

地质部图书馆
基本馆藏

374759

地层对比

1

中国工业出版社

石油地质译文集

①

地层对比

中国工业出版社

本选輯共包括九篇文章。主要介紹地层对比标志和方法。其中包括不整合面的識別标志、旋迴分析、粘土矿物分析、相关函数解釋、光譜分析以及石油灰分中的示踪元素等。

本选輯可供石油及地质部門石油地质工作人員、科学研究人員、資料解釋人員及院校师生参考。

石油地质译文集（1）

地 层 对 比

*

石油工业部石油科学技术情报研究所图书編輯室編輯（北京北部六幢）

中国工业出版社出版（北京修德里路10号）

北京市书刊出版业营业許可証出字第110号

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ ·印张 $4 \frac{13}{16}$ ·插頁2·字数106,000

1965年7月北京第一版·1965年7月北京第一次印刷

印数0001—1,720·定价（科五）0.85元

*

統一书号：15165·3922（石油-341）

目 录

对地下不整合面識別的标志	1
薩彥-阿尔泰区泥盆紀沉积及其旋迴的分析方法	22
日本內帶新第三紀含油沉积岩中粘土矿物分析成果 和分析方法准則	35
試用相关函数解釋探井柱状图	112
应用光譜分析对比喀尔巴阡山山前地帶的沉积岩层	123
按石油灰份中的示踪元素进行油层对比	130
以契列肯紅色岩系为側該紅色沉积层的划分	135
划分下石炭紀陆源沉积层段的方法	141
热提拜油田和烏魯木齊油田侏罗紀生产层剖面的对比問題 ...	148

对地下不整合面識別的标志

W.C.柯魯宾

提要 本文扼要的叙述了确定不整合面的标志,并討論了它在地下研究方面的应用。标志分为沉积的、古生物的和构造的几类,共計 40 条。文內強調指出这些标志在应用上有一定的限制性,但如有几种綫索表明同一現象,那就說明可能有地层中断。如按这样推論,还可能发展出一些新的标志。

前 言

萊复生曾經強調指出,現在地层油藏比构造油藏越来越重要了。在很大程度上寻找这类油藏要善于应用沉积学和地层学的基本原理来进行工作。很多地层油藏是和不整合有关,因而必須有一些适当的标志来識辨不整合。

大多数識別不整合的标志依靠地面观察,但目前地质勘探大部分已进入了地下,关键是如何利用这些标志根据井下有限的資料来确定地下的不整合。

有些作者已經发表了許多不整合的标志,但这些标志仅适用于局部的或一般的地区。其中如斯蒂文森和童豪富皆属于此。本論文所涉及的范围将更广泛些,以便于进一步的研究。将对不整合面作出定义和分类,將識辨标志列成表并进行討論。由于涉及的范围广,得出的結論也較一般,同时将尽力突出其在地下地质方面的应用。

对不整合一詞的含义,大家的理解是不同的,为了对这一名詞的了解打下基础,現引用一下童豪富的意見。

“不整合是一个被侵蝕掉或沒有沉积的面,这个面把地层分离为两部分”。不整合可以分做两类,一类是指的較老地层被褶皺和侵蝕,在侵蝕面上沉积了年輕的岩层。这一类謂之不整合。另一

类指的是不整合面下部地层沒有变形而被侵蚀或沒有沉积的面，这种面称之为假整合面。

值得提出注意的是，这里所謂的不整合含义很广，包括比較暫短的沉积中断到大的地层的不均整。这样的定义对下面所討論的不整合是有裨益的，因为大多数的不整合标志面不能作为确定地层缺失規模的基础。在不整合中只有非整合最容易識辨，因为它上面和下面的地层是不均整的。对不整合面下这样的定义在应用于直接野外观察是比較方便的，除此以外，对于区别假整合、小間断等等，就得靠純粹的推論了。若沒有古生物資料就无法区分它們。

“标志”一詞也应加以解释。标志应有个准則和标准来决定其解释的正确性。很多不整合标志不一定能得出正确的解释，它們只是指出大致方向的标志罢了。本文所提出的标志，就是指这个普通意义而言。同样这里用的不整合也是就其广义而言的，不牽涉地层中断的規模或時間。在适当場合将用小間断这个名詞來說明小的地层中断。

用这样一些包罗万象的名詞的理由是，当一发现一些与某种不整合有关的地质形态时，就可以对那些明显的細节加以注意，經過仔細研究，可以获得很多重要的資料。如在某一井中发现很小的地层中断，但在几哩以內它就成了一个很大的地质形态。

解释不整合現象的困难在于每一种夷平作用如风、地面水、河流、冰川和海岸綫等，都能形成不整合面。不整合面可能与风、河流、冰川和三角洲等沉积有关，也可能与海相地层有关。在这种不同条件下形成的不整合，在時間間断上和地表起伏上差別都很大。在合适的情况下，一个不整合可能在柱状剖面中的好几个层位中出现。

在有些情况下，从一个主要的不整合上可以分出若干小間断，童豪富提出了这些不整合情况的例証。

不整合面对于寻找油藏的重要性已为許多学者所指出了。如萊复生指出在美国中部大陆区，不整合面对油藏起着重要的作

用。在柱状剖面图中原来分隔很远的地层，由于地质作用而被連接在一起，从而使生油层有可能和儲油层接触。为不整合面所封隔的傾斜地层，可能在地层分裂面之下形成油藏，在不整合面上边出現較粗的碎屑时，可能在上部底层中形成油藏。总之，由不整合所引起的沉积突然間断給石油儲集带来了良好条件。

不整合的标志

文献中談不整合的論文很多，作者无意在这里詳加探討。本文只着重提出那些介紹、描述和討論不整合标志的文章。不整合的标准可以分为三种类型，主要是根据沉积、古生物或者构造，每一个标志可视为一个单位，以便于参考。在所举的实例中，有些应用这些标准很成功，另外一些則相反，这是为了要強調在作解释工作时應該謹慎小心。

沉积的不整合标志

1. 底砾岩——底砾岩是作为一个不整合的标志。一般講底砾岩出現于很多地质柱状剖面图上，这样的例子是很多的，如美国密苏里州的上寒武統底砾岩和中部大陆区宾夕法尼亚系（上石炭統——譯者）的底砾岩即是。从地面出露情况来看，底砾岩可以从它所含的砾石相对变薄，横向变化范围和朝大海方向逐漸变为細粒沉积等标志来辨别。这些标志在建造間的砾岩中也可以看到（見标志14），但按普勒梅尔的意見，真正的底砾岩含有較多风化的、刻蚀的和帶有棱角的砾石，而从分选程度来看，一般沒有层間砾岩那样好。

在地下的問題是如何去証明它是底砾岩。砾岩的岩屑表面看起來是比較圓滑的，亚当斯認為在鈣井岩屑中見有混杂的残余岩石类型，如藍的或紅的燧石等，也可以知其为底砾岩。如有足够的鈣井資料，那就可以表明砾岩和下部各地层之間的关系。

2. 底部黑色頁岩——当古老的、上面堆 积着残余泥土的准平原受到海侵时，这些泥土可以不經多大变化而固結在底部岩层

中。若其中含有大量有机碳时，那就会在底部形成碳质頁岩层。而向上逐漸变成細粒的碎屑岩层。葛利普举出这样一个例子，在密西西比河流域黑諾埃尔（尤里卡）頁岩，覆盖在奥陶紀地层的侵蝕面上。在应用这条标志时，必須說明黑色頁岩是底部地层的理由，因为我們知道在美国伊利瑣州、德克薩斯州等地区宾夕法尼亚紀的沉积岩系里，有許多黑色頁岩是整合的。

在鈣井碎屑里，底部黑色頁岩与一般所見到的黑色頁岩无异，因此如无其他旁証（主要是古生物，見标志23），而把这种頁岩作为不整合的标志，那是值得怀疑的。

3. 沙漠岩漆——在干燥或半干燥地区地面上的卵石，明显的附着有棕色到黑色的鉄和鎂的氧化物薄膜层，这种薄膜称之为沙漠岩漆。这种岩漆是由于毛细管作用，把一些溶解的物质帶到卵石表面形成的。劳德尔米耳克指出这里也有地衣的作用。一个明显的沙漠岩漆的实例为在威斯康辛州的克林頓鉄矿底部有一带有岩漆的卵石层位于被侵蝕的奥陶紀頁岩之上。另外董豪富指出，有种类似的岩漆也可以在有水的条件下由于卵石的表面有氧化鎂沉淀而产生。例如威斯康辛州涅达鉄矿（上奥陶統）內帶岩漆的卵石与真正的沙漠岩漆和不整合都沒有关系（見标志9）。

从鈣井岩屑里，識別沙漠岩漆，可以单从寻找卵石光滑面的部分着手，卵石面上有鎂层就可以証明有沙漠岩漆的存在。

4. 砾石卵石带——在暴露于地面的条件下，特别是在风力很剧烈的地区，常会有粗的物质残留堆积下来。这样就形成三棱石和类似的卵石。如果有这种卵石出现在較老而没有受过变动的岩层中，可以說明这种沉积是在地面形成的。葛利普談到在瑞典寒武紀底部砾石层里见过这种卵石。残留砾石也可以形成于海底，这种地区的海流可以搬走較細的物质。这种残留卵石也可以見之于地层柱状剖面图里，呈砾石带状。在这种情况下，需要說明他們的成因。

在地下，从鈣井岩屑中可以找到这种卵石的痕迹，确知这种卵石带的厚度和它与各方面可能的关系是很关重要的。

4a. 风蚀交错纹理——在地层剖面里若发现风成的交错层理，可以证明其为地面沉积，也可以包含一个侵蚀和沉积的间隔。圣彼得砂岩的交错层理是风成的，在伊利诺州北部，它不整合地覆盖于沙科佩白云岩之上。这里的困难是在于如何来说明它是风成的交错纹理。

在地下，虽然在岩心里很清楚地可以看出交错纹理，从钻井岩屑里识别出它是交错纹理，似乎是值得怀疑的。

5. 竹叶状砾岩——竹叶状砾岩的一部分属于稍经加工的薄层坚固的沉积体，它们通常存在于建造之内，并且实际上是产生在整合的地层里。斯托斯曾描述过在宾夕法尼亚州梅尔塞尔斯伯格-吕伯斯伯格四角地区的科诺科克契格石灰岩（上寒武统）的底部有这种砾岩。它和滚圆的石灰岩卵石在一起，斯托斯主张这种砾石是由于海底上升海水变浅使石灰岩层分裂成粗砾，经过海水推移而呈竹叶状沉积下来。一般很难有把握把竹叶状砾岩或建造内砾石和不整合联系起来，他们可能是一种比较次要的小间断。

在地下，竹叶状砾岩虽然可以从岩心中辨明出来，但是能否从钻井岩屑中看出来，都有疑问。在确定它们的重要性以前，必须有确切的旁证，如已知的早期建造中卵石等。

6. 残积（风化）燧石带——在美国中部大陆区的风化燧石带是和不整合联系在一起的，如位于切洛基页岩底部的风化燧石带即是，这种风化带可以呈现出各种颜色，如白色（白垩的白色）、红色、黄色或浅绿色。燧石夹层见于很多石灰岩内，但它不是识别不整合的标志，因而如何区分普通的燧石和风化的燧石，那是很重要的。当燧石质石灰岩风化时，有一部分残积燧石碎片留下面胶结成为风化的燧石带。在地面露头处常可以看到足以确定是否存在假整合的标志。

在地下多少要靠颜色和母岩的性质来识别，在岩屑里可以发现包含有过去胶结的碎片，如发现可靠的（风化）燧石，就可以把它当作不整合的标志。

6a. 硅化侵蝕面——萊斯描述了很多老侵蝕面上覆蓋有燧石層的例子。這些硅化侵蝕面是在石灰岩風化時殘留燧石聚集而形成的。這種在井里找到的殘積燧石，在以后發現是產在不整合面上。這個標志和標志 12a 中伍耳納夫的積垢硬壳層有關。

從定義上看，硅化侵蝕面是辨別不整合的標志，因為他牽涉到地面侵蝕。問題在於必須首先證明燧石是殘積的，否則就不可靠。

7. 海綠石帶——戈耳德曼 首先提出海綠石帶是和 不整合聯系在一起的。德克薩斯州北部中央地區的埃倫布格爾石灰岩和“下部彎曲層”之間的不整合面上即有海綠石層。海綠石可以直接出現在不整合上邊，有時出現在不整合上面一二吋之內。關於海綠石和不整合同時出現的事實，自戈耳德曼以後很多作者都談到過了。相反的，還有很多整合的岩層里也有海綠石帶的發現，如威斯康辛州的寒武紀地層里就有厚度達20呎或大於20呎的海綠石層。這樣說來，如無其他証據，單靠海綠石作為識別不整合的標志是有問題的。戈耳德曼注意到了這一點，認為與不整合面有聯系的海綠石層比之一般分布在整合地層里，顆粒比較大，顏色比較深。如和其他的標志結合使用，那它的準確性顯然可以提高。例如戈耳德曼指出海綠石和磷灰石結核共生在一起的例子，費歇爾談到過海綠石和黃鐵礦共生的例証。但童豪富的報告中提到威斯康辛州弗蘭考尼亞的整合層中海綠石和黃鐵礦共生。

在地下，海綠石可根據其外形在岩屑里被挑選出來的。顏色、相對的含量、含礦帶的厚度及其可能共生物等，都是值得注意的標志。

8. 磷灰石球或結核——磷灰石球和結核和不整合聯系在一起的說法，早已為很多作者所談到了。米斯爾在弗恩范爾石灰岩頂部發現磷灰石結核和不整合聯系在一起。這些磷灰石結核是在卡生頁岩（奧陶紀）內，不整合地覆蓋在弗恩范爾石灰岩之上。斯蒂文森在德克薩斯州上白堊統地層八個不整合標志的表中，也提到了磷灰石層（由磷灰石的化石印模、遺骨等組成）可作為標志之

一。童豪富的意見認為磷灰石球只是一種綫索，不能作為不整合的佐證。戈爾德曼在德克薩斯州本德系里發現磷灰石球和海綠石（標志7）共生。米斯爾在卡生頁岩內發現碳酸錳（標志9）和磷灰石共生。裴蒂莊的報告中，提到在普拉特維爾石灰岩頂部黃鐵礦和磷灰石球共生在一起。格蘭特和伯查德在馬科凱塔在頁岩底部一層鐵質填充物內發現有燧石和磷灰石球結合體。

在地下，從鉆井岩屑里可以就其外層或通過磷酸根的定性化學試驗識別這種結核。磷灰石球的相對密集程度、含礦帶的厚度及其共生物是很重要的標志。

8a. 磷灰岩化的侵蝕面——當磷灰質石灰岩受風化時，比較容易溶解的方解石可以被淋濾掉，接近地表遺留下磷酸鈣的殘渣。這種沉積經常是很厚的，在田納西州和其他一些地區都已看到。作者尚未獲悉這種沉積和已知不整合聯系在一起的實例，但看起來這種情況是可能發生的。在落基山地區，二迭系底部含有磷灰石碎屑的情況已有報導。這個標志也和伍耳納夫的積垢硬壳標志有關（見標志12a）。

在地下，磷灰石富集的鉆井岩屑可能與石灰岩有聯系，如不作磷酸根化學試驗常會被忽視而發現不了。

9. 錳鐵帶——錳鐵化合物的密集與不整合有聯系的情況早已有所記載。米斯爾描述過在阿肯色州巴特斯維爾地方所見到的這種情況，該地區不整合覆蓋在弗恩范爾石灰岩上面的卡生頁岩里發現有碳酸錳鐵化合物結核。沒有風化的小石球呈淡綠灰色，似結核狀。但在沉積層中也看到過錳鐵化合物與不整合并無關系，如在南達科塔州的佩爾雷頁岩和西海岸的弗蘭西斯肯燧石層即如此。

在地下，碳酸錳可以利用其外觀及適當的化學試驗去識別。在巴特斯維爾地區它和磷灰石球（標志8）聯系在一起。裴蒂莊在普拉特維爾地區發現錳與磷和黃鐵礦伴生。確定錳鐵帶為不整合時，它的共生物、相對含量和含礦帶的厚度等，都是很重要的。

10. 氧化鉄帶——氧化鉄的富集已知其与某些不整合是有联系的。夏尔普研究过大峡谷地区阿尔冈紀（元古代）后风化面下边的氧化鉄富集带。他发现在不整合下面氧化鉄含量自下而上有显著增加，在不整合面下 10 呎的地方，氧化鉄的含量为 2.5%，但在 3 吋的地方便增加到了 12.8%。在另外一些地方也疑有氧化鉄富集的地方，但尚未加以証实。当紅土壤形成时，在土壤剖面中可能形成一个氧化鉄富集带。褐鉄矿和赤鉄矿經常是不予区分的，但大体上講氧化物是呈水化形式的。

氧化鉄除了发生在不整合面上外，其带或层在一些整合的层系里也可以看到，因而 氧化鉄的出現作为一个标志仅有参考意义。亚当斯提出應該注意在岩屑內混杂的管綫和水泵的鉄垢，另外还有从鉆头上掉下的鉄銹碎片，不要混为一談。

在地下，氧化鉄的識別是比較簡單的，應該注意比較密集的地帶、含矿帶的厚度、氧化鉄的产狀（膜、小球和其它类型等）和其共生物。

11. 黃鉄矿帶——沿着假整合面黃鉄矿的集中現象，已經为很多作者所談到了。費歇尔报告中提到在伊利諾州坎卡基和尼亚加拉白云岩之間的“平滑面上”分布有黃鉄矿的結晶体。这种接触关系至少代表两者間有不整合存在。葛利普提出，在斯科哈利地区的含黃鉄矿布雷曼頁岩和它下面的宾尼瓦特尔（志留紀）矿岩之間有一不整合存在。裴蒂庄的报告中提到普拉特維尔頂部沿着一个假整合見有黃鉄矿和磷灰石球联在一起分布着，另外还有錳（标志 9）的痕跡。費歇尔报告中还指出在坎卡基白云岩中有海綠石和黃鉄矿共生。在一些整合的地层里黃鉄矿分布比較普遍，如芝加哥地区的尼亚加拉白云岩內即有黃鉄矿分布。因而，就黃鉄矿化本身是不能确定其代表不整合面的存在的。

在地下識別黃鉄矿帶比較簡單，因为它有特殊的外观，但其由极細結晶体組成者，識別比較困难。含矿帶的厚度、相对的含量和可能的共生物是重要的标志。

12. 鈣质层帶——在干燥或半干燥的情况下，由于地面水的

蒸发可以引起溶解盐类在接近地表处的沉积作用。这些沉积物称为“钙质沉积”，在某些地区，这种现象比较普遍。这种沉积层有的较薄（1到数呎厚），有的可厚达20或20呎以上。在有些地区这种钙质沉积可以形成豆石和单体结核状构造。经过埋藏，这种钙质层带可以被保存在不整合面之上。普莱斯提到在墨西哥湾德克萨斯州沿岸的雷诺赛层中有钙质沉积。

在地下，问题是要正确的识别钙质层，据普莱斯的说法，这里有特殊的困难。但只要辨别正确，这个标志是有用的。

12a. 积垢硬壳——伍耳纳夫以“积垢硬壳”一词来形容钙质、铝质、氧化铁、硅化物等积垢的硬壳，这种硬壳可以产生在半干燥地区的地表。积垢硬壳是一个一般性的名词，它可以包括另外一些现象如莱斯指出的硅化侵蚀面（标志6a），磷灰岩化的侵蚀面（标志8a）和钙质层。按普莱斯的意见，积垢硬壳是指地层而言，而钙质积垢是指组成积垢硬壳层的钙质岩而言。

13. 溶蚀面——萨尔德生描述过明尼苏达州圣保罗地方普拉特维尔石灰岩底部暗色石灰岩卵石组成的砾岩。按照他的意见，这种卵石形成于沉积缺失期间，当时海水重新溶解了一部分卵石，留下了一层氧化铁残积薄膜。他报导过有种小型不整合面可以在每一个溶蚀面上见到。这种砾岩存在于建造之内，大体上它只是说明小的间断。

在地下，从钻井岩屑里可以找到一些黑色溶蚀卵石的痕迹。但溶蚀层的厚度和共生生物是重要的标志。

14. 层间砾岩——很多地方可以发现砾岩夹在细的碎屑或非碎屑沉积物里。这种夹层可能和假整合联系在一起的。但这样的砾岩层也产生在已知的连续沉积的层系里，如在密苏里州的雷纳尔特砾岩层（契斯特）。童豪富认为，砾岩层只能是一种线索，不能证明某一假整合。

在地表，砾岩和其共生岩层的关系是一目了然的。在地下，同标志1里所指出的，就发生了解释上的困难。

15. 非碎屑岩系内的碎屑带——在一个典型的非碎屑或细碎

層岩系里突然出現碎屑帶(如砂岩)，可以證明是假整合。如尼亞加拉瀑布區威爾波耳砂岩不整合于昆茲頓頁岩(上奧陶紀)之上，它上面覆蓋着整合于其上的卡博特·海德頁岩(下志留統)。另外，在純粹是連續的層系里，也見到有許多碎屑夾層。如密蘇里州格蘭德-托威爾底部砂層整合于小薩利石灰岩之上。

地表露頭一般可以提供足夠的資料以確定碎屑夾層的重要性。在地下，這些資料只能是一種線索。童豪富指出，作為識別標誌，碎屑夾層是十分可疑的。

16. 重礦物組合的突變 早在1916年，博斯維爾提出應該注意與不整合有聯繫的重礦物組合的突變。由於這些礦物(如石榴石、电气石、綠帘石、鈦石、金紅石等)特多，在很多地方不整合上面的重礦物組合較下面豐富。赫德柏格曾著文介紹應用重礦物富集程度成功地找到了不整合面。雖然磁鐵礦、石榴石等可以產生在岸堤和沙堤的砂層里，但作者尚未知有重礦物富集帶覆蓋在連續層系里的實例。

在地下，重礦物富集的突然出現，在鉆井岩屑里是可以見到的，特別是利用重礦物分離的方法則更有效。顯然，重礦物的富集，強有力說明了不整合的存在。

17. 放射性礦物帶——有些地區發現放射性礦物沿著不整合面富集。海蘭德在探討放射性測井時談到，發現伽瑪射綫很容易顯示不整合面存在，這種現象可能由於放射性物質集中在不整合面上所致。

進一步在已知不整合面上研究放射性物質的相對含量和特征、含礦帶的厚度等，可以給地質家們提供一個可直接利用的標誌。

18. 石灰岩內的孔隙帶——石灰岩暴露地面後常會形成多孔的石灰岩帶。如果這種孔隙的形成是由於地下水位面附近的溶蝕作用，則石灰岩內有多孔帶的存在時，可以說明有不整合。岩石里的水道可以指出這種關係。童豪富表示懷疑這種帶是否可以作為一個識別不整合的標誌。因為石灰岩中產生孔隙可以有各色各

样的原因。如鲕状石灰岩一般是孔隙很多的。

在地下，石灰岩的多孔带可以从岩心中识别。在石灰岩中钻井时钻头突然掉下，表示那里有洞穴。亚当斯报导在耶兹油藏中有些洞穴高达14呎。电测（标志8a）是可以反映出石灰岩多孔带的。

18a. 一般孔隙带——有些不整合本身就是粗粒沉积或风化作用造成的孔隙性和渗透性地带，因此用电测井可以指出这种不整合。自然电位曲线对孔隙性岩层的反映是在电测图上有高的负异常。既然孔隙带都有这样的反映，那么单单靠解释电测图来确定不整合的存在是值得怀疑的。亨纳曾讨论过这个问题，他指出，在用地层方法已经确定了不整合之后，用电测法来逐井地追踪这个不整合是有效的。

19. 接触面上下岩性的明显差别——有些不整合分隔着显著不同的岩层，所以在有些情况下岩性突变可能是地层缺失标志。斯蒂文森以此作为他的八条准则之一，并把乌德本层和上复埃格尔-福德层之间观察到的变化作为例子引证。在美国中部大陆区宾夕法尼亚系和下伏地层之间的不整合，也显示有岩石一般特性突出变化。童豪富则认为把岩性差异作为不整合的标准有些勉强，因为造成沉积物突变的条件是多种多样的。

岩性突变还是重要的，它可以比较容易地根据钻井岩屑来确定。頁岩、砂岩和灰岩的各种特性都可包括在内。

19a. 海相岩层突变为陆相岩层——据葛利普的资料，在海相地层之后突然变为陆相地层，可能表示在二者之间有沉积间断。他引举海尔德堡斯的奥里斯坎尼-埃索普斯接触面为例。本标志与19条有关，因为这种从海相岩层到陆相岩层的变化一般说来牵涉到明显的岩性变化。

在地下，问题是要解决岩层的海相成因和陆相成因。因此需要一些古生物资料加以佐证。

19b. 接触面上、下岩层化学成分的突变——在某些情况下，不整合面上、下岩层的岩性成分用肉眼看上去是相似的，但是化

学成分却明显不同。普罗塞尔明显地指出，俄亥俄州中部不整合覆盖在貝德福德层上的貝里砂岩，它的鈣、鎂含量与貝德福德层的不同。岩石分析表明，貝德福德层約含25%的碳酸鈣和碳酸鎂，而貝里砂岩只含0.25%。成分的明显变化发生在假整合面上。在整合岩层中鈣、鎂含量也可能有类似的变化，但是所举的例子表明了这种变化在狭窄地层剖面范围内确定不整合面时的重要性。

20. 瀝青带和石油浸染带 一象在俄克拉荷馬州和堪薩斯州的宾夕法尼亚系底部看到的那樣，沿着某些不整合面会有石油的残留物存在。罗斯提出要特别注意俄克拉荷馬城油田奥陶系頂部的瀝青带。他認為，此种瀝青带是相当可靠的地面露头标志。

在地下地质中，可根据鈣井岩屑来辨認这种石油残留物。可以进行溶剂試驗以补充双目鏡观察。

21. 鈣井岩屑的X光特征——雷諾尔茨、明斯和莫尔干等人，曾在研究石油地质学問題中应用X光分析，他們認為用鈣井岩屑粉末进行X光分析，可以提供有用的資料，以識辨所見的矿物并确定地层层位。由于根据X光特征能鑑定出一些与不整合有关的矿物，如磷酸盐类、海綠石等，故这是取得有关矿物有用資料的良好方法，对于資料的解释，显然也要受第6、7、8等条标志中所提出的限制。

22. 結核带和豆粒带——在地质柱状剖面內，結核广泛分布，因此把它作为不整合的标志确是大有問題。但是，我們也知道一些在不整合里出現有結核带的例子，因此我們也要考虑結核带。例如，巴勃尔发现中国在分隔黃土沉积的古土壤层系里有鈣质結核。鈣质层在局部地区有以結核体出現的。据罗宾逊的意見，結核是现代热带土壤的特征。

现有的知識还不足以根据地层条件确定結核之間的差別。然而，既然有有些結核与不整合結合在一起的事实，在遇到結核带时，似有必要証明它們的厚度、結核的大小、成分和組合情况。

23. 古土壤剖面——古土壤产状是确定不整合的一个标志，問題是如何辨認这种产状。在更新統沉积內已知有古土壤剖面，

有些还含有原封未动的腐植土。在較古老的沉积中，由于长期埋藏而引起的变化可能会大大地改变原生土壤剖面。美国中部大陆的宾夕法尼亚系正常剖面中的薄层紅色頁岩，一般可認為是不整合的指示层。該层能代表古土壤剖面。在有些情況下，氧化鉄富集带(标志10)可能也是紅土壤的标志。在一定层位上有結核出現(标志22)可能表示为古剖面。这里还包括各种残留沉积物(标志6, 6a, 8a 和 12a等)。因此，从广义地說，一个古土壤剖面能表明許多特征，取决于剖面发育程度、母质、气候、排水条件等。

土壤学家們曾詳細地研究过与形成土壤有关的变化。据罗宾遜的资料，这里牽涉溶解、氧化、水合和水解等作用，其中水解作用最为重要。經過这些作用以后，便产生脫硅化和脫礫化作用，从而生成粘土层而发育成剖面。剖面的发育过程包括自上而下的物质的淋濾作用和地表下面的淋积作用。在一个发育很好的剖面上，其有机碳含量、氢氧化鉄和氧化鋁总量、硅酸盐含量、粘土中可交换的礫以及可溶性盐量(如碳酸盐和硫酸盐)，都是随深度而变化。

从土壤学文献中能取得的資料来看，系統地識別古土壤剖面似乎是能够办到的。研究粘土矿物的鉄鋁比作为已知不整合下面深度的函数，以及研究氧化鉄含量、鉀鈉比、粘土矿物等等，都能提供重要的数据。但是，有必要提一下，格里姆和阿伦对宾夕法尼亚系底粘土进行的类似試驗，都获得了否定的結果。

現在，要識別古土壤剖面，必須找到本条第一段中所提到的那种标志。如需要发展另外新的标志，那就得作鉆井岩層的化学分析和X光分析(标志21)。

古 生 物 标 志

24. 动物化石的突变——确定不整合的最有决定性意义的标志恐怕就是地层剖面上已知化石群的缺失。例如，如果下面岩层含有早志留世化石，而上面岩层含有宾夕法尼亚紀化石，那就可以肯定在这二者之間有一个大不整合存在。这种情况很常見，如