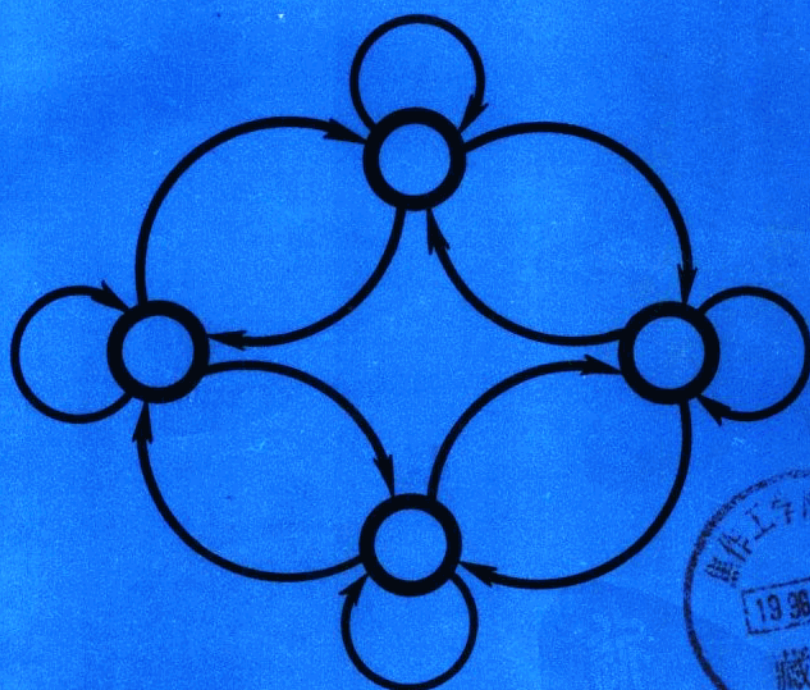


高等学校规划教材

煤炭工业统计分析与预测

主 编 魏恒泰 孟宪法
副主编 李世全 崔洪陶



中国矿业大学出版社

序

统计工作是认识社会的手段之一,是煤炭企业管理的一个重要组成部分。《煤炭工业统计分析与预测》是煤炭企业科学管理、现代化管理不可缺少的方法和技术,是充分发挥统计信息、咨询、监督等整体功能必不可少的一项工作,也是煤炭企业管理逐步向系统化、信息化、经济数学化发展所必须的。

《煤炭工业统计分析与预测》一书,采用理论与实践相结合的原则,系统地介绍了有关煤炭工业统计分析与预测的理论和方法,列举了大量的公式、模型与具体运算,在有针对性的进行定量分析的同时,提供了定性分析的探索方向,增强了本书的适用性。本书将为深化改革,转换经营机制,开展煤炭企业经济活动分析,增进企业经济效益发挥更大的作用。

祝贺《煤炭工业统计分析与预测》一书的出版,相信本书将广泛地被应用在实际工作中,为提高煤炭企业人员素质和管理水平作出应有的贡献。

陈炎光

一九九四年十二月

编写说明

为了提高企业管理水平,加快现代化进程,增强煤炭企业各级管理人员素质,我们编写了《煤炭工业统计分析与预测》一书。

本书共分两篇:一篇是煤炭工业统计分析,另一篇是煤炭工业统计预测。煤炭工业统计分析篇是在煤炭部生产司于1985年组织编写、内部发行的《煤炭工业生产统计分析》一书的基础上,摘录其中某些章节并稍加修改补充后作为本书的一部分。这些章节的执行人员有:原舒兰局计划处钱德澎高级统计师,现淄博局企管处处长王元杰高级工程师,现江西新余市委党校叶再林副教授,原煤炭部生产司崔洪陶高级统计师负责这部分的总纂。对原书中错漏之处由原蛟河煤校朱时忠高级讲师进行了订正。煤炭工业统计预测篇由山东矿院济南分院孟宪法副教授,兖州局兴隆庄煤矿魏恒泰、李世全执笔编写。孟宪法副教授负责全书的审定和总纂。

在本书编写过程中,曾得到中国矿大博士生导师陈宝书教授,中国矿大张汉屏副教授及山东矿院济南分院高中文副教授、陈冠芬副教授的热情指导和帮助,在此一并深表谢意。

原煤炭部生产协调司司长现任中煤煤矿生产技术开发服务公司总经理陈炎光高级工程师为本书作序,特此致谢!

由于我们的水平有限,书中缺点和错误在所难免,诚恳地欢迎读者批评指正。

编 者

一九九四年十二月

目 录

第一篇 煤炭工业统计分析

第一章 煤炭工业统计分析的基本问题	(1)
第一节 煤炭工业统计分析的概念与任务	(1)
第二节 统计分析的方法	(2)
第二章 原煤产量统计分析	(13)
第一节 原煤数量分析	(13)
第二节 原煤生产均衡性分析	(17)
第三节 原煤生产活动中几项指标的分析	(21)
第四节 用电情况的分析	(30)
第三章 矿井回采统计分析	(35)
第一节 回采产量的分析	(35)
第二节 回采工作面利用情况的分析	(37)
第三节 劳动因素对回采产量影响的分析	(44)
第四节 采煤机械利用情况对回采产量影响的分析	(50)
第四章 矿井掘进统计分析	(55)
第一节 总进尺的分析	(55)
第二节 各类进尺的分析	(56)
第三节 劳动因素对总进尺影响程度的分析	(62)
第四节 掘进工作面利用分析	(65)
第五节 掘进机械化分析	(71)
第五章 采掘比例关系分析	(74)
第一节 影响采掘比例关系的因素	(74)
第二节 采掘比例关系指标分析	(75)
第三节 矿井合理(正常)采掘比例关系指标的推算	(82)
第四节 三个煤量可采期的推算	(90)
第五节 测定掘进进尺的方法	(94)
第六章 煤炭产品质量的统计分析	(98)
第一节 商品煤质量分析	(98)
第二节 原煤质量分析	(100)
第三节 筛选煤质量的分析	(102)
第四节 洗选煤质量的分析	(104)
第五节 煤炭质量经济效益分析	(107)

第六节 质量管理中的统计分析	(109)
第七章 煤矿经济效益分析	(117)
第一节 经济效益的基本概念及其指标	(117)
第二节 影响煤炭企业销售利润因素的分析	(118)
第三节 影响煤矿利润率因素的分析	(124)

第二篇 煤炭工业统计预测

第八章 统计预测概述	(133)
第一节 统计预测的概念与分类	(133)
第二节 统计预测的程序	(135)
第三节 调查预测法	(136)
第九章 回归预测法	(140)
第一节 一元线性回归预测法	(141)
第二节 多元线性回归预测法	(148)
第三节 非线性回归预测法	(154)
第十章 时间序列预测法	(163)
第一节 移动平均预测法	(164)
第二节 指数平滑法	(168)
第三节 时间序列回归预测法	(175)
第四节 季节性周期预测法	(177)
第十一章 灰色模型预测法	(181)
第一节 灰色预测模型分类及微分拟合模型	(181)
第二节 $GM(1,1)$ 模型的应用	(190)
第三节 灰色系统预测计算机算法	(196)
第十二章 投入产出分析	(198)
第一节 投入产出分析概述	(198)
第二节 投入产出分析基本数学模型	(203)
第三节 投入产出分析应用	(208)
第十三章 概率预测法	(217)
第一节 马尔柯夫过程分析	(217)
第二节 蒙特卡罗模拟	(227)
第十四章 统计预测模型的选择	(231)
第一节 预测模型的建立	(231)
第二节 预测模型的选择	(231)
第三节 统计预测模型应用中注意的问题	(235)
附表 1~5	(239)~(245)
参考文献	(246)

第一篇 煤炭工业统计分析

第一章 煤炭工业统计分析的基本问题

第一节 煤炭工业统计分析的概念与任务

一、煤炭工业统计分析的概念

煤炭工业统计分析就是在统计调查与统计整理的基础上,根据国家在一定时期的方针政策,运用各种科学的分析方法,对煤矿企业各种经济现象进行全面的、系统的分析研究过程。搞好统计工作,对促进企业生产经营管理、提高企业经济效益有着十分重要的作用。特别是在当前转换经营机制、发展市场经济情况下,掌握大量信息进行多层次的统计分析尤为关键。

统计调查与统计整理所取得的统计资料,只能表明事物的基本情况,只有通过统计分析,才能真正认识事物的本质与规律,找出存在的问题,提出解决问题的办法,从而使统计工作更好地发挥服务与监督作用。煤炭工业企业中的经济现象很多,有的属于生产范围;有的属于分配范围;有的属于消费范围;有的属于流通范围。在生产、分配、消费、流通的四个环节中,生产是最基本、最主要的环节,因此煤炭工业统计与分析中对生产统计的分析有着相当重要的意义。

在统计分析中,一般需要对经济现象的数量关系进行分析。例如,对煤矿企业中的产品产量、劳动效率、材料消耗,以及成本、利润等一系列统计指标的分析。通过对这些数量关系的研究与分析,使我们对所研究的现象由感性认识提高到理性认识。但是在分析量的同时,要密切地联系各种经济现象质的分析,因为质与量总是密切联系、相互依存的。一定的质规定一定的量,而一定的量表现为一定的质。因此,我们在分析煤炭工业企业范围内各种经济现象时,决不能只作“纯数量”的分析研究,而要从质与量的辩证统一中来分析它的数量关系。

统计分析是人们认识企业经济活动,提高经营管理的重要一环。社会主义煤矿企业的经济活动必须有计划,有组织地进行,且需要有一套现代化科学技术的理论、方法和手段,使其最经济合理地运用人力、物力、财力等资源,取得较好的经济效益。可见,科学的统计分析,对促进煤炭生产的发展、提高企业的经济效益是一项不可缺少的工作。

二、煤炭工业统计分析的任务

(一)全面检查企业产品的产、销计划完成情况,促进企业提高生产经营管理水平

统计工作是对企业的生产、销售计划执行情况作全面的分析。要分析计划完成的好与坏、计划完成过程中的主客观影响因素、积极因素与消极因素、主要与次要因素、内部与外

部因素,等等。最后要客观地评价企业所取得的成绩与不足。这样一方面可提高企业经营管理水平,促进企业全面完成和超额完成各项计划指标;另一方面为编制新计划打下了基础。

(二)全面检查企业在执行国家的方针、政策以及财经纪律等方面的情况,促进提高企业政策水平

国家在一定时期的方针、政策、制度与财经纪律企业应严格自觉遵守,因为这是代表国家经济发展的方向,体现走社会主义道路的问题,也是正确处理好企业与国家关系的重要问题。因此,在企业生产经营活动中不但要遵纪守法,而且还要严格检查、监督、全面执行各项政策。通过统计分析查明执行情况,促进企业提高政策水平。

(三)有助于煤矿企业增产节约,提高企业经济效益

增加生产、励行节约,把全部工作都纳入到提高经济效益的轨道上来,是社会主义经济发展的需要,是改革开放,搞活经济的中心工作。因此,通过统计分析来检查企业的各项消耗(包括人力、物力、财力),检查有否浪费是一项很重要的任务。发现问题应立即采取措施,改进工作,促进企业在提高产品质量和降低产品成本的基础上为国家提供更多的利润。

(四)预测企业经济发展前景,为经营决策提供依据

统计分析为了说明企业在一定时期的工作成果,往往需要回顾历史,即将现在的情况与以前的情况进行对比,从而总结经验,肯定成绩。统计分析还能展望未来,预测企业今后生产活动的发展趋势和美好前景,为领导作出最优决策提供科学的依据。

第二节 统计分析的方法

煤炭工业统计分析,必须坚持实践第一、理论与实际相结合,依靠群众路线和实事求是的原则,运用科学的分析方法,对保证分析结果正确性具有现实的指导意义。现将常用的统计分析方法简述如下:

一、比较分析法(又称比较法或对比法)

比较分析法是通过两个或两个以上的有一定联系的指标进行对比,据以分析两指标之间的差别。指标之间的对比,是在已经取得资料的基础上,对企业经济活动中各项指标的实际数进行各种形式、各个方面的比较,经过比较确定差异、揭露矛盾,从而评价企业的经济工作。

目前,比较分析法主要有以下几种形式:

(一)检查计划完成情况的分析

通过实际指标与计划指标相比较来反映计划完成程度。其分析指标为

$$\text{计划完成程度指标} = \frac{\text{本期实际完成数}}{\text{本期计划数}} \times 100\%$$

完成(或未完成)计划差值 = 本期实际完成数 - 本期计划数

计划完成程度指标要求分子、分母在计算方法、计量单位及报告期和空间范围等方面应该完全一致。分子与分母的值不能相互调换计算。对计划完成程度好与坏的评价,要以计划指标的性质和要求为标准。有些指标属于增产增收的指标,这些是正指标,要求实际完成数超过计划数越多越好,即计划完成指标应大于 100% 为超额完成计划;有些指标属于节约开支的指标,这些是逆指标,要求实际数比计划数越小越好,即计划完成指标应小于 100%。

(二) 动态对比分析

对某种事物在不同时期的指标数值进行比较分析,主要用来反映事物在时间上发展变化的方向与程度,从而说明企业管理工作改善的情况。分析指标为

$$\text{动态相对指标} = \frac{\text{报告期指标数值}}{\text{基期指标值}} \times 100\%$$

$$\text{增减量} = \text{报告期指标数值} - \text{基期指标数值}$$

进行动态对比分析的基期可以是上期、上年同期,特定历史时期及历史水平最高期。基期的选择要根据分析的目的而定。

(三) 类比分析

对同一时期某一同类指标在不同地区、不同单位的比较分析。这种对比形式,可扩大眼界,在更大范围内与先进进行对比,促使学人之长、补己之短,以提高本企业的管理水平。

[例 1-1] 已知甲矿年坑木单耗情况(表 1-1)。对表 1-1 可进行如下几方面的比较分析。

表 1-1 1993 年甲矿坑木单位消耗情况

	单位消耗量, m ³ /万 t			上年实际	历史最好水平
	计 划	实 际	差 异		
全 矿	23.75	25.12	+1.37	24.48	20.95
一采区	23.68	26.17	+2.49	24.00	21.20
二采区	22.74	22.20	-0.54	23.10	20.35

1. 计划指标比较分析

全矿坑木单位消耗完成计划程度指标为 105.77%,即超计划 1.37m³/万 t;

一采区坑木单位消耗完成计划程度指标为 110.52%,即超计划 2.49m³/万 t;

二采区坑木单位消耗完成计划程度指标为 97.63%,即节约 0.54m³/万 t。

经过比较得知,全矿坑木单位消耗未完成计划的主要原因是由于一采区未完成计划所造成的。一采区未完成计划的原因尚待进一步深入分析。

2. 与上年实际指标比较分析

全矿坑木单位消耗与上年实际相比,超过 0.64m³/万 t。一采区坑木单位消耗与上年实际相比超 2.17m³/万 t,二采区比上年节约 0.9m³/万 t。

3. 与历史最好水平比较分析

全矿坑木单位消耗与历史最好水平相比超过 4.17m³/万 t。一采区超过 4.97m³/万 t,而二采区超过 1.85m³/万 t。

4. 一采区与二采区之间比较分析

一采区 1993 年实际坑木单位消耗比二采区超过 3.97m³/万 t,说明一采区与二采区有较大的差距,应该找出原因,采取相应措施,降低坑木单耗。

二、动态分析法

动态分析法是将同一指标通过编制动态数列,计算动态数列分析指标,来分析研究指标在不同时期的发展过程、发展趋势和变动程度的方法。这种分析法有助于认识和掌握经济现象发展规律的数量表现,为预见企业发展前景提供依据。其分析程序为

(1) 按时间先后顺序编制动态数列;

(2)计算动态分析指标,也就是计算发展水平、增长量,发展速度、增长速度,平均发展速度和平均增长速度等。

[例 1-2] 已知甲矿“七五”时期原煤产量资料如表 1-2 所示。现用动态分析法对原煤产量变动情况进行分析,并将产量的动态数列以及其动态分析指标均列在表 1-2 中。

表 1-2 甲矿“七五”时期原煤产量变动情况表

指 标	1985	1986	1987	1988	1989	1990
原煤产量 a_t , 万 t	26.4	30.04	31.11	34.00	34.82	27.54
增长量: 逐期, 万 t	—	3.64	1.07	2.89	0.82	-7.28
累计, 万 t	—	3.64	4.71	7.60	8.42	1.14
发展速度: %						
环比, %	—	113.80	103.56	109.29	102.41	79.09
定基, %	—	113.80	117.84	128.79	131.89	104.32
增长速度: %						
环比, %	—	13.79	3.56	9.29	2.41	-20.91
定基, %	—	13.79	17.80	28.80	31.89	4.32
平均发展速度, %	—	113.80	108.55	108.80	107.17	100.85
平均增长速度, %	—	13.79	8.55	8.80	7.17	0.85
增长 1% 绝对值	—	0.264	0.3004	0.3111	0.3400	0.3482

逐期增长量 = 报告期水平 - 前期水平 = $a_1 - a_0, a_2 - a_1, \dots, a_n - a_{n-1}$

累计增长量 = 报告期水平 - 固定期水平 = $a_1 - a_0, a_2 - a_0, \dots, a_n - a_0$

环比发展速度 = $\frac{\text{报告期水平}}{\text{前期水平}} \times 100\% = \frac{a_n}{a_{n-1}} \times 100\%$

定基发展速度 = $\frac{\text{报告期水平}}{\text{固定期水平}} \times 100\% = \frac{a_n}{a_0} \times 100\%$

环比增长速度 = $\frac{\text{报告期水平} - \text{前期水平}}{\text{前期水平}} \times 100\% = \frac{a_n - a_{n-1}}{a_{n-1}} \times 100\%$

定基增长速度 = $\frac{\text{报告期水平} - \text{固定期水平}}{\text{固定期水平}} \times 100\% = \frac{a_n - a_0}{a_0} \times 100\%$

平均发展水平 = $\sqrt[n]{\frac{a_n}{a_0}}$

平均增长速度 = 平均发展速度 - 100

增长 1% 绝对值 = $\frac{a_{n-1}}{100}$

从表 1-2 看出,甲矿原煤产量呈上升趋势,但 1990 年比以往年度有所下降,应该查明原因,使甲矿产量不断提高。

三、连环代替法

连环代替法是从数量方面来测定各影响因素对综合指标影响程度的一种方法。一般来说,一个综合指标总是由若干因素所构成,因此综合指标的变动则常常受这些因素影响。这些因素相互联系地在同一方向或不同方向对综合指标施加不同程度的影响。为了测定每个因素影响的大小和影响的方向,就可以采用连环代替法进行测算。

设:某综合指标 R 由 a, b, c 三个因素组成,其计划指标为

$$R_0 = a_0 b_0 c_0 \quad (1-1)$$

实际指标为 $R_1 = a_1 b_1 c_1 \quad (1-2)$

$$\text{实际指标与计划数的差值} \quad \Delta R = R_1 - R_0 \quad (1-3)$$

式(1-3)就是连环代替法分析对象,因为 ΔR 值与 a, b, c 各因素变动有关。为了测定各个因素的影响程度,我们应按一定的顺序变动某一个因素,将其它二个因素固定不变,若先变动因素 a ,固定 b, c 二个因素,即 $a_0 \rightarrow a_1$,并将 a_1 代入式(1-1),这就是第一次代替,则

$$R_a = a_1 b_0 c_0 \quad (1-4)$$

再变动因素 b ,固定 a, c 二个因素,即将 $b_0 \rightarrow b_1$;并将 b_1 值代入式(1-4),这就是第二次代替,则

$$R_b = a_1 b_1 c_0 \quad (1-5)$$

最后变动因素 c ,固定 a, b 二个因素,即将 $c_0 \rightarrow c_1$,并将 c_1 值代入式(1-5),这就是第三次代替,则

$$R_c = a_1 b_1 c_1 = R_1 \quad (1-6)$$

各因素的影响程度为

$$\begin{aligned} \Delta R_a &= R_a - R_0 \\ &= a_1 b_0 c_0 - a_0 b_0 c_0 \quad (a \text{ 因素变动的影响}) \end{aligned} \quad (1-7)$$

$$\begin{aligned} \Delta R_b &= R_b - R_a \\ &= a_1 b_1 c_0 - a_1 b_0 c_0 \quad (b \text{ 因素变动的影响}) \end{aligned} \quad (1-8)$$

$$\begin{aligned} \Delta R_c &= R_c - R_b \\ &= a_1 b_1 c_1 - a_1 b_1 c_0 \quad (c \text{ 因素变动的影响}) \end{aligned} \quad (1-9)$$

而分析对象 $\Delta R = \Delta R_a + \Delta R_b + \Delta R_c$,此式可用来检查与验证计算是否正确。下面举例说明。

[例 1-3] 已知甲矿 1990 年炸药费用情况见表 1-3。

表 1-3 1990 年甲矿炸药费用情况表

项 目	计 划	实 际	差 值
原煤产量, 万 t	30.00	31.00	+1.00
原煤炸药单位消耗, kg/万 t	600	520	-80
炸药单价, 元/kg	3.5	3.55	+0.55
炸药费用, 千元	63.000	57.226	-5.774

由表 1-3 可知,炸药费用(R)实际数比计划数降低 6.911 千元。形成差值的影响因素有三个:即原煤产量(因素 a)、原煤炸药单耗(因素 b)以及炸药单价(因素 c)。下面用连环替代法进行分析:

(1)分析对象: $\Delta R = R_1 - R_0$:

炸药费用计划数 $R_0 = a_0 b_0 c_0 = 63.000$ 千元

炸药费用实际数 $R_1 = a_1 b_1 c_1 = 57.226$ 千元

$$\Delta R = 57.226 - 63.000 = -5.774 \text{ 千元}$$

(2)按一定顺序替代。第一次替代:数量指标原煤产量的变动,其它两指标固定不动,则

$$R_a = a_1 b_1 c_0 = 31 \times 600 \times 3.5 = 65.1 \text{ 千元}$$

$$\Delta R_a = R_a - R_0 = 65.100 - 63.000 = 2.1 \text{ 千元}$$

可见,原煤产量的变动,对综合指标——炸药费用的影响差值为 2.1 千元。

第二次替代:原煤炸药单耗的变动,其它两因素固定不动,则

$$R_0 = a_1 b_1 c_0 = 31 \times 520 \times 3.5 = 56.420 \text{ 千元}$$

$$\Delta R_0 = R_0 - R_c = 56.420 - 65.100 = -8.68 \text{ 千元}$$

可见,原煤炸药单耗对炸药费用的影响差值为-8.68千元。

第三次替代:炸药单价的变动,其它两因素固定不动,则

$$R_c = a_1 b_1 c_1 = 31 \times 520 \times 3.55 = 57.226 \text{ 千元}$$

$$\Delta R_c = R_c - R_0 = 57.226 - 56.420 = 0.806 \text{ 千元}$$

可见,炸药单价对炸药费用的影响差值为0.806千元。

加总三个因素的影响差值就是炸药费用实际数与计划数的差值,以验证计算是否有误:

$$\begin{aligned} \Delta R &= \Delta R_a + \Delta R_0 + \Delta R_c \\ &= 2.1 + (-8.68) + 0.806 = -5.774 \text{ 千元} \end{aligned}$$

说明计算无误。从上例可看出连环替代法具有如下性质:

1. 计算程序的连续性

采用连环替代法在计算各个因素变动对综合指标的实际数与计划数差异的影响值时,都是在前一个因素变动的基础上进行的,即在前一次替代基础上进行的计算。例如在例1-3中要确定原煤炸药单耗的影响值时,是在前一个因素(原煤产量)变动(由 a_1 代替 a_0)计算基础上进行的,此时应将原煤产量这个因素固定在实际数据上;确定炸药单价的影响值时,是在前一个因素(原煤炸药单耗)变动(由 b_1 代替 b_0)计算基础上进行的,此时将原煤炸药单耗这个因素固定在实际数据上。只有保持计算程序的连续性,才能使各个因素的影响结果之和等于综合指标变动的总差值,这也将成为检查与验证计算是否正确的依据。

2. 替代计算的顺序性

采用连环替代法计算各个因素变动的影响时,应按一定顺序替代。若不按一定顺序替代,虽然不影响各个因素的影响结果之和,但却改变了每个因素的影响值,导致结果的混乱。

若将例1-3中的替代顺序改为原煤炸药单耗(b)→炸药单价(c)→原煤产量(a),则各因素的影响值为

$$b \text{ 的变动影响值 } \Delta R_b = a_0 b_1 c_0 - a_0 b_0 c_0 = -8.40 \text{ 千元}$$

$$c \text{ 的变动影响值 } \Delta R_c = a_0 b_1 c_1 - a_0 b_1 c_0 = 0.780 \text{ 千元}$$

$$a \text{ 的变动影响值 } \Delta R_a = a_1 b_1 c_1 - a_0 b_1 c_1 = 1.846 \text{ 千元}$$

可见,当替代顺序改变时,各因素的影响值也会发生改变。因此,运用这种方法进行分析时,应根据一定的原则,确定合理的因素替代顺序,避免各行其事,造成混乱。

一般可按以下原则进行替代:

- (1)先替代数量指标,后替代质量指标。
- (2)先替代主要指标与原始指标,后替代次要指标与派生指标;若同时有若干数量指标或质量指标时,应分清主要与次要,以及原始与派生。
- (3)先替代实物量(或劳动量)指标,后替代价值量指标。
- (4)先替代总量指标(或平均指标),后替代相对指标。

3. 计算结果的假定性

由于连环替代法各个因素替代顺序不同,将会使影响的数值不同,因此这种方法具有计算结果的假定性,它只能是在某种假定条件下的影响数值,离开了这种假定条件,其影响数值将会改变。因此,在分析中,应力求假定条件合乎逻辑,切合实际,使计算结果具有一定意

义。

对计算各因素的影响数值还可以采用连环替代法的两种变异形式,即差额计算法与按百分比计算的差额计算法。这两种方法在此不作介绍,可参考有关书籍。

应当指出,连环替代法只是对经济活动成果的经济指标进行定量分析的一种方法。运用这种方法将帮助人们加深对企业生产经营活动和经济效益的认识,在明确完成某一经济指标时,有助于分析其主要影响因素和次要影响因素,从而可以分清责任和抓主要问题。

在企业的生产经营活动中,有许多方面是不能用数量来表现的,因此不能应用连环替代法来进行定量分析。要想对企业生产经营活动作全面的分析,务必在运用连环替代法的同时,结合对实际的调查研究,以防止分析的片面性。

四、指数分析法

指数分析法是通过指数来研究各因素变动对现象总动态变化的作用方向和影响程度的一种方法。指数是用来研究复杂社会经济现象总体的一种特殊相对数。按其反映的范围不同,可分为个体指数与总指数。个体指数是说明个体现象变动的相对数。例如一种产品产量变动的相对数(称为个体产品产量指数);一种产品成本变动的相对数(称个体产品成本指标)等。总指数是说明现象总体变动的相对数。例如,反映全部产品产量变动的相对数(称产品数量指标总指数);反映全部产品成本变动的相对数(称产品成本指标总指数)等。总指数是个体指数平均数。总指数有两种计算形式——综合指数和平均数指数。综合指数是总指数的基本形式,而平均数指数是综合指数的变形形式。指数按其性质不同可分为数量指标指数和质量指标指数。数量指标指数表明生产经营活动或经济工作中数量总动态,例如产量指数、销售量指数等。质量指标指数综合反映生产、经营工作或其它经济工作质量水平变动的情况,如产品成本指数、劳动生产率指数等。

指数分析法是通过指标体系(若干个在数量上有联系的指数而形成的整体)来分析现象动态中各个组成因素对其作用的方向和影响程度,从而可找出现象变动的具体原因。

现象总体的变动有两种情况,即表现为总量指标的对比与平均指标的对比,因此与其相应有两种分析方法,即总量指标指数分析法与平均指标指数体系分析法。下面对这两种分析法作简单介绍。

(一)总量指标指数的分析

它是利用指数体系对引起总量指标变动的各个影响因素进行的分析。其分析对象是总量指标,它是用数量指标指数和质量指标指数的乘积研究对总量指标变动的影响程度。它们的数量关系为

$$\text{总量指标指数} = \text{数量指标指数} \times \text{质量指标指数}$$

应用上述关系时,需要注意两点:

第一,要确定同度量因素。所谓同度量,就是把不能直接相加的因素转化为另一个能够直接相加的一种“媒介”因素,也称权数。如不同使用价值的产品以其实物形式是不能相加的,为了反映生产水平,可以将各种产品的产量乘上单价,求得各种产品的产值,然后相加就能说明企业生产发展的趋势。这里,产品价格就是同度量因素。当然,产品产量有时也可作同度量因素,例如一个企业不同产品的单位成本不能加总,为了分析全部产品成本的总动态,这时就需要将产量作为同度量因素,将各产品的单位成本乘上产品产量,求得总成本,然后相加就能说明企业经济工作量水平的变动。

第二,要固定同度量因素的时期。同度量因素有报告期与基期之分。一般情况下,在分析数量指标变动时,要将其同度量因素的质量指标固定在基期上;在分析质量指标变动时,要将同度量因素的数量指标固定在报告期上。

[例 1-4] 现以甲矿洗煤厂资料为例说明,见表 1-4。

表 1-4 甲矿洗煤厂销售量、价格、销售额情况表 单位:万元

产品名称	销售量,t		价格,元		销售额,元		按基期价格计算的 报告期销售额
	基期	报告期	基期	报告期	基期	报告期	
符 号	Q_0	Q_1	P_0	P_1	Q_0P_0	Q_1P_1	Q_1P_0
精 煤	140	148	260	260	3.64	3.848	3.848
中 煤	42	46	88	85	0.3696	0.391	0.4048
煤 泥	10	12	60	61	0.06	0.0732	0.072
合 计	—	—	—	—	4.0696	4.3122	4.3248

表 1-4 中三种产品的销售量不能直接相加,要说明全厂报告期与基期全部产品变动趋势,应先计算出商品销售额指数,其计算如下:

$$\text{商品销售额指数} = \frac{\sum Q_1 P_1}{\sum Q_0 P_0} = \frac{4.3122}{4.0696} = 105.96\%$$

$$\text{商品销售额差值} = \sum Q_1 P_1 - \sum Q_0 P_0 = 4.3122 - 4.0696 = 0.2426 \text{ 万元}$$

销售额的变动是由于销售量的变动和价格变动影响的结果,为此还需计算销售量指数和物价指数。在计算销售量指数(数量指标指数)时,以价格(质量指标)为同度量因素,并且固定在基期;反之,在计算物价指数(质量指标指数)时,以销售量(数量指标)为同度量因素,并且固定在报告期上。现分别计算如下:

$$\text{销售量指数} = \frac{\sum Q_1 P_0}{\sum Q_0 P_0} = \frac{4.3248}{4.0696} = 106.27\%$$

$$\text{物价指数} = \frac{\sum Q_1 P_1}{\sum Q_1 P_0} = \frac{4.3122}{4.3248} = 99.71\%$$

三者形成的指标体系为

$$\text{销售总额指数} = \text{销售量指数} \times \text{物价指数}$$

$$\text{即} \quad \frac{\sum Q_1 P_1}{\sum Q_0 P_0} = \frac{\sum Q_1 P_0}{\sum Q_0 P_0} \times \frac{\sum Q_1 P_1}{\sum Q_1 P_0} \quad (1-10)$$

$$105.96\% = 106.27\% \times 99.71\%$$

再从绝对值进行分析,来说明各个因素对总量指标变动的影响程度:

$$\text{销售量变动的影响值} = \sum Q_1 P_0 - \sum Q_0 P_0 = 0.2552 \text{ 万元}$$

$$\text{物价变动的影响值} = \sum Q_1 P_1 - \sum Q_1 P_0 = -0.0126 \text{ 万元}$$

相互之间的联系为

$$\sum Q_1 P_1 - \sum Q_0 P_0 = (\sum Q_1 P_0 - \sum Q_0 P_0) + (\sum Q_1 P_1 - \sum Q_1 P_0) \quad (1-11)$$

$$0.2426 = 0.2552 + (-0.0126)$$

以上分析表明,销售量与价格的变动对销售额的增长都起着积极作用。由于销售量增

加,使销售额增加 2552 元;由于价格变动,使销售额减少 126 元。其中,销售量增加起主要作用,两者综合影响结果,才使销售额增加 2426 元。

上面是由两个因素构成的指数体系所作的分析。在此基础上,也可以用在多因素变动的分析。这种分析仍是利用指数体系,但包括的因素较多,分析过程较复杂。根据多因素分析的特点还要注意以下问题:

(1)为测定某一因素影响,要假定其它两因素固定不变,固定的办法可按照两个因素的分析原则;

(2)多因素分析的排列顺序,要根据因素间的联系,先分析数量因素的变动程度,后分析质量因素的变动程度。具体方法与连环替代法相似,如

产品税额指数 = 课税产品的数量指数(Q) × 计税价格指数(P) × 税率指数(t) (1-12)

$$\text{产品税额指数} = \frac{\sum Q_1 P_1 t_1}{\sum Q_0 P_0 t_0} \quad (1-13)$$

$$\text{课税产品的数量指数} = \frac{\sum Q_1 P_0 t_0}{\sum Q_0 P_0 t_0} \quad (1-14)$$

$$\text{计税价格指数} = \frac{\sum Q_1 P_1 t_0}{\sum Q_1 P_0 t_0} \quad (1-15)$$

$$\text{税率指数} = \frac{\sum Q_1 P_1 t_1}{\sum Q_1 P_1 t_0} \quad (1-16)$$

绝对差额的分析:

$$\text{产品税额差值} = \sum Q_1 P_1 t_1 - \sum Q_0 P_0 t_0 \quad (1-17)$$

其中:(1)由于课税产品的数量变动的影响为 $\sum Q_1 P_0 t_0 - \sum Q_0 P_0 t_0$;

(2)由于计税价格变动的影响为 $\sum Q_1 P_1 t_0 - \sum Q_1 P_0 t_0$;

(3)由于税率变动的影响为 $\sum Q_1 P_1 t_1 - \sum Q_1 P_1 t_0$ 。

上述四个指数形成的指数体系为:

$$\frac{\sum Q_1 P_1 t_1}{\sum Q_0 P_0 t_0} = \frac{\sum Q_1 P_0 t_0}{\sum Q_0 P_0 t_0} \times \frac{\sum Q_1 P_1 t_0}{\sum Q_1 P_0 t_0} \times \frac{\sum Q_1 P_1 t_1}{\sum Q_1 P_1 t_0} \quad (1-18)$$

绝对差额之间的关系为

$$\begin{aligned} \sum Q_1 P_1 t_1 - \sum Q_0 P_0 t_0 &= (\sum Q_1 P_0 t_0 - \sum Q_0 P_0 t_0) \\ &+ (\sum Q_1 P_1 t_0 - \sum Q_1 P_0 t_0) + (\sum Q_1 P_1 t_1 - \sum Q_1 P_1 t_0) \end{aligned} \quad (1-19)$$

(二)平均指标指数的分析

平均指标指数是由两个平均指标对比而形成的相对数,反映现象一般水平的变动程度。

其计算一般公式为

$$K_x = \frac{\bar{x}_1}{\bar{x}_0} \quad (1-20)$$

由 $\bar{x}_1 = \frac{\sum x_1 f_1}{\sum f_1}$, $\bar{x}_0 = \frac{\sum x_0 f_0}{\sum f_0}$, 有

$$K_x = \frac{\frac{\sum x_1 f_1}{\sum f_1}}{\frac{\sum x_0 f_0}{\sum f_0}} \quad (1-21)$$

式中 K_x ——平均指标指数；

$\bar{x}_1$ ——报告期平均指标；

$\bar{x}_0$ ——基期平均指标；

x_1 ——报告期变量值(组平均数)；

x_0 ——基期变量值；

f_1 ——报告期权数；

f_0 ——基期权数。

从上面计算公式可看出,平均指标的总变动是由两个时期的加权平均数变动的结果。由于加权平均数是由变量值和权数两个因素所决定,因此变量值与权数这两个因素的变动将影响着平均指数,并将此平均指数称为可变构成指数(或可变指数)。在测定变量值对该因素的影响程度时,要把另一个因素固定起来,使之不发生变化,在习惯上称之为固定构成指数。其公式为

$$\text{固定构成指数} = \frac{\frac{\sum x_1 f_1}{\sum f_1}}{\frac{\sum x_0 f_1}{\sum f_1}} = \frac{\sum x_1 f_1}{\sum x_0 f_1} \quad (1-22)$$

如果使变量值这个因素固定不变,仅仅测定总体内部结构的变动(权数构成的变动)对总平均数变动影响程度,在习惯上称之为结构影响指数。其计算公式为

$$\text{结构影响指数} = \frac{\frac{\sum x_0 f_1}{\sum f_1}}{\frac{\sum x_0 f_0}{\sum f_0}} \quad (1-23)$$

为了利用指数分析,将可变构成指数(平均数指数)、固定构成指数与结构影响指数三者形成一个独立的平均数动态分析指数体系。

从相对数之间的关系看,可变构成指数=固定构成指数×结构影响指数,即

$$\frac{\frac{\sum x_1 f_1}{\sum f_1}}{\frac{\sum x_0 f_0}{\sum f_0}} = \frac{\frac{\sum x_1 f_1}{\sum f_1}}{\frac{\sum x_0 f_1}{\sum f_1}} \times \frac{\frac{\sum x_0 f_1}{\sum f_1}}{\frac{\sum x_0 f_0}{\sum f_0}} \quad (1-24)$$

从绝对数之间关系看,总平均数增长额=组平均数增长额+结构变动影响增长额,即

$$\frac{\sum x_1 f_1}{\sum f_1} - \frac{\sum x_0 f_0}{\sum f_0} = \left[\frac{\sum x_1 f_1}{\sum f_1} - \frac{\sum x_0 f_1}{\sum f_1} \right] + \left[\frac{\sum x_0 f_1}{\sum f_1} - \frac{\sum x_0 f_0}{\sum f_0} \right] \quad (1-25)$$

[例 1-5] 甲矿洗煤厂职工人数、工资水平和工资总额资料如表 1-5。

表 1-5

人员类别	月平均工资,元		平均人数,人		工资总额,元		
	基 期	报告期	基 期	报告期	基期	报告期	按基期工资计算报告期总资
符 号	x_0	x_1	f_0	f_1	$x_0 f_0$	$x_1 f_1$	$x_0 f_1$
老工人	400	480	300	280	120000	134400	112000
新工人	120	200	60	128	7200	25600	15360
合 计	353.33	392.16	360	408	127200	160000	127360

根据表 1-5 资料,基期月平均工资为

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x_0 f_0}{\sum f_0} = \frac{127200}{360} = 353.33 \text{ 元}$$

报告期月平均工资为

$$\bar{x}_1 = \frac{\sum x_1 f_1}{\sum f_1} = \frac{160000}{408} = 392.16 \text{ 元}$$

报告期比基期的月平均工资增长额为 38.83 元,其增加原因:一是老工人与新工人月工资的变动(称为各组工资的变动);二是新老工人人数结构的改变。下面分析这两种因素变动对可变指数的影响程度。计算固定构成指数是分析各组平均工资的变动而造成的影响数值,此时将人数结构这个同度量因素固定在报告期,则

$$\text{平均工资固定构成指数} = \frac{\sum x_1 f_1}{\sum f_1} \bigg/ \frac{\sum x_0 f_1}{\sum f_1} = \frac{\sum x_1 f_1}{\sum x_0 f_1} = \frac{160000}{127360} = 125.63\%$$

$$\text{绝对值差额} = 160000 - 127360 = 32640 \text{ 元}$$

这说明由于各类工人工资的提高,使平均工资增长了 25.63%,绝对增长值为 32640 元。

计算结构影响系数是分析人数结构的变动而造成的影响数值,此时将各组平均工资变量值这个同度量因素固定在基期,则

$$\text{平均工资结构影响指数} = \frac{\frac{\sum x_0 f_1}{\sum f_1}}{\frac{\sum x_0 f_0}{\sum f_0}} = \frac{\frac{127360}{408}}{\frac{127200}{360}} = 88.35\%$$

$$\text{绝对值差额} = \frac{127360}{408} - \frac{127200}{360} = -41.17 \text{ 元}$$

根据以上计算,说明由于报告期与基期工人人数结构变动,使工人的平均工资下降了 11.65%,即减少 41.17 元工资额。

综合上述分析结果,可得

$$\frac{\bar{x}_1}{\bar{x}_0} = \frac{\frac{\sum x_1 f_1}{\sum f_1}}{\frac{\sum x_0 f_1}{\sum f_1}} \times \frac{\frac{\sum x_0 f_1}{\sum f_1}}{\frac{\sum x_0 f_0}{\sum f_0}}$$

$$\frac{392.16}{353.33} = \frac{160000}{127360} \times \frac{312.16}{353.33}$$

即

$$110.99\% = 125.63\% \times 88.35\%$$

绝对值为

$$\bar{x}_1 - \bar{x}_0 = \left(\frac{\sum x_1 f_1}{\sum f_1} - \frac{\sum x_0 f_1}{\sum f_1} \right) + \left(\frac{\sum x_0 f_1}{\sum f_1} - \frac{\sum x_0 f_0}{\sum f_0} \right)$$

即

$$393.16 - 353.33 = (392.16 - 312.16) + (312.16 - 353.33)$$

$$38.83 = 80 + (-41.17)$$

报告期平均工资比基期增加 10.99% 是由于各类工人工资水平提高了 25.6% 和工人人数结构变动影响下降 11.66% 两因素共同作用的结果。而报告期工人平均工资比基期上升了 38.83 元, 是由于各类工人工资水平提高了 80 元和由于人数结构变化下降了 41.17 元综合影响的结果。由此可知, 平均工资的增长原因是由于各类工人工资变动影响所致。