

# 团 体 标 准

JH/CAA 009-2025

## 氢能供应链数字化协同决策通用要求

General requirements for digital collaborative decision-making in hydrogen energy supply chain

(征求意见稿)

2026-XX-XX 发布

2026-XX-XX 实施

中国自动化学会 发布

# 目 次

前 言 .....	1
引 言 .....	1
1 范围 .....	2
2 规范性引用文件 .....	2
3 术语和定义 .....	2
4 缩略语 .....	2
5 总体原则与框架 .....	3
6 数字化协同决策制度要求 .....	3
7 数字化协同决策平台功能要求 .....	4
8 数字化协同决策实施要求 .....	4
9 评价与改进 .....	5
参考文献 .....	6

## 前 言

本文件按照GB/T1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国自动化学会提出并归口。

本文件起草单位：山东大学、国家燃料电池技术创新中心、中国东方电气集团有限公司、国家电网集团氢能科技发展有限公司、中国氢能联盟、山东省计算中心（国家超级计算济南中心）、山东建筑大学。

本文件主要起草人：孙波、张祺、李帆、潘凤文、谢光有、刘元宇、林汉辰、刘洋。

本文件为首次发布。



## 引 言

氢能供应链涵盖制氢、储运、加氢及用氢等多个环节，产业链条长、参与主体多。当前，行业面临着氢能产销时空错配、供应链运行成本高及资源利用率低等痛点。由于上下游缺乏有效的协同机制，导致“信息孤岛”现象普遍存在，难以满足产业链对能源高效保供、降本增效及绿色低碳的多重诉求。此外，随着产业规模的扩大，供应链的韧性与风险防控能力也成为保障行业安全稳定运行的关键因素。

本文件旨在引导氢能供应链各环节主体建立互联互通的数字化协同决策体系。本文件确立了以工业互联网架构为基础的网络化协同模式，遵循“需求驱动”的原则，通过下游终端（加氢、用氢）的真实需求拉动上游（制氢、储运），实现“按需生产”与动态响应。通过制定通用的协同决策要求，实现氢能资源跨企业的供需精准匹配。

制定本文件对于提升氢能供应链的整体效能具有重要意义。通过数字化协同决策，能够有效解决产销错配问题，降低全链条运行成本，提高资源利用效率。同时，本文件有助于增强供应链的韧性与抗风险能力，通过数据共享与协同调度，实现对异常情况的快速响应与闭环优化，为构建安全、高效、绿色的氢能产业生态提供标准支撑。

# 氢能供应链数字化协同决策通用要求

## 1 范围

本文件规定了氢能供应链数字化协同决策的总体原则、调度管理制度要求、平台功能要求、“数字化协同决策实施要求以及评价与改进要求。

本文件适用于指导氢能供应链各环节相关方（包括但不限于制氢方、储氢方、运氢方、加氢站、化工、冶金、分布式发电等应用方及平台服务商），在利用数字化技术开展协同决策活动时使用。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 42640-2023 氢能 术语

GB/T 37393-2019 工业互联网平台 体系架构

GB/T 41870-2022 工业互联网平台 异构协议数据互操作指南

GB/T 45403-2025 数字化供应链 成熟度模型

GB/T 18769-2003 大宗商品电子交易规范

## 3 术语和定义

GB/T 42640-2023、GB/T 37393-2019、GB/T 41870-2022、GB/T 45403-2025、GB/T 18769-2003界定的以及下列术语和定义适用于本文件

### 3.1 氢能供应链 hydrogen energy supply chain

围绕氢能从生产、储存、运输、加注到最终应用所涉及的上游供应商、生产商、物流服务商、下游分销商等组成的网链结构。

### 3.2 数字化协同决策 digital collaborative decision-making

指基于统一的数字化平台，通过多源数据融合与标准化交互，对氢能供应链上下游的需求、生产、库存及物流等要素进行资源统筹与数字化调度的过程。

### 3.3 需求驱动 demand-driven

一种以下游终端（如加氢站、化工、冶金等）的实际需求和精准预测为导向，引导上游制氢、储氢、运氢等所有环节响应的供应链运行模式。

### 3.4 关键库存 critical inventory

指影响供应链连续性与协同效率的氢气存量，包括制氢厂的成品库存、储运环节的在途库存（如管束车、管道）及应用端的原料库存（如加氢站储罐、厂区储罐）。

## 4 缩略语

ERP: 企业资源计划 (Enterprise Resource Planning)

KPI: 关键绩效指标 (Key Performance Indicator)

MES: 制造执行系统 (Manufacturing Execution System)

## 5 总体原则与框架

数字化协同决策的实施应遵循“制度先行、平台支撑、决策执行、闭环优化”的工作路径。具体流程要求如下：

- a) **建立协同制度**：供应链相关方应首先开展调度管理体系建设，应建立跨企业的协同组织架构，制定数据共享、业务协同及绩效考核等管理制度，确立协同决策的规则基础；
- b) **配置协同平台**：依据制度要求与业务需求，供应链相关方应建设或配置数字化协同决策平台。平台功能应满足本文件第7章的要求，完善数据感知、传输与应用层级，确保具备支撑协同决策的基础能力；
- c) **执行协同决策**：供应链相关方应利用数字化平台开展实质性的协同业务。应基于平台开展需求分析与计划生成、生产指令下达及物流跟踪与动态调度，将协同决策转化为具体的业务操作；
- d) **评价与持续改进**：供应链相关方应对协同决策的执行效果进行监控与评价，核算关键绩效指标（KPI），并根据评价结果持续优化协同制度、平台功能及决策算法。

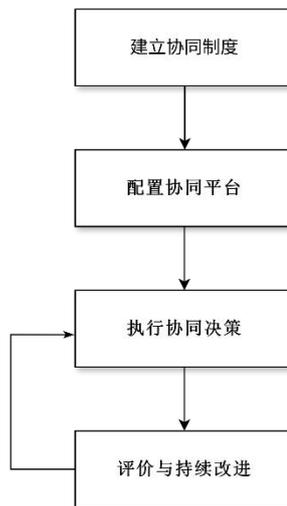


图1 数字化协同决策的实施流程

## 6 数字化协同决策制度要求

供应链相关方结合自身运营特点及相关要求，依据本文件及相关标准，建立、完善氢能供应链数字化调度相关制度及工作流程，应与现行生产经营管理系统有机兼容，并确保有效执行。

数字化协同决策制度机制应包括但不限于：

- 调度运行规程或调度管理办法中明确的调度管理要素；
- 氢能能源计量、统计和数据分析管理；
- 产销计划与排产管理（含制氢排产优化、能源成本管理）；
- 库存监控与预警管理（含制氢厂成品库存、加氢站原料库存）；
- 物流运输与配送管理（含运力资源统筹、配送路径优化）；
- 重点设施设备（如制氢装置、压缩机、加氢机）运行状态监测管理；
- 调度相关设施检修维护（可靠性）管理；
- 异常供需与应急保供管理；

- 数字化系统故障应急预案；
- 数据共享、接口规范与信息保密制度；
- 决策绩效考核与结算管理制度；
- 跨企业交易结算与商务协同机制；

供应链相关方应对调度专业人员进行日常培训和管理，明确各自岗位职责和工作内容、强化资源统筹与供需匹配意识、确保规范操作，降低调度偏差与运行风险，及时响应异常供需事件，保证调度系统及供应链业务流程正常稳定运行。

## 7 数字化协同决策平台功能要求

### 7.1 概述

供应链相关方应结合自身的运营管理和信息交互要求，建设、运行维护氢能供应链数字化协同决策平台，可与企业资源计划（ERP）、制造执行系统（MES）、数据采集与监视控制系统（SCADA）等平台实现数据共享和联动，提升供应链调度的自动化、数字化和智能化水平。

注：小规模供应链参与方应利用云服务技术、依托核心企业或第三方机构既有的数字化协同决策平台开展相关活动。

### 7.2 基本功能

数字化协同决策平台功能应合理体现氢能“制、储、运、加、用”各环节的诉求，系统论证、科学规划、适度前瞻，基本功能包括但不限于：

- 氢能供应链数据采集、计量管理、数据统计分析、可视化监控（具备全链条可视化看板功能，支持对制、储、运、加各环节关键运行参数的实时动态展示）；
- 终端需求感知、负荷预测、产销计划生成与排产管理；
- 库存实时监控、库存预警、自动补货与库存优化；
- 物流车辆跟踪、运力资源统筹、配送路径规划与动态调度；
- 调度指令下达、执行反馈、异常事件报警与应急处置；
- 调度绩效评估、成本分析、能效对标与报表管理等。

### 7.3 基本结构

数字化调度平台基本结构一般应分为数据采集、网络通信、协同决策等层级：

- a) 数据采集层：包含流量计、液位计、压力传感器、GPS终端、视频监控装置等感知设备，以及必要的数据集中采集器、边缘计算网关等采集终端类设备；
- b) 网络通信层：主要包括工业以太网、5G/4G无线网络、卫星通信等通信链路，以及防火墙、网闸等网络安全防护设备，支持有线或无线网络等多种通信方式；
- c) 协同决策层：包含数据处理服务器、存储设备、调度工作站等硬件设备，以及需求预测算法、调度优化模型、终端应用程序等软件系统。

## 8 数字化协同决策实施要求

### 8.1 需求分析与协同决策方案制定

#### 8.1.1 一般要求

供应链相关方应利用协同决策平台，对交通、工业及发电等终端用氢需求进行实时监测与分析，建立需求驱动的协同决策方案生成机制。

#### 8.1.2 协同决策方案生成功能要求

系统应具备以下功能：

- 多源数据融合**：汇聚历史用量、气象数据、生产计划等多维数据，提升预测精度；
- 智能预测功能**：应具备高精度的需求预测算法能力，生成日、周、月度氢气需求预测曲线；
- 协同决策方案制定**：基于需求预测结果，结合当前库存水位，自动生成供应链整体的氢气补给计划与调度预案。

## 8.2 协同决策方案响应

### 8.2.1 一般要求

制氢企业应通过平台接收协同决策方案，将“以产定销”转变为“以销定产”，实现生产资源的柔性调度与优化配置。

### 8.2.2 协同决策方案实施

**具体实施包括但不限于：**

- 指令下达**：平台自动将协同决策方案转化为生产调度指令（如开机负荷、启停时间），下发至制氢厂生产执行系统；

- 排产优化**：动态调整制氢排产计划，降低能源获取成本；

- 执行反馈**：实时反馈生产进度与成品产出量，确保生产端与需求端的步调一致。

## 8.3 物流决策调度

**8.3.1 一般要求** 供应链相关方应对氢气储运环节进行全流程监控，实现运力资源的统筹调度与异常情况下的动态调整。

### 8.3.2 物流调度功能要求

**具体实施包括但不限于：**

- 运力统筹**：根据补给计划与车辆/管道状态，智能匹配运力资源，生成最优配送路径与排班表；

- 库存联动**：实时监控关键库存（制氢厂、加氢站、在途库存），维持全链条库存动态平衡；

- 动态调整**：在发生路况拥堵、需求激增或设备故障时，平台应触发预警并自动推荐重新调度方案（如紧急调车、切换气源），实现业务闭环。

## 9 评价与改进

### 9.1 评价指标

#### 9.1.1 监控与测量要求

供应链相关方应制定并实施对氢能供应链数字化调度关键特性（KPI）的测量计划，通过数字化调度平台进行例行监视、测量和分析，确保调度数据准确、有效且可追溯，并保留相应记录。

若发现调度指令执行偏差或关键指标异常（如库存告急、订单延误），应评估其影响并采取应对措施。

#### 9.1.2 定期评价

供应链相关方应参照 GB/T 45403（数字化供应链成熟度模型）建立评价方法，按所确定的周期频次，评价数字化调度工作开展的适应性与有效性。为确保协同决策的实效性，应设定如下参考性量化指标等：

**协同响应效率（对应高效保供）**：评估供应链对下游需求的响应速度与交付能力，量化考核指标包括但不限于需求预测准确率（应不低于85%）、突发协同指令响应时间（应不超过30分钟）以及订单准时交付率（应不低于98%）。

**成本优化效益（对应降本）**：评估通过协同决策实现的成本下降程度，量化考核指标包括但不限于单位氢气综合储运成本同比降低率（应不低于5%）以及库存周转率同比提升幅度（应不低于10%）。

**资源利用效率（对应增效）**：评估运力与生产资源的统筹优化效果，量化考核指标包括但不限于物流车辆平均满载率（应不低于80%）以及制氢装置产能利用率与订单匹配度（应达到90%以上）。

绿色低碳效益（对应低碳）：评估通过路径优化与能源协同实现的减排效果，量化考核指标包括但不限于单位氢气周转量碳排放量同比降低率（应不低于3%）以及制氢用能中绿电消纳占比（应满足当地相关规划要求或逐年提升）。

### 9.3 持续改进

#### 9.3.1 确定改进目标

供应链相关方应持续改进数字化协同决策系统，提升其适应性、充分性、有效性和规范性。供应链相关方可根据自我评价或第三方评价结果，对比相关标准或最佳实践标杆，寻找差距、识别改进方向，确定改进目标。改进目标应关注提高决策响应速度、降低单位氢气储运成本、提升全链条资源配置效率，实现更精准化的能源协同决策。

#### 9.3.2 制定优化方案

供应链相关方应制定行动措施和优化方案（如更新需求预测算法、优化物流路径规划模型、升级平台硬件设施），并采取必要措施，确保目标达成。

#### 9.3.3 跟踪改进过程

供应链相关方应确定项目管理规范和责任要求，及时跟踪优化方案的实施过程，避免偏离目标结果。

#### 9.3.4 纳入管理制度

供应链相关方应将改进成果（如验证有效的协同决策策略、优化后的业务流程）纳入相关管理制度或协同决策运行规程中，以实现持续改进。

### 参考文献

- [1] GB/T 42640-2023 氢能 术语
  - [2] GB/T 34542.1-2017 氢能技术 术语 第1部分：通用术语
  - [3] GB/T 37393-2019 工业互联网平台 体系架构
  - [4] GB/T 41870-2022 工业互联网平台 异构协议数据互操作指南
  - [5] GB/T 45403-2025 数字化供应链 成熟度模型
  - [6] GB/T 18769-2003 大宗商品电子交易规范
  - [7] 《电力需求侧管理平台建设技术规范(试行)》(发改办运行[2014]734号)
-