

广西华创新材铜箔有限公司

中央空调 AI 数智化节能管理系统

设备运行验收报告

采购合同编号 : HCYL-JC-260036

技术协议编号 : HCYL-JC-260036

需方(甲方) : 广西华创新材铜箔有限公司

供方(乙方) : 碳和能源(深圳)有限公司

项目地点 : 广西玉林市博白县双旺镇华新路 18 号

编制日期 : 2026 年 9 月 15 日

碳和能源(深圳)有限公司

2026 年 9 月 15 日

目 录

一、验收依据	4
二、本次验收的性质与范围	4
2.1 性质	4
2.2 范围	4
2.3 节能系统正式运行起始日	4
三、供货与交付核对	5
3.1 合同供货清单核对	5
3.2 交付增减项明细	5
3.2.1 减项(合同有、实际交付数量减少)	5
3.2.2 增项(合同清单外实际投入)	6
3.2.3 合同套件项下实际交付物料(不单独计价)	6
3.2.4 增减金额汇总	7
3.3 关于增减项与合同总价的确认	7
3.4 交付时间核对	8
四、软件功能验收	8
4.1 访问方式与功能范围	8
4.2 数据采集与接入	8
4.3 控制与参数管理	9
4.4 联锁保护与自动控制、节能优化	9
4.5 报警与预测性维护	10
4.6 日志、审计、数据存储与通讯集成	10
五、节能率测定	10
5.1 测定依据与方法	10
5.2 评估期与计量口径	11
5.3 对比日可比性条件的说明	11
5.4 测定结果	12
表 · 逐日电用量(kWh)	12

图 · 逐时用电热力图	12
节能率计算(技术协议第 2 步)	13
5.5 节能量分解计算	13
5.5.1 平均节能量.....	13
5.5.2 按设备类别(全项目)	13
5.5.3 按厂区分项(合同考核口径)	13
5.5.4 按站房(部)分项	15
5.5.5 厂区 × 设备类别交叉分解	15
六、验收结论	15
七、付款条件成就说明	16
八、双方签章确认	17
附件 1 · 节能软件、设备及材料签收单	18
附件 2 · 电能节约率确认单	20
附件 3 · 电能表逐日抄表记录	21

一、验收依据

- 1. 甲乙双方于 2026 年 4 月 30 日 签订的《采购合同》(编号 HCYL-JC-260036);
- 2. 与上述合同同号的《广西华创—中央空调节能能源管理系统技术协议书》(以下简称“技术协议”);
- 3. 合同第十条「检验」第 1 项「设备验收」与第 2 项「设备运行验收」;
- 4. 技术协议第五章“节能验收要求”;
- 5. 双方确认的《电能节约率确认单》(附件 2)。

二、本次验收的性质与范围

2.1 性质

合同第十条将设备验收分为三步。经甲乙双方协商一致,本次将第 1 步「设备验收」与第 2 步「设备运行验收」合并进行,均以本报告为载体。

步骤	名称	合格标准	状态
第 1 步	设备验收	到厂数量、外观、配件、包装齐全完整;符合国家现行强制性标准;全新原厂设备且型号规格符合合同技术要求	本报告(第三章·附件 1)
第 2 步	设备运行验收	电能节约率 ≥ 12%	本报告(第五章·附件 2)
第 3 步	设备运行总验收	投入运行满一年、运行正常	待执行

2.2 范围

本次验收范围为技术协议第三章“供货范围”项下的全部软硬件及实施服务,涵盖甲方一厂(1#、2# 站房,对应一部、二部)与二厂(3#、4# 站房,对应三部、四部)共 4 个制冷站房,接入设备包括:

- 离心式冷水主机 8 台
- 冷冻水泵 12 台
- 冷却水泵 12 台
- 开式横流冷却塔 4 组
- 组合式空调风柜 40 台
- 电能计量装置及各类温度、压力、流量、温湿度传感器

2.3 节能系统正式运行起始日

经双方确认,节能系统正式运行起始日为:【2026 年 8 月 7 日】

说明:该日期为合同第十二条第 1 款“项目正式运行满一年”的起算基准,亦为合同第八条、技术协议第六章质保期“自项目初次验收之日起 2 年”的关联节点,双方应在本报告中一并确认。

三、供货与交付核对

3.1 合同供货清单核对

依技术协议第三章“软硬件供货清单”逐项核对。技术协议第三章注明:“上述清单为施工前预计,具体以交付后数量为准。”

下表体现合同数量与实际交付的差异,由甲乙双方现场逐项核实后于附件一签章确认:

序号	名称	规格/型号	品牌	单位	合同数量	实际交付	差异	说明
一、平台软件及服务								
1	中央空调 AI 数智化节能管理系统	云端部署	碳和能源	套	1	1	/	一致;实际交付“自主式冷站控制系统”,包含此两项内容,本地部署
2	能耗管理及 AI 节能预测系统	云端部署	碳和能源	套	1	1	/	
二、设备硬件								
1	多主机控制单元	Alpha-MCU-3000B	碳和能源	套	4	4	/	一致
2	LoRaWAN 智能网关及电箱	Alpha-LoRa-TH03	碳和能源	套	4	2	-2	2套网关可以覆盖两个厂,不需要每部一套
3	流量计	SUP-1158S	联测	套	8	4	-4	原系统已经有 4 个冷冻水流量数据
4	LoRa 无线温湿度传感器	超低功耗	捷讯	个	20	10	-10	安装于一厂、二厂生箔车间重点区域,其他区域用 AHU “回风温度”监测
5	数显压力传感器	0-8 bar / 4-20 mA	联测	个	4	0	-4	四个部已经安装有冷冻总管压力传感器
6	数显温度传感器	0-50 ℃ / 4-20 mA	联测	个	4	0	-4	四个部已经安装有冷冻总管温度传感器
7	水泵及冷却塔系统控制套件	Alpha WTS-3000A	碳和能源	套	4	4	/	一致;实际交付变频控制箱与触摸屏
三、实施及运维								
1	系统 AI 模型训练、调试和数据校准服务	/	碳和能源	项	1	1	/	一致
2	设备安装、AI 节能控制系统集成与优化控制	/	碳和能源	项	1	1	/	一致

3.2 交付增减项明细

3.2.1 减项(合同有、实际交付数量减少)

合同项	规格/型号	品牌	单位	合同数量	实际交付	减少	含税单价(元)	减少金额(元)
流量计	SUP-1158S	联测	套	8	4	4	7,500.00	30,000.00
LoRa 无线温湿度传感器	超低功耗	捷讯	个	20	10	10	500.00	5,000.00
LoRaWAN 智能网关及电箱	Alpha-LoRa-TH03	碳和能源	套	4	2	2	3,000.00	6,000.00
数显压力传感器	0-8 bar / 4-20 mA	联测	个	4	0	4	1,000.00	4,000.00
数显温度传感器	0-50 ℃ / 4-20 mA	联测	个	4	0	4	1,000.00	4,000.00
减项合计								49,000.00

3.2.2 增项(合同清单外实际投入)

A 组 • 电表采集套件

名称	规格/型号	品牌	单位	数量	安装地点	含税单价(元)	金额(元)
485 集线器	USR-HUB102S	有人	个	4	1、2、3、4 部一楼低压配电室	200.00	800.00
电表采集网关	TCP232	有人	个	4	1、2、3、4 部一楼低压配电室	500.00	2,000.00
空气开关	DZ47s	德力西	个	2	1、2、3、4 部一楼低压配电室	50.00	100.00
导轨式插座	DZ47X	德力西	个	2	1、2、3、4 部一楼低压配电室	30.00	60.00
标准电箱	国产优质	顺利电器	个	2	1、2 部一楼低压配电室	80.00	160.00
A 组小计	5 个品目	/	/	14 件	/	/	3,120.00

B 组 • 服务器及网络硬件

名称	规格/型号	品牌	单位	数量	安装地点	含税单价(元)	金额(元)
边缘服务器	D6-Y-1P	碳和能源	台	2	一厂、二厂三楼空调值班室	33,000.00	66,000.00
局域网交换机	8 口	锐闪	个	1	同上	300.00	300.00
互联网交换机	TL-SF1005	普联(TP-LINK)	个	2	同上	250.00	500.00
空气开关	DZ47s	德力西	个	2	同上	25.00	50.00
导轨式插座	DZ47X	德力西	个	2	同上	30.00	60.00
导轨式开关电源	NDR-120-24	MWVI	个	2	同上	150.00	300.00
B 组小计	6 个品目	/	/	11 件	/	/	67,210.00

C 组 • 其他硬件与配套材料

名称	规格/型号	品牌	单位	数量	安装地点	含税单价(元)	金额(元)
中央空调主机、流量计网关	MOD1002-ARM	迅捷	个	2	3 部、4 部二楼空调机房	1,500.00	3,000.00
超声波微气象站	二代 RS485 型	建大仁科	个	1	一厂三楼	6,000.00	6,000.00
线材辅材	国产优质	/	批	1	一厂、二厂	6,000.00	6,000.00
C 组小计	3 个品目	/	/	4 件	/	/	15,000.00

增项合计

组别	内容	品目数	数量	金额(元)
A 组	电表采集套件	5	14 件	3,120.00
B 组	服务器及网络硬件	6	11 件	67,210.00
C 组	其他硬件与配套材料	3	4 件	15,000.00
增项合计		14	29 件	85,330.00

3.2.3 合同套件项下实际交付物料(不单独计价)

下列物料系合同“水泵及冷却塔系统控制套件 Alpha WTS-3000A(4 套)”的实际构成,已包含在该两项的合同价款内:

归属合同项	名称	规格/型号	品牌	单位	数量	安装地点
水泵及冷却塔控制套件	导轨式开关电源	NDR-120-24	明纬	个	4	每站房各一
	水泵及冷却塔采集网关	MOD1001-ARM	迅捷	个	4	同上
	本地控制触摸屏	TPC1050Ni	昆仑通态	个	4	同上
	局域网交换机	TL-SF1005	普联(TP-LINK)	个	4	同上
	导轨式插座	DZ47X	德力西	个	4	同上
	空气开关	DZ47s	德力西	个	4	同上
	电箱	国产优质	/	个	4	同上
本节的归属经双方确认,认定上述物料属于合同范围,不计入 3.2.2 增项金额。						

3.2.4 增减金额汇总

项目	金额(元)
减项合计(3.2.1)	- 49,000.00
增项合计(3.2.2)	+ 85,330.00
净增减	+ 36,330.00

3.3 关于增减项与合同总价的确认

1. **变更依据:** 技术协议第三章明确“上述清单为施工前预计,具体以交付后数量为准”。上述数量增减系根据现场实际条件、点位可用性及系统功能需要,在实施过程中由甲乙双方现场确认调整后。

2. **总价确认:**

经甲乙双方协商一致,上述增项与减项互相抵销,本次交付数量及品牌的增减不作合同价款调整。合同总价仍为人民币 1,570,000.00 元(含税,大写:壹佰伍拾柒万元整),付款比例与节点按合同第十二条执行,双方均不就此另行主张增补或扣减价款。

5. **交付签收:** 上述全部设备及材料已交付并安装至指定地点,明细见附件 1《节能软件、设备及材料签收单》。

依合同第十条第 1 项「设备验收」,双方就下列事项现场逐项核实:

- (1) 设备数量、外观、配件是否齐全,包装是否完整;
- (2) 设备是否符合国家现行强制性安全、环保、质量标准;
- (3) 是否为全新原厂设备,型号、规格是否符合本合同技术要求。

符合上述 3 个条件后,由需方代表及供方代表在附件 1 上签字确认,视为收货验收合格(合同第十条第 1 项)。附件 1 经双方签认后,即为本报告 3.1、3.2 所列「实际交付」数量及增减项的确认依据。

3.4 交付时间核对

合同第三条:自双方签订合同之日起并收到需方送货通知后 90 个自然日内将设备送达需方(或安装)现场,并完成项目的安装及调试。

项	日期	备注
需方送货通知日期	【2026 年 05 月 13 日】	90 个自然日的起算点
设备送达现场日期	【2026 年 06 月 01 日】	需方提供原系统技术图纸、档案
安装调试完成日期	【2026 年 08 月 07 日】	节能系统正式运行
实际历时	【86 个自然日】	
结论	☒ 未逾期 ☐ 逾期 ____ 日	

说明：系统于 2026 年 8 月 7 日正式运行后，陆续出现 AHU 末端自控逻辑不协调、冷却水泄露等问题，供需双方于 2026 年 8 月 18 日协商改进各自系统，计划于 2026 年 9 月 1 日开始进行设备验收测试。

四、软件功能验收

依技术协议第四章第 1 条“软件功能要求”逐项核验。

4.1 访问方式与功能范围

编号	要求	实现情况	结论
(1)	支持 PC 端与移动端远程访问	PC 端 Web 系统 + 移动端小程序, 均已上线	☐ 符合 ☐ 不符合
(2)1)	甲方现有系统数据输出接口的对接	已对接甲方 PLC/网关 MQTT 通道	☐ 符合 ☐ 不符合
(2)2)	设备与系统运行数据采集	见 4.2	☐ 符合 ☐ 不符合
(2)3)	历史数据存储与数据服务	时序库存储, 支持按设备/参数/时间范围查询	☐ 符合 ☐ 不符合
(2)4)	关键设备控制及参数管理	见 4.3	☐ 符合 ☐ 不符合
(2)5)	优化策略与自动控制支持	见 4.4	☐ 符合 ☐ 不符合
(2)6)	异常预警与辅助诊断	见 4.5	☐ 符合 ☐ 不符合
(2)7)	控制日志、运行日志管理	见 4.6	☐ 符合 ☐ 不符合
(2)8)	与现有 PLC、SCADA、工业网关、边缘系统的集成对接	已集成	☐ 符合 ☐ 不符合
(3)	总体能力:数据采集/状态监测/控制执行/策略执行/日志追溯/数据输出	六项均已具备	☐ 符合 ☐ 不符合

4.2 数据采集与接入

项	技术协议要求	实际接入	结论
采集对象	8 台冷水主机	8 台	☐ 符合 ☐ 不符合
	12 台冷冻水泵	12 台	☐ 符合 ☐ 不符合
	12 台冷却水泵	12 台	☐ 符合 ☐ 不符合
	4 组冷却塔	4 组共 16 台风机	☐ 符合 ☐ 不符合
	40 台组合式空调风柜	40 台	☐ 符合 ☐ 不符合
	电表及能耗计量装置	20 只电能表	☐ 符合 ☐ 不符合
	温度、压力、流量、温湿度等传感器	已接入	☐ 符合 ☐ 不符合

	现有 PLC、控制柜、工业网关及边缘设备	已接入	☐ 符合 ☐ 不符合
采集内容	运行状态/启停/故障/手自动/通讯状态	已采集	☐ 符合 ☐ 不符合
	温度、压力、流量、频率、压差、温差等管路参数	已采集	☐ 符合 ☐ 不符合
	功率、电量、负载率等能耗及运行参数	已采集	☐ 符合 ☐ 不符合
	控制设定值及执行反馈信息	已采集	☐ 符合 ☐ 不符合
采集能力	实时采集 / 历史存储 / 按设备 • 参数 • 时间范围查询	均具备	☐ 符合 ☐ 不符合
数据质量	通讯中断、空值、越界值、明显异常值的记录或告警	已具备质量校验与告警	☐ 符合 ☐ 不符合
	关键控制点与关键分析点数据异常输出异常信息	已具备	☐ 符合 ☐ 不符合

4.3 控制与参数管理

项	技术协议要求	实现情况	结论
控制对象	冷水主机及其模拟接口、数字通讯接口	已实现	☐ 符合 ☐ 不符合
	冷冻水泵及配套变频器	已实现	☐ 符合 ☐ 不符合
	冷却水泵及配套变频器	已实现	☐ 符合 ☐ 不符合
	冷却塔配套自动化系统	已实现	☐ 符合 ☐ 不符合
	系统级控制参数	已实现	☐ 符合 ☐ 不符合
控制功能	启停控制 / 参数设定值修改 / 手自动模式切换 / 启用禁用切换 / 运行频率或目标值设定 / 系统级控制参数设定	已实现	☐ 符合 ☐ 不符合
控制执行	权限校验能力	已实现(分级权限体系)	☐ 符合 ☐ 不符合
	执行结果反馈	已实现	☐ 符合 ☐ 不符合
	日志留存和追溯能力	已实现	☐ 符合 ☐ 不符合
	失败、超时或执行异常时记录并输出异常信息	已实现	☐ 符合 ☐ 不符合
控制安全	在满足运行条件和安全边界的前提下执行	已实现(三级门控 + 频率上下限钳位 + 变频斜坡)	☐ 符合 ☐ 不符合
	控制逻辑支持手动模式和自动运行模式	已实现	☐ 符合 ☐ 不符合

4.4 联锁保护与自动控制、节能优化

项	技术协议要求	实现情况	结论
联锁控制	主机、冷冻泵、冷却泵、冷却塔间的联动与互锁	已实现	☐ 符合 ☐ 不符合
启停保护	开机前条件校验	已实现	☐ 符合 ☐ 不符合
优化对象	冷冻水出水温度	已实现	☐ 符合 ☐ 不符合
	冷冻水泵运行频率设定	已实现	☐ 符合 ☐ 不符合
	冷却水泵运行频率设定	已实现	☐ 符合 ☐ 不符合
	冷却塔启停数量与风机频率设定(恒出塔温度/恒逼近温度控制逻辑)	已实现	☐ 符合 ☐ 不符合
	加机/减机建议阈值设定	已实现	☐ 符合 ☐ 不符合
优化保护	最小保持时间 / 参数调整死区 / 防频繁启停 / 防振荡 / 异常退出 / 人工接管	六项均已实现	☐ 符合 ☐ 不符合

参数边界	关键参数边界可配置与管理	已实现	☐ 符合 ☐ 不符合
------	--------------	-----	--

4.5 报警与预测性维护

项	技术协议要求	实现情况	结论
报警类型	参数超限预警 / 温湿度异常预警 / 设备故障报警 / 通讯中断报警 / 数据异常报警 / 策略执行异常报警	已实现	☐ 符合 ☐ 不符合
报警管理	记录存储、按时间·设备·类型查询或导出、可输出给甲方现有系统	已实现	☐ 符合 ☐ 不符合
通知方式	邮件、短信、企业微信或其他	已实现微信服务号推送	☐ 符合 ☐ 不符合
诊断范围	冷冻水系统旁通异常 / 冷却水系统旁通异常 / 传感器卡死 / 传感器固定偏差 / 传感器精度异常 / 设备通讯异常	已实现	☐ 符合 ☐ 不符合
诊断输出	通过日志、报警、接口或文件方式输出	已实现	☐ 符合 ☐ 不符合

4.6 日志、审计、数据存储与通讯集成

项	技术协议要求	实现情况	结论
日志类型	参数修改 / 启停控制 / 模式切换 / 策略执行 / 系统运行 / 边缘侧操作 / 通讯异常 / 报警处理	八类均已记录	☐ 符合 ☐ 不符合
日志管理	含时间、对象、动作、结果;支持查询、导出、追溯;关键动作重点留存审计记录	已实现	☐ 符合 ☐ 不符合
数据存储	采集数据、报警数据、日志数据、策略执行记录分类存储	已实现	☐ 符合 ☐ 不符合
输出方式	ModbusTCP / MQTT / REST API / 文件导出 / 数据库接口(支持一种或多种)	已支持 MQTT、REST API、文件导出、数据库接口	☐ 符合 ☐ 不符合
输出内容	实时运行数据 / 历史数据 / 报警信息 / 控制日志 / 策略执行结果 / 能耗统计结果 / 节能分析结果	七项均可输出	☐ 符合 ☐ 不符合
通讯接入	485 / IO / Modbus RTU / ModbusTCP / MQTT / 工业网关 / 现有 PLC 接口	已支持	☐ 符合 ☐ 不符合
边缘部署	云端通讯中断时系统能正常工作,在需方本地部署边缘服务器,完成本地采集、控制执行、策略下发和数据交换	已在甲方本地部署边缘服务器(一厂、二厂各一台)	☐ 符合 ☐ 不符合

五、节能率测定

5.1 测定依据与方法

依技术协议第五章:

- **基准范围:** 按一厂和二厂耗电量为基准计算节能率,节能率需 $\geq 12\%$;
- **评估方法:** 由甲乙双方约定外界气温条件和生产任务基本相同的 10 个自然日进行测试;

- 模式排布:** 第 1、3、5、7、9 天**关闭**节能系统,按节能改造前模式运行 24 小时,共 120 小时,总用电量记为 W_0 ;第 2、4、6、8、10 天**开启**节能系统,按节能运行模式运行 24 小时,共 120 小时,总用电量记为 W_1 ;
- 节能率:** $\eta = (W_0 - W_1) / W_0$;
- 节能量:** $W_2 = W_1 / (1 - \eta)$, $\Delta W = W_2 - W_1$ 。

5.2 评估期与计量口径

项	内容
评估期	2026-09-01 00:00 ~ 2026-09-11 00:00(10 个自然日)
原始工况日	09-01、09-03、09-05、09-07、09-09(关闭节能系统,共 120 h)
节能工况日	09-02、09-04、09-06、09-08、09-10(开启节能系统,共 120 h)
计量器具	甲方一厂、二厂四个站房共 20 只电能计量表
计量范围	冷水主机 8 台 + 冷冻水泵总表 4 只 + 冷却水泵总表 4 只 + 冷却塔总表 4 只
取数方式	每日 00:00 抄录电表累计计数,当日用电量 = 次日 00:00 计数 - 当日 00:00 计数
排除工况日	评估期内无节假日、无一厂检修日

5.3 对比日可比性条件的说明



9 月 1 日-9 月 10 日室外温度与湿度变化情况

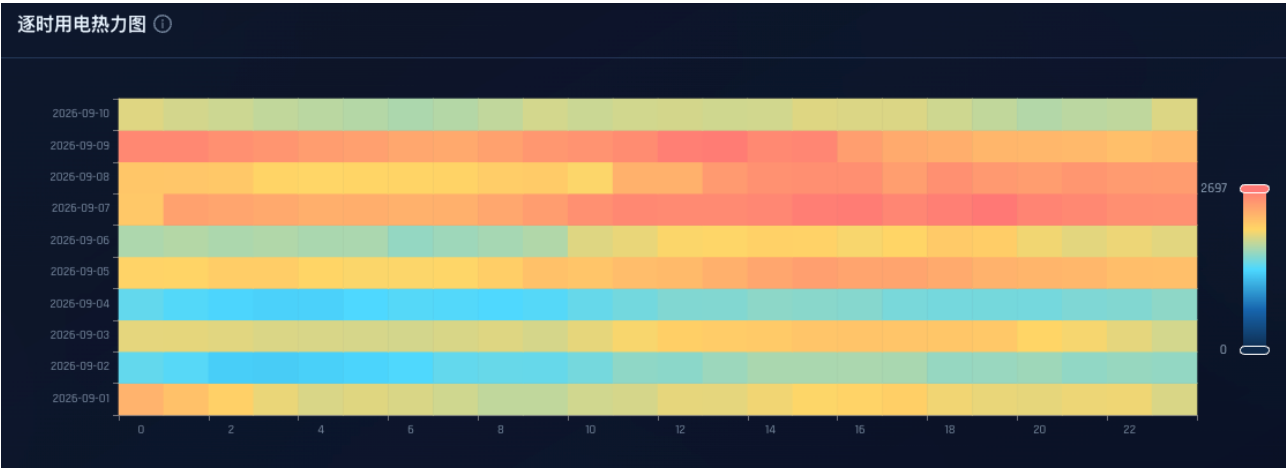
技术协议第五章第 1 步约定:外界气温和生产任务基本相同的 10 个自然日进行节电率测试，对比测试日应“最高气温差异不超过 $\pm 2^{\circ}\text{C}$,生产任务波动不超过 5%”。双方确认评估期内无节假日、无检修日，9 月 1 日-9 月 10 日的实际气象与生产任务变化不大，符合可比性条件。

5.4 测定结果

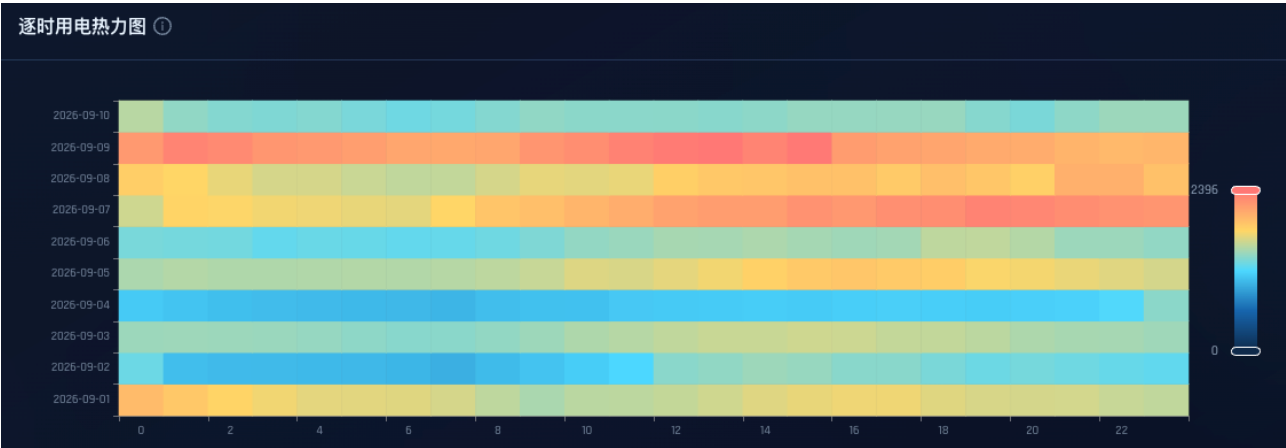
表 · 逐日用电量(kWh)

日期	运行模式	一部	二部	三部	四部	当日总计
2026-09-01	原始工况(关闭节能)	26,030.2	20,780.9	20,138.0	20,217.0	87,166.1
2026-09-02	节能工况(开启节能)	18,194.9	18,372.4	13,502.6	15,880.1	65,950.0
2026-09-03	原始工况(关闭节能)	26,073.7	21,482.6	13,677.8	22,625.0	83,859.0
2026-09-04	节能工况(开启节能)	17,669.2	17,365.8	8,755.0	18,092.0	61,882.0
2026-09-05	原始工况(关闭节能)	28,535.9	23,941.5	14,635.2	25,577.8	92,690.4
2026-09-06	节能工况(开启节能)	22,215.7	22,685.6	10,257.5	23,734.6	78,893.4
2026-09-07	原始工况(关闭节能)	32,164.4	27,420.0	20,375.6	28,182.0	108,141.9
2026-09-08	节能工况(开启节能)	28,231.7	26,331.6	18,152.9	25,138.2	97,854.4
2026-09-09	原始工况(关闭节能)	31,998.9	26,351.4	26,492.4	25,958.5	110,801.2
2026-09-10	节能工况(开启节能)	23,177.9	20,462.8	19,096.5	14,709.9	77,447.1
W0 · 原始工况 5 日合计(120 h)		144,803.1	119,976.4	95,319.0	122,560.3	482,658.7
W1 · 节能工况 5 日合计(120 h)		109,489.5	105,218.1	69,764.5	97,554.9	382,027.0

图 · 逐时用电热力图



一厂 · 逐时用电热力图



二厂 · 逐时用电热力图

节能率计算(技术协议第 2 步)

$W_0 = 482,658.716 \text{ kWh}$ (原始工况 5 日,120 h)
$W_1 = 382,026.954 \text{ kWh}$ (节能工况 5 日,120 h)
$\eta = (W_0 - W_1) / W_0 = (482,658.716 - 382,026.954) / 482,658.716 = 20.85\%$

指标	原始工况	节能工况	差值
累计用电量(120 h)	482,658.7 kWh	382,027.0 kWh	-100,631.8 kWh
日均用电量	96,531.7 kWh/日	76,405.4 kWh/日	-20,126.4 kWh/日
平均功率	4,022.16 kW	3,183.56 kW	-838.60 kW

综合电能节约率 $\eta = 20.85\% \geq 12\%$ (合同约定值), 达标。

5.5 节能量分解计算

5.5.1 平均节能量

$W_2 = W_1 / (1 - \eta) = 382,026.954 / (1 - 0.2085) = 482,658.7 \text{ kWh}$
$\Delta W = W_2 - W_1 = 100,631.8 \text{ kWh}$ (对应评估期内 5 个节能工况日 / 120 h)

折合日均节电量 20,126.4 kWh/日。

5.5.2 按设备类别(全项目)

按设备类别拆分全评估期电量(四个站房合计):

设备类别	原始工况 5 日	节能工况 5 日	节电量	占总节电量
冷水主机	304,858.3	292,279.2	12,579.1	12.5%
冷冻水泵	68,990.3	36,435.5	32,554.9	32.4%
冷却水泵	83,118.1	35,220.1	47,898.0	47.6%
冷却塔	25,692.0	18,092.2	7,599.8	7.6%
合计	482,658.7	382,027.0	100,631.8	100.0%

结论: 节电量的 87.6% 来自冷冻水泵、冷却水泵与冷却塔风机的变频优化, 该分布与本系统的优化机理一致——系统依据末端负荷与管路水力情况, 动态调节水泵频率与塔风机频率(设定范围按 36-50Hz), 输配侧功率按电机频率的三次方关系下降, 在保障水路正常运输冷/热量的同时, 达成较好的节能效果; 在主机侧, 由于 9 月份室外气温较高, 主机冷冻水供水温度在节能日的实际设定范围在 6.5-7.5 摄氏度之间, 只比非节能日高 0.5-1 度, 在保障冷冻水出水温度的前提下运行, 冷量供应未有过多削减。

5.5.3 按厂区分项(合同考核口径)

技术协议第五章第 1 条规定:“按一厂和二厂耗电量为基准计算节能率, 节能率需 $\geq 12\%$ ”。两厂分项核算结果如下:

厂区	覆盖站房	W0 原始工况	W1 节能工况	节电量	电能节约率
一厂	1#、2# 站房(一部、二部)	264, 779. 5	214, 707. 6	50, 071. 9	18. 91%
二厂	3#、4# 站房(三部、四部)	217, 879. 3	167, 319. 4	50, 559. 9	23. 21%
全项目合计	四站房	482, 658. 7	382, 027. 0	100, 631. 8	20. 85%



一厂 · 分组用电量对比



二厂 · 分组用电量对比

一厂 18. 91%、二厂 23. 21%, 两厂独立核算均满足合同约定的 ≥ 12%。

二厂节电率高于一厂的主要原因是:一厂二部(2# 站房)4# 主机的冷却水水质明显较差,导致散热效率低下,且 4# 主机容易产生喘振现象,拖低了一厂的整体节电率。待气温下降清洗冷凝器后,可获得更大的节能优化空间。

5.5.4 按站房(部)分项

厂区	站房	W0	W1	节电量	电能节约率
一厂	一部(1# 站房)	144,803.1	109,489.5	35,313.6	24.39%
一厂	二部(2# 站房)	119,976.4	105,218.1	14,758.3	12.30%
二厂	三部(3# 站房)	95,319.0	69,764.5	25,554.5	26.81%
二厂	四部(4# 站房)	122,560.3	97,554.9	25,005.4	20.40%

合同考核口径为一厂与二厂的总和,站房级数据为补充说明,不构成独立验收指标。即便按最严格的逐站房独立考核,四个站房的电能节约率亦全部达到 $\geq 12\%$ 的约定。

5.5.5 厂区 × 设备类别交叉分解

厂区	设备类别	W0	W1	节电量	占本厂节电量
一厂	冷水主机	173,709.8	169,714.7	3,995.1	8.0%
一厂	冷冻水泵	36,430.1	19,070.5	17,359.6	34.7%
一厂	冷却水泵	45,208.6	18,424.8	26,783.7	53.5%
一厂	冷却塔	9,431.0	7,497.6	1,933.4	3.9%
一厂 小计		264,779.5	214,707.6	50,071.9	100.0%
二厂	冷水主机	131,148.5	122,564.5	8,584.0	17.0%
二厂	冷冻水泵	32,560.2	17,365.0	15,195.2	30.1%
二厂	冷却水泵	37,909.5	16,795.2	21,114.2	41.8%
二厂	冷却塔	16,261.0	10,594.6	5,666.4	11.2%
二厂 小计		217,879.3	167,319.4	50,559.9	100.0%

两厂的节电结构高度一致:冷却水泵贡献最大(一厂 53.5%、二厂 41.8%),冷冻水泵次之(34.7%、30.1%),两项合计占本厂节电量的 88.2% 与 71.9%;主机侧节电幅度均较小(8.0%、17.0%)。该一致性表明节能效果来自系统性的输配侧优化,而非个别设备或个别时段的偶发因素。

六、验收结论

- 供货与交付:** 技术协议第三章项下软硬件及实施服务已全部交付并完成安装调试。交付数量及品牌相对合同清单的增减,已在第三章 3.2 逐项列明,并依技术协议第三章「以交付后数量为准」之约定经双方确认,不调整合同总价。交付明细见**附件 1**《节能软件、设备及材料签收单》,经双方现场逐项核实并签认后,合同第十条第 1 项「设备验收」合格。 ☒ 符合

2. **软件功能**: 技术协议第四章第 1 条所列各项软件功能要求(数据采集与接入、控制与参数管理、联锁与保护、自动控制与节能优化、报警与异常预警、日志与审计、预测性维护与异常诊断、数据存储与输出、通讯与集成)均已实现并现场演示通过。本期实施范围按技术协议第四章 1(7)3) 之约定执行。☒ 符合

3. **末端保障**: 节能期间各温湿度监测点温度与湿度未超出双方确认的上限。☒ 符合

4. **节能率**: 按技术协议第五章规定的交叉对比法, 于 2026 年 9 月 1 日至 9 月 10 日进行为期 10 个自然日的节能率测定:

- 原始工况 120 小时用电量 $W_0 = 482,658.7 \text{ kWh}$
- 节能工况 120 小时用电量 $W_1 = 382,027.0 \text{ kWh}$
- 综合电能节约率 $\eta = 20.85\%$
- 评估期节能量 $\Delta W = 100,631.8 \text{ kWh}$, 日均节电 $20,126.4 \text{ kWh/日}$
- 分厂核算(技术协议第五章第 1 条口径): 一厂 18.91%、二厂 23.21%
- 分站房核算(补充说明): 一部 24.39%、二部 12.30%、三部 26.81%、四部 20.40%

该结果满足合同第十条第 2 项及技术协议第五章“节能率需 $\geq 12\%$ ”的约定; 一厂、二厂独立核算均达标, 四个站房独立核算亦均达标。

5. **综合结论**:

本项目设备运行验收合格。

经双方确认的本项目综合电能节约率为 20.85%, 后续运行期沿用该节能率。

七、付款条件成就说明

合同第十二条第 1 款约定: “以银承/电汇支付, 无预付款; 工程施工完毕, 设备调试运行合格且节能率检测达标(节能率 $\geq 12\%$)后, 供方需开具对应付款金额的增值税专用发票给需方, 票到后 30 个工作日内, 支付合同总价的 45%。” 条件逐项对应:

合同条件	本报告对应章节	是否成就
工程施工完毕	第三章	☐ 是
设备调试运行合格	第四章	☐ 是
节能率检测达标($\geq 12\%$)	第五章, 实测 20.85%	☐ 是

付款安排:

款项	比例	金额(元)	触发条件	状态
第一笔	45%	706,500.00	本次设备运行验收合格	本报告签认后开票
第二笔	50%	785,000.00	项目正式运行满一年,	待执行

			经检测综合节能率达 标	
质保金	5%	78,500.00	质保期满两年后无息 支付	待执行
合计	100%	1,570,000.00		

乙方将于本报告经双方签认后开具金额为 **人民币 706,500.00 元(柒拾万零陆仟伍佰元整)** 的增值税专用发票,甲方于票到后 30 个工作日内支付。

质保期起算: 依合同第八条及技术协议第六章,质保期自项目初次验收之日起 2 年,即自 **【____年__月__日】** 起至 **【____年__月__日】** 止。

八、双方签章确认

本报告一式肆份,甲乙双方各执贰份,经双方代表签字并加盖公章后生效。

	需方(甲方)	供方(乙方)
单位名称	广西华创新材铜箔有限公司	碳和能源(深圳)有限公司
验收代表(签字)		
单位盖章		
日期	年 月 日	年 月 日

附件 1 · 节能软件、设备及材料签收单

依据甲乙双方签订的《采购合同》(编号 HCYL-JC-260036)及同编号《技术协议书》,碳和能源(深圳)有限公司已将本项目所需的全套软硬件设备及材料交付并安装至广西华创新材铜箔有限公司指定场所,用于中央空调系统的数据采集、智能调控与节能运行。全套设备及相关材料如下表所示,经需方逐项现场核实后签收。

序号	名称	品牌 / 型号	单位	数量	安装地点	现场核实
一、平台软件及服务						
1	自主式冷站控制系统	碳和能源	套	1	一厂、二厂值班机房内	☐ 已收到 ☐ 未收到
二、主机节能设备						
2	多主机控制单元	碳和能源	套	4	1、2、3、4 部一楼中央 空调主机机房	☐ 已收到 ☐ 未收到
3	机柜	图腾	套	4	1、2、3、4 部一楼中央 空调主机机房	☐ 已收到 ☐ 未收到
4	空气开关	德力西	个	8	1、2、3、4 部一楼中央 空调主机机房	☐ 已收到 ☐ 未收到
5	导轨式插座	德力西	个	8	1、2、3、4 部一楼中央 空调主机机房	☐ 已收到 ☐ 未收到
三、水泵及冷却塔系统控制套件						
6	导轨式开关电源	NDR-120-24	个	4	1、2、3、4 部一楼中央 空调主机机房	☐ 已收到 ☐ 未收到
7	水泵及冷却塔采集网关	迅捷	个	4	1、2、3、4 部一楼中央 空调主机机房	☐ 已收到 ☐ 未收到
8	局域网交换机	普联	个	4	1、2、3、4 部一楼中央 空调主机机房	☐ 已收到 ☐ 未收到
9	本地控制触摸屏	昆仑通态	个	4	1、2、3、4 部一楼中央 空调主机机房	☐ 已收到 ☐ 未收到
10	导轨式插座	德力西	个	4	1、2、3、4 部一楼中央 空调主机机房	☐ 已收到 ☐ 未收到
11	空气开关	德力西	个	4	1、2、3、4 部一楼中央 空调主机机房	☐ 已收到 ☐ 未收到
12	电箱	/	个	4	1、2、3、4 部一楼中央 空调主机机房	☐ 已收到 ☐ 未收到
四、电表采集套件						
13	485 集线器	有人	个	4	1、2、3、4 部一楼低压 配电室	☐ 已收到 ☐ 未收到
14	电表采集网关	有人	个	4	1、2、3、4 部一楼低压 配电室	☐ 已收到 ☐ 未收到
15	空气开关	德力西	个	2	1、2、3、4 部一楼低压 配电室	☐ 已收到 ☐ 未收到
16	导轨式插座	德力西	个	2	1、2、3、4 部一楼低压 配电室	☐ 已收到 ☐ 未收到
17	电箱	/	个	2	1、2 部一楼低压配电室	☐ 已收到 ☐ 未收到
五、服务器硬件设备						
18	边缘服务器	碳和	台	2	一厂、二厂三楼空调值班 室	☐ 已收到 ☐ 未收到
19	局域网交换机	锐闪	个	1	一厂三楼空调值班室	☐ 已收到 ☐ 未收到
20	互联网交换机	普联(TP-LINK)	个	2	一厂、二厂三楼空调值班 室	☐ 已收到 ☐ 未收到
21	空气开关	德力西	个	2	一厂、二厂三楼空调值班 室	☐ 已收到 ☐ 未收到
22	导轨式插座	德力西	个	2	一厂、二厂三楼空调值班	☐ 已收到 ☐ 未收到

					室	
23	导轨式开关电源	NDR-120-24	个	2	一厂、二厂三楼空调值班室	☐ 已收到 ☐ 未收到
六、其他硬件						
24	超声波流量计	联测	个	4	一厂、二厂一楼中央空调主机机房	☐ 已收到 ☐ 未收到
25	中央空调主机、流量计网关	迅捷	个	2	3 部、4 部二楼空调机房	☐ 已收到 ☐ 未收到
26	超声波微气象站	建大仁科	个	1	一厂三楼	☐ 已收到 ☐ 未收到
27	温湿度传感器接收网关	碳和能源	个	2	一厂、二厂	☐ 已收到 ☐ 未收到
28	温湿度传感器	碳和能源	个	10	一厂、二厂生箔车间	☐ 已收到 ☐ 未收到
29	线材辅材	国产优质	批	1	一厂、二厂	☐ 已收到 ☐ 未收到

设备验收确认(合同第十条第 1 项)

序号	核实事项	结论
1	设备数量、外观、配件是否齐全, 包装是否完整	☐ 符合 ☐ 不符合
2	设备是否符合国家现行强制性安全、环保、质量标准	☐ 符合 ☐ 不符合
3	是否为全新原厂设备, 型号、规格是否符合本合同技术要求	☐ 符合 ☐ 不符合
符合上述 3 个条件后, 由需方代表及供方代表现场签字确认, 视为收货验收合格(合同第十条第 1 项)。本单经签章后, 作为《设备运行验收报告》第三章「供货与交付核对」的确认依据。		

	需方(甲方)	供方(乙方)
单位名称	广西华创新材铜箔有限公司	碳和能源(深圳)有限公司
签收人 / 代表(签字)		
单位盖章		
签收日期	年 月 日	年 月 日

附件 2 · 电能节约率确认单

项	内容
项目名称	广西华创新材铜箔有限公司 中央空调 AI 数智化节能管理系统
采购合同编号	HCYL-JC-260036
评估期起止	【2026 年 09 月 01 日 至 2026 年 09 月 10 日】
计量范围	一厂 + 二厂共 4 个站房的冷水主机、冷冻水泵、冷却水泵、冷却塔电能计量表
抄表时刻	每日 00:00
节能率合格标准	≥ 12%

评估期工况日排布

序号	日期	运行模式	节能系统状态	备注
1	2026-09-01	原始工况日	关闭	
2	2026-09-02	节能工况日	开启 (24 h)	
3	2026-09-03	原始工况日	关闭	
4	2026-09-04	节能工况日	开启 (24 h)	
5	2026-09-05	原始工况日	关闭	
6	2026-09-06	节能工况日	开启 (24 h)	
7	2026-09-07	原始工况日	关闭	
8	2026-09-08	节能工况日	开启 (24 h)	
9	2026-09-09	原始工况日	关闭	
10	2026-09-10	节能工况日	开启 (24 h)	

可比性条件确认

条件	双方确认
对比测试日气温差异相似	☐ 确认
对比测试日生产任务相似	☐ 确认
其它工况日(节假日、检修日、设备故障)排除	☐ 确认

综合电能节约率确认

$\eta = 20.85\% \geq 12\%$ (合同约定值), 达标。

	需方(甲方)	供方(乙方)
单位名称	广西华创新材铜箔有限公司	碳和能源(深圳)有限公司
代表签字		
单位盖章		
日期	年 月 日	年 月 日

附件 3 · 电能表逐日抄表记录

每日 00:00 电能表正向有功电能(Ep+) 累计计数, 单位 kWh。共 20 只表 × 11 日。

数据源: 电能计量装置采集记录。

一部(1# 站房)

日期	1# 主机	2# 主机	冷冻泵总表	冷却泵总表	冷却塔总表
09-01	11, 561, 102. 336	10, 879, 130. 624	3, 967, 426. 048	4, 159, 942. 144	1, 060, 005. 12
09-02	11, 568, 190. 464	10, 887, 335. 936	3, 971, 866. 112	4, 165, 295. 104	1, 060, 948. 8
09-03	11, 574, 885. 376	10, 894, 877. 696	3, 973, 627. 648	4, 167, 004. 672	1, 061, 437. 44
09-04	11, 581, 913. 088	10, 903, 133. 184	3, 978, 051. 84	4, 172, 424. 448	1, 062, 382. 4
09-05	11, 588, 335. 616	10, 910, 377. 984	3, 979, 782. 144	4, 174, 146. 816	1, 062, 931. 84
09-06	11, 596, 446. 72	10, 919, 910. 4	3, 984, 260. 096	4, 179, 604. 736	1, 063, 890. 24
09-07	11, 604, 613. 12	10, 929, 489. 92	3, 986, 018. 048	4, 181, 395. 712	1, 064, 808. 448
09-08	11, 614, 345. 216	10, 941, 171. 712	3, 990, 456. 576	4, 186, 765. 056	1, 065, 753. 728
09-09	11, 624, 538. 112	10, 953, 279. 488	3, 993, 535. 744	4, 188, 665. 344	1, 066, 703. 36
09-10	11, 634, 350. 08	10, 964, 895. 744	3, 998, 047. 744	4, 193, 769. 472	1, 067, 657. 28
09-11	11, 642, 728. 448	10, 974, 546. 944	4, 000, 270. 08	4, 195, 825. 92	1, 068, 527. 424

二部(2# 站房)

日期	3# 主机	4# 主机	冷冻泵总表	冷却泵总表	冷却塔总表
09-01	8, 288, 661. 504	9, 391, 126. 528	3, 282, 167. 808	3, 650, 269. 056	924, 754. 048
09-02	8, 295, 727. 616	9, 397, 274. 624	3, 285, 125. 632	3, 653, 944. 704	925, 687. 68
09-03	8, 303, 372. 288	9, 403, 727. 872	3, 286, 836. 224	3, 655, 862. 016	926, 335. 36
09-04	8, 310, 868. 992	9, 410, 100. 224	3, 289, 799. 936	3, 659, 576. 448	927, 271. 68
09-05	8, 318, 099. 968	9, 416, 290. 304	3, 291, 520. 768	3, 661, 274. 88	927, 793. 92
09-06	8, 327, 143. 424	9, 423, 529. 984	3, 294, 522. 368	3, 664, 987. 392	928, 739. 712
09-07	8, 337, 532. 928	9, 431, 628. 8	3, 296, 293. 888	3, 666, 638. 976	929, 513. 28
09-08	8, 348, 866. 048	9, 440, 332. 8	3, 299, 076. 608	3, 670, 311. 936	930, 441. 344
09-09	8, 361, 079. 296	9, 449, 516. 032	3, 300, 889. 856	3, 672, 558. 72	931, 316. 48
09-10	8, 371, 886. 592	9, 457, 953. 792	3, 303, 322. 88	3, 676, 290. 048	932, 257. 28
09-11	8, 380, 999. 168	9, 465, 171. 968	3, 304, 824. 576	3, 678, 018. 816	933, 160. 192

三部(3# 站房)

日期	5# 主机	6# 主机	冷冻泵总表	冷却泵总表	冷却塔总表
09-01	7, 498, 068	8, 025, 850. 5	3, 104, 747. 5	3, 041, 795	1, 257, 077. 75
09-02	7, 504, 587. 5	8, 028, 595	3, 109, 061. 75	3, 046, 807. 25	1, 258, 623. 62
09-03	7, 513, 014. 5	8, 028, 605	3, 111, 393. 25	3, 048, 460. 75	1, 259, 703. 75
09-04	7, 518, 899	8, 028, 614. 5	3, 114, 263. 5	3, 051, 763. 25	1, 261, 316. 12
09-05	7, 524, 790. 5	8, 028, 624	3, 115, 427	3, 052, 713. 75	1, 262, 054. 75
09-06	7, 531, 616. 5	8, 028, 633. 5	3, 118, 291. 25	3, 056, 022. 25	1, 263, 683. 62
09-07	7, 538, 832	8, 028, 643. 5	3, 119, 628	3, 056, 965. 5	1, 264, 433. 5
09-08	7, 547, 709	8, 031, 723	3, 123, 038. 25	3, 060, 384	1, 266, 024. 75
09-09	7, 552, 384	8, 040, 809. 5	3, 124, 923	3, 062, 086. 25	1, 266, 828. 62

09-10	7,560,430.5	8,048,171	3,129,289.5	3,067,199	1,268,433.88
09-11	7,567,340.5	8,054,958.5	3,131,508	3,069,165.5	1,269,648.88

四部(4# 站房)

日期	7# 主机	8# 主机	冷冻泵总表	冷却泵总表	冷却塔总表
09-01	7,178,947	8,696,819	2,688,953.25	2,741,293	1,369,806.25
09-02	7,184,801	8,703,082	2,691,901.5	2,744,798.5	1,371,453.5
09-03	7,189,018	8,710,679	2,693,503.75	2,746,187	1,372,527.38
09-04	7,196,215.5	8,717,869	2,696,539.25	2,749,738.75	1,374,178
09-05	7,202,837.5	8,724,872	2,698,162.75	2,751,415.25	1,375,345.75
09-06	7,211,846.5	8,733,160	2,701,215.25	2,754,990.5	1,376,997.62
09-07	7,220,998.5	8,741,884	2,703,117	2,757,542.5	1,378,402.38
09-08	7,231,740	8,751,399	2,705,837.75	2,761,098.25	1,380,053.25
09-09	7,241,566.5	8,761,065	2,707,795.75	2,763,356.5	1,381,481.12
09-10	7,250,397	8,769,969	2,710,774.75	2,766,924.5	1,383,158
09-11	7,250,426	8,780,671	2,712,118	2,768,626.75	1,384,090.88

	需方(甲方)	供方(乙方)
单位名称	广西华创新材铜箔有限公司	碳和能源(深圳)有限公司
代表签字		
单位盖章		
日期	年 月 日	年 月 日