

智慧高效柔性连续冻结 线关键技术研发及应用

汇报人：任大伟

联系方式：13305352588

冰轮环境技术股份有限公司

Moon Environment Technology Co.,Ltd.

SINCE 1956





目录

CONTENT

01

项目背景

02

设备简介

03

健康管理

04

智慧运营

05

项目总结

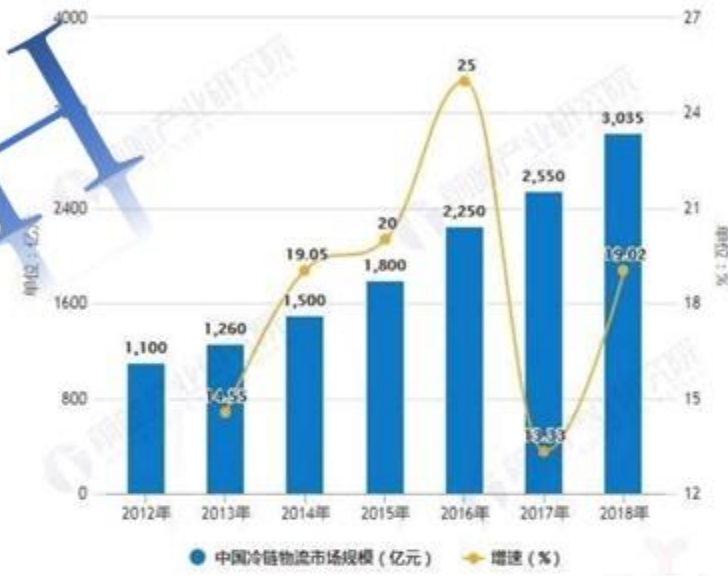
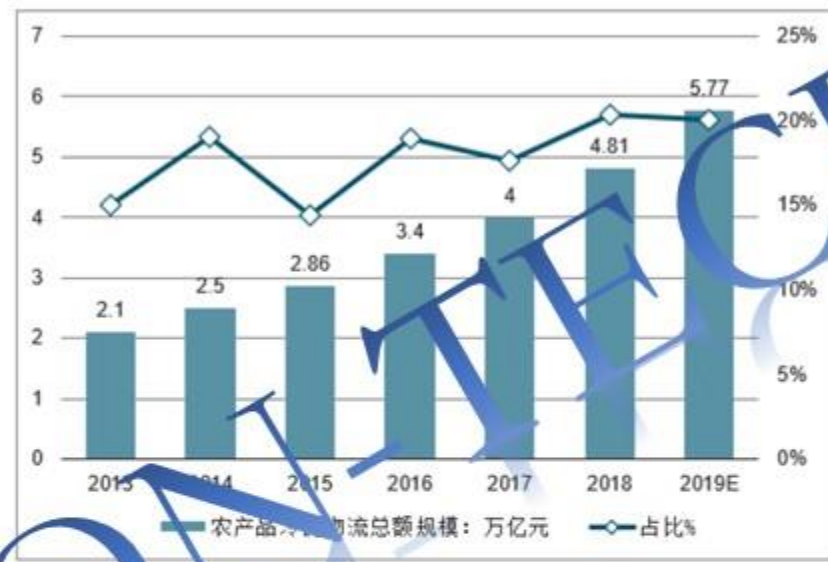


PART
01

项目背景



2013-2019年农产品冷链物流总额规模变化趋势图 (单位: 万亿元, %)



数据来源:《2019年中国农产品冷链物流总额规模及发展趋势分析》 中国产业信息网

2020年总需求量及未来我国农产品冷链物流行业

数据来源:《2019冷链物流市场现状及发展趋势分析》 中国物流信息网

冷冻冷藏在国民经济中占据重要战略地位,且每年仍保持较高的增长速度;
冷冻冷藏产业规模在国民经济中占有较大份额,发展空间巨大!
 但目前处于较为**低效、粗放**的发展方式!

民以食为天，食以安为先

传统速冻库人工摆料，不可避免人畜接触，细菌、病毒交叉感染概率高，卫生堪忧。

作业环境恶劣、人工成本高、智能化水平低。



- 我国自2013年开始，禁止活禽已跨省运输，从2018年开始，一系列政策相继出台，限制生猪长途调运；加之20年新冠疫情影响，**畜禽产地屠宰、处理是必然结果**；
- 屠宰行业已普遍是流水线进行宰杀、分割、分盘，但速冻及后端包装的环节，人工依赖度仍较高。

禁止生猪跨省调运长期实行



胡春华指出，要强化生猪产业扶持政策，加强产销对接，积极推动就地就近屠宰，**尽可能减少生猪长距离调运**，确保生猪生产和猪肉供应稳定。

政策解读：从禁止跨省调运到运猪车备案，政府已经极力限制了生猪长途调运。总理要求还得尽可能减少生猪长距离调运，也就意味着**生猪跨省调运长期受限**。对于生猪跨省调运，总理把话说的明明白白了。

原话如下：你要跨省调运，那你就运肉。如果咱们再采取长途这种运活猪的办法是不行的。

“智能化转型”是“智能制造2025” “中国智能制造十四五”发展规划对传统制造业提出的需求；**智能化技术**急需应用到传统速冻产业中！

瓶颈问题

- 冻结工艺数据缺乏
- 内部气流组织混乱
- 智能技术难以加载
- 系统能效提升困难

国家重点研发计划 “现代食品加工及粮食收储运技术与装备”重点专项 “预制调理食品制造关键技术与新产品研究及新型速冻技术装备开发” 项目联合研发协议书

甲方：中国科学院理化技术研究所

乙方：冰轮环境技术股份有限公司

甲乙双方本着平等自愿的原则，经共同协商，同意联合研究“十三五”国家重点研发计划“现代食品加工及粮食收储运技术与装备”重点专项中的“预制调理食品制造关键技术与新产品研究及新型速冻技术装备开发”（编号：2018YFD0400600）项目，并达成如下协议：

1. 甲方作为课题“预制调理食品低能耗、智能化速冻技术及装备开发”（编号：2018YFD0400600）承担单位，负责课题的方案规划和总体实施；乙方作为子课题承担单位，负责该课题下子课题“低能耗智能化速冻装备研发与示范”的具体实施。本课题获国家经费为401万元，其中分配40.5万元归乙方用于本项目的相关研究工作。

2. 乙方保证按课题任务书中的目标任务，并按时完成考核任务。项目执行期间乙方须完成约束性指标为：开发低能耗智能化平板冻结装备1套，低能耗智能化螺旋式连续冻结速冻装备各1套，起草产品标准2-4项，建立3-4条示范线，在一家大型食品企业进行示范应用。

3. 甲乙双方及其有关人员均应按照《中华人民共和国保守国家秘密法》和《保守国家秘密规定》要求，承担保密责任，并应采取相应保密措施。甲乙双方均负有对方技术秘密保密的责任，并应采取相应保密措施。

4. 甲乙双方应严格遵守《国家重点研发计划资金管理办法》（财科教〔2016〕243号），保证经费使用规范、专款专用，专户列支项目经费。

5. 研究成果的产权和处置：任务研究过程中独立完成的成果知识产权归各自所有；合作完成的科研成果，归合作各方共有，并视贡献大小，对论文、著作等均应标注项目编号。所有成果应经各方共同签字确认、验收。

6. 甲乙双方在任务合同书时，必须参照本协议中的内容，如有项目任务分配、经费分配、知识产权归属等事项，须经双方协商确认后执行。

7. 本协议经双方签字盖章后生效，一式6份，具有同等法律效力。本协议自签字之日起生效，项目结题验收后自行终止。

甲方：中国科学院理化技术研究所（盖章）

乙方：冰轮环境技术股份有限公司（盖章）

法定代表人（签字）：_____

课题负责人（签字）：_____

_____年____月____日

乙方：冰轮环境技术股份有限公司（盖章）

法定代表人（签字）：_____

课题负责人（签字）：_____

_____年____月____日

应用基础研究

核心部件开发

系统健康管理

系统智慧运行

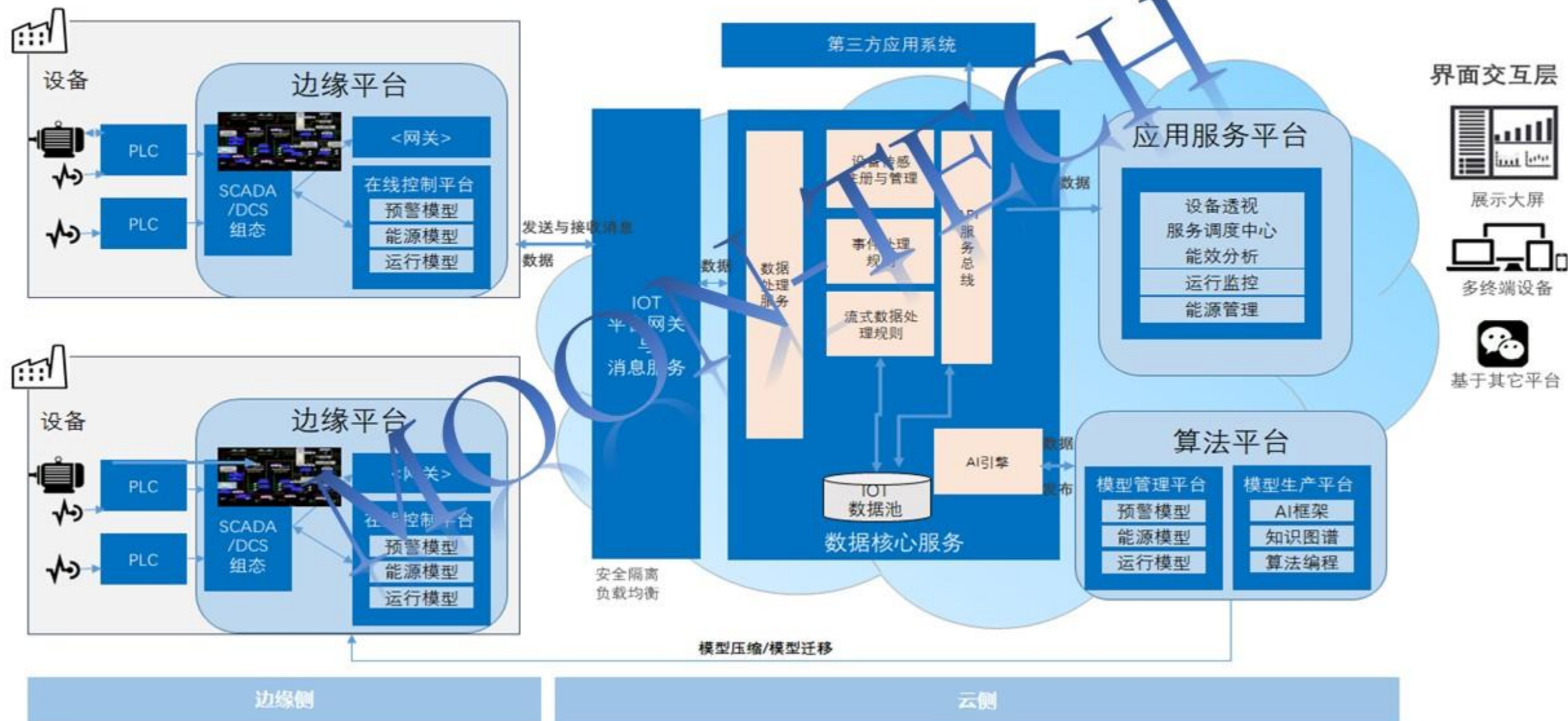
依托**国家重点研发项目**：预制调理食品制造关键技术与新产品研究及新型速冻技术装备开发，冰轮环境技术股份有限公司、中国科学院理化技术研究所、上海海洋大学进行**产学研联合攻关**，**研发智慧高效柔性连续冻结线，并进行示范应用和产业化推广！**



PART
02

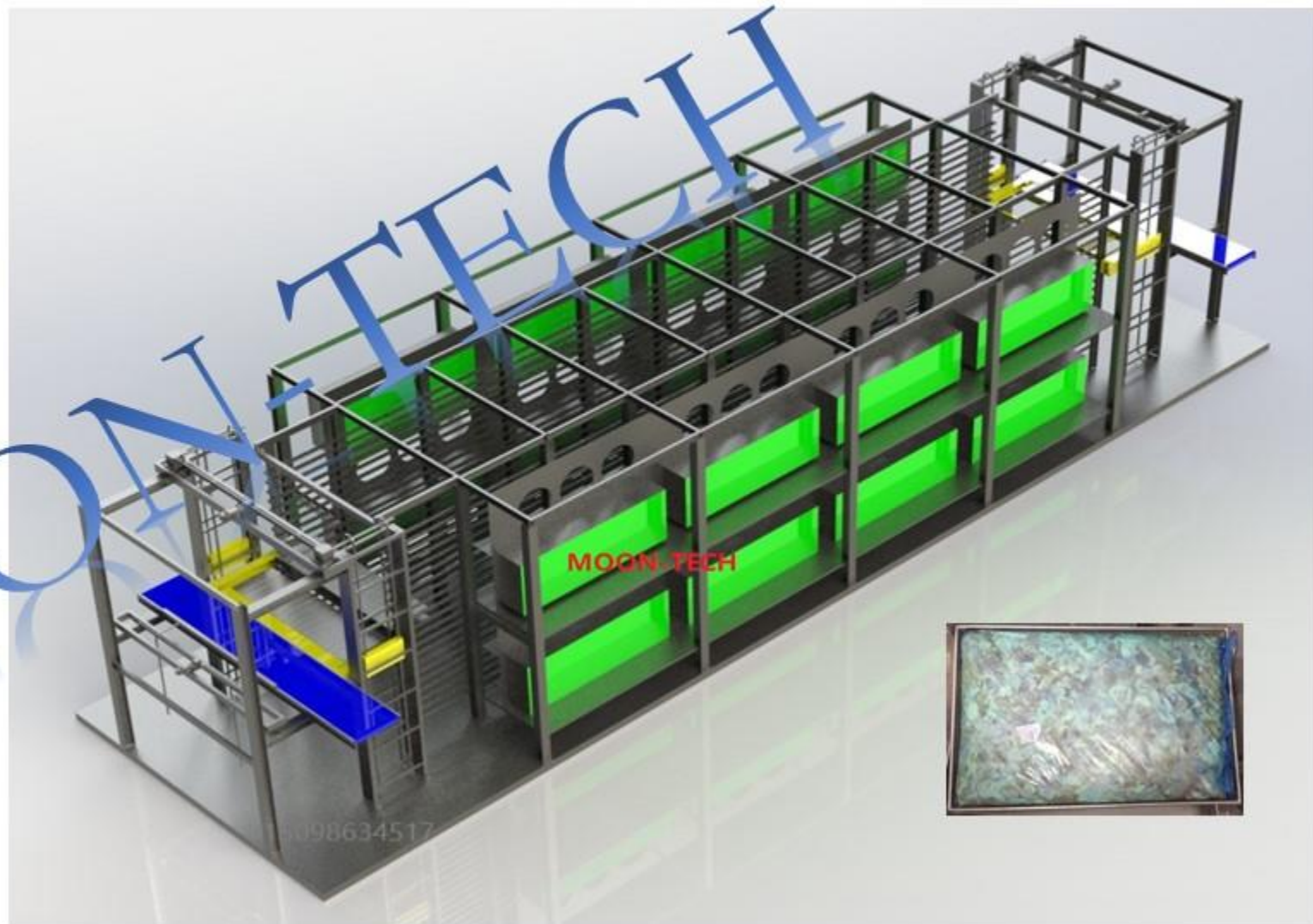
设备简介

研究了货品冻结工艺流程及装置，研制了隧道式连续冻结装置；开发了货品实时动态追踪技术、多维深度挖掘自匹配技术，创建了协同共享智慧（健康管理、智慧运营）云平台；融合冻结装置和智慧云平台于一体，研发出智慧高效柔性连续冻结线。



智慧高效柔性连续冻结线（简称冻结线），适用于大规模盘（盒）装分割肉、禽产品的快速冻结，是目前传统速冻库的理想替代品。

目前已在鸡（鸭、鹅）等禽类及猪（牛、羊）等畜类加工厂中率先应用，未来可以拓展到较多采用速冻库生产方式、尤其是规模较大的食品加工行业中。



- 进行了多种冻品（调理食品、鱼、虾、畜禽肉类）、多种冻结模式的海量冻结试验研究；
- 测定了多种冻品不同冻结方式下的冻结工艺曲线，建立了基础冻品冻结曲线库。



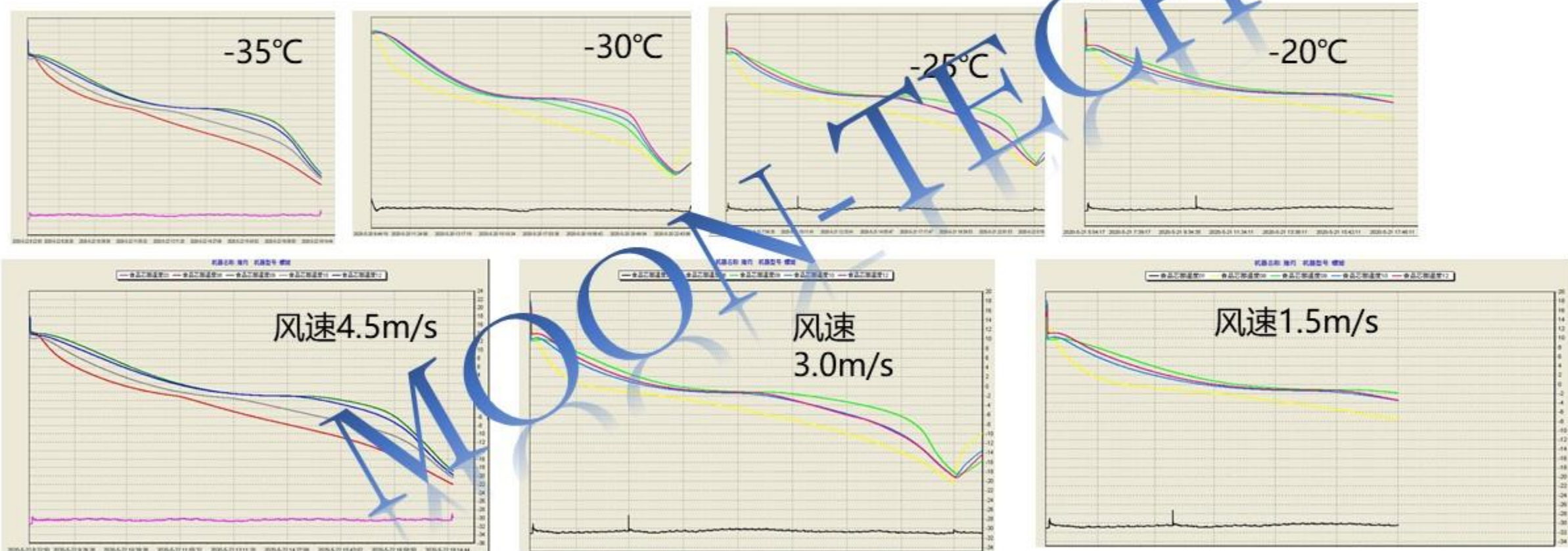
海量冻结参数试验



新鲜鱿鱼采用冷库、隧道、平板、冰箱四种冻结方式对比试验

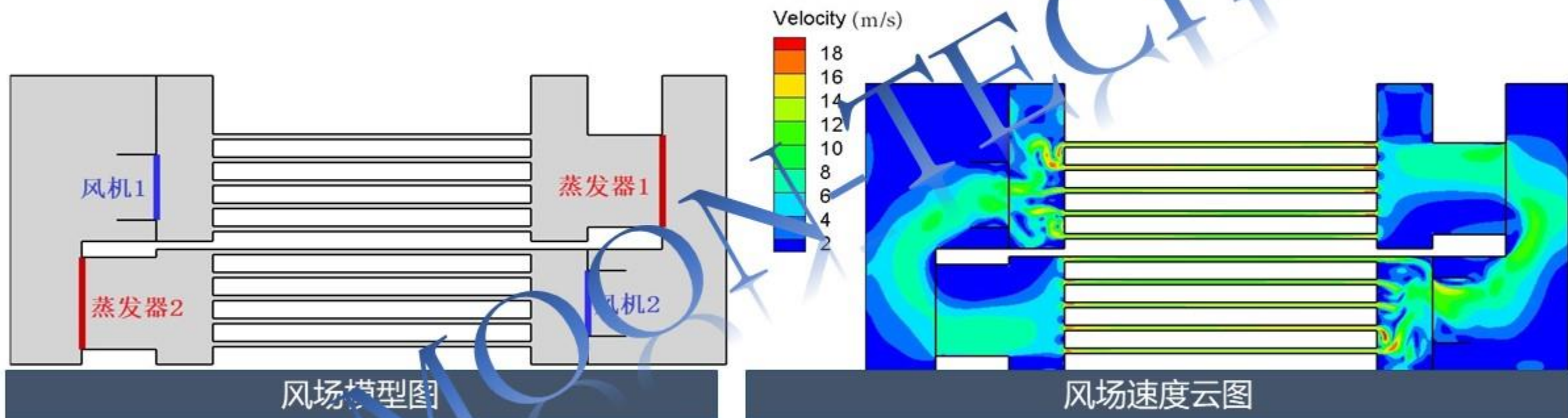
三文鱼冻结工艺研究

- 试验了库间温度、风速对冻结工艺的影响
- 研究了库间温度、风速对冻结时间及能耗的综合影响；掌握了不同货品在不同温度、不同风速下的冻结时间。
- 探明了不同冻品，在不同库间温度、不同风速下，冻结时间、冻结品质及干耗的相互耦合影响。



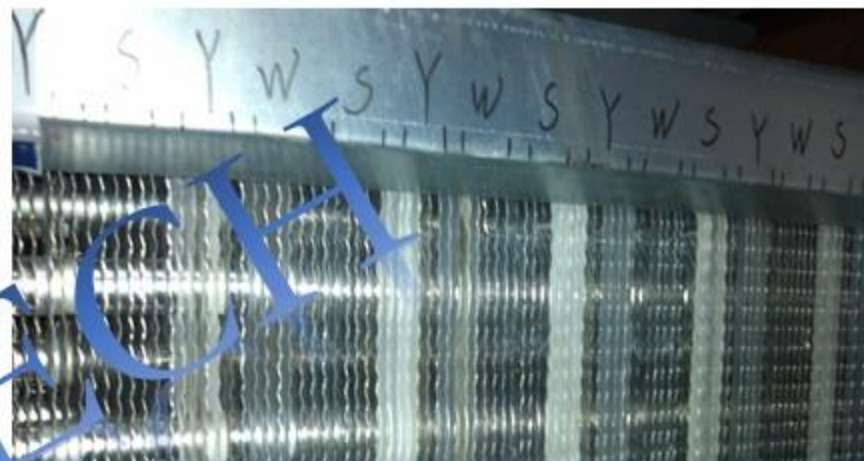
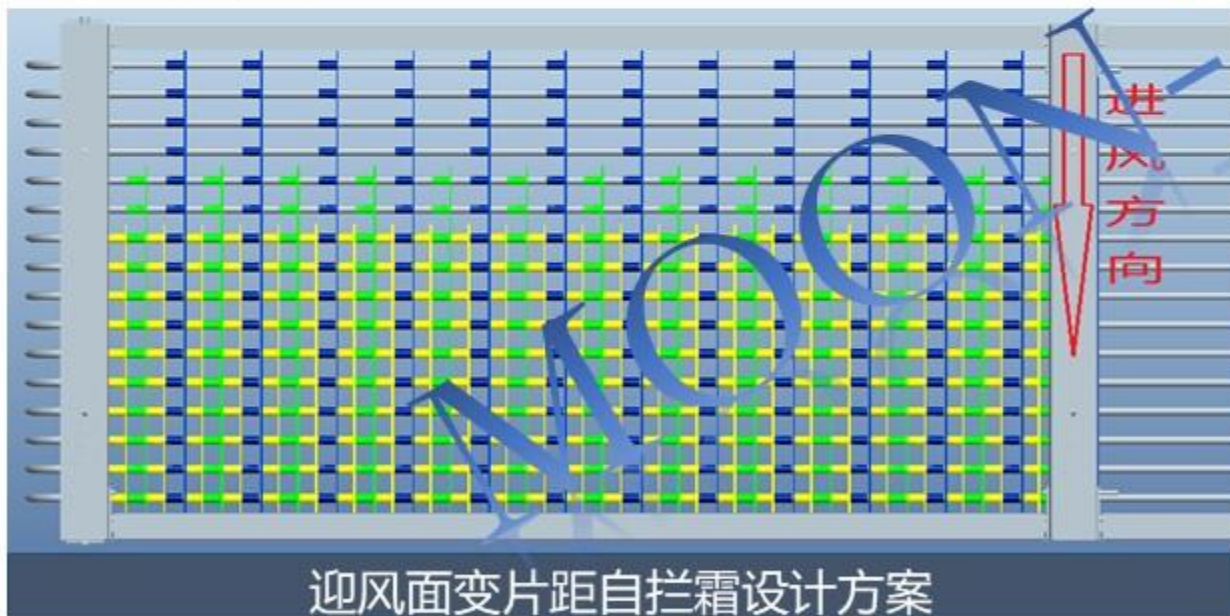
以上基础试验研究，为冻结多种产品的参数设定提供了试验依据！
利用物联网、大数据、云计算进行数据分析在用户使用过程中持续优化！

- 计算流体力学辅助风场均匀性设计
- 构建了冷风行程短、换热温差小的横向送风模型；
- 模拟了产品内部的整体流线、压力及流速分布云图。



基于强大的计算机辅助流体仿真设计，找到了**占地小、换热均匀**的静压腔结构；
通过结构优化，将内部各流道风场的不均匀度控制在**15%**以内；
减少无效风场循环耗功，提升冻品品质及装备能效！

- 研究了表面特性对水的亲和特性，试验了不同涂层状态下翅片的斥水特性；
- 提出了迎风面变片距自拦霜设计方案；开发了顺排排布翅片模具；采用了光滑翅片片型。
- 搭建了 NH_3/CO_2 系统试验装置，试验了不同涂层状态下翅片的结霜特性。



结霜试验——结霜初期

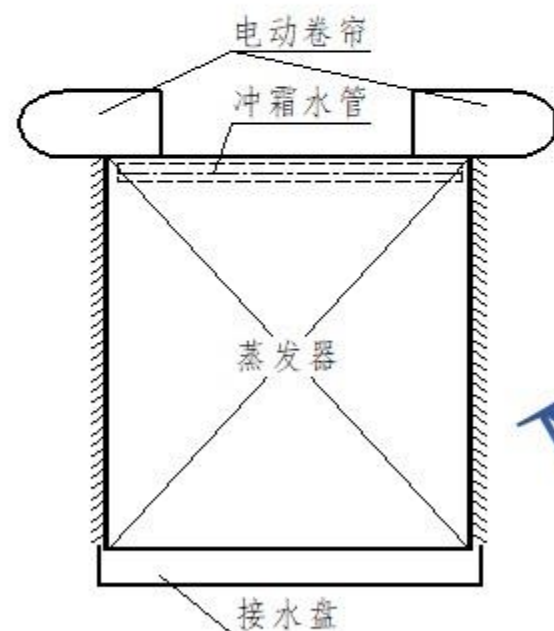


结霜试验——结霜中期

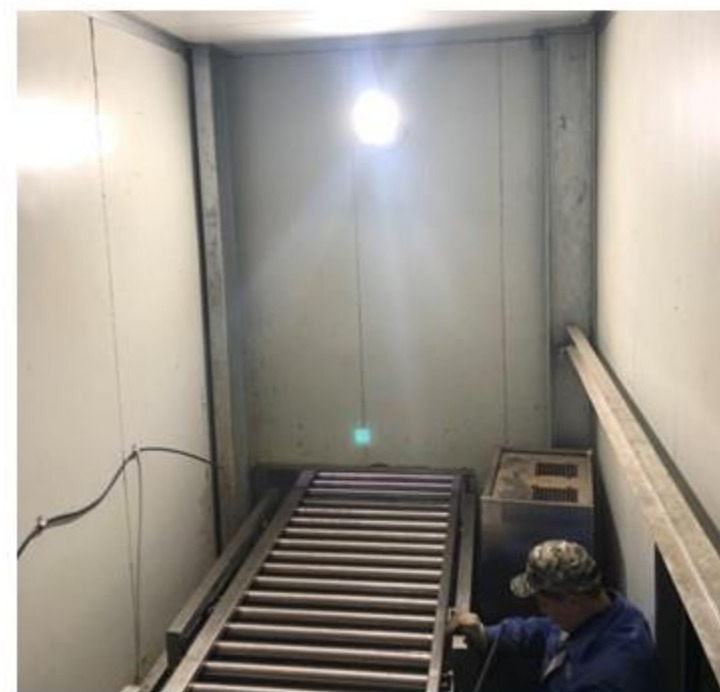
通过蒸发器结构优化设计，最大限度降低结霜量，延长除霜周期，确保蒸发器的高效运行维持压缩机高COP运行状态！

● 主动防结霜技术

- 进出料口设缓冲间（带除湿机），减少外界湿气进入库内；进出料口设挡板，高度根据货盘自动调控，防止额外冷耗，无进出货操作时封闭库体。
- 提出蒸发器分区控制、分组除霜的概念，建立分组不停机除霜控制模型，实现冻结过程的长周期连续运行；
- 开发了带自动卷帘门的绝热除霜蒸发器，最大限度防止除霜过程热负荷的侵入。



单冻机结霜对产量影响试验				
运行时间	蒸发温度℃	库温℃	温差℃	产量kg/h
12:50	-34	-27	7	1500
13:50	-34.5	-25.6	9.1	1350
14:50	-36.4	-25.5	10.9	1280
15:50	-36.4	-25.4	11	1150
16:50	-36.5	-21	15.5	900



形成了蒸发器防结霜设计及高效应用技术体系，提升综合运行能效！

缓冲间安装现场

- 开发了四种一键进出货运行模式，适应实际生产过程中前序及后续生产线对冻品的波动性需求。



入货模式:

只进不出，用于空库进货；或第二天入货量少于第一天，入货完毕，还需继续出货时的操作；

连续生产模式:

用于正常进出货操作；

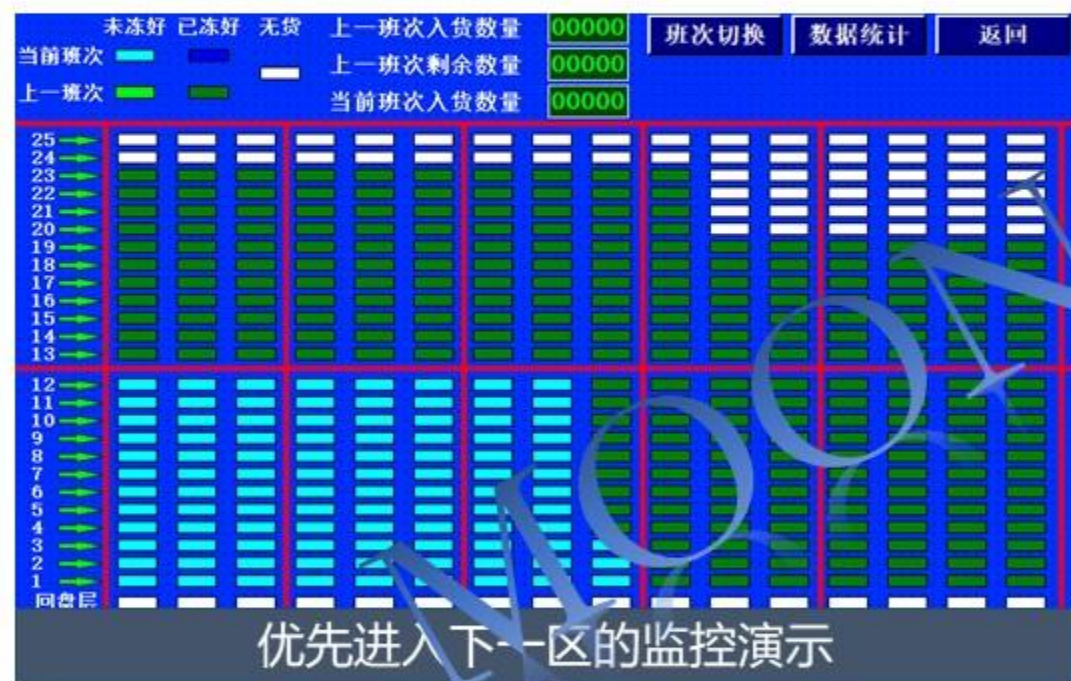
出货模式:

只出不进，用于清库操作；

倒货模式:

不进不出，用于库内货物的重新归置。

- 基于实时动态追踪每个货位的货品种类、冻结时间、冻结状态和班次等信息，构建了冻品在速冻库内全生命周期的高效冻结算法模型；
- 研发了基于冻品信息的分区、分层冻结技术，实现多种冻品及部分负荷冻结需求下的高效节能运行。



产品一机多用，操控灵活，满足不同客户、不同冻品、产量波动的冻结需求！

冻品信息对接数据平台，按照冻品种类调节库温与冻结时长，通过微信平台出货提示！



PART
03

健康管理



某冷链物流有限责任公司

某物流库

加工车间

速冻车间

一车间

备件仓库 备件仓库

特殊备件仓库 特殊备件仓库

组件仓库

10000001 1#氨高温机组 在用

10000002 2#氨高温机组 在用

10000003 1#二氧化碳机组 在用

10000004 2#二氧化碳机组 在用

10000005 冷凝模块机组 在用

10000007 低压循环桶 在用

10000088 1#并联机组 大修

10000089 2#并联机组 在用

10009 1#充电叉车 在用

10015 2#充电叉车 在用

10021 电动葫芦 在用

10026 屋顶防爆轴流风机 在用

10031 二氧化碳排风机 在用

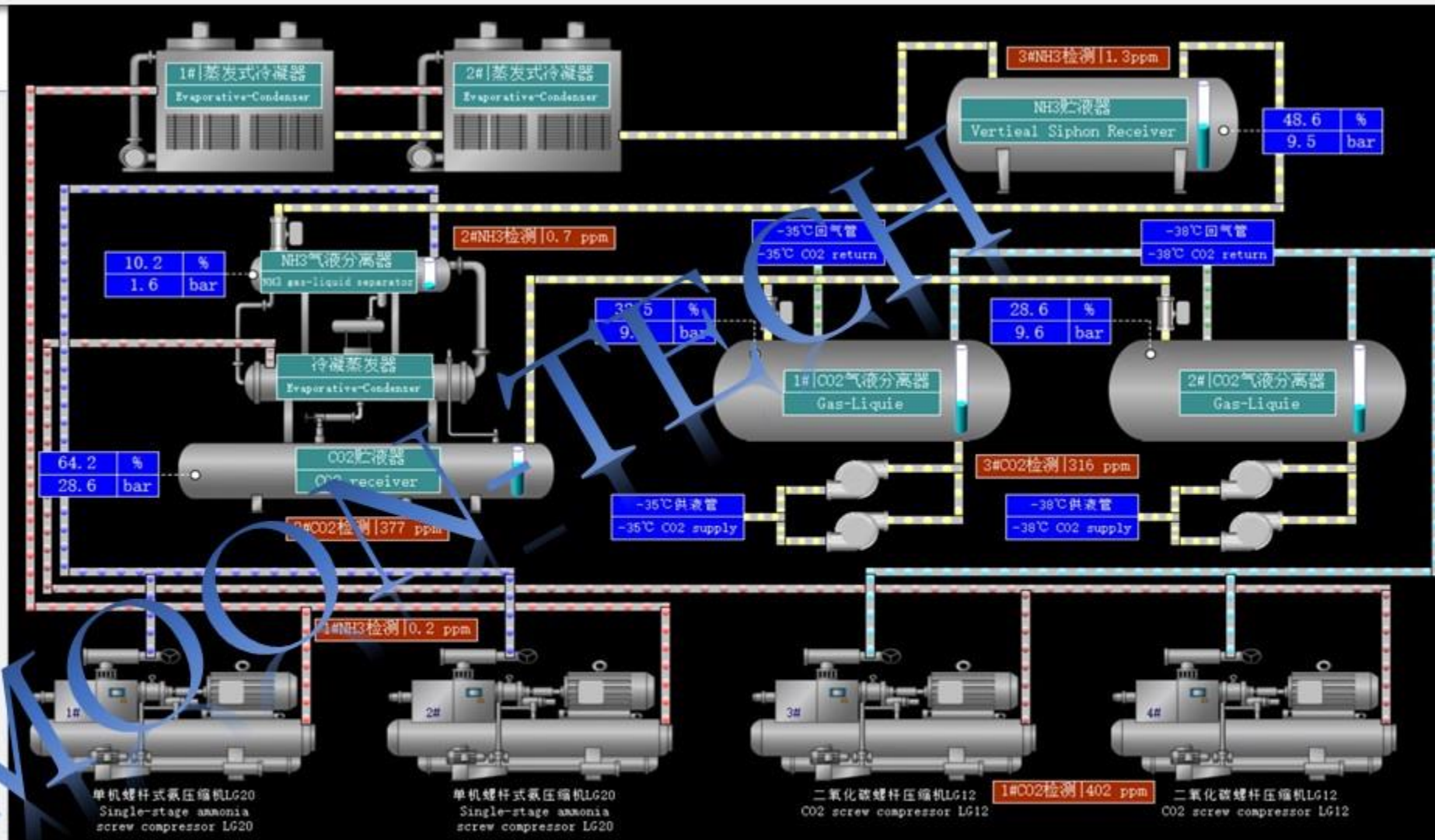
10037 氨浓度探头 校验

10038 二氧化碳浓度探头 在用

TZF0001

三车间

二车间



工厂总数

1



设备总数

63



直接监控设备

30



监控预警

0



监控故障

0



服务申请单

2



螺杆式制冷压缩机组.LG20MYJA 实时状态: × 停机

707471201 在用 ☆关注 更多

基本 计划 履历 监控点 结构与部件 作业标准 故障分析 文档 记录 仿真模型

当前视图: 列表 卡片 图表 开启物联网实时数据 ☐ 仪表/监测点分析平台

仪表/监测点

运行状态	今日07:32:11	× 停机
吸气前压力 *	今日09:18:11	1.05 bar
吸气后压力 *	今日09:18:32	1.15 bar
排气压力 *	今日09:18:32	6.62 bar
电流A *	今日09:18:32	0.00 A
油压差 *	今日09:17:05	-0.02 bar
油温	今日09:17:05	25.00 °C
油压A	今日09:18:32	6.60 bar
载位A	今日07:16:41	0.00 %
开机次数	今日06:06:11	3220.00 次
运行时间	今日07:13:44	3917.00 h

吸气前压力

开启读数点 ☐ 8小时 2天 5天



- 2020-09-14 09:18 1.05 bar
- 2020-09-14 09:17 1.04 bar
- 2020-09-14 09:14 1.05 bar

- 某冷链物流有限责任公司
- 某物流库
- 加工车间
- 速冻车间
 - 一车间
 - 备件仓库 备件仓库
 - 特殊备件仓库 特殊备件仓库
 - 组件仓库
 - 10000001 1#氨高温机组 在用
 - 10000002 2#氨高温机组 在用
 - 10000003 1#二氧化碳机组 在用
 - 10000004 2#二氧化碳机组 在用
 - 10000005 冷凝模块机组 在用
 - 10000007 低压循环桶 在用
 - 10000088 1#并联机组 大修
 - 10000089 2#并联机组 在用
 - 10009 1#充电叉车 在用
 - 10015 2#充电叉车 在用
 - 10021 电动葫芦 在用
 - 10026 屋顶防爆轴流风机 在用
 - 10031 二氧化碳排风机 在用
 - 10037 氨浓度探头 校验
 - 10038 二氧化碳浓度探头 在用
 - TZF0001
- 三车间
- 二车间



工厂总数

1



设备总数

14



直接监控设备

10



监控预警

0



监控故障

0



服务申请单

2

标准作业活动

+ 创建标准作业活动

标准作业活动 列表



智能隧道装置

编辑

复制全部



服务区域
国内服务区域

标准作业类型
定时作业

失效日期:

描述:

等待 序:

基本 故障分析 仪表/测量点 来源与处置 资产履历 计划与标准 子资产



工作单

工单编号	工单概述	工作单类型	工单状态	报告的优先级	位置	实际开始时间	实际完成时间	
MT-WO-01809	客户报修	WO-客户报修	已结束	重要	呼和浩特市 有限公司厂区	2020-04-07 10:55	2020-04-07 10:55	编辑

新增

(1 - 3 / 总记录条目数: 3)



资产事务处理

单据号	事务处理单	类型	计划执行日期	计划完成日期	用途/描述	状态
-----	-------	----	--------	--------	-------	----

找不到任何结果。

(0 - 0 / 总记录条目数: 0)



工作申请

SR#	申请概述	SR申请类型	优先级	申请单状态	对应的工作单号	工作单状态	修改日期	
MT-SR-01097	客户报修	SR-服务申请	重要	结束	MT-WO-01809	已结束	2019-12-11 09:37	编辑

新增

(1 - 1 / 总记录条目数: 1)

20190709001-智能隧道装置预防性维护策略

编辑

业务框架: 冰轮环境服务云平台

服务区域: 国内服务区域

维保计划名称: 半封螺杆冷盐水机组预防性维护策略

预测开始时间: 2019-12-16 15:33

预测结束时间: 2020-01-15 18:23

预测天数: 30.00000

是否包含已下达工单: ☐

描述:

计划及预测结果

计划来源	对象编码	工作单类型	标准作业	提醒日期	计划开始时间	计划完成时间	工作单	工单计划开始时间	实施建议
☐ 季度检查/保养, 每90天1次	设备/资产:16H0557-1		智能隧道装置季检	2019-09-04	2019-09-11 15:31	2019-09-11 15:31			
☐ 季度检查/保养, 每90天1次	设备/资产:16H0557-1		智能隧道装置季检	2019-12-03	2019-12-10 15:31	2019-12-10 15:31			
☐ 季度检查/保养, 每90天1次	设备/资产:50A07032		智能隧道装置季检	2019-09-04	2019-09-11 15:31	2019-09-11 15:31			
☐ 季度检查/保养, 每90天1次	设备/资产:50A07032		智能隧道装置季检	2019-12-03	2019-12-10 15:31	2019-12-10 15:31			
☐ 季度检查/保养, 每90天1次	设备/资产:708870101		智能隧道装置季检	2019-09-04	2019-09-11 15:31	2019-09-11 15:31			
☐ 季度检查/保养, 每90天1次	设备/资产:708870101		智能隧道装置季检	2019-12-03	2019-12-10 15:31	2019-12-10 15:31			
☐ 季度检查/保养, 每90天1次	设备/资产:709083201		智能隧道装置季检	2019-09-04	2019-09-11 15:31	2019-09-11 15:31			
☐ 季度检查/保养, 每90天1次	设备/资产:709083201		智能隧道装置季检	2019-12-03	2019-12-10 15:31	2019-12-10 15:31			
☐ 季度检查/保养, 每90天1次	设备/资产:709821302		智能隧道装置季检	2019-09-04	2019-09-11 15:31	2019-09-11 15:31			
☐ 季度检查/保养, 每90天1次	设备/资产:709821302		智能隧道装置季检	2019-12-03	2019-12-10 15:31	2019-12-10 15:31			

标准作业活动

+ 创建标准作业活动

标准作业活动 列表



智能隧道装置

编辑

复制全部

服务区域
国内服务区域

标准作业类型
定时作业

失效日期:

描述:
单冻机预防性维护策略

等待序列:

工作任务

序号	工序名称	标准时长:小时	工作中心	负责人组/技能类型	负责人	动作功能模块	事件类型	
10	单冻机常规年度检修	0.00000000						编辑

新增

(1 - 1 / 总记录条数: 1)

标准检查项

序号	关联对象	名称	业务场景	检测方式	参考标准	字段类型	
1250	单冻机常规年度检修	检查更换电气PLC电池	任务执行(巡点检)			是/否	编辑
1260	单冻机常规年度检修	检查/更换电气元件	任务执行(巡点检)			是/否	编辑
1270	单冻机常规年度检修	传送带跑偏(板带跑偏/网带变形断丝)	任务执行(巡点检)			是/否	编辑
1280	单冻机常规年度检修	检查/更换减速机	任务执行(巡点检)			是/否	编辑
1290	单冻机常规年度检修	检查/更换风机	任务执行(巡点检)			是/否	编辑
1300	单冻机常规年度检修	检查/更换库门电加热丝	任务执行(巡点检)			是/否	编辑
1310	单冻机常规年度检修	检查/更换库门密封条	任务执行(巡点检)			是/否	编辑

新增

(1 - 7 / 总记录条数: 7)

标准作业活动

+ 创建标准作业活动

标准作业活动 列表



智能隧道装置

编辑

复制全部

服务区域
国内服务区域

标准作业类型
定时作业

失效日期:

描述:
单冻机预防性维护策略

等待序列:

工作任务

序号	工序名称	标准时长:小时	工作中心	负责人组	技能类型	负责人	动作功能模块	事件类型	
10	单冻机常规年度检修	0.00000000							编辑

新增

(1 - 1 / 总记录条数: 1)

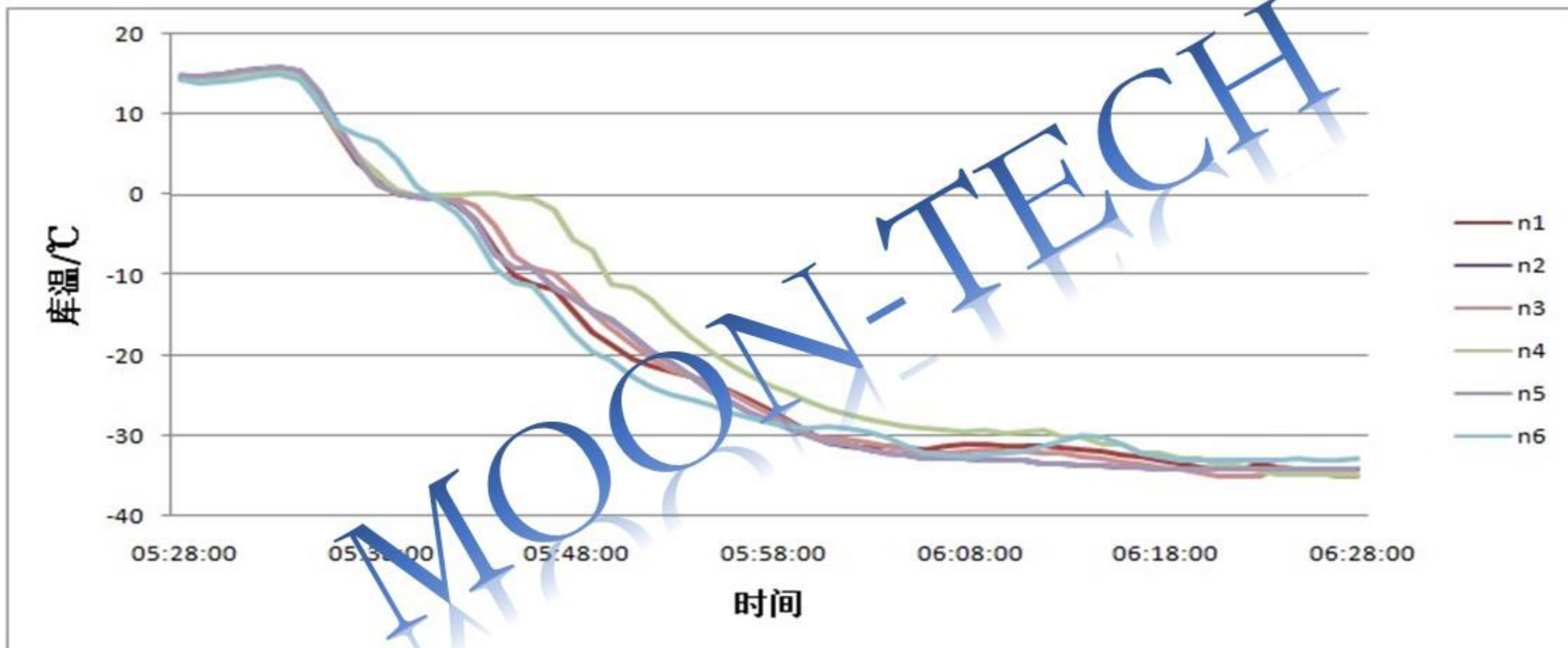
标准检查项

序号	关联对象	名称	业务场景	检测方式	参考标准	字段类型	
1250	单冻机常规年度检修	检查更换电气元件	任务执行(巡点检)			是/否	编辑
1260	单冻机常规年度检修	检查/更换电气元件	任务执行(巡点检)			是/否	编辑
1270	单冻机常规年度检修	传送带跑偏(板带跑偏/网带变形断丝)	任务执行(巡点检)			是/否	编辑
1280	单冻机常规年度检修	检查/更换减速机	任务执行(巡点检)			是/否	编辑
1290	单冻机常规年度检修	检查/更换风机	任务执行(巡点检)			是/否	编辑
1300	单冻机常规年度检修	检查/更换库门电加热丝	任务执行(巡点检)			是/否	编辑
1310	单冻机常规年度检修	检查/更换库门密封条	任务执行(巡点检)			是/否	编辑

新增

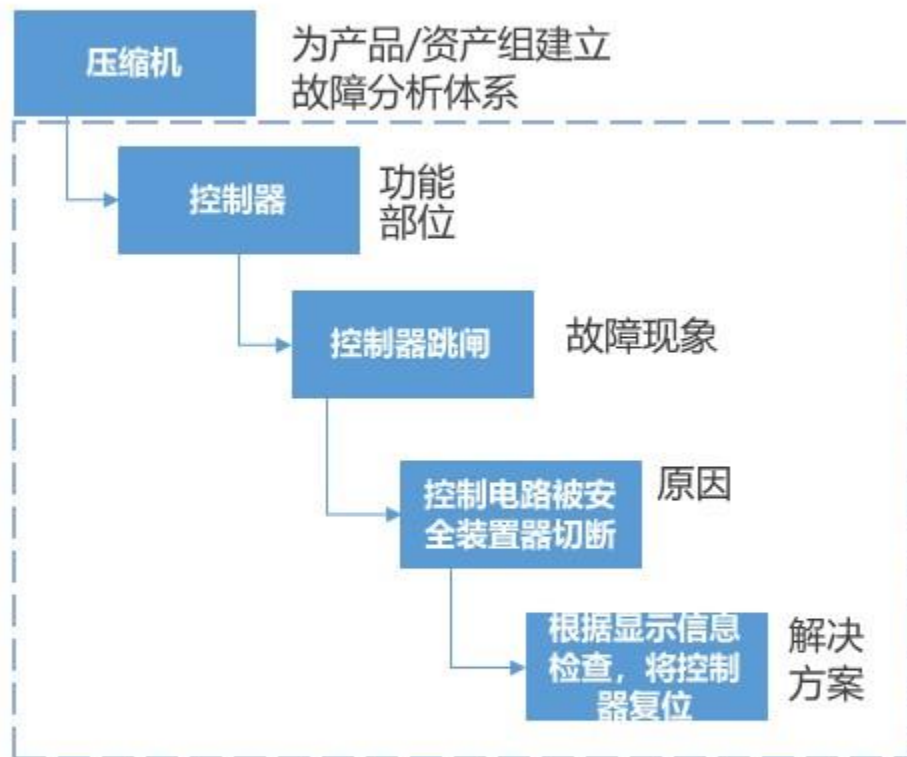
(1 - 7 / 总记录条数: 7)

空库降温模型为例，如下图：



- 1、在5点48分左右会输出报警：降温缓慢！并提示用户降温曲线存在异常。
- 2、在6点08分左右会输出总体曲线报警：降温曲线偏离严重！并提示用户由于在0°C左右降温缓慢，怀疑为前一天融霜后操作人员未清理卫生，导致库内存在大量液态水，望管理人员加强管理。**上述报警经与现场实际情况一致！**

建立故障结构体系 (并在运营中持续完善)



- 分配到产品/资产组
- 4段式：功能部位-故障现象-原因-解决方案

整合业内的制造商、资深专家、一线设备管理人员，打造垂直的知识学习与交流平台，提供各类定制培训课程。

基于工单记录 形成故障记录



- 在工单完工时快速引用数据
- 强制完整数据采集
- 自动计算故障统计

是故障类工单？

完工/报工时记录：
什么设备发生了故障？
发生了什么故障？
什么原因，如何处理？

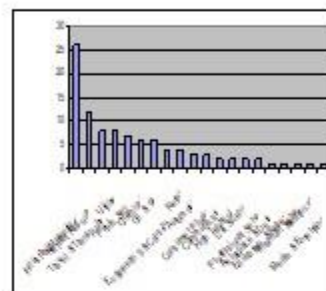


故障历史数据库

- 故障统计
- 频率
- MTTR, MTBF

目标：用于可靠性分析及建立设备维修知识库

通过统计分析报告 形成改进措施



- 数据分析
- 帕累托分析（发现重点）

统计并解决：
哪些设备需要重点关注？
设备哪里问题重大？
是否可以彻底解决或提前预防？



- 维修纠正
- 提前预防
- 工程更改

目标（冰轮）：提高设备可靠性，减少意外关停。

目标（用户）：对故障数据进行分析，在运营中持续改善。



PART
04

智慧运维

AI算法全流程覆盖：数据采集、冷/热源端、管网平衡端、需求端以及环境影响

能源系统：动态波动 + 环境影响 + 要素相互作用复杂 → 高维非定态随机数学系统

大数据容错分析

- 多层清洗与分层特征提取
- 提高数据精准度

非定态算法

- 动态波动数据分析



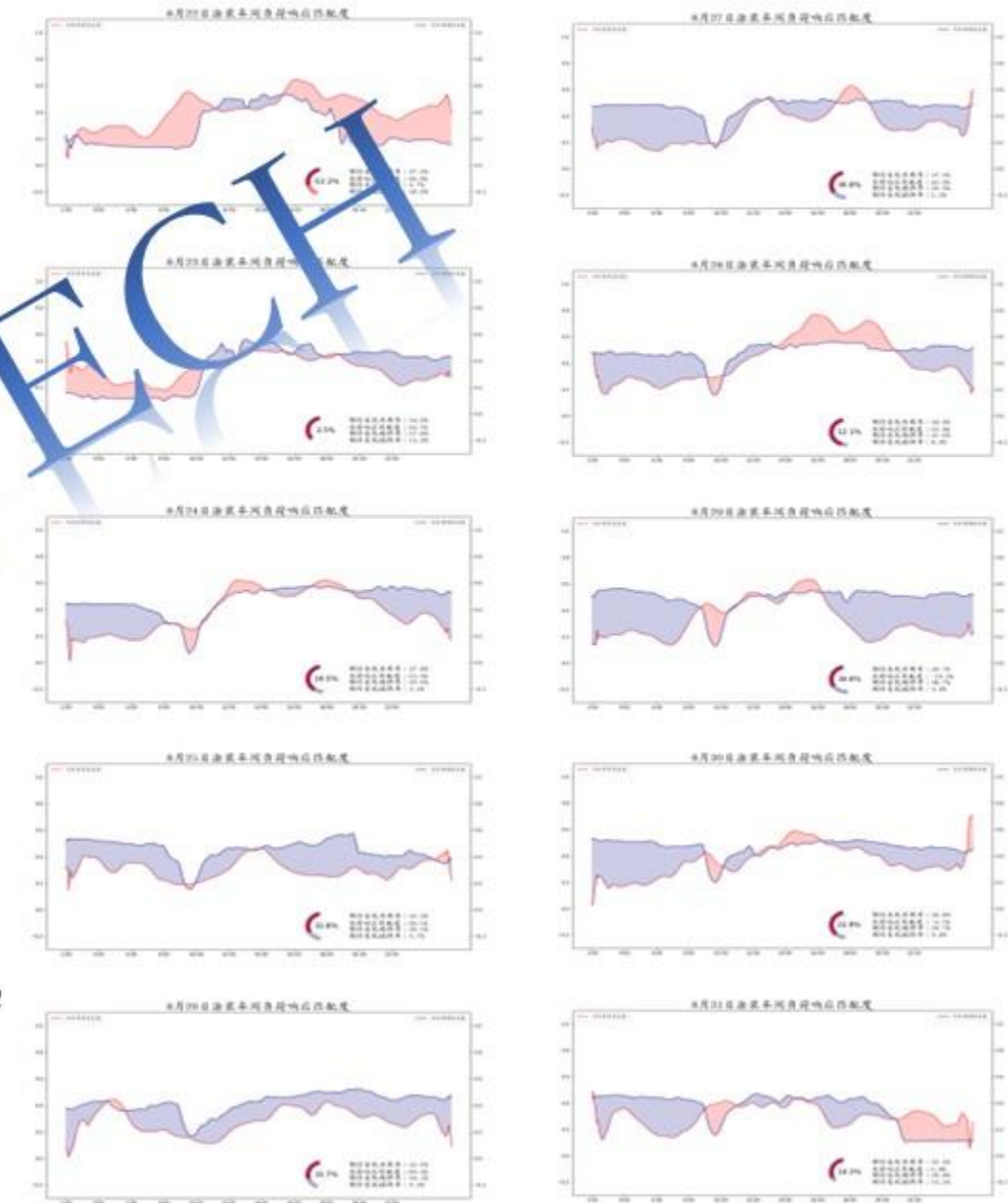
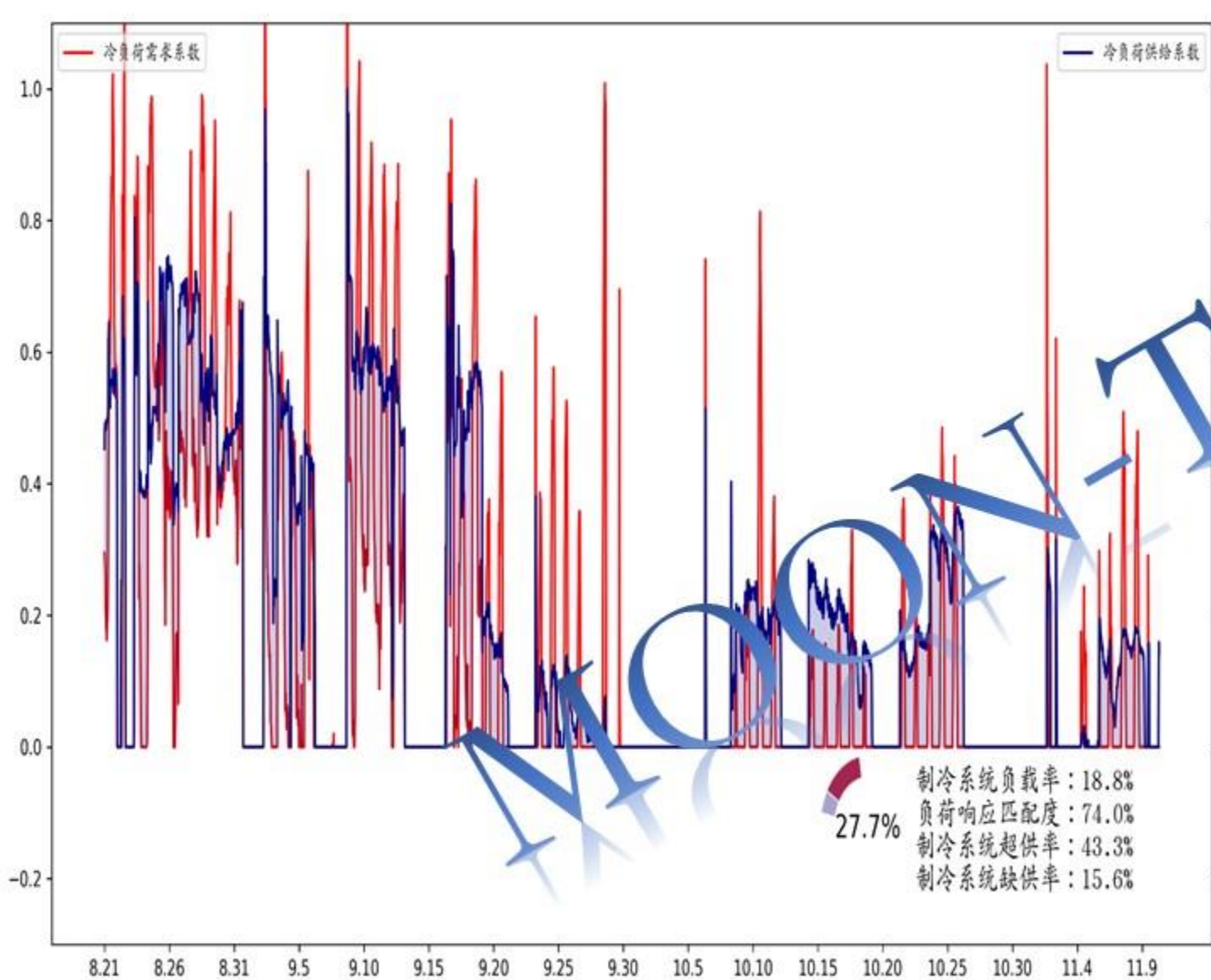
负荷响应算法

- 冷/热源及流体输配系统能效评估
- 维护结构评估

时滞预测算法

- 预测能源系统滞后时间

实时预测能耗需求，制定最优运行策略，精确计算结果！



基于贝叶斯层次模型的车间冷能数据回归

智能隧道控制方面的3个问题：温度（品质）、能耗（成本）、安全。

1、单冻机温度控制得分

$$r_1 = \begin{cases} -[\bar{T}_t - (-33) + 1]^2 & \bar{T}_t \geq -33 \\ -(-33 - \bar{T}_t)^2 & \bar{T}_t < -33 \end{cases}$$

2、高温机与低温机的平均电流控制得分

$$r_2 = -\bar{I}_t/100$$

3、氨高贮的平均液位得分

$$r_3 = -(650 - \bar{N}_t)/400$$

4、低压桶泵的平均液位得分

$$r_4 = -(600 - \bar{C}_t)/400$$

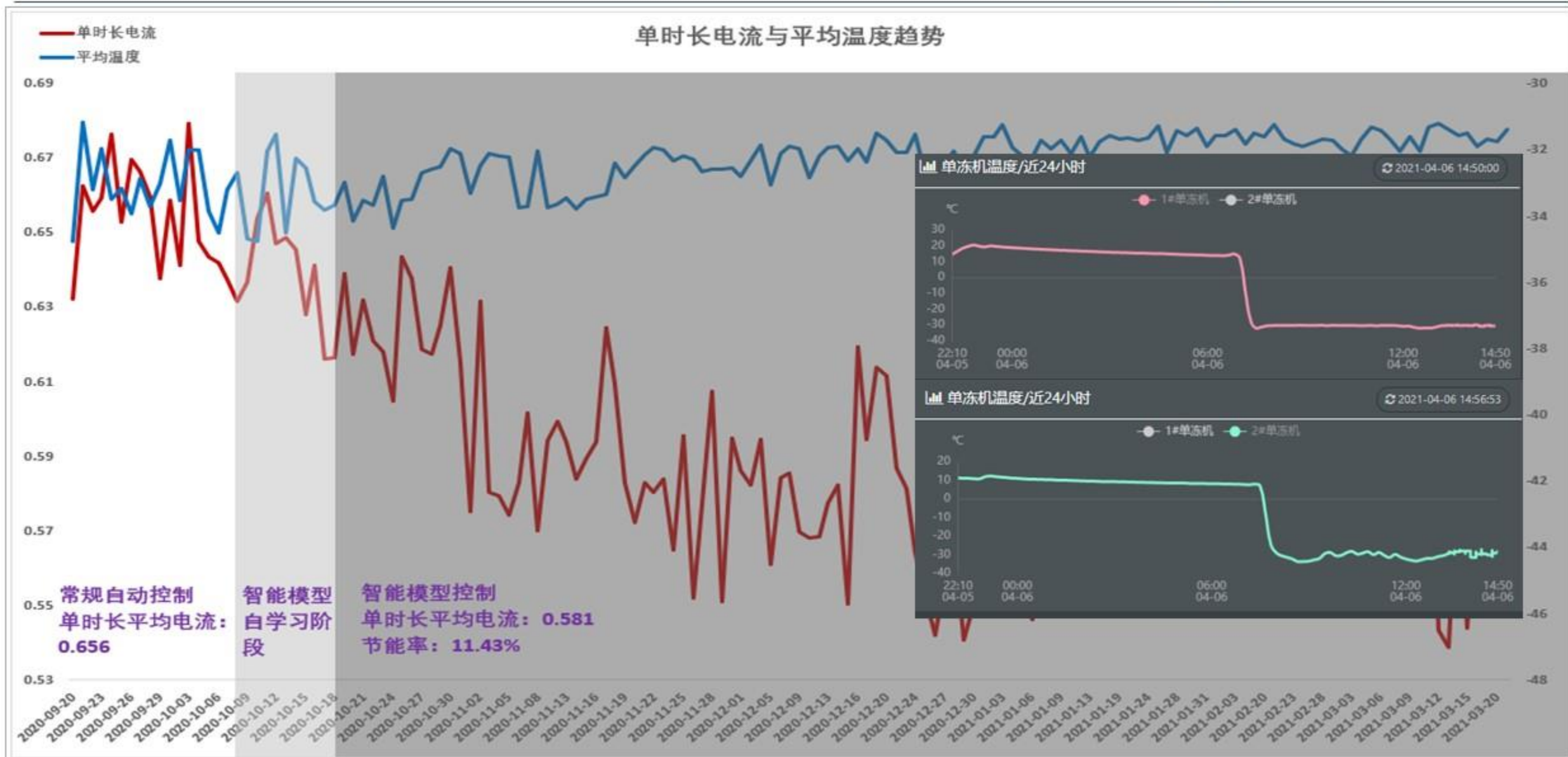
那么在每一个控制回合的总评分为 $R_t = 100 + r_1 + r_2 + r_3 + r_4$

这里在分项负向奖励之和上额外加上100，将奖励的数值调节为70~100的范围内，便于阅读和比较。

该控制系统效能评价体系在分数上基本上兼顾了控制准确性

温度控制和能耗水平，这两点在总评分中分别占据了45%左右，而制冷液液位控制分别占据了5%的份额。

可信任区域策略优化 (Trust Region Policy Optimization, TRPO) ” 算法



用数学模型解决了供需端冷能匹配的问题，利用机器学习不断优化！

冻品过冻 (2、3#肉)

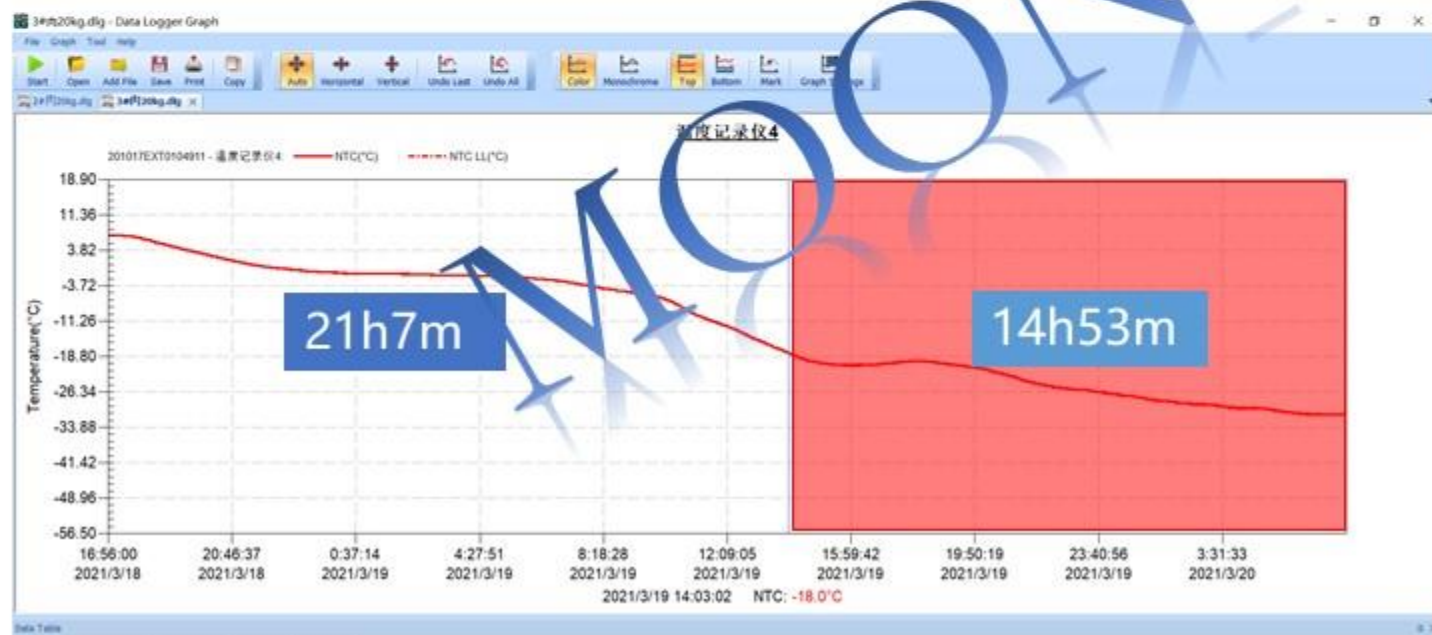


冰轮环境
MOON-TECH

智慧 绿能 生态
Intelligent Green energy Ecology

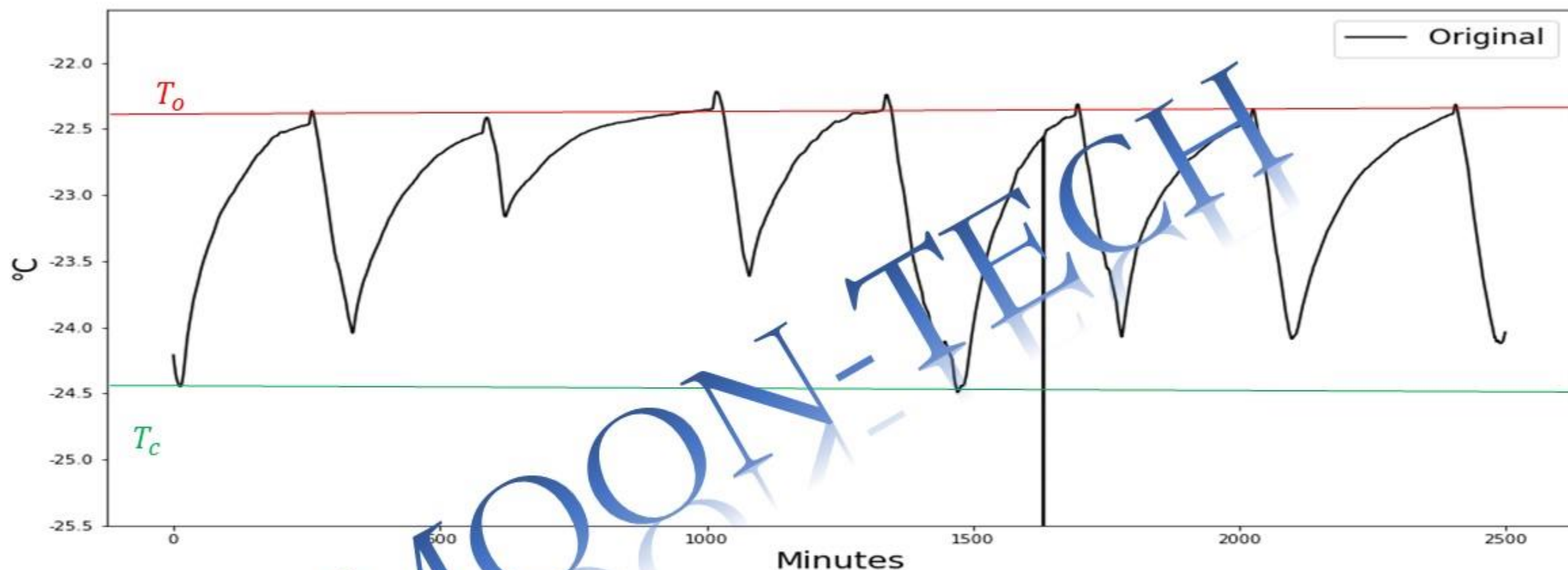


货物代号	2#肉
入货温度	3.8°C
冻结时间	36
出货温度	-31.1
过冻占比	43%



货物代号	3#肉
入货温度	3.5°C
冻结时间	36
出货温度	-31.2
过冻占比	40%

中心温度到达-18°C后转入冷藏模式维持库温!



冷库具有稳定的保温结构，保温结构体系所蓄积的热阻决定了热量的传输速度；货物温度的影响；库内外温差影响，当库内外温差越大，室外热量通过保温结构向库内传输热量越快，库内温度上升较快，反之，则变化速率降低。

不调节压缩机载位，只存在停机开机满载两种状态，那么最优化的控制方案就是提高下限温度，避免库温进入快速回升区，这样就可以缩短开机时间，从而达到节能的目的。

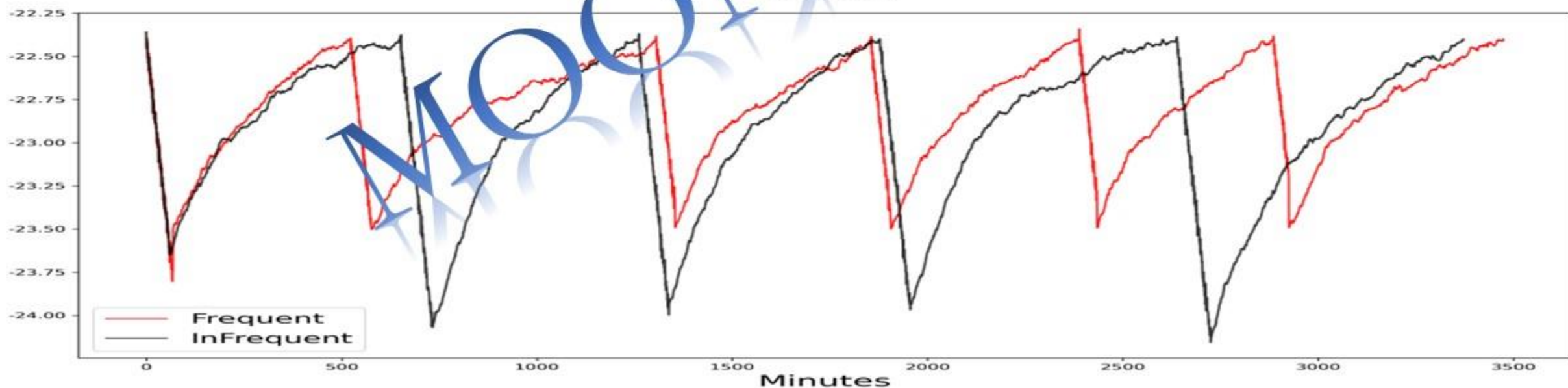
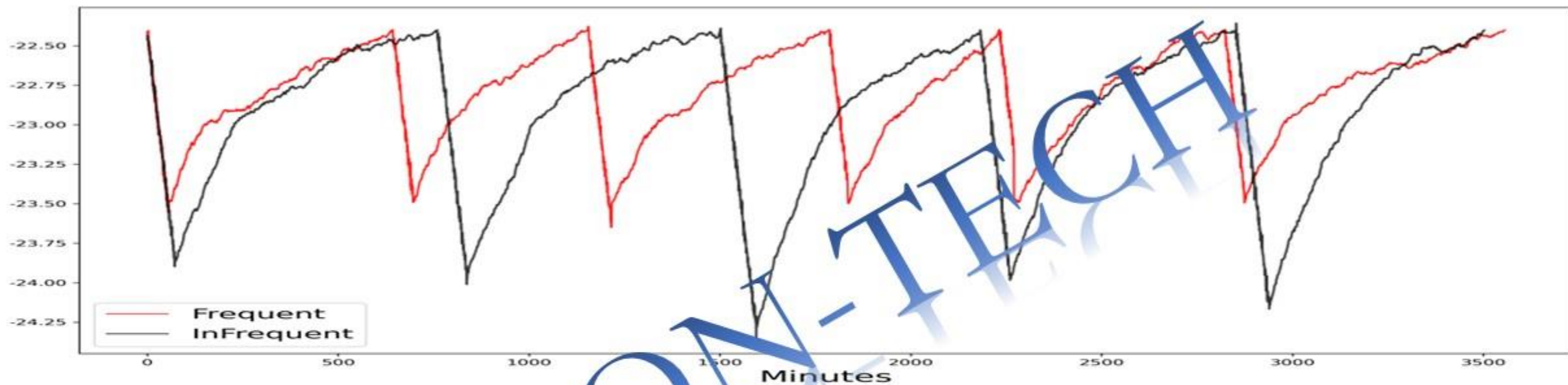
在当时的气象条件和运行工况下，如何确保温度回升时间大于等于必要启动时间下的最大化的下限温度。

$$\begin{aligned} & \text{Max } T_c(\text{Weather}_t) \\ & \text{S.T. } \text{Time}_{up} > E_T \end{aligned}$$

这里的 E_T 是必要开机间隔时间， Weather_t 指的是室外气象状态， $T_c(\text{Weather}_t)$ 的含义是下阈值温度 T_c 不再是一个定值，而是一个依赖于实时气象变化的变量。比如夏季的正午与冬季的凌晨，冷藏仓库的温度回升时间 Time_{up} 差异很大，所以需要根据气象状态对这一温度回升时间 Time_{up} 进行建模。

使用深度学习框架构建了该仿真模型之后，导入历史数据，利用自适应梯度算法与均方根传播优化算法，对数据进行拟合，仿真模型的**总变差解释比率** $R^2 \approx 93.4$ 。

在具有了效果较好的仿真系统之后，就可以将模型的输出值下发至控制系统，以达到节能的目的。





核心思路就是通过相对频繁调节来避免冷藏库进入高能耗区域，基于最短必要开机时间原则的控制策略，节能率在**20%**左右。当然这一节能率随着气象状况和必要开机时间的变化而变化，必要开机时间越短，气象温度越高，那么潜在的节能空间就越大。

增加峰平谷的控制结果小温差、低耗电、低干耗



冰轮环境
MOON-TECH

智慧 绿能 生态
Intelligent Green energy Ecology

冷藏立体库温度电流曲线_20210202_模拟电流3346（实际4958）_模拟电价1708（实际2383）

18.02%

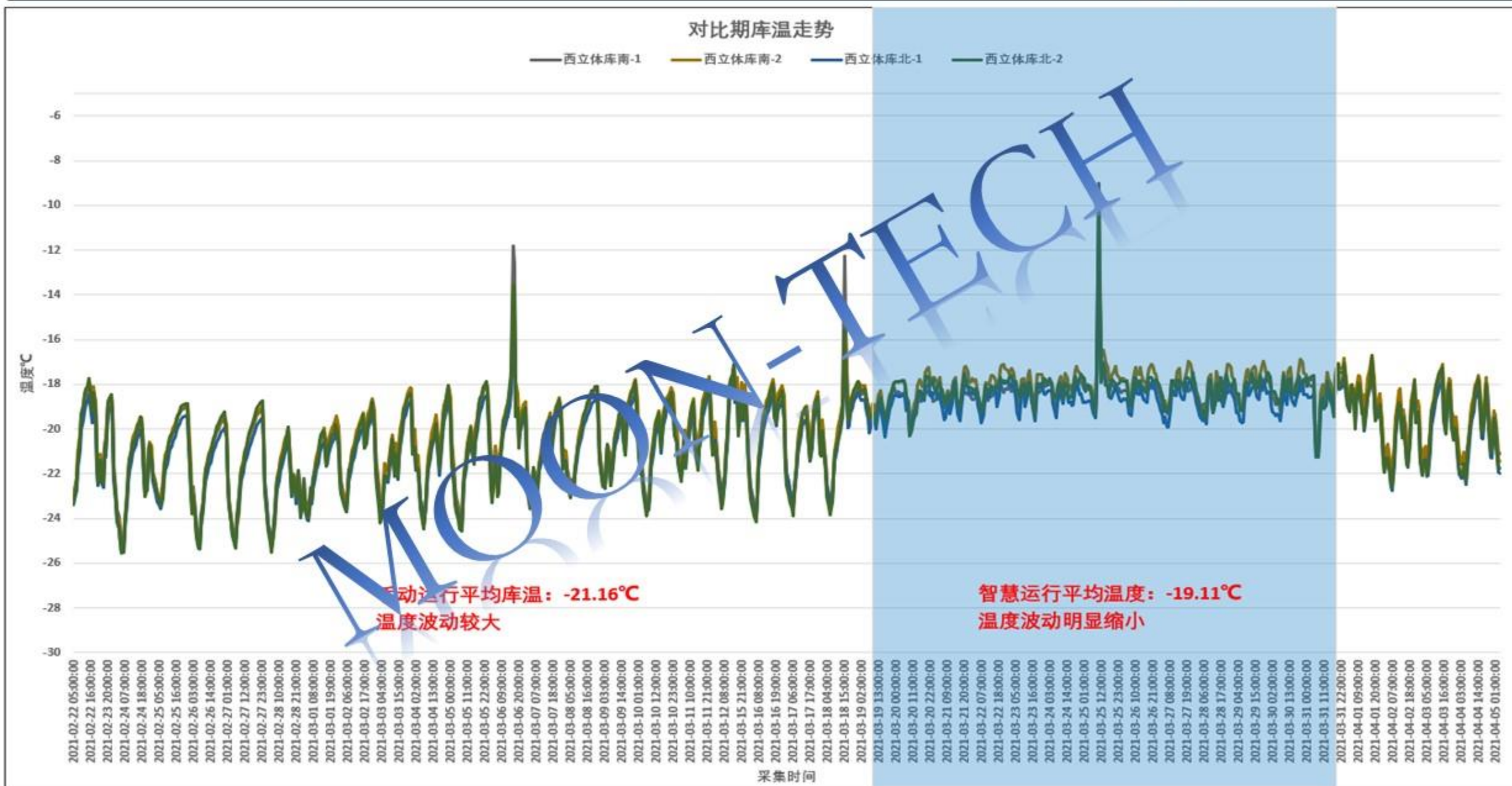


温度趋势（小温差、低干耗）



冰轮环境
MOON-TECH

智慧 绿能 生态
Intelligent Green energy Ecology





PART
05

项目总结

- 针对冷冻设备能耗大、智能化水平低等相关问题，进行了低能耗高品质速冻工艺、内部气流组织优化、防结霜及高效除霜技术以及智能化控制技术等关键技术的攻关，在此基础上开发了智慧高效连续冻结线，利用健康维护体系，提高设备可靠性；搭建数学模型解决冷能供给端与需求侧的匹配问题，通过冻品的数据库实时调整制冷系统的蒸发温度和冻结时长，避免过冻和欠冻，缩小温差、提高品质、降低运行能耗，打通了与生产系统的数据通道，消灭数据孤岛，让数据价值最大化。

形成的核心技术	1、低能耗高品质速冻工艺； 2、速冻装备内部气流组织优化； 3、防结霜及高效除霜技术； 4、智能控制技术；
专利	撰写专利9项，已授权4项
论文	发表科技论文8篇，
经济效益	销售收入1.8亿，利税4500万元，节约单位GDP能耗 $\approx 17\%$ 。
社会效益	用新技术助推传统速冻行业向低能耗、智能化方向转型

用更为**低碳**的方式向全球客户的各类应用
提供最佳的**温度**和**压力**条件及**智慧运维管理**
以**MICC**平台为依托，赋能传统行业**新未来**！



冰轮环境公众号



冰轮环境官网