



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118633100 A

(43) 申请公布日 2024. 09. 10

(21) 申请号 202280090536.X

(22) 申请日 2022.09.07

(30) 优先权数据

2022-049288 2022.03.25 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.07.30

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/033570 2022.09.07

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/181453 JA 2023.09.28

(71) 申请人 株式会社日立制作所

地址 日本

(72) 发明人 池本悠 中野道树 弓部良树

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243

专利代理师 许静 范胜杰

(51) Int.Cl.

G06Q 50/06 (2006.01)

G06Q 10/04 (2006.01)

H02J 3/00 (2006.01)

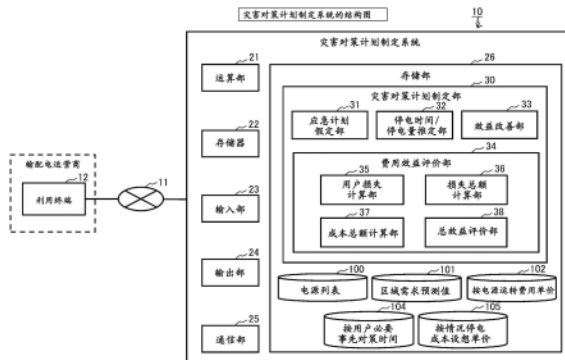
权利要求书2页 说明书18页 附图25页

(54) 发明名称

灾害对策计划制定系统以及灾害对策计划制定方法

(57) 摘要

一种灾害对策计划制定系统,具备执行运算处理的运算部和所述运算部能够访问的存储部,所述运算部具有制定针对预定灾害的对策的计划制定部,所述计划制定部基于针对因所述灾害而预测停电的区域中的停电时间以及停电量的各自的预测值、针对在所述区域中采取了对策的情况下的停电时间以及停电量的各自的预测值、包含因所述区域的停电而受到影响的电力用户进行事先对策所需的时间的第一信息、与伴随所述灾害的损失有关的第二信息,来评价所述对策的至少效益。



1. 一种灾害对策计划制定系统,其特征在于,
所述灾害对策计划制定系统具备执行运算处理的运算部和所述运算部能够访问的存储部,
所述运算部具有制定针对预定灾害的对策的计划的计划制定部,
所述计划制定部进行如下处理:
针对因所述灾害而预测停电的区域中的停电时间以及停电量,生成各自的第一预测值;
针对在所述区域中采取了对策的情况下的停电时间以及停电量,生成各自的第二预测值;以及
基于所述第一预测值、所述第二预测值、包含因所述区域的停电而受到影响的电力用户进行事先对策所需的时间在内的第一信息、与伴随所述灾害的损失有关的第二信息,来评价所述对策的至少效益。
2. 根据权利要求1所述的灾害对策计划制定系统,其特征在于,
所述第二信息是包含输配电运营商的销售额损失、所述对策所需的成本以及电力用户的停电损失的信息。
3. 根据权利要求2所述的灾害对策计划制定系统,其特征在于,
所述输配电运营商的销售额损失包括投运收入的减少额或停电处罚额,
所述成本包括电源运转所需的费用或分布电源运转费用。
4. 根据权利要求2所述的灾害对策计划制定系统,其特征在于,
电力用户的停电损失是根据所述停电量和所述第一信息来计算的。
5. 根据权利要求2所述的灾害对策计划制定系统,其特征在于,
所述第一信息包含电力用户的类别,
所述事先对策所需的时间依赖于所述电力用户的类别。
6. 根据权利要求4或5所述的灾害对策计划制定系统,其特征在于,
所述第一信息包含依赖于所述电力用户的类别的每单位时间的损失额的信息。
7. 根据权利要求1所述的灾害对策计划制定系统,其特征在于,
所述计划制定部基于所设定的条件来评价多个对策,并从中生成效益的评价值高的对策。
8. 根据权利要求1所述的灾害对策计划制定系统,其特征在于,
所述计划制定部根据电力用户的平时的经济规模来计算所述电力用户的停电损失。
9. 根据权利要求1所述的灾害对策计划制定系统,其特征在于,
所述计划制定部生成输配电运营商的对策所需的成本与所述电力用户的停电损失的比率收敛在预定范围内的对策。
10. 一种灾害对策计划制定方法,其由灾害对策计划制定系统执行,制定针对预定灾害的对策的计划,其特征在于,
所述灾害对策计划制定系统具有执行运算处理的运算部和所述运算部能够访问的存储装置,
所述灾害对策计划制定方法包括如下步骤:
所述运算装置针对因所述灾害而预测停电的区域中的停电时间以及停电量,生成各自

的第一预测值；

所述运算装置针对在所述区域中采取了对策的情况下的停电时间以及停电量,生成各自的第二预测值;以及

所述运算装置基于所述第一预测值、所述第二预测值、包含因所述区域的停电而受到影响的电力用户进行事先对策所需的时间在内的第一信息、与伴随所述灾害的损失有关的第二信息,来评价所述对策的至少效益。

灾害对策计划制定系统以及灾害对策计划制定方法

[0001] 通过参考的引入

[0002] 本申请主张在令和4年(2022年)3月25日申请的日本申请即日本特愿2022-49288的优先权,并通过参考将其内容而引入到本申请中。

技术领域

[0003] 本发明涉及对用于抑制灾害发生时的停电的事先对策进行辅助的灾害对策计划制定系统以及灾害对策计划制定方法。

背景技术

[0004] 近年来,伴随气候变动等,洪水、暴风雨等自然灾害的发生在世界范围内增加。日本具有与各外国相比台风、大雨、地震等自然灾害的发生频率高的国土,灾害对策成为重要的课题。特别是近年来,台风导致的停电损害扩大,在电力领域中要求针对自然灾害风险的极大化的停电频度、规模、时间的降低。作为抑制台风造成的损害的手段,考虑基于气象预报、台风的行进路线预测,事先制定用于将损害抑制为最小限度的计划(应急性计划, Contingency plan)。作为由输配电运营商进行的应急性计划,基于因停电而产生的受害假定,暂时变更对输配电运营商管辖的各区域进行电力供给的发电设备(更换发电机),另外,通过电源车、蓄电池、电动汽车等分布式能源(DER:Distributed Energy Resource)代替电力供给,由此能够抑制停电。

[0005] 因此,定量地掌握停电所引起的电力供给停止对社会造成的影响的方法的确立是重要的。作为与考虑了这样的灾害时的停电对社会的影响的灾害对策方法相关的各种现有技术,提出了专利文献1和2等所公开的技术。

[0006] 在专利文献1(日本特开2010-020434号公报)中公开了一种停电评价装置,其具备:参照存储在自然灾害数据存储单元、电力线数据存储单元以及停电事故原因数据存储单元中的数据,计算由输入单元输入的选址条件、电力线的引入方式以及受电方式中的每个停电发生原因的停电事故件数的单元;参照存储在电力线数据存储单元中的数据,求出一次停电的影响范围的单元;根据计算出的每个停电发生原因的停电事故件数和求出的影响范围,计算所输入的选址条件、电力线的引入方式以及受电方式中的每个停电发生原因的每个用户的停电数的单元;根据每个停电发生原因的每个用户的停电数和存储在停电时间数据存储单元中的数据,计算每个停电时间的每个用户的停电数的单元;以及根据每个停电时间的每个用户的停电数计算平均停电时间的单元。

[0007] 在专利文献2(日本特开2007-221975号公报)中,公开了具备输入部、显示部、处理部、存储部的配电系统评价装置。输入部输入事故区间、停电时间。处理部的停电区间确定部根据来自输入部的事故区间和存储部的配电系统数据来确定停电区间。电力量计算部根据停电区间确定部所确定的停电区间和配电设备数据确定停电区间内的用户,根据用户数据的各用户的电力使用量和输入部所输入的停电时间计算供给障碍电力量。损失费用计算部根据用户数据的每单位电力的电费和电力量计算部计算出的供给障碍电力量,针对每个

用户计算电费的损失额,并将合计了该损失额的值作为损失费用。显示部显示损失费用计算部计算出的损失费用。

发明内容

[0008] 发明所要解决的课题

[0009] 如上所述,在专利文献1中记载了如下方法:通过假定由于用户的生产设备的停止而导致的每单位时间的固定的损失额等,来估算由于停电而导致的用户的工厂生产等的损失额。

[0010] 然而,实际上因停电引起的每单位时间的损失额不是固定的,根据一般家庭、运营商等用户的类别、其事业规模而不同,即使是同一用户,其损失额的值也根据发生停电的时期、停电的持续时间而变化。例如,在作为BCP(Business continuity plan,业务持续计划)对策而具备蓄电池的运营商的情况下,在某种程度的期间能够抑制损失,但从停电长期化而蓄电池余量成为零的时间点起的每单位时间的损失额上升。另外,在没有停电的预告的情况下,在用户侧也无法实施应对停电的应急对策,因此与有事先预告的情况相比,每单位时间的损失额可能飞跃性地变高。

[0011] 此外,专利文献2是根据停电引起的输配电运营商的投运收入减少额,定量地估算停电的影响的方法,但没有考虑输配电运营商的对策成本、在日本预定导入的投运费用制度(收入上限(revenue cap)制度)中对停电的处罚、避免停电的奖励这样的投运收入以外的损失。

[0012] 因此,在专利文献1、专利文献2的现有技术中,没有考虑输配电运营商的应急性计划所涉及的对策成本(发电机更换、电源车、DER的利用成本)、包括随时间变化的用户的能够事先对策时间在内的停电损失。因此,存在如下问题:无法准确地估算用户、输配电运营商的损失,作为结果,有可能无法进行充分的对策而损失增大,或者相反地实施过度的对策而对策成本增大。

[0013] 在本发明中,其目的在于提供一种灾害对策计划制定系统以及灾害对策计划制定方法,对于输配电运营商所管辖的区域,基于各区域的用户的类别和用户的能够事先对策时间,评价输配电运营商的销售额损失(投运收入减少、停电处罚等)、对策成本(电源交换、分布电源运转费等)、基于用户的停电损失的应急性计划的总效益,根据评价值进行最优化,由此制定改善总效益的应急性计划。

[0014] 用于解决课题的手段

[0015] 关于用于解决本发明的课题的手段,代表性的一例如下所述。即,一种灾害对策计划制定系统,具备执行运算处理的运算部和所述运算部能够访问的存储部,所述运算部具有制定针对预定灾害的对策的计划的计划制定部,所述计划制定部基于针对因所述灾害而预测停电的区域中的停电时间以及停电量的各自的预测值、针对在所述区域中采取了对策的情况下的停电时间以及停电量的各自的预测值、包含因所述区域的停电而受到影响的电力用户进行事先对策所需的时间的第一信息、与伴随所述灾害的损失有关的第二信息,来评价所述对策的至少效益。

[0016] 发明效果

[0017] 根据本发明的一个方式,能够提高输配电运营商的成本效益。上述以外的课题、结

构及效果通过以下的实施例的说明而变得明确。

附图说明

- [0018] 图1是向输配电运营商提示台风行进信息的画面图像。
- [0019] 图2是灾害对策计划制定系统的结构图。
- [0020] 图3是灾害对策计划制定部的软件结构。
- [0021] 图4是用户损失计算部的软件结构。
- [0022] 图5是表示灾害对策计划制定部的整体处理步骤的流程图。
- [0023] 图6是表示未对策时费用效益评价的处理步骤的流程图。
- [0024] 图7是表示初始应急计划的费用效益评价的处理步骤的流程图。
- [0025] 图8是表示暂定应急计划假定的处理步骤的流程图。
- [0026] 图9是表示暂定应急计划的费用效益评价的处理步骤的流程图。
- [0027] 图10是表示用户损失推定的处理步骤的流程图。
- [0028] 图11是区域内再生能源电源导入量的数据表例。
- [0029] 图12是气象预测值的数据表例。
- [0030] 图13是电源列表的数据表例。
- [0031] 图14是电源车信息的数据表例。
- [0032] 图15是按区域蓄电池信息的数据表例。
- [0033] 图16是区域需求预测值的数据表例。
- [0034] 图17是按电源运转费用单价的数据表例。
- [0035] 图18是电源交换费用单价的数据表例。
- [0036] 图19是电源车运转单价的数据表例。
- [0037] 图20是初始应急计划评价结果的数据表例。
- [0038] 图21是应急计划最佳化结果的数据表例。
- [0039] 图22是停电时间/停电量推定结果的数据表例。
- [0040] 图23是按用户必要事先对策时间的数据表例。
- [0041] 图24是按情况停电成本设想单价的数据表例。
- [0042] 图25是用户损失计算结果的数据表例。
- [0043] 图26是按情况停电成本设想单价的图像。
- [0044] 图27是面向输配电运营商的画面图像。
- [0045] 图28是损失影响度的计算图像。
- [0046] 图29是用户损失以及输配电运营商的对策费的比较图像。

具体实施方式

- [0047] 以下,参照附图对本发明的具体实施方式进行说明。
- [0048] 在本实施例所公开的系统,在通过气象预报预测到台风的侵袭时,从基于气象预报数据预测的系统故障或发电机脱落引起的停电损害预测额的大小、发电机更换、电源车的临时供给、使用蓄电池等DER的临时供给等多个手段的对策成本的观点出发,制定经济上合理的应急性计划。

[0049] 图1可以是本实施例中预测到台风到来时输配电运营商确认的台风行进信息的画面图像的例子。输配电运营商能够在本公司管辖的区域即负责区域(在本说明书中,在没有特别说明的情况下,“区域”可以是指输配电运营商管辖的区域)中确认预测到台风飞来的区域以及有可能受到影响的发电站,根据这些信息制定应急性计划。在图1中,可以从各发电站经由电力供给线向各区域供给电力。

[0050] (1) 灾害对策计划制定系统的结构

[0051] 图2是表示本实施例的灾害对策计划制定系统10的结构例的图。灾害对策计划制定系统10可以具备由硬盘驱动器等适当的非易失性存储元件构成的、后述的运算部21能够访问的存储部26。并且,也可以具备由RAM等易失性存储元件构成的存储器22、将保持于存储部26的程序读出到存储器22等执行来进行系统自身的统一控制并且进行各种判定、CPU(Central Processing Unit,中央处理单元)等的运算处理以及控制处理的运算部21。而且,也可包括受理用户的输入的例如键盘或鼠标等输入部23、输出处理结果的显示器等输出部24、以及与通信网络11连接且负责与外部的利用终端12等其他装置的通信处理的网络接口等通信部25。

[0052] 存储部26的各功能部通过由运算部21执行程序来安装,包括灾害对策计划制定部30,该灾害对策计划制定部30是由应急计划假定部31、停电时间/停电量推定部32、效益改善部33、费用效益评价部34构成的计划制定部。计划制定部制定应对预定灾害的对策的计划。灾害对策计划制定部30可以是实现后述的灾害对策计划制定功能的功能部。另外,关于应急计划假定部的名称,所谓应急计划是对应急性计划(Contingency plan)的简化。以下,所谓的应急计划也是对应急性计划的简化。因此,即使将应急计划替换为应急性计划,也意味着内容相同。

[0053] 费用效益评价部34可以具备用户损失计算部35、总损失计算部36、总成本计算部37、总效益评价部38。

[0054] 另外,存储部26能够将电源列表100、区域需求预测值101、按电源运转费用单价102、按用户必要事先对策时间104、按情况停电成本设想单价105等信息作为数据库来保持。

[0055] 该灾害对策计划制定系统10可以是设置在特定场所的本地服务器,也可以作为云服务器以SaaS(Software as a Service,软件运营服务)方式等提供。

[0056] 通信网络11与输配电运营商的利用终端12等连接。利用终端12能够从输配电运营商受理对象区域的发电机信息、电源车信息等的输入。

[0057] (2) 灾害对策计划制定功能

[0058] 接着,对灾害对策计划制定系统10的灾害对策计划制定功能进行说明。该灾害对策计划制定功能可以具备评价部,该评价部针对包括在灾害发生时由于灾害而预测停电的区域在内的各区域的停电时间/量,根据各自的预测值、采取了假定的应急性计划的情况下的停电时间/量的预测值,即针对在上述区域中采取了对策的情况下的停电时间以及停电量,根据可以包括各自的预测值、各区域的用户的类别、用户的能够事先对策时间在内的信息,即包括由于上述区域的停电而受到影响的电力用户进行事先对策所需的时间的第一信息,可以包括与输配电运营商的销售损失、对策成本、用户的停电损失有关的信息等在内的信息,即与伴随上述灾害的损失有关的第二信息,评价上述对策的至少效益。

[0059] 通过这样构成,除了与伴随灾害的损失相关的信息以外,还能够根据与用户相关的信息制定灾害对策计划。

[0060] 并且,在上述的评价部中,可以评价假定的应急性计划的总效益,也可以具有根据该评价结果确定效益改善的应急性计划的功能。此外,效益是指包括不利在内的利益。

[0061] 通过这样构成,除了与伴随灾害的损失相关的信息以外,还考虑与用户相关的信息,能够制定更好的灾害对策计划。

[0062] 图3是灾害对策计划制定功能所涉及的灾害对策计划制定系统10的软件结构图。为了实现这样的灾害对策计划制定功能,灾害对策计划制定系统10的存储部26可以保持灾害对策计划制定部30作为程序,该灾害对策计划制定部30具备设备故障预测部39、再生能源发电量预测部43、应急计划假定部31、停电时间/停电量推定部32、费用效益评价部34以及效益改善部33。在图3中,关于将构成要素之间相连的线,实线表示处理的流程,虚线可以以数据流为基准来表示。在包括图3在内的附图中,连接构成要素之间的线并非表示所需的所有线,也有省略的线。即使在图中未显示线,也能够适当地进行构成要素之间的处理的流程和数据流。

[0063] 以下,详细说明这些各功能。

[0064] 应急计划假定部31是假定应急性计划的处理部,可以具有电源分配假定部40、电源车派遣区域假定部41、蓄电池运转区域假定部42。

[0065] 电源分配假定部40可以是使用电源列表100来假定各发电站进行电力供给的区域的分配的处理部。

[0066] 电源车派遣区域假定部41可以是使用电源车信息106来假定各电源车进行电力供给的区域的分配的处理部。

[0067] 蓄电池运转区域假定部42可以是使用按区域蓄电池信息107来假定各蓄电池进行电力供给的区域的分配的处理部。

[0068] 再生能源发电量预测部43能够使用区域内再生能源电源导入量108和气象预测值109,进行预测各区域的再生能源发电量的处理。

[0069] 设备故障预测部39能够使用电源列表100以及气象预测值109,进行预测各区域的发电站、电力供给线等的故障的处理。

[0070] 停电时间/停电量推定部32是使用假定的应急性计划和区域需求预测值101、再生能源发电量预测部43预测的各区域的再生能源发电量的值即再生能源发电量预测值、设备故障预测部39预测的结果即设备故障预测结果,进行推定各区域的停电时间/停电量的处理的处理部,其处理结果可以存储在图4所示的停电时间/停电量推定结果111中。

[0071] 费用效益评价部34可以具有投运收入减少额计算部44、停电处罚计算部45、用户损失计算部35、总损失计算部36、电源运转费用计算部46、电源交换/系统重构成本计算部47、电源车运转费用计算部48、总成本计算部37、总效益评价部38。

[0072] 投运收入减少额计算部44能够根据各区域的停电量的推定结果,来进行计算投运收入减少额的处理。

[0073] 停电处罚计算部45能够基于各区域的停电量的推定结果,进行计算基于停电处罚的损失的处理。

[0074] 用户损失计算部35可以是进行基于各区域的停电量的推定结果来计算用户的损

害的处理的处理部。

[0075] 电源运转费用计算部46可以是使用假定的应急性计划的电源分配和电源列表100、区域需求预测值101以及按电源运转费用单价102,计算各电源的运转费用的处理部。另外,在图3中,在电源运转费用计算部46中省略了表示来自电源列表100以及区域需求预测值101的数据传输的线。

[0076] 电源交换/系统重构成本计算部47可以是使用假定的应急性计划的电源分配、电源交换费用单价110来计算电源交换所花费的费用的处理部。

[0077] 电源车运转费用计算部48可以是使用假定的应急性计划的电源车派遣分配以及电源车运转单价114,计算电源车派遣/运转所花费的费用的处理部。

[0078] 总损失计算部36可以为,根据作为上述的投运收入减少额计算部44的处理结果的投运收入减少额计算结果、停电处罚计算结果、用户损失计算结果而对总损失进行计算的处理部。

[0079] 总成本计算部37可以是基于由电源运转费用计算部46计算出电源运转费用的结果即电源运转费用计算结果、由电源交换/系统重构成本计算部47计算出电源交换费用的结果即电源交换费用计算结果以及由电源车运转费用计算部48计算出电源车运转费用的结果即电源车运转费用计算结果来计算总成本的处理部。

[0080] 总效益评价部38是基于由总损失计算部36算出的总损失和由总成本计算部37算出的总成本来评价总效益的处理部。在评价初始的应急性计划的情况下,评价结果可以存储在初始应急计划评价结果116中。即,与上述的伴随灾害的损失有关的第二信息可以是包括输配电运营商的销售额损失、上述对策所需的成本以及电力用户的停电损失在内的信息。

[0081] 通过这样构成,能够制定除了考虑了输配电运营商的销售额损失、对策所需的成本之外还考虑了电力用户的停电损失的灾害对策计划。

[0082] 此外,输配电运营商的销售额损失可以包括投运收入的减少额和/或停电处罚额。上述的对策所需的成本可以包括电源运转所需的费用和/或分布电源运转费用。

[0083] 通过这样构成,能够制定更好地考虑了停电所涉及的损失的灾害对策计划。

[0084] 效益改善部33是基于由总效益评价部38评价的总效益的评价结果,进行搜索改善总效益的新的应急性计划的处理的处理部,处理结果可以存储在应急计划最佳化结果112中。

[0085] 图4是用户损失计算部35的软件结构图。为了计算用户损失,可以保持用户灾害对策准备时间计算部50、事先对策能否判定部51、停电成本计算部52、全部用户总停电成本计算部53。

[0086] 用户灾害对策准备时间计算部50能够使用停电时间/停电量推定结果111,计算用户的灾害对策的准备时间。

[0087] 事先对策能否判定部51能够使用在用户灾害对策准备时间计算部50中计算出的用户的灾害对策准备时间和按用户必要事先对策时间104,判定各用户能否进行事先对策。

[0088] 停电成本计算部52使用在事先对策能否判定部51中判定的结果即用户能否进行事先对策、按情况停电成本设想单价105的数据,计算用户的停电所引起的损失。

[0089] 全部用户总停电成本计算部53可以对停电成本计算部52中计算出的各用户的停

电引起的损失进行合计,计算全部用户的总停电成本,将处理结果存储在用户损失计算结果113中。

[0090] (3)与灾害对策计划制定功能相关的各种处理

[0091] 接着,关于本实施方式的灾害对策计划制定功能,对由灾害对策计划制定系统10执行的各种处理的处理内容进行说明。另外,以下,将各种处理的处理主体作为程序或模块进行说明,但实际上,当然也可以由运算部根据该程序或模块执行该处理。

[0092] 在3-1节“灾害对策计划制定的各种处理”中,示出灾害对策计划制定的整体的处理步骤。在3-2节“用户损失计算的各种处理”中,示出用户损失计算的详细的处理步骤。

[0093] (3-1)灾害对策计划制定的各种处理

[0094] 图5是表示灾害对策计划制定系统10的灾害对策计划制定部的整体处理步骤的流程图。灾害对策计划制定系统10的灾害对策计划制定部30可以依次执行未对策时费用效益评价(步骤S100)、暂定应急计划假定(步骤S101)、每个区域的停电时间/停电量推定(步骤S102)、暂定应急计划的费用效益评价(步骤S103)、改善度计算(步骤S104)、既定的结束条件检查(步骤S105)以及采用改善度最高的应急计划作为最佳计划(步骤S106)。

[0095] 图6是表示未对策时费用效益评价(步骤S100)的处理步骤的流程图。

[0096] 当未对策时费用效益评价处理开始时,首先,再生能源发电量预测部43能够使用区域内再生能源电源导入量108以及气象预测值109,进行对按区域的太阳能发电电力量进行预测的处理(步骤S200)。

[0097] 区域内再生能源电源导入量108例如可以以图11所示的形式设定作为“区域”显示的区域以及每个该区域的太阳能发电导入量即“PV导入量”。气象预测值109例如以图12所示的形式存储有每个区域的各时刻的平均气温、平均降水量、平均日照量、风速以及天气等气象预测值。在图12的气象预测值109中,在与“时间戳”对应的“预测值”中,按时间序列排列有进行了预测的定时。在与“项目”栏中列出的“平均气温”等气象要素对应的“预测值”栏中,与进行上述预测的定时对应地排列有各个气象要素的预测值。另外,关于“天气”,也有如“雨”那样外观不是数值的数据,但这在处理中可以用数值处理,所以称作预测值。按区域的太阳能发电电力量的预测例如能够通过对该区域中的上述日照量预测值和上述太阳能发电导入量赋予预定的系数权重并相乘来计算每个时间段的再生能源发电量预测值。在此,时间段是从某时刻到某时刻之间的时间范围,将再生能源发电量预测值作为该时间段的发电量的合计值来计算。

[0098] 接下来,设备故障预测部39能够使用电源列表100以及气象预测值109,进行预测各区域的发电站、电力供给线等的故障的处理(步骤S201)。

[0099] 电源列表100例如可以以图13所示的形式存储有表示确定发电站的符号的“发电站ID”、按每个发电站存在该发电站的区域即“区域”、在未派生灾害等的平常时发电站供给电力的区域即“平常时供给目的地区域”、表示用于发电的能源的“类别”、该发电站的最大输出即“最大输出”、“灾害时脆弱度”(也可以是灾害时的该发电站的脆弱度)等。设备故障预测基于电源列表100的各发电站的区域、灾害时脆弱度和气象预测值109的各区域的每个时间段的风速,例如通过以下的数式(1)算出各设备各自的每个时间的故障概率,若故障概率为阈值以上则能够判定为“故障”,若故障概率为阈值以下则能够判定为“无故障”。此外,在气象预测值109中作为项目而举出的气象要素除了图12所示的要素以外,还能够采用降

水量、降雪量等各种要素。另外,记号t也可以在本数学式的范围内使用。

[0100] 在图13所示的电源列表100中包含发电站ID等项目,但在该图中作为例子而举出。包括电源列表100在内的关于本发明的说明而列举的各种数据的表不限于例示的项目,能够包括必要的各种项目。

[0101] [数式1]

[0102] 发电站g在时刻t的故障概率=在发电站g的区域时刻t的风速×发电站g的灾害时脆弱度…(1)

[0103] 接着,应急计划假定部31通过在电源分配假定部40、电源车派遣区域假定部41和蓄电池运转区域假定部42中假定各个区域各自的资源的分配,能够假定初始的应急性计划(步骤S202)。

[0104] 在初始的应急性计划的假定中,首先由电源分配假定部40假定表示各发电站在初始进行电力供给的区域的初始区域的分配。具体而言,将电源列表100中的平常时供给目的地区域分配为各发电站的供给目的地即可。接着,在电源车派遣区域假定部41中,基于电源车信息106假定各电源车进行电力供给的初始区域的分配。图14是电源车信息106的例子,存储有表示确定电源车的符号的“电源车ID”、表示按每个电源车初始派遣该电源车的区域的“初始派遣区域”、表示该电源车的最大输出的“最大输出”、该电源车能够供给的电力的容量即“可供给容量”等信息。初始的电源车派遣区域的假定例如参照电源车信息106的初始派遣区域的信息来决定即可。接着,在蓄电池运转区域假定部42中,基于按区域蓄电池信息107假定各蓄电池的运转/非运转。图15是按区域蓄电池信息107的例子,存储有表示确定蓄电池的符号的“蓄电池ID”、按每个蓄电池配置有该蓄电池的区域即“区域”、该蓄电池的最大输出即“最大输出”、以及该蓄电池的容量即“容量”等信息。初始的蓄电池运转/非运转的假定例如假定为按区域蓄电池信息107中列出的全部蓄电池运转即可。通过以上的处理,能够将分配给各个区域的发电站、电源车、蓄电池假定为应急性计划。

[0105] 接着,停电时间/停电量推定部32能够使用假定的应急性计划、区域需求预测值101、再生能源发电量预测值以及设备故障预测结果,进行推定进行设定的电力供给计划的将来的每个时间段的各区域的有无停电/停电量的处理(步骤S203)。

[0106] 具体而言,基于对每个区域假定的应急性计划、再生能源发电量预测值、设备故障预测结果,计算该区域的电力供给量,通过与区域需求预测值进行比较,能够推定每个时间段的有无停电、停电量。

[0107] 例如,根据分配给假定的应急性计划中的区域的发电站的信息和设备故障预测结果,判定分配的发电站能否运转,如果能够运转,则能够计算“图13的电源列表100的最大输出×时间”作为在该时间段发电站能够向该区域供给的电力量。例如,在供给1个小时最大电力27(GW)的情况下,该时间段的电力供给量为27(GWh)。

[0108] 另外,能够计算假定的应急性计划中的分配的电源车的信息和“图14的电源车信息106的最大输出×时间”,作为电源车在该时间段能够供给的电量。也可以基于此时设定的进行电力供给的时间段从电力供给开始时间起经过了几个小时来判定能否供给。例如,若将从电力供给开始时间起的经过时间设为T,则根据“上述电源车的最大输出×T”计算到该时间段为止的总电力供给量,将该值与电源车信息106中的可供给容量进行比较,若到该时间段为止的“总电力供给量≥可供给容量”,则能够判定为不能供给电力,若“总电力供给

量<可供给容量”,则能够判定为能够供给电力。另外,记号T在本数学式的范围内使用。

[0109] 另外,计算假定的应急性计划中分配的蓄电池的信息和“图15的按区域蓄电池信息107的最大输出×时间”,作为蓄电池在该时间段能够供给的电量。也可以基于此时设定的进行电力供给的时间段从电力供给开始时间起经过了几个小时来判定能否供给。例如,若将从电力供给开始时间起的经过时间设为T,则根据“上述蓄电池的最大输出×T”来计算到该时间段为止的总电力供给量,将该值与按区域蓄电池信息107中的容量进行比较,若“到该时间段为止的总电力供给量≥容量”,则能够判定为不能供给电力,若“到该时间段为止的总电力供给量<容量”,则能够判定为能够供给电力。另外,记号T在本数学式的范围内使用。

[0110] 通过将这样计算出的各时间段的发电机、电源车、蓄电池的电力供给量的合计值与各时间段的再生能源发电量预测值进行合计,能够计算该区域的各时间段的电力供给量。图16是区域需求预测值101的例子,可以按照各区域各自的时间段,存储每个用户类别(一般家庭、运营商(高压)、运营商(低压))的需求预测值、总需求量。比较上述该区域的各时间段的电力供给量和区域需求预测值101的该区域的总需求量,若“电力供给量≥总需求量”则判定为无停电,若“电力供给量<总需求量”则判定为有停电即可。另外,在有停电的情况下,能够将上述总需求量推定为该时间段的停电量。另外,通过参照区域需求预测值101的每个用户类别(一般家庭、运营商(高压)、运营商(低压))的需求预测值,能够推定每个用户类别的停电量。这样推定出的各区域的有无停电/停电量的推定结果可以以图22所示的形式存储在停电时间/停电量推定结果111中。

[0111] 接着,费用效益评价部34能够基于上述假定的初始应急性计划和上述停电时间/停电量推定结果111,进行发生的费用和效益的评价(步骤S204)。

[0112] 图7是表示初始应急计划的费用效益评价(步骤S204)的处理步骤的详细情况的流程图。

[0113] 当开始初始应急计划的费用效益评价时,首先,投运收入减少额计算部44能够根据各区域的停电时间/停电量的推定结果,进行计算投运收入减少额的处理(步骤S300)。具体而言,可以首先对每个用户类别(一般家庭、运营商(高压)、运营商(低压))的投运费用单价(日元/kWh)进行设定。接着,如数式(2)所示,通过取得与停电时间/停电量推定结果111的每个用户类别的停电量的乘积,能够计算各用户类别的投运收入减少额。另外,符号t在本数学式的范围内使用。

[0114] [数式2]

$$[0115] \text{incomeLoss_trans}_a = \sum_c \sum_t \text{PLoss}_{a,c,t} \times \text{unitPrice}_c \cdots (2)$$

[0116] 在此, $\text{incomeLoss_trans}_a$ 是区域a的投运收入减少额, $\text{PLoss}_{a,c,t}$ 是区域a的用户类别c的时间段t的总停电量(MWh), unitPrice_c 是用户类别c的平均投运费用单价(日元/kWh)。

[0117] 作为示例,投运收入减少额可以通过下式计算得到。另外,符号t在本数学式中使用。

[0118] [数式3]

$$[0119] \text{一般家庭的投运收入减少额} = \text{该时间段的停电量(一般家庭)} \times \text{一般家庭的投运费用单价(日元/kWh)} \cdots (3)$$

[0120] [数式4]

[0121] 运营商(低压)的投运收入减少额=该时间段的停电量(低压)×运营商(低压)的投运费用单价(日元/kWh)…(4)

[0122] [数式5]

[0123] 运营商(高压)的投运收入减少额=该时间段的停电量(高压)×运营商(高压)的投运费用单价(日元/kWh)…(5)

[0124] 通过对各个用户类别的投运收入减少额进行合计,从而能够计算出用户整体的投运收入减少额。

[0125] 接着,停电处罚计算部45能够根据各区域的停电量的推定结果,进行计算基于停电处罚的损失的处理(步骤S301)。具体而言,首先设定处罚单价(日元/kWh)和允许停电量(MWh)各自的值。这些值可以设定为0以上的任意的值。接着,如数式(6)所示,通过将对象时间段整体的总停电量相对于允许停电量的偏离量乘以处罚单价,能够计算停电处罚。

[0126] [数式6]

[0127] $penalty_a = (\sum_c \sum_t P_{Loss_{a,c,t}} - Loss_allowable) \times unitPenalty \dots (6)$

[0128] 其中, $penalty_a$ 是区域a的停电处罚, $Loss_allowable$ 是收入上限中的允许停电量(MWh), $unitPenalty$ 是处罚单价(日元/MWh)。

[0129] 接着,用户损失计算部35能够基于各区域的停电量的推定结果,进行计算用户的损害的处理(步骤S302)。用户损失计算处理的详细情况在3-2节“用户损失计算的各种处理”中后述。

[0130] 接着,电源运转费用计算部46能够使用由电源分配假定部40假定的应急性计划的电源分配和电源列表100以及区域需求预测值101,计算各电源的运转费用(步骤S303)。具体而言,首先能够提取分配给区域且在步骤S201中判定出的电站。在对一个区域分配的发电机为一个的情况下,能够将该区域的区域需求预测值的总需求量作为各时间段中的发电站的发电电力量。在对1个区域分配的发电机为多个的情况下,参照电源列表100,以所分配的发电站的最大输出的比率按比例分配总需求量,由此能够计算各发电站的发电电力量。接着,可以参照电源列表100,分别提取所分配的发电站的成本函数的系数 a_g 、 b_g 、 c_g 。成本函数是根据发电机的发电电力量和发电机的特性来计算发电所花费的成本的函数。然后,使用发电机成本函数的系数 (a_g 、 b_g 、 c_g),能够通过下式算出各时间段的运转所花费的成本。

[0131] [数式7]

[0132] $cost_gene_g = a_g + b_g \times P_g + c_g \times P_g^2 \dots (7)$

[0133] 其中, $cost_gene_g$ 是电源g的运转成本(日元), P_g 是发电机g的发电电力量。

[0134] 接着,电源车运转费用计算部48能够使用由电源车派遣区域假定部41假定的应急性计划的电源车派遣区域的分配以及电源车运转单价114,计算电源车派遣/运转所花费的费用(步骤S304)。具体地,首先可以提取分配给区域的电源车。然后,可以参照图19的电源车运转单价114,分别提取所分配的电源车的成本函数的系数 a_{Veh} 、 b_{Veh} 、 c_{Veh} 。然后,使用成本函数的系数 (a_{Veh} 、 b_{Veh} 、 c_{Veh}),能够通过下式算出各时间段的运转所花费的成本。

[0135] [数式8]

[0136] $cost_p_vehicle_v = a_{Veh} + b_{Veh} \times P_{Veh,v} + c_{Veh} \times P_{Veh,v}^2 \dots (8)$

[0137] 其中, $cost_gene_g$ 是电源g的运转成本(日元), P_g 是发电机g的发电电力量。

[0138] 接着,总损失计算部36能够根据投运收入减少额计算结果、停电处罚计算部45的计算结果即停电处罚计算结果、用户损失计算结果113,通过以下的式子计算出总损失。

[0139] [数式9]

$$[0140] \quad \text{TotalLoss} = w_1 \times \sum_a \{ \text{incomeLoss_trans}_a + \text{penalty}_a \} + w_2 \times \sum_a \text{consumerLoss}_a \cdots (9)$$

[0141] 其中,TotalLoss为总损失, $\text{incomeLoss_trans}_a$ 为区域a的投运收入减少额, penalty_a 为区域a的停电处罚, consumerLoss_a 为区域a的用户损失, w_1 和 w_2 可以为任意设置的权重系数。

[0142] 总成本计算部37能够基于电源运转费用计算结果、电源车运转费用计算结果,通过以下的式子计算总成本。

[0143] [数式10]

$$[0144] \quad \text{TotalCost} = \sum_g \text{cost_gene}_g + \sum_g \text{cost_reconst}_g + \sum_v \text{cost_p_vehicle}_v \cdots (10)$$

[0145] 其中,TotalCost是总成本, cost_gene_g 是电源a的运转成本(日元), cost_reconst_g 是电源a的电源交换成本(日元)。另外, cost_reconst_g 是将发电站分配到与平时时不同的区域的情况下产生的运用成本,但在初始计划的情况下设为0即可。

[0146] 然后,总效益评价部38能够基于上述计算出的总损失以及总成本,通过以下的式子来计算综合评价、即初始应急计划的评价(步骤S305)。

[0147] [数式11]

$$[0148] \quad \text{TotalBenefit} = -\text{TotalLoss} - \text{TotalCost} \cdots (11)$$

[0149] 其中,TotalBenefit是总效益。

[0150] 然后,可以将上述的结果存储于初始应急计划评价结果116(步骤S305),可以结束处理。

[0151] 图20是初始应急计划评价结果116的例子,可以按各个区域存储表示作为应急性计划的供给源发电站的“供给源发电站ID”、表示分配电源车的“分配电源车ID”、表示分配蓄电池的信息的“分配蓄电池ID”以及费用效益评价中的各值的计算结果。

[0152] 费用效益评价部34可以在初始应急计划的费用效益评价(步骤S204)处理结束后,结束未对策时费用效益评价的处理。

[0153] 灾害对策计划制定系统10可以在未对策时费用效益评价(步骤S100)的处理结束时,实施暂定应急计划假定的处理(步骤S101)。

[0154] 图8是表示关于S101的暂定应急计划假定的处理步骤的流程图。应急计划假定部31通过在电源分配假定部40、电源车派遣区域假定部41、蓄电池运转区域假定部42中假定各个区域的各资源的分配,能够假定暂定的应急性计划。

[0155] 在暂定的应急性计划的假定中,可以首先由电源分配假定部40假定各发电站进行电力供给的区域的分配(步骤S400)。具体而言,能够将电源列表100中的与平时时供给目的地区域不同的单一或者多个供给目的地区域随机地分配为各发电站的供给目的地。在此,随机分配是指由送电运营商等用户适当分配。接着,在电源车派遣区域假定部41中,基于电源车信息106假定各电源车进行电力供给的区域的分配(步骤S401)。电源车派遣区域的假定例如能够将电源车信息106的初始派遣区域不同的单一或者多个供给目的地区域随机地分配为各电源车的供给目的地。在此,随机分配是指由送电运营商等用户适当分配。接

着,在蓄电池运转区域假定部42中,基于按区域蓄电池信息107假定各蓄电池的运转/非运转(步骤S402)。关于蓄电池运转/非运转的假定,例如能够针对按区域蓄电池信息107的每个蓄电池随机地设定运转或非运转。

[0156] 通过以上的处理,可以将分配给各个区域的发电站、电源车、蓄电池假定为暂定的应急性计划,结束暂定应急计划假定的处理。

[0157] 接着,停电时间/停电量推定部32能够使用假定的应急性计划、区域需求预测值101、再生能源发电量预测值、上述设备故障预测结果,进行推定进行设定的电力供给计划的将来的每个时间段的各区域的有无停电/停电量的处理(步骤S102)。

[0158] 基于对各个区域具体假定的应急性计划、再生能源发电量预测值、设备故障预测结果,计算该区域的电力供给量,通过与区域需求预测值进行比较,能够推定各个时间段的有无停电、停电量。

[0159] 例如,根据分配给假定的应急性计划中的区域的发电站的信息和设备故障预测结果,判定分配的发电站能否运转,如果能够运转,则能够计算“图13的电源列表100中的最大输出 \times 时间”作为在该时间段发电站能够向该区域供给的电力量。

[0160] 另外,能够计算假定的应急性计划中的分配的电源车的信息和“图14的电源车信息106的最大输出 \times 时间”作为电源车在该时间段能够供给的电量。也可以基于此时设定的进行电力供给的时间段从电力供给开始时间起经过了几个小时来判定能否供给。例如,若将从电力供给开始时间起的经过时间设为 T ,则根据“上述电源车的最大输出 $\times T$ ”来计算到该时间段为止的总电力供给量,将该值与电源车信息106中的可供给容量进行比较,若“到该时间段为止的总电力供给量 \geq 可供给容量”,则能够判定为不能供给电力,若“到该时间段为止的总电力供给量 $<$ 可供给容量”,则能够判定为能够供给电力。另外,记号 T 在本数学式的范围内使用。

[0161] 另外,可以计算假定的应急性计划中分配的蓄电池的信息和“图15的按区域蓄电池信息107的最大输出 \times 时间”,作为蓄电池在该时间段能够供给的电量。也可以基于此时设定的进行电力供给的时间段从电力供给开始时间起经过了几个小时来判定能否供给。例如,若将从电力供给开始时间起的经过时间设为 T ,则根据“上述蓄电池的最大输出 $\times T$ ”来计算到该时间段为止的总电力供给量,将该值与按区域蓄电池信息107中的容量进行比较,若“到该时间段为止的总电力供给量 \geq 该容量”,则能够判定为不能供给电力,若“总电力供给量 $<$ 该容量”,则能够判定为能够供给电力。另外,记号 T 也可以在本数学式的范围内使用。

[0162] 通过将这样计算出的各时间段的发电机、电源车、蓄电池的电力供给量的合计值与各时间段的再生能源发电量预测值进行合计,能够计算该区域各时间段的电力供给量。图16是区域需求预测值101的例子,按照各区域各自的时间段,存储有每个用户类别(一般家庭、运营商(高压)、运营商(低压))的需求预测值、总需求量。能够将上述该区域各时间段的电力供给量与区域需求预测值101的该区域的总需求量进行比较,如果“该电力供给量 \geq 该总需求量”则判定为无停电,如果“该电力供给量 $<$ 该总需求量”则判定为有停电。另外,在有停电的情况下,能够将上述总需求量推定为该时间段的停电量。另外,通过参照区域需求预测值101的每个用户类别(一般家庭、运营商(高压)、运营商(低压))的需求预测值,能够推定每个用户类别的停电量。这样推定出的各区域的有无停电/停电量的推定结果

能够以图22所示的形式存储在停电时间/停电量推定结果111中。

[0163] 接着,费用效益评价部34能够基于上述假定的暂定应急性计划和上述停电量推定结果,进行发生的费用和效益的评价(步骤S103)。

[0164] 图9是表示暂定应急性计划的费用效益评价的处理步骤(步骤S103)的详细情况的流程图。

[0165] 当暂定应急计划的费用效益评价开始时,首先,投运收入减少额计算部44实施根据各个区域的停电量的推定结果而计算投运收入减少额的处理(步骤S500)。具体而言,首先对每个用户类别(一般家庭、运营商(高压)、运营商(低压))的投运费用单价(日元/kWh)进行设定。接着,如数式(2)所示,通过取得与停电时间/停电量推定结果111的每个用户类别的停电量的乘积,能够计算出各用户类别的投运收入减少额。

[0166] 通过对各个用户类别的投运收入减少额进行合计,从而能够计算出用户整体的投运收入减少额。

[0167] 接着,停电处罚计算部45进行能够根据各区域的停电量的推定结果计算基于停电处罚的损失的处理(步骤S501)。具体而言,首先能够将处罚单价(日元/kWh)和允许停电量(MWh)设定为任意的值。该任意的值可以是电力公司自身适当选择的任意的值。接着,如数式(6)所示,通过将对象时间段整体的总停电量相对于允许停电量的偏离量乘以处罚单价,能够计算出停电处罚。

[0168] 接着,用户损失计算部35能够进行基于各区域的停电量的推定结果计算用户的损失的处理(步骤S502)。用户损失计算处理的详细情况在3-2节“用户损失计算的各种处理”中后述。

[0169] 接着,电源运转费用计算部46能够使用假定的应急性计划的电源分配和电源列表100、区域需求预测值101,计算各电源的运转费用(步骤S503)。具体而言,首先能够提取分配给区域且在步骤S201中判定出的运转的发电站。在对一个区域分配的发电机为一个的情况下,能够将该区域的区域需求预测值的总需求量作为各时间段中的发电站的发电电力量。在分配给一个区域的发电机为多个的情况下,参照电源列表100,以所分配的发电站的最大输出的比率按比例分配总需求量,由此能够计算各发电站的发电电力量。接着,参照电源列表100,提取所分配的发电站的成本函数的系数 a_g 、成本函数的系数 b_g 、成本函数的系数 c_g 。然后,使用发电机成本函数的系数(a_g 、 b_g 、 c_g),通过数式(7)能够计算各时间段的运转所花费的成本。

[0170] 接着,电源车运转费用计算部48使用关于在步骤S401中假定的应急性计划的电源车派遣的分配以及电源车运转单价114,计算电源车派遣/运转所花费的费用(步骤S504)。具体地,首先可以提取分配给区域的电源车。接着,参照图19的电源车运转单价114,能够提取所分配的电源车的成本函数的系数 a_{veh} 、成本函数的系数 b_{veh} 、成本函数的系数 c_{veh} 。然后,使用成本函数的系数(a_{veh} 、 b_{veh} 、 c_{veh}),通过数式(8)能够计算各时间段的运转所花费的成本。

[0171] 接着,电源交换/系统重构成本计算部47能够计算电源交换/系统重构所花费的成本(步骤S505)。具体而言,首先能够提取分配给区域的发电站。接下来,能够参照图18的电源交换费用单价110,提取供给区域变更所花费的运用费。并且,在假定的应急性计划的电源分配与平时时供给目的地的区域不同的情况下,对于该发电机,能够判定为追加产生供

给区域变更所花费的运用费。

[0172] 接着,总损失计算部36能够根据投运收入减少额计算结果、停电处罚计算结果、用户损失计算结果,使用数式(9)计算总损失。

[0173] 总成本计算部37能够基于电源运转费用计算结果、电源车运转费用计算结果、以及从电源交换/系统重构成本计算部47中的处理得到的电源交换费用计算结果,通过数式(10)计算总成本。

[0174] 并且,总效益评价部38能够基于在总损失计算部36中计算出的总损失、在总成本计算部37中计算出的总成本,通过数式(11)计算综合评价价值、即暂定应急计划的综合评价价值(步骤S506)。

[0175] 之后,能够结束暂定应急计划的费用效益评价处理(S103)。

[0176] 灾害对策计划制定系统10在暂定应急计划的费用效益评价处理(S103)的处理结束时,能够实施改善度计算的处理(步骤S104)。

[0177] 具体而言,改善度计算能够通过计算在S103中计算出的暂定应急计划的综合评价价值(总效益)与在S101中计算出的初始应急计划的综合评价价值(总效益)的差值来计算出综合评价价值的改善度。

[0178] 然后,通过重复上述步骤S101~步骤S104直到达到规定的结束条件,可以探索综合评价价值高的应急性计划(步骤S105)。该探索可以经由效益改善部33来进行。该搜索例如也可以进行如下处理:使用贪心算法、遗传算法等元启发式方法将改善度作为评价函数,以改善评价函数的方式生成新的暂定应急计划等来使改善度增加。这样,灾害对策计划制定部30能够基于所设定的条件来评价多个对策,并从这些对策中生成效益的评价价值高的对策,还能够输出该对策。该输出能够由输出部24进行,另外,也能够进行经由通信部25通过通信网络11显示于输配电运营商的利用终端12等的输出。另外,本灾害对策计划制定系统评价多个对策。

[0179] 这样的结构是进行最优化处理的结构,能够在被赋予的条件下,求出最优的计划方案。

[0180] 另外,此时,在将输配电运营商的对策费设为 α 来计算上述计算出的电源运转费、电源车运转费、电源交换费的合计值,将上述计算出的用户损失设为 β 的情况下,能够仅采用 α 与 β 的比例在既定的范围、例如“任意的最小值 $<\alpha/\beta<$ 任意的最大值”的应急性计划。在此,任意的最小值以及任意的最大值可以是输配电运营商确定为适当的任意的值,当然确定为“任意的最小值 $<$ 任意的最大值”。另外,也可以对脱离了既定范围的应急性计划的评价价值施加脱离量的处罚等。

[0181] 这样,计划制定部可以生成和/或输出使输配电运营商的对策所需的成本与电力用户的停电损失的比率收敛于预定范围的对策。

[0182] 如上所述,通过使 α 与 β 的比例收敛于既定的范围,具有在电力用户与输配电事业之间确保费用负担的公平性的优点。另外,通过该处理,能够期待将因灾害而发生的用户的支出与输配电运营商的支出的平衡保持在既定的范围,防止与用户损失相比输配电运营商进行过度的对策的情况。

[0183] 另外,也可以仅采用初始的应急性计划的用户损失与暂定应急性计划的用户损失之差即 Θ 在任意确定的阈值以上的应急性计划,或者也可以对在阈值以下的应急性计划

的评价值施加偏离量的处罚等。通过这样的处理,能够期待立足于针对用户的最低限度的损失补偿的计划的制定。上述的任意确定的阈值可以是输配电运营商设为适当而任意确定的阈值。

[0184] 图29是用户损失以及输配电运营商的对策费的比较图。在该图中,将输配电运营商的对策费 α 表述为“输配电对策费”,将用户损失 β 表述为“用户损失影响度(合计)”。作为对策时提示的“输配电对策费”以及“用户损失影响度(合计)”是暂定应急性计划。作为未对策时提示的“用户损失影响度(合计)”是初始的应急性计划。将初始的应急性计划的用户损失与暂定应急性计划的用户损失的差值表示为 Θ 。

[0185] 在步骤S105中达到规定的结束条件的情况下,可以采用探索过程中改善度最高的应急性计划作为最佳计划(步骤S106)。然后,能够将结果存储在应急计划最佳化结果112中,结束处理。

[0186] 图21是应急计划最佳化结果112的例子,可以按各个区域存储作为应急性计划的供给源发电站、分配电源车、分配蓄电池的信息和费用效益评价中的各值的计算结果。

[0187] 而且,作为将上述的最优化结果通知给输配电运营商的具体方法,例如能够将图27所示的画面显示于输配电运营商的利用终端。作为显示方法,例如可以在视觉上表示指定的日期时间的各区域的停电量预测值、推定的各发电站的运转/停止状态以及应急性计划中的供给目的地。另外,也可以将应急性计划中的总效益、与初始应急计划进行比较的效益改善额以及用户损失与其明细一起显示。

[0188] (3-2) 用户损失计算的各种处理

[0189] 图10是表示灾害对策计划制定系统10的用户损失计算的处理步骤的流程图。灾害对策计划制定系统10的用户损失计算部35能够依次执行用户停电推定结果读入处理(步骤S600)、用户灾害对策准备时间计算处理(步骤S601)、事先对策能否判定处理(步骤S602)、停电成本计算处理(步骤S603)、与“是否处理了所有用户?”有关的条件分支处理(步骤S604)以及所有用户的总停电成本计算处理(步骤S605)。

[0190] 当用户损失计算处理开始时,首先,图4记载的用户灾害对策准备时间计算部50读入停电时间/停电量推定结果111的数据(步骤S600)。

[0191] 接着,用户灾害对策准备时间计算部50能够使用该读入的数据,计算每个用户类别的灾害对策的准备时间(步骤S601)。具体地说,能够参照停电时间/停电量推定结果111中的停电发生有无的信息,提取最初发生停电的时刻、即停电发生开始时刻。然后,通过取得停电发生开始时刻与当前时刻的差值,能够计算灾害对策的准备时间。

[0192] 接着,事先对策能否判定部51使用用户灾害对策准备时间计算部50计算出的各用户的灾害对策准备时间以及按用户必要事先对策时间104,判定各用户能否进行事先对策(步骤S602)。图23是按用户必要事先对策时间104的例子,按每个用户类别设定各个用户的必要事先对策时间。具体而言,如果“用户的灾害对策准备时间 \geq 该用户的必要事先对策时间”,则能够判定为该用户类别所涉及的用户能够事先对策,如果“用户的灾害对策准备时间 $<$ 该用户的必要事先对策时间”,则能够判定为该用户类别的用户不能事先对策。

[0193] 接着,停电成本计算部52能够使用根据上述停电时间/停电量推定结果111求出的用户的各时间段的停电量、上述事先对策能否判定部51判定出的事先对策能否判定结果以及按情况停电成本设想单价105,计算用户的停电引起的成本、即停电成本(步骤S603)。图

24是按情况停电成本设想单价105的例子,可以按各个用户类别以及能否采取事先对策来设定与停电时间长度相应的损失额单价。除了能否事先对策之外,也可以设定与平日、周末/节假日等日期类别相应的损失额单价。图26是与按情况停电成本设想单价的时间长度相应的变化的图。

[0194] 如上所述,电力用户的停电损失、即包含电力用户因停电而受到的停电成本的损失可以根据上述停电量和包含因预测停电的区域停电而受到影响的电力用户进行事先对策所需的时间的信息、即上述第一信息计算出的。通过这样构成,能够良好地评价用户的停电损失,能够更高精度地确保送电运营商与用户的公平,能够制定更好的灾害对策计划。

[0195] 另外,上述的事先对策所需的时间可以依赖于电力用户的类别,也可以按照电力用户的类别而不同。另外,上述的第一信息可以包含电力用户的类别。通过这样构成,能够制定考虑了用户的类别的更高精度的灾害对策计划。

[0196] 并且,上述的第一信息可以包含依赖于电力用户的类别的每单位时间的损失额的信息,也可以包含按电力用户的类别而不同的每单位时间的损失额的信息。通过这样构成,能够制定考虑了与基于用户的类别的事先对策相关的损失额的更高精度的灾害对策计划。

[0197] 作为具体的停电成本计算的方法,首先将如上所述提取出的从停电发生开始时刻到各时间段的经过时间设为该时间段中的停电时间长度。然后,针对每个用户类别,求出各时间段的时期(日期类别)、停电时间长度、与能否事先对策相应的停电成本设想单价以及该时间段的该用户类别的停电量的积,由此计算每个用户类别的损失额,将所有用户类别合计,由此能够计算所有用户的停电的成本。

[0198] 此时,例如也可以将每个用户类别的平时的经济规模设定为0以上的任意的值,通过将各用户类别的损失额除以该值,计算出损失对于平时的经济活动的影响度,并作为用户的损失。经济规模可以是相对于工厂的小规模的商店、一般家庭那样的经济规模。在此,可以用数值表现这些规模来使用。通过该处理,例如能够期待基于依赖于用户的类别的经济规模的差异的损失的评价。图28例示基于该经济规模的差异的损失的评价的图。关于图28中的图表,左边的图表是关于用户A、B及C表示停电损失的金额与平时经济规模的图像,其纵轴为损失金额,并且可表示平时经济规模。图28的左侧的图表是针对用户A、B及C,将各个用户的损失额除以各自的平时经济规模所得的值作为损失影响度而标准化的图表。图28的情况下,例如可掌握用户A的损失影响度相对较小,用户C的损失影响度相对较大。这样,具有能够推定与用户相应的损失的影响的效果。

[0199] 数式(12)表示用户的成本的计算方法的例子。

[0200] [数式12]

$$[0201] \quad \text{consumerLoss}_a = \sum_c \frac{\sum_{t1} P\text{Loss}_{a,c,t1} \times \text{unitLoss}(c,s,t2,pr)}{EC_c} \quad \dots (12)$$

[0202] 其中,consumerLoss_a是区域a的用户的成本,P_{Loss_{a,c,t1}}是区域a中的用户类别c的时间段t1中的总停电量(MWh),unitLoss(c,s,t2,pr)是依赖于用户类别c、时期s、停电时间长度t2以及能否事先对策pr的停电成本单价(日元/kWh),EC_c也可以是用户类别c的平时的经济规模。另外,记号t1以及t2也可以在本数学式的范围内使用。

[0203] 如上所述,计划制定部可以根据电力用户的平时的经济规模来计算电力用户的停电损失。

[0204] 接着,反复进行上述的步骤S600~步骤S604,直到处理全部用户类别为止(步骤S604),如果处理了全部用户,则全部用户总停电成本计算部53对各个用户的停电造成的损失进行合计,计算全部用户的总停电成本,将处理结果存储在用户损失计算结果113中,结束处理(步骤S605)。图25表示用户损失计算结果113的例子。

[0205] 输配电运营商可以基于这样决定的应急性计划,直接进行发电站、电源车、蓄电池的控制,也可以通过将控制的信息发送到其他运营商例如发电运营商或外部的电源车、蓄电池的运用运营商,间接地进行应急性计划的运用。

[0206] 另外,在本实施例中,举出了利用电源车、蓄电池作为分布电源的例子,但在利用电动汽车、应急用发电机这样的其他分布电源的情况下,当然也能够以同样的方法制定应急性计划。

[0207] (4) 本实施方式的效果

[0208] 如上所述,在本实施方式的灾害对策计划制定系统中,能够根据灾害发生时的各区域的停电时间/量的预测值、采取电源交换或系统切换、与分布电源对应的应急性计划时的停电时间/量的预测值、各区域的用户的类别、用户的能够事先对策时间,准确地评价如投运收入减少、停电处罚那样的输配电运营商的销售额损失、如发电机交换、分布电源运转费那样的对策成本、用户的停电引起的经济损失,评价基于该经济损失的应急性计划的总效益,制定改善总效益的应急性计划,能够提高输配电运营商的费用效益。

[0209] 根据该结构,能够提供一种灾害对策计划制定系统、方法,能够准确地评价用户的停电引起的经济损失,并且缩短从停电起的恢复时间,提高输配电运营商的对策的费用效益。另外,能够通过计算机自动地计算对策的效果作为评价值,并且能够通过计算机自动地制定使评价值提高的计划,因此能够缩短灾害发生时的对策制定所花费的计算时间。

[0210] 此外,本发明并不限定于上述实施方式,在实施阶段能够在不脱离其主旨的范围内对构成要素进行变形而具体化。

[0211] 此外,本发明并不限定于上述的实施例,包含所附的请求专利保护的范围内的主旨内的各种变形例以及同等的结构。例如,上述的实施例是为了容易理解地说明本发明而详细地进行了说明的例子,本发明并不限定于必须具备所说明的全部结构。另外,也可以将某实施例的结构的一部分替换为其他实施例的结构。另外,也可以对某实施例的结构添加其他实施例的结构。另外,也可以对各实施例的结构的一部分进行其他结构的追加、删除、置换。

[0212] 另外,上述的各结构、功能、处理部、处理单元等的一部分或全部例如可以通过在集成电路中设计等而由硬件实现,也可以通过处理器解释并执行实现各个功能的程序而由软件实现。

[0213] 实现各功能的程序、表格、文件等信息能够储存于存储器、硬盘、SSD(Solid State Drive:固态硬盘)等存储装置、或者IC卡、SD卡、DVD等记录介质。

[0214] 另外,控制线、信息线表示认为说明上需要的线,不限于表示安装上需要的全部控制线、信息线。实际上,可以认为几乎所有的结构相互连接。

[0215] 附图说明

[0216] 10…灾害对策计划制定系统、11…通信网络、12…利用终端、21…运算部、22…存储器、23…输入部、24…输出部、25…通信部、26…存储装置、30…灾害对策计划制定部、

31…应急计划假定部、32…停电时间/停电量推定部、33…效益改善部、34…费用效益评价部、35…用户损失计算部、36…总损失计算部、37…总成本计算部、38…总效益评价部、39…设备故障预测部、40…电源分配假定部、41…电源车派遣区域假定部、42…蓄电池运转区域假定部、43…再生能源发电量预测部、44…投运收入减少额计算部、45…停电处罚计算部、46…电源运转费用计算部、47…电源交换/系统重构成本计算部、48…电源车运转费用计算部、50…用户灾害对策准备时间计算部、51…事先对策能否判定部、52…停电成本计算部、53…全部用户总停电成本计算部。

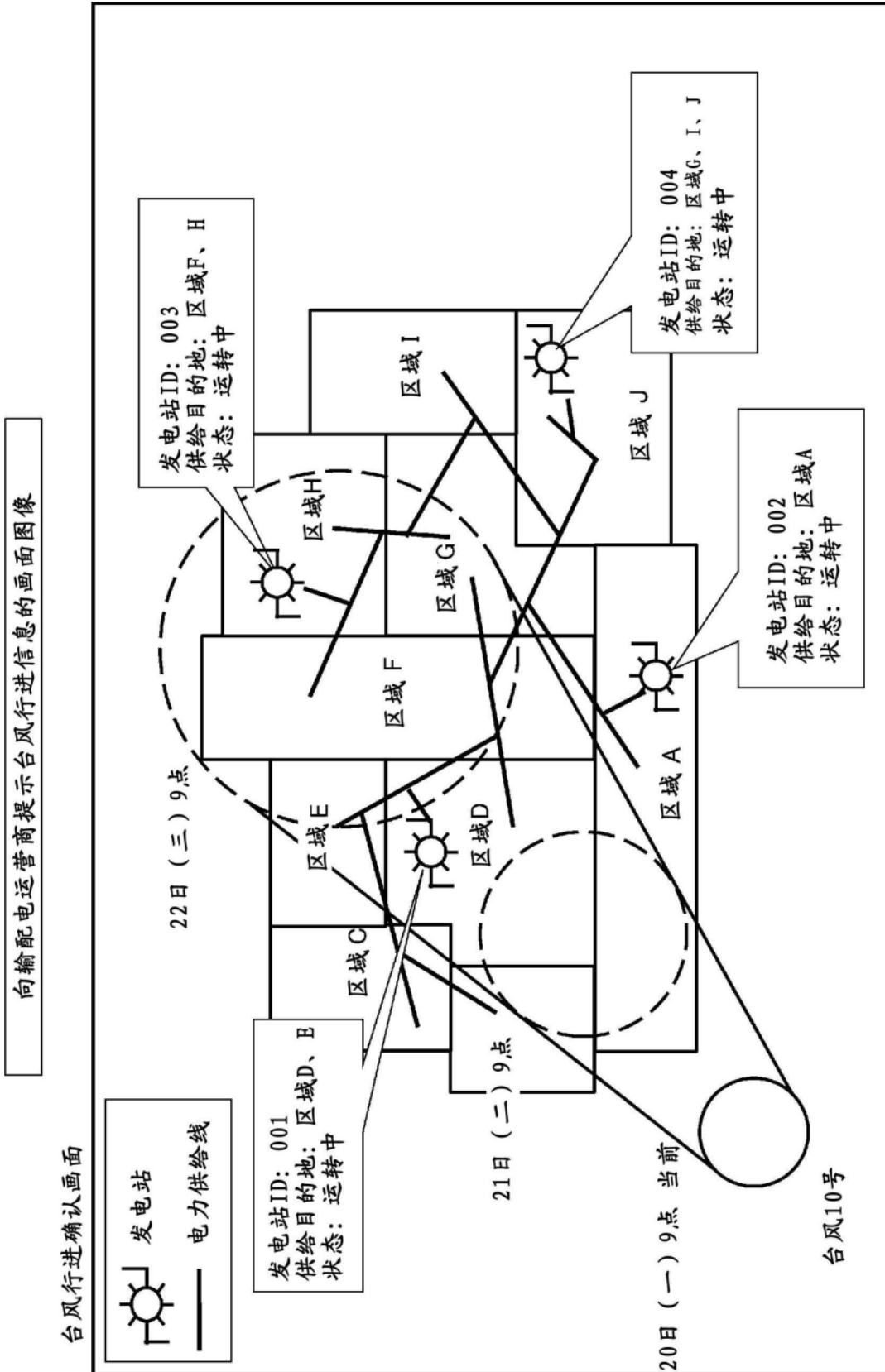


图1

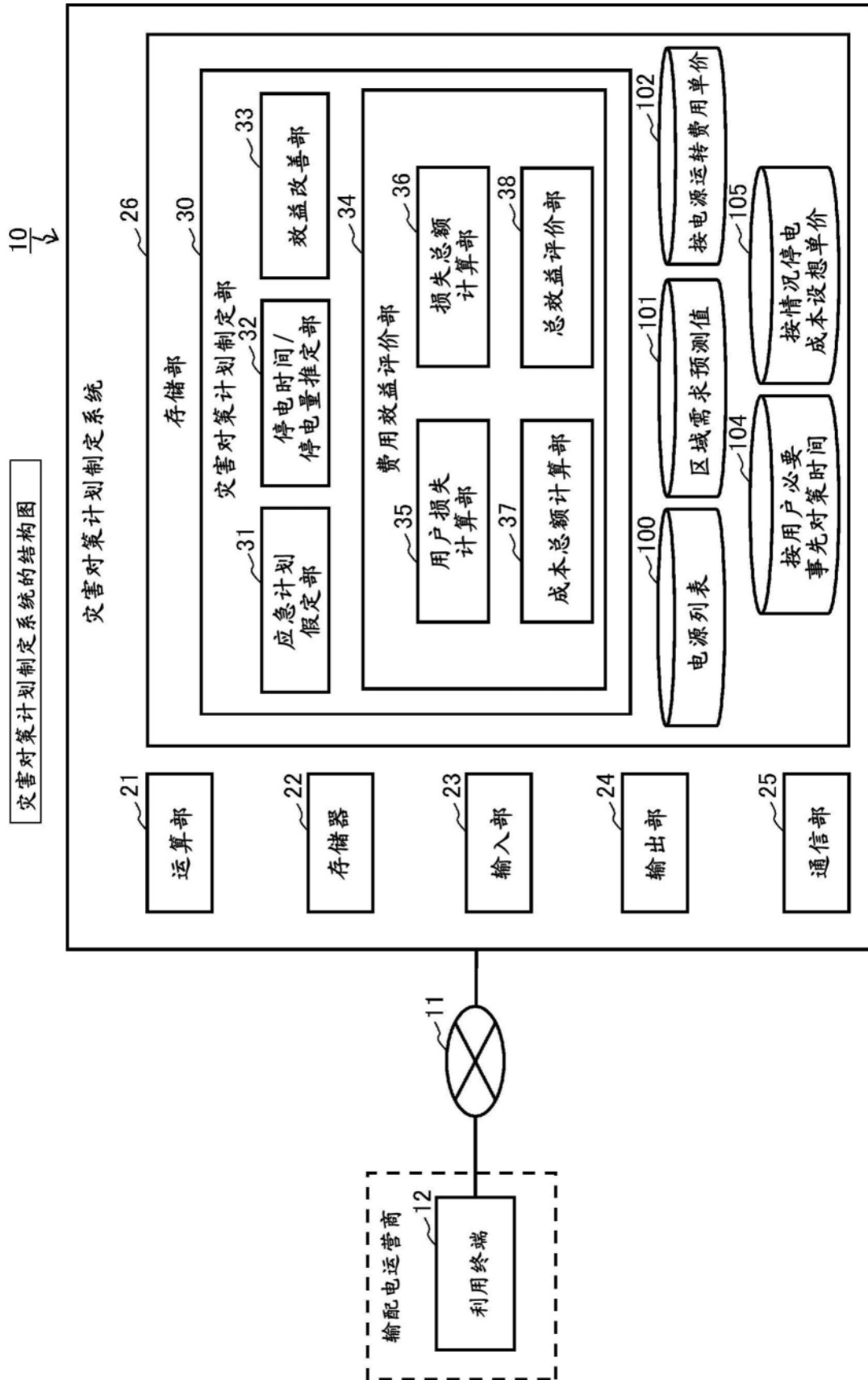


图2

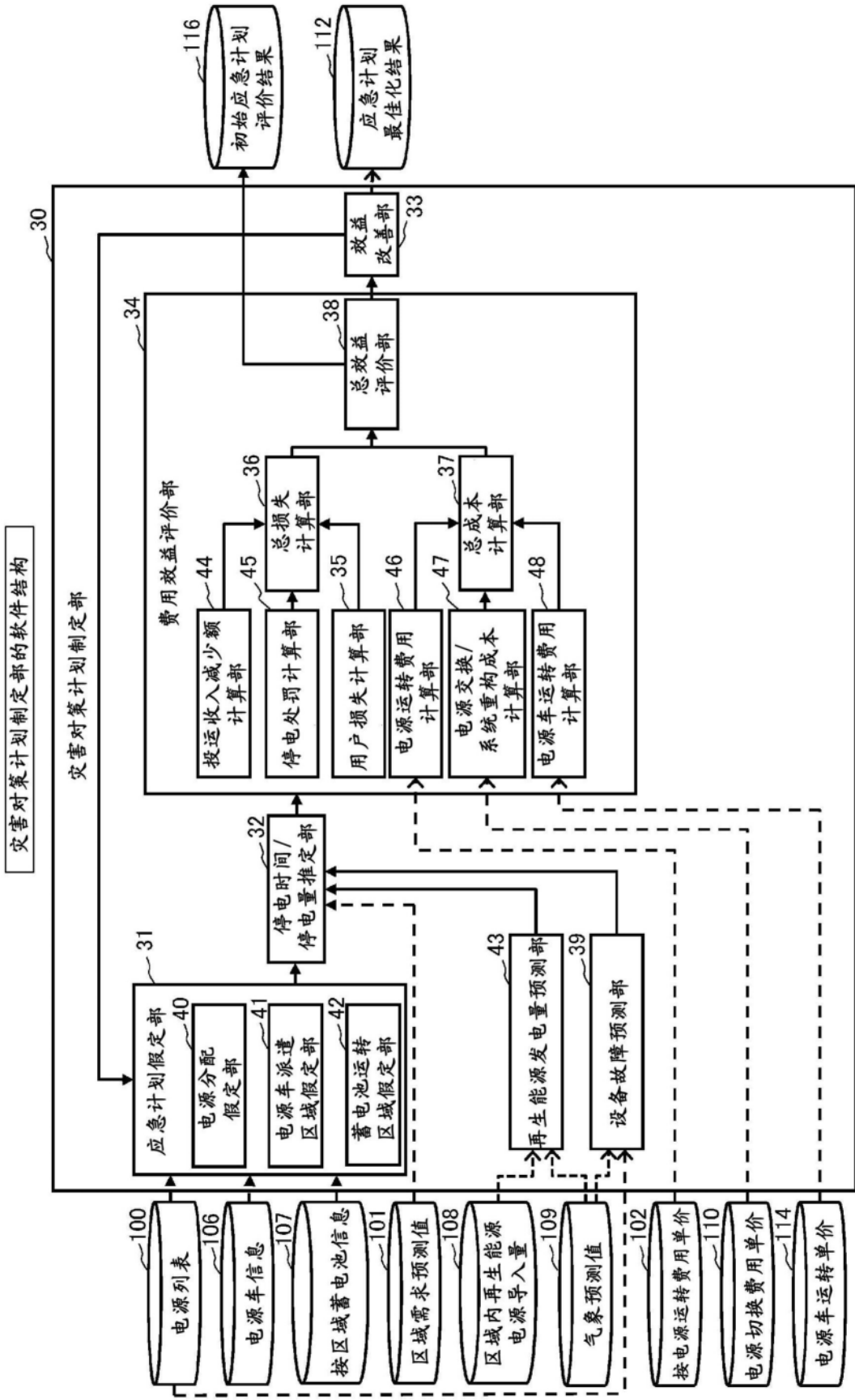


图3

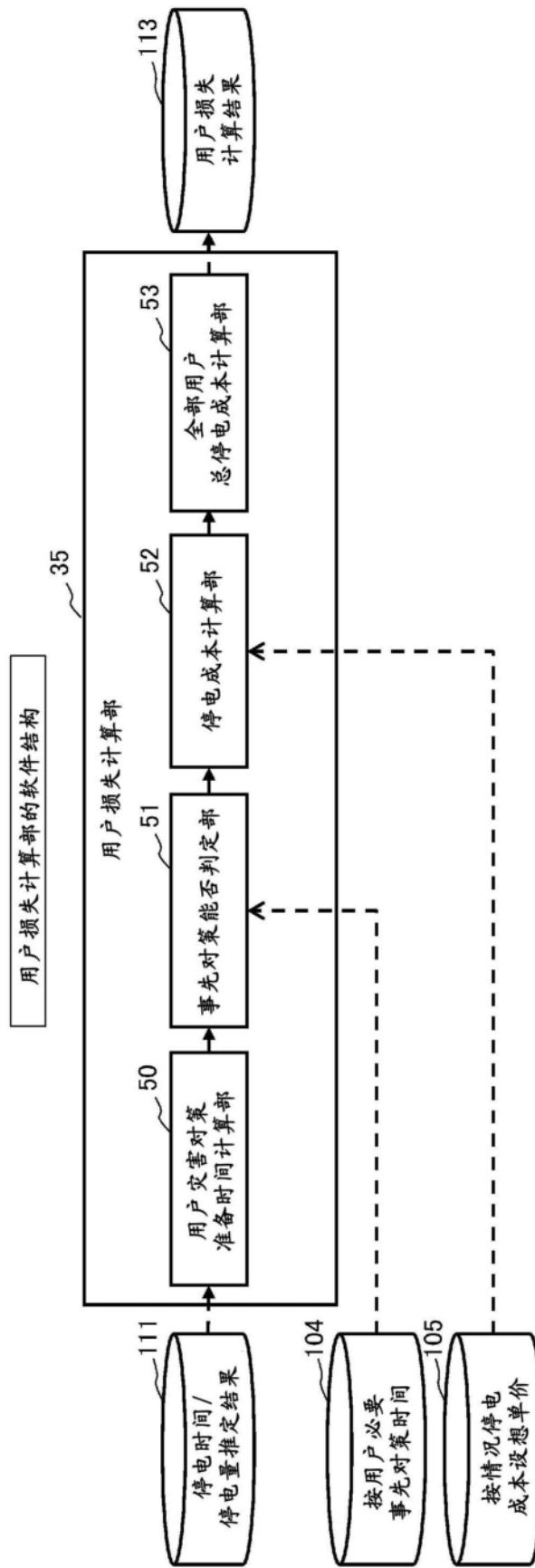


图4

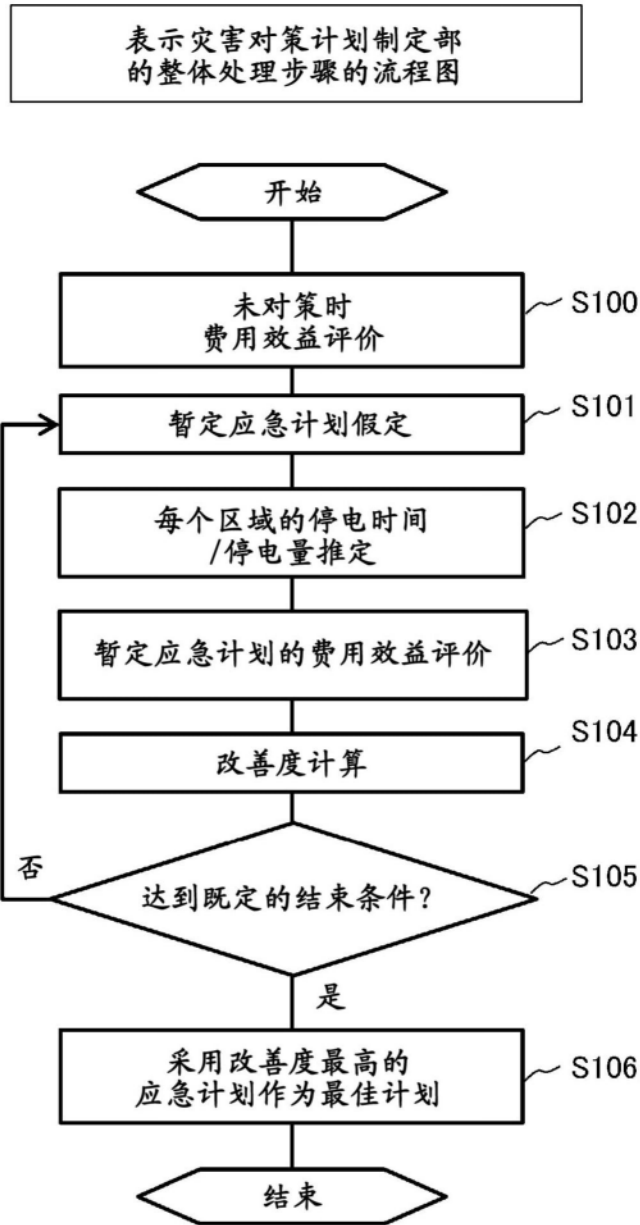


图5

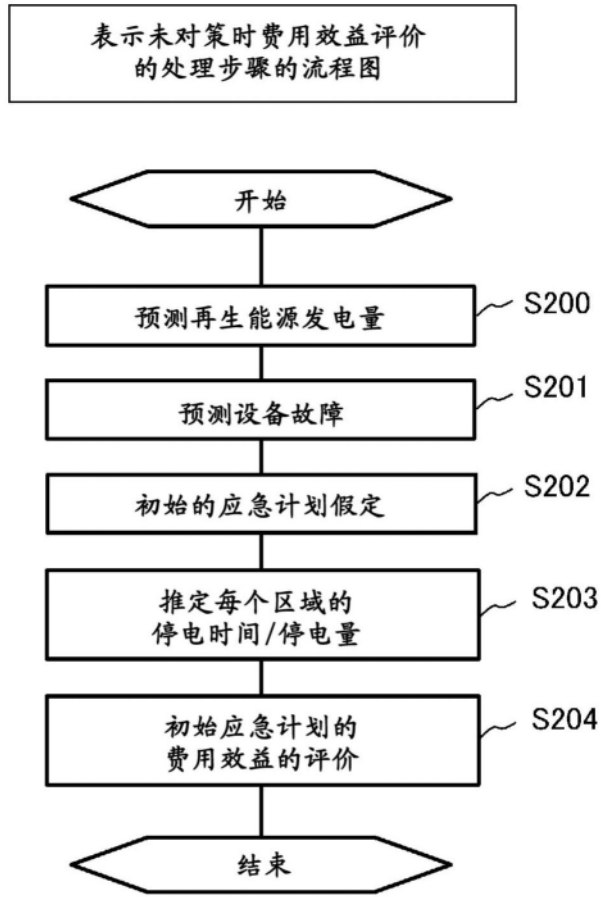


图6

表示初始应急计划的费用效益评价
的处理步骤的流程图

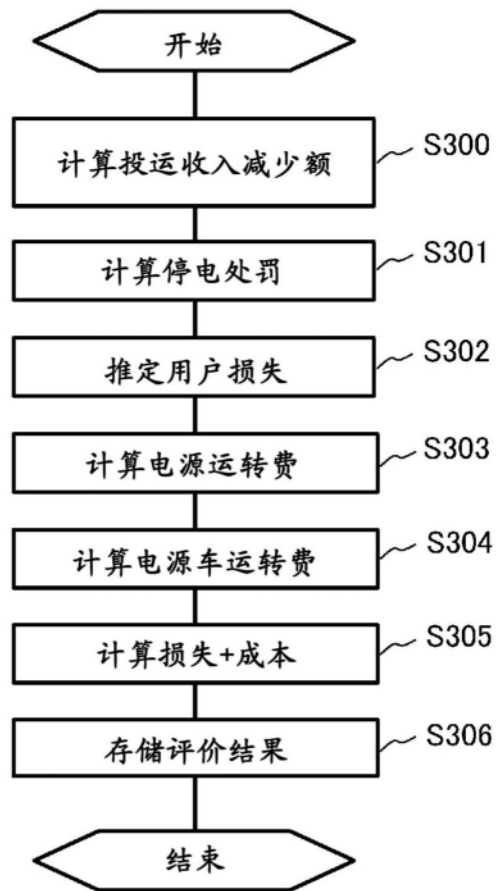


图7

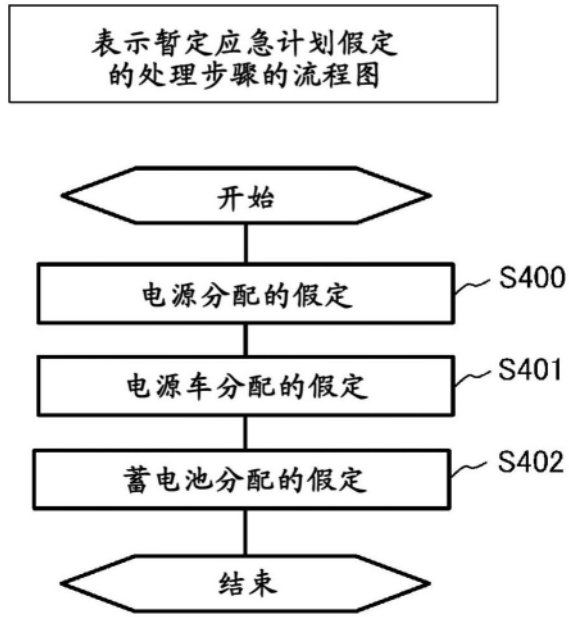


图8

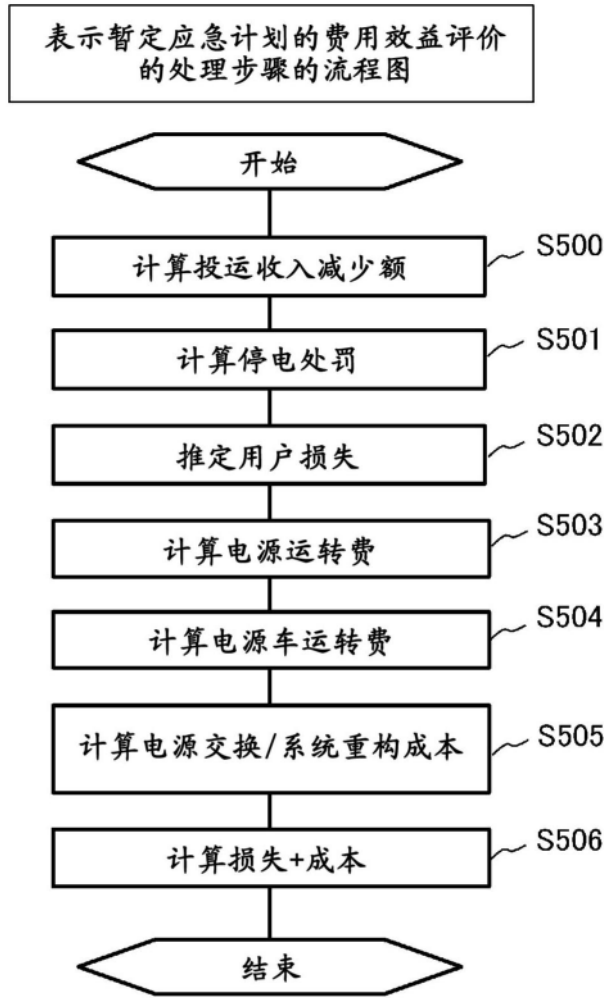


图9

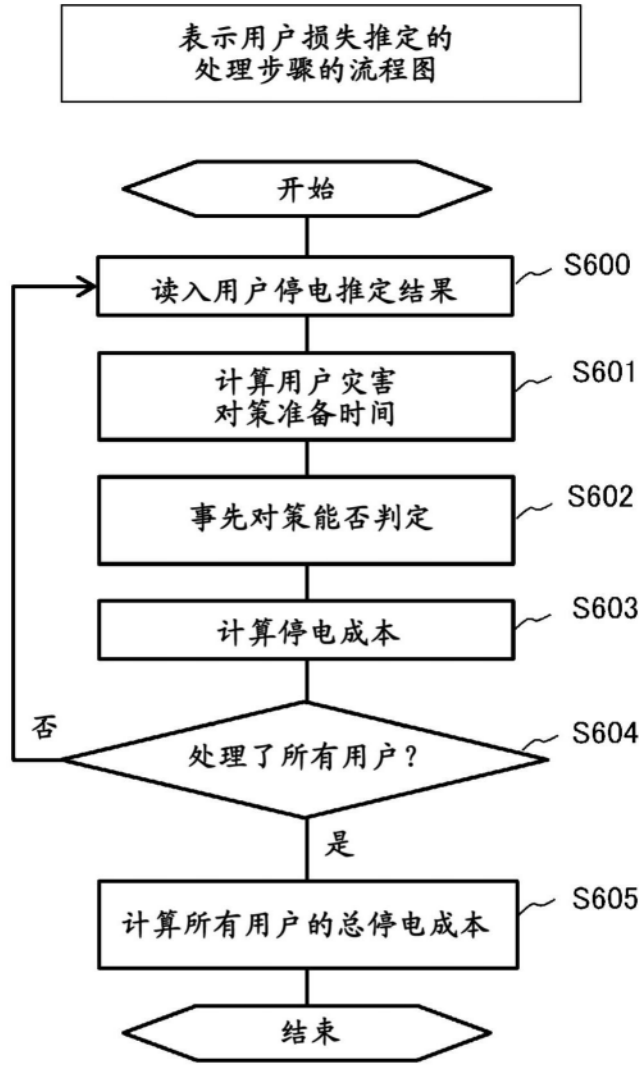


图10

区域内再生能源电源导入量 108
↓

区域	PV导入量
区域 A	100 万kW
区域 B	10 万kW
区域 C	10 万kW
区域 D	200 万kW
...	...

图11

气象预测值		109 ↓
区域	项目	预测值
区域 A	时间戳	{2021-08-21 9:00, 2020-08-21 10:00, ...}
	平均气温[°C]	{5.8, 6.4, ...}
	平均降水量[mm]	{1000, 1000, ...}
	平均日射量[MJ/m ²]	{1.45, 1.20, ...}
	风速[m/s]	{50, 62, ...}
	天气	{雨, 雨, ...}
...
区域 B	时间戳	{2020-01-01, 2020-01-02, ...}
	气温[°C]	{1.2, 1.4, ...}

...

图12

100
↓

电源列表

发电站ID	区域	平时时供给目的地区域	类别	最小输出 (GW)	最大输出 (GW)	灯输出 (GW)	灾害时脆弱度
001	区域 D	{ 区域 D、区域 E }	石油	7.00	27	27	0.2
002	区域 A	{ 区域 A }	石油	7.00	27	27	0.3
003	区域 H	{ 区域 F、区域 H }	石油	7.00	27	27	0.1
004	区域 J	{ 区域 G、区域 I、区域 J }	LNG	2.00	9	9	0.2
005	区域 E	{ 区域 E }	LNG	1.80	9	9	0.3
006	区域 F	{ 区域 F }	LNG	1.80	9	9	0.1
007	区域 G	{ 区域 G }	LNG	1.80	9	9	0.2
008	区域 H	{ 区域 H }	LNG	1.80	5	4.5	0.3
009	区域 I	{ 区域 I }	LNG	1.80	9	9	0.1
...

图13

电源车信息			
电源车 ID	初始派遣区域	最大输出 (kW)	可供容量 (kWh)
001	区域 A	100	1000
002	区域 B	150	3000
003	区域 C	200	2000
004	区域 D	100	1000
005	区域 E	80	3000
006	区域 F	90	2000
007	区域 G	90	1000
008	区域 H	50	3000
009	区域 I	90	2000
...

106
↓

图14

按区域蓄电池信息			
蓄电池ID	区域	最大输出 (kW)	容量(kWh)
001	区域 A	100	1000
002	区域 B	150	3000
003	区域 C	200	2000
004	区域 D	100	1000
005	区域 E	80	3000
006	区域 F	90	2000
007	区域 G	90	1000
008	区域 H	50	3000
009	区域 I	90	2000
...

107
↓

图15

区域需求预测值

$\frac{101}{\downarrow}$

项目		需求预测值 [MWh]
时间戳		{2021-08-21 9:00, 2020-08-21 10:00, ...}
区域 A	一般家庭	{32100, 32800, ...}
	运营商 (低压)	{15000, 15320, ...}
	运营商 (高压)	{3200, 3500, ...}
	总需求量	{50100, 51620, ...}
区域 B	一般家庭	{32100, 32800, ...}
	运营商 (低压)	{15000, 15320, ...}
	运营商 (高压)	{3200, 3500, ...}
	总需求量	{50100, 51620, ...}
...

图16

102
↓

按电源运转费用单价

发电站ID	区域	类别	最小输出 (GW)	最大输出 (GW)	灯输出 (GW)	成本函数的系数a (百万¥)	成本函数的系数b (百万¥/GWh)	成本函数的系数c (百万¥/GWh)
001	区域 A	石油	7.00	27	27	9.0	7.0	0.00001
002	区域 B	石油	7.00	27	27	9.0	7.0	0.00001
003	区域 C	石油	7.00	27	27	9.0	7.0	0.00001
004	区域 D	LNG	2.00	9	9	1.5	3.0	0.00003
005	区域 E	LNG	1.80	9	9	1.5	3.0	0.00003
006	区域 F	LNG	1.80	9	9	1.5	3.0	0.00003
007	区域 G	LNG	1.80	9	9	1.5	3.0	0.00003
008	区域 H	LNG	1.80	5	4.5	1.5	3.0	0.00003
009	区域 I	LNG	1.80	9	9	1.5	3.0	0.00003
...

图17

电源切换费用单价		
		$\frac{110}{\downarrow}$
发电站ID	平时时供给目的地区域	供给区域变更所需的运转费 (百万¥)
001	{ 区域 D、区域 E }	2.0
002	{ 区域 A }	3.0
003	{ 区域 F、区域 H }	1.0
004	{ 区域 G、区域 I、区域 J }	2.0
005	{ 区域 E }	3.0
006	{ 区域 F }	1.0
007	{ 区域 G }	2.0
008	{ 区域 H }	3.0
009	{ 区域 I }	1.0
...

图18

电源车运转单价			
			$\frac{114}{\downarrow}$
电源车 ID	成本函数的系数a (百万¥)	成本函数的系数b (百万¥/GWh)	成本函数的系数c (百万¥/GWh)
001	1.0	7.0	0.00001
002	1.0	7.0	0.00001
003	1.0	7.0	0.00001
004	0.5	3.0	0.00003
005	0.5	3.0	0.00003
006	0.5	3.0	0.00003
007	0.5	3.0	0.00003
008	0.5	3.0	0.00003
009	0.5	3.0	0.00003
...

图19

116
↓

初始应急计划评价结果

区域	应急计划			评价结果										综合 评价 值 (百万¥)	
	供给源 ID	分配 电 源 车 ID	分配 蓄 电 池 ID	投入 减少 额 (百万¥)	停电 处罚 (百万¥)	用户 处罚 (百万¥)	电 源 转 运 费 (百万¥)	电 源 切 换 费 (百万¥)	电 源 转 运 费 (百万¥)	车 源 转 运 费 (百万¥)	蓄 电 池 转 运 费 (百万¥)	总 损 失 (百万¥)	总 成 本 (百万¥)		
区域 A	{002}	{001}	{001}	50	120	470	20	5	20	20	20	5	640	50	-790
区域 B	{005}	{002}	{002}	20	130	340	10	10	10	40	0	490	60	-550	
区域 C	{005}	{003}	{003}	7	120	470	20	5	20	20	5	640	50	-790	
区域 D	{-}	{004}	{004}	200	1300	3400	0	10	40	40	0	4900	60	-4960	
区域 E	{-}	{005}	{005}	500	1200	4700	0	5	20	20	5	6400	50	-6450	
区域 F	{003}	{006}	{006}	20	130	340	10	10	40	40	0	490	60	-550	
区域 G	{004}	{007}	{007}	50	120	470	20	5	20	20	5	640	50	-790	
区域 H	{003}	{008}	{008}	20	130	340	10	10	40	40	0	490	60	-550	
区域 I	{004}	{009}	{009}	50	120	470	20	5	20	20	5	640	50	-790	
...

图20

112
5

应急计划最佳化结果

区域	应急计划			评价结果										
	供给源 发电站 ID	分配 电源车 ID	分配 蓄电池 ID	投入 减少额 (百万¥)	停电 处罚 (百万¥)	用户 损失 (百万¥)	电转 运 (百万¥)	电切 换 (百万¥)	电源 车 运 (百万¥)	蓄电 池 运 (百万¥)	总损 失 (百万¥)	总成 本 (百万¥)	综合 评价 值 (百万¥)	与初 始计 划 的差 值
区域 A	{002}	{001}	{001}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+790
区域 B	{005}	{002}	{002}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+550
区域 C	{005}	{003}	{003}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+790
区域 D	{002}	{004}	-	50	120	470	20	5	20	0	640	50	-790	+4270
区域 E	{002}	{005}	-	20	130	340	10	10	40	0	490	60	-550	+5900
区域 F	{003}	{006}	{006}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+790
区域 G	{004}	{007}	{007}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+550
区域 H	{003}	{008}	{008}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+790
区域 I	{004}	{009}	{009}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+550
...

图21

111
↓

停电时间/停电电量推定结果

项目		推定值
区域 A	时间戳	{2021-08-21 9:00, 2020-08-21 10:00, 2020-08-21 11:00, ...}
	需求预测值 [MWh]	{50100, 51620, 51620, ...}
	供给力 [MWh]	{52100, 12800, 13800, ...}
	停电发生有无	{无, 有, 有, ...}
	停电量 (一般家庭) [MWh]	{32100, 32800, ...}
区域 B	停电量 (低压) [MWh]	{15000, 15320, ...}
	停电量 (高压) [MWh]	{3200, 3500, ...}
	需求预测值 [MWh]	{22100, 72800, 2800, ...}
	供给力 [MWh]	{4200, 2800, 3800, ...}
...		...

图22

按用户必要事先对策时间
104
↓

用户	必要事先对策时间(h)
一般家庭	3
运营商(低压)	6
运营商(高压)	10

图23

按情况停电成本设想单价
105
↓

项目		损失额单价(日元/kWh)
停电时间长度(h)		{1, 2, 3, 4, 5, ...}
一般家庭	事先对策: 可以	平日
		周末/节假日
	事先对策: 不可以	平日
		周末/节假日
	事先对策: 可以	{1000, 1500, 2000, 2500, 3500...}
		{100, 750, 1000, 1500, 2500...}
运营商(低压)	事先对策: 不可以	{2000, 3000, 4000, 5000, 6000...}
		{200, 950, 1500, 2000, 2500...}
运营商(高压)	事先对策: 可以	{15000, 20000, 25000, 30000, 40000, ...}
		{30000, 40000, 45000, 60000, 70000, ...}
运营商(高压)	事先对策: 可以	{25000, 40000, 50000, 60000, 80000, ...}
		{90000, 120000, 150000, 160000, 170000, ...}

图24

用户损失计算结果	
用户	用户损失 (百万¥)
一般家庭	1200
运营商 (低压)	500
运营商 (高压)	1700
合计	3400

 $\frac{113}{\downarrow}$

图25

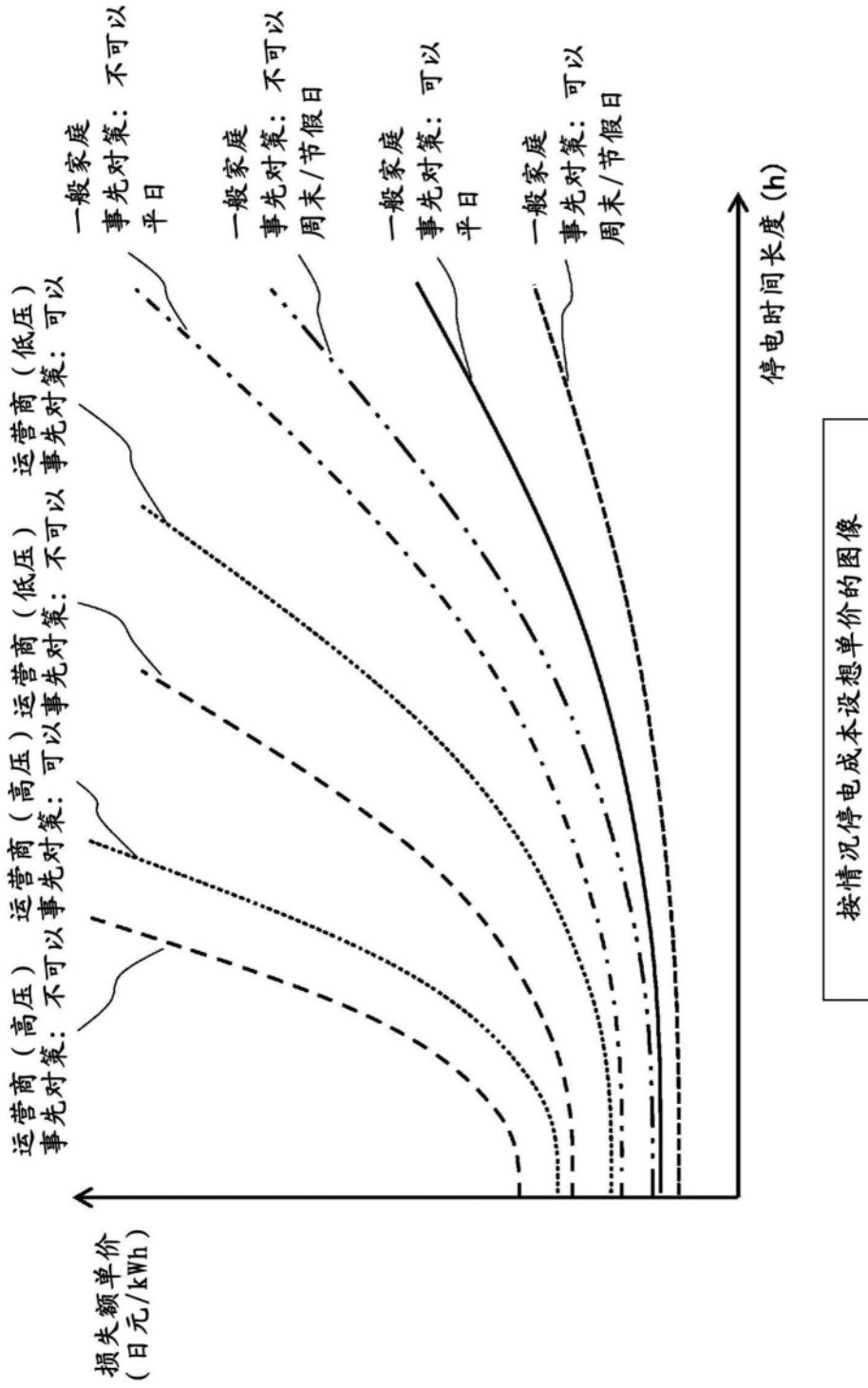
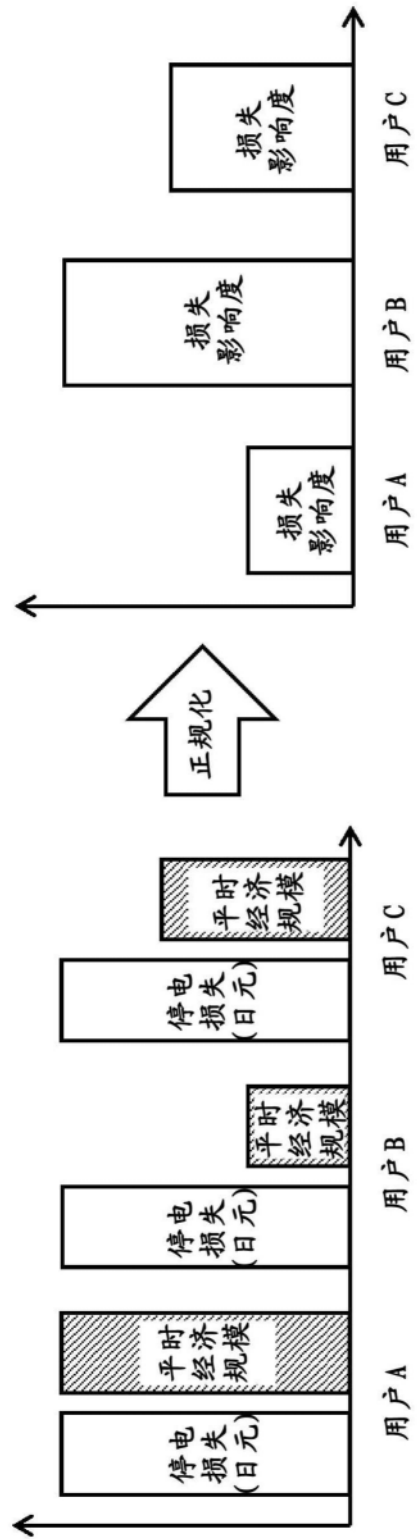
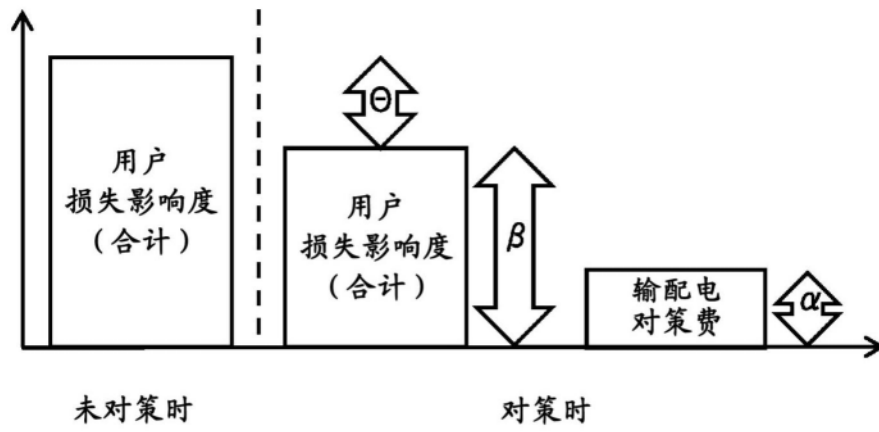


图26



损失影响度的计算图像

图28



用户损失以及输配电运营商的对策费的比较图像

图29