



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 01810035.X

[45] 授权公告日 2005 年 6 月 15 日

[11] 授权公告号 CN 1206546C

[22] 申请日 2001.5.18 [21] 申请号 01810035.X

[30] 优先权

[32] 2000.5.25 [33] AU [31] PQ7746

[86] 国际申请 PCT/AU2001/000568 2001.5.18

[87] 国际公布 WO2001/090783 英 2001.11.29

[85] 进入国家阶段日期 2002.11.25

[71] 专利权人 派特瑞肯澳大利亚 PTY 有限公司

地址 澳大利亚塔斯马尼亚

[72] 发明人 约翰·肯尼思·戴维森

审查员 杨永康

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

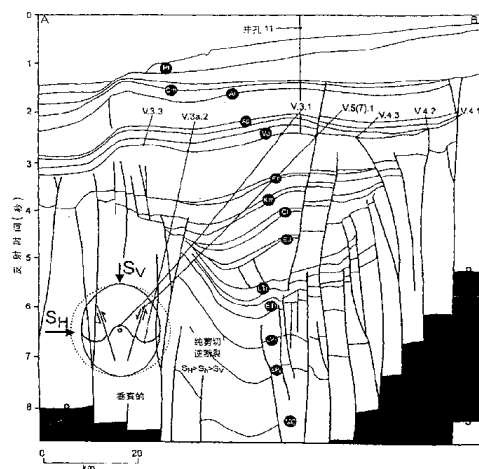
代理人 王敬波

权利要求书 27 页 说明书 21 页 附图 7 页

[54] 发明名称 检测地壳中最大水平应力方向和相对大小的方法

[57] 摘要

本发明涉及一种确定地壳内沉积盆地中最大水平应力的方向和相对大小的方法。特别是该方法在确定应力的方向和大小，使用地震反射数据。该方法涉及从地震数据中确定切割上层大陆地壳的断层，并且结合全球同步压缩结构例如背斜，使用这些断层以映射水平的应力。本发明在碳氢化合物勘探和开采工业中具有特别的应用，并且具有提供钻井前的结果数据的优点。



1. 一种确定矿藏内层位上最大水平应力(SH)方向的方法, 包括下面的步骤:

- a)获得矿藏内的多个地震反射数据线;
 - b)选择最大倾角方向穿过矿藏的至少两条地震反射数据线;
 - c)选择至少再一个沿矿藏纵轴的地震线;
 - d)在选择的地震线上确定至少一个竖直的地壳切割断层;
 - e)在选择的地震线上确定多个层位;
 - f)确定和分配多个带有地质年代的层位;
 - g)在选择的地震线上确定压缩脉冲时期产生的至少一个层位;
 - h)从步骤 g 中选择至少一个层位, 该层位由至少一个被确定的地壳切割断层来切割;
 - i)在平面上映射在步骤 h 中选择的层位上的地壳切割断层,;
 - j)在步骤 i 中所确定的层位之内确定至少一个背斜;
 - k)在平面上映射在步骤 j 中所确定的层位上的该背斜,;
 - l)选择至少一个被映射的背斜, 在平面视图上, 该背斜平行于在步骤 i 中所映射的邻近的地壳切割断层地延伸;
- 其中, SH 垂直于该层位中所选择的背斜。

2. 根据权利要求 1 的方法, 包括:
- m2)确定至少一个在步骤 i 中确定的层位内的向斜,
 - n2)在平面上映射在步骤 m2 确定的层位上的向斜,
 - o2)选择至少一个被映射的向斜, 在平面视图上, 该向斜平行于在步骤 i 中映射的邻近地壳切切割断层地延伸,
- 其中, SH 垂直于在该层位中所选择的向斜。

3. 根据权利要求1的方法, 包括:

m3)确定至少一个在步骤i中确定的层位内的逆断层,

n3)在平面上映射在步骤m3确定的层位上的逆断层,

o3)选择至少一个被映射的逆断层, 在平面视图上, 该逆断层平行于在步骤i中映射的邻近地壳切割断层地延伸,
其中, SH 垂直于在该层位中所选择的逆断层。

4. 根据权利要求1的方法, 包括:

m4)确定至少一个步骤i确定的层位内的非地壳切割正常断层,

n4)在平面上映射步骤m3确定的层位上的非地壳切割正常断层,

o4)选择至少一个被映射的非地壳切割正常断层, 在平面视图上, 该非地壳切割正常断层垂直于在步骤i中映射的邻近地壳切割断层地延伸,

其中, SH 平行于在该层位中所选择的非地壳切割正常断层。

5. 根据权利要求1的方法, 包括:

m5)在步骤i中确定的层位内, 确定至少一个带有右或右旋方向偏移量的非地壳切割走向滑移断层, 以及带有左或左旋方向偏移量的第二个非地壳切割走向滑移断层,

n5)在平面上映射在步骤m5确定的层位上的非地壳切割走向滑移断层,

o5)选择至少一个被映射的非地壳切割走向滑移断层, 在平面视图上, 该非地壳切割走向滑移断层垂直于在步骤i中映射的邻近地壳切割断层地延伸,

其中, SH 平行于由该层位上所选的右旋和左旋非地壳切割走向滑移断层形成的相反的接近部分。

6. 根据权利要求 1 的方法, 包括:

p1)重复步骤 g 至少一个不同的压缩脉冲时期,

q1)确定至少一个在步骤 p1 中确定的层位内的背斜,

r1)在平面上映射在步骤 q1 确定的层位上的背斜,

s1)将来自 r1 的映射平面图叠加到来自 i 的映射平面图上,

t1)从步骤 r1 中选择至少一个被映射的背斜, 在平面视图上, 该背斜平行于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸,

其中, SH 垂直于在从步骤 p1 确定的层位中的从步骤 t1 选择的背斜。

7. 根据权利要求 1 的方法, 包括:

p2)重复步骤 g 至少一个不同的压缩脉冲时期,

q2)确定至少一个在步骤 p2 中确定的层位内的向斜,

r2)在平面上映射在步骤 q2 确定的层位上的向斜,

s2)将来自 r2 的映射平面图叠加到来自 i 的映射平面图上,

t2)从步骤 r2 中选择至少一个被映射的向斜, 在平面视图上, 该向斜平行于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸,

其中, SH 垂直于在从步骤 p2 确定的层位中的从步骤 t2 选择的向斜。

8. 根据权利要求 1 的方法, 包括:

p3)重复步骤 g 至少一个不同的压缩脉冲时期,

q3)确定至少一个在步骤 p3 中确定的层位内的逆断层,

r3)在平面上映射在步骤 q3 确定的层位上的逆断层,

s3)将来自 r3 的映射平面图叠加到来自 i 的映射平面图上,

t3)从步骤 r3 中选择至少一个被映射的逆断层, 在平面视图上, 该逆断层平行于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸,

其中，SH 垂直于在从步骤 p3 确定的层位中的从步骤 t3 选择的逆断层。

9. 根据权利要求 1 的方法，包括：

p4)重复步骤 g 至少一个不同的压缩脉冲时期，

q4)确定至少一个步骤 p4 确定的层位内的非地壳切割正常断层，

r4)在平面上映射步骤 q4 确定的层位上的非地壳切割正常断层，

s4)将来自 r4 的映射平面图叠加到来自 i 的映射平面图上，

t4)从步骤 r4 中选择至少一个被映射的非地壳切割正常断层，在平面视图上，该非地壳切割正常断层垂直于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸，

其中，SH 平行于在从步骤 p4 确定的层位中，从步骤 t4 选择的非地壳切割正常断层。

10. 根据权利要求 1 的方法，包括：

p5)重复步骤 g 至少一个不同的压缩脉冲时期，

q5)在步骤 p5 中确定的层位内，确定至少一个带有右或右旋方向偏移量的非地壳切割走向滑移断层，以及带有左或左旋方向偏移量的第二个非地壳切割走向滑移断层，

r5)在平面上映射在步骤 q5 确定的层位上的非地壳切割走向滑移断层，

s5)将来自 r5 的映射平面图叠加到来自 i 的映射平面图上，

t5)选择那些被映射的非地壳切割走向滑移断层，在平面视图上，该非地壳切割走向滑移断层垂直于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸，

其中，SH 平行于在步骤 p5 确定的层位上，由来自步骤 t5 的右旋和左旋走向滑移断层所形成的相反的接近部分。

11. 根据权利要求 1 的方法, 包括在矿藏内获得多于三条地震反射线以产生更详细映射。

12. 根据权利要求 11 的方法, 包括获得多于两条地震反射线, 这些线在最大倾角方向上穿过矿藏, 以及该方法包括获得多于一个的地震反射线, 该反射线穿过这些多于两条的反射线并且近似沿矿藏的径向轴延伸, 以便产生更详细的映射。

13. 根据权利要求 1 的方法, 其中, 确定与分配步骤 f 包括获得测量井孔数据, 以及包括执行那些数据的古地理学分析, 以给层位分配年代。

14. 根据权利要求 1 的方法, 其中, 确定和分配步骤 f 包括在选择的地震线上确定至少一个在压缩脉冲时期形成的全球独特的层位, 还包括通过参考全球同步压缩脉冲的图表, 给压缩脉冲时期形成的前面和后面的层位分配年代。

15. 根据权利要求 1 的方法, 其中, 确定至少一个竖直地壳切割断层的步骤包括在选择的地震线上确定上层地壳, 以及将切割上层地壳的断层确定成地壳切割断层。

16. 根据权利要求 1 的方法, 其中, 确定至少一个竖直地壳切割断层的步骤包括确定至少一个竖直的断层, 以及在下述断层区域中获得地震数据, 该数据表明 SH 在水平面上, 并且近似垂直于在地震数据区域中另一个平行倾向竖直断层, 以及将这样的断层确定为地壳切割断层。

17. 一种确定矿藏内层位上最大水平应力(SH)方向的方法, 包括下面的步骤:

- a)获得矿藏内的多个地震反射数据线;
 - b)选择最大倾角方向上穿过矿藏的至少两条地震反射数据线;
 - c)选择至少再一个沿矿藏纵轴的地震线;
 - d)在选择的 seismic 线上确定至少一个竖直的地壳切割断层;
 - e)在选择的 seismic 线上确定多个层位;
 - f)确定和分配多个带有地质年代的层位;
 - g)在选择的 seismic 线上确定压缩脉冲时期产生的至少一个层位;
 - h)从步骤 g 中选择至少一个层位, 该层位由至少一个被确定的地壳切割断层来切割;
 - i)在平面上映射在步骤 h 中选择的层位上的地壳切割断层,;
 - j)在步骤 i 中所确定的层位之内, 确定至少一个向斜;
 - k 在平面上映射在步骤 j 中所确定的层位上的该向斜,;
 - l)选择至少一个被映射的向斜, 在平面视图上, 该向斜平行于在步骤 i 中所映射的邻近的地壳切割断层地延伸;
- 其中, SH 垂直于该层位中所选择的向斜。

18. 根据权利要求 17 的方法, 包括:

- m1)确定至少一个在步骤 i 中确定的层位内的背斜,
 - n1)在平面上映射在步骤 m1 确定的层位上的背斜,
 - o1)选择至少一个被映射的背斜, 在平面视图上, 该背斜平行于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸,
- 其中, SH 垂直于在该层位中所选择的背斜。

19. 根据权利要求 17 的方法, 包括:

m3)确定至少一个在步骤 i 中确定的层位内的逆断层，
n3)在平面上映射在步骤 m3 确定的层位上的逆断层，
o3)选择至少一个被映射的逆断层，在平面视图上，该逆断层平行于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸，
其中，SH 垂直于在该层位中所选择的逆断层。

20. 根据权利要求 17 的方法，包括：

m4)确定至少一个步骤 i 确定的层位内的非地壳切割正常断层，
n4)在平面上映射步骤 m3 确定的层位上的非地壳切割正常断层，
o4)选择至少一个被映射的非地壳切割正常断层，在平面视图上，该非地壳切割正常断层垂直于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸，

其中，SH 平行于在该层位中所选择的非地壳切割正常断层。

21. 根据权利要求 17 的方法，包括：

m5)在步骤 i 中确定的层位内，确定至少一个带有右或右旋方向偏移量的非地壳切割走向滑移断层，以及带有左或左旋方向偏移量的第二个非地壳切割走向滑移断层，

n5)在平面上映射在步骤 m5 确定的层位上的非地壳切割走向滑移断层，

o5)选择至少一个被映射的非地壳切割走向滑移断层，在平面视图上，该非地壳切割走向滑移断层垂直于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸，

其中，SH 平行于由该层位上所选的右旋和左旋非地壳切割走向滑移断层形成的相反的接近部分。

22. 根据权利要求 17 的方法，包括：

p1)重复步骤 g 至少一个不同的压缩脉冲时期，
q1)确定至少一个在步骤 p1 中确定的层位内的背斜，
r1)在平面上映射在步骤 q1 确定的层位上的背斜，
s1)将来自 r1 的映射平面图叠加到来自 i 的映射平面图上，
t1)从步骤 r1 中选择至少一个被映射的背斜，在平面视图上，该背斜平行于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸，

其中，SH 垂直于在从步骤 p1 确定的层位中的从步骤 t1 选择的背斜。

23. 根据权利要求 17 的方法，包括：

p2)重复步骤 g 至少一个不同的压缩脉冲时期，
q2)确定至少一个在步骤 p2 中确定的层位内的向斜，
r2)在平面上映射在步骤 q2 确定的层位上的向斜，
s2)将来自 r2 的映射平面图叠加到来自 i 的映射平面图上，
t2)从步骤 r2 中选择至少一个被映射的向斜，在平面视图上，该向斜平行于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸，

其中，SH 垂直于在从步骤 p2 确定的层位中的从步骤 t2 选择的向斜。

24. 根据权利要求 17 的方法，包括：

p3)重复步骤 g 至少一个不同的压缩脉冲时期，
q3)确定至少一个在步骤 p3 中确定的层位内的逆断层，
r3)在平面上映射在步骤 q3 确定的层位上的逆断层，
s3)将来自 r3 的映射平面图叠加到来自 i 的映射平面图上，
t3)从步骤 r3 中选择至少一个被映射的逆断层，在平面视图上，该逆断层平行于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸，

其中，SH 垂直于在从步骤 p3 确定的层位中的从步骤 t3 选择的

逆断层。

25. 根据权利要求 17 的方法, 包括:

p4)重复步骤 g 至少一个不同的压缩脉冲时期,

q4)确定至少一个步骤 p4 确定的层位内的非地壳切割正常断层,

r4)在平面上映射步骤 q4 确定的层位上的非地壳切割正常断层,

s4)将来自 r4 的映射平面图叠加到来自 i 的映射平面图上,

t4)从步骤 r4 中选择至少一个被映射的非地壳切割正常断层, 在平面视图上, 该非地壳切割正常断层垂直于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸,

其中, SH 平行于在从步骤 p4 确定的层位中, 从步骤 t4 选择的非地壳切割正常断层。

26. 根据权利要求 17 的方法, 包括:

p5)重复步骤 g 至少一个不同的压缩脉冲时期,

q5)在步骤 p5 中确定的层位内, 确定至少一个带有右或右旋方向偏移量的非地壳切割走向滑移断层, 以及带有左或左旋方向偏移量的第二个非地壳切割走向滑移断层,

r5)在平面上映射在步骤 q5 确定的层位上的非地壳切割走向滑移断层,

s5)将来自 r5 的映射平面图叠加到来自 i 的映射平面图上,

t5)选择那些被映射的非地壳切割走向滑移断层, 在平面视图上, 该非地壳切割走向滑移断层垂直于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸,

其中, SH 平行于在步骤 p5 确定的层位上, 由来自步骤 t5 的右旋和左旋走向滑移断层所形成的相反的接近部分。

27. 根据权利要求 17 的方法，包括在矿藏内获得多于三条地震反射线以产生更详细映射。

28. 根据权利要求 27 的方法，包括获得多于两条地震反射线，这些线在最大倾角方向上穿过矿藏，以及该方法包括获得多于一个的地震反射线，该反射线穿过这些多于两条的反射线并且近似沿矿藏的径向轴延伸，以便产生更详细的映射。

29. 根据权利要求 17 的方法，其中，确定与分配步骤 f 包括获得测量井孔数据，以及包括执行那些数据的古地理学分析，以给层位分配年代。

30. 根据权利要求 17 的方法，其中，确定和分配步骤 f 包括在选择的地震线上确定至少一个在压缩脉冲时期形成的全球独特的层位，还包括通过参考全球同步压缩脉冲的图表，给压缩脉冲时期形成的前面和后面的层位分配年代。

31. 根据权利要求 17 的方法，其中，确定至少一个竖直地壳切割断层的步骤包括在选择的地震线上确定上层地壳，以及将切割上层地壳的断层确定成地壳切割断层。

32. 根据权利要求 17 的方法，其中，确定至少一个竖直地壳切割断层的步骤包括确定至少一个竖直的断层，以及在下述断层区域中获得地震数据，该数据表明 SH 在水平面上，并且近似垂直于在地震数据区域中另一个平行倾向竖直断层，以及将这样的断层确定为地壳切割断层。

33. 一种确定矿藏内层位上最大水平应力(SH)方向的方法, 包括下面的步骤:

- a)获得矿藏内的多个地震反射数据线;
 - b)选择在最大倾角方向上穿过矿藏的至少两条地震反射数据线;
 - c)选择至少再一个沿矿藏经度轴的地震线;
 - d)在选择的地震线确定至少一个竖直的地壳切割断层;
 - e)在选择的地震线上确定多个层位;
 - f)确定和选择多个带有地质年代的层位;
 - g)在选择的地震线上确定压缩脉冲时期产生的至少一个层位;
 - h)从步骤 g 中选择至少一个层位, 该层位由至少一个被确定的地壳切割断层来切割;
 - i)在平面上映射在步骤 h 中选择的层位上的地壳切割断层,;
 - j)在步骤 i 中所确定的层位之内, 确定至少一个逆断层;
 - k)在平面上映射在步骤 j 中所确定的层位上的该逆断层,;
 - l)选择至少一个被映射的逆断层, 在平面视图上, 该逆断层平行于在步骤 i 映射的邻近的地壳切割断层地延伸;
- 其中, SH 垂直于该层位中所选择的逆断层。

34. 根据权利要求 33 的方法, 包括:

- m1)确定至少一个在步骤 i 中确定的层位内的背斜,
 - n1)在平面上映射在步骤 m1 确定的层位上的背斜,
 - o1)选择至少一个被映射的背斜, 在平面视图上, 该背斜平行于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸,
- 其中, SH 垂直于在该层位中所选择的背斜。

35. 根据权利要求 33 的方法, 包括:

- m2)确定至少一个在步骤 i 中确定的层位内的向斜,

n2)在平面上映射在步骤 m2 确定的层位上的向斜，

o2)选择至少一个被映射的向斜，在平面视图上，该向斜平行于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸，

其中，SH 垂直于在该层位中所选择的向斜。

36. 根据权利要求 33 的方法，包括：

m4)确定至少一个步骤 i 确定的层位内的非地壳切割正常断层，

n4)在平面上映射步骤 m3 确定的层位上的非地壳切割正常断层，

o4)选择至少一个被映射的非地壳切割正常断层，在平面视图上，该非地壳切割正常断层垂直于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸，

其中，SH 平行于在该层位中所选择的非地壳切割正常断层。

37. 根据权利要求 33 的方法，包括：

m5)在步骤 i 中确定的层位内，确定至少一个带有右或右旋方向偏移量的非地壳切割走向滑移断层，以及带有左或左旋方向偏移量的第二个非地壳切割走向滑移断层，

n5)在平面上映射在步骤 m5 确定的层位上的非地壳切割走向滑移断层，

o5)选择至少一个被映射的非地壳切割走向滑移断层，在平面视图上，该非地壳切割走向滑移断层垂直于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸，

其中，SH 平行于由该层位上所选的右旋和左旋非地壳切割走向滑移断层形成的相反的接近部分。

38. 根据权利要求 33 的方法，包括：

p1)重复步骤 g 至少一个不同的压缩脉冲时期，

q1)确定至少一个在步骤 p1 中确定的层位内的背斜，
r1)在平面上映射在步骤 q1 确定的层位上的背斜，
s1)将来自 r1 的映射平面图叠加到来自 i 的映射平面图上，
t1)从步骤 r1 中选择至少一个被映射的背斜，在平面视图上，该背斜平行于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸，
其中，SH 垂直于在从步骤 p1 确定的层位中的从步骤 t1 选择的背斜。

39. 根据权利要求 33 的方法，包括：

p2)重复步骤 g 至少一个不同的压缩脉冲时期，
q2)确定至少一个在步骤 p2 中确定的层位内的向斜，
r2)在平面上映射在步骤 q2 确定的层位上的向斜，
s2)将来自 r2 的映射平面图叠加到来自 i 的映射平面图上，
t2)从步骤 r2 中选择至少一个被映射的向斜，在平面视图上，该向斜平行于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸，
其中，SH 垂直于在从步骤 p2 确定的层位中的从步骤 t2 选择的向斜。

40. 根据权利要求 33 的方法，包括：

p3)重复步骤 g 至少一个不同的压缩脉冲时期，
q3)确定至少一个在步骤 p3 中确定的层位内的逆断层，
r3)在平面上映射在步骤 q3 确定的层位上的逆断层，
s3)将来自 r3 的映射平面图叠加到来自 i 的映射平面图上，
t3)从步骤 r3 中选择至少一个被映射的逆断层，在平面视图上，该逆断层平行于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸，
其中，SH 垂直于在从步骤 p3 确定的层位中的从步骤 t3 选择的逆断层。

41. 根据权利要求 33 的方法, 包括:

p4)重复步骤 g 至少一个不同的压缩脉冲时期,

q4)确定至少一个步骤 p4 确定的层位内的非地壳切割正常断层,

r4)在平面上映射步骤 q4 确定的层位上的非地壳切割正常断层,

s4)将来自 r4 的映射平面图叠加到来自 i 的映射平面图上,

t4)从步骤 r4 中选择至少一个被映射的非地壳切割正常断层, 在平面视图上, 该非地壳切割正常断层垂直于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸,

其中, SH 平行于在从步骤 p4 确定的层位中, 从步骤 t4 选择的非地壳切割正常断层。

42. 根据权利要求 33 的方法, 包括:

p5)重复步骤 g 至少一个不同的压缩脉冲时期,

q5)在步骤 p5 中确定的层位内, 确定至少一个带有右或右旋方向偏移量的非地壳切割走向滑移断层, 以及带有左或左旋方向偏移量的第二个非地壳切割走向滑移断层,

r5)在平面上映射在步骤 q5 确定的层位上的非地壳切割走向滑移断层,

s5)将来自 r5 的映射平面图叠加到来自 i 的映射平面图上,

t5)选择那些被映射的非地壳切割走向滑移断层, 在平面视图上, 该非地壳切割走向滑移断层垂直于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸,

其中, SH 平行于在步骤 p5 确定的层位上, 由来自步骤 t5 的右旋和左旋走向滑移断层所形成的相反的接近部分。

43. 根据权利要求 33 的方法, 包括在矿藏内获得多于三条地震

反射线以产生更详细映射。

44. 根据权利要求 43 的方法，包括获得多于两条地震反射线，这些线在最大倾角方向上穿过矿藏，以及该方法包括获得多于一个的地震反射线，该反射线穿过这些多于两条的反射线并且近似沿矿藏的径向轴延伸，以便产生更详细的映射。

45. 根据权利要求 33 的方法，其中，确定与分配步骤 f 包括获得测量井孔数据，以及包括执行那些数据的古地理学分析，以给层位分配年代。

46. 根据权利要求 33 的方法，其中，确定和分配步骤 f 包括在选择的地震线上确定至少一个在压缩脉冲时期形成的全球独特的层位，还包括通过参考全球同步压缩脉冲的图表，给压缩脉冲时期形成的前面和后面的层位分配年代。

47. 根据权利要求 33 的方法，其中，确定至少一个竖直地壳切割断层的步骤包括在选择的地震线上确定上层地壳，以及将切割上层地壳的断层确定成地壳切割断层。

48. 根据权利要求 33 的方法，其中，确定至少一个竖直地壳切割断层的步骤包括确定至少一个竖直的断层，以及在下述断层区域中获得地震数据，该数据表明 SH 在水平面上，并且近似垂直于在地震数据区域中另一个平行倾向竖直断层，以及将这样的断层确定为地壳切割断层。

49. 一种确定矿藏内层位上最大水平应力(SH)方向的方法，包括

下面的步骤：

- a)获得矿藏内的多个地震反射数据线；
- b)选择最大倾角方向上穿过矿藏的至少两条地震反射数据线；
- c)选择至少再一个沿矿藏经度轴的地震线；
- d)在选择的地震线，确定至少一个竖直的地壳切割断层；
- e)在选择的地震线上确定多个层位；
- f)确定和选择多个带有地质年代的层位；
- g)在选择的地震线上，确定压缩脉冲时期产生的至少一个层位；
- h)从步骤 g 中选择至少一个层位，该层位由至少一个被确定的地壳切割断层来切割；
- i)在平面上映射在步骤 h 中选择的层位上的地壳切割断层，；
- j)在步骤 i 确定的层位之内确定至少一个非地壳切割正常断层；
- k)在平面上映射在步骤 j 中所确定的层位上的该非地壳切割正常断层；
- l)选择至少一个被映射的非地壳切割正常断层，在平面视图中，该非地壳切割正常断层垂直于在步骤 i 中所映射的邻近的地壳切割断层地延伸；

其中，SH 平行于该层位中所选择的非地壳切割正常断层。

50. 根据权利要求 49 的方法，包括：

- m1)确定至少一个在步骤 i 中确定的层位内的背斜，
- n1)在平面上映射在步骤 m1 确定的层位上的背斜，
- o1)选择至少一个被映射的背斜，在平面视图上，该背斜平行于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸，

其中，SH 垂直于在该层位中所选择的背斜。

51. 根据权利要求 49 的方法，包括：

m2)确定至少一个在步骤 i 中确定的层位内的向斜，
n2)在平面上映射在步骤 m2 确定的层位上的向斜，
o2)选择至少一个被映射的向斜，在平面视图上，该向斜平行于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸，
其中，SH 垂直于在该层位中所选择的向斜。

52. 根据权利要求 49 的方法，包括：

m3)确定至少一个在步骤 i 中确定的层位内的逆断层，
n3)在平面上映射在步骤 m3 确定的层位上的逆断层，
o3)选择至少一个被映射的逆断层，在平面视图上，该逆断层平行于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸，
其中，SH 垂直于在该层位中所选择的逆断层。

53. 根据权利要求 49 的方法，包括：

m5)在步骤 i 中确定的层位内，确定至少一个带有右或右旋方向偏移量的非地壳切割走向滑移断层，以及带有左或左旋方向偏移量的第二个非地壳切割走向滑移断层，
n5)在平面上映射在步骤 m5 确定的层位上的非地壳切割走向滑移断层，
o5)选择至少一个被映射的非地壳切割走向滑移断层，在平面视图上，该非地壳切割走向滑移断层垂直于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸，
其中，SH 平行于由该层位上所选的右旋和左旋非地壳切割走向滑移断层形成的相反的接近部分。

54. 根据权利要求 49 的方法，包括：

p1)重复步骤 g 至少一个不同的压缩脉冲时期，

q1)确定至少一个在步骤 p1 中确定的层位内的背斜，
r1)在平面上映射在步骤 q1 确定的层位上的背斜，
s1)将来自 r1 的映射平面图叠加到来自 i 的映射平面图上，
t1)从步骤 r1 中选择至少一个被映射的背斜，在平面视图上，该背斜平行于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸，
其中，SH 垂直于在从步骤 p1 确定的层位中的从步骤 t1 选择的背斜。

55. 根据权利要求 49 的方法，包括：
p2)重复步骤 g 至少一个不同的压缩脉冲时期，
q2)确定至少一个在步骤 p2 中确定的层位内的向斜，
r2)在平面上映射在步骤 q2 确定的层位上的向斜，
s2)将来自 r2 的映射平面图叠加到来自 i 的映射平面图上，
t2)从步骤 r2 中选择至少一个被映射的向斜，在平面视图上，该向斜平行于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸，
其中，SH 垂直于在从步骤 p2 确定的层位中的从步骤 t2 选择的向斜。

56. 根据权利要求 49 的方法，包括：
p3)重复步骤 g 至少一个不同的压缩脉冲时期，
q3)确定至少一个在步骤 p3 中确定的层位内的逆断层，
r3)在平面上映射在步骤 q3 确定的层位上的逆断层，
s3)将来自 r3 的映射平面图叠加到来自 i 的映射平面图上，
t3)从步骤 r3 中选择至少一个被映射的逆断层，在平面视图上，该逆断层平行于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸，
其中，SH 垂直于在从步骤 p3 确定的层位中的从步骤 t3 选择的逆断层。

57. 根据权利要求 49 的方法, 包括:

p4)重复步骤 g 至少一个不同的压缩脉冲时期,
q4)确定至少一个步骤 p4 确定的层位内的非地壳切割正常断层,
r4)在平面上映射步骤 q4 确定的层位上的非地壳切割正常断层,
s4)将来自 r4 的映射平面图叠加到来自 i 的映射平面图上,
t4)从步骤 r4 中选择至少一个被映射的非地壳切割正常断层, 在平面视图上, 该非地壳切割正常断层垂直于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸,

其中, SH 平行于在从步骤 p4 确定的层位中, 从步骤 t4 选择的非地壳切割正常断层。

58. 根据权利要求 49 的方法, 包括:

p5)重复步骤 g 至少一个不同的压缩脉冲时期,
q5)在步骤 p5 中确定的层位内, 确定至少一个带有右或右旋方向偏移量的非地壳切割走向滑移断层, 以及带有左或左旋方向偏移量的第二个非地壳切割走向滑移断层,

r5)在平面上映射在步骤 q5 确定的层位上的非地壳切割走向滑移断层,

s5)将来自 r5 的映射平面图叠加到来自 i 的映射平面图上,

t5)选择那些被映射的非地壳切割走向滑移断层, 在平面视图上, 该非地壳切割走向滑移断层垂直于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸,

其中, SH 平行于在步骤 p5 确定的层位上, 由来自步骤 t5 的右旋和左旋走向滑移断层所形成的相反的接近部分。

59. 根据权利要求 49 的方法, 包括在矿藏内获得多于三条地震

反射线以产生更详细映射。

60. 根据权利要求 59 的方法, 包括获得多于两条地震反射线, 这些线在最大倾角方向上穿过矿藏, 以及该方法包括获得多于一个的地震反射线, 该反射线穿过这些多于两条的反射线并且近似沿矿藏的径向轴延伸, 以便产生更详细的映射。

61. 根据权利要求 49 的方法, 其中, 确定与分配步骤 f 包括获得测量井孔数据, 以及包括执行那些数据的古地理学分析, 以给层位分配年代。

62. 根据权利要求 49 的方法, 其中, 确定和分配步骤 f 包括在选择的地震线上确定至少一个在压缩脉冲时期形成的全球独特的层位, 还包括通过参考全球同步压缩脉冲的图表, 给压缩脉冲时期形成的前面和后面的层位分配年代。

63. 根据权利要求 49 的方法, 其中, 确定至少一个竖直地壳切割断层的步骤包括在选择的地震线上确定上层地壳, 以及将切割上层地壳的断层确定成地壳切割断层。

64. 根据权利要求 49 的方法, 其中, 确定至少一个竖直地壳切割断层的步骤包括确定至少一个竖直的断层, 以及在下述断层区域中获得地震数据, 该数据表明 SH 在水平面上, 并且近似垂直于在地震数据区域中另一个平行倾向竖直断层, 以及将这样的断层确定为地壳切割断层。

65. 一种确定矿藏内层位上最大水平应力(SH)方向的方法, 包括

下面的步骤：

- a)获得矿藏内的多个地震反射数据线；
 - b)选择最大倾角方向上穿过矿藏的至少两条地震反射数据线；
 - c)选择至少再一个沿矿藏经度轴的地震线；
 - d)在选择的地震线确定至少一个竖直的地壳切割断层；
 - e)在选择的地震线上确定多个层位；
 - f)确定和选择多个带有地质年代的层位；
 - g)在选择的地震线上，确定压缩脉冲时期产生的至少一个层位；
 - h)从步骤 g 中选择至少一个层位，该层位由至少一个被确定的地壳切割断层来切割；
 - i)在平面上映射在步骤 h 中选择的层位上的地壳切割断层，；
 - j)在层位步骤 S 内，确定至少一个带有右或右旋方向偏移量的非地壳切割走向滑移断层，以及带有左或左旋方向偏移量的第二个非地壳切割走向滑移断层；
 - k)在平面上映射在步骤 j 中所确定的层位上的该非地壳切割走向滑移断层；
 - l)选择至少一个被映射的非地壳切割走向滑移断层，在平面视图中，该非地壳切割走向滑移断层垂直于在步骤 i 中所映射的邻近的地壳切割断层地延伸；
- 其中，SH 平行于由该层位上所选的右旋和左旋非地壳切割走向滑移断层形成的相反的接近部分。

66. 根据权利要求 65 的方法，包括：

- m1)确定至少一个在步骤 i 中确定的层位内的背斜，
- n1)在平面上映射在步骤 m1 确定的层位上的背斜，
- o1)选择至少一个被映射的背斜，在平面视图上，该背斜平行于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸，

其中，SH 垂直于在该层位中所选择的背斜。

67. 根据权利要求 65 的方法，包括：

m2)确定至少一个在步骤 i 中确定的层位内的向斜，

n2)在平面上映射在步骤 m2 确定的层位上的向斜，

o2)选择至少一个被映射的向斜，在平面视图上，该向斜平行于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸，

其中，SH 垂直于在该层位中所选择的向斜。

68. 根据权利要求 65 的方法，包括：

m3)确定至少一个在步骤 i 中确定的层位内的逆断层，

n3)在平面上映射在步骤 m3 确定的层位上的逆断层，

o3)选择至少一个被映射的逆断层，在平面视图上，该逆断层平行于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸，

其中，SH 垂直于在该层位中所选择的逆断层。

69. 根据权利要求 65 的方法，包括：

m4)确定至少一个步骤 i 确定的层位内的非地壳切割正常断层，

n4)在平面上映射步骤 m3 确定的层位上的非地壳切割正常断层，

o4)选择至少一个被映射的非地壳切割正常断层，在平面视图上，该非地壳切割正常断层垂直于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸，

其中，SH 平行于在该层位中所选择的非地壳切割正常断层。

70. 根据权利要求 65 的方法，包括：

p1)重复步骤 g 至少一个不同的压缩脉冲时期，

q1)确定至少一个在步骤 p1 中确定的层位内的背斜，

r1)在平面上映射在步骤 q1 确定的层位上的背斜，
s1)将来自 r1 的映射平面图叠加到来自 i 的映射平面图上，
t1)从步骤 r1 中选择至少一个被映射的背斜，在平面视图上，该背斜平行于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸，
其中，SH 垂直于在从步骤 p1 确定的层位中的从步骤 t1 选择的背斜。

71. 根据权利要求 65 的方法，包括：

p2)重复步骤 g 至少一个不同的压缩脉冲时期，
q2)确定至少一个在步骤 p2 中确定的层位内的向斜，
r2)在平面上映射在步骤 q2 确定的层位上的向斜，
s2)将来自 r2 的映射平面图叠加到来自 i 的映射平面图上，
t2)从步骤 r2 中选择至少一个被映射的向斜，在平面视图上，该向斜平行于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸，
其中，SH 垂直于在从步骤 p2 确定的层位中的从步骤 t2 选择的向斜。

72. 根据权利要求 65 的方法，包括：

p3)重复步骤 g 至少一个不同的压缩脉冲时期，
q3)确定至少一个在步骤 p3 中确定的层位内的逆断层，
r3)在平面上映射在步骤 q3 确定的层位上的逆断层，
s3)将来自 r3 的映射平面图叠加到来自 i 的映射平面图上，
t3)从步骤 r3 中选择至少一个被映射的逆断层，在平面视图上，该逆断层平行于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸，
其中，SH 垂直于在从步骤 p3 确定的层位中的从步骤 t3 选择的逆断层。

73. 根据权利要求 65 的方法, 包括:

p4)重复步骤 g 至少一个不同的压缩脉冲时期,

q4)确定至少一个步骤 p4 确定的层位内的非地壳切割正常断层,

r4)在平面上映射步骤 q4 确定的层位上的非地壳切割正常断层,

s4)将来自 r4 的映射平面图叠加到来自 i 的映射平面图上,

t4)从步骤 r4 中选择至少一个被映射的非地壳切割正常断层, 在平面视图上, 该非地壳切割正常断层垂直于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸,

其中, SH 平行于在从步骤 p4 确定的层位中, 从步骤 t4 选择的非地壳切割正常断层。

74. 根据权利要求 65 的方法, 包括:

p5)重复步骤 g 至少一个不同的压缩脉冲时期,

q5)在步骤 p5 中确定的层位内, 确定至少一个带有右或右旋方向偏移量的非地壳切割走向滑移断层, 以及带有左或左旋方向偏移量的第二个非地壳切割走向滑移断层,

r5)在平面上映射在步骤 q5 确定的层位上的非地壳切割走向滑移断层,

s5)将来自 r5 的映射平面图叠加到来自 i 的映射平面图上,

t5)选择那些被映射的非地壳切割走向滑移断层, 在平面视图上, 该非地壳切割走向滑移断层垂直于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸,

其中, SH 平行于在步骤 p5 确定的层位上, 由来自步骤 t5 的右旋和左旋走向滑移断层所形成的相反的接近部分。

75. 根据权利要求 65 的方法, 包括在矿藏内获得多于三条地震反射线以产生更详细映射。

76. 根据权利要求 75 的方法，包括获得多于两条地震反射线，这些线在最大倾角方向上穿过矿藏，以及该方法包括获得多于一个的地震反射线，该反射线穿过这些多于两条的反射线并且近似沿矿藏的径向轴延伸，以便产生更详细的映射。

77. 根据权利要求 65 的方法，其中，确定与分配步骤 f 包括获得测量井孔数据，以及包括执行那些数据的古地理学分析，以给层位分配年代。

78. 根据权利要求 65 的方法，其中，确定和分配步骤 f 包括在选择的地震线上确定至少一个在压缩脉冲时期形成的全球独特的层位，还包括通过参考全球同步压缩脉冲的图表，给压缩脉冲时期形成的前面和后面的层位分配年代。

79. 根据权利要求 65 的方法，其中，确定至少一个竖直地壳切割断层的步骤包括在选择的地震线上确定上层地壳，以及将切割上层地壳的断层确定成地壳切割断层。

80. 根据权利要求 65 的方法，其中，确定至少一个竖直地壳切割断层的步骤包括确定至少一个竖直的断层，以及在下述断层区域中获得地震数据，该数据表明 SH 在水平面上，并且近似垂直于在地震数据区域中另一个平行倾向竖直断层，以及将这样的断层确定为地壳切割断层。

81. 一种确定矿藏内层位上的相对于最大竖直应力(SV)的最大水平应力(SH)大小的方法，包括下面的步骤：

- a)获得矿藏内的多个地震反射数据线;
- b)选择最大倾角方向上穿过矿藏的至少两条地震反射数据线;
- c)选择至少再一个沿矿藏纵轴的地震线;
- d)在选择的地震线上确定至少一个竖直的地壳切割断层;
- e)在选择的地震线上确定多个层位;
- f)确定和分配带有地质年代的多个层位;
- g)在选择的地震线上,确定在压缩脉冲时期中产生的至少一个层位;
- h)从步骤 g 中选择至少一个层位,该层位由至少一个被确定的地壳切割断层切割;
- i)在平面上映射在步骤 h 中选择的层位上的地壳切割断层;
- j)在所选择的压缩脉冲时期形成的层位上的地震线上,确定背斜以及非地壳切割逆断层,后两者的结构平行于层位中的地壳切割断层延伸;
- k)在平面上映射所选择层位的被确定的背斜以及非地壳切割逆断层;
- l)确定所选择的层位中的区域,其中背斜由非地壳切割逆断层来竖直交叉;
- m)确定所选择的层位中的区域,其中,背斜不被任何断层交叉,其中,在由逆断层交叉的区域内,SH 的大小相对于 SV 更大。

82. 根据权利要求 81 的方法,包括:

- n)确定在所选择层位中地震线上的区域,其中背斜不被任何断层交叉,
- o)在选择的层位正常断层或走向滑移断层中的地震线上确定区域,在该处背斜由正常断层或走向滑移断层纵向交叉,
- p)在所选择的层位区域中的地震线上确定没有背斜的区域,

其中，从步骤 m 确定的区域到步骤 p 确定的区域中，SH 的大小相对于 SV 是逐步减少的。

83. 根据权利要求 81 的方法，包括：对于在压缩脉冲时期产生的多个层位，重复所述确定相对大小的方法，还包括外推在层位之间获得的结果。

检测地壳中最大水平应力方向和相对大小的方法

本发明涉及地震反射数据，特别涉及这些数据在确定地壳中沉积盆地内作用的应力方向和大小中的作用。本发明特别应用于碳氢化合物勘探和开采工业中，并且在下文中，联系这种特定应用对于说明本发明将是很方便的。但是应理解本发明具有更广泛的应用。

勘探碳氢化合物是一件危险的事情。不能保证已经确定为可能包含碳氢化合物的区域，通常被称为矿藏，之后将会提取这些碳氢化合物。碳氢化合物，特别是石油和天然气积聚起来，并在地壳沉积盆地中形成储备。由于密度和气孔压力的差异，以及从地壳内部产生的压缩应力，使得石油和天然气会渗入到沉积盆地中。石油和天然气穿过沉积盆地后会上升，直到由一个密封层如页岩层而停止，在这里它将积聚起来并形成储备。

成功提取出碳氢化合物的处理要求了解穿过这些矿藏作用的应力。作用在任何矿藏上的应力，其相互垂直的压缩分量可以分组为 S_v (竖直应力)、 S_H (最大水平应力)、 S_h (最小水平应力)。同时，对于勘探和提取过程的各个阶段来说，都要求评价这些应力，当钻凿一个提取井孔时，这种评价特别重要。更具体地说，当这些应力分量不相等时，它们会使井孔横截面从圆形变形成椭圆形，在某些情况下，这就将导致井孔塌陷，这就是已知的井孔断口。但是，适当设计的井孔足可使这些应力分量相等以实现碳氢化合物的提取。不幸的是，利用现有技术，一般是通过监视井孔的变形而了解应力分量。一旦出现井孔断口，很明显这种信息就来得太迟了。

本发明的一个目的是在钻井前提供一种确定矿藏内作用的应力分量的方法。本发明还一个目的是提供一种确定矿藏内作用的应力分

量的方向和相对大小的方法。

当今大陆运动的板块构造论要求 S_H 目前在许多沉积盆地中是应力的一个良好的中间分量，该应力限于与地堑轴平行。根据关于过去和目前板块构造论，在很多的板块边缘和板块内部，地堑是在垂直于大陆板块扩展运动的方向上形成。但是，从地震、井孔断口获得的结果来看，以及从上层地壳各种位置中取到的矿井和岩心孔应变数据所获得的结果来看，并支持这种观点。这些数据表明存在基本的压缩力，并且 S_H 与含有石油和天然气储备的目前许多盆地相垂直。而且，这些数据还表明 S_H 正作用于许多板块边缘和板块内部。

不幸的是，地震数据扩展得太广而不能提供足够的作为盆地碳氢化合物勘探和单一矿藏开采的应力信息。如上所述，井孔断口数据只有在钻凿后才能得到。

地震反射数据可以解释成：表明作为压缩的结果已经形成了许多特性。地震反射数据还可以解释为进一步提出产生这些结构的压缩时期开始于大约 5 百万年前的上新世地质期，以及从至少 2 亿 4 千万年前的三叠纪早期开始，就已经反复出现了相似的压缩脉冲时期。当比较从地球周围获得的地震数据时，就可以将该脉冲时期解释为全球同步的。在图 1 中列出了这种全球同步脉冲。

为了本说明的目的，术语基本竖直、基本水平、基本平行和基本垂直将包括 45 度内的方向。

根据本发明，提供一种确定矿藏内层位上最大水平应力(S_H)方向的方法，包括下面的步骤：

- a) 获得矿藏内的多个地震反射数据线；
- b) 选择基本最大倾角方向上穿过矿藏的至少两条地震反射数据线；
- c) 选择至少再一个沿矿藏纵轴的地震线；
- d) 在选择的地震线上确定至少一个基本竖直的地壳切割断层；

- e) 在选择的地震线上确定多个层位;
- f) 确定和分配多个带有地质年代的层位;
- g) 在选择的地震线上确定在压缩脉冲时期中产生的至少一个层位;
- h) 从步骤 g 中选择至少一个层位, 该层位由至少一个被确定的地壳切割断层来切割;
- i) 在平面上映射在步骤 h 中选择的层位上的地壳切割断层,;
- j) 在步骤 i 中所确定的层位之内确定至少一个背斜;
- k) 在平面上映射在步骤 j 中所确定的层位上的该背斜,;
- l) 选择至少一个被映射的背斜, 在平面视图上, 该背斜基本平行于在步骤 i 中所映射的邻近的地壳切割断层地延伸;

其中, S_H 基本地垂直于该层位中所选择的背斜。

根据本发明的另一方面, 提供一种确定矿藏内层位上最大水平应力(S_H)方向的方法, 包括下面的步骤:

- a) 获得矿藏内的多个地震反射数据线;
- b) 选择基本最大倾角方向上穿过矿藏的至少两条地震反射数据线;
- c) 选择至少再一个沿矿藏纵轴的地震线;
- d) 在选择的地震线上确定至少一个基本竖直的地壳切割断层;
- e) 在选择的地震线上确定多个层位;
- f) 确定和分配多个带有地质年代的层位;
- g) 在选择的地震线上确定在压缩脉冲时期中产生的至少一个层位;
- h) 从步骤 g 中选择至少一个层位, 该层位由至少一个被确定的地壳切割断层来切割;
- i) 在平面上映射在步骤 h 中选择的层位上的地壳切割断层,;
- j) 在步骤 i 中所确定的层位之内, 确定至少一个向斜;

- k) 在平面上映射在步骤 j 中所确定的层位上的该向斜,;
 - l) 选择至少一个被映射的向斜, 在平面视图上, 该向斜基本平行于在步骤 i 中所映射的邻近的地壳切割断层地延伸;
- 其中, S_H 基本地垂直于该层位中所选择的向斜。

根据本发明的又一方面, 提供一种确定矿藏内层位上最大水平应力(S_H)方向的方法, 包括下面的步骤:

- a) 获得矿藏内的多个地震反射数据线;
 - b) 选择在基本最大倾角方向上穿过矿藏的至少两条地震反射数据线;
 - c) 选择至少再一个沿矿藏经度轴的地震线;
 - d) 在选择的地震线确定至少一个基本竖直的地壳切割断层;
 - e) 在选择的地震线上确定多个层位;
 - f) 确定和选择多个带有地质年代的层位;
 - g) 在选择的地震线上确定在压缩脉冲时期中产生的至少一个层位;
 - h) 从步骤 g 中选择至少一个层位, 该层位由至少一个被确定的地壳切割断层来切割;
 - i) 在平面上映射在步骤 h 中选择的层位上的地壳切割断层,;
 - j) 在步骤 i 中所确定的层位之内, 确定至少一个逆断层;
 - k) 在平面上映射在步骤 j 中所确定的层位上的该逆断层,;
 - l) 选择至少一个被映射的逆断层, 在平面视图上, 该逆断层基本平行于在步骤 i 中所映射的邻近的地壳切割断层地延伸;
- 其中, S_H 基本地垂直于该层位中所选择的逆断层。

根据本方面的再一方面, 提供一种确定矿藏内层位上最大水平应力(S_H)方向的方法, 包括下面的步骤:

- a) 获得矿藏内的多个地震反射数据线;
- b) 选择基本最大倾角方向上穿过矿藏的至少两条地震反射数据

线；

- c) 选择至少再一个沿矿藏经度轴的地震线；
- d) 在选择的地震线，确定至少一个基本竖直的地壳切割断层；
- e) 在选择的地震线上确定多个层位；
- f) 确定和选择多个带有地质年代的层位；
- g) 在选择的地震线上确定压缩脉冲时期产生的至少一个层位；
- h) 从步骤 g 中选择至少一个层位，该层位由至少一个被确定的地壳切割断层来切割；
- i) 在平面上映射在步骤 h 中选择的层位上的地壳切割断层，；
- j) 在步骤 i 中所确定的层位之内，确定至少一个非地壳切割正常断层；
- k) 在平面上映射在步骤 j 中所确定的层位上的该非地壳切割正常断层；
- l) 选择至少一个被映射的非地壳切割正常断层，在平面视图中，该非地壳切割正常断层基本垂直于在步骤 i 中所映射的邻近的地壳切割断层地延伸；

其中， S_H 基本地平行于该层位中所选择的非地壳切割正常断层。

根据本方面的又一方面，提供一种确定矿藏内层位上最大水平应力(S_H)方向的方法，包括下面的步骤：

- a) 获得矿藏内的多个地震反射数据线；
- b) 选择基本最大倾角方向上穿过矿藏的至少两条地震反射数据线；
- c) 选择至少再一个沿矿藏经度轴的地震线；
- d) 在选择的地震线确定至少一个基本竖直的地壳切割断层；
- e) 在选择的地震线上确定多个层位；
- f) 确定和选择多个带有地质年代的层位；
- g) 在选择的地震线上确定压缩脉冲时期产生的至少一个层位；

- h) 从步骤 g 中选择至少一个层位, 该层位由至少一个被确定的地壳切割断层来切割;
- i) 在平面上映射在步骤 h 中选择的层位上的地壳切割断层,;
- j) 在层位步骤 S 内, 确定至少一个带有右或右旋方向偏移量的非地壳切割走向滑移断层, 以及带有左或左旋方向偏移量的第二个非地壳切割走向滑移断层;
- k) 在平面上映射在步骤 j 中所确定的层位上的该非地壳切割走向滑移断层;
- l) 选择至少一个被映射的非地壳切割走向滑移断层, 在平面视图中, 该非地壳切割走向滑移断层基本垂直于在步骤 i 中所映射的邻近的地壳切割断层地延伸;

其中, S_H 基本地平行于由该层位上所选的右旋和左旋非地壳切割走向滑移断层形成的相反的接近部分。

根据前述方面的方法还可以包括:

- m1) 确定至少一个在步骤 i 中确定的层位内的背斜,
- n1) 在平面上映射在步骤 m1 确定的层位上的背斜,
- o1) 选择至少一个被映射的背斜, 在平面视图上, 该背斜基本平行于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸,

其中, S_H 基本地垂直于在该层位中所选择的背斜。

根据前述方面的方法还可以包括:

- m2) 确定至少一个在步骤 i 中确定的层位内的向斜,
- n2) 在平面上映射在步骤 m2 确定的层位上的向斜,
- o2) 选择至少一个被映射的向斜, 在平面视图上, 该向斜基本平行于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸,

其中, S_H 基本地垂直于在该层位中所选择的向斜。

根据前述方面的方法还可以包括:

- m3) 确定至少一个在步骤 i 中确定的层位内的逆断层,

n3) 在平面上映射在步骤 m3 确定的层位上的逆断层,

o3)选择至少一个被映射的逆断层, 在平面视图上, 该逆断层基本平行于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸,

其中, S_H 基本地垂直于在该层位中所选择的逆断层。

根据前述方面的方法还可以包括:

m4)确定至少一个步骤 i 确定的层位内的非地壳切割正常断层,

n4)在平面上映射步骤 m3 确定的层位上的非地壳切割正常断层,

o4)选择至少一个被映射的非地壳切割正常断层, 在平面视图上, 该非地壳切割正常断层基本垂直于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸,

其中, S_H 基本平行于在该层位中所选择的非地壳切割正常断层。

根据前述方面的方法还可以包括:

m5)在步骤 i 中确定的层位内, 确定至少一个带有右或右旋方向偏移量的非地壳切割走向滑移断层, 以及带有左或左旋方向偏移量的第二个非地壳切割走向滑移断层,

n5) 在平面上映射在步骤 m5 确定的层位上的非地壳切割走向滑移断层,

o5)选择至少一个被映射的非地壳切割走向滑移断层, 在平面视图上, 该非地壳切割走向滑移断层基本垂直于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸,

其中, S_H 基本地平行于由该层位上所选的右旋和左旋非地壳切割走向滑移断层形成的相反的接近部分。

根据前述方面的方法还可以包括:

p1)重复步骤 g 至少一个不同的压缩脉冲时期,

q1)确定至少一个在步骤 p1 中确定的层位内的背斜,

r1) 在平面上映射在步骤 q1 确定的层位上的背斜,

s1)将来自 r1 的映射平面图叠加到来自 i 的映射平面图上,

t1)从步骤 r1 中选择至少一个被映射的背斜,在平面视图上,该背斜基本平行于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸,

其中, S_H 基本地垂直于在从步骤 p1 确定的层位中的从步骤 t1 选择的背斜。

根据前述方面的方法还可以包括:

p2)重复步骤 g 至少一个不同的压缩脉冲时期,

q2)确定至少一个在步骤 p2 中确定的层位内的向斜,

r2)在平面上映射在步骤 q2 确定的层位上的向斜,

s2)将来自 r2 的映射平面图叠加到来自 i 的映射平面图上,

t2)从步骤 r2 中选择至少一个被映射的向斜,在平面视图上,该向斜基本平行于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸,

其中, S_H 基本地垂直于在从步骤 p2 确定的层位中的从步骤 t2 选择的向斜。

根据前述方面的方法还可以包括:

p3)重复步骤 g 至少一个不同的压缩脉冲时期,

q3)确定至少一个在步骤 p3 中确定的层位内的逆断层,

r3)在平面上映射在步骤 q3 确定的层位上的逆断层,

s3)将来自 r3 的映射平面图叠加到来自 i 的映射平面图上,

t3)从步骤 r3 中选择至少一个被映射的逆断层,在平面视图上,该逆断层基本平行于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸,

其中, S_H 基本地垂直于在从步骤 p3 确定的层位中的从步骤 t3 选择的逆断层。

根据前述方面的方法还可以包括:

p4)重复步骤 g 至少一个不同的压缩脉冲时期,

q4)确定至少一个步骤 p4 中确定的层位内的非地壳切割正常断层,

r4)在平面上映射步骤 q4 确定的层位上的非地壳切割正常断层,

s4)将来自 r4 的映射平面图叠加到来自 i 的映射平面图上,

t4)从步骤 r4 中选择至少一个被映射的非地壳切割正常断层,在平面视图上,该非地壳切割正常断层基本垂直于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸,

其中, S_H 基本地平行于在从步骤 p3 确定的层位中,从步骤 t3 选择的非地壳切割正常断层。

根据前述方面的方法还可以包括:

p5)重复步骤 g 至少一个不同的压缩脉冲时期,

q5)在步骤 p5 中确定的层位内,确定至少一个带有右或右旋方向偏移量的非地壳切割走向滑移断层,以及带有左或左旋方向偏移量的第二个非地壳切割走向滑移断层,

r5)在平面上映射在步骤 q5 确定的层位上的非地壳切割走向滑移断层,

s5)将来自 r5 的映射平面图叠加到来自 i 的映射平面图上,

t5)选择那些被映射的非地壳切割走向滑移断层,在平面视图上,该非地壳切割走向滑移断层基本垂直于在步骤 i 中映射的邻近地壳切割断层地延伸,

其中, S_H 基本地平行于在步骤 p5 确定的层位上,由来自步骤 5 的右旋和左旋走向滑移断层所形成的相反的接近部分。

优选地,确定与分配步骤 f 包括获得测量井孔数据,以及包括执行那些数据的古地理学分析,以给层位分配年代。或者确定和分配步骤 f 包括在选择的地震线上确定至少一个在压缩脉冲时期形成的全球独特的层位,还包括通过参考全球同步压缩脉冲的图表,给压缩脉冲时期形成的前面和后面的层位分配年代。

优选地,确定至少一个基本竖直地壳切割断层的步骤包括在选择的地震线上确定上层地壳,以及将切割上层地壳的断层确定成地壳切割断层。或者,确定至少一个基本竖直地壳切割断层的步骤包括确定

至少一个基本竖直的断层，以及在下述断层区域中获得地震数据，该数据表明 S_H 是基本在水平面上，并且近似垂直于在地震数据区域中另一个平行倾向基本竖直断层，以及将这样的断层确定为地壳切割断层。

根据本方面的再一方面，提供一种确定矿藏内层位上的相对于最大竖直应力(S_V)的最大水平应力(S_H)大小的方法，包括以下步骤：

- a) 获得矿藏内的多个地震反射数据线；
- b) 选择基本最大倾角方向上穿过矿藏的至少两条地震反射数据线；
- c) 选择至少再一个沿矿藏纵轴的地震线；
- d) 在选择的地震线上确定至少一个基本竖直的地壳切割断层；
- e) 在选择的地震线上确定多个层位；
- f) 确定和分配带有地质年代的多个层位；
- g) 在选择的地震线上，确定在压缩脉冲时期中产生的至少一个层位；
- h) 从步骤 g 中选择至少一个层位，该层位由至少一个被确定的地壳切割断层切割；
- i) 在平面上映射在步骤 h 中选择的层位上的地壳切割断层；
- j) 在所选择的压缩脉冲时期形成的层位上的地震线上，确定背斜以及非地壳切割逆断层，后两者的结构平行于层位中的地壳切割断层延伸；
- k) 在平面上映射所选择层位的被确定的背斜以及非地壳切割逆断层；
- l) 确定所选择的层位中的区域，其中背斜由非地壳切割逆断层来竖直交叉；
- m) 确定所选择的层位中的区域，其中，背斜不被任何断层交叉，其中，在由逆断层交叉的区域内， S_H 的大小相对于 S_V 更大。

该确定大小的方法还可包括：

- o) 确定在所选择层位中地震线上的区域，其中背斜不被任何断层交叉，
- p) 在选择的层位正常断层或走向滑移断层中的地震线上确定区域，在该处背斜由正常断层或走向滑移断层基本纵向交叉，
- q) 在所选择的层位区域中的地震线上确定没有背斜的区域，

其中，从步骤 m 确定的区域到步骤 p 确定的区域中， S_H 的大小相对于 S_V 是逐步减少的。

该方法最好包括：对于在压缩脉冲时期产生的多个层位，重复该确定相对大小的方法，还包括外推在层位之间获得的结果。

本发明具有多种应用和优点，其中一些在下面予以明确。

正确地指导钻井是很重要的，以便使作用在井孔上应力的效果基本降到最小。希望在钻井之前能够确定 S_H 的方向，以及 S_H 相对于 S_V 的大小，以增大使作用在井孔上应力相等的可能性，因而，通过使用最有效的钻井流体密度，来提高井孔壁的稳定性。

如果 S_H 的方向在矿藏区域中是变化的，并且，如果存在应力各向异性如 S_V 大于($>$) S_H ，和/或 $S_H > S_h$ ，则穿过井孔的应力差将根据井孔的方向和倾斜变化。因此，对于平面图倾斜或水平开采的井孔，如延伸到通常具有几公里副水平到水平分量的井孔，希望对 S_H 的方向进行评价。

井孔不稳定的问题可能引起在一定时间内井孔在各种深度上重新开始或侧钻，来计划侧钻的井孔。由于在矿藏内任何钻凿之前总是采集地震数据，所以在决定昂贵侧钻之前，希望进行 S_H 方向的地震确定。

侧钻井的一种特殊情况是多边井，在其中，将从原生开采的井孔中钻凿一个或多个开采井。如果知道了应力状态，就会最好地实现多边井的设计以及带有原生开采井孔的多边接合的机械稳定性。

石油和天然气可能从储备中向上泄漏到透水断层，一个扩展到密封层的断层（dislocation），但是，已经注意到当 S_H 基本垂直于该断层时石油和天然气不会泄漏，以及当 S_H 基本平行于该断层时石油和天然气将会泄漏。在勘探过程中，能够确定哪些断层将会泄漏以及哪些断层将不泄漏而不必钻过矿藏内的储备将是很有优势的。

与 S_H 基本平行的活动泄漏断层使得来自较深储备并处于高压下的流体将应力提高到较浅层位正常值，并且如果钻凿流体密度太低，将在这样的层位上引发井孔危险。如果井孔轨道平行于带有断层线的子平行，并且井孔在活动断层附近与断口区域交叉，那么，断口的材料可能塌陷并陷入井孔中，引起钻凿管刺穿。如果垂直于断层钻凿井孔，这种塌陷问题就可会相当地降低，从而表示钻井前能够预测 S_H 的方向，因此，预测在其它不透水封闭层中的活动的或泄漏的断层。

在较低透水储备内的断口表现得如很小断层，并且依赖于储备内的应力会打开或关闭。石油和天然气可能优先流过储备中打开的断口，并且，在钻凿之前希望预测流量可能最大的方向。相似地，通过将储备内的流体应力增加到某个点，即储备的岩石将平行于而 S_H 断裂的点，为了预测所计划的断口方向，希望在钻井前知道这个方向，这就可以增加储备的有效透水性。

通过注水法，碳氢化合物的二次回收处理要求知道打开的断口的方向，以及泄漏断层的方向，还有作为注水法结果而形成的可能断层，所有这些可以利用由本发明方法提供的从开采井应力分析而得到的 S_H 方向以及 S_H 相对大小的本领域的广泛知识而确定出来。

在海上开采钻井处理过程中，钻井切割物和流体废物的处置，是利用一种与 S_H 平行的断口形成的处理，通过将这种材料注射到消耗碳氢化合物的储备中来实现的。在石油工业中为了不干扰正在从事的开采，准确地了解 S_H 方向的分布，因而了解废物断口的方向是需要预处理的，并且在其它可能的处理工程中，如二氧化碳回收，为了不

干扰地下水资源，也需要预处理。

应该理解的是，在压缩应力下，在地壳上层已经产生来创造向斜和背斜的地方，主要水平压缩应力分量 S_H 在那时已经是基本地垂直于这些向斜和背斜。假定地壳正经历一个压缩脉冲 S_H ，将会相似地指导目前，因为控制向斜和背斜方向的地壳切割断层方向没有改变。

当确定 S_H 用作确定那些会泄漏的断层以及那些会密封的断层时，该方法最好包括在至少两条地震反射线上确定该断层，包括在平面上映射该断层，其中当 S_H 基本垂直于该断层时该断层将会密封，而 S_H 与断层有一个角度而不是垂直时该断层将会泄漏。最好该方法包括确定该断层是否切割整个地壳上层，因为这会表示该断层可能垂直于 S_H ，因而不会泄漏。应该理解的是，相反的情况表示该断层将会泄漏。利用这种信息，勘探地质学者和地球物理学者可以做出关于从储备中可能泄漏石油和天然气的更有根据的判断，因而，在那个矿藏上有潜在的钻凿石油和天然气的赢利性。

以下通过参考便于理解本发明方法的附图，对本发明作详细的说明将是很方便的。附图的特殊性和相关的说明不应理解为是对权利要求书中给定的本发明的一般性的限制。

图 1 列表表示全球同步脉冲的时期和位置。

图 2 表示地震线的一个例子。

图 3a 表示解释的地震线，确定三叠纪早期的特性。

图 3b 表示部分根据图 3a 所示的地震线，三叠纪早期的映射平面图。

图 4a 表示解释的地震线，确定凡蓝今阶时期的特性。

图 4b 表示部分根据图 4a 所示的地震线，凡蓝今阶的映射平面图。

图 5a 表示解释的地震线，确定上新世的特性。

图 5b 表示部分根据图 5a 所示的地震线，上新世的映射平面图。

图 6a 表示在缓和压缩的盆地中解释的地震线的例子。

图 6b 表示比图 6a 更轻压缩的盆地中解释的地震线的例子。

图 7a 非常详细地表示了图 6a 中的一部分地震线。

图 7b 非常详细地表示了图 6b 中的一部分地震线。

勘探和开采碳氢化合物涉及从一个储备成功提取任何石油或天然气之前，对矿藏作基本研究。一般地，地震线反射数据是为矿藏而获得的，从该数据将估计任何储备的大致位置和规模。地震线的例子如图 2 所示。获得一个地震反射线数据的方法应该是业界的人员非常了解的。因此，获得地震数据的方法并不构成本发明的一部分。相反，本发明涉及解释和分析这些数据。在这方面，为了能充分解释和能够计划该矿藏，要求至少两条反射线，并且最好是覆盖该矿藏的多个地震反射线。特别地，利用以基本最大倾角方向穿过该矿藏的至少两条地震反射线，以及沿矿藏纵轴的至少再一个地震线将会极清晰地表示该矿藏。为了便于解释，只提供了一个线。

图 2 所示的地震反射线是一种典型的地震反射线，其中提供了较小形状的雾团，它们表示各种物质的特性。解释这种雾团，以确定在特定时间形成的各种通常是水平方向的层位。各层位均被分配了一个地质年代。通常，通过在矿藏内钻凿一个测量孔以提取记录深度上样品，并对从井孔提取的样品进行古生物学分析实现上述过程。利用在记录深度上确定的样品的年代，这个信息就可以与地震线上相应深度关联起来。当必须为层位分配地质年代，而不用矿藏内测量的井孔数据时，就可能从矿藏外推断数据。

参考图 2，我们可以解释由各种断层切割的层位。还可以解释地震线以表示背斜 3 和向斜 3a，逆断层 4，正常断层 5，基本竖直地壳切割断层 6，顶部上层大陆地壳 8 和基点上层大陆地壳 9。连同任意井孔 11 一起，可以增加碳氢化合物储备 10 的可能位置。应该注意钻凿的钻探设备可能不总是直接位于储备上方，以及仅作为示例提供了所表示的竖直井孔。

根据本发明的方法包括在地震线上确定至少一个在压缩脉冲时期产生的层位。而这些时期已经列表于图 1 中了，一个这样的层位由图 2 中的数字 2 来识别。该层位位于上新世年代的基点上。地球经历了压缩脉冲时期，可以在地震线上被确定为已经被叠加的层位。当这层位被映射在平面中时，平行于地壳切割断层的叠加表示作为压缩应力结果而形成的叠加。这表示一个压缩脉冲时期。将在该说明书的后面谈论在平面上所选择的层位上作映射。

应该理解，并不是所有的叠加都有必要由全球同步压缩事件形成。如果非压缩脉冲叠加不平行于在全球压缩脉冲时期中形成的叠加，则可以检测它们。更具体地说，该非压缩脉冲叠加基本地不平行于地壳切割断层 6，因而脉冲之间不是平行的，一般不会叠加，并且其大小从一个脉冲到另一个脉冲不是加成的。从本发明目的出发，应该忽略这样的叠加。

以辨认压缩脉冲的方式来解释地震反射数据对本方法来说是很重要的。再参考图 2，图 2 地震线中心附近 5.0 秒下记录的三叠纪晚期解释层位 2 (interpreted horizon 2) (在黑圈内的 LTr)可以被解释成一个基本的层位面，在沉积盆地中，在三叠纪晚期压缩性脉冲时期中形成的叠加的侵蚀之后。在图 2 中和在相同解释地震线的图 3a 中，在上层大陆地壳 9 的基点下方，在低层地壳之内，扩展的应力引起 LTr 层位下沉。这就形成了在 LTr 层位和侏罗纪早期层位(在黑圈内的 EJ)之间的沉积的(depositional)最厚部分。在 EJ 解释层位的年代，沉积的(depositional)最厚部分开始上升，引起 EJ 沉积的最厚部分迁移到上升轴的左边。EJ 解释层位的相对背斜的上升标记侏罗纪早期压缩脉冲(在黑圈内的 EJ)。沉积盆地继续下沉。在卡洛夫阶(CI)、启莫里奇阶(Km)、波特兰阶(Po)、凡蓝今阶(Va)、维克特阶(Ap)、阿尔必阶(AI)、坎佩尼阶(Cm)和上新世(PI)脉冲时期，上述过程重复。图 2 表示 Ap 解释层位变形为背斜 3，凡蓝今阶解释层位变形为向斜 3a。应该注意

到 Etr、EJ、CI 和 Po 解释层位期间形成的背斜和向斜已经被丢失，这是由于沉积盆地后来向海或向左倾斜所引起的背斜的向陆或右边翼的扁平化。在上层大陆地壳 9 基点的下面，延性的下层大陆地壳的扩展变薄，在上层大陆地壳 8 和 9 顶部和基点之间的易碎上层地壳内，创造了地壳切割断层 6。这些断层中的许多可能已是正常的断层 5，在断层 5 内，倾斜的断层表面的上层面的岩石，相对于倾斜的断层表面的下层面上的相同的岩石单元，做向下移动。一些正常的断层 5 在这些压缩脉冲时期中被压缩，并且变成逆断层 4，在其中，断层的上层面相对于下层面上的相同单元作向上的移动。在上层地壳内部 S_H 的压缩效果，由 LTr 解释层位上的逆断层 4 来证明，并且，在从三叠纪后期(LTr)层位 2 直到侏罗纪(EJ)早期层位 2 的时间中得到放松，这是因为利用这种插入地震单元变厚而表示沉积的缘故。在压缩脉冲时期中，逆断层 4 的重复的再活化一般与背斜 3 和向斜 3a 的形成相一致，并且逆断层 4 常常发现在背斜 3 的核心，并平行于背斜 3。连续的压缩脉冲继续到上新世(PI)压缩脉冲时期，这个时期目前还是活动的，象图 2 的左上方在现在的海床 1 中由进展背斜 3 所表示的那样。

图 3a, 4a 和 5a 每个将图 2 的地震反射雾团去除掉，以有助于观看子表面形成。在这个例子中，已经选择了由压缩脉冲形成的图 2 中的三条层位，但是，应该理解的是可以选择任何数量。第一个选择的是在早期三叠纪时期(Etr, 大约两亿四千万年前)，并表示在图 3a 中，映射在图 3b 中。第二个选择的是在是在凡蓝今阶时期(Va, 大约一亿三千万年前)，并表示在图 4a 中和 4b 中。第三选择的是上新世时期(PI, 大约五百万年前)到最近，并表示在图 5a 中和 5b 中。应该理解的是可以被选择在一段压缩脉冲时期产生的任何层位来确定 S_H 的方向以及适于用在该矿藏上的解释层位的数量，这一般依赖于将要钻凿的深度，以及在其中可能产生钻凿问题的层位的数量。在这方面，应该注意到，在这个例子中，预计碳氢化合物可能位于早期三叠纪时期，因

此解释层位应该至少包括这个时期。

如图 3 所示, 选择了在 E_{tr} 层位上确定压缩脉冲之后, 然后本发明要求确定地震线上的结构和地壳切割断层 6, 并将这些映射到图 3b 所示的平面图中。注意在图 3a 的点 A 和 B 之间的结构包括 4 个标记为 T.3.1、T.3.2、T.3.3 和 T.3.5 的背斜, 1 个标记为 T.3.4 的向斜, 10 个标记为 T.4.1 到 T.4.10 的逆断层。应该理解的是背斜 3 是叠加的峰值, 并且, 映射作为叠加的槽的向斜 3a 也是适合的, 虽然在这个例子中没有什么实用性, 因为逆断层 4 会在背斜轴中形成, 并且一起包括 S_H 的方向和大小的关键指示符。利用适当数量的地震线来产生如前讨论的平面图映射, 该时期的平面图如图 3b 那样产生。该结构用粗线标记, 但是在图 3b 的 A 和 B 之间表示有太多又太靠近在一起的线。相似的结构已从周围的区域中导出来了, 并且在比 A 和 B 之间显示的要低的结构密度中表示。

假定地壳切割断层 6 的平面图映射方向没有随时间而改变, 而且, 靠着地壳切割断层 6 或在地壳切割断层 6 上, 由 E_{tr} 时期主要水平压缩应力产生这些叠加, 并假定层位 8 和 9 之间的地球刚性的上层地壳现在正经历一个相似的水平压缩应力, 就可能确定 S_H 目前是垂直于背斜 3 的, 并且逆断层 4 是在三叠纪早期压缩脉冲过程中形成, 如图 3b 所示。

如在图 3a 中可以看到的那样, 在地壳切割断层 6.7 和 6.8 附近及在其上形成的背斜 T.3.2 和 T.3.4 在图 3b 上是曲线, 并且不是准确单向的。在这个例子中, 它们的平均方向可以采用在目前映射的 A-B 区域上方的 S_H 的指示。背斜 T.3.13、T.3.14 和 T.3.15 每个均是分别副平行(sub parallel)于它们附近的地壳切割断层 6.13、6.14 和 6.15 的, 并且由于这些背斜离开背斜的北-南方向和 A-B 上的逆断层很远, 所以它们正表示出在映射区域上的 S_H 方向的变化。已经观察到大约两公里水平长度的地壳切割断层 6 能够引起背斜与它们平行, 因而引

起在 S_H 方向上的变化。

确定了 S_H 的方向后,也可能确定在所选择层位上相对于其它应力分量的相对大小。在图 3a 的左下方,一个圆形的点线轮廓已经变形为椭圆,另称为变形的椭圆。该椭圆的短轴基本地排列成平行于 S_H ,并且该椭圆已经在 S_V 方向上竖直伸长了。这表示 S_H 是远远大于 ($\gg$) S_V 的。该椭圆表示利用延性叠加来压缩以及背斜如 T.3.5 形成,还表示逆断层如 T.4.9 和 T.4.10 的易碎形成。这些断层状态是位于点线圆圈内的邻近竖直线和较近的点线之间,分别依赖于下伏的地壳切割断层 6.10 和 6.12 的源点。图 3a 中的椭圆是一个椭球体的竖直截面。图 3b 中水平截面椭球体作用到线 A-B 的中间区域上,并且表示相同缩短的平行于 S_H 的短轴。平行于 S_H 而不会变形,这表示 $S_H > S_h$ 。当结合图 3a 的椭圆时这些结果表示为 $S_H > S_h > S_V$ 。在每个相同 S_H 方向上的每个区域中,背斜和逆断层并没有基本地旋转,并且它们的生长本质上垂直于横着切割这些背斜的非正常断层,因而没有在 S_H 方向上沿背斜轴延长,这就表示是纯剪切逆断裂,也就是,即 $S_H > S_h > S_V$,虽然 S_H 方向可变,但这样的应力状态覆盖图 3b 整个映射区域。

下面参考图 4a,在 Va 解释层位上选择了压缩脉冲之后,本发明再次需要确定结构和地壳切割断层 6。在图 4a 上的结构包括两个标记为 V.3.1 和 V.3.3 的背斜,一个标记为 V.3a.2 的向斜,三个标记为 V.4.1 到 V.4.3 的逆断层以及一个标记 V.5.1 的正常断层 5,从平面图观点看它是一个走向滑动断层 7,因此标注 V.5(7).1。再产生一个映射平面图需要一些适当的地震线,图 4b 是这样的例子。象图 3b 那样,在凡蓝今阶中以及在包括目前在内的其它压缩脉冲时期中,都可能确定 S_H 是垂直于背斜 3 和逆断层 4 的。

在图 4a 的左中部,点线圆圈已经变形为椭圆,该椭圆的短轴平行于 S_H ,但是,在 S_H 方向上并没有运动,因而 $S_H > S_V$ 。该椭圆表示利用延性叠加的压缩,以及背斜如 V.3.1 和向斜如 V.3a.2 的形成,并且

因为正常断层 5 如 V.5(7).1, 同时遭受易碎扩展的断裂。图 4a 中的椭圆是一个椭球的竖直截面。在图 4b 中水平截面椭球表示平行于 S_H 的相同的缩短, 以及平行于 S_h 的延伸。这表示了 $S_H \gg S_h$ 。当这个信息结合了图 3a 的 $S_H > S_V$ 时, 这表示出 $S_H > S_V > S_h$ 。

背斜 V.3.1 和 V.3.3, 虽然不是准确单向的, 它们平均方向可以利用 S_H 的方向表示, 即在凡蓝今阶和目前, 在 Va 层位 2 深度上大约东西方向。

应该注意还没有背斜是平行于地壳切割断层 6.15 而形成的。这表示在较早沉积截面中 S_H 正变得更加单向, 并离 6.15 更远, 不象图 3b 中在较深的三叠纪早期那样, 响应地壳切割断层 6.15 的西北趋向, 其中背斜 T.3.15 平行于地壳切割断层 6.15 形成。

利用结合了带有切变线的正常断层 5 的变形的椭圆, 或利用常常是非地壳切割如 V.5(7).1 以及 V.7.3 的走向滑移断层 7, 还可以限制 S_H 总的方向。在映射图 4b 中, 走向滑移断层 7 相对于穿过每个断层的水平位移具有相反的箭头, 走向滑移断层 7 将会确定一个扇形, 即确定 S_H 界限的近似平分线。两个这样的部分由带有 V.7.2 的走向滑移断层 V.5(7).1 形成, 走向滑移断层 V.5(7).1 的平分线近似为东西方向。在表示纯剪切走向滑移断裂的水平面上, 该部分正表示平行于轻微旋转的背斜轴的延长线。这表示 $S_H > S_V > S_h$, 覆盖在截面 A-B 和背斜 V.3.4 附近的映射区域。为了检查在映射区域上方水平和竖直方向上 S_H 方向的一致性或变化, 对于每个压缩脉冲时期, 可以复制这种方法。这就在矿藏钻井的各种深度上, 给钻凿工程师提供了目前 S_H 方向的一种指示。应该注意对于纯剪切逆断裂 $S_H \gg S_V$, 而对于纯剪切走向滑移断裂 $S_H > S_V$, 这正指示 S_H 到 S_V 的相对大小正向着沉积盆地的表面方向而减少, 这将结合 S_H 大小讨论。

参考图 5a, 在选择了上新世直到最近确定为解释层位海床 1(黑圈内的 PI)压缩脉冲之后, 本发明需要确定图 5a 中数量达到一个背斜

1.3.1 的结构。这种结构利用合适的地震线被映射到平面图中，如图 5b 所示。在图 5a 左下方，圆圈形的点线轮廓相似地已变形为与图 3a 相似的图形，并带有延性叠加以及背斜 1.3.1 的形成，但是没有由缺少逆断层而证明的易碎变形。在图 5b 左上方的椭球的水平截面在纯剪切褶皱的较低应力水平上发生相似的变形，其中， $S_H > S_h > S_V$ 。在图 5a 的右上方，点线圆圈轮廓变形成椭圆，并由于 S_V 而竖直缩短，且水平延长，这表示 $S_V > S_H$ 。没有可以察觉的叠加或断层，在图 5b 右上方的椭球水平面已经从点线的圆圈变形为大圆圈，表示 $S_H = S_h$ 。这就是载荷的应力状态，在该状态中，重力的作用使得 $S_V > S_H = S_h$ 。

在图 5a 和 5b 中，背斜 1.3.1 表示 S_H 的方向，即在截面 A-B 附近的表面上近似东西的方向。缺少逆断层 4 切割背斜 1.3.1，表示应力分量差值是较低的，并且应力状态是在延性沉积中的一个纯剪切褶皱，而不是在更刚性沉积中的纯剪切逆断裂。

在图 3a、4a 和 5a 中确定的应力状态表示在竖直平面的图 6a 中，在该面中，应力边界 1 和 2(SB1 和 SB2)将纯剪切逆断裂和叠加从纯走向滑移中分开，而纯走向滑移从载荷中分开。在沉积盆地中，刚性上层地壳中的 S_H 大小竖直地从层位到层位散开或减少。在水平面上， S_H 可以在映射的层位内变化。虽然图 3b 表示整个映射区在 Etr 层位 2 上正经历纯逆断裂，但是，在图 4b 中，SB1 位于覆盖的 Va 解释层位 2 的右边或东边，并且接近线 A-B 的末端的左边和右边。图 5b 表示 SB1 和 SB2 已经远远移到了覆盖 PI 地平面的右边，并且该层位主要在载荷之下。在 SB1 的下面， $S_H \gg S_V$ ，在 SB1 和 SB2 的中间 $S_H > S_V$ ，在 SB2 的上面 $S_H < S_V$ 。这样， S_H 相对于 S_V 大小从沉积盆地较深部分向上减少到海床 1。

图 6a 是图 2 在向地幔深度上的扩展，图 6a 作为图 7a 中的插入物，位于大陆地壳变薄扩展的或拉开的边界上，其中图 7a 表示地震线的区域设置。图 7b 表示在内板块中，与图 7a 相似水平比例设置的盆

地。图 7b 的插入物表示成如图 6b 那样的解释地震线。图 6a 和 6b 的比较，确定出背斜是很多的，并且在内部板块例子中，在相等深度上具有较大的数量，而图 7a 和图 7b 的比较表示出在后面，所有切割解释水层位 8 和 9 的断层以及上层大陆地壳都是逆断层 4，其中切割图 6 中层位的很多断层都具有正常的位移。如果纯剪切逆断裂的值增加了，那么，在图 6 插入物的下面，在图 7b 左中部附近，基本竖直地壳开切割层可能使断层右边的上层地壳覆盖左边相同的单元，这样右边解释的层位 9 将以较低的角度向左滑动，因而逆掩解释线 8。这就会使得地壳切割断层变得基本地水平。这就产生了根据本发明并且没有应用的方法。

从上述说明中可以清楚地看到，本发明提供了一种在所选择的矿藏上确定 S_H 方向和相对大小的方法，这种方法在碳氢化合物勘探和开采工业中具有一个清楚的应用。

不脱离权利要求书定义的本发明的精神或在本发明范围内，对于上述部分的结构和方案可以做各种改造、修改和/或增添。

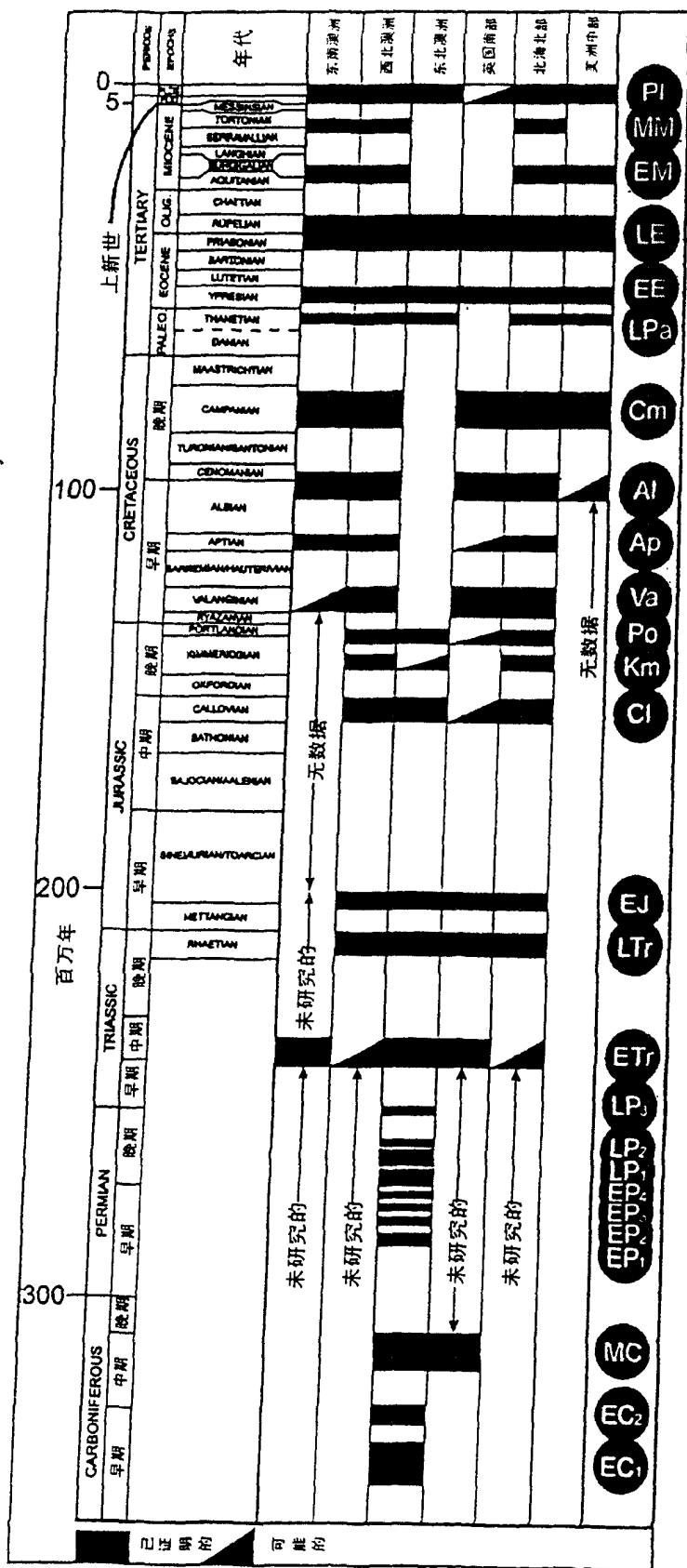
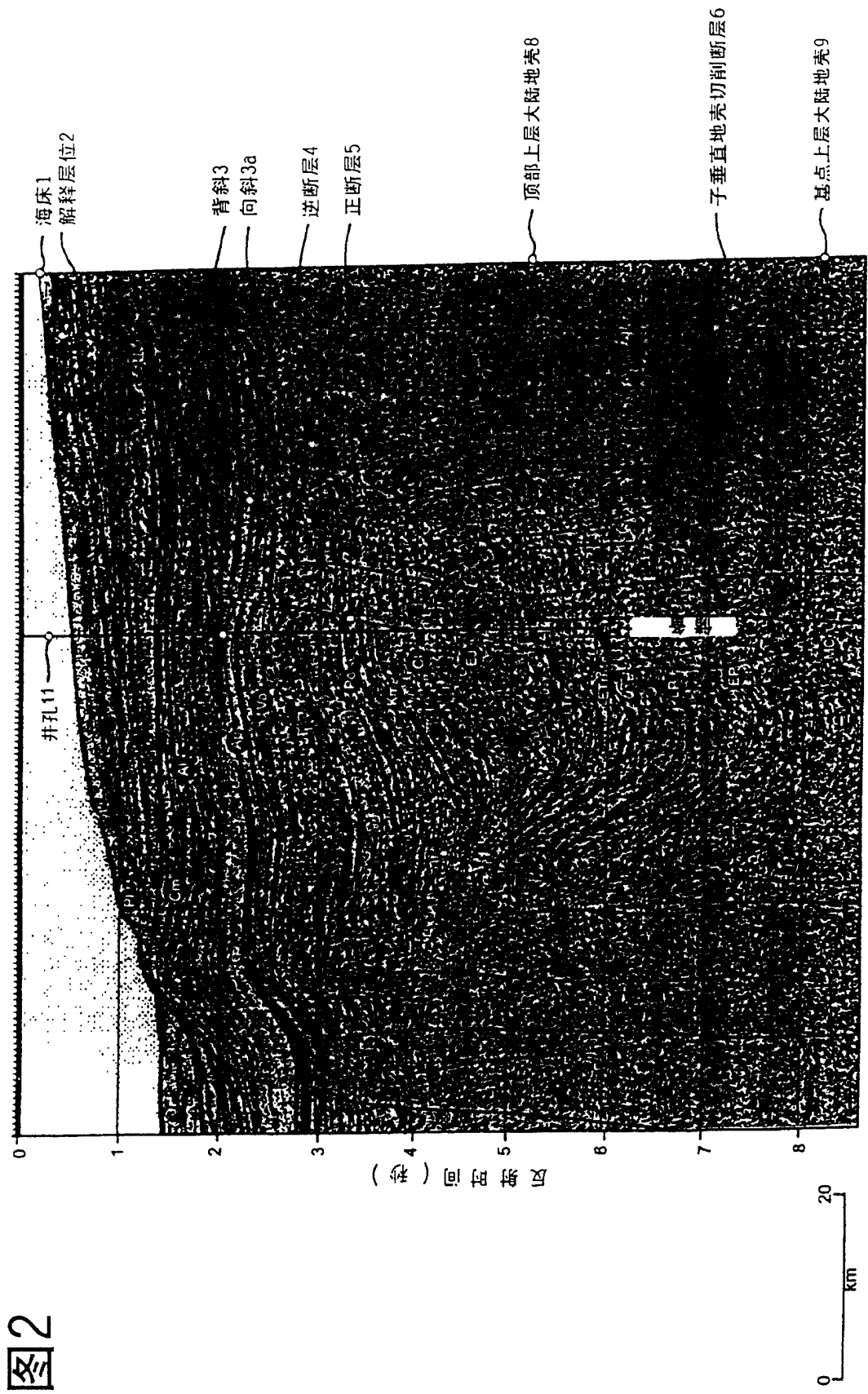


图1



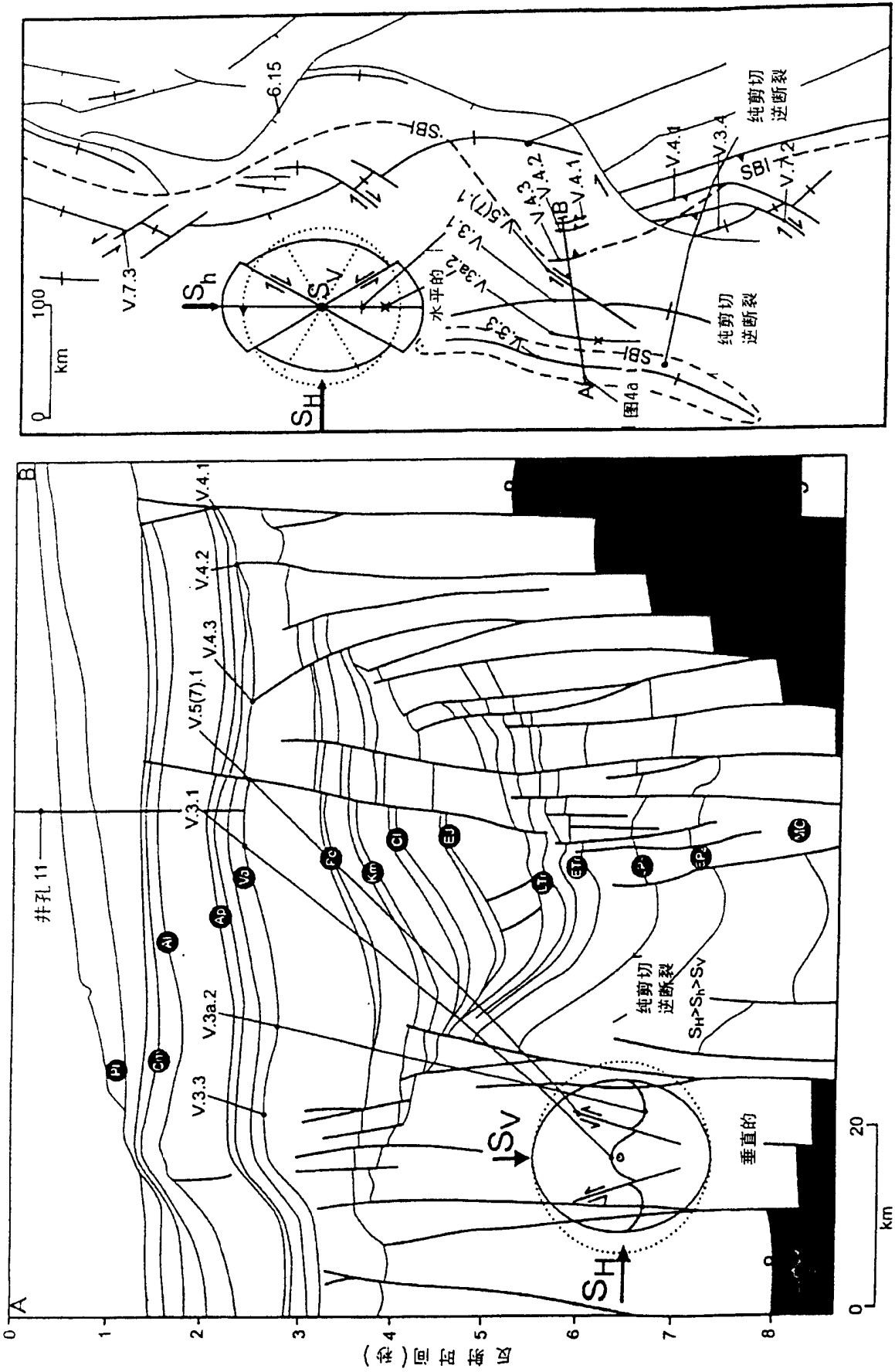


图4b

图4a

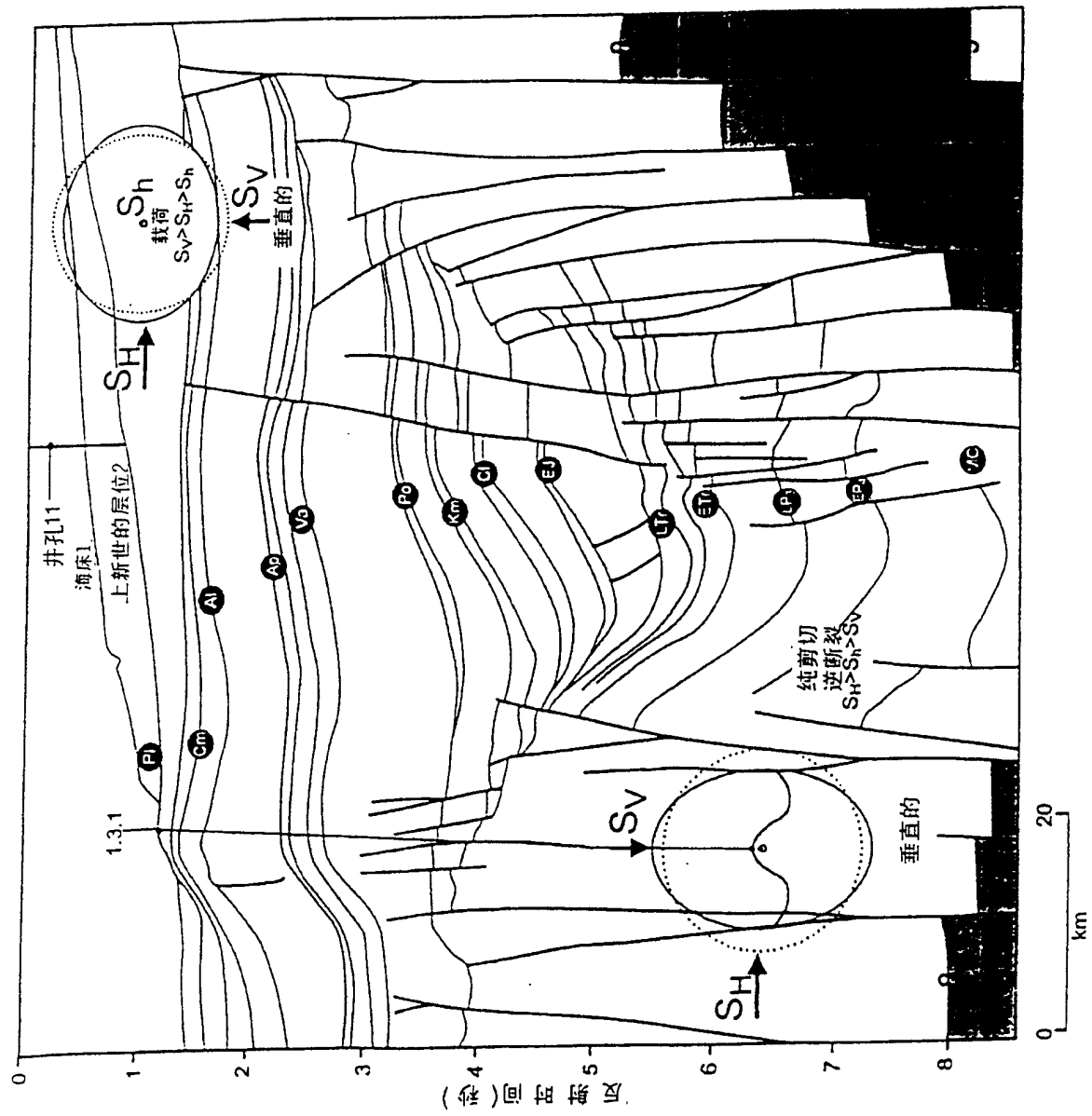


图5a

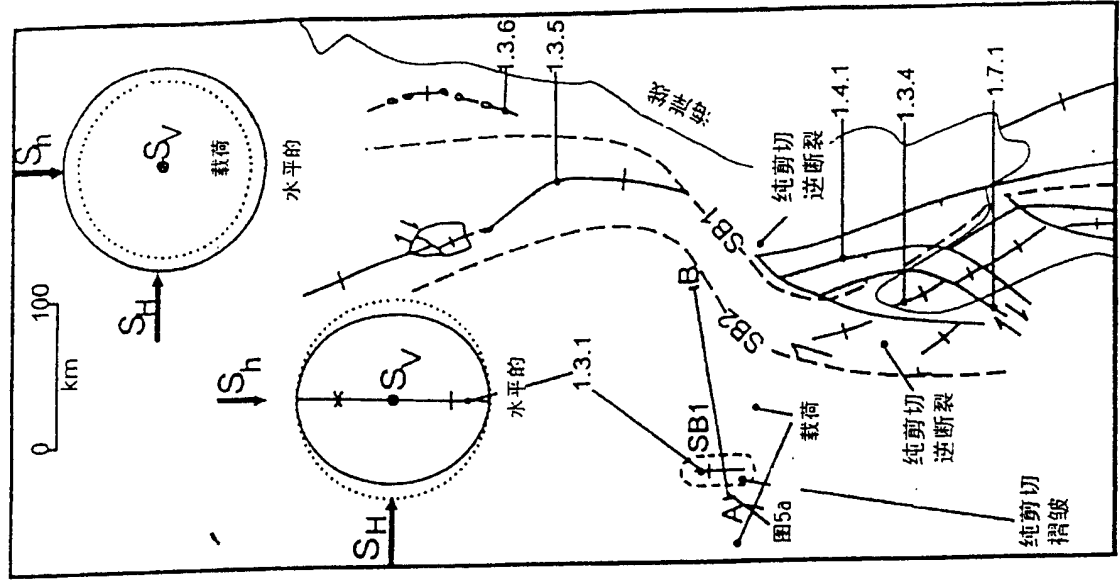


图5b

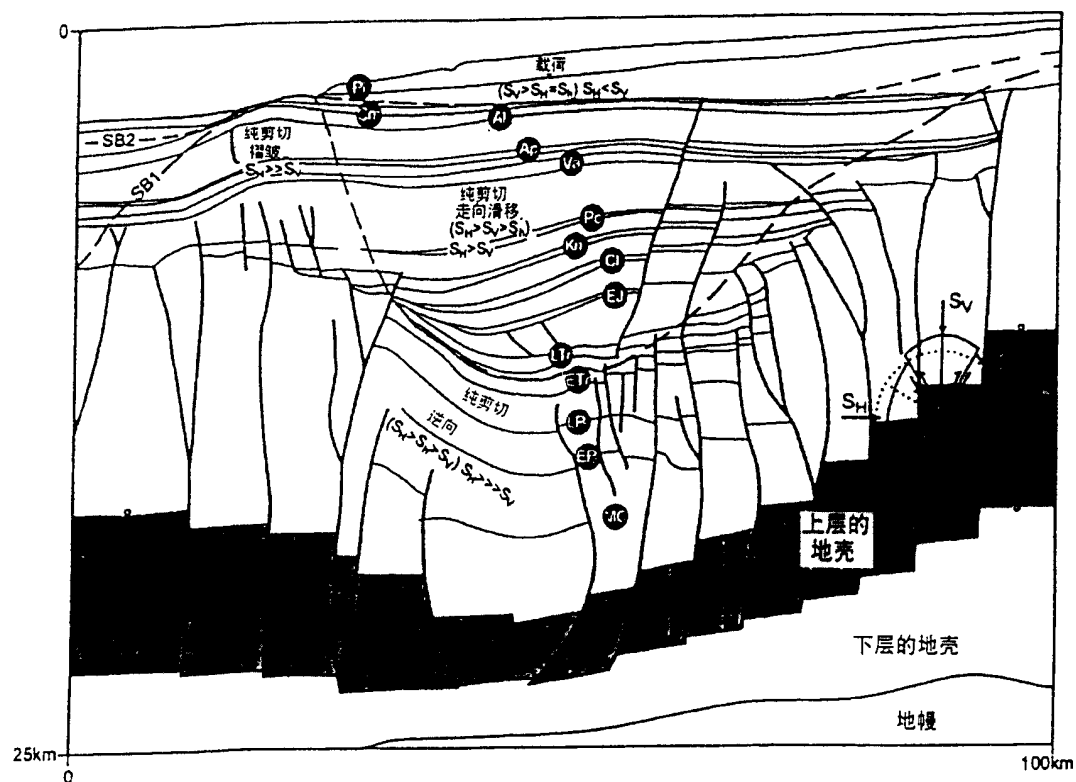


图6a

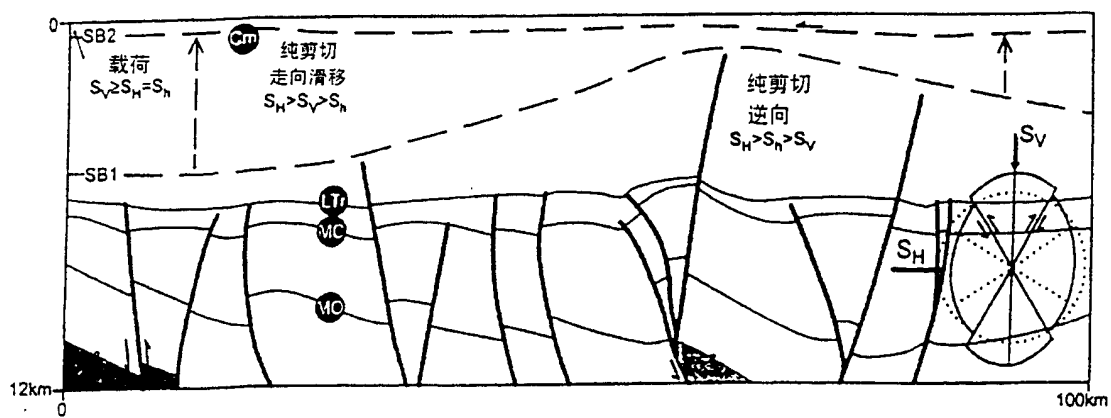


图6b

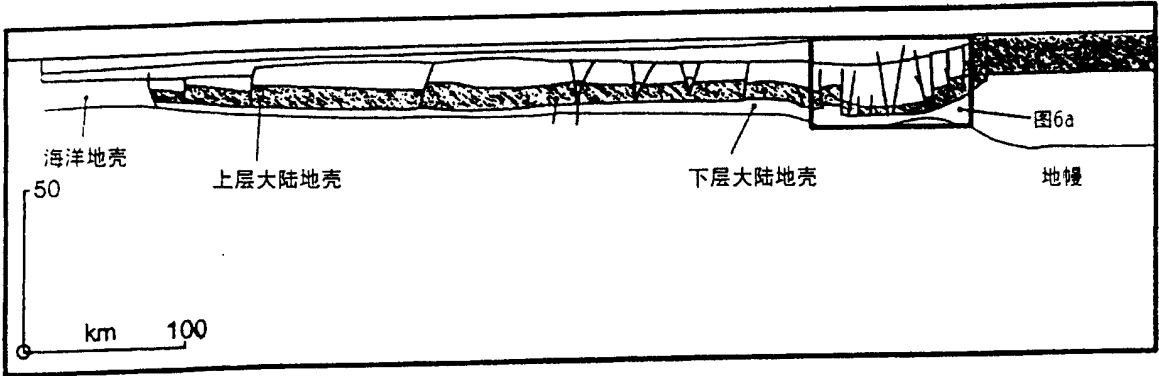


图7a

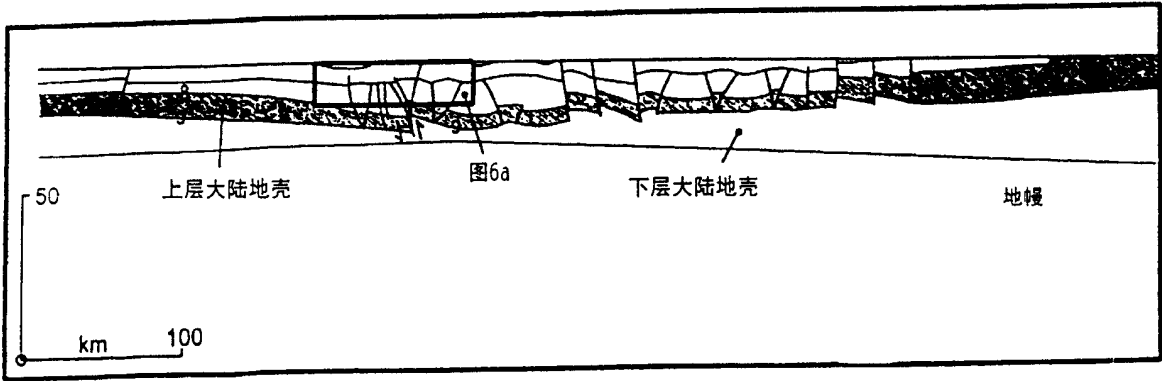


图7b