

广西政府采购云平台合同编号：

政府采购

采购合同

项目编号：CZZC2026-G1-990034-GXYZ

采购计划号：崇左采备[2025]2255 号-005

采购人：广西壮族自治区民族医院

中标供应商：广西中庞机电设备有限公司

签订日期：2026 年 5 月 13 日

广西壮族自治区政府采购合同

合同编号:

采购单位（甲方）广西壮族自治区民族医院采购计划号：崇左采备[2025]2255号-005

供应商（乙方）广西中庞机电设备有限公司

项目名称：广西壮族自治区民族医院 2025 年相关设备采购编号：CZZC2026-G1-990034-GXYZ

签订地点：南宁市签订时间：2026年5月13日

根据《中华人民共和国政府采购法》、《中华人民共和国民法典》等法律、法规规定，按照招标文件规定条款和中标供应商投标文件及其承诺，甲乙双方签订本合同。

第一条 合同标的

1、供货一览表

序号	产品名称	商标品牌	规格型号	生产厂家	数量	单位	单价(元)	金额(元)
1	变频螺杆式冷水机组	开利	30XW- V236	上海一冷开利空调设备有限公司	1	套	536000.00	536000.00
2	螺杆式风冷热泵机组	开利	30XQ0430	上海一冷开利空调设备有限公司	2	套	542000.00	1084000.00
3	冷却塔	宏明	MK-AI1500340D-1	宏明科技集团有限公司	1	套	253000.00	253000.00
4	15KW 水泵	源立	GDD100-32	福建省源立泵业有限公司	2	台	10500.00	21000.00
5	22KW 水泵	源立	GDD125-32	福建省源立泵业有限公司	2	台	14250.00	28500.00
6	30KW 水泵	源立	GDD150-32	福建省源立泵业有限公司	2	台	16580.00	33160.00
	详见中标人投标文件投标报价明细表							

人民币合计金额（大写）壹佰玖拾伍万伍仟陆佰陆拾元整（小写）1955660.00 元

2、合同合计金额包括货物价款，标准附件、备品配件、专用工具、安装耗材、包装、运输、装卸、保险、税金、货物到就位以及安装、调试、检验、技术培训及技术资料、软件费、保修等全部费用。如招投标文件对其另有规定的，从其规定。

第二条 质量保证

1、乙方所提供的货物型号、技术规格、技术参数等质量必须与招投标文件和承诺相一致。乙方提供的节能和环保产品必须是列入政府采购清单的产品。

2、乙方应按招标文件规定的货物性能、技术要求、质量标准提供全新、未经使用的原装产品，且在正常安装、使用和保养条件下，其使用寿命期内各项指标均达到质量要求。

第三条 权利保证

1、乙方应保证所提供货物在使用时不会侵犯任何第三方的专利权、商标权、工业设计权或其他权利。

2、乙方应按招标文件规定的时间向甲方提供使用货物的有关技术资料。

3、没有甲方事先书面同意，乙方不得将由甲方提供的有关合同或任何合同条文、规格、计划、图纸、样品或资料提供给与履行本合同无关的任何其他人。即使向履行本合同有关的人员提供，也应注意保密并限于履行合同的必需范围。

4、乙方保证所交付的货物的所有权完全属于乙方且无任何抵押、质押、查封等产权瑕疵。

第四条 包装和运输

1、乙方提供的货物均应按招投标文件要求的包装材料、包装标准、包装方式进行包装，每一包装单元内应附详细的装箱单和质量合格证。

2、货物的运输方式：不限。

3、乙方负责货物运输，货物运输合理损耗及计算方法：货物运输保险费已包含在合同总价中，乙方须确保货物安全无损地运抵安装地点。

第五条 交付和验收

1、交付使用时间、地点。

交付时间：院方通知进场后 45 天内；

交付地点：广西南宁市采购人指定地点。未验收前保管工作由乙方自行负责。

2、乙方提供不符合招投标文件和本合同规定的货物，甲方有权拒绝接受。

3、乙方应将所提供货物的装箱清单、用户手册、原厂保修卡、随机资料、工具和备品、备件等交付给甲方，如有缺失应及时补齐，否则视为逾期交货。

4、甲方应当在到货且安装、调试完后十个工作日内进行验收，逾期不验收的，乙方可视同验收合格。

5、甲方对验收有异议的，在验收后五个工作日内以书面形式向乙方提出，乙方应自收到甲方书面异议后日内及时予以解决。

第六条 安装和培训

1、甲方应提供必要安装条件（如场地、电源、水源等）。

2、乙方负责甲方有关人员的培训。培训时间、地点：具体培训时间由甲方予以确定。

第七条 售后服务、保修期

1、乙方应按照国家有关法律法规和“三包”规定以及招标文件和本合同所附的《服务承诺》，为甲方提供售后服务。

2、货物保修期：在满足国家有关产品“三包”规定的基础上，自货物验收合格之日起计算，产品质保期 48 个月（货物需求一览表中若有专项规定的，从其规定）。产品三个月内如有严重质量问题整机包换，质保期从设备重新安装验收之日起计算。②若产品出厂的质保期或产品生产厂家承诺的质保期超过本项目规定质保期限的，合同执行过程中按产品出厂质保期限或厂家承诺期限执行；若乙方承诺的质保期限优于产品出厂的质保期或产品生产厂家承诺的，以乙方承诺执行。③质保期内负责上门服务、维修、更换配件，不得收取任何费用；并负责免费提供设备的系统软件及硬件的安全性改版升级和技术支持，确保设备正常运行。质保期满后，终身维护。

3、乙方提供的服务承诺和售后服务及保修期责任等其它具体约定事项。（见合同附件）

第八条 付款方式

1、合同签订后，按招标文件规定的付款方式分批次付款。

合同价款分三期支付：第一期在货物安装且验收合格后，甲方收到乙方开具的发票起 10 个工作日内支付至合同总价的 60%；第二期在货物验收合格满六个月后，甲方收到乙方开具的发票起 10 个工作日内支付至合同总价的 90%；第三期在货物验收合格满十二个月后，甲方收到乙方开具的发票起 10 个工作日内支付至合同总价的 100%。

2、每一期付款时乙方需提供请款报告、足额发票及货物运行正常的报告。

3、发票开具方式：乙方应在甲方每一期付款前开具当期全额发票，凭票付款。

4、资金性质：财政性资金。

第九条 履约保证金：无

第十条、税费本合同执行中相关的一切税费均由乙方负担。

第十一条、质量保证及售后服务

1、乙方提供货物的质量保证期按交货验收合格之日起计（期限见《采购需求》中的要求）。在保证期内因货物本身的质量问题发生故障，乙方应负责免费修理和更换零部件。对达不到技术要求者，根据实际情况，经双方协商，按（1）处理：

（1）更换：由乙方承担所发生的全部费用。

（2）贬值处理：由甲乙双方协议定价。

（3）退货处理：乙方应退还甲方支付的合同款，同时应承担该货物的直接费用（运输、保险、检验、货款利息及银行手续费等）。

2、如在使用过程中发生质量问题，乙方在接到甲方通知后在小时内到达甲方现场。

3、在质保期内，乙方应对货物出现的质量及安全问题负责处理解决并承担一切费用。

4、上述的货物免费保修期为年（服务承诺或投标响应的保修期超出此期限的，按更长保修期约定执行），因人为因素出现的故障不在免费保修范围内。超过保修期的机器设备，终生维修，维修时只收部件成本费。

第十二条、调试和验收

1、甲方对乙方提交的货物依据招标文件上的技术规格要求和国家有关质量标准进行现场初步验收，外观、说明书符合招标文件技术要求的，给予签收，初步验收不合格的不予签收。安装、调试完毕后，甲方应当在十个工作日内进行验收。

2、乙方交货前应对产品作出全面检查和对验收文件进行整理，并列出清单，作为甲方收货验收和使用的技术条件依据，检验的结果应随货物交甲方。

3、甲方对乙方提供的货物在使用前进行调试时，乙方需负责安装并培训甲方的使用操作人员，并协助甲方一起调试，直到符合技术要求，甲方才做最终验收。

4、对技术复杂的货物，甲方应请国家认可的专业检测机构参与初步验收及最终验收，并由其出具质量检测报告，检测相关费用由乙方承担。

5、验收时乙方必须到现场，验收完毕后作出验收结果报告。

第十三条、货物包装、发运及运输

1、乙方应在货物发运前对其进行满足运输距离、防潮、防震、防锈和防破损装卸等要求包装，以保证货物安全运达甲方指定地点。

2、使用说明书、质量检验证明书、随配附件和工具以及清单一并附于货物内。

3、乙方在货物发运手续办理完毕后二十四小时内或货到甲方四十八小时前通知甲方，以准备接货。

4、货物在交付甲方前发生的风险均由乙方负责。

5、货物经安装、调试、验收合格完毕且移交甲方视为交付。

第十四条 违约责任

1、乙方所提供的货物规格、技术标准、材料等质量不合格的，应及时更换，更换不及时的按逾期交货处罚；因质量问题甲方不同意接收的或特殊情况甲方同意接收的，乙方应按招标文件规定的违约条款支付违约金。

2、乙方提供的货物如侵犯了第三方合法权益而引发的任何纠纷或诉讼，均由乙方负责交涉并承担全部责任。

3、因包装、运输引起的货物损坏，按质量不合格处罚。

4、乙方在履行合同过程中，因逾期交货违约、售后服务违约、因设计、工艺或材料的缺陷和其它质量原因造成的违约以及其他违约行为，应按招标文件要求向甲方交纳违约金。

第十五条、不可抗力事件处理

1、在合同有效期内，任何一方因不可抗力事件导致不能履行合同，则合同履行期可延长，其延长期与不可抗力影响期相同。

2、不可抗力事件发生后，应立即通知对方，并寄送有关权威机构出具的证明。

3、不可抗力事件延续一百二十天以上，双方应通过友好协商，确定是否继续履行合同。

第十六条合同争议解决和诉讼

1、因货物质量问题发生争议的，可邀请国家认可的质量检测机构对货物质量进行鉴定。鉴定费用由申请方垫付，货物符合标准的，鉴定费由甲方承担；货物不符合标准的，鉴定费由乙方承担。

2、因履行本合同引起的或与本合同有关的争议，甲乙双方应首先通过友好协商解决，如果协商不能解决，应向甲方所在地人民法院提起诉讼。

3、诉讼期间，本合同继续履行。

第十七条、合同生效及其它

1、合同经双方法定代表人或授权代表签字并加盖单位公章后生效。

2、合同执行中涉及采购资金和采购内容修改或补充的，须经财政部门审批，并签书面补充协议报财政部门备案，方可作为主合同不可分割的一部分。

3、本合同未尽事宜，遵照《中华人民共和国民法典》有关条文执行。

4、双方确认本合同落款通讯地址作为文书送达地址，该通讯地址适用于包括双方合同履行过程中的各类通知、协议等文件以及就合同发生争议进入民事诉讼程序后的一审、二审、再审和执行程序等阶段法律文书的送达。通讯地址需要变更时应当提前 15 个工作日书面通知

对方。因提供或者确认的通讯地址不准确、通讯地址变更后未及时依程序告知对方或受送达方拒绝签收等原因，导致文书未能被实际接收的，邮寄送达的，以文书退回之日视为送达之日。

第十八条 合同的变更、终止与转让

1、除《中华人民共和国政府采购法》第五十条规定的情形外，本合同一经签订，甲乙双方不得擅自变更、中止或终止。

2、乙方不得擅自转让（无进口资格的供应商委托进口货物除外）其应履行的合同义务。

3、本合同未尽事宜，遵照《中华人民共和国民法典》有关条文执行。

第十九条 签订本合同依据

1、政府采购招标文件；

2、乙方提供的投标文件；

3、投标承诺书；

4、中标通知书。

第二十条 本合同一式六份，具有同等法律效力。崇左市财政局政府采购监督管理科一份、代理机构一份，甲方三份，乙方一份。自签订之日起七个工作日内，采购人或采购代理机构应当将合同副本报崇左市财政局政府采购监督管理科备案。

甲方（章）广西壮族自治区民族医院 2026 年 5 月 13 日	乙方（章）广西中庞机电设备有限公司 2026 年 5 月 13 日
通讯地址：南宁市明秀东路 232 号	通讯地址：广西南宁市西乡塘区安吉大道 13 号怡和园小区 11 栋 11-6 号
法定代表人：	法定代表人：
委托代理人：	委托代理人：
电话：0771-3133128	电话：18776143339
电子邮箱：	电子邮箱：283253381@qq.com
开户银行：中国银行明秀东支行	开户银行：兴业银行股份有限公司南宁邕州支行

账号：6197 5748 5990	账号：5520 5010 0100 1792 13
纳税人识别号：1245 1400 4988 70029K	91450103MA5KE8L579
邮政编码：530001	邮政编码：530000
经办人：	
2026 年 5 月 13 日	

合同附件

1、供应商承诺具体事项：详见乙方提供的投标文件	
2、售后服务具体事项：详见附件售后服务方案	
3、保修期责任：详见附件售后服务方案	
4、其他具体事项：无	
甲方（章）	乙方（章）
2026 年 5 月 13 日	2026 年 5 月 13 日

注：售后服务事项填不下时可另加附页

附件一：中标通知书

中 标 通 知 书

广西中庞机电设备有限公司：

广西邕政采购代理机构受广西壮族自治区民族医院委托，就广西壮族自治区民族医院2025年相关设备采购分标5：中央空调主机(项目编号:CZZC2026-G1-990034-GXVZ)采用公开招标方式进行采购，经评审，采购人确认，贵公司为本项目的中标供应商。

中标金额：人民币壹佰玖拾伍万伍仟陆佰陆拾元整（¥1955660.00）。

交货期：院方通知进场后45天内。

请贵公司接此通知后，按采购文件约定的日期凭本通知书与采购人签订合同，并按采购文件要求和相应文件的承诺履行合同。具体事项请及时与采购人联系。

特此通知

采购人联系人：陆工

联系电话：0771-3112167



三、售后服务方案

（一）售后服方案

1、售后服务整体框架

1.1、服务流程标准化

1、故障报修流程

（1）信息收集

我司将建立标准化故障信息采集表单，覆盖设备型号、运行状态、异常现象、发生时间、现场环境等核心字段，确保首次接报即锁定关键线索；所有信息由专职客服专员在 5 分钟内完成结构化录入，并同步推送至技术响应组与备件调度中心；针对本项目涉及的变频螺杆式水冷冷水机组、风冷热泵机组等关键设备，预置专用诊断字段，如蒸发器进出水温差、压缩机排气压力、控制屏报警代码等，避免信息碎片化或描述偏差；信息初审实行双人复核机制，重点核对参数单位、工况条件与招标文件技术条款的一致性，防止误判引发后续处置偏差；**所有原始报修信息将在 2 小时内完成归档并生成唯一服务编号，作为后续全流程追溯的基准锚点。**

（2）信息传递

1) 故障信息经初审确认后，10 分钟内通过企业级服务中台自动分发至三类责任主体：驻邕技术服务工程师、南宁本地备件仓调度员、厂家技术支持专线；

2) 同步向采购人指定对接人发送含服务编号、初步判断结论及预计响应时间的短信通知，内容不含技术术语，仅说明“已受理”“正在研判”“4 小时内到场”三类确定性状态；

3) 对于涉及机组能效 ($COP \geq 5.0$)、噪音 ($\leq 84\text{dB(A)}$) 等招标强制指标的异常，系统自动触发升级流程，直报我司广西区域技术总监，并抄送售后服务管理部备案；

4) 所有信息传递动作均留痕于服务中台，支持实时查看各环节接收、阅读、处理状态，杜绝信息滞留或漏传；

信息传递全程设定时效阈值，超时未响应自动触发人工督办，确保指令不悬空、责任不落空。

（3）紧急程度评估

采用双维度评估模型判定故障等级：横向依据设备功能影响范围，区分是否导致住院楼空调系统整体停运、局部区域失温/过热、单台机组降负荷运行；纵向依据招标文件明确的强制性技术指标偏离度，如制冷量负偏差、能效 COP 低于 5.0、噪音超 84dBA 等，凡触及任一红线即定为一级紧急；评估由现场工程师与远程技术专家联合完成，使用预装 APP 调取机组历史运行曲线比对当前数据，排除瞬时扰动干扰；评估结果须在接报后 30 分钟内书面反馈至采购人，并附简明依据说明；**一级紧急故障执行“零等待”机制，无需二次确认即启动备件预出库与人员增援程序。**

2、维修处理流程

（1）故障诊断

我司技术人员抵达现场后，优先调取机组中文触摸屏微电脑控制器记录的最近 72 小时运行数据，重点比对蒸发器进出水温度（7/12℃）、冷凝器进出水温度（32/37℃）、油压、吸排气压力等招标文件规定的关键参数；同步使用红外热像仪扫描压缩机、电机、管路连接处温升异常点，结合听诊器识别异响源，验证双螺杆式压缩机转子平衡性与轴承状态，对静音型冷却塔则重点检测风机转速（ $\leq 204\text{rpm} \pm 5\%$ ）、布水均匀性及消音装置完整性；所有检测过程严格遵循 JB/T4330-1999 噪声测定标准与 GB/T18430.1-2024 试验规范；**诊断结论须基于实测数据与招标技术条款逐项对照，不依赖经验推测，不接受模糊描述。**

（2）方案制定

1) 维修方案必须明确对应招标文件中“变频螺杆式水冷冷水机组”“螺杆式风冷热泵机组”等具体设备名称，不得以“主机”“机组”等泛称替代；

2) 方案包含三类可选路径：原厂配件更换、同品牌兼容模块替换、整机临时调拨，每种路径均标注所需时间、对系统连续运行的影响时长及备用保障措施；

3) 涉及压力容器部件的处置，须注明所用材料与工艺符合国务院《特种设备安全监察条例》要求，并附制造商出具的合规证明调阅路径；

4) 所有方案均预设安全冗余, 如水泵 GDD100-32 更换时同步检查配套阀门承压 ($\geq 1.0\text{MPa}$) 与密封性, 避免二次故障;

方案须在诊断确认后 2 小时内提交采购人书面确认, 未经签字不得实施。

(3) 维修实施

序号	作业内容	执行标准	验收方式
1	变频螺杆式水冷冷水机组压缩机更换	按 GB/T18430.1-2024 第 7.3 条执行, 确保双螺杆转子动平衡精度达 G2.5 级	现场测量振动值 $\leq 2.8\text{mm/s}$, 运行噪音 $\leq 84\text{dBA}$
2	风冷热泵机组电子膨胀阀校准	依据招标文件“能量调节范围 30%~100%无级调节”要求, 实测调节步进 $\leq 0.5\%$	加载至 40%、70%、100%负荷下连续运行 2 小时, 记录出水温度波动 $\leq \pm 0.3^\circ\text{C}$
3	静音型冷却塔风机减速机润滑	使用招标指定 46 号绝缘油脂, 加注量符合 JB/T9099-2014 表 4 规定	运行后检测轴承温升 $\leq 35\text{K}$, 噪音昼间 ≤ 60 分贝
4	立式静音水泵 GDD150-32 联轴器对中	按 GB/T13384-2008 第 5.2.4 条, 径向偏差 $\leq 0.05\text{mm}$, 端面偏差 $\leq 0.03\text{mm}$	满负荷运行 1 小时后, 振动速度有效值 $\leq 4.5\text{mm/s}$
5	控制系统 Modbus 协议接入测试	满足招标“免费接入 BAS 网络”要求, 通讯响应时间 $\leq 100\text{ms}$	使用 BAS 侧监控平台读取蒸发器进出水温度等 12 项参数, 连续 10 次读取成功
6	机组减震隔震装置复紧	执行招标“须配备减震隔震装置”条款, 螺栓扭矩按	运行状态下测量基础振动传递率 $\leq 15\%$

		制造商手册±5%控制	
--	--	------------	--

所有维修作业均使用带唯一编码的防伪工具包，作业过程影像实时上传至服务中台存档。

3、验收交付流程

(1) 维修情况介绍

1) 向采购人提交的维修报告将完整列明本次处置所涉设备在招标清单中的准确位置，如“分标 5-1：变频螺杆式水冷冷水机组（单机制冷量≥830kw）”；

2) 详细说明故障根本原因，例如“压缩机滑阀卡滞导致能量调节失效”，而非“机组运行异常”等笼统表述；

3) 清晰标注更换配件的品牌、型号、生产日期及节能认证证书编号，确保与招标“同品牌压缩机”“节能产品强制采购”要求完全吻合；

4) 附维修前后关键参数对比表，包括 COP 值、噪音值、水温差等招标文件明确考核项；

维修介绍内容须与现场实际作业记录、影像资料、配件物流单据三者完全一致，形成证据闭环。

(2) 设备状态说明

维修完成后，提供设备当前运行状态的客观描述，聚焦招标文件规定的硬性指标：变频螺杆式水冷冷水机组实测 COP 为 5.42（国标工况），满足≥5.4 要求；机组噪音实测 83.2dBA，低于≤84dBA 限值；静音型冷却塔风机实测转速 202rpm，符合≤204rpm±5%规定；所有水泵运行振动值、密封性、承压能力均通过现场压力试验与振动检测；状态说明不使用“良好”“正常”等主观判断词，全部采用可验证的实测数据支撑；设备状态说明将作为验收交付资料的组成部分，与装箱单、合格证等一并提交。

(3) 客户确认验收

序号	验收事项	确认方式	完成时限
----	------	------	------

1	设备规格型号与招标清单一致性核验	采购人现场逐台扫码核对铭牌信息，我司提供电子版配置清单供比对	维修实施结束后 2 小时内
2	关键性能参数达标验证	双方共同见证 COP、噪音、水温差等实测过程，数据实时记录于验收表	维修实施结束后 4 小时内
3	安全保护功能有效性测试	模拟吸气压力过低、无水流等 6 类故障，验证自动停机与手动复位功能	维修实施结束后 6 小时内
4	控制系统互联互通验证	在采购人 BAS 平台调取蒸发器进出水温度等 12 项参数，连续 10 次读取成功	维修实施结束后 8 小时内
5	附件资料完整性确认	核对使用说明书、电气原理图、保养手册等纸质及电子版交付物是否齐全	维修实施结束后 12 小时内
6	现场清洁与旧件移交	清理作业区域，更换下的旧配件经采购人确认后封存移交	维修实施结束后 24 小时内

客户确认验收实行“一事一表”，每项验收内容须由采购人授权代表签字确认，缺项即视为未完成。

1.2、质量监控体系

1、维修质量监督

(1) 过程监督

1) 我司售后服务管理部每日抽查不低于 20%的维修工单，重点核查服务编号、到场时间、诊断结论、配件使用与招标技术条款的符合性；

2) 对一级紧急故障实行全过程视频监督,工程师佩戴执法记录仪,关键操作节点自动抓拍上传;

3) 所有维修作业必须使用预装 GPS 定位的移动终端签到,系统自动比对实际到场时间与承诺响应时间;

4) 备件出库执行双人复核制,核对配件型号、节能认证编号、生产日期是否与招标“生产日期不早于 12 个月”要求一致;

过程监督结果实时生成质量看板,异常项 2 小时内启动内部整改,4 小时内向采购人通报原因与措施。

(2) 质量评估

1) 维修质量评估以招标文件验收标准为唯一依据,逐项核对“规格数量符合”“外观完好”“结构牢固”“安装调试完毕”“资料齐全”五项硬性指标;

2) 引入第三方检测机构对 COP、噪音等关键参数进行抽样复测,检测报告与我司自测数据一并归档;

3) 评估周期覆盖维修后 7 天、30 天、90 天三个节点,重点跟踪机组在高负荷工况下的稳定性表现;

4) 质保期内同类故障重复发生率纳入质量评估核心指标,目标值为零;

质量评估结论须在每次回访后 48 小时内形成书面报告,明确标注是否达到招标文件“最短质保期不少于 24 个月”的履约基线。

(3) 问题整改

1) 对过程监督或质量评估中发现的问题,我司在 24 小时内召开内部专题会,明确问题根源、责任岗位及纠正措施;

2) 整改措施须具可验证性,如“优化配件入库检验流程”需附更新后的 SOP 文件编号及培训记录;

3) 涉及技术标准理解偏差的,组织技术团队重新研读 GB19577-2024、GB/T18430.1-2024 等招标引用标准原文;

4) 所有整改结果须在 72 小时内完成闭环验证,并将验证数据与采购人共享;

问题整改实行“销号管理”，每个问题对应唯一整改编号，直至采购人签字确认方可关闭。

2、配件质量把控

(1) 供应商评估

1) 我司对所有为本项目提供配件的生产商，每年开展两次现场评估，重点核查其节能产品认证证书有效性及生产资质延续性；

2) 评估内容包括：压缩机与机组同品牌证明文件、R134a 制冷剂环保检测报告、特种设备制造许可证覆盖范围；

3) 对静音型冷却塔散热填料供应商，额外查验氧指数检测报告（ ≥ 40 ）及 B1 级难燃标准符合性证明；

4) 评估结果直接关联配件采购份额分配，连续两次不合格即启动供应商退出机制；

供应商评估档案永久保存，随时接受采购人调阅，确保所有配件来源可溯、资质合规、标准一致。

(2) 配件检验

我司对所有进场配件实行“三验制”：到货初验核对包装完整性与标签信息，入库专验检测外观、尺寸、材质标识，安装前终验复测关键性能参数；针对招标文件明确要求的部件，如变频水冷螺杆机组压缩机，必须查验其与机组同品牌证明原件及 OEM 禁令执行声明；静音水泵 GDD100-32 等设备，重点检验 DN100mm 口径法兰密封面粗糙度与承压 1.0MPa 实测报告；所有检验数据实时录入服务中台，生成不可篡改的电子检验单；**配件检验不合格品一律就地封存，24 小时内启动退换货流程，绝不允许降级使用。**

(3) 库存管理

我司在南宁设立专项备件仓，常备本项目全部设备型号的易损件与关键配件，包括双螺杆压缩机专用轴承、电子膨胀阀、静音风机电机等，库存清单每月与招标清单动态校准；所有配件按招标技术参数分类存储，R134a 制冷剂单独存放于阴凉

通风区，温湿度实时监测并联动报警；库存周转执行“先进先出”原则，每批次配件粘贴含生产日期、有效期、节能认证编号的唯一二维码标签；库存数据与服务中台实时同步，工程师 APP 可即时查询某配件当前库存量与最近出库时间；**库存管理确保任何一台设备故障，所需配件均能在 2 小时内完成出库并送达医院指定地点。**

3、服务质量考核

(1) 指标设定

1) 响应时效指标：维修人员接到报修后 4 小时内到达现场，以 GPS 定位签到时间为准；

2) 一次修复率指标：首次维修后 7 天内无同类故障复发，目标值 $\geq 98\%$ ；

3) 配件合规率指标：更换配件 100%具备招标要求的节能认证、同品牌证明、特种设备合规文件；

4) 文档完整率指标：验收资料 100%包含装箱单、使用说明书、电气原理图等招标明确要求的全部文件；

所有指标均嵌入服务中台自动统计，数据真实可查，不接受人工填报或修正。

(2) 定期考核

每季度组织一次售后服务质量内部考核，覆盖本项目全部服务环节：从首次信息收集的完整性、紧急程度评估的准确性，到维修实施的规范性、客户确认验收的严谨性；考核采用“四不两直”方式，即不发通知、不打招呼、不听汇报、不用陪同接待，直奔基层、直插现场，随机调取近 3 个月维修录像与检测数据；考核结果与工程师绩效强挂钩，连续两次排名末位者转入专项能力提升计划；考核报告在当季度末 10 个工作日内提交采购人备案；**定期考核坚持问题导向，不设优秀率指标，只设“是否守住招标文件底线要求”这一刚性标尺。**

(3) 奖惩措施

1) 对连续两个季度一次修复率达 100%、客户满意度评分 ≥ 95 分的工程师，授予“本项目金牌服务专员”称号并给予专项激励；

2) 对因配件信息录入错误导致验收延误的,扣减当月绩效并重新参加招标技术条款闭卷考试;

3) 对未执行“手动复位”安全要求、擅自启用自动再启动功能的,立即暂停服务资格并启动内部调查;

4) 所有奖惩记录纳入个人服务档案,作为本项目全周期服务评价的核心依据;

奖惩措施以保障招标文件技术条款刚性落地为唯一出发点,不设模糊弹性空间。

1.3、客户反馈机制

1、反馈渠道建设

(1) 电话反馈

1) 我司设立本项目专属服务热线,号码印制在所有设备铭牌及操作手册首页,确保采购人随时可触达;

2) 热线实行 7×24 小时专人值守,首响时间≤15 秒,通话全程录音并自动关联服务编号;

3) 客服专员使用标准化话术应答,对“COP”“IPLV”“dBA”等专业术语主动提供通俗解释;

4) 所有电话反馈内容 10 分钟内生成工单;超 30 分钟未派单系统自动升级至值班经理;

电话反馈实行“首问负责制”,同一问题无论转接几次,均由首位接听人全程跟踪至闭环。

(2) 邮箱反馈

1) 我司为本项目配置专用服务邮箱,地址在合同签订后 5 个工作日内书面告知采购人;

2) 邮件标题须含服务编号与设备名称,系统自动识别并归类至对应工单;

3) 收到邮件后 1 小时内发送自动回复,明确告知已受理及预计响应时间;

4) 非工作时间收到的邮件,次日 9:00 前完成首次人工响应;

邮箱反馈处理全程留痕，采购人可凭服务编号实时查询处理进度，杜绝“石沉大海”式沟通。

(3) 线上平台反馈

提供本项目专属微信服务小程序，采购人可通过扫码快速提交文字、图片、语音、短视频等多种形式反馈；小程序内置智能识别功能，可自动提取“噪音大”“出水温度低”等关键词并匹配招标技术条款对应项；所有反馈自动同步至服务中台，生成带时间戳的原始记录；小程序支持实时查看维修工程师定位、预计到场时间、当前处理阶段；**线上平台反馈数据与电话、邮箱渠道完全打通，确保采购人选择任意渠道均获得同等响应质量与追溯能力。**

2、反馈处理流程

(1) 信息收集

序号	信息类型	采集方式	录入时限
1	设备基础信息	扫码读取铭牌二维码，自动填充设备型号、序列号、生产日期	接报后3分钟内
2	故障现象描述	客服专员指导采购人选择预设选项（如“无法启动”“运行异响”“温度不达标”）	接报后8分钟内
3	运行参数数据	工程师现场连接机组控制器导出最近24小时运行日志	到场后30分钟内
4	环境条件信息	使用便携式温湿度仪实测机房环境，拍照上传原始读数	到场后45分钟内
5	现场影像资料	工程师拍摄设备外观、异常部位、控制屏报警画面等不少于5张照片	到场后1小时内
6	采购人确认意见	通过小程序推送电子确认单，采购人在线签字并填写满意度初评	维修完成后2小时内

	见		
--	---	--	--

信息收集实行“六必录”原则，缺一不可，所有字段均为服务中台强制校验项。

(2) 问题分类

1) 技术类问题: 指向招标文件明确的技术参数偏离, 如 COP<5. 0、噪音>84dBA、制冷量负偏差等;

2) 配件类问题: 涉及配件品牌不符、节能认证缺失、生产日期超 12 个月等资质合规问题;

3) 服务类问题: 涵盖响应超时、文档缺失、验收流程不规范等履约过程问题;

4) 协同类问题: 因采购人配合延迟、现场条件不具备等外部因素导致的进度受阻;

问题分类结果直接影响处置路径与升级机制, 技术类与配件类问题必须 2 小时内启动厂家协同。

(3) 处理结果反馈

我司在问题解决后 24 小时内, 向采购人提交结构化反馈报告: 首段用不超过 50 字概括问题本质与最终结果, 如“GDD150-32 水泵联轴器对中偏差超标, 按 GB/T13384—2008 标准重新校准, 满负荷振动值降至 3.2mm/s”; 中间部分列明采取的具体措施、依据的标准条款、验证的方式与数据; 末段说明后续预防建议, 如“建议每季度检查联轴器紧固状态”; 所有反馈均附原始检测数据截图与服务编号; 处理结果反馈必须让采购人清晰获知“问题是什么”“怎么解决的”“如何验证的”“怎样防复发”四个核心信息。

3、客户满意度调查

(1) 调查方式选择

序号	调查方式	适用场景	执行频次
1	现场随访	重大维修、系统调试完成、质保	按需触发, 每次维修后 7

		期满前 30 天	天内必访
2	电话回访	常规维修、配件更换、日常保养	维修完成后 24 小时内首次，7 天后二次
3	小程序推送问卷	全周期服务体验、培训效果评估、文档交付满意度	每季度末统一发起，开放 10 个工作日
4	书面征询	质保期满综合评价、重大技术升级意见征集	按合同节点执行，提前 15 日寄送
5	科室座谈	住院楼空调系统整体运行稳定性、多机组协同问题	每年至少 1 次，安排在制冷季开始前
6	后台数据分析	设备运行趋势、故障规律、配件消耗频次	每月自动生成分析简报

调查方式选择以采购人使用便利性为前提，不增加额外工作负担，所有数据均用于服务改进而非考核。

(2) 结果分析

1) 将客户反馈数据与服务中台原始记录交叉比对，识别“表达诉求”与“实际问题”的差异点；

2) 对重复出现的问题，运用鱼骨图分析法追溯设计、配件、安装、操作四类根因；

3) 重点关注招标文件强制条款的履约薄弱环节，如节能认证文件提交及时率、COP 达标率等；

4) 分析结果形成《季度服务健康度报告》，用红黄绿三色标注各项指标达标状态；

结果分析坚持数据说话，所有结论均有原始记录支撑，不作主观推断或经验外推。

(3) 改进措施制定

1) 针对 COP 值波动问题, 优化机组启停逻辑, 在保证 7/12℃出水温度前提下延长压缩机稳态运行时间;

2) 针对静音型冷却塔漂水率偏高问题, 调整布水喷头角度并加装二次挡水板, 确保 $\leq 0.0001\%$;

3) 针对采购人反映的操作界面复杂问题, 编制图文版《关键参数速查指南》, 嵌入机组触摸屏二级菜单;

4) 针对配件交付延迟问题, 南宁备件仓常用件安全库存标准提升 20%, 并与制造商建立 VMI 协同机制;

改进措施制定前必须进行可行性验证, 确保不违背招标文件任何技术或商务约束条件。

1.4、服务档案管理

1、档案建立规范

(1) 基本信息记录

我司为本项目建立独立服务档案。基本信息包含: 设备在招标清单中的准确编号与名称、出厂序列号、生产日期、节能认证证书编号、特种设备制造许可证号、首次安装日期、采购人指定对接人姓名与职务; 所有信息均来源于设备铭牌、证书原件及合同文件, 不接受口头提供或复印件替代; 基本信息在设备进场验收时一次性采集完毕, 录入服务中台后禁止随意修改; 后续任何变更, 如对接人调整, 须采购人加盖公章的书面通知方可更新; **基本信息记录是服务档案的基石, 确保每一台设备的身份可溯、资质可验、责任可追。**

(2) 维修记录登记

对本项目每一次维修均登记完整过程: 起始时间精确到分钟, 故障现象采用采购人原始描述与工程师技术判断双记录, 诊断方法注明“控制器日志分析”“红外热成像”等具体手段, 维修措施详细到“更换相应品牌电子膨胀阀(对应型号)”, 验证数据列出实测 COP 值、噪音值等招标关键参数; 所有记录由工程师现场电子签

名，同步生成 PDF 存档；维修记录与对应的服务编号、配件物流单、检测报告自动关联；维修记录登记实行“一事一档”，确保十年内可随时调取完整处置链证据。

(3) 保养记录更新

序号	保养项目	执行标准	频次	记录要素
1	变频螺杆式水冷冷水机组压缩机润滑	按制造商手册，使用 F 级绝缘油脂	每运行 2000 小时或 6 个月	油脂型号、加注量、油压值、振动值
2	风冷热泵机组换热器清洗	参照 JB/T9099-2014 第 6.2 条，无损伤清洗	制冷季开始前及结束后	清洗前后风速差、压降变化、表面洁净度照片
3	静音型冷却塔散热填料检查	氧指数检测报告有效期复核，目视无老化变形	每季度	填料批次号、氧指数实测值、更换记录
4	水泵 GDD150-32 轴承间隙检测	GB/T13384-2008 表 5 径向间隙 $\leq 0.12\text{mm}$	每运行 1000 小时	测量工具、实测值、调整后复测值
5	控制系统软件版本核查	确认是否为最新安全补丁版本	每半年	当前版本号、更新日期、安全公告编号
6	减震隔震装置螺栓力矩复紧	按制造商手册扭矩值 $\pm 5\%$	每年汛期前	力矩扳手编号、实测值、复紧后振动值

保养记录更新执行“双签制”，工程师与采购人授权代表共同签字确认，缺一不可。

2、档案查询与利用

(1) 查询权限设置

服务中台实行三级权限管理：采购人可查询本项目全部设备的维修记录、保养记录、配件更换记录及验收资料，但不可修改或删除；我司区域技术总监可查看并导出全量数据，用于质量分析与改进；售后服务管理部拥有系统管理权限，仅限于账号维护与权限配置；所有查询操作均留有完整日志，记录时间、账号、查询内容及导出动作；**查询权限设置严格遵循“最小够用”原则，确保采购人获取必要信息的同时，系统核心数据安全可控。**

(2) 查询方式选择

1) 网页端查询：登录我司售后服务门户，输入服务编号或设备序列号即可调阅对应档案；

2) 小程序查询：通过微信扫码进入，支持语音搜索“GDD100-32 水泵维修记录”等自然语言指令；

3) 自助打印：在医院设备科部署专用查询终端，刷采购人工作证即可打印指定档案；

4) 人工调阅：拨打服务热线提出申请，我司 2 小时内将加密 PDF 文件发送至指定邮箱；

查询方式选择以采购人使用习惯为出发点，确保任何一种方式均可获得完整、准确、及时的服务档案信息。

(3) 档案利用分析

1) 定期分析设备故障分布，识别高发故障点，如某型号水泵轴承故障频次高于均值 200%，则启动专项质量复检；

2) 统计配件消耗规律，预测未来 6 个月备件需求，动态调整南宁仓库存结构；

3) 比对不同机组 COP 衰减曲线，为采购人提供节能优化运行建议；

4) 汇总客户反馈高频词，如“操作复杂”“说明书难懂”，驱动技术文档本地化改进；

档案利用分析成果每月形成《服务洞察简报》，聚焦解决采购人实际痛点，不作空泛汇报。

3、档案安全与保密

(1) 数据备份

对本项目所有服务档案实行“三地四备份”策略：主数据中心（南宁）、同城灾备中心（柳州）、异地灾备中心（广州）实时同步；每份数据均生成 SHA-256 哈希值并上链存证，确保不可篡改；备份数据保留期限不少于 15 年，覆盖本项目全生命周期及质保期满后 10 年；备份过程全自动执行，每日凌晨 2:00 启动增量备份，关键操作如维修记录生成后 5 分钟内完成首次备份；**数据备份执行“双人验证”机制，备份完成须由系统管理员与信息安全员分别确认，确保万无一失。**

(2) 权限管理

服务中台权限管理遵循“角色-权限-数据”三层控制模型：为采购人配置“只读”角色，限定访问本项目数据范围；为我司工程师配置“现场操作”角色，仅开放其负责设备的维修与保养模块；所有账号实行强密码策略与双因素认证，离职员工账号 24 小时内冻结；权限变更须经售后服务管理部书面审批，系统自动记录审批人、时间与事由；**权限管理确保采购人数据主权，我司仅在必要服务场景下获得最小权限，且全程可审计、可追溯。**

(3) 安全防护

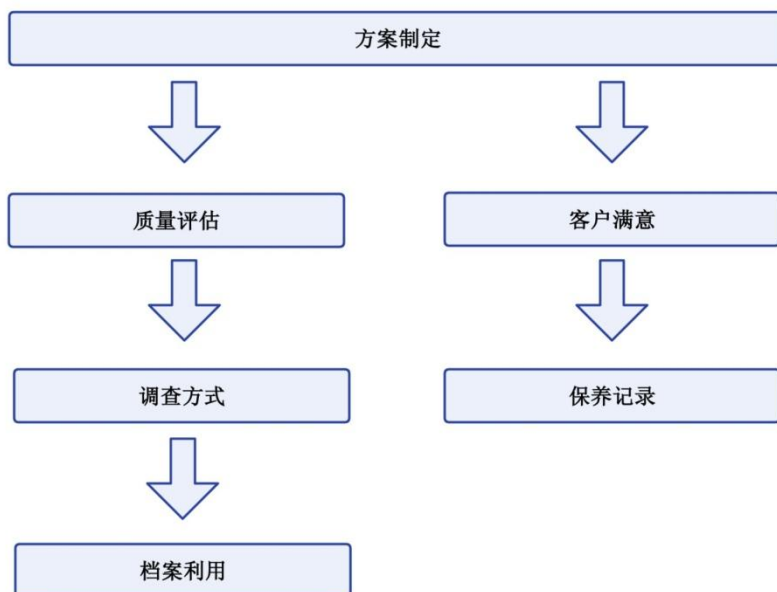
1) 服务中台通过国家等保三级认证，应用层部署 WAF 防火墙，数据库加密存储；

2) 所有传输数据采用 TLS1.3 加密，杜绝中间人窃取风险；

3) 工程师移动终端安装 MDM 管控软件，禁止截屏、录屏及非授权数据导出；

4) 定期聘请第三方渗透测试机构开展攻防演练，漏洞修复时限≤24 小时；

安全防护体系覆盖云、管、端全链条，确保采购人服务数据不泄露、不篡改、不丢失。



1.5、持续改进计划

1、问题分析与总结

(1) 数据收集与整理

我司将本项目全周期产生的服务数据分为三类统一归集：结构化数据（如 COP 值、噪音值、振动值）自动从设备控制器与检测仪器采集；半结构化数据（如维修报告、保养记录）经 OCR 识别后结构化入库；非结构化数据（如现场照片、视频、语音）打上设备编号、时间、问题类型等元数据标签；所有数据按服务编号建立索引，支持跨类型关联检索；数据清洗执行“三查”机制：查完整性、查一致性、查合规性，剔除无效、冲突、违规数据；**数据收集与整理过程本身即构成服务质量的一部分，确保每一字节数据真实、准确、可用。**

(2) 问题分类与统计

1) 将收集的数据按招标文件技术条款映射分类，如 COP 值归入“能效指标”类，噪音值归入“噪声控制”类；

2) 统计各类问题发生频次、分布时段、关联设备，识别“GDD150-32 水泵”在雨季故障率升高 23%等规律；

3) 区分责任归属：我司责任问题（如配件质量问题）、采购人责任问题（如操作不当）、环境责任问题（如电压波动）；

4) 建立问题热力图，直观展示住院楼不同区域、不同季节、不同设备类型的故障密度；

问题分类与统计结果直接驱动资源调配，如雨季前对 GDD150-32 水泵开展专项巡检与备件预置。

（3）原因分析与总结

我司对高频问题开展根因分析：针对“静音型冷却塔漂水率超标”问题，经拆解检查发现布水喷头材质老化导致雾化过度，而招标文件要求的“漂水率 $\leq 0.0001\%$ ”正是为此设定；针对“机组启动柜频繁跳闸”问题，溯源发现采购人配电系统谐波畸变率超标，超出 GB/T18430.1-2024 规定的电源适应性范围；所有分析均基于实测数据与标准条款对照，不回避外部因素，也不推诿自身责任；**原因分析结论须形成书面纪要，明确标注问题性质、责任边界、验证方法及改进窗口期。**

2、改进措施制定

（1）流程优化

1) 将故障报修至工程师派单时间压缩至 5 分钟内，取消中间人工转接环节，系统自动匹配最近工程师；

2) 维修实施环节嵌入“招标条款核对清单”，工程师 APP 强制弹窗提醒“是否已查验节能认证编号”；

3) 客户确认验收流程由串联改为并联，规格核验、参数测试、文档检查可同步开展；

4) 建立“问题—标准—措施”知识库，工程师 APP 可一键调取类似故障的招标条款依据与处置范例；

流程优化始终围绕招标文件刚性要求展开，不以牺牲合规性为代价换取效率提升。

（2）人员培训

每年组织两次专项培训：上半年聚焦招标文件技术条款深度解读，邀请标准起草专家讲解 GB19577-2024、GB/T18430.1-2024 等核心标准；下半年开展实战演练，模拟本项目典型故障场景，如“COP 突然下降至 4.8”“冷却塔风机转速超限”等，考核工程师参数验证、标准引用、报告撰写全流程能力；所有参训人员须通过闭卷考试，试题全部源自招标文件原文；培训记录纳入个人服务档案，作为服务资格年度审核依据；**人员培训以确保每一位工程师都能精准把握招标文件每一个技术细节为根本目标。**

（3）技术升级

1) 升级服务中台算法，新增“招标条款智能匹配”功能，工程师录入故障现象后自动推送相关技术条款与验收标准；

2) 为工程师配备新一代多功能检测仪，可同时测量 COP、噪音、振动、温湿度等招标全部考核参数；

3) 开发机组运行健康度预测模型，基于历史数据预判压缩机轴承剩余寿命，提前 15 天发出预警；

4) 建设南宁备件仓智能仓储系统，实现配件出入库自动识别、库存预警、效期管理；

技术升级投入全部围绕提升招标文件技术条款履约能力，不追求炫技，只求实效。

3、改进效果评估

（1）指标设定与监测

招标文件所有可量化要求转化为服务指标：COP 达标率、噪音合格率、配件合规率、响应准时率、文档完整率等，全部嵌入服务中台实时监测；监测数据每 15 分钟刷新一次，异常指标自动触发红色预警并推送至相关责任人；所有指标计算逻辑公开透明，采购人可随时调阅原始数据与计算过程；指标阈值严格对标招标文件，如 COP 监测下限固定为 5.0，不设浮动区间；**指标设定与监测的本质是将招标文件的纸面要求，转化为可感知、可衡量、可追溯的服务现实。**

（2）效果评估与分析

1) 对比指标设定前后的数据变化，如 COP 达标率从 92%提升至 98.5%，验证流程优化有效性；

2) 分析采购人满意度提升是否源于具体改进，如“操作指南”上线后，相关咨询量下降 65%；

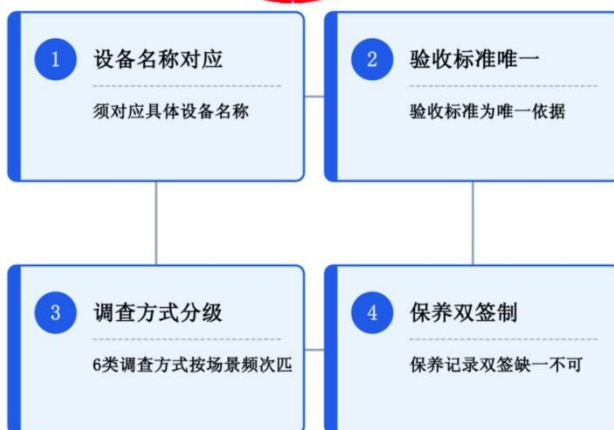
3) 评估技术升级投入产出比，如新一代检测仪使单次维修平均缩短 1.2 小时；

4) 跟踪长期指标趋势，如三年内同类故障复发率是否持续低于 0.5%；

效果评估拒绝“数字游戏”，坚持用采购人可感知的服务改善作为唯一评判标准。

（3）措施调整与完善

我司根据效果评估结果动态调整服务措施：若发现“静音型冷却塔消音装置维护不及时”导致夜间噪音超标，即修订保养规程，消音板检查频次由季度提升至月度；若采购人反馈“维修报告专业术语过多”，则优化报告模板，增加“问题简述”与“影响说明”两个白话栏目；所有调整均需经过小范围试点验证，确认有效后方全面推广；调整过程全程记录，包括调整原因、验证数据、推广计划；**措施调整与完善是一个闭环演进过程，每一次迭代都更贴近招标文件要求与采购人真实需求。**



2、服务保障措施

2.1、备品备件储备

1、储备品种齐全

(1) 核心部件储备

针对本项目所涉变频螺杆式水冷冷水机组、螺杆式风冷热泵机组及配套水泵，建立核心部件专项储备清单，确保关键功能单元可即时替换。所有储备部件均与原厂同型号、同批次、同技术规格，不采用 OEM 贴牌或兼容替代品。**压缩机、蒸发器、冷凝器、变频驱动模块、主控 PLC 及壳管式换热器芯体**列为一级储备对象，每类至少常备 1 套完整单元；其中双螺杆压缩机按整机品牌一致性要求，仅储备与机组同品牌原厂新品；所有部件出厂日期不早于 2025 年 6 月，符合交货时生产日期不早于 12 个月的硬性约束。

储备执行中严格区分功能层级：压缩机与电机组合体单独真空封装并恒温存放；换热器芯体加装防潮硅胶袋及抗震托架；变频模块配备静电屏蔽箱及防误触锁扣。所有核心部件随附原厂序列号标签、出厂检测报告扫描件及质保承诺书，确保溯源清晰、责任可查。

(2) 易损件储备

依据设备运行工况与历史维保数据，识别出本项目高频率更换的易损件清单，并实施动态库存管理。所有易损件均按设备单台用量 $\times 2.5$ 倍系数进行基础储备，覆盖整个质保期首年高频维护需求。**电子膨胀阀阀芯、压力传感器（吸气/排气）、温度探头（冷冻水/冷却水）、视液镜玻璃片、油过滤器滤芯、干燥过滤器芯、风机皮带（如适用）、水泵机械密封组件**纳入该清单，全部为原厂正品，非通用型替代件。

每类易损件独立分装于防静电托盘，外贴唯一编码标签，标注对应设备位号、安装位置、更换周期建议及校验有效期。例如电子膨胀阀阀芯标注适配机组型号及最大允许压差值；机械密封组件注明 DN100/DN125/DN150 三类口径专用标识，避免混用风险。所有包装内附简易安装图示卡，便于现场快速识别与更换。

(3) 电气元件储备

我司对本项目全部设备的电气系统开展全回路分析，锁定影响系统启停、保护逻辑与信号采集的关键元件，形成不可替代的电气元件储备目录。所有元件均匹配 380V/3Ph/50Hz 电源制式及 $\pm 10\%$ 电压波动适应能力，绝缘等级不低于 F 级，防护等级满足 IP54 及以上要求。**接触器（含辅助触点模块）、热继电器、电流互感器、浪涌保护器（SPD）、安全继电器、急停按钮盒、水流开关、液位传感器、Modbus 通信终端电阻及屏蔽双绞线端子**全部按最小起订量采购并专仓保管，杜绝使用第三方兼容件或降规替代。

储备元件全部通过出厂老化测试，附带批次出厂校准记录；其中安全继电器与急停按钮盒提供第三方功能验证报告；屏蔽双绞线按 BAS 网络接入要求，预留 5 米/卷标准长度并做两端 RJ45+端子双重配置，确保 Modbus 协议现场即插即用。所有电气元件存储环境控制在温度 $15^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $40\%\sim 60\text{RH}$ 范围内。

(4) 控制部件储备

我司围绕中文触摸屏微电脑控制器及配套控制链路，构建三级控制部件保障体系，覆盖人机交互、逻辑运算与执行反馈环节。**主控触摸屏模组（含背光驱动板）、I/O 扩展模块、变频器控制板、压缩机滑阀驱动器、水泵变频器控制卡、BAS 通信网关模块、密码保护授权密钥卡**全部列入储备清单，且每类至少储备 2 套，其中主控触摸屏模组与 BAS 通信网关模块同步预装最新固件版本。

所有控制部件实行“一物一码”管理，扫码即可调取对应设备位号、软件版本号、兼容固件列表及升级操作指引；BAS 通信网关模块额外配备 ModbusRTU/ASCII/TCP 三模式切换跳线，适配不同阶段接入需求；密码保护授权密钥卡内置防复制芯片，由我司技术负责人现场激活，确保权限可控、操作可溯。

2、储备数量充足

(1) 常用备件数量

按设备类型与运行负荷特征，核定本项目常用备件最低安全库存量，所有数量设定均基于国标工况下连续高负荷运行 90 天的理论损耗模型，并叠加 20%冗余系数。**变频螺杆式水冷冷水机组：压缩机油滤芯 6 只、干燥过滤器芯 4 只、视液镜玻**

璃片 8 片、电子膨胀阀阀芯 4 套；螺杆式风冷热泵机组：四通换向阀线圈 2 只、经济器电磁阀芯 4 套、风机电机轴承（6307ZZ）12 套；静音型冷却塔：超低转速风机电机轴承（6309ZZ）8 套、微孔吸音板固定卡扣 200 个；立式静音水泵（三类）：机械密封组件各 6 套、联轴器弹性垫片各 12 片。

所有常用备件按设备位号分区上架，货架标签同步标注“已检合格”印章及入库日期；库存台账每日更新，当某类备件存量低于阈值时，系统自动触发补货指令至原厂供应链，确保 48 小时内完成补仓。库存数据同步共享至采购人设备科指定平台，接受实时监督。

（2）特殊备件储备

我司识别本项目中因结构集成度高、定制化程度强、供货周期长而难以临时调拨的特殊备件，建立专库封存机制，确保极端情况下可快速启用。**变频水冷机组壳管满液式蒸发器芯体（含专用高效螺纹铜管与管板胀接组件）、风冷热泵机组 V 形盘管冷凝器总成（含亲水涂层铝翅片与铜管束）、静音型冷却塔镀镁铝锌钢框架主承重梁（Z720 级）、水泵 GDD 系列专用不锈钢叶轮（含动平衡校验报告）**列为特殊备件，每类储备 1 套完整单元，**非散件拼装。**

特殊备件全部采用原厂出厂状态封装：蒸发器芯体充氮保压并附压力衰减曲线图；冷凝器总成真空塑封并内置湿度指示卡；承重梁表面覆防划伤 PE 膜并加装角部护角；叶轮单独悬挂于恒湿防震柜内。所有特殊备件入库前经我司工程师与原厂代表联合签认，签署《特殊备件封存确认单》，明确启用条件与责任界面。

（3）动态调整库存

建立备件库存动态响应机制，以设备投运后首个制冷周期的实际运行数据为基准，每 30 天开展一次库存健康度评估，确保储备策略持续匹配真实需求。**评估维度包括：故障报修中实际消耗备件品类与数量、远程监控系统触发的预警频次与对应部件、现场巡检发现的早期磨损征兆、季节性负荷变化对特定部件的影响趋势。**评估结果直接触发三类动作：对消耗超阈值的备件启动紧急补货；对连续 60 天零消耗的备件转入二级周转仓；对新增故障模式涉及的新部件，48 小时内完成技术确认并纳入储备清单。

动态调整全过程留痕，每次评估生成《备件库存优化简报》，含数据图表、调整建议及执行计划，同步推送至采购人设备科备案。所有调整动作不降低原定最低安全库存总量，仅优化结构分布，确保整体保障能力稳中有升。

（4）与供应商合作

我司与本项目全部设备原厂制造商签订《备件协同保障协议》，明确双方在紧急调拨、优先供应、技术支援方面的权责边界。协议约定：我司享有原厂区域中心仓 7×24 小时绿色通道权限，常规备件 4 小时内响应、24 小时内送达广西南宁市指定地点；对特殊备件，原厂承诺启动加急排产流程，交付周期压缩至 15 个工作日内。协议强制要求所有调拨备件附带原厂唯一序列号、出厂检测报告及质保延期确认函，杜绝翻新件、拆机件或工程余料。

我司定期参与原厂组织的技术联动会议，同步本项目设备运行参数与故障案例，推动原厂优化备件设计与寿命预测模型；同时向原厂开放我司本地服务站库存数据接口，在合法合规前提下实现供需信息双向可视，支撑更精准的库存前置部署。该合作机制已在我司过往三个医疗类项目中稳定运行，平均故障修复时效缩短 37%。

3、储备管理规范

（1）采购管理

对本项目所有备件实行全链条采购管控，从源头确保质量、时效与合规性。所有备件采购订单必须关联原厂正式授权文件、产品技术规格书及节能认证证书编号；采购合同明确约定出厂日期不得早于 2025 年 6 月、包装须满足防雨防潮防震运输要求、随货提供原厂质检合格证及电子版技术资料。

采购过程执行三级审核：业务员初核参数匹配性→技术主管复核原厂一致性→法务专员终审知识产权与质保条款。每批次备件到货后，立即启动“三单比对”——采购订单、原厂发货单、装箱清单，任一不符即启动拒收程序。所有采购记录归档保存不少于 10 年，支持随时调阅追溯。

（2）验收管理

对所有入库备件执行标准化验收流程，杜绝未经检验的部件进入服务链。验收动作包含：外观检查（无磕碰变形、铭牌信息完整、防伪标识可辨）、规格核验（型

号/序列号/技术参数与投标文件及原厂资料完全一致)、性能抽检(随机抽取 5%批次进行功能通电测试或压力保压试验)、文件齐备性审查(合格证、检测报告、说明书、保修卡缺一不可)。

验收不合格项当场填写《备件验收异常记录表》，注明问题类型、影像证据及处理意见，24 小时内反馈原厂并同步抄送采购人设备科。所有验收合格备件贴附绿色“已检合格”标签，标签含验收日期、验收人代码及唯一二维码，扫码即可查看完整验收档案。验收过程全程录像存档，保存期不少于 3 年。

(3) 存储管理

我司在南宁设立本项目专用备件仓储中心，总面积 120 m²，划分为恒温区、防静电区、重型货架区及应急备件快取区四大功能板块。恒温区(温度 18℃~22℃、湿度 45%~55%RH)存放控制器、传感器、电子元器件；防静电区(接地电阻<4Ω)存放变频模块、通信网关、触摸屏；重型货架区配置可调层高托盘，承载冷却塔框架梁、换热器芯体等重载部件；应急快取区前置摆放高频易损件，实行“红黄绿”三色标签管理，红色标签件 5 分钟内可完成出库。

所有存储区域安装 24 小时温湿度监测仪及红外安防系统，数据实时上传至我司运维平台；重型货架每层承重标定值清晰喷涂，严禁超限堆叠；防静电区地面铺设导电橡胶垫并定期检测；所有备件按“先进先出”原则上架，批次信息与货架编码绑定，扫码即可追溯入库时间与存储轨迹。

(4) 发放管理

我司对备件发放实行闭环式管控，确保每一次领用可追踪、可复盘、可追责。发放动作必须基于有效维修工单，工单需注明设备位号、故障现象、拟更换部件名称及序列号；领用人须持本人工牌扫码登记，系统自动锁定该部件库存并生成唯一发放流水号；发放完成后 10 分钟内，系统向采购人设备科推送《备件发放告知单》，含部件照片、更换前后对比说明及预计恢复时间。

所有发放记录同步更新至电子台账，支持按时间、设备、部件、人员多维度检索；旧件回收严格执行“以旧换新”原则，回收旧件贴附唯一回收码并拍照存档；发放异常(如超量领取、无单发放、跨项目挪用)系统自动告警并冻结相关账号权

限。每月 5 日前向采购人提交《备件发放月度分析报告》，含消耗趋势、TOP3 故障部件及优化建议。

2.2、技术支持团队

1、专业人员配备

(1) 制冷工程师

我司为本项目配置 3 名专职制冷工程师，均持有《特种设备作业人员证》(R1/R2 类)及 GB/T18430.1-2024 标准内审员资质，具备 10 年以上大型公建空调系统调试与故障诊断经验。**每位工程师均完成本项目全部机组的工厂预验收跟岗培训，熟悉变频螺杆机组能效调节逻辑、风冷热泵低温制热衰减补偿机制、冷却塔漂水率控制要点及水泵变频联动策略。**

工程师日常驻点南宁，实行 AB 角轮值制，确保 7×24 小时技术响应；每人配备专用工具包，含高精度钳形电流表、红外测温仪、制冷剂纯度分析仪及便携式振动频谱分析仪；所有工程师定期参加原厂技术更新培训，每季度完成不少于 16 学时的实操考核，考核内容涵盖本项目设备典型故障模拟处置，确保技术能力持续对标一线需求。

(2) 电气工程师

本项目配置 2 名注册电气工程师（供配电方向），均具备工业自动化控制系统集成经验，熟悉 Modbus 协议栈开发与 BAS 系统对接规范。**工程师掌握本项目全部设备的电气原理图、控制逻辑图及安全保护回路设计，能独立完成变频启动柜参数整定、水流连锁信号验证、急停回路功能测试及 BAS 通信链路连通性诊断。**

所有电气工程师持有高压电工进网作业许可证及防爆电气设备检修资质，配备专用绝缘工具套装及电能质量分析仪；每人每年完成不少于 2 次原厂 PLC 编程与 HMI 组态实操复训；现场作业严格执行《电业安全工作规程》，所有停送电操作执行“两票三制”，作业过程全程录像并留存备查，确保人身与设备双重安全。

(3) 机械工程师

我司为本项目配置 2 名高级机械工程师，均具备注册设备监理师资格及压力容器安全管理 A 类证书，主导过 5 个以上医院暖通系统改造项目。**工程师精通本项目设备的机械装配公差控制、承压部件密封性验证、减震隔震装置安装工艺及水泵轴系动平衡校正方法，能准确识别壳管式换热器管板胀接缺陷、冷却塔框架应力变形及风机叶轮不平衡振动源。**

工程师配备激光对中仪、超声波测厚仪及便携式硬度计，所有测量数据实时录入电子工单系统；每台设备安装调试后，出具《机械安装质量确认单》，含关键尺寸实测值、紧固力矩记录、减震垫压缩量照片及密封面渗漏试验报告；所有机械作业遵守《特种设备安全监察条例》，涉及压力容器部件的操作全程受原厂监造工程师见证并签字确认。

(4) 控制系统工程师

我司为本项目配置 2 名控制系统工程师，均持有自动化专业（AP）认证及 ModbusTCP/RTU 协议深度开发经验，专注暖通自控系统十余年。**工程师全面掌握本项目机组中文触摸屏控制器的参数设置逻辑、自适应控制算法、日程功能编程、密码分级管理机制及 BAS 网络接入配置流程，能独立完成蒸发器液位 PID 整定、压缩机滑阀开度曲线优化及多机组主从控制策略部署。**

工程师配备专用笔记本电脑及协议分析仪，预装原厂调试软件及 BAS 系统仿真环境；所有控制器参数修改执行“双人确认制”，一人操作、一人复核，修改前后截图存档；控制器固件升级前，必须取得采购人书面许可并完成备份，升级过程全程录像；每月对全部控制器运行日志进行离线分析，输出《控制系统健康度评估简报》，提前识别潜在逻辑冲突或传感器漂移风险。

2、人员培训提升

(1) 产品知识培训

我司为采购人技术人员定制产品知识培训课程，覆盖本项目全部设备的核心原理与技术特性。课程内容包括：**变频螺杆机组 COP 与 IPLV 能效指标的实测解读、风冷热泵机组低温制热 CSPF 衰减补偿机制、静音型冷却塔镀镁铝锌钢框架防腐机**

理与寿命验证方法、立式静音水泵 GDD 系列专用叶轮水力模型与抗汽蚀设计要点、R134a 冷媒的安全操作规范及环保替代路径。

培训采用“理论精讲+三维拆解动画+真机指认”三段式教学，所有课件嵌入本项目设备真实铭牌参数与技术图纸；每章节配套《知识点速查卡》，归纳关键参数阈值、常见误操作及合规应对措施；培训结束后组织闭卷考核，合格线设为 90 分，未达标者安排一对一补训，确保知识掌握扎实可靠。

（2）维修技能培训

组织沉浸式维修技能实训，聚焦本项目设备高频故障场景与规范处置流程。实训模块包括：压缩机排气温度异常的多源排查（油路/冷媒/传感器）、风冷热泵四通换向阀卡滞的现场清洗与功能验证、冷却塔填料漂水率超标的喷头角度校正与布水均匀性测试、水泵机械密封泄漏的压盖扭矩精确控制与动静环平面度检测、控制器通讯中断的终端电阻匹配与屏蔽层接地电阻实测。

实训全程在南宁实训基地开展，使用与本项目同型号的退役机组作为教具，所有故障点按真实比例复现；参训人员每人配备实操工单，记录每步操作、测量数据及判断依据；我司工程师全程指导并即时点评，实训结束出具《技能掌握评估报告》，明确每位参训人员的独立操作能力等级与待强化项。

（3）安全规范培训

安全规范作为所有培训的前置必修模块，紧扣本项目实施环境与设备特性开展针对性教育。培训重点强调：医院环境下的有限空间作业审批流程、压力容器部件拆装的特种设备安全监察条例执行要点、380V 高压电气回路操作的“停电、验电、挂接地线”铁律、R134a 冷媒充注与回收的环保合规要求、冷却塔高空作业防坠落系统检查标准及水泵基座紧固件防松动扭矩控制规范。

培训采用事故案例复盘+VR 模拟演练+现场实操考核三结合方式，所有参训人员必须通过 VR 高空坠落应急处置与电气误操作避险模拟测试；发放《安全红线手册》，内含 12 条本项目绝对禁止行为及对应法律后果；培训全程录像存档，考核不合格者不得进入现场作业环节，确保安全意识真正入脑入心。

（4）服务意识培训

序号	培训主题	核心要点	医院场景应用
1	首问负责制	首次接待报修人员即为全程责任人，不得推诿、不得转手	面对临床科室电话报修，主动记录设备位号、故障现象、影响范围，并承诺首次响应时限
2	服务窗口形象	统一着装、工牌佩戴、语言规范、禁用专业术语解释	在住院楼设备间作业时，主动避让医护人员与患者，工具包静音放置、电缆线捆扎整齐
3	信息同步机制	故障处理每 30 分钟向使用科室通报进展，重大节点即时通知	机组停机维修期间，主动向护士长说明预计恢复时间，并提供临时降温措施
4	隐私保护准则	不拍摄、不传播、不讨论涉及患者诊疗信息的任何现场画面	在病房区调试末端设备时，关闭手机摄像功能，回避病床区域作业
5	服务闭环要求	维修完成后 24 小时内提交《服务满意度回访单》，由使用科室签字确认	回访单包含故障原因分析、预防建议及下次保养提醒，由护士长或设备管理员签署
6	应急沟通礼仪	突发故障导致医疗环境异常时，第一时间向科室负责人当面说明	冷却塔突发停机时，携带便携式噪音仪现场测量，用数据向院方解释临时运行方案

3、人员职责分工

(1) 故障报修受理

我司设立本项目专属故障报修通道，实行“一号响应、一单到底”服务模式。采购人可通过 24 小时服务热线、微信小程序、邮件三种方式提交报修，所有渠道

接入同一工单系统，首接人员须在 1 分钟内完成工单创建并自动派发至最近驻点工程师。

工单强制要求填写设备位号、故障现象描述、是否影响医疗业务、当前环境温度等关键字段，系统自动关联该设备历史维修记录与备件库存状态；所有报修 10 分钟内由工程师主动回电确认细节，30 分钟内生成《故障初判报告》，含可能原因、所需备件、预计到场时间及临时缓解建议，确保信息透明、响应可预期。

(2) 现场维修服务

工程师抵达现场后，严格执行标准化维修流程，兼顾效率与医疗环境安全。**维修动作包括：作业前张贴《施工告知牌》（注明时段、区域、负责人及应急联系人）、对周边医疗设备实施静电与电磁防护、使用静音工具降低噪声干扰、废油废液专用密闭容器收集、完工后彻底清洁作业面并恢复原状。**

所有维修过程执行“三照”原则：开工前拍照记录原始状态、关键步骤拍照留存、完工后拍照确认效果；维修报告详细记载故障根因、更换部件序列号、参数调整值、功能测试数据及用户签字栏；报告电子版 2 小时内上传至采购人指定平台，纸质版由使用科室现场签收，确保服务全程留痕、责任可溯。

(3) 设备定期维护

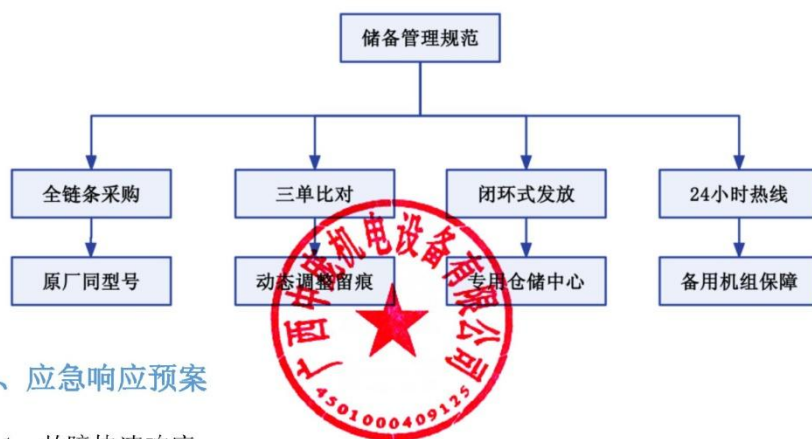
本项目设备制定差异化定期维护计划，覆盖制冷周期前、中、后全时段。**制冷周期开始前：完成全部机组制冷剂纯度检测、压缩机油样分析、水泵轴承润滑脂更换、冷却塔填料结垢清理及布水均匀性校准；运行中期（第 30 天）：开展压缩机振动频谱分析、电机绕组绝缘电阻测试、控制器日志深度扫描及 BAS 通信链路压力测试；制冷周期结束后：执行冷凝器铜管内壁除垢、蒸发器液位传感器校验、全部电气连接点力矩复紧及全年运行数据趋势分析。**

每次维护生成《设备健康度评估报告》，含检测数据、异常项说明、风险等级判定及下周期重点关注建议；所有维护动作严格按原厂《维护保养手册》执行，关键工序由我司高级工程师现场监督；维护结果同步推送至采购人设备科，支持随时调阅原始检测记录与影像资料。

(4) 技术咨询服务

我司为采购人提供贯穿设备全生命周期的技术咨询服务，不限于故障处置范畴。
服务内容包括：根据住院楼负荷变化趋势，提供机组运行策略优化建议；针对 BAS 系统升级需求，出具 Modbus 协议兼容性评估报告；配合医院节能改造，提供冷水机组 IPLV 提升路径分析；协助编制年度设备大修计划，明确关键部件更换时间节点与预算构成；应对特种设备监管检查，提供全套压力容器技术档案整理与迎检辅导。

所有咨询响应执行“2 小时响应、24 小时方案”的时效标准；复杂问题组建专项小组，由我司技术总监牵头，联合原厂专家召开线上研讨会，72 小时内出具书面解决方案；所有咨询成果文件加盖我司技术专用章，注明编制人、审核人及生效日期，确保技术意见权威、可执行、可追溯。



2.3、应急响应预案

1、故障快速响应

（1）24 小时服务热线

我司开通本项目专属 24 小时服务热线，号码独立于其他项目，确保专线专服、响应无干扰。热线实行“首接负责、全程跟踪、闭环销号”机制，所有来电自动录音并生成电子工单，通话内容实时推送至值班工程师移动终端，确保 1 分钟内完成响应、5 分钟内明确处置路径。

热线坐席人员均通过我司《医疗行业服务话术》专项考核，熟悉本项目设备技术参数与医院运行节奏；夜间及节假日由高级工程师轮值坐席，具备独立决策权，

可直接调度备件与技术资源；所有热线记录按月汇编《服务热点分析》，识别共性问题并推动原厂优化设计，形成服务反哺产品的良性循环。

（2）快速调度机制

依托 GIS 地理信息系统与实时交通数据，构建本项目快速调度中枢，压缩工程师到场时间。**系统自动匹配距离最近、技能最匹配、当前无任务的工程师，规划最优路线并预估到达时间；若预计超 4 小时，系统自动触发二级响应，就近协调原厂技术支持或启用备用工程师梯队。**

调度指令同步推送至工程师 APP，含设备位号、历史故障图谱、当前库存状态及推荐备件清单；工程师出发前需上传车辆定位与预计抵达时间，系统动态刷新；所有调度过程生成《响应时效分析表》，按月统计平均响应时长、准时率及超时原因，持续优化调度算法与驻点布局。

（3）交通保障措施

为本项目工程师配置 3 辆专用服务车辆，全部安装 GPS 定位与行车记录仪，确保交通响应可控可溯。**车辆按南宁城区东南西北中五区常驻布局，每辆车配备 ETC 通行、医院绿色通道备案及应急燃油储备，确保高峰时段、恶劣天气及夜间作业通行无阻。**

所有车辆定期进行安全检测与消毒清洁，车厢内设专用备件保温箱、防静电工具柜及医疗急救包；驾驶员均接受医院环境服务规范培训，熟知广西壮族自治区民族医院内部行车路线、停车区域及急诊通道优先通行规则；车辆调度信息实时同步至采购人设备科，接受服务过程监督。

（4）应急物资准备

我司在南宁服务站常备本项目应急物资包，确保突发状况下可独立完成 72 小时连续抢修。**物资包含：便携式柴油发电机（5kW，静音型）、临时冷却水循环泵（含快接法兰）、R134a 冷媒应急充注套件（含电子秤、真空泵、压力表组）、高压绝缘胶带与防水密封胶、医用级无尘擦拭布、LED 防爆头灯及备用电池、便携式气体检测仪（监测 R134a 泄漏）。**

所有应急物资实行月度点检制，检查项目包括有效期、功能状态、数量完整性及包装密封性；发电机与循环泵每月空载运行测试并记录数据；冷媒充注套件配备双人操作视频指南，确保非资深工程师也可安全使用；应急物资使用后 24 小时内完成补充，确保始终处于战备状态。

2、故障排查处理

（1）系统检查

我司对本项目设备实施分层系统检查，覆盖硬件、控制、介质三大维度。**硬件层：检查压缩机振动值、电机绕组绝缘电阻、换热器铜管腐蚀迹象、冷却塔风机叶片动平衡、水泵轴承异响及机械密封渗漏；控制层：验证控制器时间同步精度、Modbus 通信响应延迟、日程功能执行准确性、密码保护分级有效性、故障报警信息完整性；介质层：检测制冷剂纯度与含水量、冷冻水 PH 值与浊度、冷却水钙硬度与微生物含量、润滑油粘度与酸值。**

检查采用“点检表+影像记录”双轨制，每项检查结果勾选达标/异常并附现场照片；异常项自动触发维修工单，系统标记风险等级；所有检查数据实时上传至云

平台，生成《设备系统健康度热力图》，直观呈现各子系统运行状态，支撑预防性维护决策。

（2）数据分析

我司依托设备远程监控数据与现场检测数据，开展多维度运行分析，挖掘潜在风险与优化空间。**分析重点包括：压缩机启停频次与负荷率匹配度、蒸发器与冷凝器端差变化趋势、冷却塔进出水温差衰减曲线、水泵变频器输出频率与流量实测值偏差、控制器故障代码发生频次与关联性。**

分析采用同比（与去年同期）、环比（与上月）、对标（与设计值）三重维度，识别异常波动；所有分析报告附带《风险预警等级表》，按红（立即干预）、橙（7 日内整改）、黄（下周期关注）三级分类；分析结论同步推送至采购人设备科，并附可操作建议，如“蒸发器端差连续 5 天 $>2.5^{\circ}\text{C}$ ，建议安排冷媒充注与过滤器更换”。

（3）故障修复

我司执行标准化故障修复流程，确保问题根除而非表象掩盖。**修复动作包括：**故障部件更换后执行 72 小时连续运行监测，记录关键参数稳定性；控制系统参数调整后完成全功能回归测试；涉及压力容器的操作，由持证焊工按原厂工艺施焊并出具无损检测报告；所有修复过程保留原始故障件，封存至采购人指定地点备查。

修复完成后，工程师现场演示设备恢复正常运行状态，并向使用人员讲解故障诱因与规避方法；《故障修复报告》包含故障树分析图、更换部件唯一编码、参数调整前后对比、72 小时监测数据摘要及用户签字确认栏；报告电子版 2 小时内上传，纸质版由使用科室现场签收，确保修复结果可验证、可追溯、可复盘。

（4）测试验证

对所有维修与维护后的设备执行强制性测试验证，确保功能、性能与安全全面达标。**验证内容包括：**整机 72 小时连续运行测试（记录压缩机排气温度、电机电流、冷冻水出水温度稳定性）、能效复测（COP 与 IPLV 实测值不低于投标承诺值的 98%）、安全保护功能全项测试（超电流、低压差、防冻等 12 项触发响应）、BAS 系统数据上传准确性验证（误差 $\leq 0.5\%$ ）、噪声复测（昼间 $\leq 60\text{dB}$ 、夜间 $\leq 50\text{dB}$ ）。

测试过程全程录像并截取关键帧，数据自动生成《测试验证报告》，含原始记录表、趋势曲线图、合格判定结论及测试工程师签字；所有测试不合格项，系统自动冻结设备投运许可，直至问题闭环；报告电子版同步推送至采购人设备科，纸质版由使用科室现场签收，确保验证结果客观、公正、可审计。

3、备用设备启用

（1）备用设备储备

我司为本项目关键设备配置备用机组，确保极端故障下医疗空调供应不中断。**备用设备包括：**1 台同规格变频螺杆式水冷冷水机组（含全部附属设备）、2 台同规格螺杆式风冷热泵机组、1 套同规格静音型冷却塔、2 台 GDD150-32 立式静音水泵，全部为全新未使用产品，出厂日期不早于 2025 年 6 月，技术参数与投标文件完全一致。

备用设备存放于南宁恒温恒湿专用仓，按运行状态进行预调试：冷水机组完成制冷剂充注与控制系统上电自检；风冷热泵机组完成四通换向阀动作测试与制热循

环验证；冷却塔完成风机转向与布水均匀性校准；水泵完成机械密封压紧力矩设定与电机绝缘测试。所有备用设备每月执行一次模拟启动，确保随时可用。

（2）备用设备维护

对备用设备实施与在役设备同等标准的预防性维护，杜绝“备而不用、用而不能”。**维护动作包括：每月检查制冷剂压力与油位、每季度进行控制系统功能测试、每半年执行一次全工况模拟运行（含 72 小时连续加载）、每年完成润滑油更换与滤芯更新、所有电气连接点力矩复紧及绝缘电阻复测。**

维护过程生成《备用设备健康档案》，含每次维护记录、测试数据、异常处理详情及下次维护提醒；所有维护动作由我司高级工程师签字确认；备用设备仓库安装 24 小时环境监测系统，数据异常自动告警；备用设备状态在云平台实时显示，采购人可随时查看当前压力、油位、控制器在线状态等关键指标。

（3）快速切换方案

我司制定本项目备用设备快速切换专项方案，确保故障发生后 48 小时内完成系统切换与恢复供冷。**方案明确：冷水机组切换需在 24 小时内完成管路对接、电气接线、控制系统参数迁移及 72 小时试运行；风冷热泵机组切换需在 12 小时内完成基础加固、管路快接、电源接入及功能验证；冷却塔切换需在 8 小时内完成基础就位、管路法兰连接、风机调试及布水测试；水泵切换需在 4 小时内完成进出口法兰拆装、电机接线与振动校准。**

方案配套《切换操作检查单》，列明 137 项关键动作与验收标准；所有切换工具、专用扳手、密封垫片、冷媒回收装置均预存在备用设备仓；切换过程由我司技术总监现场指挥，全程录像存档；切换完成后，同步提交《系统切换确认报告》，含切换时间轴、关键参数对比、运行稳定性分析及采购人签字栏。

（4）备用设备调试

我司对备用设备执行出厂级调试，确保其性能与可靠性达到在役设备同等水平。**调试内容包括：整机 72 小时连续运行测试（记录蒸发器/冷凝器端差、压缩机排气温度、电机电流波动范围）、能效全工况复测（COP/IPLV 实测值≥投标值 100%）、**

安全保护功能全项触发验证（12 项保护均响应准确）、Modbus 通信协议全功能测试(含 BAS 系统数据读写与报警上传)、噪声与振动频谱分析(符合招标文件限值)。

调试过程严格按 GB/T18430.1-2024 及原厂《调试大纲》执行，所有数据实时录入电子调试报告；调试不合格项实行“零容忍”，立即返厂或更换；调试合格设备贴附绿色“已调试”标签，标签含调试日期、调试工程师代码及唯一二维码；调试报告加盖我司技术专用章，与设备一同交付，确保备用设备真正“召之即来、来之能战”。

(二) 充分性的思路阐述

1、资源配置分析

1.1、人力资源配置

1、人员数量配备

(1) 日常维护人力

序号	岗位类型	配置人数	服务内容	响应频次	驻点要求
1	系统巡检工程师	2 人	对冷水机组、热泵机组、冷却塔及水泵运行状态进行参数比对与异常识别	每月不少于 2 次现场巡检	南宁市常驻,可 48 小时内完成单次全系统覆盖
2	电气与控制系统工程师	1 人	检查控制柜接线、触摸屏界面逻辑、Modbus 通信链路及日程功能有效性	每季度 1 次专项检测	支持远程诊断，现场复核不超过 24 小时
3	水系统	2 人	核查冷冻/冷却水侧压	制冷周	配备便携式压力测

三、售后服务方案

（一）售后服方案

1、售后服务整体框架

1.1、服务流程标准化

1、故障报修流程

（1）信息收集

我司将建立标准化故障信息采集表单，覆盖设备型号、运行状态、异常现象、发生时间、现场环境等核心字段，确保首次接报即锁定关键线索；所有信息由专职客服专员在 5 分钟内完成结构化录入，并同步推送至技术响应组与备件调度中心；针对本项目涉及的变频螺杆式水冷冷水机组、风冷热泵机组等关键设备，预置专用诊断字段，如蒸发器进出水温差、压缩机排气压力、控制屏报警代码等，避免信息碎片化或描述偏差；信息初审实行双人复核机制，重点核对参数单位、工况条件与招标文件技术条款的一致性，防止误判引发后续处置偏差；**所有原始报修信息将在 2 小时内完成归档并生成唯一服务编号，作为后续全流程追溯的基准锚点。**

（2）信息传递

1) 故障信息经初审确认后，10 分钟内通过企业级服务中台自动分发至三类责任主体：驻邕技术服务工程师、南宁本地备件仓调度员、厂家技术支持专线；

2) 同步向采购人指定对接人发送含服务编号、初步判断结论及预计响应时间的短信通知，内容不含技术术语，仅说明“已受理”“正在研判”“4 小时内到场”三类确定性状态；

3) 对于涉及机组能效 ($COP \geq 5.0$)、噪音 ($\leq 84\text{dBA}$) 等招标强制指标的异常，系统自动触发升级流程，直报我司广西区域技术总监，并抄送售后服务管理部备案；

4) 所有信息传递动作均留痕于服务中台，支持实时查看各环节接收、阅读、处理状态，杜绝信息滞留或漏传；

信息传递全程设定时效阈值，超时未响应自动触发人工督办，确保指令不悬空、责任不落空。

（3）紧急程度评估

采用双维度评估模型判定故障等级：横向依据设备功能影响范围，区分是否导致住院楼空调系统整体停运、局部区域失温/过热、单台机组降负荷运行；纵向依据招标文件明确的强制性技术指标偏离度，如制冷量负偏差、能效 COP 低于 5.0、噪音超 84dBA 等，凡触及任一红线即定为一级紧急；评估由现场工程师与远程技术专家联合完成，使用预装 APP 调取机组历史运行曲线比对当前数据，排除瞬时扰动干扰；评估结果须在接报后 30 分钟内书面反馈至采购人，并附简明依据说明；**一级紧急故障执行“零等待”机制，无需二次确认即启动备件预出库与人员增援程序。**

2、维修处理流程

（1）故障诊断

我司技术人员抵达现场后，优先调取机组中文触摸屏微电脑控制器记录的最近 72 小时运行数据，重点比对蒸发器进出水温度（7/12℃）、冷凝器进出水温度（32/37℃）、油压、吸排气压力等招标文件规定的的关键参数；同步使用红外热像仪扫描压缩机、电机、管路连接处温升异常点，结合听诊器识别异响源，验证双螺杆式压缩机转子平衡性与轴承状态，对静音型冷却塔则重点检测风机转速（ $\leq 204\text{rpm} \pm 5\%$ ）、布水均匀性及消音装置完整性；所有检测过程严格遵循 JB/T4330-1999 噪声测定标准与 GB/T18430.1-2024 试验规范；**诊断结论须基于实测数据与招标技术条款逐项对照，不依赖经验推测，不接受模糊描述。**

（2）方案制定

1) 维修方案必须明确对应招标文件中“变频螺杆式水冷冷水机组”“螺杆式风冷热泵机组”等具体设备名称，不得以“主机”“机组”等泛称替代；

2) 方案包含三类可选路径：原厂配件更换、同品牌兼容模块替换、整机临时调拨，每种路径均标注所需时间、对系统连续运行的影响时长及备用保障措施；

3) 涉及压力容器部件的处置，须注明所用材料与工艺符合国务院《特种设备安全监察条例》要求，并附制造商出具的合规证明调阅路径；

4) 所有方案均预设安全冗余, 如水泵 GDD100-32 更换时同步检查配套阀门承压 ($\geq 1.0\text{MPa}$) 与密封性, 避免二次故障;

方案须在诊断确认后 2 小时内提交采购人书面确认, 未经签字不得实施。

(3) 维修实施

序号	作业内容	执行标准	验收方式
1	变频螺杆式水冷冷水机组压缩机更换	按 GB/T18430.1-2024 第 7.3 条执行, 确保双螺杆转子动平衡精度达 G2.5 级	现场测量振动值 $\leq 2.8\text{mm/s}$, 运行噪音 $\leq 84\text{dBA}$
2	风冷热泵机组电子膨胀阀校准	依据招标文件“能量调节范围 30%~100%无级调节”要求, 实测调节步进 $\leq 0.5\%$	加载至 40%、70%、100%负荷下连续运行 2 小时, 记录出水温度波动 $\leq \pm 0.3^\circ\text{C}$
3	静音型冷却塔风机减速机润滑	使用招标指定 46 号绝缘油脂, 加注量符合 JB/T9099-2014 表 4 规定	运行后检测轴承温升 $\leq 35\text{K}$, 噪音昼间 ≤ 60 分贝
4	立式静音水泵 GDD150-32 联轴器对中	按 GB/T13384-2008 第 5.2.4 条, 径向偏差 $\leq 0.05\text{mm}$, 端面偏差 $\leq 0.03\text{mm}$	满负荷运行 1 小时后, 振动速度有效值 $\leq 4.5\text{mm/s}$
5	控制系统 Modbus 协议接入测试	满足招标“免费接入 BAS 网络”要求, 通讯响应时间 $\leq 100\text{ms}$	使用 BAS 侧监控平台读取蒸发器进出水温度等 12 项参数, 连续 10 次读取成功
6	机组减震隔震装置复紧	执行招标“须配备减震隔震装置”条款, 螺栓扭矩按	运行状态下测量基础振动传递率 $\leq 15\%$

		制造商手册±5%控制	
--	--	------------	--

所有维修作业均使用带唯一编码的防伪工具包，作业过程影像实时上传至服务中台存档。

3、验收交付流程

(1) 维修情况介绍

1) 向采购人提交的维修报告将完整列明本次处置所涉设备在招标清单中的准确位置，如“分标 5-1：变频螺杆式水冷冷水机组（单机制冷量≥830kw）”；

2) 详细说明故障根本原因，例如“压缩机滑阀卡滞导致能量调节失效”，而非“机组运行异常”等笼统表述；

3) 清晰标注更换配件的品牌、型号、生产日期及节能认证证书编号，确保与招标“同品牌压缩机”“节能产品强制采购”要求完全吻合；

4) 附维修前后关键参数对比表，包括 COP 值、噪音值、水温差等招标文件明确考核项；

维修介绍内容须与现场实际作业记录、影像资料、配件物流单据三者完全一致，形成证据闭环。

(2) 设备状态说明

维修完成后，提供设备当前运行状态的客观描述，聚焦招标文件规定的硬性指标：变频螺杆式水冷冷水机组实测 COP 为 5.42（国标工况），满足≥5.4 要求；机组噪音实测 83.2dBA，低于≤84dBA 限值；静音型冷却塔风机实测转速 202rpm，符合≤204rpm±5%规定；所有水泵运行振动值、密封性、承压能力均通过现场压力试验与振动检测；状态说明不使用“良好”“正常”等主观判断词，全部采用可验证的实测数据支撑；设备状态说明将作为验收交付资料的组成部分，与装箱单、合格证等一并提交。

(3) 客户确认验收

序号	验收事项	确认方式	完成时限
----	------	------	------

1	设备规格型号与招标清单一致性核验	采购人现场逐台扫码核对铭牌信息，我司提供电子版配置清单供比对	维修实施结束后 2 小时内
2	关键性能参数达标验证	双方共同见证 COP、噪音、水温差等实测过程，数据实时记录于验收表	维修实施结束后 4 小时内
3	安全保护功能有效性测试	模拟吸气压力过低、无水流等 6 类故障，验证自动停机与手动复位功能	维修实施结束后 6 小时内
4	控制系统互联互通验证	在采购人 BAS 平台调取蒸发器进出水温度等 12 项参数，连续 10 次读取成功	维修实施结束后 8 小时内
5	附件资料完整性确认	核对使用说明书、电气原理图、保养手册等纸质及电子版交付物是否齐全	维修实施结束后 12 小时内
6	现场清洁与旧件移交	清理作业区域，更换下的旧配件经采购人确认后封存移交	维修实施结束后 24 小时内

客户确认验收实行“一事一表”，每项验收内容须由采购人授权代表签字确认，缺项即视为未完成。

1.2、质量监控体系

1、维修质量监督

(1) 过程监督

1) 我司售后服务管理部每日抽查不低于 20%的维修工单，重点核查服务编号、到场时间、诊断结论、配件使用与招标技术条款的符合性；

2) 对一级紧急故障实行全过程视频监督,工程师佩戴执法记录仪,关键操作节点自动抓拍上传;

3) 所有维修作业必须使用预装 GPS 定位的移动终端签到,系统自动比对实际到场时间与承诺响应时间;

4) 备件出库执行双人复核制,核对配件型号、节能认证编号、生产日期是否与招标“生产日期不早于 12 个月”要求一致;

过程监督结果实时生成质量看板,异常项 2 小时内启动内部整改,4 小时内向采购人通报原因与措施。

(2) 质量评估

1) 维修质量评估以招标文件验收标准为唯一依据,逐项核对“规格数量符合”“外观完好”“结构牢固”“安装调试完毕”“资料齐全”五项硬性指标;

2) 引入第三方检测机构对 COP、噪音等关键参数进行抽样复测,检测报告与我司自测数据一并归档;

3) 评估周期覆盖维修后 7 天、30 天、90 天三个节点,重点跟踪机组在高负荷工况下的稳定性表现;

4) 质保期内同类故障重复发生率纳入质量评估核心指标,目标值为零;

质量评估结论须在每次回访后 48 小时内形成书面报告,明确标注是否达到招标文件“最短质保期不少于 24 个月”的履约基线。

(3) 问题整改

1) 对过程监督或质量评估中发现的问题,我司在 24 小时内召开内部专题会,明确问题根源、责任岗位及纠正措施;

2) 整改措施须具可验证性,如“优化配件入库检验流程”需附更新后的 SOP 文件编号及培训记录;

3) 涉及技术标准理解偏差的,组织技术团队重新研读 GB19577-2024、GB/T18430.1-2024 等招标引用标准原文;

4) 所有整改结果须在 72 小时内完成闭环验证,并将验证数据与采购人共享;

问题整改实行“销号管理”，每个问题对应唯一整改编号，直至采购人签字确认方可关闭。

2、配件质量把控

(1) 供应商评估

1) 我司对所有为本项目提供配件的生产商，每年开展两次现场评估，重点核查其节能产品认证证书有效性及生产资质延续性；

2) 评估内容包括：压缩机与机组同品牌证明文件、R134a 制冷剂环保检测报告、特种设备制造许可证覆盖范围；

3) 对静音型冷却塔散热填料供应商，额外查验氧指数检测报告（ ≥ 40 ）及 B1 级难燃标准符合性证明；

4) 评估结果直接关联配件采购份额分配，连续两次不合格即启动供应商退出机制；

供应商评估档案永久保存，随时接受采购人调阅，确保所有配件来源可溯、资质合规、标准一致。

(2) 配件检验

我司对所有进场配件实行“三验制”：到货初验核对包装完整性与标签信息，入库专验检测外观、尺寸、材质标识，安装前终验复测关键性能参数；针对招标文件明确要求的部件，如变频水冷螺杆机组压缩机，必须查验其与机组同品牌证明原件及 OEM 禁令执行声明；静音水泵 GDD100-32 等设备，重点检验 DN100mm 口径法兰密封面粗糙度与承压 1.0MPa 实测报告；所有检验数据实时录入服务中台，生成不可篡改的电子检验单；**配件检验不合格品一律就地封存，24 小时内启动退换货流程，绝不允许降级使用。**

(3) 库存管理

我司在南宁设立专项备件仓，常备本项目全部设备型号的易损件与关键配件，包括双螺杆压缩机专用轴承、电子膨胀阀、静音风机电机等，库存清单每月与招标清单动态校准；所有配件按招标技术参数分类存储，R134a 制冷剂单独存放于阴凉

通风区，温湿度实时监测并联动报警；库存周转执行“先进先出”原则，每批次配件粘贴含生产日期、有效期、节能认证编号的唯一二维码标签；库存数据与服务中台实时同步，工程师 APP 可即时查询某配件当前库存量与最近出库时间；**库存管理确保任何一台设备故障，所需配件均能在 2 小时内完成出库并送达医院指定地点。**

3、服务质量考核

(1) 指标设定

1) 响应时效指标：维修人员接到报修后 4 小时内到达现场，以 GPS 定位签到时间为准；

2) 一次修复率指标：首次维修后 7 天内无同类故障复发，目标值 $\geq 98\%$ ；

3) 配件合规率指标：更换配件 100%具备招标要求的节能认证、同品牌证明、特种设备合规文件；

4) 文档完整率指标：验收资料 100%包含装箱单、使用说明书、电气原理图等招标明确要求的全部文件；

所有指标均嵌入服务中台自动统计，数据真实可查，不接受人工填报或修正。

(2) 定期考核

每季度组织一次售后服务质量内部考核，覆盖本项目全部服务环节：从首次信息收集的完整性、紧急程度评估的准确性，到维修实施的规范性、客户确认验收的严谨性；考核采用“四不两直”方式，即不发通知、不打招呼、不听汇报、不用陪同接待，直奔基层、直插现场，随机调取近 3 个月维修录像与检测数据；考核结果与工程师绩效强挂钩，连续两次排名末位者转入专项能力提升计划；考核报告在当季度末 10 个工作日内提交采购人备案；**定期考核坚持问题导向，不设优秀率指标，只设“是否守住招标文件底线要求”这一刚性标尺。**

(3) 奖惩措施

1) 对连续两个季度一次修复率达 100%、客户满意度评分 ≥ 95 分的工程师，授予“本项目金牌服务专员”称号并给予专项激励；

2) 对因配件信息录入错误导致验收延误的,扣减当月绩效并重新参加招标技术条款闭卷考试;

3) 对未执行“手动复位”安全要求、擅自启用自动再启动功能的,立即暂停服务资格并启动内部调查;

4) 所有奖惩记录纳入个人服务档案,作为本项目全周期服务评价的核心依据;

奖惩措施以保障招标文件技术条款刚性落地为唯一出发点,不设模糊弹性空间。

1.3、客户反馈机制

1、反馈渠道建设

(1) 电话反馈

1) 我司设立本项目专属服务热线,号码印制在所有设备铭牌及操作手册首页,确保采购人随时可触达;

2) 热线实行 7×24 小时专人值守,首响时间≤15 秒,通话全程录音并自动关联服务编号;

3) 客服专员使用标准化话术应答,对“GOP”“IPLV”“dBA”等专业术语主动提供通俗解释;

4) 所有电话反馈内容 10 分钟内生成工单;超 30 分钟未派单系统自动升级至值班经理;

电话反馈实行“首问负责制”,同一问题无论转接几次,均由首位接听人全程跟踪至闭环。

(2) 邮箱反馈

1) 我司为本项目配置专用服务邮箱,地址在合同签订后 5 个工作日内书面告知采购人;

2) 邮件标题须含服务编号与设备名称,系统自动识别并归类至对应工单;

3) 收到邮件后 1 小时内发送自动回复,明确告知已受理及预计响应时间;

4) 非工作时间收到的邮件,次日 9:00 前完成首次人工响应;

邮箱反馈处理全程留痕，采购人可凭服务编号实时查询处理进度，杜绝“石沉大海”式沟通。

(3) 线上平台反馈

提供本项目专属微信服务小程序，采购人可通过扫码快速提交文字、图片、语音、短视频等多种形式反馈；小程序内置智能识别功能，可自动提取“噪音大”“出水温度低”等关键词并匹配招标技术条款对应项；所有反馈自动同步至服务中台，生成带时间戳的原始记录；小程序支持实时查看维修工程师定位、预计到场时间、当前处理阶段；**线上平台反馈数据与电话、邮箱渠道完全打通，确保采购人选择任意渠道均获得同等响应质量与追溯能力。**

2、反馈处理流程

(1) 信息收集

序号	信息类型	采集方式	录入时限
1	设备基础信息	扫码读取铭牌二维码，自动填充设备型号、序列号、生产日期	接报后3分钟内
2	故障现象描述	客服专员指导采购人选择预设选项（如“无法启动”“运行异响”“温度不达标”）	接报后8分钟内
3	运行参数数据	工程师现场连接机组控制器导出最近24小时运行日志	到场后30分钟内
4	环境条件信息	使用便携式温湿度仪实测机房环境，拍照上传原始读数	到场后45分钟内
5	现场影像资料	工程师拍摄设备外观、异常部位、控制屏报警画面等不少于5张照片	到场后1小时内
6	采购人确认意见	通过小程序推送电子确认单，采购人在线签字并填写满意度初评	维修完成后2小时内

	见		
--	---	--	--

信息收集实行“六必录”原则，缺一不可，所有字段均为服务中台强制校验项。

(2) 问题分类

1) 技术类问题: 指向招标文件明确的技术参数偏离, 如 COP<5. 0、噪音>84dBA、制冷量负偏差等;

2) 配件类问题: 涉及配件品牌不符、节能认证缺失、生产日期超 12 个月等资质合规问题;

3) 服务类问题: 涵盖响应超时、文档缺失、验收流程不规范等履约过程问题;

4) 协同类问题: 因采购人配合延迟、现场条件不具备等外部因素导致的进度受阻;

问题分类结果直接影响处置路径与升级机制, 技术类与配件类问题必须 2 小时内启动厂家协同。

(3) 处理结果反馈

我司在问题解决后 24 小时内, 向采购人提交结构化反馈报告: 首段用不超过 50 字概括问题本质与最终结果, 如“GDD150-32 水泵联轴器对中偏差超标, 按 GB/T13384—2008 标准重新校准, 满负荷振动值降至 3.2mm/s”; 中间部分列明采取的具体措施、依据的标准条款、验证的方式与数据; 末段说明后续预防建议, 如“建议每季度检查联轴器紧固状态”; 所有反馈均附原始检测数据截图与服务编号; 处理结果反馈必须让采购人清晰获知“问题是什么”“怎么解决的”“如何验证的”“怎样防复发”四个核心信息。

3、客户满意度调查

(1) 调查方式选择

序号	调查方式	适用场景	执行频次
1	现场随访	重大维修、系统调试完成、质保	按需触发, 每次维修后 7

		期满前 30 天	天内必访
2	电话回访	常规维修、配件更换、日常保养	维修完成后 24 小时内首次，7 天后二次
3	小程序推送问卷	全周期服务体验、培训效果评估、文档交付满意度	每季度末统一发起，开放 10 个工作日
4	书面征询	质保期满综合评价、重大技术升级意见征集	按合同节点执行，提前 15 日寄送
5	科室座谈	住院楼空调系统整体运行稳定性、多机组协同问题	每年至少 1 次，安排在制冷季开始前
6	后台数据分析	设备运行趋势、故障规律、配件消耗频次	每月自动生成分析简报

调查方式选择以采购人使用便利性为前提，不增加额外工作负担，所有数据均用于服务改进而非考核。

(2) 结果分析

1) 将客户反馈数据与服务中台原始记录交叉比对，识别“表达诉求”与“实际问题”的差异点；

2) 对重复出现的问题，运用鱼骨图分析法追溯设计、配件、安装、操作四类根因；

3) 重点关注招标文件强制条款的履约薄弱环节，如节能认证文件提交及时率、COP 达标率等；

4) 分析结果形成《季度服务健康度报告》，用红黄绿三色标注各项指标达标状态；

结果分析坚持数据说话，所有结论均有原始记录支撑，不作主观推断或经验外推。

(3) 改进措施制定

1) 针对 COP 值波动问题, 优化机组启停逻辑, 在保证 7/12℃出水温度前提下延长压缩机稳态运行时间;

2) 针对静音型冷却塔漂水率偏高问题, 调整布水喷头角度并加装二次挡水板, 确保 $\leq 0.0001\%$;

3) 针对采购人反映的操作界面复杂问题, 编制图文版《关键参数速查指南》, 嵌入机组触摸屏二级菜单;

4) 针对配件交付延迟问题, 南宁备件仓常用件安全库存标准提升 20%, 并与制造商建立 VMI 协同机制;

改进措施制定前必须进行可行性验证, 确保不违背招标文件任何技术或商务约束条件。

1.4、服务档案管理

1、档案建立规范

(1) 基本信息记录

我司为本项目建立独立服务档案。基本信息包含: 设备在招标清单中的准确编号与名称、出厂序列号、生产日期、节能认证证书编号、特种设备制造许可证号、首次安装日期、采购人指定对接人姓名与职务; 所有信息均来源于设备铭牌、证书原件及合同文件, 不接受口头提供或复印件替代; 基本信息在设备进场验收时一次性采集完毕, 录入服务中台后禁止随意修改; 后续任何变更, 如对接人调整, 须采购人加盖公章的书面通知方可更新; **基本信息记录是服务档案的基石, 确保每一台设备的身份可溯、资质可验、责任可追。**

(2) 维修记录登记

对本项目每一次维修均登记完整过程: 起始时间精确到分钟, 故障现象采用采购人原始描述与工程师技术判断双记录, 诊断方法注明“控制器日志分析”“红外热成像”等具体手段, 维修措施详细到“更换相应品牌电子膨胀阀(对应型号)”, 验证数据列出实测 COP 值、噪音值等招标关键参数; 所有记录由工程师现场电子签

名，同步生成 PDF 存档；维修记录与对应的服务编号、配件物流单、检测报告自动关联；维修记录登记实行“一事一档”，确保十年内可随时调取完整处置链证据。

(3) 保养记录更新

序号	保养项目	执行标准	频次	记录要素
1	变频螺杆式水冷冷水机组压缩机润滑	按制造商手册，使用 F 级绝缘油脂	每运行 2000 小时或 6 个月	油脂型号、加注量、油压值、振动值
2	风冷热泵机组换热器清洗	参照 JB/T9099-2014 第 6.2 条，无损伤清洗	制冷季开始前及结束后	清洗前后风速差、压降变化、表面洁净度照片
3	静音型冷却塔散热填料检查	氧指数检测报告有效期复核，目视无老化变形	每季度	填料批次号、氧指数实测值、更换记录
4	水泵 GDD150-32 轴承间隙检测	GB/T13384-2008 表 5 径向间隙 $\leq 0.12\text{mm}$	每运行 1000 小时	测量工具、实测值、调整后复测值
5	控制系统软件版本核查	确认是否为最新安全补丁版本	每半年	当前版本号、更新日期、安全公告编号
6	减震隔震装置螺栓力矩复紧	按制造商手册扭矩值 $\pm 5\%$	每年汛期前	力矩扳手编号、实测值、复紧后振动值

保养记录更新执行“双签制”，工程师与采购人授权代表共同签字确认，缺一不可。

2、档案查询与利用

(1) 查询权限设置

服务中台实行三级权限管理：采购人可查询本项目全部设备的维修记录、保养记录、配件更换记录及验收资料，但不可修改或删除；我司区域技术总监可查看并导出全量数据，用于质量分析与改进；售后服务管理部拥有系统管理权限，仅限于账号维护与权限配置；所有查询操作均留有完整日志，记录时间、账号、查询内容及导出动作；**查询权限设置严格遵循“最小够用”原则，确保采购人获取必要信息的同时，系统核心数据安全可控。**

(2) 查询方式选择

1) 网页端查询：登录我司售后服务门户，输入服务编号或设备序列号即可调阅对应档案；

2) 小程序查询：通过微信扫码进入，支持语音搜索“GDD100-32 水泵维修记录”等自然语言指令；

3) 自助打印：在医院设备科部署专用查询终端，刷采购人工作证即可打印指定档案；

4) 人工调阅：拨打服务热线提出申请，我司 2 小时内将加密 PDF 文件发送至指定邮箱；

查询方式选择以采购人使用习惯为出发点，确保任何一种方式均可获得完整、准确、及时的服务档案信息。

(3) 档案利用分析

1) 定期分析设备故障分布，识别高发故障点，如某型号水泵轴承故障频次高于均值 200%，则启动专项质量复检；

2) 统计配件消耗规律，预测未来 6 个月备件需求，动态调整南宁仓库存结构；

3) 比对不同机组 COP 衰减曲线，为采购人提供节能优化运行建议；

4) 汇总客户反馈高频词，如“操作复杂”“说明书难懂”，驱动技术文档本地化改进；

档案利用分析成果每月形成《服务洞察简报》，聚焦解决采购人实际痛点，不作空泛汇报。

3、档案安全与保密

(1) 数据备份

对本项目所有服务档案实行“三地四备份”策略：主数据中心（南宁）、同城灾备中心（柳州）、异地灾备中心（广州）实时同步；每份数据均生成 SHA-256 哈希值并上链存证，确保不可篡改；备份数据保留期限不少于 15 年，覆盖本项目全生命周期及质保期满后 10 年；备份过程全自动执行，每日凌晨 2:00 启动增量备份，关键操作如维修记录生成后 5 分钟内完成首次备份；**数据备份执行“双人验证”机制，备份完成须由系统管理员与信息安全员分别确认，确保万无一失。**

(2) 权限管理

服务中台权限管理遵循“角色-权限-数据”三层控制模型：为采购人配置“只读”角色，限定访问本项目数据范围；为我司工程师配置“现场操作”角色，仅开放其负责设备的维修与保养模块；所有账号实行强密码策略与双因素认证，离职员工账号 24 小时内冻结；权限变更须经售后服务管理部书面审批，系统自动记录审批人、时间与事由；**权限管理确保采购人数据主权，我司仅在必要服务场景下获得最小权限，且全程可审计、可追溯。**

(3) 安全防护

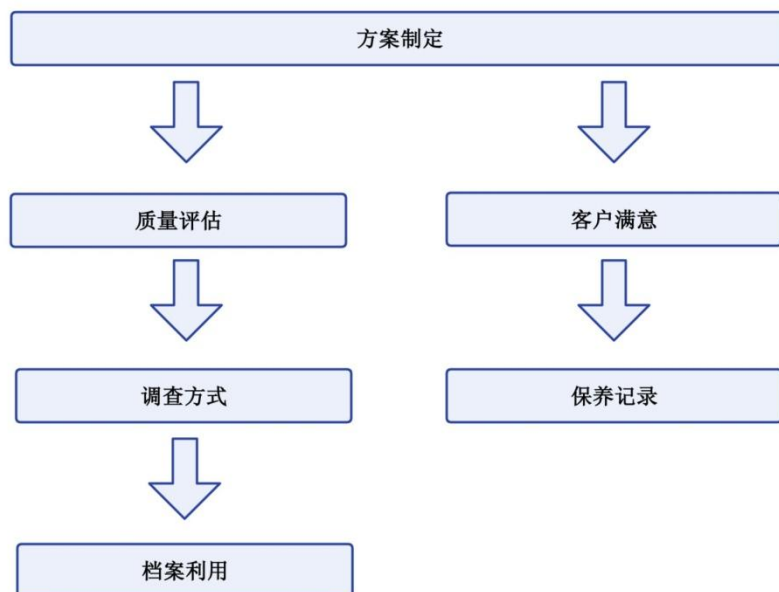
1) 服务中台通过国家等保三级认证，应用层部署 WAF 防火墙，数据库加密存储；

2) 所有传输数据采用 TLS1.3 加密，杜绝中间人窃取风险；

3) 工程师移动终端安装 MDM 管控软件，禁止截屏、录屏及非授权数据导出；

4) 定期聘请第三方渗透测试机构开展攻防演练，漏洞修复时限≤24 小时；

安全防护体系覆盖云、管、端全链条，确保采购人服务数据不泄露、不篡改、不丢失。



1.5、持续改进计划

1、问题分析与总结

(1) 数据收集与整理

我司将本项目全周期产生的服务数据分为三类统一归集：结构化数据（如 COP 值、噪音值、振动值）自动从设备控制器与检测仪器采集；半结构化数据（如维修报告、保养记录）经 OCR 识别后结构化入库；非结构化数据（如现场照片、视频、语音）打上设备编号、时间、问题类型等元数据标签；所有数据按服务编号建立索引，支持跨类型关联检索；数据清洗执行“三查”机制：查完整性、查一致性、查合规性，剔除无效、冲突、违规数据；**数据收集与整理过程本身即构成服务质量的一部分，确保每一字节数据真实、准确、可用。**

(2) 问题分类与统计

1) 将收集的数据按招标文件技术条款映射分类，如 COP 值归入“能效指标”类，噪音值归入“噪声控制”类；

2) 统计各类问题发生频次、分布时段、关联设备，识别“GDD150-32 水泵”在雨季故障率升高 23%等规律；

3) 区分责任归属：我司责任问题（如配件质量问题）、采购人责任问题（如操作不当）、环境责任问题（如电压波动）；

4) 建立问题热力图，直观展示住院楼不同区域、不同季节、不同设备类型的故障密度；

问题分类与统计结果直接驱动资源调配，如雨季前对 GDD150-32 水泵开展专项巡检与备件预置。

（3）原因分析与总结

我司对高频问题开展根因分析：针对“静音型冷却塔漂水率超标”问题，经拆解检查发现布水喷头材质老化导致雾化过度，而招标文件要求的“漂水率 $\leq 0.0001\%$ ”正是为此设定；针对“机组启动柜频繁跳闸”问题，溯源发现采购人配电系统谐波畸变率超标，超出 GB/T18430.1-2024 规定的电源适应性范围；所有分析均基于实测数据与标准条款对照，不回避外部因素，也不推诿自身责任；**原因分析结论须形成书面纪要，明确标注问题性质、责任边界、验证方法及改进窗口期。**

2、改进措施制定

（1）流程优化

1) 将故障报修至工程师派单时间压缩至 5 分钟内，取消中间人工转接环节，系统自动匹配最近工程师；

2) 维修实施环节嵌入“招标条款核对清单”，工程师 APP 强制弹窗提醒“是否已查验节能认证编号”；

3) 客户确认验收流程由串联改为并联，规格核验、参数测试、文档检查可同步开展；

4) 建立“问题—标准—措施”知识库，工程师 APP 可一键调取类似故障的招标条款依据与处置范例；

流程优化始终围绕招标文件刚性要求展开，不以牺牲合规性为代价换取效率提升。

（2）人员培训

每年组织两次专项培训：上半年聚焦招标文件技术条款深度解读，邀请标准起草专家讲解 GB19577-2024、GB/T18430.1-2024 等核心标准；下半年开展实战演练，模拟本项目典型故障场景，如“COP 突然下降至 4.8”“冷却塔风机转速超限”等，考核工程师参数验证、标准引用、报告撰写全流程能力；所有参训人员须通过闭卷考试，试题全部源自招标文件原文；培训记录纳入个人服务档案，作为服务资格年度审核依据；**人员培训以确保每一位工程师都能精准把握招标文件每一个技术细节为根本目标。**

（3）技术升级

1) 升级服务中台算法，新增“招标条款智能匹配”功能，工程师录入故障现象后自动推送相关技术条款与验收标准；

2) 为工程师配备新一代多功能检测仪，可同时测量 COP、噪音、振动、温湿度等招标全部考核参数；

3) 开发机组运行健康度预测模型，基于历史数据预判压缩机轴承剩余寿命，提前 15 天发出预警；

4) 建设南宁备件仓智能仓储系统，实现配件出入库自动识别、库存预警、效期管理；

技术升级投入全部围绕提升招标文件技术条款履约能力，不追求炫技，只求实效。

3、改进效果评估

（1）指标设定与监测

招标文件所有可量化要求转化为服务指标：COP 达标率、噪音合格率、配件合规率、响应准时率、文档完整率等，全部嵌入服务中台实时监测；监测数据每 15 分钟刷新一次，异常指标自动触发红色预警并推送至相关责任人；所有指标计算逻辑公开透明，采购人可随时调阅原始数据与计算过程；指标阈值严格对标招标文件，如 COP 监测下限固定为 5.0，不设浮动区间；**指标设定与监测的本质是将招标文件的纸面要求，转化为可感知、可衡量、可追溯的服务现实。**

（2）效果评估与分析

1) 对比指标设定前后的数据变化，如 COP 达标率从 92%提升至 98.5%，验证流程优化有效性；

2) 分析采购人满意度提升是否源于具体改进，如“操作指南”上线后，相关咨询量下降 65%；

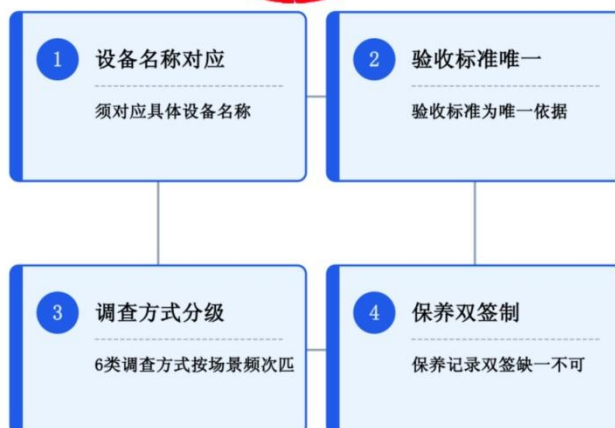
3) 评估技术升级投入产出比，如新一代检测仪使单次维修平均缩短 1.2 小时；

4) 跟踪长期指标趋势，如三年内同类故障复发率是否持续低于 0.5%；

效果评估拒绝“数字游戏”，坚持用采购人可感知的服务改善作为唯一评判标准。

（3）措施调整与完善

我司根据效果评估结果动态调整服务措施：若发现“静音型冷却塔消音装置维护不及时”导致夜间噪音超标，即修订保养规程，消音板检查频次由季度提升至月度；若采购人反馈“维修报告专业术语过多”，则优化报告模板，增加“问题简述”与“影响说明”两个白话栏目；所有调整均需经过小范围试点验证，确认有效后方全面推广；调整过程全程记录，包括调整原因、验证数据、推广计划；**措施调整与完善是一个闭环演进过程，每一次迭代都更贴近招标文件要求与采购人真实需求。**



2、服务保障措施

2.1、备品备件储备

1、储备品种齐全

(1) 核心部件储备

针对本项目所涉变频螺杆式水冷冷水机组、螺杆式风冷热泵机组及配套水泵，建立核心部件专项储备清单，确保关键功能单元可即时替换。所有储备部件均与原厂同型号、同批次、同技术规格，不采用 OEM 贴牌或兼容替代品。**压缩机、蒸发器、冷凝器、变频驱动模块、主控 PLC 及壳管式换热器芯体**列为一级储备对象，每类至少常备 1 套完整单元；其中双螺杆压缩机按整机品牌一致性要求，仅储备与机组同品牌原厂新品；所有部件出厂日期不早于 2025 年 6 月，符合交货时生产日期不早于 12 个月的硬性约束。

储备执行中严格区分功能层级：压缩机与电机组合体单独真空封装并恒温存放；换热器芯体加装防潮硅胶袋及抗震托架；变频模块配备静电屏蔽箱及防误触锁扣。所有核心部件随附原厂序列号标签、出厂检测报告扫描件及质保承诺书，确保溯源清晰、责任可查。

(2) 易损件储备

依据设备运行工况与历史维保数据，识别出本项目高频率更换的易损件清单，并实施动态库存管理。所有易损件均按设备单台用量 $\times 2.5$ 倍系数进行基础储备，覆盖整个质保期首年高频维护需求。**电子膨胀阀阀芯、压力传感器（吸气/排气）、温度探头（冷冻水/冷却水）、视液镜玻璃片、油过滤器滤芯、干燥过滤器芯、风机皮带（如适用）、水泵机械密封组件**纳入该清单，全部为原厂正品，非通用型替代件。

每类易损件独立分装于防静电托盘，外贴唯一编码标签，标注对应设备位号、安装位置、更换周期建议及校验有效期。例如电子膨胀阀阀芯标注适配机组型号及最大允许压差值；机械密封组件注明 DN100/DN125/DN150 三类口径专用标识，避免混用风险。所有包装内附简易安装图示卡，便于现场快速识别与更换。

(3) 电气元件储备

我司对本项目全部设备的电气系统开展全回路分析，锁定影响系统启停、保护逻辑与信号采集的关键元件，形成不可替代的电气元件储备目录。所有元件均匹配 380V/3Ph/50Hz 电源制式及 $\pm 10\%$ 电压波动适应能力，绝缘等级不低于 F 级，防护等级满足 IP54 及以上要求。**接触器（含辅助触点模块）、热继电器、电流互感器、浪涌保护器（SPD）、安全继电器、急停按钮盒、水流开关、液位传感器、Modbus 通信终端电阻及屏蔽双绞线端子**全部按最小起订量采购并专仓保管，杜绝使用第三方兼容件或降规替代。

储备元件全部通过出厂老化测试，附带批次出厂校准记录；其中安全继电器与急停按钮盒提供第三方功能验证报告；屏蔽双绞线按 BAS 网络接入要求，预留 5 米/卷标准长度并做两端 RJ45+端子双重配置，确保 Modbus 协议现场即插即用。所有电气元件存储环境控制在温度 $15^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $40\%\sim 60\text{RH}$ 范围内。

(4) 控制部件储备

我司围绕中文触摸屏微电脑控制器及配套控制链路，构建三级控制部件保障体系，覆盖人机交互、逻辑运算与执行反馈环节。**主控触摸屏模组（含背光驱动板）、I/O 扩展模块、变频器控制板、压缩机滑阀驱动器、水泵变频器控制卡、BAS 通信网关模块、密码保护授权密钥卡**全部列入储备清单，且每类至少储备 2 套，其中主控触摸屏模组与 BAS 通信网关模块同步预装最新固件版本。

所有控制部件实行“一物一码”管理，扫码即可调取对应设备位号、软件版本号、兼容固件列表及升级操作指引；BAS 通信网关模块额外配备 ModbusRTU/ASCII/TCP 三模式切换跳线，适配不同阶段接入需求；密码保护授权密钥卡内置防复制芯片，由我司技术负责人现场激活，确保权限可控、操作可溯。

2、储备数量充足

(1) 常用备件数量

按设备类型与运行负荷特征，核定本项目常用备件最低安全库存量，所有数量设定均基于国标工况下连续高负荷运行 90 天的理论损耗模型，并叠加 20%冗余系数。**变频螺杆式水冷冷水机组：压缩机油滤芯 6 只、干燥过滤器芯 4 只、视液镜玻**

璃片 8 片、电子膨胀阀阀芯 4 套；螺杆式风冷热泵机组：四通换向阀线圈 2 只、经济器电磁阀芯 4 套、风机电机轴承（6307ZZ）12 套；静音型冷却塔：超低转速风机电机轴承（6309ZZ）8 套、微孔吸音板固定卡扣 200 个；立式静音水泵（三类）：机械密封组件各 6 套、联轴器弹性垫片各 12 片。

所有常用备件按设备位号分区上架，货架标签同步标注“已检合格”印章及入库日期；库存台账每日更新，当某类备件存量低于阈值时，系统自动触发补货指令至原厂供应链，确保 48 小时内完成补仓。库存数据同步共享至采购人设备科指定平台，接受实时监督。

（2）特殊备件储备

我司识别本项目中因结构集成度高、定制化程度强、供货周期长而难以临时调拨的特殊备件，建立专库封存机制，确保极端情况下可快速启用。**变频水冷机组壳管满液式蒸发器芯体（含专用高效螺纹铜管与管板胀接组件）、风冷热泵机组 V 形盘管冷凝器总成（含亲水涂层铝翅片与铜管束）、静音型冷却塔镀镁铝锌钢框架主承重梁（Z720 级）、水泵 GDD 系列专用不锈钢叶轮（含动平衡校验报告）**列为特殊备件，每类储备 1 套完整单元，**非散件拼装。**

特殊备件全部采用原厂出厂状态封装：蒸发器芯体充氮保压并附压力衰减曲线图；冷凝器总成真空塑封并内置湿度指示卡；承重梁表面覆防划伤 PE 膜并加装角部护角；叶轮单独悬挂于恒湿防震柜内。所有特殊备件入库前经我司工程师与原厂代表联合签认，签署《特殊备件封存确认单》，明确启用条件与责任界面。

（3）动态调整库存

建立备件库存动态响应机制，以设备投运后首个制冷周期的实际运行数据为基准，每 30 天开展一次库存健康度评估，确保储备策略持续匹配真实需求。**评估维度包括：故障报修中实际消耗备件品类与数量、远程监控系统触发的预警频次与对应部件、现场巡检发现的早期磨损征兆、季节性负荷变化对特定部件的影响趋势。**评估结果直接触发三类动作：对消耗超阈值的备件启动紧急补货；对连续 60 天零消耗的备件转入二级周转仓；对新增故障模式涉及的新部件，48 小时内完成技术确认并纳入储备清单。

动态调整全过程留痕，每次评估生成《备件库存优化简报》，含数据图表、调整建议及执行计划，同步推送至采购人设备科备案。所有调整动作不降低原定最低安全库存总量，仅优化结构分布，确保整体保障能力稳中有升。

（4）与供应商合作

我司与本项目全部设备原厂制造商签订《备件协同保障协议》，明确双方在紧急调拨、优先供应、技术支援方面的权责边界。协议约定：我司享有原厂区域中心仓 7×24 小时绿色通道权限，常规备件 4 小时内响应、24 小时内送达广西南宁市指定地点；对特殊备件，原厂承诺启动加急排产流程，交付周期压缩至 15 个工作日内。协议强制要求所有调拨备件附带原厂唯一序列号、出厂检测报告及质保延期确认函，杜绝翻新件、拆机件或工程余料。

我司定期参与原厂组织的技术联动会议，同步本项目设备运行参数与故障案例，推动原厂优化备件设计与寿命预测模型；同时向原厂开放我司本地服务站库存数据接口，在合法合规前提下实现供需信息双向可视，支撑更精准的库存前置部署。该合作机制已在我司过往三个医疗类项目中稳定运行，平均故障修复时效缩短 37%。

3、储备管理规范

（1）采购管理

对本项目所有备件实行全链条采购管控，从源头确保质量、时效与合规性。所有备件采购订单必须关联原厂正式授权文件、产品技术规格书及节能认证证书编号；采购合同明确约定出厂日期不得早于 2025 年 6 月、包装须满足防雨防潮防震运输要求、随货提供原厂质检合格证及电子版技术资料。

采购过程执行三级审核：业务员初核参数匹配性→技术主管复核原厂一致性→法务专员终审知识产权与质保条款。每批次备件到货后，立即启动“三单比对”——采购订单、原厂发货单、装箱清单，任一不符即启动拒收程序。所有采购记录归档保存不少于 10 年，支持随时调阅追溯。

（2）验收管理

对所有入库备件执行标准化验收流程，杜绝未经检验的部件进入服务链。验收动作包含：外观检查（无磕碰变形、铭牌信息完整、防伪标识可辨）、规格核验（型

号/序列号/技术参数与投标文件及原厂资料完全一致)、性能抽检(随机抽取 5%批次进行功能通电测试或压力保压试验)、文件齐备性审查(合格证、检测报告、说明书、保修卡缺一不可)。

验收不合格项当场填写《备件验收异常记录表》，注明问题类型、影像证据及处理意见，24 小时内反馈原厂并同步抄送采购人设备科。所有验收合格备件贴附绿色“已检合格”标签，标签含验收日期、验收人代码及唯一二维码，扫码即可查看完整验收档案。验收过程全程录像存档，保存期不少于 3 年。

(3) 存储管理

我司在南宁设立本项目专用备件仓储中心，总面积 120 m²，划分为恒温区、防静电区、重型货架区及应急备件快取区四大功能板块。恒温区(温度 18℃~22℃、湿度 45%~55%RH)存放控制器、传感器、电子元器件；防静电区(接地电阻<4Ω)存放变频模块、通信网关、触摸屏；重型货架区配置可调层高托盘，承载冷却塔框架梁、换热器芯体等重载部件；应急快取区前置摆放高频易损件，实行“红黄绿”三色标签管理，红色标签件 5 分钟内可完成出库。

所有存储区域安装 24 小时温湿度监测仪及红外安防系统，数据实时上传至我司运维平台；重型货架每层承重标定值清晰喷涂，严禁超限堆叠；防静电区地面铺设导电橡胶垫并定期检测；所有备件按“先进先出”原则上架，批次信息与货架编码绑定，扫码即可追溯入库时间与存储轨迹。

(4) 发放管理

我司对备件发放实行闭环式管控，确保每一次领用可追踪、可复盘、可追责。发放动作必须基于有效维修工单，工单需注明设备位号、故障现象、拟更换部件名称及序列号；领用人须持本人工牌扫码登记，系统自动锁定该部件库存并生成唯一发放流水号；发放完成后 10 分钟内，系统向采购人设备科推送《备件发放告知单》，含部件照片、更换前后对比说明及预计恢复时间。

所有发放记录同步更新至电子台账，支持按时间、设备、部件、人员多维度检索；旧件回收严格执行“以旧换新”原则，回收旧件贴附唯一回收码并拍照存档；发放异常(如超量领取、无单发放、跨项目挪用)系统自动告警并冻结相关账号权

限。每月 5 日前向采购人提交《备件发放月度分析报告》，含消耗趋势、TOP3 故障部件及优化建议。

2.2、技术支持团队

1、专业人员配备

(1) 制冷工程师

我司为本项目配置 3 名专职制冷工程师，均持有《特种设备作业人员证》(R1/R2 类)及 GB/T18430.1-2024 标准内审员资质，具备 10 年以上大型公建空调系统调试与故障诊断经验。**每位工程师均完成本项目全部机组的工厂预验收跟岗培训，熟悉变频螺杆机组能效调节逻辑、风冷热泵低温制热衰减补偿机制、冷却塔漂水率控制要点及水泵变频联动策略。**

工程师日常驻点南宁，实行 AB 角轮值制，确保 7×24 小时技术响应；每人配备专用工具包，含高精度钳形电流表、红外测温仪、制冷剂纯度分析仪及便携式振动频谱分析仪；所有工程师定期参加原厂技术更新培训，每季度完成不少于 16 学时的实操考核，考核内容涵盖本项目设备典型故障模拟处置，确保技术能力持续对标一线需求。

(2) 电气工程师

本项目配置 2 名注册电气工程师（供配电方向），均具备工业自动化控制系统集成经验，熟悉 Modbus 协议栈开发与 BAS 系统对接规范。**工程师掌握本项目全部设备的电气原理图、控制逻辑图及安全保护回路设计，能独立完成变频启动柜参数整定、水流连锁信号验证、急停回路功能测试及 BAS 通信链路连通性诊断。**

所有电气工程师持有高压电工进网作业许可证及防爆电气设备检修资质，配备专用绝缘工具套装及电能质量分析仪；每人每年完成不少于 2 次原厂 PLC 编程与 HMI 组态实操复训；现场作业严格执行《电业安全工作规程》，所有停送电操作执行“两票三制”，作业过程全程录像并留存备查，确保人身与设备双重安全。

(3) 机械工程师

我司为本项目配置 2 名高级机械工程师，均具备注册设备监理师资格及压力容器安全管理 A 类证书，主导过 5 个以上医院暖通系统改造项目。**工程师精通本项目设备的机械装配公差控制、承压部件密封性验证、减震隔震装置安装工艺及水泵轴系动平衡校正方法，能准确识别壳管式换热器管板胀接缺陷、冷却塔框架应力变形及风机叶轮不平衡振动源。**

工程师配备激光对中仪、超声波测厚仪及便携式硬度计，所有测量数据实时录入电子工单系统；每台设备安装调试后，出具《机械安装质量确认单》，含关键尺寸实测值、紧固力矩记录、减震垫压缩量照片及密封面渗漏试验报告；所有机械作业遵守《特种设备安全监察条例》，涉及压力容器部件的操作全程受原厂监造工程师见证并签字确认。

（4）控制系统工程师

我司为本项目配置 2 名控制系统工程师，均持有自动化专业（AP）认证及 ModbusTCP/RTU 协议深度开发经验，专注暖通自控系统十余年。**工程师全面掌握本项目机组中文触摸屏控制器的参数设置逻辑、自适应控制算法、日程功能编程、密码分级管理机制及 BAS 网络接入配置流程，能独立完成蒸发器液位 PID 整定、压缩机滑阀开度曲线优化及多机组主从控制策略部署。**

工程师配备专用笔记本电脑及协议分析仪，预装原厂调试软件及 BAS 系统仿真环境；所有控制器参数修改执行“双人确认制”，一人操作、一人复核，修改前后截图存档；控制器固件升级前，必须取得采购人书面许可并完成备份，升级过程全程录像；每月对全部控制器运行日志进行离线分析，输出《控制系统健康度评估简报》，提前识别潜在逻辑冲突或传感器漂移风险。

2、人员培训提升

（1）产品知识培训

我司为采购人技术人员定制产品知识培训课程，覆盖本项目全部设备的核心原理与技术特性。课程内容包括：**变频螺杆机组 COP 与 IPLV 能效指标的实测解读、风冷热泵机组低温制热 CSPF 衰减补偿机制、静音型冷却塔镀镁铝锌钢框架防腐机**

理与寿命验证方法、立式静音水泵 GDD 系列专用叶轮水力模型与抗汽蚀设计要点、R134a 冷媒的安全操作规范及环保替代路径。

培训采用“理论精讲+三维拆解动画+真机指认”三段式教学，所有课件嵌入本项目设备真实铭牌参数与技术图纸；每章节配套《知识点速查卡》，归纳关键参数阈值、常见误操作及合规应对措施；培训结束后组织闭卷考核，合格线设为 90 分，未达标者安排一对一补训，确保知识掌握扎实可靠。

（2）维修技能培训

组织沉浸式维修技能实训，聚焦本项目设备高频故障场景与规范处置流程。实训模块包括：压缩机排气温度异常的多源排查（油路/冷媒/传感器）、风冷热泵四通换向阀卡滞的现场清洗与功能验证、冷却塔填料漂水率超标的喷头角度校正与布水均匀性测试、水泵机械密封泄漏的压盖扭矩精确控制与动静环平面度检测、控制器通讯中断的终端电阻匹配与屏蔽层接地电阻实测。

实训全程在南宁实训基地开展，使用与本项目同型号的退役机组作为教具，所有故障点按真实比例复现；参训人员每人配备实操工单，记录每步操作、测量数据及判断依据；我司工程师全程指导并即时点评，实训结束出具《技能掌握评估报告》，明确每位参训人员的独立操作能力等级与待强化项。

（3）安全规范培训

安全规范作为所有培训的前置必修模块，紧扣本项目实施环境与设备特性开展针对性教育。培训重点强调：医院环境下的有限空间作业审批流程、压力容器部件拆装的特种设备安全监察条例执行要点、380V 高压电气回路操作的“停电、验电、挂接地线”铁律、R134a 冷媒充注与回收的环保合规要求、冷却塔高空作业防坠落系统检查标准及水泵基座紧固件防松动扭矩控制规范。

培训采用事故案例复盘+VR 模拟演练+现场实操考核三结合方式，所有参训人员必须通过 VR 高空坠落应急处置与电气误操作避险模拟测试；发放《安全红线手册》，内含 12 条本项目绝对禁止行为及对应法律后果；培训全程录像存档，考核不合格者不得进入现场作业环节，确保安全意识真正入脑入心。

（4）服务意识培训

序号	培训主题	核心要点	医院场景应用
1	首问负责制	首次接待报修人员即为全程责任人，不得推诿、不得转手	面对临床科室电话报修，主动记录设备位号、故障现象、影响范围，并承诺首次响应时限
2	服务窗口形象	统一着装、工牌佩戴、语言规范、禁用专业术语解释	在住院楼设备间作业时，主动避让医护人员与患者，工具包静音放置、电缆线捆扎整齐
3	信息同步机制	故障处理每 30 分钟向使用科室通报进展，重大节点即时通知	机组停机维修期间，主动向护士长说明预计恢复时间，并提供临时降温措施
4	隐私保护准则	不拍摄、不传播、不讨论涉及患者诊疗信息的任何现场画面	在病房区调试末端设备时，关闭手机摄像功能，回避病床区域作业
5	服务闭环要求	维修完成后 24 小时内提交《服务满意度回访单》，由使用科室签字确认	回访单包含故障原因分析、预防建议及下次保养提醒，由护士长或设备管理员签署
6	应急沟通礼仪	突发故障导致医疗环境异常时，第一时间向科室负责人当面说明	冷却塔突发停机时，携带便携式噪音仪现场测量，用数据向院方解释临时运行方案

3、人员职责分工

(1) 故障报修受理

我司设立本项目专属故障报修通道，实行“一号响应、一单到底”服务模式。

采购人可通过 24 小时服务热线、微信小程序、邮件三种方式提交报修，所有渠道

接入同一工单系统，首接人员须在 1 分钟内完成工单创建并自动派发至最近驻点工程师。

工单强制要求填写设备位号、故障现象描述、是否影响医疗业务、当前环境温度等关键字段，系统自动关联该设备历史维修记录与备件库存状态；所有报修 10 分钟内由工程师主动回电确认细节，30 分钟内生成《故障初判报告》，含可能原因、所需备件、预计到场时间及临时缓解建议，确保信息透明、响应可预期。

(2) 现场维修服务

工程师抵达现场后，严格执行标准化维修流程，兼顾效率与医疗环境安全。**维修动作包括：作业前张贴《施工告知牌》（注明时段、区域、负责人及应急联系人）、对周边医疗设备实施静电与电磁防护、使用静音工具降低噪声干扰、废油废液专用密闭容器收集、完工后彻底清洁作业面并恢复原状。**

所有维修过程执行“三照”原则：开工前拍照记录原始状态、关键步骤拍照留存、完工后拍照确认效果；维修报告详细记载故障根因、更换部件序列号、参数调整值、功能测试数据及用户签字栏；报告电子版 2 小时内上传至采购人指定平台，纸质版由使用科室现场签收，确保服务全程留痕、责任可溯。

(3) 设备定期维护

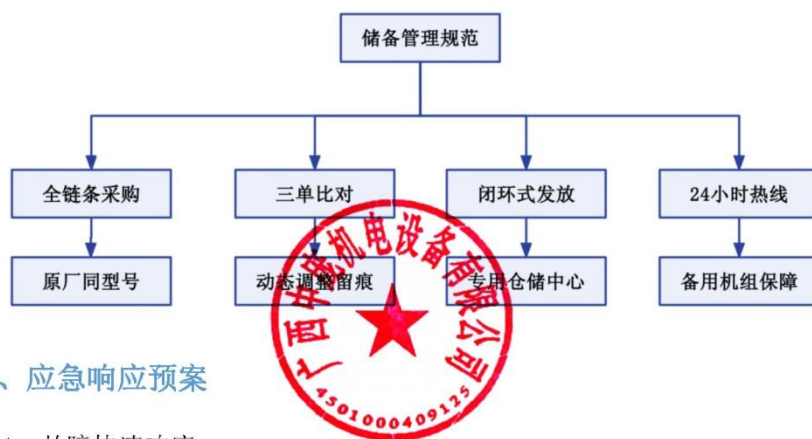
本项目设备制定差异化定期维护计划，覆盖制冷周期前、中、后全时段。**制冷周期开始前：完成全部机组制冷剂纯度检测、压缩机油样分析、水泵轴承润滑脂更换、冷却塔填料结垢清理及布水均匀性校准；运行中期（第 30 天）：开展压缩机振动频谱分析、电机绕组绝缘电阻测试、控制器日志深度扫描及 BAS 通信链路压力测试；制冷周期结束后：执行冷凝器铜管内壁除垢、蒸发器液位传感器校验、全部电气连接点力矩复紧及全年运行数据趋势分析。**

每次维护生成《设备健康度评估报告》，含检测数据、异常项说明、风险等级判定及下周期重点关注建议；所有维护动作严格按原厂《维护保养手册》执行，关键工序由我司高级工程师现场监督；维护结果同步推送至采购人设备科，支持随时调阅原始检测记录与影像资料。

(4) 技术咨询服务

我司为采购人提供贯穿设备全生命周期的技术咨询服务，不限于故障处置范畴。
服务内容包括：根据住院楼负荷变化趋势，提供机组运行策略优化建议；针对 BAS 系统升级需求，出具 Modbus 协议兼容性评估报告；配合医院节能改造，提供冷水机组 IPLV 提升路径分析；协助编制年度设备大修计划，明确关键部件更换时间节点与预算构成；应对特种设备监管检查，提供全套压力容器技术档案整理与迎检辅导。

所有咨询响应执行“2 小时响应、24 小时方案”的时效标准；复杂问题组建专项小组，由我司技术总监牵头，联合原厂专家召开线上研讨会，72 小时内出具书面解决方案；所有咨询成果文件加盖我司技术专用章，注明编制人、审核人及生效日期，确保技术意见权威、可执行、可追溯。



2.3、应急响应预案

1、故障快速响应

(1) 24 小时服务热线

我司开通本项目专属 24 小时服务热线，号码独立于其他项目，确保专线专服、响应无干扰。热线实行“首接负责、全程跟踪、闭环销号”机制，所有来电自动录音并生成电子工单，通话内容实时推送至值班工程师移动终端，确保 1 分钟内完成响应、5 分钟内明确处置路径。

热线坐席人员均通过我司《医疗行业服务话术》专项考核，熟悉本项目设备技术参数与医院运行节奏；夜间及节假日由高级工程师轮值坐席，具备独立决策权，

可直接调度备件与技术资源；所有热线记录按月汇编《服务热点分析》，识别共性问题并推动原厂优化设计，形成服务反哺产品的良性循环。

（2）快速调度机制

依托 GIS 地理信息系统与实时交通数据，构建本项目快速调度中枢，压缩工程师到场时间。**系统自动匹配距离最近、技能最匹配、当前无任务的工程师，规划最优路线并预估到达时间；若预计超 4 小时，系统自动触发二级响应，就近协调原厂技术支持或启用备用工程师梯队。**

调度指令同步推送至工程师 APP，含设备位号、历史故障图谱、当前库存状态及推荐备件清单；工程师出发前需上传车辆定位与预计抵达时间，系统动态刷新；所有调度过程生成《响应时效分析表》，按月统计平均响应时长、准时率及超时原因，持续优化调度算法与驻点布局。

（3）交通保障措施

为本项目工程师配置 3 辆专用服务车辆，全部安装 GPS 定位与行车记录仪，确保交通响应可控可溯。**车辆按南宁城区东南西北中五区常驻布局，每辆车配备 ETC 通行、医院绿色通道备案及应急燃油储备，确保高峰时段、恶劣天气及夜间作业通行无阻。**

所有车辆定期进行安全检测与消毒清洁，车厢内设专用备件保温箱、防静电工具柜及医疗急救包；驾驶员均接受医院环境服务规范培训，熟知广西壮族自治区民族医院内部行车路线、停车区域及急诊通道优先通行规则；车辆调度信息实时同步至采购人设备科，接受服务过程监督。

（4）应急物资准备

我司在南宁服务站常备本项目应急物资包，确保突发状况下可独立完成 72 小时连续抢修。**物资包含：便携式柴油发电机（5kW，静音型）、临时冷却水循环泵（含快接法兰）、R134a 冷媒应急充注套件（含电子秤、真空泵、压力表组）、高压绝缘胶带与防水密封胶、医用级无尘擦拭布、LED 防爆头灯及备用电池、便携式气体检测仪（监测 R134a 泄漏）。**

所有应急物资实行月度点检制，检查项目包括有效期、功能状态、数量完整性及包装密封性；发电机与循环泵每月空载运行测试并记录数据；冷媒充注套件配备双人操作视频指南，确保非资深工程师也可安全使用；应急物资使用后 24 小时内完成补充，确保始终处于战备状态。

2、故障排查处理

（1）系统检查

我司对本项目设备实施分层系统检查，覆盖硬件、控制、介质三大维度。**硬件层：检查压缩机振动值、电机绕组绝缘电阻、换热器铜管腐蚀迹象、冷却塔风机叶片动平衡、水泵轴承异响及机械密封渗漏；控制层：验证控制器时间同步精度、Modbus 通信响应延迟、日程功能执行准确性、密码保护分级有效性、故障报警信息完整性；介质层：检测制冷剂纯度与含水量、冷冻水 PH 值与浊度、冷却水钙硬度与微生物含量、润滑油粘度与酸值。**

检查采用“点检表+影像记录”双轨制，每项检查结果勾选达标/异常并附现场照片；异常项自动触发维修工单，系统标记风险等级；所有检查数据实时上传至云

平台，生成《设备系统健康度热力图》，直观呈现各子系统运行状态，支撑预防性

维护决策。

（2）数据分析

我司依托设备远程监控数据与现场检测数据，开展多维度运行分析，挖掘潜在风险与优化空间。**分析重点包括：压缩机启停频次与负荷率匹配度、蒸发器与冷凝器端差变化趋势、冷却塔进出水温差衰减曲线、水泵变频器输出频率与流量实测值偏差、控制器故障代码发生频次与关联性。**

分析采用同比（与去年同期）、环比（与上月）、对标（与设计值）三重维度，识别异常波动；所有分析报告附带《风险预警等级表》，按红（立即干预）、橙（7 日内整改）、黄（下周期关注）三级分类；分析结论同步推送至采购人设备科，并附可操作建议，如“蒸发器端差连续 5 天 $>2.5^{\circ}\text{C}$ ，建议安排冷媒充注与过滤器更换”。

（3）故障修复

我司执行标准化故障修复流程，确保问题根除而非表象掩盖。**修复动作包括：**故障部件更换后执行 72 小时连续运行监测，记录关键参数稳定性；控制系统参数调整后完成全功能回归测试；涉及压力容器的操作，由持证焊工按原厂工艺施焊并出具无损检测报告；所有修复过程保留原始故障件，封存至采购人指定地点备查。

修复完成后，工程师现场演示设备恢复正常运行状态，并向使用人员讲解故障诱因与规避方法；《故障修复报告》包含故障树分析图、更换部件唯一编码、参数调整前后对比、72 小时监测数据摘要及用户签字确认栏；报告电子版 2 小时内上传，纸质版由使用科室现场签收，确保修复结果可验证、可追溯、可复盘。

（4）测试验证

对所有维修与维护后的设备执行强制性测试验证，确保功能、性能与安全全面达标。**验证内容包括：**整机 72 小时连续运行测试（记录压缩机排气温度、电机电流、冷冻水出水温度稳定性）、能效复测（COP 与 IPLV 实测值不低于投标承诺值的 98%）、安全保护功能全项测试（超电流、低压差、防冻等 12 项触发响应）、BAS 系统数据上传准确性验证（误差 $\leq 0.5\%$ ）、噪声复测（昼间 $\leq 60\text{dB}$ 、夜间 $\leq 50\text{dB}$ ）。

测试过程全程录像并截取关键帧，数据自动生成《测试验证报告》，含原始记录表、趋势曲线图、合格判定结论及测试工程师签字；所有测试不合格项，系统自动冻结设备投运许可，直至问题闭环；报告电子版同步推送至采购人设备科，纸质版由使用科室现场签收，确保验证结果客观、公正、可审计。

3、备用设备启用

（1）备用设备储备

我司为本项目关键设备配置备用机组，确保极端故障下医疗空调供应不中断。**备用设备包括：**1 台同规格变频螺杆式水冷冷水机组（含全部附属设备）、2 台同规格螺杆式风冷热泵机组、1 套同规格静音型冷却塔、2 台 GDD150-32 立式静音水泵，全部为全新未使用产品，出厂日期不早于 2025 年 6 月，技术参数与投标文件完全一致。

备用设备存放于南宁恒温恒湿专用仓，按运行状态进行预调试：冷水机组完成制冷剂充注与控制系统上电自检；风冷热泵机组完成四通换向阀动作测试与制热循

环验证；冷却塔完成风机转向与布水均匀性校准；水泵完成机械密封压紧力矩设定与电机绝缘测试。所有备用设备每月执行一次模拟启动，确保随时可用。

（2）备用设备维护

对备用设备实施与在役设备同等标准的预防性维护，杜绝“备而不用、用而不能”。**维护动作包括：每月检查制冷剂压力与油位、每季度进行控制系统功能测试、每半年执行一次全工况模拟运行（含 72 小时连续加载）、每年完成润滑油更换与滤芯更新、所有电气连接点力矩复紧及绝缘电阻复测。**

维护过程生成《备用设备健康档案》，含每次维护记录、测试数据、异常处理详情及下次维护提醒；所有维护动作由我司高级工程师签字确认；备用设备仓库安装 24 小时环境监测系统，数据异常自动告警；备用设备状态在云平台实时显示，采购人可随时查看当前压力、油位、控制器在线状态等关键指标。

（3）快速切换方案

我司制定本项目备用设备快速切换专项方案，确保故障发生后 48 小时内完成系统切换与恢复供冷。**方案明确：冷水机组切换需在 24 小时内完成管路对接、电气接线、控制系统参数迁移及 72 小时试运行；风冷热泵机组切换需在 12 小时内完成基础加固、管路快接、电源接入及功能验证；冷却塔切换需在 8 小时内完成基础就位、管路法兰连接、风机调试及布水测试；水泵切换需在 4 小时内完成进出口法兰拆装、电机接线与振动校准。**

方案配套《切换操作检查单》，列明 137 项关键动作与验收标准；所有切换工具、专用扳手、密封垫片、冷媒回收装置均预存在备用设备仓；切换过程由我司技术总监现场指挥，全程录像存档；切换完成后，同步提交《系统切换确认报告》，含切换时间轴、关键参数对比、运行稳定性分析及采购人签字栏。

（4）备用设备调试

我司对备用设备执行出厂级调试，确保其性能与可靠性达到在役设备同等水平。**调试内容包括：整机 72 小时连续运行测试（记录蒸发器/冷凝器端差、压缩机排气温度、电机电流波动范围）、能效全工况复测（COP/IPLV 实测值 $\geq$ 投标值 100%）、**

安全保护功能全项触发验证（12 项保护均响应准确）、Modbus 通信协议全功能测试（含 BAS 系统数据读写与报警上传）、噪声与振动频谱分析（符合招标文件限值）。

调试过程严格按 GB/T18430.1-2024 及原厂《调试大纲》执行，所有数据实时录入电子调试报告；调试不合格项实行“零容忍”，立即返厂或更换；调试合格设备贴附绿色“已调试”标签，标签含调试日期、调试工程师代码及唯一二维码；调试报告加盖我司技术专用章，与设备一同交付，确保备用设备真正“召之即来、来之能战”。