

加速器智能监测和巡检

何泳成

东莞研究部加速器技术部

2024年10月

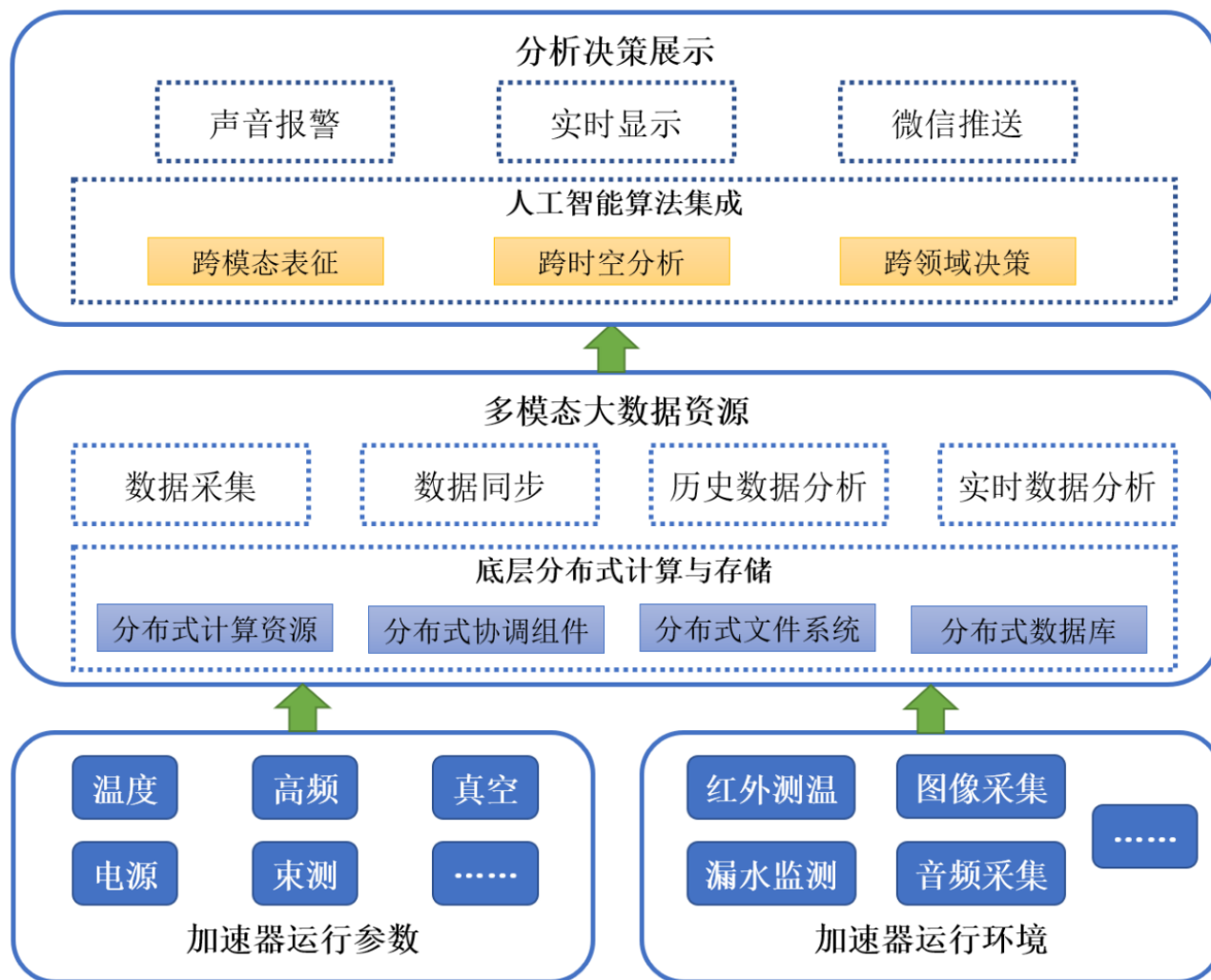


报告内容

- 一. 加速器智能监测和巡检系统设计
- 二. 基于深度学习的加速器预警系统样机
- 三. **CSNS RTBT**本地站智能巡检系统试点

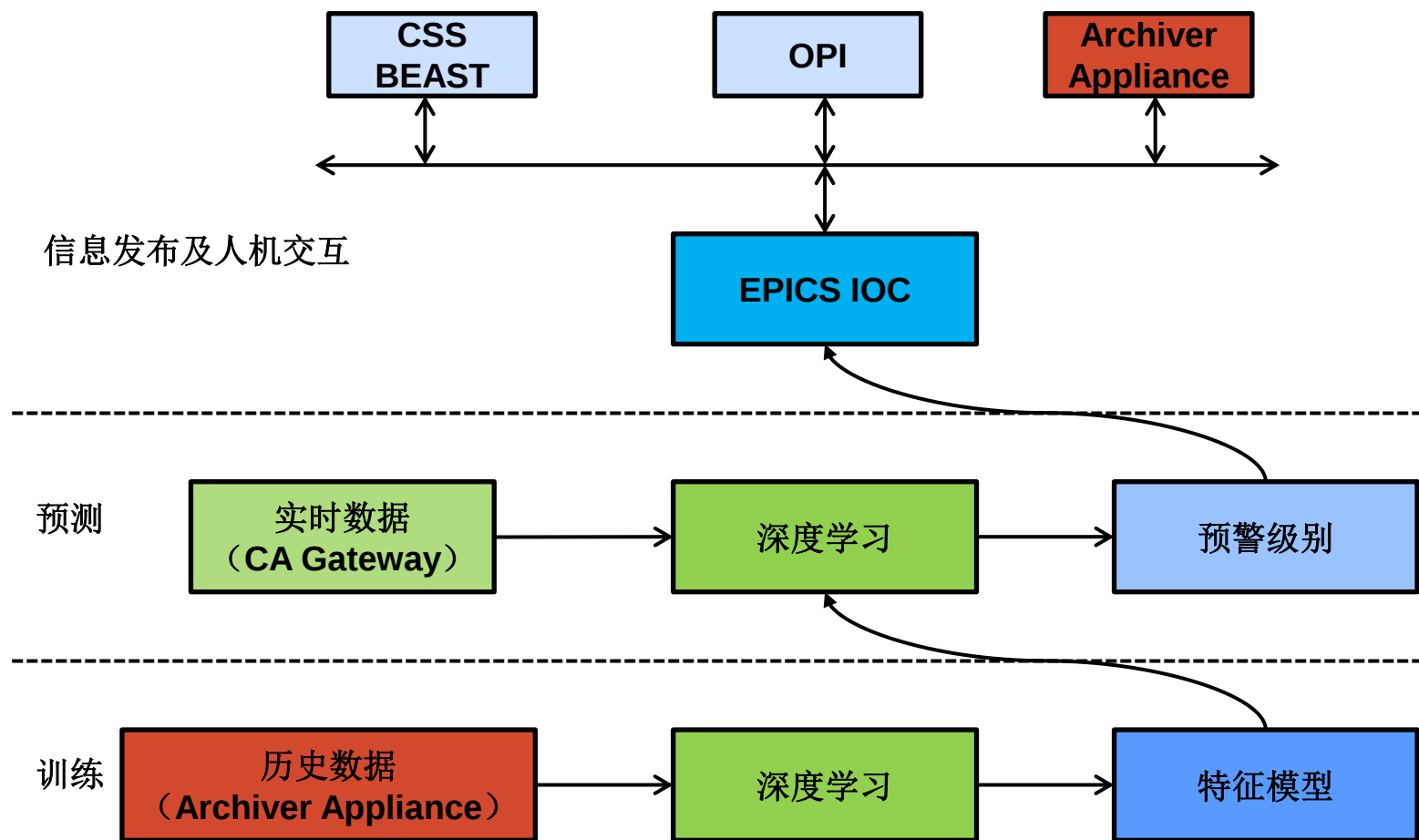
一.加速器智能监测和巡检系统设计

➤ 整体结构示意图



二.基于深度学习的加速器预警系统样机

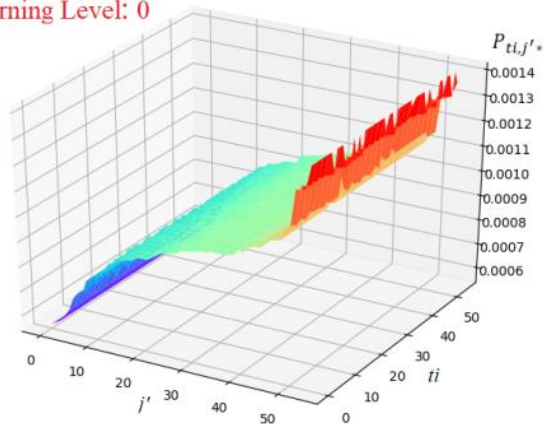
➤ 系统结构设计



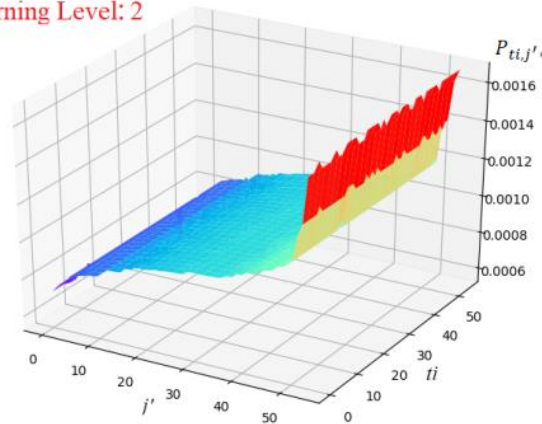
二.基于深度学习的加速器预警系统样机

➤ 训练样本示例

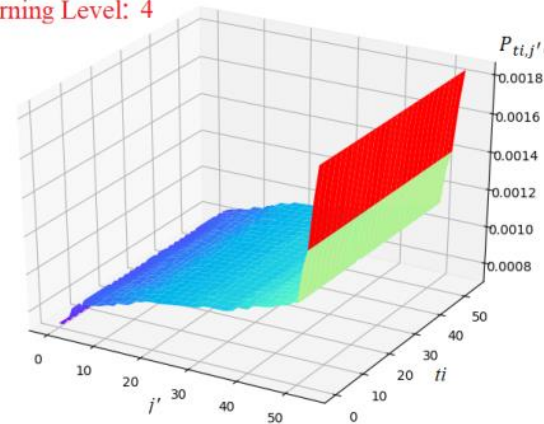
Warning Level: 0



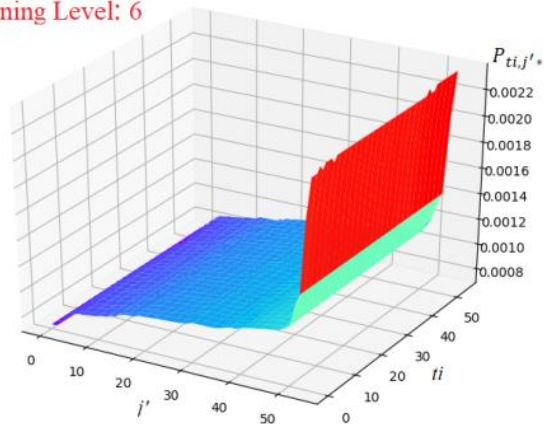
Warning Level: 2



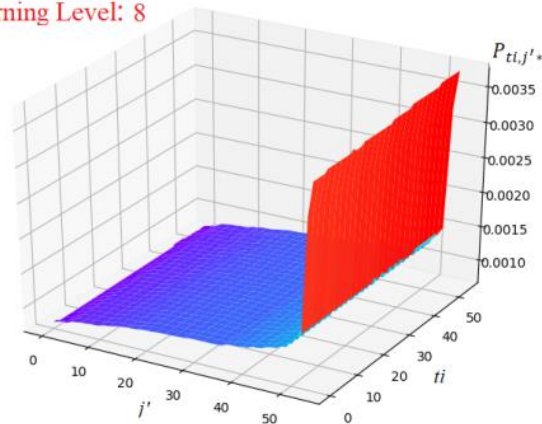
Warning Level: 4



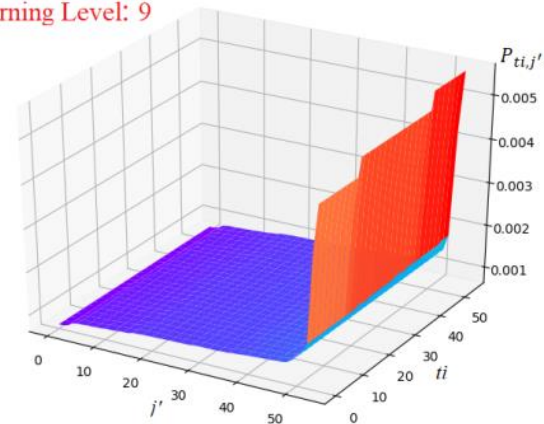
Warning Level: 6



Warning Level: 8

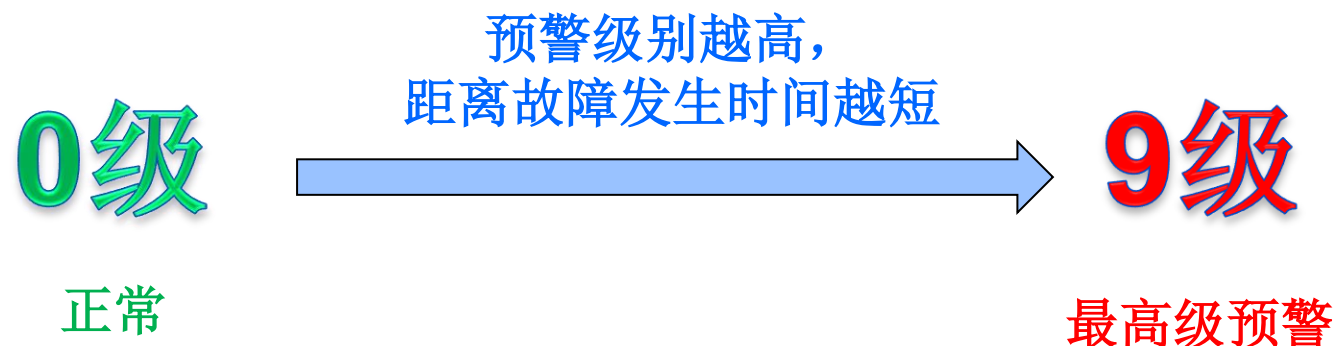


Warning Level: 9



二.基于深度学习的加速器预警系统样机

➤ 预警级别定义

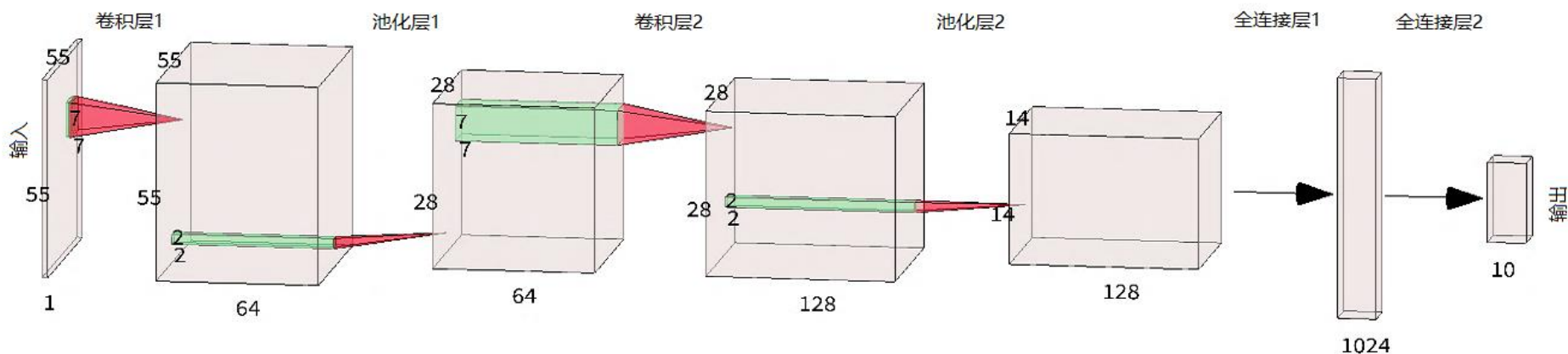


- 将预警级别转化为10维列向量

预警级别 Y 为 5 时: $Y = [0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0]^T$

二.基于深度学习的加速器预警系统样机

➤ 深度网络结构

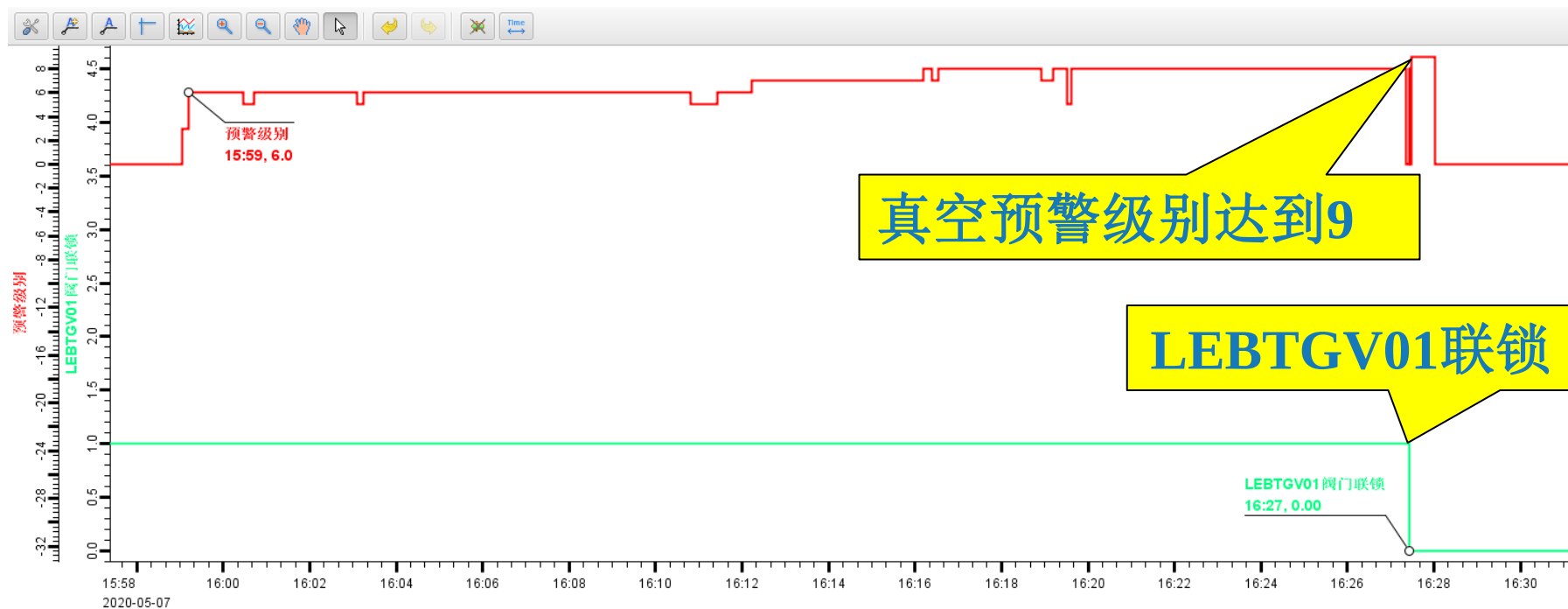


• 训练相关信息

GPU型号	GPU加速	训练轮数	每轮训练耗时	训练集样本数	测试集样本数	学习率	保持率	准确率
RTX 2080Ti	约17倍	351	约3分钟	50万	5万	0.0002	0.9	98.4%

二.基于深度学习的加速器预警系统样机

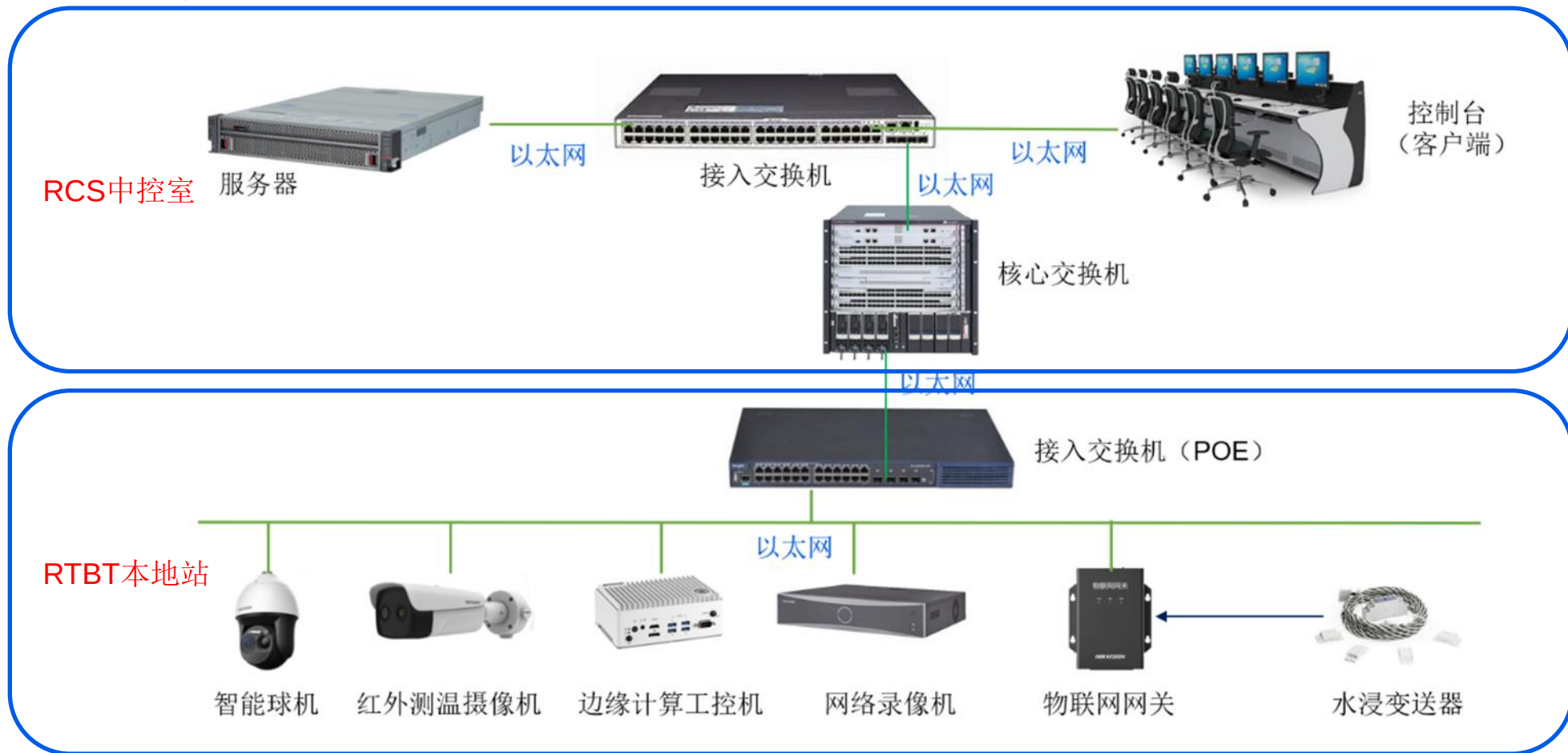
➤ 实例



能发出预警信息，但仍需积累更多样本，训练出更精确模型，从而提高预警级别的准确率

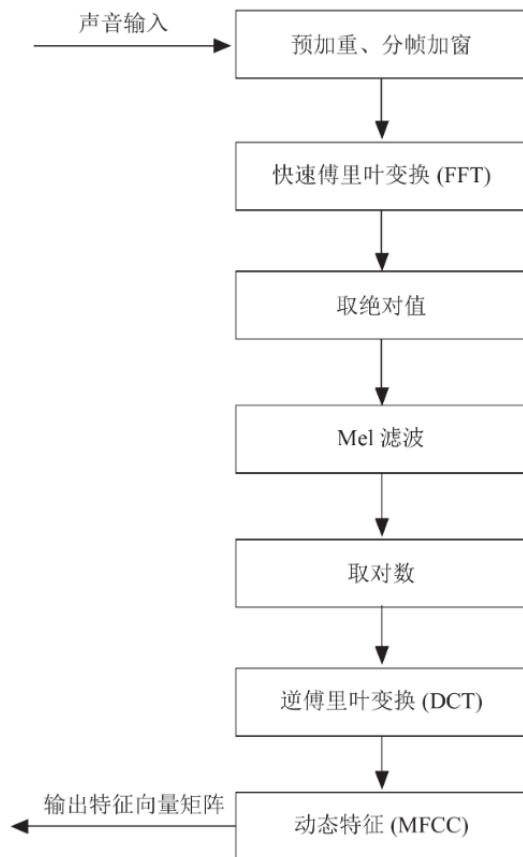
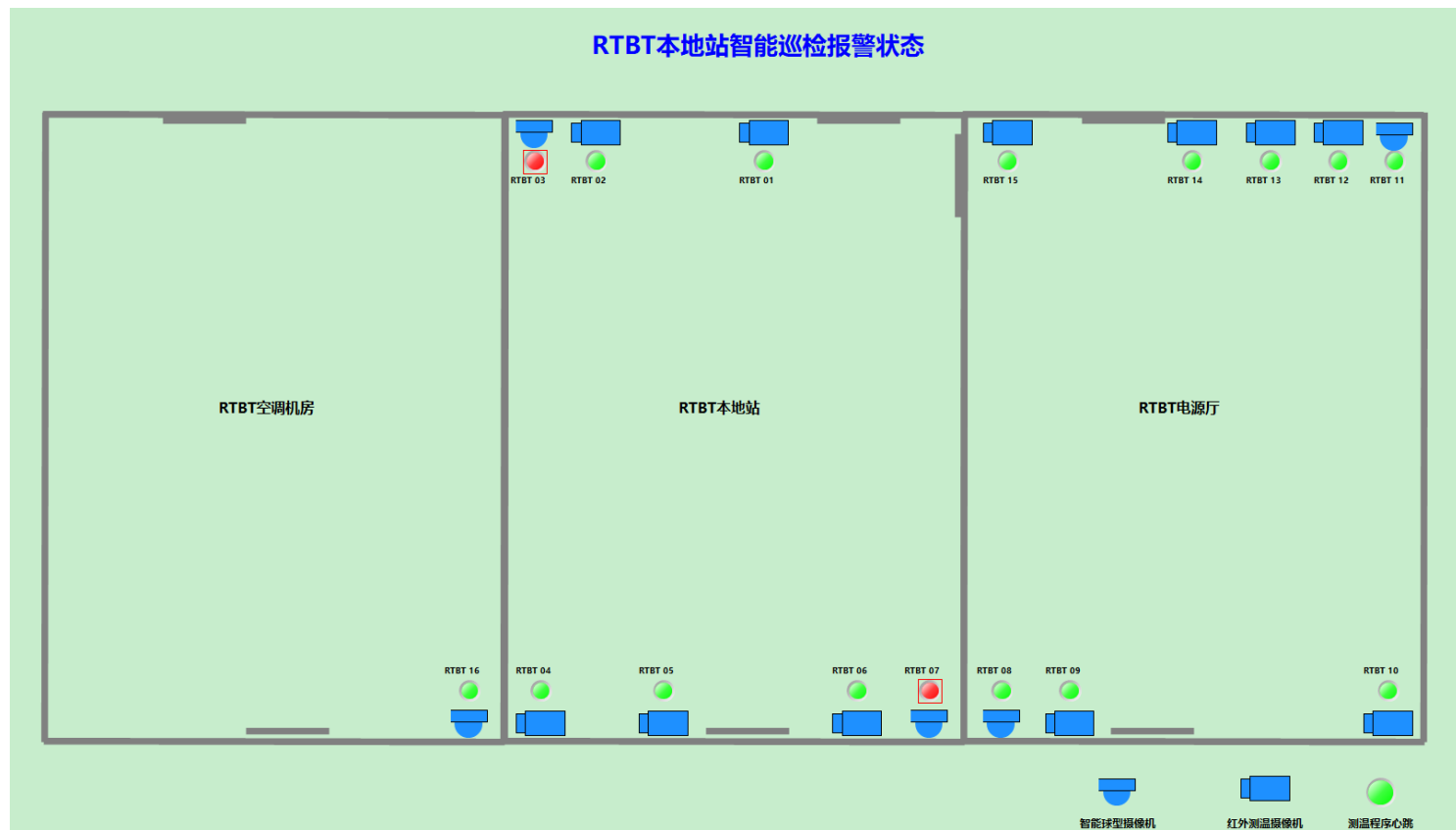
三. CSNS RTBT本地站智能巡检系统试点

➤ 系统结构



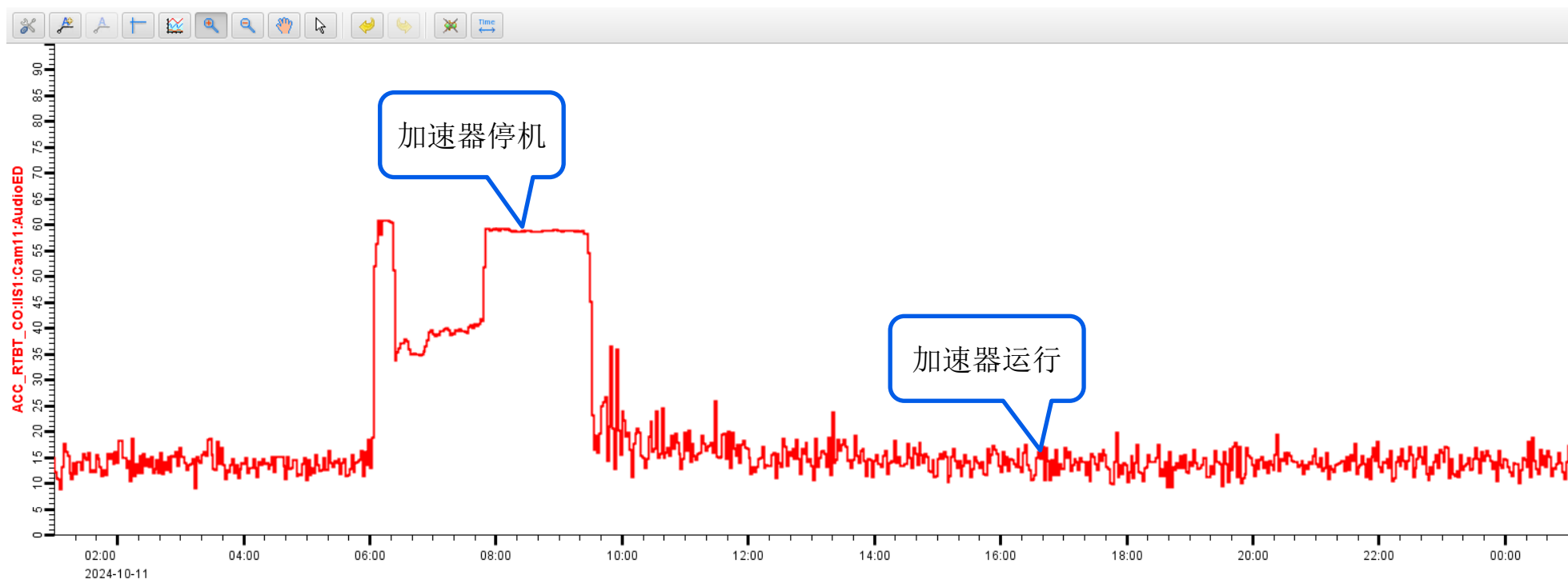
三. CSNS RTBT本地站智能巡检系统试点

- 通过SDK将红外测温摄像机的温度报警信号发布为EPICS PV
- 使用Mel频率倒谱系数（MFCC）提取摄像机采集音频的特征



三. CSNS RTBT本地站智能巡检系统试点

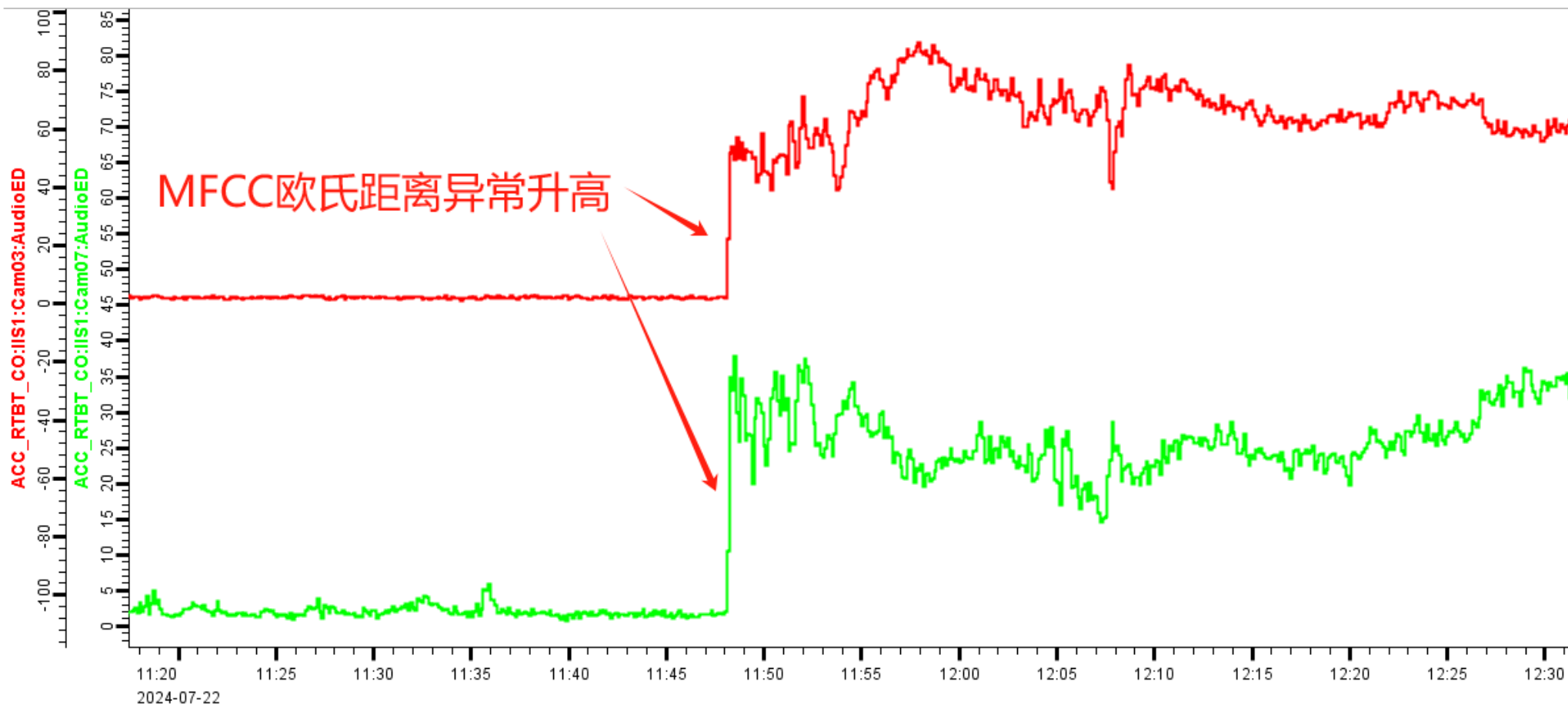
- 因暂无故障音频数据，所以使用正常时音频的MFCC平均值与实时音频的MFCC平均值间的欧几里得距离来对音频进行区分



正常音频MFCC平均值与实时音频MFCC平均值间的欧几里得距离曲线

三. CSNS RTBT本地站智能巡检系统试点

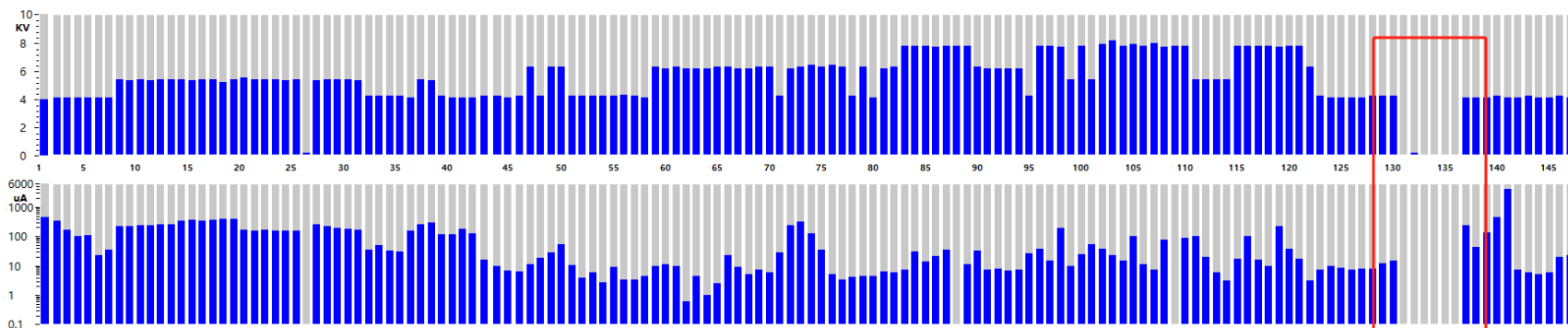
- 实例1: 两路音频MFCC欧式距离同时异常升高, 排查原因为真空离子泵电源故障



三. CSNS RTBT本地站智能巡检系统试点

➤ 实例1：两路音频MFCC欧式距离同时异常升高，排查原因为真空离子泵电源故障

CSNS Accelerator Ion Pump Monitoring

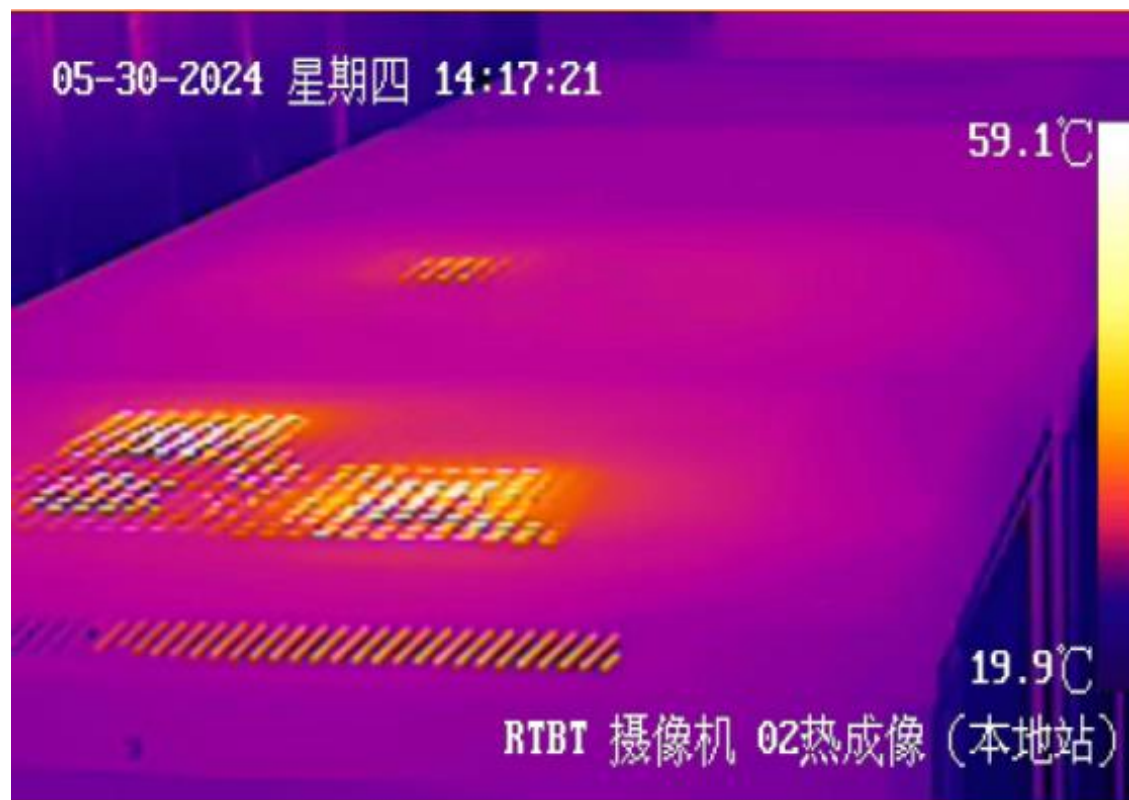


1	RFQIP001	4.0	420.0	22	DTLIP015	5.4	170.0	43	LDIP001	4.2	5.2	64	LRBTIP014	6.2	0.6	85	R1IP005	7.8	4.5	106	R3IP002	7.8	3.8	127	RTSTIP006	4.1	3.0
2	RFQIP002	4.1	350.0	23	DTLIP016	5.4	160.0	44	LDIP002	4.2	3.4	65	LRBTIP015	6.3	1.2	86	R1IP006	7.7	6.2	107	R3IP003	8.0	2.7	128	RTSTIP007	4.2	3.0
3	RFQIP003	4.1	170.0	24	DTLIP017	5.3	160.0	45	LDIP003	4.1	2.6	66	LRBTIP016	6.3	6.8	87	R1IP007	7.8	9.1	108	R3IP004	7.7	17.0	129	RTSTIP008	4.2	4.0
4	MEBTIP001	4.1	100.0	25	DTLIP018	5.4	160.0	46	LDIP004	4.2	2.5	67	LRBTIP017	6.2	3.2	88	R1IP008	7.8	0.0	109	R3IP005	7.8	0.0	130	RTSTIP009	4.2	4.7
5	MEBTIP002	4.1	110.0	26	DTLIP019	0.1	0.0	47	LDIP001	6.3	3.8	68	LRBTIP018	6.2	2.1	89	R1IP009	7.8	3.8	110	R3IP006	7.8	19.0	131	RTSTIP010	0.0	0.0
6	MEBTIP003	4.1	23.0	27	DTLIP020	5.3	260.0	48	LDIP002	4.2	5.8	69	LRBTIP019	6.3	2.7	90	R2IP001	6.3	8.6	111	R3IP007	5.4	21.0	132	RTSTIP011	0.1	0.0
7	MEBTIP004	4.1	35.0	28	DTLIP021	5.4	230.0	49	INJIP001	6.3	7.9	70	LRBTIP020	6.3	2.3	91	R2IP002	6.2	2.8	112	R3IP008	5.4	6.1	133	RTSTIP012	0.0	0.0
8	DTLIP001	5.4	220.0	29	DTLIP022	5.4	200.0	50	INJIP002	6.3	13.0	71	LRBTIP021	4.2	8.0	92	R2IP003	6.2	2.9	113	R4IP001	5.4	2.4	134	RTSTIP013	0.0	0.0
9	DTLIP002	5.3	230.0	30	DTLIP023	5.4	180.0	51	LRBTIP001	4.2	3.6	72	LRBTIP022	6.2	41.0	93	R2IP004	6.2	2.6	114	R4IP002	5.4	1.4	135	RTSTIP014	0.0	0.0
10	DTLIP003	5.4	240.0	31	DTLIP024	5.3	170.0	52	LRBTIP002	4.2	1.7	73	LRBTIP023	6.3	51.0	94	R2IP005	6.2	2.8	115	R4IP003	7.8	5.4	136	RTSTIP015	0.0	0.0
11	DTLIP004	5.3	240.0	32	DTLIP025	4.2	34.0	53	LRBTIP003	4.2	2.3	74	LRBTIP024	6.4	25.0	95	R2IP006	4.2	7.4	116	R4IP004	7.8	21.0	137	RTSTIP016	4.1	41.0
12	DTLIP005	5.4	250.0	33	DTLIP026	4.2	49.0	54	LRBTIP004	4.2	1.3	75	LRBTIP025	6.3	9.3	96	R2IP007	7.8	9.8	117	R4IP005	7.8	5.1	138	RTSTIP017	4.1	11.0
13	DTLIP006	5.4	260.0	34	DTLIP027	4.2	32.0	55	LRBTIP005	4.2	3.3	76	LRBTIP026	6.4	2.1	97	R2IP008	7.8	4.8	118	R4IP006	7.8	3.4	139	RTSTIP018	4.1	26.0
14	DTLIP007	5.4	350.0	35	DTLIP028	4.2	31.0	56	LRBTIP006	4.3	1.5	77	LRBTIP027	6.3	1.5	98	R2IP009	7.7	36.0	119	R4IP007	7.7	39.0	140	RTSTIP019	4.2	67.0
15	DTLIP008	5.3	360.0	36	DTLIP029	4.1	160.0	57	LRBTIP007	4.2	1.5	78	LRBTIP028	4.2	1.8	99	R2IP010	5.4	3.4	120	R4IP008	7.8	10.0	141	RTSTIP020	4.1	380.0
16	DTLIP009	5.4	340.0	37	DTLIP030	5.4	250.0	58	LRBTIP008	4.1	1.9	79	LRBTIP029	6.3	1.9	100	R2IP011	7.8	7.0	121	R4IP009	7.8	5.5	142	RDIP001	4.1	2.7
17	DTLIP010	5.4	370.0	38	DTLIP031	5.3	290.0	59	LRBTIP009	6.3	3.5	80	LRBTIP030	4.1	1.0	101	R2IP012	5.4	13.0	122	RTBTIP001	6.3	1.4	143	RDIP002	4.2	2.3
18	DTLIP011	5.2	390.0	39	DTLIP032	4.2	120.0	60	LRBTIP010	6.2	3.9	81	R1IP001	6.2	2.5	102	R2IP013	7.9	9.8	123	RTBTIP002	4.2	2.7	144	RDIP003	4.1	2.1
19	DTLIP012	5.4	400.0	40	DTLIP033	4.1	120.0	61	LRBTIP011	6.3	3.5	82	R1IP002	6.3	2.4	103	R2IP014	8.2	6.6	124	RTBTIP003	4.1	3.4	145	RDIP004	4.1	2.3
20	DTLIP013	5.5	170.0	41	DTLIP034	4.1	180.0	62	LRBTIP012	6.2	0.4	83	R1IP003	7.8	2.8	104	R2IP015	7.8	4.7	125	RTBTIP004	4.1	3.1	146	RDIP005	4.2	6.0
21	DTLIP014	5.4	160.0	42	DTLIP035	4.1	130.0	63	LRBTIP013	6.2	1.9	84	R1IP004	7.8	8.5	105	R3IP001	7.9	21.0	126	RTBTIP005	4.1	2.8	147	RDIP006	4.1	6.6



三. CSNS RTBT本地站智能巡检系统试点

- 实例2：发现真空机柜温度偏高，排查原因为机柜风扇故障



谢谢！