr><td colspan="2">验收结论：</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="3">签字栏</td><td>签字方</td><td colspan="3">公司或单位名</td><td colspan="3">授权人签字及日期</td></tr>
<tr><td rowspan="2">甲方：</td><td colspan="3" rowspan="2"></td><td colspan="3">授权人：</td></tr>
<tr><td colspan="3">年 月 日</td></tr>
<tr><td rowspan="2">乙方：</td><td colspan="3" rowspan="2"></td><td colspan="3">授权人：</td></tr>
<tr><td colspan="3">年 月 日</td></tr>
</table>

附件 4《初验报告》

初验报告			
工程名称		系统名称	
使用单位		安装位置	
项目	验收内容		验收结果
观感质量	1、检查是否按图施工，接线、接管是否正确； 2、设备、表计及附件安装位置应符合要求，管道、桥架线管安装横平竖直； 3、设备、表计安装牢固可靠，布局美观，支吊架安装平直、稳固，各固定连接部位无松动； 4、各系统标识、标志齐全，无遗漏。		合格【 】 不合格【 】
设备系统	1、设备通电调试是否正常启动、运行、停止； 2、设备运行参数是否达到额定指标； 3、管路敷设是否合理，系统是否清洁、无油污、无泄漏现象； 4、零部件及附属机具是否齐全。		合格【 】 不合格【 】 不涉及【 】
电气装置	1、盘、柜各电器元件机械闭锁、电气闭锁动作准确、可靠，接线图、点表、盘图逻辑准确； 2、盘、柜各电器元件质量良好，型号、规格符合设计要求，外观完好，且附件齐全，线槽、导轨排列整齐，固定牢固，密封良好，外壳应可靠接地； 3、盘、柜的各电器、端子牌等标明编号、名称、用途及操作位置，字迹应清晰、工整，不易脱色； 4、电器、自控配置是否合理，温升和运行是否正常，无异响； 5、电器和电控装置是否齐全、可靠，有接地或接零保护措施； 6、电气连接可靠、接触良好； 7、电缆一线到位，接插件可靠，电源线与信号线、控制线分开，走向顺直，无扭绞。		合格【 】 不合格【 】 不涉及【 】
安全装置	1、各安全阀、保护装置动作是否灵敏可靠； 2、压力表、油压表是否灵敏可靠，温度计测温是否正常； 3、自动调节器、调解功能是否可靠； 4、各种表阀是否定期校验。		合格【 】 不合格【 】 不涉及【 】
表计系统	1、各指示仪表、安全保护装置及电控装置均应灵敏、准确、可靠； 2、检查表计及管道系统上阀门的启闭状态，阀门应启闭灵活； 3、流量计、水表的显示面需朝向容易读取数据方向，且满足直管段规范要求； 4、表计箭头所示方向与管道介质的流向保持一致； 5、检查电能表接线正确无误，进行通电测量电压及相序，观察电表运转是否正常； 6、网关、DTU 等物联设备能够正常加电，指示灯状态显示正常；数据稳定、准确传输。		合格【 】 不合格【 】
验收意见：		合格【 】	不合格【 】

签字栏	签字方	公司或单位名称	授权人签字及日期
	甲方：		授权人： 年　月　日
	乙方：		授权人： 年　月　日

附件 5《验收报告》

<table>
<tr><td colspan="5">验收报告</td></tr>
<tr><td rowspan="11">项目信息</td><td>项目名称</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>产品名称</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>合同编号</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>客户单位</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>项目地址</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>甲方负责人</td><td></td><td>联系电话</td><td></td></tr>
<tr><td>乙方负责人</td><td></td><td>联系电话</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="4">验收内容</td></tr>
<tr><td>序号</td><td>验收项</td><td>验收结论</td><td>备注</td></tr>
<tr><td>1</td><td>《到货清点合格报告》</td><td>合格【 】不合格【 】</td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>《初验报告》</td><td>合格【 】不合格【 】</td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>节能率</td><td>合格【 】不合格【 】</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">项目资料
交接内容</td><td>技术方案</td><td>包含《现场物联配置清单》</td><td>工程资料（见备注）</td><td></td></tr>
<tr><td>培训资料
（操作手册）</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td rowspan="3">账号开通</td><td>账号：</td><td></td><td>初始密码：</td><td></td></tr>
<tr><td>平台服务期</td><td colspan="3">年 月 日至 年 月 日</td></tr>
<tr><td colspan="4">1、客户通过手机应用市场下载智控 app，通过智控官网下载 PC 端，使用智控平台。
2、客户根据以上账号和初始密码可正常登录使用智控平台相关产品，收到初始密码后，请及时登录智控平台相关产品修改初始密码，以保护账户安全。
3、客户登录智控平台相关产品后需按照正常操作流程，查看相关数据信息。</td></tr>
<tr><td>验收结论</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>盖章签字栏</td><td colspan="2">甲方：

授权人：

年 月 日</td><td colspan="2">乙方

授权人：

年 月 日</td></tr>
</table>