



中华人民共和国国家标准

GB/T 39119—2020

综合能源 泛能网协同控制总体功能与 过程要求

Integrated energy—Cooperative control overall functions and process
requirements of ubiquitous energy internet

2020-10-11 发布

2021-05-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总则 1

5 泛能网系统 2

 5.1 泛能网系统结构 2

 5.2 泛能网区块结构 2

6 协同控制目标及总体功能 3

 6.1 协同控制目标 3

 6.2 总体功能 3

 6.3 协同控制功能逻辑架构 3

 6.4 协同控制信息流程 4

7 泛能网协同控制功能实现过程要求 4

 7.1 信息汇集和交互 4

 7.2 负荷预测功能 5

 7.3 性能计算功能 6

 7.4 供能预测 6

 7.5 协同优化功能 7

 7.6 控制执行 11

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国能量系统标准化技术委员会(SAC/TC 459)提出并归口。

本标准起草单位:中国标准化研究院、新奥数能科技有限公司、廊坊新奥泛能网络科技服务有限公司、新奥集团股份有限公司、新奥(中国)燃气投资有限公司、华北电力大学能源互联网研究中心、北京燃气集团有限责任公司、神华国华(北京)电力研究院有限公司、湖南机场集团、青岛中德生态园管理委员会、中关村现代能源环境服务产业联盟、南瑞电力设计有限公司、福建三能节能科技有限责任公司、杭州联投能源科技有限公司、北京化工大学、广州智光节能有限公司、汉能移动能源控股集团有限公司、山东威海湛威新能源科技有限公司。

本标准主要起草人:王玉亮、刘猛、王志明、李鹏程、赵志渊、林翎、薛贵生、成建宏、张岩、王成、吕晓波、范家法、孙亮、孙洪程、郭艳军、刘韧、王永利、林振娴、黄军、胡德、李清举、杜庆学、查丽、张晓龙、郭建涛、鲍献忠、乔兴宏、王凤军、丁晴、马义博。

综合能源 泛能网协同控制总体功能与 过程要求

1 范围

本标准规定了泛能网协同控制总体功能与过程要求总则、泛能网系统、协同控制目标及总体功能、泛能网协同控制功能实现过程要求。

本标准适用于泛能网的规划、设计、建设和运营。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB/T 2589 综合能耗计算通则
- GB/T 12723 单位产品能源消耗限额编制通则
- GB 35574 热电联产单位产品能源消耗限额
- GB/T 39120 综合能源 泛能网术语

3 术语和定义

GB/T 39120 界定的术语和定义适用于本文件。

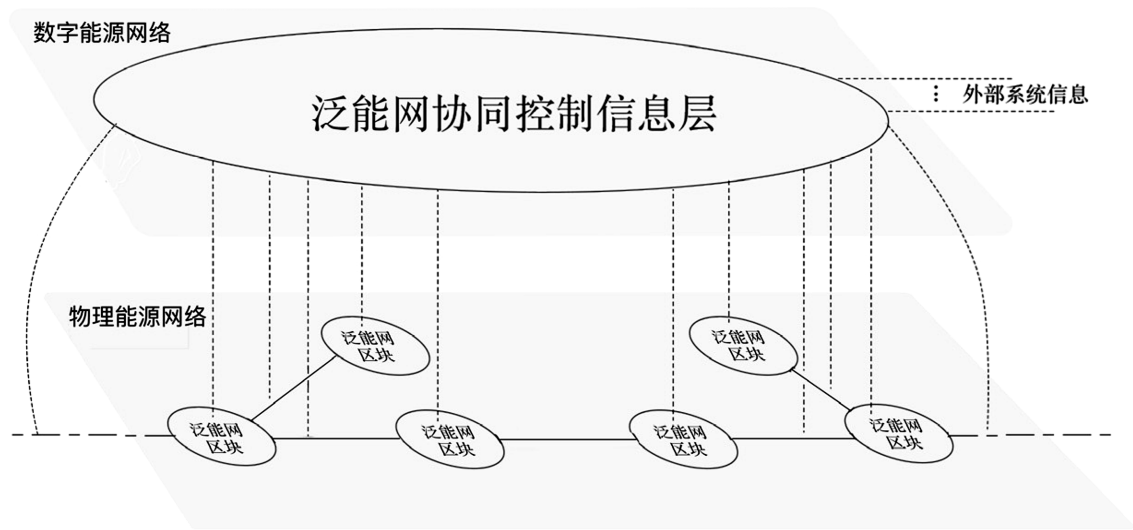
4 总则

- 4.1 泛能网协同控制应通过信息技术和能源技术的融合,实现对多种能源和能源设施的集成利用。
- 4.2 泛能网协同控制应在保证运行安全、能源合同履约的前提下,宜分别以供需双侧整体的经济性、节能性、环保性等为优化目标。
- 4.3 泛能网协同控制应以需求侧为主导实现供需平衡、动态匹配。
- 4.4 泛能网协同控制应支持多方能源合约的有序执行。
- 4.5 泛能网协同控制应采用多层级、多时段协调优化的技术路线,以实现具有跨时间、跨空间、多任务等特征的泛能网协同优化目标。
- 4.6 泛能网协同控制应包括泛能网级优化层、泛能网区块级优化层、泛能站级优化层和采集与控制层。
- 4.7 应采用基于智能优化的方法处理系统存在的不确定性。
- 4.8 应对多种能源进行统一的数据采集,实现信息贯通,并根据需要对各协同控制层级进行云端或本地部署。
- 4.9 宜为能源物理设施建立数字镜像,对能源设施进行性能描述。
- 4.10 宜对泛能网协同控制对象采用统一信息模型建模,并基于此实现系统或单元间的信息交互。

5 泛能网系统

5.1 泛能网系统结构

泛能网包括单个或多个泛能网区块和用于各泛能网区块之间及其与其他能源系统互联的能源输配系统,以及泛能网协同控制信息层。泛能网系统结构如图 1 所示。

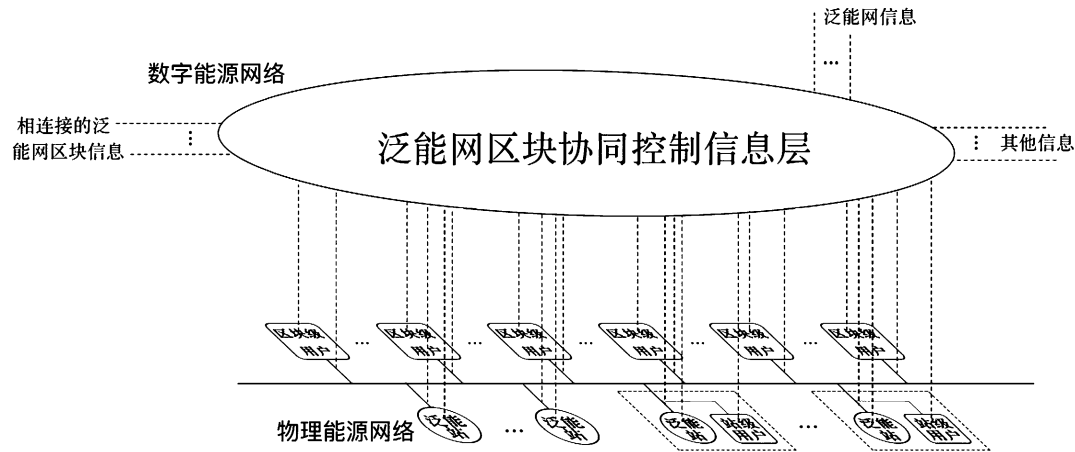


- 注 1: 单虚线:信息流。
注 2: 单实线:泛能网区块物理连接。
注 3: 长划短划线:可扩展的泛能网区块物理连接。

图 1 泛能网结构示意图

5.2 泛能网区块结构

5.2.1 泛能网区块是由单个或多个泛能站(包括储能站)、互联的输配系统以及用户组成。泛能网区块结构如图 2 所示。



- 注 1: 单虚线:信息流。
注 2: 单实线:能源输配系统物理连接。

图 2 泛能网区块结构示意图

5.2.2 一种或多种能源全部经由固定泛能站供应的用能客户,称为站级用户。

5.2.3 直接由泛能网区块供能的用户,称为区块级用户。

5.2.4 按需求侧管理方式分类,用户分为需求侧响应型和非需求侧响应型两种类型。

6 协同控制目标及总体功能

6.1 协同控制目标

应基于 4.2 原则,按照泛能网结构设立各层级优化目标,包括:

- a) 网级协同优化目标;
- b) 区块级协同优化目标;
- c) 站级协同优化目标。

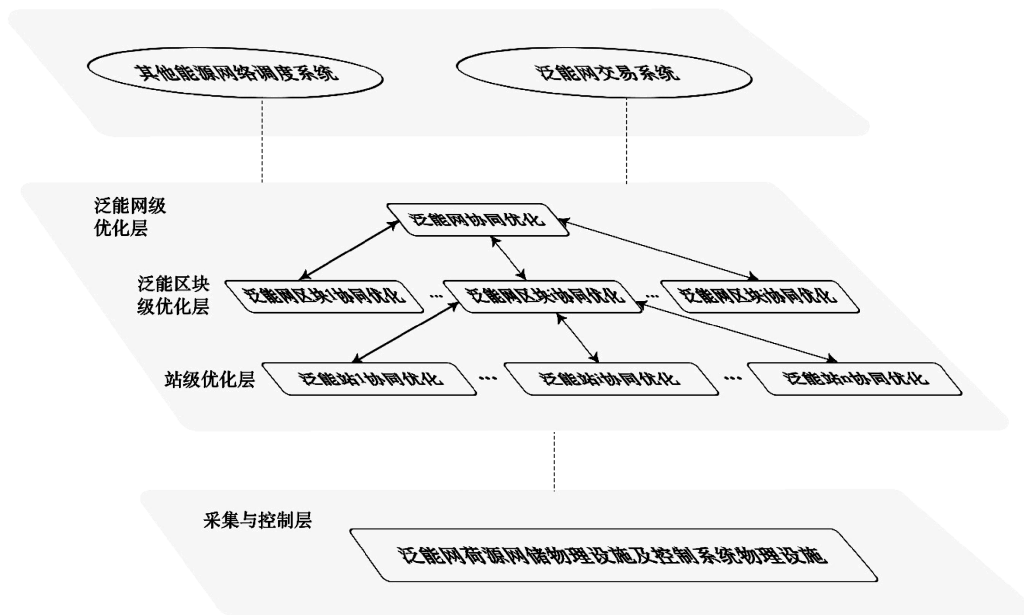
6.2 总体功能

总体功能包括但不限于:

- a) 信息汇集和交互功能。
- b) 负荷预测功能。
- c) 性能计算功能:
 - 1) 输配系统性能计算;
 - 2) 产能系统性能计算。
- d) 供能预测功能。
- e) 协同优化功能:
 - 1) 网级优化;
 - 2) 区块级优化;
 - 3) 站级优化。
- f) 控制执行功能。

6.3 协同控制功能逻辑架构

协同控制包括泛能网级优化层、泛能网区块级优化层、泛能站级优化层和采集与控制层,协同控制功能逻辑架构示意图如图 3 所示。



注 1：单虚线：信息流。

注 2：椭圆：泛能网协同控制系统之外的系统。

图 3 协同控制功能逻辑架构示意图

6.4 协同控制信息流程

6.4.1 应根据协同控制的目标进行相关信息汇集。

6.4.2 宜基于汇集的历史数据,对负荷预测、供能预测、输配系统性能和产能系统性能进行离线建模,并基于汇集的实时数据,在线修正所建模型。

6.4.3 应根据汇集的实时数据(包括预测信息),进行负荷预测、供能预测。

6.4.4 应根据 6.1 明确泛能网各层级的优化目标。

6.4.5 应根据汇集的实时数据、负荷预测值、供能预测值、输配系统和产能系统性能模型、能源合约要求等以及优化目标,进行协同优化。

6.4.6 应将协同优化的结果输出至采集与控制单元,实施控制。

7 泛能网协同控制功能实现过程要求

7.1 信息汇集和交互

7.1.1 采集和收集的内容应包括但不限于：

- a) 相关政策法规、标准规范的指标和要求；
- b) 主要系统与设备的技术参数；
- c) 产能设备的能源生产成本；
- d) 能源消耗情况,如消耗能源的种类、品位和数量等；
- e) 产能设备的能量输出或能源产品输出情况,如气、电、热、冷等能源产品输出的品位、数量等；
- f) 产能设备的污染物产生和排放情况,如污染物产生和排放的种类、方式、浓度和排放数量等；

- g) 设备运行状态,如运行工艺参数、设备开启、备用状态等;
- h) 能源交易相关数据;
- i) 其他能源系统的调度指令和要求;
- j) 外部环境条件,如温度、湿度、压力等;
- k) 其他对系统负荷有重大影响的因素。

7.1.2 信息来源应包括但不限于:

- a) 泛能网交易系统;
- b) 能源设施控制系统、数据采集系统;
- c) 气象监测仪、气象站;
- d) 能源交易合约;
- e) 其他能源网络调度系统;
- f) 生产计划;
- g) 检修计划;
- h) 生产记录和清单;
- i) 检测和计量;
- j) 设计资料;
- k) 文献;
- l) 产品手册;
- m) 专业服务网站;
- n) 其他。

7.1.3 宜采用公共信息模型对气、电、热等多能源设施对象进行一体化建模。

7.1.4 气、电、热、冷等多能源数据采集宜采用统一的数据格式。

7.1.5 应提供实时、可靠的多能源网络状态,包括但不限于以下功能和要求:

- a) 可采用软测量、数据挖掘等技术获得多能源网络状态信息;
- b) 数据合理性验证与处理措施;
- c) 可估计;
- d) 可检测;
- e) 可辨识。

7.2 负荷预测功能

7.2.1 宜根据泛能网能源消耗情况,开展 7.1.1 相关信息收集工作,根据优化目标对用能侧进行负荷预测,负荷预测宜包括超短期负荷预测、短期负荷预测、中期负荷预测、长期负荷预测。相关负荷预测宜采用以下预测频率:

- a) 超短期负荷预测宜采用每小时不少于 1 点的预测频率,如 1 小时 1 点、2 点、4 点、12 点或更密点数的负荷预测频率;
- b) 短期负荷预测宜采用一天至一周的每天不少于 24 点的预测频率,如每天 24 点、48 点、96 点或更密点数的负荷预测频率;
- c) 中期负荷预测宜采用一个月至一年的每天不少于 24 点的预测频率,如每天 24 点、48 点或更密点数的负荷预测频率;
- d) 长期负荷预测宜进行多年内的每天、每月、每年的负荷预测频率;
- e) 预测周期除上述推荐周期外,可根据优化目标要求或业务需要进行灵活设定,其中不同的能源类型可设置不同的预测周期。

7.2.2 应按能源种类、品位对各用户负荷进行预测。

7.2.3 应考虑能源的输送滞后和管路损耗量,将用户负荷折合成泛能站能源上网口的负荷,实现对站级用户总负荷的预测。

7.2.4 应提供功率预测和总用量预测两类结果。

7.3 性能计算功能

7.3.1 输配系统性能计算

7.3.1.1 宜根据泛能网输配系统情况,开展 7.1.1 相关信息收集工作,据此对泛能网输配系统进行性能建模,输配系统包括但不限于:

- a) 泛能网输配系统;
- b) 泛能网区块输配系统;
- c) 站级输配系统。

7.3.1.2 应根据泛能网输配系统结构、输配系统设计数据以及输配能源实时数据,对输配系统进行建模。

7.3.1.3 应计算相关主要能源种类的输配损失量,包括但不限于气、电、热和冷。热力损失、电力损失的计算宜建立如下模型:

- a) 宜基于气候环境、热源品位参数、输配负荷率、管径、管道保温状况、输配设备功耗等参数,建立热力输配系统热损模型;
- b) 宜基于电力系统拓扑结构、输配电设备及线缆等参数建立电力系统的损耗模型。

7.3.1.4 应计算各种能源在不同输配负荷率下的输配成本。

7.3.1.5 应具备对输配系统输配能力和传输滞后时间的计算功能。

7.3.2 产能系统性能计算

7.3.2.1 宜根据泛能网能源设施情况,对泛能站内的各产能系统或装置进行性能计算,产能系统或装置包括但不限于:

- a) 能源转化系统或装置;
- b) 储能系统;
- c) 转换装置。

7.3.2.2 应根据设备制造商提供的设备性能曲线或通过实测数据,对产能系统或装置进行建模,实现包括但不限于以下性能计算功能:

- a) 生产能力计算,可根据 GB/T 12723 和 GB 35574 相关内容进行计算;
- b) 单位产品的能源消耗量计算,可根据 GB/T 12723 和 GB 35574 相关内容进行计算;
- c) 单位产品的成本计算;
- d) 单位产品的折标煤耗量计算,可根据 GB/T 2589 相关内容进行计算;
- e) 单位产品的污染物排放量计算。

7.3.2.3 应依据制造商提供的数据或实测数据计算产能系统开、停机运营成本。

7.4 供能预测

7.4.1 应考虑系统或设备状况、检修计划等因素,基于对泛能站内各产能系统和装置的生产能力预测,对各泛能站生产能力进行预测。

7.4.2 宜根据相关机构发布的有关能源生产、转换、输配、存储以及能源市场供求变化的公告、消息以及能源采购订单等,对从其他能源系统可获得的外部能源量进行预测。

7.4.3 对生产能力和外部能源供应量应进行超短期、短期、中期和长期预测。预测的周期及点数应参

考 7.2.1 的规定。

7.4.4 根据泛能站生产能力预测值、泛能站级用户总负荷预测值以及站级用户侧需求响应变化范围,计算泛能站与泛能网区块能源交互功率可行范围区间。

7.4.5 根据泛能网区块各泛能站生产能力预测值、泛能站级用户总负荷预测值、泛能网区块级用户负荷预测值,以及用户侧需求响应变化范围,计算泛能网区块与泛能网能源交互功率可行范围区间。

7.5 协同优化功能

7.5.1 协同优化总体要求

7.5.1.1 应采用多层级多时段优化结构方案,以实现具有跨时间、跨空间、多任务等特征泛能网协同优化目标。

7.5.1.2 泛能站、泛能网区块、泛能网宜按照自下而上的顺序逐级申报中期负荷预测、长期负荷预测、中期产能预测、长期产能预测和已经形成的交易从而形成交易计划 and 生产计划,在全网范围内进行统一优化,优化结果进行逐级的安全校核后,形成如下结果:

- a) 交易建议,应包括月和年的能源交易建议;
- b) 整个能源网络能源调配计划。

7.5.1.3 宜根据预测结果、交易结果以及整个网络的能源调配计划,实施自上而下的优化调整 and 整体安全校核,然后下发优化结果给控制系统。

7.5.1.4 应根据需要分别启动网级优化、区块级优化 and 站级优化。

7.5.2 协同优化环节

包括但不限于:

- a) 确定优化变量。
- b) 确立等式约束条件,包括但不限于:
 - 1) 供需平衡;
 - 2) 能源转换。
- c) 确立不等式约束,包括但不限于:
 - 1) 安全;
 - 2) 环保;
 - 3) 能源合约;
 - 4) 设备能力上、下限。
- d) 确定优化目标。
- e) 选择优化方法。
- f) 执行优化计算。
- g) 输出优化结果。

7.5.3 网级协同优化

7.5.3.1 优化变量

应包括但不限于:

- a) 各个泛能网区块与泛能网的交换功率;
- b) 泛能网区块参与需求侧响应的总负荷;
- c) 泛能网与其他能源系统的交换功率。

7.5.3.2 优化原则

7.5.3.2.1 供需调整

应根据包括但不限于以下影响因素确定可行的供用能方案：

- a) 泛能网区块与泛能网能源交互功率可行范围区间；
- b) 其他能源系统供能量预测值；
- c) 泛能网允许输出到其他能源系统的供能量范围；
- d) 泛能网能源传输网损；
- e) 泛能网输配能力。

7.5.3.2.2 合约执行

应基于但不限于以下功能：

- a) 在交易结算周期内,应根据用户实际累计用能量和未来时段预测用能量、能源合约执行达成量、供能方实际累积供能量及供能量预测值,确定与用户有交易关联供能方的供能量；
- b) 应能够对能源合约与实际执行达成量的偏差进行预测和计算。

7.5.3.3 优化模式

应基于网级优化目标、7.5.3.2 给出的原则及各泛能网区块优化结果等,执行本级优化,优化启动条件包括但不限于：

- a) 定期定时；
- b) 优化目标函数值变化超过阈值；
- c) 约束条件变化超过阈值；
- d) 人工启动优化。

7.5.3.4 优化结果

应按能源种类、品位给出 7.5.3.1 中所要优化变量的优化值。

7.5.4 区块级协同优化

7.5.4.1 优化变量

应包括但不限于：

- a) 泛能站与泛能网区块交换功率；
- b) 各泛能站的产能功率；
- c) 各储能站的储能和释能功率；
- d) 参与需求侧响应的用户负荷。

7.5.4.2 优化原则

7.5.4.2.1 供需调整

应根据网级协同优化结果,并考虑包括但不限于以下影响因素确定可行的供用能方案：

- a) 泛能网区块与泛能网交换功率值；
- b) 泛能站与泛能网区块能源交互功率可行范围区间；
- c) 泛能站级用户负荷预测值；

- d) 泛能网区块级用户负荷预测值；
- e) 泛能站产能预测值；
- f) 泛能网区块能源传输网损；
- g) 泛能网区块输配能力；
- h) 泛能网区块所有用户可参与需求侧响应的总负荷。

7.5.4.2.2 合约执行

应基于但不限于以下功能：

- a) 应参照 7.5.3.2.2 执行；
- b) 应兼顾合约执行与经济性等要求的合理性,对于同质的能源供应,不同主体泛能站间产能系统或装置可采用分时供能等方式灵活组织供能。

7.5.4.2.3 储能调控

应包括但不限于：

- a) 应综合用户用能特点、供能状况等因素,预设或在线重构储能站的运行策略,实现与泛能站产能及与泛能网区块能源交换量的合理匹配；
- b) 储能系统的运行策略包括但不限于：
 - 1) 削峰填谷；
 - 2) 峰谷能源价格利用；
 - 3) 安全保证；
 - 4) 能量解耦。

7.5.4.2.4 其他优化原则

应包括但不限于：

- a) 应优先考虑泛能站为站级用户供能；
- b) 实时优化应考虑加入储能系统剩余容量、能源输出效率、最大输出功率约束、蓄/释能倍率约束的功能。

7.5.4.3 优化模式

应基于区块级优化目标、7.5.4.2 给出的原则、泛能网协同优化迭代结果以及泛能站级协同优化结果等,执行本级优化,执行优化启动条件应包括但不限于：

- a) 全网优化时,启动优化；
- b) 视区块内的需要,自行启动优化,包括但不限于以下启动条件：
 - 1) 定期定时；
 - 2) 优化目标函数值变化超过阈值；
 - 3) 约束条件变化超过阈值；
 - 4) 人工启动优化。

7.5.4.4 优化结果

应按能源种类、品位给出 7.5.4.1 中所需优化变量的优化值。

7.5.5 站级协同优化

7.5.5.1 优化变量

应包括但不限于：

- a) 产能系统或装置产能功率；
- b) 产能系统或装置启停计划；
- c) 储能系统释能功率；
- d) 储能系统储能功率；
- e) 储能系统启停计划。

7.5.5.2 优化原则

7.5.5.2.1 多能互补

应基于能源生产系统输入能源种类的分时价格、费率结构、供能量、既有的可利用能源和能源生产设施,通过对不同类型的产能系统或装置运行方式进行优化组合,实现多能生产、转化、转换过程中对多能源的合理利用,多能互补。

7.5.5.2.2 储能调控

对于泛能站内部设置储能系统的情形,应综合用户用能特点、供能状况等因素,预设或在线重构储能系统的运行策略,实现储能系统与产能系统、泛能站与泛能网区块能源交互量的合理匹配;储能系统运行策略应参照 7.5.4.2.3b)的规定。

7.5.5.2.3 其他优化原则

应包括但不限于：

- a) 实时优化应考虑加入产能装置最小持续开停机时间、产能装置爬坡约束的功能；
- b) 实时优化应考虑加入储能系统剩余容量、能源输出效率、最大输出功率约束、蓄/释能倍率约束的功能。

7.5.5.3 优化模式

应基于站级优化目标、7.5.5.2 给出的原则及泛能网区块优化迭代结果、站级负荷预测,执行本级优化,优化启动条件应包括但不限于：

- a) 区块优化时,启动优化；
- b) 视站内的需要,自行启动优化,包括但不限于以下启动条件：
 - 1) 定期定时；
 - 2) 优化目标函数值变化超过阈值；
 - 3) 约束条件变化超过阈值；
 - 4) 人工启动优化。

7.5.5.4 优化结果

应按 7.5.5.1 给出所需优化变量的优化值。

7.5.6 其他优化功能要求

7.5.6.1 优化结果评价内容包括但不限于：

- a) 安全评价；
- b) 经济评价；
- c) 节能评价；
- d) 环保评价。

7.5.6.2 可对部分优化边界进行人工指定。

7.5.6.3 可对优化的不同方案进行保存、多条件查询和排序。

7.6 控制执行

7.6.1 可根据优化结果采用开环或闭环控制方式执行优化结果。宜优先采用闭环控制方式执行优化结果。

7.6.2 执行优化结果的主要控制回路应包括但不限于：

- a) 泛能网与其他能源系统交换功率控制；
- b) 泛能网区块与泛能网能源交换功率控制；
- c) 泛能站与泛能网区块交换功率控制；
- d) 泛能站产能系统或装置投切控制、产能功率控制；
- e) 储能系统投切控制、模式切换、充放容量控制及充放功率控制；
- f) 用户需求侧响应的能源功率控制和投切控制。

7.6.3 在执行优化结果的基础上,控制系统应同时具备自动调整供能种类和品位的功能。

7.6.4 当能源系统工况波动大时,控制系统应发出偏差报警,发出重新启动优化请求。

7.6.5 当能源系统处于非安全工况时,不执行优化结果,控制系统应以能源系统安全性为目标进行控制。
