(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
2012 年 12 月 13 日 (13.12.2012)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2012/167499 A1

(51) 国际专利分类号:
F04B 49/08 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2011/078027

(22) 国际申请日: 2011 年 8 月 4 日 (04.08.2011)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201110152993.0 2011 年 6 月 8 日 (08.06.2011) CN

(71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): **长沙中联重工科技发展股份有限公司 (CHANGSHA ZOOMLION HEAVY INDUSTRY SCIENCE AND TECHNOLOGY DEVELOPMENT CO., LTD.)** [CN/CN]; 中国湖南省长沙市岳麓区银盆南路 361 号, Hunan 410013 (CN)。 **湖南中联重科专用车有限责任公司 (HUNAN ZOOMLION SPECIAL VEHICLE CO., LTD.)** [CN/CN]; 中国湖南省常德市鼎城区灌溪镇, Hunan 415106 (CN)。

(72) 发明人; 及

(75) 发明人/申请人 (仅对美国): **易伟春 (YI, Weichun)** [CN/CN]; 中国湖南省长沙市岳麓区银盆南路 361 号, Hunan 410013 (CN)。 **林叔斌 (LIN, Shubin)** [CN/CN]; 中国湖南省长沙市岳麓区银盆南路 361 号, Hunan 410013 (CN)。 **王帅 (WANG, Shuai)** [CN/CN]; 中国湖南省长沙市岳麓区银盆南路 361 号, Hunan 410013 (CN)。 **李仁玉 (LI, Renyu)** [CN/CN]; 中国湖南省长沙市岳麓区银盆南路 361 号, Hunan 410013 (CN)。

(74) 代理人: **北京康信知识产权代理有限责任公司 (KANGXIN PARTNERS, P.C.)**; 中国北京市海淀区知春路甲 48 号盈都大厦 A 座 16 层, Beijing 100098 (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

[见续页]

(54) Title: PRESSURE REGULATING METHOD AND SYSTEM FOR A CONCRETE PUMPING DEVICE AND THE CONCRETE PUMPING DEVICE

(54) 发明名称 : 混凝土泵送设备的压力调节方法、系统及混凝土泵送设备

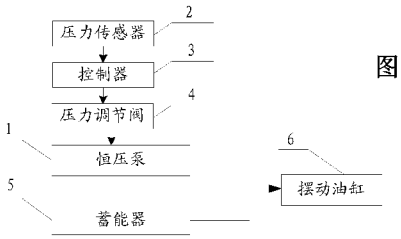


图 2 / Fig. 2

1 CONSTANT PRESSURE PUMP
2 PRESSURE SENSOR
3 CONTROLLER
4 PRESSURE REGULATING VALVE
5 ENERGY RESERVOIR
6 OSCILLATING OIL CYLINDER

(57) **Abstract**: Disclosed are a pressure regulating method and system for a concrete pumping device and a concrete pumping device, wherein the system comprises a constant pressure pump (1), a pressure sensor (2) for acquiring a pumping pressure value and the change of rate in the pumping pressure, a pressure regulating valve (4) connected to the constant pressure pump (1) and for regulating the distributing pressure output by the constant pressure pump (1), a controller (3) connected between the pressure sensor (2) and the pressure regulating valve (4) and for receiving the pumping pressure value and the changing rate in the pumping pressure obtained by the pressure sensor (2) and for controlling the degree of opening of the pressure regulating valve (4) according to the pumping pressure value and the changing rate in the pumping pressure, and an oscillating oil cylinder (6) connected to the constant pressure pump (1) and for obtaining the distributing pressure output by the constant pressure pump (1) and a pressurized oil from an energy reservoir (5) so as to obtain a reversing pressure for urging a distributing valve. The present solution can achieve, by means of intelligently regulating the distributing pressure output by the constant pressure pump, reduced longitudinal impact on the whole vehicle during a distribution reversing, so as to prolong the service life of hardware devices and save energy.

(57) 摘要:

[见续页]

WO 2012/167499 A1

(84) **指定国** (除另有指明，要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, 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))。

一种混凝土泵送设备的压力调节方法、系统及混凝土泵送设备，该系统包括：恒压泵（1）；压力传感器（2），用于采集泵送压力值和泵送压力的变化率；压力调节阀（4），与恒压泵（1）连接，用于调节恒压泵（1）输出的分配压力；控制器（3），连接在压力传感器（2）和压力调节阀（4）之间，用于接收压力传感器（2）获取到的泵送压力值和泵送压力的变化率，并根据泵送压力值和泵送压力的变化率来控制压力调节阀（4）的调节阀开度；摆动油缸（6），与恒压泵（1）连接，用于获取恒压泵（1）输出的分配压力和蓄能器（5）的压力油，以获取换向压力来推动分配阀。本方案能够实现通过智能调节恒压泵输出的分配压力，减少分配换向时对整车的纵向冲击，从而延长了硬件器件的寿命，同时节能。

混凝土泵送设备的压力调节方法、系统及混凝土泵送设备

技术领域

本发明涉及混凝土机械领域，具体而言，涉及一种混凝土泵送设备的压力调节方法、系统及混凝土泵送设备。

背景技术

随着我国基础建设的迅猛发展，各地的混凝土机械的行业发展和增长也是史无前例的。如何减少泵送过程中的振动，以及如何提高器件的使用寿命和泵送效率直接关系到泵车使用者的经济效益。

目前现有技术常采用最大固定的分配压力值对分配换向进行控制，此时的分配换向对整车会产生一个纵向的冲击，且使该冲击会保持在最大，增加了系统机械器件的磨损，造成一定的能源浪费。

图 1 是根据现有技术的混凝土泵送设备的压力调节控制系统结构示意图。

如图 1 所示，现有系统由蓄能器 5′内储存的压力油汇同恒压泵 1′泵出的油一起进入摆动油缸 6′，实现推动 S 管分配阀摆动。现有技术通过压力调节阀 4′将恒压泵 1′的恒压泵压力设定为一个固定值，即每次进行泵送操作时，摆缸的换向压力是固定不变的。

由上述方案可知当采用固定分配压力进行控制时，尽管能满足工作需要，但由于为了保证高压力泵送时摆缸能动作，故通常该固定值为最大需要的分配压力值。由于分配换向对整车会产生一个纵向的冲击，采用最大固定的分配压力值对分配换向进行控制时，显然会使该冲击保持在最大，易造成整车振动，导致相关硬件器件的使用寿命减少，如蓄能器、摆动油缸、S 管等，同时也造成大量的能量浪费。

目前针对相关技术由于在泵送机械工作过程中采用固定的分配压力进行控制，导致混凝土泵送设备硬件器件损耗大、不符合节能要求的问题，目前尚未提出有效的解决方案。

发明内容

本发明的主要目的在于提供一种混凝土泵送设备的压力调节方法、系统及混凝土泵送设备，以解决上述相关技术由于在泵送机械工作过程中采用固定的分配压力进行控制，导致混凝土泵送设备硬件器件损耗大、不符合节能要求的问题。

为了实现上述目的，根据本发明的一个方面，提供了一种混凝土泵送设备的压力调节系统，该混凝土泵送设备的压力调节系统包括：恒压泵；压力传感器，用于采集泵送压力值和泵送压力的变化率；压力调节阀，与恒压泵连接，用于调节恒压泵输出的分配压力；控制器，连接在压力传感器和压力调节阀之间，用于接收压力传感器获取到的泵送压力值和泵送压力的变化率，并根据泵送压力值和泵送压力的变化率来控制压力调节阀的调节阀开度；摆动油缸，与恒压泵连接，用于获取恒压泵输出的分配压力和蓄能器的压力油，以获取换向压力来推动分配阀。

进一步地，控制器包括：接收装置，用于接收泵送压力值和泵送压力的变化率；处理装置，用于获取泵送压力值在一个或多个压力区间段中对应的第一隶属度，以及泵送压力的变化率在一个或多个变化率区间段中对应的第二隶属度，并根据第一隶属度和第二隶属度获取第一模糊推理参数θ_i和第二模糊推理参数Y_i，以得到调节阀开度值，其中，通过调节阀开度值来确定调节阀的调节阀开度。

进一步地，处理装置包括：比较装置，用于获取任意两个第一隶属度和第二隶属度的隶属度组合，比较隶属度组合中的第一隶属度和第二隶属度，得到的最小值为第一模糊推理参数θ_i；查询装置，用于在模糊推理数据库中查询隶属度组合对应的输出值，输出值为第二模糊推理参数Y_i。

进一步地，处理装置还包括：计算装置，根据如下公式获取调节阀开度值 u：$u=\sum_{i=1}^{n}(Y_i\times\theta_i)/\sum_{i=1}^{n}Y_i$，其中，i 和 n 为自然数，且 $1\le i\le n$。

为了实现上述目的，根据本发明的另一方面，提供了一种混凝土泵送设备的压力调节方法，该混凝土泵送设备的压力调节方法包括：通过压力传感器来采集泵送压力值和泵送压力的变化率；控制器接收泵送压力值和泵送压力的变化率，并根据泵送压力值和泵送压力的变化率来控制压力调节阀的调节阀开度；压力调节阀根据调节阀开度来调节恒压泵输出的分配压力。

进一步地，根据泵送压力值和泵送压力的变化率来控制压力调节阀的调节阀开度包括：获取泵送压力值在一个或多个压力区间段中对应的第一隶属度；获取泵送压力

的变化率在一个或多个变化率区间段中对应的第二隶属度；根据第一隶属度和第二隶属度获取第一模糊推理参数θ_i和第二模糊推理参数Y_i；根据第一模糊推理参数θ_i和第二模糊推理参数Y_i来获取调节阀开度值；通过调节阀开度值来确定调节阀的调节阀开度。

进一步地，根据第一隶属度和第二隶属度获取第一模糊推理参数θ_i和第二模糊推理参数Y_i包括：获取任意两个第一隶属度和第二隶属度的隶属度组合，并确定隶属度组合中的最小值为第一模糊推理参数θ_i；在模糊推理数据库中查询隶属度组合对应的输出值，输出值为第二模糊推理参数Y_i。

进一步地，根据第一模糊推理参数θ_i和第二模糊推理参数Y_i来获取调节阀开度值包括：根据如下公式获取调节阀开度值u：调节阀开度值$u=\sum_{i=1}^{n}(Y_i\times\theta_i)/\sum_{i=1}^{n}Y_i$，其中，i和n为自然数，且$1\le i\le n$。

进一步地，在根据泵送压力值和泵送压力的变化率来控制压力调节阀的调节阀开度之前，方法还包括：按需划分压力区间以获取一个或多个压力区间段；按需划分变化率区间以获取一个或多个变化率区间段；其中，相邻的压力区间段之间包括重合的部分，相邻的变化率区间段之间包括重合的部分。

为了实现上述目的，根据本发明的又一方面，提供了一种混凝土泵送设备，该混凝土泵送设备包括上述任意一种混凝土泵送设备的压力调节系统。

通过本发明，采用恒压泵；压力传感器，用于采集泵送压力值和泵送压力的变化率；压力调节阀，与恒压泵连接，用于调节恒压泵输出的分配压力；控制器，连接在压力传感器和压力调节阀之间，用于接收压力传感器获取到的泵送压力值和泵送压力的变化率，并根据泵送压力值和泵送压力的变化率来控制压力调节阀的调节阀开度；摆动油缸，与恒压泵连接，用于获取恒压泵输出的分配压力和蓄能器的压力油，以获取换向压力来推动分配阀，解决了现有相关技术由于在泵送机械工作过程中采用固定的分配压力进行控制，导致硬件器件损耗大、不符合节能要求的问题，进而实现通过按需智能调节恒压泵输出的分配压力，大大减少分配换向时对整车的纵向冲击，从而延长了硬件器件的寿命，同时达到了很好的节能效果。

附图说明

此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解，构成本申请的一部分，本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明，并不构成对本发明的不当限定。在附图中：

图 1 是根据现有技术的混凝土泵送设备的压力调节控制系统结构示意图；

图 2 是根据本发明实施例的混凝土泵送设备的压力调节控制系统结构示意图；

图 3 是根据本发明实施例的泵送压力的区间函数示意图；

图 4 是根据本发明实施例的泵送压力变化率的区间函数示意图；

图 5 是根据本发明实施例的模糊推理获取的函数示意图；

图 6 是根据本发明实施例的混凝土泵送设备的压力调节方法的流程图。

具体实施方式

需要说明的是，在不冲突的情况下，本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

图 2 是根据本发明实施例的混凝土泵送设备的压力调节控制系统结构示意图。

如图 2 所示，该控制系统包括：恒压泵 1；压力传感器 2，用于采集泵送压力值和泵送压力的变化率；压力调节阀 4，与所述恒压泵 1 连接，用于调节恒压泵 1 输出的分配压力；控制器 3，连接在压力传感器 2 和压力调节阀 4 之间，用于接收压力传感器 2 获取到的泵送压力值和泵送压力的变化率，并根据泵送压力值和泵送压力的变化率来控制压力调节阀 4 的调节阀开度。

本发明上述实施例通过控制器 3 来控制压力调节阀 4 去调节恒压泵 1 的分配压力，在调节的过程中控制输出值直接以电流大小的形式控制分配压力，具体的，可以以泵送压力及其变化值作为分配压力调节的依据，采用模糊控制算法实现分配压力的智能调节，实现对分配压力进行完全平缓的控制，摒弃了分配压力采用固定值进行控制的方式，实现了通过按需智能调节恒压泵 1 输出的分配压力，大大减少了分配换向时对整车的纵向冲击，从而延长了硬件器件的寿命，同时达到了很好的节能效果。该调节系统结构简单且可靠性高。

本发明上述控制器 3 可以包括：接收装置，用于接收泵送压力值和泵送压力的变化率；处理装置，用于获取泵送压力值在一个或多个压力区间段中对应的第一隶属度，以及泵送压力的变化率在一个或多个变化率区间段中对应的第二隶属度，并根据第一隶属度和第二隶属度获取第一模糊推理参数 θ_i 和第二模糊推理参数 Y_i，以得到调节阀开度值，其中，通过调节阀开度值来确定调节阀的调节阀开度。

优选地，上述实施例中的处理装置可以包括：比较装置，用于获取任意两个第一隶属度和第二隶属度的隶属度组合，比较隶属度组合中的第一隶属度和第二隶属度，得到的最小值为第一模糊推理参数 θ_i；查询装置，用于在模糊推理数据库中查询隶属度组合对应的输出值，输出值为第二模糊推理参数 Y_i。

优选地，上述实施例钟的处理装置还包括：计算装置，根据如下公式获取调节阀开度值 u：$u=\sum_{i=1}^{n}(Y_i\times\theta_i)/\sum_{i=1}^{n}Y_i$，其中，i 和 n 为自然数，且 $1\le i\le n$。

具体的，如图 2 所示，本申请中的压力调节阀 4 可以采用电磁比例阀，通过改变电流调节比例阀开度。

1）该实施例在控制器 3 中实现模糊化设计。

首先，当处理器的接收装置接收到泵送压力值及其变化率时，将其作为两个输入变量输入至处理装置。

如图 3 所示，该函数图表示不同的泵送压力值在不同压力区间段上对应的隶属度，控制器 3 根据接收到的泵送压力在该函数图中获取对应的隶属度，由于不同压力区间的分段之间有重合的部分，因此在图 3 中同一个泵送压力可以对应获得一个或两个隶属度。

如图 4 所示，该函数图表示不同的泵送压力的变化率在不同的变化率区间段上对应的隶属度，控制器 3 根据接收到的泵送压力的变化率在盖函数图中获取对应的隶属度，由于不同变化率区间段的分段之间有重合的部分，因此在图 4 中同一个泵送压力的变化率可以对应获得一个或两个隶属度。

由上可知，任意一个输入变量最多可能同时属于两个不同的区间段，同时可求出分别对应每个区间段的隶属度大小，故根据输入的泵送压力和泵送压力的变化率可以最多有 4 种组合状态，用于模糊推理。

具体的，例如：泵送压力最大值为 40 兆帕，某时刻采集到的泵送压力值为 10 兆帕，则可以定义该泵送的等比参数为 0.25MaxPumpPress，如图 3 所示，0.25 的泵送压力值可以分别属于两个区间段：低段 LOW 和中段 Mediu，其中，该泵送压力值在 LOW 区间段的函数中对应的隶属度为 0.75，泵送压力值在 Mediu 区间段的函数中对应的隶属度为 0.25。

同样的，如图 4 可知，泵送压力值压力变化率采用与泵送压力类似的方法进行段的划分及隶属度计算，同样可知其最多可能同时属于两个不同段，分别对应两个隶属度值。

故针对上述泵送压力值和泵送压力的变化率这两个输入变量，最多可有 4 种组合。

2）控制器 3 在通过模糊化设计来获取两个输入变量对应的隶属度之后，开始进行模糊推理的设计。

首先，如图 5 所示定义 5 种推理规则输出值。根据模糊化时求出的两个输入变量所属的区间段（共四种组合）进行模糊推理，具体的，可以根据图 3 和 4 所获得的两个输入变量对应的隶属度，得到 4 个模糊推理输出值，即 Yi（i=1，2，3，4），同时每一组输入变量对应有 4 组隶属度组合（因为对应每个区间段都有一个隶属度值），求出每组中的最小值，即 θi（i=1，2，3，4）值。

如图 3-5 所示，例如：泵送压力为 0.25MaxPumpPress 时，该泵送压力在图 3 所示的函数中同时属于两个区间段。包括：低段 LOW 和中段 Mediu ，同时可以获得该泵送压力在 LOW 区间段上对应的隶属度为 0.75，在 Mediu 区间段函数上对应的隶属度为 0.25；泵送压力变化率为 0.25MaxChangRate 时，该泵送压力变化率在图 4 所示的函数中同时属于两个区间段，包括：负区间段 Negative 和零区间段 Zero，同时可以获得该泵送压力变化率 0.25 在 Negative 区间段上对应的隶属度为 0.5，在零区间段 Zero 上对应的隶属度为 0.5，其组合形式有以下四组：

（1）“LOW，Negative”，对应隶属度组合为“0.75，0.5”，最小值为 0.5，即 θ1。根据规则可得出一个输出值 Y1；

（2）“Mediu，Negative”，对应隶属度组合为“0.25，0.5”，最小值为 0.25，即 θ2。根据规则可得出一个输出值 Y2；

（3）“LOW，Zero”，对应隶属度组合为“0.75，0.5”，最小值为 0.5，即 θ3。根据规则可得出一个输出值 Y3；

（4）“Mediu，Zero”，对应隶属度组合为“0.25，0.5”，最小值为 0.25，即 θ4。根据规则可得出一个输出值 Y4。

上述实施例，通过在模糊推理数据库中查询各个隶属度组合，从而获得对应的输出值 Y1-Y4，本申请中的模糊推理数据库包括两个输入变量（泵送压力值和泵送压力的变化率）对应的隶属度的任意组合及其对应的模糊推理参数 Y_i，其中，第一个输入变量（泵送压力值）可以包括 4 个区间段，第二个输入变量可以（泵送压力的变化率）包括 3 个区间段，两个输入变量一共可以获得 12 组隶属度组合，模糊推理数据库为预先设定的包括该 12 组隶属度组合及其对应的输出值 Y_i，每一组中的一个或多个隶属度可以根据经验值获取，区间段中的隶属度划分越细致得到的模糊推理结果越准确。

上述实施例采用可通过电磁比例阀进行比例调节的恒压泵 1 来控制分配压力的泵送机械，通过检测泵送压力，自动匹配最合理的分配压力。

3）控制器 3 在完成模糊推理之后开始执行去模糊化。

去模糊化采用了重心法，如图 3-5 所示的实施例中，该计算公式如下：输出的调节阀开度值为 u=(Y1* θ1+ Y2* θ2+ Y3* θ3+ Y4* θ4)/ (Y1+ Y2+ Y3+ Y4)。

本申请上述实施例将经过去模糊化的输出计算值，转换为电流的形式，用以调节压力体调节阀的调节阀开度，从而控制恒压泵 1 输出的分配压力，即控制分配换向压力，实现分配压力自动跟随泵送压力变化而进行变化的智能调节。

本申请上述实施例钟还可以包括蓄能器 5；摆动油缸 6，用于获取恒压泵 1 输出的分配压力和蓄能器 5 的压力油，以获取换向压力来推动分配阀。

本申请发明还可以采用分段设计的方式将泵送压力值进行分段，使每一段泵送压力对应一个分配压力值。该分段设计方式比较图 3-5 所示实施例的模糊控制算法而言，程序设计简单，当分段较多时，能达到很好的调节效果，但存在一个缺点，在两个分段的交界处会出现一个分配压力跳变的过程，会产生一定的冲击力。

具体的，采用分段设计方式时，图 3 中的函数图的不同压力区间之间不存在重合的部分，因此，当接收到一个泵送压力值时仅会在一个区间上获得一个隶属度，同理，图 4 中。由于不同变化率区间段的分段之间没有重合的部分，因此在图 4 中同一个泵送压力的变化率仅可以对应获得一个隶属度。因此，针对同一个泵送压力及其变化率仅获得一个隶属度组合，因此省去了去模糊化的过程，可以直接获得该分配压力。模糊控制算法复杂，但可以优化采用分段形式对分配进行调试时交界点压力跳变的问题。

优选地，当泵送压力持续出现压力过大或压力传感器 2 损坏，导致泵送压力为零，此时分配压力将自动调整为一个固定值。。

图 6 是根据本发明实施例的混凝土泵送设备的压力调节方法的流程图，如图 6 所示该方法包括如下步骤：

步骤 S102，通过图 2 中的压力传感器 2 来采集泵送压力值和泵送压力的变化率。

步骤 S104，通过图 2 中的控制器 3 来接收泵送压力值和泵送压力的变化率，来实现根据泵送压力值和泵送压力的变化率来控制压力调节阀 4 的调节阀开度。

步骤 S106，通过图 2 中的压力调节阀 4 根据调节阀开度来调节恒压泵 1 输出的分配压力。

本发明上述实施例通过控制器 3 来控制压力调节阀 4 去调节恒压泵 1 的分配压力，可以以泵送压力及其变化值作为分配压力调节的依据，采用模糊控制算法实现分配压力的智能调节，实现对分配压力进行完全平缓的控制，摒弃了分配压力采用固定值进行控制的方式，实现了通过按需智能调节恒压泵 1 输出的分配压力，大大减少了分配换向时对整车的纵向冲击，从而延长了硬件器件的寿命，同时达到了很好的节能效果。该调节系统结构简单且可靠性高。

本申请实施例中，根据泵送压力值和泵送压力的变化率来控制压力调节阀 4 的调节阀开度包括：获取泵送压力值在一个或多个压力区间段中对应的第一隶属度；获取泵送压力的变化率在一个或多个变化率区间段中对应的第二隶属度；根据第一隶属度和第二隶属度获取第一模糊推理参数 θ_i 和第二模糊推理参数 Y_i；根据第一模糊推理参数 θ_i 和第二模糊推理参数 Y_i 来获取调节阀开度值；通过调节阀开度值来确定调节阀的调节阀开度。

优选地，根据第一隶属度和第二隶属度获取第一模糊推理参数 θ_i 和第二模糊推理参数 Y_i 包括：获取任意两个第一隶属度和第二隶属度的隶属度组合，并确定隶属度组合中的最小值为第一模糊推理参数 θ_i；在模糊推理数据库中查询隶属度组合对应的输出值，输出值为第二模糊推理参数 Y_i。

优选地，根据第一模糊推理参数 θ_i 和第二模糊推理参数 Y_i 来获取调节阀开度值包括：根据如下公式获取调节阀开度值 u：调节阀开度值 $u=\sum_{i=1}^{n}(Y_i\times\theta_i)/\sum_{i=1}^{n}Y_i$，其中，i 和 n 为自然数，且 $1\le i\le n$。

上述方法实施例通过在控制器 3 中使用模糊控制算法来计算分配压力输出值，具体是采用 ZER-ORDER 方法实现模糊化设计、模糊推理以及区模糊化。

具体的，在实现模糊化设计的过程中，如图 3 和 4 所示，控制器 3 根据接收到的泵送压力在图 3 所示的函数图中获取对应的隶属度，在图 4 所示的泵送压力的变化率在盖函数图中获取对应的隶属度，由于不同压力区间的分段之间有重合的部分，因此在图 3 中同一个泵送压力可以对应获得一个或两个隶属度，同理，在图 4 中同一个泵送压力的变化率可以对应获得一个或两个隶属度。

由上可知，任意一个输入变量最多可能同时属于两个不同的区间段，同时可求出分别对应每个区间段的隶属度大小，故根据输入的泵送压力和泵送压力的变化率可以最多有 4 种组合状态，用于模糊推理。

具体的，例如：泵送压力最大值为 40 兆帕，某时刻采集到的泵送压力值为 10 兆帕，则可以定义该泵送的等比参数为 0.25MaxPumpPress，如图 3 所示，0.25 的泵送压力值可以分别属于两个区间段：低段 LOW 和中段 Mediu，其中，该泵送压力值在 LOW 区间段的函数中对应的隶属度为 0.75，泵送压力值在 Mediu 区间段的函数中对应的隶属度为 0.25。

在实现模糊推理的设计的过程中，首先，如图 5 所示定义 5 种推理规则输出值。根据模糊化时求出的两个输入变量所属的区间段（共四种组合）进行模糊推理，具体的，可以根据图 3 和 4 所获得的两个输入变量对应的隶属度，得到 4 个模糊推理输出值，即 Yi（i=1，2，3，4），同时每一组输入变量对应有 4 组隶属度组合（因为对应每个区间段都有一个隶属度值），求出每组中的最小值，即 θi（i=1，2，3，4）值。

具体的，泵送压力为 0.25MaxPumpPress 时，该泵送压力在图 3 所示的函数中同时属于两个区间段。包括：低段 LOW 和中段 Mediu ，同时可以获得该泵送压力在 LOW 区间段上对应的隶属度为 0.75，在 Mediu 区间段函数上对应的隶属度为 0.25；泵送压力变化率为 0.25MaxChangRate 时，该泵送压力变化率在图 4 所示的函数中同时属于两个区间段，包括：负区间段 Negative 和零区间段 Zero，同时可以获得该泵送压力变化率 0.25 在 Negative 区间段上对应的隶属度为 0.5，在零区间段 Zero 上对应的隶属度为 0.5，其组合形式有以下四组：

（1）“LOW，Negative”，对应隶属度组合为“0.75，0.5”，最小值为 0.5，即 θ1。根据规则可得出一个输出值 Y1；

（2）“Mediu，Negative”，对应隶属度组合为“0.25，0.5”，最小值为 0.25，即 θ2。根据规则可得出一个输出值 Y2；

（3）“LOW，Zero”，对应隶属度组合为“0.75，0.5”，最小值为 0.5，即 θ3。根据规则可得出一个输出值 Y3；

（4）“Mediu，Zero”，对应隶属度组合为“0.25，0.5”，最小值为 0.25，即 θ4。根据规则可得出一个输出值 Y4。

上述实施例采用可通过电磁比例阀进行比例调节的恒压泵来控制分配压力的泵送机械，通过检测泵送压力，自动匹配最合理的分配压力。

在完成模糊推理的处理过程之后开始执行去模糊化。即可以通过公式 $u=\sum_{i=1}^{n}(Y_i\times\theta_i)/\sum_{i=1}^{n}Y_i$ 获取输出的调节阀开度值，本申请图 3-6 所示的实施例中，输出的调节阀开度值为 u=(Y1* θ1+ Y2* θ2+ Y3* θ3+ Y4* θ4)/ (Y1+ Y2+ Y3+ Y4)。

本申请上述实施例将经过去模糊化的输出计算值，转换为电流的形式，控制分配换向压力，实现分配压力自动跟随泵送压力变化而进行变化的智能调节。

本申请发明还可以采用分段设计的方式将泵送压力值进行分段，使每一段泵送压力对应一个分配压力值。该分段设计方式比较图 3-5 所示实施例的模糊控制算法而言，程序设计简单，当分段较多时，能达到很好的调节效果，但存在一个缺点，在两个分段的交界处会出现一个分配压力跳变的过程，会产生一定的冲击力。

优选地，在根据泵送压力值和泵送压力的变化率来控制压力调节阀 4 的调节阀开度之前，方法还包括：按需划分压力区间以获取一个或多个压力区间段；按需划分变化率区间以获取一个或多个变化率区间段；其中，相邻的压力区间段之间包括重合的部分，相邻的变化率区间段之间包括重合的部分。上述实施例，由于研发人员可以根据经验值划分压力区段和变化率区间段，因此可以根据实际需要来确定区间段的划分，区间段划分越细致得到的模糊推理结果越准确，相应得到的分配压力值越准确。

本申请还可以提供一种混凝土泵送设备，该混凝土泵送设备可以包括上述任意一种混凝土泵送设备的压力调节系统的实施方式。

需要说明的是，在附图的流程图示出的步骤可以在诸如一组计算机可执行指令的计算机系统中执行，并且，虽然在流程图中示出了逻辑顺序，但是在某些情况下，可以以不同于此处的顺序执行所示出或描述的步骤。

从以上的描述中，可以看出，本发明实现了如下技术效果：

1：实现分配压力以泵送压力为依据，按实际需求调节压力。

将泵送机械分配压力由一个固定值改变为一个可智能调节的变化值，大大减少了分配换向时对整车的纵向冲击，延长相关器件的使用寿命。达到很好的节能效果。

2：采用模糊控制算法实现分配压力的智能调节。

取泵送压力值和泵送压力变化值作为模糊控制的输入变量，很好的实现了分配压力对泵送压力的跟踪调节。

3：采用输出压力可比例调节的恒压泵，通过电流值调节压力值，实现了模糊控制输出值（电流值）与分配压力的关联。硬件控制模式简单，无需增加太大成本。

显然，本领域的技术人员应该明白，上述的本发明的各模块或各步骤可以用通用的计算装置来实现，它们可以集中在单个的计算装置上，或者分布在多个计算装置所组成的网络上，可选地，它们可以用计算装置可执行的程序代码来实现，从而，可以将它们存储在存储装置中由计算装置来执行，或者将它们分别制作成各个集成电路模块，或者将它们中的多个模块或步骤制作成单个集成电路模块来实现。这样，本发明不限制于任何特定的硬件和软件结合。

以上所述仅为本发明的优选实施例而已，并不用于限制本发明，对于本领域的技术人员来说，本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1. 一种混凝土泵送设备的压力调节系统，其特征在于，包括：

恒压泵；

压力传感器，用于采集泵送压力值和泵送压力的变化率；

压力调节阀，与所述恒压泵连接，用于调节所述恒压泵输出的分配压力；

控制器，连接在所述压力传感器和所述压力调节阀之间，用于接收所述压力传感器获取到的所述泵送压力值和所述泵送压力的变化率，并根据所述泵送压力值和所述泵送压力的变化率来控制所述压力调节阀的调节阀开度；

摆动油缸，与所述恒压泵连接，用于获取所述恒压泵输出的所述分配压力和蓄能器的压力油，以获取换向压力来推动分配阀。

2. 根据权利要求 1 所述的系统，其特征在于，所述控制器包括：

接收装置，用于接收所述泵送压力值和所述泵送压力的变化率；

处理装置，用于获取所述泵送压力值在一个或多个压力区间段中对应的第一隶属度，以及所述泵送压力的变化率在一个或多个变化率区间段中对应的第二隶属度，并根据所述第一隶属度和第二隶属度获取第一模糊推理参数θ_i和第二模糊推理参数Y_i，以得到所述调节阀开度值，其中，通过所述调节阀开度值来确定所述调节阀的所述调节阀开度。

3. 根据权利要求 2 所述的系统，其特征在于，所述处理装置包括：

比较装置，用于获取任意两个所述第一隶属度和所述第二隶属度的隶属度组合，比较所述隶属度组合中的所述第一隶属度和所述第二隶属度，得到的最小值为所述第一模糊推理参数θ_i；

查询装置，用于在模糊推理数据库中查询所述隶属度组合对应的输出值，所述输出值为所述第二模糊推理参数Y_i。

4. 根据权利要求 3 所述的系统，其特征在于，所述处理装置还包括：

计算装置，根据如下公式获取所述调节阀开度值 u：$u=\sum_{i=1}^{n}(Y_i\times\theta_i)/\sum_{i=1}^{n}Y_i$，其中，i 和 n 为自然数，且 $1\le i\le n$。

5. 一种混凝土泵送设备的压力调节方法，其特征在于，包括：

通过压力传感器来采集泵送压力值和泵送压力的变化率；

控制器接收所述泵送压力值和所述泵送压力的变化率，并根据所述泵送压力值和所述泵送压力的变化率来控制压力调节阀的调节阀开度；

压力调节阀根据所述调节阀开度来调节恒压泵输出的分配压力。

6. 根据权利要求 5 所述的方法，其特征在于，根据所述泵送压力值和所述泵送压力的变化率来控制压力调节阀的调节阀开度包括：

获取所述泵送压力值在一个或多个压力区间段中对应的第一隶属度；

获取所述泵送压力的变化率在一个或多个变化率区间段中对应的第二隶属度；

根据所述第一隶属度和第二隶属度获取第一模糊推理参数 θ_i 和第二模糊推理参数 Y_i；

根据所述第一模糊推理参数 θ_i 和所述第二模糊推理参数 Y_i 来获取所述调节阀开度值；

通过所述调节阀开度值来确定所述调节阀的所述调节阀开度。

7. 根据权利要求 6 所述的方法，其特征在于，根据所述第一隶属度和第二隶属度获取第一模糊推理参数 θ_i 和第二模糊推理参数 Y_i 包括：

获取任意两个所述第一隶属度和所述第二隶属度的隶属度组合，并确定所述隶属度组合中的最小值为所述第一模糊推理参数 θ_i；

在模糊推理数据库中查询所述隶属度组合对应的输出值，所述输出值为所述第二模糊推理参数 Y_i。

8. 根据权利要求 7 所述的方法，其特征在于，根据所述第一模糊推理参数 θ_i 和所述第二模糊推理参数 Y_i 来获取所述调节阀开度值包括：

根据如下公式获取所述调节阀开度值 u：

调节阀开度值 $u = \sum_{i=1}^{n}(Y_i \times \theta_i) / \sum_{i=1}^{n} Y_i$，其中，i 和 n 为自然数，且 $1 \le i \le n$。

9. 根据权利要求 8 所述的方法，其特征在于，在根据所述泵送压力值和所述泵送压力的变化率来控制压力调节阀的调节阀开度之前，所述方法还包括：

按需划分压力区间以获取一个或多个所述压力区间段；

按需划分变化率区间以获取一个或多个所述变化率区间段；

其中，相邻的所述压力区间段之间包括重合的部分，相邻的所述变化率区间段之间包括重合的部分。

10. 一种混凝土泵送设备，其特征在于，包括：权利要求 1-4 中任一项所述的混凝土泵送设备的压力调节系统。

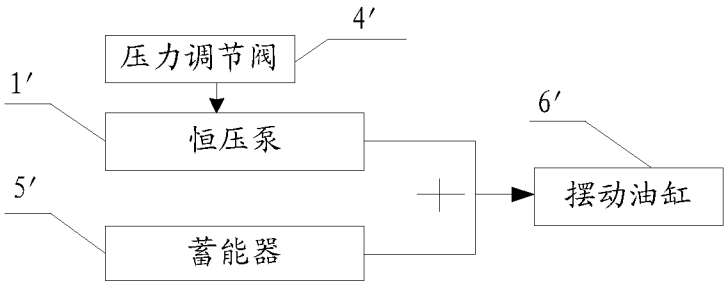

4′
压力调节阀
1′
恒压泵
6′
5′
摆动油缸
蓄能器

图 1

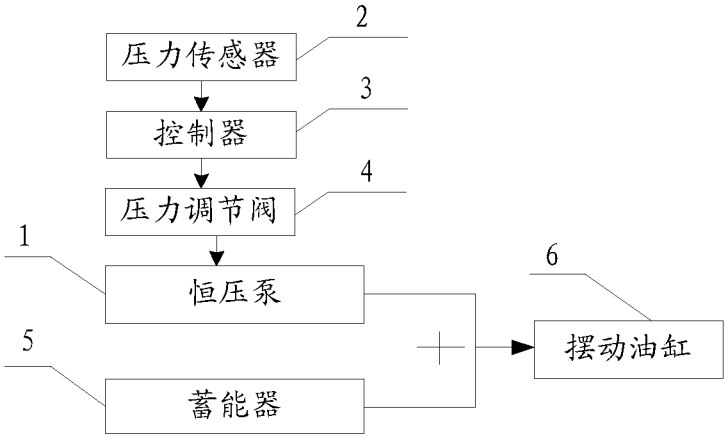

2
压力传感器
3
控制器
4
压力调节阀
1
恒压泵
6
5
摆动油缸
蓄能器

图 2

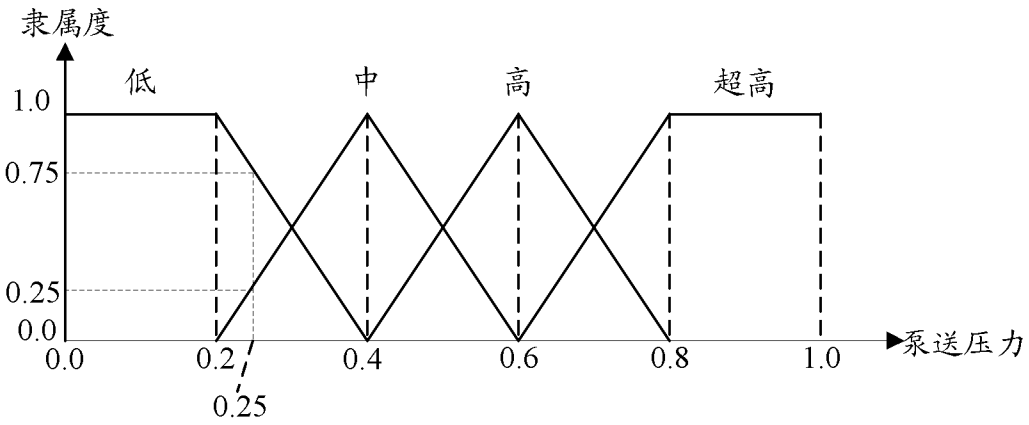

隶属度
低
中
高
超高
1.0
0.75
0.25
0.0
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
0.25
泵送压力

图 3

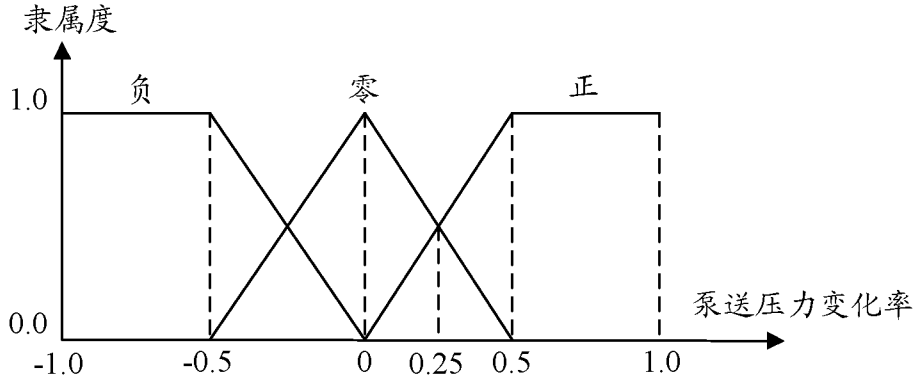

隶属度
1.0
0.0
负
零
正
泵送压力变化率
-1.0
-0.5
0
0.25
0.5
1.0

图 4

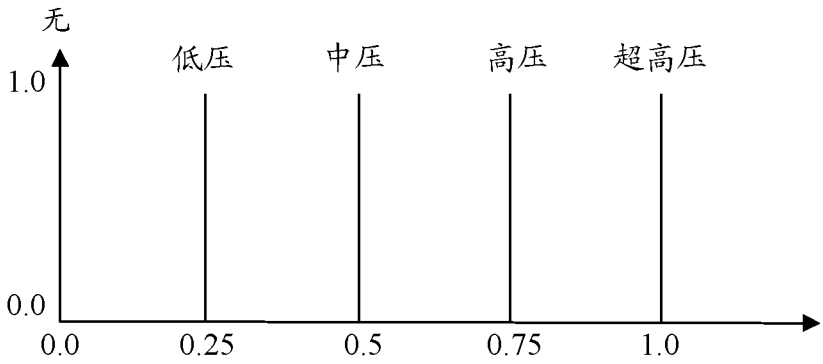

无
低压
中压
高压
超高压
1.0
0.0
0.0
0.25
0.5
0.75
1.0

图 5

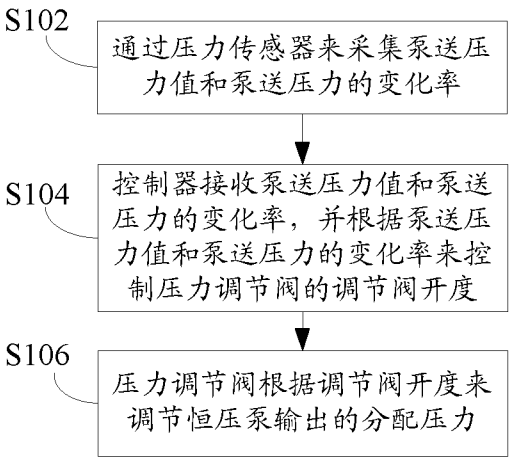

S102
通过压力传感器来采集泵送压力值和泵送压力的变化率
S104
控制器接收泵送压力值和泵送压力的变化率，并根据泵送压力值和泵送压力的变化率来控制压力调节阀的调节阀开度
S106
压力调节阀根据调节阀开度来调节恒压泵输出的分配压力

图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2011/078027

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F04B 49/08 (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, F04C, E04C

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)

EPODOC, WPI, CNPAT, CNKI: sens+, hydro-cylinder, concrete, cement, pump?, pressure, valve, control+, adjust+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 201486789 U (CHANGSHA ZOOMLION HEAVY INDUSTRY SCIENCE & TECHNOLOGY DEVELOPMENT CO., LTD.), 26 May 2010 (26.05.2010), see description, paragraphs [0023]-[0027], and figure 2	1-10
A	CN 101649829 A (YANGZHOU LIUGONG CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD.), 17 February 2010 (17.02.2010), see the whole document	1-10
A	CN 2275239 Y (FENG, Jinyi et al.), 25 February 1998 (25.02.1998), see the whole document	1-10
A	US 2009185915 A1 (MULTIQUIP INC.), 23 July 2009 (23.07.2009), see the whole document	1-10

☐ 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

"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	Date of mailing of the international search report
02 March 2012 (02.03.2012)	**15 March 2012 (15.03.2012)**
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer **CHENG, Liang** Telephone No.: (86-10) **62085503**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2011/078027

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 201486789 U	26.05.2010	None	
CN 101649829 A	17.02.2010	None	
CN 2275239 Y	25.02.1998	None	
US 2009185915 A1	23.07.2009	None	

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2011/078027

A. 主题的分类

F04B 49/08 (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, F04C, E04C

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）)

EPODOC, WPI, CNPAT, CNKI: 泵, 压力, 调, 控, 阀, 传感, 混凝土, 水泥, 油缸, concrete, cement, pump?, pressure, valve, control+, adjust+

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	CN201486789U (长沙中联重工科技发展股份有限公司) 26.5 月 2010 (26.05.2010) 参见说明书第[0023]-[0027]段、附图 2	1-10
A	CN101649829A (扬州柳工建设机械有限公司) 17.2 月 2010 (17.02.2010) 参见全文	1-10
A	CN2275239Y (冯金益 等) 25.2 月 1998 (25.02.1998) 参见全文	1-10
A	US2009185915A1 (MULTIQUIP INC) 23.7 月 2009 (23.07.2009) 参见全文	1-10

☐ 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

"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	国际检索报告邮寄日期
02.3 月 2012 (02.03.2012)	**15.3 月 2012 (15.03.2012)**

ISA/CN 的名称和邮寄地址：	受权官员
中华人民共和国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088 传真号：　(86-10)62019451	程亮 电话号码：(86-10) **62085503**

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2011/078027

检索报告中引用的专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN201486789U	26.05.2010	无	
CN101649829A	17.02.2010	无	
CN2275239Y	25.02.1998	无	
US2009185915A1	23.07.2009	无	