

南京航空航天大学

论文集

(一九九九年)

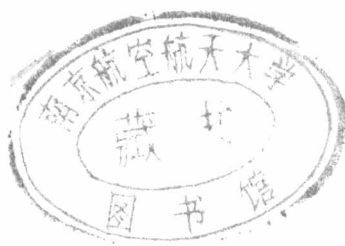
第 21 册

(民航学院)

南京航空航天大学科技部编

二〇〇〇年三月

民航学院



目 录

空管教研室(2 篇)

- 用随机模型改进作战效能分析的纯概率模型 韩松臣 H
基于模拟退火算法的防空作战布局优化 韩松臣、石德平 H

民航运输管理教研室(3 篇)

- 上海机场发展货运代理研究 高晓云
中国民航销售渠道研究 徐月芳等
孔控在航空发动机故障诊断中的现状及应用前景 沈荣华等

民航英语教研室(4 篇)

- 试述外语语言习得中的跨文化意识的培养 刘继新
文化透视下的“美国梦” 刘继新
漫谈英语词汇教学 刘继新
论英语交际中的委婉语 刘继新

民航机电教研室(21 篇)

- Windows 95 环境下数据采集与实时控制的实现 周洁敏等 J
利用压电自敏感致动器实现
 挠性结构振动的主动控制 周洁敏、陶云刚、姚志峰、路小波 H
多媒体技术在航空参数测试系统中的应用 周洁敏、苏登军、黄瑛、陶云刚 J
智能化伏安特性测试仪 周洁敏、姚志峰、陶云刚、姚宗信 J
从现代维修看故障诊断技术 左洪福
关于能量算子解调方法的研究 刘红星、左洪福、姜澄宇 H



信号频谱的二维向量及其应用·····	刘红星、左洪福等 H
试建立基于检测振动加速度信号的	
设备故障部位诊断模型·····	刘红星、左洪福等 H
信号时域平均处理的新算法·····	刘红星、左洪福等 H
基于计算机视觉和人工智能方法的磨粒分析技术 ·····	吴振锋等
基于计算机视觉和人工智能方法	
磨粒形态学分析技术 ·····	吴振锋、左洪福、韩丽枫
复合材料拉伸剩余强度及其分布 ·····	顾 怡 H
疲劳加载下纤维复合材料的剩余强度·····	顾怡、姚卫星 H
The Relaxation Behaviour of GFRP unidirectional Laminates ·····	顾 怡 H
某新研轻型飞机副翼操纵系统 FMEA ·····	孙有朝等
On information theory method for reliability assesment	
of systems consisting of different success – failure model units ·····	孙有朝等 H
求解具有多层试验数据成败型单元混联系统	
可靠性近似限的信息论方法 ·····	孙有朝等 H
光栅光纤组合探头在航空油料计量中的应用 ·····	宋莉等
搞好课堂教学的几点思考 ·····	干敏梁
滑油光谱分析的时序建模与故障预报研究 ·····	干敏梁等
滑油铁谱图像采集的智能化 ·····	干敏梁等 H

用随机模型改进作战效能分析的纯概率模型

韩松臣

(南京航空航天大学民航学院, 南京, 210016)

IMPROVEMENT ON PURE PROBABILITY MODEL

FOR COMBAT EFFECTIVENESS ANALYSIS BY STOCHASTIC MODEL

Han Songchen

(Civil Aviation College, Nanjing University of Aeronautics & Astronautics, Nanjing, 210016)

摘 要 无论对战斗机还是对武器系统,沿任意一条航迹试图突破防区目标的生存概率或伤亡概率都是重要的效能指标。利用随机服务系统理论改进了这些效能指标的计算模型,改进后效能指标计算的准确程度显著地提高了。

关键词 效能分析 随机服务系统理论 随机模型

中图分类号 E917, TJ761.1

Abstract The survival probability or the casualty probability of targets that attempt to penetrate the defended area along any flight path is an important effectiveness index whether to the battleplanes or to the weapon systems. This paper improved the computation model for this effectiveness by a stochastic service system theory. Under the influence of this improvement the exactness of computation of the effectiveness index is advanced obviously.

Key words effectiveness analysis, stochastic service system theory, stochastic model

无论对战斗机还是对武器系统,沿任意一条航迹试图突破防区目标的生存概率和伤亡概率都是一类重要的效能指标。由于影响这类效能指标的因素较多,多年来研究人员普遍采用 Monte-Carlo 方法分析这类效能指标。然而 Monte-Carlo 方法耗时较长,不便于实时作战应用;同时该方法尚有参变量与效能指标间关系不能直接用解析模型表达等缺陷,也限制了该方法的应用。相关领域的研究人员一直在寻找分析计算这类效能指标的解析方法。

1 纯概率分析方法

T. J. Horrigan^[1]用概率分析的方法,给出了目标按任一航迹通过防御体系的生存概率和伤亡概率。这是到目前为止能够看到的较为完整的解析分析方法。为了本文讨论问题方便,化简武器可靠性等因素对效能指标的影响,纯概率分析模型可以表达为

$$S_i(x, z) = \begin{cases} 1 - A(x, z) & i = 0 \\ 0 & 0 < i < I_{\max} \\ A(x, z)[1 - D(x, z)]^{I_{\max}} & i = I_{\max} \\ 0 & i > I_{\max} \end{cases} \quad (1)$$

模型中 $A(x, z)$ 和 $D(x, z)$ 分别为在航迹 x 上武器系统对空袭目标的发现概率和对目标的单发杀伤概率,其中: z 为武器系统的横向位置坐标; x 为航迹的横向位置坐标; $S_i(x, z)$ 为在这种作战布局条件下,空袭目标受到 i 发导弹射击且生存的概率; $I_{\max}$ 是武器系统能在该航迹上对目标进行射击的最大次数。在此基础上,利用全概率公式可以递推出有 n 个空袭目标时生存目标数为 k 事件的概率 $P_r\{D_n=k\}$ 。

由于使用单纯的概率分析方法的局限,文献[1]只能在“一个火力单元在对一个空袭目标的射击过程中没有其它空袭目标出现在该火力单元杀伤区内”这样一个较为苛刻的假设条件下进行讨论。然而,武器系统的作战效能是在具体作战环境下的作战效能,研究一个入侵目标在作战中的生存或伤亡概率不应当把该目标与其他目标、战争环境割裂开。文献[1]的假定“一个火力单元在对一个空袭目标的射击过程中没有其它空袭目标出现在该火力单元的杀伤区内”,显然有其局限性,如此计算出的武器系统作战效能显然也是不准确的、不实际的。由于无法确定出武器系统火力单元的占用情况,单纯的概率分析方法陷入脱离对抗态势进行作战效能分析的误区是不可避免。

利用随机服务系统理论,可以修正由纯概率分析方法得出的结论。

2 随机模型

由对抗模式分析^[2]知道,武器系统的作战效能不仅与武器系统本身的一些特性如射程、平均射击时间、火力通道的数量有关,还与空袭目标的一些特性如目标种类、航迹、目标进袭强度、目标编队形式等有关。对有 n 个射击强度分别为 μ_i ($i=1,2,\dots,n$) 的火力通道的武器系统,射击入侵目标强度为 $\lambda=\lambda m$ 、逗留强度为 ν 的目标群时 (m 为每个编队的目标数, λ 为编队入侵强度),利用随机服务系统理论^[3,4]可以导出 $n>m$ 时武器系统火力杀伤区上空有数量为 i ($i\leq n$) 个目标的概率 P_i ($i>n$ 时为 n 个火力单元全部占用,同时还有 $i-n$ 个目标处在火力杀伤区内的概率)的数学模型^[2]

$$\left. \begin{aligned} -\lambda P_0 + \mu_1 P_1 &= 0 \\ -(\lambda + \sum_{i=1}^k \mu_i) P_k + \sum_{i=1}^{k+1} \mu_i P_{k+1} &= 0 \\ k &= 1, 2, \dots, m-1 \\ \lambda P_{k-m} - (\lambda + \sum_{i=1}^k \mu_i) P_k + \sum_{i=1}^{k+1} \mu_i P_{k+1} &= 0 \\ k &= m, m+1, \dots, n-1 \\ \lambda P_{n-m} - (\lambda + \sum_{i=1}^n \mu_i) P_n + (\sum_{i=1}^n \mu_i + \nu) P_{n+1} &= 0 \\ \lambda P_{n+s-m} - (\lambda + \sum_{i=1}^n \mu_i + s\nu) P_{n+s} + [\sum_{i=1}^n \mu_i + (s+1)\nu] P_{n+s+1} &= 0 \\ s &= 1, 2, \dots \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

同理还可以得出 $n=m$ 和 $n<m$ 时的计算模型。由这些模型可以计算出目标到达防区即受到射击的概率 P_{sn} , 和目标在防区内未受到射击而流失的概率 P_l

$$P_{sn} = \sum_{i=0}^{n-1} P_i, P_l = \frac{\nu}{\lambda m} \sum_{i=1}^{\infty} i P_{n+i}.$$

3 模型的改进

现在重新讨论目标在作战中的生存概率。可以确定当 $i=0$ 时,即出现目标通过武器系统的火力杀伤区未受射击而突防的事件有两种可能:

一种是目标未被搜索雷达发现;另外一种可能即目标到达武器系统火力区时,已有 n 个目标处在火力区中,武器系统因处于饱和工作状态而无法再对该目标进行火力分配。因此,这种情况的概率是

$$1 - A(x, z) + \frac{\nu}{\lambda m} A(x, z) \sum_{i=1}^{\infty} i P_{n+i}$$

当 $i < I_{\max}$ 时,出现使用比 $I_{\max}$ 少的弹数射击该目标且目标生存的事件,只能是在武器系统处于饱和工作状态条件下,对完成前一次射击的火力单元再分配,且对再次分配的目标最多只能进行 i ($i < I_{\max}$) 次射击的情况。这种情况下的目标生存概率是

$$A(x, z) \left[\left(1 - \sum_{i=0}^{n-1} P_i - \frac{\nu}{\lambda m} \sum_{i=1}^{\infty} i P_{n+i} \right) / I_{\max} \right] \cdot [1 - D(x, z)]^i$$

第3种即刚好使用了 $I_{\max}$ 枚导弹目标生存的事件,只能出现在目标进入火力区时,有空闲火力单元可以对该目标进行 $I_{\max}$ 次射击的情况。这种情况下的目标生存概率是

$$A(x, z) \sum_{i=1}^{n-1} P_i [1 - D(x, z)]^{I_{\max}}$$

第4种情况即使用了多于 $I_{\max}$ 枚导弹的情况在“射一看一射”火力原则下出现这种情况的可能性显然为零。

于是得出改进后的目标通过火力单元杀伤区生存概率的计算模型为

$$S_i(x, z) = \begin{cases} 1 - A(x, z) + \frac{\nu}{\lambda m} A(x, z) \sum_{i=1}^{\infty} i P_{n+i} & i = 0 \\ A(x, z) \left[\left(1 - \sum_{i=0}^{n-1} P_i - \frac{\nu}{\lambda m} \sum_{i=1}^{\infty} i P_{n+i} \right) / I_{\max} \right] \cdot [1 - D(x, z)]^i & 0 < i < I_{\max} \\ A(x, z) \left(\sum_{i=0}^{n-1} P_i \right) [1 - D(x, z)]^{I_{\max}} & i = I_{\max} \\ 0 & i > I_{\max} \end{cases} \quad (3)$$

4 算例

假设武器系统有2个火力单元,它们的射击强度都是每分钟2架,导弹的单发杀伤概率为0.7,武器系统发现目标的概率为0.9;有8个目标分别以每分钟2架和每分钟0.2架的强度飞越防区,目标在防区内的逗留时间为0.625min。分别用改进前后的2种不同模型进行计算,计算结

果见表1。

表1 改进前后两种不同模型计算结果

λ	model	P_{an}	P_1	S_0	S_1	S_2
$\lambda=0.2$	改进前	1.0000	0.0000	0.1000	0.0000	0.0810
	改进后	0.9953	0.0014	0.1013	0.0005	0.0806
$\lambda=2$	改进前	1.0000	0.0000	0.1000	0.0000	0.0810
	改进后	0.7294	0.0941	0.1847	0.0238	0.0591

比较表1中的计算结果发现,当目标强度较大时($\lambda=2$)由修正后的模型与原模型计算出的数据结果相差很大;但在目标强度很少时($\lambda=0.2$)两者的数据结果相近。若目标强度进一步减小,使得 $P_0 \rightarrow 1$, $P_i \rightarrow 0$, ($i=1, \dots, \infty$),两种模型将给出相同的答案。因此,可以说原模型只是改进后模型在目标强度很小条件下的一个特例。

5 结论

用纯概率分析作战效能的方法,无法顾及目标强度这一攻防对抗过程的重要特征。而分析一个武器系统或防御体系的作战效能,必须把它们置于特定的攻防对抗环境中去,武器系统的作战

效能只能是特定环境下的效能。本文利用随机服务系统理论改进后的作战效能计算模型合理地解决了这个问题。新模型弥补了原模型的缺陷,对提高计算准确性的影响是显而易见的。

参考文献

- 1 Horrigan T J. Configuration and effectiveness of air defense systems in simplified, idealized combat situations-preliminary examination. Office of Naval Technology Office of the Chief of Naval Research, 1990. 6
- 2 韩松臣. 防空导弹武器系统作战有效性分析:[学位论文]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学,1997
- 3 徐光辉. 随机服务系统理论(第二版). 北京:科学出版社,1988. 1~274
- 4 陆风山. 排队论及其应用. 长沙:湖南科学技术出版社,1984. 113~274



韩松臣 男,1964年生。1987年毕业于哈尔滨船舶工程学院导弹自动控制专业,而后在哈尔滨工业大学获得工学硕士、博士学位。现在南京航空航天大学航空与宇航技术博士后流动站从事民航空中交通管理决策理论与武器系统效能分析研究。

第五届通讯导航技术学术交流会在深圳召开

中国航空学会第五届航空通讯导航技术学术交流会暨电子分会通讯导航专业委员会工作会议于1998年11月15~19日在深圳市召开。来自航空、航天、民航、部队等系统的院校、研究所和工厂的专家、学者共43人出席了会议。出席会议的领导有电子分会通讯导航专业委员会挂靠单位中航总第615研究所所长吴铭望研究员,副所长兼总工程师、电子分会副主任聂万福研究员,科技委主任张宏诚研究员,中航总科技委副秘书长潘绪武研究员,上海市航空学会理事长薛德馨高工,空军上海军代表局局长林朝明同志等。

会议共收到论文55篇,编印了论文集。其中34篇论文在大会上交流。本届论文题材广泛,涉及通讯、导航、综合航空电子、空管、信息战等高新技术领域,技术含量比以往有较大提高。

会上,电子分会副主任聂万福研究员代表电子分会宣布了以张宏诚研究员为主任的新一届电子分会通讯导航专业委员会组成人员名单,并颁发了聘书。

经优秀论文评审组评审,评出优秀论文6篇。会议期间,召开了通讯导航专业委员会全体委员会会议,会议决定下届交流会于2000年在海口市召开。主题为:①通讯导航系统技术;②交通管制网络通信系统技术;③综合信息传输和应用技术;④航空电子系统综合技术;⑤通讯导航体制研究;⑥通讯导航设施可维修性研究;⑦软件无线电;⑧新航行系统。

会议期间组织全体代表参观了'98珠海国际航空航天博览会。

(李铁柏)

文章编号:1000-6893(1999)05-0478-03

基于模拟退火算法的防空作战布局优化

韩松臣¹, 石德平²

(1. 南京航空航天大学 民航学院, 江苏 南京 210016)

(2. 航天工业总公司 二院, 北京 100854)

OPTIMIZATION FOR AIR-DEFENSE COMBAT CONFIGURATION VIA SIMULATED ANNEALING ALGORITHM

HAN Song-chen¹, SHI De-ping²

(1. Civil Aviation College, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016, China)

(2. The Second Research Academy of CASC, Beijing 100854, China)

摘要:在防空导弹武器系统的作战布局优化中使用模拟退火算法,选取适当的 Boltzmann 常数,结合基于随机服务系统理论的作战效能分析数学模型,得到了较为快捷的定量优化武器系统作战布局的方法。

关键词:导弹武器系统;效能分析;模拟退火算法;作战布局

中图分类号:E917; TJ761.1

文献标识码:A

Abstract: The simulated annealing algorithm is used to optimize combat configuration of air-defense missile weapon systems. By choosing Boltzmann constant adequately, and combining with a mathematical model based on stochastic service system theory to analyze combat effectiveness, the shortcut to solve quantitatively the problem about optimization of a weapon system's combat configuration is presented.

Key words: missile weapon system; effectiveness analysis; simulated annealing algorithm; combat configuration

目前,防空体系中武器系统的布局一般是人工布局^[1],通常是由指挥员通过绘制武器系统火力杀伤区、作战区等区域图,遵照布局原则,凭经验布局。使用人工布局方法,不同的指挥员会给出不同形式的作战布局,同时有些原则在一定的条件下是不可兼顾的,最终的布局结果不可避免地会带有随意性及布局者的个人偏好。

有关研究人员一直在寻找进行武器作战布局的定量优化方法^[2,3]。在相应的辅助指挥系统中,快速性是一项十分重要的指标。其中,优化算法是影响运算速度的主要因素之一。

本文提出用模拟退火算法解决武器系统作战布局优化问题,结合基于随机服务系统理论的作战效能分析数学模型,得到了一种较为快捷的定量优化武器系统作战布局的方法。

1 模拟退火算法

模拟退火(Simulated Annealing)算法^[4]是1953年由 N. Metropolis 等人提出的。模拟退火算法用于解优化问题的出发点是基于物理中固体物质的退火过程与一般优化问题间的相似性。退

火过程在得到最低的能态以前,系统可以从较低能态(局部最优),暂时跃迁到较高的能态,也正是退火过程的这个特征使得物质体系能达到最低的能态。换言之,该算法能通过模拟退火过程找到全局(或近似)最优解。

模拟退火算法是基于 Monte Carlo 迭代求解法的一种启发式随机搜索法。设 S 为解的可行域, E 为非负的目标函数,则一般优化问题可表达为寻找 $S^* \in S$ 使得

$$E(S^*) = \min[E(S_i)] \quad \forall S_i \in S \quad (1)$$

模拟退火法的基本过程是让模拟温度 T 从一个足够高的值慢慢下降,相对于当前状态 S 随机产生一个新状态 S' ,计算能量的变化 ΔE 。如果 $\Delta E \leq 0$,则无条件接受这个新状态,并把它当作进一步模拟的初始状态;如 $\Delta E > 0$,说明系统能量没有得到降低,这时按照下述接受概率

$$p = \exp(-\Delta E/k_b T) \quad (2)$$

有条件接受这个新状态,即在 $(0,1)$ 内随机产生一个随机数,如果该随机数小于 p ,接受新的非改善状态;否则,仍以原来的状态当作下一步模拟的初始状态;重复这个过程直到有新的状态被接受。式(2)中 k_b 为 Boltzmann 常数。

2 选取 Boltzmann 常数的方法

将 $\beta = 1/(k_b T)$ 亦称作 Boltzmann 常数, 这样对状态接受的概率可以写成

$$p = \exp(-\beta \Delta E) \quad (3)$$

参数 β 的选取直接影响到对新状态的接受概率和寻优搜索的次数。若 β 选取的过大则对新状态的接受概率过小, 其结果可能会导致算法程序陷入局部最优点而无法离开; 若 β 选取的过小则对新状态的接受概率过大, 其结果可能会导致不管 ΔE 有多大, 什么样的新状态都接受。为了避免这种情况出现, 采用了下述 Boltzmann 常数的选取方法:

(1) 首先用指标的相对变化取代指标的绝对变化, 任意选取一定数量的样本并计算出其指标相对变化量的数学期望 $E(\Delta E/E)$, $\Delta E > 0$; 然后, 分别求了大于和小于该期望值部分的指标相对变化量的数学期望, 分别记为 $E_1(\Delta E/E)$, $E_2(\Delta E/E)$;

(2) 再调整 β , 使

$$\begin{cases} \exp[-\beta E_1(\Delta E/E)] \approx 0.4 \\ \exp[-\beta E_2(\Delta E/E)] \approx 0.6 \end{cases} \quad (4)$$

3 作战效能分析的数学模型

本文以目标沿任意航迹的突防概率作为防御体系作战效能的测度, 直接利用文献[3]给出的解析模型, 用以计算防御体系中各点作战效能。该模型是在目标成批到达、多种武器系统、火力杀伤区有一定纵深的条件下得出的, 对于 $n > m$ 情况

$$\left. \begin{aligned} & -\lambda P_0 + \mu_1 P_1 = 0 \\ & -(\lambda + \sum_{i=1}^k \mu_i) P_k + \sum_{i=1}^{k+1} \mu_i P_{k+1} = 0 \\ & \quad k = 1, 2, \dots, m-1 \\ & \lambda P_{k-m} - (\lambda + \sum_{i=1}^k \mu_i) P_k + \sum_{i=1}^{k+1} \mu_i P_{k+1} = 0 \\ & \quad k = m, m+1, \dots, n-1 \\ & \lambda P_{n-m} - (\lambda + \sum_{i=1}^n \mu_i) P_n + \\ & \quad (\sum_{i=1}^n \mu_i + \nu) P_{n+1} = 0 \\ & \lambda P_{n+s-m} - (\lambda + \sum_{i=1}^n \mu_i + s\nu) P_{n+s} + \\ & \quad [\sum_{i=1}^n \mu_i + (s+1)\nu] P_{n+s+1} = 0 \\ & \quad s = 1, 2, \dots \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

式中: P_i 为系统处于状态 i (在火力杀伤区上空的目标数为 i , $i=1, 2, \dots, +\infty$) 的概率; m 为每个编队中目标数; n 为武器系统的火力单元数; s 为武器系统处于饱和射击状态, 在杀伤区内尚未受到射击的目标数; λ 为目标以批为单位的入侵强度; μ_i 为第 i 个火力单元的射击强度; ν 为目标在火力杀伤区内的某航迹上逗留强度。 $n < m$ 情况和 $n = m$ 情况的模型与此相近, 略去。

由此模型可以获得系统处于任意状态 i 的统计概率 P_i 。再考虑武器系统的单发杀伤概率, 可以得出目标沿该航迹突破防御体系的概率

$$\begin{aligned} P_t = & \frac{\nu}{\lambda m} \sum_{i=1}^{\infty} i P_{n+i} + \left[\left(\sum_{i=0}^{n_1-1} P_i \right) (1-P_{k1})^{I_{\max 1}} + \right. \\ & \left(\sum_{i=n_1}^{n_2-1} P_i \right) (1-P_{k2})^{I_{\max 2}} + \dots + \\ & \left. \left(\sum_{i=n_{l-1}}^{n_l-1} P_i \right) (1-P_{kl})^{I_{\max l}} \right] + \\ & \left(1 - \sum_{i=0}^{n-1} P_i - \frac{\nu}{\lambda m} \sum_{i=1}^{\infty} i P_{n+i} \right) \cdot \\ & \left[\sum_{j=1}^l \frac{n_j \mu_j}{\sum_{i=1}^n n_i \mu_i} \frac{1}{I_{\max j}} \sum_{i=1}^{I_{\max j}} (1-P_{kj})^i \right] \quad (6) \end{aligned}$$

其中: P_{ki} 与 $I_{\max i}$ 分别为第 i 类武器的单发杀伤概率和对飞越其火力杀伤区目标的最大射击次数; n_i 是第 i 类武器的火力单元数; l 为武器种类数。

这样, 作战布局问题, 变为使防御体系中最薄弱处的突防概率最小这样一个优化问题。

4 优化布局算例

通常, 主战型武器在其责任防御高度以下的火力区宽度相对较小, 导致两个火力单元中间区域成为防线的缺陷, 这个缺陷需要用辅助型防空兵器来弥补, 如图 1 所示。

假设主战型武器系统的火力杀伤区是一个远界 $R_{\max} = 4.5 \text{ km}$, 近界 $R_{\min} = 300 \text{ m}$, 夹角 $\theta = 120^\circ$ 的扇形区域, 两个主战型武器的火力单元之间的距离 $O_1 O_2 = 9 \text{ km}$, 武器的一次射击平均时间是 8 s , 单发杀伤概率 $P_{k1} = 0.9$; 辅助类型防空武器系统的火力杀伤区是一个半径 $R = 2 \text{ km}$ 的圆形区域, 一次射击平均时间是 10 s , 单发杀伤概率 $P_{k2} = 0.85$ 。

空袭目标以 $\lambda = 0.28$ 架/秒的强度, $v_t = 500 \text{ m/s}$ 的速度试图通过武器系统的火力杀伤区。试用 $N = 3$ 个辅助类型武器火力单元来弥补两个主战型武器火力单元间火力杀伤区的空挡。

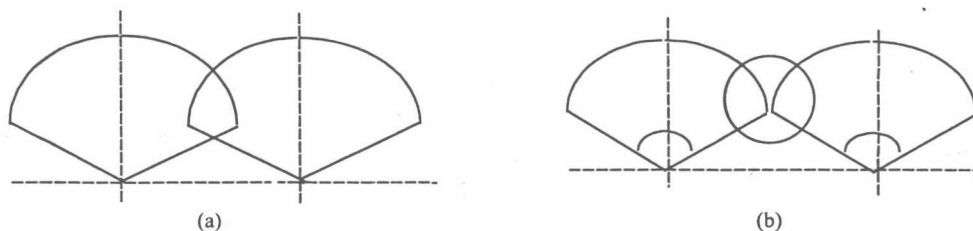


图1 责任防空武器不同高度火力区示意图

(a)责任高度内满足作战效能要求;(b)责任高度以下需用辅助兵器弥补

图2是使用模拟退火算法3个辅助类型火力单元的优化布点过程,图3为相应的作战有效性指标的变化。由图中可以看出,用模拟退火方法能很快找到火力单元理想的布局位置。这时防线最薄弱点上的突防概率最小 $E=0.617$,防线的作战有效性趋于最优。

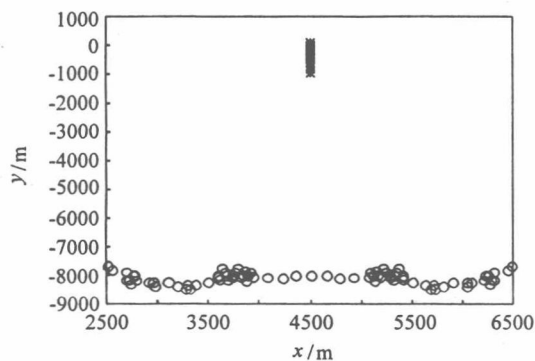


图2 模拟退火方法例图

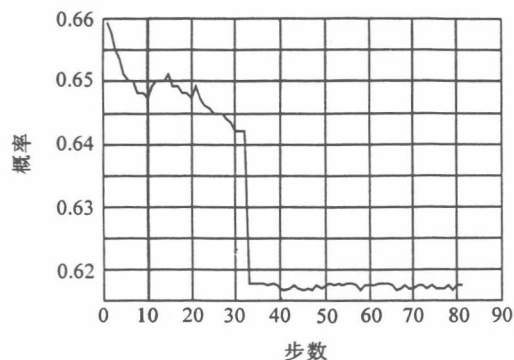


图3 性能指标曲线

5 结论

将基于随机服务系统理论的作战有效性分析

模型与模拟退火优化算法结合起来,可以获得自动寻找武器系统最优作战布局点的方法。这种定量的组网和布局方法将比以往基于原则的手工布局更科学、更快速。该方法为进一步建立军事辅助决策系统奠定了基础。

参考文献

- [1] 徐品高. 防空导弹体系拦截系统组网理论[A]. 见: 航空航天工业总公司二院科技委编. 防空导弹系统论文集[C]. 北京: 航天工业总公司二院, 1995. 47~124.
- [2] Horrigan T J. Configuration and effectiveness of air defense systems in simplified, idealized combat situation-preliminary examination[Z]. Office of Naval Technology Office of the Chief of Naval Research, 1990.
- [3] 韩松臣. 防空导弹武器系统作战有效性分析[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 1997.
- [4] Kirkpatrick S, Gelatt C D, Vecchi M P. Optimization by simulated annealing[J]. Science, 1983, 220(5): 671~680.

作者简介:



韩松臣 男, 1964年生。1987年毕业于哈尔滨船舶工程学院导弹自动控制专业, 而后在哈尔滨工业大学获得工学硕士、博士学位。现在南京航空航天大学航空与宇航技术博士后流动站从事民航空中交通管理决策理论与武器系统效能分析研究。



石德平 男, 1963年生。1979至1987年在北京航空航天大学飞行器设计专业学习, 获工学学士、硕士学位。现在航天工业总公司二院任研究员。参加过多种型号武器系统的总体设计工作。

上海机场发展货运代理研究

南京航空航天大学 民航学院 高晓云

大型机场要成为世界性的旅客中转站和货运集散中心，主要的门户机场之一，和航空工业基地，发展航空副业是一个很好的途径。航空国际国内货运及代理业务历来是必争之地，研究机场货代业务的发展对我国大型机场的发展和经营都有很大帮助。

一、发展前景分析

（一）经济发展环境分析

1. 国际航空货运的良好发展前景：

世界航空货运受益于 80 年代的世界贸易大规模增长，一直保持持续增长态势。据统计过去 5 年中世界航空货运量增长率为 34% 以上，从 1993 年的 2100 万吨增为 1998 年的 2820 万吨。亚洲虽出现经济危机，但预测结果表亚洲货运量在世界所占份额仍将增长，今后 5 年的增长水平将高于世界平均水平，绝对增长量最大。¹ 中国是亚太地区航空运量增长的热点，过去 10 年中，中国航空货运量增长的平均速度在 20% 以上，业绩显著。中国航空货运量对经济增长的弹性值达 1.63 之多，我国近年来保持的 8% 左右的经济增长率为航空货运的发展前景奠定了良好的基础，这对国内各航空企业都是一个巨大的机遇和挑战。

2. 上海空港的发展前景：

（1）地理位置优越。

上海——21 世纪全球瞩目的国际城市，位于太平洋西岸，地理位置适中，从这里起飞，可以不加油直达世界各主要城市。飞往亚洲各主要城市——北京、新加坡、马来西亚、汉城、曼谷、香港、东京、卡拉奇、加德满都和台北等都在 2—5 小时的飞行距离之内，航程适中，行程舒适，有实力与周边的香港、台湾、东南亚的机场竞争亚太地区的枢纽机场。

（2）经济发展前景乐观

上海及长江三角洲地区是中国经济实力非常强，基础很好的地区，国内航空界普遍认为，“十五”期间上海的航空货运增长势头必然要高于国内大多数地区。同时上海是国家“十五”期间航线调整中的中心城市之一，上海机场要成为枢纽机场，建成我国亚太航空中心，有非常优厚的国内地理条件、外界环境。国家的发展政策和民航总局的态度对机场的发展都将是个大好机遇。空港的发展前景为机场发展货代业提供了好的舞台。

（3）地区内的竞争优势

上海周边的省份江苏省和浙江省都是经济实力强劲的地区，北有新建的设施先进的

¹ 摘自《民航信息快报》1999 年 6 月 22 日

南京禄口机场，南有航空运输飞速崛起的温州机场，都有一定的地区优势，机场的容量和设施也具有竞争力。在浦东机场未建成时，由于虹桥机场容量饱和，许多国内国际的货机无法停靠，只好改降周边的机场，对上海的国际大都市的形象有很大影响，也影响了上海航空业的正常发展，无形中为竞争对手提供了机会。因此浦东机场的顺利通航，及时解决了上海地区机场容量不足带来的不利，为上海航空货运的发展和机场竞争力的加强打下了好的基础。

4. “一市两场”的优势：

上海是我国现有的唯一有二个国际机场同时运营的城市，并由一个集团公司管理，股份公司拥有二个机场的优质资产。同一机场当局管理多个机场具有以下优势：一是可以加强机场之间的协调和合作，提高城市作为航空枢纽港的整体竞争力；二是可以充分发挥机场统一规划、规模经济的整体优势，降低运营管理成本、整体协调发展。公司的实力和竞争优势在组织结构、硬件、资金和外界形象上能够充分体现，有更大潜力可挖。从国内各机场组织管理模式来看，上海机场的“一市两场，二位一体”模块式管理方式是有很大优势的。

5. 机场股份公司产权模式的必然要求：

上海机场（虹桥和浦东机场）的产权模式是机场由上海市政府当局拥有，下设机场当局管理，给机场管理者更多的自主权。虹桥股份公司经营两个机场的优质资产，作为上市公司，股份公司具备独立法人资格，实行自负盈亏，自主经营，拥有了一定的经营自主权和管理权，这比以前的机场经营者多了二方面的优势：一是不再受政府拨款政策及公共设施借贷限制的制约，在资本市场上有更为方便的融资渠道；二是机场可以扩展其商业活动的范围，从事其作为公共设施时无法进入的商业活动。

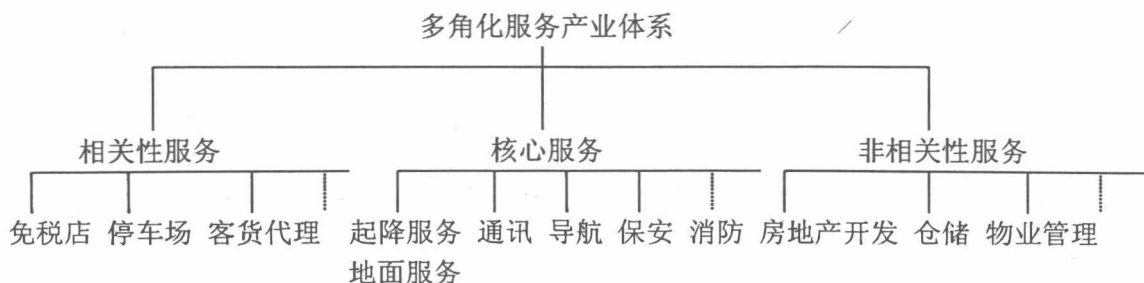
股份公司的资本是追逐利润的，目标很明确——盈利，因此机场从可以涉足的领域赚取收入是势在必行的。股份公司在机场处于天然垄断地位，有条件和优势为实现投资收益最大化而发展有前景的经营项目。但前提是股份公司对这些业务的经营应按商业模式运作，作为商业企业经营，不论其所有制形式如何。

6. 机场长期发展战略目标的要求：

机场要采取多角化经营的发展战略，首先就是要建立以航空服务业为核心的多角化服务产业体系。

机场作为一个服务系统，其服务内容按服务性质应分为三大类：核心服务，相关性服务和非相关性服务。三者的发展应各有侧重，原则是坚持以航空服务业为核心，全力发展相关性服务，有步骤有计划的发展非相关性服务。

全力发展相关性服务是多角化经营的关键部分，客货代理是相关性服务中的重要内容。如下图：



二、 发展策略：

(1) 内部组织管理要与企业市场化相一致

企业是市场中的主体，管理形式要与市场合拍才能适应市场要求。都要遵循市场规律办事。现代企业组织管理形式应是责权明确，各司其职，每一个员工都只对一个上级汇报和接受领导，无重复领导，职能重叠的部门，领导可以越权检查但不能越权指挥，各岗位都有明确的职能和责任，通过定期述职形式代替总结汇报。

(2) 人员激励机制

激励制度应侧重对员工的企业文化宣传和精神激励。加大对目标利润完成的奖惩力度。薪资高低要与岗位工作强度和贡献挂钩，岗位安排以个人专业和特长为参考，进行现代化的企业人力资源管理，员工的积极性和潜力才能得以发挥。

(3) 加强市场营销意识

机场的起降飞机架次，方向和数量都由航空公司决定，到机场的旅客人数多少，什么时候出现最终也由航空公司决定，货运更体现为航空公司服务的特点。民航业过去二十年的好时光即卖方市场的特征已一去不复返，1997年后，民航全行业从卖方市场进入买方市场，营销必然会出现。

1. 产品方面。在“核心产品”概念把握上不能有偏差。民用机场“核心产品”应理解为“为飞行器提供起降服务，为旅客、货主提供过站服务”两个方面。航服的顾客表面看是代理的航空公司，但真正使用航空运输服务的，出入机场的是旅客和货主，最终的顾客其实是他们，若把为旅客、货主服务放在和为航空公司服务同样重要的位置，甚至更重要的地位，处理机场拥挤、货物运送效率低这样的问题就有了新的角度和方法。

2. 促销的目标要明确。机场促销的对象应包括五个：航空公司、旅客、货主、政府（包括空军，空管局）、非竞争性机场。

航服要想将地面代理业务继续扩展，向航空公司促销的重点要放在机场的基地作用、地面服务时间、服务内容、价格上，帮助航空公司准确了解本地市场，组织航线、航班等；要提高机场的声望和品牌，吸引更多的国际旅客和货物来上海或从上海转机，要向旅客促销机场多元化的便利商业服务、特色服务等；向货主促销机场安全、快捷的货运收、提、运服务；要想使机场能够保持长期发展，对政府的促销应放在使政府充分认识到机场在地区经济发展中的重要地位和作用，重视机场的净空时间保证和净空条件保护，协助防止非

法干扰问题等；要想将机场真正建设成为跨地区、跨国度的专业性机场经营管理公司，与非竞争性机场的合作就是必不可少的，比如与中原和西南地区的机场合作提供全航段的无缝隙航行，争取联合为航空公司、旅客、货主提供更周全完美的服务。

目前机场对“营销”经营概念还比较缺乏，要解决这种状况非一时一日，但是应该对其的紧迫性和必要性有充分的认识。我认为解决的方法和途径是：机场的经营管理者要更新观念，改革现有的体制机制，若大的改变会有困难，可先从引进营销理念和营销人才上入手，在资金和资源上给予大力支持。

（4）市场状况分析

目前国内一级货代市场竞争比较混乱，大多数货代没有将竞争力的提高放在通关速度，仓储条件，单据交接效率，以及获取舱位能力等方面，而是疏通关系拉货源、隐瞒货物实际重量，和航空公司讨价还价，大的一级代理往往依靠包租出单权，发展二级代理坐享其成。这种状况对我国货代市场的健康发展是很不利的，机场做货代要力争有一个好的开始，不走这些歧路。

做货运代理需要一定的资金作为风险金。上海地区货代市场竞争很激烈，要争取货源，需要与航空公司有好的销售运价，广阔的货源网络，良好而灵活的管理和运作机制，给货主更多的方便和垫付一定的货款，并有一定的人员协调与海关、航空公司和货主及二级货代的关系。

发展货代是机场非主营业务，但对机场提高经营能力和水平都有很大帮助，希望领域的研究对企业的发展和管理水平的提高有一定借鉴作用。

中国民航销售渠道研究

徐月芳 丁阿岐

(南京航空航天大学 南京, 210016)

摘要 本文从中国民航运输业的现状出发,面对中国航空公司目前的困境,针对中国民航销售渠道如何规范化,以提高客座率,最终提高企业经济效益这一重要问题,从理论到实际进行较为深入的分析和研究。并对推广 BSP 过程中不可忽视和亟待解决的问题做了进一步的探讨。

关键词: 航空运输; 市场营销; 销售代理; 开帐与结算计划(BSP)

引 言

航空运输业是跨国界的全球化行业。随着现代科技的日益进步,航空运量愈来愈大。1970 年全世界运输旅客仅 3.8 亿人次,到 1994 年全年运输旅客达 12 亿人次。据预测,在未来 5-10 年,全球的航空运量还将以 6% 的速度稳定增长。可见航空运输正在日益成为公众普遍使用的一种运输方式,其市场潜力有待挖掘。

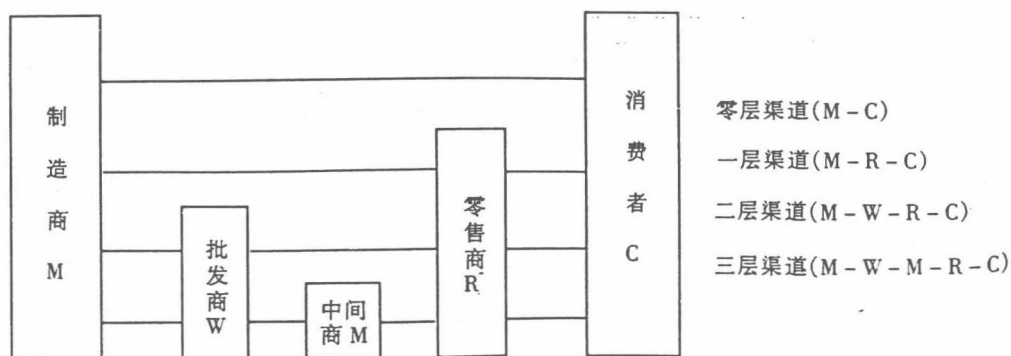
中国民航运输业从起步至今,经过几代人的艰苦努力已初具规模。在改革开放的 20 年中,中国民航的国际国内运输生产形势繁荣兴旺。运输总周转量、航线数量、机队规模都有显著增长。从 1987 年开始,民航系统进行管理体制变革,打破长期以来政企合一的局面,代之以政企分开的管理体制。机场、航空公司和管理局各行其职。作为企业的机场和航空公司,1990 年前后几年处于我国民航有史以来的最兴盛时期。但 1994 年至今,飞机载运率、客座率及日利用率大幅下降。1998 年开始,转化为全行业大面积、持续性亏损,亏损总额高达 70 多亿人民币。无疑,中国民航正处在一个发展的低谷时期。要摆脱这一处境,重新回到发展的快车道,就必须全面而仔细地分析中国民航所存在的问题与症结,并加以解决。只有这样中国民航才能真正得以稳步发展。

分析我国民航运输业陷入困境的原因,客观上存在亚洲金融危机的影响,导致消费市场的疲软。近年来我国航空运力增长过快,造成运力过剩,而公路、铁路提速又分流了部分航空需求,市场供过于求,由卖方市场转为买方市场,造成飞机载运率、客座率及日利用率的下降。主观上民航企业经营不善、管理不严。由于民航改革并不彻底,政企并未完全分开。政府对企业仍习惯于计划经济下的“保、包”,而企业对政府仍习惯于“等、靠、要”。并未真正形成“自主经营、自负盈亏、自我发展、自我约束”的现代企业。

民航企业要想在激烈的市场竞争中真正摆脱困境、扭亏增盈,就需要积极主动采取措施。赢得市场,获得利润的关键在于转换营销观念。

在营销决策

组合 4P 理论(Produce 产品、Promotion 促销、Price 价格、Place 渠道)中,市场营销渠道决策是高层管理面临的最重要决策之一,它将直接影响其它所有市场

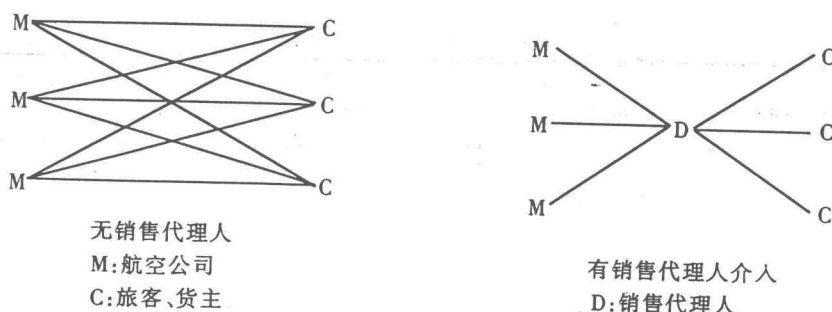


营销决策。如菲利普·科特勒所说:“市场营销是使产品或服务能被使用或消费而配合起来的一系列独立组织的集合。”市场营销渠道的工作是把商品从制造商(Manufacturer)那里转移到消费者(Consumer)手里。其过程中,批发商(Wholesaler)、中间商(Mediator)及零售商(Retailer)分别承担若干工作。市场营销渠道如下图所示:

从图中可以看出,销售渠道类型可简单地归纳为两类:直接销售和间接销售(即直销和分销)。在当今世界的经济生活中,绝大多数制造商都不是将产品直销给消费者,而是通过建立强大的分销网来提高销售量。航空运输企业也不例外。航空公司直销系统是其各销售门市部,航空公司分销系统是其销售代理人。

1 现状

从整个航空运输市场看,由于销售代理人的介入,会使社会交易总量减少。



从图中可以看出,如每一用户都直接与各航空公司联络,交易关系复杂。有了代理人的介入,用户就近可以买到客票、托运货物。同时也方便了航空公司,只要通过某一家销售代理人即可与许多旅客、货主建立交易关

系,降低航空公司的推销费用。销售代理人的广泛分布能使航空公司的产品销售达到其直销所不可能达到的广度和深度。销售代理人的推销活动,还能及时将旅客、货主的购买偏好、购买能力等信息反馈给航空公司,使航空公司的产品同旅客、货主的消费需求取得一致。

销售代理人分销也存在着诸多弊端。销售代理业的实体日益繁杂。现已批准的销售代理人主要是三大块:一是旅行社、宾馆、饭店、进出口企业等有稳定客货源的旅游服务和外经贸行业;二是民航系统,主要是各地民用机场及含有航空公司股份的企业;三是与航空运输无关、无稳定客货源的其它行业所办的“三产”机构。销售代理人缺乏经济实力,拖欠挪用销售款,随意改换经营地点,代理业务水平低下。由于销售代理业的发展,一些企业急于申请代理资格,从现有代理点挖人,致使代理业人员流动频繁,业务水平不稳定,票面出错率增加。甚至有的个人填开“鸳鸯票”,不仅使航空公司在经济上直接受损,还产生了恶劣的社会影响。在1998年查处中就有9家违规销售代理企业,有关情况如下表:

时间	企业名称	鸳鸯票(张)	侵占票款(元)
2.11	厦门千羽客货代理有限公司	4	3520
6.3	沈阳民航广通实业公司	15	20160
11.20~11.24	大连经济技术开发区国际贸易客货代理公司	9	10180
	其责任人	11	9000
11.20	长春市国际大厦机票代理处	4	4170
11.20	深圳市君宾实业售票处	11	14000
11.20	深圳白云航空代理	1	2900
11.24	广州市冶金科教代理处	3	2430
11.27	连云港站连云港售票处	4	2530
11.27	上海市龙伟航服代理处	1	450
	合计	63	69340

3 规范管理 势在必行

从航空公司自销与销售代理人分销的销售量比例来看,1997年分销份额达到70%,1998年则达到80%。过分的依赖销售代理人导致市场混乱,企业收入流失。

规范销售渠道势在必行。

(1) 让市场调节销售代理价格 市场本身就有一种无形的力量来调节价格,当供求关系发生变化时,价格就会在一定程度上背离价值。对销售代理这一服务产品来说也是如此。销售代理业务不足或过多时,都会使销售代理价格背离价值,其结果要么是高额的手续费、服务费使代理人获得高额利润,要么是手续费过低使得代理人入不敷出。不管政府部门如何控制,市场这一无形力量总是在发挥着其自身的作用。民航总局早已对销售代理费作出了严格规定,但航空公司与销售代理人之间的实际代理费用却仍然频频超出上限。所以,主管部门要做的不是像计划经济时期那样一厢情愿地给销售代理确定价格,而是应当根据市场信息反馈,制定和实施具体措施以规范和监管代理市场。

(2) 走“自销”之路 航空公司对销售代理的过度依赖必然导致其自身被销售代理所控制,为销售代理“打工”现象的出现。所以,航空公司在不排斥销售代理作为其营销网络重要组成部分的同时,应该积极提高自销比例以摆脱受控局面。提高自销比例可以通过增设自销点,各航空公司间相互代理机票,企业全员促销等手段进行。以南方航空公司湖北分公司为例,99年初开始公司全面推行全员促销,充实自己的销售力量,把公司广大员工推向销售市场。在短短的3个月内,公司各自销点共销出机票3823张,销售收入232万元,比去年同期有大幅增长。

(3) 推行中国 BSP BSP(Billing & Settlement Plan)是开帐与结算计划。根据国际航空运输代理业发展的需要,由国际航空运输协会(IATA)建立的高效、可靠、统一、规范的专业化销售结算系统。它简化了各航空公司与众多销售代理人之间在销售和结算过程中的多道程序,方便了结算,降低了航空公司和代理人的成本开支,保障了航空公司的销售收入和资金周转,保证了运输凭证和资金的安全,提高了工作效率和服务质量。与此同时,它也保护了销售代理人的经营自主权,并用技术手段限制了代理人的非法和违规销售行为,从而有利于建立良好的市场秩序。虽然中国的BSP与世界水平还有一定的差距,但毕竟在规范代理市场,防止代理人向航空公司拖欠票款,以及有效控制“鸳鸯票”等方面起到很大的作用。

中国BSP实施中仍有一些不可忽视和亟待解决的问题。首先,引进BSP的初期投资较大。其次引进BSP有一个适应过程。以前的航空公司手工票虽然麻烦,但是比较直观,易被售票员和旅客接受。BSP中性票对新接触的人来说有一个适应过程。在这期间,销售者要熟悉BSP特有的AVP、CIP等要素及严格的操作流程。由于边学习边实践必然会造成一定时期的低效率和混乱。另外,BSP设备的技术含量高,机器故障难以根除。如一台打票机为几台电脑共用,一旦出现故障,影响多台电脑的打票工作,造成时间耗费,降低出票效率。

推行中国BSP,实现销售代理管理手段现代化,是销售代理社会化市场化的客观要求,是进一步规范销售代理市场的技术保证,是提高行业管理水平的必由之路。

4 电子机票呼之欲出

新技术的开发为销售方式提供了新的可能。自动售票机已出现了许多年,旅客自行定座,使用信用卡支付。售票机发给旅客机票和登机卡,无疑减少了人力、物力的损耗。以达拉斯(DALLAS)为基地的美国西南航空公司在使用机场自动售票机售票方面取得了巨大的成功。这样一来就免去了航空公司大量的佣金支付,同时也进一步控制了零售市场。我国今年10月1日将正式运营的上海浦东国际机场也投资了自动售检票系统。自动售票机还不一定要限制在机场内使用,一旦它们的用途受到广泛欢迎,那么诸如银行、饭店等一些合适的场所也可以放置这种机器。计算机定座系统(CRS)的全球性联盟形成世界分销网(GDS)。网上定座成为可能,任何人不用出门就可以预定机票。邮购机票廉价、快速,自动打印机打印机票,并将标准的文字保存在文字处理机内可随时复制,机票款通过信用卡支付。虽然航空公司要付给信用卡公司佣金,但这和当今付给旅行代理的那日益飞涨的佣金相比要低的多了。无票证旅行是航空公司研制开发的又一项计算机新技术,不用拿着传统的机票乘机,只需打电话或通过网络向航空公司或旅行社预定航班,并在乘机时持信用卡直接到机场拿登机卡登机。

民航销售渠道及销售方法很多,有很多值得我们去研究和探讨。