

应用型高等院校经管类系列实验教材·数学

金融计算与建模实验

廖文辉 张学奇 / 编著

Jin Rong Ji Suan Yu Jian Mo Shi Yan



经济科学出版社
Economic Science Press

应用型高等院校经管类系列实验教材·数学

金融计算与建模实验

廖文辉 张学奇 / 编著

Jin Rong Ji Suan Yu Jian Mo Shi Yan



经济科学出版社
Economic Science Press

图书在版编目 (CIP) 数据

金融计算与建模实验 / 廖文辉, 张学奇编著. —
京: 经济科学出版社, 2010. 8
应用型高等院校经管类系列实验教材·数学
ISBN 978 - 7 - 5058 - 9787 - 8

I. ①金… II. ①廖…②张… III. ①金融 - 计算机
辅助计算 - 高等学校 - 教材 IV. ①F830.49 - 39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 155874 号

责任编辑: 白留杰 张占芬
责任校对: 王苗苗
技术编辑: 李长建

金融计算与建模实验

廖文辉 张学奇 编著

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址: 北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编: 100142

教材编辑中心电话: 88191354 发行部电话: 88191540

网址: [www. esp. com. cn](http://www.esp.com.cn)

电子邮件: bailiujie518@126.com

汉德鼎印刷厂印刷

华丰装订厂装订

787×1092 16 开 8 印张 180000 字

2010 年 9 月第 1 版 2010 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5058 - 9787 - 8 定价: 17.00 元

(图书出现印装问题, 本社负责调换)

(版权所有 翻印必究)

总 序

实践教学是高等教育本质的必然要求，是践行应用型人才培养的必经之路，是地方行业性教学型本科院校办学的重要特征。近几年来，各高校经济与管理类专业实验教学已经逐步开展，把实验教学作为教学改革的抓手、知识融合的平台以及联系社会的桥梁，然而如何进一步完善实验教学体系、提高实验实践教学水平与质量已经成为各高校亟待解决的问题。应用型高等院校经管类系列实验教材以提高高等院校经济与管理类专业实验教学的建设水平为目的，以实验教材建设为突破口，探讨高等院校经济与管理类实验教材的新方向、新思路、新内容、新模式。

本系列实验教材的编写紧紧围绕“知行合一，能力为尚，积淀特色，共享协作”的地方行业性教学型经济与管理类实验教学理念，贯彻以现代教育技术为基本手段，以实验资源共享与应用为条件，强化理论教学与实践教学互动与互补，“实践与理论相结合”和在“做中学”的指导思想，强调实验教材建设与实验课程建设、实验项目建设、实验教师队伍建设以及深化实验教学改革相结合，力图通过系列教材建设规范实验教学内容和实验项目，促进实验教学质量的提高。

（一）本系列实验教材内容与教学方式符合实验教学规律和要求。具体表现在以下几个方面：

1. 实验教材以实验项目为章节，按如下体例编写：实验目的和实验要求；实验的基本原理；实验仪器、软件和材料或实验环境；实验方法和操作步骤；实验注意事项；数据处理和实验结果分析；实验报告。当然，对于不同的课程，根据其本身的学科特点，实验教材的编写体例并不完全一致。

2. 增加综合性、设计性、创新性实验项目的比例，并逐步将科研成果项目转化为教材的实验项目。

3. 与当前流行的实验平台软件或硬件及教材内容紧密结合，符合一般软件要求。

4. 充分体现以学生为主体，明确实验教学的内涵。实验教学过程体现以学生操作为主，教师辅导为辅，少量时间教师讲解，大部分时间学生操作的特点。

5. 按实验教学规律分配学时，并且有多余的实验项目供学生利用开放实验室自主学习。

6. 内容精练，主次分明，详略得当，文字通俗易懂，图表与正文密切配合。

（二）本系列实验教材遵循实验教学规律，体现时代特色，总体来说，具有以下四个特点：

1. 与现代典型案例相结合。以培养应用型人才为原则，根据实验教学大纲，注重理论联系实际，教材具有较强的实践性、新颖性、启发性和适用性，有利于培养学生的实践能力和创新能力。

2. 建设形式新颖。实验教材分为纸质实验教材和网络资源的形式；纸质教材实验报告

尝试做成活页形式，或做成可撕下的带切割线形式；在纸质教材出版，配套建有供学生实验前和实验后学习使用的网络资源。

3. 实验内容创新。对于实验教材编写内容上的创新，一是凸显应用型人才培养特色实验项目，提高了综合性、设计性、创新性实验项目的比例；二是将教师的科研成果转化为本科学生实验教学项目。

4. 编写程序严格。对实验教材的申请立项的实验教材经由学院领导及专家进行立项审查；实验教材初稿经由相关同行专家给出鉴定，最终审核后，送交出版社评审出版。

本系列教材得到各方面人士的指导、支持和帮助，尤其是得到中国经济信息学会实验经济学与经济管理实验室专业委员会的专家，广东金电集团等多家业界人士，以及各高校同行老师们的支持和帮助，我们在此表示由衷的感谢。本系列实验教材尚处于探索阶段，作为一种努力和尝试，存在诸多不足之处，竭诚希望得到广大同行及相关专家的批评指正。

应用型高等院校经管类系列实验教材编委会

2009年12月

前 言

现代金融学越来越重视金融数据与计算学科的发展，国内外各院校纷纷开设金融数据库、金融计算与建模等相关课程。要想深刻了解现代金融的内涵，更好地应用和发展它的理论与技术，就必须充分利用计算机技术。

《金融计算与建模实验》是广东金融学院应用数学（金融数学与金融工程方向）的核心实验课程，而金融计算与建模实验作为一门很新的实验课程，市场上相关教材比较缺乏，在学院和系的大力支持下，我们编写了这本实验教材。本书以解决金融研究和实际问题为出发点，给出的许多算法和实现程序；每章的计算程序精心设计，思路清晰，许多语句都加上了注释，为读者在今后学习提供了一些可参考的程序。本书选择 SAS 软件作为应用平台，要求读者除了一般的金融学基础外，还要有 SAS 编程的技能。全书分为三个部分：第一部分为金融学基础指标计算实验，包括实验一至实验四；第二部分为风险度量实验，包括实验五和实验六；第三部分为金融产品定价实验，包括实验七至实验十一。每个实验的内容一般由三个模块组成：金融理论与模型、算法实现及计算程序。本书不仅展现了应用 SAS 软件的技术，同时也力求使读者对相关的金融专题有一个较深的了解，以使读者的知识水平在金融理论、实务和统计模型的基础上，更深入到如何实现和应用。本书适合具有一定概率统计基础的财经专业的学生使用。

本书在写作的过程中得到了陈员龙和骆世广老师以及许多同学的帮助，他们是刘坤、周浩铭、曹义亮、谢泽芬、陈虹朱和陈利湖等，在此特表示衷心的感谢。限于作者的水平，书中存有不少不足之处，敬请读者批评指正，以待再版改正。

编 者

目 录

第一部分 金融学基础指标计算实验

实验一 股票收益率计算 (设计性实验)	(1)
实验二 固定证券收益率计算 (设计性实验)	(14)
实验三 收益波动率计算 (设计性实验)	(26)
实验四 指数计算 (设计性实验)	(37)

第二部分 风险度量实验

实验五 风险溢价计算 (设计性实验)	(49)
实验六 股权风险指标计算 (设计性实验)	(63)

第三部分 金融产品定价实验

实验七 中国股市 CAPM 计算 (综合性实验)	(69)
实验八 最优投资组合选择 (综合性实验)	(83)
实验九 VaR 风险度量 (验证性实验)	(93)
实验十 可转债和期权定价模型 (验证性实验)	(99)
实验十一 Monte Carlo 模拟 (设计性实验)	(110)
参考文献	(117)

第一部分

金融学基础指标计算实验

实验一

股票收益率计算 (设计性实验)

一、实验原理

投资于股票所获得的收益总额与原始投资额的比率叫做股票收益率。从1608年，荷兰在阿姆斯特丹建立第一个证券交易所以来，股票能作为最重要的投资渠道一直深受投资者的青睐，就是因为购买股票可以给投资者带来收益。股票的绝对收益率就是股息，相对收益就是股票收益率，通常我们会把相对收益理解为股票的价格变动带来的收益率，大多购买股票的投资者目标盯着的是股票的相对收益率，因为它获取更加方便，而且快捷。股票收益通常有持有期收益、资本收益和累积收益三类，而最常用的收益指标是持有期收益和资本收益。可是由于持有期和资本收益的计算相对比较麻烦，所以这里以股票累积收益指标作为计算示

例，且本实验计算的股票平均收益指标属于上述的相对收益。

(一) 收益率的定义

我们知道金融资产的价格一般是随时间而变化的，是一个典型的时间序列。假设某只股票在时刻 t 的价格为 P_t ，它的百分比收益率和连续复利收益率分别定义如下：

单期百分比收益率为：

$$R_t = \left(\frac{P_t}{P_{t-1}} - 1 \right) \times 100\%$$

而 k 期收益率为：

$$\begin{aligned} R_t(k) &= (1 + R_t)(1 + R_{t-1}) \cdots (1 + R_{t-k+1}) - 1 \\ &= \frac{P_t}{P_{t-1}} \times \frac{P_{t-1}}{P_{t-2}} \cdots \frac{P_{t-k+1}}{P_{t-k}} - 1 \\ &= \frac{P_t}{P_{t-k}} - 1 \end{aligned}$$

k 期平均收益率为： $\bar{R}_t(k) = (R_t + R_{t+1} + \cdots + R_{t+k})/k$ ，如本实验中的一种周收益定义为本周内 5 个交易日的平均收益率。

单期连续复利收益率为：

$$r_t = \ln(1 + R_t) = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) = h_t - h_{t-1}$$

其中， $h_t = \ln(P_t)$ 。多期连续复利收益率为：

$$\begin{aligned} r_t(k) &= \ln(1 + R_t(k)) \\ &= \ln[(1 + R_t)(1 + R_{t-1}) \cdots (1 + R_{t-k+1})] \\ &= \ln(1 + R_t) + \ln(1 + R_{t-1}) + \cdots + \ln(1 + R_{t-k+1}) \\ &= r_t + r_{t-1} + \cdots + r_{t-k+1} \end{aligned}$$

连续复利收益率也称为对数收益率。金融工程里的好多计算都要用到自然对数，如当价格变动幅度较大时，用 $(P_t - P_{t-1})/P_{t-1}$ 和 $(P_t - P_{t-1})/P_t$ 作为收益度量的差别就会很大，这样会给我们实际应用带来很多的不方便，而用对数收益率就可以避免这种缺点。而且利用对数的运算法则，使得高频数据与低频数据之间有了简单的加法关系：

$$r_t(k) = \ln \frac{R_t}{P_{t-k}} = \ln \frac{R_t}{P_{t-1}} + \cdots + \ln \frac{R_{t-k+1}}{P_{t-k}} = r_t + \cdots + r_{t-k+1}$$

当然以自然对数差计算股价收益率带来的方便远不止这些，对数据的进一步研究会发现还有很多优势，可以使一些问题简化很多。

(二) 收益率的加总

从表 1-1 中可以看出，当进行时序加和时，用连续复利收益率比较方便；而对资产进

行截面加和时，百分比收益率更简单。

表 1-1 收益率加和 (Return Aggregation) 结果

加和方式 (Aggregation)	时序 (Temporal)	截面 (Cross-section)
百分比收益率 (Percent)	$R_i(T) = \prod_{i=1}^T (1 + R_{it} - 1)$	$R_{pt} = \sum_{i=1}^N \omega_i R_{it}$
连续复利收益率 (Continuously Compound returns)	$r_i(T) = \sum_{i=1}^T r_{it}$	$r_{pt} = \ln \left(\sum_{i=1}^N \omega_i e^{r_{it}} \right)$

注：考虑股票的收益率通常会有两个思路，一种为考虑现金红利再投资的股票收益率，另一种为不考虑现金红利的股票收益率。本实验为了简化问题，利于学生理解收益率的计算，在计算中不考虑现金红利的股票收益率。

二、具体实验要求

1. 实验目的：股票收益率是金融工程学的基础，在金融学知识的系统中占有举足轻重的地位，如风险度量、资产定价都离不开股票收益率的计算。设立这个实验，让学生掌握使用 SAS 系统计算股票不同周期的收益率，以及一系列刻画收益率分布特征指标的方法，使学生更好地理解股票收益率，为后面的学习打下扎实的基础。

2. 实验要求及学时：实验形式（个人）；实验学时：4 学时。

3. 实验环境及材料：（使用的软件系统、实验设备、主要仪器、材料等）。

装有版本为 8.1 以上的 SAS 系统的个人电脑（每人一台）。

4. 实验内容：掌握使用 SAS 系统计算股票不同周期的收益率以及投资组合的收益率。

5. 实验步骤和参考程序。

(1) 导入时间序列。

/* 时间是从 1991 年 12 月 13 日到 2009 年 11 月 13 日 */

```
data ll;
input date:date9;
cards;
13 - Dec - 91
16 - Dec - 91
...
11 - Nov - 09
12 - Nov - 09
13 - Nov - 09
;
run; /*
```

这里由于时间序列太长，为节省篇幅，省去了很多时间数据。同学们练习时可以参考数据表中的时间变量，本书以后类似的情形都做了相同的处理 */

(2) 导入整理数据。

```
PROC IMPORT OUT = WORK sj
    DATAFILE = "D:\work\shz.xls"
    DBMS = EXCEL2000 REPLACE;
    GETNAMES = YES;
RUN;
data lwh;
merge sj ll;
run;
data lwhh(keep = time date year month day weekday);
set lwh;
year = year(date);
month = month(date);
day = day(date);
weekday = weekday(date) - 1;
run; /* 把日期转化成相应的年、月、日和星期 */
data lwh;
merge lwh lwhh;
run;
```

(3) 计算股票的周收益率。

/* 通常计算股票收益率的周期有日、周、月和年。而我们的数据一般是从日出发(当然也可以直接下载周、月和年的数据来计算), 本程序是设计从日数据出发计算上证指数的周和年的收益率, 这样算出来的是周和年中的日平均收益率。后面我们也直接用周和年数据计算, 那样算出来的是周和年的到期收益率, 两者是不一样的。希望读者细心体会 */

```
data zsy(keep = date sy dssy);
set lwh;
if weekday = 1;
sy = dif(close)/lag(close);
dssy = log(1 + sy);
run; /* 计算周收益率 */
proc gplot data = zsy;
plot sy* date;
plot dssy* date;
run;
```

结果见图 1-1 和图 1-2。

结果分析: 从图 1-1 和图 1-2 可以清晰地看出, 上海 A 股市场的收益率在两头的波动比较大, 而在中间的波动是较少的。熟悉证券市场的读者知道, 在 2001 ~ 2006 年有一个长达 5 年的熊市, 这个是制度原因造成的。这个时期的市场进入平缓下跌的过程, 收益率波动

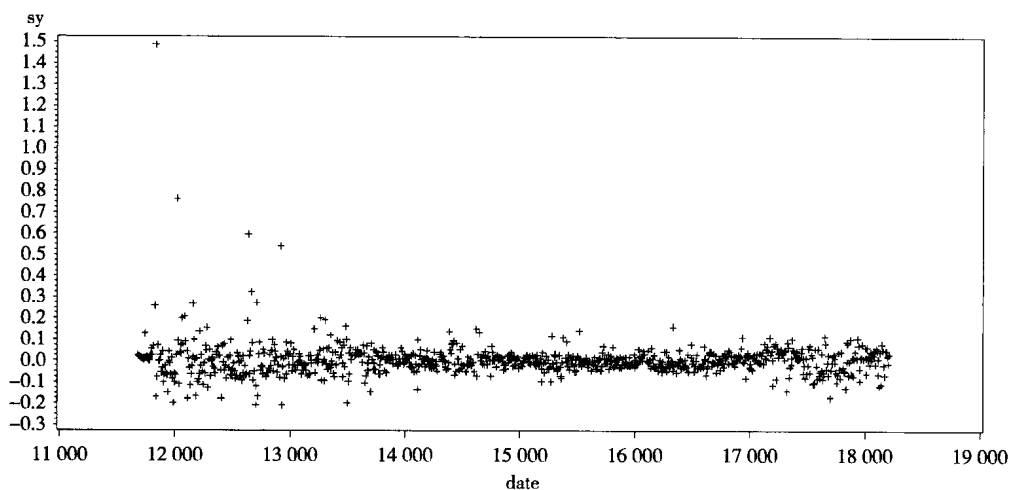


图 1-1 周单期收益

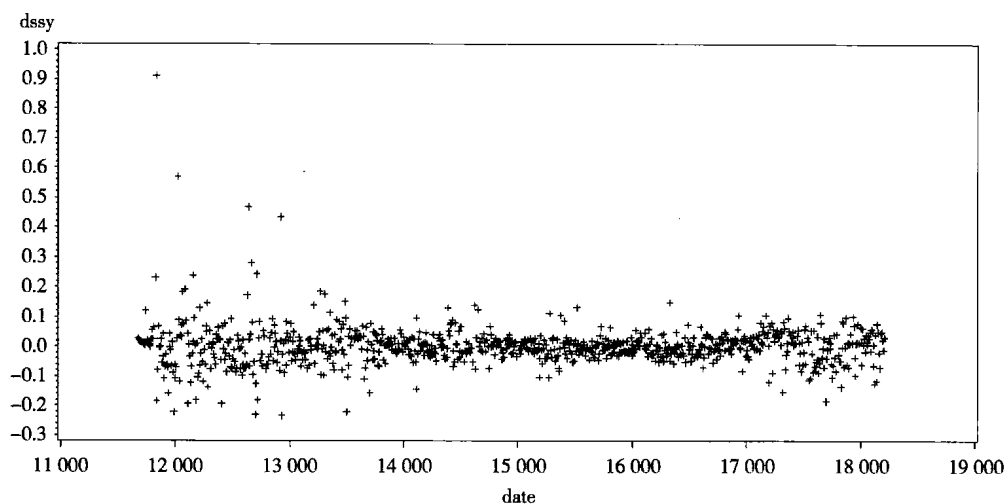


图 1-2 周复利收益

较小。而在市场建立之初的时候，参与市场的投资者不成熟，市场投机氛围较浓，反映在收益率上就是波动幅度较大。而 2006 年后期经历了股权分置改革，消除了一些体制上的障碍，市场进入一个 3 年的牛市。收益率的幅度变化又有明显的增大。可见这个数据处理分析出的结果真实地反映了我们市场的实际情况。

```
proc univariate data = zsy;
```

```
var sy;
```

```
run;
```

结果见表 1-2。

表 1-2

上证指数周收益的描述性统计量

The UNIVARIATE Procedure			
Variable: sy			
Moments			
N	867	Sum Weights	867
Mean	0.00554583	Sum Observations	4.80823363
Std Deviation	0.08439139	Variance	0.00712191
Skewness	7.86117393	Kurtosis	120.878719
Uncorrected SS	6.19423631	Corrected SS	6.16757067
Coeff Variation	1521.70917	Std Error Mean	0.00286608

结果分析：从表 1-2 可以看出，市场成立至今，上海证券交易所一共交易了 867 周，平均每周收益率是 0.006，方差为 0.08。以后会知道这个方差反映了交易风险，8% 左右的波动，说明股市的交易风险是不小的（因为上海证交所对股票交易有 10% 的涨跌幅限制）。

(4) 下面计算 1992 ~ 2009 年的年平均收益率。

/* 对当年所有交易日的收益率进行平均取值 */

```

data nsy(keep = year sy date);
set lwh;
sy = dif(close)/lag(close);
run;
data kk1992   kk1993 kk1994 kk1995 kk1996 kk1997 kk1998 kk1999 kk2000
kk2001 kk2002 kk2003 kk2004 kk2005 kk2006 kk2007 kk2008 kk2009;
set nsy;
if year = 1992 then output kk1992;
if year = 1993 then output kk1993;
if year = 1994 then output kk1994;
if year = 1995 then output kk1995;
if year = 1996 then output kk1996;
if year = 1997 then output kk1997;
if year = 1998 then output kk1998;
if year = 1999 then output kk1999;
if year = 2000 then output kk2000;
if year = 2001 then output kk2001;
if year = 2002 then output kk2002;
if year = 2003 then output kk2003;
if year = 2004 then output kk2004;
if year = 2005 then output kk2005;
if year = 2006 then output kk2006;

```

```

if year = 2007 then output kk2007;
if year = 2008 then output kk2008;
if year = 2009 then output kk2009;
run
/* 把原来的数据按年分开 */
proc means data = kk1992 noprint; var sy; output out = sum1992
;run;
proc means data = kk1993 noprint; var sy; output out = sum1993
;run;
proc means data = kk1994 noprint; var sy; output out = sum1994
;run;
proc means data = kk1995 noprint; var sy; output out = sum1995
;run;
proc means data = kk1996 noprint; var sy; output out = sum1996
;run;
proc means data = kk1997 noprint; var sy; output out = sum1997
;run;
proc means data = kk1998 noprint; var sy; output out = sum1998
;run;
proc means data = kk1999 noprint; var sy; output out = sum1999
;run;
proc means data = kk2000 noprint; var sy; output out = sum2000
;run;
proc means data = kk2001 noprint; var sy; output out = sum2001
;run;
proc means data = kk2002 noprint; var sy; output out = sum2002
;run;
proc means data = kk2003 noprint; var sy; output out = sum2003
;run;
proc means data = kk2004 noprint; var sy; output out = sum2004
;run;
proc means data = kk2005 noprint; var sy; output out = sum2005
;run;
proc means data = kk2006 noprint; var sy; output out = sum2006
;run;
proc means data = kk2007 noprint; var sy; output out = sum2007
;run;
proc means data = kk2008 noprint; var sy; output out = sum2008
;run;

```

```

proc means data = kk2009 noprint; var sy; output out = sum2009
;run;
/* 按日求出每年的日平均收益 */
data sum1992; set sum1992; keep sy;run;
data sum1993; set sum1993; keep sy;run;
data sum1994; set sum1994; keep sy;run;
data sum1995; set sum1995; keep sy;run;
data sum1996; set sum1996; keep sy;run;
data sum1997; set sum1997; keep sy;run;
data sum1998; set sum1998; keep sy;run;
data sum1999; set sum1999; keep sy;run;
data sum2000; set sum2000; keep sy;run;
data sum2001; set sum2001; keep sy;run;
data sum2002; set sum2002; keep sy;run;
data sum2003; set sum2003; keep sy;run;
data sum2004; set sum2004; keep sy;run;
data sum2005; set sum2005; keep sy;run;
data sum2006; set sum2006; keep sy;run;
data sum2007; set sum2007; keep sy;run;
data sum2008; set sum2008; keep sy;run;
data sum2009; set sum2009; keep sy;run;
proc transpose data = sum1992 out = sum1992; var sy;run;
proc transpose data = sum1993 out = sum1993; var sy;run;
proc transpose data = sum1994 out = sum1994; var sy;run;
proc transpose data = sum1995 out = sum1995; var sy; run;
proc transpose data = sum1996 out = sum1996; var sy;run;
proc transpose data = sum1997 out = sum1997; var sy;run;
proc transpose data = sum1998 out = sum1998; var sy;run;
proc transpose data = sum1999 out = sum1999; var sy;run;
proc transpose data = sum2000 out = sum2000; var sy;run;
proc transpose data = sum2001 out = sum2001; var sy;run;
proc transpose data = sum2002 out = sum2002; var sy;run;
proc transpose data = sum2003 out = sum2003; var sy;run;
proc transpose data = sum2004 out = sum2004; var sy;run;
proc transpose data = sum2005 out = sum2005; var sy;run;
proc transpose data = sum2006 out = sum2006; var sy;run;
proc transpose data = sum2007 out = sum2007; var sy;run;
proc transpose data = sum2008 out = sum2008; var sy;run;
proc transpose data = sum2009 out = sum2009; var sy;run;

```



```

data sum1992 (keep = col4 year);set sum1992; year = 1992; run;
data sum1993 (keep = col4 year);set sum1993; year = 1993; run;
data sum1994 (keep = col4 year);set sum1994; year = 1994; run;
data sum1995 (keep = col4 year);set sum1995; year = 1995; run;
data sum1996 (keep = col4 year);set sum1996; year = 1996; run;
data sum1997 (keep = col4 year);set sum1997; year = 1997; run;
data sum1998 (keep = col4 year);set sum1998; year = 1998; run;
data sum1999 (keep = col4 year);set sum1999; year = 1999; run;
data sum2000 (keep = col4 year);set sum2000; year = 2000; run;
data sum2001 (keep = col4 year);set sum2001; year = 2001; run;
data sum2002 (keep = col4 year);set sum2002; year = 2002; run;
data sum2003 (keep = col4 year);set sum2003; year = 2003; run;
data sum2004 (keep = col4 year);set sum2004; year = 2004; run;
data sum2005 (keep = col4 year);set sum2005; year = 2005; run;
data sum2006 (keep = col4 year);set sum2006; year = 2006; run;
data sum2007 (keep = col4 year);set sum2007; year = 2007; run;
data sum2008 (keep = col4 year);set sum2008; year = 2008; run;
data sum2009 (keep = col4 year);set sum2009; year = 2009; run;
data npjsy;
set sum1992 sum1993 sum1994 sum1995 sum1996 sum1997
sum1998 sum1999 sum2000 sum2001 sum2002 sum2003 sum2004
sum2005 sum2006 sum2007 sum2008 sum2009;
run;
/* 把每年的日平均收益率整理到数据表 npjsy 中来 */
proc gplot data = npjsy;
symbol i = join v = star color = red;
plot col4* year;
run;

```

结果见图 1-3。

结果分析：从图 1~3 可清晰看到，2008 年是我国建立股票市场以来收益率最低的一年。在 2007 年的中期，全球经济在美国次贷危机的引发下发生了金融海啸，其中全球的股市是重灾区，普遍跌去了 50% 以上。我国上海 A 股从 2007 年 10 月的 6124 点跌到 2009 年初的 1800 余点，中间没有过任何像样的反弹。在我国基本保持着每年都有一次不错行情的传统，但是在 2008 年这个传统也彻底破除了，所以 2008 年环境的恶劣可以想象。同学们可以从图 1-3 中 2008 年这个深沟中再次体会一下这次全球金融海啸的冲击。而 2009 年在我国政府的 4 万亿元刺激方案的出台，我国经济带动全球的经济全面复苏以及股市对 2008 年深跌的纠正，带动 2009 年股市的收益率全面反转，并且达到了前面所讲 2006 年由股权分置改革带动的牛市的收益率水平。

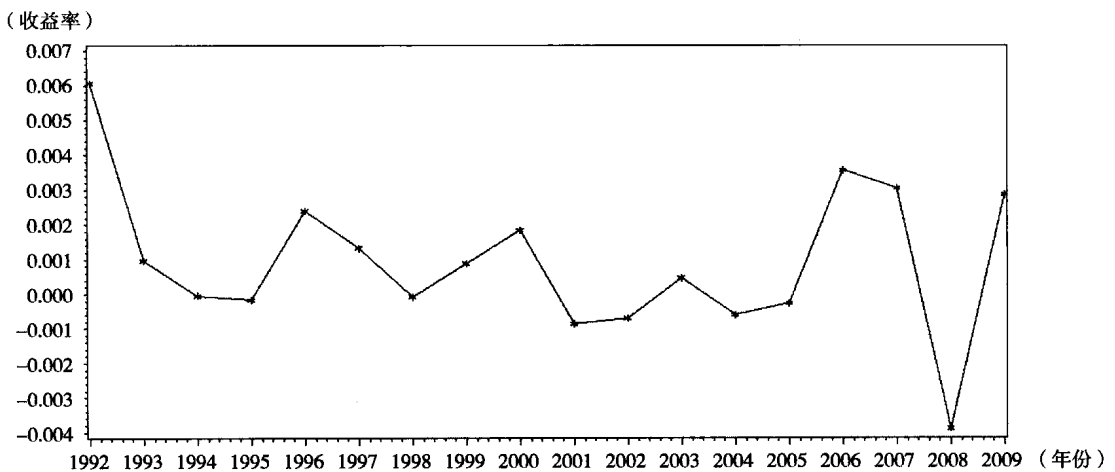


图 1-3 股票年收益率

(5) 直接用周和年的数据计算出来的周和年的收益率。

```
PROC IMPORT OUT = WORK.zjzsj
    DATAFILE = "D:\work\zjzsj.xls"
    DBMS = EXCEL2000 REPLACE;
    GETNAMES = YES;
```

RUN;/* 导入的这个数据本身周期就是周，所以不用像前面一样进行数据整理，而直接计算即可* /

```
data zjzsj(keep = time sy);
set zjzsj;
sy = dif(close)/lag(close);
run;
proc gplot data = zjzsj;
plot sy* time;
run;
```

```
PROC IMPORT OUT = WORK.zjnsj
    DATAFILE = "D:\work\zjnsj.xls"
    DBMS = EXCEL2000 REPLACE;
    GETNAMES = YES;
```

```
RUN;
data zjnsj(keep = time sy);
set zjnsj;
sy = dif(close)/lag(close);
run;
proc gplot data = zjnsj;
```