

国际标准分类（ICS）号

中国标准文献分类（CCS）号

团 体 标 准

T/CCMA ****—2023

工程机械数字化水平评估规范

Assessment specification on digital level of construction machinery

（征求意见稿）

2023 -** -**发布

2023 -**-**实施

中国工程机械工业协会

发布

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 评估内容	1
4.1 概述	1
4.2 设备感知	1
4.3 数据采集与传输	2
4.4 数字化成效	2
4.5 协同共享	3
4.6 数据安全	3
5 评估计分	4
5.1 计分方法	4
5.2 判定方法	4
6 评估程序	4
附录 A（规范性）工程机械数字化评估指标体系及评分	5
附录 B（规范性）工程机械数字化水平计算公式	10
附录 C（规范性）工程机械数字化水平等级划分	11

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。

本文件由中国工程机械工业协会提出并归口。

本文件由中国工程机械工业协会标准化工作委员会组织制定。

本文件起草单位：国家工业信息安全发展研究中心、***、***、***。

本文件主要起草人：***、***、***。

引 言

制造业作为国民经济的主要支柱，也是实体经济的基础和主体，是强国之基，是新时代中国“创新驱动、转型升级”的主战场。随着新一代信息技术的快速发展，装备数字化已成为推动我国工业企业转型升级、实现制造业高质量发展的重要支撑。重点装备数字化评估规范标准作用和优势日渐凸显，而工程机械作为我国装备制造业的重要组成部分，产品品类齐全，制造能力强，对制造业转型升级具有引领示范作用，亟需加快研制工程机械装备数字化评估规范标准，以标准规范产业转型升级，进一步夯实我国制造业数字化转型的基础。

本文件根据工程机械行业特点，以工程机械行业数字化发展需求为导向，工业互联网促进数字化转型为趋势，围绕设备设计、生产、作业、服务、维修、退役等全生命周期，挖掘基于工业互联网平台开展数字化的需求场景，将数字技术与全生命周期深度融合，打造设备数字化新型能力体系，助力工程机械行业以工业互联网平台为载体开展数字化转型，全面提升工程机械设备的作业能力、服务能力与价值体系。

本文件提出了工程机械设备数字化水平评估指标和等级划分模型，基于评估指标对工程机械装备进行科学性、导向性、统一性、客观性、公正性的评估，以评促建，打造工程机械行业数字化转型所需的新型能力，有力支撑工程机械设备价值创造与发展战略目标的实现。

工程机械数字化水平评估规范

1 范围

本文件规定了工程机械设备数字化评估内容、评估计分方法、评估程序及评估指标体系及评分等方面内容。

本文件适用于T/CCMA 0001中的工程机械设备的数字化水平评估。

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。

T/CCMA 0001 工程机械定义及类组划分

3 术语和定义

T/CCMA 0001界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

数据安全 data security

通过管理和技术措施，确保数据有效保护和合规使用的状态。

[来源：GB/T 37988—2019，3.1]

4 评估内容

4.1 概述

工程机械设备数字化评估内容包括设备感知、数据采集与传输、数字化成效、协同共享及数据安全共五项指标。

4.2 设备感知

4.2.1 概述

设备感知应包含设备自身工作状态、对施工外部环境以及对作业过程感知能力。

4.2.2 设备状态感知

设备状态感知是通过设备自身设计的多种传感器为操控人员提供控制操作过程所需的系统或部件实时反馈状态数据或信息，包括但不限于关键系统或部件的工作参数、开关量状态及设备器件故障报警信息等。

4.2.3 外部环境感知

根据各类工程机械面向的工作环境，外部环境感知包括但不限于地质环境、大气（气象）环境、水环境、土壤环境。

4.2.4 作业过程感知

作业过程感知是指设备能够感知作业过程的物料使用位置及跟工程安全、质量相关的关键运行参数，包括但不限于作业记录、作业完成度。

4.3 数据采集与传输

4.3.1 概述

数据采集与传输是指采集设备数据，并通过标准数据结构和开放数据接口等，实现设备与运行系统及管理控制系统、关联的制造设备及相关零部件之间的数据传送。

4.3.2 数据采集

工程机械设备应具备一定的同步机制，能够准确的按照固定的节拍和时间与其他设备进行协同。

4.3.3 数据传输

数据传输是指在通过通信技术进行数据传输，包括但不限于数据传输时延性、信道容量、传输网络稳定性等性能指标。

4.3.4 数据处理

数据处理是指对采集的数据支持在设备端按照不同时间段及实时开展数据处理，为设备作业过程提供支撑。

4.4 数字化成效

4.4.1 概述

数字化成效是指基于大数据分析技术，对采集的工程机械设备数据进行处理分析，实现设备的价值分析、故障诊断、远程监控以及调度、预警等目标，对设备定义及设计、生产制造、后市场服务、最佳作业实践指导等具有一定成效。

4.4.2 对设备定义及设计渗透率

对设备定义及设计的渗透率是指通过历史工况数据开展统计、算法研究，得出的新特征、新认识应用于产品定义及设计，促进产品换代升级。

4.4.3 对设备生产制造的渗透率

对设备生产制造的渗透率是基于设备历史状态、作业信息进行汇总，分析后得出新认识、新特征，将新认识、新特征引入设备生产制造的升级事项中，并取得较好的使用反馈。

4.4.4 对后市场服务的贡献度

对后市场服务的贡献度是指通过对主机端采集的各项历史数据进行分析，实现对主机关键部件的健康诊断、故障预警、寿命预测及维护等，从而实现主动服务。

4.4.5 对最佳作业实践指导的贡献度

对最佳作业实践指导的贡献度是指通过对信息的深度加工和分析,得出用于作业最佳实践的智能化功能,将行业最佳作业实践经验数字化、知识化,输出形成模型,应用于设备端。

4.5 协同共享

4.5.1 概述

协同共享是指围绕数据共享、业务协同等指标开展设备全生命周期的协同。

4.5.2 数据共享

数据共享是指描述不同的工程机械设备将数据传输至统一平台,实现所有设备的数据记录,为后续数据服务提供基础,还可实现不同设备之间数据的共享和传递,辅助设备协同工作。

4.5.3 业务协同

业务协同是指实现数据共享的工程机械设备,通过信息技术设备的智能互联、资源共享,共同完成作业任务,包括但不限于设备集群种类、设备集群数量。

4.6 数据安全

4.6.1 概述

数据安全是指为了防止数据非授权访问,需要对平台采用技术和管理方面的安全保护,保护系统硬件、软件和数据不因偶然和恶意的原因遭到破坏、更改和泄露。通过采用各种技术和管理措施对平台进行安全保护。

4.6.2 物理安全

物理安全是指通过对人员、设备、系统、工具及信息资产进行管理和控制,制订相应的管理措施和管理流程,防止物理环境的破坏,进而影响到数据安全。

4.6.3 系统安全

系统安全是指通过对操作系统、数据库及平台软件管理控制,防止系统破坏、数据库失效及平台软件的非正常停止运行,及时安装补丁及对系统进行漏洞扫描和病毒防护。对数据进行及时备份,必要时采用双机、双区等方式进行容灾设计。包括:

- a) 系统防御,即具备安全防护软件或硬件,能够防止常规的病毒及网络等攻击;
- b) 权限管理,即提供文件、设备等底层资源的权限管理能力,防止越权访问;
- c) 操作审计:即提供文件、设备等底层资源的访问、操作历史日志,为更高级的审计提供数据和功能支持。

4.6.4 存储安全

存储安全是指对数据要保证数据的机密性、完整性及可用性,建立相应的安全管理体系,防止数据的非授权访问及破坏。数据进行共享传输时,采用加密传输通道,对于访问身份采用数字证书、账户授权、白名单访问控制策略等。数据需要定期备份,以防止数据丢失和损坏。对于重要数据存储时可采用加密算法,在使用数据时通过特定系统解密后进行读取和访问。

4.6.5 传输安全

传输安全是指数据在传输过程中的安全性，包括：

a) 接口安全，即采用安全接口设计及高安全的数据传输协议，保证在通过接口访问、处理、传输数据时的安全性，避免数据被非法访问、窃听或旁路嗅探；

b) 中间层安全，即使用加密等方法隐藏实际数据，保证数据在通过中间层的过程中不被恶意截获，只有数据管理者通过密钥等方式可以在平台中动态解密并访问原始数据。

5 评估计分

5.1 计分方法

5.1.1 评分总分为 100 分，按附录 A 中表 A.1 中的指标体系及权重分配，依据附录 B 计算方法进行评分。

5.1.2 对于数字化成效下的二级指标，采用 100 分制。

5.1.3 三级指标评价分值采用 100 分制，最低分为 1 分，最高分为 100 分。

5.1.4 工程机械设备数字化水平评估指标、权重及评分方法见表 A.1、表 A.2。

5.1.5 当仅选择部分指标进行评价时，隶属于同一上级指标的同层级指标权重应进行线性归一化处理。

5.1.6 指标评价分值保留 2 位小数。

5.2 判定方法

依据工程机械数字化水平测评得分，将工程机械数字化水平划分为 A、AA、AAA、AAAA、AAAAA 五个等级，见附录 C。

6 评估程序

将工程机械设备数字化评估流程分为目标确定、评估要素、评估诊断、改进优化、报告编制等步骤，评估程序如下：

- a) 目标确定：在开展数字化水平评估前，明确被评估的对象及应用场景；
- b) 要素识别：从设备感知、传输、决策、协同、安全等维度识别设备评估的要素；
- c) 评估诊断：通过查验技术文档、现场检测验证等，对设备数字化要素进行评估；
- d) 改进优化：基于评估结果，依据 C.1 等级划分表，判定评估对象的数字化水平，给出评估结论及优化建议；
- e) 报告编制：编制形成相应的评估报告。

附 录 A
(规范性)
工程机械数字化评估指标体系及评分

A.1 概述

本附录基于本文件的基本原则及评估内容，进一步给出工程机械设备数字化评估指标体系。

A.2 评估指标体系及评分

工程机械设备数字化能力评估指标体系及权重见表A.1。

表 A.1 工程机械数字化能力评估指标体系及权重表

一级指标	一级指标权重	二级指标	二级指标权重	三级指标	三级指标权重
设备感知	15%	设备状态感知	0.3	设备故障报警*	0.3
				设备运行状态监测*	0.4
				设备定位信息*	0.3
		外部环境感知	0.3	气象反馈*	0.2
				温湿度反馈*	0.2
				气体反馈*	0.2
				噪音反馈*	0.2
		作业过程感知	0.4	障碍反馈*	0.2
				作业记录*	0.5
				作业完成度*	0.5
数据采集与传输	20%	数据采集	0.3	数据准确率	0.3
				采集的时效	0.3
				采集数据覆盖率	0.1
				数据存储	0.3
		数据传输	0.3	数据传输时延性	0.4
				信道容量*	0.3
				传输网络稳定性	0.3
		数据处理	0.3	分段截取分析能力*	0.5
				实时分析	0.5
		远程控制	0.1	远程参数查询	0.3
远程参数设置	0.3				
OTA升级	0.4				
数字化成效	0.35	对设备生产制造的渗透率	0.2	---	---
		对产品定义及设计渗透率	0.3	---	---
		对后市场服务的贡献度	0.3	---	---

表 A.1 (续)

一级指标	一级指标权重	二级指标	二级指标权重	三级指标	三级指标权重
数字化成效	0.35	对最佳作业实践指导的贡献度	0.2	---	---
协同共享	20%	数据共享	0.4	数据有效共享率	0.3
				数据有效共享效率	0.3
				数据有效共享质量*	0.4
		业务协同	0.6	设备集群种类	0.5
设备集群数量	0.5				
数据安全	10%	物理安全	0.2	管理制度*	1
		系统安全	0.2	安全等级	1
		存储安全	0.3	安全认证*	0.3
				数据备份*	0.7
		传输安全	0.3	接口安全*	0.2
				数据加解密性*	0.4
安全数据传输协议*	0.4				

注：三级指标标注*的评估标准为有或无。

A.3 三级指标评分方法描述

工程机械数字化能力评估三级指标评分方法描述见表A.2。

表 A.2 工程机械数字化能力评估三级指标评分方法描述

三级指标	方法描述
设备故障报警	设备故障报警是指在设备运行过程中，通过系统或传感器检测到设备存在异常状况或故障时发出的警告信号。有设备故障报警得 100 分，无设备故障报警得 0 分。
设备运行状态监测	设备运行状态监测旨在实时监测设备的工作状态和性能指标，以确保设备处于正常工作状态，并及时发现任何潜在的故障或异常。有设备运行状态监测得 100 分，无设备运行状态监测得 0 分。
设备定位信息	设备定位信息是指确定设备位置的数据或信息，它可以提供设备的地理坐标或相对位置信息。有 GPS 定位、基站定位、Wi-Fi 定位等其中一种设备定位信息得 100 分，无设备定位信息得 0 分。
气象反馈	气象反馈指的是从气象相关设备或气象服务中获得的气象信息和预报，在不同的应用领域中提供有关天气和气候状况的反馈和数据。有气象反馈信息得 100 分，无气象反馈信息得 0 分。
温湿度反馈	温湿度反馈是指获取和提供环境中温度和湿度的信息。有温湿度反馈信息得 100 分，无温湿度反馈信息得 0 分。
气体反馈	气体反馈是指获取和提供环境中气体浓度或质量的信息。有气体反馈信息得 100 分，无气体反馈信息得 0 分。
噪音反馈	噪音反馈是指获取和提供环境中噪音水平的信息。有噪音反馈信息得 100 分，无噪音反馈信息得 0 分。
障碍反馈	障碍反馈是指获取和提供有关环境中的障碍物或障碍状况的信息。这种反馈对于导航、安全和辅助功能等方面非常重要。有障碍反馈信息得 100 分，无障碍反馈信息得 0 分。

表 A.2 (续)

三级指标	方法描述
作业记录	作业记录是指记录和管理各类作业或任务的详细信息，包括任务名称、任务描述、截止日期、进度状态等。作业记录有助于组织、跟踪和管理个人或团队的任务，确保任务按时完成并提高工作效率。有完整作业记录信息得 100 分，无作业记录信息得 0 分。
作业完成度	作业完成度是指任务或作业的完成程度或进展情况。它用于衡量任务的完成情况，并提供对任务进展的概述。有完整作业完成度信息得 100 分，无作业完成度信息得 0 分。
数据准确率	数据准确率是指数据的正确性和精确性程度，衡量了数据与实际情况之间的一致性。它表示了数据收集、处理或存储过程中所产生数据的准确性水平。数据准确度 99.5% 以上 100 分，数据准确度 99%~99.5% 得 90 分，数据准确度 98.5%~99% 得 80 分，数据准确度 98%~98.5% 得 70 分，数据准确度 97.5%~97% 得 60 分，数据准确度低于 95% 得 0 分。
采集的时效	数据采集的时效性是指数据在采集过程中及时获取和处理的能力。用数据更新频率来衡量。采集的数据 2 分钟内更新一次得 100 分，2 分钟-4 分钟更新一次得 90 分，5 分钟-6 分钟更新一次得 80 分，7 分钟-8 分钟更新一次得 70 分，9 分钟及以上更新一次得 60 分。
采集数据覆盖率	采集数据的覆盖率是指在数据采集过程中所获得的数据与整体数据集或目标群体之间的比例或覆盖程度。采集数据覆盖率在 50% 以下不得分，50%-60% 得 60 分，60%-70% 得 70 分，70%-80% 得 80 分，80%-90% 得 90 分，90% 及以上 100 分。
数据存储	数据存储是指将数据保存和管理在可靠的媒介或系统中，以便长期存储、访问和使用。存储容量大于 256kb 得 100 分，存储容量小于 256kb 大于 128kb 得 90 分，存储容量小于 256kb 大于 128kb 得 80 分，存储容量小于 128kb 大于 64kb 得 70 分，存储容量小于 64kb 大于 32kb 得 60 分，存储容量小于 32kb 得 0 分。
数据传输时延性	数据传输时延性是指数据在发送方和接收方之间传输所需的时间。它包括数据在传输过程中所经历各个阶段的延迟，如编码和解码延迟、传输延迟、路由延迟等。理想情况（75 分-100 分）：1-100ms，一般情况（50 分-74 分）：100ms-200ms，较差（25 分-49 分）：200ms-300ms，很差（0 分-24 分）：300ms 以上。
信道容量	<p>信道容量是指在给定的传输媒介和通信条件下，能够传输的最大数据速率。它是一个表征信道传输性能的指标，通常用来衡量信道的带宽和噪声等因素对数据传输的限制程度。</p> $C = B * \log_2(1 + S/N)$ <p>其中， C 是信道容量，以比特/秒 (bps) 为单位； B 是信道的带宽，以赫兹 (Hz) 为单位； S 是信号的平均功率； N 是信道中的噪声功率。</p> <p>信道容量大于 450bps 得 100 分，信道容量小于 450bps 得 0 分。</p>
传输网络稳定性	传输网络的稳定性是指网络在面对各种负载、故障和攻击情况下保持可靠、连续和可用的能力。用丢包率进行评价，丢包率是指测试中所丢失数据包数量占所发送数据包的比率，发送 1000 个数据包，评价丢包情况。丢包 1% 以内得 100 分，丢包 1%~2% 得 90 分，丢包 2%~3% 得 80 分，丢包 3%~4% 得 70 分，丢包 4%~5% 得 60 分，丢包大于 5% 得 0 分。

表 A.2 (续)

三级指标	方法描述
分段截取分析能力	分段截取分析是指通过对网络传输中数据包分段和分片的情况进行分析和评估,以了解传输过程中数据包的大小、分段数量、分片偏移等信息。具备分段截取分析能力得 100 分,不具备分段截取分析能力得 0 分。
实时分析	实时分析是指在数据生成或接收之后,立即对数据进行分析 and 处理,以获得及时的洞察和决策支持。与传统的离线分析相比,实时分析注重数据的即时处理和快速响应,以满足实时业务需求和决策。具备实时分析能力得 100 分,不具备实时分析能力得 0 分。
远程参数查询	远程参数查询是指通过系统查询设备运行参数,包括休眠唤醒间隔、设备数据上报周期等。可进行参数查询得 100 分,无参数查询功能得 0 分。
远程参数设置	远程参数设置是指通过系统下发参数设置指令给设备,包括休眠唤醒间隔、设备数据上报周期等。可进行参数设置得 100 分,无参数设置功能得 0 分。
OTA 升级	OTA 升级是指通过系统下发远程 OTA 升级功能,对 GPS 终端进行固件的远程升级功能。有远程 OTA 升级功能得 100 分,无远程 OTA 升级功能得 0 分。
数据有效共享率	数据有效共享率是指在一个特定的数据共享环境中,实际有效共享的数据量与总共应共享的数据量之间的比率。它衡量了数据共享的效率和成功程度,体现了数据共享的实际利用程度。 主要数据有效共享率 95%以上得 100 分,主要数据有效共享率 90%~95%得 90 分,主要数据有效共享率 85%~90%得 80 分,主要数据有效共享率 80%~85%得 70 分,主要数据有效共享率 75%~80%得 60 分,主要数据有效共享率 75%以下得 0 分。
数据有效共享效率	数据有效共享效率是指在数据共享过程中,数据能够以高效、及时和可靠的方式被共享和利用的程度。数据有效共享效率的高低决定了数据共享的效果和影响力。主要数据有效共享效率 95%以上得 100 分,主要数据有效共享效率 90%~95%得 90 分,主要数据有效共享效率 85%~90%得 80 分,主要数据有效共享效率 80%~85%得 70 分,主要数据有效共享效率 75%~80%得 60 分,主要数据有效共享效率 75%以下得 0 分。
数据有效共享质量	数据有效共享质量是指在数据共享过程中,共享的数据具有高质量、准确性、可信度和可用性,以满足共享目标和需要。数据有效共享质量的好坏直接影响数据共享的效果和结果。用数据标准化和规范化程度进行评价。使用标准的数据格式、命名约定和数据字典,支持进行异构数据之间的格式转换,实现数据互通,得 100 分;不使用标准的数据格式、命名约定和数据字典,得 0 分。
设备集群种类	设备集群是指由多个设备组成的集合,这些设备通常组织在一起以实现特定的目标或提供相关的服务。设备集群可以根据不同的属性和用途进行分类。设备集群种类超过 10 个得 100 分,设备集群种类 8-9 个得 90 分,设备集群种类 6-7 个得 80 分,设备集群种类 4-5 个得 70 分,设备集群种类 3 个得 60 分,设备集群种类 2 个得 0 分。
设备集群数量	设备集群的数量可以因具体应用场景和需求的不同而有所变化。设备集群数量超过 10 个得 100 分,设备集群数量 8-9 个得 90 分,设备集群数量 6-7 个得 80 分,设备集群数量 4-5 个得 70 分,设备集群数量 3 个得 60 分,设备集群数量 2 个得 0 分。
管理制度	数据物理安全管理制度是为了确保数据存储设备和物理环境的安全而制定的一套管理规则和程序。具备完善的数据管理制度得 100 分,不具备完善的数据管理制度得 0 分。

表 A.2 (续)

三级指标	方法描述
安全等级	<p>系统安全等级是根据系统的安全性要求和风险评估结果来确定的，用于指导系统的设计、部署和管理。不同国家和组织可能有不同的系统安全等级分类方法，下面是一种常见的安全等级分类方法，以五级制为例：</p> <p>一级（低，60分）：适用于对安全性要求相对较低的系统，不涉及重要的敏感信息或关键业务功能。通常只需要基本的安全措施，如访问控制、身份验证等。</p> <p>二级（一般，70分）：适用于对一般安全性要求的系统，包含一些关键的敏感信息或业务功能。需要实施更严格的安全措施，如数据加密、安全审计、入侵检测等。</p> <p>三级（中等，80分）：适用于对安全性要求较高的系统，包含重要的敏感信息或关键的业务功能。需要采取更强大的安全措施，如强密码策略、访问审批控制、日志监控等。</p> <p>四级（较高，90分）：适用于对高度安全性要求的系统，包含非常重要的敏感信息或关键的业务功能。需要实施最强大的安全措施，如多重身份验证、漏洞扫描与修复等。</p> <p>五级（最高，100分）：适用于对极高安全性要求的系统，包含国家秘密级别的敏感信息或核心的关键业务功能。需要实施最严格的安全措施，如严格物理访问控制、安全审计与监管等。</p>
安全认证	<p>存储安全认证是指通过遵守特定的安全标准和规范，对存储系统进行评估和认证，以确保数据在存储过程中的安全性和可信度。符合存储安全认证（FIPS 140-2 认证、Common Criteria 认证、PCI DSS 认证、ISO 27001 认证等）得 100 分，不符合得 0 分。</p>
数据备份	<p>存储安全数据备份是为了保护数据免受灾难、硬件故障或人为错误等影响而进行的措施。具备完整的数据备份措施得 100 分，不具备完整的数据备份措施得 0 分。</p>
接口安全	<p>传输接口安全是指在数据传输过程中保护数据的机密性、完整性和可用性的措施。使用加密协议、强化身份验证、建立安全通道、强化安全配置中的其中一项措施得 100 分，没有使用上述的任何措施的 0 分。</p>
数据加解密性	<p>数据传输加解密性是指在数据传输过程中应用加密算法对数据进行加密，以保护数据的机密性和防止数据泄露。使用对称加密、非对称加密、混合加密、HTTPS、VPN、SSH 中的其中一种得 100 分，没有使用上述的任何加解密算法得 0 分。</p>
安全数据传输协议	<p>使用 HTTPS(HTTP Secure)、SFTP(Secure File Transfer Protocol)、FTPS(FTP Secure)、AS2(Applicability Statement 2)、IPsec(Internet Protocol Security)、PGP(Pretty Good Privacy)、DNS over HTTPS (DoH) 中的其中一种得 100 分，没有使用上述的任何安全数据传输协议得 0 分。</p>

附 录 B
(规范性)
工程机械数字化水平计算公式

B.1 二级指标得分计算公式

二级指标得分为三级指标得分的加权求和，得分按照 (B.1) 计算：

$$C = \sum (\chi \times \delta) \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- C—— 二级指标得分；
- χ —— 三级指标得分，依据附录 A 中的表 A.3 得出；
- δ —— 三级指标权重。

B.2 一级指标得分计算公式

一级指标得分为二级指标得分的加权求和，得分按照 (B.2) 计算：

$$B = \sum (c \times \beta) \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- B—— 一级指标得分；
- C—— 二级指标得分；
- β —— 二级指标权重。

B.3 数字化水平得分计算公式

数字化水平得分为一级指标得分的加权求和，得分按照 (B.3) 计算：

$$A = \sum (B \times \alpha) \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- A—— 数字化水平得分；
- B—— 一级指标得分；
- α —— 一级指标权重。

附 录 C
(规范性)
工程机械数字化水平等级划分

工程机械数字化水平等级划分见表C.1。

表 C.1 工程机械数字化水平等级划分表

分值	等级	说明
20-40分	A级	具有自动化操作控制功能，能够实现一定数据的感知、采集。
41-60分	AA级	针对工程机械设备关键业务场景开展多维度数据感知、采集、开发和利用，在部分关键业务场景下开展数据价值挖掘，提供增值服务。
61-75分	AAA级	围绕生产制造、运行服役、后市场服务等场景全面开展数据感知、采集、开发和利用，通过本地或云端数据深度分析应用，实现关键环节资源要素协同，辅助开展作业控制与决策。
76-90分	AAAA级	围绕平台开展工业机械装备全要素、全过程以及主要业务流程的互联互通和动态优化；打造形成平台装备集群，支撑产业集群协同操作，通过装备间数据交互协同，实现装备本体价值与后市场服务价值。
91-100分	AAAAA级	基于数据共享和深度挖掘利用，实现设备全生命周期业务流程资源的互联互通和动态优化；基于平台开展设备间数据交互协同，赋能产业生态集群，实现生态价值。