



Tủ sách VIASM

# Thống Kê Công Nghiệp Hiện Đại

với ứng dụng viết trên R, MINITAB và JMP

**RON S. KENETT**

**SHELEMYAHU ZACKS**

Với sự đóng góp của

**DANIELE AMBERTI**

## THỐNG KÊ TRONG THỰC TIỄN

Người dịch: **Nguyễn Văn Minh Mẫn**

Với sự cộng tác của: Nguyễn An Khương, Phan Phúc Doãn, Vương Bá Thịnh,

Thạch Thanh Tiền, Tô Vũ Song Phương

Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh

**NHÀ XUẤT BẢN BÁCH KHOA HÀ NỘI**

**WILEY**

Tựa: **THỐNG KÊ CÔNG NGHIỆP HIỆN ĐẠI VỚI ỨNG DỤNG VIẾT TRÊN R, MINITAB VÀ JMP**

Tác giả: **Ron S. Kenett, Shelemyahu Zacks**

với sự đóng góp của **Daniele Amberti**

Bản quyền tiếng Việt © 2016 Viện Nghiên cứu cao cấp về Toán

Không phần nào trong xuất bản phẩm này được phép sao chép hay phát hành dưới bất kỳ hình thức hoặc phương tiện nào mà không có sự cho phép trước bằng văn bản của Viện Nghiên cứu cao cấp về Toán.

---

Original title: **MODERN INDUSTRIAL STATISTICS WITH APPLICATIONS IN R, MINITAB AND JMP**

by **Ron S. Kenett, Shelemyahu Zacks**

with the contributions from **Daniele Amberti**

**“All Rights Reserved. Authorised translation from the English language edition published by John Wiley & Sons Limited. Responsibility for the accuracy of the translation rests solely with Vietnam Institute for Advanced Study in Mathematics and is not the responsibility of John Wiley & Sons Limited. No part of this book may be reproduced in any form without the written permission of the original copyright holder, John Wiley & Sons Limited.”**

**“Tất cả các quyền được bảo lưu. Được dịch từ phiên bản Tiếng Anh xuất bản bởi John Wiley & Sons Limited. Trách nhiệm về tính chính xác của bản dịch chỉ thuộc về Viện Nghiên cứu cao cấp về Toán và không phải là trách nhiệm của John Wiley & Sons Limited. Không phần nào của cuốn sách này được sao chép hay phát hành dưới bất cứ hình thức hoặc phương tiện nào mà không có sự cho phép trước bằng văn bản của chủ sở hữu quyền tác giả ban đầu, John Wiley & Sons Limited.”**

---

Ấn bản này được xuất bản lần đầu năm 2014

© 2014 John Wiley & Sons, Ltd

Văn phòng đăng ký

John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, PO19 8SQ, Vương Quốc Anh

Để biết chi tiết về các tòa soạn toàn cầu của chúng tôi, các dịch vụ khách hàng và thông tin về cách để xin giấy phép nhằm sử dụng lại tài liệu bản quyền trong cuốn sách này xin vui lòng xem trang web của chúng tôi tại [www.wiley.com](http://www.wiley.com).

Quyền của tác giả được xác định là tác giả của Luật bằng sáng chế 1988, tác phẩm đã được khẳng định theo Quyền tác giả, Thiết kế và Luật bằng sáng chế 1988.

Tất cả quyền được bảo lưu. Không có phần nào của ấn phẩm này có thể được sao chép, lưu trữ trong hệ thống cho phép truy xuất, hoặc truyền tải dưới bất kỳ hình thức hay phương tiện nào, điện tử, cơ khí, photocopy, ghi âm hoặc cách khác, trừ khi được phép của Cơ quan cấp Bản quyền, Thiết kế của Vương Quốc Anh và Luật bằng sáng chế 1988, mà không có sự cho phép của nhà xuất bản.

Wiley cũng xuất bản các quyển sách của mình trong một số các định dạng điện tử. Vài nội dung xuất hiện trong in ấn có thể không có sẵn trong sách điện tử.

Các chỉ định hay tên được sử dụng bởi các công ty để phân biệt các sản phẩm của họ thường gọi là nhãn hiệu. Tất cả các tên thương hiệu và các tên sản phẩm được sử dụng trong cuốn sách này là các tên thương mại, nhãn hiệu dịch vụ, nhãn hiệu hoặc nhãn hiệu đã đăng ký của các chủ sở hữu tương ứng của họ. Nhà xuất bản không được liên kết với bất kỳ sản phẩm hoặc nhà cung cấp nào đã đề cập trong cuốn sách này.

Giới hạn về trách nhiệm pháp lý/Từ chối các bảo hành: Trong khi nhà xuất bản và các tác giả đã sử dụng những nỗ lực tốt nhất của họ trong việc chuẩn bị cuốn sách này, họ không đại diện hay bảo đảm nào đối với tính chính xác hay đầy đủ của các nội dung của cuốn sách này, và cụ thể từ chối bất kỳ sự bảo đảm ngụ ý khả năng bán hoặc cho một mục đích cụ thể. Quyển sách được bán trên sự hiểu biết rằng nhà xuất bản không được tham gia vào làm dịch vụ chuyên nghiệp, và nhà xuất bản cũng như là tác giả không phải chịu trách nhiệm bồi thường thiệt hại phát sinh từ đó. Nếu sự tư vấn chuyên nghiệp hoặc hỗ trợ chuyên gia khác là cần thiết, bạn đọc nên tìm kiếm các dịch vụ của một nhà chuyên môn có thẩm quyền.

---

### **Biên mục trên xuất bản phẩm của Thư viện Quốc gia Việt Nam**

Kenett, Ron S.

Thống kê công nghiệp hiện đại với ứng dụng viết trên R, MINITAB và JMP / Ron S. Kenett, Shelemyahu Zacks ; Nguyễn V. M. Mẫn dịch. - H. : Bách khoa Hà Nội, 2016. - 668tr. : hình vẽ, bảng ; 27cm

Thư mục : tr. 631-635

ISBN: 978-604-938-816-3

1. Kiểm soát chất lượng 2. Phương pháp thống kê 3. Chương trình máy tính  
658.562 - dc23

BKF0073p-CIP

# THỐNG KÊ TRONG THỰC TIỄN

*Series Advisors*

## **Human and Biological Sciences**

Stephen Senn

CRP-Sante', Luxembourg

## **Earth and Environmental Sciences**

Marian Scott

University of Glasgow, UK

## **Industry, Commerce and Finance**

Wolfgang Jank

University of Maryland, USA

## **Founding Editor**

Vic Barnett

Nottingham Trent University, UK

**Thống Kê Trong Thực Tiễn** là một loạt sách giáo khoa quốc tế quan trọng, cung cấp nền tảng và chi tiết các khái niệm, phương pháp thống kê và các bài toán nghiên cứu thực tiễn với giải pháp trong các lĩnh vực cụ thể của khảo sát và nghiên cứu khoa học.

Với động cơ có ý nghĩa thực tiễn, mạnh mẽ và nhiều ví dụ thực tế với lời giải, các cuốn sách trình bày theo cách dễ hiểu, thực tế các phương thức nhằm để lựa chọn và sử dụng một cách thích hợp các kỹ thuật thống kê cho một lĩnh vực thực tế chuyên biệt trong từng chủ đề của mỗi lĩnh vực lý thuyết.

Những cuốn sách này cung cấp hỗ trợ thống kê cho các chuyên gia và nhà nghiên cứu trên nhiều lĩnh vực làm việc và môi trường nghiên cứu khác nhau; gồm y và dược học, ngành công nghiệp, tài chính và thương mại, dịch vụ công, khoa học Trái Đất và khoa học môi trường, v.v. Loạt sách cũng cung cấp hỗ trợ cho sinh viên theo học các khóa học **Thống Kê Ứng Dụng** đối với các lĩnh vực trên. Sinh viên tốt nghiệp cần được trang bị kiến thức thống kê tử tế để làm việc đã dẫn đến các khóa học như vậy ngày càng phổ biến ở các trường đại học và cao đẳng.

Đó chính là mục tiêu của chúng tôi khi trình bày bài tập. Các bài tập được lựa chọn kỹ lưỡng và viết ra mạch lạc để đáp ứng các nhu cầu thực tế hằng ngày. Thông tin phản hồi quan điểm của độc giả sẽ có giá trị nhất để đánh giá sự thành công của mục tiêu này. Một danh sách đầy đủ các tựa sách trong loạt sách này sẽ được đưa ra ở cuối cuốn sách.

# Mục lục

---

|                                                                            |           |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Lời nói đầu của Ấn bản thứ hai</i>                                      | xxv       |
| <i>Lời nói đầu của Ấn bản đầu tiên</i>                                     | xxvii     |
| <i>Lời nói đầu của Người dịch</i>                                          | xxix      |
| <i>Bảng Thuật ngữ Anh - Việt viết tắt</i>                                  | 1         |
| <b>Phần I: Các Nguyên lý Suy diễn và Phân tích Thống kê</b>                | <b>3</b>  |
| <b>Chương 1 Vai trò của Thống kê trong Công nghiệp và Dịch vụ hiện đại</b> | <b>5</b>  |
| 1.1 Các bộ phận chức năng trong công nghiệp và dịch vụ                     | 5         |
| 1.2 Mâu thuẫn Năng suất - Chất lượng                                       | 7         |
| 1.3 Phương pháp chữa cháy                                                  | 9         |
| 1.4 Kiểm tra sản phẩm                                                      | 10        |
| 1.5 Điều khiển quá trình                                                   | 11        |
| 1.6 Chất lượng nhờ thiết kế                                                | 12        |
| 1.7 Chất lượng thông tin và hiệu quả thống kê thực tiễn                    | 15        |
| 1.8 Tóm tắt Chương 1                                                       | 16        |
| 1.9 Bài tập Chương 1                                                       | 18        |
| <b>Chương 2 Thống kê mô tả để Phân tích Sự biến thiên</b>                  | <b>19</b> |
| 2.1 Hiện tượng ngẫu nhiên và tính đa dạng của các tập dữ liệu              | 19        |
| 2.2 Độ chuẩn xác và độ chính xác của các phép đo                           | 23        |
| 2.3 Tổng thể và mẫu                                                        | 24        |
| 2.4 Phân tích mô tả các giá trị mẫu                                        | 25        |
| 2.4.1 Tần suất của biến ngẫu nhiên rời rạc                                 | 25        |
| 2.4.2 Tần suất của biến ngẫu nhiên liên tục                                | 30        |
| 2.4.3 Thống kê của mẫu được sắp thứ tự                                     | 32        |
| 2.4.4 Thống kê vị trí và thống kê phân tán                                 | 35        |
| 2.5 Các khoảng dự đoán                                                     | 39        |
| 2.6 Kỹ thuật bổ sung cho phân tích dữ liệu thăm dò                         | 40        |
| 2.6.1 Biểu đồ hộp                                                          | 40        |
| 2.6.2 Sơ đồ phân vị                                                        | 41        |
| 2.6.3 Sơ đồ Thân và lá                                                     | 42        |
| 2.6.4 Các thống kê bền vững cho vị trí và độ phân tán                      | 43        |
| 2.7 Tóm tắt Chương 2                                                       | 45        |
| 2.8 Bài tập Chương 2                                                       | 47        |

|                 |                                                                         |           |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Chương 3</b> | <b>Mô hình xác suất và Phân phối xác suất</b>                           | <b>51</b> |
| 3.1             | Xác suất cơ bản                                                         | 51        |
| 3.1.1           | <i>Biến cố và không gian mẫu: Diễn tả hình thức của thí nghiệm</i>      | 51        |
| 3.1.2           | <i>Phép toán cơ bản với các biến cố – phép hợp, giao tập hợp</i>        | 53        |
| 3.1.3           | <i>Xác suất của biến cố</i>                                             | 55        |
| 3.1.4           | <i>Hàm xác suất cho việc lấy mẫu ngẫu nhiên</i>                         | 57        |
| 3.1.5           | <i>Xác suất có điều kiện và sự độc lập của các biến cố</i>              | 58        |
| 3.1.6           | <i>Công thức Bayes và ứng dụng của nó</i>                               | 61        |
| 3.2             | Biến ngẫu nhiên và các phân phối xác suất tương ứng                     | 62        |
| 3.2.1           | <i>Phân phối rời rạc và phân phối liên tục</i>                          | 63        |
| 3.2.2           | <i>Kỳ vọng (trung bình) và các moment của các phân phối</i>             | 69        |
| 3.2.3           | <i>Độ lệch chuẩn, phân vị, độ đo méo lệch và độ nhọn</i>                | 71        |
| 3.2.4           | <i>Hàm sinh moment</i>                                                  | 73        |
| 3.3             | Các phân phối xác suất rời rạc                                          | 74        |
| 3.3.1           | <i>Phân phối nhị thức</i>                                               | 74        |
| 3.3.2           | <i>Phân phối siêu bội</i>                                               | 77        |
| 3.3.3           | <i>Phân phối Poisson</i>                                                | 80        |
| 3.3.4           | <i>Phân phối hình học và phân phối nhị thức âm</i>                      | 84        |
| 3.4             | Đại lượng ngẫu nhiên liên tục                                           | 87        |
| 3.4.1           | <i>Phân phối đều trên khoảng số thực</i>                                | 87        |
| 3.4.2           | <i>Phân phối chuẩn (Gauss) và log-chuẩn</i>                             | 87        |
| 3.4.3           | <i>Phân phối mũ</i>                                                     | 94        |
| 3.4.4           | <i>Phân phối Gamma và phân phối Weibull</i>                             | 97        |
| 3.4.5           | <i>Phân phối Beta</i>                                                   | 101       |
| 3.5             | Phân phối đồng thời, phân phối biên và phân phối có điều kiện           | 102       |
| 3.5.1           | <i>Hàm phân phối đồng thời và phân phối biên - Trường hợp tổng quát</i> | 103       |
| 3.5.2           | <i>Hiệp phương sai - Hệ số tương quan</i>                               | 105       |
| 3.5.3           | <i>Phân phối có điều kiện</i>                                           | 107       |
| 3.6             | Phân phối xác suất đa biến                                              | 110       |
| 3.6.1           | <i>Phân phối bội thức</i>                                               | 110       |
| 3.6.2           | <i>Phân phối đa siêu bội</i>                                            | 112       |
| 3.6.3           | <i>Phân phối Gauss hai biến</i>                                         | 113       |
| 3.7             | Phân phối của các thống kê có (theo) thứ tự                             | 115       |
| 3.7.1           | <i>Phân phối của <math>X_{(1)}</math> và <math>X_{(n)}</math></i>       | 115       |
| 3.7.2           | <i>Phân phối của các <math>X_{(i)}</math> khác</i>                      | 116       |
| 3.8             | Về tổ hợp tuyến tính của nhiều biến ngẫu nhiên                          | 117       |
| 3.8.1           | <i>Kỳ vọng và phương sai của tổ hợp tuyến tính các biến ngẫu nhiên</i>  | 117       |
| 3.8.2           | <i>Tiêu chuẩn hội tụ cho dãy của biến ngẫu nhiên</i>                    | 118       |
| 3.8.3           | <i>Hàm sinh moment và áp dụng</i>                                       | 120       |
| 3.9             | Sự xấp xỉ mẫu lớn                                                       | 121       |
| 3.9.1           | <i>Luật số lớn</i>                                                      | 121       |
| 3.9.2           | <i>Định lý giới hạn trung tâm</i>                                       | 122       |
| 3.9.3           | <i>Xấp xỉ một số phân phối bằng phân phối Gauss</i>                     | 122       |
| 3.10            | Vài phân phối khác của các thống kê từ các mẫu Gauss                    | 124       |
| 3.10.1          | <i>Phân phối chi - bình phương</i>                                      | 124       |
| 3.10.2          | <i>Thống kê "Student" <math>t</math></i>                                | 126       |
| 3.10.3          | <i>Phân phối <math>F</math> cho biến tỉ lệ hai phương sai</i>           | 128       |

|                                                                                |            |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.11 Tóm tắt Chương 3 . . . . .                                                | 130        |
| 3.12 Bài tập Chương 3 . . . . .                                                | 131        |
| <b>Chương 4 Suy diễn thống kê và Phương pháp bootstrap</b>                     | <b>139</b> |
| 4.1 Đặc trưng mẫu của các ước lượng . . . . .                                  | 139        |
| 4.1.1 Phân phối mẫu . . . . .                                                  | 140        |
| 4.1.2 Ước lượng tham số thống kê – Tính không chệch – Tính nhất quán . . . . . | 141        |
| 4.2 Một số phương pháp ước lượng điểm . . . . .                                | 142        |
| 4.2.1 Ước lượng tham số dùng phương trình moment . . . . .                     | 143        |
| 4.2.2 Ước lượng tham số dùng phương pháp bình phương tối thiểu . . . . .       | 144        |
| 4.2.3 Ước lượng điểm nhờ tối đa hàm khả năng (cơ may) . . . . .                | 146        |
| 4.3 So sánh các ước lượng mẫu . . . . .                                        | 148        |
| 4.3.1 Các khái niệm cơ bản . . . . .                                           | 148        |
| 4.3.2 Một số kiểm định giả thuyết một mẫu thông dụng . . . . .                 | 152        |
| 4.4 Khoảng tin cậy cho một tham số tổng thể . . . . .                          | 159        |
| 4.4.1 Khoảng tin cậy cho trung bình $\mu$ khi biết $\sigma$ . . . . .          | 161        |
| 4.4.2 Khoảng tin cậy cho trung bình $\mu$ khi chưa biết $\sigma$ . . . . .     | 161        |
| 4.4.3 Khoảng tin cậy cho phương sai $\sigma^2$ (phân phối Gauss) . . . . .     | 161        |
| 4.4.4 Khoảng tin cậy cho tỷ lệ $p$ . . . . .                                   | 162        |
| 4.5 Khoảng dung sai . . . . .                                                  | 163        |
| 4.5.1 Một ứng dụng tính khoảng dung sai trong kỹ thuật . . . . .               | 163        |
| 4.5.2 Khoảng dung sai cho các phân phối Gauss . . . . .                        | 164        |
| 4.6 Kiểm định tính phân phối chuẩn dùng các sơ đồ xác suất . . . . .           | 165        |
| 4.7 Kiểm định mức phù hợp mô hình với dữ liệu . . . . .                        | 169        |
| 4.7.1 Kiểm định chi - bình phương (cho mẫu lớn) . . . . .                      | 169        |
| 4.7.2 Kiểm định Kolmogorov-Smirnov . . . . .                                   | 171        |
| 4.8 Các thủ tục ra quyết định bằng phương pháp Bayes . . . . .                 | 172        |
| 4.8.1 Phân phối tiên nghiệm và phân phối hậu nghiệm . . . . .                  | 173        |
| 4.8.2 Phương pháp ước lượng và kiểm định Bayes . . . . .                       | 176        |
| 4.8.3 Khoảng tin cậy Bayes cho trường hợp tham số thực . . . . .               | 180        |
| 4.9 Lấy mẫu ngẫu nhiên từ phân phối tham chiếu . . . . .                       | 182        |
| 4.10 Phương pháp lấy mẫu bootstrap . . . . .                                   | 183        |
| 4.10.1 Phương pháp bootstrap . . . . .                                         | 183        |
| 4.10.2 Thẩm định phương pháp bootstrap . . . . .                               | 185        |
| 4.10.3 Ưu điểm nổi bật của phương pháp bootstrap . . . . .                     | 186        |
| 4.11 Kiểm định giả thuyết bootstrap . . . . .                                  | 186        |
| 4.11.1 Kiểm định bootstrap và khoảng tin cậy cho trung bình . . . . .          | 186        |
| 4.11.2 Kiểm định-t cho trung bình của trường hợp cỡ mẫu nhỏ . . . . .          | 187        |
| 4.11.3 Kiểm định-t để so sánh hai trung bình . . . . .                         | 189        |
| 4.11.4 Kiểm định và khoảng tin cậy bootstrap cho phương sai . . . . .          | 191        |
| 4.11.5 Kiểm định so sánh tham số trên nhiều mẫu . . . . .                      | 191        |
| 4.12 Khoảng dung sai bootstrap . . . . .                                       | 195        |
| 4.12.1 Khoảng dung sai bootstrap cho các mẫu Bernoulli . . . . .               | 195        |
| 4.12.2 Khoảng dung sai cho các biến ngẫu nhiên liên tục . . . . .              | 197        |
| 4.12.3 Khoảng dung sai cho các phân phối phi chuẩn . . . . .                   | 198        |
| 4.13 Kiểm định phi tham số . . . . .                                           | 200        |
| 4.13.1 Kiểm định dấu hiệu . . . . .                                            | 200        |

|                                             |                                                                    |            |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.13.2                                      | Kiểm định ngẫu nhiên                                               | 201        |
| 4.13.3                                      | Kiểm định Wilcoxon thứ hạng đánh dấu                               | 203        |
| 4.14                                        | Mô tả các gói MINITAB (tải về được từ Phụ lục VI)                  | 205        |
| 4.15                                        | Tóm tắt Chương 4                                                   | 205        |
| 4.16                                        | Bài tập Chương 4                                                   | 206        |
| <b>Chương 5</b>                             | <b>Sự biến đổi nhiều chiều và Mô hình hồi quy</b>                  | <b>213</b> |
| 5.1                                         | Biểu diễn và phân tích đồ họa                                      | 213        |
| 5.1.1                                       | Biểu đồ phân tán                                                   | 213        |
| 5.1.2                                       | Biểu đồ hộp đa biến                                                | 215        |
| 5.2                                         | Tần suất nhiều chiều                                               | 218        |
| 5.2.1                                       | Phân phối tần số đồng thời của hai biến                            | 218        |
| 5.2.2                                       | Phân phối xác suất có điều kiện                                    | 221        |
| 5.3                                         | Hệ số tương quan và phân tích hồi quy                              | 222        |
| 5.3.1                                       | Hiệp phương sai và Hệ số tương quan                                | 222        |
| 5.3.2                                       | Tìm đường thẳng hồi quy phù hợp với dữ liệu                        | 225        |
| 5.4                                         | Phân tích hồi quy đa biến                                          | 231        |
| 5.5                                         | Hồi quy từng phần và hệ số tương quan từng phần                    | 235        |
| 5.6                                         | Hồi quy tuyến tính đa biến (hay đa tuyến tính)                     | 237        |
| 5.6.1                                       | Xác định mô hình hồi quy đa tuyến tính – trường hợp tổng quát      | 238        |
| 5.6.2                                       | So sánh hai mô hình hồi quy tuyến tính đơn biến                    | 241        |
| 5.7                                         | Kiểm định $F$ từng phần và tổng tuần tự của các bình phương        | 242        |
| 5.8                                         | Xây dựng mô hình: Thuật toán hồi quy từng bước                     | 244        |
| 5.9                                         | Chẩn đoán hồi quy                                                  | 247        |
| 5.10                                        | Phương pháp phân tích kết cục hữu hạn: Hồi quy logistic            | 251        |
| 5.11                                        | Phân tích phương sai: Kiểm định so sánh các trung bình             | 252        |
| 5.11.1                                      | Mô hình thống kê                                                   | 252        |
| 5.11.2                                      | Phương pháp phân tích phương sai đơn giản                          | 253        |
| 5.12                                        | Khoảng tin cậy đồng thời: Kiểm định so sánh nhiều tham số          | 257        |
| 5.13                                        | Bảng tiếp liên                                                     | 260        |
| 5.13.1                                      | Cấu trúc của các bảng tiếp liên                                    | 260        |
| 5.13.2                                      | Chỉ số liên kết trong bảng tiếp liên                               | 263        |
| 5.14                                        | Phân tích dữ liệu được phân loại (định tính)                       | 268        |
| 5.15                                        | Tóm tắt Chương 5                                                   | 269        |
| 5.16                                        | Bài tập Chương 5                                                   | 271        |
| <b>Phần II: Lý thuyết Lấy mẫu Chấp nhận</b> |                                                                    | <b>276</b> |
| <b>Chương 6</b>                             | <b>Lấy mẫu cho Ước lượng đại lượng của Tổng thể hữu hạn</b>        | <b>277</b> |
| 6.1                                         | Lấy mẫu và bài toán ước lượng                                      | 277        |
| 6.1.1                                       | Lấy mẫu ngẫu nhiên từ một tổng thể hữu hạn                         | 278        |
| 6.1.2                                       | Ước lượng mẫu của các đại lượng tổng thể và phân bố mẫu của chúng  | 279        |
| 6.2                                         | Ước lượng với các mẫu ngẫu nhiên đơn giản                          | 282        |
| 6.2.1                                       | Tính chất của trung bình mẫu và độ lệch chuẩn mẫu dưới cơ chế RSWR | 283        |
| 6.2.2                                       | Tính chất trung bình mẫu và phương sai mẫu dưới cơ chế RSWOR       | 284        |
| 6.3                                         | Ước lượng trung bình sử dụng lấy mẫu phân tầng                     | 288        |
| 6.4                                         | Sự phân bố mẫu theo tỉ lệ và tối ưu                                | 289        |
| 6.5                                         | Mô hình dự đoán dùng các biến giải thích biết trước                | 292        |

|                                                                           |                                                                          |            |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------|
| 6.5.1                                                                     | <i>Biểu thức dự đoán tỷ lệ</i>                                           | 293        |
| 6.5.2                                                                     | <i>Biểu thức dự đoán khác</i>                                            | 294        |
| 6.6                                                                       | Tóm tắt Chương 6                                                         | 296        |
| 6.7                                                                       | Bài tập Chương 6                                                         | 296        |
| <b>Chương 7 Kế hoạch lấy mẫu cho Kiểm tra sản phẩm</b>                    |                                                                          | <b>299</b> |
| 7.1                                                                       | Giới thiệu tổng quan                                                     | 299        |
| 7.2                                                                       | Kế hoạch lấy mẫu một giai đoạn cho các thuộc tính                        | 301        |
| 7.3                                                                       | Xác định xấp xỉ kế hoạch lấy mẫu                                         | 304        |
| 7.4                                                                       | Kế hoạch lấy mẫu hai giai đoạn cho các thuộc tính                        | 305        |
| 7.5                                                                       | Lấy mẫu tuần tự                                                          | 308        |
| 7.5.1                                                                     | <i>Kiểm định SPRT của Wald</i>                                           | 309        |
| 7.5.2                                                                     | <i>Đặc trưng của SPRT</i>                                                | 312        |
| 7.6                                                                       | Lấy mẫu chấp nhận cho các biến                                           | 314        |
| 7.7                                                                       | Điều chỉnh sự thanh tra các lô sản phẩm                                  | 315        |
| 7.8                                                                       | Các tiêu chuẩn quốc gia và quốc tế                                       | 318        |
| 7.9                                                                       | Kế hoạch lấy mẫu lướt qua lô hàng cho các thuộc tính                     | 319        |
| 7.10                                                                      | Tiêu chuẩn kiểm tra Deming                                               | 321        |
| 7.11                                                                      | Các bảng biểu cho lấy mẫu chấp nhận đã xuất bản                          | 322        |
| 7.12                                                                      | Tóm tắt Chương 7                                                         | 323        |
| 7.13                                                                      | Bài tập Chương 7                                                         | 324        |
| <b>Phần III: Điều khiển Quá trình Thống kê</b>                            |                                                                          | <b>326</b> |
| <b>Chương 8 Các Kỹ thuật và Nguyên lý cơ bản của Điều khiển Quá trình</b> |                                                                          | <b>327</b> |
| 8.1                                                                       | Các Khái niệm căn bản của Điều khiển Quá trình Thống kê                  | 327        |
| 8.2                                                                       | Vận hành một quá trình dùng các sơ đồ điều khiển                         | 339        |
| 8.2.1                                                                     | <i>Các loại biểu đồ kiểm soát và cách dùng</i>                           | 339        |
| 8.2.2                                                                     | <i>Phân loại biểu đồ kiểm soát theo kiểu dữ liệu</i>                     | 343        |
| 8.3                                                                       | Lập biểu đồ kiểm soát: Các nghiên cứu năng lực quá trình                 | 344        |
| 8.4                                                                       | Các chỉ số năng lực quá trình                                            | 346        |
| 8.4.1                                                                     | <i>Chỉ số năng lực quá trình <math>C_p</math> và <math>C_{pk}</math></i> | 346        |
| 8.4.2                                                                     | <i>Ước lượng các chỉ số năng lực quá trình</i>                           | 347        |
| 8.5                                                                       | Bảy công cụ để kiểm soát quá trình và cải tiến quy trình                 | 349        |
| 8.6                                                                       | Phân tích thống kê của các lược đồ Pareto                                | 353        |
| 8.7                                                                       | Biểu đồ kiểm soát Shewhart                                               | 356        |
| 8.7.1                                                                     | <i>Biểu đồ kiểm soát cho các thuộc tính</i>                              | 358        |
| 8.7.2                                                                     | <i>Biểu đồ kiểm soát cho các biến</i>                                    | 359        |
| 8.8                                                                       | Tóm tắt Chương 8                                                         | 364        |
| 8.9                                                                       | Bài tập Chương 8                                                         | 365        |
| <b>Chương 9 Các Phương pháp Điều khiển Quá trình Thống kê nâng cao</b>    |                                                                          | <b>369</b> |
| 9.1                                                                       | Kiểm tra tính ngẫu nhiên                                                 | 369        |
| 9.1.1                                                                     | <i>Kiểm tra số lượng loạt số</i>                                         | 370        |
| 9.1.2                                                                     | <i>Giá trị thử nghiệm lớn hơn và nhỏ hơn một ngưỡng xác định</i>         | 371        |
| 9.1.3                                                                     | <i>Số lượng loạt tăng và giảm</i>                                        | 373        |
| 9.1.4                                                                     | <i>Kiểm tra số lượng loạt tăng và giảm</i>                               | 374        |
| 9.2                                                                       | Biểu đồ kiểm soát Shewhart có chỉnh sửa cho trung bình mẫu               | 375        |

|                                                           |                                                                                                 |            |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 9.3                                                       | Kích thước và tần số lấy mẫu cho biểu đồ kiểm soát Shewhart . . . . .                           | 378        |
| 9.3.1                                                     | Thiết kế mẫu kinh tế cho biểu đồ trung bình mẫu . . . . .                                       | 378        |
| 9.3.2                                                     | Gia tăng độ nhạy của biểu đồ $p$ . . . . .                                                      | 378        |
| 9.4                                                       | Các biểu đồ kiểm soát tổng tích lũy (CUSUM) . . . . .                                           | 381        |
| 9.4.1                                                     | Sơ đồ (Thủ tục) kiểm soát cận trên của Page . . . . .                                           | 381        |
| 9.4.2                                                     | Thủ tục kiểm soát cận dưới và hai phía của Page . . . . .                                       | 386        |
| 9.4.3                                                     | Chiều dài loạt số trung bình, Xác suất cảnh báo sai và Độ trễ trung bình có điều kiện . . . . . | 389        |
| 9.5                                                       | Sự phát hiện Bayes . . . . .                                                                    | 393        |
| 9.5.1                                                     | Giới thiệu . . . . .                                                                            | 393        |
| 9.5.2                                                     | Thống kê Shirayev-Roberts (S.R.) . . . . .                                                      | 395        |
| 9.6                                                       | Theo dõi quá trình . . . . .                                                                    | 398        |
| 9.6.1                                                     | Thủ tục trung bình trượt theo cấp độ mũ (EWMA) . . . . .                                        | 399        |
| 9.6.2                                                     | Thủ tục ước lượng Bayes của trung bình hiện hữu (BECM) . . . . .                                | 401        |
| 9.6.3                                                     | Bộ lọc Kalman . . . . .                                                                         | 402        |
| 9.6.4                                                     | Kế hoạch đo lường chất lượng (QMP) của Hoadley . . . . .                                        | 404        |
| 9.7                                                       | Kiểm soát quá trình tự động . . . . .                                                           | 407        |
| 9.7.1                                                     | Mô hình hóa với hàm chi phí . . . . .                                                           | 408        |
| 9.7.2                                                     | Tối thiểu hóa kỳ vọng của hàm phạt . . . . .                                                    | 408        |
| 9.7.3                                                     | Biểu đồ EWMA trong điều khiển quá trình . . . . .                                               | 409        |
| 9.8                                                       | Tóm tắt Chương 9 . . . . .                                                                      | 410        |
| 9.9                                                       | Bài tập Chương 9 . . . . .                                                                      | 410        |
| <b>Chương 10</b>                                          | <b>Điều khiển Quá trình Thống kê Đa biến</b>                                                    | <b>415</b> |
| 10.1                                                      | Giới thiệu . . . . .                                                                            | 415        |
| 10.2                                                      | Tổng quan về phân tích dữ liệu đa biến (MDA) . . . . .                                          | 419        |
| 10.3                                                      | Các chỉ số năng lực quá trình đa biến . . . . .                                                 | 421        |
| 10.3.1                                                    | Chỉ số năng lực quá trình đa biến theo Chen . . . . .                                           | 421        |
| 10.3.2                                                    | Chỉ số năng lực quá trình đa biến theo Haridy, Wu và Castagliola . . . . .                      | 422        |
| 10.4                                                      | Ứng dụng nâng cao của biểu đồ kiểm soát đa biến . . . . .                                       | 424        |
| 10.4.1                                                    | Các mục tiêu xuất phát bên trong quá trình . . . . .                                            | 425        |
| 10.4.2                                                    | Việc sử dụng mẫu tham khảo bên ngoài . . . . .                                                  | 426        |
| 10.4.3                                                    | Các mục tiêu được gán bên ngoài quá trình . . . . .                                             | 427        |
| 10.4.4                                                    | Các đơn vị đo lường được xem như là các lô hàng . . . . .                                       | 428        |
| 10.4.5                                                    | Phân rã biến và các chỉ số giám sát . . . . .                                                   | 429        |
| 10.5                                                      | Thông số kỹ thuật dung sai đa biến . . . . .                                                    | 430        |
| 10.6                                                      | Tóm tắt Chương 10 . . . . .                                                                     | 433        |
| 10.7                                                      | Bài tập Chương 10 . . . . .                                                                     | 433        |
| <b>Phần IV: Thiết kế và Phân tích Thí nghiệm Thống kê</b> |                                                                                                 | <b>435</b> |
| <b>Chương 11</b>                                          | <b>Thiết kế Thống kê Cổ điển và Phân tích Thí nghiệm Thống kê</b>                               | <b>437</b> |
| 11.1                                                      | Các bước cơ bản và các nguyên tắc chủ đạo . . . . .                                             | 437        |
| 11.2                                                      | Phân khối và ngẫu nhiên hóa các thí nghiệm thống kê . . . . .                                   | 441        |
| 11.3                                                      | Mô hình cộng tính và không cộng tính . . . . .                                                  | 442        |
| 11.3.1                                                    | Trường hợp một yếu tố . . . . .                                                                 | 442        |
| 11.3.2                                                    | Trường hợp nhiều yếu tố . . . . .                                                               | 443        |
| 11.4                                                      | Phân tích các thiết kế khối hoàn chỉnh và ngẫu nhiên . . . . .                                  | 444        |

|                  |                                                                                      |            |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 11.4.1           | <i>Trường hợp nhiều khối, hai giải pháp cho mỗi khối: so sánh ghép cặp</i>           | 444        |
| 11.4.2           | <i>Trường hợp nhiều khối, <math>t</math> giải pháp cho mỗi khối</i>                  | 448        |
| 11.5             | <i>Thiết kế khối không đầy đủ và cân bằng (BIBD)</i>                                 | 451        |
| 11.5.1           | <i>Các định nghĩa tổ hợp</i>                                                         | 451        |
| 11.5.2           | <i>Phân tích ANOVA cho một BIBD</i>                                                  | 452        |
| 11.6             | <i>Thiết kế vuông Latin</i>                                                          | 455        |
| 11.6.1           | <i>Phân tích ANOVA cho thiết kế vuông Latin, một bản sao</i>                         | 455        |
| 11.6.2           | <i>Phân tích ANOVA cho thiết kế vuông Latin, nhiều bản sao</i>                       | 456        |
| 11.7             | <i>Thiết kế nhân tố đầy đủ</i>                                                       | 460        |
| 11.7.1           | <i>Cấu trúc của thiết kế nhân tố (yếu tố)</i>                                        | 460        |
| 11.7.2           | <i>Phân tích ANOVA cho thiết kế nhân tố đầy đủ</i>                                   | 460        |
| 11.7.3           | <i>Ước lượng các ảnh hưởng chính và tương tác</i>                                    | 466        |
| 11.7.4           | <i>Thiết kế nhân tố kiểu <math>2^m</math></i>                                        | 467        |
| 11.7.5           | <i>Thiết kế nhân tố kiểu <math>3^m</math></i>                                        | 475        |
| 11.8             | <i>Phân khối và lặp một phần các thí nghiệm của thiết kế <math>2^m</math></i>        | 481        |
| 11.8.1           | <i>Phân chia từng phần một thiết kế – trường hợp <math>2^{3-1}</math></i>            | 482        |
| 11.8.2           | <i>Phân chia từng phần một thiết kế – trường hợp <math>2^{m-k}</math></i>            | 484        |
| 11.9             | <i>Khảo sát các mặt đáp ứng</i>                                                      | 487        |
| 11.9.1           | <i>Các thiết kế bậc hai</i>                                                          | 488        |
| 11.9.2           | <i>Vài thiết kế bậc hai cụ thể</i>                                                   | 490        |
| 11.9.3           | <i>Tiếp cận miền của suất lượng tối ưu</i>                                           | 496        |
| 11.9.4           | <i>Sự biểu diễn chính tắc</i>                                                        | 497        |
| 11.10            | <i>Tóm tắt Chương 11</i>                                                             | 499        |
| 11.11            | <i>Bài tập Chương 11</i>                                                             | 500        |
| <b>Chương 12</b> | <b>Chất lượng nhờ Thiết kế Thống kê</b>                                              | <b>503</b> |
| 12.1             | <i>Kiểm soát chất lượng sớm, thiết kế tham số và phương pháp Taguchi</i>             | 504        |
| 12.1.1           | <i>Tối ưu hóa sản phẩm và quy trình</i>                                              | 505        |
| 12.1.2           | <i>Các giai đoạn chính trong thiết kế sản phẩm và quá trình</i>                      | 507        |
| 12.1.3           | <i>Các tham số thiết kế và các yếu tố nhiễu</i>                                      | 509        |
| 12.1.4           | <i>Các thí nghiệm thiết kế tham số</i>                                               | 509        |
| 12.1.5           | <i>Các thống kê hiệu năng</i>                                                        | 511        |
| 12.2             | <i>Các ảnh hưởng của tính phi tuyến tính</i>                                         | 512        |
| 12.2.1           | <i>Ước lượng giải tích cho kỳ vọng và phương sai của biến đáp ứng <math>y</math></i> | 512        |
| 12.2.2           | <i>Ước tính kỳ vọng và phương sai của biến đáp ứng bằng mô phỏng</i>                 | 513        |
| 12.3             | <i>Các thiết kế của Taguchi</i>                                                      | 514        |
| 12.4             | <i>Chất lượng nhờ Thiết kế trong Công Nghiệp Dược Phẩm</i>                           | 517        |
| 12.4.1           | <i>Giới thiệu về Chất lượng nhờ Thiết kế</i>                                         | 517        |
| 12.4.2           | <i>Chất lượng nhờ Thiết kế – Thiết kế Nhân tố đầy đủ</i>                             | 518        |
| 12.4.3           | <i>Chất lượng nhờ Thiết kế – Bộ hồ sơ và hàm mong muốn</i>                           | 522        |
| 12.4.4           | <i>Chất lượng nhờ Thiết kế – Không gian thiết kế</i>                                 | 523        |
| 12.5             | <i>Các thiết kế khoan dung (hay dung sai)</i>                                        | 524        |
| 12.5.1           | <i>Thiết kế khoan dung trong công nghiệp</i>                                         | 525        |
| 12.5.2           | <i>Chương trình R và kết quả</i>                                                     | 526        |
| 12.6             | <i>Vài nghiên cứu công nghiệp cụ thể khác</i>                                        | 528        |
| 12.6.1           | <i>Thử nghiệm Quinlan tại công ty Flex Products, Inc.</i>                            | 528        |
| 12.6.2           | <i>Tối ưu hóa thời gian đáp ứng máy tính</i>                                         | 531        |

|                                                                                                 |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 12.7 Tóm tắt Chương 12 . . . . .                                                                | 535        |
| 12.8 Bài tập Chương 12 . . . . .                                                                | 535        |
| <b>Chương 13 Các Thí nghiệm Thống kê trên Máy tính</b>                                          | <b>539</b> |
| 13.1 Giới thiệu về Thí nghiệm trên Máy tính . . . . .                                           | 539        |
| 13.1.1 <i>Thế nào là Thí nghiệm trên Máy tính?</i> . . . . .                                    | 539        |
| 13.1.2 <i>Về lựa chọn lưới</i> . . . . .                                                        | 541        |
| 13.2 Thiết kế các Thí nghiệm trên Máy tính . . . . .                                            | 544        |
| 13.3 Phân tích các Thí nghiệm trên Máy tính . . . . .                                           | 549        |
| 13.3.1 <i>Lịch sử của mô hình Kriging</i> . . . . .                                             | 549        |
| 13.3.2 <i>Xác lập mô hình Kriging</i> . . . . .                                                 | 549        |
| 13.4 Các bộ giả lập ngẫu nhiên . . . . .                                                        | 554        |
| 13.5 Tích hợp các thí nghiệm vật lý với các thí nghiệm máy tính . . . . .                       | 555        |
| 13.6 Tóm tắt Chương 13 . . . . .                                                                | 556        |
| 13.7 Bài tập Chương 13 . . . . .                                                                | 556        |
| <b>Phần V: Phân tích Độ tin cậy và Phân tích Sự sống còn</b>                                    | <b>558</b> |
| <b>Chương 14 Phân tích Độ tin cậy</b>                                                           | <b>559</b> |
| 14.1 Các khái niệm căn bản . . . . .                                                            | 561        |
| 14.1.1 <i>Các phạm trù (phân loại) thời gian</i> . . . . .                                      | 561        |
| 14.1.2 <i>Hàm độ tin cậy và các hàm liên quan</i> . . . . .                                     | 562        |
| 14.2 Độ tin cậy Hệ thống . . . . .                                                              | 563        |
| 14.2.1 <i>Hệ thống tuần tự và song song</i> . . . . .                                           | 564        |
| 14.2.2 <i>Hệ thống gồm <math>k</math> hệ con được lấy ra từ <math>n</math> hệ con</i> . . . . . | 566        |
| 14.3 Tính sẵn sàng của các hệ thống sửa chữa được . . . . .                                     | 567        |
| 14.3.1 <i>Mô hình hóa các quá trình đổi mới</i> . . . . .                                       | 568        |
| 14.3.2 <i>Hàm đổi mới hệ thống</i> . . . . .                                                    | 569        |
| 14.3.3 <i>Hàm mật độ đổi mới hệ thống</i> . . . . .                                             | 570        |
| 14.4 Các loại quan sát về biến thời gian đến khi lỗi (TTF) . . . . .                            | 575        |
| 14.5 Phân tích đồ họa từ dữ liệu hoạt động của một hệ thống . . . . .                           | 576        |
| 14.6 Ước lượng phi tham số độ tin cậy: Phương pháp Kaplan Meier . . . . .                       | 580        |
| 14.6.1 <i>Sự thu hồi nghiên cứu xảy ra trên từng khoảng thời gian</i> . . . . .                 | 581        |
| 14.6.2 <i>Sự thu hồi nghiên cứu kết hợp với đa kiểm duyệt</i> . . . . .                         | 581        |
| 14.6.3 <i>Thu hồi nghiên cứu khi không thể ghi nhận được thời điểm hệ bị lỗi</i> . . . . .      | 582        |
| 14.7 Ước lượng tham số phân phối hoạt động của hệ thống . . . . .                               | 583        |
| 14.7.1 <i>Ước lượng khả năng tối đa cho hàm phân phối TTF dạng mũ</i> . . . . .                 | 583        |
| 14.7.2 <i>Ước lượng khả năng tối đa của các tham số Weibull</i> . . . . .                       | 587        |
| 14.8 Thuyết minh độ tin cậy . . . . .                                                           | 589        |
| 14.8.1 <i>Kiểm định nhị thức</i> . . . . .                                                      | 589        |
| 14.8.2 <i>Thời gian sống của hệ tuân theo phân phối mũ</i> . . . . .                            | 590        |
| 14.8.3 <i>Xác định cỡ mẫu trung bình dùng kiểm định tỷ số xác suất tuần tự</i> . . . . .        | 592        |
| 14.9 Thử nghiệm tuổi thọ tăng tốc - ALT . . . . .                                               | 598        |
| 14.9.1 <i>Mô hình nhiệt độ Arrhenius</i> . . . . .                                              | 599        |
| 14.9.2 <i>Các mô hình khác</i> . . . . .                                                        | 599        |
| 14.10 Thủ tục đốt trong (sàng lọc sớm) sản phẩm lỗi . . . . .                                   | 599        |
| 14.11 Tóm tắt Chương 14 . . . . .                                                               | 601        |
| 14.12 Bài tập Chương 14 . . . . .                                                               | 601        |

|                                                                                        |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Chương 15 Ước tính và Dự báo Độ tin cậy theo Phương pháp Bayes</b>                  | <b>605</b> |
| 15.1 Phân phối tiên nghiệm và phân phối hậu nghiệm . . . . .                           | 605        |
| 15.2 Hàm thiệt hại và ước lượng Bayes . . . . .                                        | 609        |
| 15.2.1 Ước lượng Bayes phi phân phối của độ tin cậy . . . . .                          | 610        |
| 15.2.2 Ước lượng Bayes của độ tin cậy cho các phân phối tuổi thọ mũ . . . . .          | 611        |
| 15.3 Khoảng ước đoán và khoảng tin cậy Bayesian . . . . .                              | 612        |
| 15.3.1 Ước lượng độ tin cậy phi phân phối . . . . .                                    | 612        |
| 15.3.2 Ước lượng độ tin cậy cho phân phối tuổi thọ mũ . . . . .                        | 612        |
| 15.3.3 Các khoảng dự đoán . . . . .                                                    | 613        |
| 15.4 Khoảng khả tín cho sự sẵn sàng tiêm cận của hệ sửa chữa được – phân phối mũ . . . | 615        |
| 15.5 Phương pháp Bayes thực nghiệm . . . . .                                           | 616        |
| 15.5.1 Ước lượng Bayes thực nghiệm cho phân phối Poisson . . . . .                     | 616        |
| 15.5.2 Thủ tục Bayes thực nghiệm tham số cho phân phối mũ . . . . .                    | 617        |
| 15.6 Tóm tắt Chương 15 . . . . .                                                       | 619        |
| 15.7 Bài tập Chương 15 . . . . .                                                       | 619        |
| <i>Chỉ mục</i> . . . . .                                                               | 621        |
| <i>Một số gói tính toán trong phần mềm R</i> . . . . .                                 | 629        |
| <i>Tài liệu tham khảo và đọc thêm</i> . . . . .                                        | 631        |



# Lời nói đầu của Ấn bản thứ hai

---

Cuốn sách này viết về *Thống Kê Công Nghiệp Hiện Đại* và các ứng dụng, sử dụng phần mềm R và MINITAB. Nó là ấn bản thứ hai được mở rộng từ cuốn sách mang tên *Thống Kê Công Nghiệp Hiện Đại: Thiết kế và Quản lý Chất lượng và Độ tin cậy*, nhà xuất bản Wadsworth Duxbury năm 1998. Cấu trúc sơ phạm của cuốn sách kết hợp cách tiếp cận thực tế với nền tảng lý thuyết và sự hỗ trợ của máy tính. Quyển sách được soạn cho sinh viên và giảng viên có quan tâm tới việc nghiên cứu các phương pháp hiện đại bằng cách kết hợp cả ba yếu tố trên.

**Phần mềm sử dụng trong sách.** Ấn bản này cung cấp các ví dụ và thủ tục bằng ngôn ngữ R hiện đang rất phổ biến, và cũng sử dụng MINITAB. Mỗi một trong hai ngôn ngữ này mang lợi thế đặc thù riêng. R là ngôn ngữ lập trình mã nguồn mở cho tính toán thống kê và đồ họa dựa trên ngôn ngữ lập trình S được tạo ra bởi John Chambers trong khi làm việc tại Bell Labs vào năm 1976. R hiện được phát triển bởi nhóm phát triển nòng cốt, trong đó Chambers là thành viên. MINITAB là phần mềm thống kê ban đầu được phát triển tại Đại học bang Pennsylvania bởi Barbara Ryan, Thomas Ryan, Jr và Brian Joiner vào năm 1972. Với quyển sách này, bạn có một cơ hội thú vị để tìm hiểu và làm quen với hai phần mềm thống kê công nghiệp hiện đại, riêng R có phiên bản tương thích cho Mac OS.

**Làm sao bạn đọc tận dụng đầy đủ ưu điểm của cuốn sách này?** Bạn cần có sự quan tâm tới các vấn đề trong thống kê công nghiệp, có một nền tảng toán học phù hợp và sẵn sàng học hỏi bằng cách giải quyết vấn đề với các ứng dụng phần mềm. Năm phần của cuốn sách có thể được nghiên cứu trong các kết hợp khác nhau với Phần I - phần nền tảng cho toàn bộ quyển sách. Do đó cuốn sách có thể được sử dụng trong các cuộc hội thảo hoặc khóa học về *Lấy mẫu Chấp nhận, Kiểm soát Quy trình Thống kê, Thiết kế Thí nghiệm và Độ Tin cậy*.

**Phương pháp sơ phạm.** Không nhằm mục đích dạy lập trình, cũng không bao gồm mọi tùy chọn và tính năng có sẵn trong các phần mềm, mục đích của chúng tôi là trình bày cho sinh viên, nhà nghiên cứu và người sử dụng thống kê công nghiệp hiện đại các ví dụ về những gì có thể được thực hiện với các nền tảng phần mềm; và hơn nữa khuyến khích việc tìm hiểu thêm các tùy chọn. Mục tiêu tối hậu là giúp các bạn sẵn sàng và thuận tiện xác định những phần mềm nào sẽ được sử dụng trong hoàn cảnh cụ thể. Một phụ lục được chuẩn bị đặc biệt, có thể tải về từ trang web của cuốn sách, cung cấp một giới thiệu về R, các đoạn mã R theo từng chương; và các hướng dẫn hiệu quả cho việc cài đặt và sử dụng MINITAB. Các phần mềm này còn được dùng để mô phỏng. Chúng tôi tin rằng việc giảng dạy thống kê công nghiệp hiện đại kết hợp với mô phỏng sẽ cung cấp môi trường đúng đắn và hiệu quả để đạt được kinh nghiệm thực tiễn có ý nghĩa.

Quyển sách cung cấp nền tảng lý thuyết và cách tiếp cận thực tế phối hợp với nhau. Để đạt được điều này, quyển sách chứa đựng hơn 40 bộ dữ liệu điển hình cho nghiên cứu các bài toán thực tế, tiêu biểu cho những gì ta gặp phải khi giải quyết công việc có sử dụng thống kê trong kinh doanh và công nghiệp. Số liệu, hình ảnh minh họa trong cuốn sách đã được tạo ra bằng R hay MINITAB sẽ được nêu rõ ràng. Phiên bản thứ hai này bao gồm đóng góp của Tiên sĩ Daniele Amberti, người đã viết gói *mistat* trong R. Công trình của ông đã được hỗ trợ bởi i4C ([www.i4CAnalytics.com](http://www.i4CAnalytics.com)) và chúng tôi rất biết ơn Amberti khi sử dụng gói này. Thay đổi kế nữa là ấn bản lần này được xuất bản bởi **Wiley and Sons**, và chúng tôi gửi lời cảm ơn Heather Kay và Richard Davies đã hỗ trợ chuyên môn và động viên trong quá trình xuất bản.

Lời cảm ơn kế tiếp được gửi tới khách sạn Genova ở Porta Nuova vùng Turin, nơi chúng tôi đã trải qua hàng giờ xử lý các văn bản *LaTeX* bằng *Git*, dùng phần mềm *RStudio*. Trong thực tế, toàn bộ cuốn

sách, với mã và các tập dữ liệu R đã được biên soạn hoàn chỉnh, là một minh chứng cho những gì mà việc nghiên cứu có thể tạo ra. Gerry Hahn, Murat Testik, Moshe Pollak, Gejza Dohnal, Neil Ullman, Moshe Miller, David Steinberg, Marcello Fidaleo, Inbal Yahav và Ian Cox đã đọc góp ý cho các bản nháp của các chương mới, trong ấn bản thứ hai này, vốn được mở rộng từ cuốn sách gốc năm 1998. Chúng tôi cảm ơn họ vì các nhận xét sâu sắc. Cuối cùng, chúng tôi xin ghi nhận sự giúp đỡ của Marco Giuliano người đã dịch hầu hết các tập tin TeX từ phiên bản 1998 đến LaTeX và Marge Pratt đã giúp chế bản bằng LaTeX tạo ra sản phẩm sau cùng của chúng tôi.

Bạn nên đọc và sử dụng cuốn sách này kèm với một trang web dành riêng cho cuốn sách, nơi chứa sẵn các phần mềm và các file dữ liệu được sử dụng để tải về. Địa chỉ trang web cuốn sách là

[www.wiley.com/go/modern\\_industrial\\_statistics](http://www.wiley.com/go/modern_industrial_statistics).

Trang này chứa:

1. một giới thiệu về R, của Giáo sư Stefano Iacus từ Đại học Milan [trong Phụ lục I],
2. phần nhắc lại đại số ma trận dùng cho thống kê [Phụ lục II],
3. mọi đoạn mã R trong cuốn sách, như gói `mistat` [Phụ lục III], mã R cũng có sẵn trên trang web của R-Cran,
4. mã nguồn của gói `mistat` (`mistat 1.0.tar.gz`) cho R [Phụ lục IV],
5. mọi bộ dữ liệu như các file `csv` (`csvFiles.zip` và thư mục chứa `csvFiles` của gói `mistat`) [Phụ lục V],
6. các gói lệnh MINITAB cơ bản, [Phụ lục VI]; cùng với các công cụ bổ sung (`add-ins`) trong MINITAB được sử dụng trong sách [Phụ lục II], và
7. hướng dẫn lời giải cho một số bài tập [Phụ lục VII].

Chúng tôi đặc biệt cảm ơn Giáo sư Iacus vì những đóng góp hào phóng của ông. Nếu bạn không quen thuộc với R, bạn nên xem tài liệu hướng dẫn này, được chuẩn bị đặc biệt bởi một trong những nhà phát triển nòng cốt của R. Tài liệu trên trang web của cuốn sách nên được coi là một phần của cuốn sách. Chúng tôi thực sự mong muốn nhận được thông tin phản hồi, ý kiến đóng góp từ sinh viên, giảng viên, các nhà nghiên cứu và các nhà thực hành, và hy vọng cuốn sách sẽ giúp các nhóm đối tượng khác nhau đạt được thành tựu cụ thể và có ý nghĩa với các công cụ và phương pháp thống kê công nghiệp.

**Ron S. Kenett**

Raanana, Israel and Turin, Italy; [ron@kpa-group.com](mailto:ron@kpa-group.com)

**Shelemyahu Zacks**

Binghamton, New York, USA; [shelly@math.binghamton.edu](mailto:shelly@math.binghamton.edu)

# Lời nói đầu của Ấn bản đầu tiên

---

*Quyển Thống Kê Công Nghiệp Hiện Đại* cung cấp các công cụ cho những ai mong muốn đạt đến sự hoàn hảo trong các quá trình công nghiệp. Việc tìm hiểu các khái niệm và phương pháp trong cuốn sách này sẽ giúp bạn hiểu những gì cần thực hiện để đo lường và cải thiện chất lượng sản phẩm, dịch vụ đẳng cấp thế giới.

Thông qua cuốn sách này, bạn đọc sẽ nhận ra sự cần thiết phải cải tiến liên tục các quá trình công nghiệp để đạt được chất lượng, độ tin cậy, năng suất và lợi nhuận cao. Hơn nữa độc giả cũng sẽ thấy rằng chỉ bản thân các kỹ thuật quản lý, chẳng hạn như quản lý chất lượng tổng thể, hoặc tái cấu trúc quá trình kinh doanh là không đủ để đạt được mục tiêu nói trên, mà còn phải cần đến việc áp dụng mạnh mẽ thủ tục thống kê được thiết kế đặc biệt, như trong Mục 1.2 đã trích lời của Robert Galvin.

Các thủ tục thống kê được thiết kế để giải quyết vấn đề công nghiệp, được gọi là **Thống kê Công nghiệp**. Mục tiêu của chúng tôi khi viết cuốn sách này là cung cấp cho các sinh viên kỹ thuật, các sinh viên chuyên ngành thống kê và các nhà thực hành những khái niệm, ứng dụng và cách sử dụng các phương pháp thống kê công nghiệp từ cơ bản đến nâng cao, được thiết kế cho việc kiểm soát và nâng cao chất lượng cũng như độ tin cậy.

Ý tưởng viết một cuốn sách về thống kê công nghiệp hình thành sau nhiều năm hợp tác làm tư vấn công nghiệp, tham gia các hội thảo và hội nghị chuyên đề về giảng dạy, cũng như việc giảng dạy tại các trường đại học. Chúng tôi nhận thấy rằng hiện không có cuốn sách nào đáp ứng được nhu cầu của chúng tôi cả về nội dung lẫn phương pháp tiếp cận. Vì vậy chúng tôi quyết định hoàn chỉnh các bài giảng của mình thành cuốn sách này. Mục đích của chúng tôi là biên soạn một cuốn sách có nội dung bao gồm nhiều kỹ thuật hiện đại và toàn diện, được trình bày trong sáng và dễ thực hành theo.

**Ron S. Kenett**  
**Shelemyahu Zacks**  
1998



# Lời nói đầu của Người dịch

---

**Thông Kê Học** có thể được mô tả ngắn gọn nhất là khoa học về sự không chắc chắn. Trong khi chữ “thống kê” và “dữ liệu”, đối với công chúng thường được sử dụng thay thế cho nhau, thống kê thực sự vượt xa sự tích lũy đơn thuần của dữ liệu. Vai trò của một nhà thống kê là:

- Thiết kế việc thu thập dữ liệu theo một cách thức giảm thiểu sự thiên vị và các yếu tố gây nhiễu và đồng thời tối đa hóa nội dung thông tin,
- Kiểm tra chất lượng của dữ liệu sau khi nó được thu thập,
- Phân tích dữ liệu bằng một phương cách mà nó mang đến cái nhìn sâu sắc hoặc thông tin hỗ trợ cho kỹ sư, nhà công nghiệp, quản lý hay chuyên viên nghiên cứu đưa ra quyết định.

Dữ liệu đang ngày càng phổ biến trong xã hội của thế kỷ XXI. Các loại dữ liệu đủ loại, kích cỡ và cấu trúc đang xuất hiện trong mọi ngành khoa học của nhân loại, sinh ra hay thâm nhập sâu vào các cơ quan chính phủ và thương mại của chúng ta. Vì lý do này, các nhà thống kê có thể xác định hay phát minh ra nhiều cách thức mà nhờ đó công việc của họ đã có đóng góp một cách có ý nghĩa và có phần khác biệt so với phần còn lại của khảo cứu khoa học và phát minh kỹ nghệ.

Tuy nhiên, hiện đang có sự hạn chế trong nhận thức của công chúng đối với sự ích lợi lớn lao trong thực tiễn của khoa học thống kê, nhất là ở các quốc gia đang phát triển như Việt Nam. Khoa học gia và nhà quản lý có xu hướng cho rằng thống kê (gồm số liệu, với thông tin mô tả đơn giản và quyết định định lượng kém chặt chẽ rút ra từ đó) như cơ sở hạ tầng, và giống như các loại cơ sở hạ tầng, nó không nhận được đủ công nhận cho vai trò của nó. Nhà thống kê, với vài trường hợp ngoại lệ nổi bật, cũng đã không muốn hoặc không thể giao tiếp, bày tỏ với phần còn lại của thế giới về giá trị (và hứng thú) của công việc của họ.

Quyển sách này, của các nhà thống kê công nghiệp và ứng dụng chuyên nghiệp phương Tây, mang nhiều tư tưởng cách tân và rất thực tế, đã ra đời với mục tiêu khiêm tốn là lấp đầy *khoảng cách còn lại* đó. Chúng tôi, với tư cách người dịch và hiện đang làm nghiên cứu trong môi trường Việt Nam, hiểu các bất cập hiện hữu. Do đó nhóm dịch thuật mong muốn chuyển tải trung thực những quan điểm cách mạng trong thống kê học trong 20 năm gần đây, tư duy thống kê thực tiễn và một vài tiếp cận lý thuyết mới của các tác giả tới các sinh viên đại học (đặc biệt khối kỹ thuật, công nghệ, quản trị và sản xuất), các kỹ sư, nhà thực hành chuyên nghiệp, nhà khoa học và nhà quản lý...

Với mục tiêu hướng đến giới thiệu nhiều phương pháp mới cùng với các ví dụ thực tế có tầm ứng dụng cao, đôi khi các tác giả trình bày khá vắn tắt các kết quả toán học nền tảng, hay rút gọn các lập luận chi tiết. Trong các trường hợp như vậy, khi thấy cần thiết cho sự theo dõi của người đọc, chúng tôi mạnh dạn bổ sung thêm một số giải thích chi tiết, hay tính toán số áp dụng ngay khái niệm vừa nêu và sẽ được trình bày với cỡ chữ nhỏ hơn.

Một lưu ý quan trọng nữa là, do việc sử dụng phần mềm thống kê là không thể tránh khỏi khi đọc sách này hay khi bạn làm thực nghiệm, chúng tôi chọn cách ghi số thập phân theo lối chung của các

phần mềm tiên tiến của Hoa Kỳ và châu Âu, có nghĩa là ghi 1.999 trong sách là tương ứng với cách ghi 1,999 theo lối Việt Nam. Một thí dụ phổ biến khác là độ tin cậy 95% được ghi là 0.95 (như kết quả của phần mềm R) chứ không ghi lối Việt là 0,95.

Phần I (Chương 1 – 5) cung cấp kiến thức nền tảng cho cả bộ sách, phần còn lại của quyển sách gồm Chương 6 – 10 (Phần II và III), Chương 11 – 15 (Phần IV và V) là các phần nâng cao, bao gồm phương pháp lấy mẫu, thiết kế thí nghiệm thống kê trong công nghiệp và lý thuyết phân tích độ tin cậy và sự sống còn của các hệ thống động phức tạp.

Chúng tôi hy vọng bạn đọc tìm thấy được niềm vui và sự phấn khích khi sử dụng được các phương pháp trong quyển sách, dù là đang còn đi học ở trường hay đang mày mò trong phòng thí nghiệm, công xưởng, đi khảo sát hiện trường hay đang băn khoăn khi đưa ra một quyết định quan trọng trước một núi dữ liệu có quá nhiều trường hợp ngoại lai. Chuyển tải một nội dung khoa học phong phú, về lý thuyết cũng như khía cạnh áp dụng thực tế sâu rộng, sự sai sót là không tránh khỏi. Đó không phải lỗi của các tác giả, mà hoàn toàn do người dịch. Chúng tôi chân thành mong nhận được góp ý và phê bình của các bạn để các phần chuyển ngữ sau trung thực hơn, phục vụ người đọc tốt hơn.

Bản dịch này được ra đời nhờ sự hỗ trợ tốt nhất của *Viện Nghiên cứu Cao cấp về Toán* tại Hà Nội. Người dịch đặc biệt gửi lời cảm ơn GS. TS Nguyễn Hữu Dư và TS Nguyễn Kỳ Nam đã quan tâm sâu sát tới công việc này.

Nguyễn Văn Minh Mẫn  
mannguyen@hcmut.edu.vn

Khoa Môi Trường và Tài Nguyên Thiên Nhiên  
Đại học Bách Khoa TP Hồ Chí Minh

## Bảng Thuật ngữ Anh - Việt viết tắt

| Từ viết tắt | Thuật ngữ tiếng Anh                              | Thuật ngữ tiếng Việt                                      |
|-------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| ANOVA       | Analysis of Variance                             | Phân tích phương sai                                      |
| ANSI        | American National Standard Institute             | Viện Tiêu chuẩn quốc gia Mỹ                               |
| AQL         | Acceptable Quality Level                         | Mức chất lượng chấp nhận được                             |
| ARL         | Average Run Length                               | Chiều dài bước chạy trung bình                            |
| ASN         | Average Sample Number                            | Số lượng mẫu trung bình                                   |
| ASQ         | American Society for Quality                     | Hội Chất lượng Hoa kỳ                                     |
| ATI         | Average Total Inspection                         | Trung bình kiểm tra toàn thể (tổng thanh tra)             |
| BECM        | Bayes Estimation of the Current Mean             | Ước lượng Bayes của trung bình hiện tại                   |
| BIBD        | Balanced Incomplete Block Design                 | Thiết kế Khối không đầy đủ cân bằng                       |
| BP          | Bootstrap Population                             | Dân số Bootstrap                                          |
| CAD         | Computer Aided Design                            | Thiết kế với hỗ trợ máy tính                              |
| CADD        | Computer Aided Drawing and Drafting              | Vẽ và soạn thảo với hỗ trợ máy tính                       |
| CAM         | Computer Aided Manufacturing                     | Sản xuất với hỗ trợ máy tính                              |
| CBD         | Complete Block Design                            | Thiết kế khối đầy đủ                                      |
| c.d.f.      | cumulative distribution function                 | hàm phân phối tích lũy                                    |
| CED         | Conditional Expected Delay                       | Độ trễ dự kiến có điều kiện                               |
| cGMP        | current Good Manufacturing Practices             | Bộ qui chuẩn hiện thời về sản xuất dược phẩm và thực phẩm |
| CIM         | Computer Integrated Manufacturing                | Sản xuất có tích hợp máy tính                             |
| CLT         | Central Limit Theorem                            | Định lý giới hạn trung tâm                                |
| CNC         | Computerized Numerically Controlled              | Điều khiển số điện toán hóa                               |
| CPA         | Circuit Pack Assemblies                          | Dây chuyền đóng gói mạch in                               |
| CQA         | Critical Quality Attribute                       | Thuộc tính chất lượng quan trọng                          |
| CUSUM       | Cumulative Sum                                   | Tổng tích lũy                                             |
| DFIT        | Fits distance                                    | Khoảng cách hợp lý                                        |
| DLM         | Dynamic Linear Model                             | Mô hình tuyến tính động                                   |
| DoE         | Design of Experiments                            | Thiết kế thí nghiệm                                       |
| EBD         | Empirical Bootstrap Distribution                 | Phân phối Bootstrap thực nghiệm                           |
| EWMA        | Exponentially Weighted Moving Average            | Trung bình trượt có trọng và mũ hóa                       |
| FPM         | Failures Per Million                             | Số lỗi phần triệu                                         |
| GRR         | Gage Repeatability and Reproducibility           | Gage lặp lại và tái sinh được                             |
| HPD         | Highest Posterior Density                        | Mật độ hậu nghiệm cao nhất                                |
| i.i.d.      | independent and identically distributed          | độc lập và phân phối giống nhau                           |
| InfoQ       | Information Quality                              | Chất lượng thông tin                                      |
| IQR         | Inter Quartile Range                             | Khoảng phân vị giữa                                       |
| ISC         | Short Circuit Current of Solar Cells (in Ampere) | Dòng mạch ngắn của các Tế bào năng lượng mặt trời         |
| KS          | Kolmogorov-Smirnov                               | Kiểm định Kolmogorov-Smirnov                              |
| LCL         | Lower Control Limit                              | Cận kiểm soát dưới                                        |
| LLN         | Law of Large Numbers                             | Luật số lớn                                               |
| LSE         | Least Squares Estimators                         | Ước lượng bình phương tối thiểu                           |
| LQL         | Limiting Quality Level                           | Mức chất lượng giới hạn                                   |
| LSL         | Lower Specification Limit                        | Cận thông số kỹ thuật dưới                                |
| LTPD        | Lot Tolerance Percent Defective                  | Phần trăm lỗi dung sai                                    |
| LWL         | Lower Warning Limit                              | Giới hạn cảnh báo dưới                                    |
| m.g.f.      | moment generating function                       | hàm sinh moment                                           |
| MLE         | Maximum Likelihood Estimator                     | Ước tính cơ may cực đại                                   |

| Từ viết tắt | Thuật ngữ tiếng Anh                       | Thuật ngữ tiếng Việt                         |
|-------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------|
| MSD         | Mean Squared Deviation                    | Độ lệch bình phương trung bình               |
| MTBF        | Mean Time Between Failures                | Thời gian trung bình giữa các lỗi (thất bại) |
| MTTF        | Mean Time To Failure                      | Thời gian trung bình tới khi gặp lỗi         |
| OC          | Operating Characteristic                  | Đặc trưng vận hành                           |
| p.d.f.      | probability density function              | hàm mật độ xác suất                          |
| PERT        | Project Evaluation and Review Technique   | Kỹ thuật Đánh giá và Thẩm định dự án         |
| PFA         | Probability of False Alarm                | Khả năng báo động sai                        |
| PL          | Product Limit Estimator                   | Ước tính giới hạn sản phẩm                   |
| PPM         | Defects in Parts Per Million              | Số lỗi (khuyết tật) phần triệu               |
| PSE         | Practical Statistical Efficiency          | Hiệu quả thống kê thực tế                    |
| QbD         | Quality by Design                         | Chất lượng nhờ thiết kế                      |
| QMP         | Quality Measurement Plan                  | Kế hoạch đo lường chất lượng                 |
| QQ-Plot     | Quantile vs. Quantile Plot                | Sơ đồ phân vị so với phân vị                 |
| RCBD        | Randomized Complete Block Design          | Thiết kế Khối đầy đủ ngẫu nhiên              |
| RSWOR       | Random Sample Without Replacement         | Lấy mẫu ngẫu nhiên không hoàn lại            |
| RSWR        | Random Sample With Replacement            | Lấy mẫu ngẫu nhiên có hoàn lại               |
| SE          | Standard Error                            | Lỗi chuẩn                                    |
| SL          | Skip Lot                                  | Lô hàng cho qua                              |
| SLOC        | Source Lines of Code                      | Các dòng mã nguồn                            |
| SLSP        | Skip Lot Sampling Plans                   | Kế hoạch lấy mẫu lô hàng cho qua             |
| SPC         | Statistical Process Control               | Kiểm soát quá trình một cách thống kê        |
| SPRT        | Sequential Probability Ratio Test         | Kiểm định tỷ số xác suất tuần tự             |
| SSE         | Sum of Squares of Residuals               | Tổng bình phương các số (thặng) dư           |
| SSR         | Sum of Squares Around the Regression Mode | Tổng bình phương xung quanh mode hồi quy     |
| SST         | Total Sum of Squares                      | Tổng bình phương toàn bộ                     |
| STD         | Standard Deviation                        | Độ lệch chuẩn                                |
| TTC         | Time Till Censoring                       | Thời gian đến kiểm duyệt                     |
| TTF         | Time Till Failure                         | Thời gian đến khi gặp lỗi                    |
| TTR         | Time Till Repair                          | Thời gian đến khi sửa chữa                   |
| TTT         | Total Time on Test                        | Tổng thời lượng kiểm định (kiểm tra)         |
| UCL         | Upper Control Limit                       | Cận kiểm soát trên                           |
| USL         | Upper Specification Limit                 | Cận thông số kỹ thuật trên                   |
| UWL         | Upper Warning Limit                       | Giới hạn cảnh báo trên                       |
| WSP         | Wave Soldering Process                    | Quá trình hàn sóng                           |

# Phần I: Các Nguyên lý Suy diễn và Phân tích Thống kê

**Chương 1:** Vai trò của Thống kê trong Công nghiệp và Dịch vụ hiện đại

**Chương 2:** Thống kê mô tả để Phân tích Sự biến thiên

**Chương 3:** Mô hình xác suất và Phân phối xác suất

**Chương 4:** Suy diễn thống kê và Phương pháp bootstrap

**Chương 5:** Sự biến đổi nhiều chiều và Mô hình hồi quy

Phần I giới thiệu về vai trò của thống kê trong các tổ chức công nghiệp và dịch vụ hiện đại, và tư duy thống kê nói chung. Các bài toán công nghiệp điển hình được mô tả, các khái niệm và công cụ thống kê được giới thiệu thông qua các khảo cứu cụ thể và mô phỏng máy tính. Tập trung vào phân tích dữ liệu (một cách) thống kê và giải thích kết quả, trong suốt cuốn sách ta sẽ sử dụng hai nền tảng phần mềm hàng đầu là R và MINITAB. Phần mềm MINITAB được sử dụng rộng rãi trong kinh doanh và công nghiệp ([www.minitab.com](http://www.minitab.com)), với 30 ngày dùng miễn phí với đầy đủ chức năng. Phần mềm R là một ngôn ngữ lập trình mã nguồn mở cực mạnh với hơn 4300 gói ứng dụng có sẵn tại kho lưu trữ mạng CRAN (<http://cran.r-project.org/>). Mã R, sẽ được trình bày theo các ví dụ trong sách, được tập hợp trong gói `mistat`, tổ chức theo từng chương, và có thể tải về được từ trang web của CRAN hay từ trang web của cuốn sách, tại [www.wiley.com/go/modern\\_industrial\\_statistics](http://www.wiley.com/go/modern_industrial_statistics).

Chương 1 là một tổng quan về vai trò của các phương pháp thống kê trong công nghiệp, và chúng tôi đề xuất một phân loại các phương pháp thống kê trong từng tình huống quản lý khác nhau. Chúng tôi gọi phân loại này là **Thang Chất lượng** và sử dụng nó để phân loại các phương pháp thống kê công nghiệp, sẽ được trình bày trong Phần II tới Phần V. Chương này cũng giới thiệu đến người đọc khái niệm “hiệu quả thống kê thực tế” (PSE) và “chất lượng thông tin” (InfoQ) được sử dụng để đánh giá ảnh hưởng của việc sử dụng các công cụ thống kê trên tập dữ liệu thu được, và đánh giá chất lượng tri thức có được bằng cách phân tích thống kê.

Chương 2 trình bày các khái niệm cơ bản và các công cụ để mô tả sự biến đổi. Chúng tôi nhấn mạnh kỹ thuật đồ họa để khám phá và tóm tắt sự thay đổi trong các quan sát. Chương này giới thiệu đến người đọc phần mềm R và cung cấp các ví dụ trong MINITAB. Chương 3 giới thiệu các mô hình xác suất bao gồm một tổng quan toàn diện các phân phối thống kê có tính ứng dụng cao trong thống kê công nghiệp. Chương này cung cấp các kết quả nền tảng và các nguyên tắc cơ bản sẽ được sử dụng trong các chương sau. Chương 4 được dành cho suy luận thống kê và phương pháp “bootstrap”. Bootstrap được giới thiệu cùng với các ví dụ trong R và MINITAB. Bằng phương pháp này, các thủ tục thống kê, sử dụng để đưa ra kết luận từ một mẫu tới một tổng thể, được xử lý bởi các chương trình máy tính chuyên sâu mà không cần dùng đến các giả thuyết toán học và mô hình truyền thống.

Chương 5 dành cho việc khảo sát các mô hình hồi quy và sự biến đổi trong trường hợp nhiều chiều. Chương này bắt đầu với kỹ thuật đồ họa nhằm xử lý các quan sát thu được đồng thời trên nhiều biến. Những kỹ thuật này hiện đang phổ biến rộng rãi trong nhiều phần mềm, như các phần mềm được dùng trong cuốn sách này. Chương này cũng bao gồm mô hình “hồi quy tuyến tính đa biến,” khoảng chuẩn đoán và khoảng dự báo. Dữ liệu mà tập giá trị của các yếu tố được phân nhóm và các “bảng tiếp liên” đa chiều sẽ được phân tích.



# Vai trò của Thống kê trong Công nghiệp và Dịch vụ hiện đại

## 1.1 Các bộ phận chức năng trong công nghiệp và dịch vụ

**Thống kê Công nghiệp** đã đóng một vai trò quan trọng trong việc tạo ra khả năng cạnh tranh trong một loạt các tổ chức trong kỹ nghệ, dịch vụ, các hệ thống y tế, chính phủ và giáo dục. Các công cụ và khái niệm về thống kê công nghiệp phải được xem xét trong bối cảnh ứng dụng của chúng. Các ứng dụng này bị ảnh hưởng rất nhiều bởi phong cách quản lý và văn hóa tổ chức. Chúng ta bắt đầu bằng việc mô tả các khía cạnh quan trọng của các cơ sở công nghiệp để đặt nền móng cho cuốn sách. Các tổ chức công nghiệp thường bao gồm các đơn vị dành riêng cho phát triển sản phẩm, sản xuất, tiếp thị, tài chính, nguồn nhân lực, mua hàng, bán hàng, đảm bảo chất lượng và hỗ trợ sau bán hàng. Thống kê công nghiệp được sử dụng để giải quyết các vấn đề trong từng đơn vị chức năng này.

Nhân viên tiếp thị xác định các yêu cầu của khách hàng và đo lường mức độ hài lòng của khách hàng sử dụng các cuộc điều tra. Nhân viên bán hàng có trách nhiệm cung cấp các dự báo để mua nguyên liệu và sản xuất. Các nhân viên mua hàng phân tích xu hướng về chất lượng và giá cả của nguyên vật liệu trên thế giới để họ có thể tối ưu hóa chi phí và thời gian nhận được hàng. Kế hoạch tài chính được bộ phận tài vụ chuẩn bị, có sử dụng dự toán được thông qua định kỳ.

Chuyên gia kế toán dựa vào kiểm toán và phương pháp lấy mẫu để xác định mức hàng tồn kho và tính toàn vẹn của cơ sở dữ liệu. Bộ phận nhân sự theo dõi số liệu về nhu cầu nghỉ phép, doanh thu, làm thêm giờ và nhu cầu đào tạo. Họ cũng tiến hành các cuộc khảo sát ý kiến nhân viên qua đó triển khai các hệ thống đánh giá hiệu quả. Các phòng ban chất lượng thường thực hiện kiểm toán và kiểm tra chất lượng để xác định và đảm bảo chất lượng và độ tin cậy của sản phẩm và dịch vụ. Kỹ sư nghiên cứu và phát triển sản phẩm tiến hành các thí nghiệm để giải quyết vấn đề và cải tiến sản phẩm hoặc quy trình. Cuối cùng, công nhân cùng các kỹ sư quy trình thiết kế các giao thức điều khiển hoạt động sản xuất bằng cách sử dụng “biểu đồ kiểm soát” và tự động hóa.

Đây chỉ là một vài ví dụ về các tình huống mà các **công cụ thống kê công nghiệp** được sử dụng trong các tổ chức công nghiệp và dịch vụ hiện đại. Để cung cấp các ví dụ cụ thể hơn trước tiên ta cần có một cái nhìn chi tiết hơn về các lĩnh vực công nghiệp cụ thể. Sau đó chúng ta sẽ thảo luận về các ví dụ trong từng lĩnh vực này.

## Các loại hệ thống sản xuất

Về cơ bản có ba loại hệ thống sản xuất: (1) sản xuất **luân chuyển liên tục**; (2) xưởng **gia công theo đơn hàng**; và (3) sản xuất **hàng loạt rời rạc**.

Ví dụ về hệ thống sản xuất luân chuyển liên tục bao gồm thép, thủy tinh và giấy, nhà máy nhiệt điện và nhà máy hóa chất. Quá trình như vậy thường liên quan đến thiết bị đắt tiền và có kích thước rất lớn, hoạt động suốt ngày đêm và đòi hỏi các bước sản xuất rất cứng nhắc. Các ngành công nghiệp luân

chuyển liên tục đều nặng vốn và phụ thuộc nhiều vào chất lượng của nguyên liệu thô mua vào. Hầu như không thể tùy biến nhanh chóng việc sản xuất sản phẩm mới trong một quá trình luân chuyển liên tục, do việc sản xuất các loại sản phẩm mới cần sử dụng các thủ tục mở rộng rất quy mô và phức tạp.

Hệ thống kiểu xưởng gia công theo đơn hàng ở nhiều khía cạnh là hoàn toàn ngược lại. Ví dụ về các xưởng gia công theo đơn hàng bao gồm sản xuất các bộ phận - cấu kiện kim loại hoặc là trung tâm dịch vụ khách hàng, nơi mà khách hàng gọi điện đến được sự quan tâm giải đáp cá nhân. Các hoạt động này cho phép sản xuất được các sản phẩm tùy chỉnh theo nhu cầu, nhưng tốn rất nhiều công lao động. Sản xuất theo xưởng gia công theo đơn hàng có thể được hỗ trợ bởi các máy móc thiết bị chuyên dụng mà thường nhàn rỗi trong lúc nhu cầu đơn hàng thấp.

Hệ thống sản xuất hàng loạt rời rạc có thể tương tự như sản xuất luân chuyển liên tục nếu một sản phẩm tiêu chuẩn được sản xuất với số lượng lớn (xem một thí dụ trong Mục 5.2). Khi mà hệ sản xuất linh hoạt hơn được thực hiện, sản xuất hàng loạt có thể xử lý các lô có kích thước 1, và trong ý nghĩa đó, thể hiện tương tự như kiểu xưởng gia công theo đơn hàng. Ví dụ như trung tâm dịch vụ có khả năng định tuyến cuộc gọi theo từng chủ đề mà sẽ được kiểm tra hay trả lời bởi các chuyên viên.

## Phương pháp thống kê được sử dụng ở đâu? Và như thế nào?

Các phương pháp thống kê được sử dụng trong suốt quá trình thiết kế, sản xuất, phân phối và chăm sóc khách hàng. Các nguyên liệu thô sẽ sử dụng thường phải được kiểm tra, bằng cách lấy mẫu, để đảm bảo tuân thủ các tiêu chuẩn chất lượng (xem Chương 6 và 7 trong Phần II). Điều khiển quá trình thống kê được sử dụng ở các giai đoạn khác nhau của hoạt động sản xuất và dịch vụ để xác định và sửa chữa các sai lệch từ **năng lực quá trình** (process capability), xem Chương 8 – 10 tại Phần III). Phương pháp **thiết kế thí nghiệm thống kê** (*Design of Experiments, Experimental Designs*) được sử dụng để tối ưu hóa việc thiết kế một hệ thống hoặc quá trình (xem Chương 11 – 13 trong Phần IV).

Cuối cùng, thực hiện việc theo dõi và phân tích lỗi hiện trường của sản phẩm để đánh giá độ tin cậy của hệ thống và cung cấp các cảnh báo sớm sản phẩm hư hỏng (xem Chương 14 và 15). Các hệ thống thiết kế được máy tính hỗ trợ (CAD) cung cấp một môi trường không tốn kém để kiểm tra và nâng cao ý tưởng thiết kế. Chương 13 được dành riêng cho thí nghiệm máy tính và các phương pháp đặc biệt cho cả việc thiết kế và phân tích thí nghiệm như vậy. Hệ thống CMM nắm bắt những dữ liệu cần thiết để kiểm soát quá trình. Chương 10 bao gồm các phương pháp kiểm soát quá trình thống kê đa biến mà có thể khai thác đầy đủ các dữ liệu đó. Công nghệ web cung cấp cơ hội để thiết lập hệ thống như vậy mà không có sự triển khai tốn kém cơ sở hạ tầng máy tính. Sử dụng máy tính trong các hệ thống theo dõi, tầm soát lỗi hiện trường và trong việc dự báo doanh số bán hàng rất phổ biến.

Việc áp dụng thống kê công nghiệp trong môi trường máy tính hóa như vậy cho phép chúng ta tập trung vào phân tích thống kê mà theo đó cho phép ta suy luận các hành vi có thể dự đoán được của quá trình, và hơn nữa tạo ra những hiểu biết về sự liên hệ giữa các biến đo lường, trái ngược với phương pháp tính toán số lặp đi lặp lại.

Tổ chức dịch vụ có thể là độc lập hoặc bổ sung cho hoạt động sản xuất. Ví dụ, một nhà cung cấp các hệ thống thông tin liên lạc thường cũng hỗ trợ cài đặt và cung cấp dịch vụ sau bán hàng. Các dịch vụ này bao gồm việc thiết lập các hệ thống truyền thông, lập trình khai thác cơ sở dữ liệu của hệ thống và phản hồi các thắc mắc của khách hàng. Việc cung cấp dịch vụ khác với sản xuất theo nhiều cách. Đầu ra của một hệ thống dịch vụ nói chung là vô hình. Trong nhiều trường hợp, các dịch vụ được cung cấp trực tiếp cho khách hàng mà không cần một cơ hội để lưu trữ hoặc sửa chữa các giao dịch “khiểm khuyết”. Một số dịch vụ liên quan đến số lượng rất lớn các giao dịch. Ví dụ, Công ty Phát chuyển nhanh Federal Express xử lý 1.5 triệu đơn hàng mỗi ngày, đến 127 quốc gia, tại 1650 chi nhánh. Khả năng gặp lỗi cao, trong khi tỷ lệ lỗi của toàn quá trình phải chỉ có thể là một vài phần triệu. Hoạt động ở mức khiếm khuyết thấp như vậy có thể đòi hỏi chi phí ban đầu rất cao để duy trì, và do đó không có ý nghĩa kinh tế. Tiếp theo chúng ta đưa ra giải pháp cho mâu thuẫn giữa việc duy trì tỷ lệ lỗi thấp và giảm chi phí quản lý và vận hành.

## 1.2 Mâu thuẫn Năng suất - Chất lượng



Hình 1.1: GS Walter Shewhart, nhà tiên phong trong ngành kiểm soát quá trình thống kê.

Trong Thế chiến II, để đạt được mục tiêu sản xuất đạn dược, máy bay, xe tăng, tàu và trang thiết bị quân sự khác, ngành công nghiệp Mỹ đã phải tái cơ cấu và nâng cao năng suất trong khi tuân thủ các tiêu chuẩn chất lượng nghiêm ngặt. Điều này đạt được một phần nhờ việc ứng dụng ở quy mô lớn các phương pháp thống kê có được từ các công trình tiên phong của một nhóm khoa học gia công nghiệp tại Phòng thí nghiệm Bell. Hai thành viên nổi bật của nhóm này là **Walter A. Shewhart**, người đã phát triển các công cụ và khái niệm kiểm soát quá trình thống kê, và **Harold F. Dodge**, người đặt nền móng cho kỹ thuật lấy mẫu thống kê. Ý tưởng và phương pháp của họ đã là những công cụ hữu hiệu trong việc chuyển đổi ngành công nghiệp Mỹ vào những năm 1940, theo đó đã cung cấp sản phẩm có chất lượng và năng suất cao. Trong suốt những năm đó, nhiều kỹ sư đã được đào tạo thống kê công nghiệp bài bản trên khắp nước Mỹ.

### Lược sử Kỹ nghệ Chất lượng (Quality Engineering)

Sau chiến tranh, một số người Mỹ được yêu cầu giúp Nhật Bản xây dựng lại cơ sở hạ tầng công nghiệp đã bị tàn phá. Hai chuyên gia tư vấn, **W. Edwards Deming** và **Joseph M. Juran**, là các nhà tư vấn hoạt động có hiệu quả và có tầm ảnh hưởng lớn lao tới Nhật Bản thời hậu chiến. Cả hai tiên sĩ Deming và Juran đều chứng kiến phát minh có tính cách mạng của Walter Shewhart tác động lên công nghiệp Hoa Kỳ. Trong những năm 1950 họ giảng dạy và truyền bá tới người Nhật những ý tưởng, phương pháp kiểm soát quá trình và cải tiến quy trình, nhấn mạnh vai trò của quản lý và sự tham gia của nhân viên. Người Nhật đã nhanh chóng tìm hiểu các công cụ định lượng cơ bản để xác định và thực hiện các cơ hội cải thiện và cho các quá trình kiểm soát. Bằng cách cải thiện mối quan hệ làm việc giữa công nhân vận hành và nhân viên văn phòng trong toàn bộ tổ chức, Nhật Bản đã có thể giảm thiểu nguyên liệu dư vô giá trị và việc tái chế, do đó sản xuất ra được sản phẩm tốt hơn với giá thành thấp hơn. Những thay đổi này xảy ra trong nhiều năm cuối cùng đã dẫn đến sự chiếm lĩnh thị trường của sản phẩm Nhật Bản.



Hình 1.2: TS W. Edwards Deming, người khai sinh ngành Kỹ thuật Chất lượng.

Ngược lại, ngành công nghiệp Mỹ không có nhu cầu cải thiện chất lượng sau Thế chiến II. Vì hàng hóa Mỹ có một thị trường tiêu thụ khổng lồ nên nhu cầu công nghiệp Mỹ chú tâm nâng cao năng suất, mà không nhất thiết đảm bảo chất lượng cao. Điều này được củng cố bởi phương pháp Taylor chia trách nhiệm về chất lượng và năng suất giữa hai bộ phận quản trị chất lượng và bộ phận sản xuất. Nhiều nhà quản lý trong công nghiệp Mỹ không tin rằng chất lượng cao và năng suất cao có thể cùng đạt được một lúc. **Nghịch lý Chất lượng - Năng suất** sinh ra và nhà quản lý bị buộc phải lựa chọn. Vì tập trung sự chú ý vào năng suất, nhà quản lý thường hy sinh chất lượng, do đó đã có một tác động tiêu cực đến năng suất. Tăng cường tập trung vào việc hoàn thành sản lượng đúng ngày giờ hay đạt tới hạn ngạch làm cho tình hình thậm chí còn tồi tệ hơn.

Trong lúc đó các nhà công nghiệp Nhật Bản đã chứng tỏ rằng, bằng cách thực thi, áp dụng các công cụ thống kê công nghiệp, các nhà quản lý có thể nâng cao chất lượng quy trình và đồng thời gia tăng năng suất. Điều này đã được áp dụng vào trong mọi tổ chức công nghiệp, và do đó giải quyết toàn cục Nghịch lý Chất lượng - Năng suất. Trong những năm 1970, một số công ty Mỹ mới bắt đầu áp dụng các phương pháp của Deming và Juran, và đến giữa những năm 1980 có nhiều công ty Mỹ báo cáo những thành công vượt bậc.

Cải thiện chất lượng tạo ra năng suất cao hơn vì nó cho phép các sản phẩm chất lượng cao được bán nhanh hơn. Kết quả là tạo ra được sản phẩm tốt hơn với chi phí thấp hơn - một công thức cạnh tranh nhất cho sự thành công. Chìa khóa để đạt được điều này là việc thực hiện **Quản lý Chất lượng** (*Quality Management* - QM) và ứng dụng của **Thống kê Công nghiệp**, bao gồm việc

- (i) phân tích dữ liệu,
- (ii) hiểu biết về sự biến đổi,
- (iii) kiểm soát quá trình,
- (iv) thiết kế thí nghiệm, và
- (v) đưa ra dự báo.

Phương pháp này đã được phát triển hơn nữa trong những năm 1980 ở hãng Motorola, họ đã đưa ra sáng kiến **Six Sigma** nổi tiếng. Robert W. Galvin, cựu chủ tịch điều hành của Motorola Inc. đã đưa lời chứng thực ấn tượng cho những thành tựu đó như sau: