

智慧园区多能源系统间的管控指令协作机制

王冬¹, 杨永标¹, 颜盛军¹, 李奕杰¹, 戚艳²

(1. 南瑞集团公司(国网电力科学研究院), 江苏省南京市 211106; 2. 国网天津市电力公司, 天津市 300010)

摘要: 多套能源系统同时执行优化指令时,如果共享了相同的设备,会造成指令冲突。针对上述问题,兼顾各系统的管控目标,综合清洁用能、能效提升、削峰填谷等不同系统的特点,设计了面向守护进程的指令协作机制。该机制主要作用于系统主站,综合考虑各系统的优化目标、调整额度等因素,形成最终的优化指令。针对一些特定场景,补充了面向终端的加解锁协作机制。该机制根据指令的到达时间决定具体执行的指令。最后,中新天津生态城的实验表明,所述算法可以满足多能源系统间的指令协作要求,确保设备的安全运行。

关键词: 智慧园区; 多能源系统; 协作机制; 守护进程; 加解锁

0 引言

智慧园区的利益相关主体主要包括业主、电网企业、政府、节能服务商^[1-2]。随着智慧园区以及能源互联网的建设,这些主体从各自的需求出发,分别部署以清洁用能、能效提升、削峰填谷等为调控目标的能源系统。这些系统不再局限于电网,而是强调多类能源、多类负荷的综合管控^[3]。

在智能电网园区中,不同系统所管控的设备通常存在交集。当其中一套系统执行调控指令时,势必对其他系统的负荷预测、效果评价等产生影响。而且,当多个系统对同一台设备下达指令时,会造成指令冲突,甚至设备的反复启停,最终导致设备故障或报废。

针对多套能源系统共享设备所带来的指令冲突问题,学者们进行了初步的研究。在能源互联网的框架研究中,文献[4]通过分布式设备的协调与控制,电力系统与天然气网络、电气化交通系统的融合等几个方面的研究,为这一问题的解决提供了基本的依据。文献[5]对指令语句进行了规范,并进行了相关的建模,提出了冲突指令的预检测技术。针对纯粹的电力系统,文献[6]进一步提出了基于 IEC 62559 的冲突指令解决方案。文献[7]将指令分成了4层,提出了基于平衡控制技术(BRC)的电力系统指令冲突解决方案。文献[8]在以一套系统为主

的情况下,其所述的鲁棒性策略可以解决指令冲突问题。

此外,可以借鉴其他领域对类似问题的处理办法。针对多机器人的指令冲突问题,文献[9]从时隙角度,利用新到达指令填充离开指令造成的空闲时隙,提出了时域信号冲突的解决方案。针对多智能体的协作问题,文献[10]对协商法、FA/C法以及多智能体规划常见的解决办法进行了综述。在机器学习领域,针对冲突样本,文献[11]利用遗忘和诊断机制,设计了冲突解决模型。文献[12]则基于4D模型,通过设定边界框的方式,设计了冲突的发现、规避机制。

以上这些研究,并没有面向多能源系统提出有针对性的指令协作机制。在实际中,多套能源系统在管控共享设备时,通常的做法是其中一个系统进行管控,其他系统只允许监测。这制约了系统的工作效率和多能源系统的推广,因此研究多能源系统间的协作机制刻不容缓。

实现多能源系统间的管控指令协作,主要有两种思路。一种是从系统(或者平台)出发,在系统(或者平台)上部署守护进程,实现管控指令协作^[13]。另一种是对与设备相连的终端进行改进,通过在终端设计加解锁机制,实现管控指令的协作^[14]。本文从上述守护进程和终端加解锁两条思路出发,提出了多能源系统间的协作机制。

1 3类多能源系统的分析

常见的多能源系统包括清洁用能、能效提升、削峰填谷等几种系统。不同的系统,其管控策略和监

收稿日期: 2016-06-01; 修回日期: 2016-08-10。

上网日期: 2016-10-17。

国家电网公司科技项目“冷热电混合能源联合优化调节关键技术研究及应用”。

管对象有一定差别,但管控手段的相似性,决定了系统的指令是可以进行统一处理的。下面对清洁能源、能效提升、削峰填谷等几类系统进行分析。

1)清洁能源主要得到了节能服务商和电网企业的青睐。常见的清洁能源有两种,一种是提高清洁能源占比,另一种是电能替代。清洁能源主要包括风能、地热、太阳能、水力等类型。不少清洁能源设备兼备供能和用能两个方面的功能。以太阳能空调为例,其吸收太阳能,属于供能的一面。而空调提供冷负荷,属于用能的一面。本文将这种设备抽象为供能和用能两种设备。电能替代是将煤、气、油等其他形式的能源消费改为电能消费。

2)能效提升是节能服务商和政府的关注点。能效提升主要着眼于设备自身的提升、用户行为的提升^[15],以及系统间的协作^[16]。能效提升的策略可以分为两类,一类是由主站发出功率调整指令,终端收到指令后,把指令转化为具体的优化策略,另一类是主站直接发出具体的调控策略。

3)削峰填谷是通过减少高峰时段用电量的方式,确保电网稳定,并减少基础设施投资。削峰填谷系统的建设主体多数是电网企业。此类系统的管控方式主要有用能形式的切换、储能设备的使用以及用能设备的负荷调控等几种。

总的来说,清洁能源、能效提升、削峰填谷 3 类系统所涉及的设备有各自的特点,但是也有重合和相通的地方。具体归纳见附录 A 表 A1。

2 指令协作机制的 3 种环境

2.1 设备指令的数据格式

系统对设备的管控,主要是通过向终端下发指令来实现的。因此,设备指令是否具有统一的格式,决定了系统间指令协作的可行性。

对于供能设备,指令主要包括切换供能形式、调整能源供应量等。切换供能形式的指令,可以分解为一种供能设备的关闭和另一种供能设备的开启。因此,设备的供能指令包括动作时间、目标设备、设备动作(设备启停、供能功率)。对于系统只改变设备一段时间的运行情况,仍可以利用启动和结束阶段的两条指令满足要求。

对于用能设备,指令主要包括用能功率的大小。因此,设备的用能指令与供能指令类似,包括动作时间、目标设备、设备动作(设备启停、供能功率)。

对于储能设备,指令主要包括充电和放电,可以把储能设备抽象为供能和用能两个设备。

因此,所有的设备指令都可以统一为表 1 所示格式。其中,虽然动作时间精确到秒,但是只要 2 条

指令的动作时间较为接近,即可视为冲突指令。

表 1 设备指令格式
Table 1 Format of equipment command

动作时间	系统 ID	设备 ID	设备动作类别	量化指标
YYYY-MM-DD HH:MM:SS	XXXX	YYYY	供能	开启/关闭
YYYY-MM-DD HH:MM:SS	XXXX	YYYY	供能	供能功率
YYYY-MM-DD HH:MM:SS	XXXX	YYYY	用能	开启/关闭
YYYY-MM-DD HH:MM:SS	XXXX	YYYY	用能	用能功率
YYYY-MM-DD HH:MM:SS	XXXX	YYYY	用能	油、气等其他能源形式的量化指标

2.2 能源系统的协作架构

当多个系统管控相同设备时,通常面临 3 种协作环境,如图 1 所示。



图 1 多系统与终端连接的 3 种方式
Fig.1 Three modes of connection between systems and terminals

在图 1(a)所示情况下,所有的系统与总平台连接,总平台通过前置(为突出重点,图 1 省略前置)再

与部署在各个用户的终端通信。最后,终端将指令下达给各个设备。在该情况下,可以通过在总平台部署守护进程和在终端设置加解锁这2种方式解决设备竞争的问题。

图1(b)所示情况是最常见的,即只有主系统通过前置与终端连接,其他系统与主系统进行对接。因此,其他系统的指令只有经过主系统才能到达终端。这种情况其实与图1(a)类似,在主系统部署守护进程,或者在终端设置加解锁,这2种方式都能解决设备竞争的问题。

图1(c)是指各个系统通过各自的前置直接与终端连接的情况。在这种情况下,一个终端对应多个系统。但是,因为开发成本、维护成本等多方面的原因,很少有人采用一个终端连接多个系统的方式。因此,这种连接方式在实际中是很少见的。因为不存在总平台或者主系统,所以这种情况下,只能通过终端的加解锁解决设备竞争的问题。

针对图1的3种情况,灵活选择守护进程算法或者终端加解锁机制,可以实现设备指令的协作。

3 面向守护进程的协作算法

3.1 同向指令的协作

在一段时间内,多个系统可能会向同一个设备下达指令。首先分析这些指令的调控方向是相同的,即都是削减(或增加)负荷(或供能)的情况。这种情况主要分为3类。第1类是前一个指令执行结束时,后一个指令恰好到达;第2类是前一个指令执行结束一段时间后,第2个指令到达;第3类是2条指令在执行时有重叠。第1类情况不是严格意义上的冲突,2条指令分别执行即可。第2类情况可能因为设备频繁启停,导致故障,该问题从设备自身的启停时间间隔着手,可以较为简单地解决。第3类情况的处理较为复杂。

下面假设清洁用能系统*i*对某设备的指令为 ΔP_{ci} ,能效提升系统*j*的指令为 ΔP_{ej} ,削峰填谷系统*k*的指令为 ΔP_{sk} 。那么,各个系统对该设备的指令可以用下述集合的形式表示出来:

$$\begin{cases} P_c = \{\Delta P_{c1}, \Delta P_{c2}, \dots, \Delta P_{cl}\} \\ P_e = \{\Delta P_{e1}, \Delta P_{e2}, \dots, \Delta P_{em}\} \\ P_s = \{\Delta P_{s1}, \Delta P_{s2}, \dots, \Delta P_{sn}\} \end{cases} \quad (1)$$

对于上述集合中的各元素 ΔP_{ci} , ΔP_{ej} , ΔP_{sk} ,增加负荷为正值,降低负荷为负值。则直观来看,选取各指令的最小值进行调控是比较简单的策略(即对于降负荷而言,满足各系统的最大削减量),即

$$\Delta P = \min(P_c \cup P_e \cup P_s) \quad (2)$$

式中: ΔP 为综合各设备的指令以后形成的调控额

度; $\min(\cdot)$ 为求最小值函数。

但是,清洁用能提倡用电负荷替代煤、油等形式的负荷;能效提升提倡高效的用能,而不是单纯的降负荷。因此,式(2)用求最小值的计算方法生成策略,对某些系统是不利的。

进一步地,同一个设备在不同规模的削减指令中,其重要程度也是不一样的。举例来说,假设有2个系统,系统甲对所有设备总共要削减10 kW的负荷,系统乙总共只削减1 kW的负荷。对于某个共享的设备,它们削减了0.5 kW负荷。那么,在系统甲中该设备只占5%的份额,而在系统乙中,却占到了50%的份额。因此,在形成统一的指令时,应考虑各系统的权重。

各系统的权重可以人为指定,甚至直接指定各系统的优先级。但是,这种一刀切的方式会导致某些系统的指令长期无法响应,且人工指定的方式增加了系统维护的难度。因此,系统权重应当由守护进程生成。假设清洁用能系统*i*、能效提升系统*j*、削峰填谷系统*k*对所有设备的调控指令之和分别为 ΔP_{Aci} , ΔP_{Aej} , ΔP_{Ask} 。通过式(3),可以计算得到该设备在各类系统中的总比例*R*。

$$R = \frac{\sum_{i=1}^l \Delta P_{ci}}{\sum_{i=1}^l \Delta P_{Aci}} + \frac{\sum_{j=1}^m \Delta P_{ej}}{\sum_{j=1}^m \Delta P_{Aej}} + \frac{\sum_{k=1}^n \Delta P_{sk}}{\sum_{k=1}^n \Delta P_{Ask}} \quad (3)$$

进一步,利用式(4)计算 ΔP 。各类系统的分比例除以*R*,就是权重。清洁用能对电负荷的使用取最大值,能效提升取中间值,削峰填谷取最小值。通过这样的计算就得到了用能的调整值。

$$\Delta P = \frac{\max(P_c) \sum_{i=1}^l \Delta P_{ci}}{R \sum_{i=1}^l \Delta P_{Aci}} + \frac{\text{avg}(P_e) \sum_{j=1}^m \Delta P_{ej}}{R \sum_{j=1}^m \Delta P_{Aej}} + \frac{\min(P_s) \sum_{k=1}^n \Delta P_{sk}}{R \sum_{k=1}^n \Delta P_{Ask}} \quad (4)$$

式中: $\text{avg}(\cdot)$ 和 $\max(\cdot)$ 分别为求平均值和最大值函数。

除了用能,还应考虑供能。供能来源主要包括清洁能源、外来电、其他能量来源等(如柴油发电)。需要控制的主要是通过油气等方式产生能量的设备。供能的协作计算与式(3)基本一样,所不同的,只是在清洁用能系统中取最小值,削峰填谷中取最大值。对于供能和用能存在对应关系的设备,由于本文算法是在原始优化指令基础上做出的调整,因

此不会改变这样的对应关系。

3.2 反向指令的协作

多套系统管控同一台设备时,有时会出现反向指令的问题。反向指令包含 2 种情况:情况 1 为某系统关闭设备不久,另一套系统启动该设备;情况 2 为一套系统要求增加负荷的同时,另一套系统要求减少负荷。情况 1 类似于 3.1 节同向指令的前 2 种情况,可能导致设备损坏。情况 2 类似于同向指令的第 3 种情况,将使设备指令无法准确执行。

考虑到清洁用能、能效提升、削峰填谷等系统的基本特点,式(3)仍然适用于反向指令情况 1 的协作。所不同的,只是当 R 为 0 时,不下达任何设备指令。对于情况 2,类似式(3)的权重思路,调整指令下发的时间,即可解决。

在执行完设备指令以后,各系统一般会对调控效果进行评价。但对于各系统而言,由于设备没有准确地执行指令,因此经常会出现调控不达标的情况。这种情况在反向指令中尤为明显。式(3)的计算结果相当于部分执行设备指令,但是终端返回的信息一般只有收到、拒绝、保电等,没有量的反馈机制。因此,为了解决上述问题,需要从守护进程的工作流程上着手解决。

3.3 守护进程的协作机制

一般而言,各系统都有关于指令执行是否达标的判定函数。判定函数以用户的实际调整值与计划调整值作为输入参数,以预设的阈值作为参照,以此判定指令是否得到执行。在守护进程中,将各系统判定函数中的实际调整值替换为协作算法中的计划调整值 ΔP 作为输入参数。如果判定函数得出不达标的计算结果,那么守护进程提前判断出用户不能满足调控要求。此时,进程提前反馈拒绝消息,各系统将据此调整调控指令。守护进程的协作机制如图 2 所示。

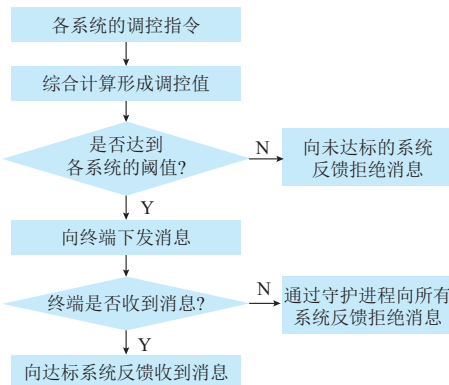


图 2 守护进程的协作机制

Fig.2 Coordination mechanism of daemon process

实际应用中可能存在 2 种情形:一是守护进程所在的服务器负载较大;二是各方主体不便共享评价算法。在这 2 种情形下,守护进程可在判定调控值在各系统是否达标的过程中,将计算后的削减值直接发给各系统,由各系统分别判定是否达标。其余流程不做改变。

4 面向终端的加解锁协作机制

面向守护进程的指令协作机制可以较好地协调各系统的调控指令,但不能适用于图 1(c)中的情况,即各系统与终端直接连接的情况。在该情况下,只能通过面向终端的加解锁协作机制,解决指令的冲突问题。

假设有 2 个系统(现实中可以是多个系统)管控同一台设备,设备收到指令后立即执行。如图 3 所示,面向终端的加解锁协作机制具体流程如下:①系统甲向终端发送调控指令;②终端收到指令后,如果判断可以执行,则执行加锁操作;③处于加锁状态的系统,不能执行任何其他指令;④终端向被拒绝的系统返回拒绝信息;⑤指令执行结束后,终端解锁,准备执行其他指令。

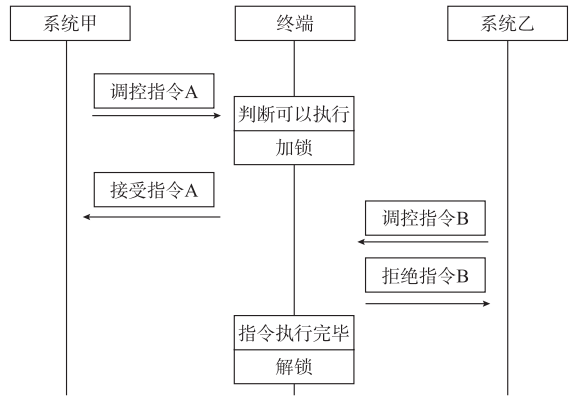


图 3 加解锁协作机制

Fig.3 Coordination mechanism of lock and unlock

面向终端的加解锁协作机制是将指令协作机制下放给终端。该机制不是理想的调控方式。原因主要有 3 点:一是终端本身的内存、中央处理器(CPU)资源非常有限,不能承担较大的负载;二是多系统向终端发送指令,会造成通信信道的压力,当系统的调控次数很频繁时,将抬高系统的通信费用;三是这种机制的调控非常粗糙,往往只照顾了一个系统,而拒绝了所有其他系统。

但是,这种方式适用于多数硬件架构,并且在一些特定的硬件场景下,这种方式是必需的。通过终端实现协作机制,也增加了对用户设备的保护力度,并且在不占用系统资源的情况下,就实现了指令的

协作。此外,这种方式与系统关联不大,利于封装,便于批量生产。

5 在中新天津生态城的应用

中新天津生态城包含终端用户联合优化能源综合管理平台(简称联合优化平台)、冷热电混合能源联合优化综合管理系统(简称混合能源系统)、三联供能源系统^[17]等多套系统。联合优化平台侧重于能效的提升。混合能源系统包含供能用能的联合优化以及清洁用能功能。目前,面向这些系统的用户

表 2 4 次指令冲突的解决效果
Table 2 Solution effect of four times of command conflicts

序号	冲突 用户数	调控负荷/kW			实际	达标用户数		总体评价	
		联合优化平台	混合能源系统	守护进程		联合优化平台	混合能源系统	联合优化平台	混合能源系统
第 1 次	1	削减 12	削减 6	削减 9	削减 10	1	1	优	优
第 2 次	2	削减 15	削减 21	削减 18	削减 18	2	2	优	优
第 3 次	3	削减 23	削减 31	削减 27	削减 26	3	2	优	优
第 4 次	8	增加 32	削减 80	削减 24	无变化	0	0	优	优

以第 3 次调控为例,对表 2 做说明。在第 3 次调控中,联合优化平台计划削减负荷 23 kW(改用地源热泵提高能效),混合能源系统计划削减负荷 31 kW。2 个系统都是能效提升系统。因此,按照式(3)经过守护进程的计算后,应削减负荷 27 kW,可以满足 2 个系统的调控需求。守护进程将该指令下达给终端,终端实际削减负荷 26 kW(改用地源热泵)。两系统分别对 3 个参与用户进行分析,发现按照联合优化平台的算法,3 个用户均达标;按照混合能源系统的算法,有 2 个用户达标。2 个系统对本次调控进行评价(两系统都不止调控了这 3 个用户),得到的评估结果都是优。面向守护进程的管控指令协作算法满足要求。

根据 2.1 节所述,设备指令具有统一的格式。因此,上述算例可以验证,面向守护进程的管控指令协作算法同样适用于其他符合 2.2 节所述的多能源系统与终端连接方式的智慧园区。

6 结语

如果多套能源系统共享一部分相同的设备,当这些系统向设备同时发出指令时,将会发生指令的冲突。本文针对这个问题,提出了 2 种多能源系统间的设备指令协作方式:①在系统层面,设置守护进程,根据协作算法,生成有效的调控指令;②在终端层面,设置加解锁机制,通过加解锁的方式,规避设备指令的冲突。

依据终端与系统的连接方式,可以灵活选择上述 2 种方式中的一种。协作机制在实际系统中的应

改造已近尾声,具备本文所需的实验环境。

联合优化平台和混合能源系统进行了对接。后者管控的用户中,包含了前者管理的 8 个用户。目前这 8 个用户已经完成改造。为了避免 2 套系统的指令冲突,在联合优化平台中设置了守护进程。这种硬件架构相当于图 1(b)的情况。进程根据本文第 3 节的算法进行设备指令的协作。截至 2016 年 5 月,守护进程已经处理了 4 次能源优化指令,效果如表 2 所示。

用表明,本文所述方法在尽可能满足每一个多能源系统调控目标的前提下,可以解决设备指令的冲突问题。

在未来的工作中,应从以下方面进行更深入的研究:①是否存在更合理的协作机制,使设备指令满足更多的系统调控要求;②各系统对其他系统能源预测、评价等功能的影响需要进一步的研究;③如何平衡多条调控额度差异较大的系统指令,确保额度小的指令不被忽略。

附录见本刊网络版(<http://www.aeps-info.com/aeps/ch/index.aspx>)。

参考文献

- [1] 陈冲,吴越.基于能源互联和“互联网+”理念的智慧园区 2.0 的研究[J].电力信息与通信技术,2016,14(4):22-26.
CHEN Chong, WU Yue. Study on smart park 2.0 based on the concept of energy interconnection and “Internet+”[J]. Electric Power ICT, 2016, 14(4): 22-26.
- [2] 蔡雯娟,周海晨.智能家居大潮奔涌[J].中国中小企业,2014(7):50-52.
- [3] BAKKEN B H, SKJELBRED H I, WOLFGANG O. Etransport: investment planning in energy supply systems with multiple energy carriers[J]. Energy, 2007, 32(9): 1676-1689.
- [4] 董朝阳,赵俊华,文福拴,等.从智能电网到能源互联网:基本概念与研究框架[J].电力系统自动化,2014,38(15):1-11. DOI: 10.7500/AEPS20140613007.
DONG Zhaoyang, ZHAO Junhua, WEN Fushuan, et al. From smart grid to Energy Internet basic concept and research framework[J]. Automation of Electric Power Systems, 2014, 38(15): 1-11. DOI: 10.7500/AEPS20140613007.
- [5] HEUSSEN K, GEHRKE O, NIEMANN H. On early conflict

- identification by requirements modeling of energy system control structures [C]// IEEE 20th Conference on Emerging Technologies & Factory Automation, September 8-11, 2015, Luxembourg: 6p.
- [6] HEUSSEN K, USLAR M, TORNELLI C. A use case methodology to handle conflicting controller requirements for future power systems[C]// IEEE International Symposium on Smart Electric Distribution Systems and Technologies, September 8-11, 2015, Vienna, Austria: 7p.
- [7] GUILLO-SANSANO E, SYED M H, DAMBRAUSKAS P. Transitioning from centralized to distributed control: using SGAM to support a collaborative development of web of cells architecture for real time control[R], 2016.
- [8] 于丹文, 杨明, 翟鹤峰, 等. 鲁棒优化在电力系统调度决策中的应用研究综述[J]. 电力系统自动化, 2016, 40(7): 134-143. DOI: 10.7500/AEPS20150728008.
YU Danwen, YANG Ming, ZHAI Hefeng, et al. An overview of robust optimization used for power system dispatch and decision-making[J]. Automation of Electric Power Systems, 2016, 40(7): 134-143. DOI: 10.7500/AEPS20150728008.
- [9] 陈晓红. 多机器人通信中防冲突方法研究[J]. 计算机仿真, 2012, 29(4): 177-180.
CHEN Xiaohong. Methods to prevent conflicts in many robots communication [J]. Company Simulation, 2012, 29(4): 177-180.
- [10] 梁泉, 许晓鸣, 张钟俊. 多智能体系统协作及控制机理和基本问题分析[J]. 控制与决策, 1996, 11(5): 521-526.
LIANG Quan, XU Xiaoming, ZHANG Zhongjun. Analysis of the mechanism of cooperation and control and the fundamental problems in multi-agent system [J]. Control and Decision, 1996, 11(5): 521-526.
- [11] CLEMENTE J, RAMIREZ J, ANTONIO A D. Applying a student modeling with non-monotonic diagnosis to intelligent virtual environment for training/instruction [J]. Expert Systems with Applications, 2014, 41(2): 508-520.
- [12] MOON H S, DAWOOD N, KANG L S. Development of workspace conflict visualization system using 4D object of work schedule[J]. Advanced Engineering Informatics, 2014, 28(1): 50-65.
- [13] 李勇. 进程间通信的分布式实现[D]. 长春: 吉林大学, 2004.
- [14] 张鲁江, 姜培刚, 朱慧强, 等. 基于机械自锁装置的节能接触器设计方法[J]. 绿色科技, 2012(12): 256-258.
ZHANG Lujang, JIANG Peigang, ZHU Huiqiang, et al. Design method of energy-saving contactor based on mechanical self-locking device [J]. Journal of Green Science and Technology, 2012(12): 256-258.
- [15] LOPES M A R, ANTUNES C H, MARTINS N. Energy behaviors as promoters of energy efficiency: a 21st century review[J]. Renewable & Sustainable Energy Reviews, 2012, 16(6): 4095-4104.
- [16] CUI S, GOLDSMITH A J, BAHAI A. Energy-efficiency of MIMO and cooperative MIMO techniques in sensor networks [J]. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 2004, 22(6): 1089-1098.
- [17] 李琼. 天津中新生态城动漫园三联供能源系统优化分析[D]. 天津: 天津大学, 2012.

王冬(1985—), 男, 通信作者, 硕士, 工程师, 主要研究方向: 电力需求侧与智能能源管理。E-mail: wangdong6@sgepri.sgcc.com.cn

杨永标(1978—), 男, 硕士, 高级工程师, 主要研究方向: 电力需求侧与智能能源管理。E-mail: yangyongbiao@sgepri.sgcc.com.cn

颜盛军(1982—), 男, 硕士, 工程师, 主要研究方向: 电力需求侧与智能能源管理。E-mail: yanshengjun@sgepri.sgcc.com.cn

(编辑 万志超)

Collaboration Mechanism of Management and Control Instructions Among Multiple Energy Systems of Intelligent Park

WANG Dong¹, YANG Yongbiao¹, YAN Shengjun¹, LI Yijie¹, QI Yan²

(1. NARI Group Corporation (State Grid Electric Power Research Institute), Nanjing 211106, China;

2. State Grid Tianjin Electric Power Company, Tianjin 300010, China)

Abstract: Conflict of instructions on equipments will be caused if the concurrent instructions sent by different systems are different. Based on the background daemon, a new collaboration mechanism of equipment instructions is put forward to handle the conflict of instructions on shared equipment. In this mechanism, the daemon will run according to the goal of each system. What's more, the characteristics of the clean energy system, energy efficiency promotion system and peak-shift system are also considered. This mechanism mainly works in the master station, with the optimization goal and the value of instructions calculated as input parameters. The final instruction is generated via this mechanism while the mechanism based on lock/unlock is introduced to deal with specific scenarios. This mechanism can select the instruction to execute according to its arriving time. The goal to optimize energy utilization and ensure safe operation of shared equipment is achieved by this mechanism, which has been tested and verified in the project of Sino-Singapore Tianjin Eco-city.

This work is supported by State Grid Corporation of China.

Key words: intelligent park; multiple energy systems; collaboration mechanism; daemon process; lock/unlock