

李卓奇 编著

教育科研定量分析

电子计算机(机)处理法

综合评价法

测量分析法

统计分析法

03
JAOYU
REYAN
JINGLIANG
FENXI

上海科技教育出版社

教育科研定量分析

李卓奇 编著

上海科技教育出版社

(沪)新登字 116 号

教育科研定量分析

李卓奇 编著

上海科技教育出版社出版发行

(上海冠生园路 393 号)

各地新华书店经销 上海师范大学印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 8 字数 178000

1992年5月第1版 1992年5月第1次印刷

印数 1—1900

ISBN 7-5428-0603-3

G·604

定价: 2.90元

前 言

教育科研是教育事业的发展和改革的必要保证；是教师逐步完成从教书“匠”到教育“家”过渡的桥梁；是顺利贯彻实施9年制义务教育和中师三年制教学方案的重要手段；是提高教育教学效率的有力措施；是师资培训继续教育需要完成的一项具有深远意义而又艰巨的任务——使在职教师获得一定的教育科研能力，初步形成教学与教研相结合的师资内部结构。

教育科研的基本方法中，定量分析研究是较为科学而又较难学习的内容，编者从教育科研和教学的实际出发，将教育科研定量分析的四大方法作为主线，贯彻把教育统计学、教育测量学、教育评价、计算机科学的基础知识渗透在应用中的方针，着重从最基本的方法和步骤介绍，逐步扩展提高，并以具体的范例给出学生成绩科学统计、教师教学质量和试卷分析、教学效果及教师工作的正确评价以及如何使用微型电子计算机和计算器进行教育科研等方面的应用模式。

全书在编排中注意到一书多用，既考虑到三年制中师教学新方案选修课的需要，又考虑到继续进修和教育科研中的资料查阅，在书前后配备两套目录：一套为内容目录，另一套为应用目录（应用问题索引）；每章前三节为教学内容，第四节为选学或备查的提高内容；每章配备适量的练习题和书后配有部分参考答案。

本书的内容在成书前曾作为讲义，前后进行了几轮教学

实践和修改，通俗易懂，浅显实用。既适用于小学、幼儿园教师，又适应师范和中学教师；既适应各个学科科研的需要，又适应教学管理的需要；既可作为教科书，又可作为教研资料；既适应职后教育，又适应职前教育。

本书在编写过程中受到安徽省教委师范处、蚌埠市教委及安徽蚌埠师范学校、蚌埠教师中小学进修学校领导的热情关怀，并得到人教社方明一副编审及各位同仁的大力支持，在此深表感谢。由于编者水平有限且时间仓促，还有许多需要完善的地方，请读者提出宝贵意见。

编者

1991年3月

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 教育科研的定量分析方法概述	1
第二节 定量分析在教研中的地位和作用	1
第三节 教育科研中定量分析方法的选择	3
练习题	4
第二章 统计分析法	5
第一节 统计分析法简介	5
第二节 教育统计基础知识	6
第三节 统计分析法实施步骤	51
第四节 统计分析法应用范例	94
练习题	108
第三章 测量分析法	111
第一节 测量分析法简介	111
第二节 教育测量基本知识	114
第三节 测量分析法实施步骤	125
第四节 测量分析法应用范例	130
练习题	135
第四章 综合评价法	138
第一节 综合评价法简介	138
第二节 教育评价的基本知识	139
第三节 综合评价法实施步骤	147

第四节	综合评价法应用范例·····	152
练习题	·····	163
第五章	电子计算机(器)处理法·····	165
第一节	电子计算机(器)处理法简介·····	165
第二节	电子计算机(器)基础知识·····	166
第三节	电子计算机(器)处理法实施步骤·····	180
第四节	电子计算机(器)处理法应用范例·····	189
练习题	·····	200
附录	·····	201
××市 1989 年高考数学(理科)试卷分析	·····	201
试卷分析报告的撰写要点与结构	·····	205
练习题参考答案	·····	206
参考文献	·····	219
附表一	随机数表·····	220
附表二	正态曲线下 Z 为正值的概率·····	225
附表三	t 值表·····	227
附表四	χ^2 的数值表·····	229
附表五	F 值表·····	231
附表六	采用弗拉南根方法估计二列相关系数 γ_b 的数值表·····	239
附表七	由 p 值求 γ 对照表·····	240
应用问题索引	·····	241

第一章 绪 论

第一节 教育科研的定量分析方法概述

教育科学研究方法按是否采用数学方法分为定量和定性两大类。教育科研的定量分析方法就是把教研问题数量化。采用数学方法加以处理,同时对处理过的结果进行分析,从而得出结论的方法。

教育科研的定量分析有多种形式,有时是用数学对教育现象进行描述,有时是以数学作为工具分析教育现象,有时是把教研结果用数字加以表示,有时是把各种教育、教学标准数量化,有时是综合地运用上述几种形式。

教育科研的定量分析方法一般有统计分析法、测量分析法、综合评价法、电子计算机(器)处理法。其理论基础为教育统计、教育测量、教育评价、电子计算机科学。其数学知识涉及概率数理统计、模糊数学、计算机算法语言等。

本课程从实用的角度出发,以阐述定量分析的方法与步骤为主,适当地介绍有关理论及数学知识,使学习者最终能掌握和应用定量分析的方法进行教育科研。

第二节 定量分析在教研中的地位 and 作用

马克思曾指出:“一种科学只有用了数学方法才能得到完善。”教育科学研究也是如此。教研问题大多需要用数学方法处理及分析后,才能得出科学、正确的结论,才能使教育科学得到完善和发展,才能一扫过去那种“观点加例子”的所谓经

实验现象。

以前,在教育科研中很少运用定量分析的方法,这是因为传统的教研强调教育对象和教育活动的复杂性,较多地使用理论思辨方式——定性描述法。还因为研究者对数学方法的认识与掌握的程度不够。

客观存在的一切事物都是质和量的统一体。定性侧重于事物质的研究,定量侧重事物量的分析。定性是定量的前提,定量则是定性的精确化。从这种意义上说,当一种科学只有由定性描述进入到定量分析阶段,才进入了较为全面的成熟阶段。

数学的发展,概率数理统计、模糊数学、计算机科学等相继出现,使得数学方法不仅可以研究必然的东西,也可以研究随机(或然)的东西,不仅可以研究精确领域的东西,也可以研究模糊领域的东西,不仅可以处理少量的数据,也可以处理大量的数据。而且,教育对象和教育活动虽有复杂性,但也有其规律性,而这种规律往往可以通过数学方法的处理显露出来,这样,教育科研采用定量的分析就成为可能和必然。

教研使用定量分析的重要性在于:(1)教育要为经济发展提供科技人才,必须有准确的预测。(2)教育科研给教育工作提供决策的依据,必须有准确、可靠的研究成果。(3)教育科研常常运用自然科学的理论和方法,因此,研究结果的表述必须用数学的方法。(4)教育科学的微观研究若不采用数学的方法,就难以得出精确的结论。

在教研中排斥定量分析显然是不对的,但过分强调定量分析也是不对的。因为,第一,定量方法固然很需要也很重要,但它并不是进行教研的唯一方法,还有定性的方法,定性定量相结合的方法等。第二,定量方法具有自己的特点和长处,同时也有自己的缺点和短处。例如:并不是所有的教育领

域的事物和现象都可数量化地加以反映。第三,把握了事物的数量,不一定就能把握事物的质量。例如,在把教育问题化成数学问题时,或者是对用数学方法导出的结果进行解释时,都难免掺杂研究者的主观因素。所以,在教研中使用定量分析方法必须遵循:(1)根据研究的需要及研究的对象特征适当选用;(2)尽可能发挥定量分析研究的长处;(3)定量与定性分析研究相结合的原则。

定性描述的方法主要是理论分析和逻辑分析,是通过分析、综合、比较、分类、归纳、演绎、类推诸方法,来把握因果关系,抓住本质规律,表现出抽象概括的思辨特征。而定性描述只有建立在事实材料、数字数据的基础上,才能有较强的说服力和较大的可靠性;反之,定量分析中用数学方法处理的结果,也需定性地描述出分析结论。

目前,在教研中采用数学方法进行定量分析越来越被研究者重视。教研者能否较高程度地掌握定量分析的方法,是教研能否进一步提高质量和深入进行下去的关键。因此,作为教育工作者一定要尽快地掌握教育科研的定量分析方法,利用教研这根强有力的撑杆,为把自己从教书“匠”过渡到教育“家”打下基础。

第三节 教育科研中定量分析方法的选择

教育科研的定量分析方法有多种,在教研中怎样正确地选择理想的方法呢?

教育现象中有些数量是确定的,例如,今年招生人数比去年增加多少?学校教育经费有多少?班级有多少?但是还有一些教育现象的数量是不确定的。例如,一种教学方法的教学效果如何?一名学生在某次考试能获得的分数预测,等等。数

量确定的现象可以用精确的数学方法进行分析。数量不确定的现象就不能用精确的数学方法进行分析了。

不确定的现象从其性质上可化分为两种：一种是具有随机性的教育现象，所谓随机性就是或然性。例如：一位教师一节课的授课质量有一定的或然性；一名学生在某次考试中的成绩也有或然性。不过这种或然性并不是不可捉摸的，在大量的或然性现象中存在着必然的规律。定量研究这类教育现象的规律应选用统计分析法。另一种是反映具体事物的外延模糊的教育现象，即所谓具有模糊性的教育现象。例如：一节课的好和坏。什么是好，什么是坏，从定性的角度看，两者是对立的，从定量的角度看，其界限又不是明显的。定量研究这类教育现象的规律应选用综合评价法。

学生的学业成绩、学习能力、兴趣爱好、思想品德以及教育上许多措施的效益等问题的测定与研究，应选用测量分析法。对于在教育实验、教育统计、教育测量、教育评价诸方面所收集的数据进行大批量的计算，则可选用电子计算机(器)处理法。

在以上的定量分析方法中，统计分析法是基础。在测量分析法、综合评价法、电子计算机(器)处理法中，均用到统计分析的方法和知识。

练 习 题

1. 什么是教育科研的定量分析？它的任务及主要方法有哪些？
2. 学习教育科研的定量分析有什么重要意义？
3. 教育科研的定量分析在教研中的地位与作用是什么？
4. 定量方法和定性方法的关系是什么？
5. 在教育科研中如何正确选择理想的定量分析方法？

第二章 统计分析法

统计分析法在教育科研的定量分析中是最常用、最基本的方法。列宁指出：“统计是认识事物最有意义的手段。”因此，用统计分析法研究教育科学是必然趋势。尤其是随着电子计算机(器)的广泛应用，用统计分析方法从事教育科研具有更加广阔的前景。

第一节 统计分析法简介

统计分析法就是对教育科研中所取得的数据用统计的原理进行处理和分析，进而得出结论的方法。教育统计是用统计方法研究教育规律的一门学科。

具体地说，统计分析法是从研究对象的全体中取出一部分，通过教育调查、实验、测量等手段获取一些数据，并将所得到的数据按教育统计的原理及步骤加以整理、计算、绘图(表)、分析、判断，最后得出结论的一种方法。

这种方法最主要的特点是：运用数学方法定量地从微观来分析研究宏观随机现象的规律。掌握了规律就掌握了事物的全局，由此可从局部推断(估计)整体。在教育科研中，通过调查、实验、考试等手段收集到办学过程中的许多数字资料，大多是在人数有限的局部范围内完成的。从这些数据出发，运用统计分析的方法可以推断出总体的情况，认识教育本质，发展教育规律。例如，想知道某市几万名小学毕业生的平均成绩，我们往往采取的方法是抽取部分学生的平均成绩，来推断

这几万名学生整体的平均成绩。

自19世纪初英国的高尔顿首次应用统计方法于教育心理学以来,许多教育家和心理学家(如英国的皮尔逊、斯皮尔曼,美国的卡泰尔、桑代克等人)在发展教育统计学上都有很大发展,使统计分析法日趋完善。20世纪初,英、美、西欧等国已把教育统计列为师范院校的必修课程,较为普遍地把统计分析法使用在教育科研上。我国在本世纪20年代才引入教育统计,但真正发展是在1979年以后。

统计分析法作为教育科研的重要工具,已为国内外教育工作者所公认。但由于教育规律的模糊性,数据分布的非正态性,以及不等距数据难以相加求和等问题,使得传统的统计分析法难以满足实际需要。所以在运用这一工具的同时,应更广泛地吸取现代科学发展的新成就。如模糊数学、教育测量、计算机科学、控制论、信息论、系统论等科学方法和新知识,建立、健全、更新定量分析方法,更好地为开展教育科研服务。

第二节 教育统计基础知识

统计分析法的理论基础是教育统计学,从应用的角度出发选学一些教育统计基础知识是非常必要的。教育统计学就内容上来说基本上可分为两大部分:描述统计和推断统计。

描述统计:通过对实验或调查所获得的数据进行整理、制表、绘图以及计算各种代表量,比如集中量(如平均数)、差异量(如标准差)、相关量(如相关系数)等,从而将大量零散的、杂乱无章的资料简缩、概括,得到清晰明确的分布特征。

推断统计:根据对部分个体进行观察所得的信息,通过概括性地分析、论证,在相对可靠的程度上推测相应的全体。即

根据实验或调查所获得的已知情况,推测未知情况。

推断统计是建立在描述统计基础上的,本节侧重介绍描述统计知识,推断统计知识将在第三节结合统计分析法的实施分析步骤和应用举例介绍。

一、总体与样本

总体:所要研究的对象全体。在统计分析中必须以大量的现象作为一个总体来研究。

样本:从总体中随机抽取出来的一部分。

总体与样本是相对的。样本中个体的数目称为样本容量,通常记为 n 。一般地说 $n < 30$ 为小样本, $n \geq 30$ 为大样本。大样本与小样本在统计处理中有时使用公式不同。

样本可以从两个样本的关系上分为独立样本与相关样本。

独立样本:从两个无关的总体中随机抽取的样本称为独立样本。

因此,分属独立样本的元素是毫不相关、独立的。例如考察全市考生升学成绩时,随机抽取两所学校考生的成绩,这两所学校考生的成绩就是两个独立样本。

相关样本:有一定程度的相关关系的两个样本,称为相关样本。

在相关样本的抽取方式上,一个样本的抽取方式原则上决定了另一个样本的抽取方式,因此相关样本的两个样本,其容量总是相等的。

相关样本又有同体前后相关样本和等值配对相关样本两种。

同体前后相关样本:是对同一批对象在不同情况下(前、后)的观测所得的个体(数据)构成的两个样本。例如:观测一

批学生的身高与体重，所得的身高样本和体重样本即是两个同体前后相关样本。

等值配对相关样本：是一个样本中的所有个体同另一个样本中具有相同特征的个体——配成对子所构成的两个样本。例如：将一批学生(60名)按照成绩、态度、性别等基本相同的原则配成30个对子，每一个对子的两个个体(学生)是等值的，那么把每一对子中的一个个体构成一个样本，而把另一个个体构成另一个样本，这两个样本即为等值配对相关样本。

二、抽样

抽样：从总体中抽取样本的过程。

样本对于总体有较好的代表性，才能使统计推断正确可靠，这涉及到抽样的方式和样本的容量。

抽样应遵循的原则：① 随机性——总体中的所有个体都有同样抽出的机会。② 可行性——抽样的方法在实际中是可实施的。③ 信息性——抽得的样本尽可能反映出分析时所期望的各种信息。

(一)抽样的方式

抽样方式有多种多样，一般常用的方式有：

1. 随机抽样：若总体中每个个体被抽到的机会是均等的(即抽样的随机性)，且在抽取一个个体之后总体内成分不变(即抽样的独立性)，这种抽样方式称为纯随机抽样。

纯随机抽样有三种方法：抽签法、查表法和计算机造数法。

(1) 抽签法 把总体中的每一个个体都编上号码并做成签，充分混合后从中随机抽取一部分，这部分所对应的个体就组成一个样本。

其步骤如下:若从162名考生升学成绩中,用抽签法抽取容量为30的样本时,先将这162名考生编成162个号码,再将名字分别写在162张卡片(签)上,彻底打乱后,随机抽出30张卡片(签),这30张卡片(签)相应的考生成绩,就组成容量为30的样本。

(2) 查表法 查随机数表(附表一),确定从总体中所抽取个体的号码,号码所对应的个体进入样本。

其步骤如下:将上述162名考生编号为001~162,然后,随机在表中取任意数字为起点,例如从第26行第一列开始向后摘录数字,每3位一组,凡小于162取出,相同的只取一次,直到取够30个为止。

169 082 665 983 626 411 126 719 007...

其中号码082, 126, 007, ……所对应的考生成绩进入样本。

(3) 计算机造数法 用电子计算机造随机数程序,造随机数作为总体中抽出个体进入样本的号码(第五章中介绍)。

2. 机械抽样(等间隔法):把总体中的所有个体按一定顺序编号,然后依固定的间隔取样(间隔的大小视所需样本容量与总体中个体数目比率而定),这种抽样方式称为机械抽样。

(1) 将上述总体编号:1~162;

(2) 确定等距间隔: $162 \div 30 = 5.4$, 即间隔数字为5;

(3) 从1~5中随机抽取一个数字,如“4”;

(4) 从4开始,逐一加上间隔数字,即可得到应抽取的号码:4, 9, 14, 19, 24, ……取够30个为止。将这些号码所对应的学生成绩组成容量为30的样本。

3. 类型抽样(分层法):先把总体按一定标志分成不同类

型或层次，然后从各种不同类型中随机抽取若干单位组成样本。

(1) 将上述 162 名考生的分数按高分到低分顺序排列，根据需要分层，譬如 25 分为一层次，可得一分层统计表(表 1)。

表 1

层次	75~100	50~75	25~50	0~25
人数	67	80	10	5

(2) 确定抽取比例： $30 \div 162 = 18.5\%$ ，每层均抽取 18.5%。计算每层抽取个体数，第一层抽取 $67 \times 18.5\% \approx 12$ (个)，第二层抽取 $80 \times 18.5\% \approx 15$ (个)，第三层抽取 $10 \times 18.5\% \approx 2$ (个)，第四层抽取 $5 \times 18.5\% \approx 1$ (个)。

(3) 用纯随机抽样方式在各层抽取相应个数的个体，以其成绩组成样本。

4. 整群抽样：在总体中不是抽取个别个体，而是随机抽取整群为单位进入样本。

其步骤如下：将上述 162 名考生按某种要求分成若干小组，抽取部分小组为样本，样本容量不小于 30。

此种抽样在小范围内无实际意义，因为样本容量小于 30，属于小样本，其抽样误差较大，对总体的代表性差。由于总体中各个个体间存在差异，因此所得到的样本与总体间也有一定的差异，这个差异即抽样误差，这种误差应尽可能减小。这也是由样本推断总体的结论均应进行检验的道理。

以上不同的抽样方式可根据不同的情况和要求采用。从表 2 可见它们有不同的特点，为了避免各自缺点，也可以综合使用。