

第十章 时间序列

- 第一节 时间序列构成
- 第二节 波动性的表述
- 第三节 长期趋势的测定
- 第四节 季节波动的测定
- 第五节 循环趋势的测定

引例

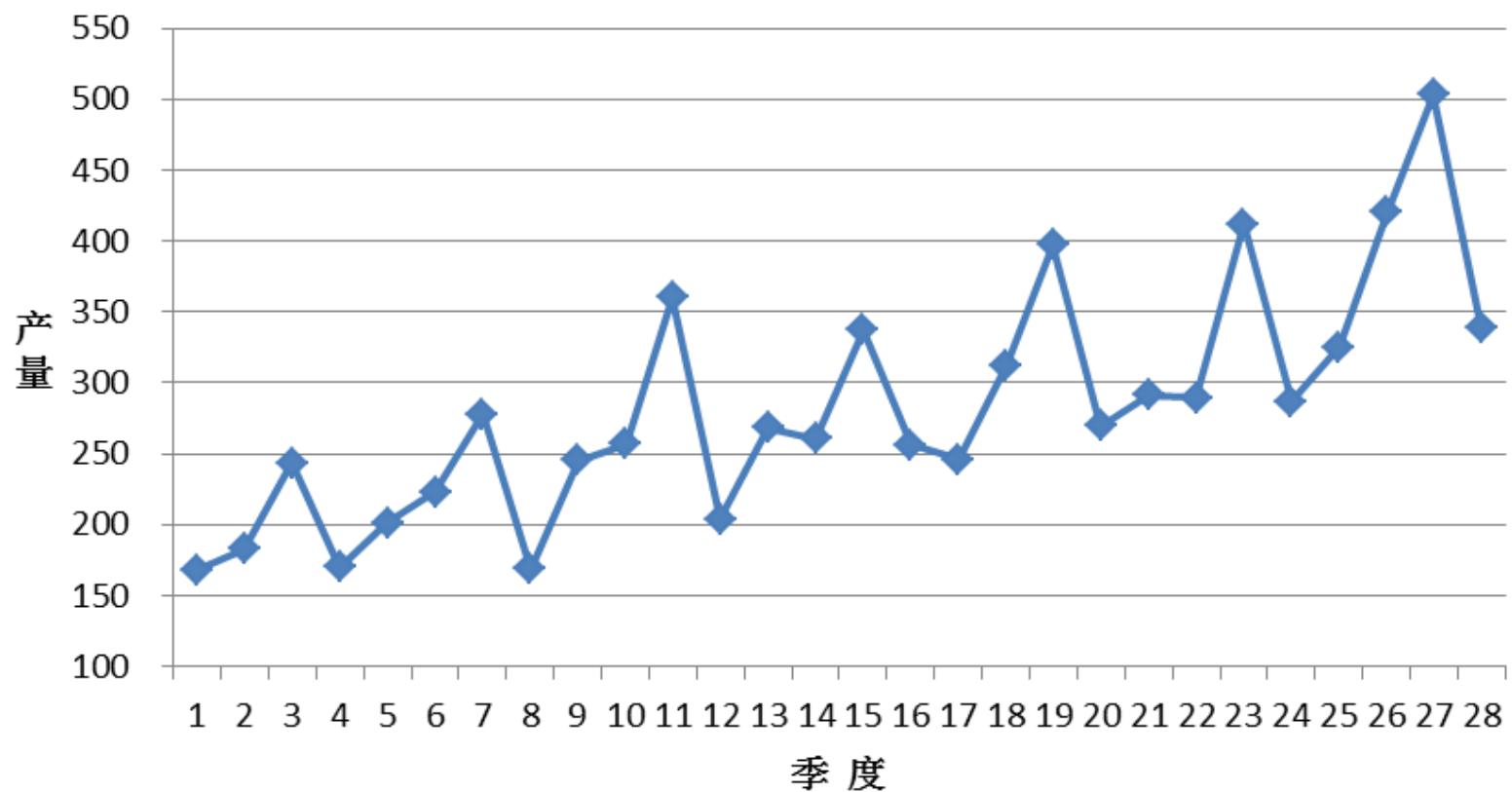
为研究全国碳酸饮料的市场供应情况，研究人员从中经网统计数据库搜集了全国2005-2011年近七年28个季度的碳酸饮料产量数据：

全国2005-2011年各季度的碳酸饮料产量 单位：万吨

季度 年份	1	2	3	4
2005	168.20	182.69	243.35	169.78
2006	201.40	223.17	278.18	168.51
2007	245.38	256.76	360.45	203.92
2008	268.53	260.75	337.54	256.26
2009	246.07	312.44	397.15	269.50
2010	291.65	289.58	411.87	287.03
2011	324.90	420.27	503.10	339.08



引例



全国2005-2011年28个季度的碳酸饮料产量（万吨）



引例

- 28个季度碳酸饮料的产量是有波动的，有的季度产量高一些，有的季度产量低一些，但这种波动又具有某种规律性；
- 如何挖掘数据中所包含的碳酸饮料产量变动的有用信息，用于预测碳酸饮料产量的未来变动情况，是本章要解决的问题。

时间序列 将某个变量的观测值按照时间的先后顺序排成一行，就形成了时间序列

时间序列构成要素：

{ 时间变量，通常记作 t
观测变量，通常记作 y

某一时间 t_i 上的观测值记作 $y_i (i = 1, 2, \dots, n)$



引例

引例就是一个典型的时间序列，其时间变量表现为季度，其观测变量为碳酸饮料产量，整个序列共有28个观测值。

时间序列是多种因素共同作用的结果。影响时间序列的因素大致可以归纳为四种：

- 长期趋势 (T)
- 季节波动 (S)
- 循环波动 (C)
- 无规则波动 (I)



第一节 时间序列构成

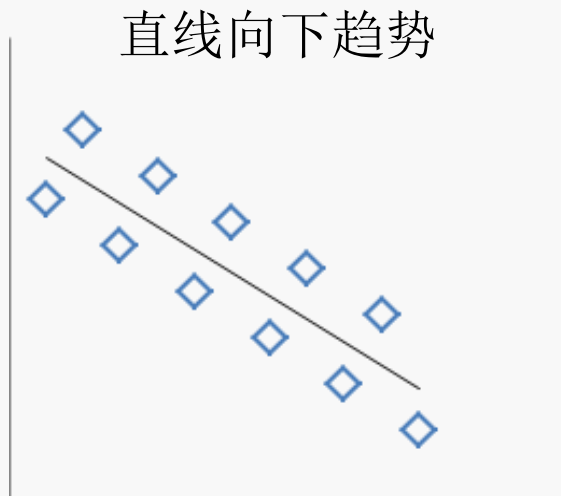
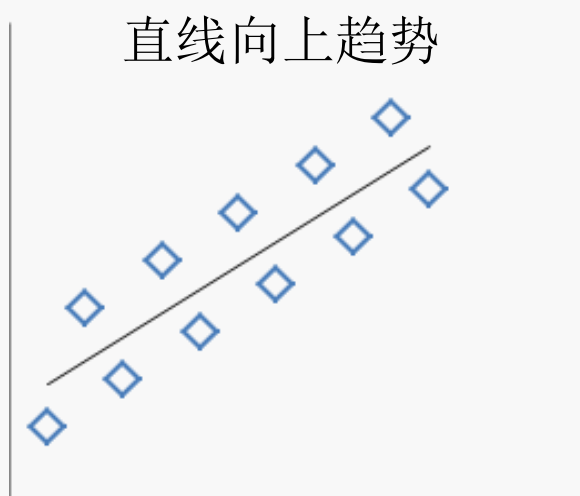
- 一、长期趋势
- 二、季节波动
- 三、循环波动
- 四、无规则波动
- 五、平稳序列与非平稳序列



一、长期趋势

长期趋势

指时间序列中的各个观测值，长期持续地沿着一定的方向上下波动。既可以是直线趋势，也可以是曲线趋势，本章主要研究的是直线趋势。



时间序列的直线趋势简单图示



一、长期趋势

对现象发展变化长期持续地起作用的因素，造成了时间序列的长期趋势。

例如，对于碳酸饮料产量来说，消费群体的变化、消费习惯的形成、碳酸饮料口味的改变、生产技术的进步、消费群体收入水平的提高等，都对碳酸饮料产量长期持续的发生作用。



二、季节波动

季节波动

指时间序列中的观测值随着季节的变更而发生的周期性波动，通常以一年为一个波动周期，同一种动态一年重复一次。

现实生活中许多时间序列具有季节波动：农产品产量、旅游业产值。

说明：一年之内的四季更替是造成时间序列季节波动的主要原因，但还需要对季节做广义的理解。时间序列分析中的季节一词，泛指以一年或小于一年为固定周期的一切周期性起作用的因素。例如，固定的作息制度、交通流量中的早晚高峰。



三、循环波动

循环波动

指现象以若干年为周期所呈现出的波浪起伏形态的有规律的变动，循环波动也属于周期波动。

循环波动与季节波动的不同表现在：

- 周期通常为一年以上
- 各个周期的长短不同
- 造成周期性的原因不明确
- 经济周期是典型的循环波动，繁荣、衰退、萧条和复苏四个阶段循环更替，每一次循环的周期都是一年以上甚至十几年。



四、无规则波动

无规则波动

是时间序列中无规律可循的变动部分，表现为在时间序列的观测值中，去除掉长期趋势、季节变动和循环波动之后的剩余部分

- 长期趋势、季节波动和循环波动是时间序列本身所固有的规律性；
- 无规则波动没有什么规律性可言，往往是由于短期的、不可预见的和不会重复出现的偶然性因素所造成，如受到自然灾害等不可抗力的影响。



五、平稳序列与非平稳序列

时间序列四部分构成内容的结构方式，存在两种理论假设：

(1) 加法模型： $y_i = T_{ti} + S_{ti} + C_{ti} + I_{ti}$

前提：四个影响因素对时间序列的影响是可加的，且相互独立

(2) 乘法模型： $y_i = T_{ti} \times S_{ti} \times C_{ti} \times I_{ti}$ （常用模型）

前提：四个影响因素对时间的影响是相互不独立的

式中： T_{ti} 为长期趋势， S_{ti} 为季节波动， C_{ti} 为循环波动， I_{ti} 为无规则波动。



五、平稳序列与非平稳序列

平稳序列

是没有长期趋势（水平趋势），且只包含无规则波动的时间序列。

非平稳序列

包含无规则波动，且包含长期趋势或季节波动或循环波动的时间序列。

非平稳序列的7种可能情形：

$$y_i = T_{ti} \times I_{ti} \quad y_i = T_{ti} \times S_{ti} \times I_{ti} \quad \leftarrow \text{引例中的时间序列基本上属于这种}$$

$$y_i = S_{ti} \times I_{ti} \quad y_i = T_{ti} \times C_{ti} \times I_{ti}$$

$$y_i = C_{ti} \times I_{ti} \quad y_i = S_{ti} \times C_{ti} \times I_{ti}$$

$$y_i = T_{ti} \times S_{ti} \times C_{ti} \times I_{ti} \quad \text{实践中同时包含全部四项构成内容的时间序列是比较少见的}$$



第二节 波动性的描述

- 一、逐期增减量与累积增减量
- 二、环比发展速度与定基发展速度
- 三、环比增减速度与定基增减速度



一、逐期增减量与累积增减量

基期VS.报告期

逐期增减量

是报告期观测值与报告期前一期观测值之差，反映了观测值逐期波动幅度的大小，即：

$$y_2 - y_1, y_3 - y_2, \dots, y_i - y_{i-1}$$

累积增减量

是报告期观测值与固定基期观测值之差，反映了观测值在给定期限内累积波动幅度的大小。固定基期通常取时间序列中最初的那个时期，即：

$$y_2 - y_1, y_3 - y_1, \dots, y_i - y_1$$



一、逐期增减量与累积增减量

逐期增减量与累积增减量之间的数量关系：

累积增减量等于对应的
各个逐期增减量之和：

$$y_n - y_1 = \sum_{i=2}^n (y_i - y_{i-1})$$

【例10.1】根据我国2003-2012年粮食总产量时间序列，试计算我国2003-2012年粮食产量的增减量。

我国2003-2012年粮食总产量

单位：万吨

年份	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
粮食 产量	43069	46946	48402	49804	50160	52870	53082	54647	57120	58958



一、逐期增减量与累积增减量

解：可以利用EXCEL中的函数功能，求得各期的逐期粮食增减量与累积增减量：

我国2003-2012年粮食总产量的增减量

单位：万吨

年份	2003	2004	2005	2006	2007
粮食总产量	43069	46946	48402	49804	50160
逐期增长量	—	3877	1456	1402	356
累积增长量	—	3877	5333	6735	7091
年份	2008	2009	2010	2011	2012
粮食总产量	52870	53082	54647	57120	58958
逐期增长量	2710	212	1565	2473	1838
累积增长量	9801	10013	11578	14051	15889



二、环比发展速度与定基发展速度

环比发展速度

是报告期观测值与报告期前一期观测值之比，反映了观测值逐期波动速度的快慢，即：

$$\frac{y_2}{y_1}, \frac{y_3}{y_2}, \dots, \frac{y_i}{y_{i-1}}$$

定基发展速度

是报告期观测值与固定基期观测值之比，反映了观测值在给定时期内波动速度的快慢。固定基期通常取时间序列中最初的那个时期，即：

$$\frac{y_2}{y_1}, \frac{y_3}{y_1}, \dots, \frac{y_i}{y_1}$$



二、环比发展速度与定基发展速度

环比发展速度与定基发展速度之间的数量关系：

- 定基发展速度等于对应的各个环比发展速度的连乘积：

$$\frac{y_n}{y_1} = \frac{y_2}{y_1} \times \frac{y_3}{y_2} \times \Lambda \times \frac{y_n}{y_{n-1}}$$

- 两个相邻时期的定基发展速度之比等于它们的环比发展速度：

$$\frac{y_i}{y_1} \div \frac{y_{i-1}}{y_1} = \frac{y_i}{y_{i-1}}$$



二、环比发展速度与定基发展速度

平均发展速度

说明现象在一个较长的时间里逐期发展的一般速度。

计算公式：

$$\sqrt[n-1]{\frac{y_2}{y_1} \cdots \frac{y_i}{y_{i-1}} \cdots \frac{y_n}{y_{n-1}}} = \sqrt[n-1]{\frac{y_n}{y_1}}$$

【例10.2】根据【例10.1】中的粮食产量时间序列，试计算环比发展速度、定基发展速度以及平均发展速度。



二、环比发展速度与定基发展速度

解：利用EXCEL的函数和四则运算功能，得到如下计算结果。

年份		2003	2004	2005	2006	2007
粮食产量 (万吨)		43069	46946	48402	49804	50160
发展速度	环比	—	1.09	1.03	1.03	1.01
	定基	1.00	1.09	1.12	1.16	1.16
年份		2008	2009	2010	2011	2012
粮食产量 (万吨)		52870	53082	54647	57120	58958
发展速度	环比	1.05	1.00	1.03	1.05	1.03
	定基	1.23	1.23	1.27	1.33	1.37

粮食产量的平均发展速度：

$${}^{10-1}\sqrt{\frac{58958}{43069}} = 103.55\%$$



三、环比增减速度与定基增减速度

环比增减速度

是报告期逐期增减量与报告期前一期观测值之比，反映了观测值逐期增减变动程度的大小，即：

$$\frac{y_i - y_{i-1}}{y_{i-1}} = \frac{y_i}{y_{i-1}} - 1$$

定基增减速度

是报告期累积增减量与固定基期观测值之比，反映了观测值在给定时期内增减变动程度的大小，即：

$$\frac{y_i - y_1}{y_1} = \frac{y_i}{y_1} - 1$$



三、环比增减速度与定基增减速度

平均增减速度

平均增减速度等于平均发展程度减1，即：

$$\sqrt[n-1]{\frac{y_2}{y_1} \cdots \frac{y_i}{y_{i-1}} \cdots \frac{y_n}{y_{n-1}}} - 1$$

或
$$\sqrt[n-1]{\frac{y_n}{y_1}} - 1$$



三、环比增减速度与定基增减速度

【例10.3】继【例10.2】，根据粮食产量时间序列，试计算环比增减速度与定基增减速度。

解：利用EXCEL的函数和四则运算功能，得到如下计算结果。

年份		2003	2004	2005	2006	2007
粮食产量（万吨）		43069	46946	48402	49804	50160
增减速度	环比	—	0.09	0.03	0.03	0.01
	定基	0.00	0.09	0.12	0.16	0.16
年份		2008	2009	2010	2011	2012
粮食产量（万吨）		52870	53082	54647	57120	58958
增减速度	环比	0.05	0.00	0.03	0.05	0.03
	定基	0.23	0.23	0.27	0.33	0.37

粮食产量的平均增减速度：
$$10^{-1} \sqrt[10]{\frac{58958}{43069}} - 1 = 103.55\% - 1 = 3.55\%$$



第三节 长期趋势的测定

一、移动平均法

二、最小平方法



第三节 长期趋势的测定

测定长期趋势的目的：

- 掌握现象活动的趋势变化；
- 通过研究现象的发展趋势，寻找合适的趋势线，有利于对现象未来的发展进行统计预测；
- 将测定的长期趋势从时间序列中剔除后，以便更好地显示和测定其他因素的影响。

测定长期趋势的常用方法：

- ①移动平均法 ②最小平方法



一、移动平均法

移动平均法

是将相邻的 k 个观测值逐项移动进行算术平均，从而得出一个派生的平均数序列，以这个平均数序列来代表原时间序列的长期趋势。

表述公式：

$$\bar{y} = \frac{(y_{i-k+1} + y_{i-k+2} + \dots + y_{i-1} + y_i)}{k}$$

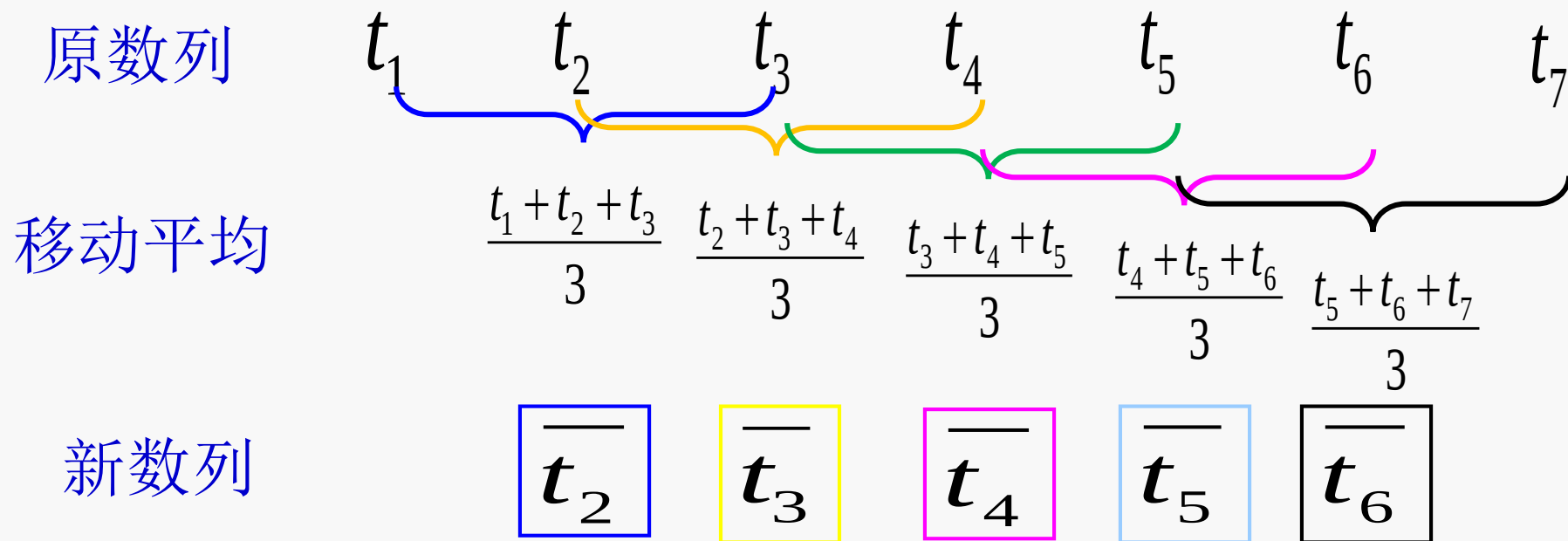
移动平均项数 k 的确定：

- 尽量选择奇数项，例如， $k=3$ 或 $k=5$ 。
- 如果原时间序列存在明显的周期性，应以周期的长度作为移动平均的项数，目的是利用平均数的作用在消除不规则波动的同时，也能消除周期性波动。



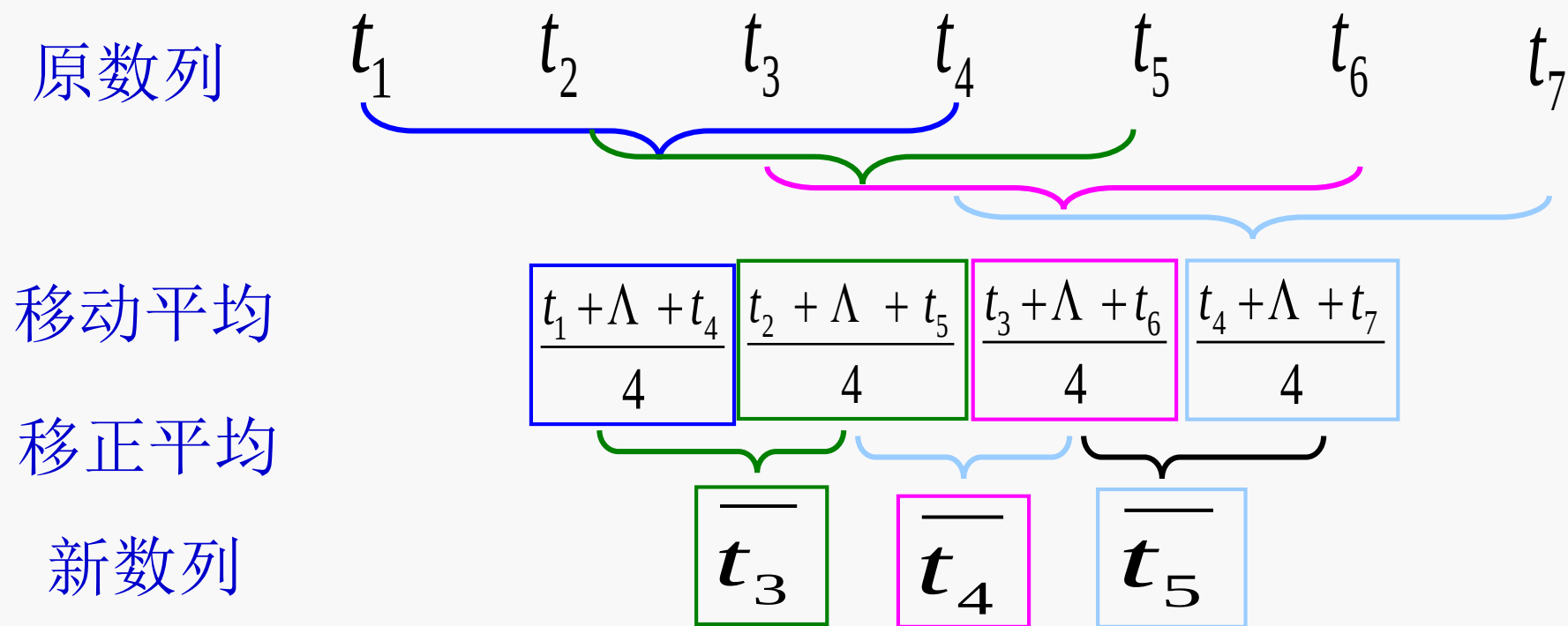
一、移动平均法

奇数项移动平均（以 $k=3$ 为例）：



一、移动平均法

偶数项移动平均（以 $k=4$ 为例）：



一、移动平均法

【例】根据引例中碳酸饮料产量时间序列，利用5项移动平均，测定长期趋势。

季度	产量（万吨）	5项移动平均	季度	产量（万吨）	5项移动平均
1	168.20	—	15	337.54	273.83
2	182.69	—	16	256.26	282.61
3	243.35	193.08	17	246.07	309.89
4	169.78	204.08	18	312.44	296.28
5	201.40	223.18	19	397.15	303.36
6	223.17	208.21	20	269.50	312.07
7	278.18	223.33	21	291.65	331.95
8	168.51	234.40	22	289.58	309.93
9	245.38	261.85	23	411.87	321.01
10	256.76	247.00	24	287.03	346.73
11	360.45	267.01	25	324.90	389.43
12	203.92	270.08	26	420.27	374.87
13	268.53	286.24	27	503.10	—
14	260.75	265.40	28	339.08	—



一、移动平均法

基于EXCEL的实现过程

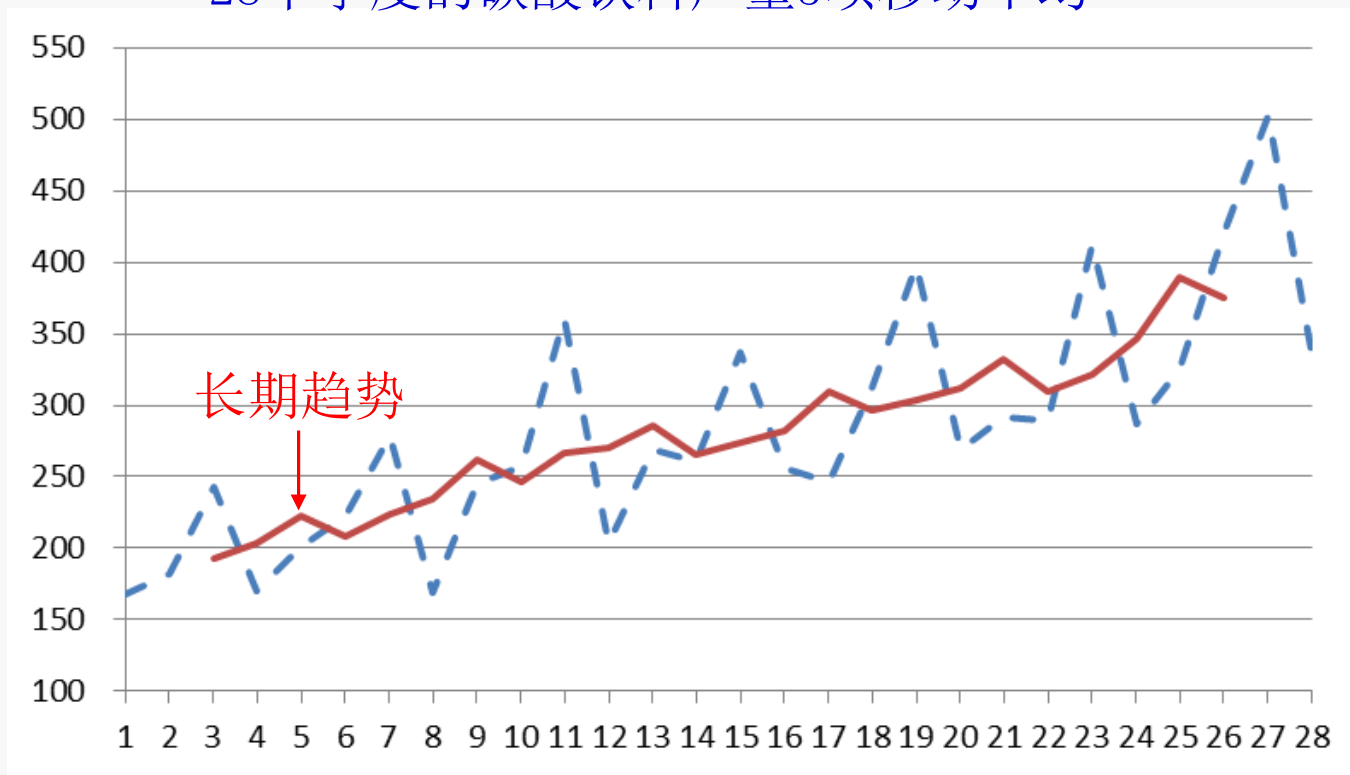
- 利用Excel的函数功能实现（“AVERAGEA”）
- 利用Excel的数据分析功能实现

在菜单栏中依次选择：数据→数据分析→移动平均→确定，再点击选择输入区域，间隔选择5，点击选择输出区域，选择图表输出，最后对结果进行调整。



一、移动平均法

28个季度的碳酸饮料产量5项移动平均



分析：由于五项移动平均结果，并没有考虑到原序列中存在的季节周期性，应根据周期的长短，进行四项移动平均。



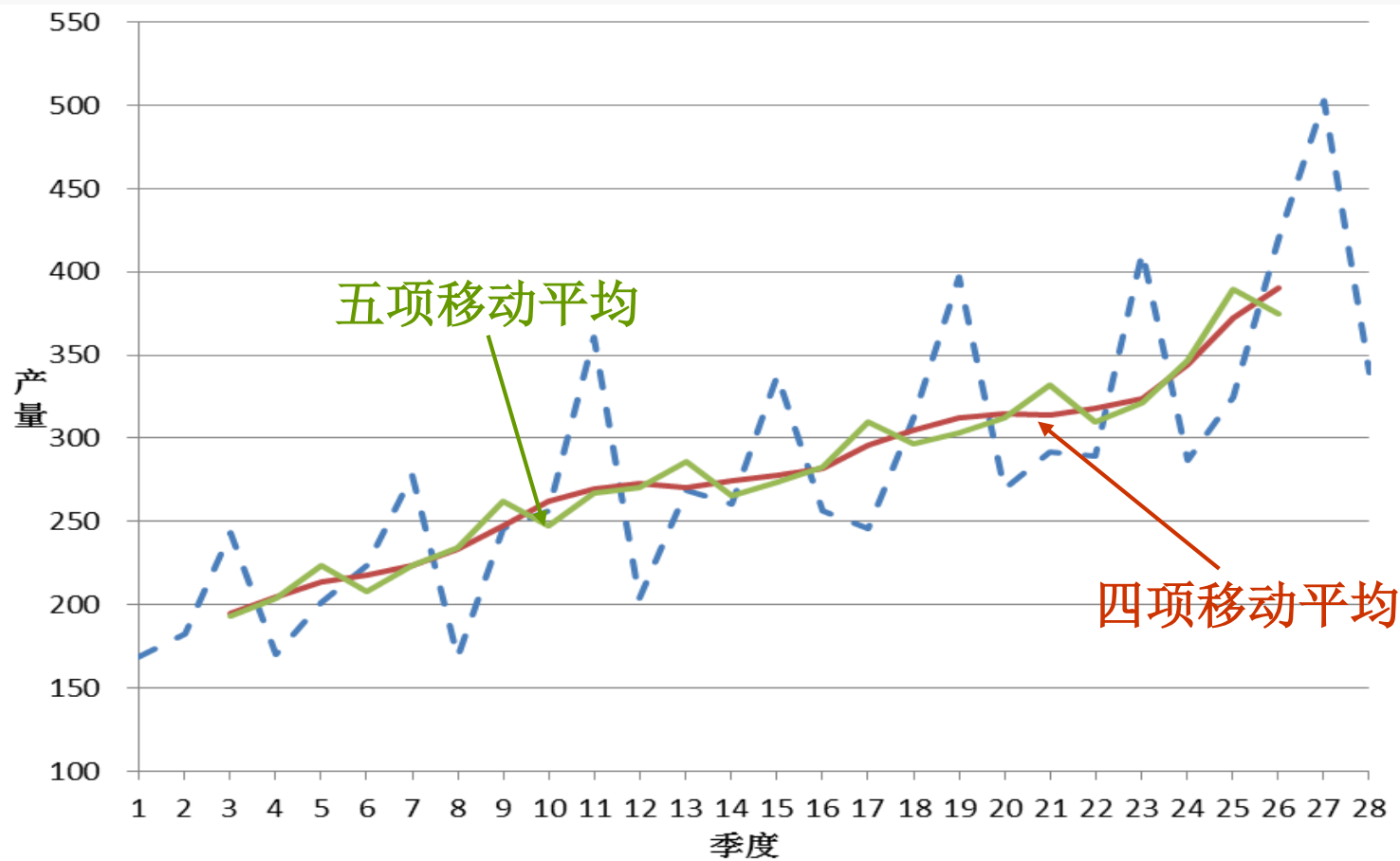
一、移动平均法

28个季度的碳酸饮料产量四项移动平均计算表

季度	产量 (万吨)	四项移动 平均	两项移正 平均	季度	产量 (万吨)	四项移动 平均	两项移正 平均
1	168.2	—	—	15	337.54	275.15	277.96
2	182.69	191.01	—	16	256.26	288.07	281.61
3	243.35	199.31	195.16	17	246.07	302.98	295.53
4	169.78	209.43	204.37	18	312.44	306.29	304.63
5	201.4	218.13	213.78	19	397.15	317.69	311.99
6	223.17	217.81	217.97	20	269.5	311.97	314.83
7	278.18	228.81	223.31	21	291.65	315.65	313.81
8	168.51	237.21	233.01	22	289.58	320.04	317.84
9	245.38	257.77	247.49	23	411.87	328.35	324.19
10	256.76	266.63	262.2	24	287.03	361.02	344.68
11	360.45	272.41	269.52	25	324.9	383.82	372.42
12	203.92	273.41	272.91	26	420.27	396.83	390.33
13	268.53	267.68	270.55	27	503.1	—	—
14	260.75	280.77	274.22	28	339.08	—	—



一、移动平均法



五项移动平均和四项移动平均计算结果比较图



一、移动平均法

【例10.4】对我国2003-2012年粮食产量序列，分别进行三年、四年和五年的移动平均，并作图比较移动的结果。

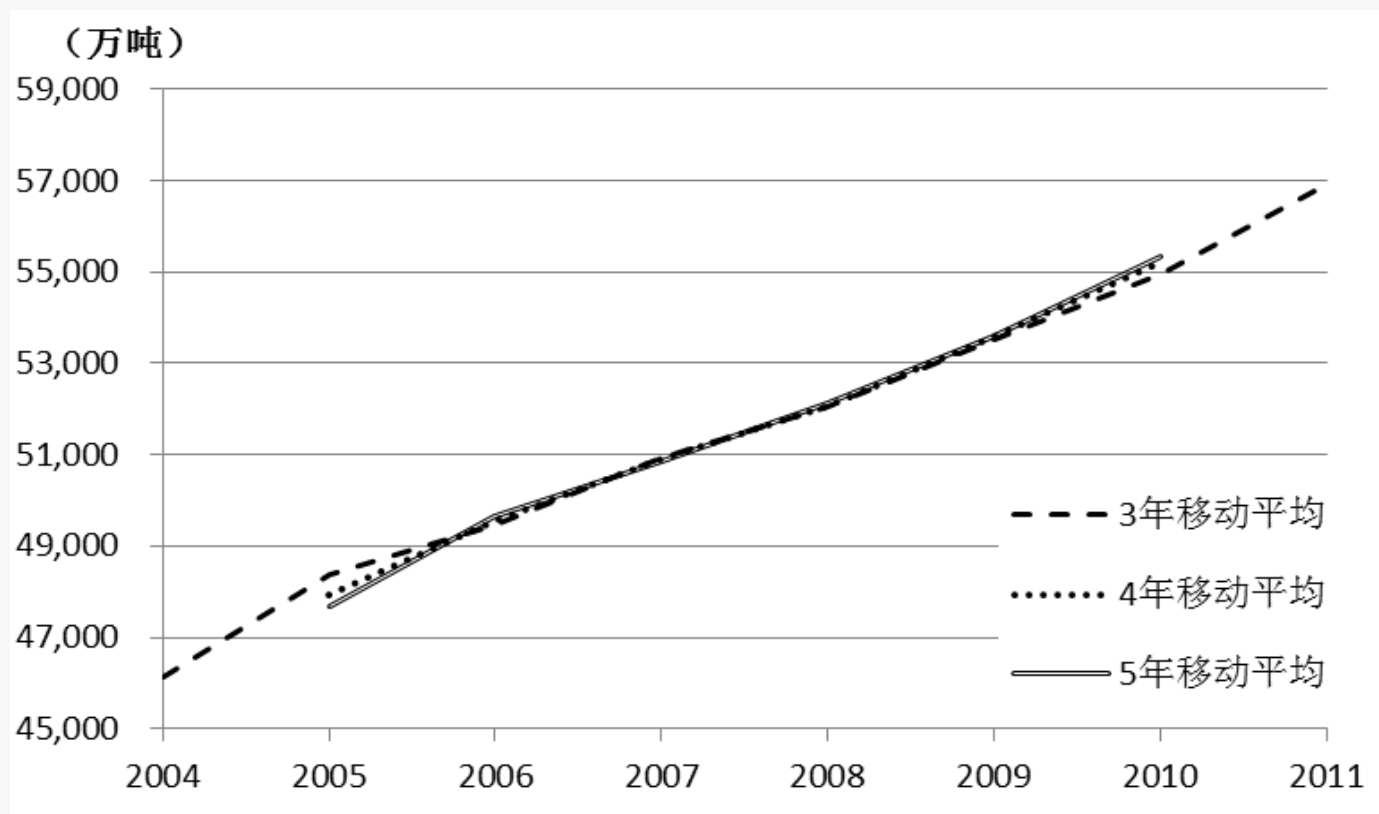
解：三年、四年和五年的移动平均计算结果如下：

年份	粮食产量 (万吨)	3年移动 平均	4年移动平均		5年移动 平均
			一次平均	二次平均	
2003	43069.5	—	—	—	—
2004	46946.9	46139.56	47055.72	—	—
2005	48402.2	48384.46	48828.41	47942.07	47676.63
2006	49804.2	49455.56	50309.40	49568.91	49636.91
2007	50160.3	50945.14	51479.37	50894.39	50863.94
2008	52870.9	52037.76	52690.25	52084.81	52113.04
2009	53082.1	53533.57	54430.39	53560.32	53576.37
2010	54647.7	54950.21	55952.15	55191.27	55335.90
2011	57120.8	56908.84	—	—	—
2012	58958.0	—	—	—	—



一、移动平均法

中国粮食产量三年、四年和五年的移动平均比较图示



- 由图可以看出，进行移动平均的项数越多，平均的结果越平滑；新数列的项数比原数列要少。



一、移动平均法

移动平均法的特点

- **优点：**测定结果与原序列关联紧密，具备较强的客观性，不仅适用于直线趋势的测定，也适用于曲线趋势的测定；
- **缺陷：**无法得到序列两端的趋势值，因而不便于外推预测。这在一定程度上损失了原序列中的部分信息，而且移动平均项数越大，信息损失越多。



二、最小平方方法

最小平方方法

当原序列呈现出明显的长期趋势时，可采用最小平方方法，直接给出趋势线方程。利用趋势线方程进行外推预测非常方便。趋势线可以是直线，也可以是曲线。

直线趋势方程 $\hat{y} = a + bt$

式中：时间 t 为自变量，观测变量 y 为因变量。

参数 a 和 b 的求解公式：

$$b = \frac{n \sum ty - \sum t \sum y}{n \sum t^2 - (\sum t)^2} \quad a = \frac{\sum y}{n} - b \frac{\sum t}{n}$$



【例10.5】根据碳酸饮料产量时间序列，利用最小平方方法测定直线趋势。

季度	时间t	产量y	t ²	ty	趋势值
2005.1	1	168.20	1	168.20	179.32
2005.2	2	182.69	4	365.38	186.98
2005.3	3	243.35	9	730.06	194.64
2005.4	4	169.78	16	679.12	202.31
2006.1	5	201.40	25	1006.98	209.97
2006.2	6	223.17	36	1339.04	217.63
2006.3	7	278.18	49	1947.25	225.29
2006.4	8	168.51	64	1348.06	232.96
2007.1	9	245.38	81	2208.44	240.62
2007.2	10	256.76	100	2567.59	248.28
2007.3	11	360.45	121	3964.90	255.95
2007.4	12	203.92	144	2446.99	263.61
2008.1	13	268.53	169	3490.83	271.27
2008.2	14	260.75	196	3650.56	278.94
2008.3	15	337.54	225	5063.03	286.60
2008.4	16	256.26	256	4100.08	294.26
2009.1	17	246.07	289	4183.14	301.92
2009.2	18	312.44	324	5623.96	309.59
2009.3	19	397.15	361	7545.84	317.25
2009.4	20	269.50	400	5390.02	324.91
2010.1	21	291.65	441	6124.63	332.58
2010.2	22	289.58	484	6370.86	340.24
2010.3	23	411.87	529	9473.07	347.90
2010.4	24	287.03	576	6888.81	355.57
2011.1	25	324.90	625	8122.39	363.23
2011.2	26	420.27	676	10926.94	370.89
2011.3	27	503.10	729	13583.63	378.56
2011.4	28	339.08	784	9494.12	386.22
总计	406	7917.49	7714	128803.89	—

二、最小平方方法

解：

$$b = \frac{n \sum t^2 y - \sum t \sum y}{n \sum t^2 - (\sum t)^2} = \frac{28 \times 128803.89 - 406 \times 7917.49}{28 \times 7714 - 406^2} = 7.66$$

$$a = \bar{y} - b\bar{t} = \frac{7917.49}{28} - 7.66 \times \frac{406}{28} = 171.65$$

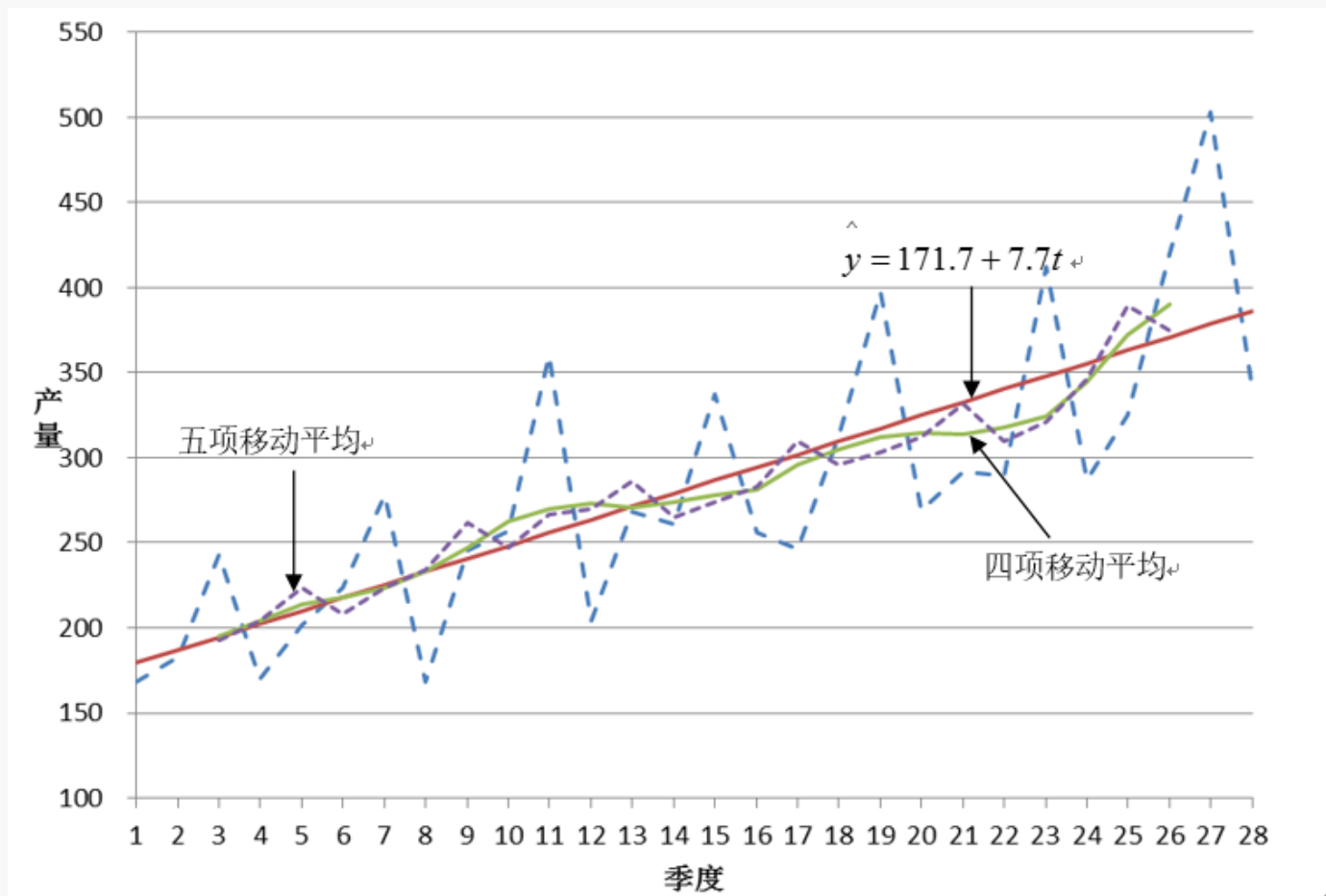
则直线趋势方程为： $\hat{y} = 171.65 + 7.66t$

预测2012年第1季度的碳酸饮料产量的趋势值，有 $t=29$ ，代入趋势方程：

$$\hat{y}_{29} = 171.65 + 7.66 \times 29 = 393.79 \text{（万吨）}$$



二、最小平方方法



四项移动平均、五项移动平均及最小平方方法直线趋势拟合结果比较图示



二、最小平方方法

最小平方方法测定长期趋势的SPSS实现

- 打开数据，选择实现过程：Analyze → Regression → Linear → Linear Regression → 将被解释变量Y移入“Dependent”，将解释变量t移入“Independent(s)”；
- 选择统计量：Statistic → 选择 Estimates、Model fit 和 Durbin-Watson；其余均保持SPSS默认选项。
- 在主对话框中单击OK。



二、最小平方法

程序主要输出结果:

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.997 ^a	.994	.994	110.51260	.786

a. Predictors: (Constant), 时间

b. Dependent Variable: 产量

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	56133382.54	1	56133382.54	4596.187	.000 ^b
	Residual	329751.916	27	12213.034		
	Total	56463134.45	28			

a. Dependent Variable: 产量

b. Predictors: (Constant), 时间

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	171.654	21.110		8.131	.000
	时间	7.663	1.272	.763	6.025	.000

a. Dependent Variable: 产量



第四节 季节波动的测定

一、同季平均法

二、趋势剔除法

三、季节调整



第四节 季节波动的测定

- 长期趋势的测定结果只能用来预测时间序列未来变动的趋势值，如果原序列具有明显的季节波动，则应将季节波动的规律性也同时测定出来，再结合长期趋势进行预测。
- 季节波动的常用测定方法
 - 同季平均法
 - 趋势剔除法
 - 季节调整



一、同季平均法

同季平均法是测定季节波动的一种简便方法，适用于水平趋势且不包含循环波动的时间序列。

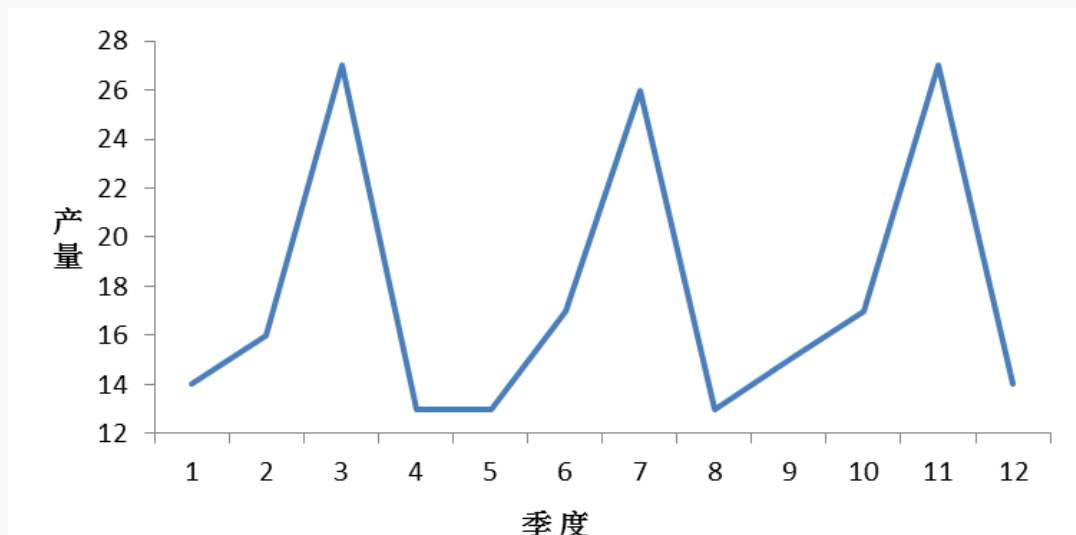
基本步骤为：

1. 编制足够长的时间序列
2. 观察时间序列的波动特征
3. 计算同季平均数
4. 计算序列平均数
5. 计算季节比率
6. 绘制季节波动模型



一、同季平均法

【例10.6】根据某蛋禽加工厂12个季度的销售额的时间序列。试用同季平均法测定该时间序列的季节波动，并预测该加工厂第4年第1季度和第3季度的营业额。



某禽蛋加工厂12个季度的销售额

单位：万元

季度 t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
销售额 y	14	16	27	13	13	17	26	13	15	17	27	14



一、同季平均法

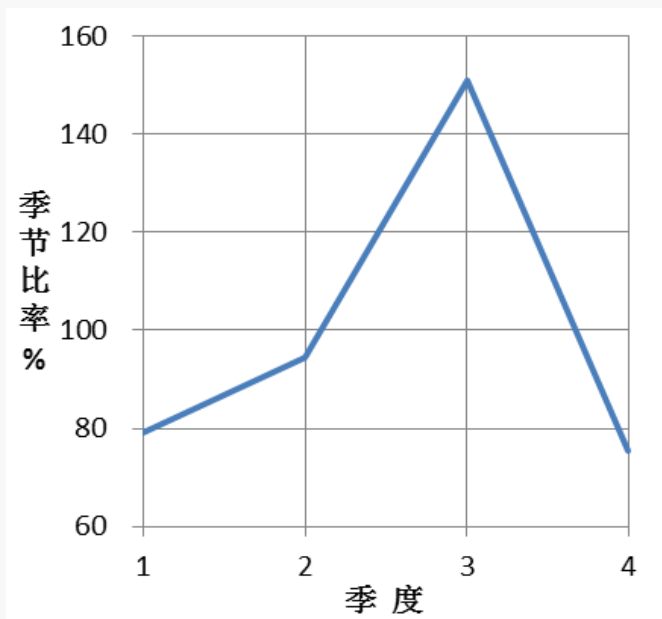


解：逐一计算同季平均数和序列平均数，并进一步计算得到季节比率，结果如下。

	第1季度	第2季度	第3季度	第4季度	全年
第1年	14	16	27	13	70
第2年	13	17	26	13	69
第3年	15	17	27	14	73
合计	42	50	80	40	212
同季平均数	14.0	16.7	26.7	13.3	17.7
季节比率 (%)	79.2	94.3	150.9	75.5	100

一、同季平均法

绘制季节波动模型：



预测该加工厂第4年第1季度（ $t=13$ ）和第3季度（ $t=15$ ）的营业额分别为：

$$\hat{y}_{13} = 17.7 \times 0.792 = 14.0(\text{万元})$$

$$\hat{y}_{15} = 17.7 \times 1.509 = 26.7(\text{万元})$$



二、趋势剔除法

如果时间序列具有明显的向上或向下趋势且不包含循环波动，可采取趋势剔除法来测定季节波动。

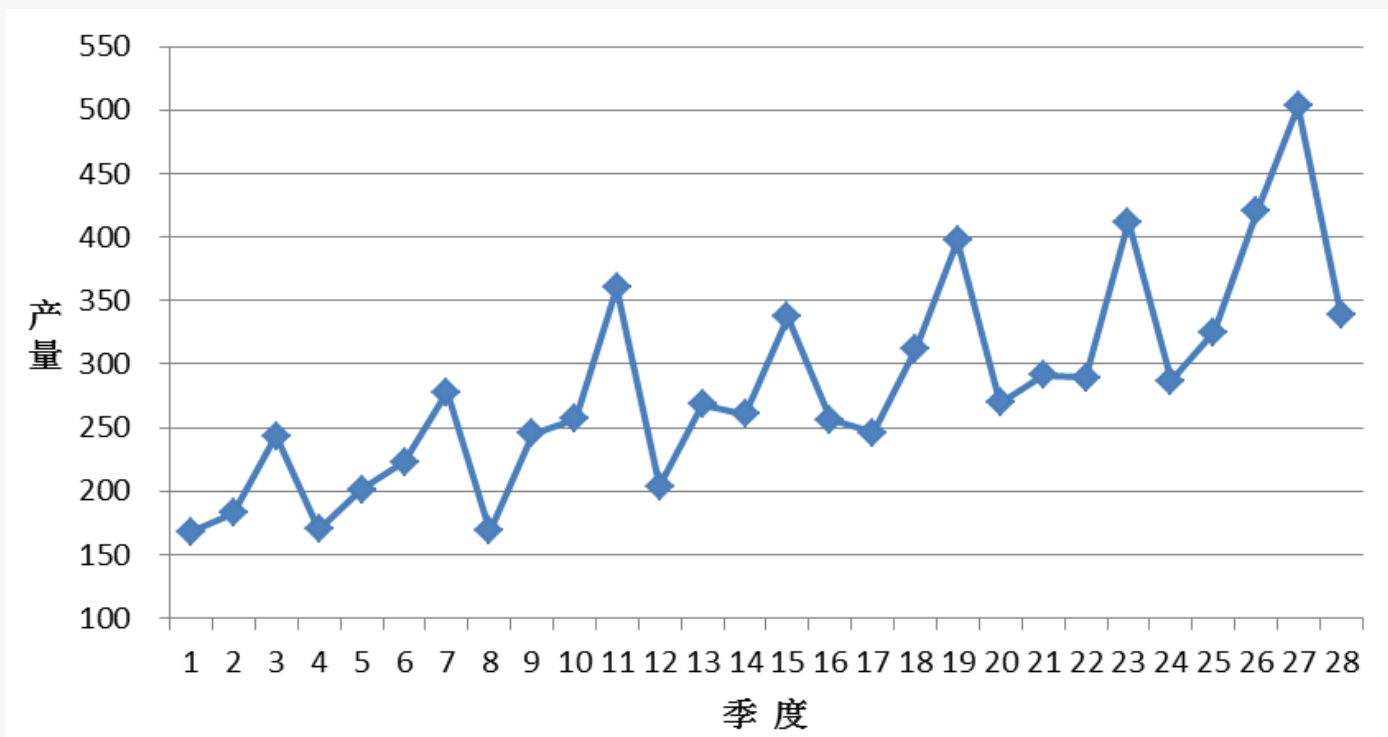
基本步骤为：

1. 编制足够长的时间序列
2. 观察时间序列的波动特征
3. 测定原序列的长期趋势
4. 从原序列中剔除长期趋势
5. 根据剔除长期趋势后的派生序列计算同季平均数
6. 绘制季节波动模型



二、趋势剔除法

【例10.7】根据碳酸饮料产量时间序列，利用趋势剔除法来测定季节波动，并预测2012年第1季度的碳酸饮料产量。



全国2005-2011年28个季度的碳酸饮料产量（万吨）



二、趋势剔除法

=243.35/195.16

全国28个季度碳酸饮料产量季节波动趋势剔除法计算表

季度	产量（万吨）	四项移动平均	两项移正平均	观测值除以趋势值
1	168.20	—	—	—
2	182.69	191.01	—	—
3	243.35	199.31	195.16	1.25
4	169.78	209.43	204.37	0.83
5	201.40	218.13	213.78	0.94
6	223.17	217.81	217.97	1.02
7	278.18	228.81	223.31	1.25
8	168.51	237.21	233.01	0.72
9	245.38	257.77	247.49	0.99
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
23	411.87	328.35	324.19	1.27
24	287.03	361.02	344.68	0.83
25	324.90	383.82	372.42	0.87
26	420.27	396.83	390.33	1.08
27	503.10	—	—	—
28	339.08	—	—	—



二、趋势剔除法

根据得到的派生序列进一步计算同季平均数，结果如下：

28个季度碳酸饮料产量季节波动趋势剔除法计算表

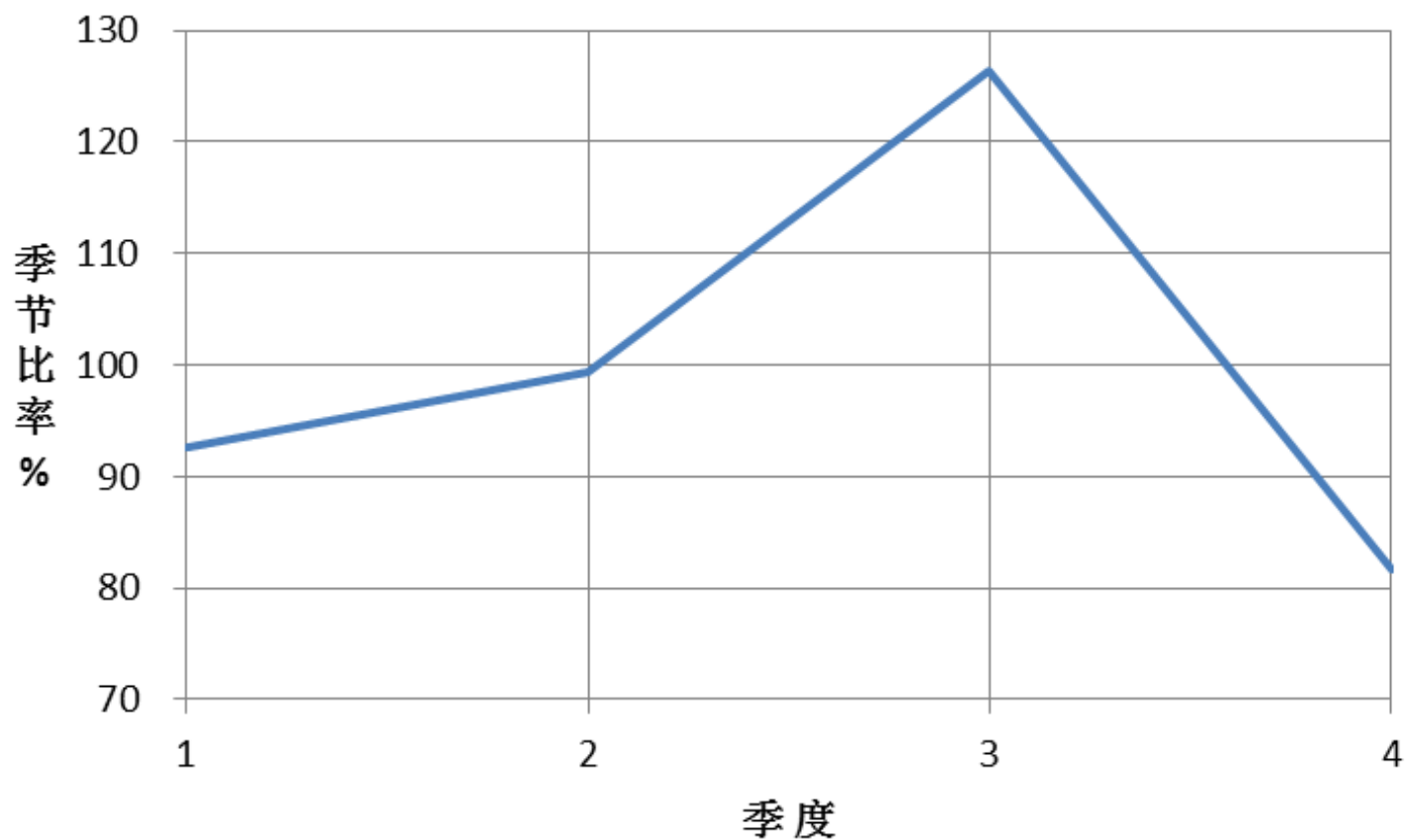
	第1季度	第2季度	第3季度	第4季度	全年
2005	—	—	1.24697	0.83076	2.07773
2006	0.94208	1.02386	1.24569	0.72318	3.93481
2007	0.99148	0.97925	1.33737	0.74719	4.05529
2008	0.99253	0.95088	1.21433	0.90995	4.06769
2009	0.83264	1.02563	1.27297	0.85603	3.98726
2010	0.92938	0.91109	1.27046	0.83275	3.94368
2011	0.87239	1.07670	—	—	1.94909
合计	5.56050	5.96741	7.58779	4.89986	24.01555
同季平均数	0.92675	0.99457	1.26463	0.81664	1.00065
季节比率（%）	92.615	99.392	126.381	81.611	100

$(92.615\%=0.92675/1.00065)$



二、趋势剔除法

绘制季节波动模型：



二、趋势剔除法

预测2012年第1季度的碳酸饮料产量：

首先使用最小平方法，利用长期趋势预测出趋势值有：

$$\hat{y}_{29} = 171.7 + 7.7 \times 29 = 395 \text{ (万吨)}$$

再利用季节比率对趋势值做出调整，进而得出预测值：

$$\hat{y}'_{29} = 395 \times 0.92615 = 365.8 \text{ (万吨)}$$



三、季节调整

季节调整

在测定出季节波动之后，为便于观察原时间序列中的其他波动特征，将季节波动从中剔除的过程。

季节调整的方法

将原序列中的各个观测值直接与对应季节的季节比率相除，从而获得调整值 y/s ，调整值中保留了除季节波动之外的其余波动特征，以便于进行深入观察。



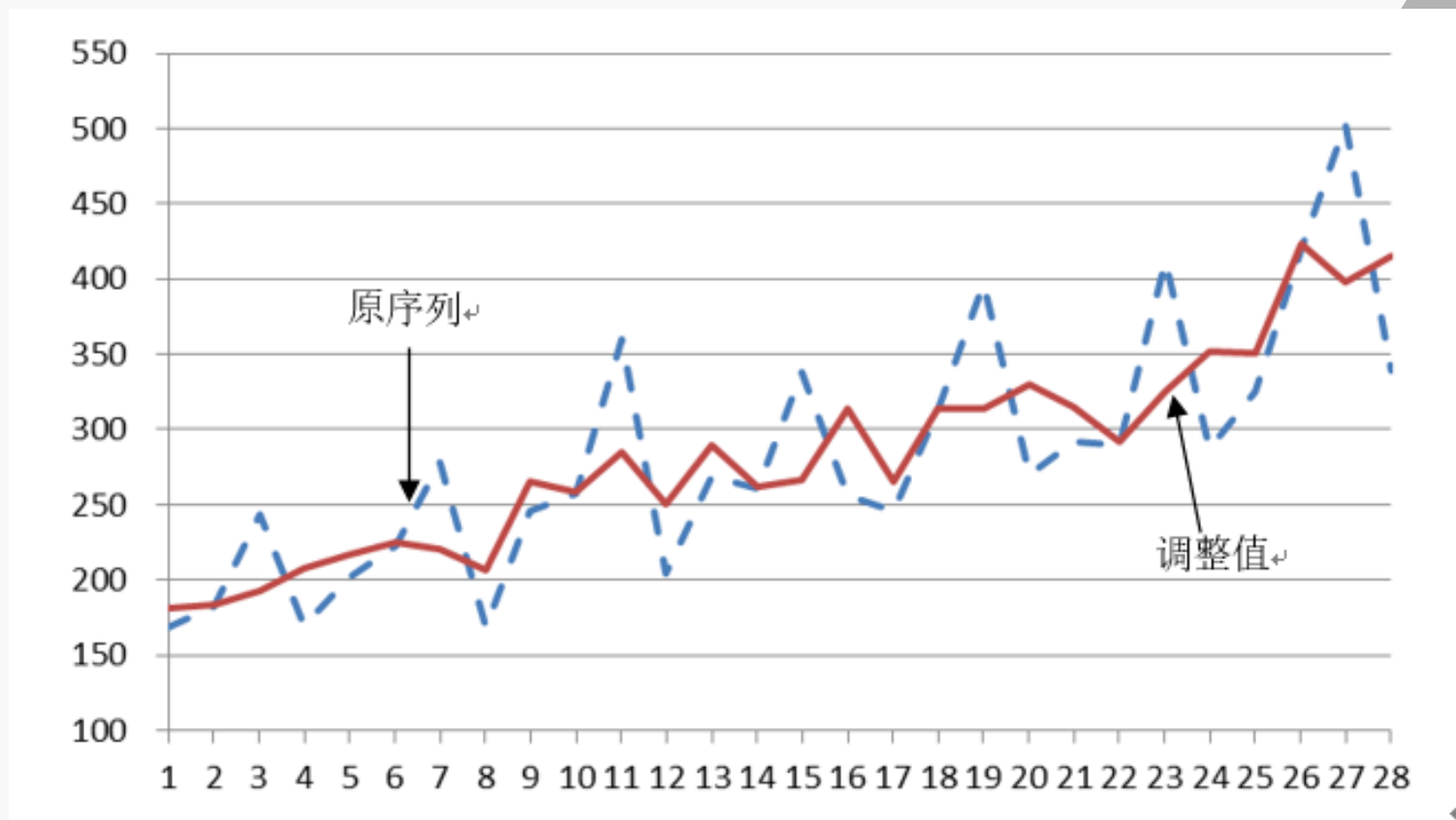
三、季节调整

28个季度碳酸饮料产量季节调整计算表

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
y	168.20	182.69	243.35	169.78	201.40	223.17	278.18	168.51	245.38	256.76
$S(\%)$	92.6	99.4	126.4	81.6	92.6	99.4	126.4	81.6	92.6	99.4
y/s	181.61	183.81	192.56	208.03	217.46	224.54	220.11	206.47	264.95	258.33
t	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
y	360.45	203.92	268.53	260.75	337.54	256.26	246.07	312.44	397.15	269.50
$s(\%)$	126.4	81.6	92.6	99.4	126.4	81.6	92.6	99.4	126.4	81.6
y/s	285.20	249.86	289.94	262.35	267.08	313.99	265.69	314.35	314.25	330.22
t	21	22	23	24	25	26	27	28		
y	291.65	289.58	411.87	287.03	324.90	420.27	503.10	339.08		
$s(\%)$	92.6	99.4	126.4	81.6	92.6	99.4	126.4	81.6		
y/s	314.90	291.35	325.89	351.70	350.80	422.83	398.07	415.47		



三、季节调整



可以明显地看出，经过季节调整后的时间序列较原序列已经没有了明显的季节波动



第五节 循环趋势的测定



第五节 循环趋势的测定

循环波动

指现象在一个较长时期内涨落起伏的波动。测定循环变动的目的是发现循环变动的规律，为预测提供依据。

测定循环波动的基本步骤：

1. 测定长期趋势和季节波动；
2. 将长期趋势和季节波动从原序列中剔除，即：

$$\frac{y_{ti}}{T_{ti} \times S_{ti}} = \frac{T_{ti} \times S_{ti} \times C_{ti} \times I_{ti}}{T_{ti} \times S_{ti}} = C_{ti} \times I_{ti}$$

3. 对派生序列 $C_{ti} \times I_{ti}$ 进行移动平均，以消除无规则波动 I_{ti} 的影响；
4. 得出循环波动 C_{ti} 。



第五节 循环趋势的测定

剩余法 是从原时间序列中分别消除长期趋势、季节变动和不规则变动的循环变动测定方法，剩余的结果便是循环变动指数。

具体计算步骤（乘法模型）：

- 如果有季节成分，首先对原序列按季节指数（ S ）进行季节调整，得到季节调整后的序列 TCI ；
- 采用移动平均法或最小平方法计算长期趋势成分（ T ），并加以消除，得到序列 CI ；
- 对消去季节成分和长期趋势值的序列 CI 进行移动平均以消除不规则波动，得到循环变动成分 C 。



第五节 循环趋势的测定

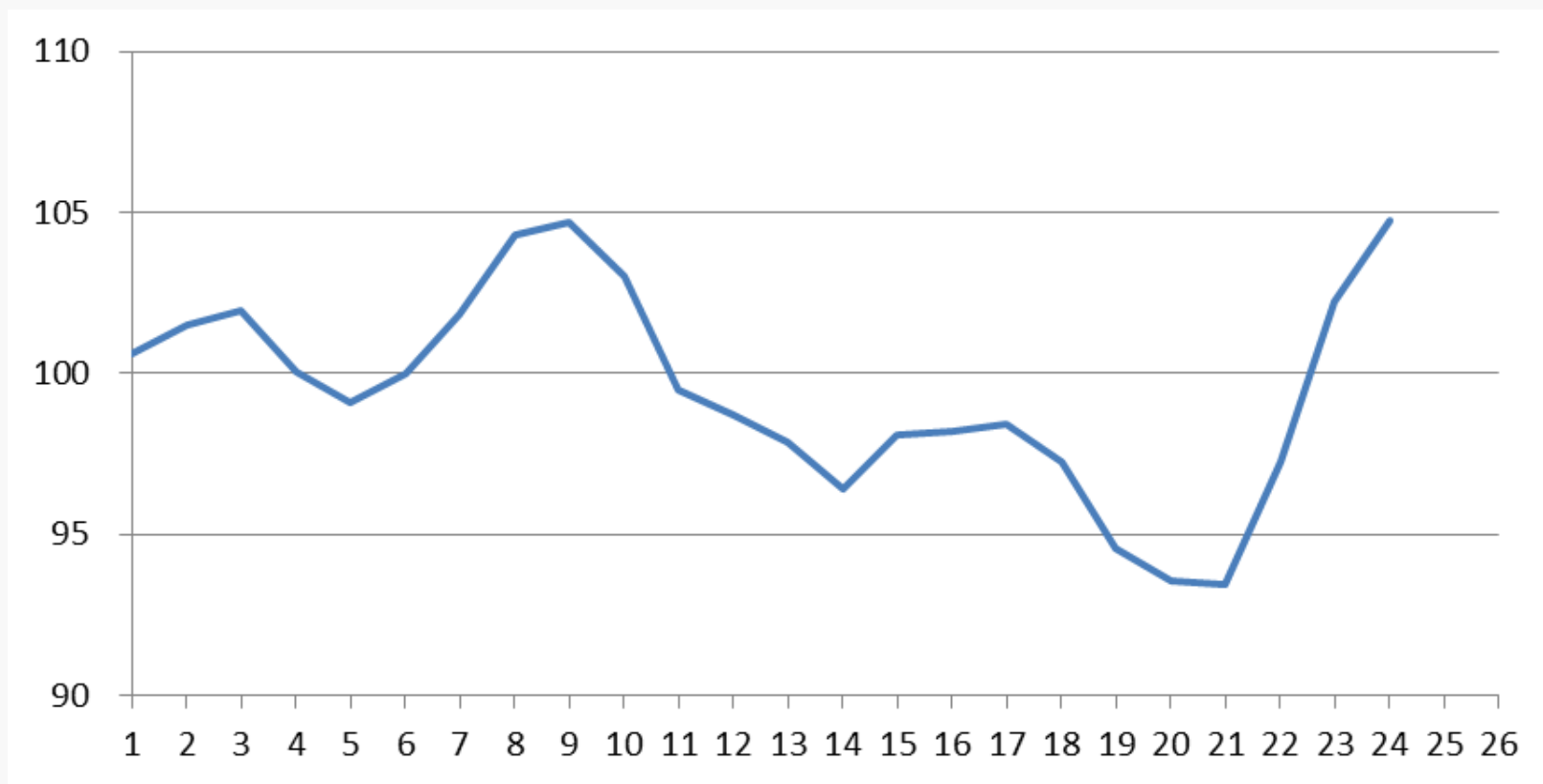
以引例为例，利用剩余法测定循环趋势的步骤：

- 首先将原序列 Y 与表季节指数序列 S 进行对比，得到季节调整后的 TCI 序列
- 然后，将 TCI 序列与趋势值序列 T 进行对比，得到 CI 序列。
这里也可以用 TCI 序列对时间 t 进行趋势回归计算趋势值序列，而且这种计算更为精确
- 最后，对 CI 序列进行四项移动平均，再进行两项移正平均，消除不规则波动。得到循环变动成分 C 序列



季度	原序列 Y	季节指数 S (%)	$Y/S = TCI$	趋势值序列 T	$TCI/T = CI$	CI 四项移动平均	C 序列 (%)
1	168.20	92.6	181.61	179.32	1.013	—	—
2	182.69	99.4	183.81	186.98	0.983	1.003	—
3	243.35	126.4	192.56	194.64	0.989	1.009	100.6
4	169.78	81.6	208.03	202.31	1.028	1.021	101.5
5	201.40	92.6	217.46	209.97	1.036	1.018	102.0
6	223.17	99.4	224.54	217.63	1.032	0.983	100.0
7	278.18	126.4	220.11	225.29	0.977	0.999	99.1
8	168.51	81.6	206.47	232.96	0.886	1.001	100.0
9	245.38	92.6	264.95	240.62	1.101	1.036	101.8
10	256.76	99.4	258.33	248.28	1.040	1.051	104.3
11	360.45	126.4	285.20	255.95	1.114	1.043	104.7
12	203.92	81.6	249.86	263.61	0.948	1.018	103.0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
21	291.65	92.6	314.90	332.58	0.947	0.939	94.6
22	289.58	99.4	291.35	340.24	0.856	0.932	93.6
23	411.87	126.4	325.90	347.90	0.937	0.937	93.5
24	287.03	81.6	351.71	355.57	0.989	1.008	97.2
25	324.90	92.6	350.80	363.23	0.966	1.037	102.2
26	420.27	99.4	422.84	370.89	1.140	1.058	104.7
27	503.10	126.4	398.08	378.56	1.052		—
28	339.08	81.6	415.48	386.22	1.076	—	—

第五节 循环趋势的测定



全国2005-2011年碳酸饮料产量序列的循环变动



