

# LÝ THUYẾT ĐỘ TIN CẬY TRONG THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH

**PGs, Ts Lê Kiều**

Bộ môn Công nghệ, Tổ chức Xây dựng và quản lý dự án.  
Trường Đại học Kiến trúc Hà nội

## ***Khái niệm về độ tin cậy***

Nghiên cứu về rủi ro, thiếu an toàn cho sản xuất, nghiên cứu về quản lý rủi ro nhằm tìm ra độ tin cậy của phương án sản xuất, kinh doanh hay sự thực hiện một công tác nào đó.

Để đánh giá mức độ an toàn hay khả năng làm việc hiệu quả của một đối tượng nghiên cứu, người ta sử dụng khái niệm độ tin cậy.

Đảm bảo độ tin cậy của hệ thống sản xuất, thiết bị, máy móc hay một hệ thống quản lý là một vấn đề quan trọng. Giải quyết vấn đề này sẽ cho phép giảm tổn thất do ngừng sản xuất, giảm chi phí thay thế, chi phí tài chính phục vụ cho việc duy trì hoạt động, chi phí sửa chữa, giảm ngừng việc trong thời gian sử dụng khai thác. Thiết bị công nghệ có độ tin cậy thấp sẽ đe dọa sự an toàn lao động và đôi khi cả mạng sống con người, đưa đến những hậu quả không lường hết được về mặt kinh tế.

Khi chú ý đến vấn đề độ tin cậy tức là đã thể hiện một trình độ quản trị ở mức phát triển cao.

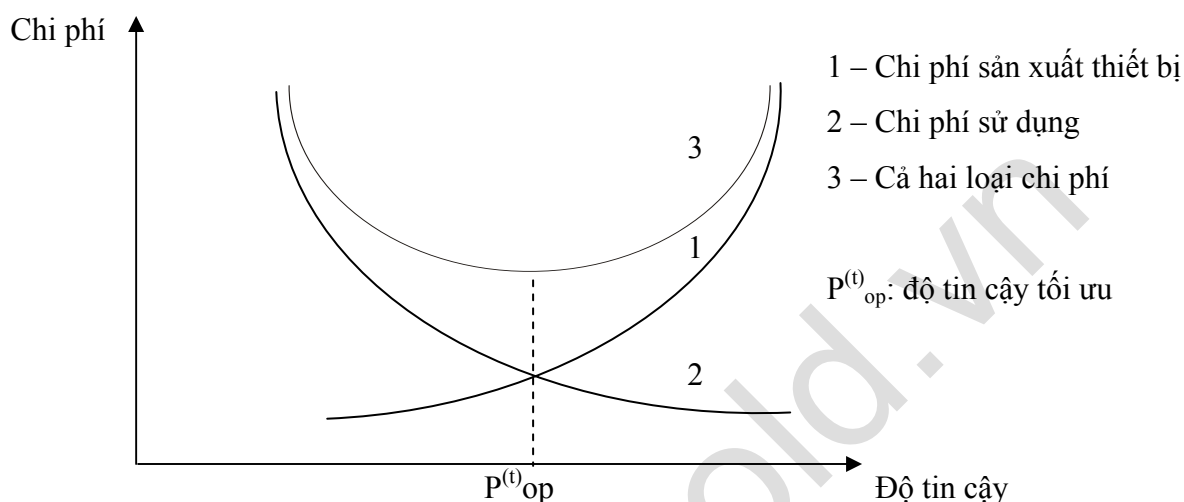
Để tăng độ tin cậy cần:

- Có sự hợp tác chặt chẽ giữa người sử dụng, khai thác và người thiết kế, sản xuất các thiết bị hay hệ thống quản lý.

- Phân tích các nguyên nhân chủ yếu, các dạng hư hỏng, các rủi ro tổn thất có thể xảy ra và hậu quả của chúng.

- Phổ biến phương pháp thiết kế tin cậy đối với hệ thống quản lý máy và hệ thống sản xuất.

Cải thiện độ tin cậy sẽ đi liền với việc tăng chi phí thiết kế, chi phí sản xuất đồng thời giảm chi phí sử dụng, khai thác. Mối quan hệ giữa độ tin cậy và các chi phí sản xuất, chi phí sử dụng được thể hiện trong hình sau (hình 1.2):



Hình 1.2. Mối quan hệ giữa độ tin cậy và các chi phí sản xuất, sử dụng

Khi nghiên cứu về độ tin cậy của một hệ thống, người ta thường hay chú ý tới cơ cấu độ tin cậy của hệ thống.

Xét một tổ hợp máy thực hiện một nhiệm vụ sản xuất nhất định, nếu độ tin cậy có thể xét chung cho cả tổ hợp thì coi hệ thống là một tổ hợp máy còn phân tử từng máy riêng biệt; Trong trường hợp tổ hợp máy có thể phân biệt thành các cụm khác nhau mà độ tin cậy của từng cụm có ảnh hưởng đến độ tin cậy của cả tổ hợp máy, khi đó khái niệm hệ thống để chỉ bản thân máy đó còn khái niệm phân tử để chỉ từng cụm máy riêng biệt.

Nếu độ tin cậy của các phân tử đồng thời xác định độ tin cậy của hệ thống thì sẽ xác định cơ cấu độ tin cậy. Ví dụ một máy mà độ tin cậy của nó được xác định bằng độ tin cậy của động cơ, hệ thống truyền lực, hệ thống thủy lực,...

Trạng thái các phần tử của một hệ thống  $n$  phần tử tại một thời điểm nào đó sẽ được biểu thị như một vectơ  $n$  chiều nhị phân. Tập hợp vectơ nhị phân được ký hiệu là  $B_n$ . Ví dụ một hệ thống tùy thuộc vào trạng thái của các phần tử và chỉ có trạng thái phù hợp hoặc trạng thái không phù hợp. Mối liên hệ được biểu thị bằng hàm số:  $\Phi: B_n \rightarrow \{0,1\}$  và được gọi là cơ cấu độ tin cậy hệ thống.

Cơ cấu độ tin cậy có thể biểu thị dưới dạng giải tích, dưới dạng bảng hoặc dưới dạng sơ đồ khối. Hiểu biết cơ cấu độ tin cậy hệ thống là cần thiết để xác định độ tin cậy của một hệ thống. Trong phân tích độ tin cậy của các máy cơ bản vẽ có hệ thống sản xuất giản đơn thường sử dụng cách biểu thị dưới dạng sơ đồ khối; ngược lại trong trường hợp hệ thống sản xuất phức tạp rất thích hợp dùng mô tả bảng hoặc dưới dạng giải tích.

Một hệ thống sản xuất phức tạp hầu như có thể thực hiện nhiệm vụ khi có ít nhất  $k$  phần tử nào đó trong  $n$  phần tử là tốt. Các hệ thống phức tạp theo quan điểm độ tin cậy là các cơ cấu dạng “ $k$  thuộc những” được ký hiệu  $(k/n)$ .

Cơ cấu dạng  $k/n$ , khi  $k < n$  gọi là cơ cấu độ tin cậy - đa chiều, cơ cấu dạng  $n/n$  gọi là cơ cấu độ tin cậy - tuần tự, còn cơ cấu dạng  $1/n$  gọi là cơ cấu độ tin cậy song song. Nếu cơ cấu hệ thống sản xuất có dạng  $k/n$  thì độ tin cậy của nó sẽ là  $P_{k/n}$  tức là xác suất để hệ thống an toàn sẽ bằng xác suất để hệ thống thuộc một trong những trạng thái trong đó có ít nhất  $k$  phần tử là an toàn

Nếu các phần tử của hệ thống sản xuất là hoàn toàn độc lập thì  $P_{k/n}$  có dạng:

$$P_{k/n} = \sum (-1)^{i-k} \binom{i-1}{i-k} \psi(P_1, \dots, P_n, i)$$

Trong đó:  $P_1, \dots, P_n$ : độ tin cậy các phần tử của hệ thống

$\psi(P_1, \dots, P_n, i)$ : tổng các tích có các phần tử là tổ hợp của  $P_1, \dots, P_n$  chập  $i$ .

Ví dụ cho  $i = 1, 2, 3, 4$  và  $n = 4$

$$\psi(P_1, \dots, P_n, 1) = P_1 + P_2 + P_3 + P_4$$

$$\psi(P_1, \dots, P_n, 2) = P_1P_2 + P_1P_2P_4 + P_1P_3P_4 + P_2P_3P_4$$

$$\psi(P_1, \dots, P_n) = P_1 P_2 P_3 P_4$$

Với cơ cấu tuần tự dạng n/n, độ tin cậy của hệ thống sẽ là:

$$P_{n/n} = \prod_{i=1}^n P_i$$

Với cơ cấu song song dạng 1/n, độ tin cậy của hệ thống sẽ là:

$$P_{1/n} = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_i)$$

Độ tin cậy là một đặc tính tổng hợp phụ thuộc vào một số yếu tố như độ chính xác, mức độ bền vững, mức độ đảm bảo khả năng thực hiện,... Một cách tổng quát có thể hiểu độ tin cậy của một hệ thống là một đặc tính đặc trưng cho khả năng thực hiện một cách hiệu quả các chức năng phức tạp của hệ thống đó trong một thời gian và tương ứng với một điều kiện nhất định.

Trong các nghiên cứu về thời gian thực hiện dự án theo phương pháp sơ đồ mạng (SDM), người ta sử dụng khái niệm "độ tin cậy về thời gian XD" [4]

Đặc điểm đặc trưng của thời gian sản xuất theo quan điểm độ tin cậy về thời gian XD là tính biến động của nó. Nhiều nghiên cứu đã chứng tỏ rằng cùng một công việc trong các đơn vị sản xuất, cùng một nhóm công nhân thực hiện nhưng mỗi lần khảo sát sẽ có thời gian thực hiện khác nhau kể cả lao động thủ công và máy móc. Bỏ qua hiện tượng này sẽ dẫn đến sự rối loạn trong sản xuất. Sự biến động về thời gian thực hiện ảnh hưởng nhiều đến năng suất và sự biến động thời gian càng lớn sẽ dẫn tới sự biến động về năng suất càng cao.

Số đo (mức độ) độ tin cậy P của một dự án theo SDM là xác suất thời gian thực hiện dự án không dài hơn so với kế hoạch:

$$P = P(T \leq t) \text{ với } T: \text{thời gian thực hiện và } t: \text{thời gian kế hoạch}$$

Độ tin cậy  $P_i$  của từng công việc là xác suất để hoàn thành công việc thứ i trong thời hạn mà không làm phá vỡ kế hoạch thực hiện dự án theo Sơ đồ mạng (SDM)

Sự phá vỡ kế hoạch theo SDM xuất hiện khi thời gian  $T_i$  kết thúc một công việc bất kỳ nào đó chậm hơn so với thời gian  $t$ , đối với nó

$$P_1 = R(T_i \leq t_i) \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1.4)$$

Khi phân tích mạng coi tổng thời gian thực hiện từng công việc là những biến ngẫu nhiên có cùng phân bố mật độ xác suất. Khi đó ta dùng định lý giới hạn trung tâm trên cơ sở chấp nhận tổng các biến ngẫu nhiên có phân bố chuẩn.

Biến chuẩn hoá  $U_k$  để tính xác suất nhận thời gian kế hoạch  $T_{KH}$  đối với sự kiện  $k$  (có thể là sự kiện cuối cùng) được tính như sau:

$$U_k = \frac{T_{KH} - T_{SK}}{\sqrt{\sum_{i=1}^K \sigma_{Si}^2}} \quad (1.5)$$

$T_{SK}$ : thời hạn sớm nhất có thể xuất hiện sự kiện  $k$

$\sigma_{Si}$ : độ lệch chuẩn cho thời gian sớm nhất có thể của sự kiện  $i$

Độ tin cậy của công việc khi nhận phân phối chuẩn có thể tính từ phân bố xác suất bằng:

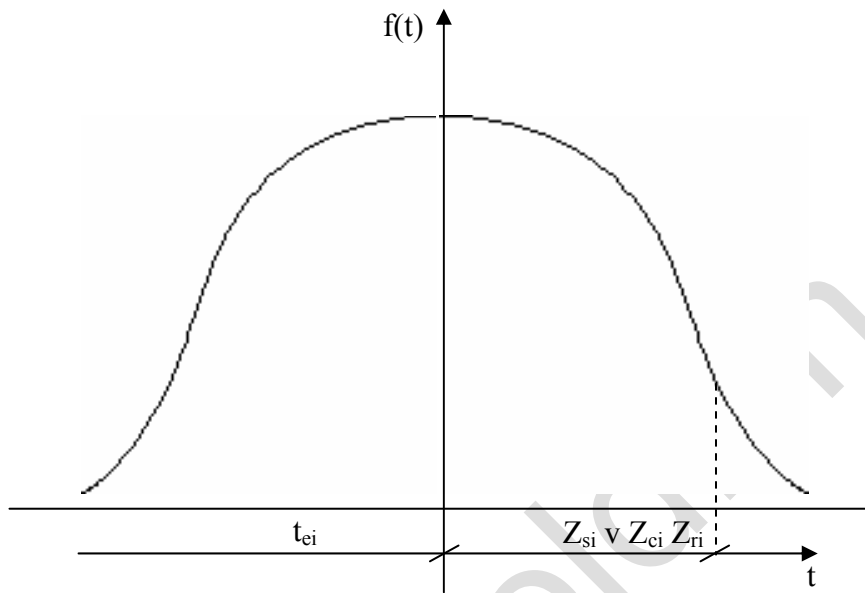
$$P = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{U_{Si}} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) du \\ \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{U_{mi}} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) du \\ \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{U_n} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) du \end{cases} \quad (1.6)$$

Giới hạn của tích phân  $U_{Si}$ ,  $U_{mi}$ ,  $U_n$  được xác định như sau:

$$U_{Si} = \frac{Z_{Si}}{\sqrt{\sum_1^c \sigma_s^2}}; \quad U_{mi} = 0; \quad U_n = \frac{Z_n}{\sqrt{\sum_1^c \sigma_r^2}} \quad (1.7)$$

$\sigma_s$ : độ lệch chuẩn công việc phụ thuộc chuỗi công việc tính theo thời gian sớm nhất  $\sigma_r$ : độ lệch chuẩn công việc tính theo thời gian thực tế

Khái niệm độ tin cậy về thời gian thực hiện dự án được thể hiện trong hình sau:



Hình 1.3. Sơ đồ mô tả khái niệm độ tin cậy về thời gian thực hiện dự án

$Z_{si}$ : dự trữ tự do

$Z_{ci}$ : dự trữ toàn phần

$Z_{si}$ : dự trữ (thực) độc lập

Trên đây giới thiệu sơ lược về độ tin cậy. Đây là những ứng dụng mới của toán học vào quản lý sản xuất. Để tìm hiểu sâu hơn và ứng dụng được, cần nghiên cứu tiếp./.

([www.vncold.vn](http://www.vncold.vn))