



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

泛能网协同控制总体功能过程要求

Cooperative control overall functions standard description of ubiquitous energy
internet

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

（征求意见稿）

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

前 言

本标准按 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：。

本标准主要起草人：。

泛能网协同控制总体功能过程要求

1 范围

本标准规定了泛能网协同控制总体功能过程要求的术语、总则、泛能网系统结构与协同控制总体功能、泛能网总体功能过程要求，可作为泛能网调度、控制类标准制（修）订的基础。

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，仅所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 XXXXX 泛能网术语

3 术语和定义

GB/T XXXXX《泛能网术语》界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用，以下重复列出了GB/T XXXXX中的某些术语和定义。

3.1

泛能网 Ubiquitous Energy Internet, UEI

一种能源与ICT技术深度融合的数字能源形态。以需求为主导搭建气、电、热、水一体化的物理能源网络及对应的数字能源网络形成能源物联网，基于能源大数据和人工智能，实现用供一体、多能协同、数能融合的智慧优化，释放能源的时间价值和空间价值。

[GB/T XXXXX 泛能网术语，定义2.1]

3.2

泛能区块 Ubiquitous Energy Block System

由多用能用户、多能源存储、转化、转换、输送设施和能源管控系统组成的，在一定地理区域内实现用供能一体化的能源系统。

3.3

泛能站 Ubiquitous Energy Station

集成应用多种能源存储、转化、转换及智慧能源管控技术，实现多品类能源输出的供能系统。

[GB/T XXXXX 泛能网术语，定义2.3]

3.4

能量解耦 Decoupling of Ubiquitous Energy

在泛能网内，基于一次能源价格、能源转化与输送成本、设备或系统响应时间、储能和需求侧响应、用能特性等因素，通过实时可控负荷（源侧和用能侧）调控方式、储能或释能调控等方式，保证能源充分高效利用和系统安全可靠运行，并实现供用能动态平衡优化控制。

[GB/T XXXXX 泛能网术语，定义3.10]

3.5

泛能网协同控制 Coordinated Control of UEI

在保证运行安全、满足环保要求的前提下，以需供双侧整体的经济性等为目标，通过信息技术和能源技术的融合，集成利用多种能源，实现具有跨时间、跨空间、多任务等特征的泛能网优化运行，并支持能源合约的有序执行。

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 泛能网协同控制应保证运行安全，满足环保要求，并以需供双侧整体的经济性等为优化目标。
- 4.3 泛能网协同控制应以需求侧为主导实现需供平衡、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、多任务等特征泛能网的协同优化目标。
- 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、未知性以及难以量化和基于数学模型无法进行优化的问题。
- 4.8 应对综合能源进行统一的数据采集、控制输出，实现信息流贯通，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 泛能网系统结构

5.1 泛能网系统结构示意图

泛能网系统结构示意图如图1所示：

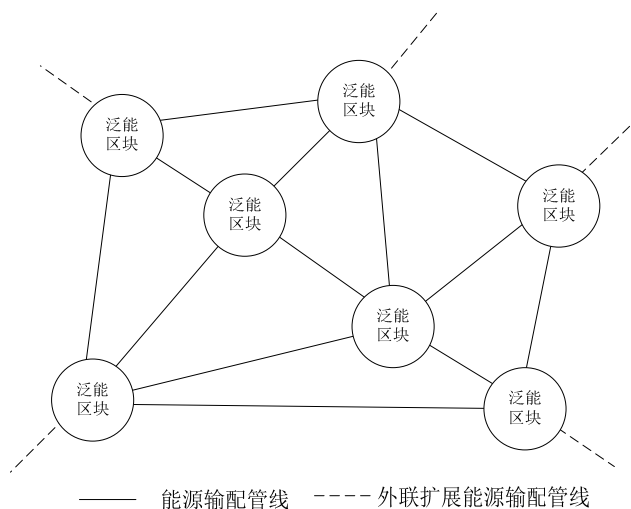


图1 泛能网系统结构示意图

5.2 泛能区块结构

泛能区块结构示意图如图2所示：

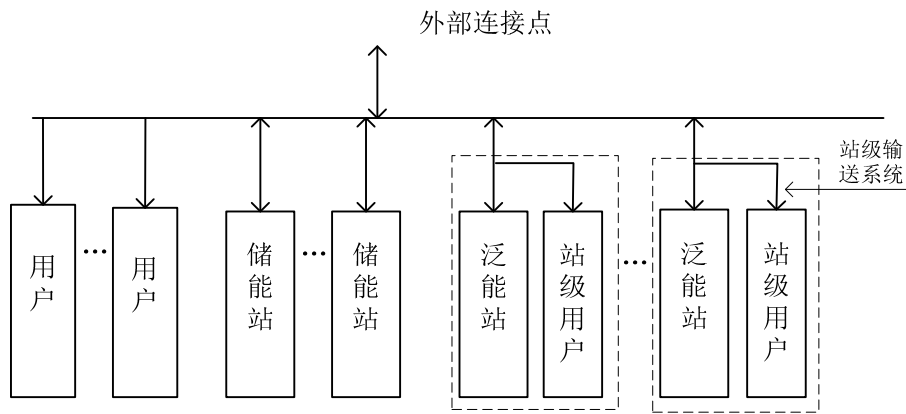


图2 泛能区块结构示意图

5.3 系统结构说明

- 5.3.1 泛能网系统包括单个或多个泛能区块和用于各个泛能区块之间及其与其它能源系统互联的能源输送系统。
- 5.3.2 泛能区块是由单个或多个泛能站、储能站、输送系统以及用户组成，如图 2 所示。
- 5.3.3 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。
- 5.3.4 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二种类型。
- 5.3.5 泛能网涉及的一次能源包括但不限于燃气、水、风、光、油、煤、地热；二次能源包括但不限于冷、热、电、气。

6 协同控制目标及总体功能

6.1 协同控制目标

6.1.1 泛能网协同控制应保证运行安全，满足环保要求，并以需供双侧整体的经济性等为优化目标；

6.1.2 应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

包括但不限于以下：

- a) 信息汇集和交互
- b) 用、供能预测
 - 1) 负荷预测
 - 2) 供能预测
- c) 性能计算
 - 1) 输送系统性能计算
 - 2) 机组性能计算
- d) 协同优化
 - 1) 网级优化
 - 2) 区块级优化
 - 3) 站级优化
- e) 控制执行

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、泛能区块级优化层、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：

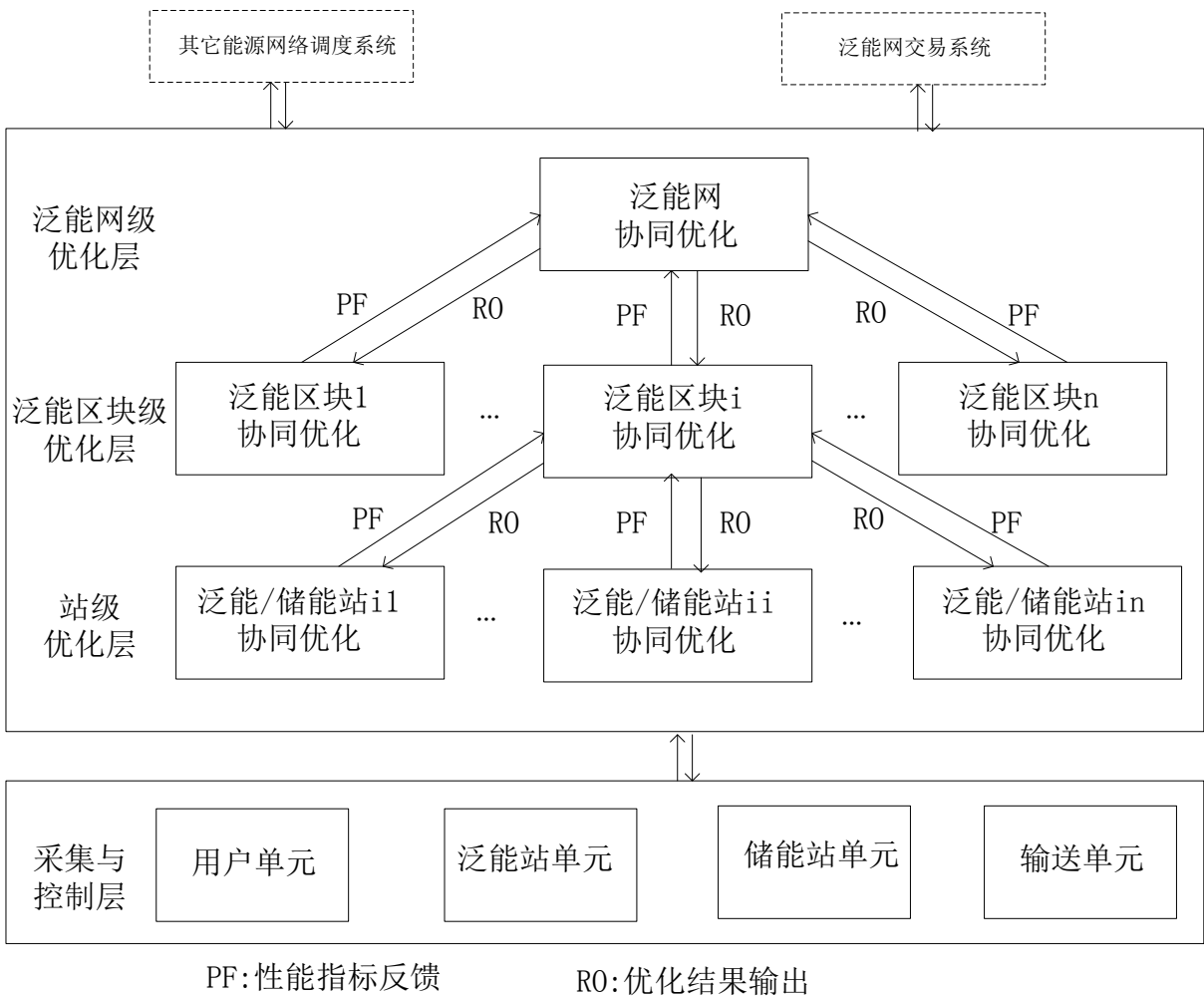


图3 协同控制功能逻辑架构示意图

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、输送系统性能和机组性能进行离线建模，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 条款确定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、输送系统和机组性能模型、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以下：

- a) 项目主要系统与设备机组的技术参数；
- b) 能量系统的用能情况，如能源消耗种类、数量等；
- c) 能量系统的外部环境条件，如温度、湿度、压力等；
- d) 能量系统与机组的能量输出或能源产品输出情况，如发电量、冷或热能源功率等；
- e) 能量系统与机组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；
- f) 能量系统与机组的能源生产成本和经济效益；
- g) 能量系统与设备运行状态，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) 其它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以下：

- 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) 能源过程的检测和计量；
- j) 设计资料；
- k) 文献；
- l) 产品手册；
- m) 专业服务网站；
- n) 其它。

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和系统间的信息交互。

7.1.4 宜对多能流进行统一的数据采集，包括但不限于以下要求：

- a) 能源数据接口标准化；
- b) 设备装置化。

7.1.5 应提供实时、可靠的多能流网络状态，包括但不限于以下功能或要求：

- a) 补齐量测；
- b) 剔除坏数据；
- c) 可估计；
- d) 可检测；
- e) 可辨识。

7.2 用供能预测功能

7.2.1 负荷预测

7.2.1.1 应根据泛能规划设计的泛能网用能情况，开展 7.1.1 相关信息收集工作，据此对用能客户进行负荷预测。

7.2.1.2 应根据 7.2.1.1 条款的结果，对以下类型的负荷进行预测。

- a) 站级负荷；

- b) 泛能区块负荷;
- c) 泛能网总负荷。

7.2.1.3 应按能源种类、品位对各个用户负荷进行预测。

7.2.1.4 应提供功率预测和总用量预测两类结果。

7.2.2 供能预测

7.2.2.1 应根据泛能规划设计的泛能网供能情况,开展 7.1.1 相关信息收集工作,据此对产能机组或储能设备生产能力进行预测,包括但不限于以下方式:

- a) 根据设备厂家提供的机组性能曲线进行机组生产能力预测;
- b) 基于设备特性曲线,通过收集的实测数据对机组生产能力进行校正;
- c) 完全根据收集的实测数据进行机组生产能力预测。

7.2.2.2 应考虑检修计划等因素,基于对机组生产能力预测,依次对各个泛能站生产能力、泛能区块及泛能网级整体生产能力进行预测。

7.2.2.3 宜根据相关机构披露发布的有关能源生产、转化、输送、储存以及能源市场供求变化的公告、消息,对从其他能源系统可获得的外部能源量进行预测。

7.3 性能计算功能

7.3.1 输送系统性能计算

7.3.1.1 应根据泛能规划设计的泛能网输送系统情况,开展 7.1.1 相关信息收集工作,据此对泛能网输送系统进行性能建模,输送系统包括但不限于:

- a) 泛能网输送系统;
- b) 泛能区块输送系统;
- c) 泛能站级输送系统。

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

7.3.1.3 应计算各种能源的输送损失和输送成本。

7.3.1.4 应具备对输送系统输送能力及传输滞后计算功能。

7.3.1.5 宜基于气候环境、热源温度、输送负荷比率、管径、管道保温状况、输送设备功耗等参数,建立热力输送系统热损模型。

7.3.1.6 宜基于电力线缆类型、线径、线路路由等确定的线路阻抗参数,变压器等设备阻抗及损耗参数,建立电力输送系统的线损模型。

7.3.2 机组性能计算

7.3.2.1 应根据泛能规划设计的泛能网能源设施情况,开展 7.1.1 相关信息收集工作,据此对机组或装置进行性能计算,机组或装置包括但不限于:

- a) 产能机组;
- b) 储能装置;
- c) 转换装置。

7.3.2.2 应根据设备厂家提供的机组或设备性能曲线或通过实测数据,对机组或设备进行建模,实现包括但不限于如下性能计算功能:

- a) 单位能源产品的能源消耗量;
- b) 单位能源产品的成本;
- c) 单位能源产品的折标煤耗量;
- d) 单位能源产品的污染物排放量。

7.3.2.3 应根据实测数据计算机组开、停车成本。

7.4 协同优化功能

7.4.1 协同优化总体要求

7.4.1.1 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。

7.4.1.2 在进行网级整体优化时，局部优化应服从整体优化；

7.4.1.3 应根据需要可分别启动网级优化、区块级优化和站级优化；

7.4.1.4 应采用基于智能优化的方法处理系统存在的不确定性、未知性以及难以量化和基于数学模型无法进行优化的问题（如专家系统、案例推理技术等）。

7.4.2 协同优化环节包括但不限于以下：

- a) 定义优化变量；
- b) 确立等式约束条件，包括但不限于以下：
 - 1) 需供平衡；
 - 2) 能源转化。
- c) 确立不等式约束包括但不限于以下
 - 1) 安全；
 - 2) 环保；
 - 3) 能源合约；
 - 4) 设备能力上、下限。
- d) 定义优化目标；
- e) 先择优化方法；
- f) 执行优化计算；
- g) 优化结果输出。

7.4.3 网级协同优化

7.4.3.1 优化变量应包括但不限于以下：

- a) 泛能区块出力总负荷；
- b) 泛能区块与泛能网的交换功率；
- c) 泛能区块参与需求侧响应的总负荷；
- d) 泛能网与其它能源系统的交换功率。

7.4.3.2 优化原则

7.4.3.2.1 需供调整

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) 泛能区块负荷预测值、泛能区块供能量预测值、其它能源系统供能量预测值、泛能网能源传输网损、泛能网输送能力等；
- b) 泛能区块可利用的用户可转移总负荷、可中断总负荷、双向互动总负荷、可平移总负荷等。

7.4.3.2.2 合约执行

- 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。

7.4.3.2.3 应参与其它能源网络的调度管理。

7.4.3.3 网级协同优化模式

应基于网级优化目标、7.4.3.2条款涉及的原则及各泛能区块优化性能指标反馈结果等，执行本级优化，优化启动条件包括但不限于：

- a) 定期定时；
- b) 优化控制目标或约束条件变化超过阈值；
- c) 人工启动优化。

7.4.3.4 网级协同优化结果

应按能源种类、品位给出7.4.3.1条款中所要优化变量的优化值。

7.4.4 区块级协同优化

7.4.4.1 优化变量应包括但不限于以下：

- a) 泛能/储能站与泛能区块交换功率；
- b) 各个泛能站出力负荷；
- c) 各个储能站的蓄能和释能功率；
- d) 参与需求侧响应的用户负荷。

7.4.4.2 优化原则

7.4.4.2.1 需供调整

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能方案：

- a) 泛能区块负荷预测值、泛能站级负荷预测值、泛能区块用户负荷预测值、泛能站供能量预测值、泛能区块能源传输网损、泛能区块输送能力等；
- b) 泛能区块内用户的可转移负荷、可中断负荷、双向互动负荷、可平移负荷等。

7.4.4.2.2 合约执行

- a) 应参照7.4.3.2.2条款执行；
- b) 应依据与用户有交易关联供能方所涉及的泛能站在不同负荷率等运行条件下对供能成本、能耗、排放量等的影响，出于整体最优，确定不同供能方的供能方式（如采用分时供能）。

7.4.4.2.3 储/释能调控

- a) 应能综合用户用能特点、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以下：
 - 1) 移峰填谷；
 - 2) 峰谷能源价格利用；
 - 3) 安全保证；
 - 4) 能量解耦。

7.4.4.2.4 其它泛能区块优化原则应包括但不限于如下：

- 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。

7.4.4.3 区块级协同优化模式

应基于区块级优化目标、7.4.4.2条款涉及的原则、泛能网协同优化结果以及泛能站级协同优化性能指标反馈结果等，执行本级优化，执行优化方式应包括但不限于：

- a) 接受网级协同优化结果，按照自上而下方式，启动优化；
- b) 自主优化，包括但不限于以下启动条件：
 - 1) 定期定时；
 - 2) 优化控制目标或约束条件变化超过阈值；
 - 3) 人工启动优化。

7.4.4.4 区块级优化结果

应按能源种类、品位给出7.4.4.1条款中所要优化变量的优化值。

7.4.5 站级协同优化

7.4.5.1 优化变量应包括但不限于以下：

- a) 产能机组出力负荷；
- b) 产能机组启停计划；
- c) 储能机组释能功率；
- d) 储能机组蓄能功率；
- e) 储能机组启停计划。

7.4.5.2 优化原则

7.4.5.2.1 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，通过对不同类型的机组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。

7.4.5.2.2 储/释能调控

- a) 对于泛能站内部设置储能机组的情形，应能综合用户用能特点、供能状况等因素，预设或在线重构储能机组的运行策略，实现储能机组与机组产能、泛能站与泛能区块能源交互量的合理匹配；
- b) 储能机组运行策略应参照7.4.4.2.3条款的b)项。

7.4.5.2.3 其它优化原则

- a) 实时优化应考虑加入机组最小持续开停机时间、机组爬坡约束的功能；
- 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。

7.4.5.3 站级协同优化模式

应基于站级优化目标、7.4.5.2条款涉及的原则及泛能区块优化结果、站级负荷预测，执行本级优化，优化模式应包括但不限于：

- a) 接受区块级优化结果，按照自上而下方式，启动优化；
- b) 自主优化，包括但不限于以下启动条件：
- c) 定期定时；
- d) 优化控制目标或约束条件变化超过阈值；
- e) 人工启动优化。

7.4.5.4 站级优化结果

应按7.4.5.1条款给出所要优化变量的优化值。

7.4.6 其他优化功能要求

7.4.6.1 应对优化结果进行评价，包括但不限于以下：

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

7.4.6.2 可对部分优化边界进行人工指定。

7.4.6.3 可对优化的不同方案进行保存、多条件查询和排序。

7.5 控制执行

7.5.1 应与数据采集采用统一的数据接口和装置对多能流进行控制输出；

7.5.2 控制模式

7.5.2.1 应根据优化结果，采用开环或闭环控制方式执行优化结果。

7.5.2.2 应能够根据实际相关区域或系统运行的实时要求，部分泛能区块、泛能站、储能站、机组以及外部其他能源系统，选择包括但不限于如下的目标作为出力负荷或供能量的调整目标。

- a) 安全性；
- b) 实际负荷的变化（如蒸汽管网压力）；
- c) 供能品质参数。

7.5.3 执行优化结果的主要控制回路应包括但不限于：

- a) 泛能区块与泛能网能源交换功率控制；
 - b) 泛能区块负荷控制；
 - c) 泛能网与其它能源系统交换功率控制；
 - d) 泛能站机组投切控制、出力功率控制；
 - e) 储能机组投切控制、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；
 - g) 表征安全的工艺参数控制；
 - h) 供能质控制；
 - i) 供能量控制；
 - j) 供能质-量控制。
-