

TCVN 9599:2013

ISO 21747:2006

Xuất bản lần 1

**PHƯƠNG PHÁP THỐNG KÊ - THỐNG KÊ HIỆU NĂNG
VÀ NĂNG LỰC QUÁ TRÌNH ĐỐI VỚI CÁC ĐẶC TRƯNG
CHẤT LƯỢNG ĐO ĐƯỢC**

*Statistical methods - Process performance and capability statistics for
measured quality characteristics*

Mục lục

	Trang
Lời nói đầu.....	4
Lời giới thiệu.....	5
1 Phạm vi áp dụng.....	7
2 Tài liệu viện dẫn.....	7
3 Thuật ngữ và định nghĩa.....	7
4 Ký hiệu và thuật ngữ viết tắt.....	19
5 Phân tích quá trình.....	21
6 Mô hình phân bố phụ thuộc thời gian.....	21
7 Chỉ số năng lực và hiệu năng quá trình.....	30
7.1 Phương pháp xác định chỉ số năng lực và hiệu năng quá trình – Tổng quan.....	30
7.2 Phương pháp hình học tổng quát ($M1_{l,d}$).....	31
7.3 Cho phép đưa vào độ biến động bổ sung ($M2_{l,d,a}$).....	35
7.4 Phương pháp thay thế cho phương pháp đưa vào độ biến động bổ sung ($M3_{l,d,a}$).....	35
7.5 Tính tỷ lệ không phù hợp (M4).....	36
7.6 Giới hạn quy định một phía.....	37
8 Báo cáo chỉ số hiệu năng/năng lực quá trình.....	38
Thư mục tài liệu tham khảo.....	40

Lời nói đầu

TCVN 9599:2013 hoàn toàn tương đương với ISO 21747:2006;

TCVN 9599:2013 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC 69
Ứng dụng các phương pháp thống kê biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn
Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Lời giới thiệu

Các cơ quan tiêu chuẩn hóa quốc tế, khu vực và quốc gia cũng như ngành công nghiệp đã xây dựng nhiều tiêu chuẩn liên quan đến năng lực/hiệu năng chất lượng của các quá trình. Tuy nhiên, tất cả các tiêu chuẩn này đều giả định rằng quá trình ở trong trạng thái kiểm soát thống kê, với biểu hiện quá trình dừng và chuẩn. Tuy nhiên, một phân tích toàn diện về các quá trình sản xuất cho thấy rằng rất hiếm khi các quá trình duy trì trạng thái dừng, phân bố chuẩn. Thừa nhận thực tế này, tiêu chuẩn này đưa ra một khuôn khổ cho việc ước lượng năng lực/hiệu năng chất lượng của các quá trình công nghiệp đối với một dãy quá trình tiêu chuẩn. Các quá trình tiêu chuẩn này được phân loại theo độ ổn định của mômen phân bố thứ nhất và thứ hai, để xem chúng không đổi, thay đổi có hệ thống hay ngẫu nhiên. Như vậy, năng lực/hiệu năng chất lượng có thể được đánh giá cho những phân bố dạng rất khác biệt theo thời gian.

Phương pháp thống kê – Thống kê hiệu năng và năng lực quá trình đối với các đặc trưng chất lượng đo được

Statistical methods – Process performance and capability statistics for measured quality characteristics

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này mô tả quy trình xác định thống kê để ước lượng năng lực về chất lượng của các đặc trưng sản phẩm và quá trình. Các kết quả quá trình của các đặc trưng chất lượng này được lập thành bảng theo tám loại phân bố. Công thức tính cho các giá trị thống kê được đưa ra cho mọi phân bố.

Các thống kê này chỉ liên quan đến các đặc trưng chất lượng liên tục. Tiêu chuẩn này áp dụng cho các quá trình trong mọi lĩnh vực công nghiệp hoặc kinh tế.

CHÚ THÍCH: Phương pháp này thường được áp dụng trong trường hợp số lượng lớn kết quả quá trình nối tiếp nhưng cũng có thể sử dụng cho các loạt nhỏ (số lượng kết quả quá trình nhỏ).

2 Tài liệu viện dẫn

Tài liệu viện dẫn dưới đây rất cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu ghi năm công bố thì áp dụng bản được nêu. Đối với các tài liệu không ghi năm công bố thì áp dụng bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi.

TCVN ISO 9000:2005, Hệ thống quản lý chất lượng – Cơ sở và từ vựng

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa trong TCVN ISO 9000 và các thuật ngữ, định nghĩa dưới đây.

3.1

Đặc trưng chất lượng (quality characteristic)

Đặc trưng vốn có của sản phẩm, quá trình hay hệ thống liên quan đến một yêu cầu.

TCVN 9599:2013

CHÚ THÍCH 1: Vốn có nghĩa là tồn tại dưới dạng nào đó, đặc biệt là đặc trưng lâu dài.

CHÚ THÍCH 2: Đặc trưng ấn định cho sản phẩm, quá trình hay hệ thống (ví dụ giá của sản phẩm, chủ sở hữu sản phẩm) không phải là đặc trưng chất lượng của sản phẩm, quá trình hay hệ thống đó.

[TCVN ISO 9000, 3.5.2]

3.1.1 Khái niệm liên quan đến độ biến động

3.1.1.1

Độ biến động (variation)

Sự khác biệt giữa các giá trị của một đặc trưng.

CHÚ THÍCH: Độ biến động thường được biểu thị bằng phương sai hoặc độ lệch chuẩn.

[TCVN 8244-2 (ISO 3534-2), 2.2.1]

3.1.1.2

Độ biến động vốn có của quá trình (inherent process variation)

Độ biến động (3.1.1.1) trong một quá trình khi quá trình được thực hiện ở trạng thái kiểm soát thống kê.

CHÚ THÍCH 1: Khi biểu thị theo độ lệch chuẩn thì sử dụng chỉ số dưới "w", (ví dụ σ_w , S_w hoặc s_w), để chỉ ra tính vốn có. Xem thêm 3.1.4.1, chú thích 2.

CHÚ THÍCH 2: Độ biến động này tương ứng với "độ biến động bên trong nhóm con".

[TCVN 8244-2 (ISO 3534-2), 2.2.2]

3.1.1.3

Độ biến động toàn phần của quá trình (total process variation)

Độ biến động (3.1.1.1) trong một quá trình do các **nguyên nhân đặc biệt (3.1.1.4)** và **nguyên nhân ngẫu nhiên (3.1.1.5)**.

CHÚ THÍCH 1: Khi biểu thị theo độ lệch chuẩn thì sử dụng chỉ số dưới "t" (ví dụ σ_t , S_t hoặc s_t), để chỉ độ biến động toàn phần.

Xem thêm 3.1.3.1, chú thích 3.

CHÚ THÍCH 2: Độ biến động này tương ứng với sự kết hợp giữa "độ biến động bên trong nhóm con" và "độ biến động giữa các nhóm con".

[TCVN 8244-2 (ISO 3534-2), 2.2.3]

3.1.1.4

Nguyên nhân đặc biệt (special cause)

Nguồn gây biến động quá trình không phải là **biến động vốn có của quá trình (3.1.1.2)**.

CHÚ THÍCH 1: Đôi khi "nguyên nhân đặc biệt" được hiểu đồng nghĩa với "nguyên nhân ấn định". Tuy nhiên, vẫn

có sự khác biệt. Nguyên nhân đặc biệt chỉ có thể ấn định khi nó được xác định cụ thể.

CHÚ THÍCH 2: Nguyên nhân đặc biệt phát sinh do những tình huống cụ thể không phải khi nào cũng có. Như vậy, trong một quá trình có những nguyên nhân đặc biệt, biên độ biến động đôi khi không thể dự đoán được.

[TCVN 8244-2 (ISO 3534-2), 2.2.4]

3.1.1.5

Nguyên nhân ngẫu nhiên (random cause)

Nguyên nhân thông thường (common cause)

Nguyên nhân tình cờ (chance cause)

Nguồn gây biến động quá trình vốn có trong một quá trình theo thời gian.

CHÚ THÍCH 1: Trong một quá trình chỉ chịu biến động do nguyên nhân ngẫu nhiên, thì có thể dự đoán được độ biến động trong phạm vi giới hạn thống kê được thiết lập.

CHÚ THÍCH 2: Việc làm giảm những nguyên nhân này giúp cải tiến quá trình. Tuy nhiên, mức độ nhận biết, giảm thiểu và loại trừ nguyên nhân cần được phân tích chi phí/lợi ích về tính khả thi kỹ thuật cũng như tính kinh tế.

[TCVN 8244-2 (ISO 3534-2), 2.2.5]

3.1.1.6

Quá trình ổn định (stable process)

Quá trình ở trạng thái kiểm soát thống kê (process in a state of statistical control)

<trung bình hằng số> quá trình chỉ chịu những **nguyên nhân ngẫu nhiên** (3.1.1.5).

CHÚ THÍCH 1: Một quá trình ổn định thường có đặc tính là các mẫu lấy từ quá trình tại thời điểm nào cũng được xem là mẫu ngẫu nhiên đơn giản lấy từ cùng tổng thể.

CHÚ THÍCH 2: Phát biểu này không có nghĩa là độ biến động ngẫu nhiên lớn hay nhỏ, nằm trong hay ngoài quy định, mà đúng hơn là có thể dự đoán được **độ biến động** (3.1.1.1) bằng cách sử dụng các kỹ thuật thống kê.

CHÚ THÍCH 3: **Năng lực quá trình** (3.1.4.1) của một quá trình ổn định thường được cải thiện bằng những thay đổi cơ bản làm giảm hoặc loại trừ một số nguyên nhân ngẫu nhiên và/hoặc điều chỉnh trung bình về giá trị ưu tiên.

CHÚ THÍCH 4: Trong một số quá trình, trung bình của một đặc trưng có thể có độ trôi hoặc độ lệch chuẩn tăng lên, ví dụ, do dụng cụ bị mòn hoặc nồng độ chất hòa tan trong dung dịch giảm xuống. Xu hướng thay đổi tăng giá trị trung bình hoặc độ lệch chuẩn của quá trình như vậy được coi là do hệ thống chứ không phải nguyên nhân ngẫu nhiên. Khi đó, các kết quả không phải là các mẫu ngẫu nhiên từ cùng một tổng thể.

[TCVN 8244-2 (ISO 3534-2), 2.2.7]

3.1.1.7

Chuẩn mực mất kiểm soát (out-of-control criteria)

Tập hợp các quy tắc quyết định đối với việc nhận biết sự có mặt của các **nguyên nhân đặc biệt** (3.1.1.4).

TCVN 9599:2013

CHÚ THÍCH: Các quy tắc quyết định có thể bao gồm nguyên tắc liên quan đến các điểm nằm ngoài giới hạn kiểm soát, thời gian hoạt động, xu hướng, chu kỳ, tính tuần hoàn, sự tập trung của các điểm gần đường tâm hoặc giới hạn kiểm soát, sự phân tán bất thường của các điểm trong giới hạn kiểm soát (độ phân tán lớn hoặc nhỏ) và quan hệ giữa các giá trị bên trong nhóm con.

[TCVN 8244-2 (ISO 3534-2), 2.2.8]

3.1.2 Thuật ngữ cơ bản liên quan đến hiệu năng và năng lực của quá trình

3.1.2.1

Phân bố (distribution)

<của đặc trưng> Thông tin về hành vi xác suất của đặc trưng.

CHÚ THÍCH 1: Phân bố của đặc trưng có thể được đại diện, ví dụ, bằng vị trí các giá trị của đặc trưng đó và thể hiện dạng thước đo hoặc điểm dưới dạng đồ thị điểm hoặc biểu đồ phân bố. Các dạng này cung cấp tất cả các thông tin trị số về đặc trưng ngoại trừ thứ tự dãy chứa dữ liệu.

CHÚ THÍCH 2: Phân bố của đặc trưng phụ thuộc vào các điều kiện đang dùng. Do đó, nếu muốn có thông tin có ý nghĩa về phân bố của đặc trưng thì cần quy định điều kiện thu thập dữ liệu.

CHÚ THÍCH 3: Điều quan trọng là cần biết về lớp phân bố, ví dụ, chuẩn hay loga chuẩn, trước khi dự đoán hay ước lượng năng lực, hiệu năng quá trình và các chỉ số hoặc tỷ lệ không phù hợp.

[TCVN 8244-2 (ISO 3534-2), 2.5.1]

3.1.2.2

Lớp phân bố (class of distributions)

Họ phân bố (3.1.2.1) cụ thể mà mỗi thành phần của nó có cùng các tính chất được quy định cho họ đó.

VÍ DỤ 1: Phân bố chuẩn hai tham số, dạng chuông đối xứng có các tham số trung bình và độ lệch chuẩn.

VÍ DỤ 2: Phân bố Weibull ba tham số có các tham số định vị, định dạng và thang đo.

VÍ DỤ 3: Phân bố liên tục một mốt.

CHÚ THÍCH: Lớp phân bố thường được quy định đầy đủ thông qua giá trị của các tham số thích hợp.

[TCVN 8244-2 (ISO 3534-2), 2.5.2]

3.1.2.3

Mô hình phân bố (distribution model)

Phân bố (3.1.2.1) hoặc lớp phân bố (3.1.2.2) quy định.

VÍ DỤ 1: Mô hình đối với phân bố của đặc trưng sản phẩm, đường kính bu lông, có thể là phân bố chuẩn có trung bình 15 mm và độ lệch chuẩn 0,05 mm. Ở đây mô hình được quy định đầy đủ.

VÍ DỤ 2: Mô hình đối với đường kính bu lông như trong ví dụ 1 có thể là lớp phân bố chuẩn mà không cần có gắng quy định một phân bố cụ thể. Ở đây mô hình này là lớp phân bố chuẩn.

[TCVN 8244-2 (ISO 3534-2), 2.5.3]

3.1.2.4

Tỷ lệ không phù hợp trên (upper fraction nonconforming)

p_U

Tỷ lệ phân bố (3.1.2.1) của một đặc trưng cao hơn **giới hạn quy định trên** (3.2.1.3), U .

Ví dụ: Trong phân bố chuẩn, với trung bình, μ , và độ lệch chuẩn, σ .

$$p_U = 1 - \Phi\left(\frac{U - \mu}{\sigma}\right) = \Phi\left(\frac{\mu - U}{\sigma}\right) \quad (1)$$

trong đó

p_U là tỷ lệ không phù hợp trên;

Φ là hàm phân bố của phân bố chuẩn chuẩn hóa (xem TCVN 8244-1);

U là giới hạn quy định trên.

CHÚ THÍCH 1: Bảng (hoặc hàm trong bộ chương trình máy tính thống kê) phân bố chuẩn chuẩn hóa có sẵn cung cấp tỷ lệ đầu ra của quá trình dự kiến vượt quá một giá trị quan tâm cụ thể, như **giới hạn quy định** (3.1.3), về độ lệch chuẩn so với trung bình quá trình. Điều này tránh được việc phải tính toán theo hàm phân bố thống kê cho trong ví dụ.

CHÚ THÍCH 2: Hàm số liên quan đến phân bố lý thuyết. Trong thực tế, với phân bố thực nghiệm, các tham số được thay bằng ước lượng của chúng.

[TCVN 8244-2 (ISO 3534-2), 2.5.4]

3.1.2.5

Tỷ lệ không phù hợp dưới (lower fraction nonconforming)

p_L

Tỷ lệ phân bố (3.1.2.1) của một đặc trưng thấp hơn **giới hạn quy định dưới** (3.2.1.4), L .

Ví dụ: Trong phân bố chuẩn, với trung bình, μ , và độ lệch chuẩn, σ .

$$p_L = \Phi\left(\frac{L - \mu}{\sigma}\right) \quad (2)$$

trong đó

p_L là tỷ lệ không phù hợp dưới;

Φ là hàm phân bố của phân bố chuẩn chuẩn hóa;

L là giới hạn qui định dưới.

CHÚ THÍCH 1: Bảng (hoặc hàm trong bộ chương trình máy tính thống kê) phân bố chuẩn chuẩn hóa có sẵn cung cấp tỷ lệ đầu ra của quá trình dự kiến vượt quá một giá trị quan tâm cụ thể, như **giới hạn quy định** (3.2.1.2), về độ lệch chuẩn so với trung bình quá trình. Điều này tránh được việc phải tính toán theo hàm phân bố thống kê cho trong ví dụ.

CHÚ THÍCH 2: Hàm số liên quan đến phân bố lý thuyết. Trong thực tế, với phân bố thực nghiệm, các tham số được thay bằng ước lượng của chúng.

[TCVN 8244-2 (ISO 3534-2), 2.5.5]

TCVN 9599:2013

3.1.2.6

Tỷ lệ không phù hợp toàn phần (total fraction nonconforming)

p_t

Tổng tỷ lệ không phù hợp trên (3.1.2.4) và tỷ lệ không phù hợp dưới (3.1.2.5).

VÍ DỤ: Trong phân bố chuẩn, với trung bình, μ , và độ lệch chuẩn, σ .

$$p_t = \Phi\left(\frac{\mu-U}{\sigma}\right) + \Phi\left(\frac{L-\mu}{\sigma}\right) \quad (3)$$

trong đó

p_t là tỷ lệ không phù hợp toàn phần;

Φ là hàm phân bố của phân bố chuẩn chuẩn hóa;

L là giới hạn qui định dưới

U là giới hạn qui định trên.

CHÚ THÍCH 1: Bảng (hoặc hàm trong bộ chương trình máy tính thống kê) phân bố chuẩn chuẩn hóa có sẵn cung cấp tỷ lệ đầu ra của quá trình dự kiến vượt quá một giá trị quan tâm cụ thể, như **giới hạn quy định** (3.2.1.2), về độ lệch chuẩn so với trung bình quá trình. Điều này tránh được việc phải tính toán theo hàm phân bố thống kê cho trong ví dụ.

CHÚ THÍCH 2: Hàm số liên quan đến phân bố lý thuyết. Trong thực tế, với phân bố thực nghiệm, các tham số được thay bằng ước lượng của chúng.

[TCVN 8244-2 (ISO 3534-2), 2.5.6]

3.1.2.7

Khoảng quy chiếu (reference interval)

Khoảng giới hạn bởi phân vị phân bố 99,865 %, $X_{99,865\%}$, và phân vị phân bố 0,135 %, $X_{0,135\%}$

CHÚ THÍCH 1: Có thể biểu thị khoảng này bằng ($X_{99,865\%}$, $X_{0,135\%}$) và độ dài của khoảng là $X_{99,865\%} - X_{0,135\%}$

CHÚ THÍCH 2: Thuật ngữ này chỉ được sử dụng như một cơ sở tùy ý chứ không phải chuẩn hóa để xác định **chỉ số hiệu năng quá trình** (3.1.3.2) và **chỉ số năng lực quá trình** (3.1.4.2).

CHÚ THÍCH 3: Đối với **phân bố** (3.1.2.1) chuẩn, độ dài của khoảng quy chiếu có thể biểu thị theo sáu độ lệch chuẩn, 6σ hoặc $6S$, khi ước lượng từ mẫu.

CHÚ THÍCH 4: Đối với phân bố không chuẩn, độ dài của khoảng quy chiếu có thể ước lượng bằng các bảng tính xác suất thích hợp (ví dụ loga chuẩn) hoặc từ độ nhọn mẫu và độ bất đối xứng mẫu sử dụng các phương pháp nêu trong ISO/TR 12783.

CHÚ THÍCH 5: Phân vị hay tỷ lệ chỉ thị việc chia phân bố thành các đơn vị hoặc phần bằng nhau, ví dụ phân vị phần trăm. Phân vị được định nghĩa trong TCVN 8244-1 (ISO 3534-1).

[TCVN 8244-2 (ISO 3534-2), 2.5.7]

3.1.2.8

Khoảng quy chiếu dưới (lower reference interval)

Khoảng giới hạn bởi phân vị phân bố 50 %, X_{50} % và phân vị phân bố 0,135 %, $X_{0,135}$ %

CHÚ THÍCH 1: Có thể biểu thị khoảng này bằng (X_{50} %, $X_{0,135}$ %) và độ dài khoảng là X_{50} % - $X_{0,135}$ %.

CHÚ THÍCH 2: Thuật ngữ này chỉ được sử dụng như một cơ sở tùy ý chứ không phải chuẩn hóa để xác định **chỉ số hiệu năng dưới của quá trình** (3.1.3.3) và **chỉ số năng lực dưới của quá trình** (3.1.4.3).

CHÚ THÍCH 3: Đối với **phân bố** (3.1.2.1) chuẩn, độ dài của khoảng quy chiếu dưới có thể biểu thị theo độ lệch chuẩn là 3σ hoặc ước lượng $3S$ và X_{50} % biểu thị cả trung bình và trung vị.

CHÚ THÍCH 4: Đối với phân bố không chuẩn, phân vị phân bố 50 %, X_{50} %, gọi là trung vị, còn phân vị phân bố 0,135 %, $X_{0,135}$ % có thể được ước lượng nhờ các bảng tính xác suất thích hợp (ví dụ lôga chuẩn) hoặc từ độ nhọn mẫu và độ bất đối xứng mẫu sử dụng các phương pháp nêu trong ISO/TR 12783.

[TCVN 8244-2 (ISO 3534-2), 2.5.8]

3.1.2.9

Khoảng quy chiếu trên (upper reference interval)

Khoảng giới hạn bởi phân vị phân bố 99,865 %, $X_{99,865}$ %, và phân vị phân bố 50 %, X_{50} %

CHÚ THÍCH 1: Có thể biểu thị khoảng này bằng ($X_{99,865}$ %, X_{50} %) và độ dài khoảng là $X_{99,865}$ % - X_{50} %.

CHÚ THÍCH 2: Thuật ngữ này chỉ được sử dụng như một cơ sở tùy ý chứ không phải chuẩn hóa để xác định **chỉ số hiệu năng trên của quá trình** (3.1.3.4) và **chỉ số năng lực trên của quá trình** (3.1.4.4).

CHÚ THÍCH 3: Đối với **phân bố** (3.1.2.1) chuẩn, độ dài của khoảng quy chiếu dưới có thể biểu thị theo độ lệch chuẩn là 3σ hoặc ước lượng $3S$ và X_{50} % biểu thị cả trung bình và trung vị.

CHÚ THÍCH 4: Đối với phân bố không chuẩn, phân vị phân bố 50 %, X_{50} %, gọi là trung vị, còn phân vị phân bố 99,865 %, $X_{99,865}$ % có thể được ước lượng nhờ các bảng tính xác suất thích hợp (ví dụ lôga chuẩn) hoặc từ độ nhọn mẫu và độ bất đối xứng mẫu sử dụng các phương pháp nêu trong ISO/TR 12783.

[TCVN 8244-2 (ISO 3534-2), 2.5.9]

3.1.3 Hiệu năng quá trình – Dữ liệu đo

3.1.3.1

Hiệu năng quá trình (process performance)

Thước đo thống kê kết quả của một đặc trưng từ một quá trình có thể chưa được chứng tỏ là trong trạng thái kiểm soát thống kê.

CHÚ THÍCH 1: Kết quả là một **phân bố** (3.1.2.1) cần xác định về lớp và các tham số kèm theo của nó.

CHÚ THÍCH 2: Cần chú ý khi sử dụng thước đo này vì nó có thể chứa thành phần biến động do các **nguyên nhân đặc biệt** (3.1.1.4), mà giá trị không dự đoán trước được.

CHÚ THÍCH 3: Đối với phân bố chuẩn mô tả theo độ lệch chuẩn, S_i , chỉ đánh giá từ một mẫu có cỡ mẫu N , thì độ lệch chuẩn được biểu thị bằng:

$$S_t = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum (X_i - \bar{X}_t)^2} \quad (4)$$

trong đó, $\bar{X}_t = \frac{1}{N} \sum X_i$ (5)

Ký hiệu S_t tính đến độ biến động do các **nguyên nhân ngẫu nhiên (thông thường)** (3.1.1.5) cùng với các nguyên nhân đặc biệt có thể có. Ở đây S_t được dùng thay cho σ , vì độ lệch chuẩn là thước đo mô tả thống kê. Cỡ mẫu N có thể hình thành từ m nhóm con, mỗi nhóm có cỡ n .

CHÚ THÍCH 4: Đối với phân bố chuẩn, có thể đánh giá hiệu năng quá trình từ biểu thức:

$$\text{hiệu năng quá trình} = \bar{X}_t \pm (z S_t)$$

và, "z" phụ thuộc vào yêu cầu hiệu năng tính theo phần triệu cụ thể. Thường "z" lấy giá trị 3, 4 hoặc 5. Nếu hiệu năng quá trình trùng với các yêu cầu qui định thì giá trị z bằng 3 chỉ ra khả năng 2 700 phần triệu nằm ngoài quy định. Tương tự, z bằng 4 chỉ ra khả năng 64 phần triệu và z bằng 5 chỉ ra 0,6 phần triệu nằm ngoài quy định.

CHÚ THÍCH 5: Đối với phân bố không chuẩn, có thể đánh giá hiệu năng quá trình bằng cách sử dụng, ví dụ, các bảng tính xác suất thích hợp hoặc từ các tham số của phân bố phù hợp với dữ liệu. Biểu thức đối với hiệu năng quá trình có dạng:

$$\text{hiệu năng quá trình} = \bar{X}_t \begin{matrix} +a \\ -b \end{matrix}$$

Ký hiệu $\begin{matrix} +a \\ -b \end{matrix}$ giống với thực tế bản vẽ tiêu chuẩn để thể hiện dung sai quy định về giá trị danh nghĩa hoặc ưu tiên đối với một đặc trưng khi giá trị ưu tiên không cách đều giới hạn ở hai phía. Ký hiệu tương đương cho trường hợp giới hạn đối xứng về hai phía so với giá trị ưu tiên là \pm . Cách ký hiệu này cho phép so sánh trực tiếp chiều hiệu năng của đặc trưng với các yêu cầu quy định về vị trí cũng như độ phân tán của nó.

[TCVN 8244-2 (ISO 3534-2), 2.6.1]

3.1.3.2

Chỉ số hiệu năng quá trình (process performance index)

P_p

Chỉ số mô tả **hiệu năng quá trình** (3.1.3.1) theo dung sai quy định.

CHÚ THÍCH 1: Chỉ số hiệu năng quá trình thường được biểu thị bằng giá trị của dung sai quy định chia cho độ đo chiều dài của **khoảng quy chiếu** (3.1.2.7), là:

$$P_p = \frac{U - L}{X_{99,865\%} - X_{0,135\%}} \quad (6)$$

CHÚ THÍCH 2: Đối với **phân bố** (3.1.2.1) chuẩn, độ dài khoảng quy chiếu bằng $6S_t$ (xem 3.1.3.1, chú thích 3).

CHÚ THÍCH 3: Đối với phân bố không chuẩn, có thể ước lượng độ dài khoảng quy chiếu, ví dụ, bằng cách sử dụng phương pháp mô tả trong ISO/TR 12783.

[TCVN 8244-2 (ISO 3534-2), 2.6.2]

3.1.3.3

Chỉ số hiệu năng dưới của quá trình (lower process performance index)

P_{pkL}

Chỉ số mô tả hiệu năng quá trình (3.1.3.1) theo giới hạn quy định dưới (3.2.1.4), L

CHÚ THÍCH 1: Chỉ số hiệu năng dưới của quá trình thường được biểu thị bằng hiệu số giữa phân vị phân bố 50%, $X_{50\%}$, và giới hạn quy định dưới (3.2.1.4) chia cho độ đo độ dài của khoảng quy chiếu dưới (3.1.2.8), là:

$$P_{pkL} = \frac{X_{50\%} - L}{X_{50\%} - X_{0,135\%}} \quad (7)$$

CHÚ THÍCH 2: Đối với phân bố (3.1.2.1) chuẩn đối xứng, độ dài của khoảng quy chiếu dưới bằng $3S_i$ (xem 3.1.3.1, chú thích 3) và $X_{50\%}$ thể hiện cả trung bình và trung vị.

CHÚ THÍCH 3: Đối với phân bố không chuẩn, có thể ước lượng độ dài của khoảng quy chiếu dưới bằng cách sử dụng phương pháp mô tả trong ISO/TR 12783 còn $X_{50\%}$ thể hiện trung vị.

[TCVN 8244-2 (ISO 3534-2), 2.6.3]

3.1.3.4

Chỉ số hiệu năng trên của quá trình (upper process performance index)

P_{pkU}

Chỉ số mô tả hiệu năng quá trình (3.1.3.1) theo giới hạn quy định trên (3.2.1.3), U .

CHÚ THÍCH 1: Chỉ số hiệu năng trên của quá trình thường được biểu thị bằng hiệu số giữa giới hạn quy định trên và phân vị phân bố 50%, $X_{50\%}$, chia cho độ đo độ dài của khoảng quy chiếu trên (3.1.2.9), là:

$$P_{pkU} = \frac{U - X_{50\%}}{X_{99,865\%} - X_{50\%}} \quad (8)$$

CHÚ THÍCH 2: Đối với phân bố (3.1.2.1) chuẩn đối xứng, độ dài của khoảng quy chiếu trên bằng $3S_i$ (xem 3.1.3.1, chú thích 3) và $X_{50\%}$ thể hiện cả trung bình và trung vị.

CHÚ THÍCH 3: Đối với phân bố không chuẩn, có thể ước lượng độ dài của khoảng quy chiếu trên bằng cách sử dụng phương pháp mô tả trong ISO/TR 12783 còn $X_{50\%}$ thể hiện trung vị.

[TCVN 8244-2 (ISO 3534-2), 2.6.4]

3.1.3.5

Chỉ số hiệu năng tối thiểu của quá trình (minimum process performance index)

P_{pk}

Giá trị nhỏ hơn của chỉ số hiệu năng trên của quá trình (3.1.3.4) và chỉ số hiệu năng dưới của quá trình (3.1.3.3).

[TCVN 8244-2 (ISO 3534-2), 2.6.5]

3.1.4 Năng lực quá trình – Dữ liệu đo

3.1.4.1

Năng lực quá trình (process capability)

Ước lượng thống kê kết quả của một đặc trưng từ quá trình đã được chứng tỏ ở trong trạng thái kiểm soát thống kê và mô tả về khả năng của quá trình trong việc nhận biết một đặc trưng đáp ứng các yêu cầu đối với đặc trưng đó.

CHÚ THÍCH 1: Kết quả là một phân bố (3.1.2.1) cần xác định về lớp và các tham số đánh giá của nó.

CHÚ THÍCH 2: Đối với phân bố chuẩn, có thể ước lượng độ lệch chuẩn tổng thể của quá trình, σ , bằng cách sử dụng công thức tính S_i (xem 3.1.3.1, chú thích 3).

Hoặc, trong những trường hợp nhất định, độ lệch chuẩn, S_w , chỉ thể hiện độ biến động bên trong nhóm con, có thể thay cho S_i như một hàm ước lượng.

$$S_w \approx \frac{\bar{R}}{d_2} \text{ hoặc } \frac{\sum S_i}{mc_4} \text{ hoặc } \sqrt{\frac{\sum S_i^2}{m}} \tag{9}$$

trong đó

- \bar{R} là độ rộng trung bình tính từ tập hợp gồm m độ rộng nhóm con;
- S_i là độ lệch chuẩn mẫu quan trắc của nhóm con thứ i ;
- m là số nhóm con có cùng cỡ mẫu n ;
- d_2, c_4 là các hằng số dựa trên cỡ nhóm con, n (xem ISO 8258).

Giá trị của các ước lượng S_i và S_w hội tụ đối với một quá trình trong trạng thái kiểm soát thống kê. Do vậy, việc so sánh hai giá trị này đưa ra chỉ số về độ ổn định của quá trình. Đối với quá trình mất kiểm soát về trung bình không đổi, hoặc, đối với quá trình mà trung bình chịu thay đổi hệ thống (xem 3.1.1.6, chú thích 4), giá trị của S_w có khả năng ước lượng thấp đáng kể độ lệch chuẩn quá trình.

Do đó, S_w cần được sử dụng với sự chú ý đặc biệt. Đôi khi, ước lượng S_i được ưu tiên hơn S_w vì nó có các tính chất thống kê dễ tìm hơn (ví dụ dễ dàng tính toán giới hạn tin cậy).

CHÚ THÍCH 3: Đối với phân bố chuẩn, có thể đánh giá năng lực quá trình từ biểu thức:

$$\text{năng lực quá trình} = \bar{X} \pm (zS) \tag{10}$$

trong đó

$$\bar{X} = \frac{1}{m} \sum X_i \tag{11}$$

\bar{X}_i là trung bình quan trắc được của nhóm con thứ i . Lưu ý là X cho kết quả giống như \bar{X}_i (xem 3.1.3.1, chú thích 3).

Việc chọn giá trị "z" phụ thuộc vào tiêu chuẩn năng lực tính theo phần triệu cụ thể được sử dụng: "z" thường lấy giá trị 3, 4 hoặc 5. Nếu năng lực quá trình đáp ứng các yêu cầu quy định thì giá trị z bằng 3 chỉ ra khả năng 2 700 phần triệu nằm ngoài quy định. Tương tự, z bằng 4 chỉ ra khả năng 64 phần triệu, còn "z" bằng 5 chỉ ra khả năng 0,6 phần triệu nằm ngoài quy định.

CHÚ THÍCH 4: Đối với phân bố không chuẩn, có thể đánh giá năng lực quá trình bằng cách sử dụng, ví dụ, các

bảng tính xác suất thích hợp hoặc từ các tham số của phân bố phù hợp với dữ liệu. Biểu thức đối với năng lực quá trình có dạng không đối xứng:

$$\text{năng lực quá trình} = \bar{X} \pm \sigma$$

Ký hiệu $\pm \sigma$ là cách thể hiện chuẩn trong thực hành để biểu thị dung sai quy định về giá trị danh nghĩa hoặc ưu tiên đối với một đặc trưng khi giá trị ưu tiên không cách đều giới hạn ở hai phía. Ký hiệu tương đương cho trường hợp giới hạn đối xứng về hai phía so với giá trị ưu tiên là \pm . Cách ký hiệu này cho phép so sánh trực tiếp chiều hiệu năng của đặc trưng với các yêu cầu quy định về vị trí cũng như độ phân tán của nó.

CHÚ THÍCH 5: Khi sử dụng $S_w = \frac{\bar{R}}{d_2}$, cần phải hiểu rằng ước lượng này:

- trở nên kém hiệu quả dần khi cỡ nhóm con tăng;
- rất nhạy với phân bố của các cá thể;
- làm cho việc ước lượng giới hạn tin cậy khó khăn hơn.

[TCVN 8244-2 (ISO 3534-2), 2.7.1]

3.1.4.2

Chỉ số năng lực quá trình (process capability index)

C_p

Chỉ số mô tả năng lực quá trình (3.1.4.1) theo dung sai quy định

CHÚ THÍCH 1: Chỉ số năng lực quá trình thường được biểu thị bằng giá trị dung sai quy định chia cho độ dài khoảng quy chiều (3.1.2.7) đối với quá trình trong trạng thái kiểm soát thống kê (3.1.1.6), là:

$$C_p = \frac{U - L}{X_{99,865\%} - X_{0,135\%}} \quad (12)$$

CHÚ THÍCH 2: Đối với phân bố (3.1.2.1) chuẩn, khoảng quy chiều bằng 6σ (xem các chú thích ở 3.1.4.1).

CHÚ THÍCH 3: Đối với phân bố không chuẩn, có thể ước lượng khoảng quy chiều bằng cách sử dụng phương pháp nêu trong ISO/TR 12783.

[TCVN 8244-2 (ISO 3534-2), 2.7.2]

3.1.4.3

Chỉ số năng lực dưới của quá trình (lower process capability index)

C_{pkL}

Chỉ số mô tả năng lực quá trình (3.1.4.1) theo giới hạn quy định dưới (3.2.1.4), L .

CHÚ THÍCH 1: Chỉ số năng lực dưới của quá trình thường được biểu thị bằng hiệu giữa phân vị phân bố 50 %, $X_{50\%}$, và giới hạn quy định dưới chia cho độ đo độ dài khoảng quy chiều dưới (3.1.2.8) đối với quá trình trong trạng thái kiểm soát thống kê (3.1.1.6), là:

$$C_{pkL} = \frac{X_{50\%} - L}{X_{50\%} - X_{0,135\%}} \quad (13)$$

CHÚ THÍCH 2: Đối với **phân bố** (3.1.2.1) chuẩn, khoảng quy chiều dưới bằng 3S (xem các chú thích ở 3.1.4.1) và $X_{50\%}$ thể hiện cả trung bình và trung vị.

CHÚ THÍCH 3: Đối với phân bố không chuẩn, có thể ước lượng khoảng quy chiều dưới bằng cách sử dụng phương pháp nêu trong ISO/TR 12783 còn $X_{50\%}$ thể hiện trung vị.

[TCVN 8244-2 (ISO 3534-2), 2.7.3]

3.1.4.4

Chỉ số năng lực trên của quá trình (upper process capability index)

C_{pkU}

Chỉ số mô tả **năng lực quá trình** (3.1.4.1) theo **giới hạn quy định trên** (3.2.1.3), U .

CHÚ THÍCH 1: Chỉ số năng lực trên của quá trình thường được biểu thị bằng hiệu giữa giới hạn quy định trên và phân vị phân bố 50 %, $X_{50\%}$, chia cho độ dài **khoảng quy chiều trên** (3.1.2.9) đối với **quá trình trong trạng thái kiểm soát thống kê** (3.1.1.6), là:

$$C_{pkU} = \frac{U - X_{50\%}}{X_{99,865\%} - X_{50\%}} \quad (14)$$

CHÚ THÍCH 2: Đối với **phân bố** (3.1.2.1) chuẩn, khoảng quy chiều trên bằng 3S (xem các chú thích ở 3.1.4.1) và $X_{50\%}$ thể hiện cả trung bình và trung vị.

CHÚ THÍCH 3: Đối với phân bố không chuẩn, có thể ước lượng khoảng quy chiều trên bằng cách sử dụng phương pháp nêu trong ISO/TR 12783 còn $X_{50\%}$ thể hiện trung vị.

[TCVN 8244-2 (ISO 3534-2), 2.7.4]

3.1.4.5

Chỉ số năng lực tối thiểu của quá trình (minimum process capability index)

C_{pk}

Giá trị nhỏ hơn của **chỉ số năng lực dưới** của quá trình (3.1.4.3) và **chỉ số năng lực trên** của quá trình (3.1.4.4).

[TCVN 8244-2 (ISO 3534-2), 2.7.5]

3.2 Quy định, giá trị và kết quả thử

3.2.1 Khái niệm liên quan đến quy định

3.2.1.1

Quy định (specification)

Tài liệu trình bày các yêu cầu.

[TCVN ISO 9000:2005, 3.7.3]

CHÚ THÍCH 1: Tài liệu có thể là phương tiện bất kỳ chứa thông tin, ví dụ, bản giấy, đĩa máy tính hoặc mẫu chủ.

CHÚ THÍCH 2: Thuật ngữ này thường cần thêm các tính ngữ. Ví dụ như quy định của sản phẩm và quy định cho quá trình, quy định thử nghiệm và quy định hiệu năng.

CHÚ THÍCH 3: Trong lấy mẫu chấp nhận, một lô có thể được chấp nhận nếu nó đáp ứng các chuẩn mực chấp nhận lô, nhưng một số cá thể riêng lẻ trong mẫu hoặc lô có thể không đáp ứng quy định của cá thể.

CHÚ THÍCH 4: Trong chừng mực có thể, yêu cầu cần được thể hiện bằng số, theo đơn vị thích hợp, cùng với giới hạn của chúng. Khi không thực hiện được, cần có định nghĩa thiết lập chuẩn mực cần áp dụng cho việc kiểm tra và đưa ra quyết định. Các chuẩn mực có thể, ví dụ, dưới dạng mẫu chuẩn, mẫu chủ hoặc ảnh. Việc này có thể minh họa cái gì được ưu tiên, tối thiểu chấp nhận được hay không chấp nhận được hoặc loại và/hoặc mức độ không phù hợp không chấp nhận được.

3.2.1.2

Giới hạn quy định (specification limit)

Giá trị giới hạn quy định cho một đặc trưng.

[TCVN 8244-2 (ISO 3534-2), 3.1.3]

3.2.1.3

Giới hạn quy định trên (upper specification limit)

U

Giới hạn quy định (3.2.1.2) xác định giá trị giới hạn trên.

[TCVN 8244-2 (ISO 3534-2), 3.1.4]

3.2.1.4

Giới hạn quy định dưới (lower specification limit)

L

Giới hạn quy định (3.2.1.2) xác định giá trị giới hạn dưới.

[TCVN 8244-2 (ISO 3534-2), 3.1.5]

3.2.1.5

Dung sai quy định (specified tolerance)

Chênh lệch giữa **giới hạn quy định trên (3.2.1.3)** và **giới hạn quy định dưới (3.2.1.4)**.

[TCVN 8244-2 (ISO 3534-2), 3.1.6]

4 Ký hiệu và thuật ngữ viết tắt

Các ký hiệu và thuật ngữ viết tắt sử dụng trong tiêu chuẩn này được liệt kê dưới đây.

a biến thiên bổ sung

TCVN 9599:2013

C_p	chỉ số năng lực quá trình
C_{pk}	chỉ số năng lực tối thiểu của quá trình
C_{pkL}	chỉ số năng lực dưới của quá trình
C_{pkU}	chỉ số năng lực trên của quá trình
c_4	hằng số dựa trên cỡ nhóm con n (xem ISO 8258)
Δ	độ phân tán của quá trình (xem Điều 7)
d_2	hằng số dựa trên cỡ nhóm con n (xem ISO 8258)
m	số nhóm con có cùng cỡ n
μ	vị trí của quá trình (xem Điều 7)
L	giới hạn quy định dưới
N	cỡ mẫu
P_L	tỷ lệ không phù hợp dưới
p_t	tỷ lệ không phù hợp toàn phần
P_U	tỷ lệ không phù hợp trên
P_p	chỉ số hiệu năng quá trình
P_{pk}	chỉ số hiệu năng tối thiểu của quá trình
P_{pkL}	chỉ số hiệu năng dưới của quá trình
P_{pkU}	chỉ số hiệu năng trên của quá trình
s	độ lệch chuẩn, giá trị thừa nhận
σ	độ lệch chuẩn, tổng thể
S	độ lệch chuẩn, thống kê mẫu
S_i	độ lệch chuẩn mẫu quan trắc của nhóm con thứ i
S_t	độ lệch chuẩn, với chỉ số dưới "t" chỉ thị tính toàn phần (xem 3.1.1.3)
S_w	độ lệch chuẩn, với chỉ số dưới "w" chỉ thị tính vốn có (xem 3.1.1.2)
SPC	kiểm soát quá trình thống kê
U	giới hạn quy định trên
X_L	điểm dưới
X_U	điểm trên

$X_{50\%}$	phân vị phân bố 50 %
z_α	phân vị α của phân bố chuẩn chuẩn hóa từ $-\infty$ đến α
Φ	hàm phân bố của phân bố chuẩn chuẩn hóa

5 Phân tích quá trình

Mục đích của phân tích quá trình là để có được hiểu biết cơ bản về quá trình. Hiểu biết này cần thiết cho việc kiểm soát quá trình một cách hiệu quả và hiệu lực sao cho các sản phẩm do quá trình tạo ra đáp ứng yêu cầu chất lượng. Giả định chung của tiêu chuẩn này là phân tích quá trình được thực hiện và các cải tiến quá trình sau đó được thực thi.

Các giá trị của đặc trưng được xem xét thường được xác định trên cơ sở các mẫu lấy từ dòng chảy quá trình. Cỡ mẫu và tần suất cần được chọn tùy theo loại hình quá trình và loại hình sản phẩm sao cho tất cả các thay đổi quan trọng đều được phát hiện kịp thời. Mẫu cần đại diện cho đặc trưng đang xét.

Biểu hiện của đặc trưng đang xét nói chung có thể được mô tả theo phân bố, vị trí, độ phân tán và các tham số hình dạng có hàm phụ thuộc vào thời gian. Các mô hình khác nhau của các phân bố đầu ra các tham số có hàm phụ thuộc thời gian được đề cập ở Điều 6 và 7. Để chứng minh xem mô hình phân bố phụ thuộc thời gian có phù hợp hay không, các phương pháp thống kê [ví dụ ước lượng tham số, phân tích phương sai (ANOVA)] bao gồm các công cụ đồ thị (ví dụ đồ thị xác suất, biểu đồ kiểm soát) được sử dụng.

6 Mô hình phân bố phụ thuộc thời gian

Phân bố tức thời mô tả biểu hiện của đặc trưng được nghiên cứu trong một khoảng thời gian ngắn. Thông thường, đây là khoảng thời gian để mẫu (ví dụ nhóm con) có thể được lấy từ quá trình. Theo dõi liên tục quá trình trong khoảng thời gian dài hơn phân bố kết quả được gọi là phân bố quá trình đầu ra và được mô tả bằng mô hình phân bố phụ thuộc thời gian tương ứng phản ánh:

- phân bố tức thời của đặc trưng đang xét, và
- những thay đổi vị trí, sự phân tán và thông số hình dạng trong khoảng thời gian theo dõi quá trình.

Trên thực tế, phân bố kết quả có thể được thể hiện bằng toàn bộ tập dữ liệu, ví dụ khi áp dụng SPC, bằng tất cả các nhóm con thu được trong khoảng thời gian theo dõi quá trình.

Mô hình phân bố phụ thuộc thời gian có thể được phân thành bốn nhóm tùy theo vị trí và các mômen phân tán là không đổi hay thay đổi.

- a) Quá trình có vị trí và độ phân tán không đổi thuộc mô hình phân bố phụ thuộc thời gian A. Chỉ trong trường hợp này, tất cả các phân bố tức thời đều bằng nhau và bằng phân bố kết quả.
- b) Nếu độ phân tán của quá trình thay đổi theo thời gian, còn vị trí giữ nguyên không đổi, thì quá trình được gọi là thuộc mô hình phân bố phụ thuộc thời gian B.

TCVN 9599:2013

- c) Nếu độ phân tán không đổi nhưng vị trí thay đổi, ta có mô hình phân bố phụ thuộc thời gian C.
- d) Nếu không, ta có mô hình phân bố phụ thuộc thời gian D.

Đối với các mômen thay đổi, mô hình có thể được phân loại thêm tùy theo sự thay đổi là ngẫu nhiên, hệ thống hoặc cả hai.

Bảng 1 tổng hợp các đặc tính cơ bản của từng mô hình phân bố phụ thuộc thời gian; trình bày bằng đồ thị các mô hình được cho trên Hình 1 đến Hình 8. Các lớp con mô hình phân bố phụ thuộc thời gian A và C được đưa ra do tầm quan trọng thực tế của chúng. Chúng khác biệt về hình dạng phân bố kết quả và nguyên nhân làm cho quá trình không nằm trong tình trạng kiểm soát.

Bảng 1 – Đặc tính cơ bản của mô hình phân bố phụ thuộc thời gian

Đặc trưng	Mô hình phân bố phụ thuộc thời gian ^c							
	A1	A2	B	C1	C2	C3	C4	D
Vị trí a	c	c	c	r	r	s	sr	sr
Độ phân tán ^a	c	c	sr	c	c	c	c	sr
Phân bố tức thời ^b	nd	1m	nd	nd	nd	as	as	as
Phân bố kết quả ^b	nd	1m	1m	nd	1m	as	as	as
Xem Hình	1	2	3	4	5	6	7	8

^a Vị trí/độ phân tán:
 "c" = tham số giữ nguyên không đổi;
 "r" = tham số chỉ thay đổi ngẫu nhiên;
 "s" = tham số chỉ thay đổi hệ thống;
 "sr" = tham số thay đổi hệ thống và ngẫu nhiên.

^b Phân bố tức thời/kết quả:
 "nd" = phân bố chuẩn;
 "1m" = không phân bố chuẩn, chỉ một mốt;
 "as" = hình dạng bất kỳ.

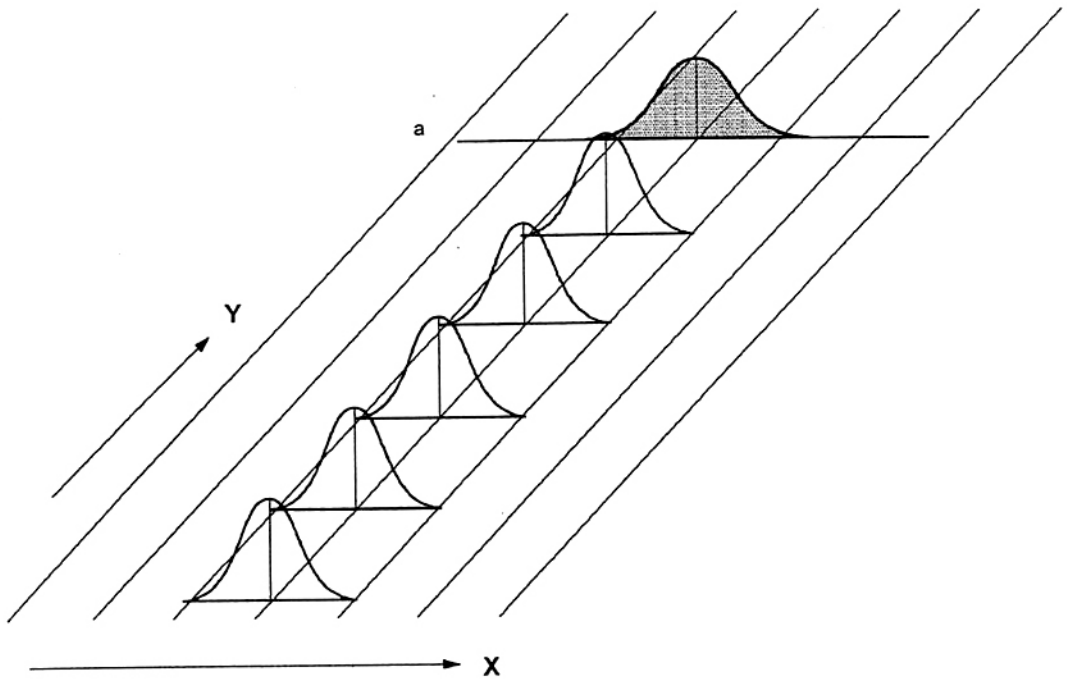
^c Việc chọn mô hình là kết quả của phân tích quá trình.

Đối với từng mô hình phân bố phụ thuộc thời gian, nhiều phân bố tức thời được thể hiện như hàm số thời gian; phân bố kết quả liên quan cũng được thể hiện. Các phân bố này không được vẽ theo thang đo.

Mô hình phân bố phụ thuộc thời gian A1 (xem Hình 1) có các đặc trưng sau (ví dụ độ dài đo được của cá thể từ quá trình trong trạng thái kiểm soát thống kê):

- vị trí không đổi;
- độ phân tán: không đổi;
- phân bố tức thời: phân bố chuẩn;
- phân bố kết quả: phân bố chuẩn.

Quá trình này trong trạng thái kiểm soát thống kê.



CHÚ DẪN

X giá trị đặc trưng x

Y thời gian

^a Phân bố kết quả.

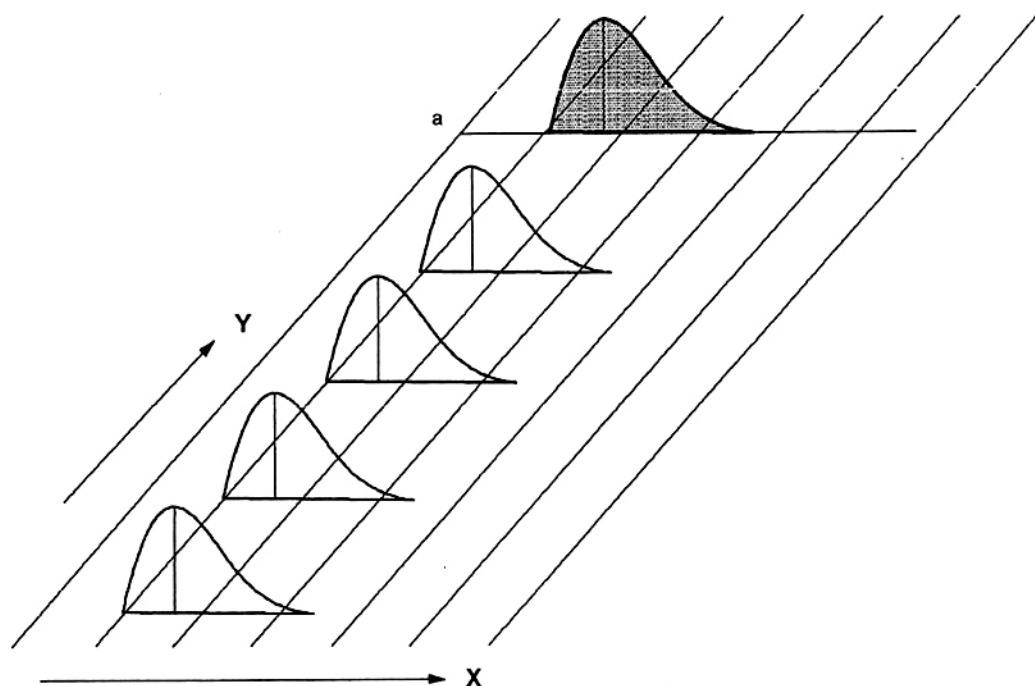
Hình 1 – Đồ thị thể hiện mô hình phân bố phụ thuộc thời gian A1

TCVN 9599:2013

Mô hình phân bố phụ thuộc thời gian A2 (xem Hình 2) có các đặc trưng sau (ví dụ độ nhám bề mặt của cá thể như một ví dụ cho đặc trưng giới hạn vật lý):

- vị trí không đổi;
- độ phân tán: không đổi;
- phân bố tức thời: không phân bố chuẩn, một mốt;
- phân bố kết quả: không phân bố chuẩn, một mốt.

Quá trình này trong trạng thái kiểm soát thống kê.



CHÚ DẪN

X giá trị đặc trưng x

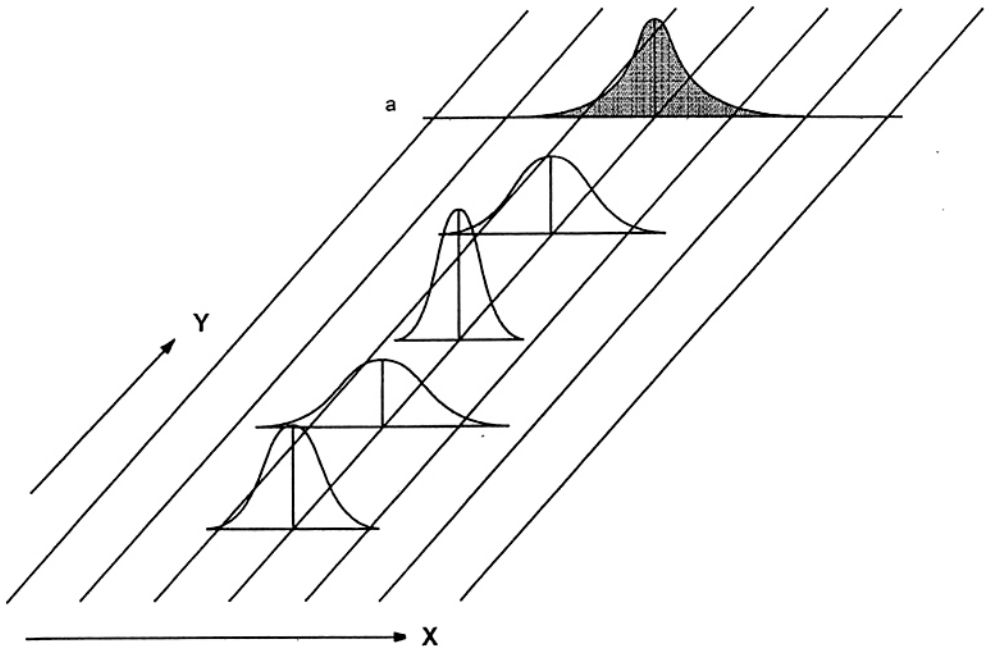
Y thời gian

^a Phân bố kết quả.

Hình 2 – Đồ thị thể hiện mô hình phân bố phụ thuộc thời gian A2

Mô hình phân bố phụ thuộc thời gian B (xem Hình 3) có các đặc trưng sau (độ mài mòn khác nhau của các trục trên một máy tự động nhiều trục có tâm bằng nhau):

- vị trí không đổi;
- độ phân tán: biến động hệ thống hoặc ngẫu nhiên;
- phân bố tức thời: phân bố chuẩn;
- phân bố kết quả: không phân bố chuẩn, một mốt.



CHÚ DẪN

X giá trị đặc trưng x

Y thời gian

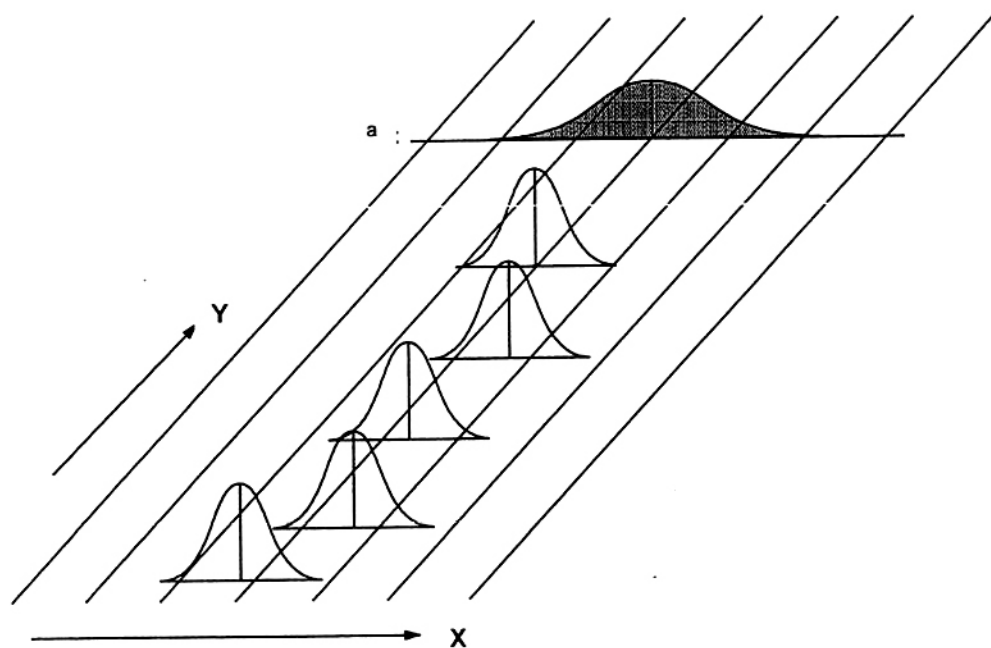
^a Phân bố kết quả.

Hình 3 – Đồ thị thể hiện mô hình phân bố phụ thuộc thời gian B

TCVN 9599:2013

Mô hình phân bố phụ thuộc thời gian C1 (xem Hình 4) có các đặc trưng sau (ví dụ có đồ gá kẹp chặt có tâm khác nhau):

- vị trí: ngẫu nhiên (phân bố chuẩn);
- độ phân tán: không đổi;
- phân bố tức thời: phân bố chuẩn;
- phân bố kết quả: phân bố chuẩn.



CHÚ DẪN:

X giá trị đặc trưng x

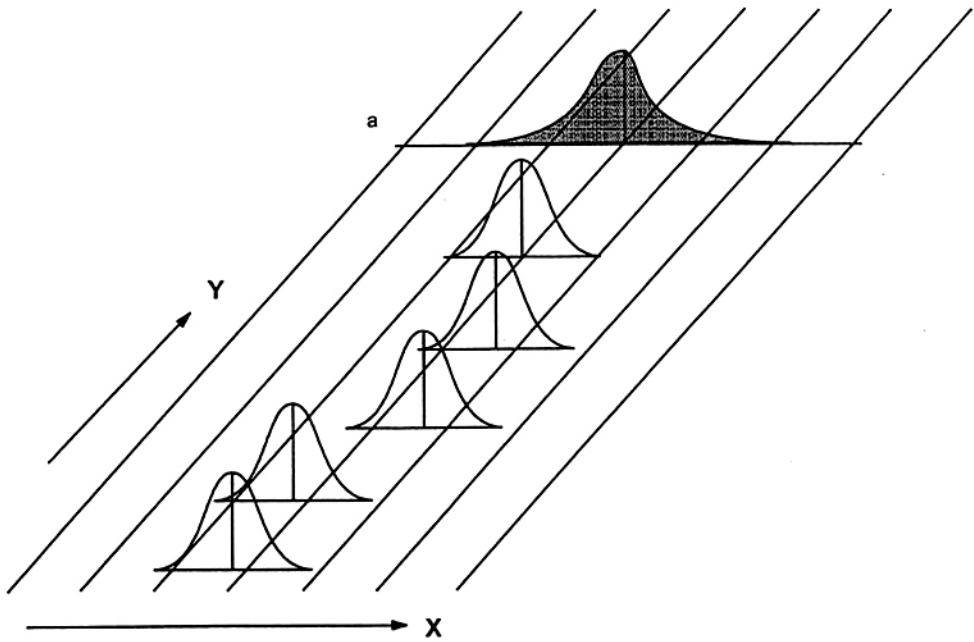
Y thời gian

^a Phân bố kết quả.

Hình 4 – Đồ thị thể hiện mô hình phân bố phụ thuộc thời gian C1

Mô hình phân bố phụ thuộc thời gian C2 (xem Hình 5) có các đặc trưng sau (ví dụ công cụ cố định):

- vị trí: ngẫu nhiên (không phân bố chuẩn, một mốt);
- độ phân tán: không đổi;
- phân bố tức thời: phân bố chuẩn;
- phân bố kết quả: không phân bố chuẩn, một mốt.



CHÚ DẪN:

X giá trị đặc trưng x

Y thời gian

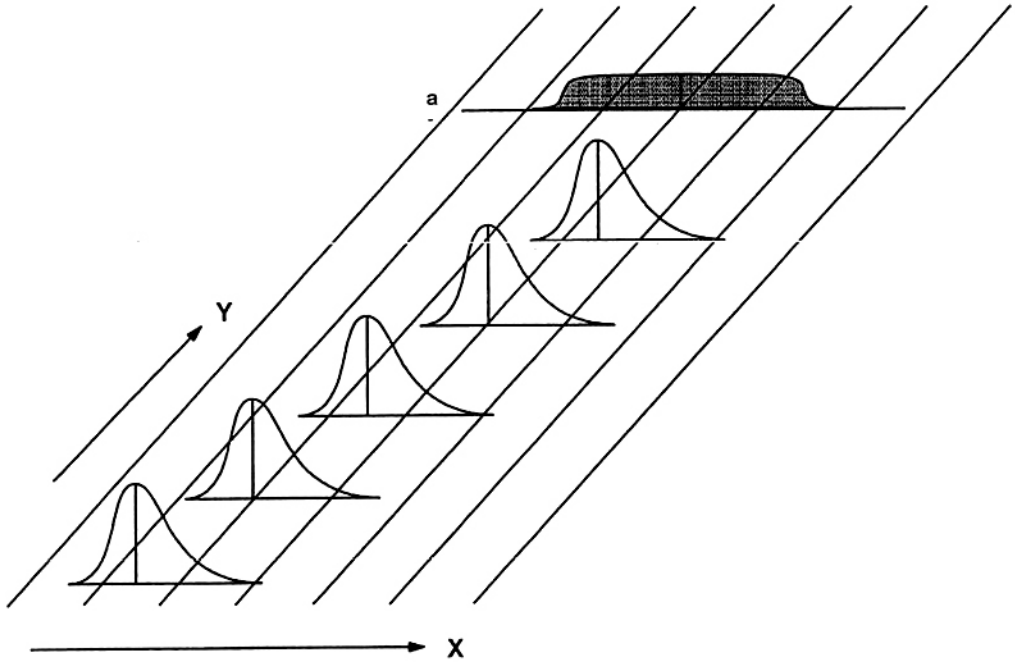
• Phân bố kết quả.

Hình 5 – Đồ thị thể hiện mô hình phân bố phụ thuộc thời gian C2

TCVN 9599:2013

Mô hình phân bố phụ thuộc thời gian C3 (xem Hình 6) có các đặc trưng sau:

- vị trí định hướng theo chức năng (ví dụ: xu hướng, gây ra do mài mòn, và chu kỳ);
- độ phân tán: không đổi;
- phân bố tức thời: dạng bất kỳ;
- phân bố kết quả: dạng bất kỳ.



CHÚ DẪN:

X giá trị đặc trưng x

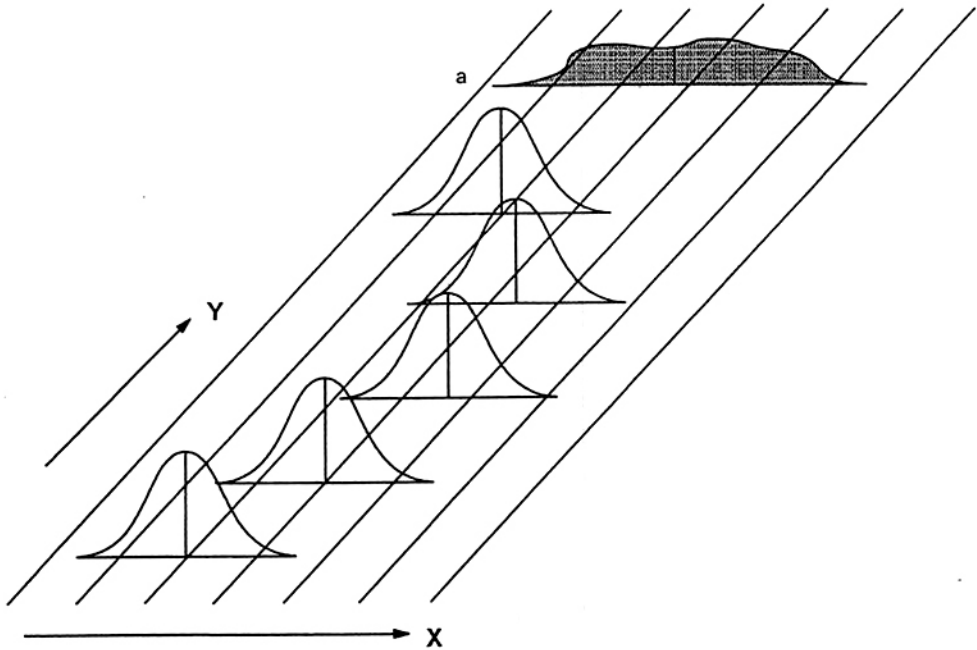
Y thời gian

^a Phân bố kết quả.

Hình 6 – Đồ thị thể hiện mô hình phân bố phụ thuộc thời gian C3

Mô hình phân bố phụ thuộc thời gian C4 (xem Hình 7) có các đặc trưng sau:

- vị trí thay đổi hệ thống và ngẫu nhiên (ví dụ: thay đổi của các lô);
- độ phân tán: không đổi;
- phân bố tức thời: dạng bất kỳ;
- phân bố kết quả: dạng bất kỳ.



CHÚ DẪN:

X giá trị đặc trưng x

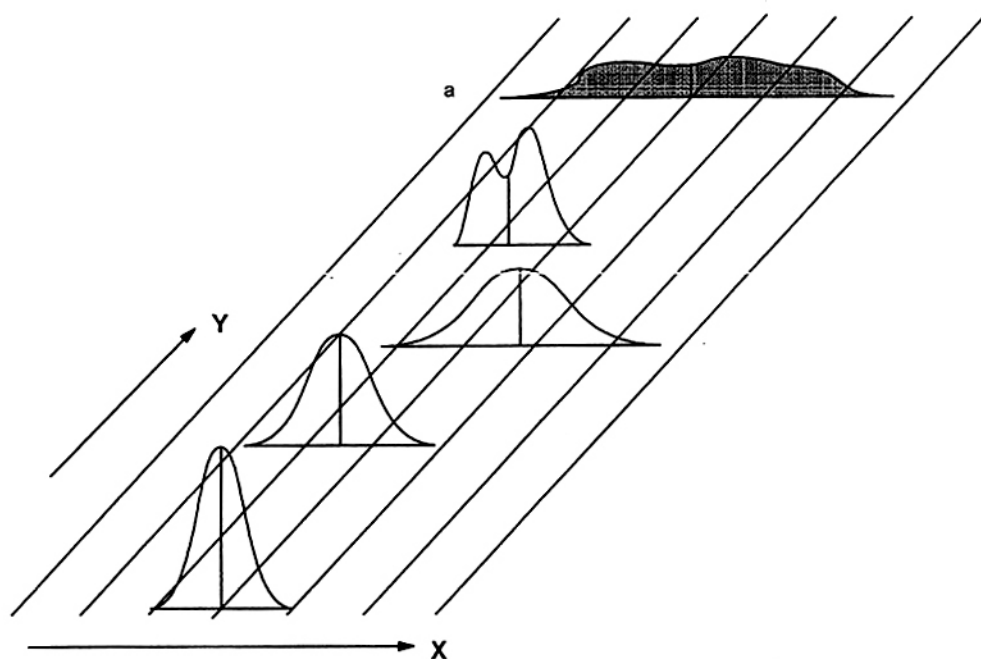
Y thời gian

^a Phân bố kết quả.

Hình 7 – Đồ thị thể hiện mô hình phân bố phụ thuộc thời gian C4

Mô hình phân bố phụ thuộc thời gian D (xem Hình 8) có các đặc trưng sau (ví dụ quá trình đa luồng):

- vị trí: thay đổi hệ thống và ngẫu nhiên;
- độ phân tán: thay đổi hệ thống và ngẫu nhiên;
- phân bố tức thời: dạng bất kỳ;
- phân bố kết quả: dạng bất kỳ.



CHÚ DẪN:

X giá trị đặc trưng x

Y thời gian

^a Phân bố kết quả.

Hình 8 – Đồ thị thể hiện mô hình phân bố phụ thuộc thời gian D

7 Chỉ số năng lực và hiệu năng quá trình

7.1 Phương pháp xác định chỉ số năng lực và hiệu năng quá trình – Tổng quan

Như đề cập chi tiết trong các điều trên, cơ sở cho việc xác định thống kê năng lực và hiệu năng quá trình là phân bố các giá trị đặc trưng của đặc trưng sản phẩm.

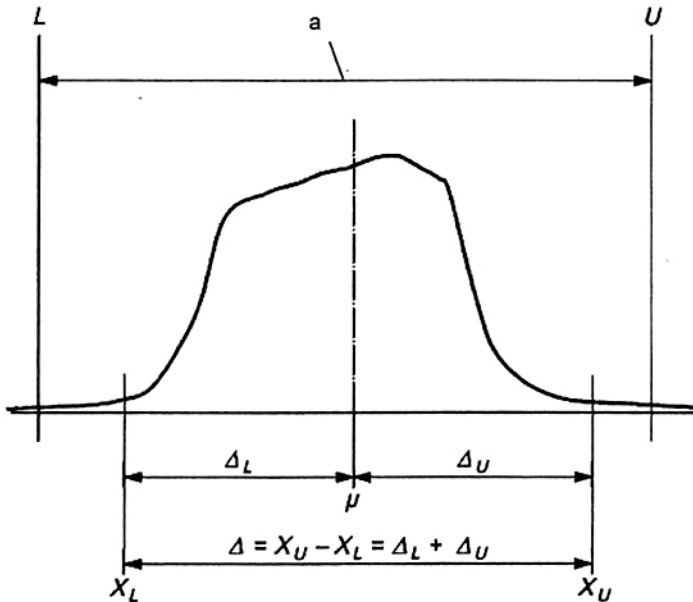
Việc tính toán các chỉ số hiệu năng cũng như chỉ số năng lực được dựa trên vị trí và độ phân tán của các giá trị đặc trưng về dung sai. Có bốn phương pháp cho tính toán này (xem Bảng 2).

Bảng 2 – Phương pháp xác định chỉ số hiệu năng và năng lực

Phương pháp ^a	Tính toán...
M1 _{<i>l,d</i>} Phương pháp hình học tổng quát	... với hàm ước lượng cho vị trí μ và độ phân tán Δ
M2 _{<i>l,d,a</i>} Cho phép đưa vào độ biến động bổ sung	... với hàm ước lượng cho vị trí μ , độ phân tán Δ và các biến thiên bổ sung μ_{add}
M3 _{<i>l,d,a</i>} Phương pháp thay thế cho phép đưa vào độ biến động bổ sung	... với hàm ước lượng cho vị trí μ , độ phân tán Δ và các biến thiên bổ sung μ_{add}
M4 Phương pháp tiếp cận tỷ lệ vượt quá và dưới	... với hàm ước lượng cho tỷ lệ vượt quá trên và dưới

^a Chỉ số dưới *l* đề cập đến công thức tính hàm ước lượng cho vị trí μ [Công thức (25) đến (29)].
Chỉ số dưới *d* đề cập đến công thức tính hàm ước lượng cho độ phân tán Δ [Công thức (30) đến (35)].
Chỉ số dưới *a* đề cập đến công thức tính hàm ước lượng cho độ biến động bổ sung μ_{add} [Công thức (40) đến (41)].

7.2 Phương pháp hình học tổng quát (M1_{*l,d*})



CHÚ DẪN:

^a Dung sai quy định $U - L$.

Hình 9 – Trình bày bằng đồ thị phương pháp hình học tổng quát M1

TCVN 9599:2013

Trên Hình 9, μ chỉ vị trí của quá trình và Δ chỉ độ phân tán của quá trình. Định nghĩa chính xác của chúng, tùy thuộc vào phương pháp, sẽ được đưa ra sau. Độ phân tán được giới hạn bởi điểm dưới X_L và điểm trên X_U . Từ đó, ta có

$$\Delta_L = \mu - X_L \quad (15)$$

và

$$\Delta_U = X_U - \mu \quad (16)$$

Chỉ số hiệu năng quá trình được xác định bởi tỷ số độ dài của tham số hình học của phân bố với dung sai qui định:

$$\text{Chỉ số hiệu năng quá trình} \quad P_p = \frac{U-L}{\Delta} \quad (17)$$

$$\text{Chỉ số hiệu năng dưới của quá trình} \quad P_{pkL} = \frac{\mu-L}{\Delta_L} \quad (18)$$

$$\text{Chỉ số hiệu năng trên của quá trình} \quad P_{pkU} = \frac{U-\mu}{\Delta_U} \quad (19)$$

$$\text{Chỉ số hiệu năng tối thiểu của quá trình} \quad P_{pk} = \min(P_{pkL}, P_{pkU}) \quad (20)$$

Nếu quá trình được chứng minh là ở trạng thái kiểm soát thống kê thì có thể ấn định chỉ số năng lực. Công thức tương tự như đối với chỉ số hiệu năng tương ứng:

$$\text{Chỉ số năng lực} \quad C_p = \frac{U-L}{\Delta} \quad (21)$$

$$\text{Chỉ số năng lực dưới} \quad C_{pkL} = \frac{\mu-L}{\Delta_L} \quad (22)$$

$$\text{Chỉ số năng lực trên} \quad C_{pkU} = \frac{U-\mu}{\Delta_U} \quad (23)$$

$$\text{Chỉ số năng lực tối thiểu} \quad C_{pk} = \min(C_{pkL}, C_{pkU}) \quad (24)$$

Có các hàm ước lượng khác nhau đối với vị trí μ và độ phân tán Δ của một tập dữ liệu cho trước.

QUAN TRỌNG – Cần nhấn mạnh rằng việc so sánh định lượng các chỉ số hiệu năng và năng lực tính được theo các phương pháp khác nhau là không khả thi.

Vị trí của quá trình, μ , có thể được ước lượng với một trong các hàm ước lượng sau đây, $\hat{\mu}$

$$l = 1 \quad \hat{\mu} = \bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i \quad (25)$$

trong đó

x_i là các giá trị riêng rẽ; và

n là số giá trị.

$$l = 2 \quad \hat{\mu} = \tilde{x} = \begin{cases} x_{\left(\frac{n+1}{2}\right)} & ; n \text{ lẻ} \\ \frac{1}{2} \left[x_{\left(\frac{n}{2}\right)} + x_{\left(\frac{n}{2}+1\right)} \right] & ; n \text{ chẵn} \end{cases} \quad \left. \vphantom{\hat{\mu}} \right\} \text{thống kê thứ tự } x_i \quad (26)$$

$$l = 3 \quad \hat{\mu} = X_{50\%} \quad (27)$$

$$l = 4 \quad \hat{\mu} = \bar{\bar{x}} = \frac{1}{m} \sum \bar{x}_i \quad (28)$$

trong đó

\bar{x}_i là trung bình của nhóm con thứ i ; và

m là số nhóm con cỡ n .

$$l = 5 \quad \hat{\mu} = \tilde{\tilde{x}} = \frac{1}{m} \sum \tilde{x}_i \quad (29)$$

trong đó

\tilde{x}_i là trung vị của nhóm con thứ i ; và

m là số nhóm con cỡ n .

Độ phân tán của quá trình, Δ , có thể được ước lượng với một trong các hàm ước lượng dưới đây, $\hat{\Delta}$.

$$d = 1 \quad \hat{\Delta} = 6\hat{\sigma}_1; \quad \hat{\Delta}_L = \hat{\Delta}_U = 3\hat{\sigma}_1 \quad (30)$$

trong đó

$$\hat{\sigma}_1 = \sqrt{\frac{\sum s_i^2}{m}};$$

s_i^2 là phương sai của nhóm con thứ i ; và

m là số nhóm con cỡ n .

$$d = 2 \quad \hat{\Delta} = 6\hat{\sigma}_2; \quad \hat{\Delta}_L = \hat{\Delta}_U = 3\hat{\sigma}_2 \quad (31)$$

trong đó

$$\hat{\sigma}_2 = \frac{\Sigma s_i}{mc_4};$$

TCVN 9599:2013

s_i là độ lệch chuẩn của nhóm con thứ i ; và

m là số nhóm con cỡ n .

Xem ISO 8258 đối với bảng các hệ số c_4 .

$$d = 3 \quad \hat{\Delta} = 6\hat{\sigma}_3; \quad \hat{\Delta}_L = \hat{\Delta}_U = 3\hat{\sigma}_3 \quad (32)$$

trong đó

$$\hat{\sigma}_3 = \frac{\Sigma R_i}{md_2};$$

R_i là phạm vi của nhóm con thứ i ;

$R = x_U - x_L$; và

m là số nhóm con cỡ n .

Xem ISO 8258 đối với bảng các hệ số d_2 .

$$d = 4 \quad \hat{\Delta} = 6\hat{\sigma}_4; \quad \hat{\Delta}_L = \hat{\Delta}_U = 3\hat{\sigma}_4 \quad (33)$$

trong đó

$$\hat{\sigma}_4 = \sigma_i = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (x_i - \bar{x})^2}; \text{ và}$$

σ_i là độ lệch chuẩn của toàn bộ tập dữ liệu.

$$d = 5 \quad \hat{\Delta} = R; \quad \hat{\Delta}_U = \max(x_i) - \hat{\mu}; \quad \hat{\Delta}_L = \hat{\mu} - \min(x_i) \quad (34)$$

$$d = 6 \quad \hat{\Delta} = X_{99,875\%} - X_{0,135\%}; \quad \hat{\Delta}_U = X_{99,875\%} - \hat{\mu}; \quad \hat{\Delta}_L = \hat{\mu} - X_{0,135\%} \quad (35)$$

CHÚ THÍCH 1: Các hàm ước lượng $\hat{\Delta}$ đối với $d = 1, 2, 3$ chỉ ước lượng phương sai nhóm con, chúng bỏ qua phương sai giữa các nhóm con khác nhau. Chúng chỉ nên được sử dụng đối với mô hình quá trình A1.

CHÚ THÍCH 2: Các hàm ước lượng $\hat{\Delta}$ đối với $d = 1, 2, 3, 4$ giả định rằng dữ liệu có phân bố chuẩn. Nếu không thì kết quả của chúng bị chệch tùy theo loại phân bố.

CHÚ THÍCH 3: Các hàm ước lượng $\hat{\Delta}$ đối với $d = 5$ là chệch. Độ chệch tùy thuộc vào phân bố và cỡ nhóm con.

CHÚ THÍCH 4: Các hàm ước lượng $\hat{\Delta}$ đối với $d = 6$ là tổng quát nhất, có thể sử dụng trong mọi điều kiện.

$\hat{\Delta}$ còn được gọi là khoảng quy chiếu.

7.3 Cho phép đưa vào độ biến động bổ sung ($M2_{l,d,a}$)

Phương pháp này là sửa đổi của phương pháp đầu tiên, có tính đến các biến thiên bổ sung μ_{add} . Hàm ước lượng độ phân tán $d = 1, 2, 3$ là các hàm ước lượng độ biến động vốn có chỉ riêng trong các nhóm con. μ_{add} có thể được ước lượng độ biến động thêm giữa các nhóm con (mô hình quá trình C và D).

$$\text{Hiệu năng quá trình} \quad P_p = \frac{U-L}{\Delta + \mu_{add}} \quad (36)$$

$$\text{Chỉ số hiệu năng dưới của quá trình} \quad P_{pkL} = \frac{\mu-L}{\Delta_L + \frac{1}{2}\mu_{add}} \quad (37)$$

$$\text{Chỉ số hiệu năng trên của quá trình} \quad P_{pkU} = \frac{U-\mu}{\Delta_U + \frac{1}{2}\mu_{add}} \quad (38)$$

$$\text{Chỉ số hiệu năng tối thiểu của quá trình} \quad P_{pk} = \min(P_{pkL}, P_{pkU}) \quad (39)$$

Sử dụng các phương pháp tương tự như trong phương pháp M1 để ước lượng vị trí và độ phân tán Δ . Ngoài ra, có hai khả năng để ước lượng độ biến động bổ sung:

- hàm ước lượng $\hat{\mu}_{add}$ đối với độ biến động bổ sung μ_{add} ; và
- hàm ước lượng đối với độ biến động bổ sung ước lượng độ biến động giữa các nhóm con khác nhau.

Chúng chỉ được sử dụng kết hợp với một trong các hàm ước lượng độ phân tán $d = 1, 2, 3$ bỏ qua độ biến động này:

$$a = 1 \quad \hat{\mu}_{add} = \max(\bar{x}_i) - \min(\bar{x}_i) \quad (40)$$

trong đó \bar{x}_i là trung bình của nhóm con thứ i .

$$a = 2 \quad \hat{\mu}_{add} \text{ được tính thông qua phân tích phương sai (ANOVA)} \quad (41)$$

7.4 Phương pháp thay thế cho phương pháp đưa vào độ biến động bổ sung ($M3_{l,d,a}$)

Phương pháp này tương tự như phương pháp thứ hai nhưng các biến thiên bổ sung được tính đến theo cách khác:

$$\text{Chỉ số hiệu năng quá trình} \quad P_p = \frac{U-L - \mu_{add}}{\Delta} \quad (42)$$

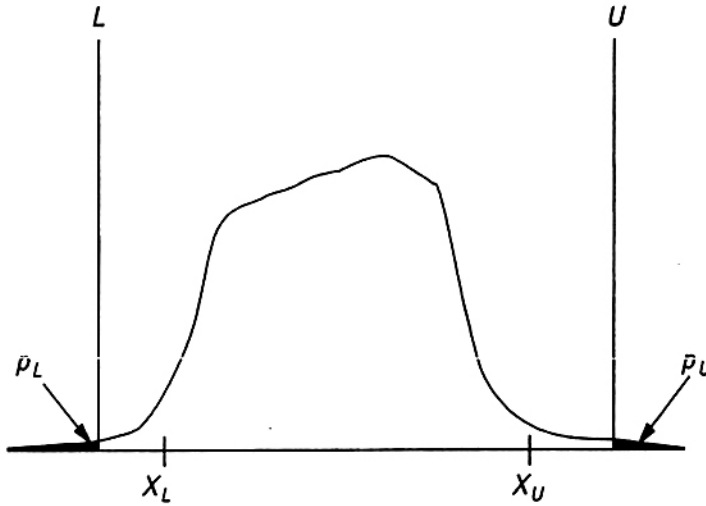
$$\text{Chỉ số hiệu năng dưới của quá trình} \quad P_{pkL} = \frac{\mu-L - \frac{1}{2}\mu_{add}}{\Delta_L} \quad (43)$$

$$\text{Chỉ số hiệu năng trên của quá trình} \quad P_{pkU} = \frac{U-\mu - \frac{1}{2}\mu_{add}}{\Delta_U} \quad (44)$$

Chỉ số hiệu năng tối thiểu của quá trình $P_{pk} = (P_{pkL}, P_{pkU})$ (45)

7.5 Tính tỷ lệ không phù hợp (M4)

Cần phải biết mô hình phân bố cho tính toán này. Xem Hình 10.



Hình 10 – Trình bày bằng đồ thị phương pháp tính toán M4

Tỷ lệ không phù hợp dưới, p_L , và tỷ lệ không phù hợp trên, p_U , là khu vực trong hàm phân bố nằm ngoài dung sai dưới và trên.

Chỉ số hiệu năng dưới của quá trình $P_{pkL} = \frac{z(1-p_L)}{3}$ (46)

Chỉ số hiệu năng trên của quá trình $P_{pkU} = \frac{z(1-p_U)}{3}$ (47)

Chỉ số hiệu năng tối thiểu của quá trình $P_{pk} = \min(P_{pkL}, P_{pkU})$ (48)

Nếu quá trình được chứng minh là ở trạng thái kiểm soát thống kê thì có thể ấn định chỉ số năng lực. Công thức tương tự như đối với chỉ số hiệu năng tương ứng:

Chỉ số năng lực dưới $C_{pkL} = \frac{z(1-p_L)}{3}$ (49)

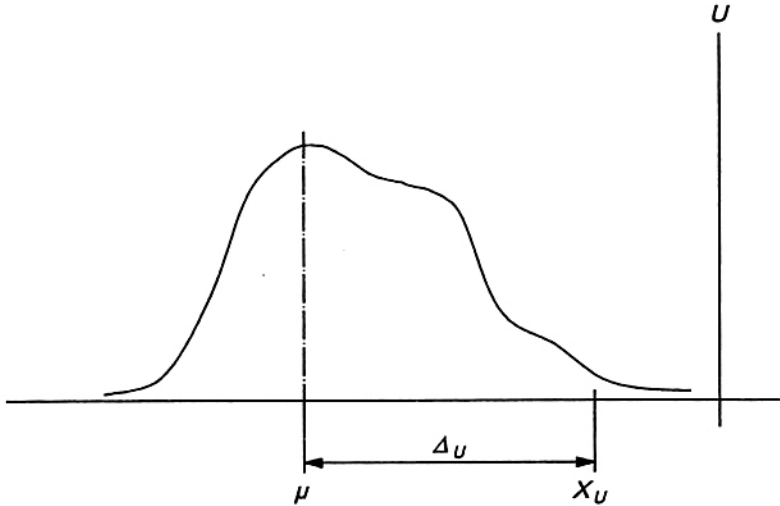
Chỉ số năng lực trên $C_{pkU} = \frac{z(1-p_U)}{3}$ (50)

Chỉ số năng lực tối thiểu $C_{pk} = \min(C_{pkL}, C_{pkU})$ (51)

Với phương pháp này, không thể tính được "chỉ số hiệu năng quá trình, P_p " hay "chỉ số năng lực quá trình, C_p ".

7.6 Giới hạn quy định một phía

Giới hạn quy định một phía có thể được xử lý theo cách tương tự như giới hạn quy định hai phía. Xem Hình 11.



Hình 11 – Trình bày bằng đồ thị phương pháp tính toán Δ_U

Trong trường hợp giới hạn quy định trên, ta có:

$$\text{Chỉ số hiệu năng trên của quá trình } P_{pkU} = \frac{U - \mu}{X_U - \mu} \quad (52)$$

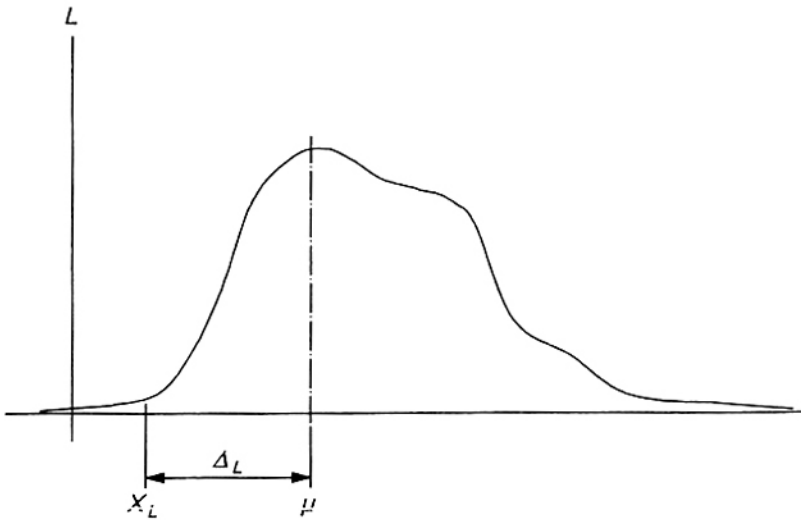
$$\text{Chỉ số hiệu năng tối thiểu của quá trình } P_{pk} = P_{pkU} \quad (53)$$

Nếu quá trình được chứng minh là ở trạng thái kiểm soát thống kê thì có thể ấn định chỉ số năng lực. Công thức tương tự như đối với chỉ số hiệu năng tương ứng:

$$\text{Chỉ số năng lực trên } C_{pkU} = \frac{U - \mu}{X_U - \mu} \quad (54)$$

$$\text{Chỉ số năng lực tối thiểu } C_{pk} = C_{pkU} \quad (55)$$

X_U và μ được ước lượng như trong phương pháp M1.



Hình 12 – Trình bày bằng đồ thị phương pháp tính toán Δ_L

Trong trường hợp giới hạn quy định dưới, ta có:

$$\text{Chỉ số hiệu năng dưới của quá trình } P_{pkL} = \frac{\mu - L}{\mu - X_L} \quad (56)$$

$$\text{Chỉ số hiệu năng tối thiểu của quá trình } P_{pk} = P_{pkL} \quad (57)$$

Nếu quá trình được chứng minh là ở trạng thái kiểm soát thống kê thì có thể ấn định chỉ số năng lực. Công thức tương tự như đối với chỉ số hiệu năng tương ứng:

$$\text{Chỉ số năng lực dưới } C_{pkL} = \frac{\mu - L}{\mu - X_L} \quad (58)$$

$$\text{Chỉ số năng lực tối thiểu } C_{pk} = C_{pkL} \quad (59)$$

X_L và μ được ước lượng như trong phương pháp M1.

8 Báo cáo chỉ số hiệu năng/năng lực quá trình

Nếu thống kê hiệu năng/năng lực quá trình được sử dụng để đánh giá năng lực quá trình thì chúng cần được báo cáo theo tiêu chuẩn này. Phương pháp tính và số lượng giá trị sử dụng là cơ sở cho việc tính toán phải được nêu ra.

Ví dụ được cho trong Bảng 3.

Bảng 3 – Ví dụ – Chỉ số năng lực quá trình

Chỉ số năng lực quá trình	$C_p = 1,68$
Chỉ số năng lực tối thiểu của quá trình	$C_{pk} = 1,47$
Phương pháp tính	$M1_{1,6}^a$
Số giá trị sử dụng cho tính toán	2 000
Tùy chọn: – tần suất lấy mẫu; – thời gian và khoảng thời gian lấy dữ liệu; – chọn mô hình phân bố thời gian; – giải pháp độ không đảm bảo về độ lặp lại và độ tái lập năng lực đo của hệ thống đo; – điều kiện kỹ thuật (lô, vận hành, công cụ).	A2
<p>^a Phương pháp tính $M1_{1,6}$ nghĩa là: Phương pháp M1 với hàm ước lượng $\hat{\mu} = \mu_1$ và $\hat{\Delta} = \Delta_6$. Một phương pháp khác là $M2_{1,4,2}$ trong đó hàm ước lượng là $\hat{\mu} = \mu_1$, $\hat{\Delta} = \Delta_4$ và $\hat{\mu}_{add}$ được tính bằng phân tích phương sai.</p>	

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] ISO/TR 12783, Process capability and performance measures (Đo năng lực và hiệu năng quá trình)
- [2] TCVN 8244-1 (ISO 3534-1), Thống kê học – Từ vựng và ký hiệu – Phần 1: Thuật ngữ chung về thống kê và thuật ngữ dùng trong xác suất
- [3] TCVN 8244-2 (ISO 3534-2), Thống kê học – Từ vựng và ký hiệu – Phần 2: Thống kê ứng dụng
- [4] ISO 8258 :1991¹⁾, *Shewhart control charts* (Biểu đồ kiểm soát Shewhart)

¹⁾ Tiêu chuẩn này hiện đã được thay thế bằng ISO 7870-2: