

工業技術數理統計學

(蘇)德 麟 著

丁 壽 田 譯



機械工業出版社

出版者的話

在大量生產中，要對每件產品逐一加以檢查是很不經濟的，往往也是不可能的。爲了減少人力和物資的浪費，必須採用‘抽樣檢查法’並且要儘量採用‘小樣本方法’。因此，就需要運用‘數理統計學’這一科學武器。在產品質量檢查中應用數理統計方法，不特可以簡化檢查手續，並且可以預告我們及時防止廢品的產生。數理統計方法在加工餘量的規定，操作規程的評價，刀具、夾具的設計，生產試驗結果與生產過程的分析，產品質量的檢查等這些提高質量消滅廢品的鬥爭中，都是不可缺少的。此外，並可用來研究放射性原子的蛻變，赤熱金屬的電子放射，光電子的放射，力場中電流的脈動，以及電話，無線電廣播，化學熱力學等問題。這些應用，在蘇聯已經取得很大的成就；在我國隨着生產的日益發展，也將會逐步的應用起來。因此出版本書，以供工程技術人員與科學研究工作者們，尤其是產品質量檢查工作者與研究者們參考。

本書以大規模生產過程中的質量檢查問題爲中心。同時也講到一般科學技術工作中處理實驗資料時所用的種種統計方法。例如，用來分析複雜因素的影響的“變異數(離差)分析法”在本書中也講得相當詳細。

本書原稿有少數數據演算和排版等方面的錯誤，譯者已將所發現的予以更正；如有疏漏的地方請讀者們指正。

蘇聯 А. М. Длин 著 ‘Математическая статистика в технике,’ (Советская наука 1949 年第一版)

* * *

書號 0483

1954 年 9 月第一版 1956 年 4 月第一版第二次印刷

850×1168^{1/32} 字數 184 千字 印張 7^{3/8} 2,501—3,400 冊

機械工業出版社(北京東交民巷 27 號)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可證出字第 008 號 定價(8) 1.40 元

目 次

譯者序.....	7
原序.....	13
第一章 概論.....	17
1 大量生產過程及統計學在研究這類過程中的作用.....	17
2 數理統計學的內容.....	19
第二章 平均數與變異指標.....	21
1 平均數的定義.....	21
2 算術平均數.....	21
3 平均數的加權.....	23
4 變異數列.....	25
5 分佈密度.....	26
6 變異的表示.....	28
7 分佈密度的連續變化.....	32
8 連續變異標誌的平均數.....	34
9 變異數列的內補插.....	37
10 衆數.....	39
11 標準差與變異數.....	40
12 由變異數列計算平均數與變異數的方法.....	42
第三章 大數定律.....	44
1 或然性的量度.....	44
2 概率加法定理.....	45
3 概率乘法定理.....	46
4 數學期望.....	47
5 條件數學期望.....	49
6 平均數的變異數.....	51
7 車貝謝夫定理.....	52
8 別努里定理與普哇松定理.....	54
9 李亞普諾夫定理.....	55

第四章 分佈曲線	59
1 理論分佈與經驗分佈	59
2 隨機變數的理論分佈	60
3 正態分佈	64
4 二項式分佈	68
5 二項式分佈向正態分佈的趨近	71
6 稀疏現象的分佈	73
7 其他分佈	75
8 偏斜性指標與峭度超數	76
9 分佈律不同的總體的合併	77
10 經驗分佈對理論分佈的接近程度	80
第五章 實驗資料的加工	83
1 精確的測量技術及測定值的加工	83
2 最小二乘法	89
第六章 抽樣方法	99
1 隨機誤差與系統誤差	99
2 個別結果的數學期望	100
3 抽樣平均數的計算法	101
4 真隨機樣本的誤差	102
5 以樣本變異數作總體變異數的代用值	105
6 已知樣本的評價	106
7 觀察次數的計算	107
8 份額的抽樣觀察	108
9 機械抽樣	109
10 典型抽樣	110
11 系列抽樣	112
12 小樣本	113
第七章 用數理統計方法來分析生產偏差	115
1 產品質量的不齊	115
2 生產偏差及其分類	115
3 隨機生產偏差的分佈	119
4 隨機誤差平均數的分佈	122
5 正質生產偏差的分佈	123

6 隨機生產偏差分佈的參數之定值問題.....	126
7 在穩定生產過程中數量參數數學期望的求出與評價.....	127
8 平均數的比較與系統誤差存在問題的解決.....	130
9 生產隨機偏差理論分佈的變異數的求法.....	132
第八章 產品質量在其生產過程中的統計檢查.....	135
1 產品質量在其生產過程中的統計檢查問題.....	135
2 質量統計檢查的基本原理.....	138
3 原始資料的文件格式與統計檢查中所用指標的計算法.....	140
4 點圖檢查法.....	142
5 點圖中心線與控制線的計算.....	145
6 控制線與技術界限(容許界限)的關係.....	150
7 質量檢查點圖畫法示例.....	151
8 借助檢查點圖以觀察生產過程的進行.....	154
9 質量統計檢查的組織.....	154
第九章 產品質量在性質標誌上的統計檢查.....	157
1 統計檢查應用到性質標誌上去的可能性.....	157
2 在某種工藝制度下廢品份額或頻數的統計檢查的基礎.....	157
3 廢品份額或頻數的點圖.....	162
4 產品質量統計檢查的兩種方法在生產進程中的配合運用.....	163
5 廢品頻數檢查圖的計算及其繪製法示例.....	167
6 質量檢查的經濟意義.....	168
第十章 數理統計方法在成品檢查中的應用(驗收).....	169
1 一般的情況.....	169
2 成品統計檢查方法的要點.....	170
第十一章 變異數分析.....	172
1 問題的提出.....	172
2 變異數比較法的基礎.....	173
3 變異數分析的構成.....	176
4 雙因素均勻複合體的分析.....	177
5 變異數分析的設計.....	186
6 變異數分析的最簡單的情形.....	193
7 多因素複合體分析法概要.....	195
第十二章 相關分析的應用.....	197

1 統計聯繫與相關聯繫·····	197
2 直線相關·····	201
3 直線相關計算示例·····	204
4 樣本相關係數的估計·····	206
5 非直線相關·····	207
6 非直線相關計算示例·····	210
7 多元一次相關·····	216
8 聯繫方程式的形式問題·····	219
附錄 I 計算表·····	222
表 1 正態分佈概率密度·····	222
表 2 概率積分值·····	223
表 3 小樣本中標準化偏差的分佈·····	224
表 4 可靠性指標邊界值·····	225
表 5 標準差概率表·····	226
表 6 小樣本檢查圖的中心線與控制線的定位係數·····	227
II 計算表用法·····	228
中俄名詞對照表·····	234

譯者序

工業產品的質量直接影響人民大眾的福利。所以蘇聯領導上對此極為重視，一再申於法令，要大家認識產生劣品乃是‘嚴重的罪惡’；並且近年來在工廠裏廣泛地推行了品質統計檢查制度。（見‘聯共決議’，1936年；勃拉金斯基著‘機器製造業品質現場統計檢查’，1951年版第6頁；沙文斯基著‘工業統計學教程’第五章第二十五節‘產品質量的統計檢查’，東北財經出版社中文版；及本書第八章第1節）。

在高度機械化的大量生產中，一件出品的檢查往往比製造起來還要費工夫些。況且有許多東西，檢查的時候還需要把它拆毀、分解或消耗（例如電燈泡耐用時間的檢查以及某些東西的化學成分的檢查等等）。因此全面的檢查是很不經濟的，並且也往往是不可能的。我們為減少人力及物資的浪費，必須採用‘抽樣檢查法’，並且還必須盡量採用‘小樣本方法’（參閱前引勃氏書緒論及本書第十一章第6節）。所以，在蘇聯，“最近幾年中，各種各樣的抽樣觀察法，日益廣泛地被採用於各企業之中”（沙文斯基語，見其‘工業統計學教程’，上述中文版第151頁），並且“在多數高等工業學校中都教幾率論●與數理統計學”（格涅堅科語，見其1950年在莫斯科大學所作的報告，譯文見‘科學通報’一卷八期第545頁）。

產品質量的抽樣檢查法，在蘇聯已有一百多年的歷史，是1846年大數學家奧斯脫羅格拉德斯基院士所創始的（見本書原序）。這種方法所根據的幾率論基本原理（車貝謝夫定理及李亞普諾夫定理等），也都是蘇聯的偉大創造。李亞普諾夫定理適用於處理生產誤差，這一基本原則並有二十年來無數生產實驗研究報告作它的

● 幾率論即概率論，或譯作機率論，或然率論。

證明(見本書第七章第3節)。所以,品質抽樣檢查這門科學,基本上是在蘇聯建立起來的。這事實值得在此特別指明。我們不要因為資本主義國家也在利用,就誤認為是他們的東西。

既然質量檢查中所採用的統計方法要以抽樣觀察法為主,所以其中對於‘概率論’這種數學工具的需要也要比在一般的社會經濟統計中來得多些。因此我們應該首先來認識一下蘇聯晚近對概率論的正確看法。

任何科學與技術,原都是勞動人民的辛勤成果,是由無數勞動經驗累積中聯系貫通得來的原則與方法。但一被資產階級所侵佔,觀點上就受了歪曲與蒙蔽,因此往往使人忘記了它的來源,而誤認為就是資產階級的東西了。自從斯大林在其天才的語言學論著裏更深刻地闡明了‘基礎’與‘上層建築’的意義以後,蘇聯學術界對科學技術的階級性問題進行了廣泛的討論,獲得了明確的認識:科學技術是直接聯系於‘生產’方式的,而不是聯系於‘分配’方式的,所以它並不是建立在經濟制度基礎上的上層建築,因此它也就不受經濟制度變革的影響。換句話說,生產工作是勞動者的事情,生產技術是勞動者身上的東西,它本質上並不屬於資產階級,只有勞動成果的‘分配制度’是資產階級所把持的。所以社會制度改變以後,一切生產技術及生產建設的成果都要隨着勞動者被帶到新社會裏來,不能送給資產階級作殉葬品。蘇聯專家尤金博士也這樣告訴我們:“大家都知道,勝利了的無產階級對於資本主義所創立的生產技術,不是加以毀滅,而是使其為新的社會服務”。(載 1951 年 10 月 17 日北京人民日報和新華月報 1951 年 12 月號。)

概率論這門科學也正是因為以往被資產階級歪曲利用,所以至今還不容易讓人認清它的真面目。事實上,它却正是一門在蘇聯國土上成長起來的學問,這方面蘇聯一向在世界上佔居領導的地位。尤其是近三十年來,它成為蘇聯數學發展最主要的重點之一,並且對生產技術、國防科學以及各種自然科學的應用上,都有無數具體的貢獻。這些事實,去世不久的前蘇聯科學院院長瓦維洛夫

先生在其‘蘇聯科學三十年’小冊中有簡明的敘述（見該書俄文版第46頁），前面所引格涅堅科那篇報告裏說得更為詳細，他在結論上說：“從上世紀中葉起，幾率論的一切基本概念肇源於蘇聯國境之內，而其發展很顯著地是蘇聯科學家們的工作”。（見‘科學通報’一卷八期第549頁）。他在另一篇關於幾率論發展史的文章裏又這樣說：“蘇聯幾率論在晚近科學發展中的主導地位不只是我們自己在此強調，所有國外的進步學者，無論是西歐乃至美國，也都有同樣的看法”（‘幾率論教程’，1950年版第367頁）。最近更有蘇聯科學院經外交手續寄給中國科學院的一篇欣斤先生介紹蘇聯幾率論發展情況的特稿，其中有這樣的話：

“大約由十九世紀中葉起，幾十年間，只有在俄羅斯，幾率論纔是當作一門完整而獨立的理論學科來研究的。……

在我們今日，也如三十幾年前一樣，幾率論的蘇聯學派佔着領導的地位；蘇維埃政權建立後，幾率論這門學問在全世界急速地發展起來，產生了新部門，新方法，龐大的新理論；並且我們很可以誇耀，這些東西沒有一樣不是在蘇聯科學的最積極的參加之下產生出來的，而其創始，其主導概念，極大多數都是屬於我們的，外國的學者只是遲遲唱和而已”。

“蘇聯幾率論學派一方面不斷地充實這門科學的理論，……一方面亦同時總與自然科學及實際保持密切的連繫。……蘇聯幾率論，忠實於其創始者車貝謝夫的遺教，遵循着我們領袖的英明指示，獻身為人民服務，——從來不辭却我們經濟與國防建設方面的任務與要求的完成，同時亦服務於自然科學的領域。……新近關於生產技術檢查問題的呼聲越來越高，我們顯然已面臨這重大任務的門前，必須參加進去把這裏所發生的問題加以系統的分析，並且要做出一般的方法來解決它們。”（見‘中國數學雜誌’一卷四期第8及11頁）。

幾率論在蘇聯不但理論上與實用上有如此蓬勃的發展，並且在觀點上也不斷地進行着嚴格的批判，以求徹底肅清資產階級對

它的曲解與污蔑（這種批判的鬥爭也是需要經常堅持下去的，因為資產階級對新的概率論仍隨時企圖進行歪曲與中傷）。

資產階級對概率論的看法，其主要的錯誤就在曲解了‘或然現象’（亦稱‘偶然現象’）這一概念的意義。他們把‘或然現象’曲解為‘碰機會發生的’，‘超自然規律的’，‘根本沒有原因可尋的’。因此把概率論中的規律看作是由盲目的現象胡亂堆積起來的結果。另有一些人則又反過來根本不承認世界上有或然現象的存在，認為連他昨晚四時右肩被跳蚤咬了一口也都是天數，自始就為造物所註定。這兩種表面上極端相反的主張實質上同樣是唯心的。

按唯物辯證法的觀點，所謂或然現象並不是沒有原因的，而是有許多原因在錯綜影響着的，——只是我們眼下還不能對這些原因一一加以控制，因此它可以產生種種不同的結果。一旦我們能掌握充分的條件，則或然現象也就可以變為必然現象了。所以或然現象與必然現象的區別並不是絕對的，二者是可以相互滲透，可以相互轉變的（參閱羅遜塔爾著‘唯物辯證法’或米丁著‘新哲學大綱’中關於‘偶然性’的節目）。比方我們取打靶為例：子彈的射擊每次原都有一定目標的，並且受一定的力學規律所支配的。但由於空氣阻力、風向、溫度等等無數複雜因素的交錯影響，子彈的擊中點乃有或上或下或左或右的偏差，這樣就表現為或然現象。但是如果我們對子彈擊中點作多次的觀察，則可以發現其分佈情況也自成一種所謂‘集體性的規律’，這樣又表現為一種必然現象了。再舉一個更典型的例子：每個氣體分子的運動，個別地說，當然是遵循力學規律的，——這是必然現象。在集體中則因彼此撞擊而成為混亂狀態，——這樣乃表現為或然現象。但如氣體分子充分多時，即氣體的密度充分大時，則這種亂飛亂撞的狀態又表現出很穩定的規律，即壓力、溫度、體積之間表現出一種很穩定的關係，——這樣又成為必然現象了。所以或然現象與必然現象在現實世界裏是這樣錯綜並存着的。同一現象，往往有其必然的方面，同時也有其或然的方面。必然現象在多數因子的集體錯綜影響之下可以表現為或然

現象。而或然現象由集體的觀點看來，亦自遵循其一定的規律，因此又成爲必然現象。

正是因爲這樣，我們的世界並不是機會主義者所想像的一切都可隨意取巧的世界；也不是機械論者所想像的一切都已註定的世界；而是一個有規律的，却又可以遵循着這些自然規律來加以控制，加以推動，加以改造的世界。

概率論就是一種用來處理或然現象集體性規律的數學工具。它可以使或然現象也都漸漸進入我們掌握之中。李森科說：“科學是偶然性的仇敵”。概率論在蘇聯進步科學家手裏也正成爲一種克服偶然性的科學武器。這個曾被資產階級學者們歪曲着來做護身符的武器，如今它的槍口却正轉向他們來進攻了。（參閱‘科學通報’一卷八期 542～545 頁）。

在這樣的理解之下，我們的概率論以及其中一切基本概念——偶然性、機會、隨機變數、隨機抽樣、隨機誤差、大數定律、分佈曲線、正態分佈、相關等等——與資產階級學者曲解之下的所謂‘偶然性’是沒有絲毫關係的。不過這些已經普遍通行的名詞，蘇聯科學家們不來輕意地作字面上的改動，——當然也不必因爲資產階級的一度曲解就此避免不用。只要我們今後看見這些名詞時，都按它們的科學意義來正確地了解而不只憑字面來曲解就行了。

現在這本德麟氏的‘工業技術數理統計學’，是蘇聯特有的體裁，而且是最近幾年內纔新興起來的。在別國，尤其是英美，統計學教本總是理論與實際彼此分家：講理論的就不講實用，講實用的就不講理論；如此形成了形式主義與經驗主義兩種各走極端的偏向。像德麟氏這樣理論與實際密切結合起來的數理統計是從來沒有的。此書一方面很具體地講質量檢查的實踐方法。一方面又儘透徹地講這些方法所依據的基本原理。它是一種具體的專業統計學，而不是所謂抽象的‘統計總論’。

此書所需要的數學準備只相當於初等微積分的程度，這一點數學工具在工業技術人員及工業學校的學生一般是具有的。沒有

學過微積分的讀者則不妨從第七章看起，遇到有數學推證的困難時可以跳過去。這樣耐心讀幾遍以後，也可以學會其中實踐的步驟。

質量檢查制度一旦廣泛推行起來，就需要大批工人及技術人員參加這項工作。在有些生產部門裏，一部分檢查手續可由生產工人附帶執行，這樣可以節省許多人力。眼下第一步先要在這方面做技術及幹部的準備，故宜首先在工業學校裏添授這門課程，並且介紹蘇聯關於這方面的教材與文獻。