

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2023 年 12 月 28 日 (28.12.2023)



(10) 国际公布号
WO 2023/246013 A1

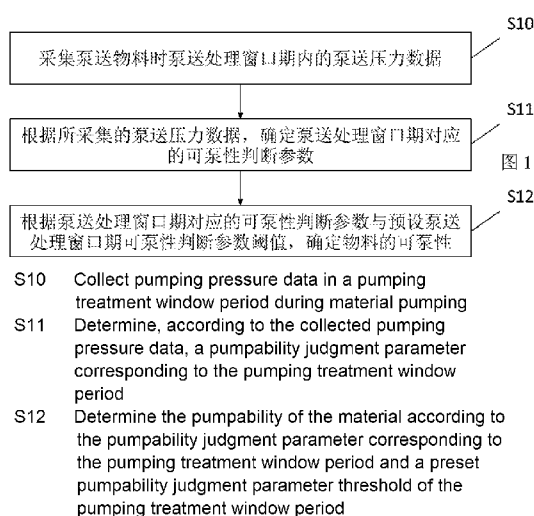
- (51) 国际专利分类号:
F04B 15/02 (2006.01) **F04B 51/00** (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2022/139062
- (22) 国际申请日: 2022 年 12 月 14 日 (14.12.2022)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202210701325.7 2022年6月20日 (20.06.2022) CN
- (71) 申请人: 中联重科股份有限公司 (**ZOOMLION HEAVY INDUSTRY SCIENCE AND TECHNOLOGY CO., LTD.**) [CN/CN]; 中国湖南省长沙市岳麓区银盆南路361号, Hunan 410013 (CN)。
- (72) 发明人: 谭明(**TAN, Ming**); 中国湖南省长沙市岳麓区银盆南路361号, Hunan 410013 (CN)。黄建兵(**HUANG, Jianbing**); 中国湖南省长沙市岳麓区银盆南路361号, Hunan 410013 (CN)。聂一彪(**NIE, Yibiao**); 中国湖南省长沙市岳麓区银盆南路361号, Hunan 410013 (CN)。尹君(**YIN, Jun**); 中国湖南省长沙市岳麓区银盆南路361号, Hunan 410013 (CN)。

(CN)。王泽龙(**WANG, Zelong**); 中国湖南省长沙市岳麓区银盆南路361号, Hunan 410013 (CN)。

- (74) 代理人: 北京润平知识产权代理有限公司 (**RUNPING & PARTNERS**); 中国北京市海淀区北四环西路9号银谷大厦515室, Beijing 100190 (CN)。
- (81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR,

(54) **Title:** METHOD AND DEVICE FOR DETERMINING PUMPABILITY OF MATERIAL, AND PUMPING CONTROL METHOD AND DEVICE

(54) 发明名称: 确定物料的可泵性的方法和装置及泵送控制方法和装置



(57) **Abstract:** A method and device for determining the pumpability of a material, and a pumping control method and device. The method for determining the pumpability of a material comprises: collecting pumping pressure data in a pumping treatment window period during material pumping; determining, according to the collected pumping pressure data, a pumpability judgment parameter corresponding to the pumping treatment window period; and determining the pumpability of the material according to the pumpability judgment parameter corresponding to the pumping treatment window period and a preset pumpability judgment parameter threshold of the pumping treatment window period. Therefore, the pumpability of the material is automatically determined.

(57) 摘要: 一种确定物料的可泵性的方法和装置及泵送控制方法和装置, 该确定物料的可泵性的方法包括采集泵送物料时泵送处理窗口期内的泵送压力数据; 根据所采集的泵送压力数据, 确定泵送处理窗口期对应的可泵性判断参数; 以及根据泵送处理窗口期对应的可泵性判断参数与预设泵送处理窗口期可泵性判断参数阈值, 确定物料的可泵性。籍此, 实现了自动确定物料的可泵性。

HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO,
PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF,
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN,
TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

确定物料的可泵性的方法和装置及泵送控制方法和装置

相关申请的交叉引用

本申请要求 2022 年 06 月 20 日提交的中国专利申请 202210701325.7 的权益，该申请的内容通过引用被合并于本文。

技术领域

本发明涉及工程机械领域，具体地，涉及一种确定物料的可泵性的方法和装置及泵送控制方法和装置。

背景技术

混凝土可泵性理解为“在泵送压力作用下，混凝土在管道中的通过能力”。在一定的压力下，混凝土能够输送的越远或越高，发生堵管的概率越低。泵送过程发生堵管现象，会造成施工企业损失混凝土、输送管道报废、延误工期、窝工等重大经济损失。目前，行业内关于可泵性检测方法，大部分是采集混凝土试样，以各类实验如坍落度实验、扩展度及坍落度筒留下时间等进行判断，并且靠经验来判断是否可以实现顺利泵送。现场混凝土泵送过程中，操作人员距离远处操作泵车施工，当出现混凝土不可泵送时，机手只能通过末端软管不能出料现象或通过自身经验如听发动机声音等来判断此时的混凝土不可泵送。

发明内容

本发明的目的是提供一种确定物料的可泵性的方法和装置及泵送控制方法和装置，其可解决或至少部分解决上述问题。

为了实现上述目的，本发明实施例的一个方面提供一种用于确定物料的可泵性的方法，该方法包括：采集泵送所述物料时泵送处理窗口期内的泵送压力数据，其中，所述泵送处理窗口期包括至少一个泵送推料过程，泵送所述物料的泵送设备当前处于泵送过程；根据所采集的泵送压力数据，确定所述泵送处理窗口期对应的可泵性判断参数；以及根据所述泵送处理窗口期对应的所述可泵性判断参数与预设泵送处理窗口期可泵性判断参数阈值，确定所述物料的可泵性。

可选地，所述泵送处理窗口期包括多个所述泵送推料过程，所述泵送处理窗口期对应的所述可泵性判断参数为泵送压力趋势参数，其中，所述泵送压力趋势参数体现所述泵送处理窗口期内泵送压力变化的趋势。

可选地，根据所述泵送处理窗口期对应的所述可泵性判断参数与预设泵送处理窗口期可泵性判断参数阈值确定所述物料的可泵性包括：在所述泵送处理窗口期对应的所述可泵性判断参数小于或等于所述预设泵送处理窗口期可泵性判断参数阈值的情况下，判定所述物料的可泵性不差；和/或在所述泵送处理窗口期对应的所述可泵性判断参数大于所述预设泵送处理窗口期可泵性判断参数阈值的情况下，判定所述物料的可泵性差。

可选地，所述泵送处理窗口期包括多个所述泵送推料过程，该方法还包括：在所述泵送处理窗口期内统计单个所述泵送推料过程内判定所述物料的可泵性差对应的所述泵送推料过程的个数；以及根据所统计的个数与预设个数阈值，将被判定为可泵性不差的所述物料区分为可泵性好或者可泵性一般。

可选地，根据所统计的个数与预设个数阈值将被判定为可泵性不差的所述物料区分为可泵性好或者可泵性一般包括：在所统计的个数小于或等于所述预设个数阈值的情况下，判定所述物料的可泵性好；和/或在所统计的个数大于所述预设个数阈值的情况下，判定所述物料的可泵性一般。

可选地，所述在所述泵送处理窗口期内统计单个所述泵送推料过程内判定所述物料的可泵性差对应的所述泵送推料过程的个数包括：针对所述泵送处理窗口期内的任一所述泵送推料过程：确定该泵送推料过程对应的所述可泵性判断参数；以及根据该泵送推料过程对应的所述可泵性判断参数与预设泵送推料过程可泵性判断参数阈值，判定在该泵送推料过程内所述物料的可泵性是否为差；以及对所述物料的可泵性被判定为差的所述泵送推料过程的数量进行统计以得到所述个数。

可选地，所述泵送推料过程对应的所述可泵性判断参数为泵送压力稳定性参数，其中，一所述泵送推料过程对应的所述泵送压力稳定性参数体现该泵送推料过程内泵送压力的离散程度。

可选地，所述泵送压力稳定性参数为波动系数，针对一所述泵送推料过程，所述波动系数为该泵送推料过程的压力标准差与该泵送推料过程的泵送压力平均值的比值。

可选地，所述泵送压力趋势参数为直线斜率，根据所采集的泵送压力数据确定所述直线斜率包括：确定所述泵送处理窗口期内每个所述泵送推料过程的泵送压力平均值；以及基于所确定的泵送压力平均值，采用直线拟合法，确定所述直线斜率。

可选地，该方法还包括：确定起泵过程对应的可泵性判断参数，其中，所述泵送设备当前处于所述起泵过程；以及根据所述起泵过程对应的可泵性判断参数与预设起泵过程可泵性判断参数阈值，确定所述物料的可泵性。

可选地，所述起泵过程对应的可泵性判断参数为起泵压力评判参数。

可选地，确定所述起泵压力评判参数包括：确定停泵阶段前泵送处理窗口期内的泵送压力平均值和压力曲线特征及所述停泵阶段对应的停泵时间，其中，所述停泵阶段为所述起泵过程前所述泵送

设备不泵送所述物料的阶段；以及基于所确定的泵送压力平均值、压力曲线特征和停泵时间，确定所述起泵压力评判参数。

可选地，根据所述起泵过程对应的可泵性判断参数与预设起泵过程可泵性判断参数阈值确定所述物料的可泵性包括：在所述起泵过程对应的可泵性判断参数小于或等于所述预设起泵过程可泵性判断参数阈值的情况下，判定所述物料的可泵性不差；和/或在所述起泵过程对应的可泵性判断参数大于所述预设起泵过程可泵性判断参数阈值的情况下，判定所述物料的可泵性差。

可选地，该方法还包括：根据停泵阶段前泵送处理窗口期内的泵送压力平均值和预设泵送处理窗口期内泵送压力平均值阈值，将被判定为可泵性不差的所述物料区分为可泵性好或者可泵性一般，其中，所述停泵阶段为所述起泵过程前所述泵送设备不泵送所述物料的阶段。

可选地，根据停泵阶段前泵送处理窗口期内的泵送压力平均值和预设泵送处理窗口期内泵送压力平均值阈值将被判定为可泵性不差的所述物料区分为可泵性好或者可泵性一般包括：在停泵阶段前泵送处理窗口期内的泵送压力平均值小于或等于所述预设泵送处理窗口期内泵送压力平均值阈值的情况下，判定所述物料的可泵性好；和/或在停泵阶段前泵送处理窗口期内的泵送压力平均值大于所述预设泵送处理窗口期内泵送压力平均值阈值的情况下，判定所述物料的可泵性一般。

此外，本发明实施例的另一方面提供一种泵送控制方法，该泵送控制方法包括：根据上述的用于确定物料的可泵性的方法确定物料的可泵性；以及在泵送所述物料的泵送设备当前处于泵送过程且所述物料的可泵性被判定为差或者一般的情况下，采用泵送过程改善措施集中的至少一者对所述泵送设备进行控制，其中，所述泵送过程改善措施集包括：增大所述泵送设备的主泵的转速、减小所述泵送设备的主泵的排量电流以及增大所述泵送设备的恒压泵的排量电流；和/或在所述泵送设备当前处于起泵过程且所述物料的可泵性被判定为差或者一般的情况下，采用起泵过程改善措施集中的至少一者对所述泵送设备进行控制，其中，所述起泵过程改善措施集包括：增大所述泵送设备的主泵的转速以及减小所述泵送设备的主泵的排量电流。

可选地，在所述物料的可泵性被判定为差且采用改善措施未能改善所述物料的可泵性的情况下，该泵送控制方法还包括：采取预警措施。

相应地，本发明实施例的另一方面提供一种用于确定物料的可泵性的装置，该装置包括：采集模块，用于采集泵送所述物料时泵送处理窗口期内的泵送压力数据，其中，所述泵送处理窗口期包括至少一个泵送推料过程，泵送所述物料的泵送设备当前处于泵送过程；泵送过程可泵性判断参数确定模块，用于根据所采集的泵送压力数据，确定所述泵送处理窗口期对应的可泵性判断参数；以及泵送过程可泵性确定模块，用于根据所述泵送处理窗口期对应的所述可泵性判断参数与预设泵送处理窗口期可泵性判断参数阈值，确定所述物料的可泵性。

可选地，所述泵送处理窗口期包括多个所述泵送推料过程，所述泵送处理窗口期对应的所述可泵性判断参数为泵送压力趋势参数，其中，所述泵送压力趋势参数体现所述泵送处理窗口期内泵送压力变化的趋势。

可选地，所述泵送过程可泵性确定模块根据所述泵送处理窗口期对应的所述可泵性判断参数与预设泵送处理窗口期可泵性判断参数阈值确定所述物料的可泵性包括：在所述泵送处理窗口期对应的所述可泵性判断参数小于或等于所述预设泵送处理窗口期可泵性判断参数阈值的情况下，判定所述物料的可泵性不差；和/或在所述泵送处理窗口期对应的所述可泵性判断参数大于所述预设泵送处理窗口期可泵性判断参数阈值的情况下，判定所述物料的可泵性差。

可选地，所述泵送处理窗口期包括多个所述泵送推料过程，该装置还包括：个数统计模块，用于在所述泵送处理窗口期内统计单个所述泵送推料过程内判定所述物料的可泵性差对应的所述泵送推料过程的个数；所述泵送过程可泵性确定模块还用于：根据所统计的个数与预设个数阈值，将被判定为可泵性不差的所述物料区分为可泵性好或者可泵性一般。

可选地，所述泵送过程可泵性确定模块根据所统计的个数与预设个数阈值将被判定为可泵性不差的所述物料区分为可泵性好或者可泵性一般包括：在所统计的个数小于或等于所述预设个数阈值的情况下，判定所述物料的可泵性好；和/或在所统计的个数大于所述预设个数阈值的情况下，判定所述物料的可泵性一般。

可选地，所述个数统计模块在所述泵送处理窗口期内统计单个所述泵送推料过程内判定所述物料的可泵性差对应的所述泵送推料过程的个数包括：针对所述泵送处理窗口期内的任一所述泵送推料过程：确定该泵送推料过程对应的所述可泵性判断参数；以及根据该泵送推料过程对应的所述可泵性判断参数与预设泵送推料过程可泵性判断参数阈值，判定在该泵送推料过程内所述物料的可泵性是否为差；以及对所述物料的可泵性被判定为差的所述泵送推料过程的数量进行统计以得到所述个数。

可选地，所述泵送推料过程对应的所述可泵性判断参数为泵送压力稳定性参数，其中，一所述泵送推料过程对应的所述泵送压力稳定性参数体现该泵送推料过程内泵送压力的离散程度。

可选地，所述泵送压力稳定性参数为波动系数，针对一所述泵送推料过程，所述波动系数为该泵送推料过程的压力标准差与该泵送推料过程的泵送压力平均值的比值。

可选地，所述泵送压力趋势参数为直线斜率，根据所采集的泵送压力数据确定所述直线斜率包括：确定所述泵送处理窗口期内每个所述泵送推料过程的泵送压力平均值；以及基于所确定的泵送压力平均值，采用直线拟合法，确定所述直线斜率。

可选地，该装置还包括：起泵过程可泵性判断参数确定模块，用于确定起泵过程对应的可泵性判断参数，其中，所述泵送设备当前处于所述起泵过程；以及起泵过程可泵性确定模块，用于根据所

述起泵过程对应的可泵性判断参数与预设起泵过程可泵性判断参数阈值，确定所述物料的可泵性。

可选地，所述起泵过程对应的可泵性判断参数为起泵压力评判参数。

可选地，所述起泵过程可泵性判断参数确定模块确定所述起泵压力评判参数包括：确定停泵阶段前泵送处理窗口期内的泵送压力平均值和压力曲线特征及所述停泵阶段对应的停泵时间，其中，所述停泵阶段为所述起泵过程前所述泵送设备不泵送所述物料的阶段；以及基于所确定的泵送压力平均值、压力曲线特征和停泵时间，确定所述起泵压力评判参数。

可选地，所述起泵过程可泵性确定模块根据所述起泵过程对应的可泵性判断参数与预设起泵过程可泵性判断参数阈值确定所述物料的可泵性包括：在所述起泵过程对应的可泵性判断参数小于或等于所述预设起泵过程可泵性判断参数阈值的情况下，判定所述物料的可泵性不差；和/或在所述起泵过程对应的可泵性判断参数大于所述预设起泵过程可泵性判断参数阈值的情况下，判定所述物料的可泵性差。

可选地，所述起泵过程可泵性确定模块还用于：根据停泵阶段前泵送处理窗口期内的泵送压力平均值和预设泵送处理窗口期内泵送压力平均值阈值，将被判定为可泵性不差的所述物料区分为可泵性好或者可泵性一般，其中，所述停泵阶段为所述起泵过程前所述泵送设备不泵送所述物料的阶段。

可选地，所述起泵过程可泵性确定模块根据停泵阶段前泵送处理窗口期内的泵送压力平均值和预设泵送处理窗口期内泵送压力平均值阈值将被判定为可泵性不差的所述物料区分为可泵性好或者可泵性一般包括：在停泵阶段前泵送处理窗口期内的泵送压力平均值小于或等于所述预设泵送处理窗口期内泵送压力平均值阈值的情况下，判定所述物料的可泵性好；和/或在停泵阶段前泵送处理窗口期内的泵送压力平均值大于所述预设泵送处理窗口期内泵送压力平均值阈值的情况下，判定所述物料的可泵性一般。

相应地，本发明实施例的另一方面还提供一种泵送控制装置，该泵送控制装置包括：上述的用于确定物料的可泵性的装置；以及控制模块，用于：在泵送所述物料的泵送设备当前处于泵送过程且所述物料的可泵性被判定为差或者一般的情况下，采用泵送过程改善措施集中的至少一者对所述泵送设备进行控制，其中，所述泵送过程改善措施集包括：增大所述泵送设备的主泵的转速、减小所述泵送设备的主泵的排量电流以及增大所述泵送设备的恒压泵的排量电流；和/或在所述泵送设备当前处于起泵过程且所述物料的可泵性被判定为差或者一般的情况下，采用起泵过程改善措施集中的至少一者对所述泵送设备进行控制，其中，所述起泵过程改善措施集包括：增大所述泵送设备的主泵的转速以及减小所述泵送设备的主泵的排量电流。

可选地，该泵送控制装置还包括：预警模块，用于在所述物料的可泵性被判定为差且采用改善措施未能改善所述物料的可泵性的情况下，采取预警措施。

此外，本发明实施例的另一方面还提供一种工程机械，该工程机械包括上述的用于确定物料的可泵性的装置或上述的泵送控制装置。

另外，本发明实施例的另一方面还提供一种机器可读存储介质，该机器可读存储介质上存储有指令，该指令用于使得机器执行上述的用于确定物料的可泵性的方法或上述的泵送控制方法。

通过上述技术方案，采集泵送压力数据确定泵送处理窗口期对应的可泵性判断参数及根据泵送处理窗口期对应的可泵性判断参数与预设泵送处理窗口期可泵性判断参数阈值确定物料的可泵性，如此，实现了自动确定物料的可泵性。此外，相比于人工且靠经验确定物料的可泵性，自动确定物料的可泵性无需人工参与且准确性更好，具有更强的实用性。另外，仅仅采集泵送压力数据即可实现确定物料的可泵性，操作简单，实用性强。

本发明的其它特征和优点将在随后的具体实施方式部分予以详细说明。

附图说明

附图是用来提供对本发明的进一步理解，并且构成说明书的一部分，与下面的具体实施方式一起用于解释本发明，但并不构成对本发明的限制。在附图中：

- 图 1 是本发明一实施例提供的用于确定物料的可泵性的方法的流程图；
- 图 2 是本发明另一实施例提供的用于确定物料的可泵性的方法的逻辑示意图；
- 图 3 是本发明另一实施例提供的用于确定物料的可泵性的方法的逻辑示意图；
- 图 4 是本发明另一实施例提供的自动控制策略的逻辑示意图；
- 图 5 是本发明另一实施例提供的自动控制策略的逻辑示意图；
- 图 6 是本发明另一实施例提供的自动控制策略的逻辑示意图；
- 图 7 是本发明另一实施例提供的预警系统的结构框图；以及
- 图 8 是本发明另一实施例提供的用于确定物料的可泵性的装置的结构框图。

附图标记说明

- | | | | |
|----|-------------|----|-----------------|
| 1 | 搅拌车预警单元 | 2 | 混凝土运输设备通讯单元 |
| 3 | 泵送设备检测单元 | 4 | 泵送设备控制计算单元 |
| 5 | 泵送设备通讯单元 | 6 | 混凝土站通讯单元 |
| 7 | 混凝土站预警单元 | 8 | 泵送设备预警单元 |
| 9 | 采集模块 | 10 | 泵送过程可泵性判断参数确定模块 |
| 11 | 泵送过程可泵性确定模块 | | |

具体实施方式

以下结合附图对本发明的具体实施方式进行详细说明。应当理解的是，此处所描述的具体实施方式仅用于说明和解释本发明，并不用于限制本发明。

本发明实施例的一个方面提供一种用于确定物料的可泵性的方法。

图1是本发明一实施例提供的用于确定物料的可泵性的方法的流程图。如图1所示，该方法包括以下内容。

在步骤S10中，采集泵送物料时泵送处理窗口期内的泵送压力数据，其中，泵送处理窗口期是指用于计算处理的包含预设数量的泵送推料过程的区间，泵送处理窗口期包括至少一个泵送推料过程，泵送物料的泵送设备当前处于泵送过程。另外，需要说明的是，在泵送过程中，泵送处理窗口期包括的至少一个泵送推料过程是当前泵送推料过程之前的泵送推料过程且泵送处理窗口期中的最后一个泵送推料过程在泵送过程中与当前泵送推料过程相邻。例如，泵送处理窗口期包括3个泵送推料过程。若当前泵送推料过程是第6个泵送推料过程，则泵送处理窗口期内包括的泵送推料过程为第3至第5个泵送推料过程；泵送处理窗口期内的最后一个泵送推料过程为第5个泵送推料过程，其与当前泵送推料过程相邻。若当前泵送推料过程是第7个泵送推料过程，则泵送处理窗口期内包括的泵送推料过程为第4至第6个泵送推料过程；泵送处理窗口期内的最后一个泵送推料过程为第6个泵送推料过程，其与当前泵送推料过程相邻。可选地，可以采用压力传感器采用泵送压力数据。此外，物料可以是任何可以被泵送设备进行泵送的物料，例如，物料可以是可以被泵送的粘稠性的物质，可选地，物料可以是混凝土。需要说明的是，这里泵送推料过程是指泵送设备工作时，单个泵送油缸活塞从起点到终点进行推料的过程；泵送处理窗口期包括至少一个泵送推料过程，是指包含泵送油缸活塞完成至少一个从起点到终点的推料过程，同样地，包含多个泵送推料过程就是指泵送油缸完成多个推料过程。泵送推料过程的起点和终点可以通过控制泵送油缸动作的电磁换向阀的得电信号得到。泵送推料过程的起点和终点还可以通过用于检测泵送油缸活塞位移的位移传感器信号得到；还可以通过在活塞运动的起点和终点设置接近开关，获取接近开关的到位信号。

在步骤S11中，根据所采集的泵送压力数据，确定泵送处理窗口期对应的可泵性判断参数。其中，泵送处理窗口期对应的可泵性判断参数可以是基于其可以对物料的可泵性进行判断的任何参数。例如，当泵送处理窗口期包括多个泵送推料过程时，泵送处理窗口期对应的可泵性判断参数可以是体现泵送处理窗口期内泵送压力变化趋势的参数；当泵送处理窗口期仅包括一个泵送推料过程时，泵送处理窗口期对应的可泵性判断参数可以是体现泵送处理窗口期内泵送压力的离散程度的参数。可选地，体现泵送压力变化趋势的参数可以是对泵送压力数据进行拟合得到的直线的斜率；体现泵送压力离散

程度的参数可以是波动系数，泵送处理窗口期对应的波动系数可以是该泵送处理窗口期内的压力标准差与该泵送处理窗口期内的泵送压力平均值的比值。

在步骤 S12 中，根据泵送处理窗口期对应的可泵性判断参数与预设泵送处理窗口期可泵性判断参数阈值，确定物料的可泵性。具体地，可以是将泵送处理窗口期对应的可泵性判断参数与预设泵送处理窗口期可泵性判断参数阈值进行比较，根据泵送处理窗口期对应的可泵性判断参数与预设泵送处理窗口期可泵性判断参数阈值的大小关系，确定物料的可泵性。此外，预设泵送推料过程窗口期可泵性判断参数阈值可以根据经验进行设置。

通过上述技术方案，采集泵送压力数据确定泵送处理窗口期对应的可泵性判断参数及根据泵送处理窗口期对应的可泵性判断参数与预设泵送处理窗口期可泵性判断参数阈值确定物料的可泵性，如此，实现了自动确定物料的可泵性。此外，相比于人工且靠经验确定物料的可泵性，自动确定物料的可泵性无需人工参与且准确性更好，具有更强的实用性。另外，仅仅采集泵送压力数据即可实现确定物料的可泵性，操作简单，实用性强。

可选地，在本发明实施例中，泵送处理窗口期包括多个泵送推料过程，泵送处理窗口期对应的可泵性判断参数可以是泵送压力趋势参数，其中，泵送压力趋势参数体现泵送处理窗口期内泵送压力变化的趋势。例如，泵送压力趋势参数可以是直线斜率，或者还可以是通过指数平滑法计算出来的参数，等等，泵送压力趋势参数可以是能够体现出泵送压力变化趋势的任一参数。可选地，在泵送压力趋势参数是直线斜率的情况下，所有能够根据所采集的泵送压力数据计算出直线斜率的方法均可以应用于本发明实施例中。具体地，可以通过以下内容计算出直线斜率。例如，无论泵送处理窗口期内包括几个泵送推料过程，可以是对所采集的所有泵送压力数据进行直线拟合，得到直线斜率。或者，以泵送推料过程为单位对采集的泵送压力数据进行区分，对经过区分后的泵送压力数据进行直线拟合得到直线斜率。具体地，以泵送推料过程为单位对采集的泵送压力数据进行区分可以是对一个泵送推料过程内的泵送压力求泵送压力平均值，以各个泵送推料过程的泵送压力平均值为基础进行直线拟合得到直线斜率。或者以泵送推料过程为单位对采集的泵送压力数据进行区分可以是选取任一泵送推料过程内泵送压力的最大值或者泵送压力的中间值，以各个泵送推料过程的泵送压力最大值或者泵送压力中间值为基础进行直线拟合得到直线斜率。

可选地，在本发明实施例中，根据泵送处理窗口期对应的可泵性判断参数与预设泵送处理窗口期可泵性判断参数阈值确定物料的可泵性包括：在泵送处理窗口期对应的可泵性判断参数小于或等于预设泵送处理窗口期可泵性判断参数阈值的情况下，判定物料的可泵性不差；和/或在泵送处理窗口期对应的可泵性判断参数大于预设泵送处理窗口期可泵性判断参数阈值的情况下，判定物料的可泵性差。其中，物料的可泵性指的是在泵送压力作用下物料在泵送设备的管道中通过的能力。可泵性差指的是

物料的流动性差，在泵送设备的管道的末端出料断断续续，有很少的物料能够流出来；可泵性不差，则是与可泵性差的情况下相反的情况。

可选地，在本发明实施例中，在可泵性不差的情况还可以再进行进一步的区分。具体地，泵送处理窗口期包括多个泵送推料过程，该方法还包括：在泵送处理窗口期内统计单个泵送推料过程内判定物料的可泵性差对应的泵送推料过程的个数；以及根据所统计的个数与预设个数阈值，将被判定为可泵性不差的物料区分为可泵性好或者可泵性一般。也就是，在单个泵送推料过程内对物料的可泵性进行判定，统计被其内物料的可泵性被判定为差的泵送推料过程的个数，根据所统计的个数与预设个数阈值对可泵性不差的物料进行进一步区分，区分为可泵性好或者可泵性一般。具体地，将所统计的个数与预设个数阈值进行比较，根据两者的大小关系，将可泵性差的物料进行进一步的区分。另外，预设个数阈值与泵送处理窗口期内包括的泵送推料过程的个数有关，可以根据泵送处理窗口期内包括的泵送推料过程的个数进行设置，例如，预设个数阈值可以是泵送处理窗口期内包括的泵送推料过程的个数乘以 40% 或者 50% 得到的值。此外，物料的可泵性一般指的是物料在管道里流动一般，半管流动或者 1/3 管道内径流动，管道的末端出料连续；物料的可泵性好指的是物料在管道里流动顺畅，满管流动，管道的末端出料连续。

可选地，在本发明实施例中，根据所统计的个数与预设个数阈值将被判定为可泵性不差的物料区分为可泵性好或者可泵性一般可以包括：在所统计的个数小于或等于预设个数阈值的情况下，判定物料的可泵性好；和/或在所统计的个数大于预设个数阈值的情况下，判定物料的可泵性一般。

可选地，在本发明实施例中，在泵送处理窗口期内统计单个泵送推料过程内判定物料的可泵性差对应的泵送推料过程的个数可以包括以下内容。针对泵送处理窗口期内的任一泵送推料过程，判定该泵送推料过程内物料的可泵性是否为差。具体地，可以根据以下内容在一泵送推料过程内判定物料的可泵性。确定该泵送推料过程对应的可泵性判断参数。其中，泵送推料过程对应的可泵性判断参数可以是体现泵送推料过程内泵送压力变化趋势的参数，或者还可以是体现泵送推料过程内泵送压力的离散程度的参数。其中，体现泵送压力变化趋势的参数可以是对泵送压力数据进行拟合得到的直线的斜率；体现泵送压力离散程度的参数可以是波动系数，泵送推料过程对应的波动系数可以是泵送推料过程内的压力标准差与该泵送推料过程内的泵送压力平均值的比值。根据该泵送推料过程对应的可泵性判断参数与预设泵送推料过程可泵性判断参数阈值，判定在该泵送推料过程内物料的可泵性是否为差。其中，预设泵送推料过程可泵性判断参数阈值可以根据经验进行设置。对物料的可泵性被判定为差的泵送推料过程的数量进行统计以得到个数。

可选地，在本发明实施例中，泵送推料过程对应的可泵性判断参数为泵送压力稳定性参数，其中，一泵送推料过程对应的泵送压力稳定性参数体现该泵送推料过程内泵送压力的离散程度。以物料

为混凝土为例,对为何使用泵送压力稳定性参数判定物料的可泵性进行说明。通过混凝土泵送数据分析,发现易泵送混凝土与难泵送混凝土的泵送液压系统压力曲线,具体体现在泵送过程压力稳定期数据波动程度不一致。泵送推料阶段,泵送压力数据越稳定,混凝土料况较好,易泵送,不易发生堵管;泵送推料阶段,泵送压力数据波动越大,混凝土料况越差,混凝土难泵送,出现堵管的概率较大。数据的稳定性可以用任何能够表征离散程度的量来衡量,如标准差、方差等。具体地,在单个泵送推料过程内,可以以泵送压力的波动系数来体现泵送压力的离散程度,波动系数越大,表示波动越大,离散程度越大;波动系数越小,表示波动越小,离散程度越小。在单个泵送推料过程内,波动系数 $C_v = \text{单个泵送推料过程泵送压力标准差 } SD / \text{单个泵送推料过程泵送压力平均值 } Mean$ 。

可选地,在本发明实施例中,泵送压力稳定性参数为波动系数,针对一泵送推料过程,波动系数为该泵送推料过程的压力标准差与该泵送推料过程的泵送压力平均值的比值。

可选地,在本发明实施例中,泵送压力趋势参数可以是直线斜率,根据所采集的泵送压力数据确定直线斜率可以包括以下内容。确定泵送处理窗口期内每个泵送推料过程的泵送压力平均值;基于所确定的泵送压力平均值,采用直线拟合法,确定直线斜率。例如,可以采用最小二乘法确定直线斜率。

具体地,可以根据以下公式计算直线斜率。
$$b = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$
 , 其中, b 表示直线斜率, n 表

示泵送处理窗口期内包括的泵送推料过程的个数, i 表示泵送处理窗口期内泵送推料过程的序号, x_i 表示第 i 个泵送推料过程结束的时刻, y_i 表示第 i 个泵送推料过程的泵送压力平均值, $\bar{x}$ 表示 n 个泵送推料过程结束时刻的平均值, $\bar{y}$ 表示 n 个泵送推料过程的泵送压力平均值的平均值。例如,泵送处理窗口期包括 10 个泵送推料过程,可以是当前泵送推料过程之前的前 10 个泵送推料过程构成一个处理窗口。计算该 10 个泵送推料过程内每个泵送推料过程的泵送压力平均值,采用最小二乘法确定直线斜率 b 。

图 2 是本发明另一实施例提供的用于确定物料的可泵性的方法的逻辑示意图。其中,在该实施例中,泵送设备当前处于泵送过程中,物料是混凝土;在混凝土泵送过程中,通过压力曲线的特征(波动系数)及压力变化趋势综合确定混凝土的可泵性情况。此外,泵送处理窗口期包括 10 个泵送推料过程,以当前泵送推料过程往前 10 个泵送推料过程构成一个处理窗口,实时计算单个泵送推料过程的波动系数,并统计泵送处理窗口期中混凝土可泵性被判定为差的泵送推料过程的个数。

如图 2 所示,在该实施例中,该方法包括以下内容。采集泵送处理窗口期中每个泵送推料过程的泵送压力数据。计算泵送处理窗口期中每个泵送推料过程泵送压力的波动系数。具体地,在单个泵送推料过程内,波动系数 $C_v = \text{单个泵送推料过程泵送压力标准差 } SD / \text{单个泵送推料过程泵送压力平均}$

值 $Mean$ 。针对任一泵送推料过程，根据波动系数与波动系数对应的阈值判断在该泵送推料过程内混凝土的可泵性。其中，在波动系数大于波动系数对应的阈值的情况下，混凝土的可泵性为差，在波动系数小于或等于波动系数对应的阈值的情况下，混凝土的可泵性不为差。统计混凝土可泵性被判定为差的泵送推料过程的个数 w 。确定泵送处理窗口期对应的直线斜率 b 。判断个数 w 是否大于预设个数阈值 w_0 。在个数 w 小于或等于预设个数阈值 w_0 的情况下，判定混凝土可泵性好。在个数 w 大于预设个数阈值 w_0 的情况下，判断直线斜率 b 是否大于直线斜率对应的阈值 b_0 。在直线斜率 b 大于直线斜率对应的阈值 b_0 的情况下，判定混凝土可泵性差；在直线斜率 b 小于或等于直线斜率对应的阈值 b_0 的情况下，判定混凝土可泵性一般。

可选地，在本发明实施例中，在泵送设备当前处于起泵过程的情况下，用于确定物料的可泵性的方法还可以包括以下内容。确定起泵过程对应的可泵性判断参数。其中，起泵过程对应的可泵性判断参数可以是能够在起泵过程对物料的可泵性进行判断的任何参数。例如，起泵过程对应的可泵性判断参数可以是能够基于其对起泵过程的起泵压力的大小进行评判的起泵压力评判参数，基于起泵压力评判参数可以对起泵过程是否出现超压进行评判。根据起泵过程对应的可泵性判断参数与预设起泵过程可泵性判断参数阈值，确定物料的可泵性。其中，在起泵过程对应的可泵性判断参数小于或等于预设起泵过程可泵性判断参数阈值的情况下，判定物料的可泵性不差；和/或在起泵过程对应的可泵性判断参数大于预设起泵过程可泵性判断参数阈值的情况下，判定物料的可泵性差。

可选地，在本发明实施例中，可以根据以下内容确定起泵压力评判参数。确定停泵阶段前泵送处理窗口期内的泵送压力平均值和压力曲线特征及停泵阶段对应的停泵时间，其中，停泵阶段为起泵过程前泵送设备不泵送物料的阶段。另外，泵送处理窗口期可以包括至少一个泵送推料过程。需要说明的是，在起泵过程中，停泵阶段前的泵送处理窗口期指的是与停泵阶段相邻的且在停泵阶段之前的泵送处理窗口期，也就是泵送处理窗口期内包括的泵送推料过程是停泵阶段之前的泵送推料过程且最后一个泵送推料过程与停泵阶段相邻。此外，压力曲线特征可以是与波动系数相关的参数或者泵送压力标准差或者泵送压力方差等等。其中，在泵送处理窗口期包括一个泵送推料过程的情况下，压力曲线特征是波动系数；在泵送处理窗口期包括多个泵送推料过程的情况下，压力曲线特征是单个泵送推料过程对应的波动系数的平均值。此外，在单个泵送推料过程内，波动系数为该单个泵送推料过程内的泵送压力标准差与该单个泵送推料过程内的泵送压力平均值的比值。在泵送处理窗口期包括多个泵送推料过程的情况下，先确定每一泵送推料过程对应的波动系数，然后计算出所确定的所有波动系数的平均值，以确定出单个泵送推料过程对应的波动系数的平均值。此外，可以通过确定发动机转速处于怠速状态过程的时间来确定停泵阶段对应的停泵时间。基于所确定的泵送压力平均值、压力曲线特征和停泵时间，确定起泵压力评判参数。可选地，在本发明实施例中，可以根据泵送压力平均值、压

力曲线特征和停泵时间与起泵压力评判参数之间的映射关系确定起泵压力评判参数,映射关系主要能够建立停泵前平均泵送压力、压力曲线特征、停泵时间、起泵压力评判参数之间的函数关系。例如,映射关系可以是 $h(P, C_z, T) = \theta_1 P + \theta_2 C_z + \theta_3 T$, h 为起泵压力评判参数, P 为停泵阶段前泵送处理窗口期内的泵送压力平均值, C_z 为停泵阶段前泵送处理窗口期内的压力曲线特征, T 为停泵阶段对应的停泵时间, θ_1 、 θ_2 、 θ_3 分别为各变量的系数。其中, θ_1 、 θ_2 、 θ_3 可通过最小二乘法计算出损失函数,如均方误差函数 $L(\theta_1, \theta_2, \theta_3)$; 然后利用寻优算法(如梯度下降法)求解损失函数 $L(\theta_1, \theta_2, \theta_3)$ 的最优解,从而获取到 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 。此外,损失函数还可以是平均绝对误差函数、平均偏差误差函数、交叉熵损失函数、多分类 SVN 损失函数等不同的损失函数;寻优算法还可以是梯度下降法、牛顿法、拟牛顿法、共轭梯度法等。另外,映射关系还可以是 $h(P, C_z, T) = \theta_1 T + \theta_2 P^2 + \theta_3 (C_z)^3$ 。此外,可以基于神经网络模型建立映射关系。例如,针对历史数据,从大量的物料泵送工况数据中确定已出现的起泵超压区域;基于停泵阶段前泵送处理窗口期内的泵送压力平均值和压力曲线特征、停泵阶段对应的停泵时间及起泵压力评判参数获取数据集;将数据集划分为训练集和测试集;通过训练集和测试集分别对神经网络模型进行训练和测试,确定出映射关系 $h(P, C_z, T)$ 。

可选地,在本发明实施例中,还可以将被判定为可泵性不差的物料进行进一步的区分,将其区分为可泵性好或者可泵性一般。具体地,用于确定物料的可泵性的方法还包括以下内容。根据停泵阶段前泵送处理窗口期内的泵送压力平均值和预设泵送处理窗口期内泵送压力平均值阈值,将被判定为可泵性不差的物料区分为可泵性好或者可泵性一般,其中,停泵阶段为起泵过程前泵送设备不泵送物料的阶段。可选地,可以根据以下内容对被判定为可泵性不差的物料进行区分。在停泵阶段前泵送处理窗口期内的泵送压力平均值小于或等于预设泵送处理窗口期内泵送压力平均值阈值的情况下,判定物料的可泵性好;和/或在停泵阶段前泵送处理窗口期内的泵送压力平均值大于预设泵送处理窗口期内泵送压力平均值阈值的情况下,判定物料的可泵性一般。

图3是本发明另一实施例提供的用于确定物料的可泵性的方法的逻辑示意图。其中,在该实施例中,泵送设备当前处于起泵过程中,物料是混凝土,泵送处理窗口期包括10个泵送推料过程。停泵前泵送混凝土泵压较高或者混凝土料况较差,停泵时间过长未做反泵、点动等动作处理,下次起泵出现超压堵管现象。在该实施例中,获取停泵前平均压力及停泵时间,通过映射关系预判起泵超压的现象,从而评价混凝土的可泵性情况。

如图3所示,该方法包括以下内容。确定停泵阶段前泵送处理窗口期内的泵送压力平均值和压力曲线特征及停泵阶段对应的停泵时间。判断停泵阶段前泵送处理窗口期内的泵送压力平均值是否大于预设泵送处理窗口期内泵送压力平均值阈值。若泵送压力平均值不大于预设泵送处理窗口期内泵送压力平均值阈值,则判定混凝土可泵性好。若泵送压力平均值大于预设泵送处理窗口期内泵送压力平

均值阈值，则根据映射关系确定起泵压力评判参数，继续判断起泵压力评判参数 $h(P, C_z, T)$ 是否大于预设起泵压力评判参数阈值 θ_0 以判断当前起泵过程是否出现超压现象。其中， $h(P, C_z, T) > \theta_0$ 判断为会超压， $h(P, C_z, T) \leq \theta_0$ 判断为不会超压。若出现超压现象，则判定混凝土可泵性差；若未出现超压现象，则判定混凝土可泵性一般。此外， θ_0 为判断阈值，阈值可通过实际测试情况的分布情况确定。

此外，本发明实施例的另一方面提供一种泵送控制方法。该泵送控制方法包括：根据上述实施例中所述的用于确定物料的可泵性的方法确定物料的可泵性；以及在泵送物料的泵送设备处于泵送过程且物料的可泵性被判定为差或者一般的情况下，采用泵送过程改善措施集中的至少一者对泵送设备进行控制，其中，泵送过程改善措施集包括：增大泵送设备的主泵的转速、减小泵送设备的主泵的排量电流以及增大泵送设备的恒压泵的排量电流；和/或在泵送设备处于起泵过程且物料的可泵性被判定为差或者一般的情况下，采用起泵过程改善措施集中的至少一者对泵送设备进行控制，其中，起泵过程改善措施集包括：增大泵送设备的主泵的转速以及减小泵送设备的主泵的排量电流。在物料的可泵性为差或者一般的情况下，还可以通过自动控制策略对物料的可泵性进行改善。其中，增大泵送设备的主泵的转速，对以发动机作为动力驱动主泵的泵送设备而言，可以是增大发动机转速，可以增大底盘发动机功率，保证足够的功率；减小主泵排量电流，可以降低泵送速度；增大恒压泵排量电流，可以提高摆缸的摆动速度和力量。此外，在物料的可泵性为差或者一般的情况下，在增大泵送设备的主泵的转速和/或减小主泵的排量电流和/或增大恒压泵的排量电流时程度可以有所不同，具体地可以是可泵性差对应的程度大于可泵性一般对应的程度。此外，主泵用于驱动主缸来回运动，给泵送油缸提供油液；恒压泵用于驱动摆缸来回运动，给分配系统提供油液。

下面以物料为混凝土及泵送设备为泵车为例，结合图 4 和 5，对自动控制策略进行示例性介绍。其中，在该实施例中，泵车处于泵送过程中。如图 4 所示，在对于可泵性差或一般的混凝土，控制单元从恒压泵排量电流、主泵排量电流及底盘发动机转速来改善混凝土的可泵性。具体地，通过增大恒压泵排量电流，减小主泵排量电流及增大发动机转速来改善混凝土的可泵性。如图 5 所示，在混凝土可泵性为好的情况下，不改变发动机转速、主泵的排量电流及恒压泵的排量电流。具体地，发动机转速控制为当前转速档位对应的转速，主泵的排量电流控制为排量电流当前档位对应的排量电流，恒压泵的排量电流控制为恒压泵出厂默认设置的排量电流。在混凝土可泵性为一般的情况下，将发动机转速调整为当前转速档位对应的转速与增量 $\Delta 1$ 的和，其中， $\Delta 1$ 可以根据经验进行设置，具体地， $\Delta 1$ 可以是 100 rpm-200rpm；将主泵的排量电流调整为排量电流当前档位对应的排量电流与电流系数 α 的乘积，其中， α 为发动机当前转速档位对应的转速/（当前转速档位对应的转速与增量 $\Delta 1$ 的和）；将恒压泵的排量电流调整为恒压泵出厂默认设置的排量电流与增量 $\Delta 2$ 的和。其中，增量 $\Delta 2$ 可以根据具体情况而定。例如，可以根据泵送推料过程的泵送压力平均值的变化确定出增量 $\Delta 2$ 。具体地，在泵送

处理窗口期包括多个泵送推料过程的情况下， $\Delta 2$ 根据泵送推料过程的泵送压力平均值变化而变化，例如，根据泵送处理窗口期内最后一个泵送推料过程的泵送压力平均值相比于泵送处理窗口期内除最后一个泵送推料过程内的泵送压力数据的剩余泵送压力数据的平均值的增加量，确定出增量 $\Delta 2$ 。例如，泵送处理窗口期内最后一个泵送推料过程的泵送压力平均值相比于泵送处理窗口期内除最后一个泵送推料过程内的泵送压力数据的剩余泵送压力数据的平均值的增加量为 3MPa，恒压泵压力增加 3MPa，将恒压泵压力变化线性转换为增量 $\Delta 2$ 。在混凝土可泵性为差的情况下，将发动机转速调整为发动机的最高转速；将主泵的排量电流调整为排量电流当前档位对应的排量电流与电流系数 α 的乘积，其中， α 为发动机当前转速档位对应的转速/发动机的最高转速；将恒压泵的排量电流调整为恒压泵出厂默认设置的排量电流与增量 $\Delta 2$ 的和。其中，增量 $\Delta 2$ 的设置可以参照上述内容进行设置。

以物料为混凝土及泵送设备为泵车为例，结合图 6，对自动控制策略进行示例性介绍。其中，在该实施例中，泵车处于起泵过程中。如图 6 所示，在混凝土可泵性为好的情况下，控制策略不变，也就是不改变发动机转速、主泵的排量电流。在混凝土可泵性不为好的情况下，判断当前起泵过程前的停泵期间是否进行反泵或点动主缸操作。停泵前泵送混凝土泵压较高或者混凝土料况较差，停泵时间过长未做反泵、点动等动作处理，下次起泵出现超压堵管现象。也就是，在混凝土可泵性不为好的情况下，判断当前起泵过程是否出现超压现象，或者说判断混凝土可泵性是否为差，具体地，可以参照上述实施例中所述的方法判断当前起泵过程是否出现超压现象或者混凝土可泵性是否为差。当停泵期间进行了反泵或者点动主缸操作时，当前起泵过程不会出现超压现象，混凝土可泵性被判定为一般，则将发动机转速调整为当前转速档位对应的转速与增量 $\Delta 1$ 的和，其中， $\Delta 1$ 可以根据经验进行设置，具体地， $\Delta 1$ 可以是 100 rpm-200rpm；将主泵的排量电流调整为排量电流当前档位对应的排量电流与电流系数 α 的乘积，其中， α 为发动机当前转速档位对应的转速/（当前转速档位对应的转速与增量 $\Delta 1$ 的和）。当停泵期间未进行反泵或者点动主缸操作时，当前起泵过程会出现超压现象，混凝土可泵性被判定为差，将发动机的转速调整为泵车的最高转速，将主泵的排量电流调整为排量电流最小档位对应的排量电流。

可选地，在本发明实施例中，在物料的可泵性被判定为差且采用改善措施未能改善物料的可泵性的情况下，该泵送控制方法还包括：采取预警措施。对于可泵性差的物料，采用自动控制策略，改善物料的可泵性能。若无法通过自动控制策略改善物料的可泵性能，则采取预警措施对物料干系人员进行提醒，要求人工干预。具体地，预警提醒机手，进行不同的操作，降低堵管概率；预警提醒放料人员，搅拌车中的物料可能离析，停止放料并加速搅拌筒搅匀物料；提醒物料生产人员，对物料的配比进行改善。

图 7 是本发明另一实施例提供的预警系统的结构框图。其中，在该实施例中，物料是混凝土。

如图 7 所示, 预警系统包括泵送设备检测单元 3、泵送设备控制计算单元 4、通讯单元和预警单元。其中, 通讯单元包括泵送设备通讯单元 5、混凝土运输设备通讯单元 2、混凝土站通讯单元 6; 预警单元为预警装置, 包括泵送设备预警单元 8、搅拌车预警单元 1 和混凝土站预警单元 7; 泵送设备检测单元 3 可检测油泵/发动机转速、泵送压力等设备状态; 泵送设备控制计算单元 4 为工控机或其运算能力较强和输入输出的控制器件, 可采集的每个泵送推料过程内泵送压力数据, 计算出每个泵送推料过程内泵送压力曲线的特征 (例如计算本发明实施例中所述的波动系数) 或者泵送压力趋势参数 (例如直线斜率) 等等; 通讯单元负责预警单元与泵送设备控制计算单元 4 之间通信, 通讯单元可以是 GPS 模块及其监测服务器、无线通讯模块、有线通讯模块等。泵送设备预警单元 8 可以是遥控器上的灯光、遥控器上变换文字、遥控器震动、遥控器发出语音等提醒; 搅拌车预警单元 1 可以是泵车料斗处的灯光、语音等提醒, 或者搅拌车放料处的灯光、语音等提醒; 混凝土站预警单元 7 可以调度室内的灯光、语音等提醒。

预警系统能够提醒操作人员进行不同的操作采取不同的预防措施, 降低堵管概率, 从而对堵管、爆管进行有效预警。如通过泵车设备预警单元 8 预警提醒机手, 进行不同的泵送操作, 降低堵管概率; 如通过搅拌车预警单元 1 预警提醒放料人员, 搅拌车中的料可能离析, 停止放料并加速搅拌筒搅匀混凝土; 如通过混凝土站预警单元 7 预警提醒混凝土生产人员, 对混凝土的配比进行改善。

本发明实施例针对现有的混凝土可泵性检测方法、泵管堵管预警系统存在的不足, 提供一种混凝土可泵性判定方法及预警系统, 属于混凝土工作性能检测领域, 主要包括对起泵过程和泵送过程混凝土可泵性进行判断。在本发明实施例提供的技术方案中主要包括量化混凝土泵送过程可泵性指标和混凝土可泵性的判定方法。具体地, 获取混凝土泵送系统工作参数, 通过泵送系统工作计算可泵性评价指标; 针对起泵过程可泵性判断, 建立泵送系统工作参数、停泵时间、可泵性评价指标与混凝土可泵性之间映射关系, 通过映射关系评价混凝土的可泵性情况; 针对泵送过程可泵性判断, 结合可泵性评价指标, 实时判断泵送处理窗口期中的单个泵送推料过程内混凝土可泵性被判定为差的次数及泵送处理窗口期对应的直线斜率, 根据次数与次数阈值的关系及直线斜率与直线斜率对应的阈值的关系, 评价混凝土的可泵性情况。此外, 在本发明实施例中, 对于起泵过程和泵送过程中评价出的可泵性差或者一般的混凝土, 可以采用不同的自动控制策略, 改善混凝土的可泵性能。对于可泵性差的混凝土, 若无法通过自动控制策略改善混凝土可泵性能, 则预警对混凝土干系人员进行提醒, 要求人工干预, 例如, 预警提醒机手, 进行不同的操作, 降低堵管概率; 预警提醒放料人员, 搅拌车中的料可能离析, 停止放料并加速搅拌筒搅匀混凝土; 预警提醒混凝土生产人员, 对混凝土的配比进行改善。

目前, 行业内关于可泵性检测方法, 大部分是采集混凝土试样, 以各类实验如坍落度实验、扩展度及坍落度筒留下时间等进行判断, 并且靠经验来判断是否可以实现顺利泵送。本发明实施例提供

的技术方案针对现有的混凝土可泵性检测方法存在的不足，提供一种混凝土可泵性判定方法及预警系统，无需人工现场采集混凝土试样，检测过程实时性强；结合混凝土可泵性，采取自动控制策略，进行防堵管泵送控制；结合混凝土可泵性，通过预警系统对混凝土干系人进行适当预警以进行提醒，从混凝土生产、运输、输送环节对混凝土的可泵性进行改善，减少堵管现象发生，能更有效降低泵送过程堵管率。

相应地，本发明实施例的另一方面提供一种用于确定物料的可泵性的装置。

图 8 是本发明另一实施例提供的用于确定物料的可泵性的装置。如图 8 所示，该装置包括采集模块 9、泵送过程可泵性判断参数确定模块 10 和泵送过程可泵性确定模块 11。其中，采集模块 9 用于采集泵送物料时泵送处理窗口期内的泵送压力数据，其中，泵送处理窗口期包括至少一个泵送推料过程，泵送物料的泵送设备当前处于泵送过程；泵送过程可泵性判断参数确定模块 10 用于根据所采集的泵送压力数据，确定泵送处理窗口期对应的可泵性判断参数；泵送过程可泵性确定模块 11 用于根据泵送处理窗口期对应的可泵性判断参数与预设泵送处理窗口期可泵性判断参数阈值，确定物料的可泵性。

可选地，在本发明实施例中，泵送处理窗口期包括多个泵送推料过程，泵送处理窗口期对应的可泵性判断参数为泵送压力趋势参数，其中，泵送压力趋势参数体现泵送处理窗口期内泵送压力变化的趋势。

可选地，在本发明实施例中，泵送过程可泵性确定模块根据泵送处理窗口期对应的可泵性判断参数与预设泵送处理窗口期可泵性判断参数阈值确定所述物料的可泵性包括：在泵送处理窗口期对应的可泵性判断参数小于或等于预设泵送处理窗口期可泵性判断参数阈值的情况下，判定物料的可泵性不差；和/或在泵送处理窗口期对应的可泵性判断参数大于预设泵送处理窗口期可泵性判断参数阈值的情况下，判定物料的可泵性差。

可选地，在本发明实施例中，泵送处理窗口期包括多个泵送推料过程，该装置还包括：个数统计模块，用于在泵送处理窗口期内统计单个泵送推料过程内判定物料的可泵性差对应的泵送推料过程的个数；泵送过程可泵性确定模块还用于：根据所统计的个数与预设个数阈值，将被判定为可泵性不差的物料区分为可泵性好或者可泵性一般。

可选地，在本发明实施例中，泵送过程可泵性确定模块根据所统计的个数与预设个数阈值将被判定为可泵性不差的物料区分为可泵性好或者可泵性一般包括：在所统计的个数小于或等于预设个数阈值的情况下，判定物料的可泵性好；和/或在所统计的个数大于预设个数阈值的情况下，判定物料的可泵性一般。

可选地，在本发明实施例中，个数统计模块在泵送处理窗口期内统计单个泵送推料过程内判定

物料的可泵性差对应的泵送推料过程的个数包括：针对泵送处理窗口期内的任一泵送推料过程：确定该泵送推料过程对应的可泵性判断参数；以及根据该泵送推料过程对应的可泵性判断参数与预设泵送推料过程可泵性判断参数阈值，判定在该泵送推料过程内物料的可泵性是否为差；以及对物料的可泵性被判定为差的泵送推料过程的数量进行统计以得到个数。

可选地，在本发明实施例中，泵送推料过程对应的可泵性判断参数为泵送压力稳定性参数，其中，一泵送推料过程对应的泵送压力稳定性参数体现该泵送推料过程内泵送压力的离散程度。

可选地，在本发明实施例中，泵送压力稳定性参数为波动系数，针对一泵送推料过程，波动系数为该泵送推料过程的压力标准差与该泵送推料过程的泵送压力平均值的比值。

可选地，在本发明实施例中，泵送压力趋势参数为直线斜率，根据所采集的泵送压力数据确定直线斜率包括：确定泵送处理窗口期内每个泵送推料过程的泵送压力平均值；以及基于所确定的泵送压力平均值，采用直线拟合法，确定直线斜率。

可选地，在本发明实施例中，该装置还包括：起泵过程可泵性判断参数确定模块，用于确定起泵过程对应的可泵性判断参数，其中，泵送设备当前处于起泵过程；以及起泵过程可泵性确定模块，用于根据起泵过程对应的可泵性判断参数与预设起泵过程可泵性判断参数阈值，确定物料的可泵性。

可选地，在本发明实施例中，起泵过程对应的可泵性判断参数为起泵压力评判参数。

可选地，在本发明实施例中，起泵过程可泵性判断参数确定模块确定起泵压力评判参数包括：确定停泵阶段前泵送处理窗口期内的泵送压力平均值和压力曲线特征及停泵阶段对应的停泵时间，其中，停泵阶段为起泵过程前泵送设备不泵送物料的阶段；以及基于所确定的泵送压力平均值、压力曲线特征和停泵时间，确定起泵压力评判参数。

可选地，在本发明实施例中，起泵过程可泵性确定模块根据起泵过程对应的可泵性判断参数与预设起泵过程可泵性判断参数阈值确定物料的可泵性包括：在起泵过程对应的可泵性判断参数小于或等于预设起泵过程可泵性判断参数阈值的情况下，判定物料的可泵性不差；和/或在起泵过程对应的可泵性判断参数大于预设起泵过程可泵性判断参数阈值的情况下，判定物料的可泵性差。

可选地，在本发明实施例中，起泵过程可泵性确定模块还用于：根据停泵阶段前泵送处理窗口期内的泵送压力平均值和预设泵送处理窗口期内泵送压力平均值阈值，将被判定为可泵性不差的物料区分为可泵性好或者可泵性一般，其中，停泵阶段为起泵过程前泵送设备不泵送物料的阶段。

可选地，在本发明实施例中，起泵过程可泵性确定模块根据停泵阶段前泵送处理窗口期内的泵送压力平均值和预设泵送处理窗口期内泵送压力平均值阈值将被判定为可泵性不差的物料区分为可泵性好或者可泵性一般包括：在停泵阶段前泵送处理窗口期内的泵送压力平均值小于或等于预设泵送处理窗口期内泵送压力平均值阈值的情况下，判定物料的可泵性好；和/或在停泵阶段前泵送处理窗口

期内的泵送压力平均值大于预设泵送处理窗口期内泵送压力平均值阈值的情况下，判定物料的可泵性一般。

本发明实施例提供的用于确定物料的可泵性的装置的具体工作原理及益处与本发明实施例提供的用于确定物料的可泵性的方法的具体工作原理及益处相似，这里将不再赘述。

另外，本发明实施例的另一方面还提供一种泵送控制装置，该泵送控制装置包括：上述实施例中所述的用于确定物料的可泵性的装置；以及控制模块，用于：在泵送物料的泵送设备当前处于泵送过程且物料的可泵性被判定为差或者一般的情况下，采用泵送过程改善措施集中的至少一者对泵送设备进行控制，其中，泵送过程改善措施集包括：增大泵送设备的主泵的转速、减小泵送设备的主泵的排量电流以及增大泵送设备的恒压泵的排量电流；和/或在泵送设备当前处于起泵过程且物料的可泵性被判定为差或者一般的情况下，采用起泵过程改善措施集中的至少一者对泵送设备进行控制，其中，起泵过程改善措施集包括：增大泵送设备的主泵的转速以及减小泵送设备的主泵的排量电流。

可选地，在本发明实施例中，该泵送控制装置还包括：预警模块，用于在物料的可泵性被判定为差且采用改善措施未能改善物料的可泵性的情况下，采取预警措施。

本发明实施例提供的泵送控制装置的具体工作原理及益处与本发明实施例提供的泵送控制方法的具体工作原理及益处相似，这里将不再赘述。

此外，本发明实施例的另一方面还提供一种工程机械，该工程机械包括上述实施例中所述的用于确定物料的可泵性的装置或者上述实施例中所述的泵送控制装置。

另外，本发明实施例的另一方面还提供一种机器可读存储介质，该机器可读存储介质上存储有指令，该指令用于使得机器执行上述实施例中所述的用于确定物料的可泵性的方法或者上述实施例中所述的泵送控制方法。

以上结合附图详细描述了本发明的优选实施方式，但是，本发明并不限于上述实施方式中的具体细节，在本发明的技术构思范围内，可以对本发明的技术方案进行多种简单变型，这些简单变型均属于本发明的保护范围。

另外需要说明的是，在上述具体实施方式中所描述的各个具体技术特征，在不矛盾的情况下，可以通过任何合适的方式进行组合。为了避免不必要的重复，本发明对各种可能的组合方式不再另行说明。

此外，本发明的各种不同的实施方式之间也可以进行任意组合，只要其不违背本发明的思想，其同样应当视为本发明所公开的内容。

权利要求书

1、一种用于确定物料的可泵性的方法，其特征在于，该方法包括：

采集泵送所述物料时泵送处理窗口期内的泵送压力数据，其中，所述泵送处理窗口期包括至少一个泵送推料过程，泵送所述物料的泵送设备当前处于泵送过程；

根据所采集的泵送压力数据，确定所述泵送处理窗口期对应的可泵性判断参数；以及

根据所述泵送处理窗口期对应的所述可泵性判断参数与预设泵送处理窗口期可泵性判断参数阈值，确定所述物料的可泵性。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述泵送处理窗口期包括多个所述泵送推料过程，所述泵送处理窗口期对应的所述可泵性判断参数为泵送压力趋势参数，其中，所述泵送压力趋势参数体现所述泵送处理窗口期内泵送压力变化的趋势。

3、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，根据所述泵送处理窗口期对应的所述可泵性判断参数与预设泵送处理窗口期可泵性判断参数阈值确定所述物料的可泵性包括：

在所述泵送处理窗口期对应的所述可泵性判断参数小于或等于所述预设泵送处理窗口期可泵性判断参数阈值的情况下，判定所述物料的可泵性不差；和/或

在所述泵送处理窗口期对应的所述可泵性判断参数大于所述预设泵送处理窗口期可泵性判断参数阈值的情况下，判定所述物料的可泵性差。

4、根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述泵送处理窗口期包括多个所述泵送推料过程，该方法还包括：

在所述泵送处理窗口期内统计单个所述泵送推料过程内判定所述物料的可泵性差对应的所述泵送推料过程的个数；以及

根据所统计的个数与预设个数阈值，将被判定为可泵性不差的所述物料区分为可泵性好或者可泵性一般。

5、根据权利要求 4 所述的方法，其特征在于，根据所统计的个数与预设个数阈值将被判定为可泵性不差的所述物料区分为可泵性好或者可泵性一般包括：

在所统计的个数小于或等于所述预设个数阈值的情况下，判定所述物料的可泵性好；和/或

在所统计的个数大于所述预设个数阈值的情况下，判定所述物料的可泵性一般。

6、根据权利要求 4 所述的方法，其特征在于，所述在所述泵送处理窗口期内统计单个所述泵送推料过程内判定所述物料的可泵性差对应的所述泵送推料过程的个数包括：

针对所述泵送处理窗口期内的任一所述泵送推料过程：

确定该泵送推料过程对应的所述可泵性判断参数；以及

根据该泵送推料过程对应的所述可泵性判断参数与预设泵送推料过程可泵性判断参数阈值，判定在该泵送推料过程内所述物料的可泵性是否为差；以及

对所述物料的可泵性被判定为差的所述泵送推料过程的数量进行统计以得到所述个数。

7、根据权利要求6所述的方法，其特征在于，所述泵送推料过程对应的所述可泵性判断参数为泵送压力稳定性参数，其中，一所述泵送推料过程对应的所述泵送压力稳定性参数体现该泵送推料过程内泵送压力的离散程度。

8、根据权利要求7所述的方法，其特征在于，

所述泵送压力稳定性参数为波动系数，

针对一所述泵送推料过程，所述波动系数为该泵送推料过程的压力标准差与该泵送推料过程的泵送压力平均值的比值。

9、根据权利要求2所述的方法，其特征在于，所述泵送压力趋势参数为直线斜率，根据所采集的泵送压力数据确定所述直线斜率包括：

确定所述泵送处理窗口期内每个所述泵送推料过程的泵送压力平均值；以及

基于所确定的泵送压力平均值，采用直线拟合法，确定所述直线斜率。

10、根据权利要求1-9中任一项所述的方法，其特征在于，该方法还包括：

确定起泵过程对应的可泵性判断参数，其中，所述泵送设备当前处于所述起泵过程；以及

根据所述起泵过程对应的可泵性判断参数与预设起泵过程可泵性判断参数阈值，确定所述物料的可泵性。

11、根据权利要求10所述的方法，其特征在于，所述起泵过程对应的可泵性判断参数为起泵压力评判参数。

12、根据权利要求11所述的方法，其特征在于，确定所述起泵压力评判参数包括：

确定停泵阶段前泵送处理窗口期内的泵送压力平均值和压力曲线特征及所述停泵阶段对应的停泵时间，其中，所述停泵阶段为所述起泵过程前所述泵送设备不泵送所述物料的阶段；以及

基于所确定的泵送压力平均值、压力曲线特征和停泵时间，确定所述起泵压力评判参数。

13、根据权利要求10所述的方法，其特征在于，根据所述起泵过程对应的可泵性判断参数与预设起泵过程可泵性判断参数阈值确定所述物料的可泵性包括：

在所述起泵过程对应的可泵性判断参数小于或等于所述预设起泵过程可泵性判断参数阈值的情况下，判定所述物料的可泵性不差；和/或

在所述起泵过程对应的可泵性判断参数大于所述预设起泵过程可泵性判断参数阈值的情况下，判定所述物料的可泵性差。

14、根据权利要求 13 所述的方法，其特征在于，该方法还包括：

根据停泵阶段前泵送处理窗口期内的泵送压力平均值和预设泵送处理窗口期内泵送压力平均值阈值，将被判定为可泵性不差的所述物料区分为可泵性好或者可泵性一般，其中，所述停泵阶段为所述起泵过程前所述泵送设备不泵送所述物料的阶段。

15、根据权利要求 14 所述的方法，其特征在于，根据停泵阶段前泵送处理窗口期内的泵送压力平均值和预设泵送处理窗口期内泵送压力平均值阈值将被判定为可泵性不差的所述物料区分为可泵性好或者可泵性一般包括：

在停泵阶段前泵送处理窗口期内的泵送压力平均值小于或等于所述预设泵送处理窗口期内泵送压力平均值阈值的情况下，判定所述物料的可泵性好；和/或

在停泵阶段前泵送处理窗口期内的泵送压力平均值大于所述预设泵送处理窗口期内泵送压力平均值阈值的情况下，判定所述物料的可泵性一般。

16、一种泵送控制方法，其特征在于，该泵送控制方法包括：

根据权利要求 1-15 中任一项所述的方法确定物料的可泵性；以及

在泵送所述物料的泵送设备当前处于泵送过程且所述物料的可泵性被判定为差或者一般的情况下，采用泵送过程改善措施集中的至少一者对所述泵送设备进行控制，其中，所述泵送过程改善措施集包括：增大所述泵送设备的主泵的转速、减小所述泵送设备的主泵的排量电流以及增大所述泵送设备的恒压泵的排量电流；和/或

在所述泵送设备当前处于起泵过程且所述物料的可泵性被判定为差或者一般的情况下，采用起泵过程改善措施集中的至少一者对所述泵送设备进行控制，其中，所述起泵过程改善措施集包括：增大所述泵送设备的主泵的转速以及减小所述泵送设备的主泵的排量电流。

17、根据权利要求 16 所述的泵送控制方法，其特征在于，在所述物料的可泵性被判定为差且采用改善措施未能改善所述物料的可泵性的情况下，该泵送控制方法还包括：

采取预警措施。

18、一种用于确定物料的可泵性的装置，其特征在于，该装置包括：

采集模块，用于采集泵送所述物料时泵送处理窗口期内的泵送压力数据，其中，所述泵送处理窗口期包括至少一个泵送推料过程，泵送所述物料的泵送设备当前处于泵送过程；

泵送过程可泵性判断参数确定模块，用于根据所采集的泵送压力数据，确定所述泵送处理窗口期对应的可泵性判断参数；以及

泵送过程可泵性确定模块，用于根据所述泵送处理窗口期对应的所述可泵性判断参数与预设泵送处理窗口期可泵性判断参数阈值，确定所述物料的可泵性。

19、根据权利要求 18 所述的装置，其特征在于，所述泵送处理窗口期包括多个所述泵送推料过程，所述泵送处理窗口期对应的所述可泵性判断参数为泵送压力趋势参数，其中，所述泵送压力趋势参数体现所述泵送处理窗口期内泵送压力变化的趋势。

20、根据权利要求 18 所述的装置，其特征在于，所述泵送过程可泵性确定模块根据所述泵送处理窗口期对应的所述可泵性判断参数与预设泵送处理窗口期可泵性判断参数阈值确定所述物料的可泵性包括：

在所述泵送处理窗口期对应的所述可泵性判断参数小于或等于所述预设泵送处理窗口期可泵性判断参数阈值的情况下，判定所述物料的可泵性不差；和/或

在所述泵送处理窗口期对应的所述可泵性判断参数大于所述预设泵送处理窗口期可泵性判断参数阈值的情况下，判定所述物料的可泵性差。

21、一种泵送控制装置，其特征在于，该泵送控制装置包括：

权利要求 18-20 中任一项所述的装置；以及

控制模块，用于：

在泵送所述物料的泵送设备当前处于泵送过程且所述物料的可泵性被判定为差或者一般的情况下，采用泵送过程改善措施集中的至少一者对所述泵送设备进行控制，其中，所述泵送过程改善措施集包括：增大所述泵送设备的主泵的转速、减小所述泵送设备的主泵的排量电流以及增大所述泵送设备的恒压泵的排量电流；和/或

在所述泵送设备当前处于起泵过程且所述物料的可泵性被判定为差或者一般的情况下，采用起泵过程改善措施集中的至少一者对所述泵送设备进行控制，其中，所述起泵过程改善措施集包括：增大所述泵送设备的主泵的转速以及减小所述泵送设备的主泵的排量电流。

22、根据权利要求 21 所述的泵送控制装置，其特征在于，该泵送控制装置还包括：

预警模块，用于在所述物料的可泵性被判定为差且采用改善措施未能改善所述物料的可泵性的情况下，采取预警措施。

23、一种工程机械，其特征在于，该工程机械包括：

权利要求 18-20 中任一项所述的装置；或

权利要求 21 或 22 所述的泵送控制装置。

24、一种机器可读存储介质，其特征在于，该机器可读存储介质上存储有指令，该指令用于使得机器执行权利要求 1-15 中任一项所述的方法或权利要求 16 或 17 所述的泵送控制方法。

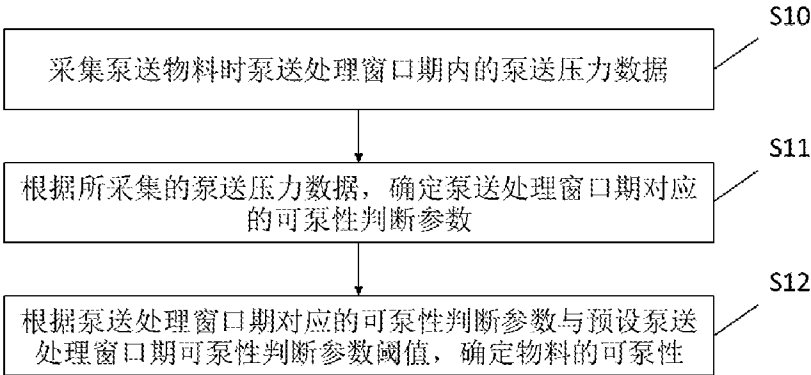


图 1

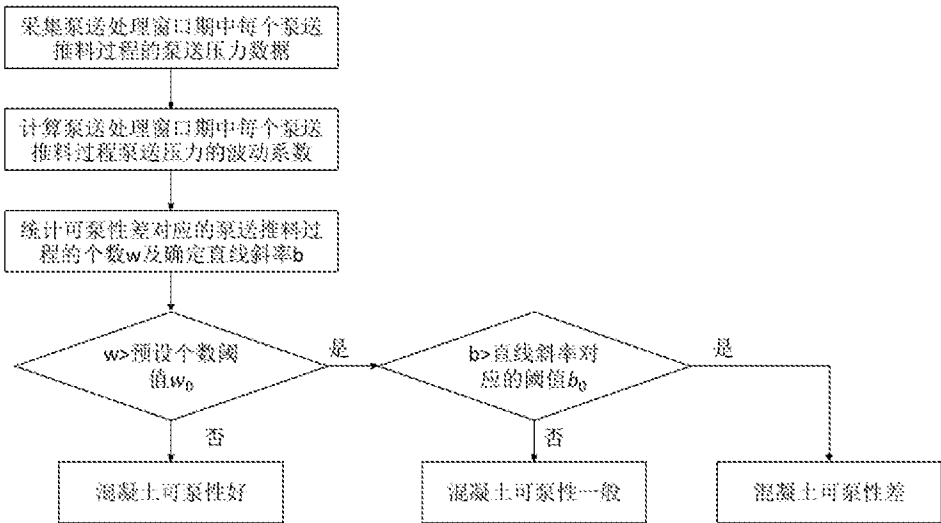


图 2

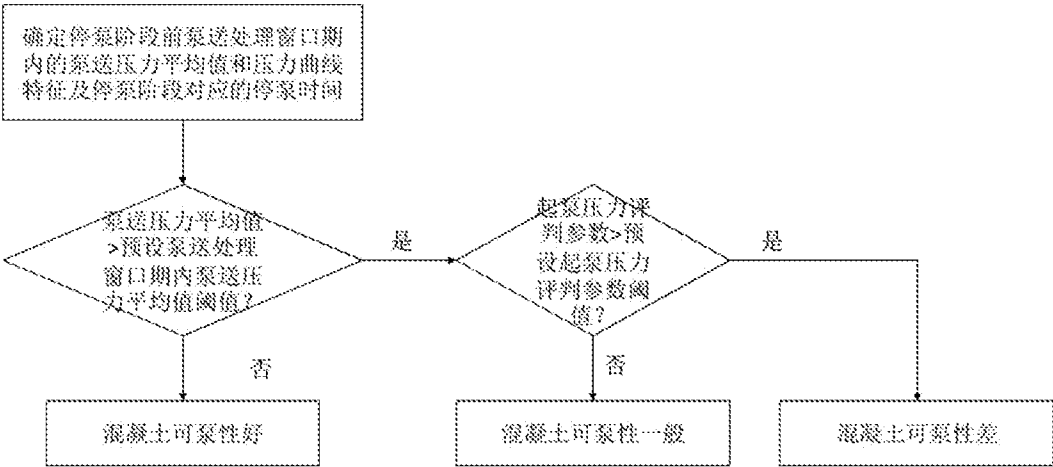


图 3

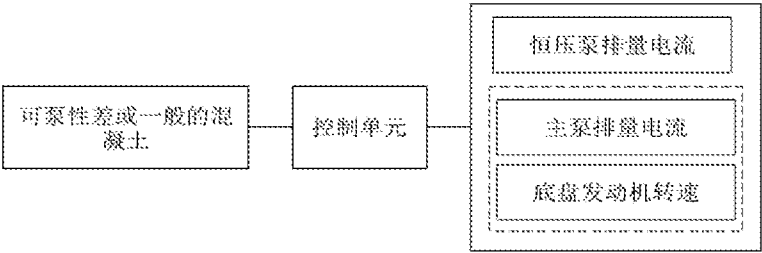


图 4

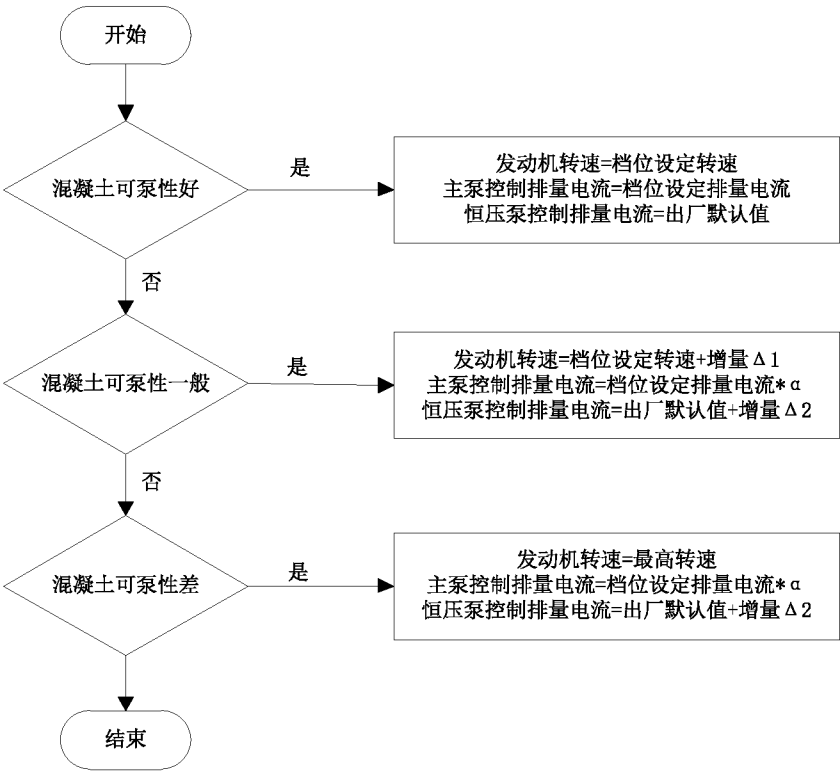


图 5

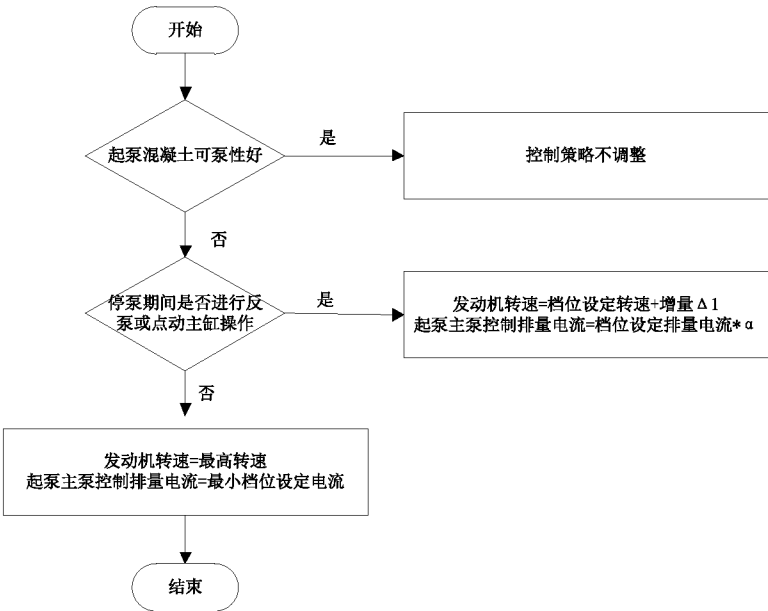


图 6

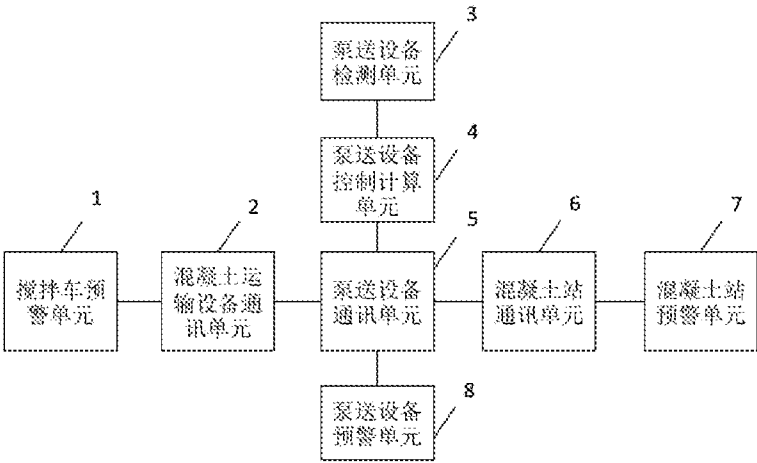


图 7

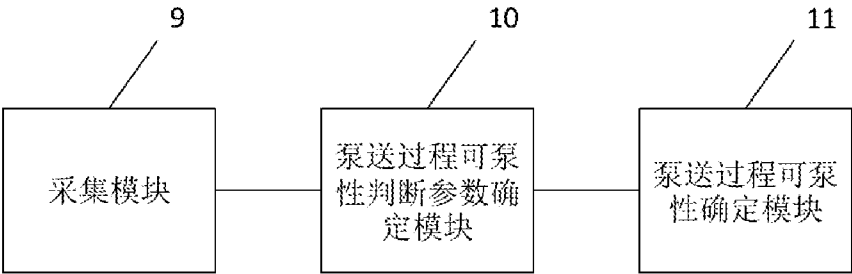


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/139062

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F04B15/02(2006.01)i;F04B51/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC:F04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, CNKI, EPODOC, DWPI: 物料, 泵送, 压力, 窗口期, 阈值, 参数, 采集, 测量, 比较, determine, pumpability, material, pump, control, pressure, data, process, window, period, collect, judge, parameter, threshold

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 115013277 A (ZOOMLION HEAVY INDUSTRY SCIENCE & TECHNOLOGY CO., LTD.) 06 September 2022 (2022-09-06) claims 1-36, description, pages 6-15, and figures 1-8	1-24
X	CN 102330665 A (CHANGSHA ZOOMLION HEAVY INDUSTRY SCIENCE & TECHNOLOGY DEVELOPMENT CO., LTD.) 25 January 2012 (2012-01-25) description, paragraphs 33-79, and figures 1-6	1, 3, 10-11, 13, 18, 20, 23-24
Y	CN 102330665 A (CHANGSHA ZOOMLION HEAVY INDUSTRY SCIENCE & TECHNOLOGY DEVELOPMENT CO., LTD.) 25 January 2012 (2012-01-25) description, paragraphs 33-79, and figures 1-6	2, 4-9, 12, 14-17, 19, 21-22
Y	CN 102841567 A (SANY HEAVY INDUSTRY CO., LTD.) 26 December 2012 (2012-12-26) description, paragraphs 50-78, and figures 1-6	2, 4-9, 12, 14-17, 19, 21-22
A	CN 102817478 A (SANY HEAVY INDUSTRY CO., LTD.) 12 December 2012 (2012-12-12) entire document	1-24
A	CN 111720295 A (ZOOMLION HEAVY INDUSTRY SCIENCE&TECHNOLOGY CO., LTD.) 29 September 2020 (2020-09-29) entire document	1-24



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“D” document cited by the applicant in the international application

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 February 2023

Date of mailing of the international search report

12 March 2023

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District,
Beijing 100088

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/139062

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002213079 A (SHIMIZU CONSTRUCTION CO., LTD.) 31 July 2002 (2002-07-31) entire document	1-24

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2022/139062

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	115013277	A	06 September 2022	None			
CN	102330665	A	25 January 2012	None			
CN	102841567	A	26 December 2012	WO	2014048026	A1	03 April 2014
CN	102817478	A	12 December 2012	None			
CN	111720295	A	29 September 2020	None			
JP	2002213079	A	31 July 2002	JP	4253784	B2	15 April 2009

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2022/139062

A. 主题的分类 F04B15/02 (2006.01) i; F04B51/00 (2006.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) IPC: F04B 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) CNPAT, CNKI, EPDOC, DWPI: 物料, 泵送, 压力, 窗口期, 阈值, 参数, 采集, 测量, 比较, determine, pumpability, material, pump, control, pressure, data, process, window, period, collect, judge, parameter, threshold		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 115013277 A (中联重科股份有限公司) 2022年9月6日 (2022 - 09 - 06) 权利要求1-36, 说明书第6-15页, 附图1-8	1-24
X	CN 102330665 A (长沙中联重工科技发展股份有限公司) 2012年1月25日 (2012 - 01 - 25) 说明书第33-79段, 附图1-6	1, 3, 10-11, 13, 18, 20, 23-24
Y	CN 102330665 A (长沙中联重工科技发展股份有限公司) 2012年1月25日 (2012 - 01 - 25) 说明书第33-79段, 附图1-6	2, 4-9, 12, 14-17, 19, 21-22
Y	CN 102841567 A (三一重工股份有限公司) 2012年12月26日 (2012 - 12 - 26) 说明书第50-78段, 附图1-6	2, 4-9, 12, 14-17, 19, 21-22
A	CN 102817478 A (三一重工股份有限公司) 2012年12月12日 (2012 - 12 - 12) 全文	1-24
A	CN 111720295 A (中联重科股份有限公司) 2020年9月29日 (2020 - 09 - 29) 全文	1-24
☒ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “D” 申请人在国际申请中引证的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 2023年2月27日		国际检索报告邮寄日期 2023年3月12日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		授权官员 耿谦 电话号码 (+86) 010-62085225

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2022/139062

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	JP 2002213079 A (SHIMIZU CONSTRUCTION CO LTD) 2002年7月31日 (2002 - 07 - 31) 全文	1-24

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2022/139062

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	115013277	A	2022年9月6日	无			
CN	102330665	A	2012年1月25日	无			
CN	102841567	A	2012年12月26日	W0	2014048026	A1	2014年4月3日
CN	102817478	A	2012年12月12日	无			
CN	111720295	A	2020年9月29日	无			
JP	2002213079	A	2002年7月31日	JP	4253784	B2	2009年4月15日