



周南興 編

鋼的現場火花檢查法

科技衛生出版社

鋼的現場火花檢查法

周 南 興 編

科技衛生出版社

內 容 提 要

本書介紹用火花檢查法鑒別各種鋼材的成分。作者根據現場工作的經驗，以豐富的插圖說明一般碳鋼、碳工具鋼、一般合金鋼、合金工具鋼、彈簧鋼、軸承鋼、高速鋼、不銹鋼等的火花檢查法。本書對於火花檢查的應用範圍和必要設備亦作了扼要的說明。

本書適合於材料檢查員，熱處理工及一般機工檢查鋼材主要成分之用。

鋼的現場火花檢查法

編 者 周 南 興

科技衛生出版社出版

(上海南京西路 2004 號)

上海市書刊出版業營業許可證出 093 號

上海市印刷五廠印刷 新华書店上海發行所總經售

統一書號：15 · 558

(原科技版印 27,500 冊)

開本 787×1092 毫米 1/32 · 印張 1 5/8 · 字數 34,000

1958 年 10 月新 1 版

1958 年 10 月第 1 次印刷 · 印數 1—30,000

定價：(10) 0.24 元

目 录

一、緒論	1
二、火花檢查法的应用范围	2
三、工具及設備	4
四、学习及操作时的应注意事項	6
五、碳素鋼含碳量的火花檢查	8
六、碳素工具鋼的火花檢查	15
七、合金鋼的火花檢查	17
八、合金工具鋼的火花檢查	31
九、彈簧鋼的火花檢查	37
十、滾珠軸承鋼的火花檢查	39
十一、耐酸鋼、耐热鋼和不銹鋼的火花檢查	40
十二、高速工具鋼的火花檢查	44
十三、沸騰鋼、滲碳鋼、脫碳鋼的火花檢查	46

一、緒 論

近数十年来，各国的專家与科学家对鋼鉄材料經過砂輪研磨后产生不同的火花爆裂，进行了分析和研究，肯定了火花檢查是一种簡便而迅速的鉴别鋼鉄成分的方法。

現場上的鋼的火花檢查法，主要是根据鋼材經砂輪研磨后所发生的火花爆裂的形狀、流綫、色泽、发火点等来鉴定成分的。

各种不同成分的鋼材具有各别的火花特点。应用火花檢查法能在数秒鐘時間內查出一种、两种或更多种的鋼号(指有經驗的火花檢查者)。工作效率既高，操作方法也很簡易，所以說它是鉴别鋼鉄材料的最常用的方法，它对工矿、机械制造企业有很大的用处。

所謂火花檢查法，就是將被檢查的鋼鉄材料在一定程度的压力下，放在砂輪上研磨，由于摩擦作用，鋼鉄材料被砂輪磨削成細微的粉末拋射于空中，这种粉末和空气中的氧接触而氧化，因为在高速回轉产生高热，热度可达鋼鉄材料的溶化温度，使粉末处于溶融状态。如果因氧化而成气体时，內压力超过溶点的表面張力，即行破裂而发生火花爆裂。

鋼中所含其他元素如錳、鉻、鎳、硅等也会因高热而与空气中的氧起氧化，呈現不同的綫条、顏色，并对碳素的爆裂发生不同的作用，因此根据火花爆裂的形狀、流綫、色泽、发火点等特征，就能判別鋼材的化学成分。

二、 火花檢查法的应用範圍

火花檢查法的应用範圍，由于工矿企业使用鋼鐵材料与鋼鐵材料的分类不同，有以下几方面：

(一)在煉鋼工厂中，不同規格的鋼錠在裝卸搬运的过程中发生混淆，可用火花檢查法进行鉴别。

(二)鋼鐵訂貨工厂与生产工厂往往相隔很远，大批訂貨在長距离使用船舶或火車运输中，經過多次裝卸搬运手續，鋼組可能遺落了鋼号标志牌，使同一外圓直徑的鋼鐵材料互相混杂，在这种混杂的情况下，亦可应用火花檢查法进行鉴别。

(三)在一般机械制造厂的鋼鐵材料仓库及現場上需要將混淆的材料加以区别，亦可使用火花檢查法，进行鉴别分类。

(四)火花檢查法能鉴别鋼是否經過氮化，并能判断鋼的氮化层深度。

(五)火花檢查法能鉴别鋼是否經過滲碳、滲碳层的深度与滲碳层的含碳量。

(六)火花檢查法能查知鋼料表面脫碳层，檢查表面脫碳层的深度。

(七)火花檢查法可用于煉鋼时的炉中分析。煉鋼时的炉中分析是各煉鋼厂都很重視的工作，因为鋼水在炉中的熔煉時間一定要准确掌握，故对于化学成分的鉴定，显然是愈快愈好，但如采取化学滴点方法，最快的鉴定時間也要5分鐘，这不能满足炉中分析時間上的要求。火花檢查法則仅需几秒钟的時間就能鉴定出鋼的化学成分。

虽然对含量极微或低合金的特殊元素，現在尚不能用火花

檢查法作出准确、精密的定量判断，但是对于碳素鋼、特种的合金鋼、合金工具鋼、彈簧鋼、不銹鋼和高速鋼等，火花檢查法是能够得出比較准确的判断。例如根据大冶鋼厂用火花檢查法所作碳素成分的炉中分析和上海綜合工业試驗所用化学分析法的碳素量作一比較，誤差仅 0.01% 左右，如下表所示：

火花檢查結果%	化学分析結果%
0.1	0.097
0.2	0.215
0.38	0.375
0.45	0.455
0.7	0.698

当然上表所列的数字是有經驗的檢查工作者所作的鉴定，但这也說明用火花檢查法，鉴定碳素的正确程度很高，因此可以作为炉中分析鉴定碳素成分之用。

(八)对整堆廢鋼的檢查。廢鋼鐵是煉鋼及熔鑄的原料之一，它是各种零件的廢品，或鍛压时凿下来的剩余材料及澆鑄炉中剩余的鉄水，由于它們混杂着各种不同的成分，在煉鋼或熔鑄时有必要加以分类，这时以采用火花檢查法鉴别最为簡捷。

(九)对含有同一种元素而其分量不同的鋼料的檢查。鋼料因为所含元素及其分量不同，它們的机械性能和物理性能亦各不同。在进行热处理时，特别是選擇淬火、退火的温度，必須依据鋼号来决定，才能达到热处理的目的。

(十)火花檢查法对于碳素鋼含碳量的鉴定，正确度相当高，对于其他元素如鉻、鎳、錳、鎢等的含量基本上也能鉴定。

三、工具及設備

火花檢查法所用的工具及設備甚為簡單，根據操作環境的不同可分為：

1. 在倉庫的現場或普通室內進行火花檢查的工具及設備（指對少量或個別鋼材進行檢查）：

（一）四周透光的門窗上裝置雙層黑布窗幕（白天進行火花檢查時即可避免日光射入）。

（二）在適當地點裝置雙輪固定電動砂輪機，為獲得正確的結果可按以下規格選擇採用：

電動機規格：馬力：1/4~1/3；轉數：5000 轉/分。

砂輪規格：外圓直徑 120 公厘，厚度：25 公厘，周速度：1400 公尺/分以上，粒度：46~60，硬度：硬 Q 級上質，質量：粘土結合劑的磁燒砂輪。

（三）雙輪固定電動砂輪機上須裝置鐵殼防護罩，防止砂輪可能破裂發生危險，危及身體安全。

磨火花時應拉上四周窗幕，工作者應戴無色平光眼鏡，以免鋼料磨削後的粉末飛入眼睛，工作者應該站立於電動砂輪機的左側，用右手將材料壓向砂輪，此時即因摩擦而產生火花。應注意鋼料壓向砂輪的壓力大小，火束的長短與檢查的正確性很有關係。依據不同鋼種和鋼號，火束的長短應如下述：

對於一般普通鋼料，火花的長度應在半公尺左右。

含碳在 0.45% 以上的鋼及一般普通合金鋼，火花的長度應在 1/3 公尺左右。

對於高速鋼、不銹鋼、合金工具鋼和特种鋼，則可加重壓力，

使它产生所需长度的火束。

2. 在露天現場或临时搭棚現場上，对整批鋼鉄材料进行檢查，这时所需的工具及設備如下：

(一) 設制一頂活动黑布幕帳，同时連有架子，一般应用的黑布幕帳如图 1 所示

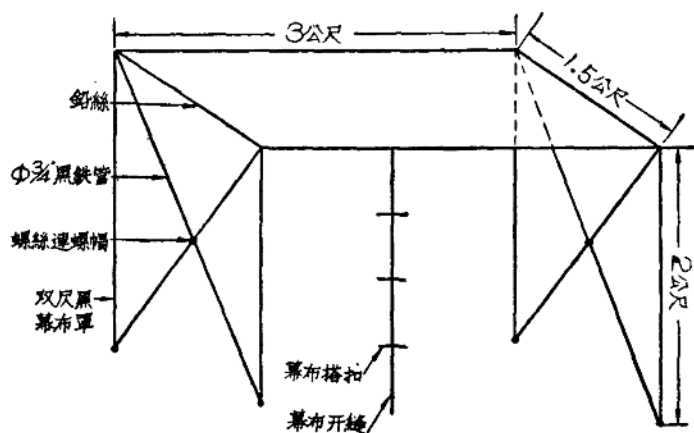


图 1

(二) 50 公尺至 100 公尺的三綫馬达皮綫一根或两根。

(三) 手提軟軸电动砂輪机一台。为得到正确的結果，可按下述規格选用：

电动机規格：馬力 1/20~1/10，轉数：約 12000 轉/分。

砂輪規格：外圓直徑 90 公厘，厚度 16 公厘，周速度 3500 公尺/分以上，粒度 46~60，硬度：硬 Q 級上質，質量：粘土結合剂的磁燒砂輪。如图 2 所示。

(四) 砂輪上裝置鉄壳防护罩，防止砂輪可能破裂发生危險。磨火花时先搭黑布幕帳，然后将現場上的鋼材排列整齐，再

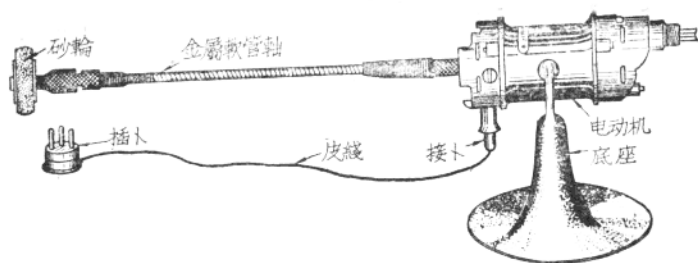


图 2

將軟軸电动砂輪机接上三綫皮綫，接通电源，工作者戴上无色平光眼鏡，并須帶橡皮手套，以免有碰触电流的可能，保証操作时的安全。工作者拿住軟軸，輔助人員在后提好电动机，此时即可开动电鈕，使砂輪轉动，在排列整齐的鋼材上有次序的逐一檢查。但应注意砂輪压向鋼料的压力大小与檢查的正确性很有关系。磨出火束的長短应大体上求得一样。

然后根据所产生的火花爆裂形狀、流綫、火束色泽、发火点，以及特殊元素爆裂的特征，鉴定所属鋼号。如在整批相同鋼号中发现个别鋼材有疑問，則在該鋼材上做个别临时記号，以便再加以詳細复驗

四、 学习及操作时的应注意事項

火花檢查結果的正确或不正确在很大程度上决定于檢查者的技术程度。这說明了要成为一个熟練的火花檢查者，必須經過比較長期的練習，从实际工作中得到一定的經驗，才能正确掌握火花檢查法，使鉴定的鋼号誤差出入不大。

在学习火花檢查时，应注意以下几点：

1. 选定一定规格的电动砂轮机，以后工作时应一直使用这种规格的电动砂轮机。

2. 截取 200 公厘长钢号不同的钢材(不限外圆直径，但不宜过大)，先由化验室进行化学分析，鉴定成分和含量后，作为标准试样，在实习时用来进行比较。

3. 必须在 3 个月至 5 个月期间内，每天实习火花检查 500 次以上，继续不断地进行练习。

4. 先从碳素钢开始练习。取已知化学成分及含碳量的试样，作为练习时的指导，并将已知不同含碳量的标准试样，进行火花检查练习。等到对碳素钢有了初步认识后，再取两根含碳量相差较大的标准试样(如一根含碳为 0.20%，一根含碳为 0.40%)进行火花比较，技术就可以提高一步。

然后再取两根含碳量较近的标准试样(一根含碳 0.30%，一根含碳 0.40%)进行比较。学者若能把握的鉴别其含碳高低，熟识火花爆裂的特征，就可以对未知含碳量的钢料进行实习，这时对未知含碳量的钢料的含碳成分作出判断后，取相同含碳成分的标准试样进行比较，看差别的程度如何。这样可以衡量学者对碳素钢火花检查的技术能力，学者如对碳素钢已有正确的鉴定能力，则再进一步学习合金钢的检查，了解合金元素对火花爆裂时的特征，并熟记各种不同合金元素对火花爆裂的影响。学习的方法与学习碳素钢的方法相同。

5. 然后取经过化学分析的特殊钢如：高速钢、不锈钢、合金工具钢、弹簧钢等钢材作为标准试样，练习这些钢材的火花检查，从它们爆裂的火束、火花的特征，配合特殊钢的规格来判断和鉴定它们钢号。

6. 凡是自己企业中经常使用的各种钢号规格或常常接触到

的鋼号規格，一定要熟知它們的化學成分，這對於火花檢查是有很大的幫助的。

火花檢查操作時應注意：

1. 鋼料接觸砂輪磨削時，對於手的壓力的程度感覺如何。
2. 火花爆裂時火束的長度與色澤如何。
3. 火花的發火點及火束中有無特殊狀況。
4. 觀察火束是由什麼流綫組成，並鑒別流綫有無特殊狀況。
5. 火束中的根部火花、中部火花、及尾部火花三方面的變化與特殊狀況。

6. 火束中火花爆裂的形狀、大小、數量的疏密程度，有無花粉存在。對於特殊合金鋼的火花爆裂更須仔細觀察。

7. 當磨削滲碳、脫碳或氮化鋼和特种鋼料時，要注意這種鋼料的表皮層與內層所含成分是不同的，檢查時應充分研究，有時差錯很大，不要草率地下結論，最好作多次檢查，以求得可靠的結論。

8. 經常將經過化學分析的標準試樣與試件作比較，以糾正視覺的錯誤，並吸收有經驗的檢查員的經驗。

五、 碳素鋼含碳量的火花檢查

我們用火花法來檢查碳素鋼的含碳量，首先應知道什麼叫做火花？碳素鋼的火花特徵是什麼？含碳量的多少對於火花的影響如何？

鋼鐵材料在電動砂輪機上研磨時產生的各種綫狀及花狀火芒，稱為火束，包括流綫及流綫上爆裂的不同花形、花粉，總稱為火花。

为便于鉴别起见，我们把火花分为三部分，靠近砂轮的火花叫根部火花，在全体火束中间部分的火花叫中部火花，在火束末端部分的火花叫尾部火花，如图 3 所示。

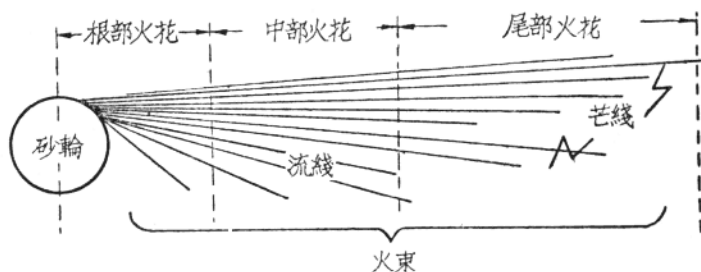


图 3

火束就形状看来好象是由许多根直线形状的线条组成的，(实际它们不是直线)。这种线条称为流线。

流线是钢铁材料与砂轮摩擦时被磨削下的细微粉末，它以很快的速度被抛射到空气中，并沿着抛射轨道运行，在这种高速抛射情况下，看来好似直线，所以我们就称为直线流线，如图 4 所示。

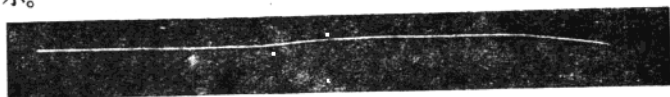


图 4

碳素钢的火花有多量的直线流线。连接粗流线的细线称为

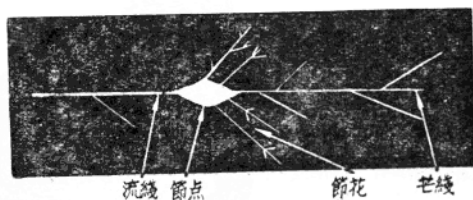


图 5

芒綫。流綫在中途爆裂的明亮點，稱為節點，由節點射出少數或多數較細短的直綫流綫，稱為節花。如圖 5 所示。

由於節花在流綫上爆裂的先后以及含碳量對於火花爆裂的影響，節花又分為一次花，二次花和三次花。

一次花是流綫上第一次產生爆裂較細長的流綫所形成的花形。一次花根據含碳不同有兩根分叉、三根分叉、四根分叉和多根分叉的火花爆裂，觀察火花中的這些形狀是鑑定含碳量的一個重要依據。圖 6 表示一次爆裂的形狀。

一次花：

二根分叉爆裂

三根分叉爆裂

四根分叉爆裂

多根分叉爆裂



表示含碳 0.05%

表示含碳 0.1%

表示含碳 0.15%

表示含碳 0.2%

它們共同的特征是流綫多、芒綫較粗長、火束長、沒有花粉、發光一般

圖 6

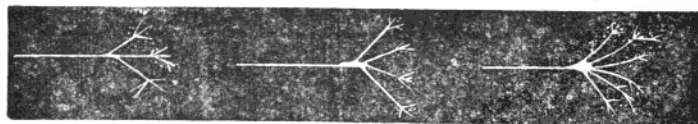
二次花是在第一次火花爆裂的較粗長流綫上，再次爆裂較細短的流綫形成的花形，帶有極微量而隨含碳量增多的花粉。二次花也視含碳量的不同分為三根分叉，四根分叉和多根分叉，如圖 7 所示。

二次花：

三根分叉爆裂

四根分叉爆裂

多根分叉爆裂



表示含碳 0.25%

表示含碳 0.3%

表示含碳 0.35%

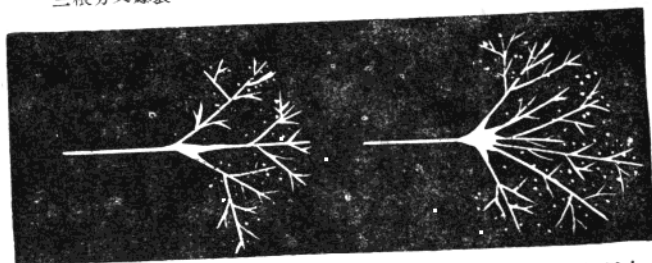
它們共同的特征是流綫多、火束稍長、發光稍大、帶有極微量并逐漸增多的花粉，火花爆裂像菊花形狀

圖 7

三次花是在第二次火花爆裂的較細短流綫上，再次爆裂很細短的花形，附有多量花粉，散布在花团周圍与空隙处。三次花依据含碳量的不同，亦可分为三根分叉和多根分叉。这种火花表示鋼材具有較高的含碳量，如图 8。

三次花：
三根分叉爆裂

多根分叉爆裂



表示含碳 0.4%

表示含碳 0.45% 及 0.45% 以上

它們共同的特征是火束較長，流綫多，发光稍大，有多量的花粉，火花爆裂像大菊花形狀。
图 8

含碳量高于 0.45% 的火花爆裂特征，仍限于三次花及多根分叉，但在火束、花粉、发光顏色等方面却有所不同，所以我們同样可以从火花檢查中鉴别含碳在 0.45% 以上的各种碳素鋼。

下面選擇了十一种普通碳素鋼的火花图例，以备学习和参考。如能掌握这些火花爆裂的特征，并經常地进行比較研究，就能提高我們鉴定碳素鋼鋼号的能力。

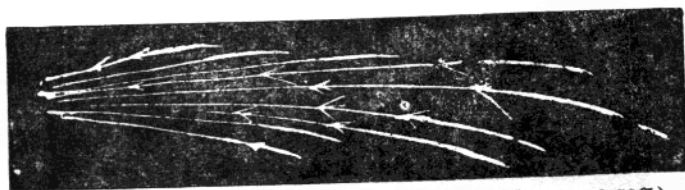


图 9 碳素鋼 0.8 鋼 主要化学成分(C 0.05~0.12% Mn 0.25~0.50%)

流綫多,帶紅色,火束長,芒綫粗,发光适中,花量极少,二根分叉及三根分叉爆裂,呈星形,花角狭小。

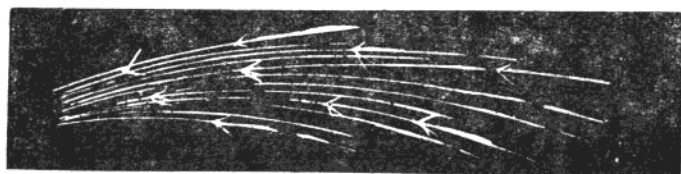


图 10 碳素鋼 10 鋼
主要化学成分(C 0.05%~0.15% Mn 0.35~0.65%)

流綫多,帶紅色,火束長。芒綫粗,发光适中,花量較少,三根分叉爆裂,呈星形,花角仍狭小。

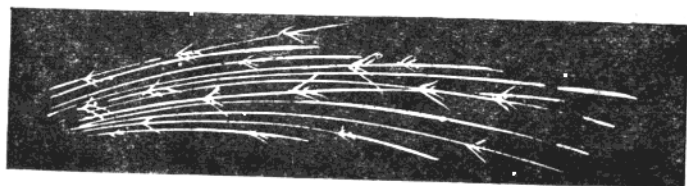


图 11 碳素鋼 15 鋼
主要化学成分(C 0.10%~0.20% Mn 0.35~0.65%)

流綫多,帶紅色,火束長,芒綫稍粗,发光适中,花量稍多,四根分叉爆裂,呈星形,花角仍狭小。

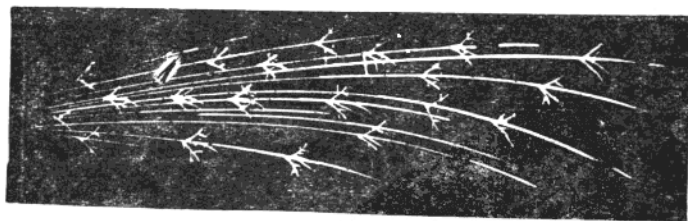


图 12 碳素鋼 20 鋼
主要化学成分(C 0.15%~0.25% Mn 0.35~0.65%)

流綫多,帶紅色,火束長,芒綫稍粗。发光适中,花量稍多,多

根分叉爆裂,呈星形,花角仍狭小。

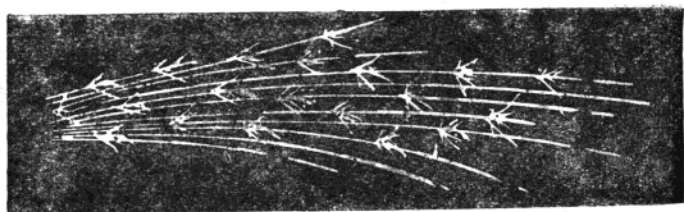


图 13 碳素鋼 25 鋼
主要化学成分(C 0.2~0.3% Mn 0.50~0.80%)

流綫多而稍細,火束長,芒綫較粗,发光适中,花量稍多,爆裂为三根分叉,微有二次花,呈星形,开始有极微量花粉。

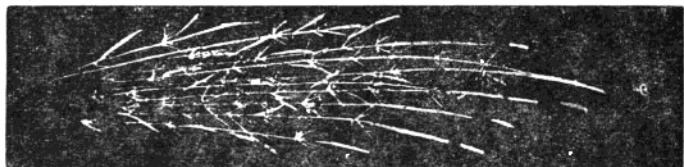


图 14 碳素鋼 30 鋼
主要化学成分(C 0.25~0.35% Mn 0.50~0.80%)

流綫多而較細,火束長,发光稍亮,花量稍多,爆裂为四根分叉,时有二次花,花呈星形,开始有少量花粉。

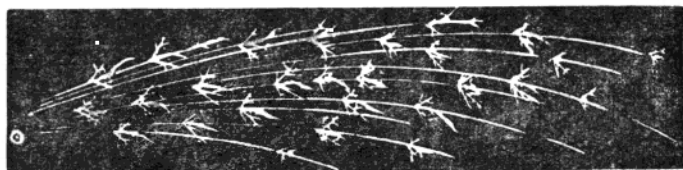


图 15 碳素鋼 35 鋼
主要化学成分(C 0.30~0.40% Mn 0.50~0.80%)

流綫多而較細,火束較長,发光稍亮,爆裂为多根分叉,二次