

指派问题的数学模型在食品理化 检验工作中的应用

大同市卫生防疫站 王 晋 孙占斌 马存柱

摘要 指派问题在管理上应用较广,如何将它应用于食品理化检验还是新课题,对此我们做了初步探讨,使平均报检时间缩短了1.76天,每年人均检验件数增加了2.85倍,人均检验项目数增加了3.36倍。指派问题通过简单的矩阵变换,使各行各列出现零元素,即可得到最优指派方案。本法简单易行,不仅提高了工作效率,而且减少了劳动强度,收到了事半功倍之效。

食品理化检验担负的检样种类多,数量大,操作复杂,技术要求高,时间性强,并且每个人的操作技能各不一样。因此,要使有限的人力、物力在较短的时间内,提供量大、准确、可靠的数据,除注意个人技能的提高外,还要求在检验工作的安排上,统筹兼顾,科学管理,才能使其发挥较高的工作效率。作者就此问题,应用指派问题的数学模型对大同市卫生防疫站食品理化检验室的检验工作进行了两年的统筹管理,合理指派,收到了满意的效果。现报告如下。

1 方法

1.1 概念 典型的指派问题可以叙述为:有 n 项工作要分派 n 个人去完成。如果每个人必须做一项而且只许做一项,并且每人完成各项工作花费的时间不尽相同。问如何进行分派,使完成 n 项工作花费的总时间最少?

1.2 指派问题的数学模型为

$$\text{Min} Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}^{[1]}$$

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n X_{ij} = 1 & \text{(一件工作只能由 } n \text{ 个人中的一个人去做)} \\ \sum_{i=1}^n X_{ij} = 1 & \text{(一个人只能做 } n \text{ 件工作中的一件工作)} \end{cases}$$

$$X_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{第 } i \text{ 个人做第 } j \text{ 项工作} \\ 0 & \text{第 } i \text{ 个人不做第 } j \text{ 项工作} \end{cases} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n)$$

其中 C_{ij} 表示第 i 个人做第 j 项工作的效能。 C_{ij} 通常记成矩阵形式,然后用匈牙利解法^[1]求最优解。

2 指派问题在实际工作中的应用

2.1 如大同市卫生防疫站食品卫生科理化室有四名检验人员,某星期有样品:冰棍(项目:砷、铅、铜、糖精钠)5份、碘盐(项目:碘化钾含量)二份、植物油(项目:酸价、过氧化值)10份、蒸馏酒(项目:甲醇、乙醇、杂醇油、铅、锰、氰化物)二份。要求在两天末报出检验结果。

我们的安排是:首先用统筹的方法作出如下搭配:A组:样品消化、铅、铜;B组:甲醇、乙醇、糖精钠;C组:杂醇油、氰化物、锰;D组:酸价、过氧化值、碘化钾、砷。前半天或一天可先测定每组的前一、二项工作,互不耽误时间。

已知四人完成上述四组工作所需时间如表1。

表1 四人完成四组工作所需时间表(单位:小时)

	A	B	C	D
甲	12	14	18	17
乙	18	17	14	19
丙	15	13	17	18
丁	17	15	16	14

2.2 用匈牙利解法求最优解

2.2.1 将表1列成效能矩阵,并使效能矩阵各行列出现零元素。即每行(或列)减去该行(或列)中最小的数字,使每行每列中至少有一个零元素。

$$C_{ij} = \begin{pmatrix} 12 & 14 & 18 & 17 \\ 18 & 17 & 14 & 19 \\ 15 & 13 & 17 & 18 \\ 17 & 15 & 16 & 14 \end{pmatrix} \begin{matrix} -12 \\ -14 \\ -13 \\ -14 \end{matrix} \Rightarrow \begin{pmatrix} 0 & 2 & 6 & 5 \\ 4 & 3 & 0 & 5 \\ 2 & 0 & 4 & 5 \\ 3 & 1 & 2 & 0 \end{pmatrix}$$

2.2.2 求最优解

四个零元素的位置,即为最优解。即甲做A组工作;乙做C组工作;丙做B组工作;丁做D组工作。工作的总时间为:12+14+13+14=53小时,最长一组时间为14小时。所以第二天末报出检验结果没有问题。

2.2.3 如果最优解不象上例简单,则通

过做能覆盖所有零元素的最少数量的直线和变换矩阵构造新的零元素,也很易求出最优解。

3 应用指派问题的数学模型前后比较

我们从1988年开始应用指派问题的数学模型进行合理指派,力求提高工作效率。首先测定检验人员对每一项工作的实际操作时间,并参考《卫生防疫站目标管理》^[2]一书中的有关标准,制定出每个人的标准工时。过一年再测定一次,力求准确,反映出本人的实际操作水平。现将应用指派问题的数学模型前的三年(1985年—1987年)与应用该模型后的两年(1988年—1989年)的报检时间(从收样到发出检验报告时间)和工作效率作一比较,见表2。

表2 应用指派问题的数学模型前后报检时间(天)、工作效率比较

检验时间	类别						总均数	件数/人年	项目/人年
	冷饮	肉及肉制品	调味品	酒类	糕点、油类	其他			
85-87	1-16	1-19	1-14	1-28	1-20	1-20	5.25	64.1	164
88-89	1-11	1-5	1-8	1-7	1-10	1-9	3.49	183	551

注:两均数经统计学处理 P<0.001

4 讨论

4.1 通过两年多的应用,效果令人满意。不仅工作效率有明显提高,报检时间也大大缩短。尤其是在工作人员少,任务大,检验结果要求紧迫的情况下,此法尤为必要。即便是平时,应用此法,亦会收到事半功倍之效。

4.2 该法简单,运算速度快,一个指派

问题不到10分钟即可完成,但节约时间从几小时到几十小时。应用此法,必须平时掌握各工作人员的工作效率,因为每个人对每一实验操作技能不同,掌握的熟练程度不同,所需的工作时间亦不同。

4.3 本文仅对指派问题在食品理化检验方面作了探讨,其实该法应用范围较广,比