

## 关于智慧企业理论体系构建的研究

徐智勇<sup>1</sup>, 皮新湖<sup>1</sup>, 胡鹏<sup>1</sup>, 袁凌云<sup>2</sup>, 叶建红<sup>1</sup>

(1. 湖北省十堰市烟草公司, 湖北 十堰 442000;

2. 云南师范大学 信息学院, 昆明 650031)

**摘要:** 文章介绍了数据、信息、知识、智慧的含义和它们之间的逻辑关系, 在分析以往智慧企业相关理论研究基础之上, 根据智慧企业的实现目标, 从系统理论和信息技术角度, 反向推理并阐述了智慧企业管理模型和智慧企业理论体系构建, 并给出智慧企业的知识仓库的体系结构、智慧企业“智慧”的迭代优化进程、智慧业务的体系结构、智慧企业整体技术逻辑框架结构; 这对智慧企业关键理论的研究与智慧企业建设起到一定启发和借鉴作用。

**关键词:** 智慧企业; 智慧; 大数据; 企业管理

## Research on Construction of Theory System of Intelligence Enterprise

Xu Zhiyong<sup>1</sup>, Pi Xinhu<sup>1</sup>, Hu Peng<sup>1</sup>, Yuan Lingyun<sup>2</sup>, Ye Jianhong<sup>1</sup>

(1. HuBei Shiyen Tobacco Company, Shiyen 442000, China; 2. Yunnan Normal University, Kunming 650031, China)

**Abstract:** This paper introduces the meaning of data, information, knowledge, Intelligent and the logical relationship between them. Based on the analysis of the related theories of Intelligent Enterprise in the past, according to the goals of Intelligent Enterprise, from the system theory and information technology perspective, reverse reasoning and elaborated the management model of Intelligent Enterprise and the theory system construction of Intelligent Enterprise. and gives the architecture of the knowledge warehouse of the Intelligent Enterprise, the iterative optimization process of “intelligent” of the Intelligent Enterprise, the architecture of the Intelligent Enterprise and the logical structure of the overall technology of the Intelligent Enterprise. The research on the key theory of Intelligent Enterprise and the construction of Intelligent Enterprise play a certain inspiration and reference.

**Keywords:** iIntelligent enterprise; intelligent; big data; business management

## 0 前言

随着云计算、大数据、物联网、人工智能、移动互联网为代表的新一轮信息技术革命的到来, 新业态、新模式不断涌现。“互联网+”催生的新型商业文化正深刻改变着各行业动态。例如智慧酒店、智慧水厂、智慧电力、智慧园区、智慧制造企业、智慧城市、智慧国家等。

欧美发达国家提出“工业 4.0”、“再工业化”战略, 以及中国大力推进“中国制造 2025”。“十三五”期间, 中国企业面临着适应经济新常态的重大挑战。为应对日益复杂和不确定性的外界环境, 企业需要的不再是简单的头疼治头脚痛医脚的单一信息管理工具, 而是需要进行智慧升级, 构建一个真正智慧的企业大脑, 重塑企业竞争优势。智慧企业 (Intelligent Enterprise) 作为创新型组织形态, 以新一轮信息技术及管理方式跨界柔性整合, 顺应了 IT (inter-

net Technology) 时代向 DT<sup>[1]</sup> (Data Technology) 时代过渡的经济发展规律。

但目前, 我国企业智慧化建设面临诸多问题和困惑, 本文从数据、信息、知识、智慧四个维度, 在整理、分析以往智慧企业相关理论基础之上, 依据智慧企业最终实现的目标, 以系统理论和信息技术反向推理并阐述了智慧企业管理模型和智慧企业各环节构件, 这将对智慧企业建设提供一定的启发和借鉴作用。

## 1 智慧企业的智慧概念

## 1.1 数据、信息、知识与智慧的含义

文献 [2-6] 提出“数据—信息—知识—智慧”四层结构概念如图 1 和图 2 所示。

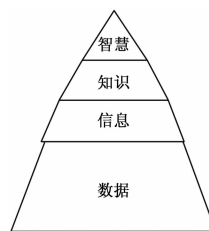


图 1 数据—信息—知识—智慧四层结构

数据本身是客观存在的, 是原始的、未解释的符号, 是对客观世界的记录, 它可通过原始观察及度量获取。

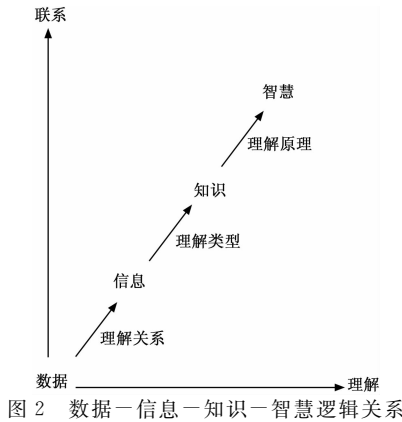
信息是关于世界、人和事物的描述, 是经过加工处理、具有某种意义或相互联系的数据, 它是数据的抽象反映,

收稿日期: 2019-01-24; 修回日期: 2019-04-09。

**基金项目:** 国家自然科学基金资助项目 (61561055); 教育部人文社会科学青年基金资助项目 (13YJCZH233); 云南省应用基础研究计划面上项目 (2008CD113, 2011FB044, 2010CD047)。

**作者简介:** 徐智勇 (1982-), 男, 湖北十堰人, 硕士研究生, 工程师, 主要研究方向无线传感网络、物联网技术、企业管理、数据分析方向的研究。

袁凌云 (1980-), 女, 云南昆明人, 博士, 副教授, CCF 会员, 主要研究方向为无线传感网络、物联网技术方向的研究。



主要是回答“who（谁）”、“what（什么）”、“where（哪里）”、和/或“when（何时）”等问题。

知识是将数据与信息、信息与信息的应用归纳演绎和集成提炼，也可从现有知识中进行逻辑推理而得，它体现了信息本质类型和信息之间的内在联系。主要是回答”how（怎样）”、” why（为什么）”。

智慧是在理解知识是什么的基础上，对包含在知识中的基本原理进行深入理解，进行创新的知识，是个体独创的谋略或行动。它是超越知识的创新性思维，是一种推测的、非随机的和非确定性的过程，主要是回答人难以得到或是暂时无法回答的问题，但随着知识层面的提升，更高层次面的智慧就会产生。

### 1.2 数据、信息、知识与智慧的逻辑关系

上述主要是从知识管理实践的视角<sup>[7]</sup>的进行论述。数据、

信息、知识和智慧它们是各自处于不同的认知层面，它们之间的联系在于前者是后者的基础与前提，而后者是前者的发展并对前者的获取具有一定影响<sup>[7]</sup>。

数据是原始的，彼此是独立、分散的，是信息的载体。信息是加载数据之上，对数据作具有含义的解释，而如何甄别信息需要知识，如何运用知识则是需要智慧。

### 1.3 智慧企业的智慧含义

根据第 10 版《新华字典》的解释，智慧是“对事物能迅速、灵活、正确地理解和解决的能力”。

从企业信息技术应用角度来讲，基于数据—信息—知识—智慧四层逻辑关系，智慧企业所指的智慧是一个相对概念，是在企业信息化发展到了一个较高阶段背景下提出来的。其含义是在“云大物移智”（云计算、大数据、物联网、移动互联、人工智能）等信息技术广泛深度的应用前提下，收集企业内、外部数据，基于数字化能力的信息平台形成业务系统信息，将信息经过数据挖掘、

数据分析、数据推理等加工累积成知识，结合全体员工创新、创效大脑智慧应用机器翻译、机器学习、深度学习、专家系统等技术将企业已积累的“知识资本”提炼出智慧，并全面赋予企业管理“智慧”属性，使得企业生产、经营各方面更敏捷、更高效、更精准、更安全的持续良性自动运转。

## 2 智慧企业的目标

笔者把以往学者对智慧企业的认知<sup>[8]</sup>及 2013—2017 对智慧企业的学术研究制成表 1。

表 1 智慧企业的内涵比较

作者	驱动力	载体	特征	作用/目标
刘天寿 <sup>[9]</sup> (2013)	信息技术	数据库	可感知、可协同、可智能	实现海量信息与数据平台的实时链接
何瑛 <sup>[10]</sup> (2013)	云计算	财务流程	低成本、即时接入、协同性	企业资源精细化管理; 可持续的价值创造
张晓东、朱占峰 <sup>[11]</sup> (2014)	信息技术	知识	数字化、感知化、互联化、协同化	整合运用内外部资源; 有效管理风险; 可持续发展
史振华 <sup>[12]</sup> (2014)	虚拟化、云计算、物联网	硬件资源、应用系统	信息互联共享、智能感知环境、个性化	实现智慧化的管理; 服务的新模式
陈扬斌 <sup>[13]</sup> (2015)	云计算、机器学习、数据挖掘	数据	对数据的深入挖掘和应用	给企业决策提供一种新的功能途径。
赵天、胡敏 <sup>[14]</sup> (2015)	处于一个崭新的转型时代, 应对日益复杂与不确定的外界环境	大数据、云计算、物联网等新兴信息技术	互通、互联、协同、共享、自适应、自调整	实现企业智能的盈利增长、高效的决策、资源的合理分配、效率的提升及主动式的风险管理
葛焱 <sup>[15]</sup> (2016)	互联网+的新趋势	企业内部协同高效的管理网络	信息智联化、组织柔性化、领域跨界	实现人、物、管理的多维高度融合, 使无生命体转向拥有高级智能体的创新型组织形态
涂杨举 <sup>[16-19]</sup> (2016, 2017)	面对经济发展转型、产业模式变化、客户需求变化、技术驱动业务模式变革	“云大物移智”构建企业神经网络和大脑决策中枢。	通过信息技术 (IT)、工业技术 (OT)、管理技术 (MT) 三者融合促使管理变革。	实现企业自动预判、自动决策、自动演进
陈劲 <sup>[20]</sup> (2017)	智能经济时代, 信息的连接、生产和分销以及人才等各种资源的广泛普及与共享	实现全要素数字化、网络化和智能化的物理载体	数字化、网络化、智能化、集成化、敏捷化、绿色化	实现自动管理即自动预判、自动决策、自动演进

尽管国内外学者在具体术语及用语上有所不同, 但从纷繁复杂的学术观点来看, 对于智慧企业的目标或作用仍有所共性。笔者归纳为智慧企业的“三自诀”

1) 自动预判: 应用大数据分析技术, 对企业内、外部业务数字化及量化结果所采集到

的大数据进行加工、处理及分析, 实现企业各类风险的全过程识别和判定, 并自动预警。

2) 自动决策: 运用人工智能、认知计算<sup>[21]</sup>、智慧搜索<sup>[13, 22-23]</sup>等前沿决策技术, 对企业自动预判不同层面的风险和问题进行自动决策, 实现企业决策管理的智慧化。这个过程逻辑的演进是由企业的各类“专业脑”(专业数据中心)自动生成应对风险和问题的方案, 并提交给企业的“决策脑”进行决策和精准预测。

3) 自动演进: 通过对企业内、外部大数据提炼的知识仓库基础上, 应用人工智能、大数据分析、认知计算等对积累下来有价值的历史数据、信息、知识及决策案例、决策模型, 实现企业决策脑的自我纠偏和改进。

### 3 智慧企业理论管理模型

智慧企业建设要在当前企业发展的基础框架下、在继承和不断完善原有体系、流程、技术、规范和管理制度上, 通过云计算、大数据、人工智能等技术的应用构建企业智慧中心(决策脑)、专业脑(专业数据中心), 为企业持续、高效、安全的运转实现“3个自动”目标提供科学的体系支撑。企业智慧化建设不是一蹴而就, 是一个持续、长时期不断向更高层次迭代优化的过程。故在参考涂杨举智慧企业管理模型基础上<sup>[16]</sup>, 给出智慧企业建设过渡阶段和最高阶段的智慧企业管理模型。智慧企业过渡阶段的管理模型如图 3。

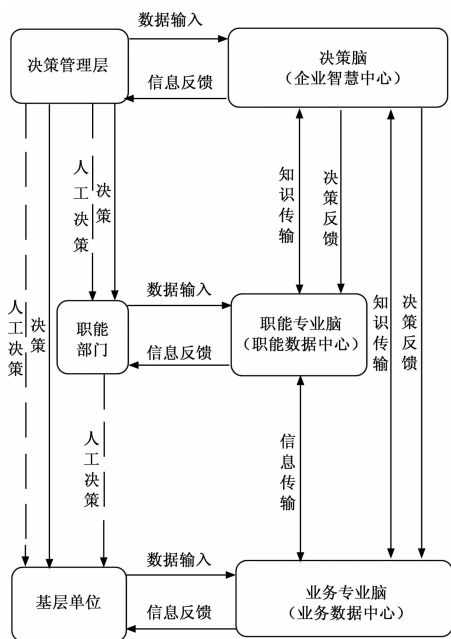


图 3 过渡阶段的管理模型

此阶段的智慧企业特点是人工层级管控和数据驱动管理并存。

适用范围: 企业管控停留在人工层级管控方式为主或信息化建设无法满足企业各项业务进行自动决策。

这类企业根据单位运转和业务实际开展的需求, 在单位机关层面的职能部门构建职能专业脑, 使之成为对应的职能部门服务。在基层单位层面构建业务专业脑, 使之成为具体业务开展服务。各专业脑是对应业务开展所需的知识资源和业务数据的数据集合, 依据此数据集合和企业内、外部实时数据收集、分析、学习, 以相应的知识规则提供风险预警和预判。同时, 专业脑向决策脑提供相应知识供决策脑学习、推理和自动决策和演进。现阶段整个企业的管理是处于决策管理层的监管和半监管状态。

智慧企业最高阶段的管理模型如图 4 所示。

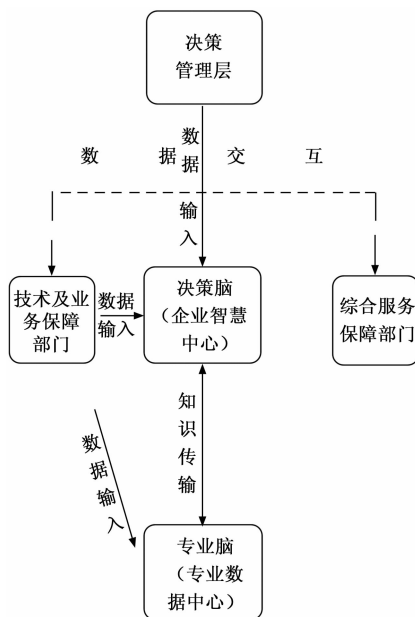


图 4 最高阶段的管理模型

此阶段智慧企业特点是: 数据驱动企业管理。

适用范围: 智慧企业整体建设终极管理阶段或企业某一业务已实现智慧业务。

随着企业智慧化建设的推进, 企业组织管理结构趋于扁平化, 基层不在独立管理单位存在, 机关部门极大压缩, 并不再行使管理职能, 主要集中提供各类与工作相关的基础保障工作(综合服务保障部门)和各专业脑及决策脑业务研发和运维工作(技术及业务保障部门)。决策管理层主要是规划目标、制定标准和规则、完善工作部署, 让整个企业在制定的规则、规范中自动进行管理和工作决策。现阶段整个企业的决策执行是无需决策管理层监管。

### 4 智慧企业理论体系构件

#### 4.1 智慧企业知识仓库体系结构

智慧企业的“智慧”管理和应用, 是在企业自身知识

仓库之上开展的。现有知识仓库相关研究成果和文献资料显示，知识仓库的体系结构不存在统一的模式，本文引用中知识仓库（Knowledge Warehouse, KW）体系结构<sup>[24]</sup>作为智慧企业的知识仓库的体系结构，如图 5。

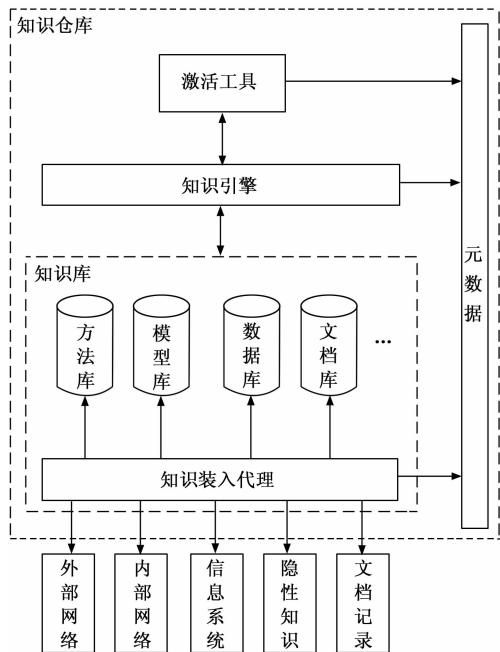


图 5 智慧企业的知识仓库的体系结构

知识仓库是存放某领域知识的集合，它是面向主题的、是由多种类型知识库进行集成，用于满足某智慧业务的决策脑数据挖掘、分析及策略生成。

在该体系结构中，描述知识及其关联信息的元数据作为共享资源贯穿着整个过程，它记录了知识库中装入数据的来源、描述相关知识单元之间的关系。数据、信息经过知识库、知识引擎、激活工具这三层的加工、处理，以活化的知识形式呈现给上层，以便上层的学习和决策。

1) 知识库。它可以分为方法库、模型库、数据库、文档库等。（可以根据企业自身实际需要知识的构成情况增加或减少）其中，知识装入代理是由具体业务知识专家和智能代理程序组成，它是主动扫描、分析企业自身的知识资源，发现知识单元和知识单元之间的联系，并对知识单元进行归纳、分类后装入相应知识库，同时将知识单元之间联系装入元数据。

2) 知识引擎。它基于利用人工智能技术，接受激活工具的访问请求，然后分析元数据中对应相关知识单元之间联系描述，将知识库中的相应知识单元动态地连接起来，提交给激活工具。

3) 激活工具。它一般包括分析平台、重组平台、推送平台、检索平台等（可以根据企业自身实际需要情况增加或减少），是作为上层的程序接口层，负责知识的表现。

#### 4.2 智慧企业“智慧”的迭代优化

智慧企业实践要求企业具备智慧的使用和管理能力。

这首先是在数字化技术支撑下，实现企业管理信息化、自动化。其次，在数据大集中，统一平台的技术框架设计，企业的组织结构趋于扁平化条件下，如何解决企业在规划、预测、决策等环节的问题，即将企业知识提升为智慧的问题成为企业智慧化的研究和工作重点。这是需要决策管理层、职能部门、基层单位以及软件研发单位长时期共同协作共同完成。这个过程将日常企业业务开展和管理过程中所用的人的认知和人脑智慧数字化、程序化，通过人工智能等技术手段模拟、延伸和扩展出来人的智能的理论、方法。这是数据服务的迭代优化进程<sup>[25]</sup>，如图 6 所示。

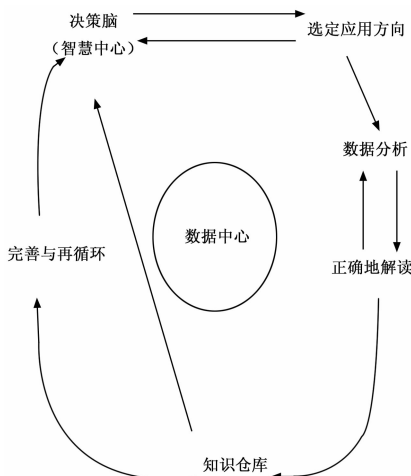


图 6 “智慧”的迭代过程

“智慧”的迭代优化的过程是基于数据中心，通过决策脑、选定应用方向、数据分析、正确地解读、知识仓库、完善与再循环闭环流程，不断提升决策脑的决策方案和决策模型。其中关键环节包括数据清洗、数据集成、构建知识和决策模型、算法参数优化等。

#### 4.3 智慧企业智慧业务的体系结构图

基于知识仓库应用认知计算的 DSS（Decision Support System）<sup>[26]</sup>，它将事务处理环境与决策分析处理环境分离，其体系结构<sup>[27]</sup>如图 7。

认知计算是对新一代智能系统特点的概括。从功能层面上讲，它能够出色地完成对数据的发现、理解、推理、决策等特定认知任务<sup>[28]</sup>。

事务处理环境：是产生知识仓库（过程可参见 4.1）和与决策分析环境进行知识交互。

决策分析处理环境：将用户知识资料推送给知识仓库，并在知识仓库中相应问题的解决方案进行匹配，自动完成业务决策管理流程。

#### 4.4 智慧企业整体技术逻辑框架结构

借助互联网、物联网、云计算、大数据、移动互联和人工智能等先进技术与企业生产、经营、管理等各环节的深度融合，以数据在智慧企业的演进流程，在企业标准化

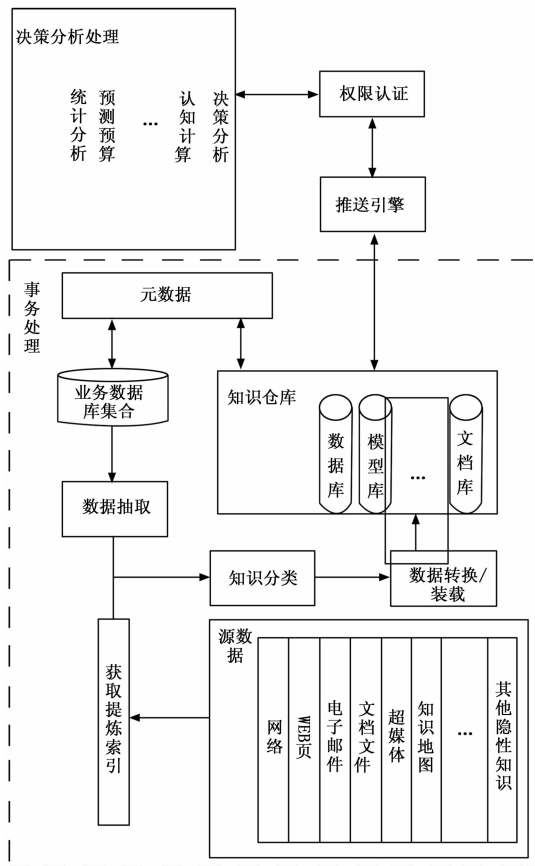


图 7 智慧业务的体系结构图

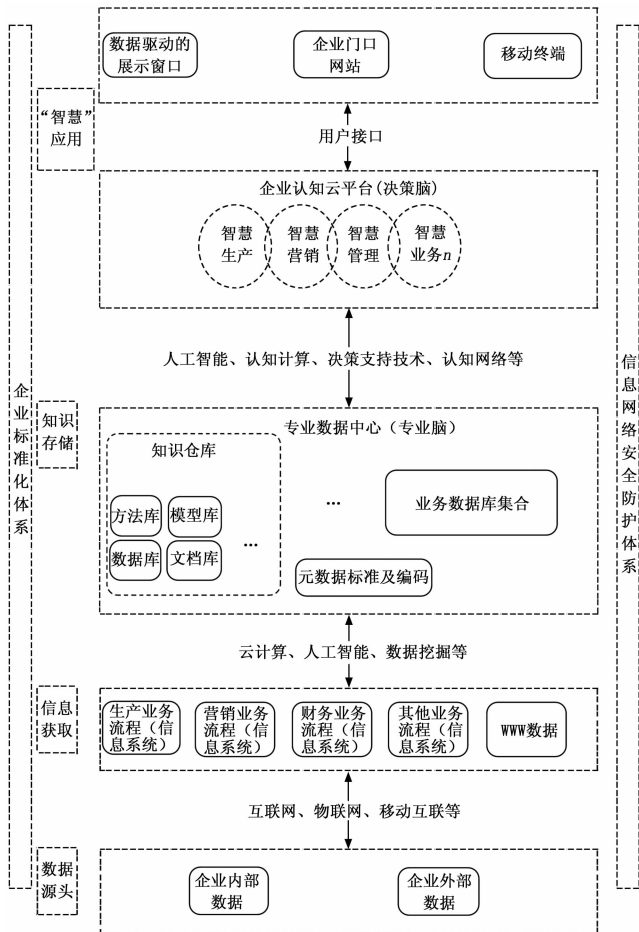


图 8 智慧企业的整体技术逻辑框架结构

和信息网络安全防护体系下,按照业务量化、集成集中,统一平台、智慧协同要求,构建智慧企业的整体技术逻辑框架结构。如图 8 所示。

#### 4.4.1 数据源头—信息获取—知识存储—“智慧”应用

1) 数据源头。它是由企业内、外部数据组成,通过互联网、物联网、移动互联等方式向上层提供数据。

2) 信息获取。借助企业的各业务流程的信息系统、WWW 数据获取信息,通过云计算、人工智能、数据挖掘等技术向上层专业数据中心提供信息。

3) 知识存储。将收集到的信息数据生产企业知识仓库。

4) “智慧”应用。应用人工智能、认知计算、决策支持技术构建企业统一智慧大脑平台即企业认知云平台。(由各个智慧业务模块(决策脑)组成)。用户通过用户接口借助企业认知云平台将用户知识资料推送给专业数据中心,并在知识仓库中相应问题的解决方案进行匹配,在认知平台中自动完成业务决策管理流程,并将用户感兴趣的知识自动、及时反馈给用户。

#### 4.4.2 企业标准化体系

依据企业应落实和要遵守上级单位或行业基础标准,制定本企业的标准化体系。并依据信息技术手段将企业标准化体系数字化映射到企业内部各种类的数据、信息和业

务流程中。

#### 4.4.3 信息网络安全防护体系

主要是从硬件和软件两个角度分析。一方面是配置信息网络安全设备,使用相关信息安全防范技术确保数据流、信息流传输的安全。对涉密敏感信息需要脱敏加密,同时也要加强数据输出服务的安全防护。

另一方面对信息安全的合规和审计要求,依法落实《中华人民共和国网络安全法》第 8 条、第 11 条、第 12 条、第 21 条、第 34 条、第 49 条和《企业内部控制基本规范》等其他相关信息安全法律法规要求,并根据企业自身实际依法制定相关信息安全规定或管理制度确保企业整个业务生命周期上数据源和过程中数据、信息、知识和“智慧”的应用安全。

#### 4.4.4 四个方面要求

1) 业务量化。按照既定企业标准化的管理、业务工作、操作流程及规程要求,将企业内部、外部(上下游产业链)的工作任务量化和数据化。在业务量化的基础之上形成大数据,有了这些大数据的生产、归纳、整合,智慧企业建设才能有了坚实的数据基础作为支撑。这主要是通过“云大物移智”等技术,实时获取、传输、处理各类数

据、信息、知识以及“智慧”，实现企业对所有业务的所有环节的所有要素动态感知。

2) 集成集中。按照企业内部、外部（上下游产业链及 WWW 数据）数据要互联、互通的要求，以统一的信息编码规则设计数据（公用域和私用域）的字段和分析维度，实现在企业内部信息的唯一性、同一性，并确保重要信息在跨业务、跨平台、跨单位业务系统中一致性。对企业各业务流程杂乱无章的运营数据进行整体规划、治理、集中，实现企业全方位数据的大集成大集中，形成业务数据库和知识仓库，便于知识的检索、挖掘、共享以及知识转化。

### 3) 统一平台

在数据集成集中后，通过整体规划、系统整合、消除业务系统分类建设、条块分割布局，应用人工智能、认知计算、决策支持技术等构建企业统一智慧大脑平台即企业认知云平台由各个智慧业务模块（决策脑）组成。

### 4) 智慧协同

在相关数据、平台及应用的支撑下，实现了人与人、人与物、物与物之间数据交流，借助企业统一智慧大脑平台，实现各智慧业务模块（决策脑）之间的互通和协同。

## 5 结束语

本文在分析以往智慧企业相关理论研究基础之上，依据智慧企业的实现目标，以数据、信息、知识、智慧的 4 个维度，从系统理论和信息技术角度反向推理并阐述了智慧企业管理模型并给出智慧企业的知识仓库的体系结构、智慧企业“智慧”的迭代优化进程、智慧业务的体系结构、智慧企业整体技术逻辑框架结构，这对智慧企业关键理论的研究与智慧企业建设起到一定启发和借鉴作用，但智慧企业建设的评价以及成熟度量缺乏一个完整的标准这一问题值得关注和深入研究。

### 参考文献:

- [1] 马云, 曾鸣, 涂子沛. 《互联网+: 从 IT 到 DT》——国民需了解的新型经济社会发展战略 [J]. 决策与信息, 2015 (12): 67-69.
- [2] Ackoff R L. From data to wisdom [J]. Journal of applied systems analysis, 2010 (16): 3-9.
- [3] 顾大权, 刘高飞. 对数据、信息、知识和智慧的研究与思考 [J]. 长春大学学报, 2012, 22 (4): 399-401.
- [4] Gene Bellinger, Durval Castro, Anthony Mills. Data, Information, Knowledge, and Wisdom [EB/OL]. 2004-05-04. www.systems-thinking.org/dikw/dikw.htm.
- [5] 王德禄知识管理的 IT 实现——朴素的知识管理 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2003.
- [6] 荆宁宁, 程俊瑜. 数据、信息、知识与智慧. [J]. 情报科学, 2005, 23 (12): 1786-1790.
- [7] Karl M. Wiig. Knowledge Management: An Emerging Discipline Rooted in a Long History [EB/OL]. 2004-03-10. http://www.krii.com.
- [8] 陈加伟, 王蓓蓓, 张秋萍. 基于共享经济背景的智慧企业发展趋势分析 [J]. 商业经济研究, 2017, (9): 119-121.
- [9] 刘天寿, 郭跃. 探究企业智慧化演进——基于 SMART 维度的分析 [J]. 经营与管理, 2013, (7): 90-93.
- [10] 何 瑛. 基于云计算的企业集团财务流程再造的路径与方向 [J]. 管理世界, 2013, (4): 182-183.
- [11] 张晓东, 朱占峰. 智慧企业建设的对策研究——以宁波为例 [J]. 未来与发展, 2014 (2): 62-65.
- [12] 史振华. “智慧企业”建设研究与探索 [J]. 福建电脑, 2014, (2): 82-84.
- [13] 陈扬斌, 李 青, 庄越挺. 智慧企业中的智慧搜索 [J]. 通信学报, 2015, 36 (12): 89-96.
- [14] 赵 天, 胡 敏. 企业智慧转型的有效途径 [J]. 未来与发展, 2015 (8): 63-66.
- [15] 葛 焱, 傅明华. “互联网+”背景下智慧企业的理论演化与建构方向 [J]. 企业经济, 2016 (9): 49-54.
- [16] 涂扬举, 郑小华. 建设智慧企业, 实现自动管理 [J]. 清华管理评论. 2016 (10): 29-37.
- [17] 涂扬举. 建设智慧企业 推动管理创新 [J]. 四川水力发电, 2017, 36 (1): 148-151.
- [18] 张春晏. “智慧企业”引领供给侧改革——国电大渡河公司总经理涂扬举专访 [J]. 清华管理评论. 2016 (7-8): 16-23.
- [19] 涂扬举. 智慧企业关键理论问题的思考与研究 [J]. 企业管理, 2017 (11): 107-110.
- [20] 陈 劲, 黄海霞. 智慧企业理论模式——以中国航天科工集团公司为例 [J]. 技术经济, 2017, (8).
- [21] 陈 敏. 认知计算导论 [M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2017.
- [22] 王晓阳, 郑晓庆, 肖仰华. 智慧搜索中的实体与关联关系建模与挖掘 [J]. 通信学报, 2015, 36 (12): 17-27.
- [23] 方滨兴, 刘 克, 吴曼青, 等. 网络空间智慧搜索研究进展及关键科学问题 [J]. 中国科学基金, 2015 (4): 256-261.
- [24] 李 贺, 靖继鹏, 季桂林. 企业知识仓库的设计研究 [J]. 情报科学, 2006, 24 (4): 575-578.
- [25] 汪保友, 吴 琮, 钱 晶, 等. 面向 DT 服务的数据分析系统架构 [J]. 电信科学, 2016 (1): 131-137.
- [26] 汪永红, 罗军宏, 张有为. 决策支持系统的研究现状与发展 [J]. 西安通信学院报, 2006 (2): 11-13.
- [27] 赵 韩, 董晓慧, 冯宝林, 等. 知识仓库技术在决策支持系统中的建模与应用 [J]. 系统管理学, 2008, 17 (3) 327-331.
- [28] Kelly J. Computing, cognition and the future of knowing [EB/OL]. available: https://www.research.ibm.com/software/IBMResearch/multimedia/Computing\_Cognition\_WhitePaper.pdf, June 2, 2017.