

质量评估方法平话

杨 纪 珂

中国工业出版社

质量评估方法平话

杨 纪 珂

中国工业出版社

出 版 說 明

一、今年三月十四日《人民日报》发表的《质量评估方法平話》一文，是本书十二节中的前五节。

二、本书深入浅出地介绍了最常用的三种质量评估图的用处、算法和做法，并举有简单实例，通俗易懂，可供生产工人、管理人员、领导干部，以及有关院校师生阅读。

质量评估方法平話

杨 纪 珂

*

中国工业出版社編輯室編輯(北京修鵬閣路西10号)

中国工业出版社出版(北京修鵬閣路西10号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第110号

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ ·印张3·字数41,000

1966年5月北京第一版·1966年5月北京第一次印刷

印数0001—121,590·定价(科一)0.22元

*

統一书号: 15165·4645(綜合-49)

一切产品，不但求数量多，而且
求质量好，耐穿耐用。

毛泽东：《必须学会
做经济工作》

前 言

全面貫徹執行多快好省的方針，应当是好字當頭，質量第一，做到好中求多，好中求快，好中求省。保證產品質量的根本關鍵，是突出政治，毛澤東思想掛帥，充分發動群眾，開展企業管理革命化。在生產技術上，實行領導人員、科學技術人員和工人群眾三結合，解決技術問題，提高產品質量。並嚴格執行產品質量檢驗制度，把好產品質量關。

毛主席在《黨委會的工作方法》一文中教導我們，要“注意決定事物質量的數量界限”，真正做到“胸中有‘數’”。並在另一篇文章中指示說：

“我們不但要提出任務，而且要解決完成任務的方法問題。”●本書試圖根據毛主席這些教導，向讀者提供一種對產品質量進行評估的數學方法。

這本小冊子所介紹的方法，是以數學中概率論和數理統計為基礎的質量評估方法。它着重介紹了幾種最常用的質量評估圖的用途、算法和做法，並列舉了一些簡單實例，幫助初學者理解。讀者如從

● 《關心群眾生活，注意工作方法》，《毛澤東選集》第一卷 第一三四頁。

掌握这本小册子中的知識开始，結合自己的工作，由懂到会，由熟到巧，深入钻研，一定会有更多的創造和发展。

用“平話”的方法来介紹难懂的数学，使其为生产建設服务，很受讀者欢迎。笔者也仿效这种方法写了这本小册子，由于水平所限，虽努力以赴，但仍未很好地达到目的，这是应该向讀者致歉的。

本书承华罗庚先生指导和审查，周华章先生仔細的审查和校閱，張尧庭同志提供建議，赵冠美、刘玉娣两同志計算、作图和校对。在出版工作中，又得到中国科学技术大学等有关单位許多同志的热情帮助。笔者謹向他們致以深切的謝意。

一九六六年三月

目 录

§ 1	快板引子	1
§ 2	为什么要作质量評估?	2
§ 3	质量是怎样衡量的?	4
§ 4	什么是质量評估图?	9
§ 5	质量評估图的用处	11
§ 6	計数数据质量評估图(c 图)的作法	26
§ 7	百分率质量評估图(p 图)的作法	39
§ 8	度量数据质量評估图($\bar{x}$ 图和 w 图) 的作法	45
§ 9	稳定界限与設計界限	54
§ 10	质量不稳定时的允許界限	59
§ 11	五个实际例子	66
§ 12	习题	78
附录	三种分布簡介	83

§1 快板引子

全国各工厂，	机器振天响；
政治挂了帅，	生产大增长。
产品如流水，	汇聚比汪洋。
想要查质量，	方法该怎样？
限于时间紧，	无法统统量；
倘只挑一件，	代表性不强。
有个好办法，	随机去抽样；
样品抽出来，	送到检查房；
仔细量指标，	用心找疵伤。
局部估总体，	数学来帮忙。
产品日夜流，	样品日夜量，
月月积年年，	数据跨长江。
总结生产事，	要看纸千张，
数多如蚂蚁，	缭乱无印象。
参差又不齐，	对此费思量，
思量又思量，	计来心头上：
何不作成评估图，	个个数据变圆点，
几条界线分明画，	高下参差入眼帘。
哪批产品不合格，	图上点子很明显；
质量上升或下降，	见图一目就了然。

挂它在車間，	人人都可見；
存它作卡片，	評比有檔案。
機器出毛病，	圖上迹象現。
產品送出門，	用戶都稱贊。
資料送給設計師，	配合數據好計算；
設計恰到最好處，	功能效率大增添。
質量評估圖，	好處講不完，
學它既不难，	畫它也簡單。
方法究如何？	且听下文談。

§ 2 为什么要作质量评估？

使用流水操作法进行大量生产，有个基本的要求，就是每种零件要做得基本一样，能相互替换使用。例如同型号自行车的輪胎，互相調換装上，仍都适配。为此，要求每种零件都符合一定的規格。零件究竟是否符合規格，需作质量評估。

工厂为了满足用戶的要求，有时候需要交代出产品的主要性能。譬如一个工厂生产一种在上一次发条后能走15天的钟，厂方必須保証在一定期限内这些钟有走15天不停的性能。諸如此类，工厂为了保証产品具有所說的性能，需作质量評估。

許多工业产品，虽然有时候不一定要向用戶交

代质量，但为了向质量高峰迈进，工厂往往自己定出规格，来严格约束自己。例如纺织厂织成的布匹，工厂内部规定每丈布的疵点平均不能超过多少。诸如此类，要看产品质量如何，需作质量评估。

不少产品，是由众多零件装成，各零件的质量应有合理的配合。不然的话，只要有一件质量差的零件，就能影响全局。例如一台收音机，只要有一只真空管老容易坏，其它所有零件即使件件都极好，这台收音机仍难免不时要送去修理。诸如此类，姐妹零件的质量配合得好不好，需先作质量评估。

一长串流水操作过程，往往由多道工序联结组成。从每道工序生产出来的中间产品，质量如何，往往影响到最终产品的质量。而且往往一道工序出了毛病，很难依靠其它工序的努力来补救。例如生产茶杯，如在做坏的一道工序上把坯做坏了，到窑里即使烧得再好也烧不出一只好茶杯来。诸如此类，各道工序的中间产品有没有毛病，需作质量评估。

扩大来说，有些工业产品是原料或半成品，它们的质量影响到后面的半成品或成品的质量。例如炼钢厂要求炼铁厂送来的生铁含硫量不超过某标准；炼铁厂为了满足这个要求，又转而要求炼焦厂

送来的焦炭含硫量不超过某标准；炼焦厂呢，又去要求洗煤厂供应含硫量在一定标准以下的煤。这样一环套一环，在各种工业原料或半成品的质量要求之間彼此相联，形成整体，要求尽量避免脱节。諸如此类，要检查质量要求能否彼此照顾，先需作质量評估。

大家都知道工业产品标准化的重要意义，为了达到标准化，有两个方面的工作必須切实做好：一方面，在未对某种产品定出标准之前，先需調查它的质量現况，根据它来恰到好处地定出标准。定得太高，大家可望而不可及，标准有等于无；定得太低，又不起促进作用，反而使质量提不高。另一方面，在对一种产品定出标准之后，生产它的各厂都要遵守这个标准，控制其质量。标准定得是否合适，以及产品是否能够滿足所定的标准，都需作质量評估。

凡此种种，都說明了在工业中把质量定量化并加以評估，是桩极其需要做的事。

§ 3 质量是怎样衡量的？

要对质量作評估，先要使质量能够用一定的标准来衡量，也就是把质量定量化。以定量的方式去

衡量质量的数据，主要有两类：一类是度量数据，一类是計数数据。在計数数据中通常又有計件数据和計点数据两种。

长度、直徑、重量、寿命、强度、光洁度、速度、化学成分等等质量指标，一般可以用仪表尺度来量，得出的数据都称为**度量数据**。从一个产品样組的度量所得的一批度量数据，可以算出一个**平均数**（称为 $\bar{x}$ 数据），用来度量这个样組数据的重心位置在哪里。还可以把其中的最大数据減去最小数据，算出这批数据的**范围**（称为 w 数据），用来度量它們的參差程度。

不是一切质量都允許用仪表尺度来衡量的，遇到这种情况时，我們可以采取計数的办法得出数据。这类数据称为**計数数据**。計数数据的特点在于它們是不連續的，因為它們只能够出現为0,1,2,...等非負的整数，不可能出現小数。不象度量数据是連續的。

如果对一批产品，計数其中具有某种属性的产品的件数，来衡量这批产品的质量。例如廢品数、次品数、不合格件数、破損数、污損数等等，就是这样产生的。这类計数数据称为**計件数据**。

計件数据有两种表示法：一种是直接把**計件数**

据写出来（简称 **c数据**），另一种是把它們折算成百分率数据写出来（简称 **p数据**）。例如在一批鋼笔中随机抽出一个含有五十枝笔的样組，經檢查后发現其中两枝是次品，于是次品計件数 $c=2$ （是个 **c数据**）；但也可以折算成次品率 $p=2 \div 50=0.04$ 或 4%（是个 **p数据**）。

有些产品的质量不要求对一批产品計件，而是要求計数在一件产品上或者一单位产品上出現的某种质量上的特点。例如檢查一根根鋼条样品，看各根鋼条上有多少处缺陷（此例以一件产品作为檢查单位）；檢查一丈丈的布匹样品，看在各丈布上有多少个疵点（一匹布是一件产品，一丈布是一匹布的一部分，此例以一件产品的一部分作为檢查单位）；檢查每五台收音机的表面瑕疵总数（此例以每五件产品作为檢查单位）。这是又一类的計数数据，称为計点数据。由于計点数据在数学上具有类似于計件数据的性质，因此也簡称为 **c数据**。

如果人們有本領，能把产品制造得完全一样，那么对一批产品的质量的数量描述就很容易。因为其中任一件或任一部分的产品都能完全代表全部产品，定出部分的质量如何，就可以知道全部的质量。可是客觀的情况并不是这样称心如意的。在工

业发展史上，当流水操作法和大量生产技术刚出现的时候，有不少工程师曾满心指望有朝一日人类有能力制造出尺寸完全一样，因而可以互相替换的零件。半个多世纪来，虽然早已达到零件可以互相替换的目的，可是想要把两个零件制造得完全一样的努力是失败了。到如今科技工作者不得不接受这样一个事实：只能做出一批批尺寸基本上相同的零件，但不可能制出两件尺寸完全相同的零件。即使精细的钟表零件，在显微镜下察看，尺寸仍然各有参差，不过其间的参差很小罢了。零件如此，其它产品也如此。炼钢厂里炼不出含碳、硅、锰、硫量绝对相同的两炉钢，面粉厂里也磨不出粒度分布完全相同的两袋面粉。

产品质量既有参差性，我们就不能够只凭一个零件或一份试样的观察和检查，来代表整个总体的质量。大家可能很自然地想到：那么把每件产品质量都观测一下，岂非甚好？这种逐件检查的方法虽好，费工夫也实在大。现代工厂只对产量不大而规格要求极高的产品才这样做，例如对飞机引擎零件的检查就是这样。经验告诉我们，即使作百分之百的检查，也不一定能把次品全都检查出来。能把全部次品查出十之八九，已算是很好的了。因此有时

对重要的零件要全部反复作两次检查，但这种情况只占极少数。絕大多数的工业产品不能这样做。譬如生产螺絲釘，如果为了检查质量，要一只只去测量，就太費事了。还有損毀性的检查更是如此，不可能把所生产的煤全都拿去化驗，也不能够把所生产的人造纖維全都拿去做拉力强度的試驗。

現在擺在我們面前的事情已很明显：对絕大多数的产品，不可能作百分之百的检查，而只能从整批产品中抽取一个或几个样組来检查。但是，实践告訴我們，对同一批产品作几次抽样检查，各次的結果也总是有参差，不过有些参差得多些，有些少些而已。于是就产生了一个怎样从样組的检查結果来評估整批产品的质量問題。如不采取科学的措施来处理这个問題，不但会对质量的評估有偏差，使評估的結果不能准确地反映客观情况，而且可能出现对质量的認識上的分歧，影响到质量的提高和生产的发展。反之，如果能找到一种有科学根据的定量方法来評估质量，而且如果大家都遵守这种方法，对质量作評估，那么非但对质量的客观情况可以了解得更好，而且也可以基本上对质量取得一致的認識，促进生产的发展。

有沒有这种評估质量的方法呢？有。

学会这种方法的第一步，要学会画质量評估图和看质量評估图。

§ 4 什么是质量評估图？

质量評估图是作在有等分方格子的直角坐标紙上的。按照上面所說的不同类的质量数据，有三种最常用的质量評估图：一种是有一組組度量数据的平均数 $\bar{x}$ 和范围 w ，这两种数据的质量評估图（簡称为 $\bar{x}$ 和 w 图）；一种是計件数据的百分率，即 p 数据的质量評估图（簡称为 p 图）；一种是計数数据本身，包括計件数据和計点数据，即 c 数据的质量評估图（簡称为 c 图）。图 1 示出了这三种图的典型例子。它們的横坐标都是順次的样組号碼；但纵坐标在 $\bar{x}$ 图中是平均数 $\bar{x}$ ，在 w 图中是范围 w ，在 p 图中是百分率 p ，在 c 图中是計数 c 。在这四个图中， $\bar{x}$ 图和 w 图須配合在一起使用； p 图和 c 图則单独使用，所以实际上只有三种图。在每种图上都有許多参差不齐忽上忽下的小圓圈或小圓点，它們代表从各个样組計算出来的或計数出来的数据。穿过这群小圓点的中間有一条用实綫画成的横綫，就是在正常稳定操作情况下所得数据的平均数綫。在 $\bar{x}$ 图中的实綫是 $\bar{x}$ 的平均数 $\bar{\bar{x}}$ 綫，在 w 图中的实綫是 w 的平

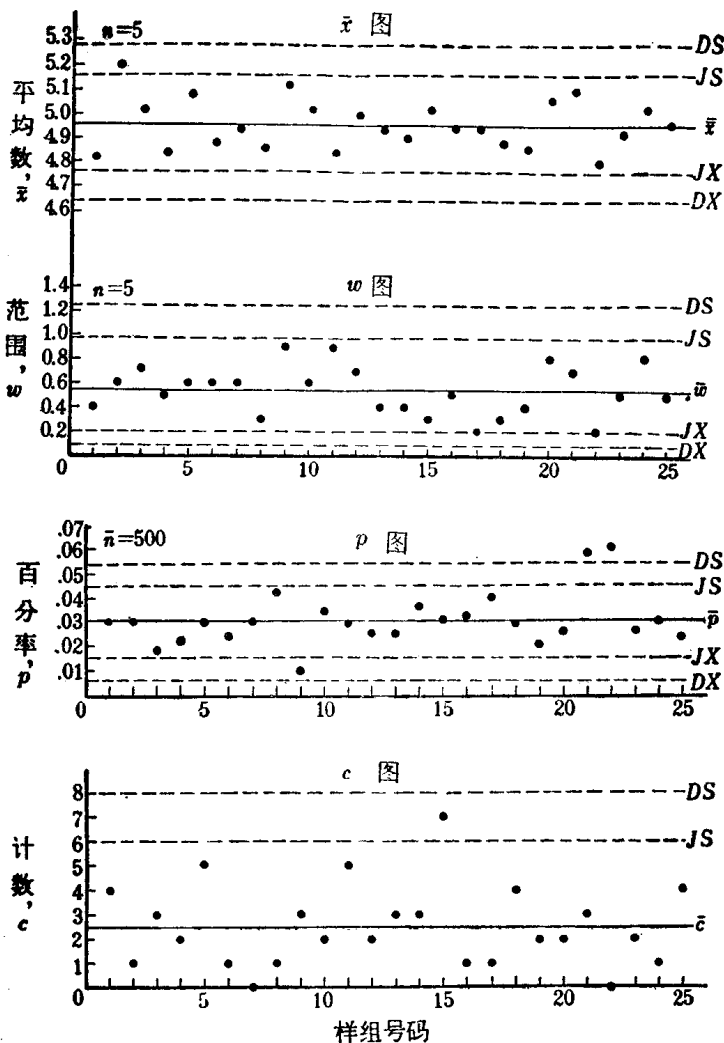


图 1 三种常用的质量评估图示例

DS—行动上限; JS—警戒上限; JX—警戒下限; DX—行动下限; $\bar{\bar{x}}$ —度量数据的总平均数; $\bar{w}$ —平均范围; $\bar{p}$ —平均百分率; $\bar{c}$ —平均计数