



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102691333 B

(45) 授权公告日 2014. 10. 22

(21) 申请号 201210078023. 5

(22) 申请日 2012. 03. 22

(30) 优先权数据

063341/2011 2011. 03. 22 JP

(73) 专利权人 株式会社日立制作所

地址 日本东京都

(72) 发明人 足立进吾 河原林雅 高桥信补

佐藤达广 安富弘泰 田所秀之

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 胡建新

(51) Int. Cl.

E03B 1/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 88101956 A, 1988. 10. 26, 全文.

CN 1779711 A, 2006. 05. 31, 全文.

CN 101876177 A, 2010. 11. 03, 全文.

CN 1290332 A, 2001. 04. 04, 全文.

CN 1317676 C, 2007. 05. 23, 全文.

JP 2002266380 A, 2002. 09. 18, 全文.

JP 2007249374 A, 2007. 09. 27, 全文.

审查员 王和祥

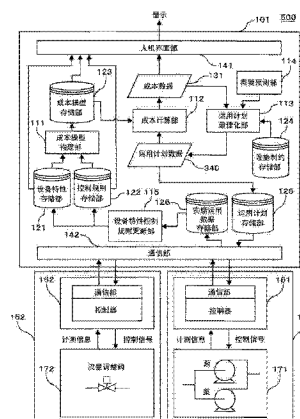
权利要求书2页 说明书15页 附图12页

(54) 发明名称

水道中央监视控制装置、水道监视控制系统
以及水道监视控制程序

(57) 摘要

本申请提供一种中央监视控制装置,能够考虑流量和成本的非线性性、多值性,并且使用抑制了计算负荷的成本计算,进行运用成本最小的水道运用计划的立案以及设施控制。水道中央监视控制装置将导送配水泵设施等作为控制对象,具有:设备特性存储部,存储每个泵号机的设备特性;控制规则存储部,存储控制对象实施的运转方式等;成本模型构建部,根据设备特性存储和控制规则构建成本模型;成本计算部,使用成本模型对水道运用计划数据的运用成本进行评价;运用计划最佳化部,制作使由成本计算部评价的运用成本为最小的水道运用计划数据;以及通信部,将最佳运用计划数据向控制对象设施发送。



1. 一种水道中央监视控制装置,将取水泵设施、送水泵设施、配水泵设施作为控制对象,其特征在于,

具有:

设备特性存储部,存储上述控制对象设施的每个泵号机的设备特性;

控制规则存储部,存储在上述控制对象设施中确定各泵号机的运转方式的控制规则;

成本模型构建部,根据上述设备特性存储部和上述控制规则存储部的信息,对每个上述控制对象设施构建成本模型,并存储到成本模型存储部中;

成本计算部,使用上述成本模型存储部所存储的成本模型,对水道运用计划数据的运用成本进行评价;

运用计划最佳化部,制作使由上述成本计算部评价的运用成本为最小的最佳水道运用计划数据;

通信部,将上述最佳运用计划数据向上述控制对象设施发送;以及

人机界面部,进行与操作员的接口,

上述成本模型由将控制对象设施的泵运转台数作为状态的状态迁移关系、和将各状态下的控制对象设施的排出流量作为输入而赋予成本的函数构成,

上述成本计算部由执行上述成本模型的状态迁移表现的状态迁移机械构成。

2. 如权利要求1记载的水道中央监视控制装置,其特征在于,

还具有实绩运用数据存储部和设备特性控制规则更新部,

上述通信部,从控制对象设施收集与运转实绩有关的信息而存放到上述实绩运用数据存储部,

上述设备特性控制规则更新部根据与上述运转实绩有关的信息,对上述设备特性存储部所存储的设备特性信息以及上述控制规则存储部所存储的控制规则信息进行更新。

3. 如权利要求1或者权利要求2记载的水道中央监视控制装置,其特征在于,

上述成本模型构建部具有如下功能:针对具有按控制对象设施的泵号机的每个运转停止状态具有独立状态的状态迁移表现的成本模型,将类似的状态统一,由此向将状态迁移表现简化的成本模型变换的功能;以及针对将各状态下的控制对象设施的排出流量作为输入而赋予成本的函数,区分地通过线性函数进行近似的功能。

4. 如权利要求1或者权利要求2记载的水道中央监视控制装置,其特征在于,

使用上述设备特性存储部所存储的、表示泵的排出流量与扬程的关系的特性和表示泵的排出流量与效率的关系的特性,使用上述控制规则存储部所存储的、通过对排出流量或者排出压力进行设定的控制方式而确定的可变速泵的转速和阀的减压宽度而计算上述成本模型的将控制对象设施的排出流量作为输入而赋予成本的函数。

5. 如权利要求1或者权利要求2记载的水道中央监视控制装置,其特征在于,

作为上述控制规则存储部所存储的、对配水泵设施的排出压力进行设定的控制方式,使用推测末端压力一定控制或者排出压力一定控制。

6. 如权利要求1或者权利要求2记载的水道中央监视控制装置,其特征在于,

由上述成本计算部进行评价、通过上述运用计划最佳化部进行最小化的运用成本为:水道设施的运用所需要的消耗电力,或者为了得到上述消耗电力的电费,或者上述消耗电力的温室效应气体换算值之一。

7. 一种水道监视控制系统,通过计算机服务器实现如权利要求 1 至权利要求 6 中任一项记载的水道中央监视控制装置,

通过经由通信网络与控制对象设施连接,

由此水道中央监视控制装置将运用计划数据向控制对象设施发送,从控制对象设施收集实绩运用数据。

水道中央监视控制装置、水道监视控制系统以及水道监视 控制程序

技术领域

[0001] 本发明涉及水道中央监视控制装置、水道监视控制系统以及水道监视控制程序，特别是关于与成本评价相关地救出最佳的运用计划，基于该运用计划对水道设施进行控制的水道中央监视控制装置、水道监视控制系统以及水道监视控制程序。

背景技术

[0002] 作为本技术领域的背景技术，存在专利文献 1 以及专利文献 2。在专利文献 1 中记载的技术为，提出一种上水道运用评价装置，通过对上水道设施整体的运用成本（药品成本以及电力成本）进行计算，由此能够对上水道设施整体的运用成本进行评价。

[0003] 在专利文献 2 中记载的技术为，能够高精度地对设备构成以及运转方法的变更导致的泵以及鼓风机的消耗电力量之差进行评价。

[0004] 专利文献 1：日本特开 2002-266380

[0005] 专利文献 2：日本特开 2007-249374

[0006] 专利文献 1 中记载有上水道运用评价装置的结构。但是，专利文献 1 的上水道运用评价装置，仅能够进行与取水量、送水量、配水量的日量成比例的成本评价。

[0007] 在这种上水道运用评价装置中，例如配水量所代表的那样，在流量与成本（消耗电力）之间存在非线性性，此外在一天中的流量变化较大的评价对象中，有时成本的评价误差较大。此外，在一般的泵的台数控制规则中，在配水量的增加时和减少时，即使为相同的配水量，有时泵运转台数也不同、成本（消耗电力）也不同，该现象被称为自然极化。在专利文献 1 的上水道运用评价装置中，未能够考虑到自然极化，而有时成本的评价误差较大。换言之，不能够考虑与流量相对的成本的多值性。此外，由于上述误差，有时在进行评价的上水道运用计划、基于该计划的控制中残留由进一步改善的余地。

[0008] 此外，在专利文献 2 中记载有能量诊断装置的结构。但是，专利文献 2 的能量诊断装置，在使多台泵协作而进行控制的设施中的能量评价时，必须准备赋予到个别泵的排出量为止、或者计算个别泵的排出量的模拟装置。

[0009] 在这种能量诊断装置中，例如在利用能量诊断装置的评价，通过最佳化技术求出使水道设施整体的消耗能量最小化的设施运用方法时，由于为了到个别泵的排出量为止确定运用方法而探索空间变得庞大、或者对个别泵的排出量进行计算的模拟装置的计算量较多的理由，有时最佳化计算的计算时间增大。

发明内容

[0010] 因此，本发明提供一种中央监视控制装置，能够考虑流量和成本的非线性性、多值性，并且使用抑制了计算负荷的成本计算，进行运用成本最小的水道运用计划的立案以及设施控制。例如，特别是提供一种中央监视控制装置，关于在配水泵设施中显著的流量和成本的对应的非线性性、对泵台数运转的自然极化进行了考虑的成本评价，求出最佳的运用

计划,并基于该运用计划对水道设施进行控制。

[0011] 为了解决上述课题,例如采用专利请求范围记载的构成。

[0012] 本申请包括多个解决上述课题的方案,如果举出其一个例子,则为一种水道中央监视控制装置 101,将取水泵设施、送水泵设施、配水泵设施等作为控制对象,具有:设备特性存储部 121,存储控制对象设施的每个泵号机的设备特性;控制规则存储部 122,存储在控制对象设施中确定各泵号机的运转方式等的控制规则;成本模型构建部 111,根据设备特性存储部和控制规则存储部的信息,对每个控制对象设施构建成本模型,并存储到成本模型存储部 123 中;成本计算部 112,使用成本模型存储部 123 所存储的成本模型,对水道运用计划数据的运用成本进行评价;运用计划最佳化部 113,制作使由成本计算部 112 评价的运用成本为最小的最佳水道运用计划数据;通信部 142,将最佳运用计划数据向控制对象设施发送;以及人机界面部 141,进行与操作员的接口;成本模型由将控制对象设施的泵运转台数作为状态的状态迁移关系、和将各状态下的控制对象设施的排出流量作为输入而赋予成本的函数构成,成本计算部 112 由执行成本模型的状态迁移表现的状态迁移机械构成。

[0013] 发明的效果:

[0014] 根据本发明,能够提供中央监视控制装置以及水道监视控制系统,关于在配水泵设施中显著的流量和成本的非线形性、和对泵台数运转的自然极化进行了考虑的成本评价,求出最佳的运用计划,基于该运用计划对水道设施进行控制。

[0015] 上述以外的课题、构成以及效果,通过以下实施方式的说明而变得清楚。

附图说明

[0016] 图 1 是上水道监视控制系统的框图。

[0017] 图 2 是对控制对象设施的控制对象设备的构成进行说明的框图。

[0018] 图 3 是上水道中央监视控制装置的硬件框图。

[0019] 图 4 是对设备特性表进行说明的图。

[0020] 图 5 是设备特性表的要素即流量-扬程特性的图表。

[0021] 图 6 是设备特性表的要素即流量-效率特性的图表。

[0022] 图 7 是对控制规则表进行说明的图。

[0023] 图 8A 是控制规则表的要素即排出压力设定的图表。

[0024] 图 8B 是控制规则表的要素即管路模型的图表。

[0025] 图 9 是控制规则表的要素即泵台数切换流量表的例子。

[0026] 图 10 是对成本模型存储部所存储的成本模型表进行说明的图。

[0027] 图 11A 是表示成本模型表的要素即成本模型的状态迁移关系的状态迁移图。

[0028] 图 11B 是成本模型表的要素即成本模型的流量-成本关系的图表。

[0029] 图 12A 是表示成本模型表的要素即成本模型的状态迁移关系的状态迁移图。

[0030] 图 12B 是成本模型表的要素即成本模型的流量-成本关系的图表。

[0031] 图 13A 是表示成本模型表的要素即成本模型的状态迁移关系的状态迁移图。

[0032] 图 13B 是成本模型表的要素即成本模型的流量-成本关系的图表。

[0033] 图 14A 是表示成本模型表的要素即成本模型的状态迁移关系的状态迁移图。

- [0034] 图 14B 是成本模型表的要素即成本模型的流量 - 成本关系的图表。
- [0035] 图 15 是成本模型构建处理的流程图。
- [0036] 图 16 是运用计划数据。
- [0037] 图 17 是设施制约数据。
- [0038] 图 18 是对设备特性、控制规则更新部的处理进行说明的流程图

具体实施方式

[0039] 以下,使用实施例,参照附图对本发明的实施方式进行详细说明。此外,对实质上相同部位赋予相同的参照序号,不进行重复说明。在本实施例中,对由设备特性和控制规则构建成成本模型的上水道泵运用最佳化装置进行说明。但是,水道不限于上水道,还包括工业用水道(工水)、雨水再生水等中水道以及农业用水道。

[0040] 在图 1 中,上水道监视控制系统 500 由上水道中央监视控制装置 101、控制对象设施 151、控制对象设施 152 构成。

[0041] 上水道中央监视控制装置 101 具有成本模型构建部 111、成本计算部 112、运用计划最佳化部 113、需要预测部 114、设备特性存储部 121、控制规则存储部 122、成本模型存储部 123、设施制约存储部 124、运用计划存储部 125、实际运用数据存储部 126、人机界面部 141 以及通信部 142。此外,上水道中央监视控制装置 101 经由通信部 142 与监视控制的对象即控制对象设施 151、控制对象设施 152 连接。

[0042] 控制对象设施 151 具有远程设施控制装置 161 和控制对象设备(泵)171。同样,控制对象设施 152 具有远程设施控制装置 162 和控制对象设备(阀)172。

[0043] 在图 1 中,上水道中央监视控制装置 101 仅与控制对象设施 151、控制对象设施 152 这 2 个设施连接,但一般还与导送配水泵设施、净水场、配水场等多个控制对象的设施连接。在此,所谓控制对象的设施,为经由网络与上水道中央监视控制装置 101 连接的水道设施。所谓控制对象的设施,是进行由上水道中央监视控制装置 101 收集计测信息、以及从上水道中央监视控制装置 101 发送与控制方法相关的信息中的某个或者两者的设施。

[0044] 成本模型构建部 111,对控制对象设施 151 等的、由一个或者多个泵构成的控制对象的设施的每个,读出设备特性存储部 121 所存放的该控制对象设施的各泵的设备特性、和控制规则存储部 122 所存放的该控制对象设施的控制规则,基于该设备特性和控制规则来构建该控制对象设施的成本模型。此外,成本模型构建部 111 将构建的成本模型存放到成本模型存储部 123 中。

[0045] 成本计算部 112,基于从成本模型存储部 123 读出的成本模型,对于从运用计划最佳化部 113 赋予的运用计划数据 340,对以该运用计划数据 340 进行控制所需要的成本进行计算,并作为成本数据 131 输出。但是,运用计划数据 340 是表示控制对象的全部设施的运用方法的信息,因此成本计算部 112,对于每个控制对象设施从成本模型存储部 123 中读出成本模型,从运用计划数据 340 中提取该设施的运用方法,对该设施的成本进行计算。成本计算部 112,接着对全部的控制对象设施进行加法,而对成本数据进行计算。控制对象的全部设施的运用成本由式 1 表示。

[0046] 【数 1】

[0047]
$$C_{total} = \sum_{j=1}^M C(j) \dots (\text{式 1})$$

[0048] 在此,

[0049] C_{total} :控制对象的全部设施的运用成本 [kWh]

[0050] j :表示控制对象的设施的索引

[0051] M :控制对象的设施的总数

[0052] $C(j)$:控制对象的设施 j 的运用成本 [kWh]。

[0053] 对于各设施 j 的运用成本 $C(j)$ 的计算方法,与成本模型的说明一起在图 11 的说明中进行后述。

[0054] 在虽然不是控制对象设施、但存在想考虑运用成本的设施的情况下,能够将该设施视为控制对象设施而同样地对运用成本进行计算、加法。虽然是不与上水道中央监视控制装置 101 连接的设施、但存在想考虑其运用成本的设施的情况等,与该情况相应。

[0055] 成本数据 131,由包含上述控制对象的全部设施的运用成本 C_{total} 的成本信息构成,除了控制对象的全部设施的运用成本 C_{total} 之外,还可以包含各控制对象设施的成本信息等。

[0056] 另外,在本实施例中,所谓成本是指泵运转(设施运用)所需要的消耗电力量。但是,也能够使用还考虑了每个时间段的单价的变化的消耗电力量的购入费用(电费)、消耗电力量的温室效果气体换算值等,将消耗电力量变换而得到指标。

[0057] 运用计划最佳化部 113,从设施制约存储部 124 读出运用计划应满足的制约条件,将从需要预测部 114 得到的每个地域的上水道的需要预测值作为制约条件,将满足这些制约条件的运用计划的候补作为运用计划数据 340 输出。并且,运用计划最佳化部 113,对于之前输出的运用计划数据 340,参照成本计算部 112 计算的成本数据 131,对使成本进一步缩小的其他运用计划的候补进行探索,并重复输出运用计划数据 340 的处理。重复上述处理直到满足某个停止条件为止,由此运用计划最佳化部 113 能够对使成本最小化的运用计划进行计算。

[0058] 运用计划最佳化部 113,将计算的最佳运用计划数据存放在运用计划存储部 125 中。虽然取决于利用的成本模型、设施制约的详细,但运用计划最佳化部 113 的功能,能够记述为作为数学计划法的最佳化问题。运用计划最佳化部 113 的功能,能够对利用了单纯法、分枝限定法的数理最佳化手法、遗传的算法等的现代启发式手法等进行使用而安装。

[0059] 设备特性控制规则更新部 115,根据实际运用数据存储部 126 所积蓄的实际运用数据,对控制对象设施的泵的设备特性信息进行更新,对设备特性存储部 121 的存储内容进行更新。此外,对控制对象设施的送水管路模型等的信息进行更新,对控制规则存储部 122 的存储内容进行更新。

[0060] 人机界面部 141,将设备特性存储部 121、控制规则存储部 122 以及成本模型存储部 123 所存放的各种信息,对于最佳运用计划数据而成本计算部 112 计算的成本数据 131,通过显示器装置等进行显示,对上水道中央监视控制装置 101 的操作员进行提示。人机界面部 141 也可以包含未图示的显示器装置。

[0061] 通信部 142,将运用计划存储部 125 所存放的最佳运用计划数据向控制对象设施 151、控制对象设施 152 等各控制对象设施发送。此外,通信部 142 从各控制对象设施收集

实际运用数据,并存放至实际运用数据存储部 126 中。所谓运用实际数据是指控制对象的泵设施的排出流量、排出压力等。

[0062] 在控制对象设施 151 中,将远程设施控制装置 161 接收的运用计划数据向对泵等控制对象设备的控制信号进行变换,并向控制对象设备(泵)171 的运转状态反映。此外,远程设施控制装置 161,从各计测设备收集排出流量、排出压力等计测信息,并向上水道中央监视控制装置 101 发送。在控制对象设施 152 等中也进行同样的处理,通过使水道中央监视控制装置 101 制作的运用计划反映为设施的运转状态,由此使水道设施的运转成为最佳化。

[0063] 参照图 2,对控制对象设施的控制对象设备(泵)171 的构成进行说明。在图 2 中,泵 1 号机 201 以及泵 2 号机 202 为变速泵,泵 3 号机 203 为定速泵。排出阀 211 为泵 1 号机 201 的排出阀,排出阀 212 为泵 2 号机 202 的排出阀,排出阀 213 为泵 3 号机 203 的排出阀。吸入井 221 向泵 201-203 供水。计测器 231 是排出流量以及排出压力的计测器。将各设备连接的箭头线表示设施内的管路。

[0064] 对于该控制对象设备(泵)171,图 1 的远程设施控制装置 161,将包含排出阀 211 的开度设定在内的泵 1 号机 201 的运转停止信号、泵 1 号机 201 的转速、包含排出阀 212 的开度设定在内的泵 2 号机 202 的运转停止信号、泵 2 号机 202 的转速、包含排出阀 213 的开度设定在内的泵 3 号机 203 的运转停止信号,作为控制信号进行发送。

[0065] 此外,远程设施控制装置 161 收集泵 1 号机 201 的运转停止状态、泵 1 号机 201 的转速、排出阀 211 的开度信息、泵 1 号机 201 的消耗电力、泵 2 号机 202 的运转停止状态、泵 2 号机 202 的转速、排出阀 212 的开度信息、泵 2 号机 202 的消耗电力、泵 3 号机 203 的运转停止状态、排出阀 213 的开度信息、泵 3 号机 203 的消耗电力、吸入井 221 的水位信息、来自计测器 231 的排出流量以及排出流量信息。

[0066] 在未设置有消耗电力计的情况下,消耗电力的计测也可以为,将电流计的电流计测值和功率的计测值组合而推测电力。

[0067] 参照图 3 对上水道中央监视控制装置的硬件构成进行说明。在图 3 中,上水道中央监视控制装置 101 包括中央处理装置(CPU)110、存储器 120、媒介入输出部 130、输入部 140、通信控制部 142、显示部 145、周边设备 IF 部 180 以及总线 190。

[0068] CPU110 执行存储器 120 中的程序。存储器 120 对程序、表等进行临时存储。媒介入输出部 130 保持程序、表等。输入部 140 为键盘、鼠标等。通信控制部 142 为图 1 的通信部 142。通信控制部 142 与网络 400 连接。显示部 145 为图 1 中说明的显示器。周边设备 IF 部 180 为打印机等的接口。总线 190 将 CPU110、存储器 120、媒介入输出部 130、输入部 140、通信控制部 142、显示部 145 以及周边设备 IF 部 180 相互连接。

[0069] 根据图 1 与图 3 的对比可知,图 1 的成本模型构建部 111、成本计算部 112、运用计划最佳化部 113 以及需要预测部 114,通过 CPU110 执行程序来实现。

[0070] 参照图 4 对设备特性存储部 121 所存放的设备特性表进行说明。在图 4 中,设备特性表 300 包括设施 301、泵号机 302、流量-扬程特性 303、流量-效率特性 304、可变速 305 以及规格化的转速的控制范围 306。

[0071] 设备特性表 300 对于控制对象设施的每个泵号机,对流量-扬程特性、流量-效率特性、能否进行转速控制(是否可变速)的真伪值、在可变速的情况下的规格化的转速的控

制范围的各自,保持有信息。

[0072] 参照图 5 对设备特性存储部 121 所存放的设备特性信息中、一台确定的泵的流量-扬程特性(Q-H 特性曲线)进行说明。

[0073] 如之前参照图 4 所述的那样,设备特性表 300 对于控制对象设施的每个泵号机,保持同样的流量-扬程特性 303。在面向上水道而较多使用的涡流泵中,已知流量-扬程特性为式 2 或者式 3 中某个的近似。

[0074] $H = A \cdot Q^2 + B \cdot Q + C \quad \cdots (\text{式 } 2)$

[0075] $H = A \cdot Q^B + C \quad \cdots (\text{式 } 3)$

[0076] 在此,

[0077] H:泵的全扬程 [m]

[0078] Q:泵的排出流量 [m^3/h]

[0079] A、B、C:每个式中独立的系数

[0080] ^:乘方。

[0081] 在通过上述式来对流量-扬程特性进行近似的情况下,保持近似式的种类和系数 A、B、C 即可。或者,也可以将多个代表性流量以及扬程的对保持为数据,通过将这些数据用直线连接后的折线来对流量-扬程特性进行近似。

[0082] 在为进行转速控制的泵的情况下,如图 5 的实线和虚线的曲线那样,流量-扬程特性根据转速的变化而成为不同曲线。因此,作为设备特性信息必须保持每个转速的流量-扬程特性。转速控制的效果一般通过如下的式 4 或者式 5(泵的相似法则)近似。

[0083] $H/S^2 = \text{一定} \quad \cdots (\text{式 } 4)$

[0084] $Q/S = \text{一定} \quad \cdots (\text{式 } 5)$

[0085] 在此,

[0086] S:转速 [rpm]。

[0087] 作为每个转速的流量-扬程特性的保持方法,能够使用通过上述相似法则的近似。或者,也能够保持多个代表性转速的流量-扬程特性,对于其他转速进行插补而对流量-扬程特性进行近似。

[0088] 参照图 6 对设备特性存储部 121 所存放的设备特性信息中、一台确定的泵的流量-效率特性进行说明。

[0089] 与流量-扬程特性同样,如之前参照图 4 所示的那样,设备特性表 300 对于控制对象设施的每个泵号机保持同样的流量-效率特性 304。在面向上水道而较多使用的涡流泵中,已知流量-效率特性基于如下的式 6 或者式 7 中某个的近似。

[0090] $\eta = A \cdot Q^2 + B \cdot Q \quad \cdots (\text{式 } 6)$

[0091] $\eta = A \cdot Q^3 + B \cdot Q^2 + C \cdot Q \quad \cdots (\text{式 } 7)$

[0092] 在此,

[0093] η :泵的效率 [-]

[0094] Q:泵的排出流量 [m^3/h]

[0095] A、B、C:对每个式独立的系数。

[0096] 在通过上述式对流量-扬程特性进行近似的情况下,保持近似式的种类和系数 A、B、C 即可。或者,也可以将多个代表性流量以及效率的对保持为数据,通过将这些数据用直

线连接的折线对流量－效率特性进行近似。

[0097] 在此,泵的效率是指,将泵对排出的水所做的功除以为泵驱动而提供的电力后的值。即,一般,是指将泵的机械规格所记载的泵机械效率、与电动机的效率、如果是转速控制则与变频器等控制设备的效率相乘的值。作为效率特性的保持方法,也能够分别保持泵机械效率、电动机效率、变频器效率。

[0098] 在进行转速控制的泵的情况下,如图 6 的实线和虚线的曲线那样,流量－效率特性通过转速的变化而成为不同曲线。与流量－扬程特性同样,转速控制的效果能够通过泵的相似法则来进行近似。或者,也可以对代表性转速下的流量－效率特性进行保持,对其他转速进行插补而对流量－效率特性进行近似。

[0099] 根据设备特性存储部 121 所存放的设备特性,能够对一台泵评价确定其运转状态时的电力(成本)。由于泵对排出所作的功通过排出流量和扬程的积来表现,因此泵驱动所需要的电力能够由式 8 表现。

[0100] $E = k \cdot Q \cdot H / \eta \cdots (\text{式 } 8)$

[0101] 在此,

[0102] E:泵驱动所需要的电力 [kW]

[0103] Q:泵的排出流量 [m^3/h]

[0104] H:泵的全扬程 [m]

[0105] η :泵的效率 [-]

[0106] k:比例系数 [kWh/m^4]。

[0107] 但是,所谓确定运转状态,是指使用图 5、图 6 的特性来确定上述式的 Q(排出流量)、H(全扬程)、 η (效率)。对应于相同设施内的其他泵的运转状态、以及从设施送水的管路配水区等的特性,运转状态进行变化。在可变速泵的情况下,转速的选择还影响运转状态。

[0108] 参照图 7 对控制规则存储部 122 所存放的控制规则表进行说明。在图 7 中,控制规则表 310 包括设施 311、运转台数切换流量表 312、泵号机运转顺序 313、流量/压力控制的有无 314 以及流量/压力控制的方式 315。

[0109] 控制规则表 310 对于每个控制对象设施,对泵运转台数控制的切换流量表、泵号机的运转顺序决定方式、排出流量以及排出压力的控制的有无、排出流量以及排出压力的控制的方式的各自,保持有信息。泵号机的运转顺序决定方式,是指确定设施中存在多台的泵号机以怎样的顺序起动或者停止的控制规则。一般,以使泵的运转时间均衡化为目的来设定。此外,在设施中存在可变速泵号机的情况下,利用可变速泵号机具有降低消耗电力的效果,因此一般比固定速泵优先地利用。泵运转台数控制的切换流量表、泵号机的运转顺序决定方式的信息,还能够由对与参照图 11 后述的泵设施的运转台数有关的状态迁移的迁移条件进行确定的其他信息来置换。

[0110] 在不进行除了泵台数运转控制以外的排出流量以及排出压力控制的设施的情况下,通过确定运转的泵号机来确定运转状态。但是,在存在可变速泵号机的情况、进行阀控制的情况下,在排出流量以及排出压力控制的代表性方式中,存在设定排出压力的方式以及设定排出流量的方式这 2 种方式。例如,在具备可变速泵号机的配水泵设施中,以排出压力的设定为目标来进行泵转速的控制,允许排出流量根据配水区的需要量而变化。在此,例

如在控制对象设施 151 为上述配水泵设施的情况下,该排出压力的设定方式例如在远程设施控制装置 161 中存储。该排出压力的设定方式的内容也可以由控制规则存储部 122 保持。详细将在图 8A 的说明中后述。另一方面,在送水泵设施中,以排出流量的设定为目标来进行泵转速、阀开度的控制,允许排出压力在能够进行顺畅送水的范围内任意变化。但是,在进行转速控制的设施中,一般为了减少阀(排出阀)的能量损失,不进行基于排出阀的开度调整的排出流量、排出压力的调整。在此,在控制对象设施 151 为具备可变速泵号机的上述送水泵设施的情况下,为了对将排出流量作为设定目标的转速控制进行推测,需要从控制对象设施 151 起的送水目的地的管路的模型(流量-压力特性)。该送水管路模型也由控制规则存储部 122 保持。详细在图 8B 的说明中后述。

[0111] 参照图 8A 对控制规则存储部 122 所存放的控制规则信息中的排出压力设定方式进行说明。

[0112] 如之前在图 7 的控制规则表中所述的那样,关于进行基于排出压力设定的控制的设施(配水泵设施等),保持同样的排出压力设定方式。图 8A 表示代表性排出压力设定方式之一、即称为推测末端压力一定控制的方式。

[0113] $P = P_0 + C \cdot Q^{1.85} \cdots$ (式 9)

[0114] 该方式为,根据排出流量(或者对排出流量施加某种平均化处理的值)通过式 9 确定排出压力。

[0115] 在此,

[0116] P:排出压力 [kPa]

[0117] Q:排出流量 [m^3/h]

[0118] P_0 、C:系数。

[0119] 如该方式那样,能够利用仅根据排出流量决定排出压力的任意方式。对任意的排出流量还能够使用对一定的排出压力进行设定的排出压力一定控制。另一方面,在依存于设施的排出流量等而决定排出压力的方式中,也能够通过在图 11 的说明中详细说明的方法来处理。

[0120] 参照图 8B 对控制规则存储部 122 所存放的控制规则信息中的管路模型进行说明。

[0121] 如之前在图 7 的控制规则表中所述的那样,在包括可变速泵号机的控制对象设施中,对于进行基于排出流量设定的转速控制的设施(送水泵设施等),保持同样的管路模型。管路模型表示对于从该设施送水的目的地管路,在流动排出流量 $Q[m^3/h]$ 时所需要的排出压力 $P[kPa]$ 的关系。作为代表

[0122] $P = P_0 + C \cdot Q^{1.85} \cdots$ (式 10)

[0123] 性模型,使用作为管路的压力损失而假设了海澄-威廉公式的式 10。

[0124] 在此,

[0125] P:排出压力 [kPa]

[0126] Q:排出流量 [m^3/h]

[0127] P_0 、C:系数。

[0128] 系数 P_0 依存于该设施的标高、送水目的地(管路的出口)的标高差, C 依存于管路的长度和口径等。

[0129] 在图 8A 的压力设定方式、图 8B 的管路模型中举出了公式的形式相同的公式例子,

但设定的含义不同。压力设定方式的信息为具有任意性而确定的控制参数,与此相对,管路模型的信息为实际控制对象的模型。

[0130] 参照图 9 对控制规则存储部 122 所存放的控制规则信息中、对切换泵运转台数的流量进行确定的运转台数切换流量表进行说明。在图 9 中,运转台数切换流量表 320 包括停止后泵运转台数 321、起动后泵运转台数 322、泵停止流量 323 以及泵起动流量 324。

[0131] 运转台数切换流量表 320 为,在排出流量增加时,对成为使泵运转台数增加的基准的流量的信息进行保持,在排出流量减少时,对成为使泵运转台数减少的基准的流量的信息进行保持。在使台数增加的流量与使台数减少的流量如果相同的情况下,在该流量前后排出量小幅度变化的情况下,有可能频繁发生泵的起动停止而加快泵及电气设备等的劣化。因此,以便进行改变使台数增加的流量和使台数减少的流量的控制。由此,即使为相同的排出流量、泵的运转台数也不同的现象,被称为自然极化。在图 9 的例子中记载了不指定泵号机,但是在具有特性不同的多个泵的设施的情况下等下,也可以成为指定具体的泵号机的表。

[0132] 参照图 10 对成本模型存储部 123 所存放的成本模型表进行说明。在图 10 中,成本模型表 330 包括设施 331、种类 332 以及成本模型 333。

[0133] 成本模型表 330 对于控制对象的每个设施 331,存放有至少一个种类 332、成本模型信息 333。在此,种类 332 是表示成本模型的精密度或者近似的程度的项目。关于种类 332 以及成本模型 333 的详细内容,将在图 11 到图 14 的说明中后述。

[0134] 参照图 11 对成本模型存储部 123 所存放的成本模型信息中、由 2 台可变速泵和 1 台固定速泵构成的某个设施的成本模型进行说明。该设施为,在图 2 所示的控制对象设备中为图 4 以及图 7 中的配水泵场 B,在此将该设施设为控制对象设施 151。该设施 151 具有 2 台可变速泵(1 号机、2 号机)和 1 台固定速泵(3 号机)的合计 3 台泵。

[0135] 对远程设施控制装置 161 进行的控制进行说明。在排出流量跨图 9 的切换流量表所记载的流量阈值进行了变化的情况下,使泵运转台数变化。在 1 台泵运转时,在排出流量超过 $11\text{m}^3/\text{min}$ 的情况下,使第 2 台泵起动。

[0136] 使作为可变速泵的 1 号机或者 2 号机优先运转,3 号机仅在 2 台已经运转的情况下追加地运转。但是,必须使 1 台以上的泵运转。在 1 号机和 2 号机运转而使其中 1 台停止的情况下,为了使泵运转时间平均化而将累积运转时间较长的号机停止。以成为图 8A 所示的压力设定(推测末端压力一定)的方式,对 1 号机和 2 号机的转速进行控制。

[0137] 本实施例的成本模型包括:将设施的泵运转状态的变化抽象化的状态迁移关系;以及在其各状态下根据设施的排出流量计算消耗电力的函数(以下称为消耗电力函数)。图 11A 是表示状态迁移关系的状态迁移图,图 11B 是将各状态的消耗电力函数重叠显示的图表。

[0138] 在图 11A 中,状态 AX、AY、B、C 是表示设施的各泵号机是工作中或者运转中的信息。具体地说,状态 AX 表示 1 号机是工作中、2 号机和 3 号机为停止中的运转状态。图 11A 是再现了与远程设施控制装置 161 的泵台数相关的控制的状态迁移图。排出流量跨图 9 的运转台数切换流量表 320 所记载的阈值而变化的情况下,进行状态迁移。具体地说,在状态 B 下流量比阈值减少并使泵停止 1 台的情况下,远程设施控制装置 161 对应于 1 号机和 2 号机的累积运转时间的大小向状态 AX 或者状态 AY 迁移。

[0139] 图 11B 的各图表表示在各状态下确定排出流量时的消耗电力。通过对每个状态设定消耗电力函数,由此即使根据状态的不同而为相同的流量,消耗电力也能够再现不同现象(自然极化)。在各状态下根据设施的排出流量计算消耗电力的函数,不一定需要仅为设施的排出流量的函数。也可将处于泵设施的吸入侧的吸入井的水位、其他设施的排出流量作为参数进行依存的函数。

[0140] 在图 11 的成本模型中,能够包含泵消耗电力的非线性性、基于台数运转自然极化的多值性而进行精确的成本评价。与此相对,在使用了专利文献 1 所记载的与配水量(排出流量)成比例的成本模型的情况下,不能够再现图 11B 所示的非线性性、多值性。

[0141] 在全部的排出流量的范围内观察时,成为向下为凸的曲线,因此在排出流量较小的情况或较大的情况下,误差变大。在较小的排出流量或者自然极化对多值性产生影响的排出流量中,比例成本模型能够成为相对过大或者过小 20% 以上地偏差的评价值。

[0142] 在图 11B 的例子中,在仅 1 号机泵运转的状态 AX、仅 2 号机泵运转的状态 AY 下,具有不同的消耗电力函数。这表现 1 号机和 2 号机的设备特性不同导致的消耗电力的不同。即使 1 号机和 2 号机例如为相同型号的泵,有时也由于老化而设备特性产生差异。通过使用如图 11A 那样的考虑了运转状态的成本模型,即使在这种情况下也能够进行精确的成本评价。

[0143] 在成本计算部 112 中,每个控制对象设施具有状态机(状态迁移机械),对成本模型的状态迁移关系进行模拟,并且通过与状态相对应的消耗电力函数来计算成本(消耗电力),通过对各时间的成本(消耗电力)进行积分,由此对该设施的成本(消耗电力量)进行计算。

[0144] 成本模型用于根据排出流量的瞬时值对消耗电力的瞬时值进行评价,但是对于运用计划数据 340 一般所使用的从 10 分到 1 小时程度的平均值,也能够直接使用。一般,上水道设施的排出流量的变化比较缓和,在 10 分程度中不进行较大变化,并且在从水源取水、向配水池送水等中,仅能够以 1 小时 1 次以下的频度来切换排出流量,因此在上述使用方法中也能够确保精度。此外,在比 10 分程度短的时间中,泵的起动停止的过渡现象的影响较大,因此优选使用 10 分程度以上的平均化流量。

[0145] 如上所述,本实施例的成本模型的评价对象,也可以是为了得到泵的消耗电力而需要的电费。一般,电费在电力消耗较少的夜间单价较低。夜间的单价有时会成为昼间的 1/3 程度,优选进行活用。通过将上水道运用计划不是以日量而是以 1 小时单位以下的间距进行立案,由此能够进行包含单价的变化的电费评价,能够立案活用夜间电力的上水道运用计划。

[0146] 参照图 12 对成本模型存储部 123 所存放的成本模型信息中、与图 11 相同的设施的其他成本模型进行说明。与图 11 同样,图 12A 是表示状态迁移关系的状态迁移图,图 12B 是将各状态下的消耗电力函数重叠显示的图表。

[0147] 图 12 的成本模型是将图 11 的成本模型近似地化了的成本模型的例子。在图 12A 中,状态 A、B、C 表示设施的泵运转台数的信息。具体地说,状态 A 表示泵运转台数为 1 台这种运转状态。

[0148] 状态 A 表现图 11A 的状态 AX 以及状态 AY 统一了的状态,状态 B 表现与图 11A 的状态 B 同等的状态,状态 C 表现与图 11A 的状态 C 同等的状态。通过状态的统一,状态 A 下

的消耗电力函数,成为将状态 AX 以及状态 AY 各自的消耗电力函数的值平均化的函数。通过平均化,变得不能够进行考虑了 1 号机泵和 2 号机泵的设备特性的差异的成本评价,但由于模型被的化,因此具有不需要考虑泵号机的累积运转时间等、成本评价变得的便的优点。

[0149] 在运用计划最佳化部 113 中生成多个运用计划数据 340 而进行评价时,由于成本评价的的便化,因此通过成本评价所需要的计算量减少、最佳化问题的等级改变,由此能够利用更高速的最佳化手法。如果在 1 号机泵和 2 号机泵的设备特性中不存在有效的差异的情况下,与图 11 的成本模型相比,成本评价不产生新的误差,图 12 的成本模型能够成为更的单一模型。

[0150] 参照图 13 对成本模型存储部 123 所存放的成本模型信息中、与图 11 相同的设施的其他成本模型进行说明。在图 13 中,与图 11 同样,图 13A 是表示状态迁移关系的状态迁移图,图 13B 是将各状态下的消耗电力函数重叠显示的图表。

[0151] 图 13 的成本模型是将图 12 的成本模型进一步近似地化了成本模型的例子。在图 13A 中,状态仅为状态 A 一个,成为没有状态迁移的模型。此外,在图 13B 中,消耗电力函数为将图 12B 的多个消耗电力函数通过单个区分的线性函数(折线)进行了近似的函数(区分线形近似)。此外,在图 13B 中,虚线表示近似前的图 12B 的消耗电力函数。

[0152] 通过没有状态迁移的模型,不能够考虑基于泵运转台数的差异的成本的多值性。此外,还产生对非线性函数进行区分线形近似导致的误差。然而,如在图 12 的说明中所述的那样,使成本模型的化的优点提高。在本实施例中,成本模型当考虑到用于运用计划数据 340 的评价时,允许一定的评价误差。其原因为,由于从需要预测部 114 输出的需要预测值也具有误差,因此根据需要预测值计算的运用计划数据 340 在控制时也必然产生误差。

[0153] 在全部的控制对象设施的成本模型中,当如图 13 那样对消耗电力函数进行区分线形近似时,能够通过线形计划问题或者混合整数线形计划问题的最佳化发动机,来安装运用计划最佳化部 113 以及成本计算部 112。因此,能够进行高速解法,能够缩短最佳运用计划的立案所需要的计算时间。

[0154] 参照图 14 对成本模型存储部 123 所存放的成本模型信息中、由 3 台固定速泵构成的设施的流量-能量成本模型进行说明。在该设施中,基本上不进行转速控制、阀开度控制,而仅通过泵的起动停止控制排出流量、排出压力。

[0155] 图 14A 是表示状态迁移关系的状态迁移图,图 14B 是将各状态下的消耗电力函数重叠显示的图表。与图 12A 同样,图 14A 的状态 A、B、C 是表示泵运转台数的信息。如上述那样,在不进行转速控制、阀控制的情况下,一般排出流量仅成为与泵运转状态相对应的离散的值。图 14B 的消耗电力函数,也成为仅对与泵运转状态相对应的离散的排出流量取得消耗电力的值的函数。

[0156] 另一方面,在该设施中,在如图 13 那样进行状态迁移的除去以及基于区分线形近似的模型的化的情况下,能够选择图 14B 的由虚线表示的消耗电力函数。

[0157] 参照图 15 说明对于成本模型构建部 111 的一个控制对象设施构建成本模型的处理流程。在此,首先关于在从图 11 到图 13 中说明的设施 151,对成本模型的构建处理进行说明。

[0158] 在状态迁移关系的构建的步骤 1401 中,成本模型构建部 111 使用控制规则存储部 122 所存放的信息,制作对该设施的各泵号机的运转停止状态进行再现的状态迁移关系。在

图 7 的控制规则表 310 中,使用运转台数切换流量表 320 和泵号机运转顺序 313。此外,如在图 11A 的说明中所述的那样,对在各状态之间进行状态迁移的条件进行决定,确定各状态负责的排出流量的范围。

[0159] 如图 14 所示,在仅进行固定泵的台数运转控制的情况下,使用图 8B 的管路模型和各状态下的运转中的泵号机的设备特性,求出通过状态实现的排出流量。多台泵并列运转时所合成的流量-扬程特性,如下地求出。当将扬程为 H_1 时、1 号机泵的排出流量设为 Q_{11} 、2 号机泵的排出流量设为 Q_{12} 时,在 1 号机泵和 2 号机泵运转时,扬程为 H_1 时的排出流量成为 $Q_{11}+Q_{12}$ 。如上述那样合成的流量-扬程特性与图 8B 的管路模型的交点,成为通过状态实现的排出流量。

[0160] 在消耗电力函数的计算的步骤 1402 中,成本模型构建部 111 对于在状态迁移关系的构建的步骤 1401 中得到的各状态,确定根据设施的排出流量计算消耗电力的函数(消耗电力函数)。当选择某个状态时,排出流量的范围(下限值以及上限值)和运转的泵的号机一览被确定。可以考虑到将排出流量固定在上述范围内的情况。如果存在泵转速控制、阀控制,则根据图 7 的控制规则表 310 所示的排出压力和排出流量的控制方式 315,确定实现固定的排出流量的控制参数。如在图 6 的说明中所述的那样,根据设备特性信息计算与该控制参数相对应的各泵号机的消耗电力,将各泵号机的消耗电力的总和确定为设施的消耗电力。

[0161] 在图 11 的成本模型中,对状态 C 进行考虑。在负责的范围内将排出流量 Q 固定。于是,根据图 8A 的排出压力设定(推测末端压力一定),确定控制目标的排出压力 P 。一般,排出压力 P 通过单位变换而能够近似为泵的扬程 H ,因此泵的扬程 H 确定。更严格来说,由于施加了与泵吸入井的水位相对应的修正,因此也可以考虑这种修正的影响。

[0162] 根据设备特性信息(流量-扬程特性),确定扬程 H 时的固定速 3 号机泵的排出流量 Q_3 。如图 7 的配水泵场 B 的行所记载的那样,在可变速泵 1 号机以及 2 号机中分别以相同流量负责剩余流量($Q-Q_3$)即可。泵 1 号机以及 2 号机的各自,根据设备特性信息(流量-扬程特性),确定扬程为 H 并且流量为 $(Q-Q_3)/2$ 的转速 S_1 、 S_2 。根据如此求得的扬程 H 、流量 Q_1 、 Q_2 、 Q_3 ,还能够求出各泵号机的效率 η_1 、 η_2 、 η_3 ,通过图 6 的说明中所述的公式能够计算各泵号机的消耗电力 E_1 、 E_2 、 E_3 。排出流量 Q 时的该设施的消耗电力确定为 $E_1+E_2+E_3$ 。

[0163] 在模型的化的步骤 1403 中,成本模型构建部 111 根据需要,从图 11 的成本模型向图 12 的成本模型、并且如在图 13 的成本模型中说明的那样,进行成本模型的化。的化的观点存在状态迁移关系的的化和消耗电力函数的的化。

[0164] 在图 11 的成本模型中,状态 AX 和状态 AY 为,负责的排出流量的范围几乎相同,此外消耗电力函数在相同的排出流量下差也较小,可以说为相互类似的状态。该状态在泵 1 号机和泵 2 号机相互为相同型号的泵那样的情况下实现。发现了排出流量的范围的差分、消耗电力函数的差为一定阈值以下那样的相互类似的状态,通过将这些状态统一,能够将模型的化为图 12 的成本模型。

[0165] 另一方面,消耗电力函数为非线性函数,但在区分上能够通过线形的函数进行近似。具体地说,任意地选择几个排出流量,将选择的排出流量的点在图表上连结的折线,成为一个区分线形近似。将近似的精度作为各排出流量的差的平方和进行评价,并求出该平

方和最成为最小那样的近似。

[0166] 如此得到的成本模型与的化的程度、即成本模型的精密度或者近似的程度一起存放于成本模型存储部 123。

[0167] 参照图 16 对运用计划最佳化部 113 所存放的最佳运用计划数据 340 进行说明。在图 16 中,运用计划数据 340 由种类 341、时刻 342 以及计划流量 343 构成。

[0168] 运用计划数据 340 对于各控制对象设施,具有将来每 30 分的各期间的排出流量的计划值信息。另外,即使不是控制对象设施,也可以对于与泵运用相关较深的项目、具体地说为配水池的水位等,包含将来的各时刻的计划值。

[0169] 参照图 17 对设施制约存储部 124 所存放的设施制约信息进行说明。在图 17 中,设施制约信息 350 由种类 351、项目 352 以及内容 353 构成。

[0170] 设施制约信息 350 对于控制对象设施等各设施,存放应满足运用计划数据 340 的制约信息。如图 17 所示,作为制约可以举出,泵设施的排出流量范围(上下限值)、泵设施的排出流量的切换次数上限、泵设施的排出流量的变化量最大值、配水池的水位范围(上下限值)以及控制对象设施之间的连接关系等。

[0171] 参照图 18 对设备特性控制规则更新部 115 的处理流程进行说明。此外,以具有图 2 所示的控制对象设备 171 的控制对象设施 151 为例进行说明。在流量-扬程特性的更新步骤 1701 中,设备特性控制规则更新部 115 对图 5 所示的流量-扬程特性进行更新。在此,流量-扬程特性通过式 11 模型化。

[0172] $H = f(Q, A, B, C) \cdots$ (式 11)

[0173] 其中,

[0174] H :扬程 [m]

[0175] Q :排出流量 [m^3/h]

[0176] 当确定系数 A、B、C 时,流量-扬程特性确定。此外,转速控制通过泵的相似法则进行模型化。即,使用额定转速 S_0 ,转速 S 时的流量-扬程特性通过

[0177] $H = f(Q \times S/S_0, A, B, C) \times S^2/S_0^2 \cdots$ (式 12)

[0178] 式 12 模型化

[0179] 作为函数 f 的具体例,能够使用在图 5 的说明中举出的式 2、式 3。

[0180] 通过实绩运用数据存储部 126,从过去 1 个月期间等一定期间的运用实时数据中,提取排出压力 P 、排出流量 Q 、吸入井的水位、各泵号机的运转停止状况、各可变速泵号机的转速。根据排出压力 P 和吸入井的水位,对泵的扬程 H 进行推测。在各泵号机中,在假设确定了系数 A、B、C 的情况下,使用实时的运转停止状况以及转速,能够推测扬程 H 时的排出流量 Q_1 、 Q_2 、 Q_3 。以使该推测排出流量的总和 $Q_1+Q_2+Q_3$ 、实时排出流量 Q 之差的自乘 $(Q-Q_1-Q_2-Q_3)^2$ 对于运用实时数据取和的值(残差自乘和)成为最小的方式,确定各泵号机的系数 A、B、C 即可。

[0181] 使残差自乘和成为最小的系数决定手法,能够使用滑降单纯法等一般的最佳化手法。

[0182] 在流量-效率特性的更新步骤 1702 中,设备特性控制规则更新部 115 对图 6 作为例子表示的流量-效率特性进行更新。在此,流量-效率特性通过式 13 模型化,

[0183] $\eta = g(Q, A, B, C) \cdots$ (式 13)

[0184] 其中,

[0185] η :效率 [-]

[0186] Q :排出流量 [m^3/h]

[0187] 当确定了系数 A、B、C 时,流量-效率特性确定。此外,转速控制通过泵的相似法则进行模型化。即,使用额定转速 S_0 ,转速 S 时的流量-扬程特性通过式 14 模型化。

[0188] $\eta = g(Q \times S/S_0, A, B, C) \cdots$ (式 14)

[0189] 此时消耗电力能够模型化为,

[0190] $E = k \cdot Q \cdot H / \eta \cdots$ (式 15)

[0191] 其中

[0192] E :消耗电力 [kW]

[0193] K :比例系数 [kWh/m^4]

[0194] H :扬程 [m]

[0195] 作为函数 g 的具体例,能够使用在图 5 的说明中举出的式 2、式 3。

[0196] 通过实绩运用数据存储部 126,从过去 1 个月期间等一定期间的运用实时数据中,提取排出压力 P 、排出流量 Q 、各泵号机的运转停止状况、各可变速泵号机的转速、各泵的消耗电力。根据排出压力 P 和吸入井的水位对泵的扬程 H 进行推测。在各泵号机中,在假设确定了系数 A、B、C 的情况下,使用实时的运转停止状况及转速、之前更新的流量-扬程特性,能够推测扬程 H 时的排出流量 Q_1 、 Q_2 、 Q_3 以及消耗电力 E_1 、 E_2 、 E_3 。以使该推测消耗电力 E_1 、 E_2 、 E_3 以及对应的实时消耗电力之差的自乘对于运用实时数据取和的值(残差自乘和)成为最小的方式,确定各泵号机的系数 A、B、C 即可。

[0197] 使残差自乘和成为最小的系数的决定手法,例如能够利用滑降单纯法等一般的最佳化手法。

[0198] 通过设备特性控制规则更新部 115 的设备特性信息的更新处理,能够进行与伴随设备劣化的特性变化相对应的成本评价。此外,在进行泵设施的新设、改修时,首先对泵式样设定记载的特性值而开始评价,随着运用实时积蓄,能够更新为更与运用实态一致的设备特性信息。

[0199] 在本实施例中,仅处理了设备特性存储部 121 所存放的设备特性信息的更新,但也可以根据实绩运用数据,对图 8B 中表示为例子的管路模型等、控制规则存储部 122 所存放的信息进行更新。

[0200] 此外,本发明不限于上述实施例,包含各种变形例。实施例为了对本发明容易理解地进行说明而进行了详细说明,但不一定限定于具备说明的全部构成的方式。此外,各实施例构成的一部分能够进行其他构成的追加、削除、置换。

[0201] 此外,上述各构成、功能、处理部、处理方法等,其一部或者全部也可以通过集成电路进行设计等而通过硬件来实现。此外,上述各构成、功能等,也可以通过处理器解释、执行实现各个功能的程序而通过软件来实现。实现各功能的程序、表、文件等信息能够存放于存储器、硬盘、SSD(Solid State Drive)等记录装置,或者 IC 卡、SD 卡、DVD 等记录介质。

[0202] 此外,控制线、信息线表示在说明上需要的线,在制品上不一定需要表示全部的控制线、信息线。实际上也可以考虑几乎全部构成相互连接。

[0203] 符号说明

[0204] 101…上水道中央监视控制装置,110…中央处理装置 (CPU),111…成本模型构建部,112…成本计算部,113…运用计划最佳化部,114…需要预测部,120…存储器,121…设备特性存储部,122…控制规则存储部,123…成本模型存储部,124…设施制约存储部,125…运用计划存储部,126…实绩运用数据存储部,130…媒介入输出部,140…输入部,141…人机界面部,142…通信部,145…显示部,180…周边设备 IF 部,190…总线,400…网络,500…上水道监视控制系统。

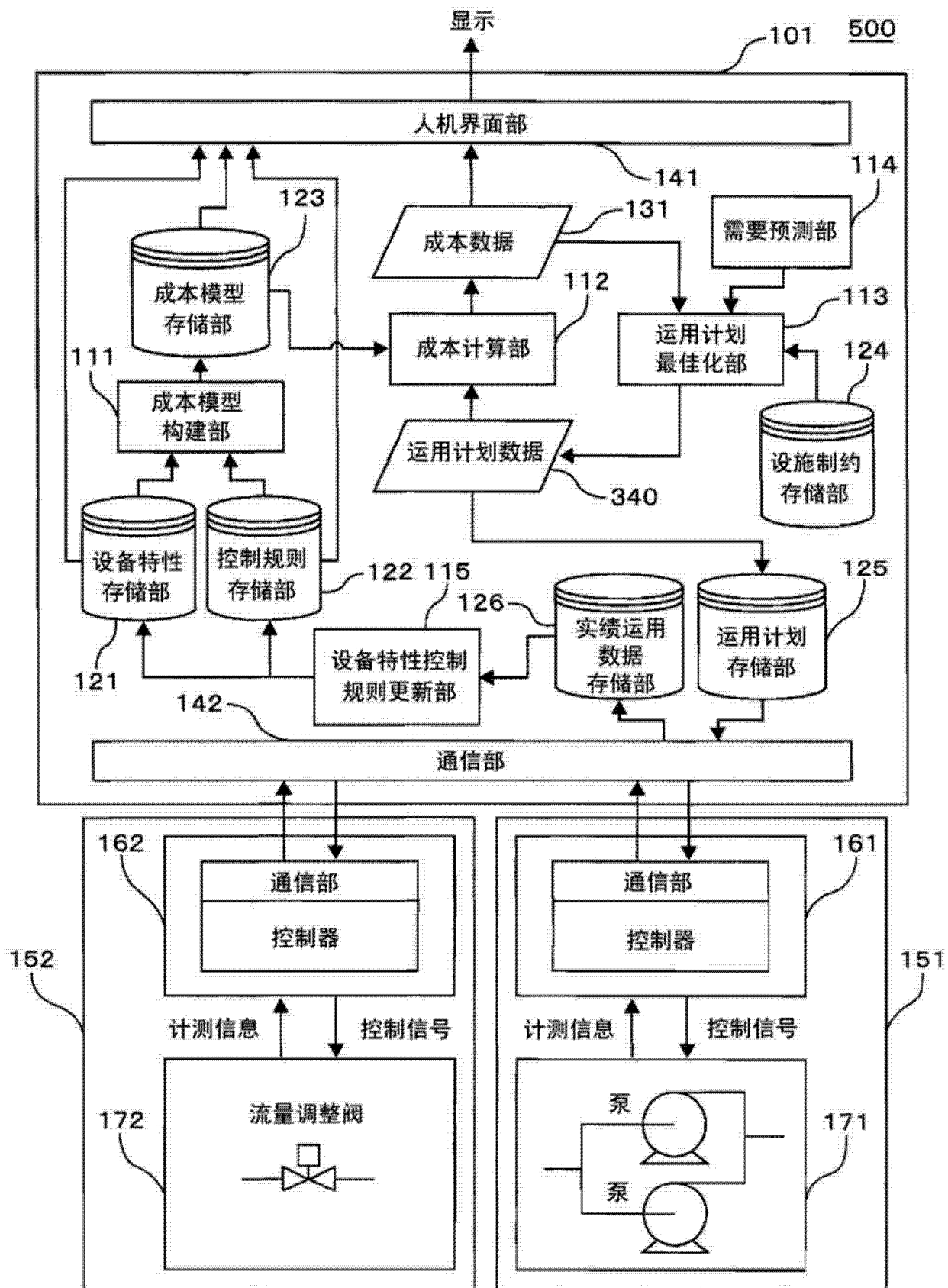


图 1

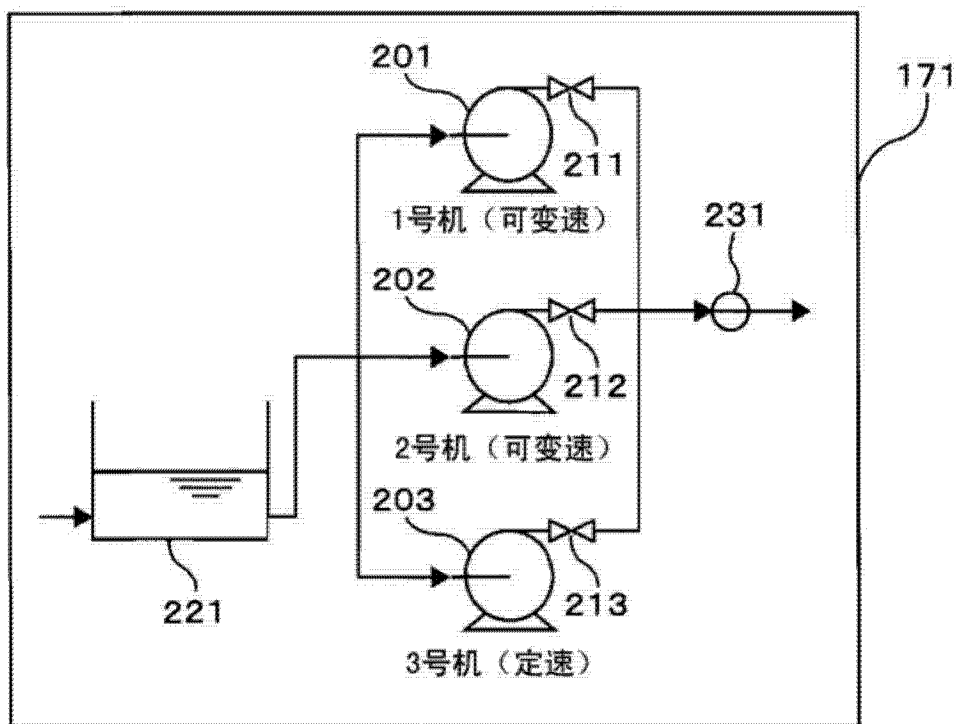


图 2

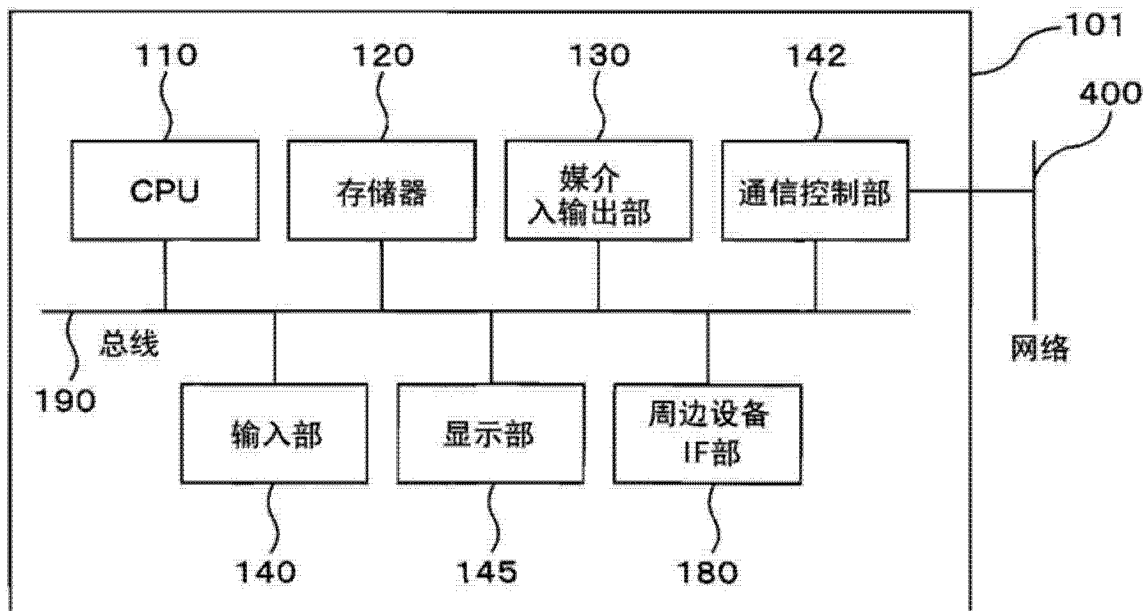


图 3

301 302 303 304 305 306 300

设施	泵号机	流量-扬程特性	流量-效率特性	可变速	规格化的转速的控制范围
取水 泵场A	1	...	...	否	—
取水 泵场A	2	...	...	否	—
配水 泵场B	1	...	...	是	600~900
配水 泵场B	2	...	...	是	600~900
配水 泵场B	3	...	...	否	—
...					

图 4

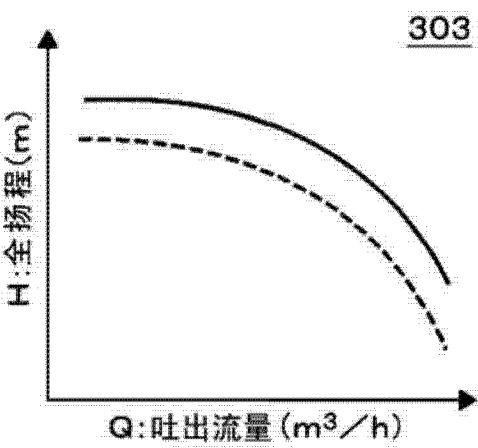


图 5

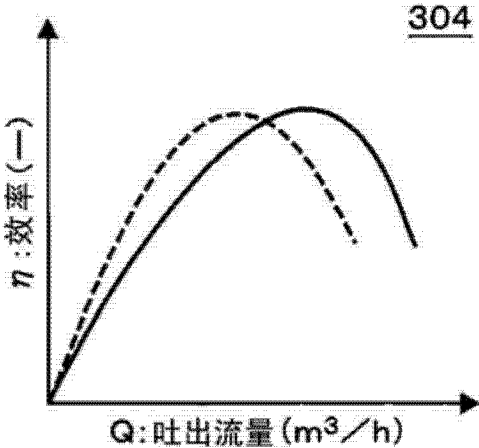


图 6

311 320 313 314 315 310

设施	运转台数 切换流量表	泵号机 运转顺序	流量/压力 控制的有无	流量/压力控制的方式
取水 泵场A	...	运行时间顺序	无	—
配水 泵场B	...	可变速优先、 运行时间顺序	转速控制	吐出压力设定： 推定末端压力一定……、 可变速的各号机中为相同流量
送水 泵场C	...	运行时间顺序	阀控制	吐出压力设定： 送水管路模型……
...				

图 7

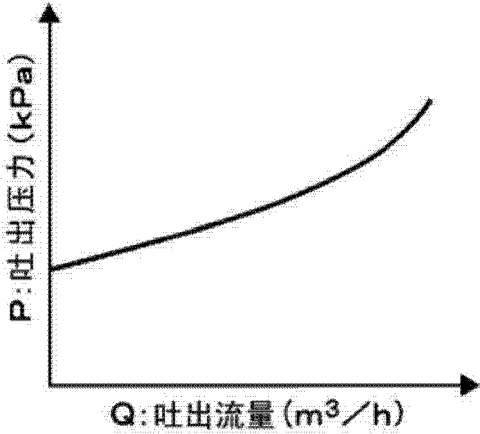


图 8A

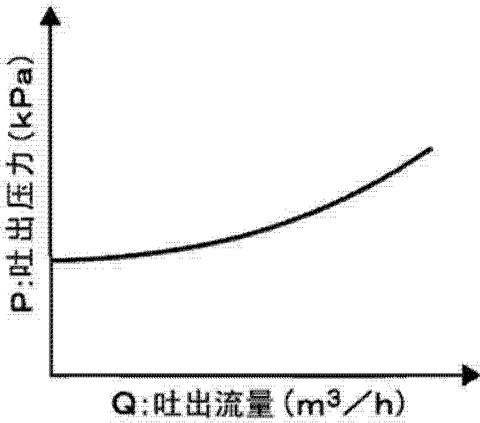


图 8B

321 322 323 324 320

停止后泵运转台数	起动后泵运转台数	泵停止流量 (m ³ /min)	泵起动流量 (m ³ /min)
1	2	8	11
2	3	16	18

图 9

331 332 333 330

设施	种类	成本模型
取水 泵场A	通常	...
配水 泵场B	通常	...
配水 泵场B	忽视个体差	...
取水 泵场B	区分线性近似	...
送水 泵场C	通常	...
...		

图 10

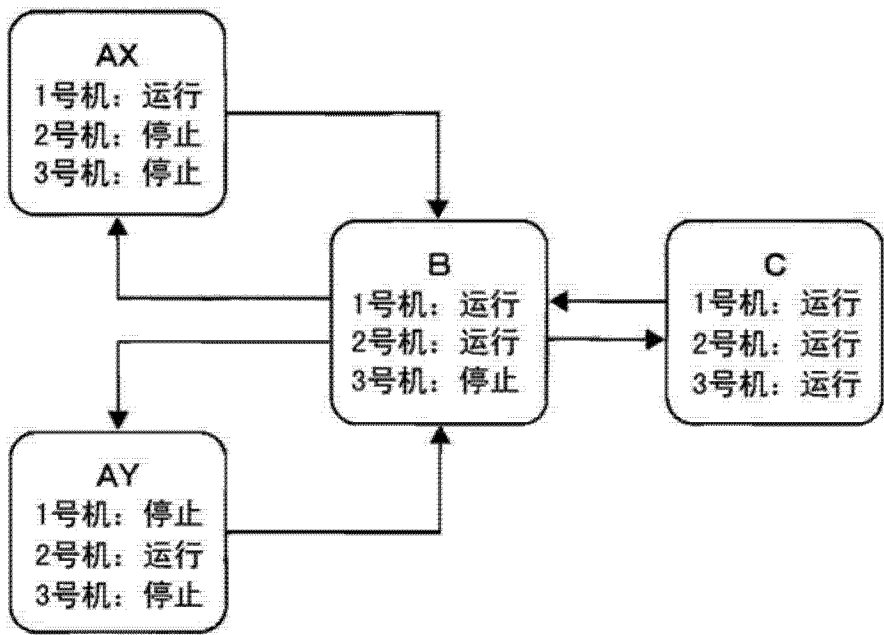


图 11A

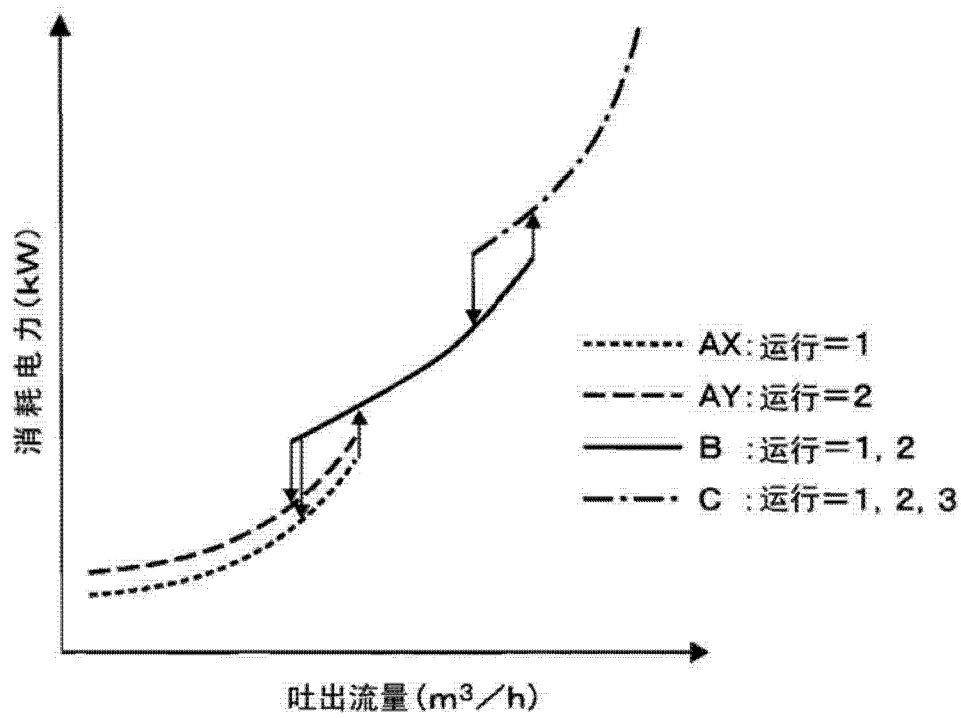


图 11B



图 12A

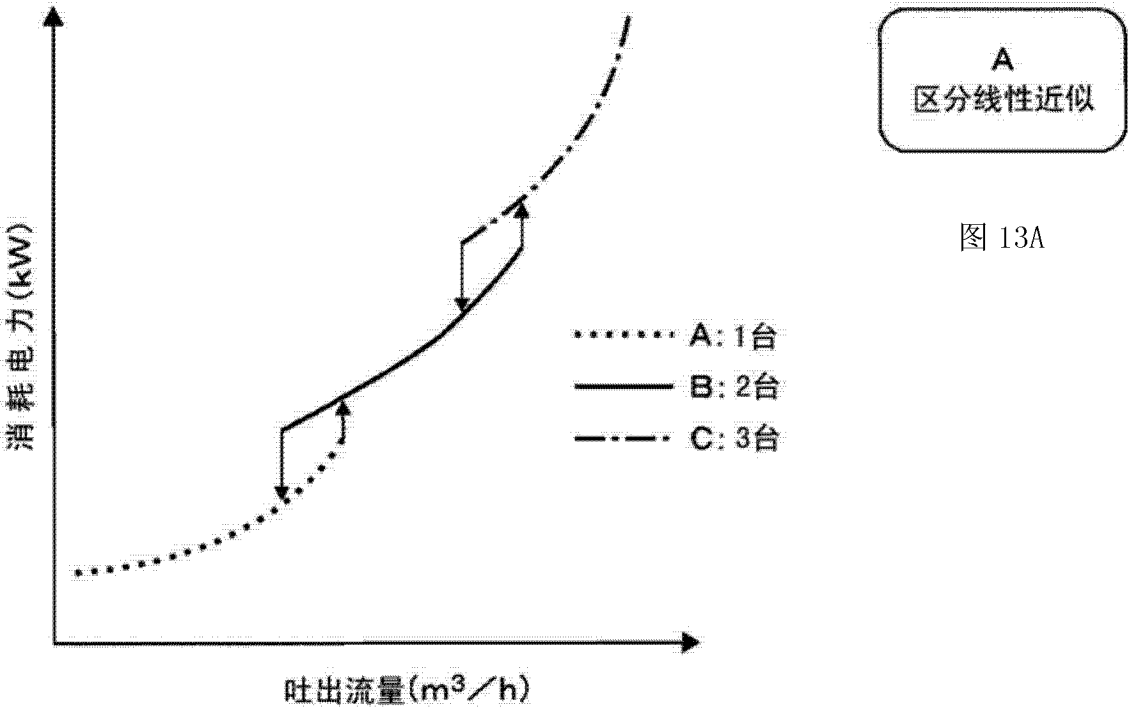


图 13A

图 12B

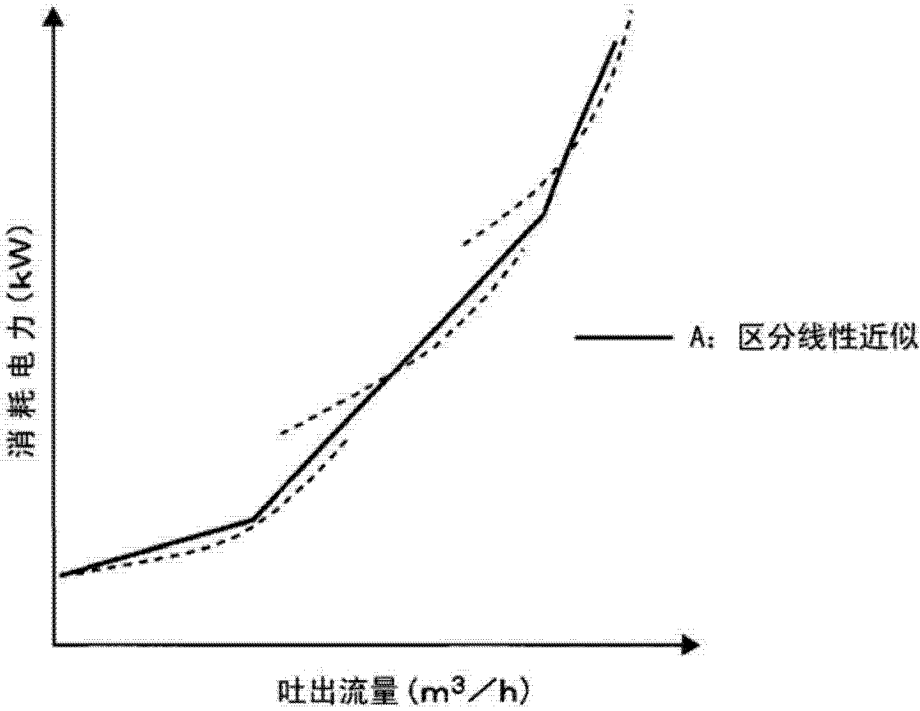


图 13B



图 14A

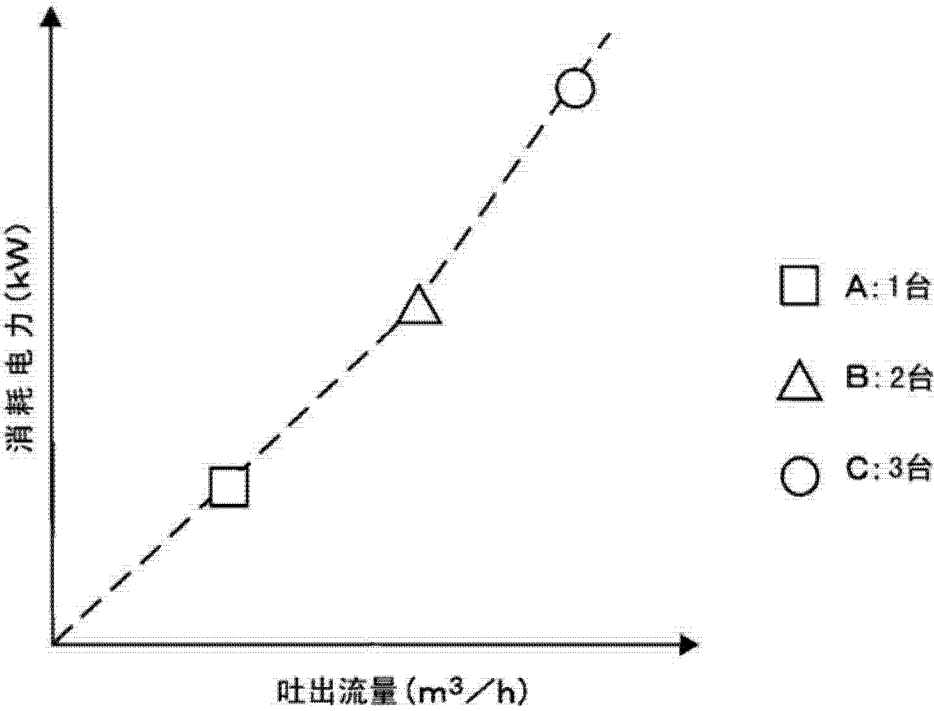


图 14B

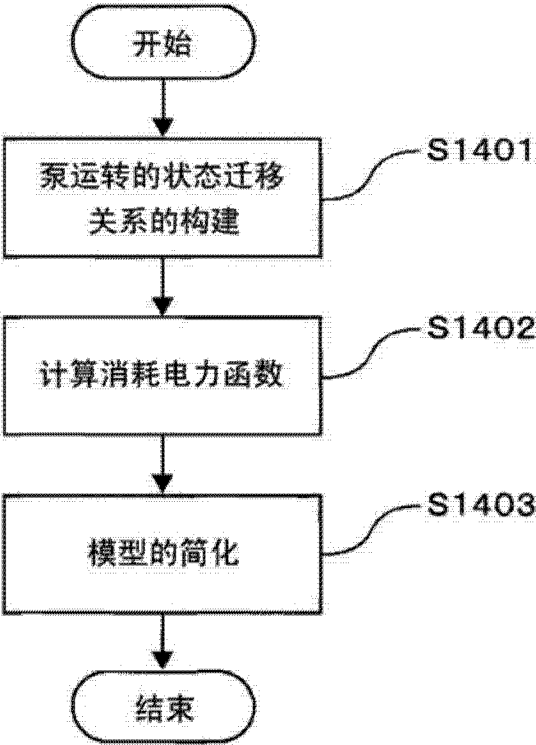


图 15

341

342

343

340

种类	时刻	计划流量
取水 泵场A	0:00~0:30	500m ³ /h
⋮		
取水 泵场A	23:30~24:00	500m ³ /h
配水 泵场B	0:00~0:30	352m ³ /h
⋮		
配水 泵场B	23:30~24:00	402m ³ /h
阀设备C	0:00~0:30	200m ³ /h
⋮		
阀设备C	23:00~24:00	200m ³ /h

图 16

351

352

353

350

种类	项目	内容
取水 泵场A	流量上下限	0~700m ³ /h
取水 泵场A	流量切换次数	4次/日
取水 泵场A	流量最大变化量	200m ³ /h
配水 泵场B	流量上下限	50~900m ³ /h
阀设备C	流量上下限	0~350m ³ /h
配水池X	水位上下限	1~5m
水系信息	连接关系	从配水池X到配水区Z 连接有配水泵场B
⋮		

图 17

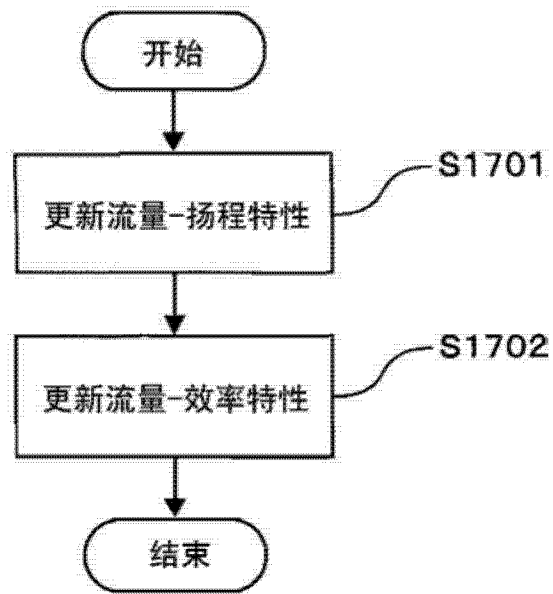


图 18