



Intelligent Manufacturing by Big Data Analysis

品質管制二處 / 品質管制部 / 品質管制課:

MARTIN CHO/卓佳慶

Agenda



Objective

- To reduce the production costs by predicting M/C down



Background & Purpose

- Priority → SP M/C down **1033 times** and **2825.7 hours** in 2020
- To reduce the production costs (defective wafers, labor, time)



Approaches

- Big data analysis with M/C Log
- **Arima model → Predict M/C down**



Summary

- Priority → Pre-detecting SP8X M/C down by big-data analysis

Background - Issue scope

量測

2020年SPC Average

Module	Sample	Alarm	Ratio
SP	6204	116	1.87%
DS	3792	88	2.32%
CO	3288	35	1.06%
DE	3180	78	2.45%
PL	18060	59	0.33%
ET	12276	338	2.75%

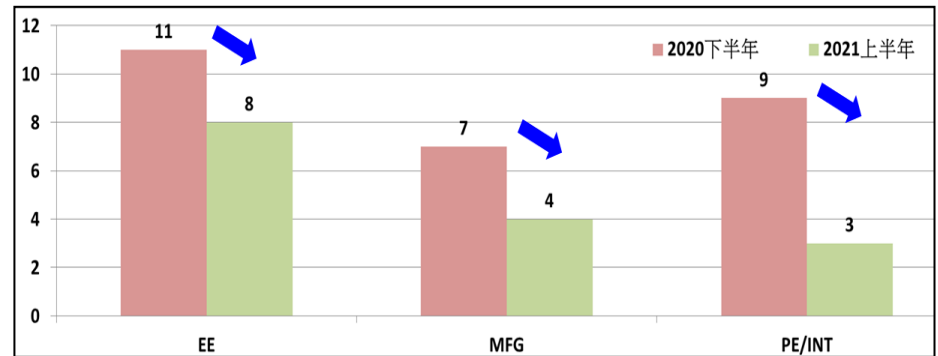
良率

2021上半年良率幾乎>99.9%

Monitor Item	Bump Yield
8" Au HGD	99.981%
8" Au LGD	99.950%
12" Au	99.970%
8" MCB	99.978%
12" MCB	99.963%
12" RDL HGD	99.969%
12" RDL LGD	99.873%
8" WLCSP	99.996%
8" WLCSP Fe-Ni BW	99.777%
12" WLCSP	99.979%

製程

2020~2021年PNR半年報



機台

2020年機台當機紀錄

機台	當機次數	修復小時
SP	1033	2825.7
SE	2829	1579.7
DS	762	1045.8
PL	132	607.4
CT	401	410.7
SC	21	376.1

Background - Issue scope



➤ Production costs priority

竹北一廠2020年當機紀錄

- 工廠痛點+資料完整度

機台	當機次數	修復小時
SP	1033	2825.7
SE	2829	1579.7
DS	762	1045.8
PL	132	607.4

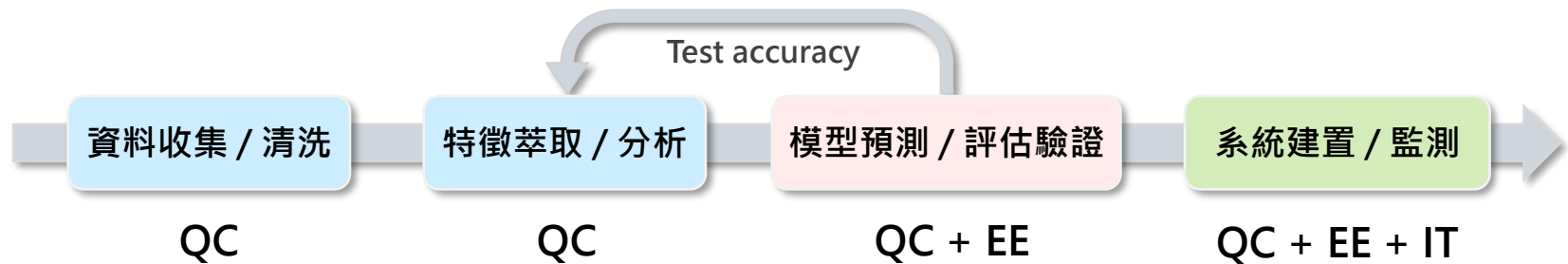
機台	當機次數	修復小時
SP8X	500	1414.9
SP3X	391	1111.4
SP4X	142	299.4

Comparison	AS IS	TO BE
分析手法 Analyzing Methods	上下限 	演算法+統計分析 
效益預期 Advantage Expectation	<ul style="list-style-type: none">■ 現況：預測靈敏度與準確度皆低■ 期望：使用細部分析與較佳的預測手法提高偵測當機的靈敏度與成功率	

- 現況：從成本估算SP8X當機一年當機1414.9小時

Project Schedule and Team Collaboration

Subject	Break down action items	owner	Due Date	Status																															
		EE/IT/QC			W04	W05	Feb.			Mar.				Apr.				May.				Jun.				Jul.									
Log data preparation	Data collection	Martin	2月26日	Done																															
	Data cleaning	Martin	3月5日	Done																															
Feature engineering	Data overall obsevation	Martin	3月19日	Done																															
	Data extracting / transforming / loading	Martin	4月9日	Done																															
AI model Prediction	Algorithm research and model building up	Angus / Martin	4月23日	Done																															
	Evaluation and AI model fine-tuning	Martin	5月7日	Done																															
	Data analysis review	EE / Martin	5月21日	Done																															
Data pipeline setting	system design	ITM / Martin	6月30日	Ongoing																															
	manual writing and detection system preparing	Martin	7月2日	Ongoing																															
	Data pipeline as real-time setting	ITM	6月30日	Ongoing																															
Model monitoring	model monitoring and fine-tuning	EE / Martin	6月30日	uninitiated																															



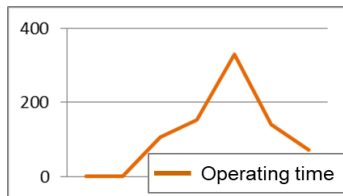
Approaches - SP8X Operation Schematic Diagram

Phase 1

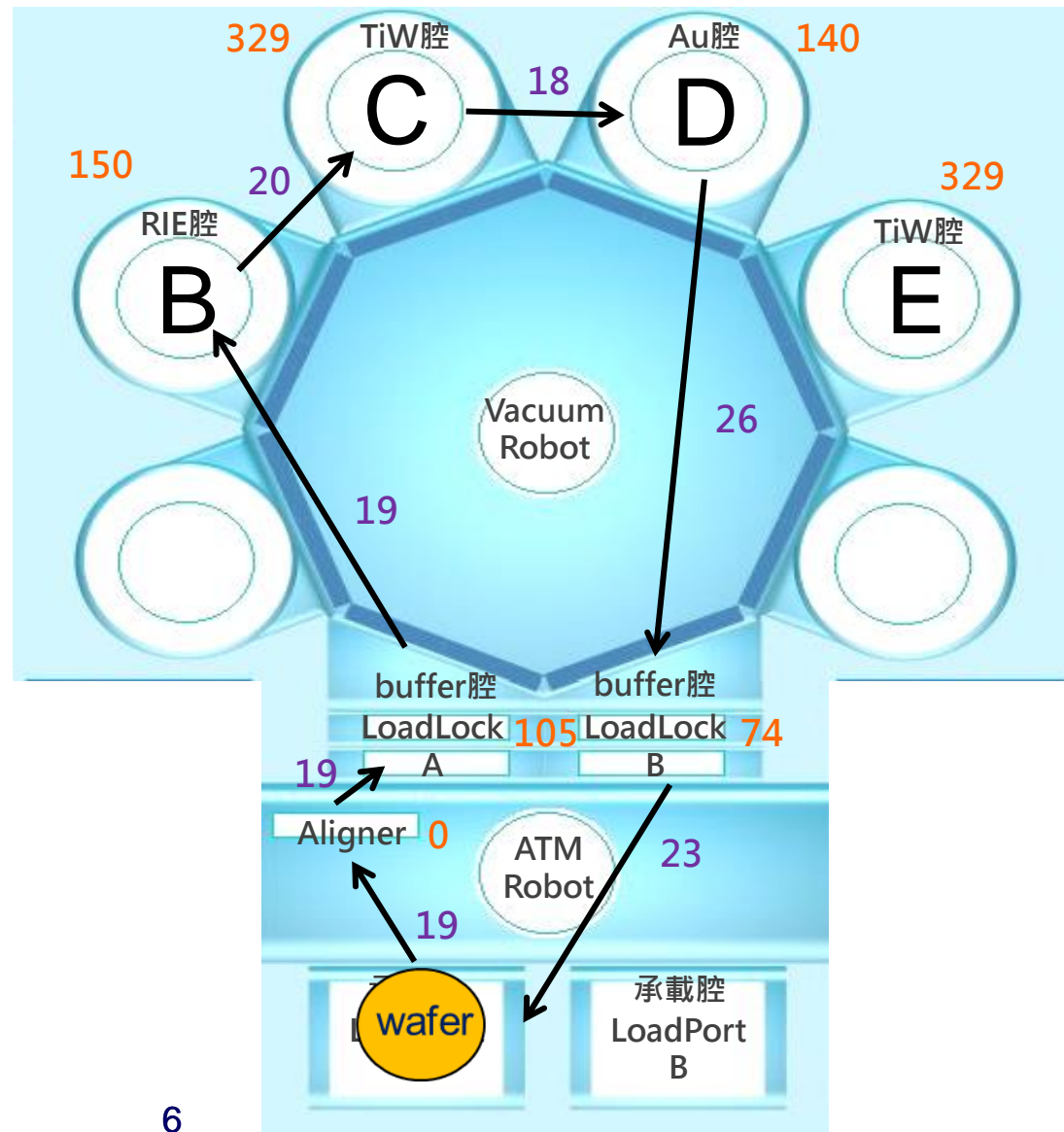
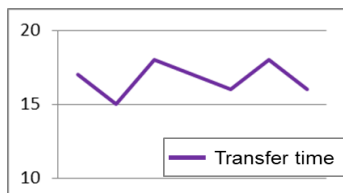
資料收集 / 清洗

項目	資料來源
機台	SP(81、82、83、85、88)
時長範圍	2020年
Sequence	UBM4500、S200
分析單元	chamber、wafer、lot
當機類型	all

- **Chamber operating time** :
The runtime of chamber operating on wafer.



- **Robot transfer time** :
The runtime of robot passing wafer from chamber to chamber.



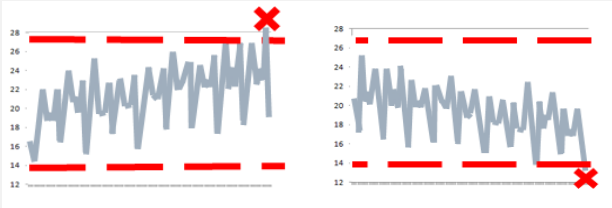
Approaches – Feature Engineering by ARIMA

Phase 2

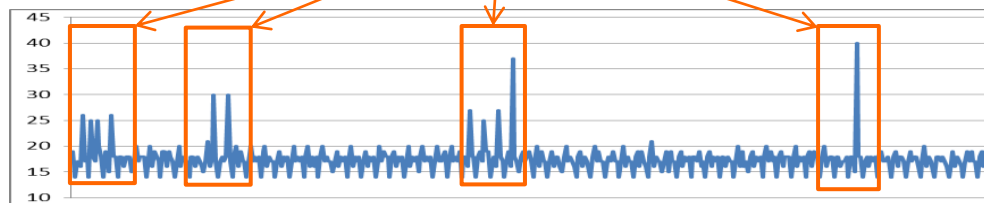
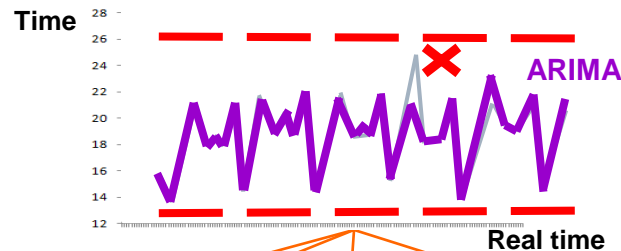
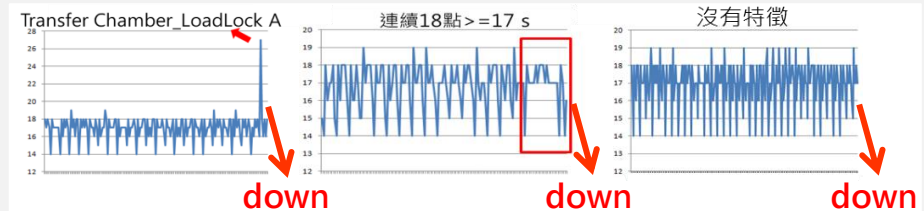
資料特徵萃取 / 分析

- 逐筆觀察 → 無固定形式且耗時 → 建立AI → **ARIMA**模型篩選

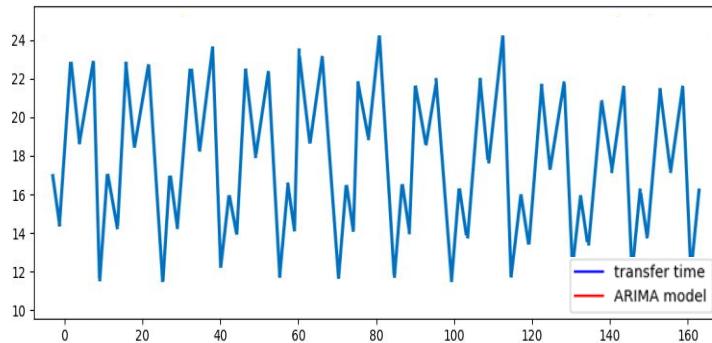
expectation



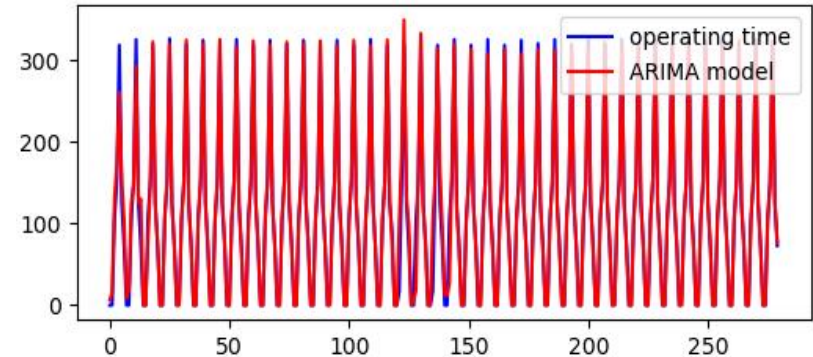
Down features



Approaches – ARIMA model



Adj. R square=93.9%



Adj. R square=98.6%

✓ AR(7) : acceptable accuracy but extremely short computing time

ARIMA(7,0,7) : high accuracy but long computing time

evaluation : RMSE (越小越精準)

秒 / 千筆	ARIMA(7,0,0)	ARIMA(7,0,1)	ARIMA(7,0,7)	AR(7)
RMSE	0.84	0.82	0.73	0.86
運算時間	174	423	626	0.74

秒 / 千筆	ARIMA(7,0,0)	ARIMA(7,0,1)	ARIMA(7,0,7)	AR(7)
RMSE	5.79	5.84	4.53	8.12
運算時間	281	326	545	0.72

one-year data : 95 hrs vs 7mins ✓

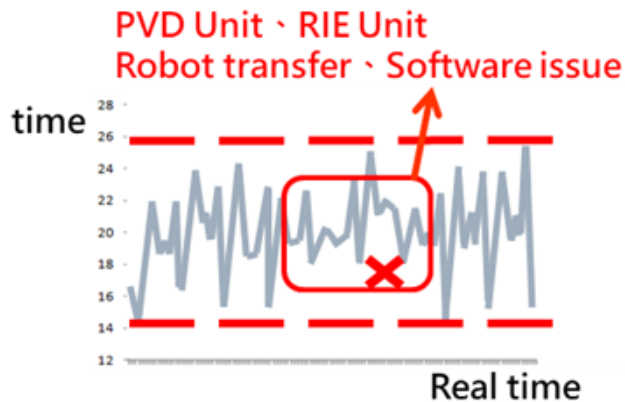
Approaches – Prediction Accuracy

Phase 3

模型預測 / 評估驗證

- **Transfer time** 一發生異常即當機，無法預測
- **Operating time** 發生異常一段時間後當機
 - 觀察當機前時間變化大
 - **ARIMA**演算法分析
 - 以歷史資料評估驗證 (QC+EE)

Kinds of M/C down:



2020 data analysis

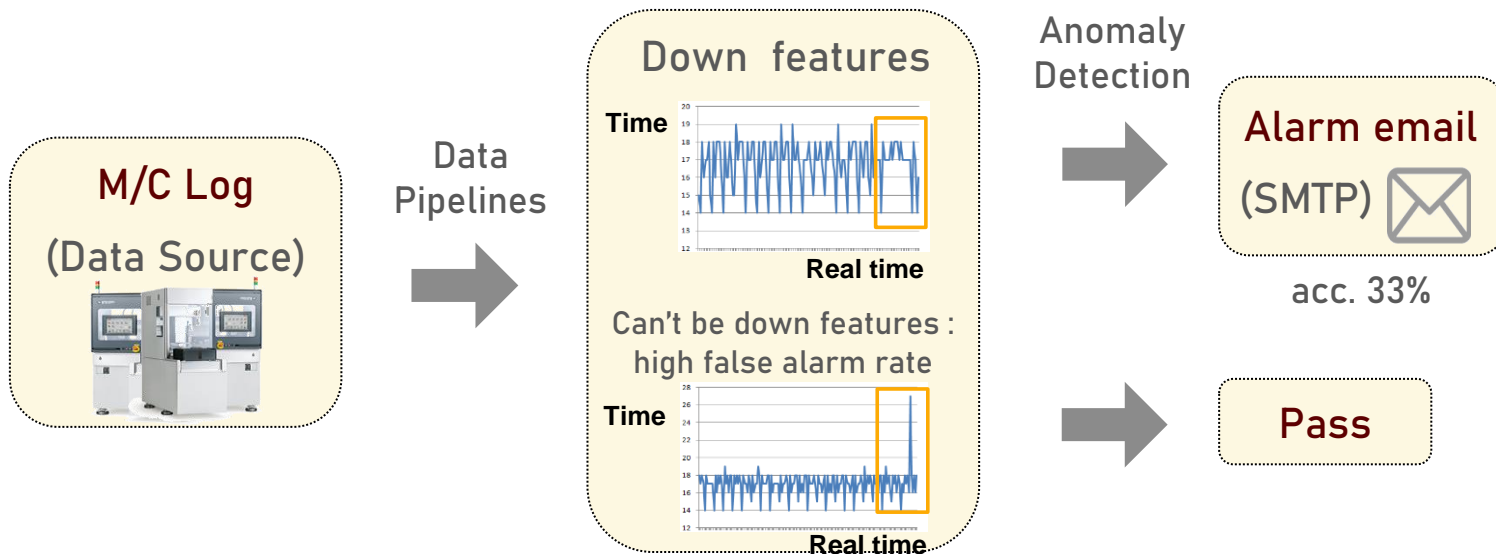
M/C	prediction accuracy
SP81	20%
SP82	20%
SP83	6%
SP85	20%
SP88	33%

Approaches – Out of Control Action Plan

Phase 4

預警系統建置 / 監測

- IT協助模型上線監測，發送預警給EE、PE減少impact片數
 - 規劃預警系統 (QC+IT)
 - 規劃預警內容、OCAP (QC+EE)



Summary

Benefits of big-data analysis

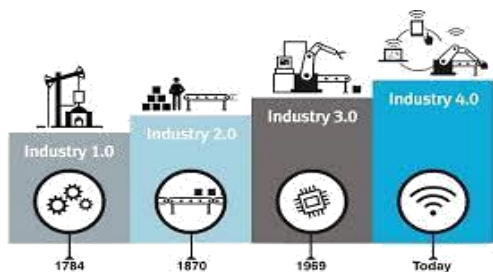
1. 大數據提早偵測機台異常

- 提高靈敏度: 可及早發現卡控上下限內之異常
- 加快異常排查速度: 因分析單元小
- 可延展性高: 演算法分析不受限製程sequence、baseline
(SP → SE → DS → PL ...)

機台	當機次數	修復小時
SP	1033	2825.7
SE	2829	1579.7
DS	762	1045.8
PL	132	607.4

2. 大數據改善既有生產模式

- 生產智慧化，降低生產成本(人力、時間、異常處置)



智能工廠





7 Basic Tools of Quality

Big data analysis

8 Basic Tools of Quality

1950

2008

2021

改革創新

與時俱進

THANK YOU