

ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI
KHOA TOÁN - TIN



KIỂM SOÁT QUÁ TRÌNH THỐNG KÊ SPC VÀ KIỂM ĐỒ SHEWHART

ĐỒ ÁN 2

Chuyên ngành: HỆ THỐNG THÔNG TIN QUẢN LÝ

Giảng viên hướng dẫn : TS. Nguyễn Hữu Du

Sinh viên thực hiện : Ôn Minh Đức

MSSV : 20227190

Lớp : Hệ thống thông tin 02 - K67

Hà Nội - 2025

NHẬN XÉT CỦA GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

1. Mục đích và nội dung của đề án

-

2. Kết quả đạt được

-

3. Ý thức làm việc của sinh viên

-

Hà Nội, ngày 31 tháng 12 năm 2025

Giảng viên hướng dẫn

TS. Nguyễn Hữu Du

Lời mở đầu

Trong bối cảnh công nghiệp hiện đại, yêu cầu về chất lượng sản phẩm và hiệu quả sản xuất ngày càng trở nên khắt khe. Các doanh nghiệp không chỉ cần đảm bảo sản phẩm đạt tiêu chuẩn mà còn phải duy trì sự ổn định của quá trình sản xuất, giảm thiểu sai lỗi và tối ưu hóa chi phí. Một trong những phương pháp quản lý chất lượng được ứng dụng rộng rãi để đạt được mục tiêu là kiểm soát quá trình thống kê (SPC).

SPC cho phép doanh nghiệp giám sát và phân tích các biến động trong quá trình sản xuất dựa trên dữ liệu thu thập được, từ đó phân biệt được giữa biến động thông thường và biến động đặc biệt. Thông qua các công cụ thống kê, đặc biệt là kiểm đồ Shewhart, SPC không chỉ hỗ trợ phát hiện kịp thời sự cố mà còn giúp định hướng các biện pháp cải tiến liên tục, đảm bảo chất lượng sản phẩm và nâng cao năng lực cạnh tranh.

Việc tìm hiểu về SPC và biểu đồ Shewhart mang lại nền tảng vững chắc để áp dụng vào thực tiễn sản xuất, đồng thời mở ra cơ hội tiếp cận các kỹ thuật kiểm soát tiên tiến hơn trong tương lai. Trong phạm vi đề án 2, báo cáo sẽ tập trung vào các khái niệm cơ bản của SPC, cơ chế hoạt động của biểu đồ Shewhart và một số ví dụ minh họa nhằm giúp sinh viên hình dung rõ hơn về vai trò và ứng dụng của phương pháp trong công nghiệp.

Em xin chân thành gửi lời cảm ơn sâu sắc đến TS. Nguyễn Hữu Du, giảng viên Khoa Toán - Tin, Đại học Bách Khoa Hà Nội, vì đã dành thời gian tận tình hướng dẫn để em có thể nghiên cứu và hoàn thành đề án. Đề án vẫn còn tồn đọng những sai sót và hạn chế, nên em mong rằng sẽ nhận được sự nhận xét, đánh giá từ thầy cô để em có thể phát triển, hoàn thiện hơn trong tương lai.

Em xin chân thành cảm ơn!

Tóm tắt nội dung báo cáo

Báo cáo được chia làm 4 phần, trình bày về các kiến thức toán học, kiểm soát quá trình thống kê SPC và kiểm đồ Shewhart.

- **Chương 1: Kiến thức chuẩn bị**

Trình bày về các kiến thức toán học cơ sở cần có để hỗ trợ cho các phần toán học ở chương 2 và chương 3.

- **Chương 2: Kiểm soát quá trình thống kê**

Tập trung giới thiệu về khái niệm, vai trò, ưu điểm, nhược điểm và điều kiện áp dụng của kiểm soát quá trình thống kê (SPC).

- **Chương 3: Kiểm đồ Shewhart**

Giới thiệu nguyên lý hoạt động, các loại biểu đồ và quy tắc nhận biết mất kiểm soát của kiểm đồ Shewhart.

- **Kết luận**

Kết luận và định hướng phát triển của báo cáo.

Mục lục

1	Kiến thức chuẩn bị	4
1.1	Tổng thể và mẫu	4
1.1.1	Tổng thể	4
1.1.2	Mẫu	4
1.2	Dữ liệu định lượng và dữ liệu định tính	5
1.3	Thống kê mô tả	5
1.3.1	Trung bình mẫu	5
1.3.2	Trung vị mẫu	6
1.3.3	Phương sai và độ lệch chuẩn	6
1.3.4	Khoảng tứ phân vị	6
1.4	Phân phối xác suất	6
1.4.1	Phân phối chuẩn	7
1.4.2	Phân phối nhị thức	7
1.4.3	Phân phối Poisson	8
2	Kiểm soát quá trình thống kê	9
2.1	Khái niệm	9
2.2	Vai trò	9
2.3	Nguyên nhân thông thường và nguyên nhân đặc biệt	9
2.4	Các thành phần chính của SPC	9
2.5	Ưu điểm và nhược điểm	9
2.6	Điều kiện áp dụng	10
2.7	Ứng dụng SPC trong sản xuất và dịch vụ	10
3	Kiểm đồ Shewhart	11
3.1	Giới thiệu chung	11
3.2	Cấu trúc	12
3.3	Các loại biểu đồ Shewhart	13
3.3.1	Biểu đồ $I - MR$	13
3.3.2	Biểu đồ $\bar{X} - R$	14
3.3.3	Biểu đồ $\bar{X} - S$	15
3.3.4	Biểu đồ P	17

3.3.5	Biểu đồ U	17
3.4	Các kịch bản mất kiểm soát của quá trình	18
3.5	Phân tích năng lực quá trình	22
3.5.1	C_p , C_{pk}	22
3.5.2	P_p , P_{pk} (cần bổ sung)	23
3.5.3	Mức Sigma	23

Bảng ký hiệu, viết tắt và thuật ngữ

STT	Ký hiệu	Giải thích
1	SPC	Statistical Process Control
2	UCL	Upper Control Limit
3	CL	Central Line
4	LCL	Lower Control Limit
5	USL	Upper Specification Limit
6	LSL	Lower Specification Limit
7	CPU	Capability Process Upper Index
8	CPL	Capability Process Lower Index
9	PPU	Process Performance Upper Index
10	PPL	Process Performance Lower Index

Danh sách Bảng và hình vẽ

1.1	So sánh dữ liệu định lượng và dữ liệu định tính	5
1.2	Phân phối chuẩn	7
3.1	Các loại biểu đồ Shewhart	13
3.2	Hình minh hoạ kịch bản 1	19
3.3	Hình minh hoạ kịch bản 2	19
3.4	Hình minh hoạ kịch bản 3	19
3.5	Hình minh hoạ kịch bản 4	20
3.6	Hình minh hoạ kịch bản 5	20
3.7	Hình minh hoạ kịch bản 6	21
3.8	Hình minh hoạ kịch bản 7	21
3.9	Hình minh hoạ kịch bản 8	21
3.10	Mức sigma và lỗi phân triệu	23

Chương 1

Kiến thức chuẩn bị

1.1 Tổng thể và mẫu

1.1.1 Tổng thể

Khi nghiên cứu các vấn đề về kinh tế - xã hội, cũng như nhiều vấn đề thuộc các lĩnh vực vật lý, sinh vật, quân sự... thường dẫn đến khảo sát một hay nhiều dấu hiệu (định tính hoặc định lượng) thể hiện bằng số lượng trên nhiều phần tử.

Tổng thể (Population) là tập hợp tất cả các phần tử. Số phần tử trong tổng thể có thể rất lớn (như số lượng con người) hoặc cũng có thể rất nhỏ (như số lượng gấu trúc).

Tổng thể có thể hữu hạn, ví dụ như số lượng sản phẩm trong một lô sản xuất, hoặc vô hạn, ví dụ như toàn bộ giá trị điện trở có thể đo được của một loại linh kiện trong suốt vòng đời sản xuất.

Lý do không nghiên cứu trực tiếp tổng thể:

- Do quy mô của tập hợp nghiên cứu quá lớn, điều này sẽ khiến tốn nhiều chi phí về vật chất và thời gian.
- Trong quá trình nghiên cứu thường sẽ phá huỷ đối tượng nghiên cứu.
- Trong nhiều trường hợp không thể thu thập được toàn bộ các phần tử của tổng thể.

1.1.2 Mẫu

Thông thường quy mô của một tổng thể là rất lớn. Việc chọn ra từ tổng thể một tập hợp con nào đó được gọi là phép lấy mẫu và tập hợp con đó được gọi là mẫu (sample).

Số lượng cá thể trong mẫu được gọi là kích thước mẫu.

Việc nghiên cứu tổng thể chính là nghiên cứu một hoặc một số đặc trưng của tổng thể, mà chỉ lấy một số phần tử trong tổng thể ra nghiên cứu và làm sao qua việc nghiên cứu có thể kết luận về một hoặc một số đặc trưng của tổng thể.

1.2 Dữ liệu định lượng và dữ liệu định tính

Theo Statistics LibreTexts (2020) [1], phần lớn dữ liệu có thể được phân vào 2 nhóm:

- Dữ liệu định lượng
- Dữ liệu định tính

	Dữ liệu định lượng	Dữ liệu định tính
Định nghĩa	Dữ liệu định lượng là kết quả của việc đếm hoặc đo lường các thuộc tính của một quần thể.	Dữ liệu định tính là kết quả của việc phân loại hoặc mô tả các thuộc tính của một quần thể.
Kiểu dữ liệu bạn sẽ thấy	Dữ liệu định lượng luôn ở dạng số.	Dữ liệu định tính thường được mô tả bằng chữ hoặc ký hiệu.
Ví dụ	Số tiền bạn có Chiều cao Cân nặng Số người sống trong thị trấn của bạn Số sinh viên học thống kê	Màu tóc Nhóm máu Nhóm dân tộc Loại xe mà một người lái Con phố nơi một người sống

Bảng 1.1: So sánh dữ liệu định lượng và dữ liệu định tính

1.3 Thống kê mô tả

1.3.1 Trung bình mẫu

Trung bình mẫu là trung bình cộng các giá trị quan sát được. Với kích thước n về biến ngẫu nhiên X , thì trung bình mẫu, ký hiệu là \bar{x} , được xác định như sau:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i. \quad (1.1)$$

1.3.2 Trung vị mẫu

Trong một số trường hợp, việc dùng đặc trưng này sẽ không còn chính xác. Trong bộ dữ liệu xuất hiện các giá trị bất thường, việc sử dụng giá trị trung vị thay thế cho giá trị trung bình trở nên phổ biến hơn.

Trung vị (median) mẫu, ký hiệu là \tilde{x} , là một số thỏa mãn số các giá trị của mẫu bé hơn hay bằng \tilde{x} bằng số các giá trị của mẫu lớn hơn hay bằng \tilde{x} .

$$\tilde{x} = \begin{cases} x_{(n+1)/2}, & \text{nếu } n \text{ lẻ,} \\ \frac{1}{2} (x_{n/2} + x_{n/2+1}), & \text{nếu } n \text{ chẵn.} \end{cases} \quad (1.2)$$

1.3.3 Phương sai và độ lệch chuẩn

Phương sai mẫu để đo mức độ phân tán của số liệu, ký hiệu là \tilde{s}^2 , là trung bình của bình phương độ lệch giữa các giá trị mẫu với trung bình mẫu.

$$\tilde{s}^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2. \quad (1.3)$$

Độ lệch chuẩn mẫu, ký hiệu là \tilde{s} , là căn bậc hai số học của phương sai mẫu.

$$\tilde{s} = \sqrt{\tilde{s}^2}. \quad (1.4)$$

1.3.4 Khoảng tứ phân vị

Khoảng tứ phân vị được định nghĩa bởi $Q_3 - Q_1$, trong đó Q_1 là giá trị mà 25% số liệu nhỏ hơn Q_1 và Q_3 là giá trị mà 75% của số liệu nhỏ hơn Q_3 .

Độ dài của khoảng tứ phân vị là đoạn 50% số liệu nằm trong khoảng (Q_1, Q_3) .

$$IQR = Q_3 - Q_1. \quad (1.5)$$

1.4 Phân phối xác suất

Trong khuôn khổ giới hạn của đề án, báo cáo sẽ chỉ tập trung nghiên cứu vào 3 loại phân phối nổi bật là phân phối chuẩn, phân phối nhị thức và phân phối Poisson.

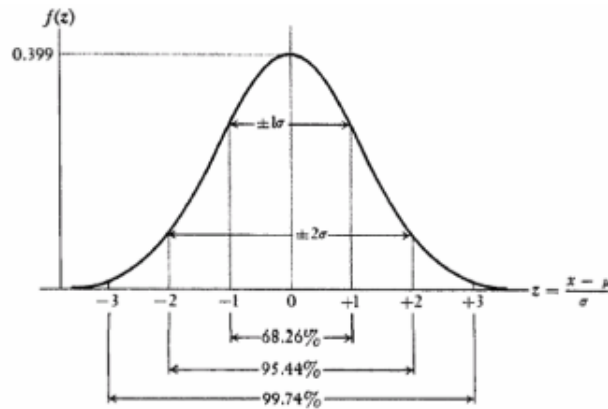
1.4.1 Phân phối chuẩn

Định nghĩa

Biến ngẫu nhiên liên tục X được gọi là có phân phối chuẩn với tham số μ và σ^2 , ký hiệu là $X \sim \mathcal{N}(\mu; \sigma^2)$, nếu hàm mật độ xác suất của X có dạng

$$f_X(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}.$$

với tham số μ là số thực tùy ý còn $\sigma > 0$.



Hình 1.2: Phân phối chuẩn

Kỳ vọng và phương sai

Nếu X là biến ngẫu nhiên có phân phối chuẩn với các tham số μ và σ^2 , thì

$$E(X) = \mu, V(X) = \sigma^2, \sigma_X = \sigma.$$

Phân phối chuẩn tắc

Biến ngẫu nhiên Z có phân phối chuẩn $\mathcal{N}(0; 1)$ được gọi là biến ngẫu nhiên có phân phối chuẩn tắc, khi đó $E(Z) = 0$ và $V(Z) = 1$.

1.4.2 Phân phối nhị thức

Định nghĩa

Biến ngẫu nhiên rời rạc X được gọi là có phân phối nhị thức với tham số n và p , ký hiệu

$X \sim \mathcal{B}(n; p)$, nếu X nhận hữu hạn giá trị $0, 1, \dots, n$ với hàm xác suất

$$p_X(x) = C_n^x p^x (1-p)^{n-x}, \quad x = 0, 1, \dots, n.$$

với $p \in (0; 1)$. **Kỳ vọng và phương sai**

Nếu X là biến ngẫu nhiên có phân phối nhị thức với tham số n và p thì

$$E(X) = np, V(X) = np(1-p).$$

1.4.3 Phân phối Poisson

Định nghĩa

Biến ngẫu nhiên rời rạc X được gọi là có phân phối Poisson với tham số $\lambda > 0$, ký hiệu $X \sim \mathcal{P}(\lambda)$, nếu hàm xác suất của X có dạng

$$p_X(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!}, \quad x = 0, 1, 2, \dots$$

với $e \approx 2,71828$ Nếu $n \rightarrow \infty$, $p \rightarrow 0$ và $np \rightarrow \lambda$ thì

$$\mathcal{B}(n; p) \rightarrow \mathcal{P}(\lambda).$$

Kỳ vọng và phương sai

Nếu X là biến ngẫu nhiên có phân phối Poisson tham số λ thì

$$E(X) = \lambda, V(X) = \lambda.$$

Chương 2

Kiểm soát quá trình thống kê

2.1 Khái niệm

Công cụ kiểm soát thống kê làm việc theo nguyên lý loại bỏ các biến động bất thường thông qua kiểm soát các yếu tố đầu vào (con người, máy móc, thiết bị, phương pháp) và các tham số quá trình nhằm đảm bảo kết quả đầu ra của quá trình không phải là phế phẩm.

2.2 Vai trò

2.3 Nguyên nhân thông thường và nguyên nhân đặc biệt

2.4 Các thành phần chính của SPC

2.5 Ưu điểm và nhược điểm

Ưu điểm

- Giúp phát hiện những nguyên nhân gây bất ổn định trong sản xuất
- Phòng ngừa lỗi, giảm lãng phí sản phẩm hỏng
- Dựa trên dữ liệu thực tế, khách quan

- Phát hiện xu hướng mất kiểm soát trước khi tạo ra sản phẩm lỗi hàng loạt
- Giúp doanh nghiệp ổn định hoá quá trình sản xuất, nâng cao chất lượng sản phẩm

Nhược điểm

- Cần thu thập dữ liệu đầy đủ và duy trì liên tục
- Không thay thế được hoàn toàn việc kiểm tra sản phẩm cuối cùng
- Hiệu quả giảm nếu dữ liệu thu thập không có tính đại diện

2.6 Điều kiện áp dụng

2.7 Ứng dụng SPC trong sản xuất và dịch vụ

Chương 3

Kiểm đồ Shewhart

3.1 Giới thiệu chung

Biểu đồ kiểm soát Shewhart (Shewhart Control Chart) là một công cụ đồ họa trong kiểm soát quá trình thống kê (SPC), được phát triển bởi Walter A. Shewhart vào những năm 1920. Mục đích chính của biểu đồ này là theo dõi sự biến động của một đặc tính chất lượng trong quá trình sản xuất hoặc dịch vụ theo thời gian, từ đó phát hiện kịp thời các dấu hiệu bất thường có thể dẫn đến sai hỏng hoặc chất lượng không ổn định.

Về bản chất, biểu đồ Shewhart dựa trên việc thu thập dữ liệu mẫu theo trình tự thời gian, tính toán các thống kê đặc trưng (như giá trị trung bình, phạm vi, tỷ lệ lỗi), sau đó so sánh các giá trị này với giới hạn kiểm soát (Control Limits) được xác định dựa trên phân tích thống kê của dữ liệu.

Ưu điểm nổi bật của biểu đồ Shewhart là khả năng phân biệt giữa nguyên nhân thông thường (Common Causes) – những biến động tự nhiên vốn có của quá trình và nguyên nhân đặc biệt (Special Causes) – những yếu tố bất thường cần được xử lý. Điều này giúp tổ chức tập trung nguồn lực vào việc loại bỏ các nguyên nhân đặc biệt để duy trì quá trình ở trạng thái ổn định.

Trong công nghiệp, biểu đồ Shewhart được ứng dụng rộng rãi trong:

- Giám sát chất lượng sản phẩm trong quá trình sản xuất.
- Kiểm soát độ chính xác của máy móc và thiết bị đo lường.
- Theo dõi các chỉ tiêu vận hành dịch vụ như thời gian xử lý đơn hàng, tỷ lệ phản hồi khách hàng,...

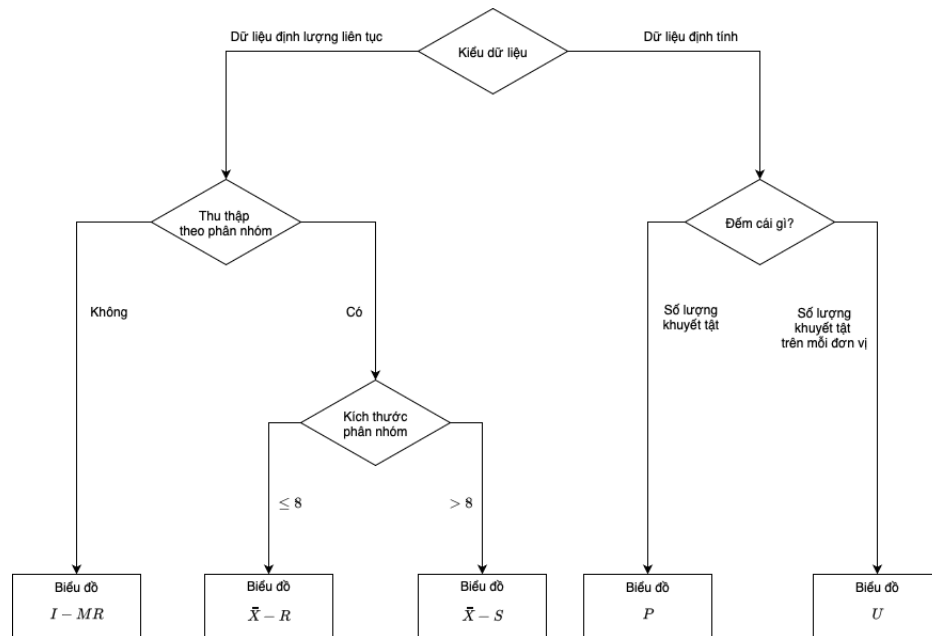
3.2 Cấu trúc

Biểu đồ Shewhart được xây dựng dựa trên dữ liệu thu thập theo thời gian, sắp xếp tuần tự để phản ánh quá trình biến động của một đặc tính chất lượng. Một biểu đồ Shewhart gồm các thành phần chính sau:

- Trục hoành (Trục X): Thể hiện thứ tự thời gian hoặc số thứ tự của các mẫu (sub-group) được lấy từ quá trình. Mỗi điểm trên trục hoành tương ứng với một lần lấy mẫu.
- Trục tung (Trục Y): Thể hiện giá trị thống kê được theo dõi, ví dụ như giá trị trung bình mẫu, phạm vi, tỷ lệ lỗi, số khuyết tật,...
- Đường trung tâm (CL – Center Line): Là giá trị kỳ vọng của đặc tính chất lượng khi quá trình ở trạng thái kiểm soát. Đường này thường được tính từ dữ liệu lịch sử của quá trình.
- Giới hạn kiểm soát trên (UCL – Upper Control Limit) và giới hạn kiểm soát dưới (LCL – Lower Control Limit): Được xác định dựa trên cơ sở thống kê, thông thường ở mức $\pm 3\sigma$ so với đường trung tâm. Các giới hạn là ngưỡng thống kê để nhận biết khi quá trình có dấu hiệu bất thường.

3.3 Các loại biểu đồ Shewhart

Có nhiều loại biểu đồ Shewhart được thiết kế cho các dạng dữ liệu khác nhau, mỗi loại biểu đồ có cách tính toán giới hạn kiểm soát và phương pháp diễn giải riêng, nhưng đều tuân theo nguyên tắc chung của Shewhart là phát hiện sớm sự thay đổi trạng thái của quá trình để ngăn ngừa sản phẩm không đạt chất lượng lọt ra khỏi dây chuyền.



Hình 3.1: Các loại biểu đồ Shewhart

3.3.1 Biểu đồ $I - MR$

Biểu đồ $I - MR$ được sử dụng để theo dõi biến động của quá trình theo thời gian khi dữ liệu là các quan sát đơn lẻ.

Cấu trúc của biểu đồ $I - MR$ gồm:

- Biểu đồ Individual (I)
- Biểu đồ khoảng biến thiên động Moving Range (MR)

Các yêu cầu đối với dữ liệu đầu vào của biểu đồ $I - MR$:

- Dữ liệu phải là dữ liệu liên tục

- Dữ liệu là các quan sát đơn lẻ
- Tối thiểu 100 quan sát
- Dữ liệu tuân theo quy luật phân phối chuẩn
- Các quan sát độc lập với nhau

Quy trình xây dựng biểu đồ $I - MR$:

- Tính các khoảng biến thiên động (MR) và khoảng biến thiên động trung bình \overline{MR}
- Tính độ lệch chuẩn

$$\sigma = \frac{\overline{MR}}{d_2}.$$

- Tính UCL, LCL cho biểu đồ I và biểu đồ MR

– Với biểu đồ I :

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{X} - 3\sigma.$$

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{X} + 3\sigma.$$

– Với biểu đồ MR :

$$LCL_{\overline{MR}} = \overline{MR} - 3d_3\sigma.$$

$$UCL_{\overline{MR}} = \overline{MR} + 3d_3\sigma.$$

3.3.2 Biểu đồ $\bar{X}-R$

Biểu đồ $\bar{X} - R$ được sử dụng để theo dõi biến động của quá trình theo thời gian khi dữ liệu là các phân nhóm với kích thước phân nhóm nhỏ hơn hoặc bằng 8.

Cấu trúc của biểu đồ $\bar{X} - R$ gồm:

- Biểu đồ \bar{X} : Thể hiện biến động của giá trị trung bình
- Biểu đồ R : Thể hiện biến động của khoảng biến thiên

Các yêu cầu đối với dữ liệu đầu vào của biểu đồ $\bar{X} - R$:

- Dữ liệu phải là dữ liệu liên tục

- Dữ liệu được thu thập theo phân nhóm
- Kích thước mỗi phân nhóm từ 2 đến 8 quan sát
- Dữ liệu không cần tuân theo phân phối chuẩn
- Các quan sát trong cùng phân nhóm phải độc lập với nhau

Quy trình xây dựng biểu đồ $\bar{X} - R$:

- Tính khoảng biến thiên R của từng phân nhóm và tính khoảng biến thiên trung bình của quá trình

$$R = X_{max} - X_{min}.$$

- Tính độ lệch chuẩn

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d2}.$$

- Tính giá trị trung bình của mỗi phân nhóm và giá trị trung bình của quá trình
- Tính UCL, LCL cho biểu đồ \bar{X} và biểu đồ R :

– Với biểu đồ \bar{X} :

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}}.$$

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}}.$$

n: kích thước phân nhóm

– Với biểu đồ R :

$$UCL_{\bar{R}} = \bar{\bar{R}} + 3.d3.\sigma.$$

$$LCL_{\bar{R}} = \bar{\bar{R}} - 3.d3.\sigma.$$

3.3.3 Biểu đồ $\bar{X}-S$

Biểu đồ $\bar{X} - S$ được sử dụng để theo dõi biến động của quá trình theo thời gian khi dữ liệu là các phân nhóm với kích thước phân nhóm lớn hơn 8.

Cấu trúc của biểu đồ $\bar{X} - S$ gồm:

- Biểu đồ \bar{X} : Phản ánh biến động của giá trị trung bình
- Biểu đồ S : Phản ánh biến động độ lệch chuẩn của các phân nhóm

Các yêu cầu đối với dữ liệu đầu vào của biểu đồ $\bar{X} - S$:

- Dữ liệu phải là dữ liệu liên tục
- Dữ liệu được thu thập theo phân nhóm
- Kích thước mỗi phân nhóm lớn hơn 8 quan sát
- Dữ liệu không cần tuân theo phân phối chuẩn
- Các quan sát trong cùng phân nhóm phải độc lập với nhau

Quy trình xây dựng biểu đồ $\bar{X} - S$:

- Tính độ lệch chuẩn $S(i)$ của từng phân nhóm và trung bình độ lệch chuẩn của quá trình \bar{S}
 - Tính độ lệch chuẩn
- $$\sigma = \frac{\bar{S}}{c_4}.$$
- Tính giá trị trung bình của mỗi phân nhóm và giá trị trung bình của quá trình
 - Tính UCL, LCL cho biểu đồ \bar{X} và biểu đồ R :

– Với biểu đồ \bar{X} :

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}.$$

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}.$$

– Với biểu đồ S :

$$UCL_{\bar{S}} = c_4 \cdot \sigma + 3 \cdot c_5 \cdot \sigma.$$

$$LCL_{\bar{S}} = c_4 \cdot \sigma - 3 \cdot c_5 \cdot \sigma.$$

n : kích thước phân nhóm;

c_4, c_5 : hằng số thống kê

3.3.4 Biểu đồ P

Biểu đồ P được sử dụng để theo dõi biến động của tỷ lệ sản phẩm không phù hợp theo thời gian nhằm xác định tính ổn định của quá trình.

Các yêu cầu đối với dữ liệu đầu vào của biểu đồ P :

- Dữ liệu phải là dữ liệu nhị thức
- Dữ liệu được thu thập theo phân nhóm với kích thước phân nhóm tính theo công thức

$$n = \frac{0.5}{\bar{P}}.$$

- Số lượng phân nhóm phải đủ lớn

Quy trình xây dựng biểu đồ P :

- Tính tỷ lệ lỗi của từng phân nhóm P và tỷ lệ lỗi trung bình \bar{P}

$$\bar{P} = \frac{\sum X_i}{\sum N_i}.$$

- Tính UCL, LCL cho biểu đồ P :

$$UCL = \bar{P} + k\sqrt{\frac{\bar{P}(1 - \bar{P})}{N_i}}.$$

$$LCL = \bar{P} - k\sqrt{\frac{\bar{P}(1 - \bar{P})}{N_i}}.$$

3.3.5 Biểu đồ U

Biểu đồ U được sử dụng để theo dõi biến động của số lượng khuyết tật trên 1 đơn vị sản phẩm (DPU) theo thời gian nhằm xác định tính ổn định của quá trình.

Các yêu cầu đối với dữ liệu đầu vào của biểu đồ U :

- Dữ liệu phải là dữ liệu của phân phối Poisson

- Dữ liệu được thu thập theo phân nhóm với kích thước phân nhóm tính theo công thức

$$n = \frac{0.5}{\bar{U}}.$$

- Số lượng phân nhóm phải đủ lớn

Quy trình xây dựng biểu đồ U :

- Tính DPU của mỗi phân nhóm

$$DPU = \frac{X_i}{N_i}.$$

- Tính \bar{U} và U

$$U = \frac{\sum X(i)}{\sum N(i)}.$$

- Tính UCL, LCL cho biểu đồ U :

$$UCL = \bar{U} + 3\sqrt{\frac{\bar{U}}{N_i}}.$$

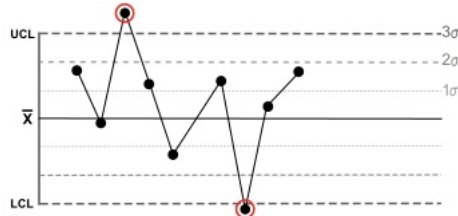
$$LCL = \bar{U} - 3\sqrt{\frac{\bar{U}}{N_i}}.$$

3.4 Các kịch bản mất kiểm soát của quá trình

Theo Nelson (1984) [2], trong quá trình sản xuất, ngoài các biến động thông thường (common causes) còn tồn tại các biến động đặc biệt (special causes) có thể khiến quá trình mất kiểm soát. Để phát hiện sớm các biến động này, Nelson đã đề xuất 8 kịch bản (Nelson Rules) dựa trên biểu đồ Shewhart. Các kịch bản này giúp nhận diện các mẫu dữ liệu bất thường với xác suất rất thấp nếu quá trình đang ổn định. Cụ thể như sau:

Kịch bản 1

Có 1 điểm nằm ngoài đường giới hạn $\pm 3\sigma$.

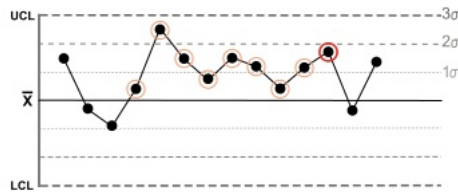


Hình 3.2: Hình minh họa kịch bản 1

Kịch bản 2

Có ≥ 9 điểm liên tục nằm về cùng 1 phía của đường trung bình.

Điều này cho thấy dữ liệu không phân bố ngẫu nhiên, thường xảy ra khi thay đổi cài đặt, công cụ,...

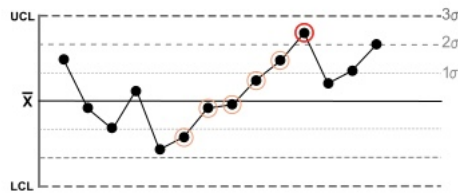


Hình 3.3: Hình minh họa kịch bản 2

Kịch bản 3

Có ≥ 6 điểm liên tục tăng hoặc giảm.

Hiện tượng này xảy ra do sự lão hoá và hao mòn của thiết bị.

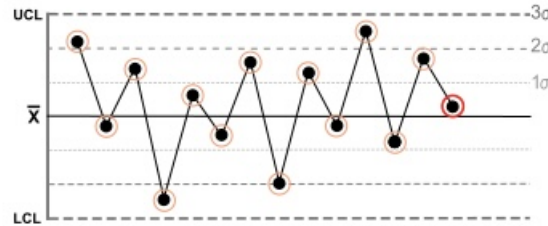


Hình 3.4: Hình minh họa kịch bản 3

Kịch bản 4

Có ≥ 14 xen kẽ tăng hoặc giảm.

Trường hợp này ít khả năng xảy ra trong thực tế và cần phải đánh giá lại độ tin cậy và tính đại diện của mẫu.

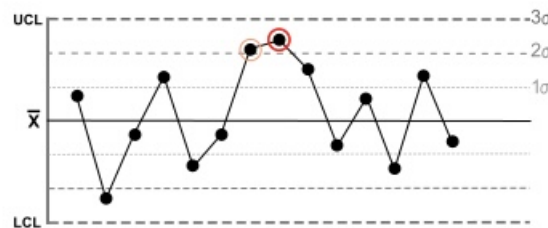


Hình 3.5: Hình minh họa kịch bản 4

Kịch bản 5

Có 2 trong 3 điểm liên tục cách đường trung bình $> 2\sigma$.

Điều này phản ánh quá trình có biến động đáng kể so với giá trị trung bình của quá trình và cần kiểm tra, đánh giá lại độ tin cậy của mẫu và tính đại diện của mẫu.

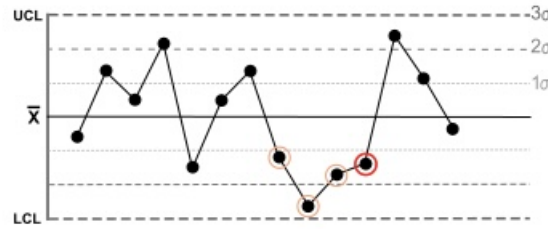


Hình 3.6: Hình minh họa kịch bản 5

Kịch bản 6

Có 4 trong 5 điểm liên tục cách đường trung bình $> \sigma$.

Điều này phản ánh quá trình có biến động đáng kể so với giá trị trung bình của quá trình và cần kiểm tra, đánh giá lại độ tin cậy của mẫu và tính đại diện của mẫu.

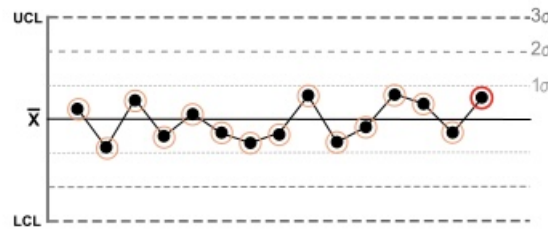


Hình 3.7: Hình minh họa kịch bản 6

Kịch bản 7

Có 14 điểm nằm trong khoảng σ (ở cả 2 phía của đường trung bình).

Trường hợp này hầu như không xảy ra trong thực tế và cần đánh giá lại độ tin cậy, tính đại diện của mẫu.

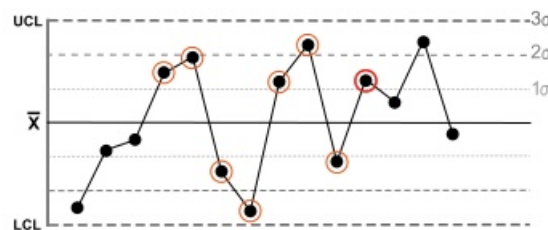


Hình 3.8: Hình minh họa kịch bản 7

Kịch bản 8

Có ≥ 8 điểm liên tục cách xa đường trung bình $> \sigma$ (ở cả 2 phía của đường trung bình).

Trường hợp này hầu như không xảy ra trong thực tế và cần đánh giá lại độ tin cậy, tính đại diện của mẫu.



Hình 3.9: Hình minh họa kịch bản 8

3.5 Phân tích năng lực quá trình

Việc phân tích năng lực quá trình giúp đánh giá hiệu suất thực hiện của quá trình so với yêu cầu của khách hàng thông qua chỉ số năng lực (C_{pk}) và hiệu suất thực hiện (P_{pk}).

3.5.1 C_p , C_{pk}

Các chỉ số năng lực quá trình như C_p và C_{pk} được sử dụng để đánh giá năng lực công nghệ và khả năng kiểm soát quá trình.

Chỉ số C_p được định nghĩa là tỷ số giữa dung sai thiết kế và độ phân tán tự nhiên của quá trình, nhằm phản ánh năng lực về mặt công nghệ trong điều kiện lý tưởng.

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6 \cdot \sigma_{\text{ngắn hạn}}}. \quad (3.1)$$

Tuy nhiên, trong thực tế cần sử dụng chỉ số C_{pk} , là chỉ số phản ánh cả năng lực về mặt công nghệ và năng lực kiểm soát quá trình.

$$C_{pk} = \min\{CPU, CPL\}. \quad (3.2)$$

$$CPU = \frac{USL - \mu}{3 \cdot \sigma_{\text{ngắn hạn}}},$$

$$CPL = \frac{\mu - LSL}{3 \cdot \sigma_{\text{ngắn hạn}}}.$$

Ý nghĩa:

- $C_{pk} < 1$: quá trình không đáp ứng yêu cầu dung sai.
- $C_{pk} \approx 1$: quá trình chỉ vừa đủ, tiềm ẩn rủi ro.
- $C_{pk} \geq 1.33$: chấp nhận được trong công nghiệp.
- $C_{pk} \geq 1.67$: quá trình có năng lực cao.
- $C_{pk} \geq 2.0$: quá trình đạt mức Six Sigma (rất ổn định).

3.5.2 Pp, Ppk (cần bổ sung)

$$Pp = \frac{USL - LSL}{6 \cdot \sigma_{\text{dài hạn}}}. \quad (3.3)$$

$$Cpk = \min\{PPU, PPL\}. \quad (3.4)$$

$$PPU = \frac{USL - \mu}{3 \cdot \sigma_{\text{dài hạn}}}.$$

$$PPL = \frac{\mu - LSL}{3 \cdot \sigma_{\text{dài hạn}}}.$$

3.5.3 Mức Sigma

Mức sigma Z đại diện cho tỷ lệ phế phẩm.

$$Z_{LSL} = \frac{\bar{X} - LSL}{\sigma}.$$

$$Z_{USL} = \frac{USL - \bar{X}}{\sigma}.$$

$$P_1 = P(X < LSL) = 1 - \Phi(Z_{LSL}).$$

$$P_2 = P(X > USL) = 1 - \Phi(Z_{USL}).$$

$$Z_{\text{bench}} = \Phi^{-1}(1 - P_1 - P_2).$$

Trong phương pháp Six Sigma, mức sigma thường được sử dụng như một chỉ số để đánh giá khả năng của quá trình trong việc giảm thiểu sai lỗi. Mỗi mức sigma tương ứng với một tỷ lệ phần trăm sản phẩm đạt chuẩn và số lỗi dự kiến trên một triệu cơ hội. Bảng dưới đây minh họa mối quan hệ giữa mức sigma, tỷ lệ sản phẩm đạt chuẩn và số lỗi phần triệu, dựa trên nghiên cứu của Upasana, Khan và Dheeraj (2016) [3].

Mức sigma	Tỷ lệ	Số lỗi phần triệu
6	99.9997%	3.4
5	99.98%	233
4	99.4%	6,210
3	93.3%	66,807
2	69.1%	308,537
1	30.9%	691,462

Bảng 3.10: Mức sigma và lỗi phần triệu

Kết luận

Tài liệu tham khảo

- [1] Statistics LibreTexts, "Quantitative Data and Qualitative Data," 2020. [Online]. Available: [https://stats.libretexts.org/Courses/Lumen_Learning/Book%3A_Elementary_Statistical_Methods_\(Importer-error-Incomplete-Lumen\)/01%3A_Main_Body/01.2%3A_Data%3A_Quantitative_Data_%26_Qualitative_Data](https://stats.libretexts.org/Courses/Lumen_Learning/Book%3A_Elementary_Statistical_Methods_(Importer-error-Incomplete-Lumen)/01%3A_Main_Body/01.2%3A_Data%3A_Quantitative_Data_%26_Qualitative_Data). [Accessed: Aug. 20, 2025] .
- [2] L. S. Nelson, "The Shewhart control chart—tests for special causes," *Journal of Quality Technology*, vol. 16, no. 4, pp. 237–239, 1984.
- [3] D. Upasana, I. Khan, and L. Dheeraj, "Defect reduction in small scale industries using Six Sigma—a case study of leaf spring industry," *International Journal of Trend in Research and Development*, vol. 3, no. 3, pp. 110–114, 2016.
- [4] Six Sigma TC, "Process Capability – Cpk & PpK," 2025. [Online]. Available: <https://www.6sigma-tc.de/en/six-sigma/basics/processcapability/>. [Accessed: Aug. 24, 2025] .
- [5] Steiner, S., Abraham, B., MacKay, J. (1997). Understanding process capability indices. Waterloo, Ontario.