

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101160449 B

(45) 授权公告日 2012. 02. 08

(21) 申请号 200680012625. 3

(22) 申请日 2006. 02. 24

(30) 优先权数据
2005900871 2005. 02. 25 AU

(85) PCT申请进入国家阶段日
2007. 10. 16

(86) PCT申请的申请数据
PCT/AU2006/000241 2006. 02. 24

(87) PCT申请的公布数据
W02006/089367 EN 2006. 08. 31

(73) 专利权人 联邦科学和工业研究组织
地址 澳大利亚澳大利亚首都直辖区

(72) 发明人 加里·L·卡万欧

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
利商标事务所 11038
代理人 李镇江

(51) Int. Cl.
E21B 44/00 (2006. 01)

(56) 对比文件
US 3971449 , 1976. 07. 27, 全文.

CN 1475653 A, 2004. 02. 18, 全文.

CN 1571878 A, 2005. 01. 26, 全文.

CN 2544101 Y, 2003. 04. 09, 全文.

WO 97/08428 A1, 1997. 03. 06, 全文.

WO 97/08428 A1, 1997. 03. 06, 全文.

CN 1571713 A, 2005. 01. 26, 全文.

WO 92/12329 A1, 1992. 07. 23, 全文.

US 5449047 A, 1995. 09. 12, 全文.

审查员 江定国

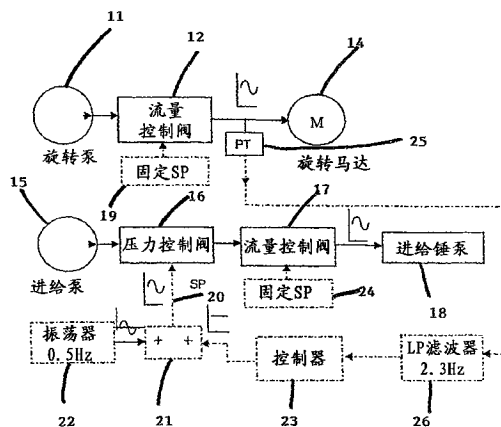
权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图 3 页

(54) 发明名称

用于控制挖掘装置的方法和系统

(57) 摘要

一种用于控制钻孔装置的方法, 包括以下步骤: 向钻孔装置的钻头部件施加旋转力, 以包括预定调制频率信号和预定进给力, 其中从与旋转力和进给力中至少一个相关联的感测数据, 周期地确定最佳的预定进给力, 以便优化钻孔装置的穿透速率。



1. 一种用于控制钻孔装置的方法,包括以下步骤:向钻孔装置的钻头部件施加旋转力,向钻头部件施加进给力,所述进给力包括预定调制频率信号和预定进给力,其中从与旋转力和进给力中至少一个相关联的感测数据,周期地确定最佳的预定进给力,以便优选钻孔装置的穿透速率。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其中从旋转力和进给力之一确定该最佳的预定进给力。

3. 如权利要求 1 所述的方法,其中预定调制频率信号具有恒定的幅度。

4. 如权利要求 1 所述的方法,包括组合预定调制频率与最佳预定频率的步骤。

5. 如权利要求 1 所述的方法,包括提供用以计算最佳预定频率的控制器。

6. 如权利要求 1 所述的方法,包括提供用以控制向钻头部件施加的进给力的压力控制阀的步骤。

7. 如权利要求 1 或 6 所述的方法,包括提供用以控制向钻头部件施加的旋转力的流量控制阀。

8. 如权利要求 1 所述的方法,其中所感测的数据包括从所感测旋转力解调的调制频率。

9. 如权利要求 1 所述的方法,包括改变调制频率信号的幅度的步骤。

10. 如权利要求 1 所述的方法,包括根据所感测的旋转力向进给力施加递增变化的步骤。

11. 如权利要求 10 所述的方法,其中选择递增变化,以降低所感测旋转力和最佳旋转力之间的差值。

12. 如权利要求 11 所述的方法,其中选择递增变化以降低进给力与最佳进给力的差值。

13. 如权利要求 1 或 12 所述的方法,包括在控制器中存储与对正在切削的预定材料而言最佳的进给力和旋转力相关的数据的步骤。

14. 如权利要求 1 所述的方法,包括在控制器中存储与对给定类型的钻孔装置或钻孔装置的部分而言最佳的进给力和旋转力相关的数据。

15. 如权利要求 1 所述的方法,包括存储与对于不同的正在钻的材料和不同的打钻类型之一而言的旋转力对进给力、和穿透速率对进给力和 / 或旋转力相关的比较数据的步骤。

16. 如权利要求 1 所述的方法,其中在范围上限和下限之间以递增值周期地改变进给力。

17. 如权利要求 16 所述的方法,其中范围上限和下限是进给力的正或负 15%。

18. 如权利要求 1 所述的方法,包括以大于调制频率的采样速率对旋转力进行采样的步骤。

19. 如权利要求 18 所述的方法,其中采样速率是调制频率的至少二十倍。

20. 一种用于控制钻孔装置的系统,包括:用以感测钻孔装置上旋转压力的旋转压力传感器;用以感测钻孔装置上进给压力的进给压力传感器;控制向钻孔装置施加的旋转压力或进给压力中至少一个的控制器;和调制装置,该调制装置向旋转压力和进给压力中的至少一个施加预定调制频率信号,由此控制器根据旋转压力或进给压力传感器中至少一个所感测的数据,周期地改变进给压力以便优化钻孔装置的穿透速率。

21. 如权利要求 20 所述的系统,其中控制器包括从旋转压力传感器抽取旋转压力的解调算法。

22. 如权利要求 20 所述的系统,其中控制器从所感测的旋转压力确定最佳的进给压力。

23. 如权利要求 20 所述的系统,其中旋转压力传感器具有至少为调制频率二十倍的采样速率。

24. 如权利要求 20 所述的系统,包括控制钻孔装置的旋转压力的旋转压力控制器。

25. 如权利要求 24 所述的系统,其中该旋转压力控制器包括流量控制阀。

26. 如权利要求 25 所述的系统,其中该旋转压力控制器控制钻孔装置的旋转马达。

27. 如权利要求 20 所述的系统,包括控制钻孔装置的进给压力的进给压力控制器。

28. 如权利要求 27 所述的系统,其中该进给压力控制器控制压力控制阀。

29. 如权利要求 20 所述的系统包括:组合器,其在将进给压力或旋转压力施加给压力控制阀或流量控制阀之前,组合调制频率信号与进给压力或旋转压力的预定最佳值中的至少一个。

30. 如权利要求 20 所述的系统,其中控制器设定流量控制阀的预定旋转压力。

31. 如权利要求 28 所述的系统,其中压力控制阀控制钻孔装置的锤泵或力致动器。

32. 如权利要求 20 所述的系统,其中控制器包括过滤从旋转压力传感器接收的数据的低通滤波器。

33. 如权利要求 20 所述的系统,其中控制器通过以一个递增值增加或减少先前施加的压力来周期地设定预定进给压力,从而更接近预定的最佳进给压力。

34. 如权利要求 33 所述的系统,其中递增值是恒量。

35. 如权利要求 33 所述的系统,其中每当控制器接收到与进给压力相关的数据时,该递增值改变。

36. 如权利要求 33 所述的系统,其中每当控制器接收到来自旋转压力传感器和进给压力传感器至少之一的信号时,该递增值改变。

37. 如权利要求 20 所述的系统,其中控制器周期地从旋转压力和进给压力传感器,确定钻孔装置的旋转压力和进给压力。

38. 如权利要求 20 所述的系统,其中控制器包括:处理装置,该处理装置计算来自传感器的旋转压力和进给压力,并将它们与用于钻孔装置的最佳穿透速率的旋转压力和进给压力的预定最佳值进行比较。

39. 如权利要求 38 所述的系统,其中预定最佳值包括操作该钻孔装置的上限和下限。

40. 如权利要求 39 所述的系统,其中预定最佳值确定为上限和下限之间的中间点。

41. 如权利要求 38 所述的系统,其中处理装置包括输出预定进给压力和旋转压力中至少一个的某个模块。

42. 如权利要求 41 所述的系统,其中新的预定进给压力和旋转压力中的至少一个与调制频率信号组合。

43. 如权利要求 42 所述的系统,其中调制频率信号的幅度是恒定的,并且小于实际进给压力或旋转压力的 15%。

44. 如权利要求 20 所述的系统,其中调制频率信号包括正弦或余弦函数之一。

45. 如权利要求 20 所述的系统,其中任意时刻 t 的旋转压力由以下公式确定:旋转压力

$$= RP + R_p \sin(\omega t + \theta)$$

其中 RP = 均值旋转压力水平

R_p = 调制旋转压力幅度

且 $\sin(\omega t + \theta)$ 是频率 ω 的调制正弦波, θ 为任意相位的延迟,频率 ω 是 0.5Hz。

46. 如权利要求 20 所述的系统,其中旋转压力信号的解调由控制器执行,并且包含使用感测到的旋转压力信号以构建与旋转压力信号同相的统一幅度波。

47. 如权利要求 46 所述的系统,其中该统一幅度波包括与旋转压力同相的正弦波,并且通过把统一幅度正弦波乘以旋转压力脉冲并取均值来构建。

48. 一种用于钻孔装置的控制器,包括:最佳穿透速率模块,配置为存储与基于钻孔装置施加的进给压力和 / 或旋转压力的对钻孔装置而言最佳的穿透速率相关的数据;输入端,配置为接收具有与耦合至该钻孔装置的传感器感测的旋转压力和进给压力中至少一个相关的数据的感测信号;处理器,它核对所感测的数据并解调所感测信号中的调制频率信号,以确定旋转压力和 / 或进给压力并递增旋转压力和 / 或进给压力,从而输出更接近优化穿透速率所要求的最佳旋转压力和 / 或进给压力的旋转压力和 / 或进给压力的递增值;以及输出端,它输出旋转压力和 / 或进给压力的递增值以控制该钻孔装置。

49. 如权利要求 48 所述的控制器,其中输入端配置为接收包含预定幅度的调制频率的所感测旋转压力信号。

50. 如权利要求 48 所述的控制器,其中调制频率是施加给钻孔装置的进给压力致动器的同一调制频率。

51. 如权利要求 49 所述的控制器,其中最佳穿透速率模块存储与穿透速率对进给压力和进给压力对旋转压力之间的图形关系相关的数据。

52. 如权利要求 51 所述的控制器,其中最佳穿透速率模块根据不同钻孔装置和正钻孔的材料中的至少一个,来确定最佳进给压力。

53. 如权利要求 49 所述的控制器,其中处理器利用最优选算法从所感测数据确定最佳进给压力和旋转压力。

54. 如权利要求 49 所述的控制器,包括:输出端,其配置为与钻孔装置的压力控制阀相连,并且配置为与组合器相连,该组合器组合调制频率信号与从该控制器输出的进给压力信号。

55. 如权利要求 49 所述的控制器,包括组合器。

56. 如权利要求 16 所述的方法,其中进给压力和旋转压力中至少一个的变化被监视,并且参考与正钻孔的不同材料类型相关的预定数据,以便确定正钻孔的材料的至少一个特性。

57. 如权利要求 13 所述的方法,其中控制器根据所感测旋转或进给压力的变化,输出关于至少一个材料特性的数据。

用于控制挖掘装置的方法和系统

技术领域

[0001] 本发明涉及采矿和建筑业,更具体而言涉及钻孔装置。

背景技术

[0002] 目前的采矿方法涉及使用用来在岩石上钻孔的装置组合,将炸药放在孔中,然后起爆炸药来炸碎岩石。

[0003] 用于该目的的典型钻孔装置由向该装置的钻头部件施加旋转扭矩的马达和向钻头部件施加前向力的机构控制。用于施加扭矩和力的装置可以是液压马达或汽缸,风动马达或汽缸,或电动马达中的一个或组合。各种各样的机构用来将扭矩源或力源施加给钻头部件,包括使用链条,绳索或齿轮或启闭装置(leaver)。

[0004] 在所有钻孔操作中,希望在保持孔精确度的同时能够最大化所钻岩石的穿透速率。然而这是一个困难的目标,并且迄今为止还没有成功地实现。因此尽管对于给定类型的岩石或所钻材料而言,对于给定的旋转扭矩已经有最佳的进给力,但是还没有开发出能够成功地控制钻孔以便在整个孔的长度上确保持续的最大岩石穿透速率的装置。

[0005] 本发明提供一种用于控制钻孔装置以提高钻孔操作期间穿透速率的方法和系统。

[0006] 应当理解,钻孔装置意图覆盖在采矿或诸如冲击和旋转钻孔的其他应用中,用于挖掘诸如岩石等材料的所有类型的切削装置。

发明内容

[0007] 根据本发明的第一方面,提供一种用于控制钻孔装置的方法,它包括以下步骤:向钻孔装置的钻头部件施加旋转扭矩,以包括预定调制频率信号和预定进给力的进给力向钻头部件施加进给力,其中从与旋转扭矩或进给力中至少一个相关联的感测数据,周期地确定最佳的预定进给力,以便优化钻孔装置的穿透速率。

[0008] 最好是仅从旋转扭矩或仅从进给力确定最佳的预定进给力。

[0009] 最佳的预定进给力最好是包括落在进给力最佳范围之内进给力。

[0010] 预定调制频率信号最好是具有恒定的幅度。

[0011] 该方法可以包括组合预定调制频率与最佳预定频率的步骤。

[0012] 该方法最好是包括提供用以计算最佳预定频率的控制器。

[0013] 在进给力由或液压或气动装置施加的情况下,该方法可以包括提供用以控制向钻头部件施加的进给力的压力控制阀的步骤。在这种情况下,进给力由进给压力控制,并称作进给压力。

[0014] 在旋转扭矩由液压或气动装置施加的情况下,该方法最好是包括提供用以控制向钻头部件施加的旋转压力的流量控制阀。在这种情况下,旋转扭矩由旋转压力控制,并称作旋转压力。

[0015] 所感测的数据可以包括从所感测旋转压力解调的调制频率。

[0016] 压力阀最好是控制至少一个进给锤泵,链条或绳索。

- [0017] 流量阀最好是控制至少一个马达。
- [0018] 最好是钻头部件包括一个或更多锤泵或马达。
- [0019] 该装置最好是分别地包括诸如锤泵和马达的进给机构。
- [0020] 该装置可以包括控制链或电动马达。
- [0021] 该方法可以包括用于分别测量和控制进给锤泵和马达的数个压力阀和流量阀和换能器。
- [0022] 根据一个实施例,该方法包括改变调制频率信号的幅度的步骤。
- [0023] 该方法可以包括根据所感测的旋转压力向进给压力施加递增变化的步骤。
- [0024] 最好是对递增变化加以选择,以降低所感测旋转压力和最佳旋转压力之间的差值。
- [0025] 可以选择递增变化以降低进给压力与最佳进给压力的差值。
- [0026] 该方法最好是包括在控制器中存储与对正切削的预定材料而言最佳的进给压力和旋转压力相关的数据的步骤。
- [0027] 该方法最好是包括在控制器中存储与对给定类型的钻孔装置或钻孔装置的部分而言最佳的进给压力和旋转压力相关的数据。
- [0028] 该方法可以包括存储对于以下不同内容的比较数据的步骤,该比较数据例如与旋转压力对进给压力,和穿透速率对进给压力和 / 或旋转压力相关的图解数据:
- [0029] a. 不同的材料(岩石,矿物等);或
- [0030] b. 不同的钻孔部件 / 类型
- [0031] 可以在范围上限和下限之间以递增值周期地改变进给压力。
- [0032] 范围上限和下限最好是进给压力的 + 或 -15%。
- [0033] 该方法最好是包括以大于调制频率的采样速率对旋转压力进行采样的步骤。
- [0034] 采样速率最好是调制速率的至少 20 倍以克服噪声水平。
- [0035] 根据本发明的另一方面,提供一种用于控制钻孔装置的系统,它包括:用以感测钻孔装置上旋转压力的旋转压力传感器;用以感测钻孔装置上进给压力的进给压力传感器;控制向钻孔装置施加的旋转压力或进给压力中至少一个的控制器;及调制装置,该调制装置向旋转压力或进给压力中的至少一个施加预定调制频率信号,由此控制器根据旋转压力或进给压力传感器中至少一个所感测的数据,周期地改变进给压力以便优化驱动装置的穿透速率。
- [0036] 控制器最好是包括从旋转压力传感器抽取旋转压力的解调算法。
- [0037] 控制器可以从所感测的旋转压力确定最佳的进给压力。
- [0038] 旋转压力传感器最好是具有至少为调制频率 20 倍的采样速率。
- [0039] 调制频率最好是根据钻孔控制系统的恒量来确定。
- [0040] 可以设定采样速率以最小化噪声干扰。
- [0041] 该系统最好是包括控制钻孔装置的旋转压力的旋转压力控制器。
- [0042] 该旋转压力控制器可以包括流量控制阀。
- [0043] 该旋转压力控制器最好是控制诸如钻孔机选择马达的马达。
- [0044] 该系统可以包括控制钻孔装置的进给压力的进给压力控制器。
- [0045] 该进给压力控制器可以控制压力控制阀。

[0046] 该系统可以包括：组合器，其在将进给压力或旋转压力施加给压力控制阀或流量控制阀之前，组合调制频率信号与进给压力或旋转压力的预定最佳值中的至少一个。

[0047] 控制器可以设定流量控制阀的预定旋转压力。

[0048] 举例来说根据正钻孔的材料和钻孔设备的类型，对钻孔操作而言预定旋转压力可以是固定的。

[0049] 该系统可以包括用于控制旋转进给压力的数个阀。

[0050] 压力控制阀最好是控制诸如液压或气动锤泵的锤泵。

[0051] 根据另一实施例，该系统包括用于施加进给压力和旋转压力的控制链条或电动马达。

[0052] 控制器可以包括过滤从旋转压力传感器接收的数据的低通滤波器。

[0053] 控制器最好是包括增加和减少向钻孔装置施加的进给压力。

[0054] 控制器可以通过增加和减少先前施加的进给压力来周期地设定预定进给压力，从而更接近预定的最佳进给压力。

[0055] 增加和减少最好是包括落在预定最佳值以上或以下的值域之内的递增值。

[0056] 该递增值最好是恒量。

[0057] 可选地每当控制器接收到与进给压力相关的数据时，该递增值改变。

[0058] 可选地每当控制器接收到来自旋转压力传感器和 / 或进给压力传感器的信号时，该递增值改变。

[0059] 控制器可以周期地确定钻孔装置的旋转压力和进给压力。

[0060] 控制器最好是周期地从旋转压力和进给压力传感器，确定钻孔装置的旋转压力和进给压力。

[0061] 控制器可以包括：处理装置，它核对来自传感器的旋转压力和进给压力，并将它们与用于对钻孔装置最佳的穿透速率的旋转压力和进给压力的预定最佳值进行比较。

[0062] 该预定最佳值最好是包括操作该钻孔装置的上限和下限。

[0063] 预定最佳值可以确定为上限和下限之间的中间点。

[0064] 处理装置最好是包含包括输出新的预定进给压力和 / 或旋转压力的硬件和 / 或软件的模块。

[0065] 新的预定进给压力和 / 或旋转压力可以与调制频率信号组合。

[0066] 调制信号的幅度最好是恒定的，并且小于实际进给压力或旋转压力的 15%。可选地它为上限和下限之间差值的一半。

[0067] 调制频率信号可以是正弦或余弦函数。

[0068] 任意时刻 t 的旋转压力可以由以下公式确定：旋转压力

$$[0069] = RP + R_p \sin(\omega t + \theta)$$

[0070] 其中 RP = 均值旋转压力水平

[0071] R_p = 调制旋转压力幅度

[0072] 且 $\sin(\omega t + \theta)$ 是频率 ω 的调制正弦波， θ 为任意相位的延迟。频率 ω 可以是 0.5 Hz。

[0073] 旋转压力信号的解调最好是由控制器执行，并且包含使用感测到的旋转压力信号以构建与旋转压力信号同相的统一幅度波。

[0074] 根据一个实施例,通过把统一幅度正弦波乘以旋转压力脉冲并取均值,来构建与旋转压力同相的统一幅度正弦波。

[0075] 根据本发明的另一方面,提供一种用于钻孔装置的控制装置,它包括:最佳穿透速率模块,配置为存储与基于钻孔装置施加的进给压力和/或旋转压力的对钻孔装置而言最佳的穿透速率相关的数据;输入端,配置为接收具有与通过耦合至该钻孔装置的传感器感测的旋转压力和进给压力中至少一个相关的数据的感测信号;处理器,它核对所感测的数据并解调所感测信号中的调制信号,以确定旋转压力和/或进给压力并递增旋转压力和/或进给压力,从而输出更接近于优化穿透速率所要求的最佳旋转压力和/或进给压力的旋转压力和/或进给压力的递增值;以及输出端,它输出旋转压力和/或进给压力的递增值以控制该钻孔装置。

[0076] 该模块最好是包括硬件和/或软件。

[0077] 输入端可以配置为接收包含预定幅度的调制频率的所感测旋转压力信号。

[0078] 调制频率最好是与施加给钻孔装置的进给压力致动器的调制频率相同。

[0079] 最佳穿透速率模块可以存储与穿透速率对进给压力和进给压力对旋转压力之间的图形关系相关的数据。

[0080] 该模块最好是对于不同的钻孔装置、正钻孔的材料和影响最佳穿透速率的任何其他因素确定最佳进给压力。

[0081] 处理器可以利用最优选算法通过所感测数据来确定最佳进给压力和/或旋转压力。

[0082] 处理器可以利用具有先前或在下文中描述的任一特征的解调算法。

[0083] 根据本发明的一个实施例,控制装置包括配置为与钻孔装置的压力控制阀相连的输出端。

[0084] 根据本发明的另一实施例,控制装置包括与组合器相连的输出端,该组合器组合调制频率信号与从该控制装置输出的进给压力信号。

[0085] 根据一个实施例该控制装置包括组合器。

[0086] 所钻的不同材料类型最好是包括矿物,岩石和任意其他物质。

[0087] 对进给力、旋转力和旋转扭矩的参考最好是包含进给压力或旋转压力或包含分力的任意其他变量。

附图说明

[0088] 现在将参照附图,来描述仅仅作为举例的本发明的优选实施例,在附图中:

[0089] 图 1 示出了根据本发明优选实施例的钻孔装置的控制系统的示意图;

[0090] 图 2 示出了作为进给压力函数的旋转压力和穿透速率的图形显示;

[0091] 图 3 示出了软岩石,中等硬度岩石和硬岩石的旋转压力对进给压力的图形显示;及

[0092] 图 4 示出了为了选择钻头部件,作为进给压力的函数的旋转压力的图形表示。

具体实施方式

[0093] 如图 1 所示,示出了带有旋转泵 11,流量控制阀 12 和旋转马达 14 的钻孔装置。另

外该钻孔装置还具有进给泵 15, 压力控制阀 16, 流量控制阀 17 和进给锤泵 18。

[0094] 用于控制钻孔装置操作的系统由去往流量控制阀的输入端 19, 去往压力控制阀的输入端 20 组成, 该输入端 20 是具有来自振荡器 22 和控制器 23 的输入端的, 来自组合器 21 的输出端。

[0095] 输入端 24 提供给流量控制器 17。可选地可以使用通 / 断阀。

[0096] 液压压力换能器 25 感测旋转压力, 并通过低通滤波器 26 与控制器 23 相连。

[0097] 图 1 所示的控制系统控制钻孔装置的钻孔进给压力, 以产生尽可能接近最佳的钻孔操作。在优选实施例中, 最佳钻孔取决于哪些参数要进行优化。这些参数中的一些包括最大穿透速率, 钻取与所建议通道和钻孔偏离最小的钻孔, 以便获取设备的最大经济价值。影响钻孔操作的参数包括所钻材料, 设备状况, 钻孔岩屑的清除以及设备性能。

[0098] 在优选实施例中, 图 1 所示的简图涉及在硬岩采矿中使用“顶部孔眼”型钻孔的冲击钻孔装置的控制。

[0099] 在硬岩采矿中的冲击钻孔中, 通过重复地向岩石钻头应用很大的冲力来实现穿透。

[0100] 在通过用带有或不带有添加剂的空气或水冲洗在钻孔区域清除每个冲击或岩石颗粒之后, 对着合适的点旋转钻头。

[0101] 用于冲击钻孔的钻头通常由带有钮扣形突起的圆柱形表面构成, 这些钮扣形突起与岩石直接接触。

[0102] 这些突起由耐磨材料制成。当装填钻头时, 这些突起压碎并开裂它们所接触的岩石断面。

[0103] 为了操作冲击型钻孔, 有许多要求。这些要求包括:

[0104] 提供冲击力和冲击频率的冲击压力;

[0105] 保持钻头与岩石接触的进给力;

[0106] 转动钻头的旋转扭矩;

[0107] 携带从钻头前部掉下的岩屑的冲洗介质;

[0108] 这些服务由钻孔机提供。

[0109] 钻孔机可以是“顶部孔眼”型的, 其中钻孔机位于孔眼外部并通过钻杆柱来接触钻头, 或者是“孔眼内”型的, 其中钻孔机位于孔眼中并紧密地附于钻头上。

[0110] 图 1 所示的控制系统基于钻孔操作期间所观测的, 旋转压力 / 进给压力和穿透速率 / 进给之间的关系。

[0111] 进给泵 15 操作进给锤泵 18, 而锤泵所施加的进给压力 / 力由压力控制阀 16 和流量控制阀 17 控制。因此当阀 16, 17 两者完全开启时, 液压锤泵 18 提供将岩石钻孔机推进到岩石中的最大进给力。

[0112] 旋转泵 11 驱动提供旋转扭矩以旋转岩石钻孔机钻头的液压马达 14。流量控制阀 12 控制旋转泵 11 向马达 14 施加的速度 / 扭矩。当流量控制阀 12 完全开始时, 马达 14 以最大旋转扭矩来运行。

[0113] 进给力与进给力泵锤中的液压压力完全成比例, 而旋转扭矩与旋转马达的液压压力完全成比例。压力换能器 25 获取施加给马达 14 的旋转压力读数, 而进给压力换能器 (未示出) 能够提供关于进给泵锤 14 施加的进给压力的数据。

[0114] 图 2 示出了冲击硬岩钻孔操作期间,作为进给压力函数的旋转压力和穿透速率的曲线。图 2 所示的图形曲线表示旋转压力 / 进给压力曲线的拐点出现在穿透速率处于最大值的进给压力水平处。与曲线拐点相对应的进给压力水平是当穿透速率为优选参数时实现最佳钻孔所要求的值。

[0115] 为了实现实时控制,可能要求在钻孔期间生成这些曲线,以允许对钻孔参数进行实时调整以适应岩石状况和钻孔机设置。由于所需的时间和持续改变的进给压力水平的实际情况,使得生成这些曲线是不可行的。

[0116] 依照优选实施例,振荡器 22 提供低频的,低幅度循环变化的压力信号来控制压力控制阀 16。以从振荡器 22 到组合器 21 的调制信号的形式来施加该压力信号。控制器所施加的起始进给压力也输入给组合器 21 并与该调制信号进行组合,以便提供用于压力控制阀 16 的进给压力的设定点或起始值。

[0117] 调制信号具有 0.5Hz 的设定频率,因此施加给压力泵锤 18 的进给压力能够具有在源自于控制器 23 的基础进给压力信号顶部出现的恒定压力波动。因为旋转压力受图 2 所示关系示出的进给压力的影响,因此对于施加给马达 14 的旋转压力信号,也可以观测在进给压力信号上出现的压力波动。

[0118] 图 2 所示的旋转压力 / 进给压力表示拐点上方的曲线斜率是大于拐点下方斜率的幅度级。换句话说,拐点上方曲线的梯度远远大于拐点下方的梯度。也就是说,在拐点以下当增大进给压力时旋转压力保持相对恒定。在拐点以上旋转压力随着进给压力而增大。由此得出结论,当进给压力从低水平增加到最佳操作水平并超出时,所得到的旋转压力脉冲将会显著地增大幅度。

[0119] 旋转压力 / 进给压力曲线的拐点可以视为通过穿透速率对进给压力而绘制曲线的最大值点。然而,通过图 2 所示的两个曲线很显然,存在由进给压力上限 30 和进给压力下限 31 确定的最佳范围。因此,图 1 所示的控制器周期地重设压力控制值的设定点压力,以保持上限 30 和下限 31 之间的进给压力。振荡器 22 设置于这样的频率,它能够获得最小化噪声干扰的采样速率,并允许控制器改变压力控制阀施加的进给压力,以获得分别控制进给压力和旋转压力的电子和机械部件的响应性。

[0120] 因此,图 1 所示的控制系统提供了通过向进给压力施加调制信号,并感测关于由压力换能器 25 所感测的旋转压力的调制信号,来控制钻孔装置的一种方式例子。

[0121] 最初钻孔机选择马达 14 受阀 12 控制,阀 12 是电动 / 液压流量控制阀。根据有关钻孔装置的初始化数据,所钻材料和预定的最佳旋转压力,将阀 12 的旋转压力设置在固定的设定点。

[0122] 进给泵锤 18 受阀 16 和 17 控制。阀 17 是电动 / 液压流量控制阀,它具有根据用以优选进给泵锤 18 的进给压力阀的初始化数据的固定设定点。

[0123] 另外阀 16 是电动 / 液压压力控制阀,并控制进给泵锤 18 的压力水平。

[0124] 阀 16 的初始设定点 20 是来自振荡器 20 的 0.5Hz 正弦波与控制器 23 所计算的值的总和。这导致 5 巴 (bar) 的循环进给压力变化施加给从控制器 23 输出的压力水平。

[0125] 控制器 23 接收关于来自压力换能器 25 的旋转压力水平的数据,以及非强制地接收进给压力换能器 (未示出) 所测量的进给压力。在输入给控制器 23 之前,用 2.3Hz 截止频率的低通滤波器 26 对所感测的信号进行滤波。

[0126] 控制器执行解调算法以抽取旋转压力脉冲,该脉冲具有由于图 2 所示图形显示中所示的旋转压力和进给压力之间的依赖关系,而在它上面感应的调制频率信号。

[0127] 通过解调算法而计算的旋转压力的值,表示是否需要增大或减小进给压力,以优选旋转压力的值,从而优选穿透速率。应当注意,分析要施加给调制信号的数据的可选方式是施加调制信号给旋转压力,并将旋转压力保持在上限和下限内,从而监视出现在进给压力信号上的压力脉冲或调制信号。

[0128] 由于调制频率确定所要求的采样速率,将采样速率设置为调制频率的至少 20 倍以确保它可以超出噪声水平而检测到。调制频率通过钻孔控制系统的时间常数来确定。根据一个例子,在其上执行测试的钻孔机具有 0.2 秒的呆滞时间,以及 0.75 秒的时间常数。因此将调制频率设置为 0.5Hz。更快的控制系统将使用更高的调制频率。振荡器 22 所施加的调制频率信号可以表示为 $E_p \sin(\omega t + \theta)$

[0129] 其中 E_p = 调制频率信号的幅度;

[0130] ω = 调制信号的频率;及

[0131] θ = 调制频率信号的相位。

[0132] 由于控制器提供非常逼近最佳值的进给压力值,该值 FP 与调制频率信号进行组合,以便给出压力控制阀 16 的设定点并得出表达式 $FP + E_p \sin(\omega t + \theta)$ 。

[0133] 由于调制信号也出现在旋转压力水平上,压力换能器 25 检测用 $RP + R_p \sin(\omega t + \theta)$ 表示的旋转压力信号,其中:

[0134] RP = 均值旋转压力水平;

[0135] R_p = 调制旋转压力幅度;及

[0136] $\sin(\omega t + \theta)$ 是 0.5Hz 的调制余弦波。

[0137] 为了抽取旋转压力脉冲幅度,使用以下技术来解调旋转压力信号。

[0138] 1. 通过减去以下方程中所示的均值,从旋转压力信号中除去 RP :

$$[0139] \quad \mathbf{RP + R_p \sin(\omega t + \theta) - \overline{RP + R_p \sin(\omega t + \theta)} = R_p \sin(\omega t + \theta)}$$

[0140] 2. 构建与下述旋转压力脉冲波同相的统一幅度正弦波:

[0141] 将统一幅度正弦波乘以旋转压力脉冲并取均值。

$$[0142] \quad \overline{\sin(\omega t) \times R_p \sin(\omega t + \theta)} = \frac{R_p}{2} \cos(\theta)$$

[0143] 将统一幅度余弦波乘以旋转压力脉冲并取均值:

$$[0144] \quad \overline{\cos(\omega t) \times R_p \sin(\omega t + \theta)} = \frac{R_p}{2} \sin(\theta)$$

[0145] 使用上述结果来计算 θ :

$$[0146] \quad \arctan \left(\frac{\frac{R_p}{2} \sin \theta}{\frac{R_p}{2} \cos \theta} \right) = \theta$$

[0147] 与压力脉冲同相的统一幅度正弦波为

[0148] $\sin(\omega t + \theta)$

[0149] 3. 可以通过解调与统一幅度正弦波同相的循环压力信号来计算旋转压力脉冲高度:

$$[0150] \quad 2 \times \overline{\sin(\omega t + \theta) \times R_p \sin(\omega t + \theta)} = 2 \times \frac{R_p}{2} \cos(0) = R_p$$

[0151] 一旦通过控制器 23 确定了 R_p 的值, 就可以使用递增算法, 或可选地使用控制电路来产生新的 FP 值。接下来旋转压力脉冲 R_p 的幅度可以与固定用来确定所得到的旋转压力的旋转脉冲水平进行组合。由于对于钻孔装置和所钻材料的固定参数来说, 旋转压力与进给压力之间的关系是已知的, 来自旋转压力 / 进给压力曲线的梯度值用来来回计算所需的进给压力脉冲高度, 以获得所检测的旋转压力脉冲水平。接下来控制器根据如下陈述的方法步骤来递增进给压力水平:

[0152] 1. 将液压进给压力水平设置为 30 巴。

[0153] 2. 每隔 2 秒解调一次旋转压力脉冲高度。

[0154] 3. 如果旋转压力脉冲 < 30 巴, 将进给压力增大 5 巴。

[0155] 4. 如果旋转压力脉冲 > 30 巴, 将进给压力减小 5 巴。

[0156] 5. 将新的进给压力水平输出给合成器 21。

[0157] 6. 连续重复程序, 以便将进给压力保持在最佳钻孔范围。

[0158] 这些方法步骤可以由控制电路形式的硬件执行, 或者也可以是能够输出进给压力电平的软件形式的控制算法。

[0159] 应当注意, 可以通过梯度和噪声级来选择调制频率的幅度。在所执行的实验中, 当在旋转压力 / 进给压力曲线的拐点上方钻孔时, 对于 0.5Hz 的调制频率, 要求所得到的旋转压力脉冲具有大于 20 巴的幅度。

[0160] 根据本发明的一个实施例, 控制器存储与前述旋转压力、进给压力, 以及图 3 中所示不同岩石类型的穿透速率相关的图形数据。该图示出了在作为推力 (进给压力) 函数的扭矩 (旋转压力) 的曲线图中, 梯度如何对于不同的岩石类型发生变化。因此如同所示, 岩石类型越硬则梯度越低。

[0161] 除了用于对相同类型的岩石进行钻孔的不同尺寸的钻头以外, 图 4 示出了对于不同尺寸的钻头而言相对恒定的梯度。

[0162] 更多实验也显示了对于相同类型岩石中所用钻孔装置中使用的不同数目的钻杆柱, 如何在旋转压力对进给压力曲线的拐点以上具有相对恒定的梯度。

[0163] 在控制器中, 图形数据可以存储为等效的数学表达形式, 它能够使用上述系统实现对进给压力更简单的反馈控制。根据在硬岩上使用钻孔装置的一个实施例, 唯一需要预先设置的参数就是进给和旋转压力的最大值和最小值限制。因此控制器根据先前系统持续地递增进给压力的值, 以确保进给压力水平在上限与下限之间优选。

[0164] 在前述情况下, 在使用中为钻孔装置找到的优选进给压力或旋转压力提供对岩石钻孔特性的测量。当钻孔机从一种岩石类型移动到另一种岩石类型上时, 控制器能够确定新的优选钻孔压力, 从而这些压力提供对岩石类型的测量, 该测量对于采矿的设计和管理而言是很有用的信息。对于该例, 该信息可以用来指示钻孔机何时穿越了矿石和废料的边界。

[0165] 在旋转压力 / 进给压力曲线的梯度根据钻孔机设置和岩石状况而发生显著变化的情形下, 控制器可以设置为监视与钻孔装置和岩石状况相关的参数, 并将这些关联回所存储的图形 / 数学模型, 从而控制器可以对各种参数值的集合, 确定最好的上限和下限。

[0166] 应当理解,如果此处参考了任何现有技术的出版物,这些参考并不构成这样的承认,即在澳大利亚或任何其他国家,这些出版物构成本领域公知常识的一部分。

[0167] 在随后的权利要求中,并且在本发明的前述描述中,除了在上下文由于表述语言或必要的隐含另有要求的情况下,单词“comprise(包括)”或诸如“comprises”或“comprising”的变体在内含的意义上使用,即指定了所陈述特征的存在,但并不排除本发明各个实施例中其他特征的存在或添加。

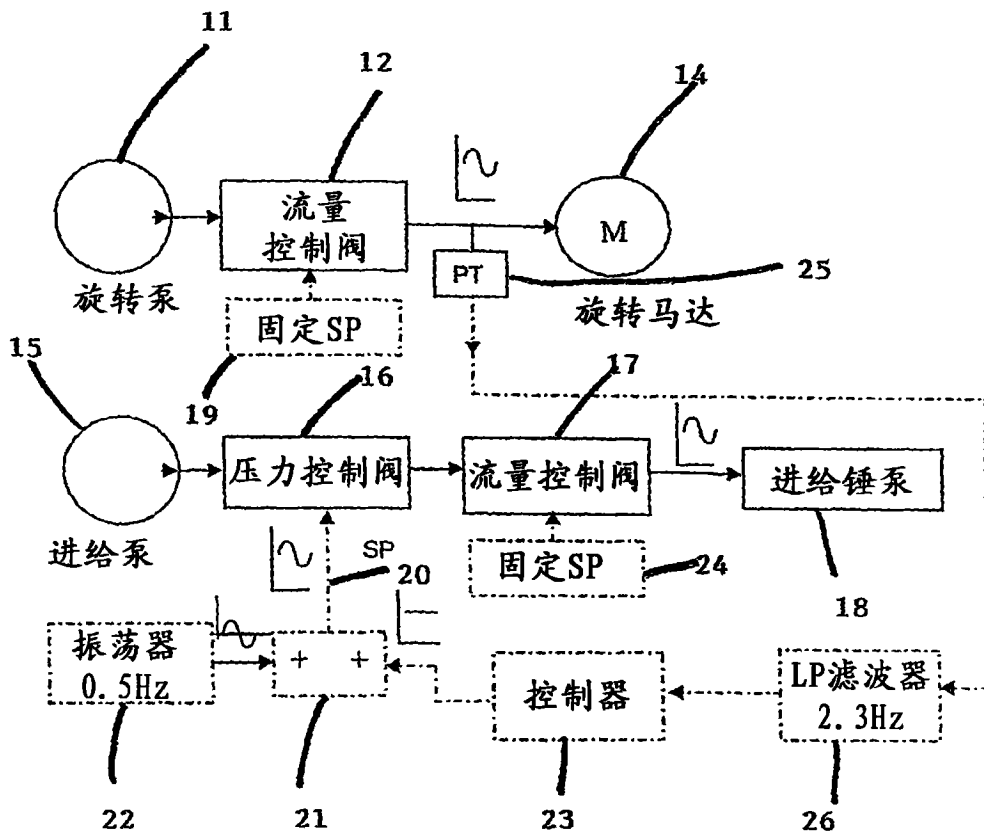


图1

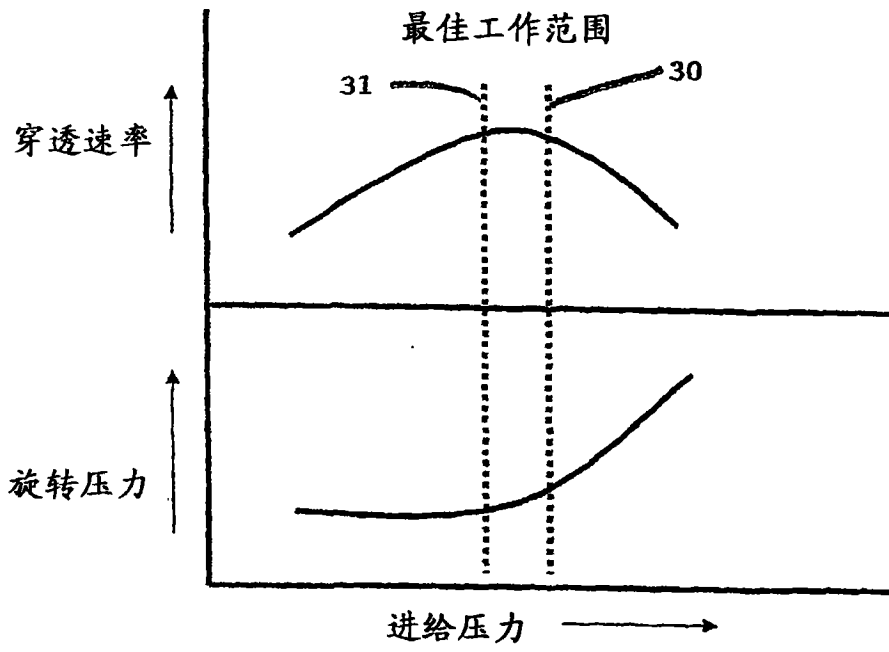


图2

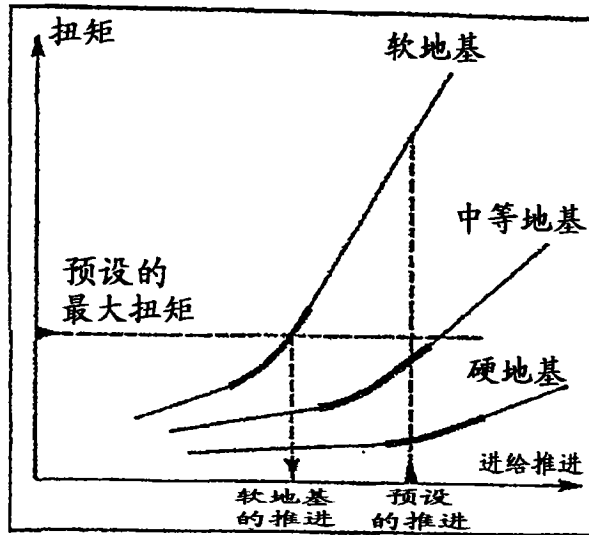


图3

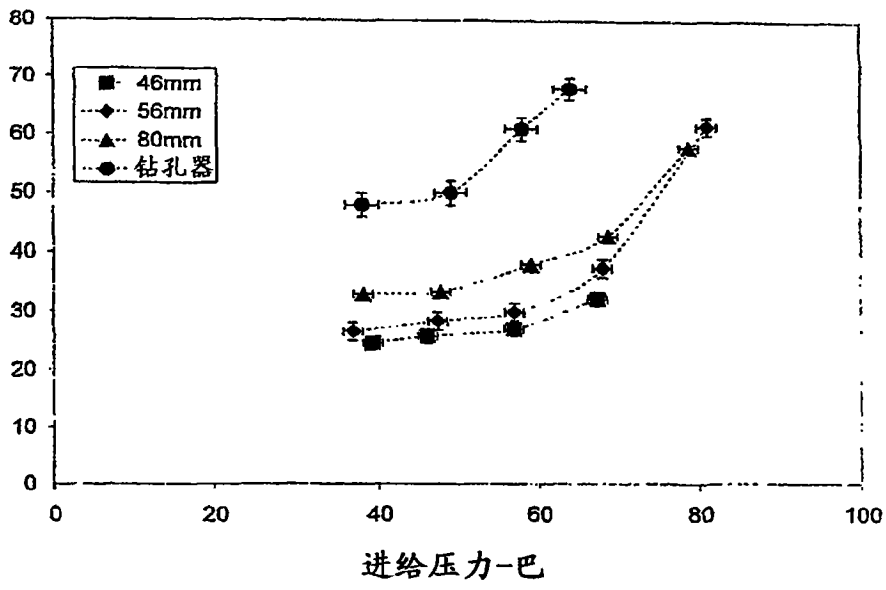


图4