

企业与生产运作管理

马登龙

新能源装备与质量工程研究所



三、需求预测

- 3.1 需求管理
- 3.2 预测
- 3.3 定性预测方法
- 3.4 定量预测方法
- 3.5 预测监控





● 需求管理的概念

- 需求管理是生产计划与控制系统衔接市场、工厂、仓库和客户之间的桥梁，是企业生产运作管理的起点。

● 需求管理的主要工作：

- 生产系统设计、运行计划、控制都需要需求管理
- 预测顾客需求、输入订单、进行产品决策；
- 与顾客协商交货期、确认订单状态、订单变更的沟通；
- **确定需求的各种来源：**包括服务性零部件需求、内部需求、为促销而准备的库存、渠道库存需求、O2O产生的订单需求等。

3.2.1 预测及其分类

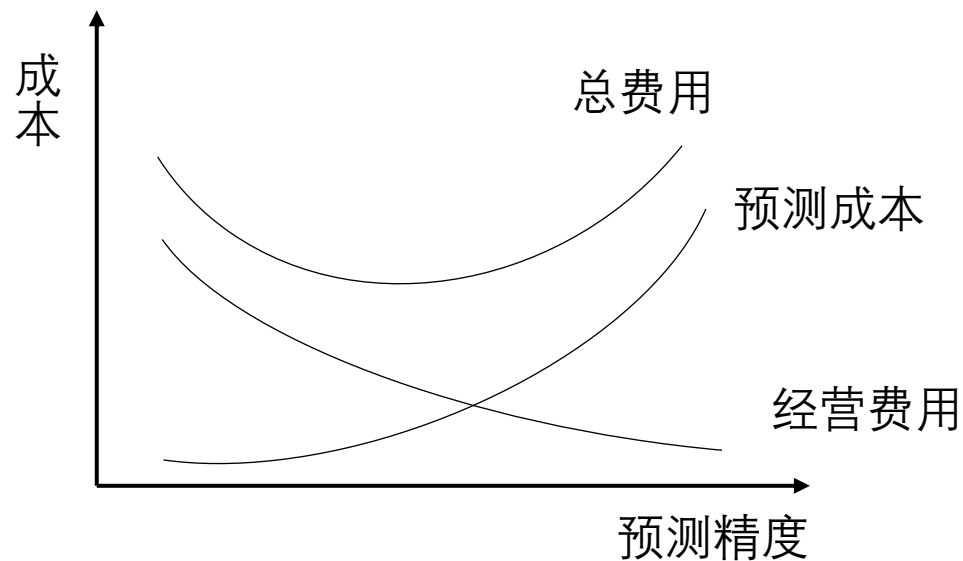
- **预测**：是对未来可能发生的事件的预测和推测。
- **分类**：
 - **根据预测内容分**：经济预测、技术预测、社会预测和需求预测；
 - **根据预测时间长短分**：长期预测（5年或以上）、中期预测（一个季度至2年）和短期预测（日、月、旬、季）；
 - **根据预测方法分**：定性预测和定量预测

3.2.2 预测方法



● 选择预测方法时要考虑的因素与原则

- (1) 决策问题的要求。
- (2) 数据的可获性和准确性。
- (3) 预测人员对预测方法的掌握水平。
- (4) 预测精度与预测成本。



选择需求预测方法的基本原则是：**简单实用**

- 定性预测方法
 - 高层主管集体讨论法
 - 销售人员意见征集法
 - 用户意见调查法
 - 专家调查法（德尔菲法）

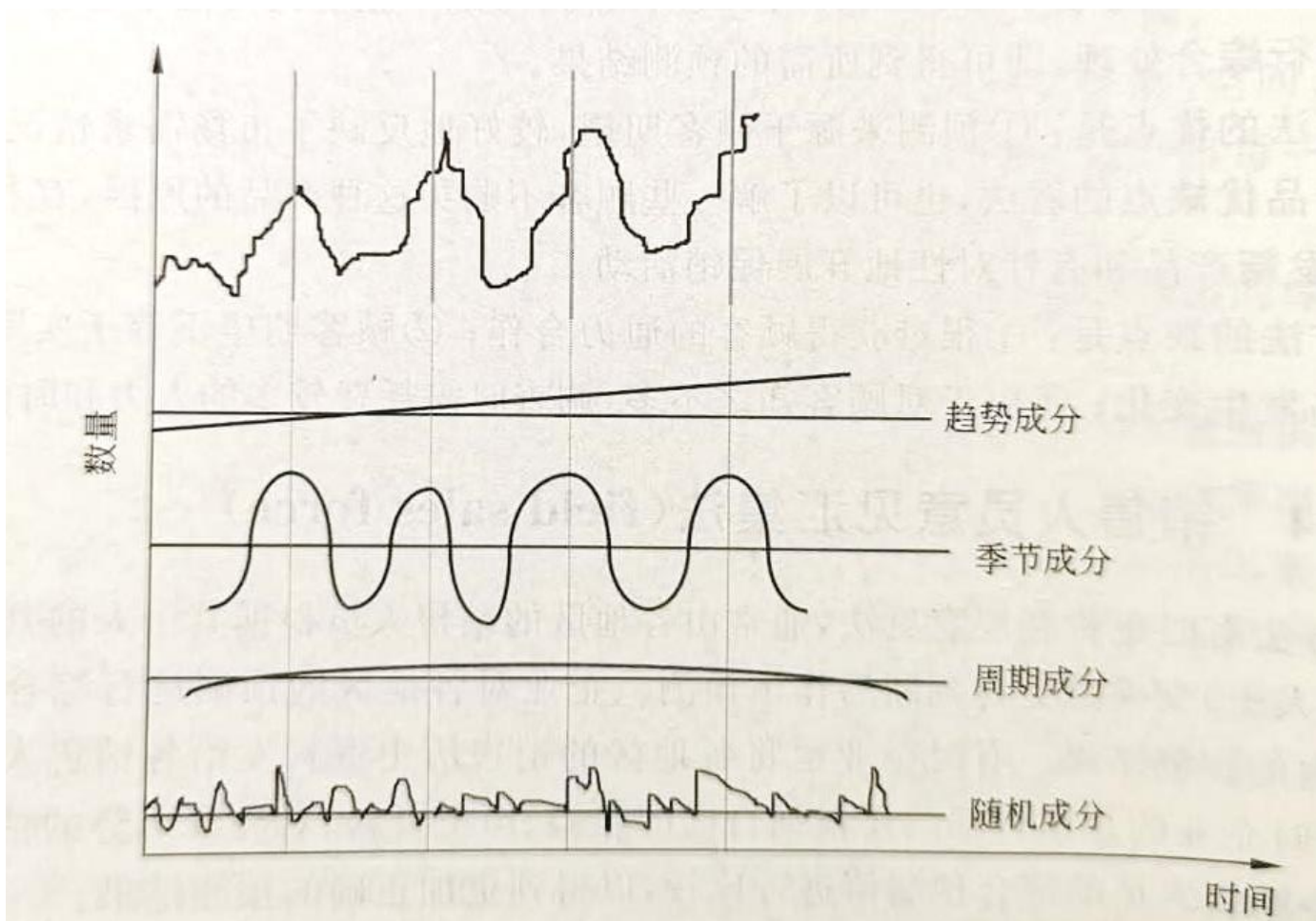
● 定量预测方法

- 又称统计预测法, 主要特点是利用统计资料和数学模型来进行预测。
- 主观判断在定量方法中仍起着重要的作用。
- 定量预测方法可分为: **时间序列模型和因果模型**

3.4.1 时间序列预测方法

➤ 时间序列

- ✓ 按一定的时间间隔和事件发生的先后顺序排列起来的数据构成的序列。



➤ 构成:

- ✓ 趋势成分
- ✓ 季节成分
- ✓ 周期成分
- ✓ 随机成分



1) 时间序列平滑模型

➤ 简单移动平均法

✓ 利用近期的实际数值通过求算术平均值预测未来值，其计算公式为

$$SMA_{t+1} = \left(\frac{1}{n} \right) \sum_{i=t+1-n}^t A_i$$

式中， SMA_{t+1} 为 t 周期末简单移动平均值，它可作为 $t+1$ 周期预测值；

A_i 为 i 周期的实际值， n 为移动平均采用的周期数。

➤ 简单移动平均法的预测结果与 n 大小有关。 n 越大，对干扰的敏感性越低，预测值的响应性越差。

1) 时间序列平滑模型

➤ 加权移动平均模型

✓ 计算公式为

$$WMA_{t+1} = \left(\frac{1}{n} \right) \sum_{i=t+1-n}^t \alpha_{i-t+n} A_i$$

式中， WMA_{t+1} 为 t 周期末加权移动平均值，它可作为 $t+1$ 周期的预测值；

$\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ 为实际需求的权系数；



3.4.1 时间序列预测方法

例3.1 某汽车4S店电动汽车的月销售量记录如下表所示。取 $n=3$ 和 $n=4$ ，试用简单移动平均法进行预测。

解：计算结果见下表：

	A_i	SMA_{t+1}	SMA_{t+1}
月份	实际销量(百台)	$n=3$ (百台)	$n=4$ (百台)
1	20.00		
2	21.00		
3	23.00		
4	24.00	21.33	
5	25.00	22.67	21.75
6	27.00	24.00	23.33
7	26.00	25.33	24.75
8	25.00	26.00	25.50
9	26.00	26.00	25.75
10	28.00	25.67	26.00
11	27.00	26.33	26.25
12	29.00	27.00	26.50



3.4.1 时间序列预测方法

例3.1中, 当 $n=3$ 时, 取 $\alpha_1=0.5$, $\alpha_2=1.0$, $\alpha_3=1.5$, 则预测结果为:

	A_i	WMA_{t+1}
月份	实际销量(百台)	3个月的加权移动平均预测值(百台)
1	20.00	
2	21.00	
3	23.00	
4	24.00	$(0.5 \times 20 + 1 \times 21 + 1.5 \times 23) / 3 = 21.83$
5	25.00	23.17
6	27.00	24.33
7	26.00	25.83
8	25.00	26.17
9	26.00	25.67
10	28.00	25.67
11	27.00	26.83
12	29.00	27.17



➤ 一次指数平滑法

- ✓ 是另一种形式的加权移动平均计算方法，它考虑了所有的历史数据：

$$SF_{t+1} = \alpha A_t + (1 - \alpha) SF_t$$

式中， SF_{t+1} 为 $(t+1)$ 期一次指数平滑预测值；

A_t 为 t 期实际值；

α 为平滑系数，它表示赋予实际数据的权重， $(0 \leq \alpha \leq 1)$

- ✓ 平滑系数越小，预测的平稳性越好，平滑系数越大，预测值对实际值的变化越敏感。



- 例3-2: 根据表中的需求数据, 用一次指数平滑法, 分别计算 $a=0.1$ 和 $a=0.6$ 时 第2-10周的预测值。
- 假设起始点: $SF_1=A_1$

周次	需求量
1	820
2	775
3	680
4	655
5	750
6	802
7	798
8	689
9	775
10	



3.4.1 时间序列预测方法

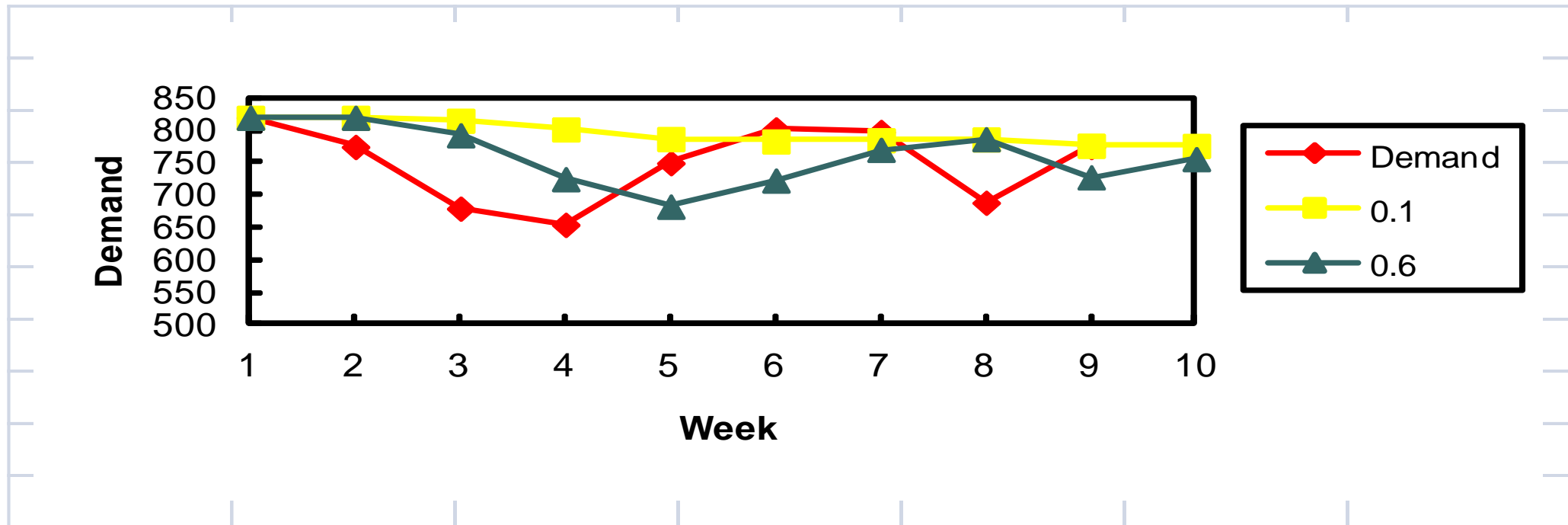
计算结果:

周次	需求量	$a=0.1$	$a=0.6$
1	820	820.00	820.00
2	775	820.00	820.00
3	680	815.50	793.00
4	655	801.95	725.20
5	750	787.26	683.08
6	802	783.53	723.23
7	798	785.38	770.49
8	689	786.64	787.00
9	775	776.88	728.20
10		776.69	756.28



3.4.1 时间序列预测方法

- 预测的关键因素是选择 α 的大小。如管理者追求稳定性， α 的值应该选择小一些，如果管理着的目标是体现响应性，则应选择大一点的 α 。本例计算结果的图形如下所示：





3.4.1 时间序列预测方法

2) 时间序列分解模型

➤ 时间序列分解模型

- **方法：** 对各种成分单独预测后综合

- **基本假设：**

- 各种成分单独地作用于实际需求且作用机制将持续到未来。

- **两种形式：**

- 乘法模型(Multiplicative Model): $T_F = T \times S \times C \times I$

- 加法模型(Additive Model): $T_F = T + S + C + I$

式中, T_F : 时间序列预测值,

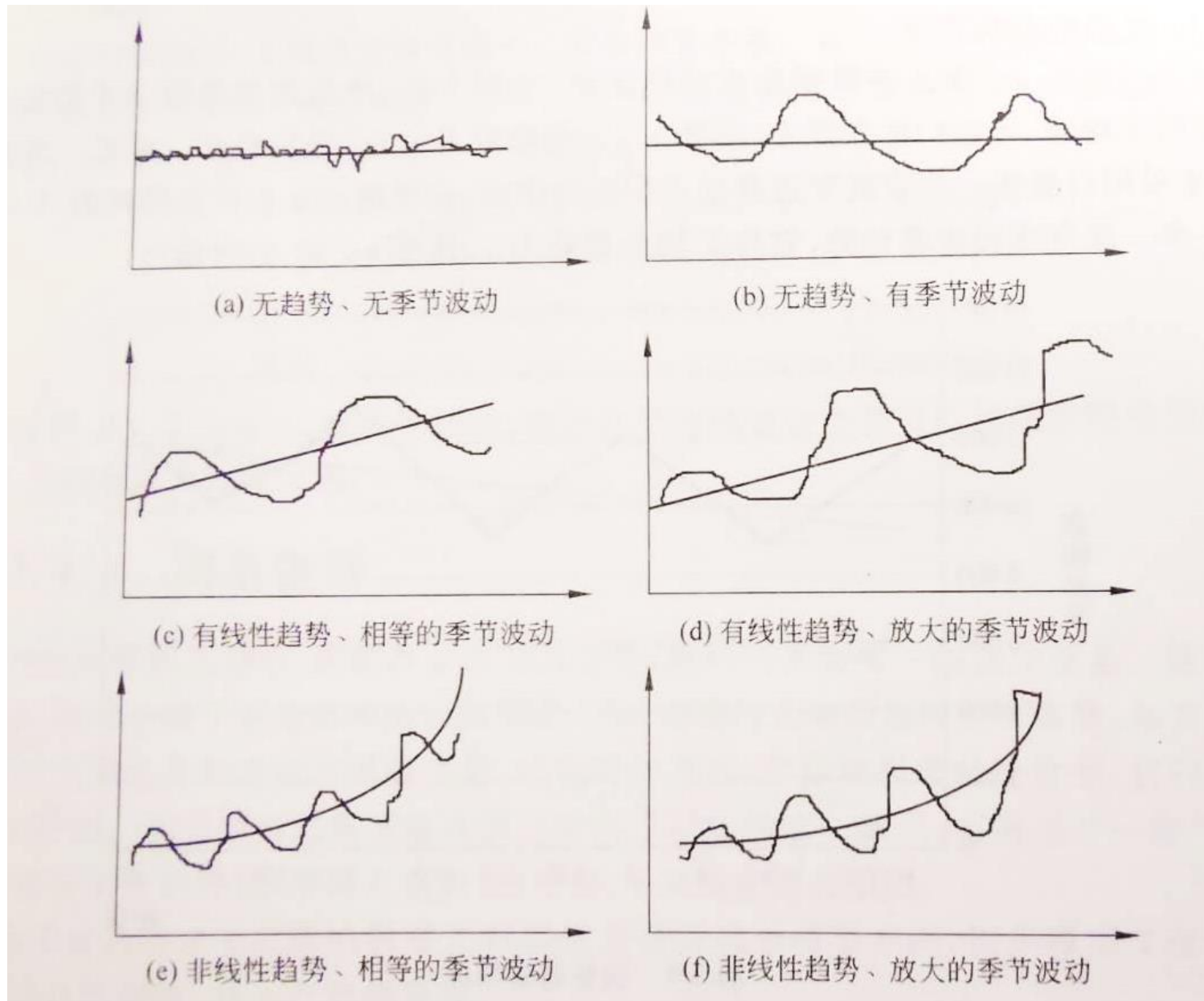
T : 趋势成分, S : 季节成分, C : 周期性变化成分, I : 随机波动成分



3.4.1 时间序列预测方法

几种可能的时间序列类型

- ✓ 机器学习算法可以很好的解决时间序列预测问题：
ARX/NARX等。





3.4.2 因果模型

- 因果模型时间序列模型将需求作为因变量,将时间作为唯一的独立变量。这种做法虽然简单,但忽略了其他影响需求的因素,
- 自学;



● 预测误差：

- 预测值与实际值之间的差异。
- 预测值大于实际值时，误差为正；反之，误差为负。
- 预测误差不可避免。

● 预测模型：

- 应该是**无偏模型**：应用该模型时，正、负误差出现的概率大致相等。

● 平均误差：

- 评价预测精度、计算预测误差的重要指标；
- 常被用来检验预测与历史数据的吻合情况；
- 也是比较模型优劣、判断预测模型能否继续使用的重要标准之一。



1) 平均绝对偏差(Mean Absolute Deviation, MAD)

- 整个预测期内每一次预测值与实际值的绝对偏差(不分正负,只考虑偏差量)的平均值。用公式表示:

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |A_t - F_t|}{n}$$

式中, A_t 表示时段 t 的实际值; F_t 表示时段 t 的预测值; n 是整个预测期内的时段个数(或预测次数)。



2) 平均平方误差(Mean Square Error , MSE)

➤对误差的平方和取平均值。MSE用公式表示为（式中符号含义同前）

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)^2}{n}$$

MSE与MAD相类似，虽可以较好地反映预测精度，但**无法衡量无偏性**。



3) 平均预测误差(Mean Forecast Error , MFE)

➤ 预测误差的值的平均值。用公式表示为：

$$MFE = \frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)}{n}$$

预测误差滚动和, RSFE

- ✓ 如果预测模型是无偏的, RSFE应该接近于零,即MFE应接近于零。
- ✓ MFE能**很好地衡量预测模型的无偏**性, 但它不能够反映预测值偏离实际值的程度。



4) 平均绝对百分误差(Mean Absolute Percentage Error, MAPE)

➤ 用公式表示为:

$$MAPE = \left(\frac{100}{n} \right) \sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right|$$

- ✓ MAD, MFE, MSE, MAPE是几种常用的衡量预测误差的指标,但任何一种指标都很难全面地评价一个预测模型,在实际应用中常常将它们结合起来使用



3.4.3 预测误差与控制

- 例：计算下表中的MAD, MSE, MFE, MAPE各值

实际值(A)	预测值(F)	偏差(A-F)	绝对偏差 A-F	平方误差(A-F) ²	百分误差100(A-F)/A	绝对百分误差100
120	125	-5	5	25	-4.17	4.17
130	125	+5	5	25	3.85	3.85
110	125	-15	15	225	-13.64	13.64
140	125	+15	15	225	+10.71	10.71
110	125	-15	15	225	-13.64	13.64
130	125	<u>+5</u>	<u>5</u>	<u>25</u>	3.85	<u>3.85</u>
		-10	60	750		49.86

$$\text{MAD} = 60/6 = 10$$

$$\text{MFE} = -10/6 = -1.67$$

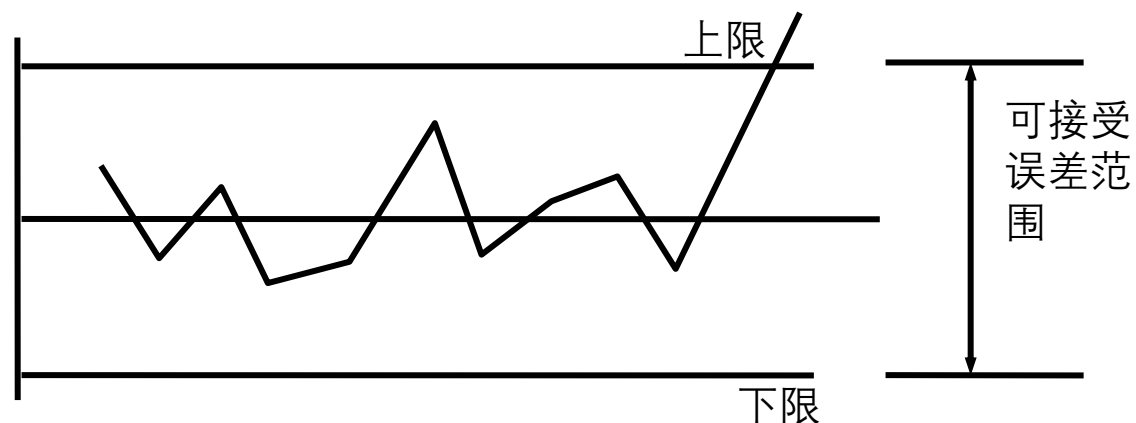
$$\text{MSE} = 750/6 = 125$$

$$\text{MAPE} = (49.86/6) = 8.31\%$$

● 检验预测模型是否仍然有效

- 将最近的实际值与预测值进行比较,看偏差是否在可以接受的范围以内
- **跟踪信号**(Tracking Signal, TS): 预测误差的滚动和与平均绝对偏差的比值。

$$TS = RSFE / MAD = \frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)}{MAD}$$



- ✓ 一般情况下,跟踪信息越接近零,预测效果越好,预测模型越能真实地反映需求规律。反之,如果跟踪信息比较大,说明预测模型与实际的需求规律之间拟合效果差,应该采取更好的方法进行预测

3.4.4 预测监控

- 例：对下表所列需求预测进行监控。

解：计算 $\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)$ 和MAD，然后求TS，结果如表和图所示

月份	需求预测	实际值	偏差	$\Sigma(A-F)$	$ A-F $	$\Sigma A-F $	MAD	TS
1	1000	950	-50	-50	50	50	50	-1.00
2	1000	1070	70	20	70	120	60	0.33
3	1000	1100	100	120	100	220	73.3	1.64
4	1000	960	-40	80	40	260	65	1.20
5	1000	1090	90	170	90	350	70	2.40
6	1000	1050	50	220	50	400	66.7	3.30

