



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98806139.2

[43] 授权公告日 2003 年 4 月 16 日

[11] 授权公告号 CN 1105614C

[22] 申请日 1998. 6. 16 [21] 申请号 98806139.2

[30] 优先权

[32] 1997. 6. 17 [33] US [31] 08/877,382

[32] 1998. 6. 11 [33] US [31] 09/095,891

[86] 国际申请 PCT/US98/12602 1998. 6. 16

[87] 国际公布 WO98/57771 英 1998. 12. 23

[85] 进入国家阶段日期 1999. 12. 13

[71] 专利权人 诺顿公司

地址 美国马萨诸塞州

[72] 发明人 K·坦卡拉 R·卡坡

G·E·约翰森 R·D·格里格

[56] 参考文献

DE1084190B 1960. 06. 23

DE1800408B 1960. 09. 01

DE2234825A 1974. 01. 24

US3751176A 1973. 08. 07

US4135847A 1979. 01. 23

审查员 汪 恺

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

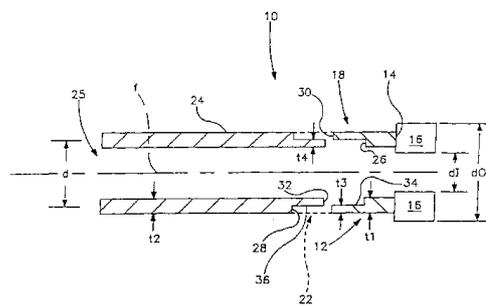
代理人 胡晓萍

权利要求书 8 页 说明书 27 页 附图 6 页

[54] 发明名称 切削工具的非金属本体, 切削工具及其制造, 使用方法

[57] 摘要

一钻头(10), 具有一由塑料材料制成的圆柱形本体部分(24)。该本体部分同心且端对端地固定到由金属材料制成的一圆柱形刀具(12)上, 该刀具具有一排切削部件(16)。本体部分和刀具较佳地都为管状, 其中切削部件设置成一圆环排列, 以便进行取心钻孔或顶钻孔作业。



1. 一种用于在一工件中切削一圆孔的切削工具，所述切削工具包括：
具有一排切削部件的大致圆柱形的刀具，所述刀具具有一切削端和一连接端；
由非金属材料制成的大致圆柱形轴，所述轴具有一刀具配合端和一钻机配合端；

所述刀具和所述轴用于同心地、端对端相互配合，其中所述连接端基本上刚性地与所述刀具配合端连接；以及

所述钻机配合端用于与一钻机可工作地配合以使所述切削工具绕所述同心轴线转动。

2. 如权利要求 1 所述的切削工具，其特征在于，所述刀具还包括一金属圆柱体，所述切削部件排设置在其圆周上。

3. 如权利要求 1 所述的切削工具，其特征在于，所述轴基本上是管状的，并且所述刀具配合端和所述钻机配合端都是圆环形的。

4. 如权利要求 1 所述的切削工具，其特征在于，所述刀具基本是管状的，并且所述切削端和所述连接端都是圆环形的。

5. 如权利要求 4 所述的切削工具，其特征在于，所述切削部件排包括多个在所述圆环形切削端上隔开的研磨段。

6. 如权利要求 4 所述的切削工具，其特征在于，所述切削部件排包括多个在所述圆环形切削端上隔开的切削齿。

7. 如权利要求 1 所述的切削工具，其特征在于，所述轴基本是实心的。

8. 如权利要求 1 所述的切削工具，其特征在于，所述刀具基本上是实心的。

9. 如权利要求 1 所述的切削工具，其特征在于，所述切削部件排包括多个螺旋螺纹。

10. 如权利要求 1 所述的切削工具，其特征在于，还包括同心并刚性地设置在所述钻机配合端上的一连接件，所述连接件用于可操作地将所述切削工具固定到钻机上。

11. 如权利要求 10 所述的切削工具，其特征在于，所述连接件用非金属材料制成，并且还包括一同心且刚性地设置于其中的金属插入件，所述金属插

入件用于与所述钻机通过螺纹配合。

12. 如权利要求 10 所述的切削工具，其特征在于，所述连接件用粘结剂固定到所述钻机配合端上。

13. 如权利要求 1 所述的切削工具，其特征在于，所述轴用未加强的塑料材料制成。

14. 如权利要求 1 所述的切削工具，其特征在于，所述轴用从由 PVC、丙烯酸树脂和尼龙组成的一组材料中选出的塑料材料制成。

15. 如权利要求 1 所述的切削工具，其特征在于，所述轴用纤维加强塑料材料制成，所述纤维从由碳素纤维、玻璃、聚丙烯腈（PAN）纤维和其混合物组成的一组材料中选出。

16. 如权利要求 1 所述的切削工具，其特征在于，所述刀具配合端和所述连接端可以如下所述的一组方式中的一种相互配合在一起，即熔融叠加、机械互锁、将所述轴与所述刀具模制成一体以及这些方式的组合。

17. 如权利要求 1 所述的切削工具，其特征在于，所述刀具配合端和所述连接端之一为一雄接头，所述刀具配合端和所述连接端之一为一雌接头。

18. 如权利要求 17 所述的切削工具，其特征在于，所述雄接头用粘结剂固定到所述雌接头上。

19. 如权利要求 18 或 12 所述的切削工具，其特征在于，所述粘结剂可从以下一组中选出，即环氧树脂、尿烷、氯丁橡胶、腈、聚酰胺、聚酯和氰基丙烯酸酯粘结剂。

20. 如权利要求 1 所述的切削工具，其特征在于，

所述轴具有一轴外径；

所述刀具具有一刀具外径；以及

在所述切削工具转动过程中，所述切削部件排构成一假想圆柱体，其假想外径大于所述轴外径和所述刀具外径；

其中，在钻孔过程中，工件和所述轴之间存在径向间隙，在工件和刀具之间存在径向间隙。

21. 如权利要求 20 所述的切削工具，其特征在于，其中：

所述轴是管状的，并且具有预定厚度的轴壁；

所述刀具是管状的，并且具有预定厚度的刀具壁；并且

所述轴壁的预定厚度基本上所述刀具壁的预定厚度相等。

22. 如权利要求 20 所述的切削工具，其特征在于，还包括：

所述轴外径大于所述刀具外径；

其中所述轴外径在所述切削工具操作过程中由于磨损的减少量可被补偿。

23. 如权利要求 22 所述的切削工具，其特征在于，其中：

所述轴是管状的，并且具有预定厚度的轴壁；

所述刀具是管状的，并且具有预定厚度的刀具壁；

所述轴壁的预定厚度基本上所述刀具壁的预定厚度相等。

24. 如权利要求 23 所述的切削工具，其特征在于，其中：

所述假想圆柱体具有一假想内径；

所述轴具有一轴内径；

所述刀具具有一刀具内径；

所述刀具内径大于所述轴内径，所述轴内径大于所述假想内径；

其中，在所述假想内径和所述轴内径之间存在间隙，在所述假想内径和所述刀具内径之间存在间隙，这样由于所述切削工具在取心钻孔过程中磨损而造成的轴内径增大可得到补偿。

25. 一种用于在一工件中切削一圆孔的切削工具的非金属本体，所述切削工具包括具有一排切削部件的大致圆柱形的刀具，所述刀具具有一切削端和一连接端，所述非金属本体包括：

由非金属材料制成的大致圆柱形轴，所述轴具有一刀具配合端和一钻机配合端；

所述刀具和所述轴用于同心地、端对端相互配合，其中所述刀具配合端基本上刚性地与另一端连接；

所述钻机配合端用于与一钻机可操作地配合以使所述切削工具绕所述同心轴线转动。

26. 如权利要求 25 所述的非金属本体，所述刀具还包括一金属圆柱体，所述切削部件排绕其周的设置。

27. 如权利要求 25 所述的非金属本体，其特征在于，所述轴基本上是管状的，并且所述刀具配合端和所述钻机配合端都是圆环形的。

28. 如权利要求 25 所述的非金属本体，其特征在于，所述刀具基本上是管状的，并且所述切削端和另一端都是圆环形的。

29. 如权利要求 25 所述的非金属本体，其特征在于，还包括一同心且刚性

地设置在所述钻机配合端上的连接件，所述连接件将所述切削工具可操作地连接到钻机上。

30. 如权利要求 29 所述的非金属本体，其特征在于，所述连接件用非金属材料制成，还包括用于与钻机螺合的金属插入件。

31. 如权利要求 30 所述的非金属本体，其特征在于，所述连接件用粘结剂固定到所述钻机配合端上。

32. 如权利要求 25 所述的非金属本体，其特征在于，所述轴用从 PVC、丙烯酸树脂和尼龙中选出的塑料材料制成。

33. 如权利要求 25 所述的非金属本体，其特征在于，所述轴用纤维加强塑料材料制成，所述纤维从由碳素纤维、玻璃、聚丙烯腈（PAN）纤维和其混合物组成的一组材料中选出。

34. 如权利要求 25 所述的非金属本体，其特征在于，一固定件设置在刀具的另一端上，所述刀具配合端和所述连接端之一为一雄接头，所述刀具配合端和所述连接端之一为一雌接头。

35. 如权利要求 34 所述的非金属本体，其特征在于，所述雄接头用粘结剂固定到所述雌接头上。

36. 在一工件中钻孔的方法，包括以下步骤：

(a) 提供一切削工具，包括：

i) 具有一排切削部件的大致圆柱形的刀具，所述刀具具有一切削端和一连接端；以及

ii) 一由非金属材料制成的大致圆柱形轴，所述轴具有一刀具配合端和一钻机配合端；

iii) 所述刀具和所述轴用于同心地、端对端相互配合，其中所述连接端基本上刚性地与所述刀具配合端连接；

(b) 将所述钻机配合端固定到一钻机上；

(c) 使所述钻机工作以使所述切削工具转动绕所述同轴线转动；以及

(d) 使所述切削端与所述工件配合。

37. 如权利要求 36 所述的切削工具，其特征在于，所述刀具还包括一金属圆柱体，所述切削部件排绕其周边设置。

38. 如权利要求 36 所述的方法，其特征在于，提供一切削工具的步骤还包括将所述轴制成一管，其中所述刀具配合端和钻机配合端都是圆环形的。

39. 如权利要求 38 所述的方法，其特征在于，所述一切削工具的步骤还包括将所述刀具制造成为一管子，其中所述切削端和所述连接端都是圆环形的。

40. 如权利要求 36 所述的方法，其特征在于，还包括一同心地且刚性地设置在所述钻机配合端上的连接件，所述连接件用于将所述切削工具可操作地固定到一钻机上。

41. 如权利要求 40 所述的方法，其特征在于，所述连接件用非金属材料制成，并还包括用于与钻机螺合的金属插入件。

42. 如权利要求 41 所述的方法，其特征在于，所述连接件用一粘结剂固定到钻机配合端上。

43. 如权利要求 36 所述的方法，其特征在于，所述轴用从 PVC、丙烯酸树脂和尼龙组成的一组材料中选出的塑料材料制成。

44. 如权利要求 36 所述的方法，其特征在于，所述轴用纤维加强塑料材料制成，所述纤维可从由碳素纤维、玻璃、聚丙烯腈（PAN）纤维和其混合物组成的一组材料中选出。

45. 如权利要求 36 所述的方法，其特征在于，所述刀具配合端和所述连接端之一为一雄接头，所述刀具配合端和所述连接端之一为一雌接头。

46. 如权利要求 45 所述的方法，其特征在于，所述雌接头用一粘结剂固定到雌接头上。

47. 如权利要求 36 所述的方法，其特征在于，在切削工具转动过程中，切削部件排形成一具有一假想外径的假想圆柱体，所述方法还包括以下步骤：

使所述轴的轴外径小于假想外径；以及

使所述刀具的刀具外径小于假想外径；

其中在钻孔过程中，工件和轴之间存在间隙，在工件和刀具之间存在间隙。

48. 如权利要求 47 所述的方法，其特征在于，还包括以下步骤：

将所述轴制成为具有预定壁厚的轴管；

将所述刀具制成为具有预定壁厚的刀具管；以及

将所述轴壁的预定厚度制成为基本上与所述刀具壁的预定厚度相等。

49. 如权利要求 47 所述的方法，还包括以下步骤：

将所述轴外径制成为大于所述刀具外径；

其中所述圆周轴径由于在所述切削工具的操作过程中减小的量可得到补偿。

50. 如权利要求 49 所述的方法，其特征在于，还包括以下步骤：

将所述轴制成为具有预定壁厚的轴管；

将所述刀具制成为具有预定壁厚的刀具管；以及

将所述轴壁的预定厚度制成为大于与所述刀具壁的预定厚度。

51. 如权利要求 50 所述的方法，其特征在于，所述假想圆柱体具有一假想内径；

所述轴具有一轴内径；

所述刀具具有一刀具内径；

所述刀具内径大于所述轴内径，所述轴内径大于所述假想内径；

其中，在所述假想内径和所述轴内径之间存在间隙，在所述假想内径和所述刀具内径之间存在间隙，这样由于所述切削工具在取心钻孔过程中磨损所增大的轴内径可得到补偿。

52. 如权利要求 1 所述的切削工具，其特征在于，所述刀具由所述切削部件排构成，所述切削部件排的连接端用于一体地固定到所述轴的所述刀具配合端上。

53. 一种制造一切削工具的方法，包括以下步骤：

(a) 提供一大致圆柱形的刀具部分，所述刀具部分包括一具有一配合一工件的切削端的排切削部件和一连接端；

(b) 提供一由非金属复合材料制成的大致圆柱形轴，所述轴具有一刀具配合端和一驱动器配合端；以及

(c) 将所述连接端与所述切削端同心地、端对端地相互刚性连接。

54. 如权利要求 53 所述的方法，其特征在于，所述步骤 (b) 还包括：

(i) 由聚合物制成的管子；以及

(ii) 将一层耐磨颗粒施涂到其一个表面上。

55. 如权利要求 54 所述的方法，其特征在于，所述耐磨颗粒从陶瓷、金属、金属合金和金属陶瓷以及其组合物中选出。

56. 如权利要求 55 所述的方法，其特征在于，所述耐磨颗粒从矾土、碳化硅、氮化硅、二氧化硅、碳化钨、氮化硼、溶胶矾土、氧化锆铝、钢、铁、镍、钴、青铜以及 Co-WC 和其组合物中选出。

57. 如权利要求 53 所述的方法，其特征在于，步骤 (b) 包括用加强聚合物制成的轴，所述加强聚合物包括与耐磨材料混合的聚合物。

58. 如权利要求 57 所述的方法，其特征在于，所述耐磨材料从金属颗粒、陶瓷颗粒、晶须、切断的纤维和细丝中选出。

59. 如权利要求 53 所述的方法，其特征在于，所述步骤 (b) 还包括将一层耐磨颗粒施涂到聚合物本体的多个表面上。

60. 如权利要求 59 所述的方法，其特征在于，所述颗粒被加热到在聚合物本体的玻璃过渡温度和颗粒熔点的一半温度之间的一个温度。

61. 如权利要求 60 所述的方法，其特征在于，所述聚合物本体被加热到在聚合物本体的玻璃过渡温度的 0.5 至 1.0 倍范围中的一个温度。

62. 一种轻质切削工具，包括：

设有一排切削部件的大致圆柱体形的刀具，所述刀具具有一切削端和一连接端；以及

由非金属复合材料制成的大致圆柱体形的轴，所述轴具有一刀具配合端和一钻机配合端；

所述刀具和所述轴适于相互同心地、端对端连接，其中所述连接端基本上是刚性地与所述刀具配合端连接的；

所述钻机配合端可操作地与一驱动装置连接以使所述切削工具绕所述同心轴线转动。

63. 如权利要求 62 所述的工具，其特征在于，所述轴用加强聚合物制成，所述加强聚合物包括一与耐磨材料混合聚合物。

64. 如权利要求 63 所述的工具，其特征在于，所述耐磨材料从金属颗粒、陶瓷颗粒、晶须、切断的纤维和细丝中选出。

65. 一种用于切削一工件的轻质工具，所述工具包括：

一设有一排切削部件的刀具部分，所述刀具部分具有一切削端和一连接端；以及

由非金属复合材料制成的本体，所述本体具有一刀具配合部和一驱动装置配合部；

所述刀具部和所述本体适于相互刚性地配合；并且

所述驱动装置配合部用于与一驱动装置工作地配合以使所述切削工具绕所述同心轴线转动。

66. 如权利要求 65 所述的工具，其特征在于，所述刀具部分大致是圆柱体形的，并且所述本体是由非金属复合材料制成的大致圆柱体形轴；

所述刀具和所述轴可同心地、端对端相互连接，其中所述连接端基本上是刚性地与所述刀具配合部刚性配合；

所述驱动装置配合部是与一钻机工作地配合的钻机配合端，以使所述切削工具绕同心轴线转动。

67. 如权利要求 65 所述的工具，其特征在于，还包括设置在所述聚合物本体一个表面上的耐磨颗粒层。

68. 如权利要求 67 所述的工具，其特征在于，所述耐磨颗粒从陶瓷、金属和金属合金、金属陶瓷以及其组合物中选出。

69. 如权利要求 68 所述的工具，其特征在于，所述耐磨颗粒从矾土、碳化硅、氮化硅、二氧化硅、碳化钨、氮化硼、溶胶矾土、氧化锆铝、钢、铁、镍、钴、青铜以及 Co-WC 和其组合物中选出。

70. 如权利要求 67 所述的工具，其特征在于，所述耐磨层用一粘结剂粘结到聚合物本体上。

71. 如权利要求 67 所述的工具，其特征在于，所述颗粒嵌入到聚合物本体的表面中。

72. 如权利要求 71 所述的工具，其特征在于，所述颗粒通过将颗粒加热到 100—2000℃ 而嵌入的；并且

将加热颗粒以 10—500 米/秒速度喷涂到聚合物本体表面上，其中加热的颗粒使聚合物软化并且嵌入所述表面中。

73. 如权利要求 71 所述的工具，其特征在于，所述颗粒是这样嵌入的：

将聚合物本体加热到可使聚合物本体表面软化、并且不超过聚合物本体玻璃过渡温度的一定温度，其中聚合物本体表面被软化；

将耐磨颗粒以足以使颗粒嵌入深度大于 50% 颗粒直径的速度喷涂到聚合物本体表面上；并且

使聚合物本体冷却，其时本体硬化并且抓住颗粒。

74. 如权利要求 67 所述的工具，其特征在于，所述颗粒以这样的方法施涂到聚合物本体上的：

即通过热喷，其时颗粒是涂覆到所述表面上的。

切削工具的非金属本体、切削工具及其制造、使用方法

发明背景

1. 发明领域

本发明涉及切削工具，具体地涉及采用塑料材料制成的、适于切削圆环形孔或镗孔的切削工具。

2. 背景技术

一般地切削工具的主体都是采用金属材料制成的。例如，通常采用钢材来制造分别作为岩心钻头和圆环形或盘形锯刀主体的管子和盘片。诸如研磨构件或切削齿的切削部件都是通过钎焊、激光焊接、机械固定方式固定于钢质芯体或与其形成一体的。这些钢质芯体可在一较广泛应用范围中工作。然而，它们并不是没有缺陷的。特别是，金属芯体都较重，因而会使这些切削工具过于笨重而在某些应用场合中难以操作。金属芯体还会在切削操作时发生不利的振动和产生噪音。而且，金属芯体价格都较贵而占了切削工具总成本的很大一部分。

目前已对这些问题中的一部分有了认识并且已尝试对盘形切削工具上存在的问题进行改进。例如，美国专利 5, 408, 983 和 5, 411, 010 两者都提示了圆环形锯刀和/或切削盘，它们都在其盘形主体部分中采用了加强塑料成份。这些结构具有减小工具重量和降低噪音的优点。

然而，即使采用类似材料，在圆柱形岩心钻头式切削工具中却不能获得这些优点。估计这是由于岩心钻头和圆盘形切削工具之间以及它们所使用的场合存在明显区别而造成的。事实上，本技术领域普通技术人员一般都可理解，这两类部件是在不同的切削状况下工作的，各自都具有一套互相间不能转换的特别参数。因此，在诸如工艺、方针和与传统盘形切削工具有关的切削速率、材料和切削速度方面可接受的实际做法等数据和方法一般不适用于圆柱形岩心钻头式切削工具。

作为这些差别的一个例子，各单独切削刀或齿移过工件的圆周速度是明显不同的。例如，一般用于切削诸如混凝土之类的硬质材料的传统金刚石镶尖圆环形（盘）刀具的直径范围约为 4 英寸（102 毫米）至 48 英寸（1219

毫米)。这些刀具所需的工作速度(每分钟转数(rpm))产生一每秒接近49米(49m/s)的较佳圆周速度。

另一方面,一般用于切削类似材料(混凝土)的金刚石制成的分段式岩心钻头直径范围为约.4英寸至10英寸(10毫米至250毫米),并且在某些情况下可以有36英寸(900毫米)那么大或更大。所推荐的工作速度(rpm)产生一所需的接近2.5m/s的圆周速度。圆周速度超过一个数量级的差别表现出这两种不同的切削工具所具有的非类似的性能。圆周速度的类似差别还与其它切削应用场合或工件材料有关,例如包括沥青、石料、加强混凝土、石灰石、硅晶体、玻璃等。

另一个会妨碍在取心钻孔场合中采用塑料材料的因素是钻头本体所处的具有相当研磨作用的环境,这是由于相对圆盘形刀片本体来说钻头本体与磨屑长时间接触。而在一传统的盘形刀片各转过程中,却是一单独的刀齿或金刚石进入工件,去除部分工件材料,从而在其上切成一个切口,从而再退出工件。切除的材料与切削润滑剂或冷却液一起构成一具有相当研磨作用的磨屑,即通过由刀齿所形成的切口可被有效地带走、且在刀齿退出切口时可从其上排除。据此,从理论上来说磨屑一经产生就可被有效地从切口上去除(并且与切屑工具不再接触)。因而具研磨作用的磨屑将仅接触刀齿或切削部件,而不与具有相当研磨敏感度的塑料成份构成的盘体接触。

反之,取心钻孔应用的特点是要要求切削齿或金刚石保持在切口中,直至切削操作完成。因此,在大多数传统的切削操作过程中,磨削没有可去的空间而将保留在切口中,在切削进程中该处的磨屑由切削液体带着会爬上管子。因而,在这些应用情况下,在整个切削工作过程中磨屑保持与岩心钻头的本体接触。切口或切槽越深,与芯体接触的面积越大。有研磨作用的磨屑与切削工具的长时间接触可对由较软和由对研磨作用敏感的塑料材料制成的部件造成具有相当危害的工作状态。

所以,期望有一种由塑性芯体制成的岩心钻头可用于切削混凝土和其它硬质材料。甚至期望有一种工具其使用寿命至少与一类似的由钢芯制成的工具一样长。

发明概述

根据本发明的一个方面,一种用于在一工件中切削一圆孔的切削工具包括:一设有一排切削部件的大致圆柱形的刀具,该刀具具有一切削端和一连

接端；一由非金属材料制成的大致圆柱形的轴，该轴具有一刀具配合端和一钻机配合端；刀具和轴可同轴地、端对端地相互配合，其中连接端基本是刚性地与刀具配合端连接；钻机配合端可与一钻机可工作地配合以使切削工具绕同心轴线转动。

根据本发明的第二个方面，切削工具采用一非金属本体以在工件上切成一圆孔。切削工具具有大致圆柱形的刀具，该刀具包括一排切削部件，该刀具具有一切削端和另一端。非金属体包括：一大致圆柱形的轴，该轴具有一刀具配合端和一钻机配合端；该轴可同轴地、端对端地与刀具配合，其中刀具配合端是大致刚性地与连接端连接的；钻机配合端可操作地与钻机配合以使切削工具绕同心轴线转动。

根据本发明的第三个方面，在一工件中钻出一个孔的方法包括以下步骤：

(a) 提供一切削工具，包括：

i) 一大致圆柱形的刀具，包括一排切削部件，该刀具具有一切削端和一连接端；

ii) 一由非金属材料制成的大致圆柱形的轴，该轴具有一刀具配合端和一钻机配合端；以及

iii) 刀具和轴可同轴地、端对端相互配合，其中连接端基本上是刚性地与刀具配合端连接；

(b) 将钻机配合端固定到钻机上；

(c) 使钻机工作以使切削工具绕同心轴线转动；以及

(d) 使切削端与工件配合。

又根据本发明的一个方面，一种提高以聚合物本体切削工具耐磨性能的方法包括以下步骤：

(a) 提供一在聚合物本体上设有一切削部件的切削工具；以及

(b) 将一层耐磨损粒子置于聚合物本体一个表面上。

因而，本发明可采用非金属材料来制造切削工具以获得与已有技术有关的诸如减轻重量和/或降低成本的优点。

从以下结合附图对本发明的各个方面所作的详细描述中，可更容易地理解本发明的上述和其它特点及优点。

附图的简述

图 1 是本发明的非金属本体切削钻头一个实施例的纵剖面分解示意图；

图 2 是本发明的非金属本体切削钻头一个实施例的纵剖面分解示意图，它包括用于将该钻头安装到一传统钻头马达上的部分装置；

图 3 是图 2 所示非金属本体切削钻头一部分的纵剖面分解示意图；

图 4 是图 3 所示非金属本体切削钻头部分的平面图，其部分以阴影线示出；

图 5 是一立体示意图，示出了图 1 和 2 所示非金属本体切削钻头的刀具的一个实施例；

图 6 是一与图 1 类似的剖面示意图，放大示出了图 1 所示那类切削钻头的一部分；

图 7 是与图 6 类似的视图，是本发明的另一个实施例；

图 8 是本发明再一个实施例的示意纵视图；

图 9 是一立体示意图，示出了本发明非金属本体切削钻头的另一个实施例的一部分；

图 10 是本发明非金属本体切削钻头再一个实施例的纵剖面分解示意图；

图 11 是本发明磨损试验结果的曲线图表；以及

图 12 是岩心钻头所承受的、作为钻头直径函数的扭矩和最大表面应力的曲线图。

最佳实施例的详细描述

简要地说，如图 1 所示，本发明包括一用于在一工件中切削圆柱形孔的圆柱形切削工具或钻头 10。钻头 10 具有由塑料材料制成的圆柱形本体 24。该本体部分是同轴地、端对端地固定到一由金属材料制成且其上包括一排切削部件 16 的圆柱形刀具 12 上。在一个较佳实施例中，钻头 10 为一岩心钻，管状本体 24 和刀具 12 基本上都是管状的，刀具上设有圆环形排列的切削部件以便进行取心钻孔或顶钻孔作业。如图 7 所示，管状本体 224 的壁厚可补偿在钻孔过程中较软本体的磨损。按照此方法，可采用多种技术，例如表面硬化处理的塑性本体 224 或相对壁厚 C 来增加切削部件 16 的厚度或径向尺寸来提高耐磨性能。

在本说明书中，“切削钻头”或“钻头”一词应指任一种其上有一排切削部件且可转动以在一工件上切削成一圆孔的圆柱形切削工具，例如包括传统的岩心钻头、孔或顶锯刀和实心取心钻头。“岩心钻头”一词应指任一种管状或空心结构的钻头，例如包括传统取心钻孔所用的切削工具以及传统的

顶锯刀或孔锯。当描述一部件时所用的“轴向”一词应指相对该部件的一个方向，该方向基本上平行于如图 1 所示的转动中心或同心轴线 f。类似地，“横向”或“径向”应指轴向的大致法线方向。

现参见图中的各细节，如图 1 所示，本发明的一个实施例包括一形成为一般称为开口岩心钻头式的切削钻头 10。如图所示，钻头 10 包括一大致圆柱形结构的刀具 12。刀具具有一圆环形切削端 14，该圆环形切削端 14 包括设于其上的一排传统的切削部件 16。切削部件 16 可以包括现有技术中已知的、任意数量的切削装置，例如如图 5 所示的通过钎焊、熔接或其它方式固定到环 12 上的传统粘结式研磨段 17。

关于此请再参见图 5，不连续的研磨段 17 的数量及其绕其所安装在的环 12 的边缘的间隔在一定程度上可随环的尺寸、本体尺寸和切削场合而改变。然而，总的来说，对于直径约为 50 至 500 毫米的岩心钻头而言，可采用约 2 至几百个的研磨段 17。较小或较大直径的钻头可分别采用较少或较多的研磨段。研磨段 17 的研磨成份或颗粒可以是这些应用场合下通常所采用的任一种形式，可根据所要切削的材料硬度来选择磨粒。因而，颗粒可以是氧化铝、碳化硅、氮化硅和碳化钨，以及诸如金刚石或立方体氮化硼（CBN）的超研磨成份、矾土、加入晶种或未加晶种的可溶凝胶状矾土或其它研磨颗粒以及研磨颗粒混合物。尽管超研磨成份可用不是很贵的磨粒稀释，但通常还是以超研磨料为佳。磨料一般保持在金属粘结体或基体中，通过在将其结合到研磨段中之前用诸如镍的金属对颗粒镀以金属可增强粘接体的粘接力。金属基体可以是钴、铁、青铜、镍合金、碳化钨、硼化铬或其它金属、金属合金或混合物。

因而研磨段 17 可以具有基本上任何已知的成份，例如包括具有至少两个圆周方向隔开区的研磨段，其中超研磨颗粒在这些区中交替地分散成高、低密度的超研磨颗粒。此类研磨段揭示在美国专利 5, 518, 443 中，本文参考了该专利全文。

研磨段较佳地由传统熔焊技术固定到环 12 上。如图 5 所示，传统研磨段 17 总体上具有一基本上细长或矩形的立方体结构，并且其一条长边焊接在环 12 上。如图所示，在一岩心钻头实施例中，研磨段 17 长度方向是弓形的，以使长边与研磨段所固定的环 12 的环形边相符。因而研磨段从环轴向伸出，其量约为其宽度。研磨段的厚度或径向尺寸 C 一般地与环的厚度以及它们所固

定的本体一样或比其大。

能够用于本发明的一例研磨段包括 70/30（百分比）钴/青铜混合物制成的粘结体，并且当浓度为（体积百分比）7.5%时颗粒是 30/40 和 40/50 目戴比尔斯（DeBeers）SDA85+ 钻石相等成分混合物。各研磨段长度为 49.2 毫米，径向或切口尺寸为 3.2 毫米。

另外，切削部件可包括与环 12 形成一体的齿，这些齿可经其它处理或未经其它处理以增强其硬度或研磨作用。就此而言，切削部件 16 可包括具有单层研磨颗粒的一体式切削齿，这些颗粒是以美国专利申请 08/616, 538 所揭示的方式以化学方法粘结到其上的，本文全文引用了该文献。以此方式所制造的齿在下文中被称为“仿形的钎焊单层研磨工具”或者称为“仿形的切削部件”。

环 12 还包括一圆环形轴配合端或连接端 18，如图所示的，较佳地制成为一雌接头或插座。配合端 18 用于可容纳地配合一大致圆柱形的非金属本体、轴或管子 24 的环配合端 22。配合端 22 较佳地制成为如图所示的雄接头或插头。

端 18 和 22 的尺寸和形状都制成为可使轴或管子 24 和环 12 同心的、端对端地保持配合，而具有足够的结构整体性以承受取心钻孔或钻孔应用情况下所受到扭矩和轴向负载，而不会出现滑移或破裂。而且，端 18 和 22 较佳地在其配合位置上采用预定的粘接剂或粘合剂相互粘接（如下文所述）。

非金属轴 24 可从环配合端 22 伸出一段预定的轴向距离，并且在以传统开口式岩心钻头为特点的方式而开口的后端 25 处终止。后端 25 用于容纳一般开口式金属本体岩心钻头所用的固定件（未图示），而将钻头固定到一传统岩心钻机的钻机马达或驱动器（未图示）上。

就此而言，在钻孔操作过程中，钻头 10 是绕同心轴线或转动轴线 f 转动的，这样切削部件排 16 将形成一个内径为 d_1 和外径为 d_0 的假想圆柱体，这将在下文中更详细地讨论。

在如图所示的一个较佳实施例中，环 12 和管子 24 各自都具有内径和外径，它们分别形成预定的壁厚 t_1 和 t_2 。除了配合端 18 和 22 这外，壁厚 t_1 和 t_2 在管子和刀具的长度或轴向是大致均匀的。配合端 18 和 22 各自分别由环 12 和管子 24 的逐级变径部分构成。从这点上来说，环和管子的配合端具有预定壁厚 t_3 和 t_4 ，它们基本上分别比壁厚 t_1 和 t_2 薄。

壁厚 t_1 、 t_2 、 t_3 和 t_4 都是预定的，以使配合端 18 和 22 的圆柱形表面 34 和 36 可以从干涉到滑动配合变化的方式而相互配合，同时最好为在其间施加粘结材料而提供足够的间隙。

如图所示，台阶 26 和 28 以及端面 30 和 32 都基本上分别轴向垂直地延伸。以此方式，在切削作业过程中配合的台阶和端面可在环 12 和管子 24 之间传递钻头的轴向负荷，从理论上说不传递其径向的负荷分量。在此情况下，匹配的台阶和端面都与轴向呈斜角，轴向负荷会对径向靠近其环配合端 22 的管子 24 产生不利的影晌。

表面 34 和 36 较佳地具有基本上相同的轴向尺寸，这样当配合端 18 和 22 完全配合时，台阶 26 和 28 以及端面 30 和 32 可相互对应地面对面接合。而且这些轴向尺寸都是预定的以在表面 34 和 36 之间提供足够的接触，并且与壁厚 t_1 、 t_2 、 t_3 和 t_4 尺寸结合基本上可防止钻头 10 在传统的取心钻孔作业中所有的钻头 (WOB) 负荷的轴向负荷或重量作用下弯曲或弯折。此 WOB 量一般落在近似 50—500 千克的范围内。

关于上述内容，壁厚可随钻头 10 平均直径的增加而增加。以下表格 I 提供了市售的以钢材为本体的岩心钻头中所采用的有代表性的壁厚。环 12 和聚合物制成的管子 24 的壁厚 t_1 、 t_2 最好采用相同的壁厚。

表 I. 多种岩心钻头尺寸的有代表性的岩心钻头管壁厚度

岩心钻头直径，英寸 (厘米)	壁厚，英寸 (厘米)
0.5-1.0 (1.3-2.5)	0.04 (.1)
1.0-2.0 (2.5-5)	0.06 (.15)
2.0-6.0 (5-15.2)	0.08 (.2)
6.0-10.0 (15.2-25.4)	0.1 (.25)
>10.0 (25.4)	0.12 (.3)

非金属管 24 的壁厚 t_4 较佳地近似壁厚 t_2 的一半至三分之二。环 12 的壁厚 t_3 的尺寸是使其表面 34 能够如上所述与表面 36 滑动配合。

环 12 最好由一种普通的金属材料制成、如钢，并且采用任一种方便的工艺制造，如机加工、挤压成型或铸造。在一个较佳实施例中，环 12 是以制造传统岩心钻头的方式制造而成的，其管子配合端 18 加工成具有壁厚 t_3 。

非金属管 24 可用多种材料制成，例如塑料、塑料合成物、木质复合物、陶瓷、陶瓷复合物和组合物、填充有金属颗粒或陶瓷颗粒的塑料、聚氯乙烯

(PVC)、丙烯酸树脂、玻璃纤维加强塑料(GFRP)以及聚酰胺(尼龙)。在本说明书中,“玻璃纤维加强塑料”或“GFRP”应被理解为基本上包括任何塑料粘结体或基体材料,例如包括用玻璃纤维加强的环氧树脂。类似的,“纤维加强的塑料”应被理解为包括任一种塑料粘结体或基体材料,包括用任一种适用材料、例如碳素纤维、玻璃、聚丙烯腈(PAN)纤维和其混合物加强的环氧树脂。

总的来说,用于制造管 24 的较佳非金属材料包括热固性或热塑性聚合物以及其加强复合物。以下表格 II 列出了可采用的许多热固性和热塑性聚合物中的一部分。

表 II. 用于制造工具本体的聚合物材料和加强材料

热固性材料	热塑性材料	加强材料
聚酯类 SMC 环氧树脂类 酚醛类 氨基塑料 不饱和聚酯	丙烯酸、醋酸纤维、 酚醛、聚乙烯、聚丙烯、PVC 以及其它乙烯基聚合物 聚苯乙烯、ABS、醛缩醇、尼龙、聚碳酸酯、聚醚砜、聚酰亚胺、聚氨酯、超高摩尔重量的聚乙烯、低密度聚乙烯	玻璃纤维: S-玻璃或 E-玻璃 石墨纤维 阿拉密德纤维(Aramid)(凯夫拉尔) 聚丙烯腈(PAN)纤维 硼纤维 金属纤维或金属丝网 碳化钙颗粒 硅铝颗粒 SiC 颗粒或晶须

已经对由上述几种材料制成的岩心钻头 10 的实例进行了试验,并且已发现其性能与传统的金属岩心钻头相比不相上下,下文中将对其更详细的讨论。

管子 24 可以用任一种传统的方法制造,例如,模塑、机械加工或挤压成型。例如,管 24 可以挤压成型,随后对环配合端 22 进行机械加工以形成壁厚 t_4 。

可采用多种粘结剂将环 12 粘接到管 24 上。在采用 PVC 制成的管子 24 的一例中,在组装之前,可将从马塞诸塞州列克星顿市维里安真空产品公司(Varian Vacuum Products)购得的指定商标为 Torr-seal®的环氧树脂和硬化剂混合物均匀地施涂到管子配合端 18 和环配合端 22 的配合表面上,以将

两个端部相互配合地粘结。虽然此颗粒状树脂是使用效果很好的，但还可采用多种其它的粘结剂将金属环连接到聚脂管上。可根据所要连接的具体材料来选择粘结剂。其它一些基本上适用于将金属连接到（在此所采用的）多种塑料材料上的粘结剂实例包括尿烷、氯丁橡胶、腈、聚酰胺、聚酯以及氰丙烯酸盐粘结剂。采用加热和加压以将金属和塑料连接在一起的熔融叠层方式也可用于将金属环连接到管子上。本技术领域普通技术人员所熟悉的其它连接方法包括机械互锁技术、在现场将管子与金属环注塑成型在一起以及这些方法的组合。例如，金属环可以与图 9 所示的类似方式用键固定。用此方式，环可与塑料本体中所设的缺口互锁，或者与塑料本体模塑成一体。另外，金属环可以是穿孔和整体地模制到塑料本体上。

而且，参见图 9 所示，在另一个实施例中，本发明包括一切削工具 410，该工具可有效地省略刀具 12 的金属环部分，而是采用一由全部切削部件或研磨段 417 构成的刀具 412。如图所示，研磨段 417 一条边上制有键用以提供一系列如图所示的用于互锁和/或整体地模制到塑料本体 424 上的键 60。用此方式，键 60 最好包括刀具 412 的连接端 418，如图所示地用于与本体 424 的刀具配合端 422 配合。

现参见图 2-4，本发明的另一个实施例包括一象传统闭口式岩心钻头一样制成的塑料本体的钻头 110。参见图 2，钻头 110 的构造基本上与开口式钻头 10 类似，只是通过用一后端连接件 38 将后端 25 封闭而形成了一封闭端 126。

后端连接件 38 包括一细长的用于容纳在后端 25 中的管状部 40。一插入件保持凸缘 42 在其一端径向向内伸，同时轴向挤压凸缘 44 从其另一端径向向外延伸。凸缘 42 用于配合带螺纹的插入件 48 的前表面 46 并在受到上述轴向挤压负荷时防止其间的相对运动。凸缘 44 用于配合后端 25 的端面 50 用以类似地阻止其间的轴向运动。

插入件 48 用于螺合接纳通常所用的传统适配件 52，而将闭口式岩心钻头固定到岩心钻机（未图示）上。

现参见图 4，插入件 48 具有一大致圆柱形的外表面 54，用于同心地、面对面与管 24 配合。然而，内表面 56 具有一非圆环形（如图所示大致为方形）的横截面，其尺寸和形状适于容纳面对面配合的插入件 48。本技术领域中的熟练人员可以认识到，这一非圆环形构造可有效地起到阻止插入件 48 和连接件 38 之间由于在钻孔过程中作用于其间的扭转力而产生的滑移。然而，只要

工具在所需的钻孔作业中是有效的，也可采用圆环形构造。

连接件 38 较好地用与管 24 相同的材料和类似的方式制成。例如在一个试验中，连接件 38 是用固体 PVC 块加工而成的。连接件可以与管子 24 完全配合的方式粘结，其中凸缘 44 与端面 50 配合，并采用上文所述的适于塑料与塑料相粘结的那类粘结剂来粘结。

插入件 48 以与环 12 所采用相同方式和材料制成。插入件以上文所述的将环 12 粘结到管 24 上的方式插入并固定到连接件 38 中（如图 2 所示）。在一个较佳实施例中，插入件是采用如上文所述的粘结剂粘结在位的。

因而，此结构可有利地将钻头 110 固定到适配件 52 上，并且具有足够的强度以阻止扭矩和轴向力作用到传统的取心钻孔操作中，从理论上说不存在作用于管 24 的径向力。就此而言，传统的钢制本体岩心钻头一般可采用压配连接方式固定到钻机马达的适配件上，该压配连接可以起到将径向向外压力作用于管子内表面上的作用。本发明是采用径向延伸、而非相对轴向倾斜延伸的凸缘 42、44，因而可有利地传递轴向 WOB 负荷，而理论上不存在径向负荷。

根据应用场合和所采用塑料材料，本发明的管子 24 在作业使用中会磨损，因而壁厚减少到一定程度。然而，如图 6 和 7 所示，这一现象将会得到补偿而使其任何潜在的不利影响最小或将其有效地避免。参见图 6，钻头 10 采用切削部件 16，以与传统岩心钻头一样的方式，它一开始具有一大于管子 24 壁厚 b 的径向尺寸 a 。因而，在钻头绕其同心轴线 f （图 1）作上述转动的过程中所形成的假想圆柱体将具有一内径 dI （图 1）和一外径 dO （图 1），它可有效地在管壁任一侧上形成一间隙 $d1$ （图 6）。此间隙将使管子 24 和切口之间的研磨作用和/或结合减少而保持切削效率。

传统的切削部件 16、特别是那些被做成为传统的损耗磨削片的切削部件会在使用过程中径向磨损，其径向尺寸 a 会减小。这一磨损可有效地使间隙 $d1$ 减小。因而，在一采用钢制本体的标准岩心钻头中，壁厚 b 定为尽可能的小，只要能够获得具有足够结构整体性的钻头即可。此最小的壁厚甚至在实际上研磨段磨损之后仍可保持足够的间隙 $d1$ ，以有效地延长岩心钻头的可使用寿命。由于钢材在切削操作过程中磨损不明显，所以将管子制成为具有此最小厚度是理想的。

现参见图 7，本发明的另一个实施例包括一聚合物本体钻头 210，该钻头

基本上与钻头 10 和 110 类似，只是塑料管 224 相对较厚。如图所示，管子 224 具有一预定的初始壁厚 c ，该壁厚确定为可补偿由在钻孔操作过程中由于磨损所减少的量。如图所示，以此方式，壁厚 c 可一开始就比一类似钢制本体、如厚度 b （图 6）厚，但仍小于研磨段宽度 a （例如 $c < a$ ），以提供相对于一新的（未磨损）研磨段 16 而言的足够的间隙 d_2 。研磨段随后的磨损将伴随着管子 224 的磨损，以有效地保持在钻孔过程中有足够的间隙 d_2 。这将有利地使钻头 210 使用寿命较长，当径向尺寸 a 降低时理论上不存在粘结危害，只要管壁磨损速度与研磨段厚度的磨损相等或较大。所述的另一种方法， dc/dt 应大于或与 da/dt 相等，其中 dc/dt 是聚合物壁的磨损速度， da/dt 是研磨段厚度的磨损速度。

已经通过用由四种聚合材料制成的岩心钻头在混凝土块中钻孔来进行试验。试验是在 20 安培恒定电流、600 转/分钟主轴速度以及 1 加仑/分钟（3.8 升/分钟）冷却液流速条件下进行的。用于试验的混凝土块用以下混合物和设计方式制成：

<u>配料成分</u>	<u>重量%</u>
水泥	17
花岗石粒料（3/4” 或 2 厘米平均尺寸）	40
沙	34
水	9

混凝土浇铸块长 36”（91.4 厘米）、宽 18”（45.7 厘米）以及高 12”（30.5 厘米）。各混凝土块浇铸有 5/8”（1.6 厘米）直径的钢筋（60 千帕， 41×10^3 牛顿/厘米² 钢材）。浇铸出混凝土块并在一雾室中固化 28 天。混凝土块的挤压强度是 7 千帕（ 4.8×10^3 牛顿/厘米²）。

可用于制造所试验的岩心钻头的四种聚合材料包括 PVC、丙烯酸树脂、尼龙和玻璃纤维加强塑料（GFRP）。记录下来的用于聚合物本体钻头的壁厚用性能数据表示。以下表格 III 简要归纳了各聚合物材料的钻头性能。研磨段磨损性能、本体壁厚磨损、贯穿速度（ROP）、钻头上的平均重量（WOB）和钻头上的最大重量都是为各个实例提出的。还给出了一种典型的金属本体岩心钻头的对应值。

表 III. 对多种聚合物岩心钻头进行试验的简要情况。

岩心钻头 本体	壁厚磨损量	研磨段磨 损量 米/毫米*	ROP 厘米/分钟	WOB, 千克	
				平均	最大
PVC	0.0148" (0.038 厘米)(在钻 出 27 个孔之后)	-	5.2±0.4	119±6	171
丙烯酸 树脂	0.0062" (0.016 厘米)(在钻 出 31 个孔之后)	2.39	7.2±1.3	124±4	300
		2.34	6.5±0.4	205±13	266
GFRP					
尼龙	0.0399" (0.101 厘米)(在钻 出 165 个孔之后)	16	6.4±0.1	181±23	349
金属(钢)	-	15.9	6.3±0.7	184±22	328

*研磨段发生每毫米磨损时所钻的米数

试验结果显示所有聚合物钻头在大致上可接受的范围内作业时不会发生故障。而且, 采用尼龙本体的岩心钻头, 安装到其的切削部件或研磨段都与安装到金属本体的岩心钻头的那些构件或研磨段相同。因而, 在此情况下, 这些研磨段磨损性能和这些钻头的贯穿速度的直接比较显示尼龙本体岩心钻头的性能与金属本体钻头的性能不相上下。其它的岩心钻头采用代表传统切削应用的切削部件, 但与安装到金属本体上的不同。因而, 研磨段磨损特性的直接比较可能是没用的。

已经对多个具有金属本体和聚合物本体的 4”（10.2 厘米）直径岩心钻头称重用以确定采用一聚合物本体的岩心钻头所节省的重量。以下表格 IV 简要归纳了测定结果。如表所示，聚合物本体岩心钻头比可比的钢制本体钻头轻 50%。而且，可以认识到聚合物本体岩心钻头的重量通过减少聚合物本体钻头金属部分的尺寸还可以进一步减少。

表格 IV. 截面直径为 4”（10.2 厘米）的岩心钻头的钢制本体和聚合物本体的重量比较。

制造商	类型	长度, 厘米	重量, 千克
钻石产品公司 (Diamond Products) (美国)	钢材	37	3.23
杜克 (Truco) (美国)	钢材	39	2.83
尼姆巴斯 (Nimbus) (欧洲)	钢材	45	3.73
V. 帕斯 (Van Moppes) (欧洲)	钢材	50	3.60
诺顿 (Norton) (美国)	钢材	37	2.78
诺顿	尼龙	37	1.20
诺顿	PVC	37	1.29
诺顿	丙烯酸树脂	37	1.28

如上所示的，本发明可用于与整体式刀齿组合，例如，上述的仿形切削部件。对具有仿形切削部件的金属和聚合物本体的岩心钻头在煤渣块中进行试验。煤渣块可以是与上述所述类似的砖块，但具有细粒料（小于 0.25 英寸或 0.64 厘米）。试验可在 20 安培恒定马达电流、600 转/分钟主轴转速以及 1 加仑/分钟（3.8 升/分钟）冷却液（水）流速条件下进行的。记录下钻头磨损性能、贯穿速度（ROP）、钻头上的平均重量（WOB）、钻头上的最大重量和金属、聚合物管壁的磨损性能。以下表格 V 简要归纳了钻头的性能。

尼龙本体仿形切削部件钻头的寿命可与钢制本体钻头相比。尼龙钻头的 ROP 不是比钢制本体仿形切削部件钻头略好一点就是相类似。数据表示尼龙本体岩心钻头的性能不是比金属本体仿形切削部件钻头略好一点就是不相上下。钻头上的重量（WOB）数据显示尼龙本体钻头承受的负荷与金属本体钻头

类似且能毫无困难地良好运行。先前所做的对不同聚合物管子的试验表明多种聚合物管子可执行与钢制管子一样的功能。因而，可以预期除了尼龙管之外的聚合物管也可成功地用于仿形切削部件工具。

表格 V. 对聚合物和钢制本体仿形切削部件岩心钻头进行试验的简要情况。

岩心钻头 本体	壁厚磨损量	磨损性能 米/毫米*	ROP 厘米/分钟	WOB, 千克	
				平均	最小
尼龙	0.013" (0.03 厘米)	5.3	19.4±3.1	106±10	374
金属(钢)	0.004" (0.01 厘米)	5.5	16.4±3.9	98±15	392

*研磨段每毫米磨损量所钻的米数

监测了钢管截面和聚合物截面的磨损量。可以发现，在钻头的整个使用寿命过程中，尼龙管壁总共磨损掉 0.013" (0.03 厘米)，同时钢管壁磨损掉大约 0.004" (0.01 厘米)。虽然聚合物管的磨损量较高，但尼龙管具有足够的厚度来承受钻头整个寿命过程中在钻孔时所受到的应力。

如以下表格 VI 所示，聚合物仿形切削部件岩心钻头的重量完全可以与一传统的钢制本体仿形切削部件岩心钻头相比。

表格 VI. 钢制本体和聚合物本体仿形切削部件岩心钻头的重量比较。

类型	长度, 厘米	重量, 千克
钢材	30	3.80
尼龙*	30	2.46

*仿形切削部件钻头具有一由钢材制成的重端连接件。通过用聚合物材料替换其至少一部分可减少其重量（在分段式钻头情况下）。这就可进一步明显地减少聚合物钻头的重量。

除了上述空心钻头实施例之外，还可以考虑采用一传统的实心岩心钻头来实施本发明。就此而言，请参见图 8，图中示出了本发明再一个实施例钻头 310。钻头 310 制成为一般用于在诸如木材、金属、塑料、砖块、砌石等材料中进行钻孔操作的传统实心岩心钻头。如图所示，钻头 310 基本上与钻头 10

类似，只是塑料轴 324 基本上是实心的，切削部件 316 包括与传统实心岩心钻头同样类型的螺旋螺纹。就此而言，螺旋螺纹的切削部件 316 可包括钎焊到钻头上的碳化钨插入件，钢制（用于高速钻孔操作）或例如采用金刚石研磨料的前述仿形切削部件。

及的现有技术揭示范围中所意想不到和非显而易见的。就此而言，如以上所讨论的那样，塑料材料将特别易于研磨。在取心钻孔或钻孔应用情况下，钻头主体在整个切削作业过程中保持在切口或钻孔中。这与圆盘切削作业相反，在圆盘切削作业中，刀具每转中仅一部分刀刃位于切口中。则会预期这相对地增加了主体与切口在作业过程中的接触会增加潜在的研磨作用和塑料本体的发生故障的可能性。然而，如本文所述，此作用是理论上的，或者能够被充分地得到补偿的。

由于与磨屑接触时间长，另一种不利于聚合物本体切削钻头成功的因素是研磨作用。如以上所讨论的，理论上圆盘形刀刃仅外圆周与磨屑接触。相反，在取心钻孔或钻孔作业过程中，磨屑将留在切口中，而在切削操作的持续过程中始终与圆柱体的相当大部分接触。然而，此因素在许多应用情况下意想不到被证明仅是理论上的，而是能够被如上所述的补偿的。

本发明的另一个方面是认识到与以上所述现有盘形刀刃相反，本发明可获得足够的结构整体性，而无需采用纤维加强来加强塑料材料。实际上，钻头 10 可以令人满意地工作而不存在弯曲或扭转失灵，即使当钻头在试验钻孔过程中被咬住而受到钻机的最大扭矩作用时亦如此。这些效果在考虑到钻孔作业过程中岩心钻头所受到恒定应力时也是意想不到的。

如上所述，本发明聚合物管承受了岩心钻头所经受的典型应力。然而，也如同以上所述，聚合物管的壁可使磨损得比钢质相对部分快。尤其是，已经发现当采用特别坚固、优质的研磨段时，聚合物管耐用时间与研磨段不同。在钻孔过程中所产生磨屑会磨损聚合物管壁，过了一段时间之后，壁厚会减少到超出该程度聚合物不能用于钻孔的一定程度。

已采用几个措施来解决此一问题。一个措施是改变切削部件或研磨段 16 的厚度以及上述管 24、224 的壁厚，这样管子就可以比研磨段耐用。另一个措施是通过适当的表面处理或其它改变其成份的方法来提高聚合物管的耐磨性能。

后一个改变聚合物材料成份的措施已经显示出可显著地提高聚合物管的使用寿命以有效地提供质轻、价廉的非金属本体岩心钻头，该钻头能够承受如金属本体岩心钻头所经受的应力和恶劣环境。有利的是，可在聚合物本体钻头上采用一般用于金属本体钻头的传统切削部件或研磨段 16。

聚合物管 24 的这样一种变型已被用到如图 10 所示本发明另一个实施例、钻头 100 中。钻头 100 包括分别设于管子 24 内、外表面 64、66 上的诸层 60、62。诸层 60、62 包括一种耐磨材料，如细陶瓷或金属颗粒/粉末，亦即、矾土、碳化硅、氮化硅、二氧化硅、碳化钨、氮化硼或金属（或合金）粉末。适合的金属颗粒实例包括：铁、镍、钴、钢、青铜和镍合金。适合的陶瓷包括 SiC, SiO₂, WC, Al₂O₃ 和 C₆-WC。也可采用纤丝状或纤维状的这些材料或玻璃、石英或碳素纤维。平均颗粒尺寸（直径）在 10—500 微米（ μm ）范围中的颗粒用于本发明是较佳的，也可采用任何尺寸的颗粒或纤维，只要它们可粘到管子表面上并且具有足够的机械粘结强度以承受钻削力。

诸如碳化硅、传统矾土、矾土-二氧化锆（Norzon[®]）或 MCA 研磨颗粒用于此都是较佳的。如本文所采用的，标号“MCA”指加晶种或未加晶种的可溶凝胶状矾土研磨颗粒，包括微晶体矾土。MCA 颗粒可采用以下工艺制成，该工艺包括使单水合氧化锆铝溶液胶溶而形成一凝胶，同时使该凝胶干燥并烧结、然后弄碎、过筛以及选出所需尺寸的烧结凝胶以形成由 α 矾土微晶体（例如至少有约 95%的矾土）所制成的多晶体颗粒。除了 α 矾土微晶体外，初始凝胶还可包括重量多达 15%的尖晶石、高铝红柱石、氧化锰、钛、氧化镁、稀土金属氧化物、氧化锆粉或氧化锆先质（它们可大量加入，例如 40%或更多），或者其它兼容添加剂或其先质。通常含有这些添加剂以改变诸如断裂刚度、硬度、脆度、断裂机械性能或干燥特点等特性。已经报导出许多改性的 α 矾土溶胶颗粒。这一级别中的所有颗粒在此都适用，并且 MCA 颗粒一词限定为包括含有至少 60% α 矾土微晶体的任何颗粒，该微晶体具有至少 95%的理论密度和在 500 克时至少为 18Gpa 的维氏硬度（500 克）。微晶体尺寸一般用于种晶颗粒时在大约 0.2 至大约 1.0 微米范围中，用于未种晶颗粒时为 1.0 至大约 5.0 微米。

一旦凝胶形成，可采用传统方法成形，如压制、模制或挤压成型，然后再仔细干燥以产生所需形状的无裂纹体。

在成形之后，可对干燥的凝胶进行煅烧以根本上去除所有挥发性物质并

且将多种颗粒成份转变成陶瓷（金属氧化物）。通常对干燥凝胶进行加热，直至除去自由水份和大部分受约束的水份。然后通过加热使煅烧材料烧结，并且保持在适当温度范围中，直至基本上所有单水合氧化锆铝转变成 α 矾土微晶体。

如前所述，溶胶矾土可种晶或不种晶。对于种晶矾土，故意将成核点引入单水合氧化锆铝分散体中或就在其中形成一成核点。在分散体中存在成核点可降低 α 矾土形成的温度并且产生一极细的晶体结构。

在本技术领域已知有许多适用的晶种。一般它们都具有一晶体结构以及尽可能与 α 矾土接近的晶格参数。

还可采用未种晶溶胶矾土磨料。此磨料可采用上述相同的工艺制成，只是不引入晶种颗粒。还可以向溶液或凝胶添加足够多的稀土金属氧化物或其它先质，以在烧结后使稀土金属氧化物至少重约 0.5%、较佳地重约 1 至 30 %。

可用于本发明的溶胶矾土研磨颗粒和纤维都揭示在美国专利 4,314,827、4,623,364 和 5,129,919 中，本文援引其全文。

各涂层 60 和 62 的具体成份可相互不同，或者它们可基本相同以有利于简化其应用。在另一个实施例中，仅对管子的一个表面进行涂覆。例如，可仅在外表面 66 上施加保护层 62。在钻孔过程中一般对管子内部施以流水以显著地降低内表面磨损。实际上，在以下所述的几个磨损试验中，耐磨涂层仅施加到外表面 66 上。如果两个表面都涂覆，聚合物钻头的寿命当然会更长。

在一个实施例中，颗粒层可以用粘结材料保持在表面 64 和 66 上。例如，陶瓷/金属粉末可与环氧树脂粘结剂混合并且施加到管子表面上。当固化时，粘结剂可将陶瓷/金属颗粒粘在管子上以形成耐磨层 60 和 62。与未涂覆的聚合物管相比，这样处理已经显示出可明显地增加耐磨强度以及管子的使用寿命，并且已经显示出能够使管子的使用寿命超过研磨段。

作为粘结剂的一种替换形式，可以在表面 64 和 66 中嵌入耐磨粉以形成诸层 60 和 62。通过加热颗粒、然后以适当的冲击速度将其喷涂到管表面上就可嵌入。加热的颗粒在冲击时将使聚合物软化且其本身可嵌入表面。当冷却时，聚合物将硬化并抓住颗粒。一种将颗粒嵌在聚合物管 24 表面中的类似的可用方法是将管子加热到预定温度以使表面 64 和 66 软化，然后将陶瓷/金属颗粒以预定速度喷涂到这些表面上。颗粒将嵌在表面中，并且，当冷却时，

表面 64 和 66 将抓住颗粒以形成层 60 和 62。控制嵌入过程和涂覆质量的关键因素包括 (a) 表面准备—清洁和脱脂、(b) 颗粒尺寸、(c) 颗粒温度、(d) 颗粒速度以及 (e) 聚合物温度。

在用颗粒嵌入表面之前，应当去除聚合物表面的油渍、油脂和其它表面杂质。这些表面杂质的存在可能对颗粒与聚合物表面的粘性产生不利的影响。清洁和脱脂可以通过擦拭、刮擦、钢丝刷、机械加工、吹去磨粒或诸如溶剂清洁的化学作用来进行。

颗粒和聚合物温度的选择以及喷涂速度是根据颗粒的具体热量、聚合物的具体热量、玻璃过渡温度或聚合物软化温度以及颗粒熔融点来确定的。总的来说，高温/较软聚合物将要求低喷涂速度，而低温/较硬聚合物将要求较高喷涂速度。

当嵌入加热的颗粒时，应选择颗粒温度以使在冲击时颗粒会使一定量的聚合物（一般为颗粒体积的 1 至 10 倍）加热到超出其玻璃过渡温度的一个温度。颗粒温度还最好低于其熔点的一半以避免颗粒在冲击时变形。从数学上来说，这些状况可用以下公式表示：

$$mC_{p, \text{颗粒}} (T_{\text{颗粒}} - T_{\text{环境}}) = Vd_{\text{聚合物}} C_{p, \text{聚合物}} (T_g - T_{\text{环境}}) + \text{热量损耗}$$

$$T_{\text{颗粒}} < 0.5T_m$$

其中， m 是颗粒质量， C_p 是具体热量， T 是温度， V 是将被加热以嵌入颗粒的聚合物体积， $d_{\text{聚合物}}$ 是聚合物的密度， T_g 是聚合物的玻璃过渡温度，以及 T_m 是颗粒的熔点。可选择颗粒尺寸（确定颗粒质量， $4\pi r^3 d_{\text{颗粒}}/3$ ）与颗粒温度的组合以满足这些条件。实际上，当颗粒尺寸给定时，颗粒温度可在 $T_g < T_{\text{颗粒}} < 0.5T_m$ 范围中变化。考虑到用于聚合物管的聚合物范围和可用作颗粒的各种金属、合金和陶瓷，颗粒的温度范围为 100°C 至 2000°C，较佳地为 120°C 至 1000°C，最好为 150°C 至 600°C。

可选择颗粒尺寸以使所需的颗粒温度是实际可行的。颗粒尺寸还可以由钻孔过程中所产生的磨粉浆中混凝土颗粒尺寸表示。可以认识到，陶瓷/金属颗粒大约三分之二将嵌在聚合物中以保证其在钻孔操作过程中不掉出来。其余三分之一将露出表面。颗粒尺寸较佳地是磨粉浆中混凝土颗粒尺寸的至少三倍。这可通过限制混凝土颗粒同时与聚合物管壁和被钻孔的混凝土块壁接触而减少聚合物磨损量。作为上限，颗粒伸出量应不大于管壁和混凝土壁之间的间隙（由研磨段所构成的）。当考虑到这些因素以及被钻孔的材料范围，

可以了解较佳的颗粒尺寸是在约 10 至 500 微米范围中。

应当选择颗粒速度以使颗粒的动能大于使聚合物表面变形所需的能量。因而颗粒速度将随聚合物种类和其屈服强度、颗粒质量以及颗粒温度而改变。可以预期到，适当的颗粒速度将在每秒几米至每秒几百米范围内。

聚合物起始温度可以是环境温度，或者可将聚合物略为加热以便施行嵌入工艺。在另一种情况下，在嵌入过程中不允许聚合物的温度增加到超出其玻璃过渡温度以避免损坏管子（如下所述）。

当颗粒嵌入到一加热的聚合物表面时，颗粒温度可保持在环境温度或者可加热到聚合物玻璃过渡温度。加热颗粒将保证聚合物在颗粒冲击时不被冷却，因而不会限制聚合物的变形能力。工作温度 T 为：

$$T_{\text{环境}} < T < T_{g, \text{聚合物}}$$

颗粒尺寸的考虑与上述用于嵌入加热颗粒的那些考虑类似。

不希望颗粒速度与嵌入加热颗粒时一样高，这是因为聚合物表面被加热并且更易变形。颗粒速度希望在几米/秒至 10 米/秒范围中。

聚合物温度应当适合于在颗粒冲击下变形。一般希望将表面温度保持得尽可能高，但又不达到玻璃过渡温度。将聚合物加热到玻璃过渡温度显然会破坏管子并且可能使其没用。另一方面，太低的温度无法使其基本上局部变形而嵌入颗粒。用于该方法的一实际工作温度 T 为：

$$0.5T_{g, \text{聚合物}} < T < T_{g, \text{聚合物}}$$

熟练的技工应认识到，不脱离本发明的精神和范围，还可采用适用的方法将颗粒嵌在聚合物本体表面中。例如，管子和/或颗粒可压制或模制到聚合物管的表面 64 和/或 66 上。一适当的模具的模具表面可涂有颗粒，然后将管子插入该模具中且加热以使颗粒嵌入管表面。而且，切削部件 16 可以类似方式施加到聚合物上，例如放入一适当的模具中，并且随后将聚合物管插入。在此情况下，可采用一整体式模具来同时嵌入颗粒和安装切削部件 16。因而用陶瓷/金属层 60 和 62 改性的管表面 64 和 66 可具有比未改性聚合物管更强的耐磨强度。

将颗粒嵌入聚合物管表面的另一种方法是采用多种传统的热喷涂或等离子喷涂技术对聚合物表面喷涂颗粒。例如，可改变已知的热喷涂技术的工艺参数以允许陶瓷/金属颗粒合适地粘结到聚合物管表面，同时保证管子的结构整体性不会受到危害使之不再能用于取心钻孔作业。传统热喷涂层的几个实

例在《ASM 表面加工手册》（R. C. 托克尔著，1994 年俄亥俄州原料帕克的 ASM 国际出版）第 5 卷第 497—509 页中有所讨论，该章节名为“热喷涂层”。

已经研发出多种热喷和等离子喷涂技术以涂覆多种材料而形成金属、陶瓷和金属陶瓷（一种金属陶瓷成份）涂层。这些包括粉末火焰喷涂、金属丝火焰喷涂、陶瓷棍喷涂、双金属丝电弧喷涂、非传导的等离子喷涂、高速氧化燃料喷涂、爆燃枪和超-D 枪喷涂。可采用这些技术中的任一种对聚合物进行涂覆以形成耐磨层，只要聚合物没有加热到超出玻璃过渡温度并仍可用。

象上述的嵌入技术一样，聚合物表面应被脱脂和清洁以保证涂层可良好地粘结到聚合物上。另外，可采用传统的表面凿毛工艺来提高涂层到表面的粘性。表面凿毛可通过磨粒喷砂或螺纹凿毛或两种方法的结合而进行。涂覆工艺较佳地可在表面清洁和凿毛工艺之后立即进行。

在以下的表格 VII 中给出了热喷/等离子喷涂技术的工艺参数。该表格提供了有关可用不同工艺所获得的典型涂层的信息资料，还包括基体温度和颗粒速度的较佳范围。如表格中所示出的，这些工艺所采用的基体温度落在可用于多种聚合物的范围中。这些条件对于特定聚合物和涂层材料是最佳的。

表格 VII. 热喷工艺和典型工艺条件

工艺	涂层材料	供料	基体温度, °C	颗粒速度, 米/秒
粉末火焰喷涂	金属的, 陶瓷的	粉末	105—160	65—130
金属丝火焰喷涂	金属的,	金属丝	95—135	230—295
陶瓷棍喷涂	陶瓷的, 金属陶瓷的	棍	95—135	260—360
双金属丝电弧喷涂	金属的,	金属丝	50—120	240
非传导的等离子喷涂	金属的, 陶瓷的	粉末	95—120	240—560
高速氧化燃料喷涂	金属的, 陶瓷的, 金属陶瓷的	粉末	95—120	100—550
爆燃枪喷涂	金属的, 陶瓷的, 金属陶瓷的,	粉末	95—150	730—790
超-D枪喷涂	金属的, 陶瓷的, 金属陶瓷的	粉末	95—150	850 — 1000

作为另一种对聚合物管表面（多个表面）进行涂覆的方式，管子本身可由加强聚合物或由包含与上述颗粒类似的所述金属或陶瓷颗粒、晶须、切断的纤维或细丝的聚合物成份制成，其中诸如有具有极高耐磨强度的碳素纤维或石墨纤维、凯夫拉尔(Kevlar®)、玻璃纤维、石英、硼、矾土、碳化硅或 PAN 纤维。

对由以下制剂构成的涂层 60 和 62 的 PVC 管 24 进行磨损试验:(a)“Liquid Plasteel™”（由新泽西州代顿的 McMaster Carr 公司出售的环氧树脂与重量百分比为 80%的钢粉混合物）；(b)“Easy Epoxy™”混合物(从 McMaster Carr 公司购得的环氧树脂和从马塞诸塞州伍斯特的 Saint-Gobain 工业陶瓷有限公司购得的种晶 MCA 研磨磨粒”)；(c) Liquid Plasteel™ 和 MCA 磨粒的混合物；以及 (d) Liquid Plasteel™ 和 WC（碳化钨）的混合物。还对一未涂覆

的管子 24 进行类似的试验。磨损试验包括将管子下放到一个预先在如上所述制成的混凝土块上钻成的孔中。以一般用于钻孔的转速 rpm 使管子旋转。当管子旋转时，预定量的磨粉浆（先前钻孔所产生的）连续进入孔中。磨粉浆起到研磨作用并且将磨损聚合物管。对多种管子进行一定时间的试验并且测量壁厚的磨损量。在表格 VIII 中给出的上述制剂（b）—（d）的磨损试验结果以及未涂覆管的磨损试验结果。

表格 VIII

涂层	330 分钟之后的磨损量
没有涂覆	0.019”
Easy epoxy+MCA	0.014”
Liquid Plasteel™+MCA	0.009”
Easy epoxy +WC	0.017”

此图表给出了由沿着管长度上三个部位所测得的壁厚所确定的 5.5 小时之后的管子平均磨损量。

结果表明，涂层可提高塑料管 24、224 的耐磨强度。从所试验的多种涂层来看，显然最佳的涂层是 MCA 和 Liquid Plasteel™ 混合物。上述制剂（a）起到一对照试样的作用，以确定 Liquid Plasteel™ 没有 MCA 是否能够获得从制剂（c）所看到的提高耐磨强度的效果。在试验半小时内几个部位上的涂层被磨去。因而，可以证明 MCA 与 Liquid Plasteel™ 一起存在于制剂（c）中对提高管子 24 耐磨强度是至关重要的。可以推测塑性钢材中的铁颗粒可能太细。将以下所讨论的具有更粗糙的环氧树脂颗粒嵌入管表面可获得所需的耐磨强度。

结果表明包含 Liquid Plasteel™ 和 MCA 磨粒的涂层在所应用和试验的涂层之中具有最佳的耐磨强度。可以预料在以上所讨论的此类材料中的其它颗粒也可获得类似的有利效果。除了颗粒尺寸之外，另一个决定颗粒层 60 和 62 所具有的耐磨强度的因素是其中的颗粒百分比。在粘结剂中颗粒重量百分比至少为 20、较佳地应取大于 50。进一步较考虑的一个因素是由层 62 和/或 60 所覆盖的管子表面积百分比。所嵌颗粒占表面大于 20%或约等于 20%可获得理想的耐磨强度，当然在 50%和 100%的表面覆盖率是更佳的。

根据前述试验结果，岩心钻头 100 可制有 PVC 本体 24，该本体具有由 Liquid Plasteel™ 和 40%MCA 磨粒的混合物所制成的诸层 60 和 62。通过在如上述所

述制成的混凝土块中钻出多个孔并直至钻头损坏，对这些钻头 100 进行试验。为了作比较，还对一未涂覆的 PVC 管进行了试验。以钻孔的预定时间间隔测量了管壁的磨损量。这些测试结果示于图 11 中。

如图所示，试验结果表明涂有诸层 60 和 62 的管子 24 的使用寿命大约是未涂覆管的二倍。涂覆钻头所钻的孔数大约是未涂覆钻头的 3.5 倍。然而，为了对涂覆钻头的使用寿命与未涂覆钻头的使用寿命进行公正的比较，在图 11 中示出了发生相同管壁磨损量时所钻孔的数量。可以看出，PVC 管的使用寿命可以通过选择适当的涂层厚度而适应特定的需要。

在下的例 I 和 II 中描述了用于提供这些结果的具体试验参数。

如图通过在一个尺寸范围内对聚合物管进行成功的试验所证明的可采用较大直径范围的管子 24 来制成本发明的岩心钻头 100。例如，可对直径从 2”至 12”（5 厘米—30.5 厘米）的钻头进行试验，这些钻头显示出具有足够的承受钻孔应力的强度。在例 III 和 IV 中描述了对 8”和 12”直径切削钻头进行试验的具体参数和结果。

在图 12 中示出了在钻孔过程中岩心钻头所经受的应力分析。计算出的扭矩（在管子轴线上）和最大应力（在管子表面上）表示为钻头直径的函数。如图所示，扭矩随钻头尺寸增大而增大，同时 PVC 管所经受的最大应力随钻头直径增大而降低。因而可采用直径大于 12 英寸（30.5 厘米）的岩心钻头 100，而不会增加管子发生故障的可能性。

试验还表明，本发明的聚合物本体钻头 100 可在干式钻孔状态下有效地工作。制造了一 PVC 本体钻头 100 并且采用高温粘结剂将钢制片断与研磨段粘到 PVC 管上。用该钻头在一煤渣块中进行干式钻孔。在钻孔时将 50 帕斯卡的压缩空气注入岩心钻头（其方式与在湿钻孔时引入水类似）。煤渣块上钻出每个大约 5 英寸（13 厘米）深的孔总共 10 个，管子不会发生故障。可以发现管子磨损量与湿钻孔时所看到类似。采用压缩空气显示出可使管冷却并且便于去除磨屑以尽可能减少摩擦起热。

还可以预期，通过在本体形成之前将颗粒直接加到聚合物中可提高聚合物本体 24、224 的耐磨强度。例如，可向聚合物加入重量百分比近似 20 至 40 % 的 MCA 磨粒或其它耐磨颗粒。然后采用该混合物制造一聚合物本体，该本体中具有大致均匀地分散于其中的颗粒。

而且，虽然本文所揭示的本发明例子是关于岩心钻头的，但熟练的技术

人员应可认识到，在本发明的精神和范围中，所揭示的技术也可用于多种切削器具的聚合物本体，诸如圆环形锯刀/切削盘片。

以下举出的例子用于论证本发明的各个给定方面。可以理解，这些例子并不能构成对本发明的限定。

例 I

用 PVC 制造了一 4 英寸（10 厘米）直径的本体管 24。将一金属切削端 14 以图 1 所示方式粘接到管的一端上。各钻头上钎焊有 10 个切削部件或研磨段 16、1" X 0.275" X 0.150" (2.5cm x .7cm x .38cm)。研磨段具有密度为 30、30/40 目、SDA85+金刚石。管子 24 的外表面 66 用如上所述的重量百分比 40 %MCA 磨粒和 Liquid Plasteel™ 涂覆厚 0.015" (.04cm) 的均匀涂层 62。用于此涂层的 MCA 磨粒粒度为 220（近似 50—70 微米）。在一如上所述的钢筋混凝土块中对该钻头进行试验。试验是在 20 安培恒定钻孔电流和 600 转/分钟主轴转速下进行的。在钻削过程中保持 3.785 升/分钟（1 加仑/分钟）的水流速度。观察研磨段的磨损和管子磨损。钻头超始壁厚约为 0.085(.02cm)、即 0.070" (.17cm) 管子 + 0.015" (.04cm) 涂层。在管壁厚度减少到 0.05" (.12cm) 且无法再用之前，用该有涂层的钻头钻出总共 283 个孔（每个深 11 英寸（28 厘米））。

例 II（对照试样）

用与例 I 所述的方式制造了第二个钻头，但不涂覆。未涂覆钻头的起始管壁厚度约为 0.070 英寸 (.18cm)。在壁厚减少到约 0.050" (.12cm) 且无法再用之前，用该钻头钻出总共 86 个孔（每个深 11 英寸/28 厘米）。

例 III

制造了一 8 英寸（20 厘米）的钻头，具有壁厚为 0.115" (.3cm)（与钢制本体岩心钻头类似）的 PVC 本体管 24。包括以与例 I 类似方式钎焊于其上的总共 16 个研磨段的钢制切削端 14 粘结到管子 24 上。所用的研磨段为 2.54cm x 0.70cm x 0.44cm (1" x 0.274" x 0.175")，密度为 30、30/50 目、SDA150+ 金刚石磨粒，并且都是用于传统 8 英寸（20 厘米）岩心钻头的标准研磨段。8" (20cm) PVC 钻头重 3.9 千克（8.6 磅），这表明与重约 9.1 千克（20 磅）的类似传统钢制钻头相比可减少 50% 以上的重量。在例 I 所用的那类混凝土块中对该钻头进行试验。钻削电流保持在 20 至 22A 之间。钻削时主轴速度为 400 转/分钟。在传统的煤渣块中钻出十五个孔，在例 I 所用的那样混凝土块

中钻出二十个孔。该钻头的切削没有困难。PVC 管可承受钻削应力。在钻头承受了最大重量 340 千克（750 磅），表明它可经受较大的应力。

例 IV

制造了一与例 III 类似形式的 12”（30.5cm）直径的岩心钻头。该钻头制造为具有一 PVC 管子 24，该管的壁厚为 0.120”（.3cm）（与钢制本体岩心钻头类似）。一钢制切削端粘接到 PVC 管上，并且总共 18 个研磨段钎焊到的钢制切削端上。所用的研磨段为 2.5cm x .7cm x 0.5cm（1” x 0.275” x 0.210”），密度为 30、30/50 目、SDA100+金刚石磨粒。12 英寸（30.5 厘米）PVC 钻头重 5.9 千克（13.2 磅），表明与一重约 17.2 千克（38 磅）的类似钢制本体钻头相比重量明显减少。在例 I 所用的那类混凝土块中对该钻头进行试验。以人工方式进行钻削。钻削电流保持在 20 至 22 安培之间。钻削时主轴速度为 200 转/分钟。在煤渣块中钻出 15 个孔，在混凝土块中钻出 20 个孔。该钻头切削没有困难，并且 PVC 管可承受钻削应力。该钻头上承受了最大重量 381 千克（840 磅），表明它可经受相当大的应力。

例 V

制造了具有 PVC 本体管 24 的四个 8 英寸（20 厘米）岩心钻头，本体管壁厚为 0.115”（.3cm）。分别将由 100 微米颗粒的 MCA 磨粒、SiC、WC 和熔融矾土层嵌到各管 24 的外表面 62 上，即通过将颗粒加热到约 200℃、然后在近似 100 米/秒的速度下将颗粒喷射到各聚合物体 24 表面 66 上。然后将管子冷却到室温，以使本体变硬并且可抓住颗粒。以例 III 的方式为各管子提供包括总共 16 个研磨段的钢制切削端 14。该 8”（20 厘米）PVC 钻头重约 3.6 千克（8 磅），表明与一重约 9 千克（20 磅）的类似传统钢制钻头相比减轻了 50% 以上的重量。这些钻头具有比一类似的未涂覆聚合物本体钻头高的耐磨强度，并可提供一使用寿命与例 III 所述类似条件下的研磨段 16 的使用寿命相当的管子。

例 VI

制造了一具有 PVC 本体管 24 的 8 英寸（20 厘米）岩心钻头，本体管壁厚为 0.115”（.3cm）。将由 100 微米颗粒的 MCA 磨粒层嵌到各管子 24 的外表面 62 上，即通过将颗粒加热到约 200℃、然后在近似 50 米/秒的速度下将颗粒喷射到各聚合物体 24 表面 66 上。然后将管子冷却到室温，以使本体变硬并且可抓住颗粒。以例 III 的方式为各管子提供包括总共 16 个研磨段的钢制切

削端 14。该 8”（20 厘米）PVC 钻头重约 3.6 千克（8 磅），表明与一重约 9 千克（20 磅）的类似传统钢制钻头相比减轻了 50% 以上的重量。这些钻头具有比一类似的未涂覆聚合物本体钻头高的耐磨强度，并且可提供一使用寿命与例 III 所述类似条件下的研磨段 16 的使用寿命相当的管子。

例 VII

制造了一具有 PVC 本体管 24 的 8 英寸（20 厘米）岩心钻头，本体管壁厚为 0.115”（.3cm）。将由 100 微米颗粒的 MCA 磨粒层嵌到管子 24 的外表面 62 上，即通过将颗粒加热到约 150℃、然后在近似 90 米/秒的速度下将颗粒喷射到各聚合物体 24 表面 66 上。然后将管子冷却到室温，以使本体变硬并且可抓住颗粒。以例 III 的方式为各管子提供包括总共 16 个研磨段的钢制切削端 14。该 8”（20 厘米）PVC 钻头重约 3.6 千克（8 磅），表明与一重约 9 千克（20 磅）的类似传统钢制钻头相比减轻了 50% 以上的重量。产生一光滑的涂层，同时看不到嵌在表面中各个颗粒。这些钻头具有比一类似的未涂覆聚合物本体钻头高的耐磨强度，并且可提供一使用寿命与例 III 所述类似条件下的研磨段 16 的使用寿命相当的管子。

例 VIII

制造了一与例 III 类似形式的 8”（20cm）直径的岩心钻头。该钻头制成有一壁厚为 0.120”（.3cm）（与钢制本体岩心钻头类似）的 PVC 本体管 24。将一金属切削端 14 粘接到 PVC 管上，并且将总共 16 个研磨段钎焊到钢切削端上。所用的研磨段为 1” X 0.275” X 0.175”（2.5cm x .7cm x .44cm）、并且密度为 30、30/50 目、SDA150+金刚石磨粒。聚合物管 24 的外表面 66 用重量百分比 40%WC 和 Liquid Plasteel™ 施涂。所用的 WC 磨粒粒度为 220（近似 50—70 微米）。该钻头重 3.9 千克（8.6 磅），表明与一重 9 千克（20 磅）的类似钢制本体钻头相比重量明显减轻。在一如例 I 所用的那样钢筋混凝土块中对该钻头进行试验。钻削电流保持在 20 至 22 安培之间，钻削是在 600 转/分钟主轴转速下进行的。与未涂覆的聚合物本体钻头的对照试样相比，该钻头的耐磨强度增强。

例 IX

制造了一与例 III 类似形式的 8”（20cm）直径的岩心钻头。该钻头包括由 PVC 和重量百分比约为 20% 的 WC 混合物模制成的聚合物基质管。该聚合物基质管壁厚为 0.120”（.3cm）（与钢制本体岩心钻头类似）。将一金属切削端 14

粘接到 PVC 管上，并且将总共 16 个研磨段钎焊到钢切削端上。所用的研磨段为 1" X 0.275" X 0.175" (2.5cm x .7cm x .44cm)、并且密度为 30、30/50 目、SDA150+金刚石磨粒。所用的 WC 磨粒粒度为 220 (近似 50—70 微米)。该钻头重约 3.6 千克 (8 磅)，表明与一重 9 千克 (20 磅) 的类似钢制本体钻头相比重量明显减轻。在一如例 I 所用的那样钢筋混凝土块中对该钻头进行试验。钻削电流保持在 20 至 22 安培之间，钻削是在 600 转/分钟主轴转速下进行的。与未涂覆的聚合物本体钻头的对照试样相比，该钻头的耐磨强度增强。

上述描述主要是为了说明本发明。虽然已经在图中示出并用实施例来描述说明了本发明，但本技术领域中的熟练人员应与理解，在本发明精神实质和范围中可对其形式和细节进行其它多种改变、删减和替换。

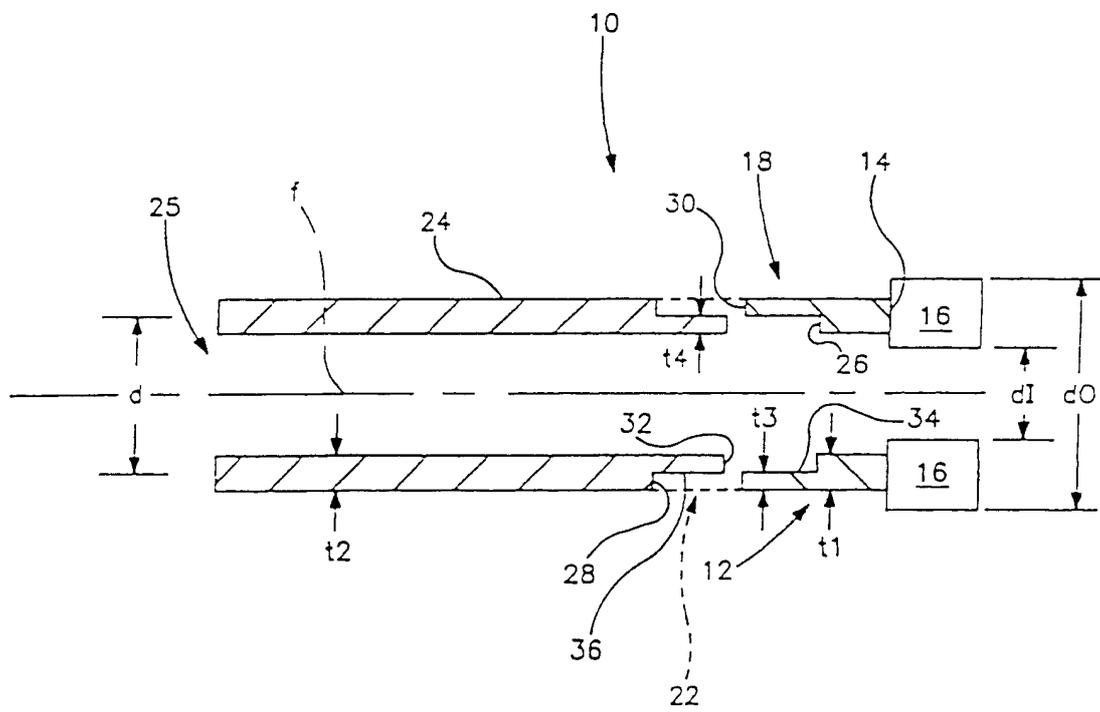


图 1

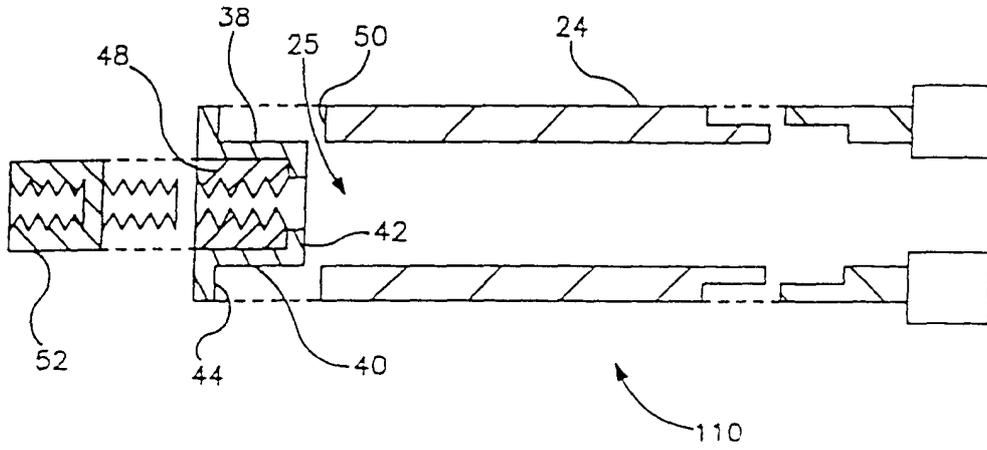


图 2

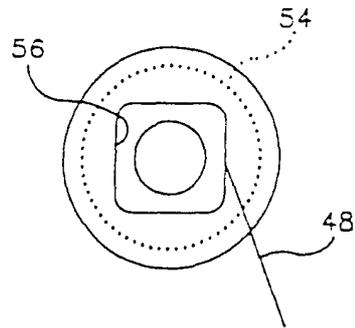


图 4

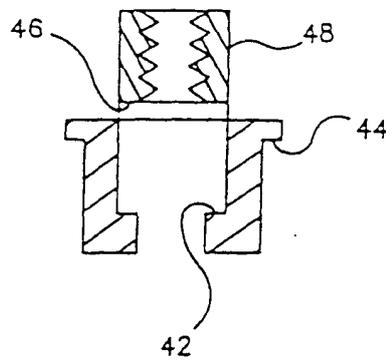


图 3

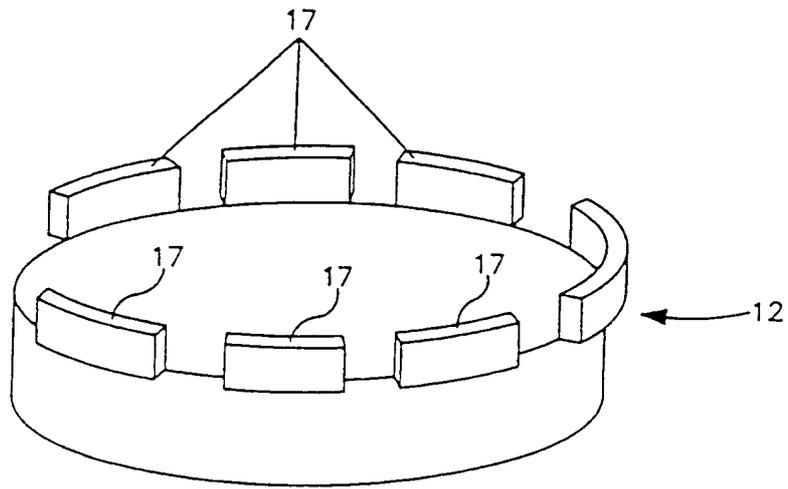


图 5

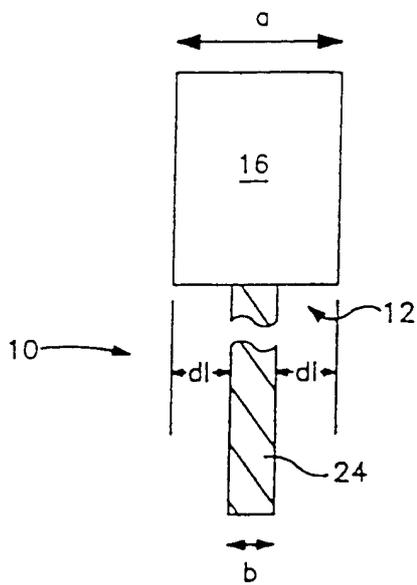


图 6

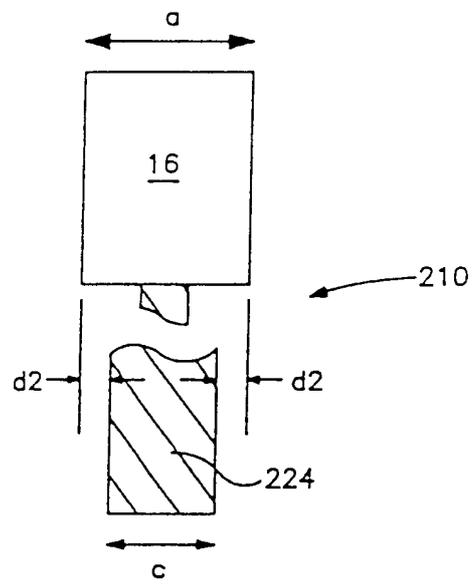


图 7

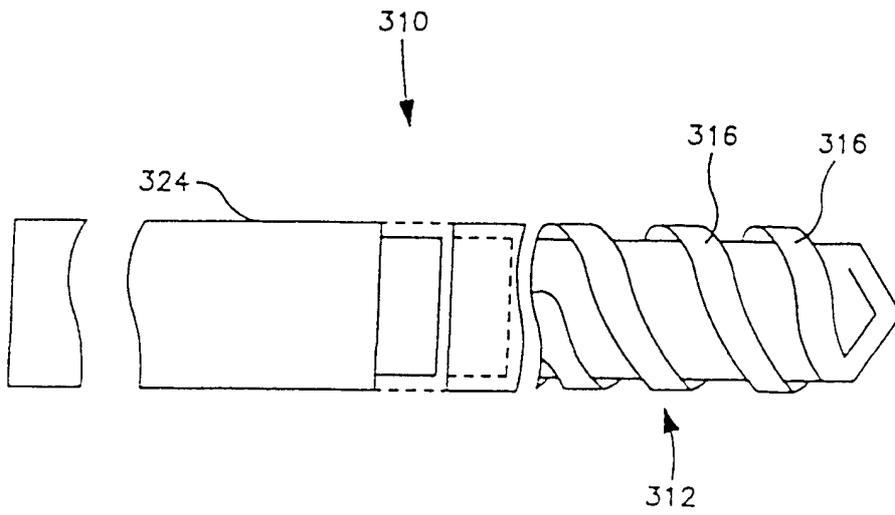


图 8

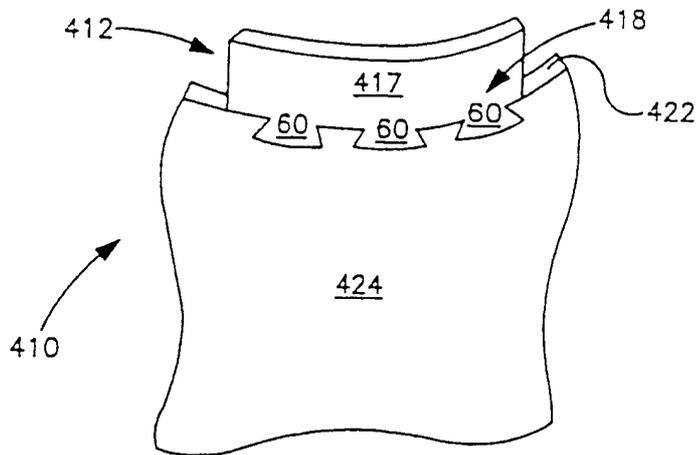


图 9

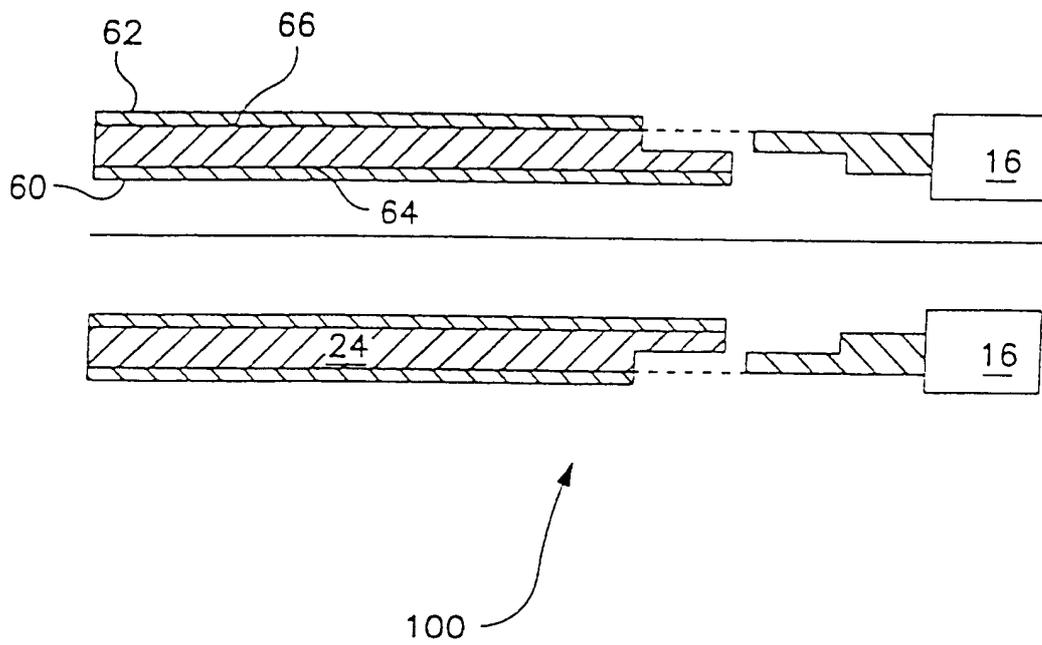


图 10

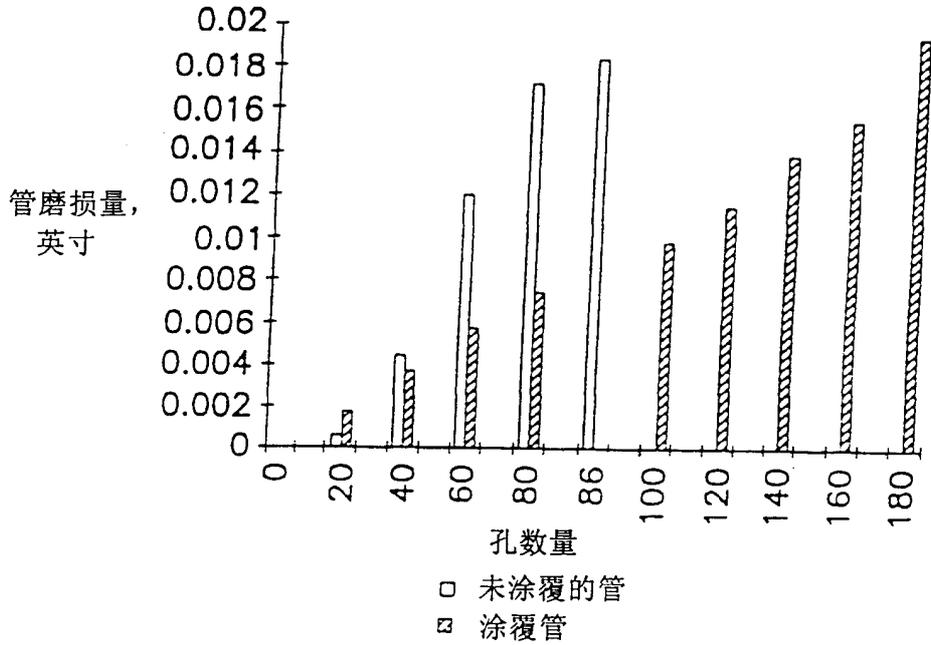


图 11

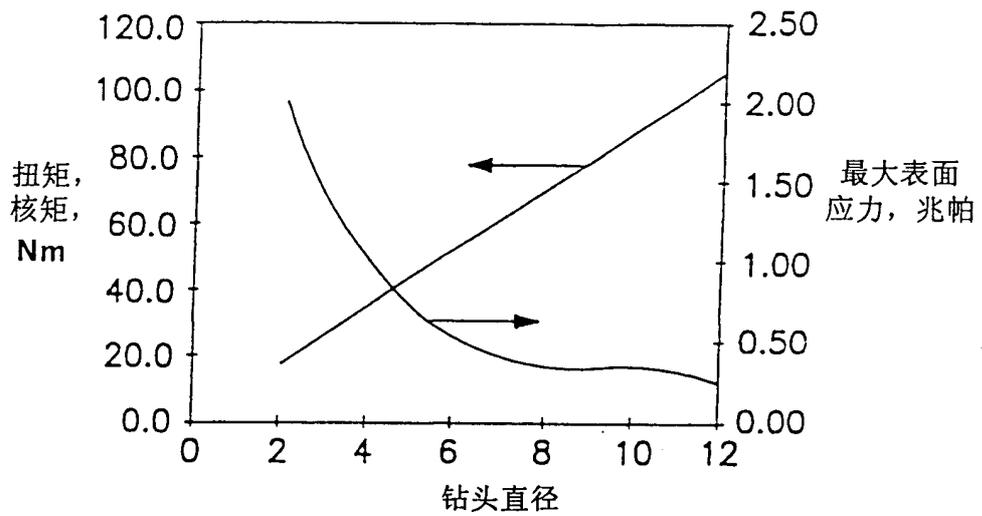


图 12