

Chapter 9 – Python期货分析

Frank Ziwei Zhang
School of Finance



上海對外經貿大學
SHANGHAI UNIVERSITY OF INTERNATIONAL BUSINESS AND ECONOMICS

Contents

Q1

期货市场

Q2

股指期货

Q3

国债期货



9.1 期货市场

9.1.1 期货交易所及合约品种

交易所名称	交易所代码	合约后缀	首页地址
中国金融期货交易所	CFFEX	.CFX	http://www.cffex.com.cn/
上海期货交易所	SHFE	.SHF	http://www.shfe.com.cn/
上海国际能源交易中心	INE	.INE	http://www.ine.cn/
郑州商品交易所	CZCE	.ZCE	http://www.czce.com.cn/
大连商品交易所	DCE	.DCE	http://www.dce.com.cn/
广州期货交易所	GFEX	.GFEX	http://www.gfex.com.cn/

9.1.1 期货交易所及合约品种

1、郑州商品交易所

交易所	品种	合约代码	夜盘	日盘
郑州商品交易所	菜粕	RM	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
郑州商品交易所	菜籽油	OI	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
郑州商品交易所	一号棉花	CF	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
郑州商品交易所	精对苯二甲酸	TA	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
郑州商品交易所	白砂糖	SR	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
郑州商品交易所	白糖期权	SR-C/P	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
郑州商品交易所	甲醇	MA	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
郑州商品交易所	玻璃	FG	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
郑州商品交易所	动力煤	ZC	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
郑州商品交易所	棉纱	CY	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
郑州商品交易所	棉花期权	CF-C/P	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
郑州商品交易所	纯碱	SA	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
郑州商品交易所	精对苯二甲酸期权	TA-C/P	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
郑州商品交易所	甲醇期权	MA-C/P	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
郑州商品交易所	菜粕期权	RM-C/P	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
郑州商品交易所	动力煤期权	ZC-C/P	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
郑州商品交易所	短纤	PF	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00

9.1.1 期货交易所及合约品种

1、郑州商品交易所

交易所	品种	合约代码	夜盘	日盘
郑州商品交易所	粳稻	JR	无	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
郑州商品交易所	菜籽	RS	无	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
郑州商品交易所	普通小麦	PM	无	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
郑州商品交易所	强麦	WH	无	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
郑州商品交易所	早籼稻	RI	无	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
郑州商品交易所	晚籼稻	LR	无	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
郑州商品交易所	硅铁	SF	无	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
郑州商品交易所	锰硅	SM	无	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
郑州商品交易所	苹果	AP	无	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
郑州商品交易所	红枣	CJ	无	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
郑州商品交易所	尿素	UR	无	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
郑州商品交易所	花生	PK	无	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00

9.1.1 期货交易所及合约品种

2、大连商品交易所

交易所	品种	合约代码	夜盘交易时间	日盘交易时间
大连商品交易所	黄大豆1号	A	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
大连商品交易所	黄大豆2号	B	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
大连商品交易所	豆粕	M	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
大连商品交易所	豆粕期权	M-C/P	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
大连商品交易所	豆油	Y	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
大连商品交易所	棕榈油	P	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
大连商品交易所	铁矿石	I	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
大连商品交易所	焦炭	J	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
大连商品交易所	焦煤	JM	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
大连商品交易所	米	C	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
大连商品交易所	玉米淀粉	CS	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
大连商品交易所	聚乙烯	L	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
大连商品交易所	聚氯乙烯	V	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
大连商品交易所	聚丙烯	PP	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
大连商品交易所	乙二醇	EG	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
大连商品交易所	玉米期权	C-C/P	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
大连商品交易所	粳米	RR	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
大连商品交易所	苯乙烯	EB	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00

9.1.1 期货交易所及合约品种

2、大连商品交易所

交易所	品种	合约代码	夜盘交易时间	日盘交易时间
大连商品交易所	铁矿石期权	I-C/P	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
大连商品交易所	液化石油气	PG	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
大连商品交易所	液化石油气期权	PG-CP	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
大连商品交易所	聚乙烯期权	L-C/P	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
大连商品交易所	聚氯乙烯期权	V-C/P	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
大连商品交易所	聚丙烯期权	PP-C/P	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
大连商品交易所	棕榈油期权	P-C/P	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
大连商品交易所	鸡蛋	JD	无	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
大连商品交易所	纤维板	FB	无	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
大连商品交易所	胶合板	BB	无	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
大连商品交易所	生猪	LH	无	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00

9.1.1 期货交易所及合约品种

3、上海期货交易所

交易所	品种	合约代码	夜盘交易时间	日盘交易时间
上海期货交易所	铜	CU	21:00-次日1:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
上海期货交易所	铜期权	CU-C/P	21:00-次日1:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
上海期货交易所	铝	AL	21:00-次日1:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
上海期货交易所	铝期权	AL-C/P	21:00-次日1:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
上海期货交易所	铅	PB	21:00-次日1:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
上海期货交易所	锌	ZN	21:00-次日1:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
上海期货交易所	锌期权	ZN-C/P	21:00-次日1:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
上海期货交易所	锡	SN	21:00-次日1:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
上海期货交易所	镍	NI	21:00-次日1:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
上海期货交易所	不锈钢	SS	21:00-次日1:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
上海期货交易所	黄金	AU	21:00-次日2:30	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
上海期货交易所	白银	AG	21:00-次日2:30	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
上海期货交易所	黄金期权	AU-C/P	21:00-次日2:30	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
上海期货交易所	螺纹钢	RB	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
上海期货交易所	热轧卷板	HC	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00

9.1.1 期货交易所及合约品种

3、上海期货交易所

交易所	品种	合约代码	夜盘交易时间	日盘交易时间
上海期货交易所	石油沥青	BU	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
上海期货交易所	天然橡胶	RU	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
上海期货交易所	燃料油	FU	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
上海期货交易所	纸浆	SP	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
上海期货交易所	橡胶期权	RU-C/P	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
上海期货交易所	线材	WR	无	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
上海期货交易所	石油沥青	BU	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
上海期货交易所	天然橡胶	RU	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
上海期货交易所	燃料油	FU	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
上海期货交易所	纸浆	SP	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00

9.1.1 期货交易所及合约品种

4、中国金融期货交易所

交易所	品种	合约代码	夜盘交易时间	日盘交易时间
中国金融期货交易所	沪深300指数	IF	无	上午：09:30-11:30 下午：13:00-15:00
中国金融期货交易所	上证50指数	IH	无	上午：09:30-11:30 下午：13:00-15:00
中国金融期货交易所	中证500指数	IC	无	上午：09:30-11:30 下午：13:00-15:00
中国金融期货交易所	沪深300股指期货	IO-C/P	无	上午：09:30-11:30 下午：13:00-15:00
中国金融期货交易所	5年期国债	TF	无	上午：09:15-11:30 下午：13:00-15:15
中国金融期货交易所	10年期国债	T	无	上午：09:15-11:30 下午：13:00-15:15
中国金融期货交易所	2年期国债	TS	无	上午：09:15-11:30 下午：13:00-15:15

9.1.1 期货交易所及合约品种

5、上海国际能源交易中心

交易所	品种	合约代码	夜盘交易时间	日盘交易时间
上海国际能源交易中心	原油	SC	21:00-次日2:30	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
上海国际能源交易中心	原油期权	SC-C/P	21:00-次日2:30	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
上海国际能源交易中心	20号胶	NR	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
上海国际能源交易中心	低硫燃料油	LU	21:00-23:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00
上海国际能源交易中心	阴极铜	BC	21:00-次日1:00	上午：09:00-10:15 10:30-11:30 下午：13:30-15:00

9.1.2 期货常用概念

1、期货交易保证金：

交易所	名称	代码	合约单位	最小跳动	涨跌幅	交易所保证金	公司保证金
上海期货交易所	铜	CU	5吨/手	10元/吨	6%	8%	15%
上海期货交易所	铝	AL	5吨/手	5元/吨	6%	8%	14%
上海期货交易所	锌	ZN	5吨/手	5元/吨	6%	8%	15%
上海期货交易所	铅	PB	5吨/手	5元/吨	6%	8%	14%
上海期货交易所	镍	NI	1吨/手	10元/吨	6%	8%	15%
上海期货交易所	锡	SN	1吨/手	10元/吨	6%	8%	15%
上海期货交易所	天胶	RU	10吨/手	5元/吨	8%	10%	17%
上海期货交易所	螺纹钢	RB	10吨/手	1元/吨	5%	7%	13%
上海期货交易所	线材	WR	10吨/手	1元/吨	5%	7%	13%

9.1.2 期货常用概念

2、期货交易手续费：

代码	交易所手续费	公司默认手续费
CF	4.3元/手(平今免收)	8.6元/手(平今免收)
TA	3元/手(平今免收)	6元/手(平今免收)
SM	3元/手(平今免收)	6元/手(平今免收)
SF	3元/手(平今免收)	6元/手(平今免收)
SR	3元/手(平今免收)	6元/手(平今免收)
RS	2元/手	4元/手
OI	2元/手(当日开平减半)	4元/手(当日开平减半)
RM	1.5元/手(平今免收)	3元/手(平今免收)
MA	2元/手(平今6元/手)	4元/手(平今12元/手)
RI	2.5元/手	5元/手
LR	3元/手	6元/手
JR	3元/手	6元/手
FG	3元/手	6元/手

9.1.2 期货常用概念

3、期货限仓表：

大连商品交易所	品种	合约上市起	交割月前一个月第一个交易日起	交割月前一个月第十个交易日起	交割月份
大连商品交易所	鸡蛋	1200	400	120	20
大连商品交易所	豆粕期权	期权合约分别不超过40000手	期权合约分别不超过40000手	期权合约分别不超过40000手	期权合约分别不超过40000手
大连商品交易所	玉米期权	期权合约分别不超过40000手	期权合约分别不超过40000手	期权合约分别不超过40000手	期权合约分别不超过40000手
大连商品交易所	铁矿石期权	期权合约分别不超过40000手	期权合约分别不超过40000手	期权合约分别不超过40000手	期权合约分别不超过40000手
大连商品交易所	液化石油气期权	上市初期期权合约分别不超过8000手	上市初期期权合约分别不超过8000手	上市初期期权合约分别不超过8000手	上市初期期权合约分别不超过8000手
大连商品交易所	聚丙烯期权	聚丙烯期权合约不超过20000手	聚丙烯期权合约不超过20000手	聚丙烯期权合约不超过20000手	聚丙烯期权合约不超过20000手
大连商品交易所	聚氯乙烯期权	聚氯乙烯期权合约不超过20000手	聚氯乙烯期权合约不超过20000手	聚氯乙烯期权合约不超过20000手	聚氯乙烯期权合约不超过20000手
大连商品交易所	聚乙烯期权	线型低密度聚乙烯期权合约不超过10000手	线型低密度聚乙烯期权合约不超过10000手	线型低密度聚乙烯期权合约不超过10000手	线型低密度聚乙烯期权合约不超过10000手
大连商品交易所	棕榈油期权	线型低密度聚乙烯期权合约不超过10000手	线型低密度聚乙烯期权合约不超过10000手	线型低密度聚乙烯期权合约不超过10000手	线型低密度聚乙烯期权合约不超过10000手

9.1.2 期货常用概念

4、主力连续合约：

合约首次上市时, 以当日收盘同品种持仓量最大者作为从第二个交易日开始的主力合约. 当同品种其他合约持仓量在收盘后超过当前主力合约 **1.1** 倍时, 从第二个交易日开始进行主力合约的切换. 日内不会进行主力合约的切换. 主力连续合约是由该品种期货不同时期主力合约接续而成, 对价格进行了”平滑”处理——处理规则如下: 以主力合约切换前一天(**T-1**日)新、旧两个主力合约收盘价做差, 之后将 **T-1** 日及以前的主力连续合约的所有价格水平整体加上或减去该价差, 以”整体抬升”或”整体下降”主力合约的价格水平, 成交量、持仓量均不作调整, 成交额统一设置为 **0**。

5、指数连续合约：

由当前品种全部可交易合约以累计持仓量为权重加权平均得到。

6、展期收益率：

由不同交割月的价差除以相隔月份数计算得来, 它反映了市场对该品种在近期交割和远期交割的价差预期。

9.1.3 股指期货合约的介绍

沪深300股指期货合约简介：

合约简介

[IF.CFE]

当前合约

合约名称	合约代码	交割月份	涨跌限幅(%)	保证金(%)	合约上市日	最后交易日	最后交割日	第一通知日
沪深300期货2205合约	IF2205	202205	10	12	2022-03-21	2022-05-20	2022-05-20	
沪深300期货2206合约	IF2206	202206	10	12	2021-10-18	2022-06-17	2022-06-17	
沪深300期货2209合约	IF2209	202209	10	12	2022-01-24	2022-09-16	2022-09-16	
沪深300期货2212合约	IF2212	202212	10	12	2022-04-18	2022-12-16	2022-12-16	

标准合约

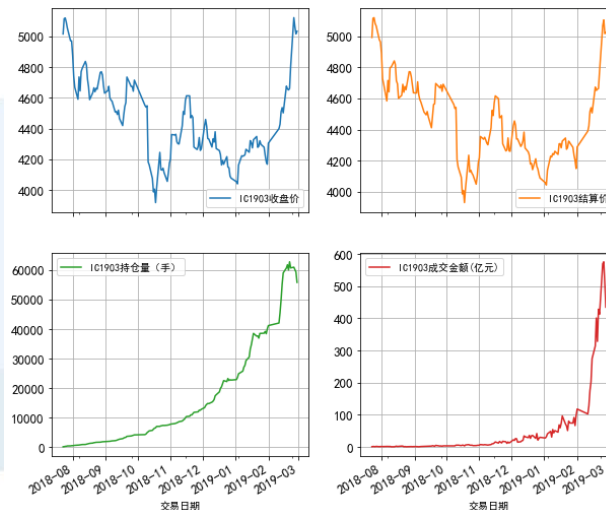
交易品种	沪深300期货	最后交易日	合约到期月份的第三个周五,遇法定节假日顺延(非完整周)
合约规模	每点300元	交割日期	合约到期月份的第三个周五,遇法定节假日顺延(非完整周)
报价单位	指数点	交割地点	--
最小变动价位	0.2指数点	最初交易保证金	最低交易保证金:合约价值的8%
涨跌停板限幅	上一个交易日结算价的±10%	交割方式	现金交割
合约交割月份	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12(当月,下月及随后两个季月)	交易代码	IF
交易时间	上午9:30-11:30,下午13:00-15:00	上市交易所	CFFEX

9.1.3 股指期货合约的介绍

中金所提供了每个股指期货合约历史的日交易数据供下载。这里下载了2019年3月份到期的中证500指数期货合约C1903的收盘价、结算价、持仓量和成交金额的交易日数据，该数据期间是合约从上市首日（2018年7月23日）至2019年2月末，通过 Python 绘制相关走势图（见图9-1）具体的代码如下：

```
import numpy as np
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
from pylab import mpl
mpl.rcParams['font.sans-serif'] = ['SimHei']
mpl.rcParams['axes.unicode_minus'] = False
```

```
data_IC1903 = pd.read_excel('D:\Zhangzw\Python\Python金融数据分析\RawData\第9章\股指期货合约IC1903.xlsx',sheet_name='Sheet1',header=0,index_col=0) #导入外部数据
data_IC1903.plot(figsize=(10,9),subplots=True,layout=(2,2),grid=True,fontsize=13)
```



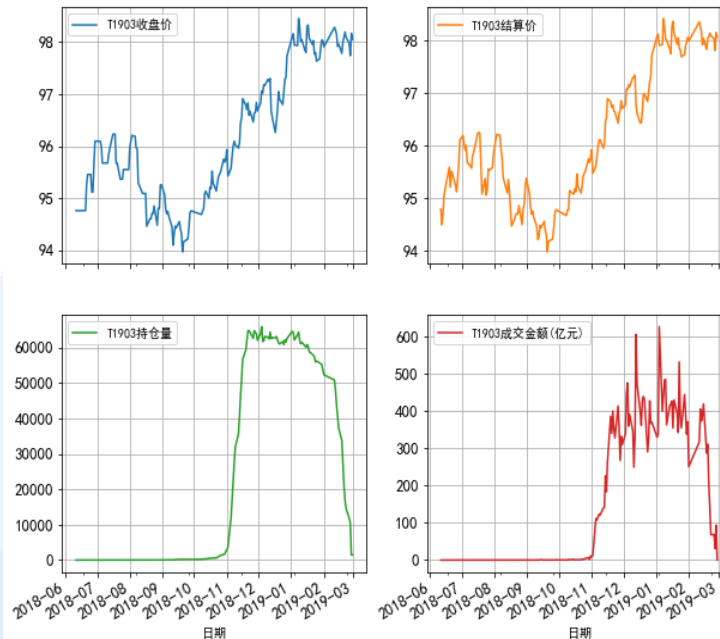
9.1.4 国债期货合约的介绍

要素	2年期国债期货	5年期国债期货	10年期国债期货
合约标的（基础资产）	面值200万元、票面利率3%的名义中短期国债	面值100万元、票面利率3%的名义中期国债	面值100万元、票面利率3%的名义长期国债
可交割国债	发行期限不高于5年，合约到期月份首日剩余期限为1.5-2.25年的记账式付息国债	发行期限不高于7年，合约到期月份首日剩余期限为4-5.25年的记账式付息国债	发行期限不高于10年，合约到期月份首日剩余期限不低于6.5年的记账式付息国债
报价方式	百元净价报价		
最小变动价位	0.005元		
合约月份	最近的3个季月（3月、6月、9月、12月中的最近3个月循环）		
交易时间	上午9:15—11:30，下午13:00-15:15		
最后交易日 交易时间	上午9:15—11:30		
每日价格最大波动限制	上一交易日结算价的±0.5%	上一交易日结算价的±1.2%	上一交易日结算价的±2%
最低交易保证金	合约价值的0.5%	合约价值的1%	合约价值的2%
最后交易日	合约到期月份的第2个星期五		
最后交割日	最后交易日后的第3个交易日		
交割方式	实物交割		
交易代码	TS	TF	T
首次上市日	2018年8月17日	2013年9月6日	2015年3月20日

9.1.4 国债期货合约的介绍

中金所也提供了每个国债期货合约历史的日交易数据供下载。这里下载了2019年3月到期的10年期国债期货合约T1903的收盘价、结算价、持仓量和成交金额的交易日数据，该数据期间是合约从上市首日（2018年6月11日）至2019年2月末，通过Python绘制相关走势图（见图92）具体的代码如下：

```
data_T1903=pd.read_excel('D:\Zhangzw\Python\Python金融数据分析\RawData\第9章\国债期货合约T1903.xlsx',sheet_name='Sheet1',header=0,index_col=0) #导入外部数据
data_T1903.plot(figsize=(10,9),subplots=True,layout=(2,2),grid=True,fontsize=13)
```



9.1.5 参与期货交易的动机

期货市场快速发展的主要原因就是市场吸引了带着不同交易动机的交易主体参与其中，进而使市场具有良好的流动性，也就是当一个交易主体希望就某个期货合约进行交易时通常很容易在一个合理的价格找到交易对手。

按照交易动机进行分类，期货市场的交易主体可以分为三大类：套期保值者（hedger,也称为“对冲者”）、投机者（speculator)和套利者（arbitrageur）。

套期保值者采用期货合约是为了减小自身所面临的由于市场变化而产生的风险，简而言之，套期保值者就是利用期货合约规避风险。

投机者则恰好相反，利用期货合约是为了建立头寸以获得风险敞口，从而对基础资产价格上涨或者下跌进行下注。

套利者则是介于套期保值者和投机者之间，采用两个或更多相互抵消的交易来锁定盈利。

9.2 股指期货的套期保值

9.2.1 套期保值的类型

1、空头套期保值

空头套期保值（short hedge）是指套期保值者选择股指期货的空头头寸进行风险对冲。下面，通过一个案例进行说明。

【例9-1】国内一家从事股票投资的A基金公司，在2019年1月2日购买了金额3000万元的沪深300指数ETF基金，购买时的沪深300指数恰好为3000点，这意味着指数点位上涨或下跌1个点，A公司的投资盈利或亏损1万元。为了完全对冲指数下跌的风险，基金经理可以运用沪深300股指期货合约的空头头寸进行套期保值。

沪深300指数变化	基金的价值变动	期货的价值变动	整个投资组合的价值变动
下跌1个点	亏损1万元	盈利1万元	0
上涨1个点	盈利1万元	亏损1万元	0

9.2.1 套期保值的类型

2、多头套期保值

持有期货多头头寸的套期保值策略就称为多头套期保值（long hedge）。运用多头套期保值的原则是如果基础资产价格下跌会使套期保值者盈利，而基础资产价格上升会导致套期保值者亏损，应当采用期货多头对冲风险。运用多头套期保值的情景通常是当套期保值者已知在将来需要购买一定数量的基础资产，可以采用期货多头头寸锁定在购买前基础资产价格上涨的风险，而基础资产价格下跌导致的期货亏损则由未来以低价购入的基础资产进行抵补。

【例9-2】假定一家从事股票投资的B基金公司，在2019年1月2日确定在未来的3个月后（即2019年4月2日）将会有一笔金额为1亿元的资金并且到时需要投资沪深300指数ETF基金，在当天（1月2日）沪深300指数点位触及3000点时，B公司认为股指已经处于历史性低点，预计未来股指将大概率出现上扬，如果等3个月后再进行投资，届时股指可能已经上涨了一定的幅度。为了规避未来3个月股指可能出现的上涨风险，B公司可以通过购买到期日是3个月以后、合约面值为1亿元的沪深300指数期货合约多头头寸进行套期保值，这样就在实质上锁定了3个月后购买沪深300指数ETF基金的价格。

9.2.2 追加保证金的风险

【例9-3】依然沿用前面例9-1的信息，同时假定国内一家期货公司提供沪深300股指期货的保证金比率是15%，同时A公司是运用在2019年3月到期的沪深300指数期货IF1903合约进行空头套期保值，对于A公司而言，仅仅只需投入450万元（ $3000 \times 15\%$ ）就可以开展3000万元期货合约的交易，注意A公司采用的是期货空头头寸，因此如果期货价格上1%，A公司将亏损30万元，如果期货价格下跌1%，则收益是30万元，因此期货价格变动为 $\pm 1\%$ ，A公司的收益率是 $\pm 6.67\%$ （即 $30/450$ ），这就是期货交易的高杠杆风险。

此外，A公司的期货合约空头头寸按照达成交易的交易日当天结算价格进行结算。在随后的交易日，该笔期货合约均需要以当日结算价格进行结算。在每个交易日结束时，保证金账户的金额就会发生变化，进而反映了A公司的盈亏水平，这种做法称为“每日无负债结(daily settlement)”或者“逐日盯市(marking to market)”。

9.2.2 追加保证金的风险

交易日期	初始交易价格	期货结算价格	日收益（万元）	累积收益（万元）	保证金余额（万元）
2019/1/2	3000.00				450
		2966.40	33.6	33.6	450 483.6
2019/1/3		2962.40	4.0	37.6	487.6
2019/1/4		3033.00	-70.6	-33.0	417.0
2019/1/7		3057.20	-24.2	-57.2	392.8
2019/1/8		3054.60	2.6	-54.6	395.4
...					
2019/2/27		3675.80	43.4	-675.8	-225.8
2019/2/28		3677.00	-1.2	-677.0	-227.0

9.2.2 追加保证金的风险

第1步：从外部导入沪深300指数期货F1903合约2019年1月2日至2月28日的结算价格数据，并且输入相关的期货合约的信息，具体的代码如下

```
data_IF1903=pd.read_excel('D:\Zhangzw\Python\Python金融数据分析\RawData\第9章\沪深300指数期货合约IF1903（2019年1月至2月）.xlsx',sheet_name='Sheet1',header=0,index_col=0) #导入外部数据
M0=4500000    #初始保证金水平
F0=30000000    #股指期货合约的初始价值
P0=3000        #初始股指期货成交价格
```

第2步：分别计算并构造出1月2日至2月末每个交易日期货合约盈亏、累积盈亏以及保证金余额的3个时间序列，具体的代码如下：

```
return_total_IF1903=-F0*(data_IF1903/P0-1) #期货合约（空头头寸）累计盈亏
return_total_IF1903=return_total_IF1903.rename(columns={'IF1903结算价':'合约累计盈亏'}) #将列名进行变更
return_daily_IF1903=return_total_IF1903-return_total_IF1903.shift(1) #计算期货合约每日的盈亏
return_daily_IF1903.iloc[0]=return_total_IF1903.iloc[0] #第一个交易日盈亏等于第一个交易日的累计盈亏
return_daily_IF1903=return_daily_IF1903.rename(columns={'合约累积盈亏':'合约当日盈亏'}) #将列名进行变更
margin_daily_IF1903=return_total_IF1903+M0 #每日期货保证金余额（不考虑追加保证金）
margin_daily_IF1903=margin_daily_IF1903.rename(columns={'合约累积盈亏':'保证金余额'}) #将列名进行变更
```

第3步：将以上3个数据框进行拼接，并且输出最终的计算结果，具体的代码如下：

```
future_data=pd.concat([return_daily_IF1903,return_total_IF1903,margin_daily_IF1903],axis=1) #将3个数据框按列进行拼接
```

1、基差表达式

在套期保值的情形下，基差（**basis**）的定义按照商品期货和金融期货会有所差异性。

对于商品期货而言，基差的表达式如下：
基差=被对冲资产的即期价格-期货价格

对于金融期货而言，基差表达式如下：
基差=期货价格-被对冲资产的即期价格

因此，我国股指期货的基差表达式如下：

我国股指期货基差=股指期货价格-股指期货标的指数价格

比如，某个交易时点，沪深300指数为3250点，期货合约价格为3190点，则此时的沪深300指数期货基差为 $3190-3250=-60$ 点。

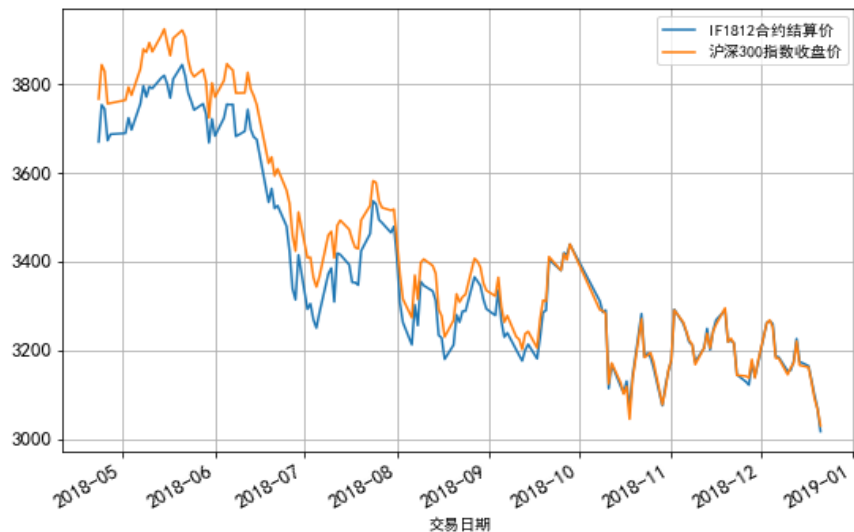
如果被套期保值的资产与期货合约的基础资产完全相同，在期货合约到期时基差应当接于0，也就是期货价格存在向现货价格的收敛效应。

2、案例

【例9-4】以沪深300指数期货IF1812合约作为分析对象，展示股指期货基差的变化情况。IF1812合约的上市首日是2018年4月23日，最后交易日是2018年12月21日，计算该期货合约在存续期内的基差，每个交易日的基差用该期货合约的每个交易日结算价格去沪深300指数收盘价的差额表示。下面，直接运用Python进行计算并演示，分为3个步完成。

第1步：从外部导入2018年4月23日至2018年12月21日期间期货IF1812合约和沪深300指数的相关数据，并且通过绘图方式进行可视化（见图9-4），具体的代码如下：

```
data=pd.read_excel('D:\Zhangzw\Python\Python金融数据分析\RawData\第9章\沪深300指数与期货合约IF1812的数据.xlsx',sheet_name='Sheet1',header=0,index_col=0) #导入外部数据
data.describe()
```



9.2.3 基差风险

第2步：计算期货IF1218合约的基差，并且对基差进行统计分析，具体的代码如下：

```
basis=data.iloc[:,0]-data.iloc[:,1] #计算期货IF1218合约的基差  
basis.describe()
```

Out[19]:

```
count    166.000000  
mean     -43.268599  
std       38.905861  
min      -120.662100  
25%      -79.295100  
50%      -42.787700  
75%       -2.494350  
max       23.808200  
dtype: float64
```

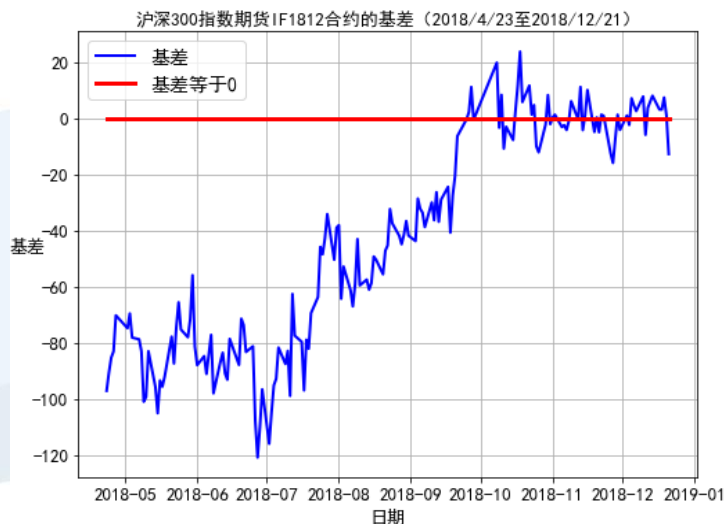
9.2.3 基差风险

第3步：绘制期货IF1218合约的基差走势图（见图9-5），为了方便对比，生成一个基差0的时间序列作为比较基准，具体的代码如下：

```
zero_basis=np.zeros_like(basis) #生成基差等于0的数组
```

```
zero_basis=pd.DataFrame(zero_basis,index=basis.index) #基差等于0的时间序列
```

```
plt.figure(figsize=(8,6))  
plt.plot(basis,'b-',label=u'基差',lw=2.0)  
plt.plot(zero_basis,'r-',label=u'基差等于0',lw=3.0)  
plt.xlabel(u'日期',fontsize =13)  
plt.ylabel(u'基差',rotation=0,fontsize =13)  
plt.xticks(fontsize=13)  
plt.yticks(fontsize=13)  
plt.title(u'沪深300指数期货IF1812合约的基差（2018/4/23至2018/12/21）',fontsize=13)  
plt.legend(fontsize=14)  
plt.grid('True')  
plt.show()
```



3、基差对套期保值的影响

需要注意的是，基差变动会影响到套期保值的效果。当基差朝着有利方向变化，不仅可以取得较好的套期保值效果，而且还可以获得额外的盈利；反之则不仅会影响套期保值效果，甚至还会使得套期保值蒙受一定损失。

在股指期货的多头套期保值中，由于在套期保值结束时，套期保值者需要买入现货并同时卖出期货合约方式对原来的期货多头头寸进行平仓。因此，当基差增强，也就是现货价格相对更低而期货价格相对更高时，套期保值者通过买低（现货）卖高（期货）就可以获利；反之当基差减弱时，套期保值者通过买高（现货）卖低（期货）则会出现能亏损。以图9-5的股指期货合约基差走势作为例子，假定C基金公司在基差为-100点时开展了多头套期保值，在基差为10点之际结束了套期保值，则该基金公司因为套期保值获得110点的额外收益。

9.2.4 交叉套期保值

在实践中，经常出现的情况则是期货合约的基础资产与被套期保值的资产是两种并不一致的资产，这时就会出现交叉套期保值（cross hedging）。举个简单的例子，E基金公司配置了上证180指数ETF基金，为了对冲该基金面临的风险，公司希望通过股指期货进行套期保值，但是棘手的问题也随之而来，期货市场上并没有标的指数恰好是上证180指数的期货合约，对此，E公司只能无奈地选择沪深300指数期货、上证50指数期货或者中证500指数期货作为备选的套期保值工具。

因此，需要引入一个套期保值比率的概念，所谓套期保值比率（hedging ratio，“套保比率”）是指持有期货合约的头寸数量与被对冲资产风险敞口数量的比率。当期货合约的基础资产与被套期保值资产完全相同时，套保比率就等于1.0，这正是本节前面例9-1中所采用的套保比率。

但是，当采用交叉套期保值时，将套保比率设为1.0并非最优的选择。套保比率的选择应当使被套期保值后，包含期货合约在内的整个投资组合价值变化的方差达到最小，这就引出了最优套保比率的概念。

9.2.4 交叉套期保值

1、最优套保比率

最优套保比率，也称为“最小方差套保比率”，取决于现货价格变化与期货价格变化之间的关系。为了说明这个问题，运用以下符号：

ΔS 表示在套期保值期间内，被套期保值基础资产价格 S 的变化；

ΔF 表示在套期保值期间内，用于套期保值的期货价格 F 的变化。

构建如下线性回归方程：

$$\Delta S = \alpha + h^* \Delta F + \varepsilon \quad (9-1)$$

式子（9-1）表达的含义就是将期货价格的变化作为自变量（解释变量），而将被套期保值资产价格的变化作为因变量（被解释变量），从而用期货价格的变化线性表达被套期保值资产价格的变化。

其中，式子（9-1）中的 α 是截距项， ε 是残差项， h^* 是 ΔS 对 ΔF 进行线性回归时所产生的最优拟合直线（best-fit line）的斜率， h^* 就是最优套保比率。线性回归模型用最小二乘法进行拟合，利用最小二乘法可以简便地求得未知的数据，并使得拟合数据与实际数据之间误差的平方和最小。

根据线性回归模型中斜率的计算公式，就可以得到最优套保比率 h^* 的表达式

$$h^* = \rho \frac{\sigma_s}{\sigma_f} = \frac{\Delta S}{\Delta F} \quad (9-2)$$

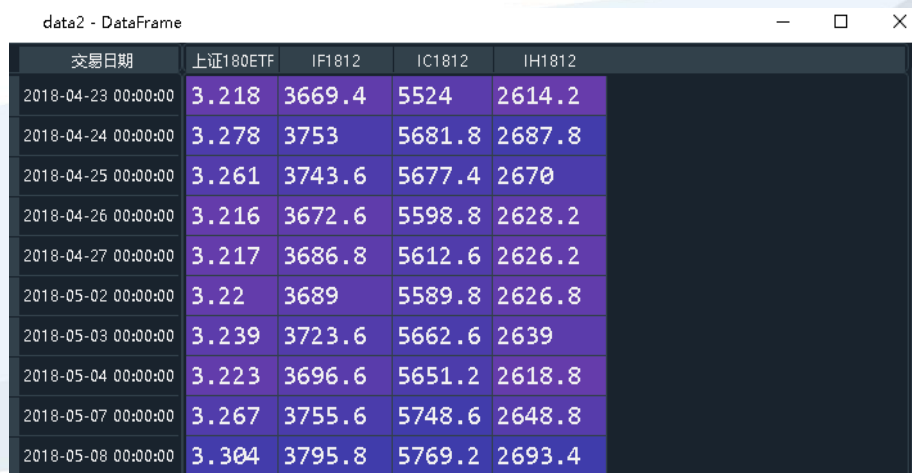
9.2.4 交叉套期保值

【例9-5】一家国内的E基金公司持有上证180指数ETF基金（代码500180.SH），该公司希望通过股指期货合约对该基金进行套期保值，假定可选的套期保值期货合约分别是沪深300指数期货IF1812合约、中证500指数期货IC1812合约以及上证50指数期货IH1812合约，这3个期货合约的挂牌日均是2018年4月23日，最后交易日均是2018年12月21日。因此E基金公司需要从这3个合约中选择最合适的合约，并且计算相应的最优套保比率。

对于这个案例，将通过 Python演示具体的分析和计算过程，并且分为4个步骤。

第1步：从外部导入2018年4月23日至12月21日期间每日的上证180指数ETF基金净值以及IF1812合约、IC1812合约和IH1812合约的结算价格，具体的代码如下：

```
data2=pd.read_excel('D:\Zhangzw\Python\Python金融数据分析\RawData\第9章\上证180ETF与期货合约的数据.xlsx',sheet_name='Sheet1',header=0,index_col=0) #导入外部数据
```



交易日期	上证180ETF	IF1812	IC1812	IH1812
2018-04-23 00:00:00	3.218	3669.4	5524	2614.2
2018-04-24 00:00:00	3.278	3753	5681.8	2687.8
2018-04-25 00:00:00	3.261	3743.6	5677.4	2670
2018-04-26 00:00:00	3.216	3672.6	5598.8	2628.2
2018-04-27 00:00:00	3.217	3686.8	5612.6	2626.2
2018-05-02 00:00:00	3.22	3689	5589.8	2626.8
2018-05-03 00:00:00	3.239	3723.6	5662.6	2639
2018-05-04 00:00:00	3.223	3696.6	5651.2	2618.8
2018-05-07 00:00:00	3.267	3755.6	5748.6	2648.8
2018-05-08 00:00:00	3.304	3795.8	5769.2	2693.4

9.2.4 交叉套期保值

第2步：计算并生成上证180ETF基金、IF812合约、IC1812合约以及IH1812合约的日收益率序列，具体Python代码如下：

```
SH180ETF_return=data2.iloc[:,0]/data2.iloc[:,0].shift(1)-1 #生成上证180ETF基金的日收益率数据  
SH180ETF_return=SH180ETF_return.dropna()                #缺失数据处理
```

```
IF1812_return=data2.iloc[:,1]/data2.iloc[:,1].shift(1)-1 #生成沪深300指数期货IF1812合约的日收益率数据  
IF1812_return=IF1812_return.dropna()                    #缺失数据处理
```

```
IC1812_return=data2.iloc[:,2]/data2.iloc[:,2].shift(1)-1 #生成中证500指数期货IC1812合约的日收益率数据  
IC1812_return=IC1812_return.dropna()                    #缺失数据处理
```

```
IH1812_return=data2.iloc[:,3]/data2.iloc[:,3].shift(1)-1 #生成上证50指数期货IH1812合约的日收益率数据  
IH1812_return=IH1812_return.dropna()                   #缺失数据处理
```

9.2.4 交叉套期保值

第3步:以上证180ETF基金的日收益率作为被解释变量,同时依次以IF1812合约的日收益率、IC1812合约的日收益率以及IH1812合约的日收益率作为解释变量,分别构建3个线性回归方程,关注线性回归结果的确定性系数(判定系数)

R^2 , R^2 越高说明线性拟合程度越高,选择 R^2 最高的期货合约作为最优的套期保值工具。具体的代码如下: ↵

```
import statsmodels.api as sm      #导入StatsModels的子模块api

IF1812_return_addcons=sm.add_constant(IF1812_return) #增加常数项的时间序列
IC1812_return_addcons=sm.add_constant(IC1812_return) #增加常数项的时间序列
IH1812_return_addcons=sm.add_constant(IH1812_return) #增加常数项的时间序列

model_SH180ETF_IF1812=sm.OLS(SH180ETF_return,IF1812_return_addcons).fit()  #构建上证180ETF基金日收益率与沪深300指数期货IF1812合约日收益率的线性回归模型
model_SH180ETF_IF1812.summary()

model_SH180ETF_IC1812=sm.OLS(SH180ETF_return,IC1812_return_addcons).fit()  #构建上证180ETF基金日收益率与中证500指数期货IC1812合约日收益率的线性回归模型
model_SH180ETF_IC1812.summary()

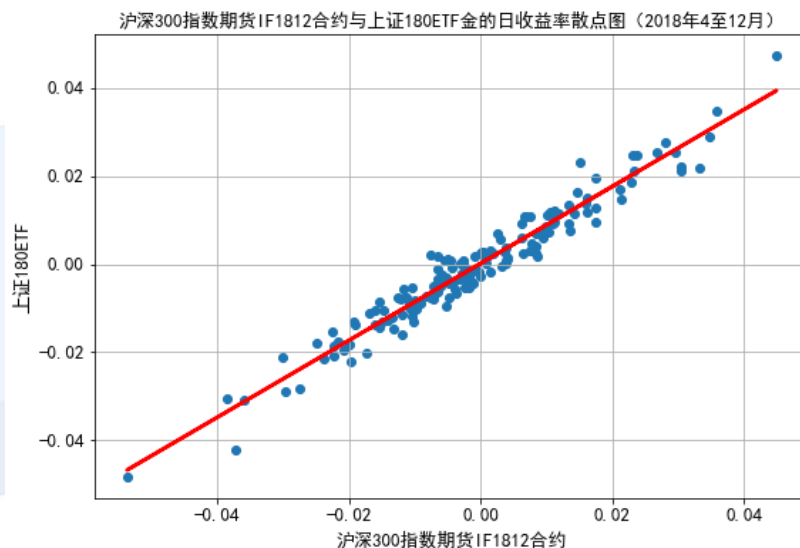
model_SH180ETF_IH1812=sm.OLS(SH180ETF_return,IH1812_return_addcons).fit()  #构建上证180ETF基金日收益率与上证50指数期货IH1812合约日收益率的线性回归模型
model_SH180ETF_IH1812.summary()
```

9.2.4 交叉套期保值

第4步：将最终拟合得到的最优套保比率通过可视化的方式进行展示（见图9-6），具体的代码如下：

```
model_SH180ETF_IF1812.params #输出线性回归结果的常数项和贝塔值
```

```
plt.figure(figsize=(9,6))
plt.scatter(IF1812_return,SH180ETF_return,marker='o')
plt.plot(IF1812_return,model_SH180ETF_IF1812.params[0]+model_SH180ETF_IF1812.params[1]*IF1812_r
return,'r-',lw=2.5)
plt.xlabel(u'沪深300指数期货IF1812合约',fontsize=13)
plt.xticks(fontsize=13)
plt.ylabel(u'上证180ETF',rotation=90,fontsize=13)
plt.yticks(fontsize=13)
plt.title(u'沪深300指数期货IF1812合约与上证180ETF金的日收益率散点图（2018年4至12月）',
,fontsize=13)
plt.grid('True')
plt.show()
```



9.2.4 交叉套期保值

3、套保的最优合约数量

当计算得到了最优套保比率以后还剩下最后一步,就是套期保值者最关心的需要运用多少数量的期货合约进行套期保值,也就是套期保值的最优合约数量。首先定义如下符号:

Q_A 表示被对冲资产的数量;

Q_F 表示 1 份期货合约的规模;

N^* 表示用于套期保值的最优期货合约份数。

在完美套期保值的情形下, 存在一个恒等式

$$N^* Q_F \Delta F = Q_A \Delta S \quad (9-3)$$

式子 (9-3) 意味着用于套期保值的期货合约的盈利 (亏损) 正好与被套期保值资产的亏损 (盈利) 完全抵消。同时, 将前面讨论的式子 (9-2) 代入式子 (9-3) 中并经过调整, 得到最优的套保期货合约份数

$$N^* = \frac{h^* Q_A}{Q_F} \quad (9-4)$$

```
def N(h,Q_A,Q_F):  
    """构建计算最优期货合约的份数  
    h: 代表了最优套保比率;  
    Q_A: 代表了被对冲资产的数量;  
    Q_F: 代表了1份期货合约的规模。"""  
    return h*Q_A/Q_F
```

9.2.4 交叉套期保值

【例 9-6】沿用例 9-5 的相关信息，假定 E 基金公司在 2018 年 12 月 28 日（周五）按照收盘净值 2.768 元买入了上证 180 指数 ETF 基金共计 1 亿元，与此同时，运用沪深 300 期货 IF1901 合约空头头寸并且用当天结算价 3003.6 计算套期保值的期货合约数量，该期货合约到期日是 2019 年 1 月 18 日到期，并且假设最优套保比率是按照例 9-5 计算得到的 0.873536 根据式子（9-4）可以得到，最优期货合约份数的计算如下：←

$$N^* = \frac{h^* Q_A}{Q_F} = \frac{0.873536 \times 100\,000\,000}{3003.6 \times 300} = 96.94 \leftarrow$$

下面运用前面通过 Python 自定义计算套期保值的最优期货合约份数函数 N 求解例 9-6 的最优期货合约份数，具体的代码如下：

```
Value_asset=100000000.0 #被套期保值资产的金额
Value_future =3003.6*300 #初始期货合约价值

N_future=N(h=model_SH180ETF_IF1812.params[1],Q_A=Value_asset,Q_F=Value_future)
print('沪深300指数最优套保份数（空头）',round(N_future,0))
沪深300指数最优套保份数（空头） 97.0
```


9.2.4 交叉套期保值

4、套期保值整体资产组合的动态盈亏

最后，讨论在采用了最优期货合约份数进行套期保值以后，随着现货和期货市场的变化套期保值的效果如何变化。具体通过下面一个案例进行分析：

【例9-7】沿用例9-6的信息，假定当E基金公司在2018年12月28日完成了套期保值以后，随着上证180指数ETF基金净值与沪深300期货IF1901合约结算价的变化，套期保值的效果也随之发生变动，表9-9选取了2019年1月11日、1月14日和1月15日共3个交易日基金净值和期货合约结算价的情况，分别计算在这3个交易日内套期保值的效果情况（不考虑追加保证金因素）

日期	2019年1月11日	2019年1月14日	2019年1月15日
上证180指数 ETF净值（元）	2.836	2.815	2.867
沪深300期货 IF1901合约结算价	3095.0	3069.4	3126.2

2019年1月11日整个投资组合的累积盈亏情况：←

$$100\,000\,000 \times \left(\frac{2.836}{2.768} - 1 \right) - 97 \times 300 \times (3095.0 - 3003.6) = -203\,092.6(\text{元}) \quad \leftarrow$$

2019年1月14日整个投资组合的累积盈亏情况←

$$100\,000\,000 \times \left(\frac{2.815}{2.768} - 1 \right) - 97 \times 300 \times (3069.4 - 3003.6) = -216\,803.12(\text{元}) \quad \leftarrow$$

2019年1月15日整个投资组合的累积盈亏情况：←

$$100\,000\,000 \times \left(\frac{2.867}{2.768} - 1 \right) - 97 \times 300 \times (3126.2 - 3003.6) = 8929.6(\text{元}) \quad \leftarrow$$

9.2.4 交叉套期保值

下面，通过 Python 演示计算整个套期保值组合在3个交易日的累计盈亏情况，具体分为两个步骤。

第1步：输入相关的信息，具体的代码如下

```
P0 ETF=2.768    #上证180指数ETF基金在2018年12月28日的净值
P0_future=3003.6 #期货合约在2018年12月28日的结算价
N=97            #最优期货合约数量
Price ETF_list=np.array([2.836,2.815,2.867]) #上证180指数ETF基金在3个交易日的净值
Price_future_list=np.array([3095.0,3069.4,3126.2]) #期货合约在3个交易日的结算价
```

第2步：计算2019年1月11日、14日和15日这3个交易日整个套期保值组合的累计盈亏情况，具体的代码如下：

```
profit=Value_asset*(Price ETF_list/P0 ETF-1)-N*(Price_future_list-P0_future)*300
print('2019年1月11日套期保值组合的累计收益',round(profit[0],2))
print('2019年1月14日套期保值组合的累计收益',round(profit[1],2))
print('2019年1月15日套期保值组合的累计收益',round(profit[2],2))
```

```
2019年1月11日套期保值组合的累计收益 -203092.6
2019年1月14日套期保值组合的累计收益 -216803.12
2019年1月15日套期保值组合的累计收益 8929.6
```

9.3 国债期货合约的套期保值

9.3.1 计息天数规则

由于国债期货合约的基础资产是国债，国债一个很重要的变量是利息，并且计算利息首先就要面临如何计算计息天数的问题。

利息的计算天数定义了在一定时间内利息累计的方式。介于相邻两次票息支付日的期间被称为参考期间，通常而言在参考期间内的利息是事前已知的。但是，对于债券投资者而言，遇到的最常见问题是如何计算在某个非参考期间内的利息。

通常的惯例是将天数计算表示成X/Y的形式。当计算某个非参考期间内的利息时，x定义了该非参考期间头尾两个日期之间计算天数的方式，Y定义了参考期间内总天数的计算方式。

$$\text{非参考期间的利息} = \frac{\text{非参考期间头尾两个日期之间的天数}}{\text{参考期间的总天数}} \times \text{参考期间全部利息}$$

目前，国内债券市场存在3种计息天数的规则：

一是实际天数/实际天数，第1个实际天数表示非参考期间头尾两个日期之间的天数（算头不算尾，下同），第2个实际天数表示参考期间的总天数；

二是实际天数/360，这里的实际天数表示非参考期间头尾两个日期之间的天数；

三是实际天数/365，这里的实际天数依然表示非参考期间头尾两个日期之间的天数。

9.3.1 计息天数规则

【例9-8】假定A投资者投资了国内债券市场发行的国债-----“18国债04”，表9-10就是该国债的主要要素信息，投资国债的本金为1000，息票支付日期就是债券存续期间的每年的2月1日和8月1日，票面利率为每年3.85%，这就意味着在每年的2月1日和8月1日各付19.25元的利息。该投资者希望通过3种不同的计息天数规则分别计算2018年2月1日至6月18日期间的利息。

债券要素	要素说明	值券要素	要素说明
全称	2018年记账式附息（四期）国付	简称	18国价04
票面利率	3.85%	付息频率	每年付息2次
起息日	2018年2月1日	到期日	2028年2月1日
发行规模	200亿元	证券代码与交易市场	180004.B（银行间债券市场） 180004.BC（银行柜台市场） 019586SH（上海证券交易所） 101804.SZ深圳证券交易所

首先，按照“实际天数/实际天数”的天数惯例计算利息。注意，参考期间是 2018 年 2 月 1 日至 8 月 1 日，实际天数共有 181 天（注意是算头不算尾），该期间内的全部利息是 19.25 元。从 2 月 1 日至 6 月 18 日之间的实际天数共有 137 天（依然是算头不算尾）。因此 2 月 1 日至 6 月 18 日期间的利息金额[↵]

$$\frac{137}{181} \times 1000 \times 3.85\% \times 0.5 = 14.5704(\text{元})$$

其次，采用“实际天数/360”的计息天数惯例，得到的期间利息金额[↵]

$$\frac{137}{360} \times 1000 \times 3.85\% = 14.6514(\text{元})$$

最后，采用“实际天数/365”的计息天数惯例，得到的期间利息金额[↵]

$$\frac{137}{365} \times 1000 \times 3.85\% = 14.4507(\text{元})$$

9.3.1 计息天数规则

下面，通过 Python 计算例9-8中“18国债04”按照3种不同的天数计算规则计算期间利息金额，分为两个步骤。

第1步：通过 Python 自定义计算债券利息的函数，在函数中需要区分天数计算惯例的类型。注意，由于涉及到具体日期，在定义函数过程中，需要运用到在6.4节介绍 `datetime` 模块的日期函数 `datetime`。具体的代码如下：

```
def accrued_interest(par,c,m,t1,t2,t3,t4,rule):
    """按照利息的天数计算惯例求债券的应计利息
    par: 代表债券的本金;
    c: 代表债券的票面利率;
    m: 代表没鸟票息的支付次数
    t1: 代表了非参考期间的开头日期，用元组的数据结构输入，输入格式（年，月，日）；
    t2: 代表了非参考期间的结束日期，数据结构和输入形式同t1;
    t3: 代表了参考期间的开头日期，数据结构和输入形式同t1;
    t4: 代表了参考期间的结束日期，数据结构和输入形式同t1;
    rule: 选择天数计算的3种惯例，输入'actual/actual'表示实际天数/实际天数，
    'actual/360'表示实际天数/360，'actual/365'表示实际天数/365。"""
    import datetime as dt    #导入datetime模块
    d1=dt.datetime(t2[0],t2[1],t2[2])-dt.datetime(t1[0],t1[1],t1[2])    #非参考期间
    if rule=="actual/actual":
        d2=dt.datetime(t4[0],t4[1],t4[2])-dt.datetime(t3[0],t3[1],t3[2])    #参考期间
        interest=(d1.days/d2.days)*par*c/m
    elif rule=="actual/360":
        interest=(d1.days/360)*par*c
    else:
        interest=(d1.days/365)*par*c
    return interest
```

9.3.1 计息天数规则

第2步：将相关参数代入第一步自定义的计算债券利息函数 `accrued_interest`，具体的代码如下：

```
R1=accrued_interest(par=1000,c=0.0385,m=2,t1=(2018,2,1),t2=(2018,6,18),t3=(2018,2,1),t4=(2018,8,1),rule='actual/actual')
R2=accrued_interest(par=1000,c=0.0385,m=2,t1=(2018,2,1),t2=(2018,6,18),t3=(2018,2,1),t4=(2018,8,1),rule='actual/360')
R3=accrued_interest(par=1000,c=0.0385,m=2,t1=(2018,2,1),t2=(2018,6,18),t3=(2018,2,1),t4=(2018,8,1),rule='actual/365')
print('按照“实际天数/实际天数”的惯例计算期间利息',round(R1,4))
print('按照“实际天数/360数”的惯例计算期间利息',round(R2,4))
print('按照“实际天数/365数”的惯例计算期间利息',round(R3,4))
```

按照“实际天数/实际天数”的惯例计算期间利息 14.5704

按照“实际天数/360数”的惯例计算期间利息 14.6514

按照“实际天数/365数”的惯例计算期间利息 14.4507

9.3.2 国债的报价

未来的现金流入的现值

Dirty Price: 未来现金流折现

现金流入

利息

利息

利息

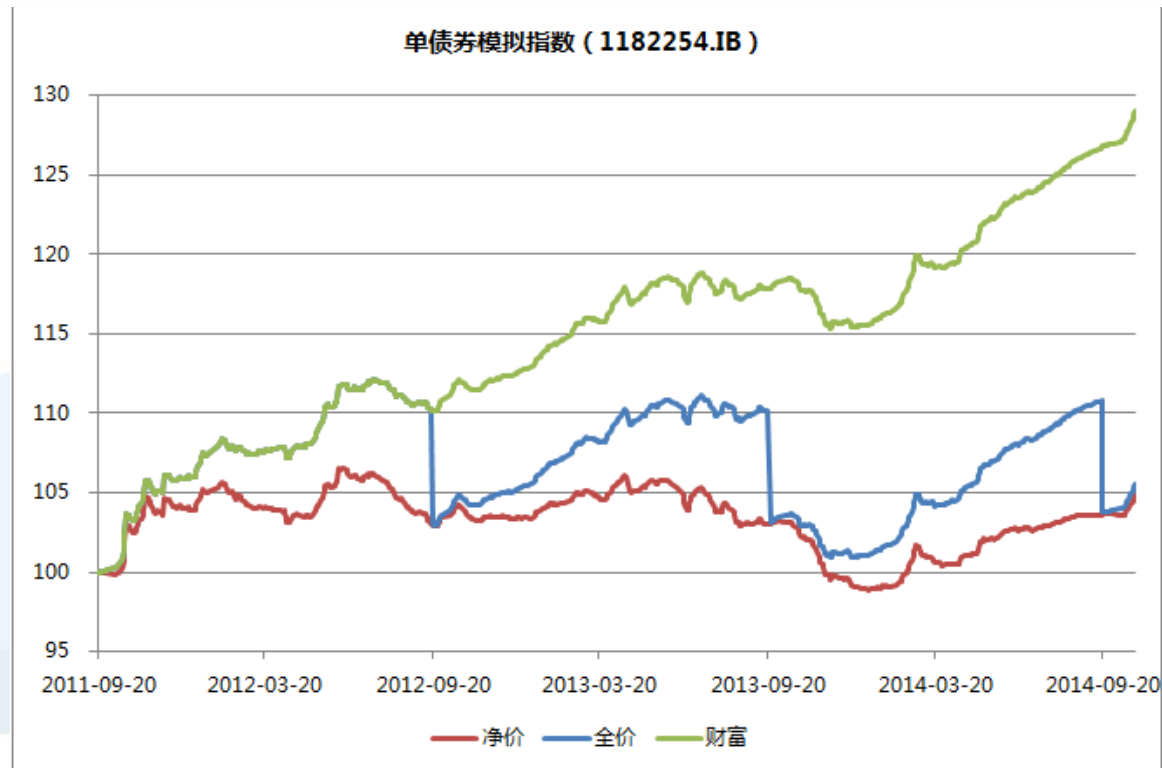
利息

本金或售价

AI

现金流出

T日



9.3.2 国债的报价

【例9-9】沿用例9-8中关于“18国债04”的相关信息，假定今天是2019年1月18日，该债券的到期收益率是3.1%，B投资者希望计算该国债的全价、应计利息以及净价。相关的计算分为3个步骤。

第1步：输入“18国债04”的相关参数，同时运用在7.4节中通过 Python 自定义的计算债券价格的函数Bond_value计算“18国债04”的全价，具体的代码如下：

```
import datetime as dt    #导入datetime模块

t_mature=dt.datetime(2028,2,1) #国债最后的到期日
t_previous=dt.datetime(2018,8,1) #国债前一次的付息日
t_pricing=dt.datetime(2019,1,18) #国债定价日
t_next=dt.datetime(2019,2,1) #国债下一次付息日
bond_par=100             #国债本金
YTM=0.031                #国债到期收益率
coupon=0.0385            #国债票面利率
m_coupon=2               #每年票面利率的支付次数

days_interest=(t_next-t_pricing).days #债券定价日距离下一次付息日的天数
N=int((t_mature-t_pricing).days/182.5)+1 #剩余的付息次数并且一年按365天算
cashflow=np.ones(N)*bond_par*coupon/m_coupon #国债剩余期限内票息现金流
cashflow[-1]=100*coupon/m_coupon+bond_par #考虑最后到期时本金支付现金流
t_list=np.arange(N)/2+days_interest/365 #债券剩余期限内每期现金流距离债券定价日的期限（按年计算）
YTM_list=np.ones_like(t_list)*YTM        #生成债券到期收益率的数组
```

9.3.2 国债的报价

```
def Bond_value(c,y,t):  
    """  
    构建基于不同期限零息利率作为贴现率计算债券价格的函数  
    -----  
    c: 数组, 表示债券存续期内现金流  
    y: 数组, 表示对应于产生现金流的时刻或期限  
    t: 数组, 表示不同期限的零息利率  
    """  
    import numpy as np  
    cashflow=[];  
    for i in np.arange(len(c)):  
        cashflow.append(c[i]*np.exp(-y[i]*t[i]))  
    return np.sum(cashflow)  
  
dirty_price=Bond_value(c=cashflow,y=YTM_list,t=t_list)  
print('18国债04债券的全价',round(dirty_price,6))
```

18国债04债券的全价 107.453596

9.3.2 国债的报价

第2步：计算从上一期的付息日2018年8月1日以后至定价日（2019年1月18日）的应计利息额，并且运用前面 Python定义的 计算债券利息额的函数 `accrued_interest`，相关的Python代码如下：

```
bond_interest=accrued_interest(par=bond_par,c=coupon,m=m_coupon,t1=(2018,8,1),t2=(2019,1,18),t3=(2018,8,1),t4=(2019,2,1),rule='actual/actual')
print('18国债04债券的应计利息金额',round(bond_interest,6))
```

18国债04债券的应计利息金额 1.778533

通过第2步的计算，可以得到2018年8月1日至今18国债04债券的应计利息金额是

1.778533元。

第3步：计算今天（2019年1月18日）的债券净价，具体的代码如下：

```
clean_price=dirty_price-bond_interest
print('18国债04债券的净价',round(clean_price,6))
```

18国债04债券的净价 105.675063

最终，计算得到在2019年1月18日18国债04债券的净价是105.675063元。

9.3.3 国债期货最终价格

有了前面计息天数和国债报价知识的铺垫，接下来就讨论国债期货的价格。国债期货除了市场的报价以外、还有一个很重要的价格就是国债期货最终价格（**invoice price**），具体的表达式：

国债期货最终价格=国债期货价格×转换因子+应计利息

在该表达式中、国债期货价格就是期货市场上的价格，而转换因子和应计利息则是需要计算得到，下面就重点介绍国债期货的转换因子和应计利息。

转换因子的确定方式如下：假定所有期限的收益率为每年3%，同时确定拟交割债券在国债期货到期日的剩余期限，将面值为1元的该债券在其剩余期限内的所有现金流（包括票息和本金）折算为现值，这个现值就是该债券的转换因子。直观上讲，转换因子实际上是一种债券价格，只不过这种债券价格是通过假定市场收益率是国债期货基础资产（合约标的）的票面利率，且收益率曲线为水平时计算得出的对应可交割债券的债券价格。

根据中金所官方网站公布的信息，针对国债期货，转换因子的数学表达式是：

$$CF = \frac{1}{\left(1 + \frac{r}{m}\right)^{\frac{xm}{12}}} \left[\frac{c}{m} + \frac{c}{r} + \frac{\left(1 - \frac{c}{r}\right)}{\left(1 + \frac{r}{m}\right)^{n-1}} \right] - \frac{c}{m} \left(1 - \frac{xm}{12}\right)$$

9.3.3 国债期货最终价格

$$CF = \frac{1}{\left(1 + \frac{r}{m}\right)^{\frac{xm}{12}}} \left[\frac{c}{m} + \frac{c}{r} + \frac{\left(1 - \frac{c}{r}\right)}{\left(1 + \frac{r}{m}\right)^{n-1}} \right] - \frac{c}{m} \left(1 - \frac{xm}{12}\right)$$

式子中的变量和参数具体如下：

CF表示可交割债券的转换因子；

r表示国债期货合约基础资产（合约标的）的票面利率3%；

x表示国债期货交割月到可交割债券下一付息月的月份数；

n表示国债期货交割日以后可交割债券剩余付息次数；

c表示可交割债券的票面利率；

m表示可交割债券每年的付息次数。

9.3.3 国债期货最终价格

$$CF = \frac{1}{\left(1 + \frac{r}{m}\right)^{\frac{xm}{12}}} \left[\frac{c}{m} + \frac{c}{r} + \frac{\left(1 - \frac{c}{r}\right)}{\left(1 + \frac{r}{m}\right)^{n-1}} \right] - \frac{c}{m} \left(1 - \frac{xm}{12}\right)$$

通过 Python 自定义计算可交割债券转换因子的函数，具体的代码如下：

```
def CF(r,x,n,c,m):
```

```
    """构建计算国债期待的转换因子
```

```
    r: 国债期货合约基础资产（合约标的）的票面利率；
```

```
    x: 国债期货合约交割月至可交割债券下一付息月的月份数；
```

```
    n: 国债期货合约到期后可交割债券的剩余付息次数；
```

```
    c: 可交割债券的票面利率；
```

```
    m: 可交割债券每年的付息次数。"""
```

```
    import numpy as np
```

```
    A=1/pow(1+r/m,x*m/12)    #转换因子公式的中括号前面一项
```

```
    B=c/m+c/r+(1-c/r)/pow(1+r/m,n-1) #转换因子公式的中括号里面一项
```

```
    D=c*(1-x*m/12)/m        #转换因子公式的最后一项
```

```
    return A*B-D            #输出转换因子的计算结果
```

9.3.3 国债期货最终价格

【例9-10】假定分析的国债期货是在2019年3月8日到期、2019年3月13日作为最后交割日的10年期的国债期货合约T903。用例9-8中：“18国债04”作为可交割债券，计算该债券的转换因子。

```
R_standard=0.03          #国债期货合约基础资产的票面利率
t_settle=dt.datetime(2019,3,13) #国债期货最后交割日
t_next2=dt.datetime(2019,8,1)  #国债期货交割日后的债券下一个付息日
months=t_next2.month-t_settle.month #交割月到下一付息月的月份数
N2=int((t_mature-t_settle).days/182.5)+1 #国债期货交割日后的债券剩余付息次数

bond_CF=CF(r=R_standard,x=months,n=N2,c=coupon,m=m_coupon)
print('18国债04债券的转换因子',round(bond_CF,6))
```

18国债04债券的转换因子 1.06605

9.3.3 国债期货最终价格

2、应计利息

下面讨论计算国债期货最终价格中的应计利息。国债利息的天数计算规则是“实际天数/实际天数”，同时根据中金所官方网站披露的信息，针对每100元可交割国债的应计利息详算公式如下：

$$\text{应计利息} = \frac{\text{可交割国债票面利率} \times 100}{\text{可交割国债每年付息次数}} \times \frac{\text{期货第2个交割日} - \text{可交割国债上一付息日}}{\text{当前付息周期的实际天数}}$$

【例9-11】运用例9-8的“18国债04”作为国债期货T1903合约的可交割债券，由于该期货合约的第2个交割日是2019年3月12日，可交割债券在第2个交割日之前的上一个付息日是2019年2月1日，计算该可交割债券的应计利息。

下面，依然运用前面通过 Python 定义的计算债券利息函数 `accrued_interest` 求出“18国债04”作为国债期货T1903合约可交割债券的应计利息，具体的代码如下：

```
bond_interest2=accrued_interest(par=bond_par,c=coupon,m=2,t1=(2019,2,1),t2=(2019,3,12),t3=(2019,2,1),t4=(2019,8,1),rule='actual/actual')
print('18国债04债券作为可交割债券的应计利息',round(bond_interest2,4))
```

18国债04债券作为可交割债券的应计利息 0.4148

9.3.4 国债期货的最廉价交割

在国债期货交割日会存在许多符合交割要求的国债可用于交割，然而可交割国债具有不同的票面利率与剩余期限。因此，对于国债期货的空头方面言，就可以从这些可交割债券中选出最廉价的交割债券用于交割。↵

为了更好地说明这个问题，假定在国债期货交割日，由于国债期货需要实物交割，但是期货的空头方手中并没有国债，就需要从债券市场中买入用于交割的国债，此时空头方的现金流出和流入计算如下：↵

买入交割国债金额(现金流出)=国债报价(净价)+应计利息↵

收到现金(现金流入)=期货价格×转换因子+应计利息↵

空头方现金流出净额(交割成本)=买入交割国债金额-收到现金↵

=国债报价-期货价格×转换因子↵

最廉价交割债券（cheapest-to-deliver bond, CTD bond）就是使得国债期货空头方现金流出净额实现最小化的国债。空头方可以通过考察每个潜在可交割债券的方式来确定最廉价交割债券。↵

为了计算的便利，通过 Python 自定义能够计算交割债券的成本函数，具体的代码如下：

```
def CTD_cost(b,f,cf):
```

```
    """构建用于计算最廉价交割国债成本的函数
```

```
    b: 输入可交割国债的净价（报价）；
```

```
    f: 输入国债期货的价格；
```

```
    cf: 输入可交割国债的转换因子"""
```

```
    return b-f*cf    #输出国债期货空头方的现金流出净额
```

9.3.4 国债期货的最廉价交割

1、案例

【例9-12】在2019年3月8日国债期货T1903合约的最后交易日，期货合约的结算价为99.2元，当时债券市场共有15只国债可以用于交割（见表9-11）

国债全称	债券到期日	票面利率	转换因子
2018年记账式附息（二十期）国付	2025年9月6日	3.6%	1.0348
2015年记账式附息（二十三期）国债	2025年10月15日	2.99%	0.9994
2018年记账式附息（二十八期）国债	2025年12月6日	3.22%	1.0132
2016年记账式附息（四期）国债	2026年1月28日	2.85%	0.9908
2016年记账式附息（十期）国债	2026年5月5日	2.9%	0.9936
2016年记账式附息（十七期）国债	2026年8月4日	2.74%	0.9828
2016年记账式附息（三十三期）国债	2026年11月3日	2.7%	0.9796
2017年记账式附息（四期）国债	2027年2月9日	3.4%	1.028
2017年记账式附息（十期）国债	2027年5月4日	3.52%	1.0374
2017年记账式附息（十八期）国债	2027年8月3日	3.59%	1.0436
2017年记账式附息（二十五期）国债	2027年11月2日	3.82%	1.0621
2018年记账式附息（四期）国债	2028年2月1日	3.85%	1.0661
2018年记账式附息（十一期）国债	2028年5月17日	3.69%	1.0549
2018年记账式附息（十九期）国债	2028年8月16日	3.54%	1.044
2018年记账式附息（三十七期）国债	2028年11月22日	3.25%	1.0208

9.3.4 国债期货的最廉价交割

为了简化计算，假定F金融机构作为国债期货的空头方，希望从2016年记账式付息（四期）国债、2017年记账式付息（四期）国债、2018年记账式付息（四期）国债这3只可交割债券中挑选出最廉价交割债券进行交割，这3只国债的主要要素以及在2019年3月8日的转换因子、净价如表9-12所示。

债券要素	债券1	债券2	债券3
债券全称	2016年记账式付息（四期）国债	2017年记账式付息（四期）国债	2018年记账式付息（四期）国债
债券简称	16国债04	17国债04	18国债04
票面利率	2.85%	3.4%	3.85%
起息日	2016-01-28	2017-02-09	2018-02-01
到期日	2026-01-28	2027-02-09	2028-02-01
转换因子	0.9908	1.028	1.0661
债券净价（收盘价：元）	97.8465	101.3555	104.5917
付息次数	每年付息2次		

刚才已经提到过，国债期货T1903合约在2019年3月8日的结算价是99.2元。因此，交割每只债券的成本如表9-13所示。

债券简称	交割债券的成本
16国债04	$97.8465 - (99.2 \times 0.9908) = -0.4409$ （元）
17国债04	$101.3555 - (99.2 \times 1.028) = -0.6221$ （元）
18国债04	$104.5917 - (99.2 \times 1.0661) = -1.1654$ （元）

9.3.4 国债期货的最廉价交割

下面，利用前面 Python 定义的计算交割成本函数 CTD_coSt，求出这3只可交割债券的成本，具体的代码如下：

```
bond_price_list=np.array([97.8565,101.3555,104.5917]) #3只可交割国债的价格
future_price=99.2 #国债期货的结算价格
CF_list=np.array([0.9908,1.028,1.0661]) #可交割债券的转换因子
```

```
Cost=CTD_cost(b=bond_price_list,f=future_price,cf=CF_list)
print('交割16国债04的成本',round(Cost[0],4))
print('交割17国债04的成本',round(Cost[1],4))
print('交割18国债04的成本',round(Cost[2],4))
```

交割16国债04的成本 -0.4309

交割17国债04的成本 -0.6221

交割18国债04的成本 -1.1654

9.3.5 基于久期的套期保值策略

假定持有一个与利率相关的投资组合（例如债券组合），现在考虑如何运用国债期货来对冲该投资组合的利率风险。需要定义如下一组变量：↵

- V_F 表示 1 手国债期货合约的价格；↵
- P 表示被套期保值的投资组合在套期保值到期日的远期价值，通常用投资组合的当前市值代替；↵
- D_F 表示国债期货合约基础资产在套期保值到期日的久期；↵
- D_P 表示被套期保值的投资组合在套期保值到期日的久期。↵

假定对应于所有期限，到期收益率曲线的变动是平行移动并且变动金额为 Δy ，根据 7.6 节讨论债券久期时所提到的，有如下近似的等式：↵

$$\Delta P = -PD_P \Delta y \quad (9-6) \quad \leftarrow$$

$$\Delta V_F = -V_F D_F \Delta y \quad (9-7) \quad \leftarrow$$

↵

其中 ΔP 表示被套期保值的投资组合价值变化， ΔV_F 表示国债期货合约价格变化。↵

因此，结合式子（9-6）和式子（9-7），用于对冲收益率变动 Δy 的风险所需要国债期货合约数量是↵

$$N^* = \frac{\Delta P}{\Delta V_F} = \frac{PD_P}{V_F D_F} \quad (9-8) \quad \leftarrow$$

式子（9-8）中的 N^* 就是基于久期的套保比率（duration based hedge ratio），也称为价格敏感套保比率（price sensitivity hedge ratio）。利用式子（9-8）可以在理论上使包含了国债期货合约的整体投资组合的久期降至 0。↵

9.3.5 基于久期的套期保值策略

用 Python 自定义计算基于久期套期保值的国债期货合约数量的函数，具体的代码如下：

```
def N_TF(Vf,P,Df,Dp):  
    """构建计算基于久期套期保值策略的国债期货合约数量  
    Vf: 1手国债期货合约的价值;  
    P: 被套期保值的投资组合的价值;  
    Df: 国债期货合约基础资产在套期保值到期日的久期  
    Dp: 被套期保值的投资组合在套期保值到期日的久期"""  
    return P*Dp/(Vf*Df)
```

当采用国债期货进行套期保值时，需要在假设某一特定国债将被交割的前提下计算期货合约基础资产在套期保值到期日的久期值 **DF**。这意味着套期保值者在实施风险对冲时，首先需要估计哪只国债可能是最廉价交割债券。如果利率环境发生了变化，导致其他国债变为了最廉价交割债券，套期保值必须进行动态调整，因此实际的套期保值可能无法达到预期的完美效果。

9.3.5 基于久期的套期保值策略

【例9-13】假定在2019年1月28日，一家管理市值1亿元债券投资组合的G基金公司，担心在未来1个月内市场利率会出现比较大的不利变动，进而影响到债券投资组合的价格。因此，G基金公司决定利用3月份到期的国债期货对债券投资组合进行套期保值。假定在一个月后的套期保值到期日（即2月28日），债券投资组合的久期为8.28，对于这样长久期的投资组合，需要运用10年期国债期货T1903合约进行套期保值，该期货合约在1月28日的结算价是97.725元，由于期货合约基础资产是面值为100万元的国债，因此一手T1903合约的价值是97.725万元。

第1步：运用在7.6节通过 Python定义计算麦考利久期的函数 `M_Duration`，求出在套期保值到期日（2月28日）“18国债04”的久期，具体的代码如下：

```
bond_yield=0.032          #18国债04的到期收益率
t_hedgend=dt.datetime(2019,2,28) #套期保值到期日
N3=int((t_mature-t_settle).days/182.5)+1 #套期保值到期日以后18国债04的剩余付息次数
cashflow_new=np.ones(N3)*bond_par*coupon/m_coupon #18国债04在套期保值到期日以后的票息现金流
cashflow_new[-1]=bond_par*(1+coupon/m_coupon) #包括债券到期日的本金和最后一期票息的现金流
t_new=np.arange(N2)/2+(t_next2-t_hedgend).days/365 #债券剩余期限内每期现金流距套期保值到期日的期限
```


9.3.5 基于久期的套期保值策略

```
def M_Duration(c,y,t):  
    """  
    构建一个计算麦考利久期的函数  
    -----  
    c: 数组，债券存续期内的现金流.  
    y: 债券的到期收益率.  
    t: 数组，对应于产生现金流的时刻.  
    """  
    cashflow=[]  
    weight=[]  
    n=len(t)  
    for i in np.arange(n):  
        cashflow.append(c[i]*np.exp(-y*t[i]))  
    for i in np.arange(n):  
        weight.append(cashflow[i]/sum(cashflow))  
    duration=np.sum(t*weight)  
    return duration  
  
bond_duration=M_Duration(c=cashflow_new,y=bond_yield,t=t_new)  
print('18国债04在套期保值到期日的久期',round(bond_duration,4))
```

18国债04在套期保值到期日的久期 7.65

9.3.5 基于久期的套期保值策略

第2步：运用前面 Python 定义的计算基于久期套期保值的国债期货合约数量的函数 `N_TF`，求解出最终需要的国债期货 **T1903** 合约数量，具体的代码如下：

```
future_price=97.725      #国债期货的结算价格
future_value=future_price*1000000/100 #1手国债期货的价值
port_value=100000000     #被套期保值的债券投资组合价值
port_duration=8.28       #被套期保值的债券投资组合久期

N_future=N_TF(Vf=future_value,P=port_value,Df=bond_duration,Dp=port_duration)
print('用于套现保值的国债期货T1903的合约数量',round(N_future,0))
```

用于套现保值的国债期货**T1903**的合约数量 **111.0**

**Your appreciation makes me a miracle.
Thank you!**

**Frank Ziwei Zhang
18117228563
frank8027@163.com**



上海對外經貿大學
SHANGHAI UNIVERSITY OF INTERNATIONAL BUSINESS AND ECONOMICS