ICS 35.240.50
CCS L70

团　　体　　标　　准

T/NXJX 005—2021

煤矿企业智能制造能力成熟度评估细则

Evaluation rules of intelligent manufacturing capability maturity for coal mine enterprises

全国团体标准信息平台

2021－08－06 发布　　2021－09－06 实施

宁夏机械工程学会　　发 布

全国团体标准信息平台

目　　次

前言 II
1　范围 1
2　规范性引用文件 1
3　术语、定义和缩略语 1
3.1　术语和定义 1
3.2　缩略语 1
4　评估内容 2
4.1　成熟度模型 2
4.2　成熟度等级 2
4.3　能力要素 3
4.4　成熟度要求 3
5　评估过程 3
5.1　评估流程 3
5.2　预评估 3
5.3　正式评估 4
5.4　发布现场评估结果 5
5.5　改进提升 5
6　成熟度等级判定 6
6.1　评分方法 6
6.2　评估域权重 6
6.3　计算方法 6
6.4　成熟度等级判定方法 7
附录A（规范性）　煤矿企业生产能力域成熟度要求 8
A.1　人员 8
A.2　技术 9
A.3　资源 10
A.4　制造 10
附录B（资料性）　煤矿企业智能制造能力成熟度评估表 18
附录C（资料性）　评估报告纲要 41
C.1　评估概述 41
C.2　评估活动总结 41
C.3　评估结果综述 42
C.4　评估结论 42
C.5　评估强项、弱项分析 46
C.6　评估建议项 46
参考文献 47

前　言

本文件按照GB/T 1.1—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。

本文件由宁夏回族自治区工业和信息化厅提出。

本文件由宁夏机械工程学会归口。

本文件起草单位：国家能源集团宁夏煤业有限责任公司、宁夏宝丰能源集团股份有限公司、中铝宁夏能源集团有限公司、中煤科工集团武汉设计研究院有限公司。

本文件主要起草人：邹健、周光华、杨丽坤　赵文华、王星宇、王森、党海波、刘青红、张振明、蒋栋、张一苇、郑宇、刘艳、张杰、林红梅、王鲁、张锐、王海瑞、张铁聪、冯涛、邓新东、刘明、马红、车耀红。

全国团体标准信息平台

煤矿企业智能制造能力成熟度评估细则

1 范围

本文件规定了煤矿企业智能制造能力成熟度评估工作的评估内容、评估过程和成熟度等级判定，并给出了开展评估活动所需的评估表及评估报告纲要供本文件的使用者参考。

本文件适用于煤矿企业智能制造能力成熟度评估工作的具体开展。

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 39116-2020 智能制造能力成熟度模型

GB/T 39117-2020 智能制造能力成熟度评价方法

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

GB/T 39116和GB/T 39117界定的术语和定义适用于本文件。

3.1.1

智能制造能力 intelligent manufacturing capability

为实现智能制造的目标，企业对人员、技术、资源、制造等进行管理提升和综合应用的程度。

[来源：GB/T 39116-2020,3.1.1]

3.1.2

评估域 assessment domain

用于开展智能制造能力成熟度评估的核心条款集合。

[来源：GB/T 39117-2020,3.1]

3.1.3

评估发现 assessment findings

将收集的评估证据对照评估准则进行评估的结果。

[来源：GB/T 39117-2020,3.3]

3.1.4

煤矿智能化建设 Intelligent construction of coal mines

采用物联网、云计算、大数据、人工智能、自动控制、移动互联网、智能装备等与煤炭开发技术装备进行深度融合形成全面自主感知、实时高效互联、自主学习、智能分析决策、动态预测预警、精准协同控制的煤矿智能系统，实现矿井地质保障、煤炭开采、巷道掘进、主辅运输、通风、排水、供电、安全保障、分选运输、生产经营管理等全过程的安全高效智能运行的建设。

[来源：煤矿智能化建设指南(2021年版)]

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

IT:信息技术（Information Technology）

ESB:企业服务总线（Enterprise Service Bus）

ODS:操作数据存储（Operation Date Store）

PLC:可编程控制器（Programmable Logic Controller）
OPC:过程控制的OLE（OLE for Process Control）
RFID:射频识别（Radio Frequency Identification）
SDN:软件定义网格（Software Defined Network）
AGV:自动引导运输车（Automated Guided Vehicle）

4 评估内容

4.1 成熟度模型

4.1.1 本文件中规定的煤矿企业智能制造能力成熟度模型基于 GB/T 39116-2020 中第 4 章规定的模型，根据煤矿企业业务活动特性进行裁剪得出。

4.1.2 本模型由成熟度等级、能力要素和成熟度要求构成，其中，能力要素由能力域构成，能力域由评估域构成，如图 1 所示。

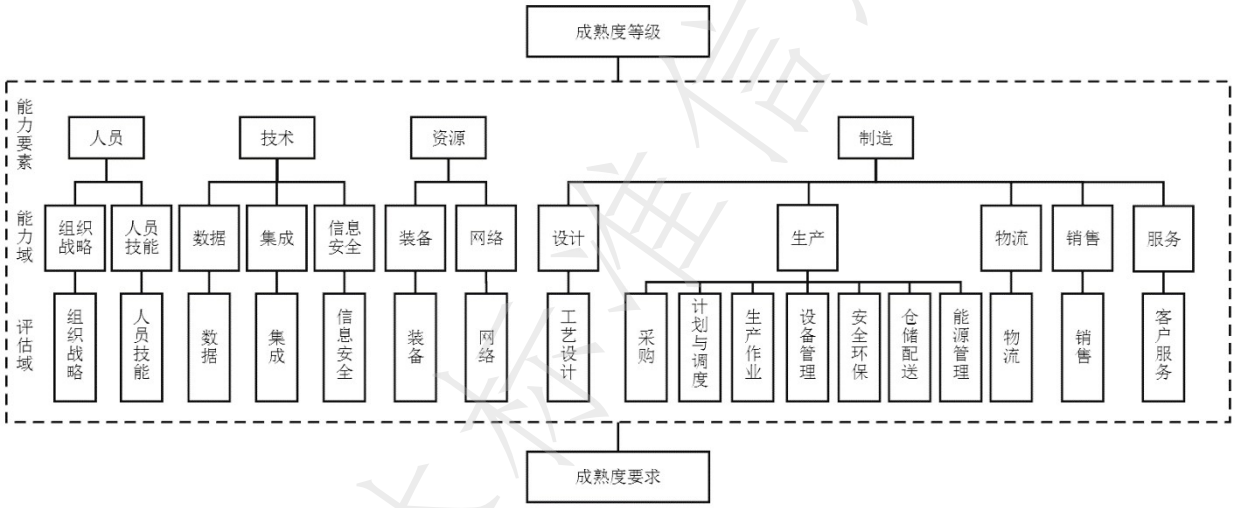


图1 煤矿企业智能制造能力成熟度模型

4.2 成熟度等级

成熟度等级规定了智能制造在不同阶段应达到的水平。成熟度等级分为五个等级，自低向高分别为一级（规划级）、二级（规范级）、三级（集成级）、四级（优化级）和五级（引领级），如图2所示。较高的成熟度等级要求涵盖了低成熟度等级的要求。

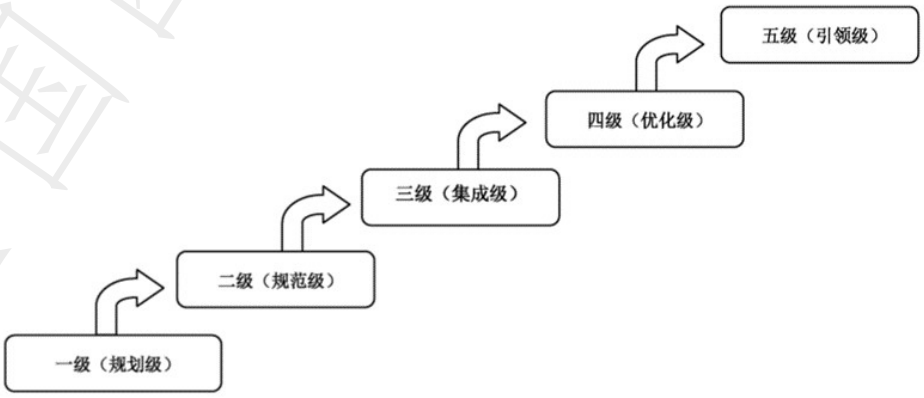


图2 成熟度等级

一级(规划级)：企业应开始对实施智能制造的基础和条件进行规划，能够对核心业务活动（设计、生产、物流、销售、服务）进行流程化管理。

二级(规范级)：企业应采用自动化技术、信息技术手段对核心装备和核心业务活动等进行改造和规范，实现单一业务活动的数据共享。

三级(集成级)：企业应对装备、系统等开展集成，实现跨业务活动间的数据共享。

四级(优化级)：企业应对人员、资源、制造等进行数据挖掘，形成知识、模型等，实现对核心业务活动的精准预测和优化。

五级(引领级)：企业应基于模型持续驱动业务活动的优化和创新，实现产业链协同并衍生新的制造模式和商业模式。

4.3 能力要素

能力要素给出了煤矿企业智能制造能力提升的关键方面，包括人员、技术、资源和制造。人员包括组织战略、人员技能2个能力域。技术包括数据、集成和信息安全3个能力域。资源包括装备、网络2个能力域。制造包括设计、生产、物流、销售和服务5个能力域。

根据煤矿企业自身业务活动特点，设计包括工艺设计1个评估域，生产包括采购、计划与调度、生产作业、设备管理、仓储配送、安全环保、能源管理7个评估域，物流包括物流1个评估域，销售包括销售1个评估域，服务包括客户服务1个评估域。

本文件给出了煤矿企业的评估域，煤矿企业受评估时对评估域不应进行裁剪。

4.4 成熟度要求

能力域及评估域的成熟度要求是根据煤矿企业特点进行设定的，应按附录A中给出的煤矿企业通用的人员、技术、资源、制造要素智能制造能力成熟度等级进行评估。

5 评估过程

5.1 评估流程

智能制造能力成熟度评估流程包括预评化、正式评估、发布现场评估结果和改进提升，如图3所示。

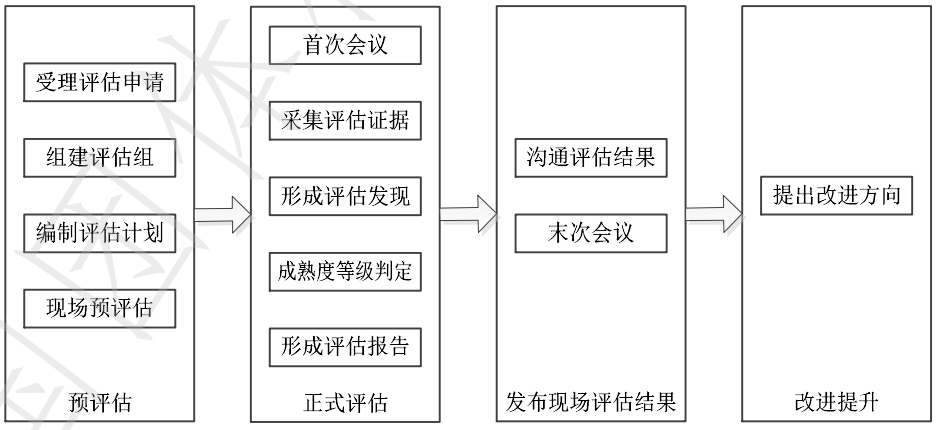


图3 智能制造能力成熟度评估流程

5.2 预评估

5.2.1 受理评估申请

评估方对受评估方所提交的申请材料进行评审，确认受评估方所从事的活动符合相关法律法规规定，实施了智能制造相关活动，并根据受评估方所申请的评估范围、申请评估等级及其他影响评估活动的因素，综合确定是否受理评估申请。

评估过程中使用的评估域权重应按本文件的规定执行，权重不应调整。

5.2.2 组建评估组

应组建一个有经验、经过培训、具备评估能为的评估组实施现场评估活动，应确认一名评估组长及多名评估组员，评估人员数量应为奇数。

评估组员职责包括：

a) 应遵守相应的评估要求；

b) 应掌握运用评估原则、评估程序和方法；

c) 应按计划的时间进行评估；

d) 应优先关注重要问题；

e) 应通过有效的访谈、观察、文件与记录评审、数据采集等获取评估证据；

f) 应确认评估证据的充分性和适宜性，以支持评估发现和评估结论；

g) 应将评估发现形成文件，并编制适宜的评估报告；

h) 应维护信息、数据、文件和记录的保密性和安全性；

i) 应识别与评估有关的各类风险。

评估组长履行评估组员职责的同时，还应履行以下职责：

a) 负责编制评估计划；

b) 负责整个评估活动的实施；

c) 实施正式评估前对评估组员进行评估方法的培训；

d) 对评估组员进行客观评价；

e) 对评估结果做最后决定；

f) 向受评估方报告评估发现，包括强项、弱项和改进项；

g) 评估活动结束时发布现场评估结论。

5.2.3 编制评估计划

智能制造能力成熟度评估分为现场预评估和正式评估两个阶段，评估前应编制预评估计划和正式评估计划，并与受评估方确认。评估计划至少包括评估目的、评估范围、评估任务、评估时间、评估人员、评估日程安排等。

5.2.4 现场预评估

评估组应围绕受评估方的需求：

a) 了解受评估方智能制造基本情况；

b) 了解受评估方可提供的直接或间接证据；

c) 确定正式评估实施的可行性。

5.3 正式评估

5.3.1 首次会议

首次会议的目的:

a） 确认相关方对评估计划的安排达成一致；

b） 介绍评估人员；

c） 确保策划的评估活动可执行。

会议内容至少应说明评估目的、介绍评估方法、确定评估日程以及明确其他需要提前沟通的事项。

5.3.2 采集评估证据

在实施评估的过程中，应通过适当的方法收集并验证与评估目标、评估范围、评估准则有关的证据，包括与智能制造相关的职能、活动和过程有关的信息。采集的证据应予记录，采集方式可包括访谈、观察、现场巡视、文件与记录评审、信息系统演示、数据采集等。

5.3.3 形成评估发现

应对照评估准则，将采集的证据与其满足程度进行对比形成评估发现。具体的评估发现应包括具有证据支持的符合事项和良好实践、改进方向以及弱项。评估组应对评估发现达成一致意见，必要时进行组内评审。

5.3.4 成熟度级别判定

依据每一项打分结果，结合各能力域权重值，计算企业得分，并最终判定成熟度等级。

注：成熟度等级判定原则详见第6章。

5.3.5 形成评估报告

评估组应形成评估报告，评估报告至少应包括评估活动总结、评估结论、评估强项、评估弱项及改进方向。

评估报告宜参考附录C给出的纲要编写。

5.4 发布现场评估结果

5.4.1 沟通评估结果

在完成现场评估活动后，评估组应将评估结果与受评估方代表进行通报，给予受评估方再次论征的机会，并由评估组确定最终结果。

5.4.2 末次会议

末次会议的目的：

a） 总结评估过程；

b） 发布评估发现和评估结论。

末次会议内容至少应包括评估总结、评估结果、评估强项、评估弱项、改进方向及后续相关活动介绍等。

5.5 改进提升

受评估方应基于现场评估结果，提出智能制造改进方向，并制定相应措施，开展智能制造能力提升活动。

6 成熟度等级判定

6.1 评分方法

评估组应将采集的证据与成熟度要求进行对照，根据本文件第 4.4 规定的成熟度要求，按照满足程度对评估域的每一条要求进行打分。成熟度要求满足程度与得分对应表如表 1 所示。

表1 成熟度要求满足程度与得分对应表

成熟度要求满足程度	得分
全部满足（FI）	1
大部分满足（LI）	0.8
部分满足（PI）	0.5
不满足（NI）	0

注1：FI表示Fully Implements的缩写。
注2：LI表示Largely Implements的缩写。
注3：PI表示Partially Implements的缩写。
注4：NI表示Not Implements的缩写。

6.2 评估域权重

根据煤矿企业的特点，确定的煤矿企业主要评估域及权重如表2示。

表2 煤矿企业主要评估域及权重

能力要素	能力要素权重	能力域	能力域权重	评估	评估域权重
人员	15%	组织战略	29%	组织战略	100%
		人员技能	71%	人员技能	100%
技术	20%	数据应用	55%	数据应用	100%
		集成	25%	集成	100%
		信息安全	20%	信息安全	100%
资源	25%	装备	68%	装备	100%
		网络	32%	网络	100%
制造	40%	设计	28%	工艺设计	100%
		生产	33%	采购	5%
				计划与调度	11%
				生产作业	21%
				设备管理	17%
				安全环保	31%
				仓储配送	6%
				能源管理	9%
		物流	15%	物流	100%
		销售	15%	销售	100%
		服务	9%	客户服务	100%

6.3 计算方法

能力子域得分为该子域每条要求得分的算术平均值，能力子域得分按式（1）计算：

$$D = \frac{1}{n}\sum_{1}^{n} X \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

式中:

D ——能力子域得分；

X ——能力子域要求得分；

n ——能力子域的要求个数。

能力域的得分为该域下能力子域得分的加权求和,能力域得分按式（2）计算：

$$C = \sum(D \times \gamma) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（2）$$

式中:

C ——能力域得分；

D ——能力子域得分；

γ ——能力子域权重。

能力要素的得分为该要素下能力域的加权求和，能力要素的得分按式（3）计算：

$$B = \sum(C \times \beta) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（3）$$

式中：

B ——能力要素得分；

C ——能力域得分；

β——能力域权重。

成熟度等级的得分为该等级下能力要素的加权求和，成熟度等级的得分按式（4）计算：

$$A = \sum(B \times \alpha) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（4）$$

式中：

A——成熟度等级得分；

B——能力要素得分；

α——能力要素权重。

6.4 成熟度等级判定方法

当被评估对象在某一等级下的成熟度得分超过评分区间的最低分视为满足该等级要求，反之，则视为不满足。在计算总体分数时，已满足的等级的成熟度得分取值为 1，不满足的级别的成熟度得分取值为该等级的实际得分。智能制造能力成熟度总分，为各等级评分结果的累计求和。评分结果与能力成熟度对应关系如表 3 所示。

根据表 3 给出的分数与等级的对应关系表，结合实际得分 S，可以直接判断出企业当前所处的成熟度等级。

表3 分数与等级的对应关系

成熟度等级	对应评分区间
五级(引领级）	4.8≤S≤5
四级(优化级）	3.8≤S＜4.8
三级(集成级）	2.8≤S＜3.8
二级(规范级）	1.8≤S＜2.8
一级(规划级）	0.8≤S＜1.8
注：满足该等级要求的符合性评价使用 “S”标识，不满足使用“US”标识。	

附 录 A
（规范性）
煤矿企业生产能力域成熟度要求

A.1 人员

人员能力要素包括组织战略、人员技能2个能力域。人员能力要素按成熟度等级可划分为不同等级要求，见表A.1。

表A.1 人员的成熟度要求

评估域	一级	二级	三级	四级	五级
组织战略	a) 应制定智能制造的发展规划； b) 应对发展智能制造所需的资源进行投资。	a) 应制定智能制造的发展战略，对智能制造的组织结构、技术架构、资源投入、人员配备等进行规划，形成具体的实施计划； b) 应明确智能制造责任部门和各关键岗位的责任人，并且明确各岗位的岗位职责。	a) 应对智能制造战略的执行情况进行监控与评测，通过对各指标、战略相关性检验和调整，持续优化战略； b) 应建立优化岗位结构的机制并定期对岗位结构和岗位职责的适宜性进行评估，基于评估结果实施岗位结构优化和岗位调整。		
人员技能	a) 应充分意识到智能制造的重要性； b) 应培养或引进智能制造发展需要的人员。	a) 应具有智能制造统筹规划能力的个人或团队； b) 应具有掌握IT基础、数据分析信息安全、系统运维、设备维护编程调试等技术的人员（编程的解释：1.对于操作者来讲：主要是自动化设备的配置操作。2.对于设备维护者来讲：主要是设备维护和改造对设备控制程序的编程调试）； c) 应制定适宜的智能制造人才培训体系、绩效考核机制等，及时有效的使员工获取新的技能和资格，以适应企业智能制造发展需要。	a) 应具有创新管理机制，持续开展智能制造相关技术创新和管理创新； b) 应建立知识管理体系，通过信息技术手段管理人员贡献的知识和经验，并结合智能制造需求，开展分析和应用	a) 应建立知识管理平台，实现人员知识、技能、经验的沉淀与传播； b) 应将人员知识、技能和经验进行数字化与软件化。	

A.2 技术

技术能力要素包括数据、集成、信息安全3个能力域。技术能力要素按成熟度等级可划分为不同等级要求，见表A.2。

表A.2 技术的成熟度要求

评估域	一级	二级	三级	四级	五级
数据	a) 应采集业务活动所需的数据； b) 应基于经验开展数据分析。	a) 应基于二维码、条形码、RFID、PLC 等，实现数据采集； b) 应基于信息系统数据和人工经验开展数据分析，满足特定范围的数据使用需求； c) 应实现数据及分析结果在部门内在线共享。	a) 应采用传感技术，实现制造关键环节数据的自动采集； b) 应建立统一的数据编码、数据交换格式和规则等，整合数据资源，支持跨部门的业务协调； c) 应实现数据及分析结果的跨部门在线共享。	a) 应建立企业级的统一数据中心； b) 应建立常用数据分析模型库，支持业务人员快速进行数据分析； c) 应采用大数据技术，应用各类型算法模型，预测制造环节状态，为制造活动提供优化建议和决策支持。	a) 应对数据分析模型实时优化，实现基于模型的精准执行。
集成	a) 应具有系统集成的意识。	a) 应开展系统集成规划，包括网络、硬件、软件等内容； b) 应实现关键业务活动设备、系统间的集成。	a) 应形成完整的系统集成架构； b) 应具有设备、控制系统与软件系统间集成的技术规范，包括异构协议的集成规范、工业软件的接口规范等； c) 应通过中间件工具、数据接口、集成平台等方式，实现跨业务活动设备、系统间的集成。	a) 应通过 ESB 和 ODS 等方式，实现全业务活动的集成。	
信息安全	a) 应制定信息安全管理规范，并有效执行； b) 应成立信息安全协调小组。	a) 应定期对关键工业控制系统开展信息安全风险评估； b) 应在工业主机上安装正规的工业防病毒软件； c) 应在工业主机上进行安全配置和补丁管理。	a) 工业控制网络边界应具有边界防护能力； b) 工业控制设备的远程访问应进行安全管理和加固。	a) 工业网络应部署具有深度包解析功能的安全设备； b) 应自建离线测试环境，对工业现场使用的设备进行安全性测试； c) 在工业企业管理网中，应采用具备自学习、自优化功能的安全防护措施。	

A.3 资源

资源能力要素包括装备、网络2个能力域。资源能力要素按成熟度等级可划分为不同等级要求，见表3。

表A.3 资源的成熟度要求

评估域	一级	二级	三级	四级	五级
装备	a) 在关键工序应用自动化设备； b) 应对关键工序设备形成技改方案。	a) 应在关键工序应用数字化设备； b) 关键工序设备应具有标准通信接口，包括RJ45、RS232.RS485等，并支持主流通信协议，包括OPC/ OPC UA、MODBUS、PROFIBUS等。	a) 在关键工序实现自动化设备上下工序互联，实现自动化传输； b) 应建立关键工序设备的三维模型库。	a) 关键工序设备应具备数据管理功能； b) 关键工序设备具有远程操作，可以人机交互功能。	a) 关键工序设备三维模型应集成设备实时运行参数，实现设备与模型间的信息实时互联； b) 关键工序设备、单元、产线等应实现基于工业数据分析的自适应、自优化、自控制等，并与其他系统进行数据分享。
网络	a) 应实现办公网络覆盖。	a) 应实现工业控制网络和生产网络覆盖。	a) 应建立工业控制网络、生产网络和办公网络的防护措施，包括不限于网络安全隔离、授权访问等手段； b) 网络应具有远程配置功能，应具备带宽、规模、关键节点的扩展和升级功能； c) 网络应能够保障关键业务数据传输的完整性。	a) 应建立分布式工业控制网络，基于SDN的敏捷网络，实现网络资源优化配置。	

A.4 制造

A.4.1 设计

能力域包括工艺设计1个评估域。设计能力域按成熟度等级可划分为不同等级要求，见表A.4。

表A.4 设计的成熟度要求

评估域	一级	二级	三级	四级	五级
工艺设计	a) 应基于工程地质资料开展开采设计和优化；应基于工艺流程及装备参数开展工艺设计及优化； b) 应制定采矿及相关工艺设计过程相关规范，并有效执行； c) 应建立设计文档或数据的管理机制，能够对工艺信息进行记录、查阅和执行。	a) 应基于计算机辅助开展采矿及相关工艺（巷道掘进、煤炭开采、主辅运输、通风、排水、供液、供电、安全防控、地面生产系统、洗煤厂等）设计和优化； b) 应建基于典型地质特征，实现通用采矿及相关工艺设计信息的重用； c) 应实现采矿及相关工艺设计不同专业之间的并行设计。	a) 应通过采矿及相关工艺设计数字化管理系统，实现工艺设计文档或数据 的结构化管理、数据共享、版本管理、权限控制和电子审批； b) 应建立通用采矿及相关工艺设计流程、资源等关键要素的知识库，并能以结构化的形式展现、查询与更新； c) 应基于数字化模型实现矿井及选煤厂（巷道掘进、煤炭开采、主辅运输、通风、排水、供液、供电、安全防控、地面生产系统、洗煤厂等）关键系统的仿真模拟及迭代优化。	a) 应实现基于模型的三维采矿及相关工艺设计和优化，并将完整的采矿及相关工艺系统集成于三维模型中； b) 应基于开采系统知识库的集成应用，实现采矿及相关工艺流程、工序内容、生产资源等知识的实时调用，为矿井开采规划与设计提供决策支持； c) 应实现基于三维模型的矿井及选煤厂生产要素的仿真分析及迭代优化； d) 应基于巷道掘进、煤炭开采、主辅运输、通风、排水、供液、供电、安全防控、地面生产系统、洗煤厂等系统集成，实现生产信息下发、执行、反馈、监控的闭环管控。	a) 应基于采矿及相关工艺设计知识库的集成应用，辅助开采设计优化； b) 应基于矿井及选煤厂设计、工艺、生产、检验、运维等数据分析，构建实时优化模型，实现工艺设计动态优化； c) 应建立开采设计云平台，实现矿井及选煤厂与电厂、煤化工等产业链跨区域、跨平台的协同工艺设计。

A.4.2 生产

生产能力域包括采购、计划与调度、生产作业、设备管理、仓储配送、安全环保、能源管理7个能力子域。生产能力域按成熟度等级可划分为不同等级要求，见表A.5。

表A.5 生产的成熟度要求

评估域	一级	二级	三级	四级	五级
采购	a) 应根据煤炭产品、设备及物料需求和库存等信息制定采购计划； b) 应实现对采购订单、采购合同和供应商等信息的管理； c) 应建立合格供应商机制，并有效执行。	a) 应通过信息系统制定设备及物料需求计划，生成采购计划，并管理和追踪采购执行全过程； b) 应通过信息技术手段，实现供应商的寻源、评价和确认。	a) 应将采购、生产和仓储等信息系统集成，自动生成采购计划，并实现出入库、库存和单据的同步； b) 应通过信息系统开展供应商管理，对供应商的供货质量、技术、响应、交付、成本等要素进行量化评价。	a) 通过与供应商的销售系统集成，实现协同供应链； b) 应基于采购执行、生产消耗和库存等数据，建立采购模型，实时监控采购风险并及时预警，自动提供优化方案； c) 应基于信息系统的数据，优化供应商评价模型。	a) 应实现企业与供应商在设计、生产、质量、库存、物流的协同，并实时监控采购变化及风险，自动做出反馈和调整； b) 应实现采购模型和供应商评价模型的自优化。
计划与调度	a) 应基于销售订单和销售预测等信息，编制主生产计划； b) 应基于主生产计划进行排产，形成详细生产作业计划并开展生产调度。	a) 应通过信息系统，依据生产数量、交期等约束条件自动生成主生产计划； b) 应基于企业的安全库存、采购提前期、生产提前期等制约要素实现物料需求计划的运算； c) 应基于信息技术手段编制详细生产作业计划，基于人工经验开展生产调度。	a) 应基于安全库存、采购提前期、生产提前期、生产过程数据等要素开展生产能力运算，自动生成有限能力主生产计划； b) 应基于约束理论的有限产能算法开展排产，自动生成详细生产作业计划； c) 应实时监控各生产环节的投入和产出进度，系统实现异常情况（如：生产延时、产能不足）的自动预警，并支持人工对异常的调整。	a) 应基于先进排产调度的算法模型，系统自动给出满足多种约束条件的优化排产方案，形成优化的详细生产作业计划； b) 应通过信息化系统实时监控煤炭生产过程的计划、质量、设备、环境安全、成本、人员等要素，实现对异常情况的自动决策和优化调度。	a) 应通过工业大数据分析，构建生产运行实时模型，提前处理生产过程中的波动和风险，实现动态实时的生产排产和调度； b) 应通过统一平台，基于产能模型、供应商评价模型等，自动生成产业链上下游企业的生产作业计划，并支持企业间生产作业计划异常情况的统一调度。

表A.5 生产的成熟度要求（续）

评估域	一级	二级	三级	四级	五级
生产作业	a) 应制定矿井及选煤厂生产作业相关规范，并有效执行； b) 应记录生产过程信息。	a) 应通过信息技术手段，将生产指令下发到生产单元； b) 应基于信息技术手段，实现生产过程关键物料、设备（采煤、掘进、运输、提升、通风、压风、灌浆、注氮、安全监测监控、供配电、给排水、供暖、地面生产系统、洗煤厂、装车等设备）、人员等的数据采集，并上传到信息系统； c) 应在煤样采取，煤样制备，煤样试验与测定，煤质分析过程中采用数字化质量检测设备，达到全过程检测和控制选煤生产质量的目的； d) 应通过信息系统记录生产作业信息，每个班次实现生产作业追溯。	a) 应根据生产作业计划，自动将生产指令下发到各生产单元的相关信息化系统或电子看板； b) 应实现对生产作业计划、生产资源、质量安全信息等关键数据的动态监测； c) 应通过数字化检验设备及系统的集成，实现关键生产系统在线检测和在线分析，自动对检验结果判断和报警，实现检测数据共享； d) 应实现生产过程中物料、设备、人员等信息可追溯。	a) 应根据生产作业计划，三维地质模型，自动将生产程序、工艺参数、设备运行参数或生产指令下发； b) 应构建模型实现生产作业数据、实际揭露地质数据的在线分析，优化生产工艺参数、设备参数、生产资源配置等； c) 应基于在线监测的煤质数据，建立质量数据算法模型预测生产过程异常，并实时预警； d) 应实时采集生产系统安全监测信息，并通过数据分析和知识库的运用，进行煤矿水、火、瓦斯、煤尘、矿山压力、地温等灾害分析，提出安全措施。	a) 宜实现生产资源自组织、自优化，满足柔性化、个性化生产的需求； b) 应基于人工智能、大数据等技术，实现生产过程非预见性异常的自动调整； c) 应基于模型实现质量知识库自优化。

表A.5 生产的成熟度要求（续）

评估域	一级	二级	三级	四级	五级
设备管理	a) 应通过人工或手持仪器开展设备点巡检，并依据人工经验实现检修维护过程管理和故障处理。	a) 应通过信息技术手段制定设备维护计划，实现对设备设施维护保养的预警； b) 应通过设备状态检测结果，合理调整设备维护计划； c) 应采用设备管理系统实现设备点巡检、维护保养等状态和过程管理。	a) 应实现设备关键运行参数（温度、电压、电流等）数据的实时采集、故障分析和远程诊断； b) 应依据设备关键运行参数等，实现设备综合效率（OEE）统计； c) 应建立设备故障知识库，并与设备管理系统集成。	a) 应基于设备运行模型和设备故障知识库，实现包含自动预警的预测性维护解决方案； b) 应基于设备综合效率的分析，自动驱动工艺优化和生产作业计划优化。	a) 应采用机器学习、神经网络等，实现设备运行模型的自学习、自优化。
仓储配送	a) 应制定仓储管理规范，实现出入库、盘点和安全库存等管理； b) 应基于管理分类和规范要求，实现仓储合规管理； c) 应基于生产计划制定配送计划，实现定时定量配送。	a) 设备应基于条码、二维码、RFID 等标识技术，实现出入库管理； b) 应建立仓储管理系统，实现煤炭库位分配、出入库和移库等管理； c) 应基于生产单元物料消耗、设备运行情况发起配送请求，并提示及时配送。	a) 应基于仓储管理系统与煤矿、选煤厂生产系统集成，依据实际生产作业计划实现半自动或自动出入库管理； b) 应采用射频遥控数据终端、声控或按灯拣货等手段进行入库和拣货； c) 应通过配送设备（AGV、桁车、手持终端等）和信息系统集成，实现关键件及时配送； d) 适用时，应基于工业无线网，通过无线传感器，将储煤区相关信息自动采集至储煤区管理系统，对储煤仓（场）状态进行实时监测，储煤仓（场）状态异常时可自动报警，避免事故发生。	a) 应通过数字化仓储设备、配送设备与信息系统集成，依据实际生产状态实时拉动物料、设备配送； b) 应建立仓储模型和配送模型，实现最小库存和最优路径； c) 适用时，应根据储煤仓（场）状态实时数据进行趋势预测，结合知识库自动给出纠正和预防措施。	a) 应基于分拣和配送模型，满足个性化、柔性化生产实时配送需求； b) 应通过企业与上游供应链的集成优化，实现最优库存或即时供货； c) 适用时，应通过智能仪表、互联网、云计算和大数据技术，实现储煤仓（场）自动控制，实现无人值守。

表A.5　生产的成熟度要求（续）

评估域	一级	二级	三级	四级	五级
安全环保	a）　应制定煤矿企业安全管理机制、职业健康管理机制和环保管理机制，具备安全和环保操作规程。	a）　应通过信息技术手段实现煤矿安全制度措施、一通三防、地测防治水、事故管理、安全培训、应急救援、员工职业健康和安全作业管理； b）　应通过信息技术手段实现煤矿生产排矸环、矿井水环保管理，环保数据可采集并记录。	a）　应建立安全培训、风险管理等知识库；在现场作业端集成煤矿安全管理、安全监测（瓦斯、水、火、顶板、粉尘、冲击地压、主通风、胶带运输等）、设备工况、人员位置、灾害防治等信息； b）　应实现从清洁生产到末端治理的全过程环保数据的采集，实时监控及报警，并开展可视化分析； c）　应建立应急指挥中心，基于应急预案库自动给出管理建议，缩短突发事件应急响应时间。	a）　应基于安全作业、风险管控等数据的分析，实现煤矿“人、机、环、管”安全风险进行全方位动态监测、实时分析； b）　应实现环保监测数据和生产作业数据的集成应用，建立数据分析模型，开展排放分析及预测预警。	a）　应综合应用知识库及大数据分析技术，实现安全监控、人员管理、瓦斯抽采（放）、火灾监控、视频监控、顶板动态检测、应急广播、冲击地压、水文监测生产安全一体化管理； b）　应实现环保、生产、设备等数据的全面实时监控，应用数据分析模型，预测生产排放并自动提供生产优化方案并执行。
能源管理	a）　应建立企业能源管理制度，开展主要能源的数据采集和计量。	a）　应通过信息技术手段，对主要能源的产生、消耗点开展数据采集和计量； b）　应建立水电气等重点能源消耗的动态监控和计量； c）　应实现重点高能耗设备、系统等的动态运行监控； d）　应对有节能优化需求的设备开展实时计量，并基于计量结果进行节能改造。	a）　应对高能耗设备能耗数据进行统计与分析，制定合理的能耗评价指标； b）　应建立能源管理信息系统，对能源输送、存储、转化、使用等各环节进行全面监控，进行能源使用和生产活动匹配，并实现能源调度； c）　应实现能源数据与其他系统数据共享，为业务管理系统和决策支持系统提供能源数据。	a）　应建立节能模型，实现能流的精细化和可视化管理； b）　应根据能效评估结果及时对空压机、锅炉、工业窑炉等高耗能设备进行技术改造和更新。	a）　应实现能源的动态预测和平衡，并指导生产。

A.4.3　物流

物流能力域包括1个能力子域。物流能力域按成熟度等级可划分为不同等级要求，见表A.6。

表A.6 物流的成熟度要求

评估域	一级	二级	三级	四级	五级
物流	a) 应根据运输订单和经验，制定运输计划并配置调度； b) 应对车辆和驾驶员进行统一管理； c) 应对物流信息进行简单跟踪。	a) 应通过运输管理系统实现订单、运输计划、运力资源、调度等的管理； b) 应通过电话、短信等形式反馈运输配送关键节点信息给管理人员。	a) 应实现运输配送关键节点信息跟踪，并通过信息系统将信息反馈给客户； b) 应通过运输管理系统，实现拼单、拆单等功能； c) 应基于互联网，通过运输管理系统，形成产、运、销一体化供应链。	a) 应实现生产、仓储配送（管道运输）、运输管理多系统的集成优化； b) 应实现运输配送全过程信息，对轨迹异常进行报警； c) 应基于模型，实现装载能力优化以及运输配送线路优化。	a) 应通过互联网、物联网和数据模型分析，实现物、车、路、人的最佳方案自主匹配；实现煤炭物流信息化、标准化。

A.4.4 销售

销售能力域包括1个能力子域。销售能力域按成熟度等级可划分为不同等级要求，见表A.7。

表A.7 销售的成熟度要求

评估域	一级	二级	三级	四级	五级
销售	a) 应基于市场信息和销售历史数据（区域、型号、产品定位、数量等），通过人工方式进行市场预测，制定销售计划； b) 应对销售订单、销售合同、分销商、客户等信息进行统计和管理。	a) 应通过信息系统编制销售计划，实现销售计划、订单、销售历史数据的管理； b) 应通过信息技术手段实现分销商、客户静态信息和动态信息的管理。	a) 应根据数据模型进行市场预测，生成销售计划； b) 应与采购、生产、物流等业务集成，实现客户实际需求拉动采购、生产和物流计划。	a) 应通过对客户信息的挖掘、分析，优化客户需求预测模型，制定精准的销售计划； b) 应综合运用各种渠道，实现线上线下协同，统一管理所有市场开发方式； c) 应根据客户需求变化情况，动态调整设计、采购、生产、物流等方案。	a) 应采用大数据、云计算和机器学习等技术，通过数据挖掘、建模分析，全方位分析客户特征，实现满足客户需求的精准营销，并挖掘客户新的需求，促进产品创新； b) 应实现产品从接单、答复交期、生产、发货到回款全过程自动管理的销售模式。

A.4.5 服务

服务能力域包括客户服务1个能力域。客户服务能力域按成熟度等级可划分为不同等级要求，见表A.8。

表A.8 服务的成熟度要求

评估域	一级	二级	三级	四级	五级
客户服务	a) 应制定客户服务规范，并有效执行； b) 应对客户服务信息进行统计，分析不同行业技术工艺、产品属性及景气差异对煤炭产品的不同需求，并反馈给设计、生产、销售部门。	a) 应建立包含客户反馈渠道和服务满意度评价制度的规范化服务体系，实现客户服务闭环管理； b) 应通过信息系统实现客户服务管理，对客户服务信息进行统计并反馈给相关部门。	a) 应通过客户服务平台或移动客户端等实时提供在线客服； b) 应具有客户服务信息数据库及客户服务知识库，实现与客户关系管理系统的集成。	a) 应实现面向客户的精细化管理，提供主动式客户服务；达成并兑现双方接受的煤炭价格、数量和质量、送货及到货时间； b) 应建立客户服务数据模型，实现满足客户需求的精准服务。	a) 应采用服务机器人实现自然语言交互、智能客户管理，并通过多维度的数据挖掘，进行自学习、自优化。

附 录 B
（资料性）
煤矿企业智能制造能力成熟度评估表

表B.1~B.4中给出了煤矿企业开展智能制造能力成熟度评估活动所使用的评估表的示例，供本文件的使用者记录评估活动的过程和评估发现。

对成熟度要求的符合性，根据评估证据获得的评估发现在评估表中填写成熟度要求满足程度的字母缩写，对应字母缩写参见本文件表1（P.6）。对能力域的符合性，根据对应等级得分，填写符合性等级评估的字母缩写，对应字母缩写参见本文件表3（P.7）。

全国团体标准信息

表B.1 人员要素智能制造能力成熟度评估表

项目	内容	访谈人员/部门	过程记录	符合性
能力域	**组织战略（1 级）**			（“S”或“US”）
特征	企业有发展智能制造的规划。			
要求 a)	应制定智能制造的发展规划	（填写访谈对象）	（填写评估过程中的记录，重点记录对标要求的问题点、缺失点、需要改进优化的地方）	（“FI”、“LI”、“PI”或“NI”。）
要求 b)	应对发展智能制造所需的资源进行投资			
能力域	**组织战略（2 级）**			（“S”或“US”）
特征	战略规划标准化，组织架构设置制度化。			
要求 a)	应制定智能制造的发展战略，对智能制造的组织结构、技术架构、资源投入、人员配备等进行规划，形成具体的实施计划			（“FI”、“LI”、“PI”或“NI”。）
要求 b)	应明确智能制造责任部门和各关键岗位的责任人，并且明确各岗位的岗位职责			（“FI”、“LI”、“PI”或
能力域	**组织战略（3 级/4 级/5 级）**			（“S”或“US”）
特征	战略量化管理和持续优化、自适应组织结构。			
要求 a)	应对智能制造战略的执行情况进行监控与评测，通过对各指标、战略相关性检验和调整，持续优化战略			（“FI”、“LI”、“PI”或
要求 b)	应建立优化岗位结构的机制并定期对岗位结构和岗位职责的适宜性进行评估，基于评估结果实施岗位结构优化和岗位调整			（“FI”、“LI”、“PI”或“NI”。）
表 B.1（第 1 页/共 2 页）				

表B.1 人员要素智能制造能力成熟度评估表（续）

项目	内容	访谈人员/部门	过程记录	符合性
能力域	**人员技能（1 级）**			
特征	企业具有智能制造人员技能培养的意识和规划。			
要求 a)	应充分意识到智能制造的重要性；			
要求 b)	应培养或引进智能制造发展需要的人员。			
能力域	**人员技能（2 级）**			
特征	人员的技能和知识持续满足智能制造发展的需要。			
要求 a)	应具备智能制造统筹规划能力的个人或团队；			
要求 b)	应具有掌握 IT 基础、数据分析信息安全、系统运维、设备维护编程调试等技术的人员（编程的解释：1.对于操作者来讲：主要是自动化设备的配置操作。2.对于设备维护者来讲：主要是设备维护和改造对设备控制程序的编程调试；			
要求 c)	应制定适宜的智能制造人才培训体系、绩效考核机制等，及时有效的使员工获取新的技能和资格，以适应企业智能制造发展需要。			
能力域	**人员技能（3 级）**			
特征	营造全员创新文化，具有人员知识、技能、经验分享的举措。			
要求 a)	应具备创新管理机制，持续开展智能制造相关技术创新和管理创新；			
要求 b)	应建立知识管理体系，通过信息技术手段管理人员贡献的知识和经验，并结合智能制造需求，开展分析和应用。			
能力域	**人员技能（4 级/5 级）**			
特征	实现知识、技能、经验的数字化、代码化。			
要求 a)	应建立知识管理平台，实现人员知识、技能、经验的沉淀与传播；			
要求 b)	应将人员知识、技能和经验进行数字化与软件化。			
表 B.1（第 2 页/共 2 页）				

表B.2 技术要素智能制造能力成熟度评估表

项目	内容	访谈人员/部门	过程记录	符合性
能力域	**数据（1 级）**			
特征	开始开展数据采集，在单一业务领域开展数据分析，点对点的方式数据共享。			
要求 a)	应采集业务活动所需的数据；			
要求 b)	应基于经验开展数据分析。			
能力域	**数据（2 级）**			
特征	通过新一代信息技术手段开展数据采集，定义项目级元数据，基于信息系统开展线上数据分析。			
要求 a)	应基于二维码、条形码、RFID、PLC 等标识，实现数据采集；			
要求 b)	应基于信息系统数据和人工经验开展数据分析，满足特定范围的数据使用需求；			
要求 c)	应实现数据及分析结果在部门内在线共享。			
能力域	**数据（3 级）**			
特征	实时自动数据采集，定义组织级元数据规范，建立统一数据平台，实现数据的深度利用。			
要求 a)	应采用传感技术，实现制造关键环节数据的自动采集；			
要求 b)	应建立统一的数据编码、数据交换格式和规则等，整合数据资源，支持跨部门的业务协调；			
要求 c)	应实现数据及分析结果的跨部门在线共享。			
能力域	**数据（4 级）**			
特征	建立数据分析模型库，利用大数据技术实现制造各环节的决策和优化。			
要求 a)	应建立企业级的统一数据中心；			
要求 b)	应建立常用数据分析模型库，支持业务人员快速进行数据分析；			
要求 c)	应采用大数据技术，应用各类型算法模型，预测制造环节状态，为制造活动提供优化建议和决策支持			
表 B.2（第 1 页/共 3 页）				

表B.2 技术要素智能制造能力成熟度评估表（续）

项目	内容	访谈人员/部门	过程记录	符合性
能力域	**数据（5 级）**			
特征	对数据分析效果实时评价和改善，推动制造目标的不断上升。			
要求 a)	应对数据分析模型实时优化，实现基于模型的精准执行。			
能力域	**集成（1 级）**			
特征	具有系统集成的需求。			
要求 a)	应具有系统集成的意识。			
能力域	**集成（2 级）**			
特征	已规划了系统集成的架构并实现了关键系统的集成。			
要求 a)	应开展系统集成规划，包括网络、硬件、软件等内容；			
要求 b)	应实现关键业务活动设备、系统间的集成。			
能力域	**集成（3 级）**			
特征	完整的系统集成方案并实现了现有的设备间、系统间以及设备与系统间的集成。			
要求 a)	应形成完整的系统集成架构；			
要求 b)	应具备设备、控制系统与软件系统间集成的技术规范,包括异构协议的集成规范、工业软件的接口规范等；			
要求 c)	应通过中间件工具、数据接口、集成平台等方式，实现跨业务活动设备、系统间的集成。			
能力域	**集成（4 级/5 级）**			
特征	建立了统一的基于数据的集成架构，通过新技术的应用实现集成。			
要求 a)	应通过企业服务总线（ESB）和操作数据存储系统（ODS）等方式，实现全业务活动的集成。			

表B.2 技术要素智能制造能力成熟度评估表（续）

项目	内容	访谈人员/部门	过程记录	符合性
能力域	**信息安全（1 级）**			
特征	建立管理机制成立协调小组。			
要求 a)	应制定信息安全管理规范，并有效执行；			
要求 b)	应成立信息安全协调小组。			
能力域	**信息安全（2 级）**			
特征	定期风险评估；安装工业防病毒软件并实施配置管理和补丁管理。			
要求 a)	应定期对关键工业控制系统开展信息安全风险评估；			
要求 b)	应在工业主机上安装正规的工业防病毒软件；			
要求 c)	应在工业主机上进行安全配置和补丁管理。			
能力域	**信息安全（3 级）**			
特征	实施远程防护、边界防护等措施。			
要求 a)	工业控制网络边界应具有边界防护能力；			
要求 b)	工业控制设备的远程访问应进行安全管理和加固。			
能力域	**信息安全（4 级/5 级）**			
特征	部署安全设备、进行安全性测试以及实施自学习、自优化的安全措施。			
要求 a)	工业网络应部署具有深度包解析功能的安全设备；			
要求 b)	应自建离线测试环境，对工业现场使用的设备进行安全性测试；			
要求 c)	在工业企业管理网中，应采用具备自学习、自优化功能的安全防护措施。			
表 B.2（第 3 页/共 3 页）				

表B.3 资源要素智能制造能力成熟度评估表

项目	内容	访谈人员/部门	过程记录	符合性
能力域	**装备（1 级）**			
特征	企业有使用数字化装备的愿景，在关键工序已开始使用数字化装备或形成技术改造方案。			
要求 a)	在关键工序应用自动化设备；			
要求 b)	应对关键工序设备形成技改方案。			
能力域	**装备（2 级）**			
特征	关键工序全面使用数字化装备，数控装备具备联网功能。			
要求 a)	应在关键工序应用数字化设备；			
要求 b)	关键工序设备应具备标准通讯接口(例如：RJ45、RS232、RS485 等)，并支持主流通讯协议（例如：OPC/OPC UA、MODBUS、PROFIBUS、NC-Link 等）。			
能力域	**装备（3 级）**			
特征	数字化装备全面实现联网和数据采集，实现自动程序下发、远程监控、故障预警等功能。			
要求 a)	在关键工序实现自动化设备上下工序互联，实现自动化传输；			
要求 b)	应建立关键工序设备的三维模型库。			
能力域	**装备（4 级）**			
特征	设备具有远程诊断和预测性维护功能。			
要求 a)	关键工序设备应具备数据管理功能；			
要求 b)	关键工序设备具有远程操作，可以人机交互功能。			
表 B.3（第 1 页/共 2 页）				

表B.3 资源要素智能制造能力成熟度评估表（续）

项目	内容	访谈人员/部门	过程记录	符合性
能力域	**装备（5 级）**			
特征	建立设备级 CPS，实现物理设备与数字虚体的映射。			
要求 a)	关键工序设备三维模型应集成设备实时运行参数,实现设备与模型间的信息实时互联；			
要求 b)	关键工序设备、单元、产线等应实现基于工业数据分析的自适应、自优化、自控制等，并与其他系统进行数据分享。			
能力域	**网络（1 级）**			
特征	建立办公网。			
要求 a)	应实现办公网络覆盖。			
能力域	**网络（2 级）**			
特征	建立办公网和生产网。			
要求 a)	应实现工业控制网络和生产网络覆盖。			
能力域	**网络（3 级）**			
特征	企业网络全覆盖。			
要求 a)	应建立工业控制网络、生产网络和办公网络的防护措施，包括不限于网络安全隔离、授权访问等手段。			
要求 b)	网络应具备远程配置功能，包括不限于带宽、规模、关键节点的扩展功能和升级功能；			
要求 c)	网络应能够保障关键业务数据传输的完整性。			
能力域	**网络（4 级/5 级）**			
特征	建立防护措施，具备远程配置。			
要求 a)	应建立分布式工业控制网络，基于软件定义网络（SDN）的敏捷网络，实现网络资源优化配置。			
表 B.3（第 2 页/共 2 页）				

表B.4 制造要素智能制造能力成熟度评估表

项目	内容	访谈人员/部门	过程记录	符合性
能力域	**工艺设计（1 级）**			
特征	基于人工经验的计算机辅助工艺设计，根据相关标准规范基于设计经验开展进行计算机辅助工艺规划及工艺设计。			
要求 a)	应基于工程地质资料开展开采设计和优化；应基于工艺流程及装备参数开展工艺设计及优化；			
要求 b)	应制定采矿及相关工艺设计过程相关规范，并有效执行；			
要求 c)	应建立设计文档或数据的管理机制，能够对工艺信息进行记录、查阅和执行。			
能力域	**工艺设计（2 级）**			
特征	工艺设计关键环节仿真与工艺设计内部协同，通过设计管理软件实现工艺设计数据/文档的结构化管理及数据共享。			
要求 a)	应基于计算机辅助开展采矿及相关工艺（巷道掘进、煤炭开采、主辅运输、通风、排水、供液、供电、安全防控、地面生产系统、洗煤厂等）设计和优化；			
要求 b)	应建基于典型地质特征，实现通用采矿及相关工艺设计信息的重用；			
要求 c)	应实现采矿及相关工艺设计不同专业之间的并行设计。			
能力域	**工艺设计（3 级）**			
特征	计算机辅助三维工艺设计及仿真优化，实现工艺设计与产品设计间的信息交互、并行协同。			
要求 a)	应通过采矿及相关工艺设计数字化管理系统，实现工艺设计文档或数据 的结构化管理、数据共享、版本管理、权限控制和电子审批；			
要求 b)	应建立通用采矿及相关工艺设计流程、资源等关键要素的知识库，并能以结构化的形式展现、查询与更新；			
要求 c)	应基于数字化模型实现矿井及选煤厂（巷道掘进、煤炭开采、主辅运输、通风、排水、供液、供电、安全防控、地面生产系统、洗煤厂等）关键系统的仿真模拟及迭代优化。			
能力域	**工艺设计（4 级）**			
表 B.4（第 1 页/共 15 页）				

表B.4 制造要素智能制造能力成熟度评估表（续）

项目	内容	访谈人员/部门	过程记录	符合性
特征	基于三维模型的工艺全过程仿真优化和基于专家知识库的工艺优化，并实现工艺设计与制造间的协同，实现。			
要求 a)	应实现基于模型的三维采矿及相关工艺设计和优化，并将完整的采矿及相关工艺系统集成于三维模型中；			
要求 b)	应基于开采系统知识库的集成应用，实现采矿及相关工艺流程、工序内容、生产资源等知识的实时调用，为矿井开采规划与设计提供决策支持；			
要求 c)	应实现基于三维模型的矿井及选煤厂生产要素的仿真分析及迭代优化；			
要求 d)	应基于巷道掘进、煤炭开采、主辅运输、通风、排水、供液、供电、安全防控、地面生产系统、洗煤厂等系统集成，实现生产信息下发、执行、反馈、监控的闭环管控。			
能力域	**工艺设计（5 级）**			
特征	基于知识库的工艺创新推理及在线自主优化，实现多领域、多区域、跨平台的全面协同，提供即时工艺设计服务。			
要求 a)	应基于采矿及相关工艺设计知识库的集成应用，辅助开采设计优化；			
要求 b)	应基于矿井及选煤厂设计、工艺、生产、检验、运维等数据分析，构建实时优化模型，实现工艺设计动态优化；			
要求 c)	应建立开采设计云平台，实现矿井及选煤厂与电厂、煤化工等产业链跨区域、跨平台的协同工艺设计。			
能力域	**采购（1 级）**			
特征	建立采购执行和供应商管理流程。			
要求 a)	应根据煤炭产品、设备及物料需求和库存等信息制定采购计划；			
表 B.4（第 2 页/共 15 页）				

表B.4　制造要素智能制造能力成熟度评估表（续）

项目	内容	访谈人员/部门	过程记录	符合性
要求 b)	应实现对采购订单、采购合同和供应商等信息的管理。			
要求 c)	应建立合格供应商机制，并有效执行			
能力域	**采购（2 级）**			
特征	基于信息技术手段实现采购执行和供应商管理。			
要求 a)	应通过信息系统制定设备及物料需求计划，生成采购计划，并管理和追踪采购执行全过程；			
要求 b)	应通过信息技术手段，实现供应商的寻源、评价和确认。			
能力域	**采购（3 级）**			
特征	基于内部信息系统集成自动提出采购需求，建立供应商管理系统。			
要求 a)	应将采购、生产和仓储等信息系统集成，自动生成采购计划，并实现出入库、库存和单据的同步；			
要求 b)	应通过信息系统开展供应商管理，对供应商的供货质量、技术、响应、交付、成本等要素进行量化评价。			
能力域	**采购（4 级）**			
特征	建立基于与供应商信息系统集成的采购信息协同和供应商评价。			
要求 a)	通过与供应商的销售系统集成，实现协同供应链；			
要求 b)	应基于采购执行、生产消耗和库存等数据，建立采购模型，实时监控采购风险并及时预警，自动提供优化方案；			
要求 c)	应基于信息系统的数据，优化供应商评价模型。			
能力域	**采购（5 级）**			
特征	实现供应链实时协同并开展基于智能技术的采购管理优化。			
表 B.4（第 3 页/共 15 页）				

表B.4 制造要素智能制造能力成熟度评估表（续）

项目	内容	访谈人员/部门	过程记录	符合性
要求 a)	应实现企业与供应商在设计、生产、质量、库存、物流的协同，并实时监控采购变化及风险，自动做出反馈和调整；			
要求 b)	应实现采购模型和供应商评价模型的自优化。			
能力域	**计划与调度（1 级）**			
特征	基于销售端输入数据（订单，预测等），编制主生产计划并开展调度。			
要求 a)	应基于销售订单和销售预测等信息，编制主生产计划；			
要求 b)	应基于主生产计划进行排产，形成详细生产作业计划并开展生产调度。			
能力域	**计划与调度（2 级）**			
特征	建立信息系统来实现主生产计划的自动编制，实现带约束条件下的自动计算和调度。			
要求 a)	应通过信息系统，依据生产数量、交期等约束条件自动生成主生产计划；			
要求 b)	应基于企业的安全库存、采购提前期、生产提前期等制约要素实现物料需求计划的运算；			
要求 c)	应基于信息技术手段编制详细生产作业计划，基于人工经验开展生产调度。			
能力域	**计划与调度（3 级）**			
特征	实现多重约束条件下的优化详细生产计划自动编制，通过对生产过程监控，实现计划失效预警并支持人工调整。			
要求 a)	应基于安全库存、采购提前期、生产提前期、生产过程数据等要素开展生产能力运算，自动生成有限能力主生产计划；			
要求 b)	应基于约束理论的有限产能算法开展排产，自动生成详细生产作业计划；			
要求 c)	应实时监控各生产环节的投入和产出进度，系统实现异常情况（如：生产延时、产能不足）的自动预警，并支持人工对异常的调整。			

表B.4 制造要素智能制造能力成熟度评估表（续）

项目	内容	访谈人员/部门	过程记录	符合性
能力域	**计划与调度（4 级）**			
特征	基于系统数据协同，实现高级优化排产和调度，实时处理生产过程波动。			
要求 a)	应基于先进排产调度的算法模型，系统自动给出满足多种约束条件的优化排产方案，形成优化的详细生产作业计划；			
要求 b)	应通过信息化系统实时监控煤炭生产过程的计划、质量、设备、环境安全、成本、人员等要素，实现对异常情况的自动决策和优化调度。			
能力域	**计划与调度（5 级）**			
特征	实现基于智能算法的计划与调度，并应用大数据实现持续优化，预测并提前处理生产波动和风险。			
要求 a)	应建立基于智能算法并融合人工智能动态调整的新一代高级计划与高级排产系统，提前处理生产过程中的波动和风险，实现动态实时的生产排产和调度；			
要求 b)	应通过统一平台，基于产能模型、供应商评价模型等，自动生成产业链上下游企业的生产作业计划，并支持企业间生产作业计划异常情况的统一调度。			
能力域	**生产作业（1 级）**			
特征	生产作业标准化。			
要求 a)	应制定矿井及选煤厂生产作业相关规范，并有效执行；			
要求 b)	应记录生产过程信息。			
能力域	**生产作业（2 级）**			
特征	信息数字化支持下的标准化生产。			
要求 a)	应通过信息技术手段，将生产指令下发到生产单元；			
要求 b)	应基于信息技术手段，实现生产过程关键物料、设备（采煤、掘进、运输、提升、通风、压风、灌浆、注氮、安全监测监控、供配电、给排水、供暖、地面生产系统、洗煤厂、装车等设备）、人员等的数据采集，并上传到信息系统；			
要求 c)	应在煤样采取，煤样制备，煤样试验与测定，煤质分析过程中采用数字化质量检测设备，达到全过程检测和控制选煤生产质量的目的；			
要求 d)	应通过信息系统记录生产作业信息，每个班次实现生产作业追溯			
表 B.4（第 5 页/共 15 页）				

表B.4 制造要素智能制造能力成熟度评估表（续）

项目	内容	访谈人员/部门	过程记录	符合性
能力域	**生产作业（3 级）**			
特征	实现关键生产环节的数据应用。			
要求 a)	应根据生产作业计划，自动将生产指令下发到各生产单元的相关信息化系统或电子看板；			
要求 b)	应实现对生产作业计划、生产资源、质量安全信息等关键数据的动态监测；			
要求 c)	应通过数字化检验设备及系统的集成，实现关键生产系统在线检测和在线分析，自动对检验结果判断和报警，实现检测数据共享；			
要求 d)	应实现生产过程中物料、设备、人员等信息可追溯。			
能力域	**生产作业（4 级）**			
特征	实现全面生产过程数据应用及驱动业务优化。			
要求 a)	应根据生产作业计划，三维地质模型，自动将生产程序、工艺参数、设备运行参数或生产指令下发；			
要求 b)	应构建模型实现生产作业数据、实际揭露地质数据的在线分析，优化生产工艺参数、设备参数、生产资源配置等；			
要求 c)	应基于在线监测的煤质数据，建立质量数据算法模型预测生产过程异常，并实时预警；			
要求 d)	应实时采集生产系统安全监测信息，并通过数据分析和知识库的运用，进行煤矿水、火、瓦斯、煤尘、矿山压力、地温等灾害分析，提出安全措施。			
能力域	**生产作业（5 级）**			
特征	智能化高柔性自适应生产。			
要求 a)	宜实现生产资源自组织、自优化，满足柔性化、个性化生产的需求；			
要求 b)	应基于人工智能、大数据等技术，实现生产过程非预见性异常的自动调整；			
要求 c)	应基于模型实现质量知识库自优化。			

表B.4 制造要素智能制造能力成熟度评估表（续）

项目	内容	访谈人员/部门	过程记录	符合性
能力域	**设备管理（1 级）**			
特征	基于人工检查或手持仪器的计划性点检和维修。			
要求 a)	应通过人工或手持仪器开展设备点巡检，并依据人工经验实现检修维护过程管理和故障处理。			
能力域	**设备管理（2 级）**			
特征	采用状态监测手段和信息化系统，科学建立预防性维修。			
要求 a)	应通过信息技术手段制定设备维护计划，实现对设备设施维护保养的预警；			
要求 b)	应通过设备状态检测结果，合理调整设备维护计划；			
要求 c)	应采用设备管理系统实现设备点巡检、维护保养等状态和过程管理。			
能力域	**设备管理（3 级）**			
特征	实现基于在线状态检测及其数据的分析处理，和维修管理系统关联，实现基于数据的闭环管理。			
要求 a)	应实现设备关键运行参数（温度、电压、电流等）数据的实时采集、故障分析和远程诊断；			
要求 b)	应依据设备关键运行参数等，实现设备综合效率（OEE）统计；			
要求 c)	应建立设备故障知识库，并与设备管理系统集成。			
能力域	**设备管理（4 级）**			
特征	实现基于预测的设备管理优化，并实现设备全生命周期管理。			
要求 a)	应基于设备运行模型和设备故障知识库，实现包含自动预警的预测性维护解决方案；			
要求 b)	应基于设备综合效率的分析，自动驱动工艺优化和生产作业计划优化。			

表B.4 制造要素智能制造能力成熟度评估表（续）

项目	内容	访谈人员/部门	过程记录	符合性
能力域	**设备管理（5 级）**			
特征	实现基于智能模型的设备预测和自适应，自学习。			
要求 a)	应采用机器学习、神经网络等，实现设备运行模型的自学习、自优化。			
能力域	**安全环保（1 级）**			
特征	建立规范的安全和环保管理流程和管理机制。			
要求 a)	应制定煤矿企业安全管理机制、职业健康管理机制和环保管理机制，具备安全和环保操作规程。			
能力域	**安全环保（2 级）**			
特征	识别安全风险、建立应急预案，并实现对环保设施的数据监测和预警。			
要求 a)	应通过信息技术手段实现煤矿安全制度措施、一通三防、地测防治水、事故管理、安全培训、应急救援、员工职业健康和安全作业管理；			
要求 b)	应通过信息技术手段实现煤矿生产排矸环、矿井水环保管理，环保数据可采集并记录。			
能力域	**安全环保（3 级）**			
特征	建立环保设施的集成监控系统并形成于知识库的安全风险识别和自动预警。			
要求 a)	应建立安全培训、风险管理等知识库；在现场作业端集成煤矿安全管理、安全监测（瓦斯、水、火、顶板、粉尘、冲击地压、主通风、胶带运输等）、设备工况、人员位置、灾害防治等信息；			
要求 b)	应实现从清洁生产到末端治理的全过程环保数据的采集，实时监控及报警，并开展可视化分析；			
要求 c)	应建立应急指挥中心，基于应急预案库自动给出管理建议，缩短突发事件应急响应时间。			
表 B.4（第 8 页/共 15 页）				

表B.4 制造要素智能制造能力成熟度评估表（续）

项目	内容	访谈人员/部门	过程记录	符合性
能力域	**安全环保（4 级）**			
特征	基于模型开展环保设施的动态监测、分析与优化。			
要求 a)	应基于安全作业、风险管控等数据的分析，实现煤矿“人、机、环、管”安全风险进行全方位动态监测、实时分析；			
要求 b)	应实现环保监测数据和生产作业数据的集成应用，建立数据分析模型，开展排放分析及预测预警。			
能力域	**安全环保（5 级）**			
特征	基于知识库及大数据分析的安全作业管理和环保设施优化。			
要求 a)	应综合应用知识库及大数据分析技术，实现安全监控、人员管理、瓦斯抽采（放）、火灾监控、视频监控、顶板动态检测、应急广播、冲击地压、水文监测生产安全一体化管理；			
要求 b)	应实现环保、生产、设备等数据的全面实时监控，应用数据分析模型，预测生产排放并自动提供生产优化方案并执行。			
能力域	**仓储配送（1 级）**			
特征	建立仓储和配送流程实现准时化配送。			
要求 a)	应制定仓储管理规范，实现出入库、盘点和安全库存等管理；			
要求 b)	应基于管理分类 和规范要求，实现 仓储合规管理；			
要求 c)	应基于生产计划制定配送计划，实现定时定量配送。			
能力域	**仓储配送（2 级）**			
特征	实现仓储管理自动化并应用标识技术实现物料状态可视化管理。			
要求 a)	设备应基于条码、二维码、RFID 等标识技术，实现出入库管理；			
要求 b)	应建立仓储管理系统，实现煤炭库位分配、出入库和移库等管理；			
要求 c)	应基于生产单元物料消耗、设备运行情况发起配送请求，并提示及时配送。			
表 B.4（第 9 页/共 15 页）				

表 B.4 制造要素智能制造能力成熟度评估表（续）

项目	内容	访谈人员/部门	过程记录	符合性
能力域	**仓储配送（3 级）**			
特征	基于内部信息系统集成实现仓储配送全过程可视化及配送自动化。			
要求 a)	应基于仓储管理系统与煤矿、选煤厂生产系统集成，依据实际生产作业计划实现半自动或自动出入库管			
要求 b)	应采用射频遥控数据终端、声控或按灯拣货等手段进行入库和拣货；			
要求 c)	应通过配送设备（AGV、桁车、手持终端等）和信息系统集成，实现关键件及时配送。			
要求 d)	适用时，应基于工业无线网，通过无线传感器，将储煤区相关信息自动采集至储煤区管理系统，对储煤仓（场）状态进行实时监测，储煤仓（场）状态异常时可自动报警，避免事故发生			
能力域	**仓储配送（4 级）**			
特征	基于产线实际生产情况，实时拉动物料配送，实现作业计划与仓储配送的实时协同动态调整。			
要求 a)	应通过数字化仓储设备、配送设备与信息系统集成，依据实际生产状态实时拉动物料、设备配送；			
要求 b)	应建立仓储模型和配送模型，实现最小库存和最优路径。			
要求 c)	适用时，应根据储煤仓（场）状态实时数据进行趋势预测，结合知识库自动给出纠正和预防措施			
能力域	**仓储配送（5 级）**			
特征	优化仓储配送模型，实现最优库存和最优配送方案。			
要求 a)	应基于分拣和配送模型，满足个性化、柔性化生产实时配送需求；			
要求 b)	应通过企业与上游供应链的集成优化，实现最优库存或即时供货。			
要求 c)	适用时，应通过智能仪表、互联网、云计算和大数据技术，实现储煤仓（场）自动控制，实现无人值守			
能力域	**能源管理（1 级）**			
特征	建立制度并开展主要设备数据采集。			
要求 a)	应建立企业能源管理制度，开展主要能源的数据采集和计量。			

表 B.4 制造要素智能制造能力成熟度评估表（续）

项目	内容	访谈人员/部门	过程记录	符合性
能力域	**能源管理（2 级）**			
特征	基于信息化的能源设备监控及节能改造。能 源全过程监控和调度。			
要求 a)	应通过信息技术手段，对主要能源的产生、消耗点开展数据采集和计量；			
要求 b)	应建立水电气等重点能源消耗的动态监控和计量；			
要求 c)	应实现重点高能耗设备、系统等的动态运行监控；			
要求 d)	应对有节能优化需求的设备开展实时计量，并基于计量结果进行节能改造。			
能力域	**能源管理（3 级）**			
特征	基于数据的能源设备数据分析、共享和优化。			
要求 a)	应对高能耗设备能耗数据进行统计与分析，制定合理的能耗评价指标；			
要求 b)	应建立能源管理信息系统，对能源输送、存储、转化、使用等各环节进行全面监控，进行能源使用和生产活动匹配，并实现能源调度；			
要求 c)	应实现能源数据与其他系统数据共享，为业务管理系统和决策支持系统提供能源数据。			
能力域	**能源管理（4 级）**			
特征	开展基于模型的能源设备分析、共享和优化。			
要求 a)	应建立节能模型，实现能流的精细化和可视化管理；			
要求 b)	应根据能效评估结果及时对空压机、锅炉、工业窑炉等高耗能设备进行技术改造和更新。			
能力域	**能源管理（5 级）**			
特征	能源设备的在线动态预测和共享；			
要求 a)	应实现能源的动态预测和平衡，并指导生产。			
表 B.4（第 11 页/共 15 页）				

表 B.4 制造要素智能制造能力成熟度评估表（续）

项目	内容	访谈人员/部门	过程记录	符合性
能力域	**物流（1 级）**			
特征	建立标准化、规范化物流运营体系。			
要求 a)	应根据运输订单和经验，制定运输计划并配置调度；			
要求 b)	应对车辆和驾驶员进行统一管理；			
要求 c)	应对物流信息进行简单跟踪。			
能力域	**物流（2 级）**			
特征	实现基于信息系统的物流业务数字化管理。			
要求 a)	应通过运输管理系统实现订单、运输计划、运力资源、调度等的管理；			
要求 b)	应通过电话、短信等形式反馈运输配送关键节点信息给管理人员。			
能力域	**物流（3 级）**			
特征	实现基于网络化的物流信息系统集成。			
要求 a)	应实现运输配送关键节点信息跟踪，并通过信息系统将信息反馈给客户；			
要求 b)	应通过运输管理系统，实现拼单、拆单等功能；			
要求 c)	应基于互联网，通过运输管理系统，形成产、运、销一体化供应链。			
能力域	**物流（4 级）**			
特征	基于数据全面集成共享及建模分析，实现物流过程透明化及业务活动的优化。			
要求 a)	应实现生产、仓储配送（管道运输）、运输管理多系统的集成优化；			
要求 b)	应实现运输配送全过程信息，对轨迹异常进行报警；			
要求 c)	应基于模型，实现装载能力优化以及运输配送线路优化。			
表 B.4（第 12 页/共 15 页）				

表 B.4 制造要素智能制造能力成熟度评估表（续）

项目	内容	访谈人员/部门	过程记录	符合性
能力域	**物流（5 级）**			
特征	基于感知，学习，推理判断，实现物流系统决策执行过程的自优化、自决策。			
要求 a)	应通过互联网、物联网和数据模型分析，实现物、车、路、人的最佳方案自主匹配；实现煤炭物流信息化、标准化。			
能力域	**销售（1 级）**			
特征	通过人工进行规范的销售业务管理。			
要求 a)	应基于市场信息和销售历史数据（区域、型号、产品定位、数量等），通过人工方式进行市场预测，制定销售计划；			
要求 b)	应对销售订单、销售合同、分销商、客户等信息进行统计和管理。			
能力域	**销售（2 级）**			
特征	应通过信息系统编制销售计划，实现销售计划、订单、销售历史数据的管理。			
要求 a)	应通过信息系统编制销售计划，实现销售计划、订单、销售历史数据的管理；			
要求 b)	应通过信息技术手段实现分销商、客户静态信息和动态信息的管理。			
能力域	**销售（3 级）**			
特征	通过信息化系统实现销售与其他业务集成。			
要求 a)	应根据数据模型进行市场预测，生成销售计划；			
要求 b)	应与采购、生产、物流等业务集成，实现客户实际需求拉动采购、生产和物流计划。			
表 B.4（第 13 页/共 15 页）				

表 B.4 制造要素智能制造能力成熟度评估表（续）

项目	内容	访谈人员/部门	过程记录	符合性
能力域	**销售（4 级）**			
特征	应用数据优化销售业务，实现多渠道营销。			
要求 a)	应通过对客户信息的挖掘、分析，优化客户需求预测模型，制定精准的销售计划；			
要求 b)	应综合运用各种渠道，实现线上线下协同，统一管理所有销售方式；			
要求 c)	应根据客户需求变化情况，动态调整设计、采购、生产、物流等方案。			
能力域	**销售（5 级）**			
特征	数据深度应用下的精准营销及新技术应用下的销售模式升级。			
要求 a)	应采用大数据、云计算和机器学习等技术，通过数据挖掘、建模分析,全方位分析客户特征，实现满足客户需求的精准营销，并挖掘客户新的需求，促进产品创新；			
要求 b)	应实现产品从接单、答复交期、生产、发货到回款全过程自动管理的销售模式。			
能力域	**客户服务（1 级）**			
特征	具有规范的服务制度，并对服务相关信息进行统计。			
要求 a)	应制定客户服务规范，并有效执行；			
要求 b)	应对客户服务信息进行统计，分析不同行业技术工艺、产品属性及景气差异对煤炭产品的不同需求，并反馈给设计、生产、销售部门。			
能力域	**客户服务（2 级）**			
特征	具有成熟的服务体系，并通过信息技术手段进行服务数据管理。			
要求 a)	应建立包含客户反馈渠道和服务满意度评价制度的规范化服务体系，实现客户服务闭环管理；			
要求 b)	应通过信息系统实现客户服务管理，对客户服务信息进行统计并反馈给相关部门。			

表 B.4 制造要素智能制造能力成熟度评估表（续）

项目	内容	访谈人员/部门	过程记录	符合性
能力域	**客户服务（3 级）**			
特征	集成信息系统支持下的客户服务，进行基础的数据应用，产品可联网。			
要求 a)	应通过客户服务平台或移动客户端等实时提供在线客服；			
要求 b)	应具有客户服务信息数据库及客户服务知识库，实现与客户关系管理系统的集成。			
能力域	**客户服务（4 级）**			
特征	数据全流程贯通下的远程服务，预测性维护产品；数据驱动产品升级创新。			
要求 a)	应实现面向客户的精细化管理，提供主动式客户服务；达成并兑现双方接受的煤炭价格、数量和质量、送货及到货时间；			
要求 b)	应建立客户服务数据模型，实现满足客户需求的精准服务。			
能力域	**客户服务（5 级）**			
特征	基于新技术的智能服务、智能产品、生态服务。			
要求 a)	应采用服务机器人实现自然语言交互、智能客户管理，并通过多维度的数据挖掘，进行自学习、自优化。			

附 录 C
（资料性）
评估报告纲要

C.1 评估概述

简要说明开展评估活动所需的基本信息，内容可包括但不限于：

a） 评估企业名称；

b） 评估申请的活动；

示例：产品设计、生产制造、产品服务。

c） 企业涉及的活动；

示例：产品设计、生产制造、产品服务。

d） 评估涉及的范围；

示例：某生产工艺下生产制造某产品。

e） 物理范围；

示例：银川市兴庆区凤凰南街路 321 号院内制造工厂。

f） 评估时间；

g） 评估发起人；

h） 评估组长；

i） 评估组员。

C.2 评估活动总结

C.2.1 评估时间

简要说明评估开展的时间。

C.2.2 评估组成员

简要说明评估组的人员构成信息，宜以表格的形式给出，具体可参照，内容可包括但不限于：

a） 成员姓名；

b） 学历/职称；

c） 所从事的专业；

d） 所在单位名称；

e） 在评估组中的职责、任务及分工。

示例：

成员姓名	学历/职称	从事专业	单位名称	职责、任务及分工
张三	高级工程师	智能制造	XX研究院	评估组长
李四	高级工程师	信息化	XX有限责任公司	评估技术能力域
王二	教授	机械及自动化	XX大学	评估制造
……	……	……	……	……

C.2.3 评估依据

说明评估活动开展依据的标准化文件所对应标准编号及标准名称。

示例：本次评估活动依据 T/NXJX 005—2021 《煤矿企业智能制造能成熟度评估细则》规定的方法及要求开展。

C.2.4 评估域及权重值

说明评估活动中确定并使用的评估域内容及对应权重值，宜参考正文表2所示给出。

C.2.5 参与访谈人员

说明访谈部门及参与的人数。

示例：

部门名称	人员数量
产品设计部	9人
质量管理部	3人
综合生产部	5人
……	……

C.3 评估结果综述

评估结果综述可包含：

a) 评估企业的主要工艺特征；
b) 智能制造能力提升方面的成效；
c) 存在不足的方面。

C.4 评估结论

C.4.1 评估结果

简要说明评估活动的结果，宜通过表格或图的形式给出，内容可包括但不限于：

a) 整体成熟度得分及等级，参考示例 1；
b) 评估能力域符合程度，参考示例 1；
c) 成熟度要求满足程度，参考示例 2；
d) 满足程度分布情况，参考示例 3；
e) 评估结果简要分析，参考示例 4。

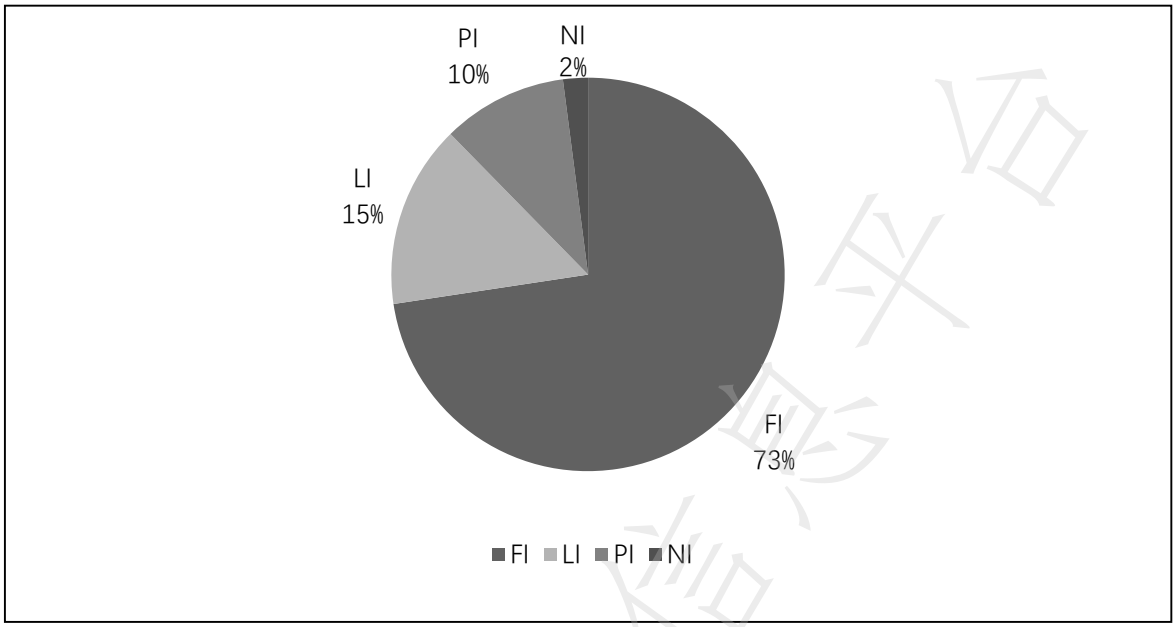
示例1：

成熟度等级	二级				
成熟度得分	2.79				
能力域符合程度	一级	二级	三级	四级	五级
组织战略	S	S	S	-	-
人员技能	S	S	S	-	-
数据	S	S	S	-	-
集成	S	S	US	-	-
信息安全	S	S	US	-	-
装备	S	S	US	-	-
网络	S	S	US	-	-
设计	S	S	US	-	-
生产	S	S	S	-	-
物流	S	S	US	-	-
销售	S	S	US	-	-
服务	S	S	US	-	-
注1：成熟度等级填写 “一级/二级/三级/四级/五级” **注2**：成熟度得分填写 “S（0≤S≤5.0）” **注3**：能力域符合程度填写“S或US”。					

示例2：

等级	一级			二级				三级				四级				五级			
要求	要求a	要求b	要求c	要求a	要求b	要求c	要求d	要求a	要求b	要求c	要求d	要求a	要求b	要求c	要求d	要求a	要求b	要求c	要求d
组织战略	FI	FI		FI	FI			FI	FI										
人员技能	FI	FI		FI	FI	FI		FI	LI			NY	NY						
数据	FI	FI		FI	FI	FI		LI	LI	PI		NY	NY	NY		NY			
集成	FI			FI	LI			LI	FI	LI		NY							
信息安全	FI	FI		FI	FI	FI		FI	FI			NY	NY	NY					
装备	FI	FI		FI	FI			FI	LI			NY	NY			NY	NY		
网络	FI			FI				FI	FI	FI		NY							
产品设计	FI	FI	FI	FI	FI	FI		FI	FI	FI	FI	NY	NY	NY	NY	NY	NY	NY	NY
工艺设计	FI	FI	FI	FI	FI	FI		LI	PI	LI	NI	NY	NY	NY	NY	NY	NY	NY	
采购	FI	FI	FI	FI	FI			FI	FI			NY	NY	NY		NY	NY		
计划与调度	FI	FI		FI	FI	FI		FI	PI	PI		NY	NY			NY	NY		
生产作业	FI	FI		LI	PI	LI	PI	LI	LI	PI	PI	NY	NY	NY	NY	NY	NY	NY	
设备管理	FI			FI	FI	FI		LI	LI	PI	NI	NY	NY			NY			
安全环保	FI			FI	FI			LI	LI	LI		NY	NY			NY	NY		
仓储配送	FI	FI	FI	FI	FI	LI		FI	PI	LI	NI	NY	NY	NY		NY	NY	NY	
能源管理	FI			FI	FI			FI	PI	LI		NY	NY			NY	NY		
物流	FI	FI	FI	FI	FI			FI	PI	PI		NY	NY	NY		NY			
销售	FI	FI		FI	FI			FI	PI			NY	NY	NY		NY	NY	NY	
产品服务	FI	FI		FI	FI			FI	PI			NY	NY	NY		NY	NY		
客户服务	FI	FI		FI	FI			FI	LI			NY	NY			NY			

示例3：



示例4：

从整体能力域来看，一级和二级的全部能力子域达到等级要求，三级的8个能力子域未达到等级要求。

从能力子域要求来看，本次评估了智能制造能力成熟度人员、技术、资源、制造范围的一至三级，共涉及到146条成熟度要求，其中完全满足项（ FI ）占比73%，大部分满足项（LI）占比15%，部分满足项（PI）占比10%，完全没有执行项（NI）占比2%。

不满足（NI）3项：

——工艺设计要求C；

——设备管理要求C；

——仓储配送要求C。

部分满足（PI）15项：

——略。

大部分满足（LI）22项：

——略。

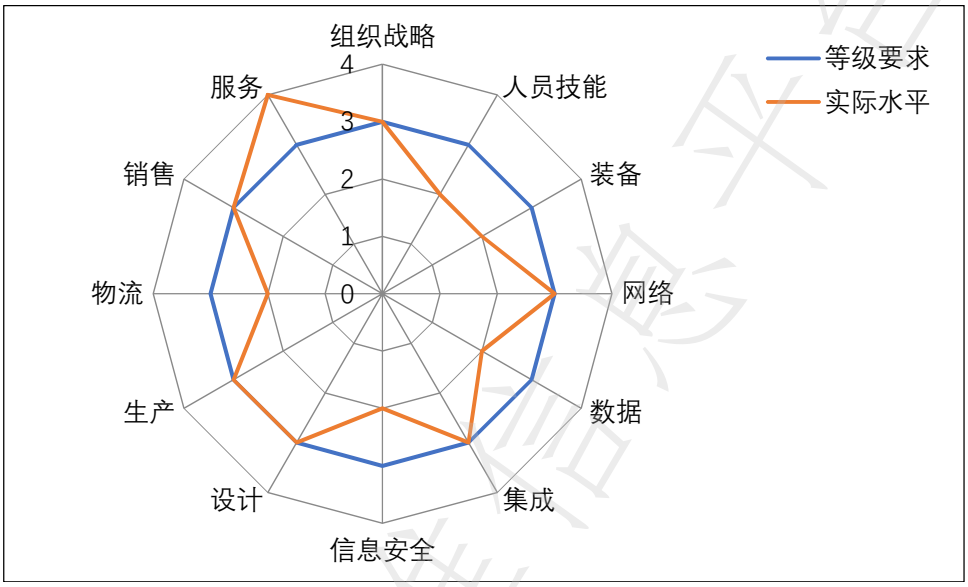
全国团体标准信息平台

C.4.2 智能制造能力域改善优先级分布

C.4.2.1 能力域等级分布

能力域等级与所评估等级进行对比分析，宜以雷达图的形式给出。

示例：



C.4.2.2 能力域改善优先级计算

智能制造能力子域改善优先级水平由能力子域权重值占比和实际水平L_r与等级要求L_R差值决定，优先级得分越高，优先级越高，得分为正值说明该能力域需要改善，得分为负值说明该能力域水平高于所评估等级要求。

优先级得分按式（C.1）计算：

$$L = (L_R - L_r) \times \alpha \times \beta \quad \text{.....(C.1)}$$

式中：

β ——能力域权重。

α ——能力要素权重。

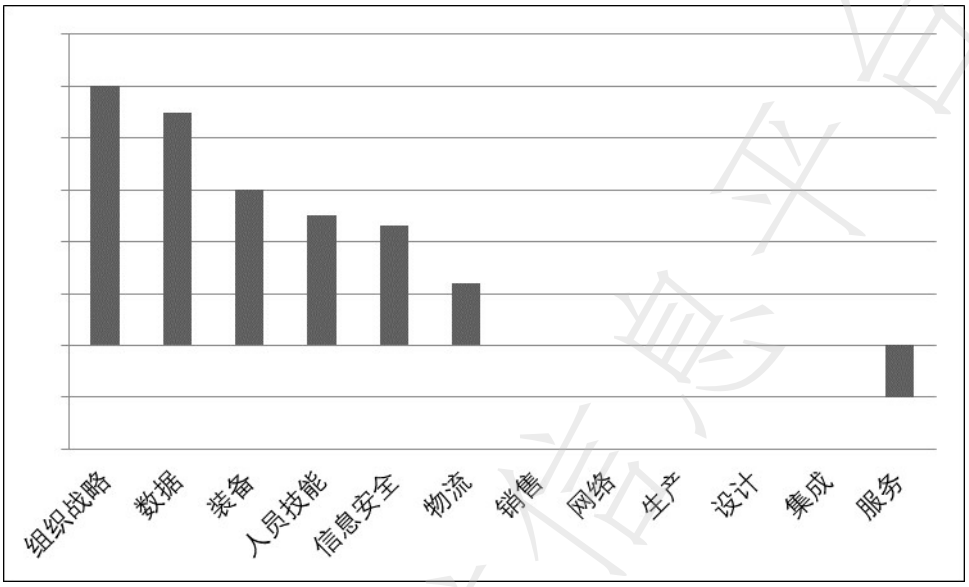
L_r ——实际水平。

L_R ——等级要求。

C.4.2.3 能力域改善优先级分布

能力域改善优先级宜以图的形式给出。

示例：



C.5 评估强项、弱项分析

根据能力域改善优先级较高的弱项，针对弱项进行逐项现状分析。

C.6 评估建议项

根据评估结果、技术发展现状、企业经营能力和行业发展趋势，综合给出各项改进意见。

全国团体标准信息平台

参 考 文 献

[1] 中华人民共和国工业和信息化部 2017 年智能制造试点示范项目要素条件.2017.
[2] 中华人民共和国工业和信息化部、国家标准化管理委员会.国家智能制造标准体系建设指南.2018.
[3] 卡内基梅隆大学软件工程研究所（SEI).CMMI 开发模型 2.0 版，2018.www.sei.cmu.edu/cm-mi
[4] IBM.智能电网成熟度模型（Smart Grid Maturity Model).2009.
[5] 罗兰-贝格国际管理咨询公司.工业 4.0 时代——如何在第四次工业革命中成功.2014.
[6] 美国国家标准化研究所（NIST)工程实验室.Current Standards Landscape for Smart Manufacturing Systems.2016.
[7] 德国机械及制造商协会.Industrie 4.0 Readiness.2015.
[8] 德国国家科学与工程学院.Industrie 4.0 Maturity Index.2017.
[9] 《煤矿智能化建设指南(2021 年版)》(国能发煤炭规〔2021〕29 号
[10] 《宁夏回族自治区支持煤矿智能化发展的若干政策措施》（宁发改能源〔2020〕814 号）
[11] 《宁夏回族自治区煤矿智能化发展实施方案》（宁发改能源〔2020〕484 号）
[12] 《关于加快煤矿智能化发展的指导意见》（发改能源〔2020〕283 号）
[13] 《煤炭工业智能化矿井设计标准》（GB/T51272-2018）
[14] 国家《智慧矿山信息系统通用技术规范》（GB/T34679-2017）
[15] 《智能化煤矿（井工）分类、分级技术条件与评价》（T/CCS 001-2020）

全国团体标准信息平台