



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

工业互联网标识行业应用指南 (钢铁)

工业互联网产业联盟 (AII)
2024年10月





工业互联网标识行业应用指南 (钢铁)



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

工业互联网产业联盟 (AII)

2024年10月



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

声 明

本报告所载的材料和信息，包括但不限于文本、图片、数据、观点、建议，不构成法律建议，也不应替代律师意见。本报告所有材料或内容的知识产权归工业互联网产业联盟所有（注明是引自其他文献的内容除外），并受法律保护。

如需转载，需联系本联盟并获得授权许可。未经授权许可，任何人不得将报告的全部或部分内容以发布、转载、汇编、转让、出售等方式使用，不得将报告的全部或部分内容通过网络方式传播，不得在任何公开场合使用报告内相关描述及相关数据图表。违反上述声明者，本联盟将追究其相关法律责任。

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

工业互联网产业联盟
联系电话：010-62305887
邮箱：aia@caict.ac.cn

组织单位：工业互联网产业联盟

参与编制单位：（排名不分先后）

中国信息通信研究院、东北大学、冶金工业规划研究院、鞍钢数智科技（辽宁）有限公司、南京钢铁股份有限公司、中冶赛迪信息技术（重庆）有限公司、联通雄安产业互联网有限公司、浪潮云洲工业互联网有限公司。

参与编制人员：（排名不分先后）：

刘阳、程彤彤、池程、田娟、许珂、尹子航、罗璨、徐婷婷、谢滨、邵小景、孙杰、彭文、张殿华、李冰、蔡盛佳、王浩磊、蔡恒君、王弢、刘佳伟、王芳、鹿玮、向左潮、侯佳、李强、张晓辉、王娇、赵贤聪、李哲、李波、李程、刘星



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

前言

工业互联网标识解析体系建设是我国工业互联网发展战略的重要任务之一，为贯彻落实《国务院关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》、《工业互联网创新发展行动计划（2021-2023年）》等政策文件，全国各地积极开展工业互联网标识解析体系建设与部署，包括各级标识解析节点建设，标识解析产业生态培育，标识应用创新发展。

在工业和信息化部指导与各地方政府的支持推动下，我国工业互联网标识解析体系建设已步入快车道，国家顶级节点稳步运行，二级节点快速发展，标识应用成效初显。当前，按照标识解析增强行动的要求，还需要从做大做强、做深应用、规范管理三方面进一步提升我国工业互联网标识解析体系的发展水平，深化标识在制造业设计、生产、服务等环节应用，发挥出标识在促进跨企业数据交换、提升产品全生命周期追溯和质量管理水平中的作用。

为了加快工业互联网标识解析体系在钢铁行业应用推广，工业互联网产业联盟标识组联合钢铁行业相关企事业单位编制《工业互联网标识应用指南（钢铁）》（以下简称指南）。

本指南编写过程中，得到了孙杰、符鑫峰等专家的指导，并得到了鞍钢集团、浪潮工业互联网、南钢集团等企业的大力支持，在此一并致谢。

目 录

一、工业互联网标识解析概述	5
二、钢铁行业数字化转型需求分析	8
（一）钢铁行业基本情况	8
（二）钢铁行业发展的主要特点	11
（三）钢铁行业转型的变革方向	12
三、钢铁行业标识解析实施路径	14
（一）钢铁行业标识解析实施架构	14
（二）钢铁行业标识对象分析	17
（三）钢铁行业标识数据分析	20
（四）钢铁行业标识应用组织流程	26
四、钢铁行业标识解析应用模式	30
（一）钢铁制造产销协同	30
（二）钢铁产品质量管控	33
（三）钢铁制造供应链追溯	36
（四）钢铁行业智慧炼钢	42
五、发展建议	50
（一）标识解析赋能数据协同，实现精细生产	50
（二）标识解析赋能企业管理，优化管理模式	50
（三）标识解析推动技术融合，加速应用创新	50

一、工业互联网标识解析概述

工业互联网标识解析体系是工业互联网网络体系的重要组成部分，是支撑工业互联网互联互通的神经枢纽。工业互联网标识解析体系的核心要素包括标识编码、标识解析系统和标识数据服务三部分。其中，**标识编码**是指能够唯一识别物料、机器、产品等物理资源和工序、软件、模型、数据等虚拟资源的身份符号，类似于“身份证”中的身份证号，标识编码通常存储在标识载体中，包括主动标识载体和被动标识载体；**标识解析系统**是指能够根据标识编码查询目标对象网络位置或者相关信息的系统，对物理对象和虚拟对象进行唯一性的逻辑定位和信息查询，是实现全球供应链系统和企业生产系统精准对接、产品全生命周期管理和智能化服务的前提和基础；**标识数据服务**是指能够借助标识编码资源和标识解析系统开展工业标识数据管理和跨企业、跨行业、跨地区、跨国家的数据共享共用服务。在实际部署中，我国工业互联网标识解析体系逻辑架构采用分层、分级模式，包括根节点、国家顶级节点、二级节点、企业节点和递归节点，构成我国工业互联网关键网络基础设施，为政府、企业等用户提供跨企业、跨地区、跨行业的工业要素信息查询，并为信息资源集成共享以及全生命周期管理提供重要手段和支撑。

工业互联网标识解析是实现异构编码兼容的基础前提。制造业企业基于不同业务需求，已面向产成品使用了大量私有标识，建立仓储管理、物流配送、数字营销等场景的

局部数据闭环。随着标识对象从产品向机器、原材料、控制系统、工艺算法以及人等要素的扩展，应用场景从企业内单一业务向企业外多元服务的延伸，私有标识难以满足全要素、全产业链互联互通的需求。利用工业互联网标识解析基础设施，企业使用统一编码替代已有编码或进行编码的映射转换，可实现公有标识与私有标识、异构公有标识之间的兼容互通，将解决传统标识在企业外不能读或读不懂的问题，破除信息传递壁垒，进而实现各类主体在更大范围、更深层次、更高水平的互联。

工业互联网标识解析是实现多源异构数据互操作的关键支撑。由于制造业链条长、环节多、场景复杂、软件多样等特性，海量工业数据分散在不同系统中、异构网络相互隔离、数据表述不一致，大量的“信息孤岛”和特定的接入方式导致用户获取的服务受限，尤其在协同制造、智能服务等创新应用领域难以获取、发现、理解和利用相关数据。工业互联网标识解析通过建立与底层技术无关的公共解析服务、标准化数据模型和交互组件、异构网络适配中间件，可灵活定位并接入各类主体在不同环节、不同系统中的应用或数据库，从而促进不同行业、上下游企业之间数据关联、互操作与信息集成，同时提升现有制造系统的数据利用能力。

工业互联网标识解析是实现产业链全面互联的重要入口。企业间传统的信息交互模式为建立两两系统的数据对接，由于不同厂商、不同系统、不同设备的数据接口、互

操作规程等各不相同，企业需投入大量人力、物力构建多套交互接口，导致互联成本高、效率低、共享难，无法满足产业链协同需求。工业互联网标识解析各级节点作为国家新型基础设施，是全面互联下信息查询的入口，承载了工业要素全生命周期的信息获取及数据交互，通过许可监管、分级管理等保障了体系的稳定运行和高质量服务，保证了企业主体对标识资源分配和标识数据管理的高度自治，并通过统一架构、标准化接口等降低了企业接入门槛和使用成本，实现了部署经济成本最优。

工业互联网标识解析是打造共建共享安全格局的有效路径。随着工业互联网接入数据种类、数量的不断丰富，以及工业数据的高敏感性，对网络服务性能要求越来越高。标识解析建立了一套高效的公共服务基础设施和信息共享机制，通过建设各级节点来分散标识解析压力，降低查询延迟和网络负载，提高解析性能。同时，逐步建立综合性安全防护体系，工业数据存储在责任主体企业保障了数据主权，通过身份认证、权限管理、数据加密等机制实现标识对象信息的安全传输和获取，通过多利益相关方在全生命周期中的合作，形成开放、引领、安全、可靠的产业生态系统。

工业互联网标识解析是钢铁行业产业互联互通的重要枢纽。标识解析为钢铁制造资源、生产过程、智能产品等提供全产业链的信息互通和数据共享能力，实现产品全生命周期管理、自动化校准检验和量测数据价值释放。

二、钢铁行业数字化转型需求分析

（一）钢铁行业基本情况

1.行业简介

钢铁行业是以从事黑色金属矿物采选和黑色金属冶炼加工等工业生产活动为主的工业行业，包括金属铁、铬、锰等的矿物采选业、炼铁业、炼钢业、钢加工业、铁合金冶炼业、钢丝及其制品业等细分行业，是国家重要的原材料工业之一。此外，由于钢铁生产还涉及非金属矿物采选和制品等其他一些工业门类，如焦化、耐火材料、炭素制品等，因此通常将这些工业门类也纳入钢铁工业范围中。

近年来，中国钢铁企业以推进“两化融合”为切入点，持续组织开展数字化转型活动，钢铁企业的自动化、信息化、数字化、网络化水平不断提升。2021年，中国钢铁工业两化融合指数上升至59.9，关键工序数控化率达到70.1%，生产设备数字化率达到51.3%。与2015年相比，2021年中国钢铁工业两化融合指数提高了19.4，行业数字化水平明显提高，已初步扭转了钢铁工业过去的“傻大黑粗”的行业形象。中国龙头骨干钢铁企业积极拥抱数字化、网络化，数字化转型发展成效明显，数字化转型走在行业前列。由于数字化改造的成效，2022年初，宝武集团、德龙钢铁、南京钢铁、中天钢铁等钢铁龙头企业入围工信部2021年工业互联网试点示范项目名单。目前，国内超过80%的钢铁企业已经在推动数字化转型升级，钢铁龙头骨干企业已基本完成

产线级基础自动化、过程控制系统、生产执行系统、制造管理系统自上而下纵向集成的四级体系。

2. 产业链

钢铁行业产业链全景图从上下游角度进行设计，主要包括上游原料制造、中游钢铁冶炼制造、下游应用市场等3个环节，如下图所示：

钢铁产业链主要有长流程、短流程两种，长流程总体分为原料制造、钢铁冶炼制造、应用市场三个部分，短流程总体分为钢铁冶炼制造、应用市场两个部分。钢铁产业链的核心环节是钢铁冶炼企业，主要有中国宝武钢铁集团有限公司、首钢集团有限公司、河钢集团有限公司、江苏沙钢集团有限公司、中信泰等。就工业互联网标识解析的应用而言，钢铁生产企业是主要相关方，作为产业链中体量最大、龙头性最强的一方，可挖掘更多的应用场景。

随着碳交易市场扩大会议的召开，钢铁行业也将在条件成熟之际被纳入全国碳市场。《三部门关于促进钢铁工业高质量发展的指导意见》指出支持构建钢铁生产全过程碳排放数据管理体系，参与全国碳排放权交易。然而，我国钢铁行业薄弱环节之一就是碳排放数据体系框架构建以及碳排放数据获取的可信存证的保障。随着工业互联网的发展，钢铁行业将以标识解析为抓手环节，通过区块链技术的去中心化，实现钢铁企业碳排放数据的安全可信。

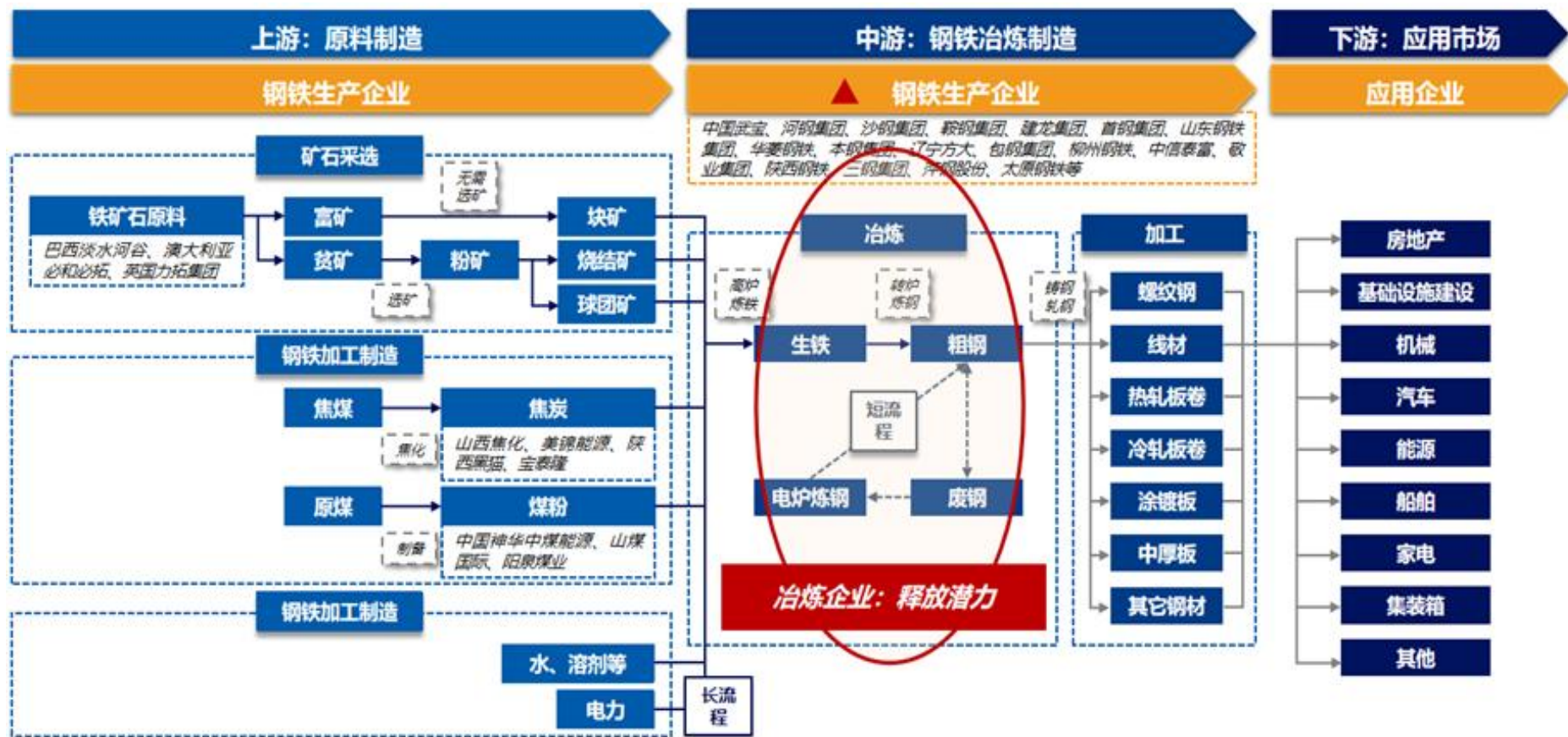


图 1 钢铁产业链全景图

（二）钢铁行业发展的主要特点

钢铁工业是我国国民经济基础产业，是工业的重要粮食、建设的重要保障、经济的重要支撑，是衡量一个国家综合国力和工业化程度的重要标志，在国家现代化进程中发挥着不可替代的作用。当前，我国钢铁工业发展呈现以下四大特征：

一是支撑经济快速发展的关键动力。2011-2020的十年间，国内制造业增加值与粗钢产量的年均增速分别为7.9%和5.1%，稳定支撑着中国制造业高质量发展。国内41个工业行业中，从营业收入看，2021年建筑业，房地产业，交通运输、仓储和邮政业等3个典型用钢产业的增加值，占GDP总量的17.9%。研究表明：钢铁工业通过采购原料、半成品、能源以及对外支出服务费用等，可带动其他经济部门创造2.5倍的增加值，同时每创造1个就业岗位可带动供应链创造6.5个岗位。

二是典型的技术密集型产业。技术创新是第一推动力，而且贯穿钢铁工业发展的全过程。英国钢铁工业崛起于第一次工业革命时期，完成了从小作坊到机械工厂的转变。氧气炼钢转炉、连铸等工艺技术的革新，完成了钢铁工业的第二次技术革命，使得生产效率快速提升。近终型连铸连轧技术（ESP、Castrip）、连续加料电弧炉等工艺装备标志着钢铁工业的第三次技术革命。智能制造、智慧管控一体化的逐渐普及，将成为钢铁工业的第四次技术革命。

三是物理世界构建的核心要素。钢铁业为人民生活质

量改善提供基础的结构材料和重要的功能材料。如为支撑铁路、公路、桥梁、水利等传统基础设施建设，提供高强钢筋、钢结构用钢等基础结构材料，又为新基建提供高质量的不锈钢、电工钢、轴承钢、车轮钢、弹簧钢等功能材料。此外，中国钢铁行业执行着世界上最严格的环保排放标准要求，打造全球钢铁工业低碳发展示范，积极实践氢冶金等低碳冶炼技术，积极引领世界钢铁工业绿色革命。

四是数字化发展最具竞争力产业。中国钢铁工业早已进入了“5G”时代，即面向全球最大、最活跃的内需市场，服务于最全、最完整的工业体系，拥有最多、最丰富的人才资源，采用最新、最先进的技术装备，提供最快、最及时的客户服务。“十三五”以来，20多项产品实物质量达到国际先进实物质量水平。汽车用钢、高牌号电工钢、高性能长输管线用钢、高速钢轨和建筑桥梁用钢等产品，已稳步进入国际第一梯队。钢铁产品22大类中有19类自给率超过100%，剩余3类超过98.8%。进口替代方面，自2010年起，中国单价高于2000美元的高端钢材产品出口量就已经超过了进口量。

（三）钢铁行业转型的变革方向

钢铁行业作为我国重要的原材料流程制造行业，具备生产流程长、生产工艺复杂、供应链冗长等典型特征，当今正面临设备维护成本高、工业知识隐形程度高、下游需求日益个性化、环保压力增大等挑战，亟需围绕设备管理、生产管控、供应链管理、环保管理等方面开展数字化转型。

打通横向的设计-生产-销售-回收各个环节，形成行业内和行业内协同与互动，连接全要素、全产业链、全价值链的工业互联网，是钢铁行业进行数字化转型的首选路径，但是在落地应用中存在诸多问题。推动我国钢铁行业关键生产设备管理、生产工艺全过程管控、全产业链协同以及能耗管理向信息化、网络化、数字化转型升级，深化钢铁行业供给侧结构性改革是必要的，奋力开创钢铁行业高质量发展新局面。

一是生产工艺由黑箱式向透明化转变。钢铁行业是典型的长流程行业，生产环节众多，生产工艺复杂，对工艺知识的依赖程度很高。很长一段时间，钢铁企业的冶炼工艺、冶炼配方、设备维护、经营管理等环节的正常运转，只能依靠隐形程度很高的人工经验，容易造成工人技术水平参差不齐和产品质量波动。随着信息技术在钢铁企业的深度渗透，隐形的生产经验被挖掘、提炼，并封装显性化软件模型，实现生产工艺透明化，更有效指导实际生产，提高生产效率和水平。

二是供应链体系由局部协同向全局协同转变。库存一直是钢铁行业的一大管理痛点，主要源于对上下游产业的信息盲区，并且家电、汽车等下游产业对钢材的需求日益个性化，加大了做出科学高效采销决策的难度。钢铁行业传统的供应链只能靠合同约定保障，数据孤岛化问题突出，物料信息难以在供应链中实现跨环节的自由流通，大大增加了企业运营成本。钢铁企业可将企业资源计划（ERP）、

供应链管理系统（SCM）等信息系统集成用于供应链整合，构建上下游信息流通渠道，结合产品需求、原料供给和产能配置，及时调整生产计划，提高产能利用率，减少库存积压，保障订单稳定到期兑现。

三是企业“数据孤岛”向数据信息共享转变。海量的数据由于组织战略、架构设置、数字化建设等原因，分散存储在组织的各个部门、业务系统、应用之中，彼此无法互联互通、共享，也无法被利用，形成了一个又一个的数据孤岛。针对企业数据孤岛现象实施数字化转型升级，将工业互联网标识应用于产业链协同、产业资源共享、跨企业数据互通等场景，依托工业互联网标识应用，通过在产线、车间、企业层级形成的数据池，以数据互通为驱动，实现产业资源跨界互通和数据整合变现，从实现简单的供需对接、资源共享到实现产融结合、跨行业、跨企业资源整合等多跨应用。基于数据协同的产业链各环节互通，围绕产业协同、资源配置的网络化维度实现工业互联网标识应用价值。

三、钢铁行业标识解析实施路径

（一）钢铁行业标识解析实施架构

钢铁行业标识解析应用实施以产业链核心环节为主，建立企业节点的标识赋码、数据采集能力，并与标识解析体系基础设施对接，提供全产业链的信息互通和数据共享能力，其实施架构如图 2 所示。

在生产制造环节，工业软件与生产设备是数据流转的主体，在传统工业软件数据库基础上，通过对数据采用统一标识，完成数据的厂内厂外转换，增强数据的流通性，提高生产协作效率。**在物流管理环节**，通过标识解析技术与仓库、运输车、第三方企业进行信息联通，实现基于标识解析体系的物流监督管理功能，可以增强监督检查力度，降低校准复杂度。**在销售管理缓解**，通过标识解析系统将钢铁从原材料到使用所有流程、不同环节的数据进行采集和集成，实现企业的数据可视化、管理信息化，为精细化管理提供数字支撑，助力企业降低管理成本。



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

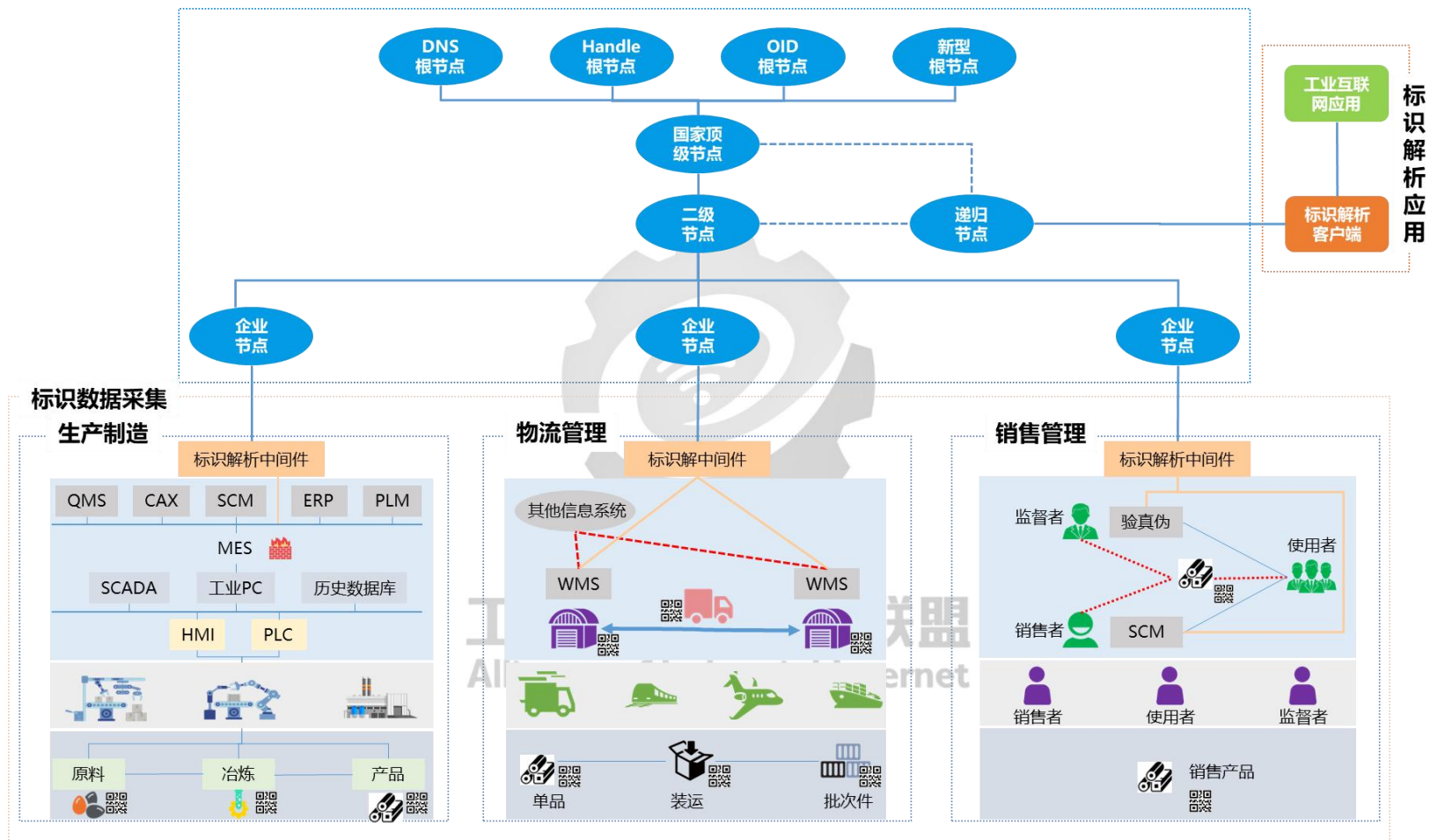


图 2 钢铁行业标识解析实施架构图

（二）钢铁行业标识对象分析

1. 标识对象分类

钢铁行业标识对象及其分类包含《国民经济行业分类》(GB/T 4754-2017)国家标准中的 C 门类下的 31 这个大类。31 为黑色金属冶炼和压延加工业，包括炼铁、炼钢、钢压延加工、铁合金冶炼这几个小类。结合钢铁行业生产及实际应用，进行标识对象分类。

类别一、钢铁行业冶炼工业炉类。主要包括焦炉、高炉、转炉、电炉、精炼炉等。其中高炉是一种大型竖式炉，用于将铁矿石和焦炭加热至高温，以产生铁水。电炉和转炉则是用于将废钢加热至熔点并形成钢水的设备。

类别二、钢铁行业冶金装备类。主要包括连铸机、热轧机、冷轧机、减速机、矫直机、剪切机、拧接机、打包机等。以减速机为例，就有圆柱齿轮减速机、起重机用硬齿面减速机、SEW 系列减速机、摆线针轮减速机、行星齿轮减速机、蜗轮蜗杆减速机、三环减速机、皮带秤专用减速机等不同种类。

类别三、钢铁行业通用设备类。吊装设备、起重设备、鼓风机、水泵、除尘器等。以水泵为例，就有离心水泵、潜水排污泵、渣浆泵、自吸泵、化工泵等不同种类。

类别四、钢铁行业备品备件类。主要包括电机、电气元器件、电缆、轴承、齿轮、轧辊、阀门、温度计等。以电机为例，就有直流电机、同步电机、交流异步电机、起

重冶金电机、振动电机、防爆电机、变频电机、高压电机等不同种类。

类别五、钢铁行业转运设备类。主要包括火车、鱼雷罐车、天车、行车、卡车等。用于运输矿粉、焦炭等原料，铁水、钢包等中间品，钢材、钢板等产成品。

类别六、钢铁行业产品类。主要包括钢锭、钢坯、钢材、钢管、线棒材等。以钢材为例，就有方钢、六角钢、工字钢、H型钢、T字钢等不同种类。

类别七、钢铁行业账票类。主要包括合同、订单、运单、磅单、质保书、发票、点检表等。

类别八、钢铁行业企业与人员类。企业主要包括供应商、承运商、客户企业等，人员主要包括工艺、生产、质检、物流、维修等相关人员。

表 1 钢铁行业标识对象及其分类表

分类代码	分类名称	说明	标识载体	采集技术
1	冶炼工业炉类	用于将铁矿石、废钢等原材料加热至熔点并形成熔融金属的设备，如高炉、转炉等	一维码、二维码等	扫码器、PDA、手机等
2	冶金装备类	用于轧制、铸造等工艺过程中的各种设备，如连铸机、轧机等	一维码、二维码、RFID 标签、NFC 标签等	扫码器、PDA、手机、RFID 读写器、NFC 读写器等
3	通用设备类	钢铁生产过程中用到的通用设备，如吊装设备、起重设备等	一维码、二维码、RFID 标签、NFC 标签等	扫码器、PDA、手机、RFID 读写器、NFC 读写器等
4	备品备件类	钢铁企业所需的各类备品备件，如电机、轴承、轧辊等	一维码、二维码、RFID 标签、NFC 标签等	扫码器、PDA、手机、RFID 读写器、NFC 读写器等

5	转运设备类	钢铁生产相关的固液转运设备，如火车、鱼雷罐车、天车等	一维码、二维码、RFID标签、NFC标签、主动标识载体等	扫码器、PDA、手机、RFID读写器、NFC读写器、联网自动采集等
6	产品类	钢铁生产的产成品、中间品、副产品，如钢锭、钢坯、钢管、线材等	一维码、二维码、RFID标签、NFC标签等	扫码器、PDA、手机、RFID读写器、NFC读写器等
7	账票类	钢铁生产与销售过程中涉及的账票，如订单、运单、磅单、质保书等	一维码、二维码等	扫码器、PDA、手机等
8	企业与人员类	钢铁生产企业及产业链上中下游企业，以及企业内的工艺、生产、质检、物流、维修等相关人员	二维码、RFID标签、NFC标签等	扫码器、PDA、手机、RFID读写器、NFC读写器等

2.标识编码结构

在理清钢铁行业标识对象后，应本着统一、兼容、实用、可扩展等基本原则，制定对象的标识编码规范。一是要符合工业互联网标识解析体系架构，基于一种公有编码体系实现全局唯一；二是兼顾行业现行标准和企业应用需求，制定不同对象不同颗粒度的编码规则，并达成行业共识；三是在现阶段建立与企业内部编码的映射关系，通过过渡期逐步实现全行业规则趋同。当前，依托中国通信标准化协会和工业互联网产业联盟，以二级节点为牵引，钢铁行业对象标识编码标准正在研制中。按照唯一性、兼容性、适用性、可扩展性、科学性等原则，钢铁行业的标识对象编码基本规则如下图所示：

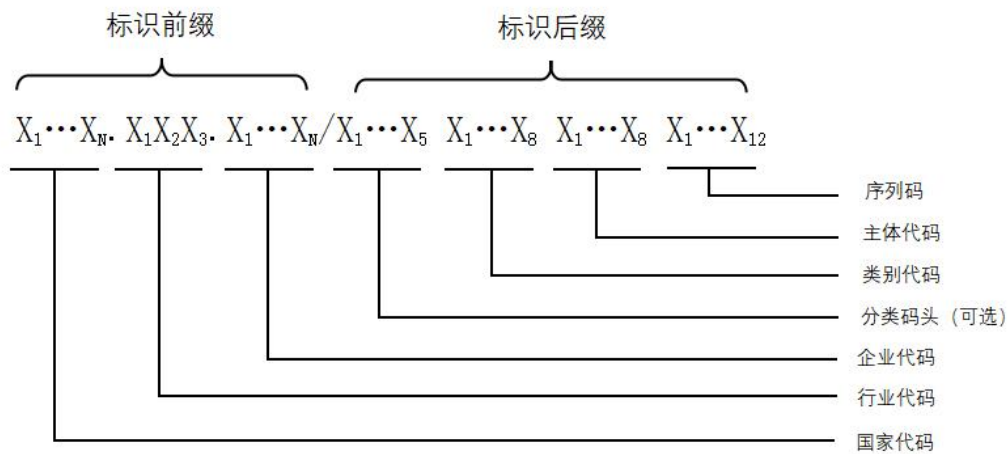


图 3 钢铁行业的标识对象编码基本规则

标识后缀的编码规则由行业自行制定。钢铁行业标识后缀编码方法参照GB/T 36377-2018的编码规则。

(三) 钢铁行业标识数据分析

1. 标识数据分布

钢铁行业标识解析数据是通过标识载体通过采集获得的在钢铁行业产业链上的采购、生产、销售等数据，包括设备信息、产品信息、物流信息等。钢铁行业标识解析相关的业务数据以及基于业务数据的赋能，具体描述如下。

业务数据类型一、钢铁行业生产过程类数据。主要应用于订单跟踪、生产跟踪、远程监造等。主要采集生产过程中原辅料的种类、成分和重量，气体流量、压力和总量，天车的位置和操作信息，生产过程中钢水温度和成分等，对现场采集的大量数据进行模拟、结合专家经验数据，根据热平衡和物料平衡计算公式，构建机理模型和动态模型，并机理模型和动态模型的持续迭代和优化；根据采集的标

识数据应用相应的机理模型进行计算、分析，指导技术人员进行工艺过程操作。

业务数据类型二、钢铁行业生产管理类数据。主要应用于能源环保、物流运输、结算扣款等。主要采集转炉倾角、位置，氧枪的高度，废钢添加的种类和重量等，根据工艺过程标识数据，通过模型计算分析，在作业过程中动态寻优、实时推荐最佳作业参数，进行工艺操作调整和优化，实现炼钢过程全局优化。

业务数据类型三、钢铁行业产品质量类数据。主要应用于质量追溯、质量协同、质量管理等。通过系统获取目标钢种成分和温度、原材料价格、炼钢成本、炼钢质量的标识数据，根据数据反馈结果，指导数据采集的内容、工艺优化操作流程，达到炼钢操作实时指导、物料配比优化、生产过程优化、产量最大、成本最优的目的。

业务数据类型四、钢铁行业设备管理类数据。主要应用于设备管理、设备点检、设备运维、备件管理等。指导技术人员安装、使用、维修设备，减少委外维修费用，延长设备使用寿命，降低备品备件的资金占用。

业务数据类型五、钢铁行业产业链协同类数据。主要应用于产销协同、供应商管理、财务协同等。通过订单系统获取成品钢材的需求量，获取冶炼所需的废钢、辅料、合金钢、气体等的数量和规格数据，获取搬运设备数据、仓储区域数据、PDA等条码识别数据，通过订单系统获取原辅料、产品运输数据，包括原材料和产品收发货位置、

运输的路线、运输车辆、视频和定位监控数据等，通过物流运输系统合理调配，实现运输产品和路线规范化管理，达到降本增效的目的。

业务数据类型六、钢铁行业权限设置类数据。主要应用于标识数据共享、交换、解析过程中的权限配置。记录产业链企业、人员的基本信息，以企业或人员为维度设置数据权限，保障数据流通中权限不扩散。

表 3 钢铁行业标识解析业务数据类型表

分类代码	分类名称	应用	基于业务数据赋能
1	钢铁行业生产过程类数据	原料采购、排产排程、生产实绩等过程的状态、进度等信息	跟进原料价格趋势，合理制定采购计划；基于市场需求预测进行排产排程；对生产过程的关键节点与信息进行跟踪，提升协作效率
2	钢铁行业生产管理类数据	物流跟踪、能源管控、环保监测、财务协同等过程管控与优化	实时了解物流运输状态；管理能源介质及高耗能设备，实现节能减排；对结算回款进行跟踪，高效对账
3	钢铁行业产品质量类数据	生产质量标准化管理，中间品质量管控，产成品质量追溯，产品质量优化	实现质量数据线上化，质量管理透明化，助力质量标准的贯彻落实，易于进行质量追溯、质量异议定责，提升产品质量

4	钢铁行业设备管理类数据	钢铁行业设备资产的管理，设备点检维修的指导，备品备件的库存管理	指导技术人员安装、使用、维修设备，减少委外维修费用，延长设备使用寿命，降低备品备件的资金占用
5	钢铁行业产业链协同类数据	实现钢铁行业产业链企业间数据的共享共用，通过订单、产品、物流等数据的流通，提高采购、生产、运输等过程的协作效率	赋能钢铁行业获得清晰的客户画像，有针对性的开展营销活动；赋能钢铁行业提升供应链安全性；建立产业链竞争优势，提升协作效率，缩短制造周期
6	钢铁行业权限设置类数据	记录产业链企业、人员的基本信息，以企业或人员为维度设置数据权限	保障数据流通中权限不扩散，数据所有企业拥有数据掌控权，可清晰获知数据流通链条，确保数据的安全使用

2.标识数据建模

为建立各类对象全生命周期的数字画像，需要对对象属性数据进行系统梳理，并规范属性数据组织形式和描述方法。根据工业互联网标识数据模型，如图所示。钢铁行业标识应用企业可基于该建模方法，建立全要素的数字模型，并定义属性数据的元数据规范，从而实现企业内部的数据管理以及企业外部的信息交互。

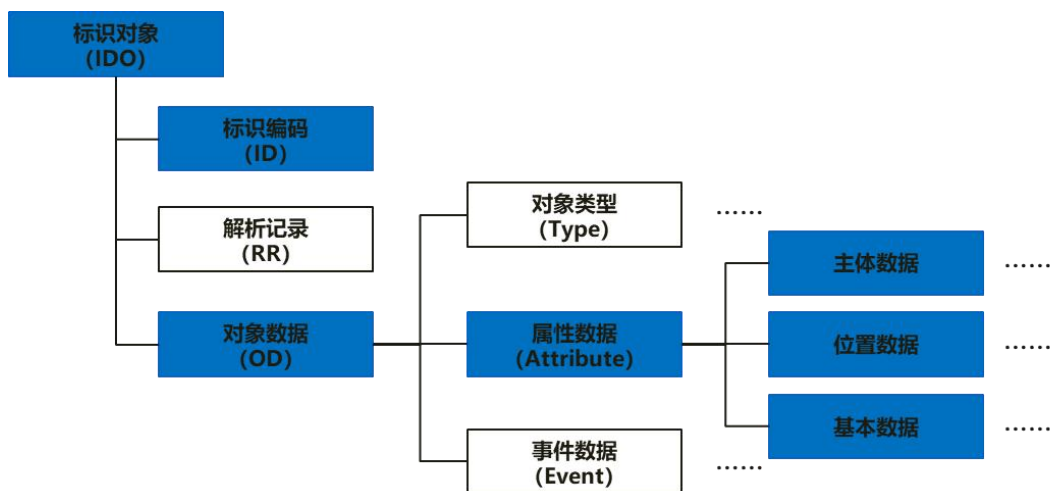


图 4 工业互联网标识数据模型

3. 标识数据分类

钢铁行业对象属性可根据各环节的业务需要进行组织。例如为实现产品的全生命周期管理，标识数据涉及生产过程、生产管理、产品质量、设备管理、产业协同、权限控制等多个环节多个场景，共计 36 个数据项。钢铁行业重点对象的标识数据类型参考如下表。

表 4 钢铁行业标识数据类型表

对象分类	序号	主要属性数据
钢铁行业生产过程类数据	1	原辅料种类、成分、种类
	2	生产环节气体流量、压力、总量
	3	天车位置、操作信息
	4	钢水温度，体积
	5	生产设备信息
钢铁行业生产管理类数据	1	生产环节名产
	2	工艺名称
	3	操作行为
	4	操作时间
	5	操作位置
	6	操作人员
钢铁行业产品质量类数据	1	产品名称
	2	产品种类
	3	产品成本
	4	产品质量
	5	原材料组成

钢铁行业设备管理类数据	1	设备安装信息
	2	设备使用信息
	3	设备维护信息
钢铁行业产业链协同类数据	1	入库时间
	2	入库位置
	3	出库时间
	4	维护人员
	5	库内操作
	6	原料运输信息
	7	产品运输信息
	8	运输车辆信息
	9	运输重量信息
	10	运输路线信息
	11	运输视频信息
	12	运输搬运信息
钢铁行业权限设置类数据	1	交易单据信息
	2	交易人员信息
	3	供应商信息
	4	原材料消耗数
	5	产品销售信息

3.标识应用分布

当前，钢铁行业工业互联网标识累计注册量43.3亿，累计解析量26.1亿，接入企业1074家，覆盖钢铁对象的60%，主要应用于钢铁行业设备与产品管理，应用分布如下。

表 2 钢铁行业标识应用分布

对象分类	对象名称	标识注册占比	标识解析占比	标签类型	编码规则	用途
冶炼工业炉类	焦炉、高炉、转炉、电炉、精炼炉	2%	2%	二维码	企业编码规则	产品设计
冶金装备类	连铸机、热轧机、冷轧机、减速机、矫直机、剪切机、拧接机等	2%	2%	二维码	企业编码规则	生产制造
通用设备类	吊装设备、起重设备、鼓风机、水泵、除尘器等	1%	1%	二维码	企业编码规则	供应链管理 质量检测 生产制造

备品备件类	电机、电气元器件、电缆、轴承、齿轮、轧辊、阀门、温度计等	5%	5%	二维码	企业编码规则	生产制造 维修管理
转运设备类	火车、鱼雷罐车、天车、行车、卡车等	5%	10%	二维码	企业编码规则	供应链管理
产品类	钢锭、钢坯、钢材、钢管、线棒材等	50%	20%	二维码	企业编码规则	质量检测 供应链管理 生产制造
账票类	合同、订单、运单、磅单、质保书、发票、点检表等	30%	55%	二维码	企业编码规则	质量检测 供应链管理
企业与人员类	供应商、承运商、客户企业等	5%	5%	二维码	企业编码规则	供应链管理

(四) 钢铁行业标识应用组织流程

企业开展标识解析应用一般分四个阶段，预研与评估阶段、节点建设与部署阶段、企业标识应用实施阶段、产业推广与运营阶段。基于数字化转型要求，企业应对工业互联网标识应用需求进行分析评估，明确其建设和应用路径并进一步开展实施。其路径有三，一是服务于企业内部的闭环标识体系建设，二是服务于现场、车间、企业、供应链多层级开环应用的企业节点建设，三是服务于产业链跨企业应用的二级节点建设，下图给出了三条路径的组织流程，包括各阶段的重点实施步骤、产出物和参与方。在建设和应用过程中，二级节点还应当为行业提供统一、可实施的技术指导，如依托协会和联盟开展行业编码、元数据、系统接口等规范研制，调动企业总结典型案例形成行业应用指南，聚集产业链建立应用生态，形成规模化应用。

1. 预研与评估阶段

企业根据自身发展现状，评估工业互联网标识及标识解析基础设施应用需求，当企业无外部信息交互场景时（例如内部资产管理），可自行建立私有标识的应用闭环；当企业存在交互场景时，可依托工业互联网产业联盟（AII）进行标识解析建设可行性分析，形成分析报告，由应用供应商进一步根据企业现状制定标识解析建设方案。

2. 节点建设与部署阶段

企业标识解析建设方案将明确建设路径，同时需开展标识解析标准化工作，以指导和支撑产业服务。其中，

二级节点建设应参照《工业互联网标识管理办法》、《工业互联网标识解析二级节点建设导则》及相关技术标准，主要包括评审、建设、测试、对接、许可等关键步骤。企业依托 AII 组成专家团队进行二级节点评审，并形成评审意见，同时由政府评估后出具推荐函；企业根据实施方案进行系统建设和部署，在标识注册管理机构授权的情况下注册二级节点前缀；系统需经过第三方测试形成测试报告；测评通过的方可与国家顶级节点开展对接并进行对接测试；对接完成后企业可向所在行政区域管理部门申请许可，政府依照管理办法审核并为企业颁发相应牌照；二级节点正式上线，对接企业节点开展标识注册、解析和应用服务，并与国家顶级节点保持注册和解析数据同步。

企业节点建设可依托 AII 或应用供应商制定实施方案，并开展系统建设；部署完成后企业可选择相应二级节点注

册企业节点前缀；根据行业编码规范为企业内标识对象分配标识后缀；开展标识应用后应与二级节点保持注册和解析数据同步。

标准化建设主要依托中国通信标准化协会（CCSA）和工业互联网产业联盟（AII），同时也鼓励二级节点联合本行业专业协会、研究机构等共同开展标准制定。为规范二级节点基础服务、保障基础设施稳定运行，二级节点应协同企业节点共同开展行业编码、元数据、系统接口等标准研制。

3.企业标识应用实施阶段

完成节点建设后，企业具备了基本的标识注册、解析能力，还需要在工业制造、物流仓储等现场部署标识及其关键软硬件。企业可通过 AII 或应用供应商根据建设方案提供赋码、采集、存储、和应用系统，基于工业软件中间件打通企业内部软件系统，基于顶级节点统一元数据管理构建企业主数据资源池，基于产品溯源、远程运维、数字化工厂等应用场景建设应用平台并与已有的工业互联网平台进行融合。

4.产业推广与运营阶段

随着标识应用的逐步壮大，二级节点应总结典型案例形成行业应用指南，引领企业接入工业互联网；依托 AII 开展应用成效的评估评测，完成第三方认证。

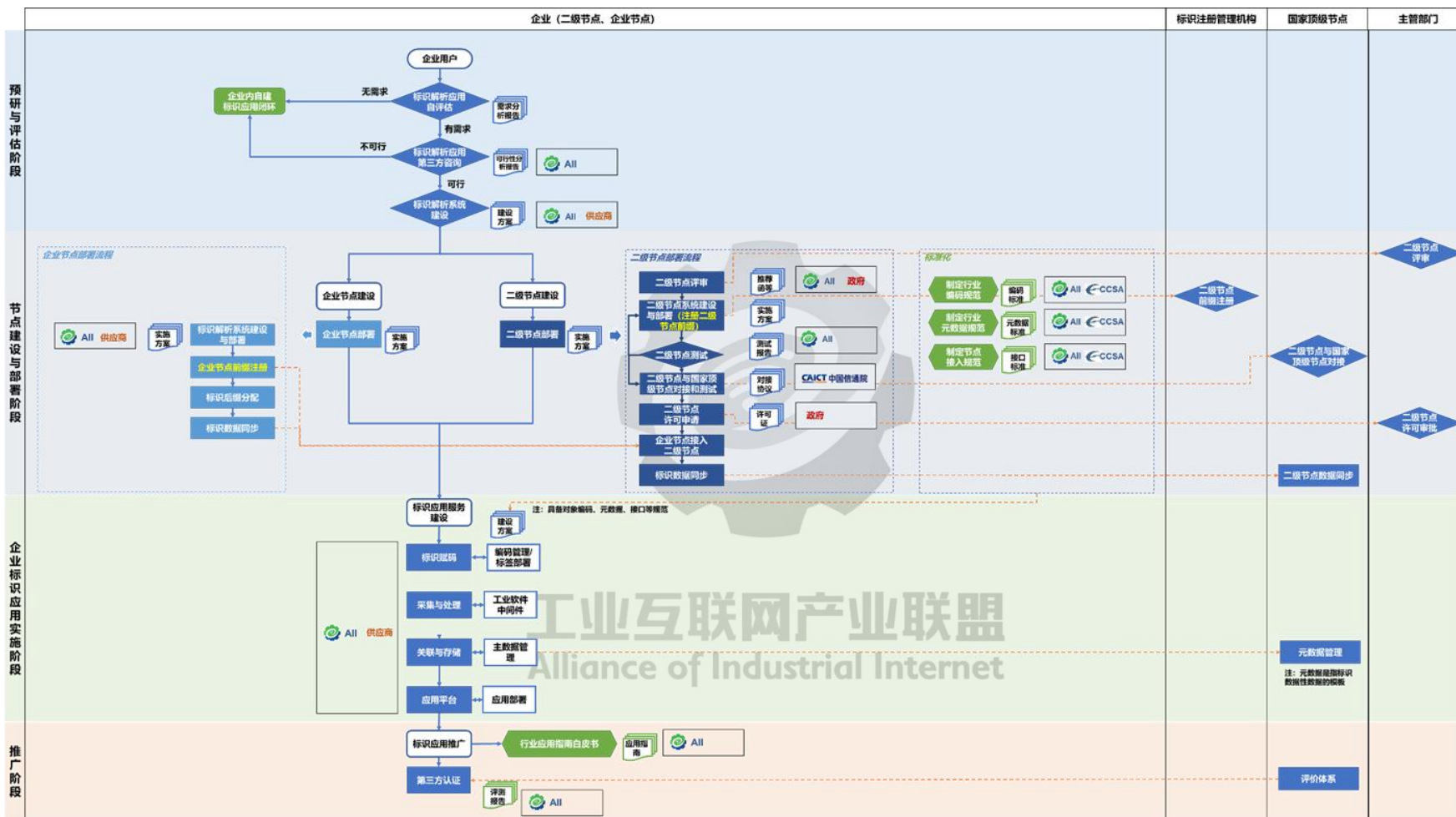


图 5 标识应用组织流程

四、钢铁行业标识解析应用模式

（一）钢铁制造产销协同

1.应用需求

客户需求传递不及时易偏差。钢铁行业的高端产品、特种钢材大多是面向大客户，如钢轨、石油管等产品，根据客户需求接单生产。客户需求往往偏个性化，加工要求、发货地也可能临时变更。然而，当前客户需求、验收情况等信息主要依赖业务员人工传递，信息常有滞后、遗漏，给制造企业造成资金损失。

客户无法实时了解生产及运输进度。高端产品、特种钢材往往是后续复杂工程中的一环，如轨道建设、油井建造等，客户迫切想要了解订单的生产、发运进度，以便安排后续接收、装配工作。当前信息的传递并不顺畅，钢材的生产、发运进度对客户是一个黑箱状态，体验不佳。

2.解决方案

通过标识解析二级节点打造产销协同应用，以订单标识为载体，向业务经理、客户等角色主动传递一手生产计划，生产实绩，入库、发运等信息，提高企业对内对和外订单沟通效率。订单执行过程中，通过订单标识入口规范客户要求提报渠道，减少客户需求变更次数，减少客户临时变更情况。将订单信息与客户付款信息进行关联，在监控订单执行进度的同时，及时提醒相关人员结算付款，缩短订

单回款周期，减缓资金占用。

通过为货运司机、物流公司委派车辆、社会货运车辆赋予唯一标识编码，及时掌握车辆信息，装载信息，确保司机、车辆、货物一一对应，避免出现人、车、货不匹配的情况。对接生产企业、物流公司、客户物流数据，形成易认易跟踪的标识数据，及时更新物流信息，监控物流状态。在发运、装卸、验收等环节，通过消息推送第一时间通知发货员、司机、业务客户等关键角色，提高促进物流公司及司机提升服务质量与水平，进而提升客户满意度。

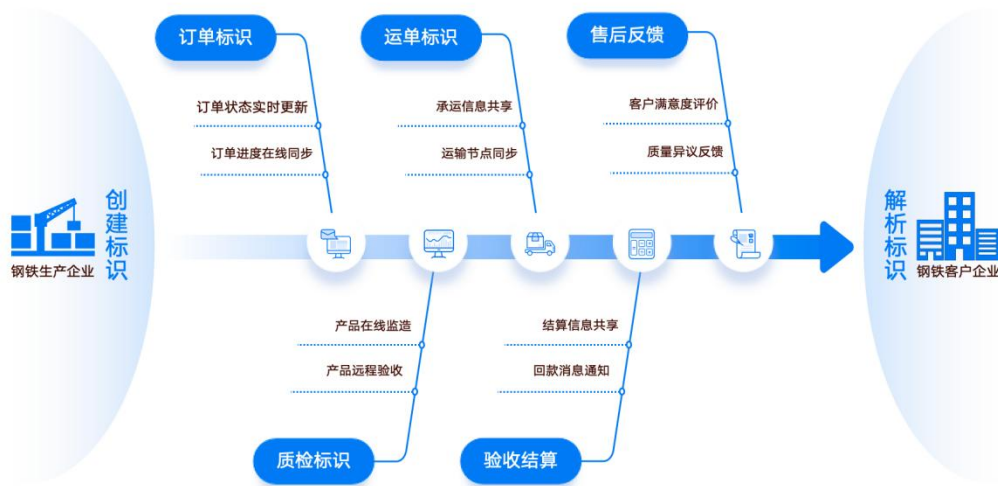


图 6 钢铁行业产销协同解决方案

3.典型案例及实施成效

案例 1：钢管制造企业产销协同（河南某钢管制造企业）

随着我国钢铁产量和消费量的不断增长，中国已经在全球钢铁行业中占据主导地位。其中，中国钢管产能占比全球 69%左右，钢管在全国钢材产品中占比 8%至 10%。其中无缝钢管常作为油、气的输送管道，其生产工艺复

杂、工序多，专业化程度高，市场需求和供应链的急剧变化要求无缝钢管生产企业具备高度的精益化和灵活性。

河南某钢管制造企业过去数据分散，多以人工方式传递信息、串联数据，依靠业务经理、发货经理等单一角色对外沟通后，再转达至企业内部相关角色，常常发生信息传递偏差、遗漏、滞后等情况，导致生产加工、运输装卸、验收安装等环节协同低效，订单生产、产品质量、物流运输的信息难以传递，服务水平上不去，给企业带来人工、罚款、返工等直接损失，还会带来产品竞争力弱，市场占有率低等严峻问题。

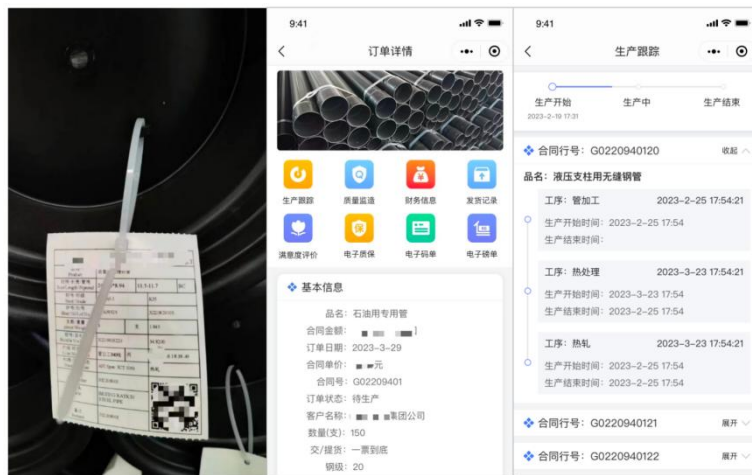


图 7 钢管制造企业产销协同

通过标识解析技术，为企业打造产销协同应用，将产品销售相关数据标识化，通过对数据统一、标准、规范的分层分级管理，构建适用于钢管业务的数据模型。基于订单、运单、产品、车辆、司机赋予标识，提供数据推送，追踪，分析等能力。各节点关键信息，均会主动推送给责任人，相关企业提前安排生产、运输、验收、入库等工作，提升企业协作效率。

基于该应用进行需求传递、需求沟通、需求反馈，确保准确生产，订单如期交付率提升至 95%。当前大多数表面瑕疵均能在线快速判定，为每笔订单节省 2~3 名跟单人员。制造企业能及时获悉产品到货验收、入库领用的真实情况，便于及时结算，有效缩短结算周期，减缓资金占用。

（二）钢铁产品质量管控

1.应用需求

全生命周期质量追溯难度大。钢材普遍用于较重要的环境或部位，对产品质量要求高，除了钢材外观外，客户还希望掌握原料、成品的检化验报告、物理实验报告等。当前过程检测数据分散在制造企业的检测中心和不同产线的化验处，且没有和产品实物做对应，不具备提供给客户的客观条件。

售后质量数据难聚集难分析。当前售后反馈记录分散，客户投诉和建议的提报渠道乱，未能有序跟踪，未做系统化管理。客户质量异议未与订单合同关联。不利于跟进质量指标，不利于产品持续改进。

2.解决方案

通过标识解析二级节点打造质量协同应用，以产品标识为载体，将原料、中间品等实物及检化验数据标识化，对不同维度质量检验数据进行分类分级管理。强化上下游配套件的全过程质量管控，打破质量壁垒，系统化管理采购、制造、售后等环节产品质量，实现全生命周期质量溯源，提升企业口碑和产品质量。

通过质量协同应用，将传统的纸质档案管理升级为数字化档案管理，实现产品质量信息的实时收集、整理和分析。通过该应用与供应商实现数据共享和协同，将质量要求准确传递给供应商，督促供应商提升质量保证能力、生产能

力和服务质量。对生产过程进行实时监控和预测。对生产过程中的原料、工艺参数、设备状态等数据进行跟踪、分析，及时发现潜在质量问题。对产品售后的质量异议、质量建议、质量反馈进行跟踪、分析、改进。制定数字化质量标准 and 目标，对生产过程和市场反馈的持续改进与优化，最终实现产品质量和竞争力的不断提升。

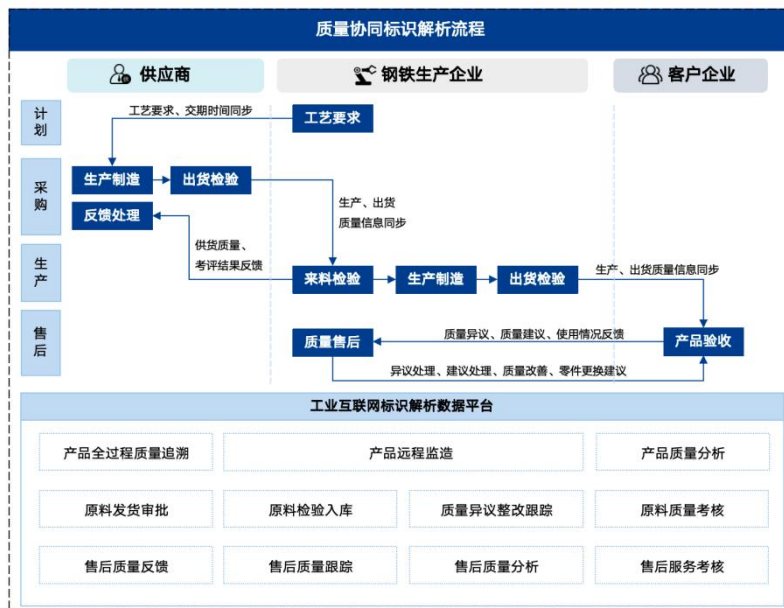


图 8 钢铁生产质量协同解决方案

3. 典型案例及实施成效

案例 2：钢铁生产企业质量协同（山东某钢铁生产企业）

钢铁生产企业面临着多方面的质量挑战，包括原料质量、生产过程稳定性、产品一致性等方面。为了提高产品质量、降低质量成本、增强竞争力，企业需要实现全面的质量协同。

山东某钢铁生产企业过去对供应商的质量管理缺乏有效的手段和方法，供应商质量保证能力参差不齐，而企业自身的质量管理也是以纸质文档为主，信息传递效率低，易出错。不同部门之间也存在沟通不畅，出现质量问

题无法及时解决，这一系列现状也导致了企业缺乏对质量数据的分析和挖掘，无法为产品的质量优化提供有效支持。

借助标识解析数据平台，打造企业协同应用。在原料采购环节，要求供应商上传质检报告，并提起发货审批，质量数据完整、符合要求才可安排发货。在生产过程中，支持企业在线上传检化验报告、电子质保书、现场监造照片和视频，根据客户、第三方监造需求和数据权限，在线提供各工序真实生产信息，确保生产合规，增强客户信任，实现产品生产全过程质量跟踪。在产品出厂后，支持在线补充和维护后续节点产品现场图片、视频等信息，当发生产品质量异议时可快速判断，第一时间反馈至生产企业，在减少跟单人员的基础上助力企业提高产品监造服务水平。

通过与上下游共享质量检验凭证、重要生产节点信息，将采购、生产各环节质量证明材料线上化，减少原料不合格批次，避免因原料质量问题造成的额外时间成本与材料成本。减少降级、次级产品占比，减少客户质量异议，提升产成品一次验收合格率至 98% 以上。

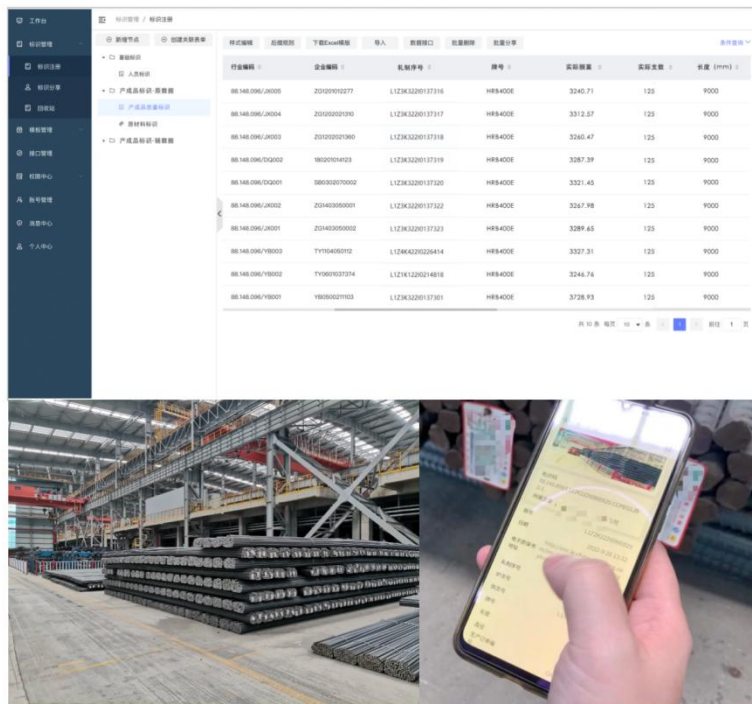


图 9 山东某钢铁生产企业质量管理

（三）钢铁制造供应链追溯

1.应用需求

制造企业与供应商信息互通性差。制造企业不了解供应商的产能与生产计划，供应商不清楚未来制造企业的需求量，双方缺乏共同的目标，无法合理对未来产能进行安排。供应商交货期延误、质量不合格的情况时有发生，制造企业信息滞后，无法及时识别风险，缺乏有效干预手段。

制造企业对供应商的考核规则粗放。目前对供应商的评价主要由采购部门执行，评价维度单一粗放，实际使用产品的业务部门的反馈分散，未形成有效数据，导致制造企业对配套件的后续实际效能缺少跟踪，对供应商的分级评价时缺乏客观真实数据的支撑，不利于供应链结构优化，也不利于供应商改进提升。

2.解决方案

通过标识解析二级节点打造供应链协同应用，为供应商、供配件、采购合同等创建标识，汇集采购需求、工艺要求、验收标准、检验报告、结算付款、使用评价等全过程数据。实现合同、库存、计划、进度、质量信息的实时共享和协同；建立配套件评价体系，要求业务需求方在不同节点阶段对配套件产品水平进行评价；构建供应商评价体系，实现对供应商的风险评估、分级评价。

供应链协同应用对接不同企业的 ERP、MES、财务系统，同时各企业可以完全掌控自身数据，达到对数据的字段级

权限控制，由各企业自主向哪些企业或个人开放共享哪些数据，实现数据的安全可控流通。供应商通过供应链协同应用，可及时获取下游制造企业近期的采购需求，制定科学合理的生产计划，准确了解加工生产的工艺要求，清晰理解供配件的验收要求，减少供配件返工返修损失。冶金装备制造企业通过供应链协同应用，使得企业的资源利用更加合理，降低了生产成本。通过全过程数据跟踪，对供应商绩效更真实可靠，企业的供应商管理更加科学，整体供应链的稳定性得到了加强。

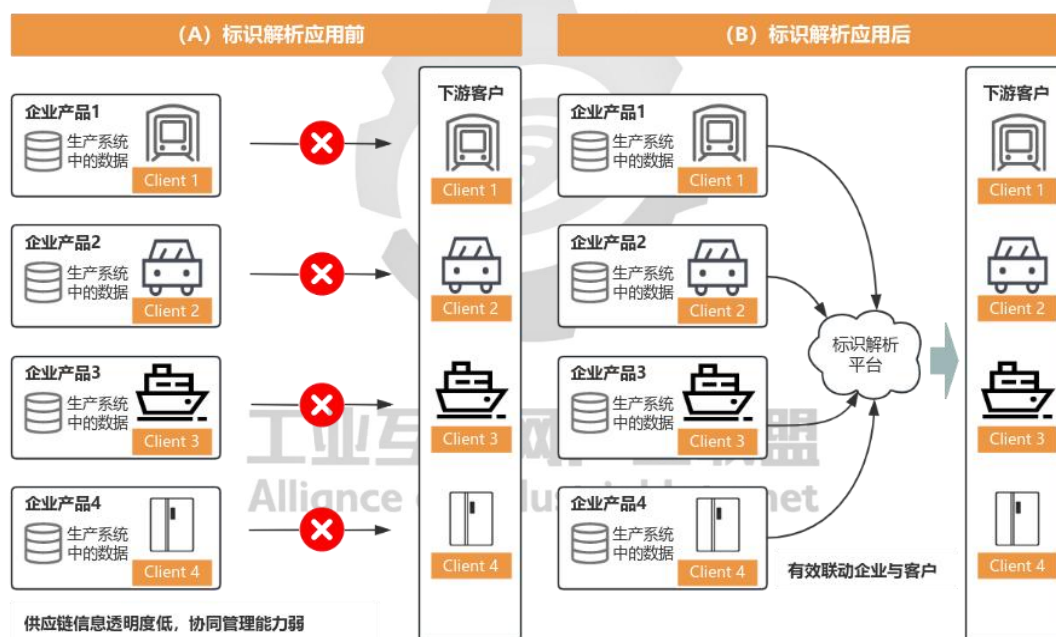


图 10 钢铁行业供应链互联协同管理的解决方案

3. 典型案例及实施成效

案例 3：钢铁行业供应链协同应用（重庆某冶金装备制造企业）

冶金装备多为个性化定制的大型装备，制造工艺流程复杂，过程中涉及大量的原材料、中间品、供配件等资源的采购、配置和运输，有效的供应链管理对于提高生产效率、降低成本、保证产品质量以及维持企业竞争优势至

关重要。但由于供应链的复杂性和不确定性，规划和管理难度较大。原料价格的波动、货源的稳定性、运输效率等因素都可能对生产计划和成本产生影响。企业希望有效管控原材料、中间品、供配件的采购、库存、运输等环节，与供应商建立紧密的合作关系，企业能更好地应对市场波动和不确定性因素，实现资源的优化配置。

重庆某冶金装备制造企业，当前与上下游企业之间依靠传统的沟通方式效率低下，信息传递容易出错。缺乏有效的资源调度和优化工具，资源利用率较低。由于供应链缺乏透明度，企业难以准确预估供应商的生产能力和库存水平。缺乏对供应商绩效的全过程跟踪及评估机制，难以科学的对供应商进行考核评价。

通过该系统形成了供应链服务解决方案，实现供应商全生命周期的管理，能规范供应商引入、评审、生效、退出等流程，加强状态管理对业务的管控。实现供配件一次验收合格率提升至95%以上，实现优质供应商占比70%以上，供应链安全性得到了很好的提升。

标识编码	合同号	订货代号	图号	名称	材质	技术参数	数量	制造过程	交货日期	生产进度	是否质检
88.148.007/PROCESS_PLANNING.2620651.003	2620651	2620651.003	3J21683_1_C	磁轭环零件	25CrNiMoV	焊接参数	22	水压→三金→热/黄→三金	2021/4/19	100.00%	否
88.148.007/PROCESS_PLANNING.2620651.002	2620651	2620651.002	3J21683_0_C	磁轭环零件	25CrNiMoV	焊接参数	4	水压→三金→热/黄→三金	2021/3/29	100.00%	否
88.148.007/PROCESS_PLANNING.2620651.001	2620651	2620651.001	2J16010_A	转轴零件	25Cr2Ni4MoV	机加参数	2	水压→三金→热/黄→三金	2021/2/26	100.00%	否

图 11 钢铁行业供应链协同系统平台

案例 4：钢铁行业产成品供应链互联协同管理

(鞍钢集团信息产业有限公司)

由于下游企业多使用自有标识体系，标识编码规则和标识数据模型均不统一，产品跨系统、跨部门、跨业务流动时无法有效进行信息共享和数据交互，产业链上下游难以实现资源的高效协同。

鞍钢集团旗下的鞍钢彩涂分厂通过接入鞍钢工业互联网标识解析二级节点应用服务平台，首先实现了生产钢卷的数字“身份证”，通过改造厂内已有自动化喷印设备，实现了钢卷的一物一码防伪溯源，目前钢卷是每隔 10 米喷印一个二维码及产品标识信息，待车间自动化设备升级后，将实现每隔 2 米喷印一次，保证用户在使用时即便是切割后依然有正品标识在，保证品牌形象，保护用户利益。下一步将鞍钢标识解析服务平台和厂内的 WMS 和 ERP 进行对接，实现钢卷在仓储管理时的快速扫码出入库，以及对供采订单的数字化管理。车间生产设备通过赋标识码，也进行了全生命周期管理，一机一码，扫码进行日常巡检、保养、维修等操作，提高了设备管理的效率。

钢材生产企业在实施工业互联网标识解析体系后，将统一的国家标识作为产品和设备的唯一“身份证”，对企业的提升是显著的：

一是打通了企业内部的信息“孤岛”。统一的编号体系，使得一码可以贯穿企业内部从原材料采购、生产制造到销售出厂，从售后服务到资产设备管理的全部流程，企业内部各部门间将不再是一个个信息“孤岛”。

二是链接了企业的外部资源。有了统一标识码，出厂产品将不再是“断线风筝”，通过用户随时随地查询、记录、追溯产品的流程及使用信息，将有价值的外部信息通过国家标识码反馈给设计研发部门，为企业产品升级提供源源不断的数据支持。

三是丰富了产品的营销手段。统一标识码可以承载丰富的文字、图片、

视频信息，用户扫一码而知全部，让每一个产品“会说话”。厂家可以精准掌握产品流向，直接获取扫码客户的第一手信息，及时与潜在客户沟通交流。

四是提高了企业的设备资产管理效率。资产设备管理一体化，资产设备全部赋标识码，对设备进行全生命周期管理，工作人员扫码进行日常工作，巡检保养盘点扫码执行，可有效避免漏检、误检、先登后检等人为失误。

五是稳定了供应链关系。供应商带码供货、采购方扫码入库，提高了供应商交付效率，提升了供应商综合保障能力，有效解决了大企业或政府采购中的“低价中标”困局。

六是降低了企业的打假费用。多用户扫描同一标识码、不同地域扫描同一标识码，即可引发企业后台报警，暴露制假售假信息，实现防伪追溯厂家主动出击，有效保护品牌形象，大量节省打假费用。



图 12 钢铁行业产成品供应链互联协同管理

案例 5：钢铁行业数字供应链协同平台（青岛迪乐普精密机械有限公司）

青岛迪乐普精密机械有限公司原材料主要为热基锌铝镁镀层卷板，该材料由北京某钢厂专门为其定制开发，由于钢厂的销售政策，公司必须采取预付款形式向钢厂进行订货，钢厂发货周期为 35 天，另外公司还有部分采购小单、由于量少导致单价较高，整个供应链周期较长、交易复杂，资金压力较大，抗风险能力低。此外，由于钢铁物流企业属于资金密集型行业，需要投入大量的资金用于运输设备、仓储设施等方面。青岛迪乐普精密机械有限公

司由于业务需求，常年原材料库存需保持在 3000 吨，仓储成本居高不下。且目前仓储运输相关业务未与其他环节打通，各环节缺乏有效的信息共享和协同作业，使得企业无法实现资源的优化配置和高效利用。

基于迪乐普公司的供应链协同需求，浪潮云洲为该公司建设了基于标识解析的数字供应链协同服务平台。

主要聚焦供应链管理和智能仓储两大应用场景，开展数字化协同服务。

供应链管理：以需求为核心，从订单出发，整合和优化供应业务流、信息流、商品流和资金流，连接钢厂、仓储方、客户方等资源进行业务协同及资源优化配置，提供订单汇聚、货物监管、物品流通跟踪、供应链金融等服务，促进消费与生产、供应与制造、产品与服务等环节跨企业、跨地区、跨行业的数据共享，实现物品的全生命周期管理，打造供应链管理新模式，提高产业链供应链运行效率，从而增强供应链韧性。

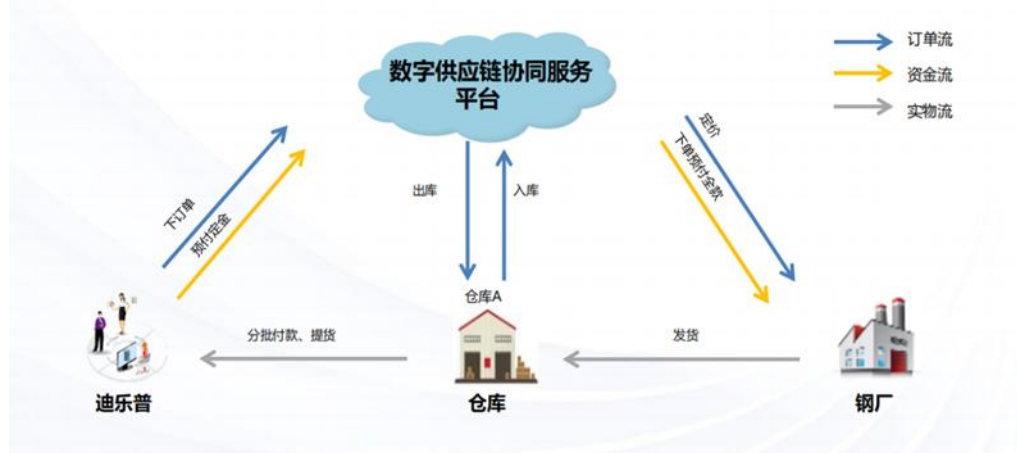


图 13 基于标识解析的钢铁行业数字供应链体系

业务（订单）流：企业在平台下单后，基于标识解析系统赋予该订单唯一编码，平台聚集同类型采购订单，形成规模化订单，与上游钢材厂商锁定有竞争力的价格，进行集约采购，降低采购成本。资金流：企业付 15% 预付款给平台，资金关联至对应的订单，平台整合下单并预付全款给钢厂，钢厂发货到仓库，企业分批付款提货，尾款与预付款订单的标识编码进行匹配核对。商品（实物）流：钢材分批发货，平台实现货权管控，并对每笔货物进

行唯一标识编码，关联到订单，接到平台授权后，物流服务商才可出库交付。信息流：通过对数据整理，建设多维度数据模型，构建供应商画像系统，选出可以长期合作的优质供应商，降低合作风险。

该场景改变原有线下供应链订单业务模式，帮助钢铁行业上下游采购过程中聚小单变大单，从而降低企业采购成本，通过平台应用降低采购成本2%，缩短订单交易时间50%。同时，实现供应链上下游企业业务活动统筹衔接、跨区域资源集聚和资源调配；同时通过平台及运营服务，已帮助迪乐普公司增加订单量增加30%。

智慧仓储应用：迪乐普选定山东汶汇港物流有限公司为仓储合作方，基于智能摄像头，智能锁，UWB定位，RFID标识，智能叉车/行车，数量扫描仪等智能设备进行仓库智能化改造，通过引入工业互联网标识解析，融合多系统多设备数据，实现多品类，多仓库，多监管设备的管理，多维度数据监管，作业全流程监管（入库、地磅、加工、翻库、出库、盘点等）。并通过在货位上安装可视监控设备、电子围栏实时监控货物动态。

该应用场景改变了迪乐普现有仓库距离远、仓储短倒费用高的现状。将原有仓库距离生产基地37千米变为距离生产基地13千米的汶汇港仓库，将室内仓储费10元/吨降低为7元/吨，短倒加仓储费降低约20元/吨。按年3-6万吨钢材使用量计算，年节省费用约60-120万左右。）

基于标识解析的数字供应链协同服务平台，驱动上下游产业链升级，提高产业链供应链韧性，填补了行业内缺少供应链综合服务平台的空白，可以为客户提供满足多种需求的“一站式”服务体验。

（四）钢铁行业智慧炼钢

1.应用需求

近些年国家出台了一系列的产业政策，包括智改数转、中国制造2025、新旧动能转换，都对钢铁行业产生前所未有的影响。钢铁行业在国民经济发展过程中占有重要地位，

炼钢能源消耗占钢铁生产流程的 10%左右，降本空间占比 20%左右，节能减排、提高生产效率是钢铁行业发展的必然趋势。

企业要维持高质量发展，成本持续优化成为炼钢管理者关注的重点。综合钢厂各方面的生产成本考虑，当废钢价格低于铁水成本 200 元/吨及以上时，用废钢进行生产的性价比优势明显。但当前废钢市场种类繁多，定价乱象丛生。如何在纷繁复杂的市场乱象中寻找到最优性价比的废钢，来降低铁水消耗、提高废钢用量，从而达到收益最大化，是管理者面对的重大挑战。

数据是钢铁行业数字化转型关键性驱动要素，但炼钢工序流程复杂，如何精确获取、分析数据是技术人员关注的重点。现阶段炼钢工序工艺流程复杂、工序间参数波动大以及数据信息多源异构，工序间自动化水平参差不齐，数据信息可靠度低。面对大量的生产数据，真伪难辨，繁杂的统计分析，错误也在所难免。如何实现真实、高效的数据收集、有效分析、问题的精准定位，为生产提供可靠的决策依据，是技术人员和财会人员的困扰。

转炉炼钢过程涉及多道工序，现阶段炼钢数字化水平低，如何在信息化基础上打通各作业工序，把多源异构数据应用起来，是提高炼钢效率的重点。以炼钢转炉为中心，通过建设标识解析系统，对入炉的铁水、合金、废钢、辅

料、氧气、氧枪等作业设备设施数据进行注册、解析，按照炼钢作业流程把各炼钢车间、冶炼工序的标识数据串联起来进行数据分析、回溯，消除数据孤岛，是提高冶炼效率、降低成本的重点。

钢铁生产工序复杂，生产全流程均为“黑箱”，如何建立炼钢过程机理模型和数字模型，指导炼钢工艺优化和提升生产效率，是炼钢智能化的重点。炼钢过程温度较高、物理化学反应迅速，再加上检测手段欠缺、信息反馈不及时，导致生产过程不确定，质量不达标、生产效率低水平徘徊。如何根据热平衡和物料平衡，融合成本、命中率、炼钢效率等因素建立机理模型，将炼钢工艺技术和现场专家经验与数字化技术相结合，进行数据的模拟优化，并根据模型推荐指导数据参数进行炼钢作业，是炼钢作业人员非常关心的问题。

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

2.难点分析

转炉冶炼工艺是钢铁全流程工序中操作难度大、技术要求高、工序成本占比较大的环节，如何有效解决物料优化、提高终点命中率、降低吨钢成本、提高冶炼效率是炼钢工作人员一直关注的问题。

数据的采集、分析、共享难。炼钢生产工艺复杂、不透明，涉及到原材料和辅料添加、碳含量控制、有害元素

去除、氧气和温度调控等。转炉冶炼过程中各因素相互制约、相互影响。如何采集原辅料、吹氧量、热量输入等数据非常困难，并且数据的采集、分析和快速共享也决定了钢铁冶炼的成本和效率。

操作指导和工艺优化难。原辅料在炼钢过程中充当多个角色、实现多个功能，但原辅料的加入量和加入时机会影响冶炼的热平衡和物理平衡，如何在工艺波动的情况下加入原辅料非常关键。含碳量多少影响钢材性能，吹氧是控制碳含量的重要手段，决定反映效果和拉碳时机，在炉内物理化学反映非常迅速的情况下，如何精确控制氧枪的枪位、流量、流速非常重要。

3.解决方案

现阶段转炉炼钢整体数字化水平低，而且冶炼过程工序复杂、生产全流程为“黑箱”操作，作业过程中各工序数字化作业环境不稳定、信息孤立、数据采集困难，无法通过智能化手段对现场作业数据进行计算分析、优化并指导炼钢操作，缺少数字化展示、智能应用平台，转炉炼钢成本高、冶炼效率低。

浪潮云洲秉承“精益+智能”理念，依托工业互联网“双跨”平台，创新研发智能炼钢系统，囊括成本优化、智能调度、主操冶炼、合金优化、数据管理、生产追溯等十一大模块，

封装机理模型、动态机器学习模型，以及专家经验模型，将炼钢工艺技术和现场专家经验、诀窍与数字化技术相结合，实现了在成本最优的前提下，精准指导炼钢操作。

打造数字化智能炼钢生产环境。在炼钢作业现场各工序部署传感器、摄像头、定位设备、气体分析仪，在主控室部署智能炼钢一体机、网关、大屏等设备，解决转炉生产各工序的设备、仪表连接问题，提供稳定的智能作业环境、确保数据采集的准确性。

建立标识解析体系，进行数据采集、关联互通。建立钢铁行业转炉炼钢工业互联网标识解析体系，基于统一的编码规则 and 标准，以一维码、二维码、无线射频识别标签、主动标识设备等方式赋予原辅料、作业设备、采集设备、检测设备、温度、钢水成分、气体种类和含量等标识对象唯一的“电子身份证”，实现一物一码。使用智能传感器、气体分析仪、成分检测仪等设备进行炼钢各作业工序数据的采集。通过标识解析体系，将分散的信息关联起来，实现转炉炼钢全流程、全要素的信息互通。

打造智能炼钢系统数据模型，进行数据计算、分析、展示。通过智能炼钢对数据的完整性、可用性进行分析，清洗错误数据，导入炼钢工作者长期积累的经验数据。根据物料平衡、热平衡的基本原理，以机理模型+动态模型相结合，以成本最优、命中最准、效率最高建立多元多维度

非线性目标极限寻优方程，建立冶炼过程动态寻优模型、氧枪动态规划模型、炉内实时预测模型、辅料动态优化模型、合金动态优化模型。实时研判入炉原材料状况，利用过程状态方程导入的智能炼钢模型进行动态分析、精准判断和科学决策。

基于智能炼钢系统的囊括成本优化、合金优化、数据管理、生产追溯等模块，结合智能炼钢系统数据模型，对入炉冶炼数据进行计算、分析，结合现场专家经验、诀窍对数据进行优化，精确指导炼钢操作。智能炼钢系统包含智能调度、3D 数字化展示模块，对转炉冶炼中各工序进程、铁水消耗量、废钢消耗占比、辅料消耗、吹氧量、氧枪位置和角度、炉内温度、废钢成本等数据进行统计、分析、展示，结合现场作业进程指导作业人员进行智能作业调度，规范冶炼操作流程、形成数据报表、指导业绩管理。从而达到降低炼钢成本，提高双命中率，实现效益最大化目的。

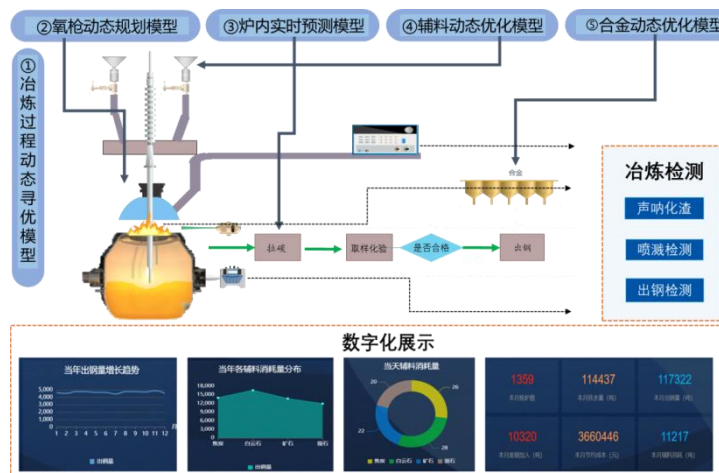


图 14 智能炼钢系统模型

转炉炼钢智能优化指导。通过构建的废钢、辅料、氧气、枪位、终点、合金等动态模型和机理模型，在冶炼过程中通过系统模型实时推荐的数据进行作业。通过智能炼钢系统主操控室界面，对冶炼过程进行跟踪管理、冶炼配置进行优化、基于数字孪生技术对出钢、加废钢过程进行演示，通过神经网络算法模型、数据清洗模块对冶炼数据进行分析优化，实现对冶炼过程进行管理、氧枪动态规划寻优、达到合理配料、精确枪位控制、及时拉碳、并以最优成本加入合金进行冶炼，最终达到产量最大、成本最优的目的。

案例 6：精益+智能炼钢系统（无锡新三洲特钢有限公司）

无锡新三洲特钢有限公司 2001 年成立于江苏省无锡市，主营高线线材和螺纹钢。炼钢厂现有 2 座 50 吨转炉、1 座 50 吨电炉。但 2 号转炉炼钢工序存在炉料结构复杂多变、各种原辅料成分不稳定、炉内反应无法实时监测、黑箱化现象严重的现象，浪潮云洲智能炼钢系统针对 2 号转炉冶炼过程中质量成本控制难、管理规范落地难、冶炼经验提升难、数据追溯分析难等炼钢痛点，依托工业互联网“双跨”平台，创新研发极数炼钢系统，囊括数字化业绩管理系统、炉前调度系统、智能吹炼系统、炉后调度系统四大场景解决方案。

通过标识解析体系，构建智能炼钢机理模型和动态模型。从冶金的基本理论出发通过理论推导，同时结合生产现场的大量数据和专家的经验，梳理机理计算公式，嵌入系统中做基础运算。采用 AI 算法，构建 6 个模型：废钢模型（推荐废钢加入量）、造渣模型（推荐辅料加入量）、供氧模型（推荐氧气加入量）、氧枪位置规划、实时终点预测、寻优模型。在标识解析的基础上，结合数

据驱动模型算法、炼钢机理模型基础公式、算法专家支撑工具，提供工艺专家和现场工人支撑应用，实现机理模型和动态模型的持续迭代和优化。通过数据采集、计算、分析，为炼钢作业提供数据指导，达到炼钢操作实时指导、物料配比优化、生产过程优化、产量最大、成本最优的目的。其中 2#转炉冶炼过程中，石灰利用率达 90%，钢水温度合格率达 98%，终点双命中率提高到 80%，冶炼周期缩短 5%，高线和螺纹钢碳含量、杂质和有害元素率脱除率都达到指标要求。



图 15 精益+智能炼钢系统

五、发展建议

（一）标识解析赋能数据协同，实现精细生产

一是从顶层设计出发，制定全面的数字化转型蓝图，将标识解析体系融入企业总体发展规划中，确保标识解析体系与现有系统架构的无缝集成，保障系统间的综合集成能力。二是强化数据治理，确保数据的准确性和实时性，利用标识解析技术对生产流程进行优化，实现生产过程的自动化和智能化，为企业决策提供可靠的信息支持。三是加强供应链管理，通过标识解析实现供应链上下游数据互通，实现上下游数据的透明化和协同化，提升供应链的整体效率。

（二）标识解析赋能企业管理，优化管理模式

一是鼓励标识解析赋能产业链供应链数字化，支持企业利用标识解析技术实现生产、加工、运输、检测等环节的全面数字化，提升智能化生产管控和供应链优化能力。二是推进标识解析赋能绿色低碳管理，通过标识解析技术，构建碳排放数据管理体系，提升能源数据与碳排放数据的采集监控、智能分析和精细管理水平。三是利用标识解析提升安全管理水平，利用标识解析技术进行风险监测和预警，提升企业关键设施设备的安全风险监测预警能力。

（三）标识解析推动技术融合，加速应用创新

一是利用标识解析捕获数据的优势，推进“数字孪生”技

术将虚拟模型与实际生产相结合，实现冶炼过程的可视化和精细化管理，提高生产效率和产品质量。二是强化标识解析与区块链融合，推进钢铁企业实现供应链的全面监控和管理，优化物流管理，减少信任成本。三是推进标识解析与人工智能创新应用，深化人工智能技术与制造流程的融合，通过标识解析实现主体追踪，人工智能提升生产效率和产品质量，实现钢铁生产整体的智能提升。



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet