

doi: 10.7690/bgzd.2025.11.016

电力企业物资采购统签统付流程可视化控制方法

杨瑞波, 袁诗雪, 李 通, 毛 磊, 陈双武

(南方电网供应链集团有限公司, 广州 510000)

摘要: 为了简化电力企业物资采购统签统付流程, 提高业务处理效率, 提出一种电力企业物资采购统签统付流程可视化控制方法。依据电力企业物资采购统签统付业务流程, 采用模型-视图-控制器(model view controller, MVC)模式构建统签统付业务流程可视化控制结构, 可视化转换控制统签统付业务流程; 其中数据库层采用统一的 ETL 结构, 将收集到的数据进行分析、汇总等处理; 业务逻辑层调用数据库层信息, 基于 Petri 网完成电力企业物资采购统签统付业务流程建模, 实现各种用户、业务和数据的管理和操作; 用户层在控制器的作用下, 从业务逻辑层选择相应的模型响应用户操作, 并可视化呈现统签统付流程控制结果。实验结果表明: 该方法可以直观地掌握统签统付整体业务流程以及各个环节的完成度, 提高各部门工作效率, 减少业务办理时间, 控制运营风险。

关键词: 电力企业; 物资采购; 统签统付; 业务流程; 可视化控制; Petri 网模型

中图分类号: TM73 **文献标志码:** A

Visual Control Method of Procurement Process of Power Enterprises

Yang Ruibo, Yuan Shixue, Li Tong, Mao Lei, Chen Shuangwu

(China Southern Power Grid Supply Chain Group Co., Ltd., Guangzhou 510000, China)

Abstract: In order to simplify the unified signing and payment process of material procurement in power enterprises and improve the efficiency of business processing, a visual control method for unified signing and payment process of material procurement in power enterprises is proposed. According to the business process of uniform signature and uniform payment for material procurement in power enterprises, the visual control structure of uniform signature and uniform payment business process is constructed by using the model view controller (MVC) pattern, and the visual transformation control of uniform signature and uniform payment business process is realized; The business logic layer calls the information of the database layer, completes the business process modeling of the unified signing and payment of the material purchase of the electric power enterprise based on the Petri net, and realizes the management and operation of various users, businesses and data; Under the function of the controller, the user layer selects the corresponding model from the business logic layer to respond to the user operation, and visually presents the control results of the unified signing and payment process. The experimental results show that this method can intuitively grasp the overall business process and the completion degree of each link, improve the work efficiency of each department, reduce the business processing time, and control the operational risk.

Keywords: electric power enterprise; material procurement; sign and pay together; business process; visual control; Petri net model

0 引言

随着我国智能电网的不断建设和改造, 各种基础设施建设成为了电力公司的首要任务, 加大智能化设备的投入需要进行大量新设备和新材料的采购, 这对于电力企业的供应链管理提出了更高的要求^[1]。由于电力企业的特殊性, 所以在各项物资的招标采购中存在数量庞大、资金量高、法律风险多、审批复杂、手续众多且容易滋生腐败等问题, 再加上各个供应商资质不同, 管理方式存在差异等, 导致电力企业的采购工作往往效率低下, 问题层出不穷^[2]。如何提升电力企业的采购业务流程效率, 加强对供应商的统一管理成为非常重要的研究

课题。

为了解决上述问题, 我国电力企业在 2014 年统一建立了电网企业物资集中采购模式, 以统签统付为核心业务流程, 同时以信息系统作为辅助, 实现物资采购的各部门协同优化, 从原有的混乱管理模式转变为新的集中、统一、高效的物资管理策略^[3]。在配电网规模不断扩大的今天, 电力企业采用统签统付进行物资采购, 取得了很好的成效, 但是现有的统签统付业务流程还存在很多问题, 导致各个环节的协调出现问题, 同时审批、报账等程序依然较多, 还需要进一步优化。

我国研究人员在业务流程方面主要针对企业流

收稿日期: 2024-10-10; 修回日期: 2024-11-18

第一作者: 杨瑞波(1983—), 男, 河北人, 硕士。

程再造和量化分析评价等,赵欣等^[4]建立了一个物质采购智慧申报系统,使用全线上业务流程的方式,改良了原有采购流程、利用计算机编程技术开发了智能申报,智能审批等一系列业务流程、最终实现智慧采购系统的开发和应用;文雯^[5]为了使电力系统物资供应更加及时、稳定,针对物资采购中的合同履行问题进行了研究,建立了完善的合同履行管理体系和新的业务流程,结合计算机和互联网数据管理,实现物资采购合约各项业务的高效完成。但上述 2 种方法都是从局部出发,进行了业务流程的改进,并没有从整体上对统签统付业务流程进行全面的优化,在实际应用当中依然存在各单位管理协调性不足、业务处理效率较低的问题。

近年来 Petri 网模型的研究不断发展,其应用的领域也逐步增多,除了应用于优化生产制造企业的业务流程以及数量分析外,还可以验证模型优化后的有效性,使用仿真模型即可实现^[6]。同时在信息化平台的建设当中,采用 MVC 模式进行编程的管理系统也越来越多,成为了新的研究趋势^[7]。

因此,笔者结合上述 2 项技术提出了一种新的电力企业物资采购统签统付流程可视化控制方法,从整体上简化业务环节,实现可视化转换,节省业务办理时间、降低采购成本、规避意外风险。

1 统签统付流程可视化控制方法

1.1 统签统付业务流程

电力企业物资采购合同统签统付是指省物资部经过省电力公司的授权后,与供应商签订相同格式的采购合同,并申请支付业务,通过省级财务部门对支付申请进行审批和付款^[8]。该业务包含了合同签订、付款、变更、终止等一系列过程,统一和简化了采购业务流程,增加了各环节工作的效率。其具体业务流程如图 1 所示。

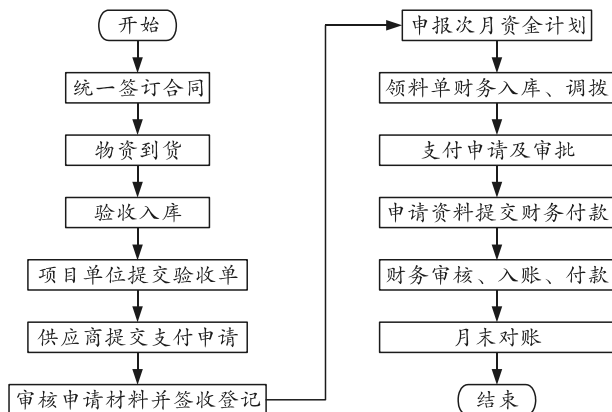


图 1 统签统付业务流程

1.2 统签统付业务流程可视化控制结构

鉴于原有物资采购统签统付流程复杂、效率较低的问题,笔者使用 Petri 网业务建模技术构建统签统付业务流程优化模型,展示流程与流程、流程与状态之间的关系。在此基础上采用模型-视图-控制器(MVC)模式进行编程,将统签统付业务流程进行可视化转换,并建立一个全流程控制结构,使用互联网大数据分析技术,通过数据 ETL 体系对采集的数据进行提取、转换、加载,构建一个综合各领域职能、跨部门、一体化的数据管理视图,并根据实时数据更新业务进行情况,追踪各个部门业务办理的详细进度,从而进一步掌控每项业务的完成情况,提升办事效率、加强部门协调、控制经营风险。

1.2.1 业务逻辑架构设计

在逻辑架构方面本文中采用 M-V-C 模式进行编程,分为 3 个处理层,由下到上依次为数据库层、业务逻辑层、用户层,三者之间互相独立^[9]。具体的业务逻辑架构设计如图 2 所示。

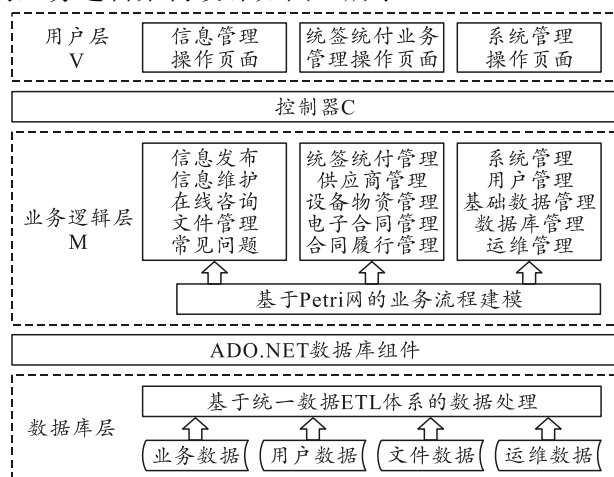


图 2 3 层式统签统付业务流程可视化控制结构

从图 2 可见,整个控制结构由 3 部分组成:用户层、业务逻辑层、数据库层。用户层通过控制器可以实现登录、信息查询、业务管理、系统操作等功能;业务逻辑层基于 Petri 网的业务流程建模可以实现各种用户、业务和数据的管理和操作;数据库层采用统一的 ETL 结构,将收集到的数据进行分析、汇总等处理,供业务逻辑层进行分析处理,最终实现统签统付业务整体的业务流程可视化控制。

1.2.2 业务流程 Petri 网建模

电力企业物资采购统签统付业务流程可视化控制结构的业务逻辑层应用 Petri 网进行业务流程建模。Petri 网模型是一种用数学来描述业务流程的方

法,使用有向弧、库所和变迁等因素模拟业务流程的全部运行过程,并根据不同业务步骤的特点直观地将其状态展现出来,同时还可以表达流程与流程、流程与状态之间的关系^[10]。Petri 网模型具有非常优秀的可视化性能,使用图形的方式进行清楚的表达,所有业务程序和状态都一目了然,而且用数学模型转换 Petri 网模型还可以进行量化分析和模型验证,有利于模型后期的不断优化。

1) Petri 网数学原理。Petri 网的基本结构是由三元组 $N=(P, T, G)$ 组成,假设 p 代表库所, P 代表库所的合集, t 代表变迁, T 代表变迁的集合, G 代表库所到变迁的流向,是二者构成的有序偶集合,则构成 Petri 网需要遵循以下原则:

$$P \cap T \neq \emptyset; \quad (1)$$

$$P \cup T \neq \emptyset; \quad (2)$$

$$G = P \times T \cup T \times P; \quad (3)$$

$$\text{dom}(G) \cup \text{cod}(G) = P \cup T。 \quad (4)$$

式中: $\text{dom}(G)$ 与 $\text{cod}(G)$ 为库所与变迁之间的关系, $\text{dom}(G) = \{x | \exists y : (x, y) \in G\}$, $\text{cod}(G) = \{y | \exists x : (x, y) \in G\}$; (x, y) 为位置坐标。

2) Petri 网性质。可以正确运行的 Petri 网模型具有一些特定的性质使电力企业物资采购统签统付业务流程建模效果更具优势,如果 Petri 网模型构建错误,则不具备这些性质,为了对 Petri 网模型进行建模分析和仿真测试,必须具备以下特性:

① 有界性:

$$PN=(P, T; G, M_0), p \in P。 \quad (5)$$

式中: (M_0) 为初始记号; $L(M_0)$ 为可达总和。

Petri 网模型有界的判断标准为,假设有正整数 A , 能够满足 $\forall M \in L(M_0) : M(p) \in A$, 如果满足即为有界,此时 Petri 网模型中的标识不会同时聚集在同一个库所里。

② 活性。根据式(5), 且 $t \in T$ 。假设存在 $M \in L(M_0)$, 可以满足 $M[t]$, 且每一个 $M \in L(M_0)$ 都存在, 那么该变迁 t 就是活的。判断 Petri 网模型是否具有活性, 只要任何一个 $t \in T$ 是活的即可。活性是非常重要的一个性质, 它决定了 Petri 网模型是否会被锁死。

③ 可达性。同样根据式(5), 假设有 $t \in T$, 能够符合条件 $M[t]M'$, 则 M 可以直接到达 M' 。

3) 构建 Petri 网模型。将 Petri 网模型中的各个因素与统签统付业务流程的步骤进行匹配, 其中库

所对应业务流程中的每个事件, 变迁代表每个事件的执行情况, 在构建完整的 Petri 网模型时需要根据不同流程的节点特征进行分类^[11]。具体的 Petri 网模型结构如图 3 所示。

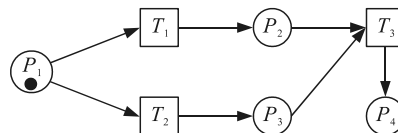


图 3 Petri 网模型结构

1.2.3 控制结构网络拓扑设计

本文中方法使用者是企业内部管理人员和供应商, 相对应的网络拓扑结构分为内部业务网和外部业务网 2 部分, 二者分别通过企业内部局域网和外部互联网进行构建^[12]。同时使用企业内部数据库服务器储存企业核心业务数据, 使用互联网运营服务商的服务器储存外部业务网公开发布的信息。具体的网络拓扑结构如图 4 所示。

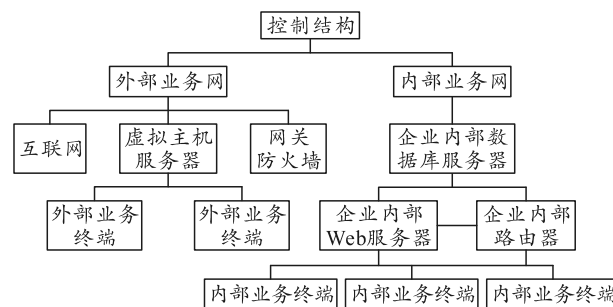


图 4 网络拓扑结构

1.2.4 数据处理过程

统签统付业务流程可视化控制结构数据库层采用统一的 ETL 结构, 将收集到的数据进行分析、汇总等处理^[13], 分为 4 个步骤:

1) 从数据接口获取基础数据, 包括招标、签约、合同、报账、ERP、采购、仓储等各项数据, 并将其转入 ODS 层进行存储。

2) 建立维表管理 ODS 层中的各项数据, 包括供应商订单、账目等一系列基础数据和核心数据, 同时为了方便后期各个业务模块统一调用, 需要将这些数据设置成统一的编码格式、规则以及接口交互原则等。

3) 从维表和 ODS 层当中抽取数据, 按照各种指标的运算逻辑和需求, 将各类数据的关系和运算逻辑进行模型定义。

4) 形成业务指标和全流程效果, 根据业务情况从事实表和维表当中抽取所需数据进行加载、转换等操作。具体的数据处理过程如图 5 所示。

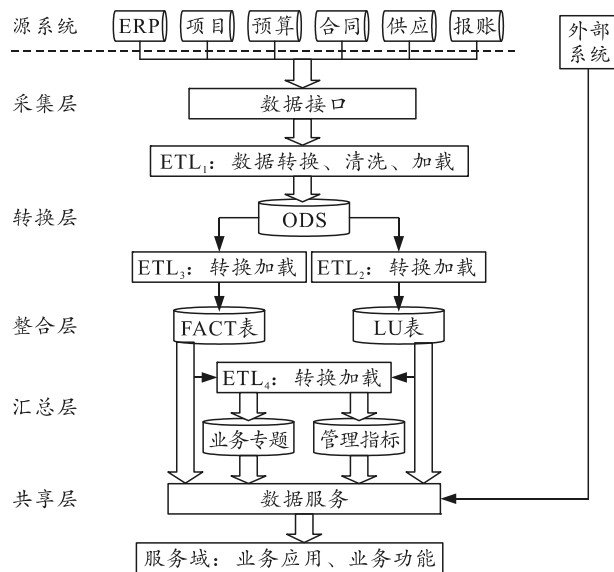


图 5 ETL 数据处理过程

因为业务流程可视化控制结构对于数据采集的实时性并无很高的要求，所以每天进行一次数据采集工作即可满足需要，即当天展示的数据为前一天的数据，以 0 点为分界线，每天进行一次外围互联网的数据采集即可。这样，既可以得到完整的数据，又可以保持外围结构的稳定运行^[14]。

1.2.5 业务全流程可视化控制

笔者使用控制器连接用户层与业务逻辑层，实现统签统付业务全流程的可视化控制。控制器的作用是在接收用户的操作指令后，从业务逻辑层当中选择相应的模型为用户服务，再将处理好的结果通过对应的视图输出给用户层，具体控制过程如图 6 所示。

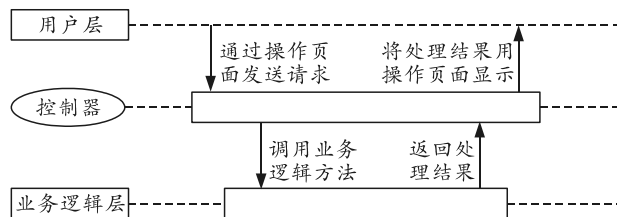


图 6 控制器处理过程

根据图 6 的处理过程，最终得出统签统付业务的全流程可视化控制界面。企业管理人员和供应商可以通过该界面一目了然地掌握整个业务流程的执行情况，区分已完成业务、未完成业务、现在正在处理的业务等，同时还可以直观地看到出现问题的具体节点、相关部门和负责人员等，可以直接对其进行处理，在保证采购决策质量的前提下实施业务控制决策，从而既能提高工作效率，又能控制各个环节的运营风险^[15]。

2 实验应用及分析

2.1 可行性实验

笔者选择某市电力企业作为实验目标，根据省物资部门的规定，对其采购统签统付的现有业务环节进行优化建模，并在此基础上构建统签统付业务流程可视化控制结构。

1) 统签统付业务流程优化建模。

笔者使用 ECRS 方法对企业原有业务流程进行优化，主要从简化流程、删除重复审核流程、流程合并、增加并发流程 4 方面进行流程节点的改进。主要的优化思路是看该流程逻辑是否合理，过程有无冗余、是否具有必要性和不可替代性，取消无用流程、合并冗余流程和运行逻辑单一的流程，从而提高整个业务流程的运行效率。优化后的统签统付业务流程从原来的 12 个变为 8 个，库所从 p_1 到 p_8 分别为：签订合同、物资到货、验收入库、登记资料、申请支付、财务审批、支付货款、月底对账，业务优化后的 Petri 网模型如图 7 所示。

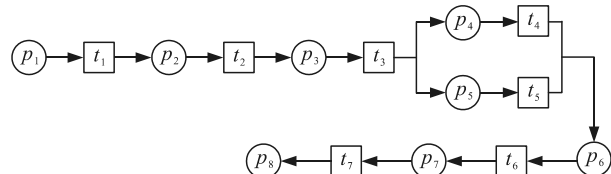


图 7 统签统付业务流程优化 Petri 网模型

2) 构建全业务流程可视化控制结构。

根据上述建立的统签统付业务流程优化 Petri 网模型，通过 MVC 模式进行编程，连接企业内部信息网和外部互联网，采集各个部门的相关数据，进行汇总和分析，再根据各个环节的业务需要显示不同形式的信息，以供企业内部人员和供应商进行管理和查询，具体的业务全流程可视化控制界面如图 8 所示。



图 8 业务全流程可视化控制界面

从图 8 可以看出：待处理的业务用白色表达，

完成即显示为灰色对号，未完成的业务用黑色叉号表示。通过本文中方法创建的全业务流程可视化控制界面可以一目了然的了解到整个物资采购统签统付业务的整体流程，每步的进行状态和执行程度，详细到每个合同的签订、履行情况、是否到货以及质量控制等各个环节。管理人员可以根据实际情况对各项业务进行任务的调整和分配，对于延期和出问题的环节也可以马上处理，提高了各部门的工作效率，沟通水平和协调度，同时提高供应商的服务满意度。

2.2 仿真实验数据分析

笔者根据该电力企业 2022 年 4 季度的采购数据作为仿真实验的对象，通过 Petri 网模型仿真软件 Tina，将本文中方法构建的统签统付业务流程可视化控制结构与企业原有的业务流程进行对比实验，从而验证本文中方法在实践当中的优越效果和实用性。

2.2.1 业务处理时间对比

根据 4 季度的采购数据，共进行 60 次统签统付业务仿真实验，实验结果如表 1 所示。

表 1 业务处理时间对比表			d
业务项目	企业原有业务流程	本文中方法	
签订合同	3	1.0	
物资到货	2	1.5	
验收入库	3	1.0	
登记资料	2	0.5	
申请支付	5	2.5	
财务审批	6	3.0	
支付货款	5	2.0	
月底对账	8	4.5	
总计	34	16	

从表 1 可以看出：本文中方法在优化了原有的企业统签统付业务流程后，采用可视化控制管理方法办理业务，减少了各个环节需要的工作时间，从原来的 34 d 缩短到 16 d，大大缓解了企业内部流程多、审核复杂、环节冗长等各种问题，同时通过信息化的统一管理和线上办公，提高了文件传输和处理的效率，从而实现了优化企业组织结构、建立服务型组织的目的。

2.2.2 风险管理效果对比

为了验证本文中方法对于整个统签统付业务流程的掌控效果，以及风险控制的能力，根据该企业第四季度的采购合同履行结果和账目统计，进行风险管理效果对比实验，具体的实验结果如图 9

所示。

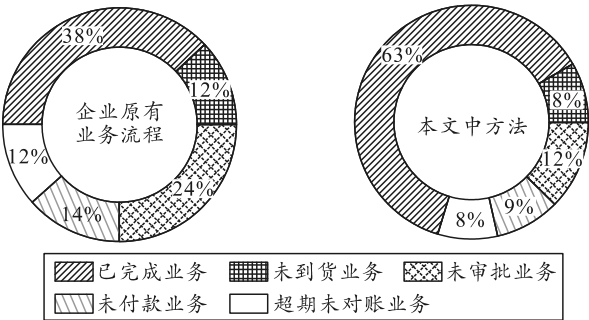


图 9 风险管理效果对比

从图 9 可以看出：采用企业原有的业务流程进行采购，对于风险的把控较低，导致很多环节出现问题，业务完成率不是很高，从而给企业造成各种损失。而使用本文中方法办理业务，企业管理人员可以直接看到所有业务的完成情况和执行进度，通过大数据的分析和对比，针对每个业务流程的把控，可以很好地预防和控制风险的发生，大幅度提高企业采购业务的完成率，降低采购成本，减少各种意外损失。

3 结论

笔者使用 Petri 网模型和大数据进行分析，通过 MVC 编程模式，构建了电力企业物资采购统签统付业务流程可视化控制结构，实验结果说明：

- 1) 该方法可以直观地看到统签统付业务的整体流程以及各个环节的执行程度，通过线上直接控制业务办理过程，能够增强各部门的协调度，减少工作时间，使供应商办理业务更加便捷，实现优化企业组织结构、建立服务型组织的目的。
- 2) 使用该方法办理业务，管理人员可以直接看到所有业务的完成情况，通过对每个环节的细节进行把控，可以提前发现并阻止风险的发生，提高采购业务完成率，节省采购成本。

参考文献：

[1] 王诗元. 电力工程项目物资采购管理与成本控制分析[J]. 集成电路应用, 2021, 38(10): 134-135.

[2] 张迎莹. 电力企业集中采购管理策略优化研究[J]. 国网技术学院学报, 2020, 23(3): 28-30.

[3] 陈雨新. 电力企业授权采购工作中的难点与对策[J]. 数码设计(上), 2021, 10(5): 196.

[4] 赵欣, 李畅昊, 蒋鸿城, 等. 电力物资采购计划的智慧申报模式设计、系统实现与实践应用[J]. 物流技术, 2021, 40(5): 49-55, 64.

[5] 文雯. 电力企业物资招标履约全流程管理体系研究[J].

通讯世界, 2019, 26(7): 253-254.

- [6] 吴菲, 朱玉全, 徐平平. 私有云环境下基于 Petri 网的用户行为认证模型[J]. 计算机仿真, 2021, 38(10): 246-250.
- [7] 刘伟, 李树文. MVC 模式下的软件开发框架设计[J]. 电脑知识与技术, 2021, 17(1): 71-72.
- [8] 黄晓明, 宗清. 基于 MVC 模式电力企业采购管理系统分析与设计[J]. 江西电力, 2022, 46(8): 54-55, 58.
- [9] 李威威, 谢建武. 基于 MVC 模式的政府采购分析系统的设计与实现[J]. 电脑知识与技术, 2019, 15(21): 284-285, 290.
- [10] 李增, 徐济成, 李亮. 基于 Petri 网的区块链应用系统业务流程模型研究[J]. 计算机应用与软件, 2020, 37(9): 8-15.

- [11] 杨慧慧, 方贤文, 邵叱风. 基于 Petri 网的并发事件流程模型修复分析[J]. 计算机工程与科学, 2021, 43(10): 1773-1780.
- [12] 赵阳, 姜秀慧, 刘晓宇. 基于 MVC 的科研单位政府采购管理系统模型设计[J]. 中国管理信息化, 2021, 24(15): 80-84.
- [13] 朱文立, 贺绍鹏, 张萌, 等. 基于数据标签管理的电网物资供应链数据价值挖掘研究[J]. 电力大数据, 2022, 25(7): 86-92.
- [14] 陈广, 宋志伟, 陈少兵, 等. 数据感知技术在电力物资供应链数据质量管理中的应用[J]. 科技管理研究, 2021, 41(18): 182-191.
- [15] 李福永. 电网企业电力物资采购风险管理[J]. 电子元器件与信息技术, 2021, 5(9): 55-56.

(上接第 32 页)

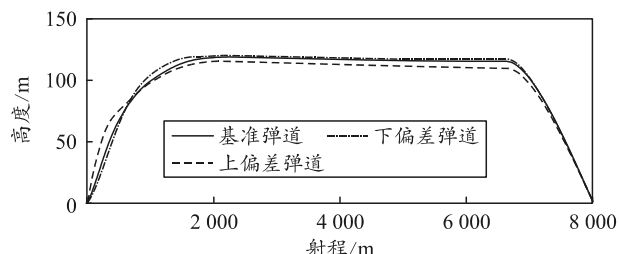


图 6 神经网络指令估计姿态控制高度(无驾驶仪动态过程)

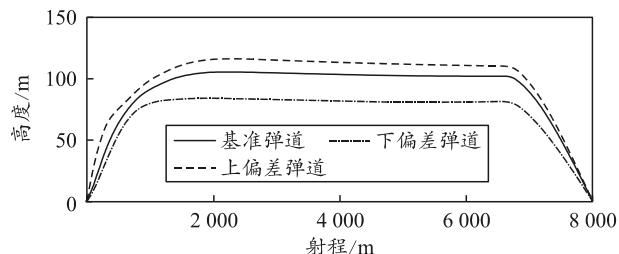


图 7 神经网络指令估计姿态控制高度(有驾驶仪动态过程)

3 结论

仿真结果表明: 该方案弹道可以有效避免外界干扰作用, 在不增加成本的情况下大大提高了该类型导弹中制导方案弹道的精度, 可以为中制导方案

弹道设计工程应用提供一种新思路。

参考文献:

- [1] 邹汝平, 陈士超, 陈韵, 等. 激光寻的空地导弹制导控制方法[J]. 兵工学报, 2021, 42(1): 1-10.
- [2] 马菲, 杨凯, 许琛, 等. 直升机载空地导弹俯仰姿态方案通用设计方法[J]. 弹箭与制导学报, 2021, 41(3): 81-83, 87.
- [3] 邹汝平, 陈士超, 陈韵, 等. 一种图像寻的空地导弹的制导控制方法[J]. 战术导弹技术, 2021(1): 93-98, 114.
- [4] 马菲, 杨凯, 王妮芝, 等. 一种新型的直升机载空地导弹中制导规律通用设计方法[J]. 弹箭与制导学报, 2019, 39(5): 95-98.
- [5] 鲜勇, 李少鹏, 李振华, 等. BP 神经网络制导弹道导弹的诸元数据制备方法[J]. 飞行力学, 2015, 33(6): 547-550.
- [6] 潘乐飞, 李邦杰, 王顺宏, 等. 基于 BP 神经网络的飞行时间快速计算方法[J]. 飞行力学, 2017, 35(6): 49-52.
- [7] 吴朝峰, 杨臻, 曹文会, 等. 基于 GA-BP 算法的外弹道落点预测[J]. 兵器装备工程学报, 2019, 40(12): 67-71.
- [8] 周志华. 机器学习[M]. 北京: 清华大学出版社, 2016: 97-107.