塑造智慧变革

HEXAGON
海克斯康

北京
国家会议中心
2018年
9月10-12日
2018.hexagonchina.com.cn

自动化监测与人工监测的桥梁与隧道监测

Mr. T.N. Wong

FHKIS, FRICS, MNZIS, RISM, FInstICES

國際測量師聯合會FIG 2003-2006 副會長

香港測量師學會會長 1997/98

2016年以来NZIS香港分會主席

海克斯康 HEXAGON

目录

项目背景

中环湾仔绕道及东区走廊通道（CWB）

是香港岛北岸的一条战略道路，旨在纾缓Gloucester现有道路- Harcourt道- Connaught中心走廊的交通拥堵。在法定程序中重申了这一需要，并在公众参与过程中得到支持。

项目管理:
公路部门
咨询工程公司:
AECOM 亚洲有限公司.

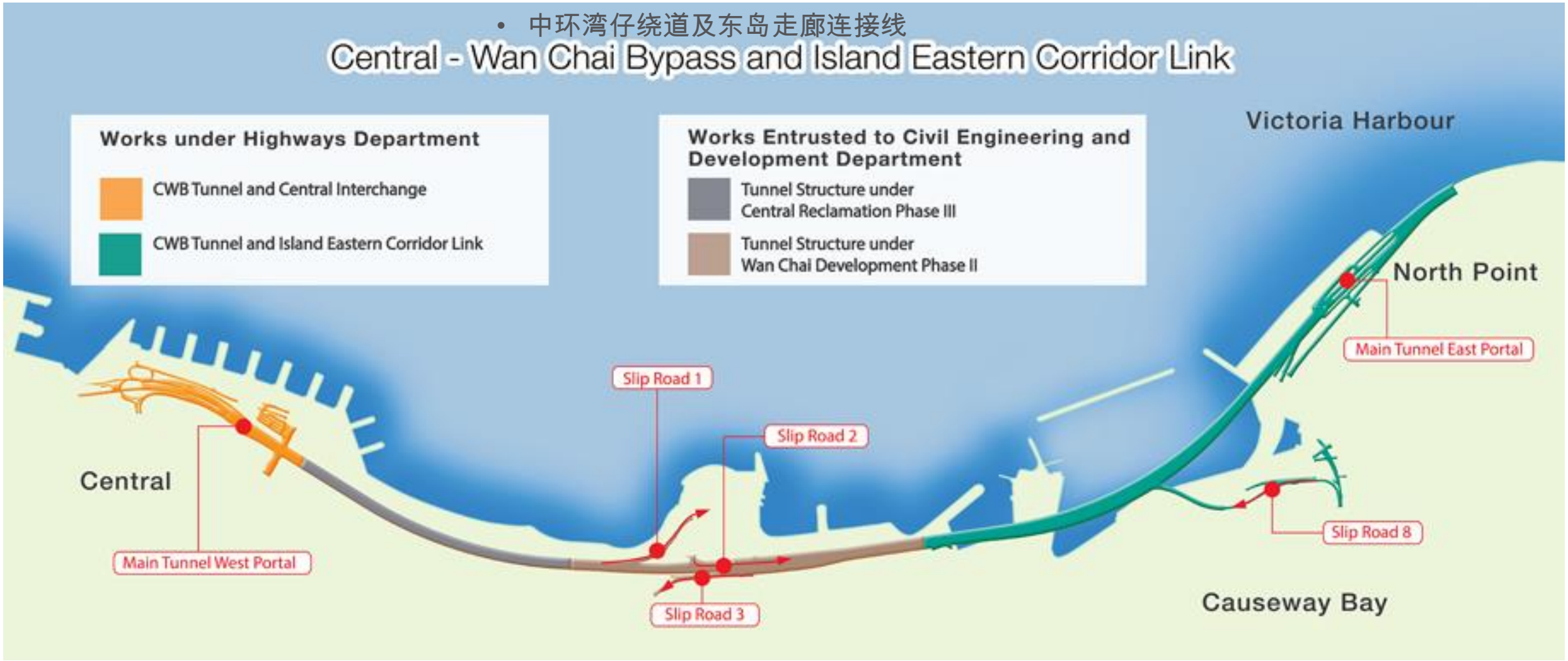
预算项目成本:
港币360 亿元

建筑开工日期:
2009年12月

预计投产日期:
2018年末 / 2019年第一季度

项目背景

- 中环湾仔绕道及东岛走廊连接线



海克斯康 HEXAGON

ADMS 测量 – 设站点 1 (临时设置)

We have Computer, UPS, communication device, Geomos Monitor and Geomos Analysis inside the box

我们使用了计算机、UPS\通讯设备、GeoMoS的监测器和分析器。都安装在这个箱子里。

ADMS 测量 – 设站点 1 (临时设置)

海 克 斯 康
HEXAGON

ADMS 测量 –设站点 1 (永久设置)

This is Permanent Setup
这是永久设站点

This is Temporary Setup
这是临时设站点

ADMS 测量 –设站点 1 (永久设置)

海克斯康
HEXAGON

ADMS 测量 –设站点 2

海克斯康 HEXAGON

ADMS 测量 – 设站点 2

Communication device

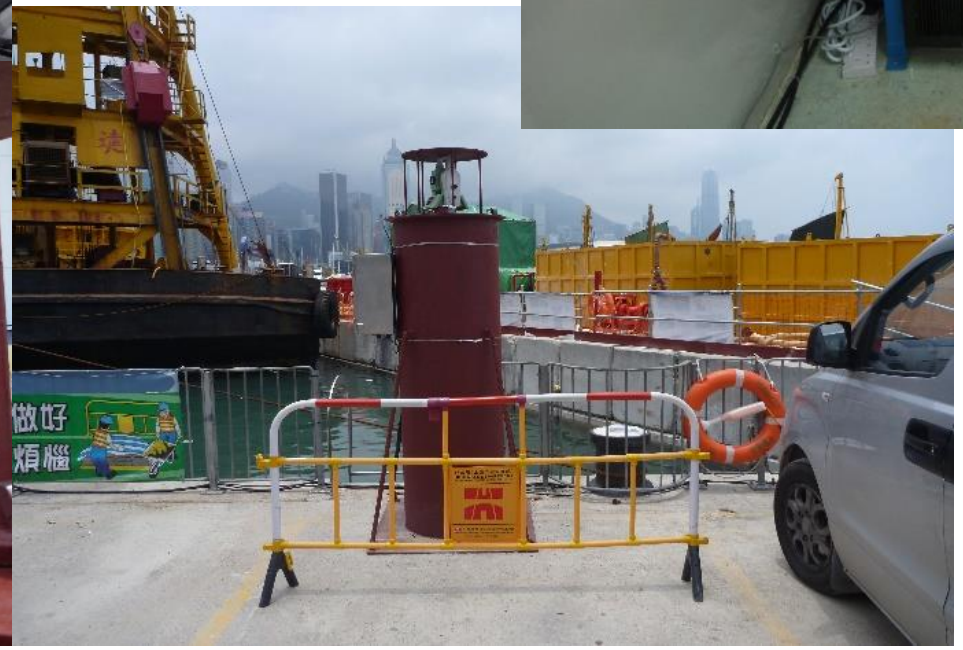
通讯设备箱

We have Computer, UPS, Geomos Monitor and Geomos Analysis inside the box

在箱子里安装了电脑、UPS、GeoMoS的监测器和分析器

Monitoring Prism

监测棱镜



海 克 斯 康
HEXAGON

ADMS 测量– 设站点 3

ADMS 测量 – 设站点 3

海 克 斯 康
HEXAGON

ADMS 测量 – 设站点 4

ADMS 测量 – 设站点 4

海克斯康 HEXAGON

ADMS 测量 – 设站点 5 (CHT1)

海克斯康 HEXAGON

ADMS 测量 – 设站点 5

Reference Prism

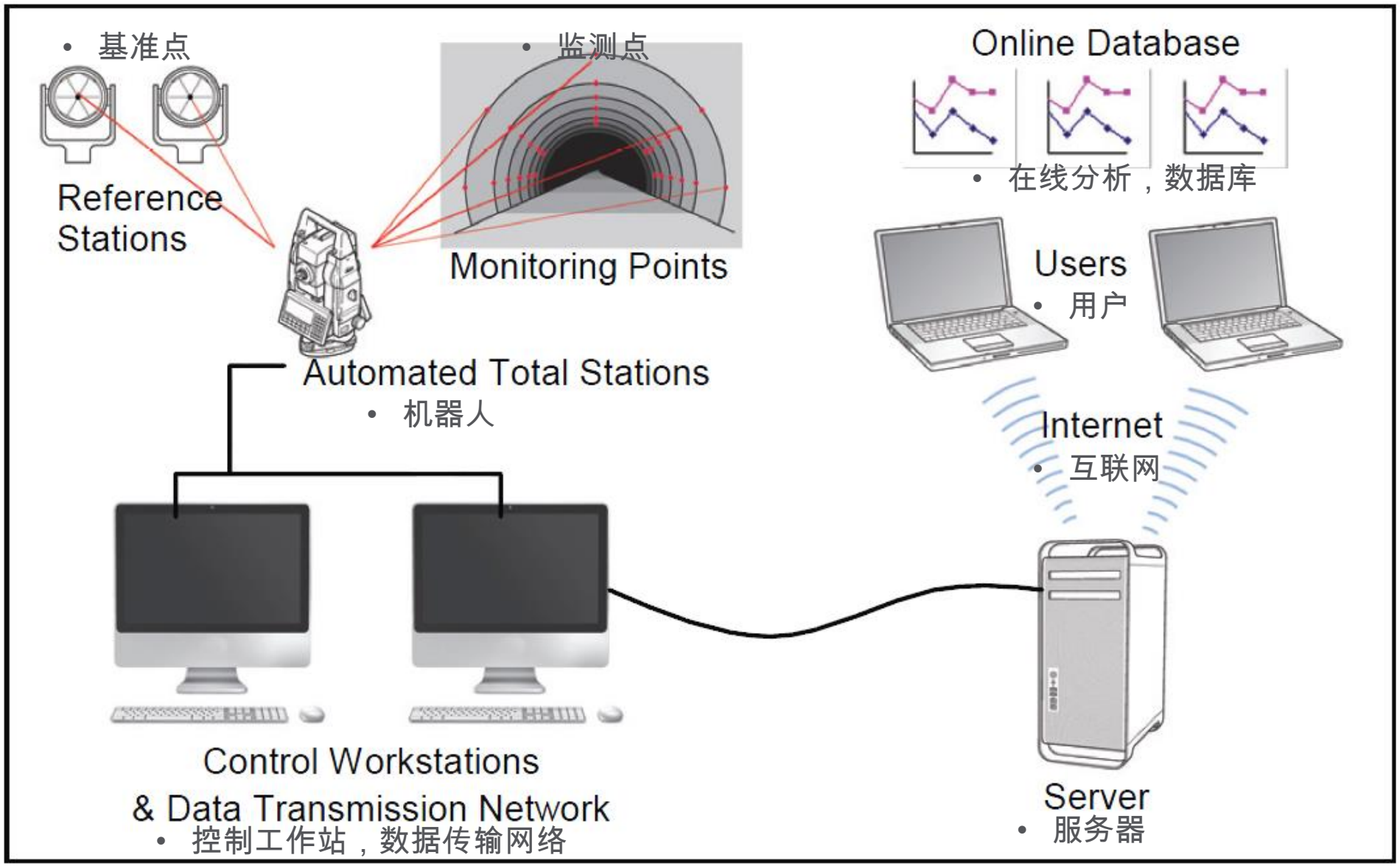
基准棱镜

Monitoring Prism

监测棱镜

海 克 斯 康
HEXAGON

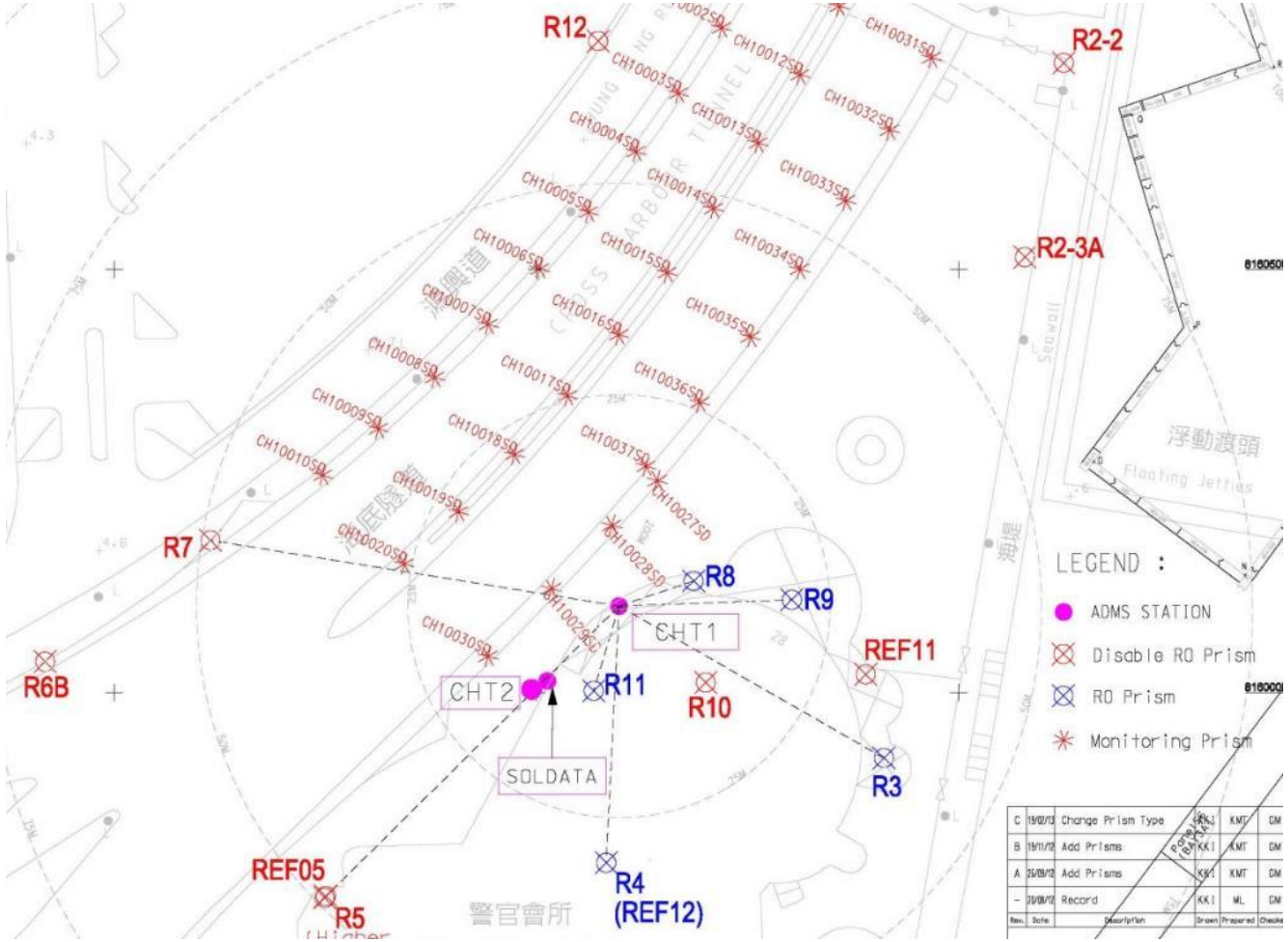
ADMS 测量 – 设站点5 (系统组成)



海克斯康 HEXAGON

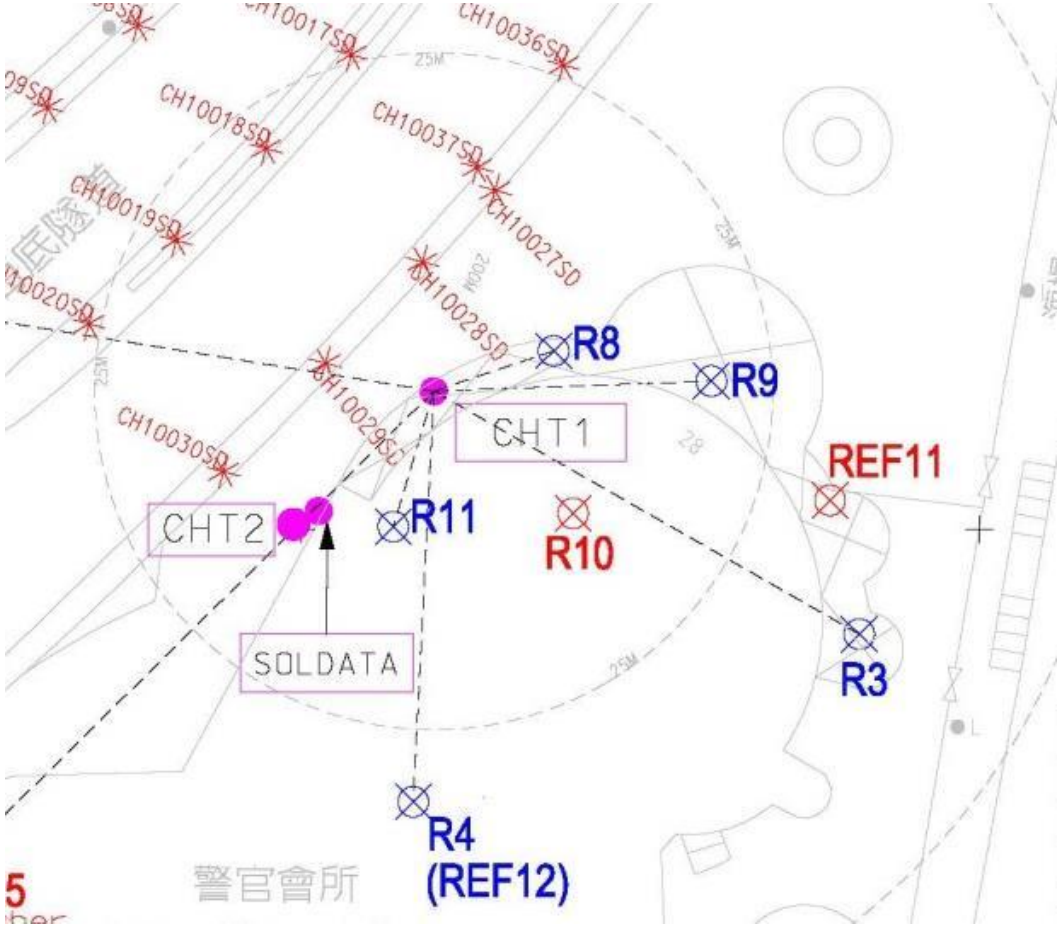
ADMS 测量 – 设站点 5 (网络设计)

- 最少5个点
- 等边三角形,
- 角度大小: 大于30º ; 小于120º
- 覆盖监测区域



ADMS 测量 – 设站点 5 (自由设站)

- 从无坐标的站点，测量坐标系中的已知点



海克斯康 HEXAGON

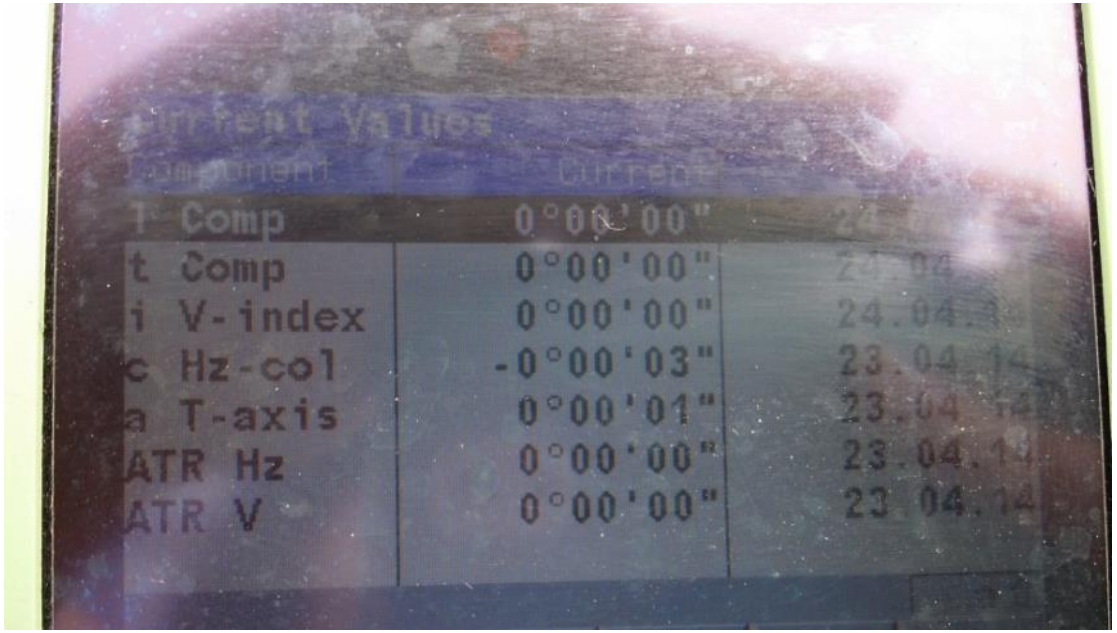
ADMS 测量 – 设站点 5 (独立检查)

- 每月核实监测数据
  →对ADMS产生的数据进行核对

- 使用常规测量技术进行人工检查
  - 导线
  - 水准测量

ADMS 测量 – 设站点 5 (质量控制)

- 维护/年度校准
- 基准和监测棱镜的清洗
- 全站仪标定
  - 补偿器指标误差
  - 垂直指标误差
  - 水平准直误差
  - ATR水平角和ATR竖直角

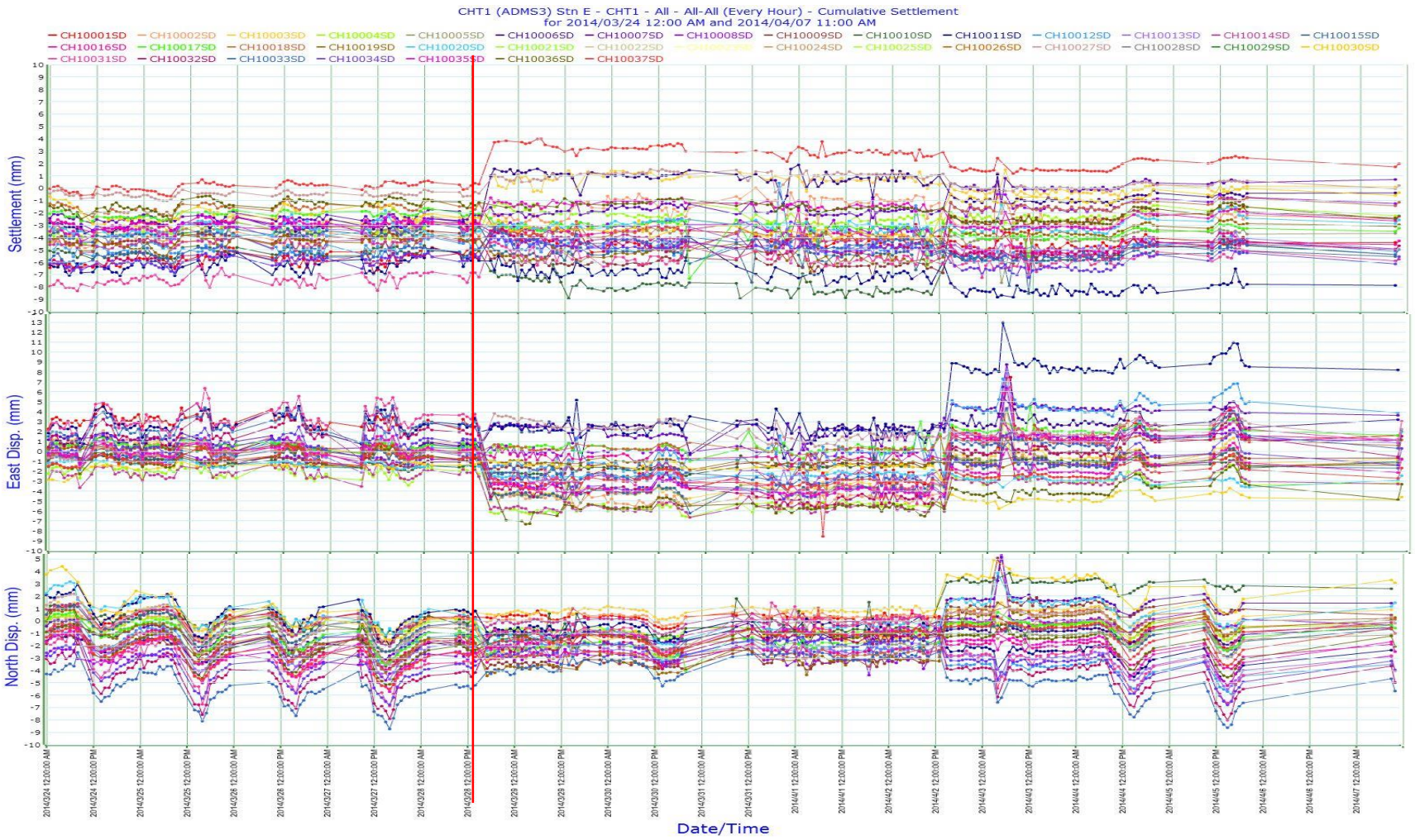


l, t	Compensator longitudinal and transversal index errors
i	Vertical index error, related to the standing axis
c	Horizontal collimation error, also called line of sight error
ATR Hz	ATR zero point error for horizontal angle option
ATR V	ATR zero point error for vertical angle option

海克斯康 HEXAGON

ADMS 测量 – 设站点 5 (实施阶段)

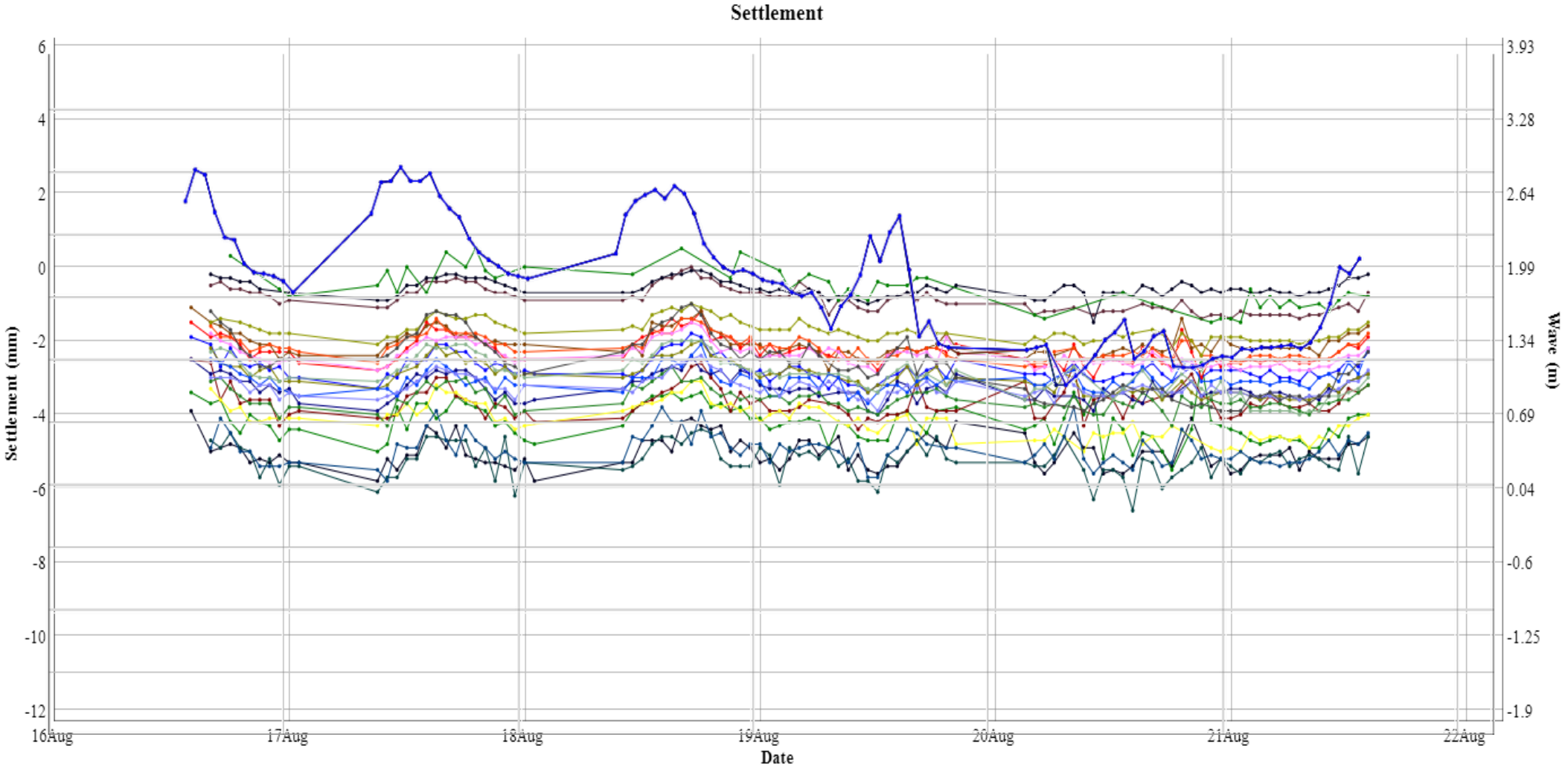
- 情况: 增加 PVC 罩子



海克斯康 HEXAGON

ADMS 测量 – 设站点 5 (实施阶段)

- 情况: 温度影响

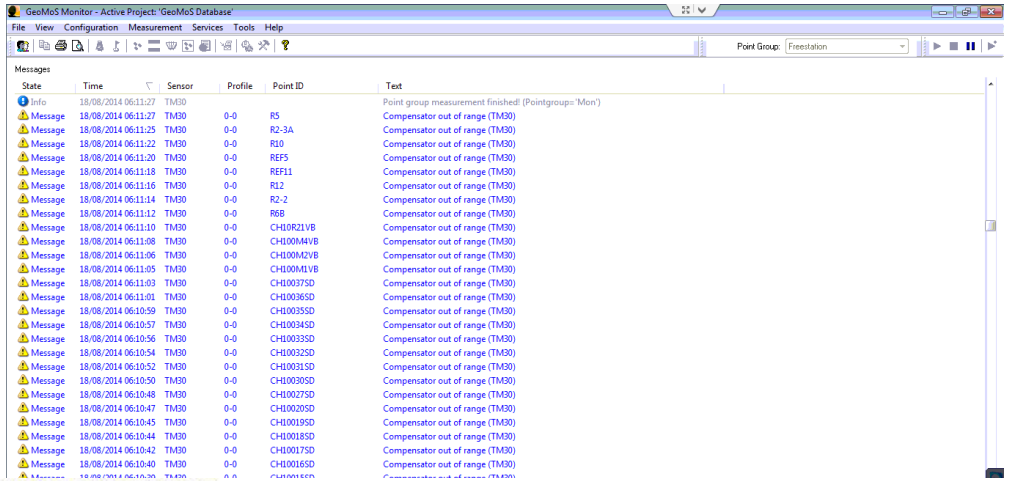


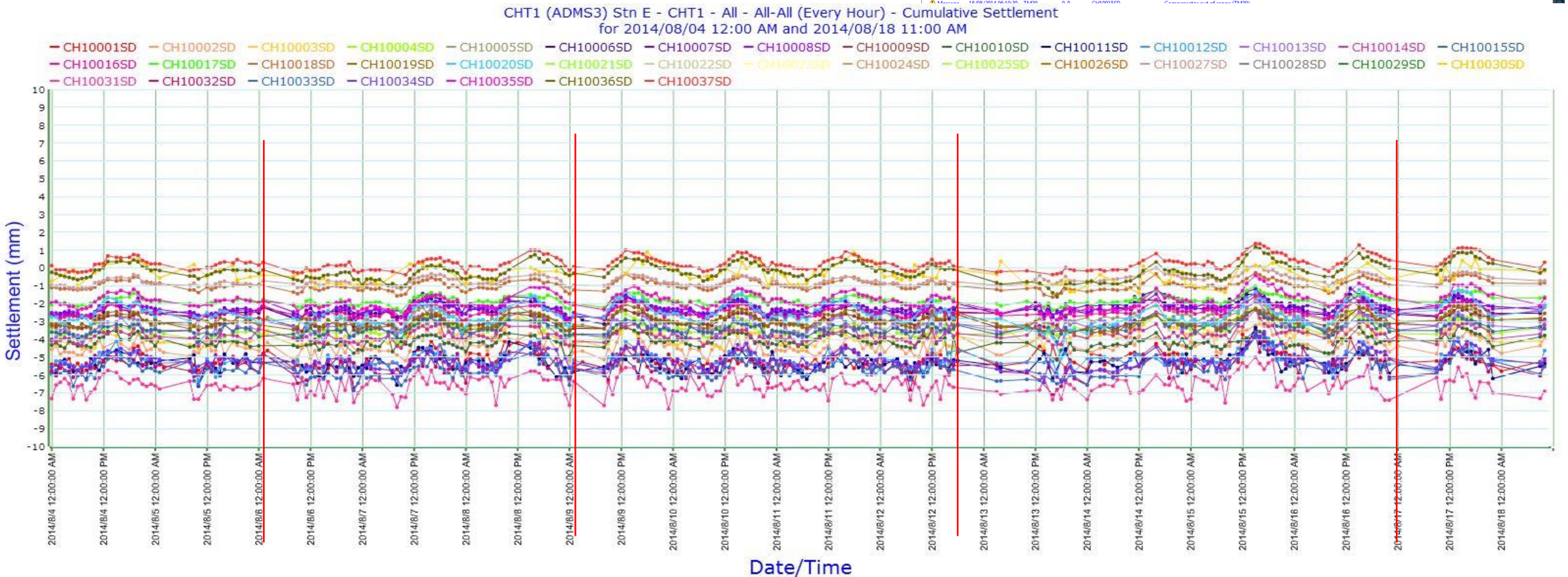
克斯康 EXAGON

ADMS 测量 – 设站点 5 (实施阶段)

- 情况:

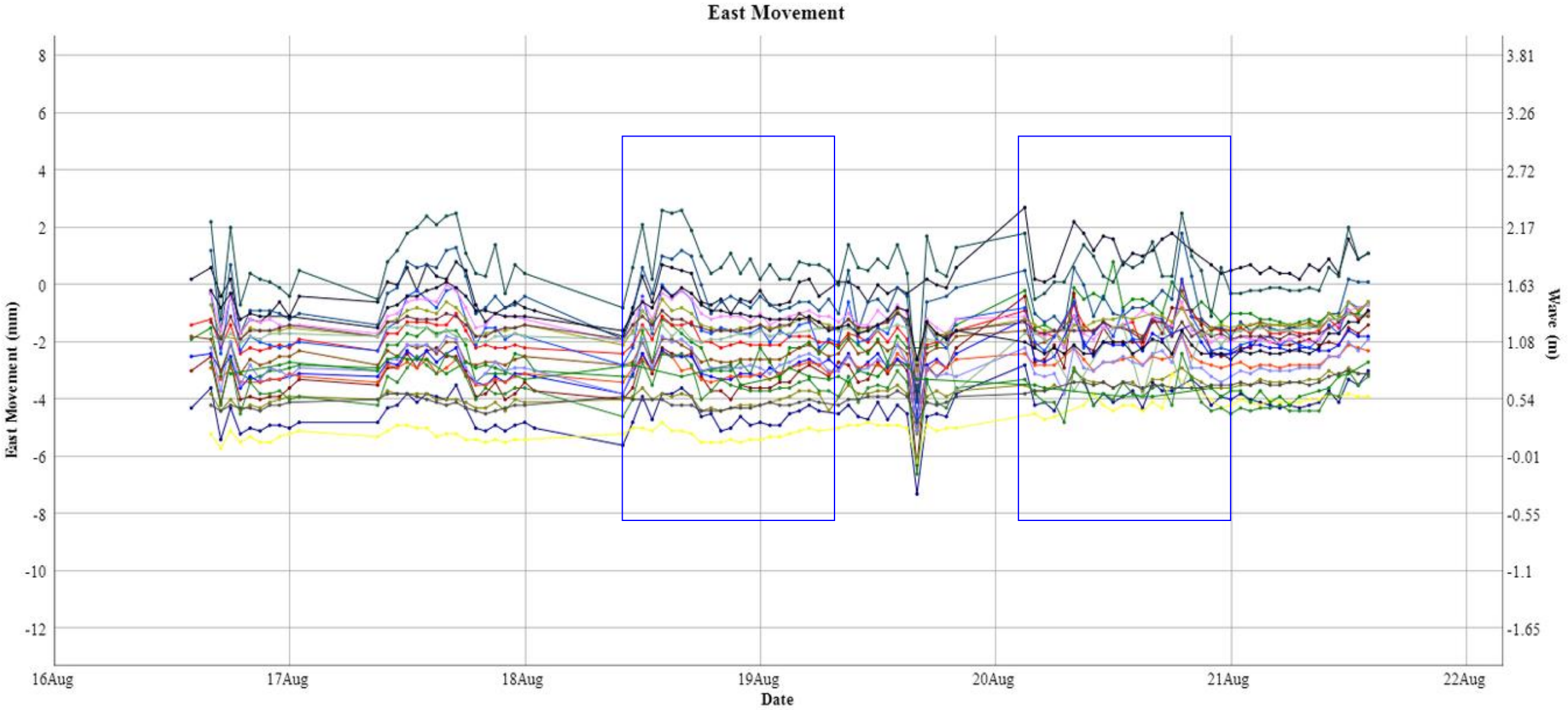
  补偿器超限





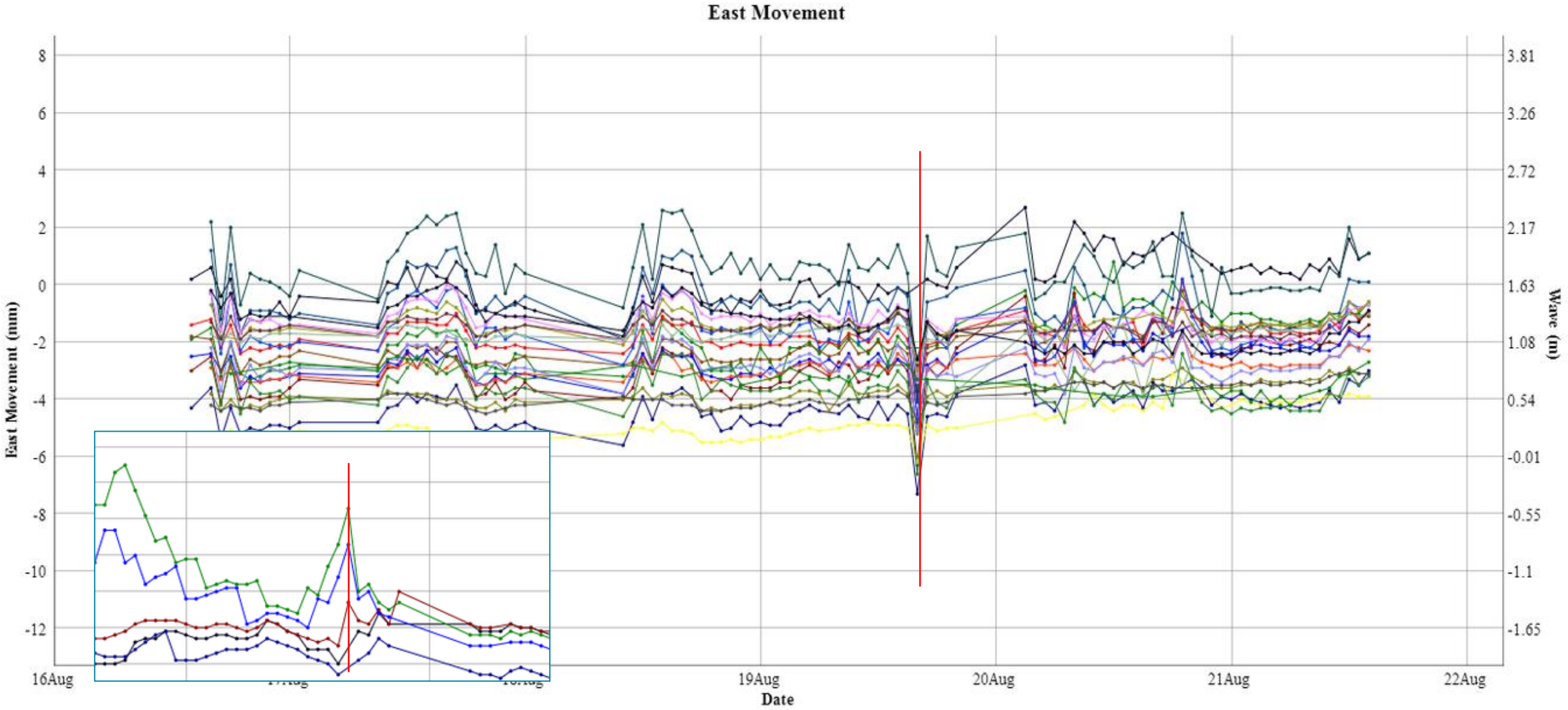
ADMS 测量 – 设站点 5 (实施阶段)

- 情况: 极端天气



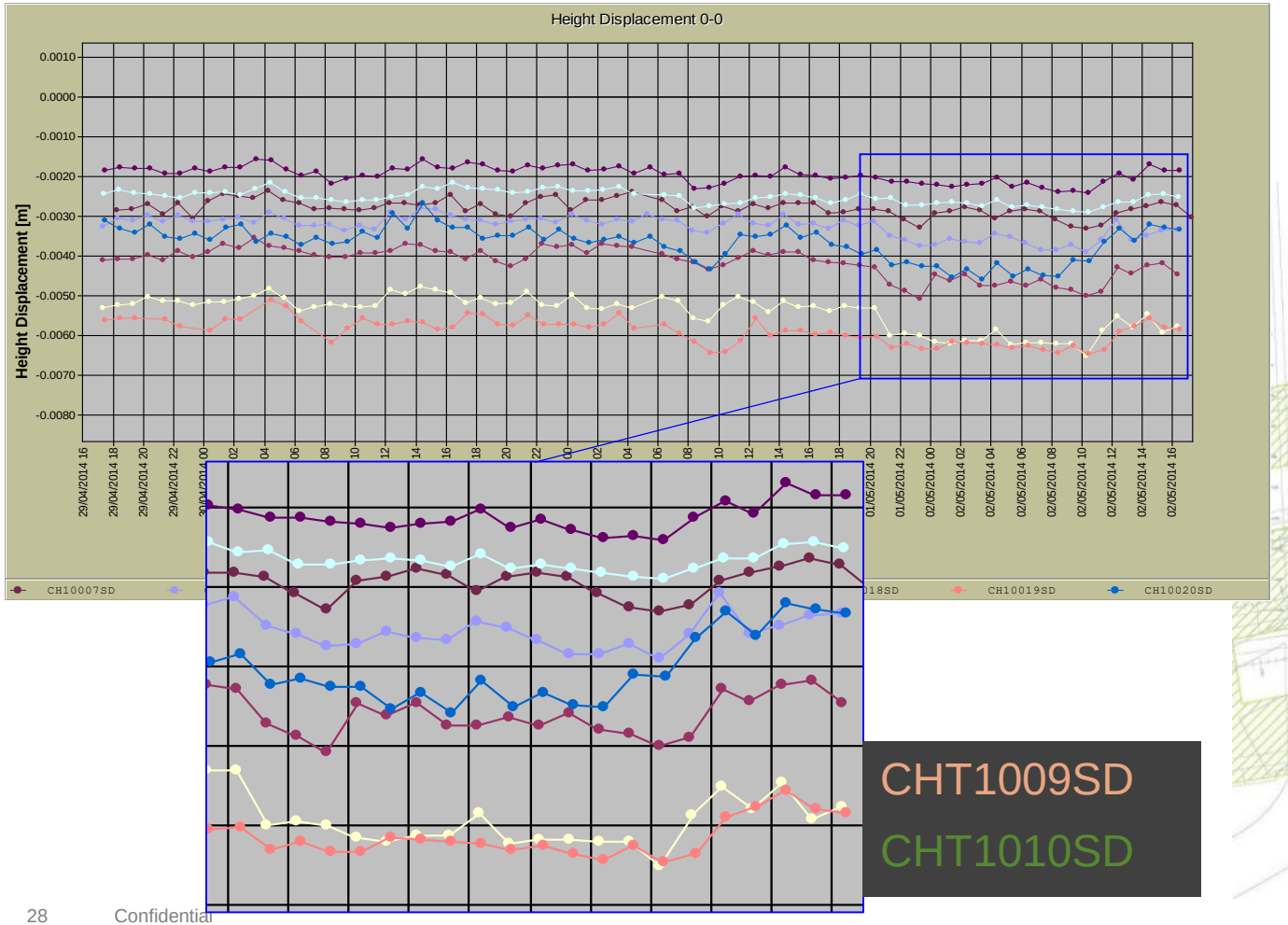
ADMS 测量 – 设站点 5 (实施阶段)

- 情况: 自由设站条件不足



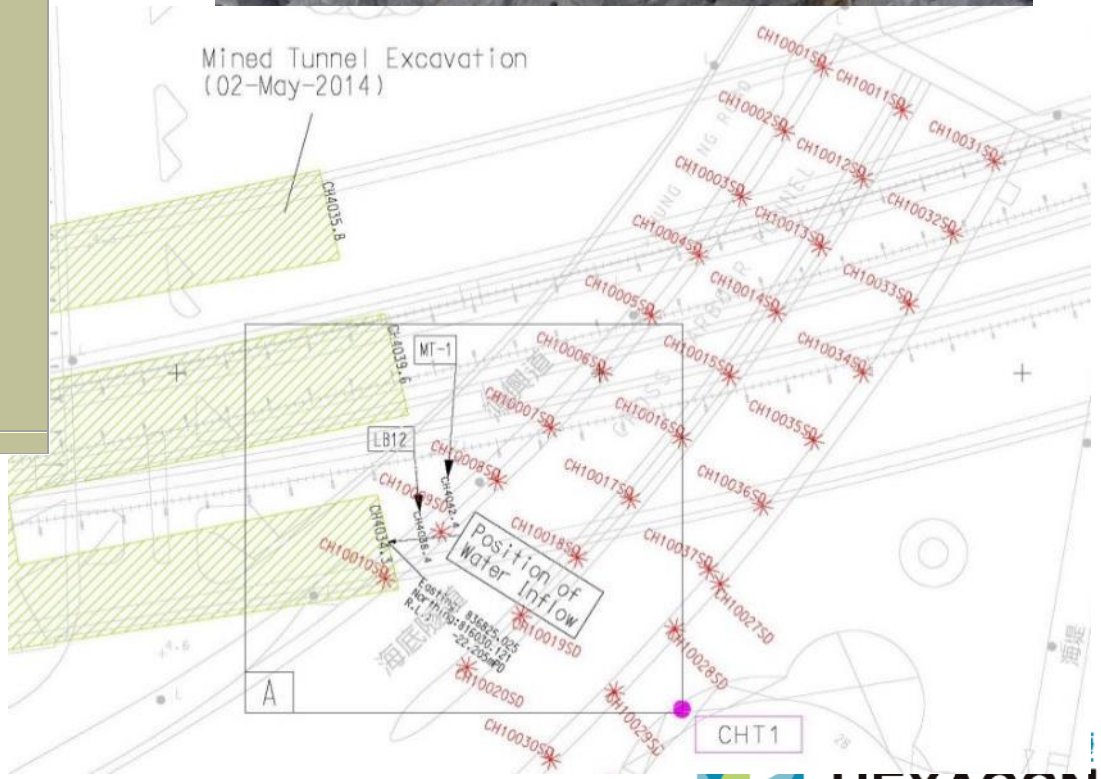
ADMS 测量 – 设站点 5 (实施阶段)

- 情况: 采空区涌水量



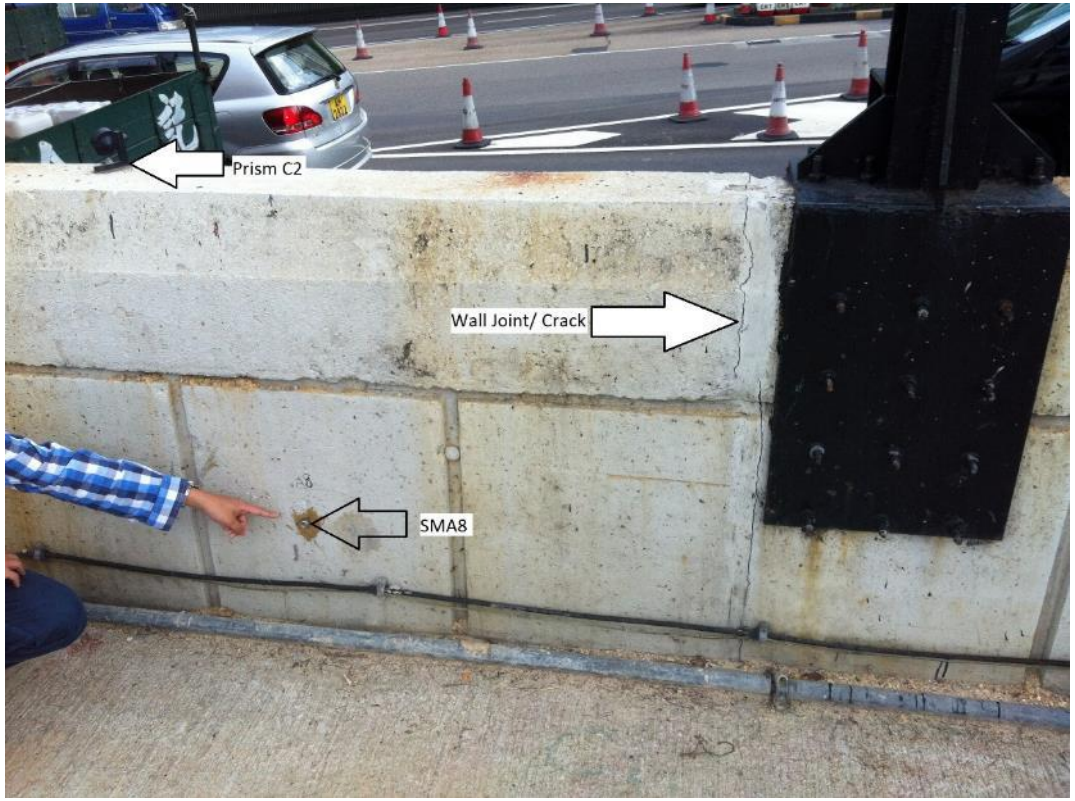
CHT1009SD

CHT1010SD



HEXAGON

人工测量检查



海克斯康 HEXAGON

人工测量检查

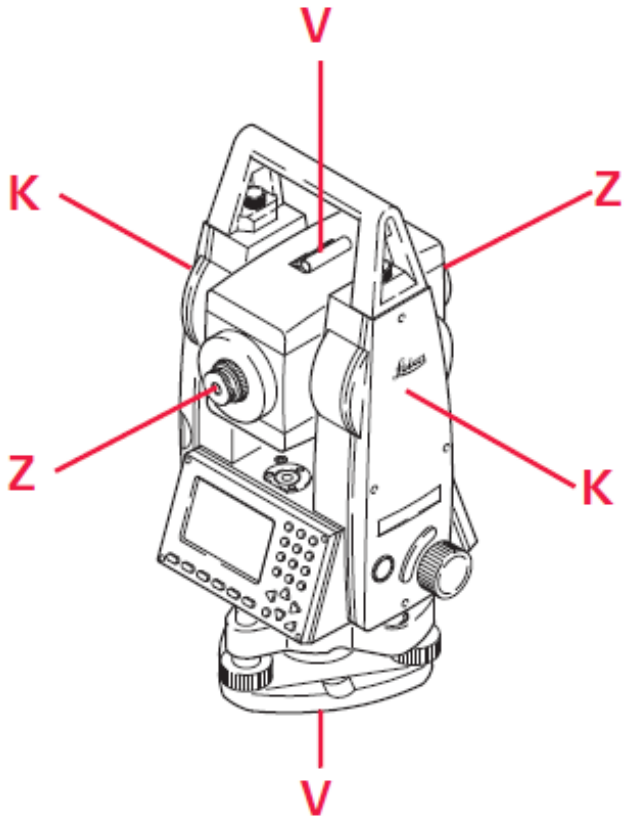
人工测量检查

海克斯康 HEXAGON

4 圆 4 弧 精密测量

- 盘左& 盘右测量
- 4 圆 4 弧（**即在不同测回间配置水平度盘的方法**）
- 水平角闭合(水平角度闭合方法)

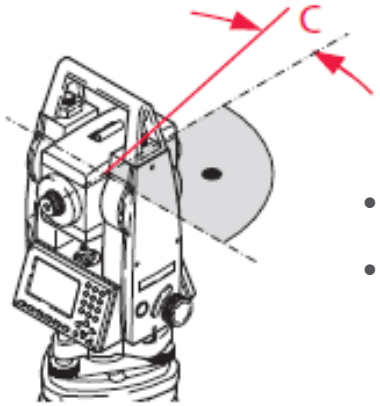
4 圆 4 弧精密测量 – 盘左盘右观测



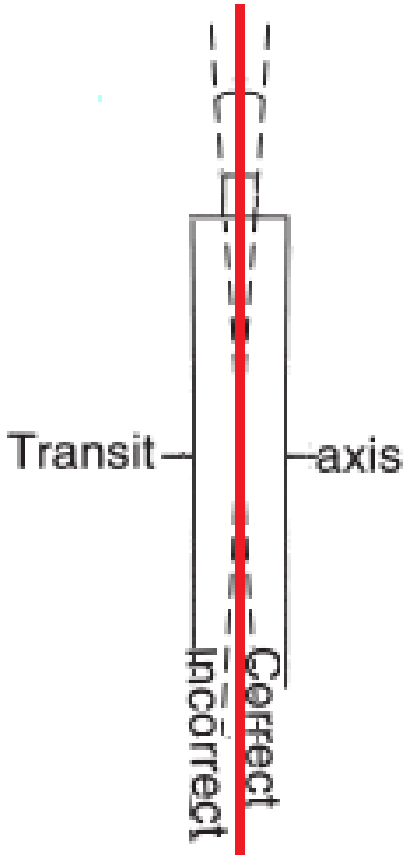
消除误差

- a)视线Z Z垂直于横轴 K K
- b)横轴KK垂直于垂直轴V V
- c)垂直轴V V严格垂直
- d)竖盘在天顶精确读零

4 圆 4 弧精密测量 – 准直误差



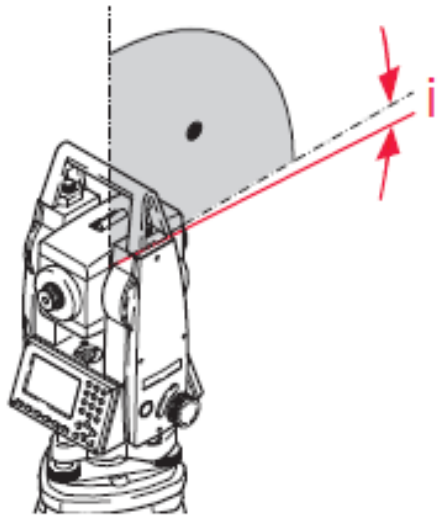
- 视线误差（C）
- （水平角准直）



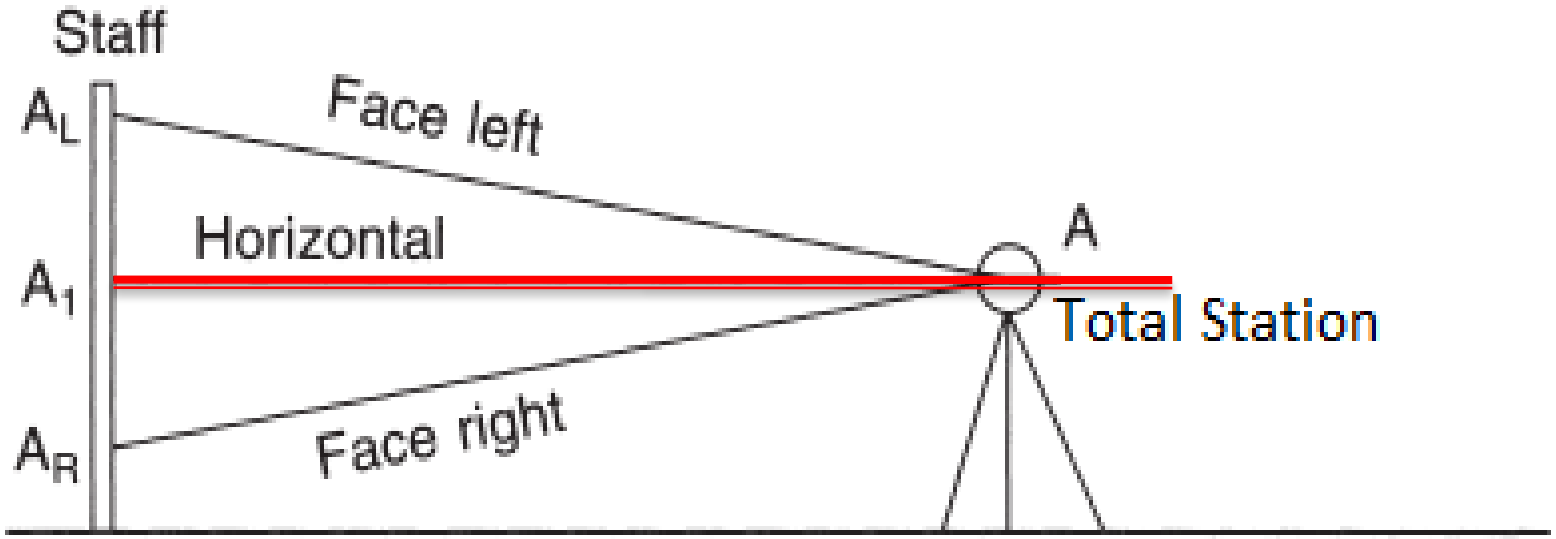
- 横轴

海克斯康 HEXAGON

4圆 4 弧精密测量 - 高度指数误差

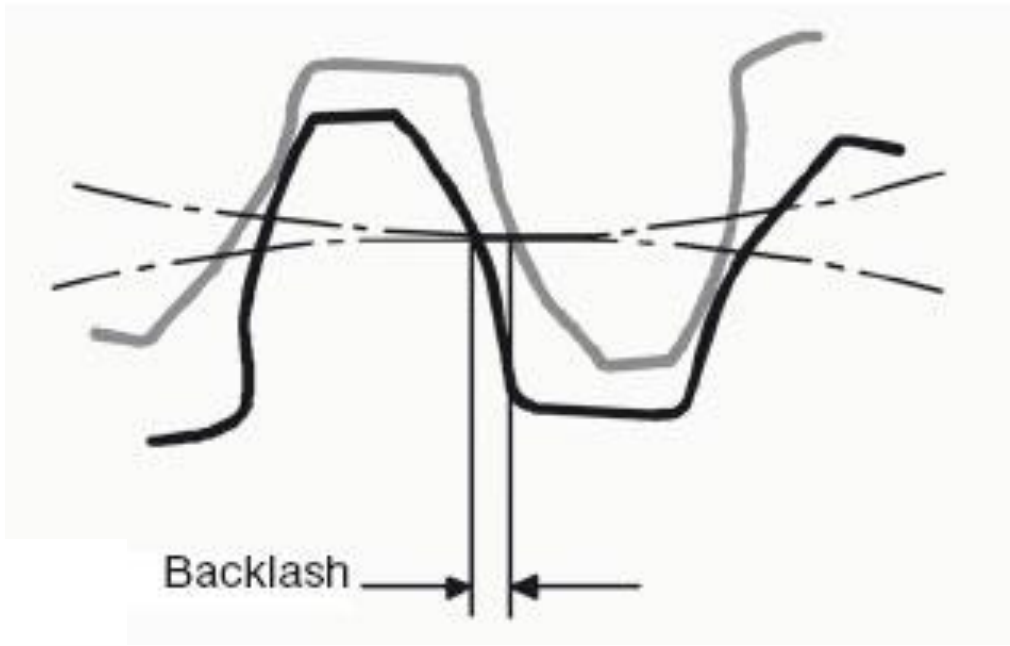


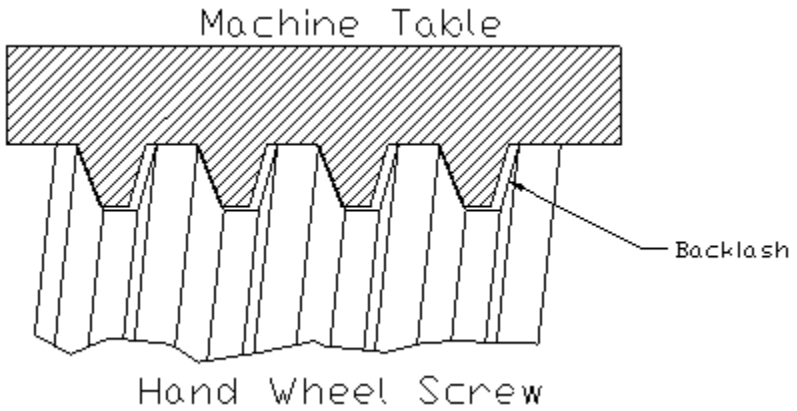
- 高度指数误差（i）
- 竖盘指标



4圆 4 弧精密测量 – 齿隙

- 齿隙是在一对齿轮之间形成的间隙。





海克斯康 HEXAGON

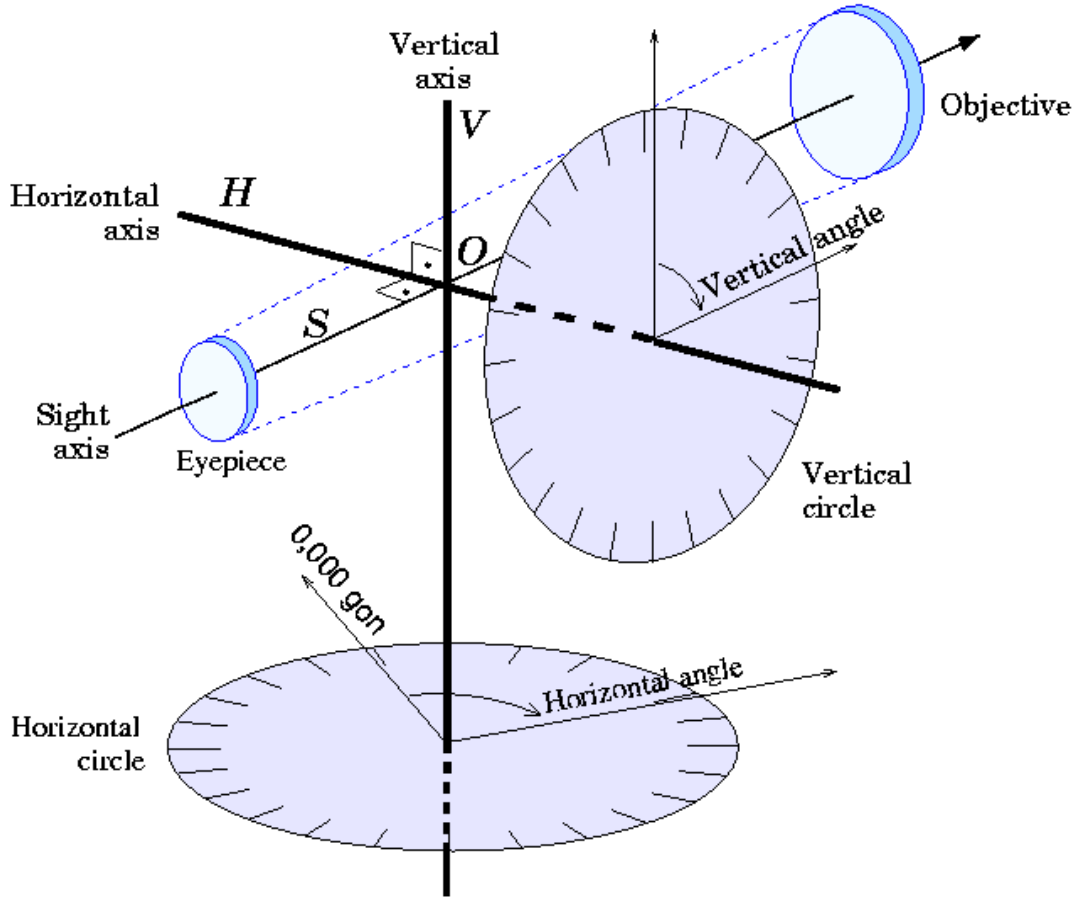
4圆 4 弧精密测量 – 齿隙

- 盘左观察：总是顺时针方向转动
- 盘右观察：总是逆时针方向转动.

4圆 4 弧精密测量

- 消除度盘刻度误差
- 计算 S.Dev

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(x_i - \overline{x})^2}$$

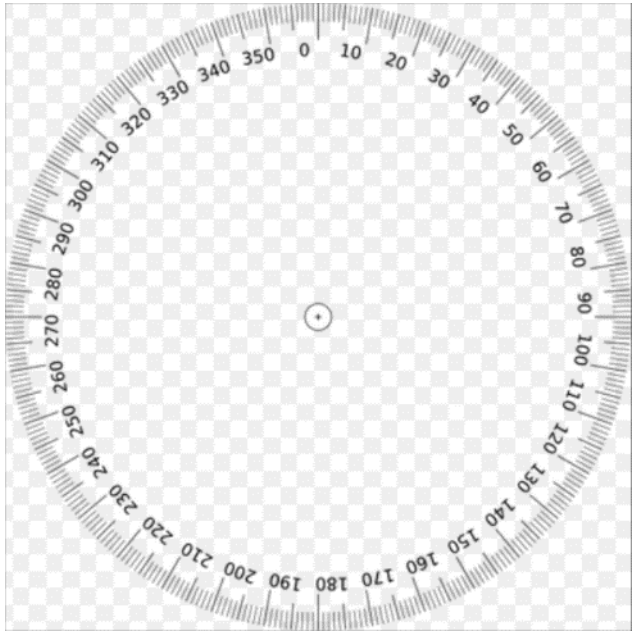


海克斯康 HEXAGON

4圆 4 弧精密测量（配置水平度盘）

- 盘左:　　盘右:

000–00–00	180–00–00
090–00–00	270–00–00
045–00–00	225–00–00
135–00–00	315–00–00



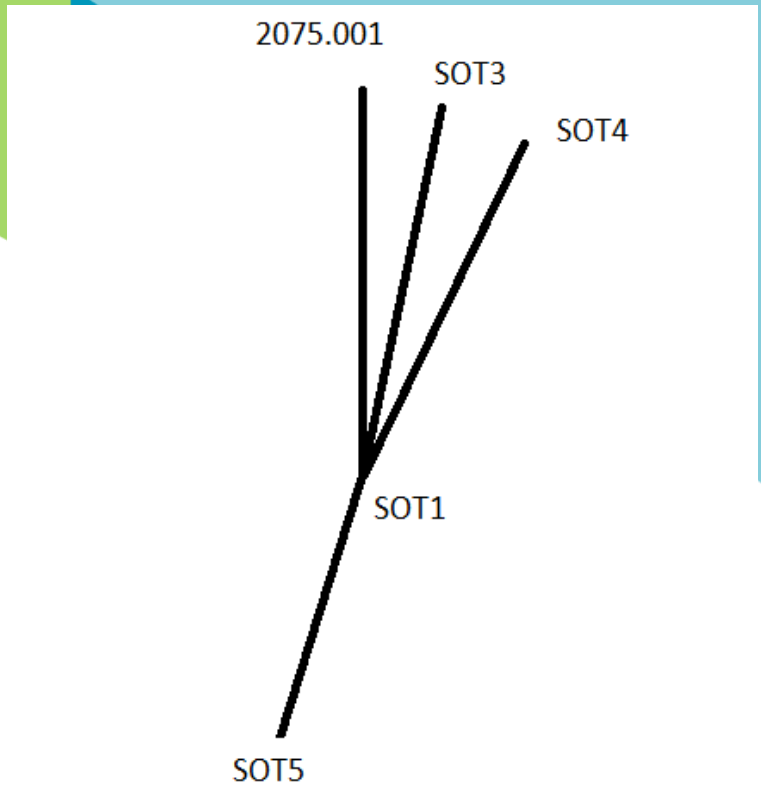
海克斯康 HEXAGON

4圆 4 弧精密测量 - 水平角闭合

- 确保全站仪在观测过程中没有被移动。
- 检查它是否是360°

4圆 4 弧精密测量

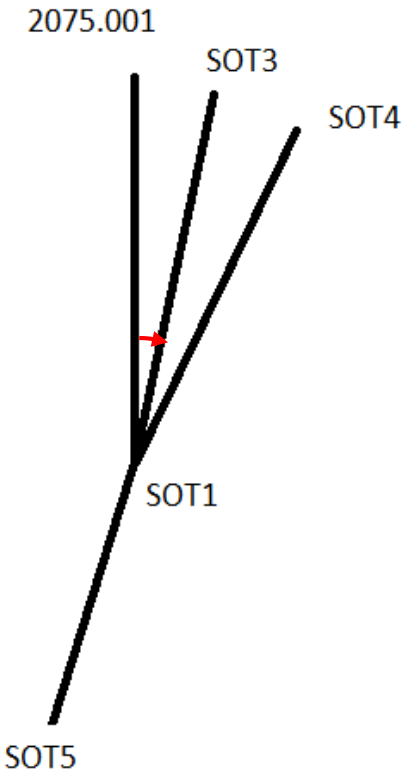
@ At STN:	SOT1	Observation (DD.MMSS)
	STN:	1L
RO	2075.001	0.0000
	SOT3	
	SOT4	
	SOT5	
	2075.001	



- 盘左，顺时针观测

4圆 4 弧精密测量

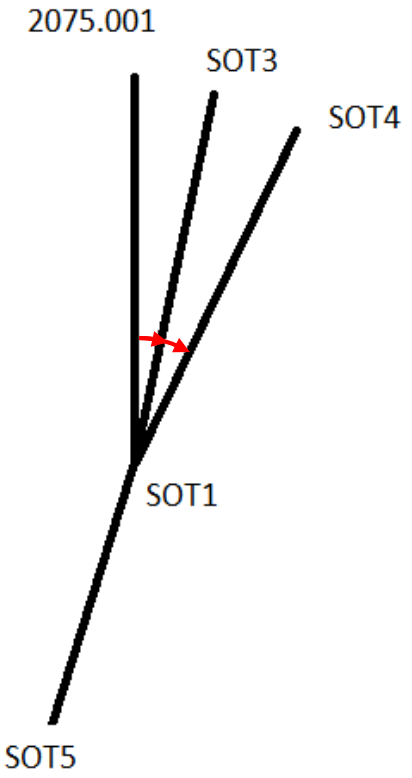
@ At STN:	SOT1	Observation (DD.MMSS)
	STN:	1L
RO	2075.001	0.0000
	SOT3	8.1649
	SOT4	
	SOT5	
	2075.001	



- 盘左，顺时针观测

4圆 4 弧精密测量

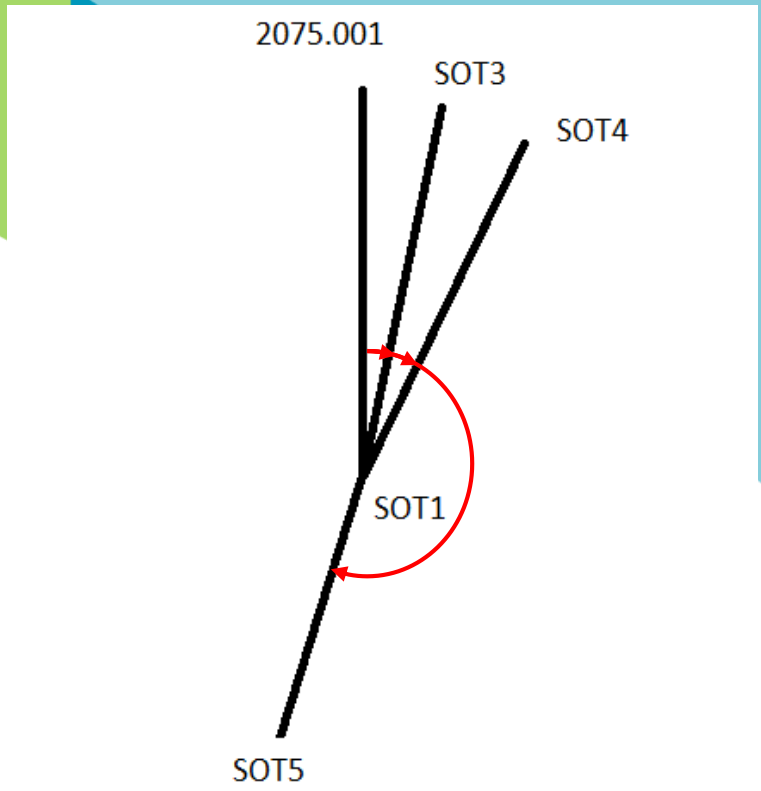
@ At STN:	SOT1	Observation (DD.MMSS)
	STN:	1L
RO	2075.001	0.0000
	SOT3	8.1649
	SOT4	22.4313
	SOT5	
	2075.001	



- 盘左，顺时针观测

4圆 4 弧精密测量

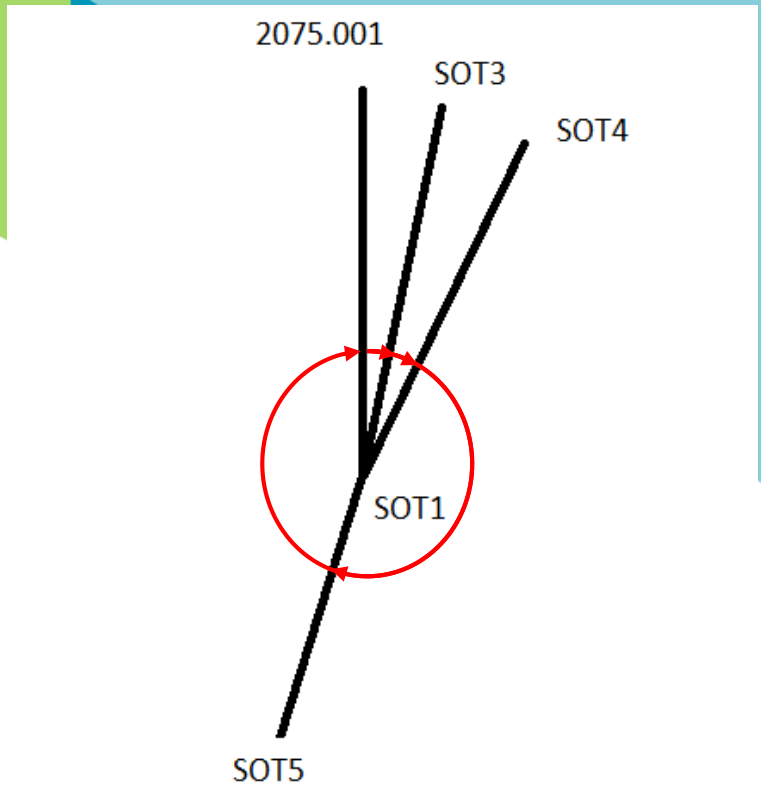
@ At STN:	SOT1	Observation (DD.MMSS)
	STN:	1L
RO	2075.001	0.0000
	SOT3	8.1649
	SOT4	22.4313
	SOT5	192.4116
	2075.001	



- 盘左，顺时针观测

4圆 4 弧精密测量

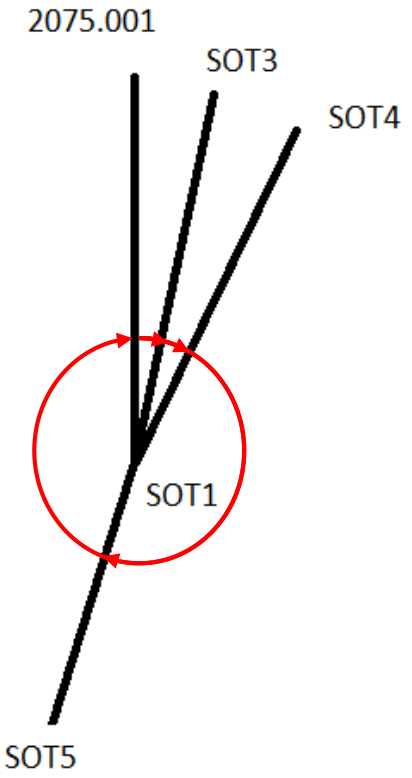
@ At STN:	SOT1	Observation (DD.MMSS)
	STN:	1L
RO	2075.001	0.0000
	SOT3	8.1649
	SOT4	22.4313
	SOT5	192.4116
	2075.001	359.5958



- 盘左，顺时针观测

4圆 4 弧精密测量

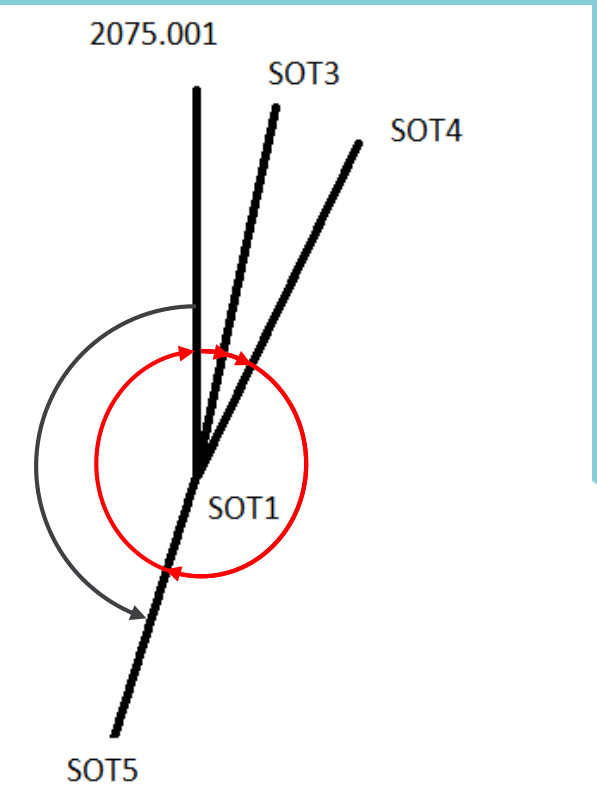
@ At STN:	SOT1	Observation (DD.MMSS)	
	STN:	1L	
RO	2075.001	0.0000	
	SOT3	8.1649	
	SOT4	22.4313	
	SOT5	192.4116	
	2075.001	359.5958	180.0002



- 盘右，逆时针观测

4圆 4 弧精密测量

@ At STN:	SOT1	Observation (DD.MMSS)	
	STN:	1L	
RO	2075.001	0.0000	
	SOT3	8.1649	
	SOT4	22.4313	
	SOT5	192.4116	12.4116
	2075.001	359.5958	180.0002

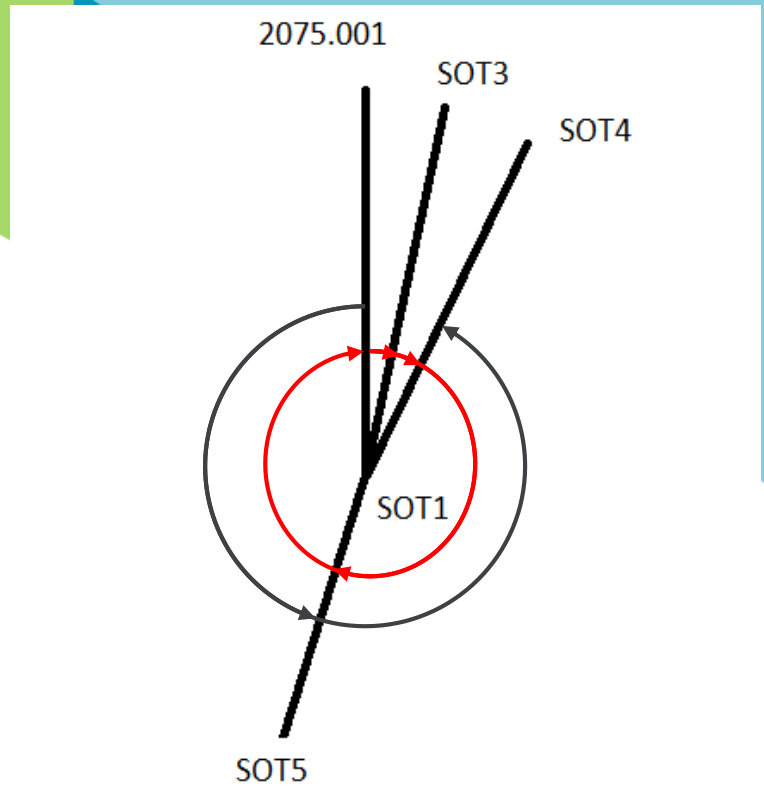


- 盘右，逆时针观测

海克斯康 HEXAGON

4圆 4 弧精密测量

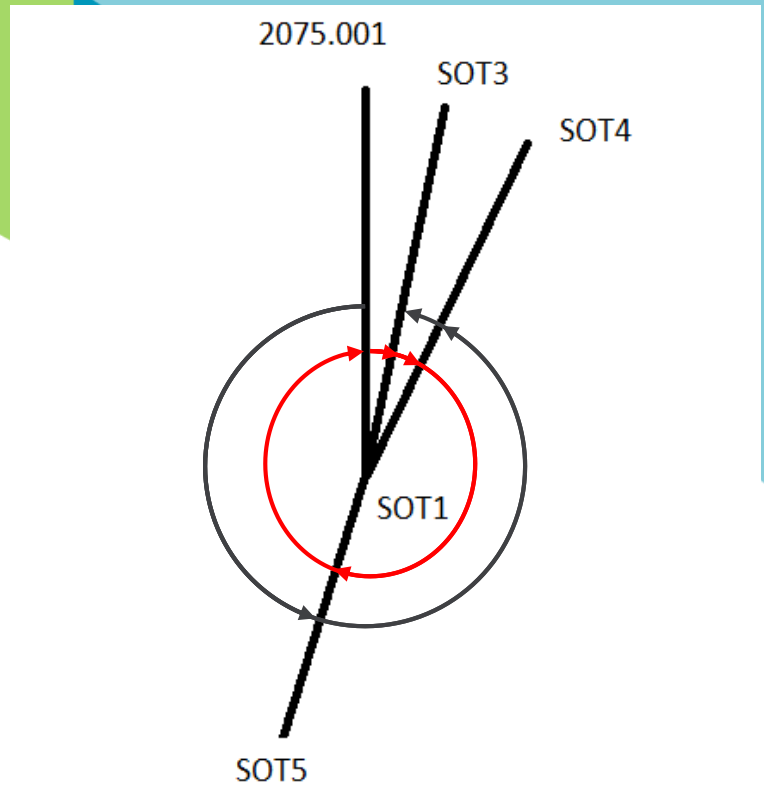
@ At STN:	SOT1	Observation (DD.MMSS)	
	STN:	1L	
RO	2075.001	0.0000	
	SOT3	8.1649	
	SOT4	22.4313	202.4310
	SOT5	192.4116	12.4116
	2075.001	359.5958	180.0002



- 盘右，逆时针观测

4圆 4 弧精密测量

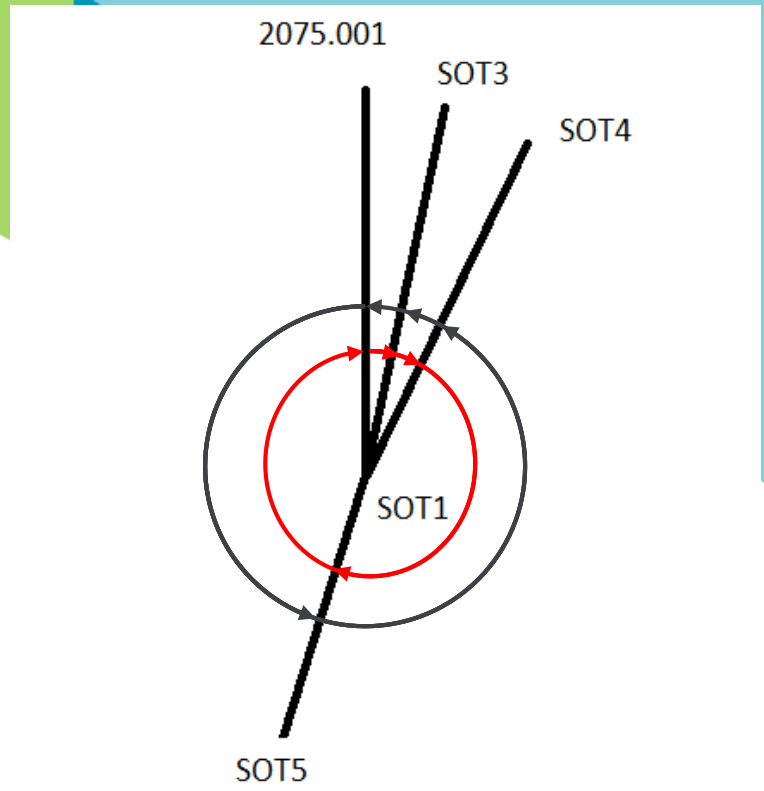
@ At STN:	SOT1	Observation (DD.MMSS)	
	STN:	1L	
RO	2075.001	0.0000	
	SOT3	8.1649	188.1639
	SOT4	22.4313	202.4310
	SOT5	192.4116	12.4116
	2075.001	359.5958	180.0002



- 盘右，逆时针观测

4圆 4 弧精密测量

@ At STN:	SOT1	Observation (DD.MMSS)	
	STN:	1L	1R
RO	2075.001	0.0000	180.0001
	SOT3	8.1649	188.1639
	SOT4	22.4313	202.4310
	SOT5	192.4116	12.4116
	2075.001	359.5958	180.0002

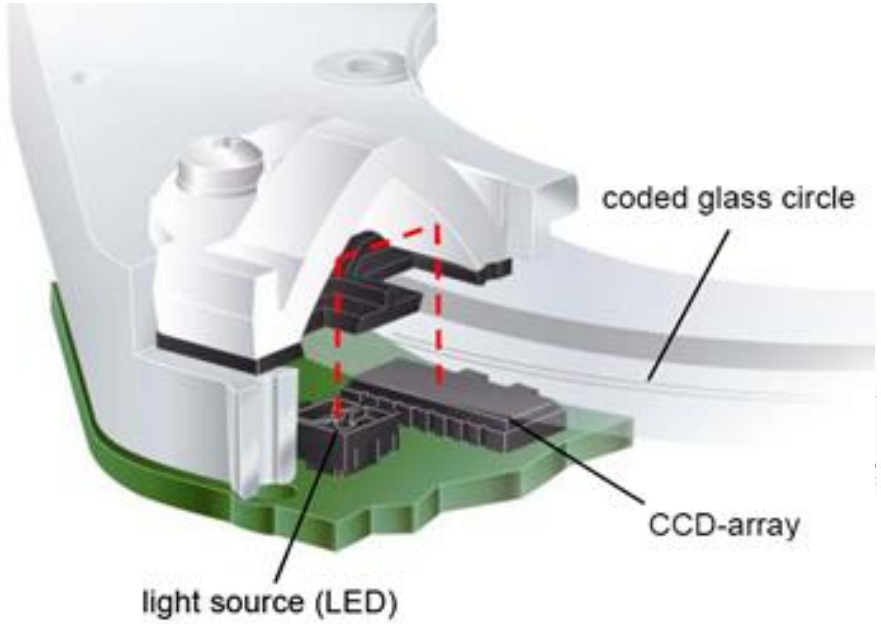


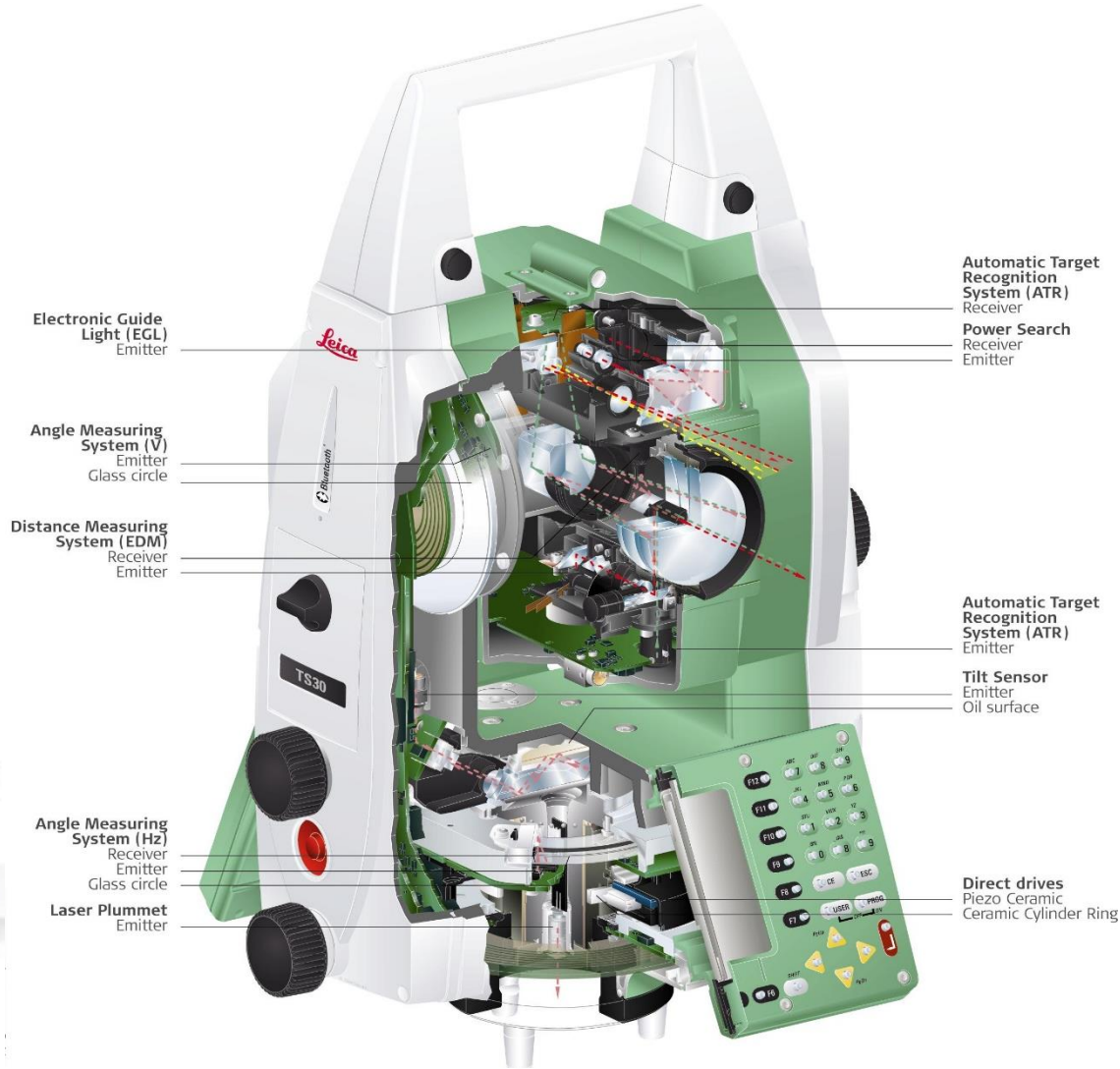
- 盘右，逆时针观测

4圆 4 弧精密测量 – TM/S 30/50中的四角检测

- 四角检测
  - 4个编码器：消除进一步的π周期性误差
  - 5000Hz，绝对，连续
  - 精度提高约30%

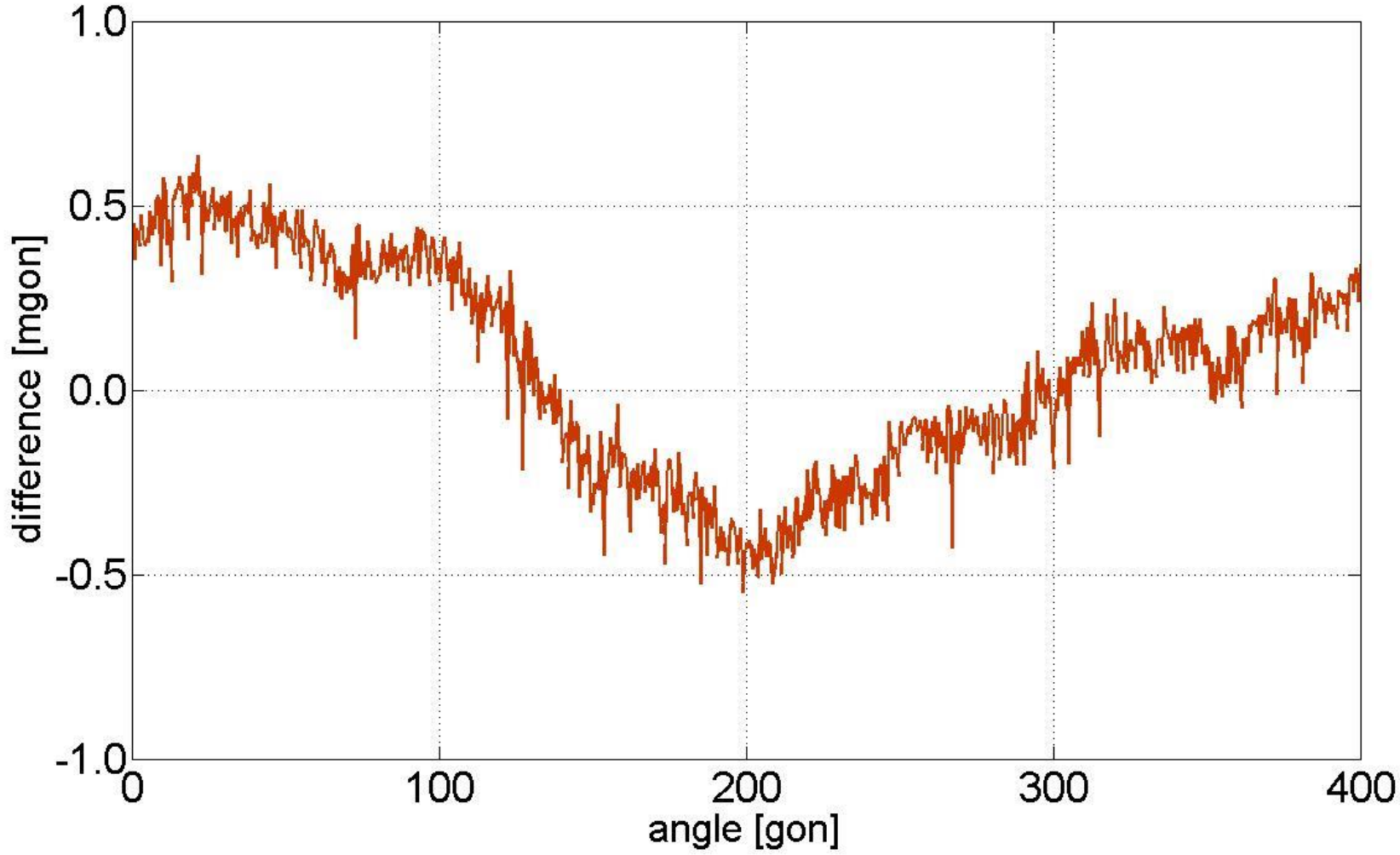
$$\sigma_{4encoder} = \frac{1}{\sqrt{2}}\sigma_{2encoder}$$





海克斯康 HEXAGON

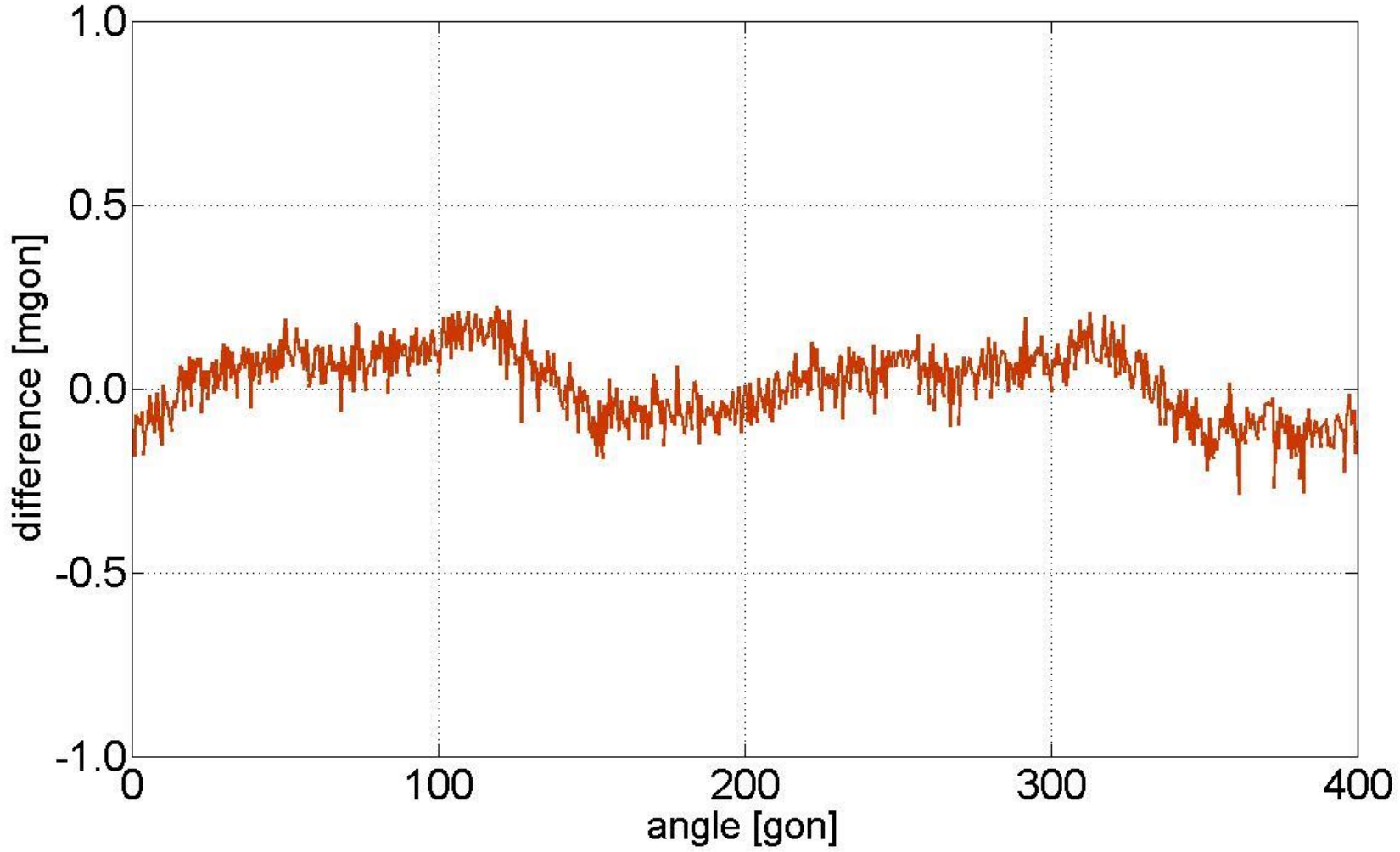
4圆 4 弧精密测量 – TM/S 30/50中的四角检测



1 Encoder
σ = 0.981“ (0.303mgon)

海克斯康 HEXAGON

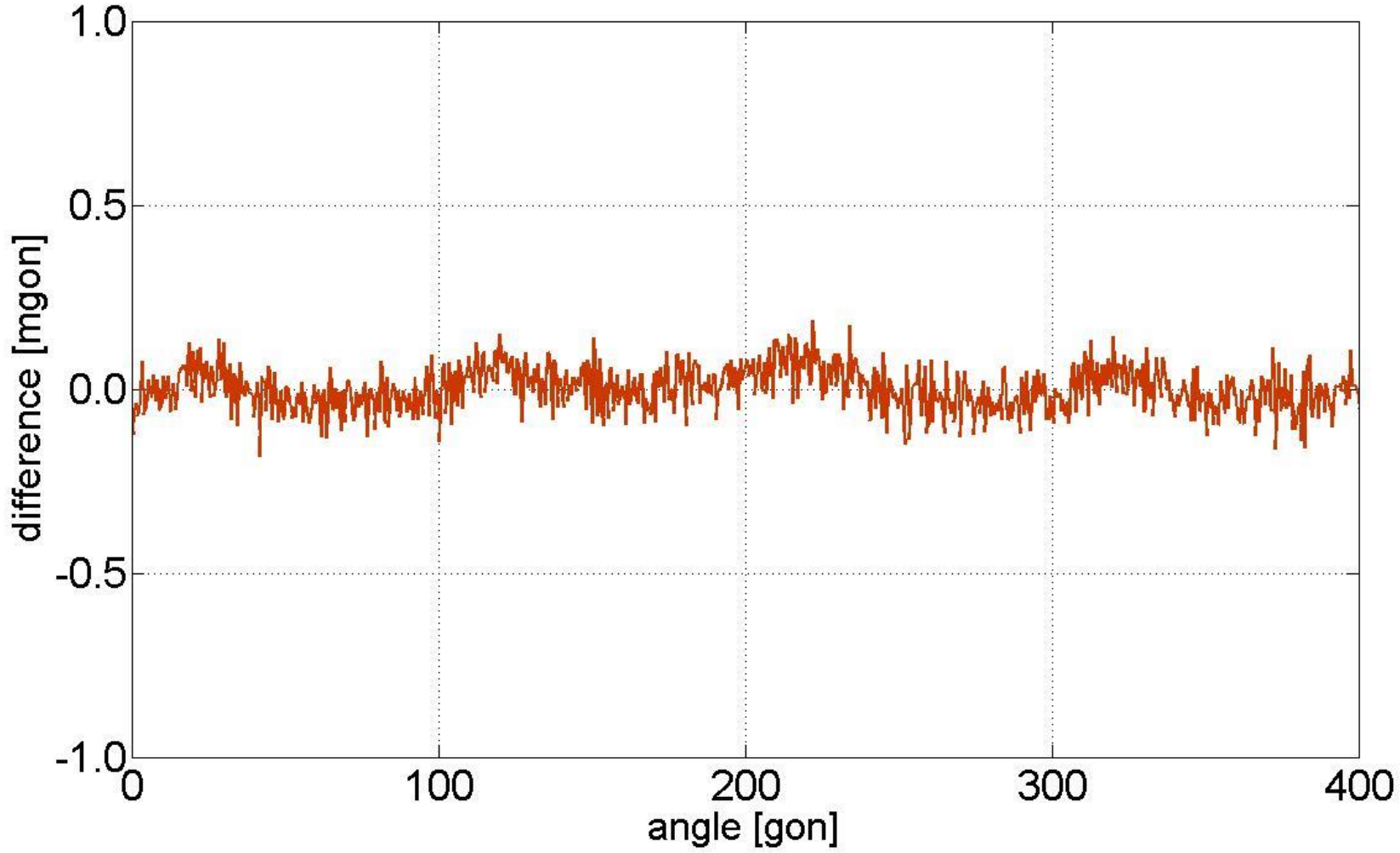
4圆 4 弧精密测量 – TM/S 30/50中的四角检测



2 Encoder
σ = 0.301“ (0.093mgon)

海克斯康 HEXAGON

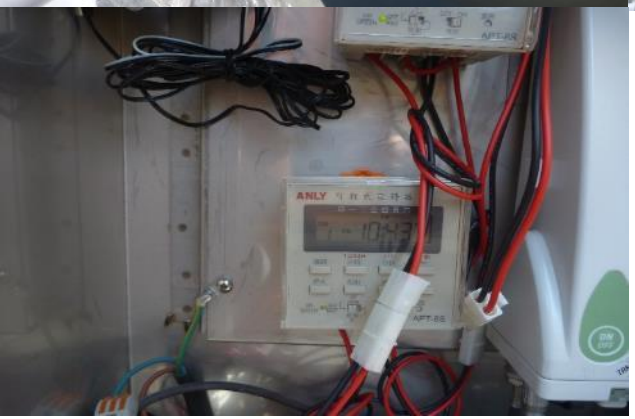
4圆 4 弧精密测量 – TM/S 30/50中的四角检测



4 Encoder
σ = 0.203“ (0.063mgon)

海克斯康 HEXAGON

GNSS 参考站

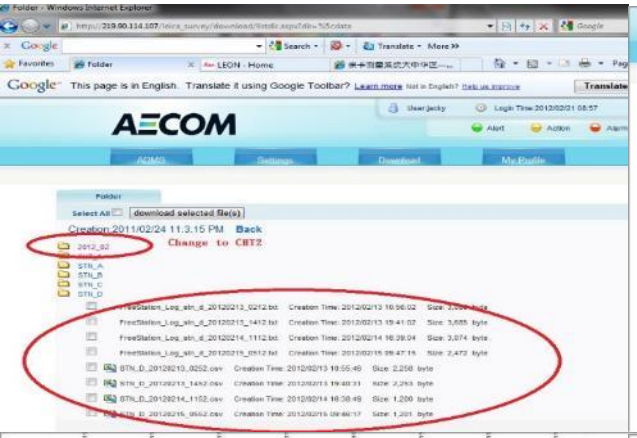


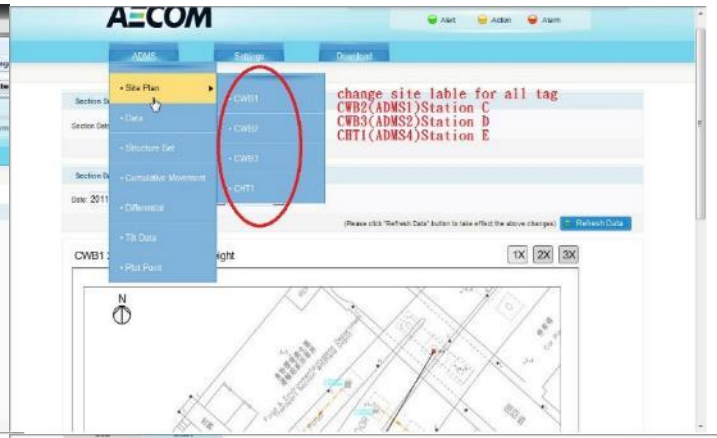
海克斯康 HEXAGON

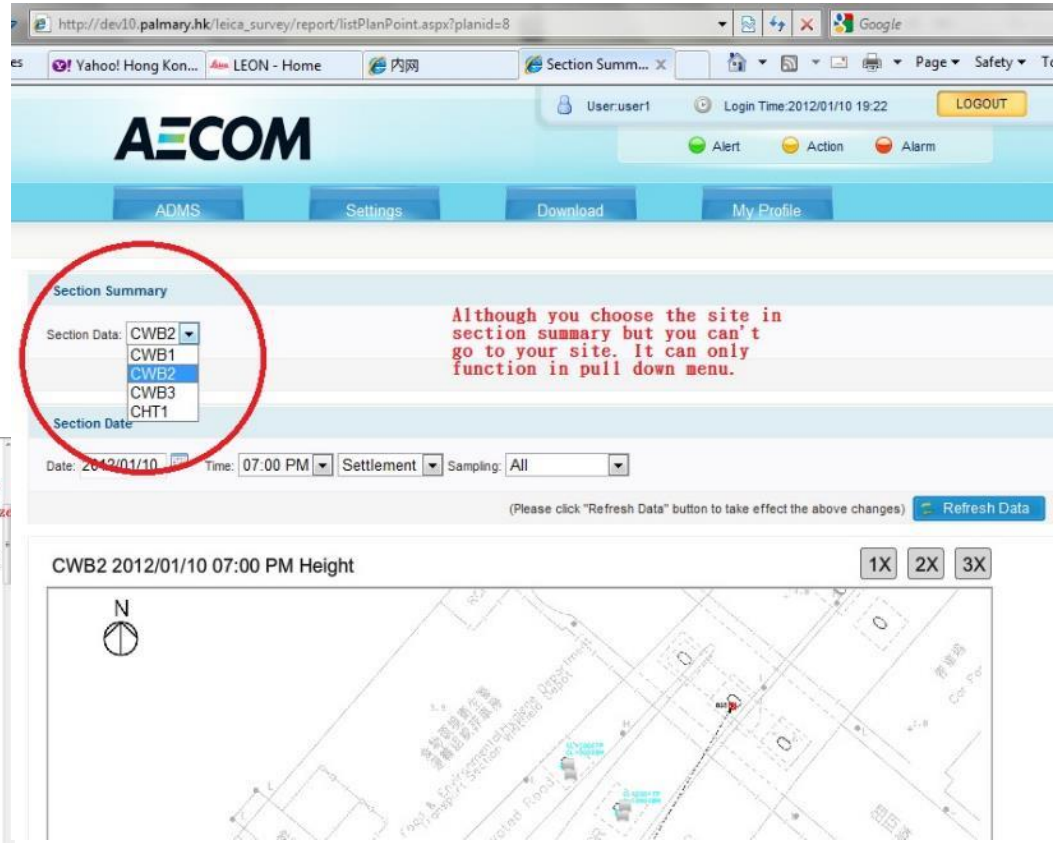
Nivel 监测

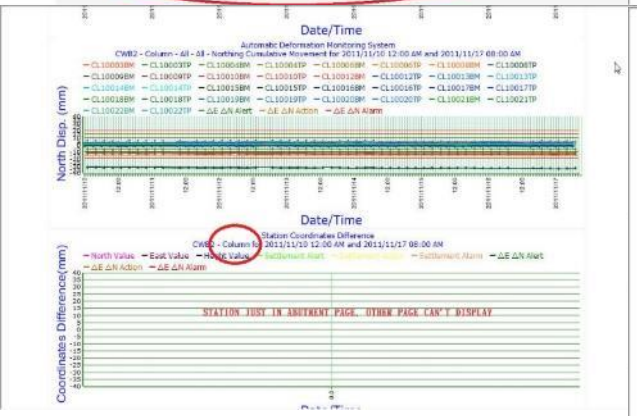
海克斯康 HEXAGON

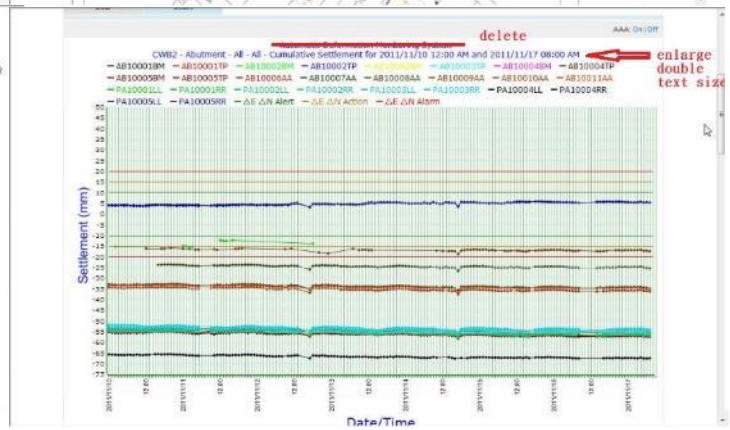
Web Interface











海克斯康 HEXAGON

谢 谢