1. **引言**
   1. **编写目的**

此设计说明书是根据一种基于博弈框架的温控负荷能量协同优化管理控制器的功能要求，重点描述了软件功能模块的实现和设计方法，将作为在测试阶段的重要参考,也便于后期维护人员能够对上述软件迅速有所了解。

本文档的预期读者是：设计人员，开发人员，项目管理人员，测试人员。

* 1. **背景**

面对大规模并网的可再生能源带来的间歇性与不确定性，需求侧响应被认为是未来智能电网重要的调控手段之一。目前的需求响应模型往往仅限于用户与需求响应管理者（负荷聚合商）之间的点对点通讯，因此用户之间缺少协同响应机制，只能基于自身的情况参与需求响应。然而，个体用户的用能行为通常具有较大的不确定性，给充分发挥负荷群的响应潜力带来困难。

本软件所提出的基于博弈框架的温控负荷能量协同优化管理控制器，基于用户之间的信息共享与交互，能够实现多个温控负荷之间的能量协同优化管理，既能帮助用户节约用能成本，也能帮助负荷群体实现最经济的能量分配，为温控负荷群参与需求响应提供了一个可行的案例。

# 总体设计

## 需求规定

* 可基于配备的一阶温控负荷模型可实现用户室内温度状态的快速预测；
* 可基于其他用户的用能决策，结合自身的温度状态预测，构建用户的能量协同优化管理模型；
* 基于动态规划方法，实现用户能量优化管理模型的简化并进行快速求解。

## 运行环境

**硬件环境**：

操作系统：Windows 7

处理器：任何英特尔或AMD x86-64处理器

RAM：至少4GB

**软件环境**：

开发平台：MATLAB

## 主函数接口设计

本软件所提出的基于博弈框架的温控负荷能量协同优化管理控制器软件，可通过直接预设参数以及输入需求，通过内设的动态规划方法求解多阶段用能优化管理模型。

【预设参数】

* N 是多阶段用能优化管理模型的阶段数，每阶段时间设定为5 min。若N=6，则该控制器能够优化未来30 min的用能计划。
* para 是温控负荷参数矩阵，表示为 K\*6的矩阵，其中K表示用户的总数，para能够存储所有的用户参数。该矩阵的第1列表示室内的等效热容，单位为Kj/℃；第2列表示室内的等效热导，单位为W/℃；第3列表示为温控负荷的额定功率，单位为瓦特（W）；第4列表示为各个温控负荷的能效比；第5列表示适宜温度的中间值，单位为℃，本软件中预设为25℃；第6列表示为舒适温度的区间，本软件中预设为1℃，则适宜的温度范围为24℃至25℃；
* fixload\_detail 是各个阶段内每个用户的不可调节负荷，表示为一个K\*N的矩阵，其中K为参与需求响应的温控负荷用户总数，N为多阶段优化的阶段总数，单位为瓦特（W）。

【函数】double [popt,fval,Tf]= dynprog(ti,k,T,DesFun,SubFun,TranFun,Lt,fixload\_detail)

【功能】基于博弈框架的温控负荷能量协同优化管理控制函数

【返回值】

* popt 是一个N\*4的矩阵，其中N表示动态规划的阶段数目。该矩阵的第1列表示多阶段能量优化的阶段编号；该矩阵的第2列表示各个阶段对应的最优温度状态；该矩阵的第3列表示各个阶段将要选择的用能方案，该矩阵的第4列表示各阶段的用能成本；
* fval 是一个双字节数，表示为最优方案下的总用能成本；
* Tf 是一个双字节数，表示为该最优方案之下最终将会到达的温度状态。

【参数】

* ti 表示用户当前的实际时间；
* k 是温控负荷用户的编号，表示第k个用户；
* T 表示该温控负荷用户当前的室内温度，单位为摄氏度（℃）；
* DesFun 表示用能决策函数；
* SubFun 表示用能成本函数；
* TranFun 表示状态转移函数；
* Lt是所有温控负荷的用能决策矩阵，表示为一个K\*N的矩阵，其中K为参与需求响应的温控负荷用户总数，N为多阶段优化的阶段总数，单位为瓦特（W）；
* fixload\_detail 是各个阶段内每个用户的不可调节负荷。

# 子函数接口设计

## 用能决策函数

用能决策模块主要基于温控负荷当前的室内温度状态，可以给出满足用户舒适度温度范围的用能方案。

【函数】double u=DesFun(ti,k,n,T)

【功能】用能决策函数

【返回值】

* 若返回值u不存在，则不存在满足用户需求的用能方案，函数自动报错；
* 若返回值u存在，是一个1\*D的以100W为间隔的等差数列矩阵，表示为所有可行的用能方案，其中D表示可行用能方案的个数。

【参数】

* ti 表示当前的实际时间；
* k 是温控负荷用户的编号，表示第k个用户；
* n 是优化的阶段编号，表示为第n个阶段；
* T 表示该温控负荷用户当前的室内温度，单位为摄氏度（℃）；

## 状态转移函数

基于一定的室内温度状态以及用能决策方案，预测下一时段的用户室内温度状态。

【函数】double y=TranFun(ti,k,n,T,u)

【功能】状态转移函数

【返回值】

* y 是一个双字节数，表示为预测的该温控负荷用户下一时段室内温度，单位为摄氏度（℃）。

【参数】

* ti 表示当前的实际时间；
* k 是温控负荷用户的编号，表示第k个用户；
* n 是优化的阶段编号，表示为第n个阶段；
* T 表示该温控负荷用户当前的室内温度，单位为摄氏度（℃）；
* u 是已选的用能方案，表示为一个功率值（W）。

## 用能成本函数

基于给出的用能方案，给出该时段的用户的用能成本。

【函数】double v=SubFun(ti,k,n,T,u,Lt,fixload\_detail)

【功能】用能成本模块

【返回值】

* v 是一个双字节数，表示为预测的该温控负荷用户下一时段的用能成本，单位为元。

【参数】

* ti 表示用户当前的实际时间；
* k 是温控负荷用户的编号，表示第k个用户；
* n 是优化的阶段编号，表示为第n个阶段；
* T 表示该温控负荷用户当前的室内温度，单位为摄氏度（℃）；
* u 是已选的用能方案，表示为一个功率值（W）。
* Lt是所有温控负荷的用能决策矩阵，表示为一个K\*N的矩阵，其中K为参与需求响应的温控负荷用户总数，N为多阶段优化的阶段总数，单位为瓦特（W）；
* fixload\_detail 是各个阶段内每个用户的不可调节负荷，表示为一个K\*N的矩阵，其中K为参与需求响应的温控负荷用户总数，N为多阶段优化的阶段总数，单位为瓦特（W）。