

基础设施数据分类分级标准及应用

宋昊 张乔成 刘亿鑫

上海城建城市运营(集团)有限公司 上海城建智慧城市运营管理有限公司

DOI:10.12238/acair.v3i2.13566

[摘要] 本文聚焦基础设施数据分类分级标准及应用展开研究。伴随信息技术发展,基础设施领域数据量剧增,数据分类分级对其管理、安全及价值释放至关重要。文章梳理国内外数据分级分类标准现状,国内依行业领域和业务属性分类,按数据重要性及危害程度分级;美国采用分散规制,欧盟以统一立法为核心。以上海越江大桥数字化管理为例,其将数据分类并划分 A、B、C 三类,在保障数据安全、提升管理效率和数据质量上成效显著。然而,当前面临数据动态变化识别难、多源异构数据融合复杂、跨境流动管理等挑战。未来,标准将与国际接轨,深化全生命周期管理,为基础设施数字化转型和可持续发展提供支撑。

[关键词] 基础设施数据; 数据分类分级; 桥梁工程

中图分类号: C37 文献标识码: A

Classification and Grading Standards for Infrastructure Data and Their Applications

Hao Song Qiaocheng Zhang Yixin Liu

Shanghai Urban Construction Urban Operation (Group) Co., Ltd. Shanghai Urban Construction Smart City Operation Management Co., Ltd

[Abstract] This paper focuses on the classification and grading standards and applications of infrastructure data. With the development of information technology, the volume of data in the infrastructure sector has increased dramatically. Data classification and grading are crucial for its management, security, and value realization. The paper reviews the current status of domestic and international data classification and grading standards. In China, data is classified according to industry sectors and business attributes and graded based on data importance and the degree of harm. The United States adopts a decentralized regulation model, while the European Union takes unified legislation as the core. Taking the digital management of a cross - river bridge in Shanghai as an example, the data is classified and divided into three categories: A, B, and C, which has achieved remarkable results in ensuring data security, improving management efficiency, and enhancing data quality. However, current challenges include difficulties in identifying dynamic data changes, complex integration of multi - source heterogeneous data, and cross - border data flow management. In the future, the standards will be aligned with international ones, and the whole - life - cycle management will be deepened to support the digital transformation and sustainable development of infrastructure.

[Key words] Infrastructure data; Data classification and grading; Bridge Engineering

引言

随着信息技术的飞速发展,基础设施领域正经历着前所未有的数字化转型。从交通、能源到通信等各个行业,海量的数据不断产生,根据《中国数字经济发展报告(2022)》^[1],在未来3年中所产生的数据量将超过过去30年的总和。这些数据涵盖了基础设施的规划、建设、运营和维护等各个阶段,成为推动基础设施高效运行和可持续发展的关键资源。然而,面对如此庞大且

复杂的数据体系,如何有效地管理和利用这些数据,确保其安全性和可用性,成为当前亟待解决的问题。

数据分类分级作为一种科学的数据管理方法,已经在众多领域得到了广泛认可和应用。它通过将数据按照不同的特征和重要性进行分类和分级,为数据的存储、保护、共享和使用提供了明确的指导。数据在不同阶段和不同应用场景中具有不同的价值和敏感性,因此,建立一套科学合理的基础设施数据分类分

级标准,对于提升数据管理水平、保障数据安全、促进数据共享和应用具有重要意义。

数据分类分级是基础设施数据管理的重要一环,贯穿数据采集、存储、处理、共享和销毁的全生命周期。在数据采集阶段,明确分类分级可精准确定采集范围与精度^[2],避免无关数据干扰,提升采集效率与质量。存储时,依据分级选择适配的存储介质与策略,保障数据安全与可靠性。处理环节,分类分级指导数据清洗、转换与分析,优化处理准确性和效率。共享时,分类分级明确共享范围与权限,确保数据安全流通。销毁阶段,分级策略保障数据安全销毁,防范泄露风险。因此,数据分类分级对基础设施数据的高效管理、安全保障和价值释放至关重要,是全生命周期管理的关键环节。

综上所述,研究基础设施数据分类分级标准及应用具有重要的理论和实践意义。通过建立科学合理的数据分类分级标准,可以有效提升基础设施数据管理水平,保障数据安全,促进数据共享和应用,推动基础设施领域的数字化转型和可持续发展。

1 国内外数据分级分类标准现状

1.1 国内标准

数据分类采用“先行业领域分类、再业务属性分类”的思路。首先,按照行业领域将数据分为工业数据、电信数据、金融数据、能源数据、交通运输数据、自然资源数据、卫生健康数据、教育数据、科学数据等。然后,各行业领域主管或监管部门根据自身业务属性,对数据进行细化分类,常见的业务属性包括业务领域、责任部门、描述对象、流程环节、数据主体、内容主题、数据用途、数据处理和数据来源等。例如,按照描述对象可将数据分为用户数据、业务数据、经营管理数据、系统运维数据;按照数据主体可将数据分为公共数据、组织数据、个人信息。此外,对于法律法规有专门管理要求的数据类别(如个人信息),应按照相关规定和标准进行识别和分类。

数据分级基于数据在经济社会发展中的重要程度以及数据一旦遭到泄露、篡改、损毁或者非法获取、非法使用、非法共享时对国家安全、经济运行、社会秩序、公共利益、组织权益、个人权益造成的危害程度,将数据从高到低分为核心数据、重要数据、一般数据三个级别(见下表1)。核心数据是指对国家安全、经济运行、社会秩序、公共利益等造成特别严重危害或严重危害的数据;重要数据是指造成一般危害或对特定领域、群体、区域有重要影响的数据;其他数据为一般数据。

分级过程包括以下步骤:首先确定分级对象,如数据项、数据集、衍生数据、跨行业领域数据等;其次识别数据分级要素,包括领域、群体、区域、精度、规模、深度、覆盖度、重要性等;接着进行数据影响分析,判断数据可能影响的对象(如国家安全、经济运行、社会秩序等)及影响程度(特别严重危害、严

重危害、一般危害);最后综合确定级别,按照就高从严原则,根据影响对象和影响程度确定数据级别。

表1 《数据安全技术 数据分类分级规则》

影响对象	影响程度		
	特别严重危害	严重危害	一般危害
国家安全	核心数据	核心数据	重要数据
经济运行	核心数据	重要数据	一般数据
社会秩序	核心数据	重要数据	一般数据
公共利益	核心数据	重要数据	一般数据
组织权益、个人权益	一般数据	一般数据	一般数据

1.2 国际标准

1.2.1 美国

美国在数据分类分级方面采用分散规制模式,其数据立法呈现出较为分散的特点,分为联邦和州两个层级,并针对不同行业制定了专门的法规。在数据分类上,联邦层面,美国将数据分为个人数据和非个人数据,2021年颁布的《统一个人数据保护法》(The Uniform Personal Data Protection Act, UPDPA)进一步将个人数据与敏感数据区分。州层面上,加利福尼亚州在2018年出台的CCPA,弗吉尼亚州在2021年出台的VCPDA和CPA定义了“推论为敏感数据”(Sensitive Data Inferences),对其他州的立法有参考作用。行业层面上,CUI制度中按照行业划分为20个大类和126个子类^[3],并为一些不同行业的数据制定专门的法规。

在数据分级方面,美国国家标准与技术研究院(NIST)发布了一系列重要的数据分类分级标准,这些标准在国际上具有较高的影响力。其中,《大数据安全互操作系列标准》(NIST SP 1500-2)将信息划分为“涉及国家秘密的国家安全信息”“受控非密信息”以及“一般信息”三类。同时,NIST SP 800-53 和其子集NIST SP 800-171系列标准相互配合,为美国联邦机构的信息安全管理提供了基础框架。此外,NIST还发布了《信息和信息系统分类指南》(NIST SP 800-60)和《联邦信息和信息安全分类标准》(NIST FIPS 199)等标准,这些标准共同构成了联邦信息安全管理法案(FISMA)合规性的核心内容,为联邦机构的数据分类分级提供了全面的技术指导^[4]。

以数据中心基础设施为例,美国国家科学技术委员会会在2024年发布《数据基础设施与互联互通框架》^[5],根据ANSI/BIC SI 002-2011标准,将数据中心基础设施可用性类别分类分级标准按照运维等级和风险程度构成的二维矩阵划分。其中,运维等级分为五级,依据数据中心基础设施允许年度计划维护时间范围划分。F0等级年度计划维护小时大于400,业务运行时间少,维护时间灵活;F1等级年度计划维护小时100-400,业务运行与F0相同;F2等级年度计划维护小时50-99,业务运行时间增长;F3等级年度计划维护小时0-49,业务运行时间长且工作时无法停机维护;F4等级年度计划维护小时为0,全年不间断运行,无定期

维护时间。风险程度分为五类,按照停机涉及地域范围程度以及对关键业务设施和企业的影响来确定。从高到低分别为企业范围(影响企业服务质量和导致严重中断)、多区域(影响企业主要部分)、区域(影响企业部分)、本地(影响单一场地)、本地局部(影响单一功能或运行)。可用性类别将五种运维等级与五类风险程度进行组合,形成F0-F4五级可用性类别。不同组合对应不同的可用性水平,如企业范围的停机影响与F4运维等级组合,得到的可用性类别代表了在最高风险影响下仍能保持极高可用性的数据中心等级,在数据中心设计建设和运维管理中具有重要意义^[6]。

1.2.2 欧盟

在数据分类分级的实践中,欧盟采用统一规制模式,以《通用数据保护条例》(GDPR)为核心,强调通过统一立法实现数据分类分级管理。在分类标准上,欧盟以“识别度”为核心标准^[7],将数据划分为个人数据与非个人数据,其中个人数据进一步细分为一般个人数据和特殊类别的个人数据。具体而言,欧盟在1995年通过了《保护个人享有的与个人数据处理有关的权利以及个人数据自由流动的指令》(95/46/EC,简称95指令)。该指令将个人数据划分为一般个人数据和四种特殊类别个人数据。2018年,《通用数据保护条例》(GDPR)正式生效,取代了95指令,并将特殊类别个人数据扩展至九类。

在数据分级方面,欧盟并未明确设定具体的分级标准,而是通过统一立法确保数据在欧盟内部获得统一的保护水平,这不仅有助于推动欧盟单一市场战略的实施^[8],也确保了数据在欧盟内部的自由流动。然而,这种对个人数据的严格监管也被一些国家批评为“过度监管”,在一定程度上可能阻碍了数据的有序流动和创新应用。

《关于关键设施弹性的指令》^[9](CER指令)明确了欧盟关键基础设施涵盖的11个领域,涉及能源、交通、金融等。《关于在整个欧盟全境实现高度统一网络安全措施的指令》^[10](NIS2指令)在此基础上,将关键基础设施实体分为十类基本实体和六类重要实体。这种分类分级方式,使欧盟成员国能够梳理关键基础设施实体清单,依据不同类型实体的特点和重要性,实施差异化的网络安全风险管理和事件报告义务,进而保障关键基础设施数据的安全。

2 基础设施数据分级分类的应用——以越江大桥数字化管理为例

上海城建城市运营(集团)有限公司依据《数据分类分级标准》、《网络安全法》^[11]、《数据安全法》^[12]以及《公路桥涵养护规范》^[13],结合越江大桥数字化管理需求,将数据分为设施设备基础数据、设施设备监测数据、运维与应急业务数据、再加工数据和客户与合规数据等主类,和A、B、C类三级,对基础设施实施差异化管控。

数据按照设施设备基础数据、设施设备监测数据、运维与应急业务数据、再加工数据和客户与合规数据等主类进行划分,每个主类下进一步细分为具体的子类。这种分类方式符合国标中“按照行业领域分类,再按照业务属性分类”的要求。每个子类中列举了具体的数据项,如设计图纸、施工数据、BIM模型等,这些数据项的划分体现了国标中“科学实用原则”,即从便于数据管理和使用的角度出发,选择稳定且常见的业务属性进行分类。

在数据分级层面依据其敏感程度、对设施安全、公众利益和企业运营的影响程度,如表2所示,划分A、B、C三类。A类数据定义为无敏感信息、可公开流通的数据。这类数据符合国家标准中一般数据特征,不涉及敏感信息,对国家安全、经济运行、社会秩序等影响极小,可直接进入A类数据资源池进行市场流通。B类数据定义为涉及内部业务,经脱敏后可进入A类数据资源池。这类数据在国家标准分级中处于相对敏感程度较低区间,虽不涉及核心关键信息,但未经处理时直接流通可能带来一定风险,脱敏后可降低风险,使其符合进入市场流通的一般数据要求。原则上仅限内部流通,对外共享需脱敏处理。C类数据定义为涉及敏感信息或机密的核心数据。这类数据对应国家标准中的重要数据甚至核心数据范畴,其泄露或不当使用会对国家安全、公共安全等造成严重影响,仅限内部保密使用,禁止对外流通,需采取最高等级安全防护措施。

表2 数据分类分级标准应用

级别	定义	典型场景	数据流通机制说明
A类	可进行市场流通的数据,无敏感信息	设施简介、公共服务指南、不含车牌的低速作业车GPS数据、不含地理位置标签的道路病害图像、已脱敏的B类数据	数据可直接进入A类数据资源池,进行市场流通。
B类	内部流通数据,脱敏后可进入A类数据资源池	日常巡检记录、非敏感设备参数、结构健康监测数据、智能传感器数据、设施质量检查数据、占路施工作业数据、交通流量及事件数据、普通会议纪要	数据脱敏后可进入A类数据资源池,进行市场流通;否则仅限内部流通(B类)。
C类	不可流通数据,涉及敏感或机密信息	桥梁/隧道三维BIM模型、国防相关设施定位数据、未公开的重大安全隐患分析报告、应急预案、客户合同信息	数据不可流通(C类),仅限内部保密使用。

在设施管养业务领域,数据的合理分类分级对保障设施安全、维护公众利益以及促进企业稳定运营起着关键作用。为实现这一目标,各类数据依据严谨的标准,按照其敏感程度,以及一旦发生泄露、篡改等情况时对设施安全、公众利益和企业运营可能产生的影响程度,被系统地划分为A、B、C三类。这一分类分级体系的构建严格对标相关国家标准,确保在数据管理的各个环节,从存储、传输到访问、共享,都能做到有章可循、规范有序,为设施管养业务的高效开展筑牢数据安全防线:

设计建造数据(设计图纸、施工数据、BIM模型等)、IoT设

备数据(智能摄像头视频流、无人巡检机航拍数据)、客户信息(委托方联系人、服务合同金额等)、合规文件(特种设备检测报告、政府审批批文等)属于C类数据。此类数据涉及设施核心设计建造、敏感信息、客户隐私及重要合规内容,一旦泄露或篡改会造成重大影响。对其采取严格保护措施,如加密存储、双重认证访问、视频流自动打码、遵循隐私规范采集、电子签章防篡改等,符合国标对核心数据的严格保护要求。

资产台账(设施编号、位置坐标等)、环境监测数据(风速、温湿度等)、应急保障数据(桥梁/隧道逃生通道三维路径、应急预案等)部分属于B类,属于B/C类。B类部分数据脱敏后可共享,原始数据访问受限;C类仅限特定单位访问。这体现了国标对重要数据在访问权限限制、数据共享管理和安全监测方面的要求。

结构健康数据(应力应变传感器数据、裂缝发展轨迹等)、交通监测数据(交通流量、车辆轨迹数据等)、机电设备运行数据(机电设备参数、运行状况信息等)属于B类数据。这类数据反映设施运行关键状态,对其采取脱敏后共享、原始数据特定单位访问的管理方式,与国标中对重要数据在保护措施和数据利用方面的规定相符。

此前,BIM模型(C类数据)与病害工单(B类数据)混合存储在普通服务器,无加密措施。外包单位可查看完整BIM构件,获取抗震参数等敏感数据,且监测数据(B类)通过公共网络传输,未采用VPN加密通道。实施数据分类分级后,C类数据加密存储、双重认证访问,B类数据共享前自动脱敏,建立加密传输通道,数据泄露事件清零,访问日志完整率提升,有效保护了敏感数据安全,避免数据泄露带来的设施安全和企业运营风险。

过去,数据管理混乱,如健康监测数据异常时,缺乏自动预警功能,人工核对数据阈值效率低。故障处理涉及多部门、多次信息转达,流程繁琐,耗时超24小时,且故障处理记录未关联原始监测数据,导致同类问题重复排查。经数据分类分级后,系统监测到异常能实时触发预警,自动生成标准化工单,匹配相似故障推荐解决方案,维修过程可监控,处置后自动关联数据生成结构化报告存档,异常处置时效缩短至4.5小时,跨部门协作环节减少60%,极大提升了数据管理和故障处理效率。

在数据质量管理方面,以往健康监测模块阈值设置不合理,传感器校准维护不及时,数据归档混乱。例如拉索索力监测数据误报率高,因阈值未考虑温度影响,且部分传感器校准周期过长,数据偏差大,历史数据追溯困难,影响养护决策。如今,依据数据分类分级等标准,优化阈值、建立校准“双轨制”、规范数据归档,索力监测数据与人工检测偏差收窄,传感器校准及时率提高,历史数据追溯时效大幅缩短,为科学决策提供了准确的数据支持。

数据分类分级在越江大桥数字化管理中具有不可替代的重要性。与实施前相比,它有效解决了数据安全、管理流程、数据

质量等方面的问题,显著提升了桥梁运营管理的安全性、效率和科学性。在城市交通基础设施数字化建设不断推进的背景下,数据分类分级应成为行业标准配置,持续优化完善,为行业发展注入强大动力,推动交通基础设施管理向智能化、高效化迈进。

3 挑战与趋势

基础设施领域的的数据处于持续的动态变化之中,以交通流量数据为例,其会随着时间、天气、突发事件等因素实时波动;设施健康监测数据也在不间断地产生,用以反映设施的实时状态。现有的分类分级技术在应对这种快速的数据动态变化时存在不足,难以实时且精准地识别数据的新特征和新属性,致使分类分级结果常常滞后于数据的实际变化。这可能导致对数据安全属性的判断出现偏差,进而影响基于数据的管理决策的准确性,为数据安全埋下隐患。

随着物联网、大数据等先进技术在基础设施领域的广泛应用,多源异构数据的融合趋势愈发显著。地理信息数据、传感器监测数据与业务管理数据相互交织,这些数据在格式、标准以及敏感程度上存在巨大差异。在数据融合过程中,难以制定统一的分类分级标准,使得数据整合工作困难重重。不同类型数据的安全管控要求难以协调统一,增加了数据安全管理的复杂性,对数据的有效利用和安全保护构成了严重挑战。

在全球化背景下,基础设施领域的国际合作日益增多,数据跨境流动需求也逐渐增加。为保障数据在国际间的安全流通,基础设施数据分类分级标准将逐步与国际标准接轨。一方面,借鉴国际先进经验和成熟标准^[14],完善国内基础设施数据分类分级体系;另一方面,积极参与国际标准制定,提升我国在数据安全领域的国际话语权,为基础设施领域的国际合作提供有力的数据管理支撑。

未来基础设施数据分类分级将不再局限于数据产生阶段,而是贯穿数据的全生命周期,包括数据采集、传输、存储、处理、共享和销毁等各个环节。根据数据在不同阶段的特性和安全需求,动态调整分类分级结果,实施差异化的安全管控策略,确保数据在整个生命周期内的安全性和合规性,最大程度发挥数据价值。

4 总结

数据分类分级作为实现基础设施数据安全管理的核心手段,通过科学合理的分类分级,能够精准识别关键数据,为其提供有力的保护,同时确保数据在合法、安全的框架内有序流通和共享。在当前数字化转型加速的时代背景下,基础设施领域对数据的依赖程度不断加深,数据分类分级的重要性愈发凸显。

本文全面梳理了国内外基础设施数据分类分级标准的现状。国内依据《数据安全技术数据分类分级规则》,按行业领域和业务属性分类,依数据重要性及危害程度分为核心、重要、一般数据三级。美国采用分散规制,从联邦、州和行业层面分别立

法分类分级; 欧盟以《通用数据保护条例》为核心统一规制, 按“识别度”分类。

以越江大桥数字化管理为典型案例, 其结合相关法规和自身需求, 将数据分为多个主类及A、B、C三类。实施数据分类分级后, 在保障数据安全、提升管理效率和数据质量方面成效显著, 解决了以往数据管理混乱、安全隐患大等问题。

然而, 目前基础设施数据分级分类面临数据动态变化识别难、多源异构数据融合处理复杂以及跨境流动管理等挑战。未来, 标准将与国际接轨, 通过借鉴国际经验和参与标准制定推动发展; 同时, 全生命周期管理将不断深化, 在各环节实施更精细的分类分级管控。数据分级分类作为基础设施数据安全管理的关健手段, 对保障数据合法安全流通共享意义重大, 随着技术进步和标准完善, 将为基础设施数字化转型和可持续发展提供有力支撑。

[课题或基金项目]

上海城建城市运营(集团)有限公司, 城市交通基础设施数据管理标准研究及应用, 2022-YYKY-009。

[参考文献]

[1]中国信息通信研究院. 中国数字经济发展报告(2022)[R]. 北京: 中国信息通信研究院, 2022.

[2]张军荣, 刘忠学. 我国数据分类分级政策内容分析与优化路径[J/OL]. 图书馆建设, 1-20[2025-06-10].

[3]张涛. 美国受控非密信息制度及其启示[J]. 情报理论与实践, 2023(01):199.

[4]吴新松, 王惠菴, 周洲. NISTSP800-53标准最新进展与分析[J]. 网络新媒体技术, 2021(04):63.

[5]《数据基础设施与互联互通框架》. 美国国家科学技术委员会. [EB/OL]. 2024-12-17.

[6]黄锺. 美国数据中心标准ANSI/BICSI的基础设施可用性类别综述[J]. 智能建筑与城市信息, 2014(02):27-30.

[7]Daniel J., Hartzog W. Unifying Privacy and Data Security [J/OL].

[8]袁泉, 王思庆. 个人信息分类保护制度及其体系研究[J]. 江西社会科学, 2020(07):193.

[9]Critical Entities Resilience Directive (CER).(n.d.). Critical Entities Resilience Directive(CER).

[10]Directive on measures for a high common level of cybersecurity across the Union (NIS2 Directive)-FAQs.(n.d.). European Commission.

[11]全国人民代表大会常务委员会. 中华人民共和国网络安全法[Z]. 北京: 中国法制出版社, 2016.

[12]全国人民代表大会常务委员会. 中华人民共和国数据安全法[Z]. 北京: 中国法制出版社, 2021.

[13]JT/G5120-2021, 公路桥涵养护规范[S]. 北京: 人民交通出版社, 2021.

[14]冉宇弘林. 数据分类分级制度的比较法研究[D]. 广东财经大学, 2023.

作者简介:

宋昊(1995--), 男, 汉族, 辽宁葫芦岛人, 工学博士, 工程师, 研究方向为数据挖掘、交通数据分析、智慧交通系统。

张乔成(1989--), 男, 汉族, 河南洛阳人, 本科, 软件开发。

刘亿鑫(1995--), 男, 汉族, 上海人, 管理学硕士, 物流工程。