

基於第一階段數據之 CCC 管制圖參數估計及效能分析研究

指導教授：陳佩雯 學生：吳柏樹、林子淇、李品欣

研究動機與問題

對於高品質製程，傳統管制圖可能無法有效偵測不合格品，且當不合格率極低時，若樣本數不足，傳統管制界限公式可能產生負值，增加錯誤警報。為解決這些問題，**累積合格品數管制圖 (cumulative counts of conforming chart, CCC 管制圖)** 逐漸受到重視，能有效降低錯誤警報並提升監控效能。

研究顯示，建立適當的管制界限對於管制圖的效能至關重要。尤其在製程參數未知或數據不足的情況下，如何透過有效的抽樣策略來提高參數估計的準確度，是本研究的主要目標。

研究方法

本研究進行大量重複模擬，比較估計值分布、變異與信賴區間收斂情形，判定估計是否穩定可靠。

再將估計參數用於建立 CCC 管制圖，進一步以 ARL 分析不同抽樣方案對偵測效能的影響，據以找出最適抽樣設計。以下是馬可夫鏈模型公式：

$$P = \begin{bmatrix} p_{00} & p_{01} \\ p_{10} & p_{11} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1-a & a \\ b & 1-b \end{bmatrix}$$

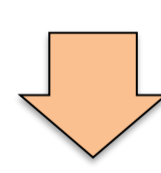
$$(\pi_0, \pi_1) = \left(\frac{b}{a+b}, \frac{a}{a+b} \right)$$

$$P = \begin{bmatrix} 1-p_0(1-d) & p_0(1-d) \\ (1-p_0)(1-d) & p_0+d(1-p_0) \end{bmatrix}$$

不同樣本組數 m 對於參數估計之影響

不同樣本數大小對於參數估計之影響

模擬序列相關 d 對參數估計的影響



評估 ARL

建立 CCC 管制界限

選擇抽樣策略並比較信賴區間

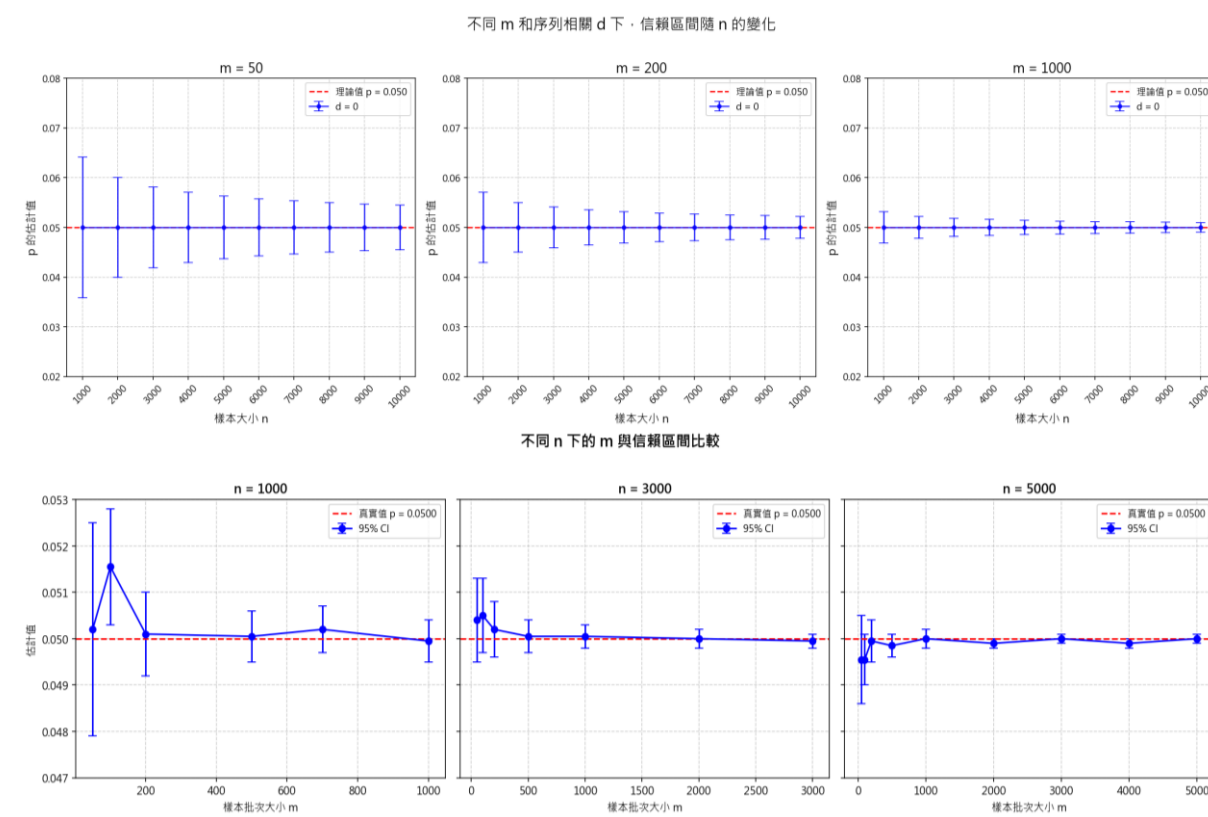
結論

本研究以模擬分析樣本數 n 與樣本組數 m 對不良率估計 \hat{p} 與信賴區間穩定性的影響，結果顯示樣本數是最關鍵因素，大樣本能有效縮小信賴區間並提升估計準確度； m 僅提升穩定性。進一步以 CCC 管制界限進行 ARL 分析發現，較大的 n 能使 ARL 更穩定、錯誤警報降低。

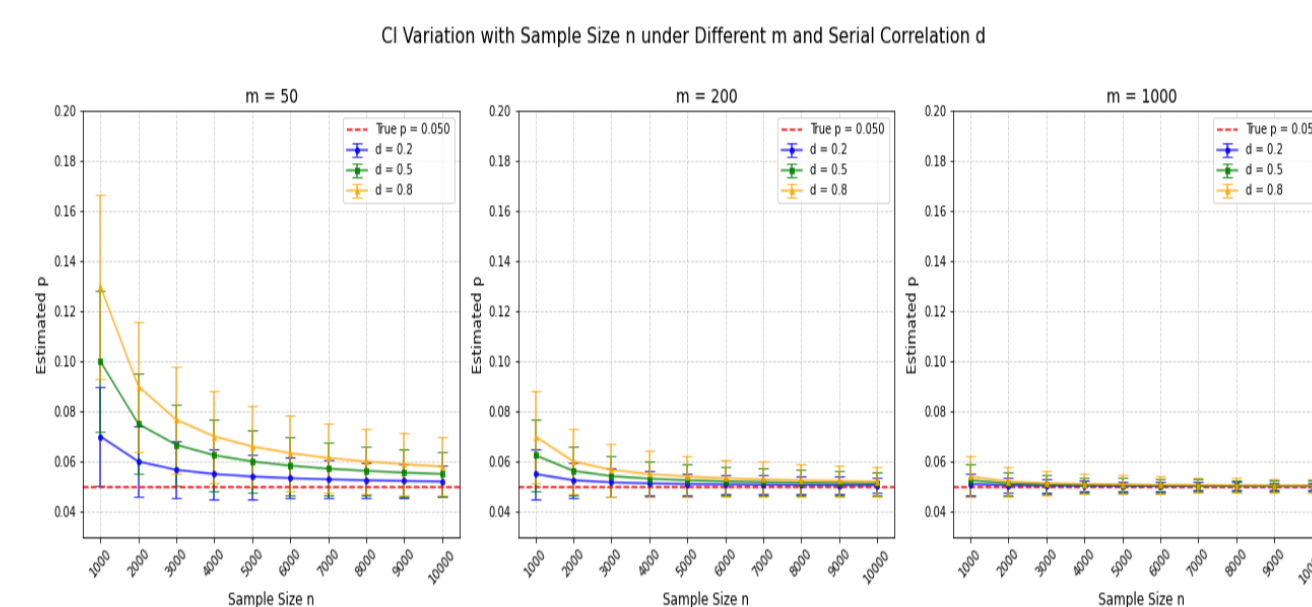
綜合結果，高品質製程需較大的 n 與適當的 m 以維持可靠偵測。本研究提供不同品質水準下的抽樣與管制圖建議。

研究成果

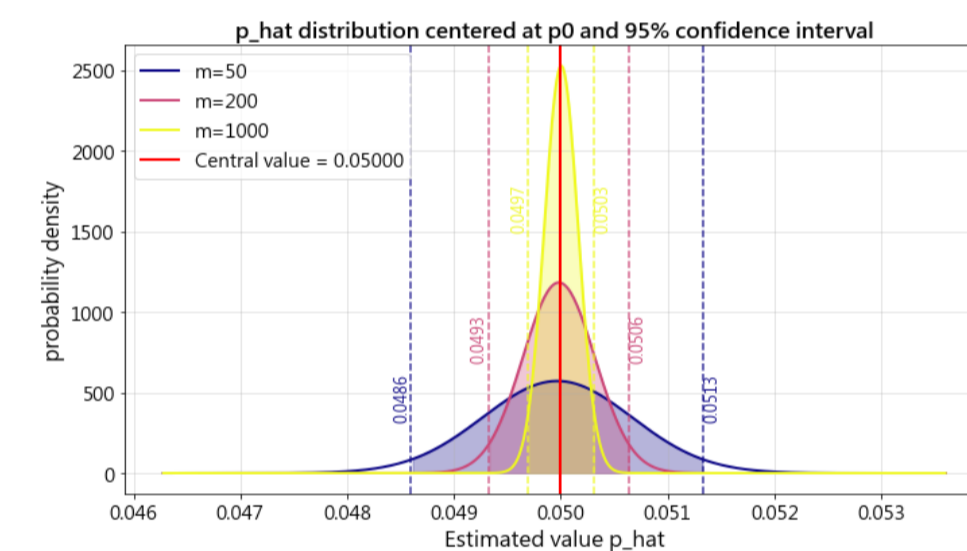
Step 1. 選擇 M 跟 N



Step 2. 偏移對 CI 之影響



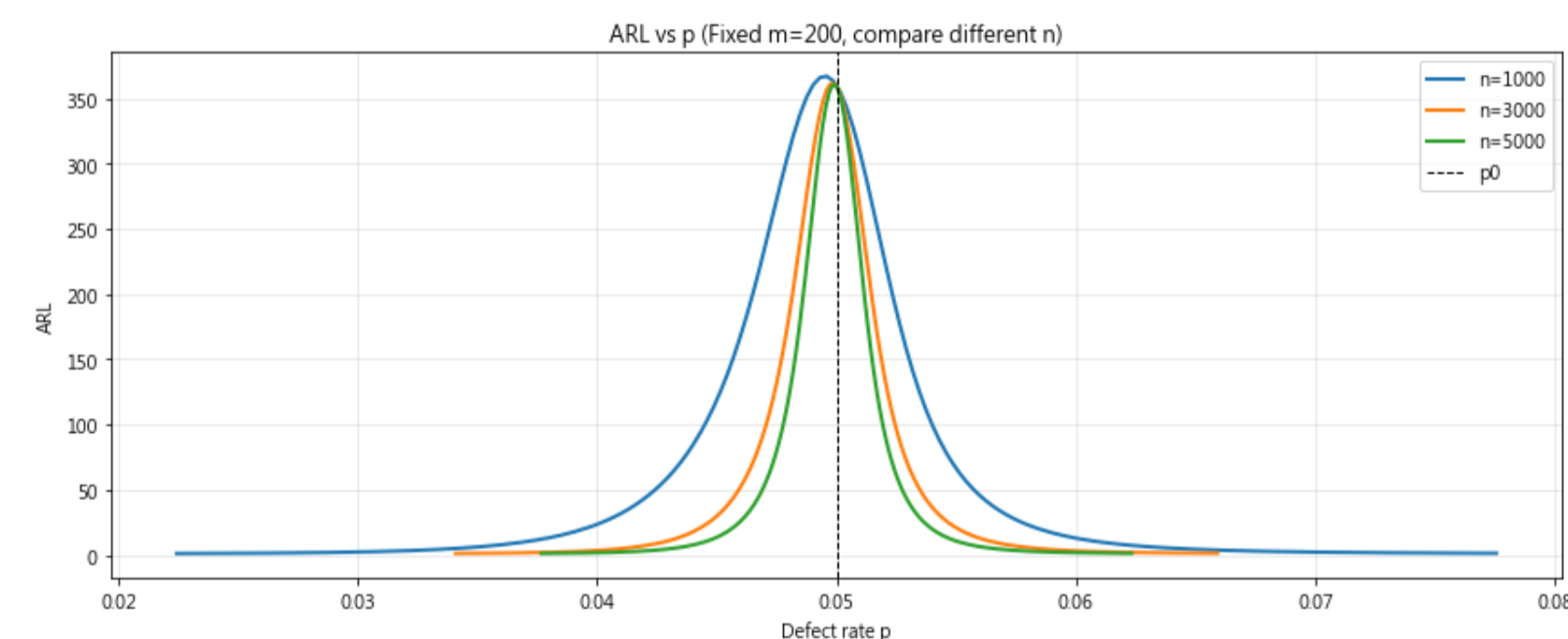
Step 3. CI 視覺化



Step 4. CCC 管制界限

P-Chart	LCL	CL	UCL	σ	ARL ₀
理論	0.03806	0.10000	0.06194	0.00398	370
估計	0.03787	0.04981	0.06174	0.00398	378

Step 5. N、M、P 對 ARL 影響



Step 6. 參數對 AARL 和 SDARL 性能的影響

m	p=0.1		p=0.05		p=0.005	
	AARL	SDARL	AARL	SDARL	AARL	SDARL
50	385.8	7.3	334.1	5.4	291.8	5.2
200	384.7	7.3	336.0	6.6	290.3	5.4
1000	387.0	7.0	334.8	5.6	291.2	5.1

n	p=0.1		p=0.05		p=0.005	
	AARL	SDARL	AARL	SDARL	AARL	SDARL
200	294.6	5.7	371.3	8.1	53.4	1.4
500	426.4	9.2	316.7	5.5	240.9	4.7
1000	369.7	6.8	325.6	6.1	186.4	3.9
3000	383.2	8.0	334.9	6.2	291.3	5.7