



程序化交易

吴述金

华东师范大学统计学院

sjwu@stat.ecnu.edu.cn



第6章 程序化交易常用指标

6.1 异同平滑平均线指标 (MACD)

6.2 随机指标 (KDJ)

6.3 威廉指标 (W%R)

6.4 相对强弱指标 (RSI)

6.5 中间意愿指标 (CR)

6.6 停损指标 (SAR)

6.7 平均方向性运动指标 (ADX)



6.1 异同平滑平均线指标 (MACD)

异同平滑平均线 (Moving Average Convergence and Divergence, 简记MACD) 是 Geral Appel于1979年提出的, 利用金融产品价格的短期指数移动平均线与长期指数移动平均线之间的聚合与分离状况, 研判金融产品的买卖时机、跟踪股价运行趋势, 其中长期常用26日, 短期常用12日。



一、MACD指标的原理

MACD指标是根据均线的构造原理，对金融产品价格进行平滑处理，进而计算出的一种趋向类指标。MACD指标既保留了移动平均线的趋势性效果，又去除了移动平均线频繁发出假信号的缺陷，是用来研判买卖金融产品的时机、预测金融产品价格涨跌的技术分析指标。



二、MACD指标的计算方法

在应用MACD时，首先需要计算出快速移动平均线（即EMA_F）和慢速移动平均线（即EMA_S），以此两个数值，来作为测量两者（快慢速线）间的离差值（DIF）的依据，然后再求DIF的N周期的平滑移动平均线DEA（也叫MACD、DEM）线。以EMA₁的参数为12日，EMA₂的参数为26日，DIF的参数为9日为例来看看MACD的计算过程。



二、MACD指标的计算方法

1. 计算移动平均值 (EMA)

12日EMA的算式为：

$$\text{EMA}(12) = \text{前一日EMA}(12) \times 11/13 + \text{今日收盘价} \times 2/13$$

26日EMA的算式为：

$$\text{EMA}(26) = \text{前一日EMA}(26) \times 25/27 + \text{今日收盘价} \times 2/27$$



二、MACD指标的计算方法

2. 计算离差值 (DIF)

$$DIF = \text{今日EMA}(12) - \text{今日EMA}(26)$$

3. 计算DIF的9日MACD

根据离差值计算其9日离差平均值，是所求的MACD值。为了不与指标原名相混淆，此值又名DEA或DEM。

$$\text{今日MACD} = \text{前一日MACD} \times 8/10 + \text{今日DIF} \times 2/10$$



三、MACD指标的一般研判标准

1. DIF和MACD的值及线的位置

- (1) 当DIF和MACD均大于0（即在图形上表示为它们处于零线以上）并向上移动时，一般表示为股市处于多头行情中，可以买入或持股；
- (2) 当DIF和MACD均小于0（即在图形上表示为它们处于零线以下）并向下移动时，一般表示为股市处于空头行情中，可以卖出股票或观望。



三、MACD指标的一般研判标准

- (3) 当DIF和MACD均大于0（即在图形上表示为它们处于零线以上）但都向下移动时，一般表示为股票行情处于退潮阶段，股票将下跌，可以卖出股票和观望；
- (4) 当DIF和MACD均小于0时（即在图形上表示为它们处于零线以下）但向上移动时，一般表示为行情即将启动，股票将上涨，可以买进股票或持股待涨。



三、MACD指标的一般研判标准

2. DIF和MACD的交叉情况

- (1) 当DIF与MACD都在零线以上，而DIF向上突破MACD时，表明股市处于一种强势之中，股价将再次上涨，可以加码买进股票或持股待涨，这就是MACD指标“**黄金交叉**”的一种形式。
- (2) 当DIF和MACD都在零线以下，而DIF向上突破MACD时，表明股市即将转强，股价跌势已尽将止跌朝上，可以开始买进股票或持股，这是MACD指标“**黄金交叉**”的另一种形式。



三、MACD指标的一般研判标准

- (3) 当DIF与MACD都在零线以上，而DIF却向下突破MACD时，表明股市即将由强势转为弱势，股价将大跌，这时应卖出大部分股票而不能买股票，这就是MACD指标的“**死亡交叉**”的一种形式。
- (4) 当DIF和MACD都在零线以上，而DIF向下突破MACD时，表明股市将再次进入极度弱市中，股价还将下跌，可以再卖出股票或观望，这是MACD指标“**死亡交叉**”的另一种形式。



6.2 随机指标 (KDJ)

KDJ指标又叫随机指标，是由乔治·蓝恩博士（George Lane）最早提出的，是一种相当新颖、实用的技术分析指标，它起先用于期货市场的分析，后被广泛用于股市的中短期趋势分析，是期货和股票市场上最常用的技术分析工具。



一、KDJ指标的原理

随机指标KDJ是以最高价、最低价及收盘价为基本数据进行计算，得出的K值、D值和J值分别在指标的坐标上形成的一个点，连接无数个这样的点位，就形成一个完整的、能反映价格波动趋势的KDJ指标。它主要是**利用价格波动的真实波幅来反映价格走势的强弱和超买超卖现象**，在价格尚未上升或下降之前发出买卖信号的一种技术工具。它在设计过程中主要是研究最高价、最低价和收盘价之间的关系，同时也融合了动量观念、强弱指标和移动平均线的一些优点，因此，能够比较迅速、快捷、直观地研判行情。



二、KDJ指标的计算方法

指标KDJ的计算比较复杂，首先要计算周期（ n 日、 n 周等）的 RSV 值，即未成熟随机指标值，然后再计算 K 值、 D 值、 J 值等。以日KDJ数值的计算为例，其计算公式为：

$$n\text{日}RSV = (C_n - L_n) \div (H_n - L_n) \times 100$$

式中 C_n 为第 n 日收盘价， L_n 为 n 日内的最低价， H_n 为 n 日内的最高价。 RSV 值始终在0至100间波动。



二、KDJ指标的计算方法

其次，计算K值与D值

当日K值 = $2/3 \times$ 前一日K值 + $1/3 \times$ 当日RSV

当日D值 = $2/3 \times$ 前一日D值 + $1/3 \times$ 当日K值

若无前一日K 值与D值，则可分别用50来代替。

注：需要说明的是，式中的平滑因子 $1/3$ 和 $2/3$ 是可以人为选定的，不过目前已经约定俗成，固定为 $1/3$ 和 $2/3$ 。



二、KDJ指标的计算方法

J指标的计算公式为：

$$J = 3D - 2K$$

实际上，J的实质是反映K值和D值的乖离程度，从而领先KD值找出头部或底部。J值范围可超过100。J指标是个辅助指标，最早的KDJ指标只有两条线，即K线和D线，指标也被称为KD指标，随着股市分析技术的发展，KD指标逐渐演变成KDJ指标，从而提高了KDJ指标分析行情的能力。



三、KDJ指标的一般研判标准

1. KDJ的取值

(1) 取值范围

KDJ指标中，K值和D值的取值范围都是0至100，而J值的取值范围可以超过100和低于0，但在分析软件上KDJ的研判范围都是0至100。通常就敏感性而言，J值最强，K值次之，D值最慢，而就安全性而言，J值最差，K值次之，D值最稳。



三、KDJ指标的一般研判标准

(2) 超买超卖信号

根据KDJ的取值，可将其划分为几个区域，即超买区、超卖区和徘徊区。按一般划分标准，**K、D、J这三值在20以下为超卖区，是买入信号；K、D、J这三值在80以上为超买区，是卖出信号；K、D、J这三值在20至80之间为徘徊区，宜观望。**



三、KDJ指标的一般研判标准

(3) 多空力量对比

一般而言，当K、D、J三值在50附近时，表示多空双方力量均衡；当K、D、J三值都大于50时，表示多方力量占优；当K、D、J三值都小于50时，表示空方力量占优。



三、KDJ指标的一般研判标准

2. KDJ曲线的交叉

(1) 当股价经过一段很长时间的低位盘整行情，并且K、D、J三线都处于50线以下时，一旦J线和K线几乎同时向上突破D线时，表明股市即将转强，股价跌势已经结束，将止跌朝上，可以开始买进股票，进行中长线建仓。这是KDJ指标“**黄金交叉**”的一种形式。



三、KDJ指标的一般研判标准

(2) 当股价经过一段时间的上升过程中的盘整行情，并且K、D、J线都处于50线附近徘徊时，一旦J线和K线几乎同时再次向上突破D线，成交量再度放出时，表明股市处于一种强势之中，股价将再次上涨，可以加码买进股票或持股待涨，这就是KDJ指标“**黄金交叉**”的一种形式。



三、KDJ指标的一般研判标准

- (3) 当股价经过前期一段很长时间的上升行情后，股价涨幅已经很大的情况下，一旦J线和K线在高位（80以上）几乎同时向下突破D线时，表明股市即将由强势转为弱势，股价将大跌，这时应卖出大部分股票而不能买股票，这就是KDJ指标的“**死亡交叉**”的一种形式。



三、KDJ指标的一般研判标准

- (4) 当股价经过一段时间的下跌后，而股价向上反弹的动力缺乏，各种均线对股价形成较强的压力时，KDJ曲线在经过短暂的反弹到80线附近，但未能重返80线以上时，一旦J线和K线再次向下突破D线时，表明股市将再次进入极度弱市中，股价还将下跌，可以再卖出股票或观望，这是KDJ指标“**死亡交叉**”的另一种形式。



6.3 威廉指标 (W%R)

威廉指标 W%R，又叫威廉超买超卖指标，是由Larry William在1973年发明的，是目前股市技术分析中比较常用的短期研判指标。



一、威廉指标的原理

威廉指标主要是通过通过分析一段时间内股价最高价、最低价和收盘价之间的关系，来判断股市的超买超卖现象，预测股价中短期的走势。它主要是利用振荡点来反映市场的超买超卖行为，分析多空双方力量的对比，从而提出有效的信号来研判市场中短期行为的走势。



二、威廉指标的计算方法

威廉指标的计算主要是利用分析周期内的最高价、最低价及周期结束的收盘价等三者之间的关系展开的。以日威廉指标为例，其计算公式为：

$$W\%R = (H_n - C) \div (H_n - L_n) \times 100$$

其中 C 为计算日的收盘价， H_n 为 n 周期内的最高价， L_n 为 n 周期内的最低价，公式中 n 为选定的计算时间参数，一般为4或14。



三、威廉指标的一般研判标准

1. W%R值的大小

W%R值的范围为0至100。

- (1) 当W%R在0至20区间时，是W%R指标的超买区，表明市场处于超买状态，价格已进入顶部，可考虑卖出。W%R=20一般视为卖出线。
- (2) 当W%R在80至100区间时，是W%R指标的超卖区，表明市场处于超卖状态，价格已接近底部，可考虑买入。W%R=80一般视为买入线。



三、威廉指标的一般研判标准

(3) 当W%R在20至80区间时，表明市场上多空暂时取得平衡，价格处于横盘整理之中，可考虑持股或持币观望。



三、威廉指标的一般研判标准

(4) 在具体实战中，当威廉曲线向上突破20超买线而进入超买区运行时，表明股价进入强势拉升行情，这是提醒投资者要密切关注行情的未来走势，只有当W%R曲线再次向下突破20线时，才为投资者提出预警，为投资者买卖决策提供参考。同样，当威廉曲线向下突破80超卖线而进入超卖区运行时，表明股价的强势下跌已经缓和，这也是提醒投资者可以为建仓作准备，而只有当W%R曲线再次向上突破80线时，投资者才真正短线买入。



三、威廉指标的一般研判标准

2. 威廉曲线的形状

- (1) 当W%R曲线从超卖区开始向上爬升，超过80这条买入线时，说明行情可能向上突破，是开始买入的信号。
- (2) 当W%R曲线从超买区开始向下回落，跌破20这条卖出线时，说明行情可能向下反转，是开始卖出的信号。



三、威廉指标的一般研判标准

- (3) 当W%R曲线由超卖区向上突破50这条多空平衡线时，说明股价涨势较强，可考虑短线加码买入。
- (4) 当W%R曲线由超买区向下突破50这条多空平衡线时，说明股价跌势较强，可考虑短线加码卖出。



6.4 相对强弱指标 (RSI)

相对强弱指标RSI，又叫力度指标，其英文全称为“Relative Strength Index”，由威尔斯·魏尔德（Welles Wilder）所创造的，是目前股市技术分析中比较常用的中短线指标。



一、RSI指标的原理

相对强弱指标RSI是根据股票市场上供求关系平衡的原理，通过比较一段时期内单个股票价格的涨跌的幅度或整个市场的指数的涨跌的大小来分析判断市场上多空双方买卖力量的强弱程度，从而判断未来市场走势的一种技术指标。



二、RSI指标的计算方法

相对强弱指标RSI的计算公式有两种，其一：

假设A为N日内上涨的收盘价上涨额之和，B为N日内下跌的收盘价下跌额（正数）之和，则相对强弱指标为

$$RSI(N) = A \div (A + B) \times 100$$

其二：RS(N) = N日内收盘价正上涨额的平均值
÷ N日内收盘价正下跌额的平均值，

$$RSI(N) = RS(N) \div (1 + RS(N)) \times 100$$



三、RSI的一般研判标准

1. RSI取值的大小

RSI的变动范围在0至100之间，强弱指标值一般分布在20至80区间。

RSI值	市场特征	投资操作
80--100	极强	卖出
50--80	强	卖出观望
20--50	弱	买入观望
0--20	极弱	买入



三、RSI的一般研判标准

2. 长短期RSI线的交叉情况

短期RSI是指参数N相对较小的RSI；**长期RSI**是指参数N相对较长的RSI。比如，6日RSI和12日RSI中，6日RSI即为短期RSI，12日RSI即为长期RSI。长短期RSI线的交叉情况可以作为我们研判行情的方法。



三、RSI的一般研判标准

- (1) 当短期RSI $>$ 长期RSI时，市场则属于多头市场；
- (2) 当短期RSI $<$ 长期RSI时，市场则属于空头市场；
- (3) 当短期RSI线在低位向上突破长期RSI线时，一般为RSI指标的“**黄金交叉**”，为买入信号；
- (4) 当短期RSI线在高位向下突破长期RSI线时，一般为RSI指标的“**死亡交叉**”，为卖出信号。



6.5 中间意愿指标（CR）

能量指标，即CR指标，又叫**中间意愿指标**、**价格动量指标CR指标**，是分析股市多空双方力量对比、把握买卖股票时机的一种中长期技术分析工具。



一、CR指标的原理

CR指标的理论出发点是：中间价是股市最有代表性的价格。理论上，比中间价高的价位其能量为“强”，比中间价低的价位其能量为“弱”。



二、CR指标的计算方法

由于选用的计算周期不同，CR指标也包括年CR指标、月CR指标、周CR指标、日CR指标以及分钟CR指标等很多种类型。经常被用于股市研判的是日CR指标和周CR指标。虽然它们计算时取值有所不同，但基本的计算方法一样。



二、CR指标的计算方法

以**日CR指标**为例，其在第 t 交易日的计算公式为：

$$CR_N(t) = \frac{P_N^1(t)}{P_N^2(t)} \times 100$$

其中

$$P_N^1(t) = \sum_{k=0}^{N-1} \max \{ H(t-k) - M(t-k-1), 0 \}$$

$$P_N^2(t) = \sum_{k=0}^{N-1} \max \{ M(t-k-1) - L(t-k), 0 \}$$



二、CR指标的计算方法

常用地中间价计算方法有四种：

$$(1) M = (H+L+2C) \div 4$$

$$(2) M = (H+L+C+O) \div 4$$

$$(3) M = (H+L+C) \div 3$$

$$(4) M = (H+L) \div 2$$

式中C为收盘价，H为最高价，L为最低价，O为开盘价。



三、CR指标的一般研判标准

1. CR值为100时也表示中间的意愿买卖呈平衡状态。
2. 当CR数值在75至125之间（有的设定为80至150）波动时，表明股价属于盘整行情，投资者应以观望为主。
3. 在牛市行情中（或对于牛股），当CR数值大于300时，表明股价已经进入高价区，可能随时回挡，应择机抛出。



三、CR指标的一般研判标准

4. 对于反弹行情而言，当CR数值大于200时，表明股价反弹意愿已经到位，可能随时再次下跌，应及时离场。
5. 在盘整行情中，当CR数值在40以下时，表明行情调整即将结束，股价可能随时再次向上，投资者可及时买进。



三、CR指标的一般研判标准

6. 在熊市行情末期，当CR数值在30以下时，表明股价已经严重超跌，可能随时会反弹向上。投资者可逢低吸纳。
7. CR指标对于高数值的研判的准确性要高于CR对低数值的研判。即提示股价进入高价位区的能力比提示低价位区强。



四、CR指标的改进

修正的CR指标: $ACR(t) = \frac{P_N^1(t)}{P_N^1(t) + P_N^2(t)} \times 100$

ACR值	市场特征	投资操作
80--100	极强	卖出
50--80	强	卖出观望
20--50	弱	买入观望
0--20	极弱	买入



6.6 停损指标 (SAR)

SAR指标，又叫抛物线指标或停损转向操作点指标，其全称叫Stop and Reverses，缩写SAR，是由美国技术分析大师威尔斯·威尔德 (Wells Wilder) 所创造的，是一种简单易学、比较准确的中短期技术分析工具。



一、SAR指标的原理

从SAR指标全称Stop and Reverses知道它有两层含义。一是“stop”，即**停损、止损**之意，这就要求投资者在买卖某个股票之前，先要设定一个止损价位，以减少投资风险，而且这个止损位会随着股价的波动不断调整。

SAR指标的英文全称的第二层含义是“Reverse”，即**反转、反向操作**之意。它要求投资者在决定投资股票前先设定好止损位，当价格达到止损价位时，投资者不仅要对外期买入的股票进行平仓，而且在平仓的同时可以进行反向做空操作，以谋求收益的最大化。



二、SAR指标的计算方法

SAR的计算工作主要是针对每个周期不断变化的SAR的计算，也就是停损价位的计算。在计算SAR之前，先要选定一段周期，比如 n 日或 n 周等， n 天或周的参数一般为4日或4周。接下来判断这个周期的股价是在上涨还是下跌，然后再按逐步推理方法计算SAR值。



二、SAR指标的计算方法

计算日SAR为例，每日SAR的计算公式如下：

$$SAR(t) = SAR(t-1) + AF * \{EP(t-1) - SAR(t-1)\},$$

其中 $SAR(t)$ 为第 t 日的SAR值， $SAR(t-1)$ 为第 $t-1$ 日的值， AF 为加速因子（或叫加速系数）， EP 为极点价（最高价或最低价）。



二、SAR指标的计算方法

在计算SAR值时，要注意以下几项原则：

- (1) 一次计算SAR值时须由近期的明显高低点起的第 t 天开始。
- (2) 如果是看涨的行情，则 $SAR(0)$ 为近期底部最低价；如果是看跌行情，则 $SAR(0)$ 为近期顶部的最高价。
- (3) 加速因子 AF 有向上加速因子和向下加速因子的区分。若是看涨行情，则为向上加速因子；若是看跌行情，则为向下加速因子。



二、SAR指标的计算方法

- (4) 加速因子AF的初始值一直是以0.02为基数。如果是在看涨行情中买入股票后，某天的最高价比前一天的最高价还要高，则加速因子AF递增0.02，并入计算。但加速因子AF最高不超过0.2。反之，看跌行情中也以此类推。



二、SAR指标的计算方法

(5) 如果在看涨行情中，计算出的某日的SAR值比当日或前一日的最低价高，则应以当日或前一日的最低价为该日的SAR值。如果在看跌行情中，计算出的某日的SAR值比当日或前一日的最高价低，则应以当日或前一日的最高价为某日的SAR值。总之，SAR值不得定于当日或前一日的行情价格变动幅度之内。



二、SAR指标的计算方法

- (6) 任何一次行情的转变，加速因子AF都必须重新由0.02起算。
- (7) SAR指标周期的计算基准周期的参数为2，如2日、2周、2月等，其计算周期的参数变动范围为2至8。
- (8) SAR指标的计算方法和过程比较烦琐，对于投资者来说只要掌握其演算过程和原理，在实际操作中并不需要投资者自己计算SAR值，更重要的是投资者要灵活掌握和运用SAR指标的研判方法和功能。



三、SAR指标的一般研判标准

1. 当股票股价从SAR曲线下方开始向上突破SAR曲线时，为买入信号，预示着股价一轮上升行情可能展开，投资者应迅速及时地买进股票。
2. 当股票股价向上突破SAR曲线后继续向上运动而SAR曲线也同时向上运动时，表明股价的上涨趋势已经形成，SAR曲线对股价构成强劲的支撑，投资者应坚决持股待涨或逢低加码买进股票。



三、SAR指标的一般研判标准

3. 当股票股价从SAR曲线上方开始向下突破SAR曲线时，为卖出信号，预示着股价一轮下跌行情可能展开，投资者应迅速及时地卖出股票。
4. 当股票股价向下突破SAR曲线后继续向下运动而SAR曲线也同时向下运动，表明股价的下跌趋势已经形成，SAR曲线对股价构成巨大的压力，投资者应坚决持币观望或逢高减磅。



6.7 平均方向性运动指标 (ADX)

平均方向性运动指标，即ADX，是由威尔斯·怀尔德发明。国外投资者经常使用ADX指标，国内投资者使用的相对比较少。

ADX属于趋势跟踪指标，可以用来确定市场趋势的方向和强度。ADX指标由三条线组成：ADX线、+DI线和-DI线，其中+DI线和-DI线决定了趋势的方向。

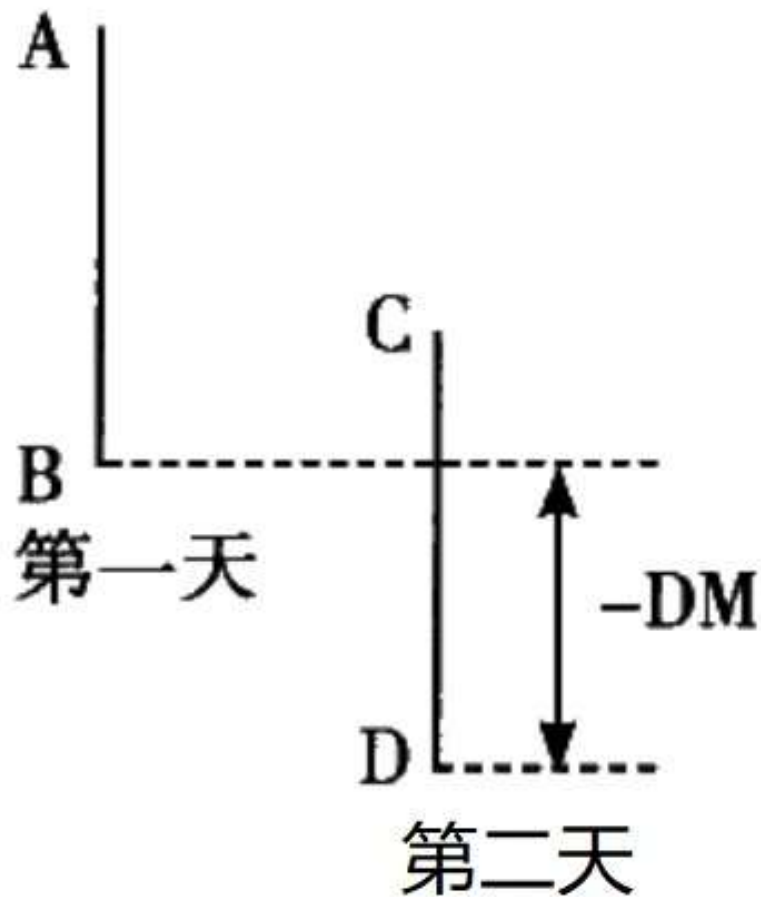
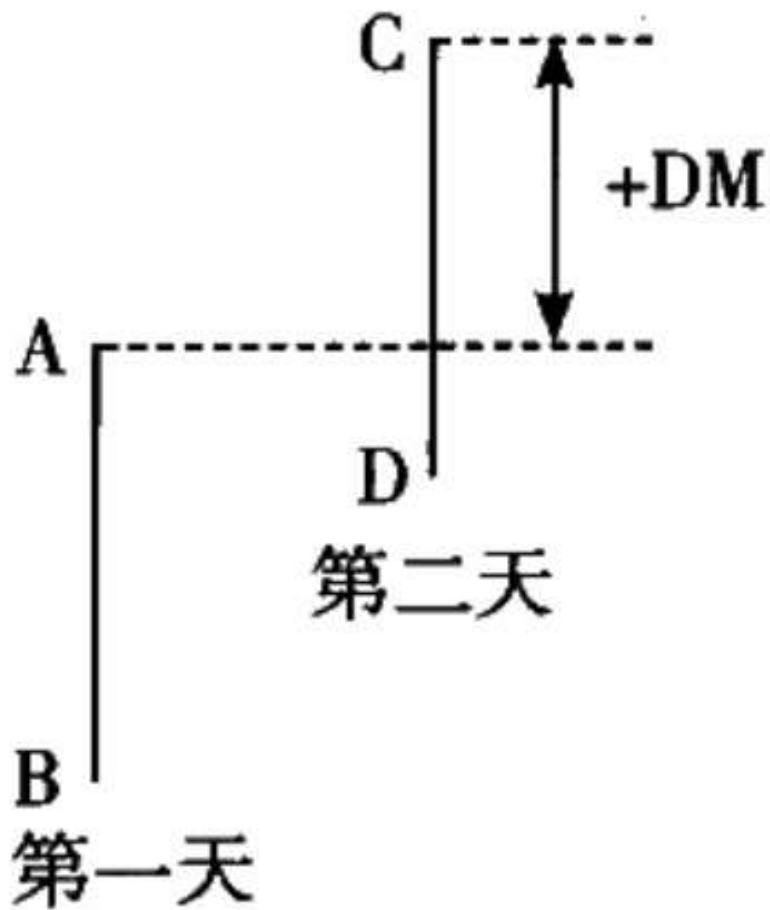


一、方向性运动DM的计算

计算ADX的第一步是计算价格的方向性运动DM，其为当天的波动区间超出前一日波动区间的最大部分。

图1中的左侧，当天价格向上运动，超出前一日波动区间的部分我们称为+DM；而在图1中的右侧，当天价格向下波动，超出前一日波动区间的部分我们称为-DM。

一、方向性运动DM的计算





一、方向性运动DM的计算

特殊交易日中DM的计算：

对于外部日，即当天的价格波动在上下两个方向都超出了前一日波动区间，我们取超出部分的较大者。

对于内含日，即当天的价格波动在上下两个方向都没有超出前一日波动区间，我们认为 $DM=0$ 。



二、真实波动区间TR的计算

$$TR = \max \left\{ \begin{array}{l} \text{当日最高价和最低价之差,} \\ \text{当日最高价和前一日收盘价之差,} \\ \text{当日最低价和前一日收盘价之差} \end{array} \right\}$$

注：TR反映了当天波动的最大幅度。



三、方向指标DI的计算

$$DI = \frac{DM}{TR}$$

其中DM分为 +DM 和 -DM, 对应的有 **+DI** 和 **-DI**。

注：DI反映了当天波动方向占当天波动幅度的比例。



四、+DI14和-DI14的计算

$$DI14 = \frac{DM14}{TR14}$$

其中 DM14、TR14 分别表示以14天为计算周期 DM 和 TR，类似地分为 **+DI14** 和 **-DI14**。

注：DI14反映了14天波动方向占14天波动幅度的比例。



五、方向性运动指数DX的计算

DX的计算以14天为窗口，滑动计算：

$$DX = \frac{|(+DI14) - (-DI14)|}{|(+DI14) + (-DI14)|} \times 100$$

ADX = 方向性运动指数DX的14天周期的平均值

注： ADX 等于14天内的DX平均值，一定位于0~100之间。

五、ADX示意图





六、ADX指标的一般研判标准

1. W. Wilder 建议在+DI指标高于-DI指标时进行买入，在+DI指标下沉到低于-DI指标时进行卖出。
2. 附加了一条“极点法则”，被用来消除错误的信号并且降低交易的数量。



附加：极点法则

“**极点法则**”：在+ID指标上升的比-ID指标高的区间段内，两者再次相交时，这一点就会成为当天的最高价格。如果在+ID指标低于-ID指标区间段，两者再次相交时候，这一点就会成为当天的最低价格。



课后作业

1. 学习吴述金编写的《程序化交易》教学讲义第6章。
2. 利用本章介绍的指标和中国金融市场产品2020年前的数据，设计一个具体的程序化交易策略，并且用2021年数据检验该策略的实际表现。

注：第2题作业于下周上课前交。