

ICS 点击此处添加 ICS 号  
点击此处添加中国标准文献分类号

T/CEC

中国电力企业联合会团体标准

T/CEC XXXX—XXXX

# 发电企业碳排放和碳交易数据上链 技术要求

(征求意见稿)

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

文稿版次选择

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

发布

## 目 次

1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	2
4 总体原则 .....	2
4.1 数据格式原则 .....	3
4.2 安全原则 .....	4
4.3 性能原则 .....	4
5 数据上链格式 .....	5
5.1 碳排放数据 .....	5
5.2 配额计算相关数据 .....	7
5.3 企业信息相关数据 .....	7
5.4 CCER 相关数据 .....	7
5.5 配额分配和履约数据 .....	9
5.6 配额交易数据 .....	9
6 数据上链安全要求 .....	10
6.1 基础设施安全要求 .....	10
6.2 密码应用安全要求 .....	10
6.3 共识机制安全要求 .....	10
6.4 智能合约安全要求 .....	10
6.5 接口安全要求 .....	11
6.6 对等网络安全要求 .....	11
6.7 可信时间源 .....	12
6.8 运维管理安全要求 .....	12
7 数据上链性能要求 .....	12
7.1 交易吞吐量 .....	12
7.2 查询吞吐率 .....	12
7.3 交易同步性能 .....	13

7.4 数据增长速率 .....	14
7.5 上链频率 .....	14
7.6 资源指标 .....	14

## 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。本文件的发布目录机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国电力企业联合会提出并解释。

本文件由中国电力企业联合会电力区块链标准化技术委员会（CEC TC38）归口。

本文件起草单位：龙源（北京）碳资产管理技术有限公司、。

本文件主要起草人：魏子杰、韩冰、田相峰、陈骞、金赫、穆京丽、何晓萌、王坤、李兆贺、张文、佟锴、孙腾。

本文件首次发布。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。



# 发电企业碳排放和碳交易数据上链技术要求

## 1 范围

本文件规定了基于区块链的电力企业碳排放、碳交易数据的上链总体原则、数据上链格式、安全要求以及性能要求。

本文件适用于需要利用区块链技术对碳排放、碳交易数据进行上链存证的电力企业，也适用于第三方机构开展碳排放、碳交易数据上链规范性评估。

## 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。

- GB/T 211-2007 煤中全水分的测定方法
- GB/T 212-2008 煤的工业分析方法
- GB/T 213-2008 煤的发热量测定方法
- GB/T 214-2007 煤中全硫的测定方法
- GB/T 476-2008 煤中碳和氢的测定方法
- GB/T 7721-2017 连续累计自动衡器（皮带秤）
- GB/T 20520-2006 信息安全技术-公钥基础设施-时间戳规范
- GB/T 21369-2008 火力发电企业能源计量器具配备和管理要求
- GB/T 22239-2019 信息安全技术网络安全等级保护基本要求
- GB/T 22240-2020 信息安全技术网络安全等级保护定级指南
- GB/T 28017-2011 耐压式计量给煤机
- GB/T 30732-2014 煤的工业分析方法 仪器法
- GB/T 30733-2014 煤中碳氢氮的测定 仪器法
- GB/T 31391-2015 煤的元素分析
- GB/T 36626-2018 信息安全技术 信息系统安全运维管理指南
- GB/T 36631-2018 信息安全技术 时间戳策略和时间戳业务操作规则
- GB/T 38625-2020 密码模块安全检测要求

GB/T 39786-2021 信息安全技术 信息系统密码应用基本要求

DL/T 568-2013 燃料元素的快速分析方法

DL/T 2376-2021 火电厂烟气二氧化碳排放连续监测技术规范

DB31/T 1331-2021 区块链安全技术通用要求

DB43/T 1838-2020 区块链共识安全技术测评标准

JR/T 0193-2020 区块链技术金融应用评估规则

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1 空气干燥基 air dried basis

以与空气湿度达到平衡状态的煤为表示分析结果的基准。

#### 3.2 绝对湿度 absolute humidity

每单位体积气体中水蒸气的质量。

#### 3.3 排放配额 emission allowance

分配给控排企业指定时期内的碳排放额度，是碳排放权的凭证和载体，简称配额。

#### 3.4 国家核证自愿减排量 Chinese certified emission reduction

是指对我国境内可再生能源、林业碳汇、甲烷利用等项目的温室气体减排效果进行量化核证，并在国家温室气体自愿减排交易注册登记系统中登记的温室气体减排量。

#### 3.5 CCUS carbon capture utilization and storage

碳捕集利用与封存

### 4 总体原则

本章规定了发电企业碳排放和碳交易数据上链技术要求的总体原则，包括数据格式原则、安全原则和性能原则。碳排放、碳交易数据分为企业信息数据、碳排放量计算相关数据、碳配额计算相关数据、CCER相关数据、配额分配及履约数据、碳交易和CCER交易相关数据6类，覆盖全链条碳资产管理过程。碳排放量计算相关燃料消耗量数据来源于发电企业的计量衡器如皮带秤、给煤机监测值，准确度等级应符合GB/T 7721和GB/T 28017的相关规定。元素碳含量等煤质化验数据来源于发电企业或第三方煤质检测机构化验值，检测标准应符合GB/T 211、GB/T 212、GB/T 213、GB/T 214、GB/T 30732、GB/T 30733、GB/T 31391、GB/T 476、DL/T 568的相关规定。在线监测法CO<sub>2</sub>浓度数据来源于CO<sub>2</sub>分析仪监测值，烟气

流速数据来源于流量计监测值，监测设备应符合DL/T 2376的规定。碳配额计算相关发电量、供热量等数据来源于发电企业电能表、热量积算仪等设备监测值，准确度等级应符合GB/T 21369的相关规定。电量等CCER相关数据源自电能表监测值，准确度符合DL/T 448规定；电网排放因子源自生态环境部公布的缺省值。配额分配及履约数据来源于全国碳排放权注册登记系统和全国温室气体自愿减排注册登记系统，碳交易和CCER交易相关数据来源于全国碳排放权交易系统和全国温室气体自愿减排交易系统。详细的数据上链格式要求见“5 数据上链格式”。碳排放量和碳配额计算相关数据可通过将计量、化验设备数据接入厂级SIS、ERP等信息系统，从厂级信息系统自动采集碳排放、碳配额基础数据，也可通过数据采集终端现场收集相关数据，传输至数据管理中心计算碳排放量和配额量。在线监测法自动采集CO<sub>2</sub>浓度、烟气流速等参数，进行碳排放量计算，传输至数据管理中心，数据管理中心将碳排放、碳交易数据上传区块链平台，将数据上链存证，参见图1。数据上链时，根据具体上链数据，引入SDK接口包、链上组织机构证书、区块链配置文件，通过调用SDK接口、HTTP接口工具与区块链底链网络互通。数据上链过程应遵循4.1-4.3数据格式原则、安全原则和性能原则。

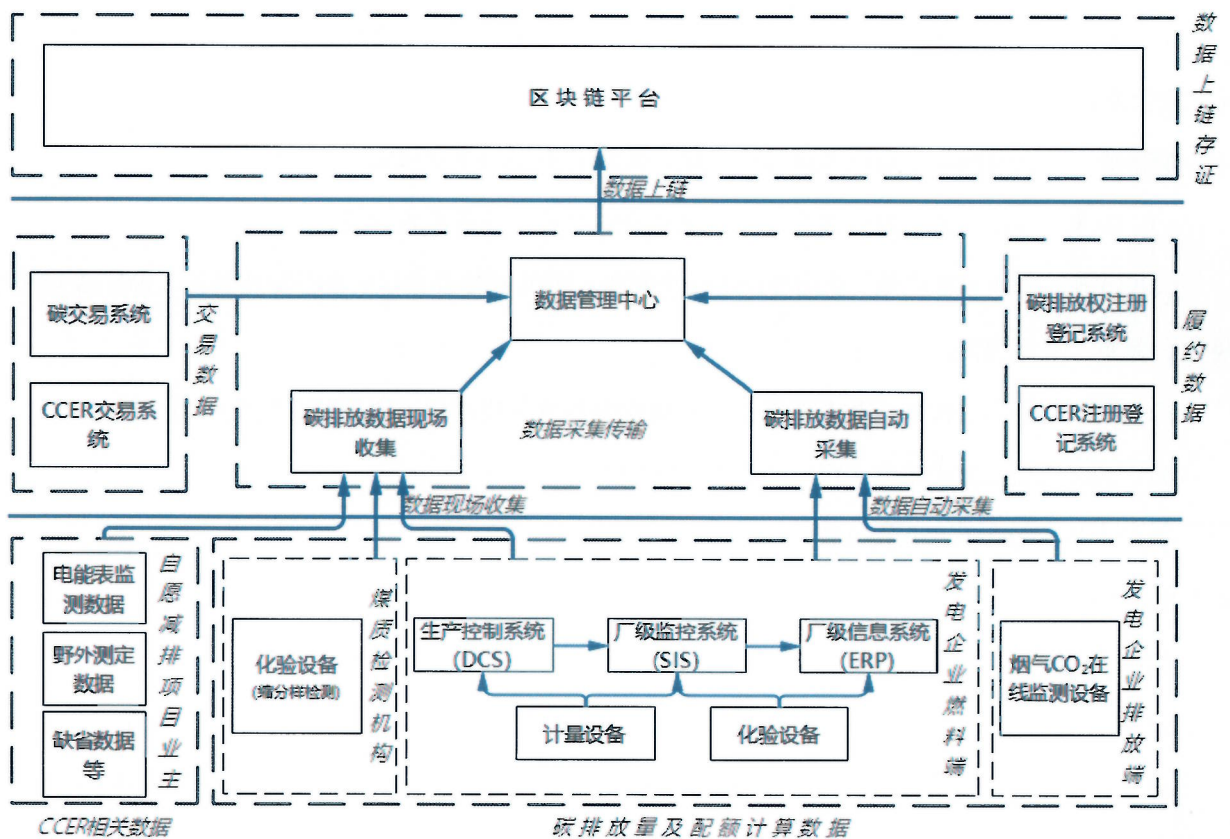


图1 碳排放、碳交易数据来源、传输及上链流程示意图

#### 4.1 数据格式原则



#### 4.1.1 合规性原则

碳排放、碳交易数据上链应满足合规性要求，包含但不限于：

- a) 对个人信息采取安全保护和管理措施；
- b) 对所有资产相关数据进行加密和签名。

#### 4.1.2 数据分级授权原则

碳排放、碳交易数据上链应采用数据分级授权机制，包含但不限于：

- a) 建立用户的账户管理体系，包括用户管理、角色管理、权限和授权管理等措施；
- b) 采用最小权限原则和多角色授权机制；
- c) 根据不同的数据访问权限和级别，向业务相关方、服务使用方、系统支持方提供数据。

#### 4.1.3 全程可追溯原则

碳排放、碳交易数据上链应具备全程可追溯的能力，包含但不限于：

- a) 对全流程产生的资产进行唯一性标识并存证；
- b) 对所有与资产全生命周期有关的电子数据进行存证，包括授权操作、权属变更及数据访问；

#### 4.2 安全原则

碳排放、碳交易数据上链应保证数据存储、传输及应用的安全可靠，包含但不限于：

- a) 确保业务相关方的身份真实可信，资产真实合法，业务流程可控；
- b) 对数据实施加密存储、访问控制等安全措施，对关键数据进行安全存储和备份，确保数据的保密性、完整性和可用性；
- c) 采取安全的上传或下载数据接口、传输链路加密等措施保证数据传输安全可靠；
- d) 采用信息安全技术和手段，确保数据应用安全；
- e) 证书需采用国密方式进行加密。

#### 4.3 性能原则

碳排放、碳交易数据上链应满足业务高可用基础要求，包含但不限于：

- a) 碳排放、碳交易管理业务具备限流功能；
- b) 碳排放、碳交易管理业务系统应具备业务降级功能，以保障高并发流量来袭时核心功能的要求，保证数据的一致性；
- c) 碳排放、碳交易管理业务系统应具备回滚功能，当程序或者数据出错时，可以通过回滚恢复到最近一个正确版本；

d) 碳排放、碳交易管理业务应具备异地应用功能，在不同的地域、不同的地理位置都能够提供业务服务。

## 5 数据上链格式

### 5.1 企业信息数据

表1 企业信息数据上链格式

序号	名称	数据类型	数据长度	精度	单位	备注
1	企业全称	字符型	40			
2	企业所属省份	字符型	20			
3	企业统一信用代码	字符型	20			
4	企业所属板块	字符型	10			

### 5.2 碳排放量计算相关数据

表2 碳排放量计算相关数据上链格式

序号	名称	数据类型	数据长度	精度	单位	备注
1	入炉煤量	数值型	10	保留两位小数	t	
2	入炉煤泥量	数值型	10	保留两位小数	t	
3	入炉污泥量	数值型	10	保留两位小数	t	
4	入炉煤矸石量	数值型	10	保留两位小数	t	
5	入炉生物质量	数值型	10	保留两位小数	t	
6	燃料的碳氧化率	数值型	2	保留整数	%	
7	入炉煤弹筒发热量	数值型	5	保留三位小数	J/g	
8	入炉煤收到基低位发热量	数值型	5	保留三位小数	GJ/t	
9	煤泥收到基低位发热量	数值型	5	保留三位小数	GJ/t	
10	污泥收到基低位发热量	数值型	5	保留三位小数	GJ/t	
11	煤矸石收到基低位发热量	数值型	5	保留三位小数	GJ/t	
12	生物质收到基低位发热量	数值型	5	保留三位小数	GJ/t	
13	入炉煤空干基水分	数值型	5	保留两位小数	%	
14	入炉煤收到基水分	数值型	5	保留两位小数	%	
15	入炉煤空干基元素碳含量	数值型	5	保留两位小数	%	
16	入炉煤空干基硫分	数值型	5	保留两位小数	%	
17	入炉煤收到基元素碳含量	数值型	5	保留两位小数	%	
18	煤泥收到基元素碳含量	数值型	5	保留两位小数	%	
19	污泥收到基元素碳含量	数值型	5	保留两位小数	%	
20	煤矸石收到基元素碳含量	数值型	5	保留两位小数	%	
21	生物质收到基元素碳含量	数值型	5	保留两位小数	%	
22	生物质热量占比	数值型	5	保留两位小数	%	

23	燃油消耗量	数值型	10	保留两位小数	t	
24	燃油低位发热量	数值型	5	保留三位小数	GJ/t	
25	燃油单位热值含碳量	数值型	5	保留四位小数	tC/GJ	
26	购入使用电量	数值型	10	保留三位小数	MWh	
27	电网排放因子	数值型	5	保留四位小数	tCO <sub>2</sub> /MW·h	
28	实测 CO <sub>2</sub> 湿基体积浓度	数值型	5	保留两位小数	%	
29	标况 CO <sub>2</sub> 湿基质量浓度	数值型	5	保留两位小数	mg/Nm <sup>3</sup>	
30	标况 CO <sub>2</sub> 干基质量浓度	数值型	5	保留两位小数	mg/Nm <sup>3</sup>	
31	含湿量（绝对湿度）	数值型	5	保留两位小数	%	
32	标准状态下干烟气流流量	数值型	10	保留两位小数	10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	
33	烟气温度	数值型	5	保留两位小数	°C	
34	烟气压力	数值型	10	保留两位小数	Pa	
35	CO <sub>2</sub> 小时排放量	数值型	10	保留两位小数	kg/h	
36	CO <sub>2</sub> 日排放量	数值型	10	保留两位小数	t/d	
37	CO <sub>2</sub> 月排放量	数值型	10	保留两位小数	t/m	
38	CO <sub>2</sub> 年排放量	数值型	10	保留两位小数	t/a	
39	皮带秤（含耐压式给煤机皮带秤）表码	数值型	12	保留三位小数		
40	皮带秤校验记录	字符型	300			编码、 图片
41	综合样空干基水分	数值型	5	保留两位小数	%	
42	综合样空干基元素碳含量	数值型	5	保留两位小数	%	
43	综合样空干基元素氢含量	数值型	5	保留两位小数	%	
44	综合样空干基全硫	数值型	5	保留两位小数	%	
45	综合样空干基高位发热量	数值型	5	保留三位小数	GJ/t	
46	采样记录	字符型	300			
47	制样记录	字符型	300			
48	化验记录	字符型	300			
49	送收样记录	字符型	300			
50	综合样留样记录	字符型	300			
51	入炉煤分析样留样记录	字符型	300			
52	综合样弃样记录	字符型	300			
53	入炉煤分析样弃样记录	字符型	300			
54	综合样外委送检记录	字符型	300			
55	综合样外委化验报告	字符型	300			二维 码、 PDF
56	燃气消耗量	数值型	10	保留两位小数	Nm <sup>3</sup>	

57	燃气收到基低位发热量	数值型	5	保留三位小数	GJ/t	
58	燃气收到基元素碳含量	数值型	5	保留两位小数	%	

### 5.3 碳配额计算相关数据

表3 碳配额计算相关数据上链格式

序号	名称	数据类型	数据长度	精度	单位	备注
1.	数据日期	日期型	10			
2.	企业所属碳交易市场	字符型	20			
3.	发电量	数值型	10	保留三位小数	MWh	
4.	供热量	数值型	10	保留两位小数	GJ	
5.	供热比	数值型	5	保留两位小数	%	
6.	机组类型	字符型	10			
7.	冷却方式	字符型	10			
8.	装机容量	数值型	5	保留整数	MW	
9.	运行小时数	数值型	5	保留两位小数	h	
10.	负荷（出力）系数	数值型	5	保留两位小数	%	
11.	锅炉效率	数值型	5	保留一位小数	%	

### 5.4 CCER 相关数据

表4 CCER 相关数据上链格式

序号	名称	数据类型	数据长度	精度	单位	备注
1	上网电量	数值型	10	保留三位小数	MWh	
2	下网电量	数值型	10	保留三位小数	MWh	
3	电量边际排放因子	数值型	5	保留四位小数	tCO <sub>2</sub> /MWh	
4	容量边际排放因子	数值型	5	保留四位小数	tCO <sub>2</sub> /MWh	
5	电量边际排放因子权重	数值型	5	保留四位小数	无量纲	
6	容量边际排放因子权重	数值型	5	保留四位小数	无量纲	
7	风机离岸距离	数值型	10	保留两位小数	Km	
8	风机水深	数值型	10	保留两位小数	m	
9	化石燃料消耗量	数值型	10	保留两位小数	t	
10	化石燃料平均低位发热量	数值型	5	保留三位小数	GJ	
11	化石燃料单位热值含碳量	数值型	5	保留四位小数	tC/GJ	
12	化石燃料的碳氧化率	数值型	2	保留整数	%	
13	森林面积	数值型	10	保留整数	hm <sup>2</sup>	
14	生物量含碳量	数值型	5	保留两位小数	t C·(t d.m.) <sup>-1</sup>	

15	乔木、竹子或灌木的地下生物量占地上生物量的比例	数值型	5	保留两位小数	无量纲	
16	乔木林生物量扩展因子	数值型	5	保留两位小数	无量纲	
17	乔木树种的基本木材密度	数值型	5	保留两位小数	t d.m.·m <sup>-3</sup>	
18	竹林成熟稳定后的单位面积地上生物量	数值型	5	保留两位小数	t d.m.·hm <sup>-2</sup>	
19	灌木林成熟稳定后的单位面积地上生物量	数值型	5	保留两位小数	t d.m.·hm <sup>-2</sup>	
20	项目开始前碳层样地内原有散生木（竹）的平均冠层盖度	数值型	5	保留两位小数	无量纲	
21	枯落物生物量与森林地上生物量的比例	数值型	5	保留两位小数	无量纲	
22	枯死木生物量与森林地上生物量的比例	数值型	5	保留两位小数	无量纲	
23	造林后土壤有机碳密度平均年变化率	数值型	5	保留两位小数	t C·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup>	
24	燃烧因子	数值型	5	保留两位小数	无量纲	
25	CH <sub>4</sub> 排放因子	数值型	5	保留两位小数	g CH <sub>4</sub> (kg d.m.) <sup>-1</sup>	
26	N <sub>2</sub> O 排放因子	数值型	5	保留两位小数	g N <sub>2</sub> O(kg d.m.) <sup>-1</sup>	
27	100 年时间尺度下 CH <sub>4</sub> 的全球增温潜势	数值型	5	保留两位小数	无量纲	
28	100 年时间尺度下 N <sub>2</sub> O 的全球增温潜势	数值型	5	保留两位小数	无量纲	
29	乔木或竹子胸径	数值型	5	保留一位小数	cm	
30	乔木（或竹子、灌木）的高度	数值型	5	保留一位小数	m	
31	一个核算周期内竹林 t 年时累计择伐地上生物量占其单位面积地上生物量的比例（如株数比例）	数值型	5	保留整数	无量纲	
32	灌木林覆盖度	数值型	5	保留一位小数	无量纲	
33	碳层发生燃烧的面积	数值型	5	保留整数	hm <sup>2</sup>	
34	碳层烧除的病原疫木的数量占比	数值型	5	保留整数	无量纲	
35	单木的激光雷达特征参	数值型	5	保留整数	m 或无量纲	

	数					
36	项目碳层面积	数值型	5	保留整数	hm <sup>2</sup>	
37	树种的生物质含碳率	数值型	5	保留整数	tC (td.m.) <sup>-1</sup>	
38	植物调查样地面积	数值型	5	保留整数	hm <sup>2</sup>	
39	单位面积土壤的有机碳储量年变化率	数值型	5	保留整数	tChm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup>	
40	单位面积红树林土壤CH <sub>4</sub> 年排放量	数值型	5	保留整数	t CH <sub>4</sub> ·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup>	
41	单位面积红树林土壤N <sub>2</sub> O年排放量	数值型	5	保留整数	t N <sub>2</sub> O·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup>	

### 5.5 配额分配和履约数据

表5 配额分配和履约数据上链格式

序号	名称	数据类型	数据长度	精度	单位	备注
1.	核查排放量	数值型	10	保留整数	t	
2.	应履约配额量	数值型	10	保留整数	t	
3.	预分配配额量	数值型	10	保留整数	t	上一年排放量的70%
4.	预分配配额时间	日期型	10			
5.	补发配额量	数值型	10	保留整数	t	
6.	补发配额时间	日期型	10			
7.	履约提交配额数量	数值型	10	保留整数	t	
8.	履约申请提交时间	时间型	10			
9.	履约状态	字符型	10			

### 5.6 碳交易和CCER交易相关数据

表6 碳交易和CCER交易相关数据上链格式

序号	名称	数据类型	数据长度	精度	单位	备注
1.	成交时间	时间型	10			
2.	配额成交量	数值型	10	保留整数	t	
3.	成交价格	数值型	10	保留两位小数	¥/t	
4.	交易方式	字符型	8			
5.	成交对手客户号	字符型	20			
6.	交易账户持仓量	数值型	20	保留整数	t	
7.	可用配额量	数值型	10	保留整数	t	
8.	可用资金	数值型	10	保留两位小数	¥	
9.	转入资金	数值型	10	保留两位小数	¥	
10.	转出资金	数值型	10	保留两位小数	¥	
11.	转入配额量	数值型	10	保留整数	t	
12.	转出配额量	数值型	10	保留整数	t	

13.	CCER 标的物名称	字符型	20		是	
14.	CCER 标的物代码	字符型	20		是	
15.	手续费	数值型	10	保留两位小数	是	¥
16.	成交对手名称	字符型	30		是	
17.	CCER 成交量	数值型	10	保留整数	是	t
18.	可用 CCER 量	数值型	10	保留整数	是	t
19.	转入 CCER 量	数值型	10	保留整数	是	t
20.	转出 CCER 量	数值型	10	保留整数	是	t

## 6 数据上链安全要求

### 6.1 基础设施安全要求

基础设施应符合GB/T 22239-2019 三级及以上主机安全、应用安全、数据安全及备份恢复相关规定。

a) 计算安全：应用 CPU、GPU 等计算资源能够降低物理攻击威胁；

b) 存储安全：使用硬盘、云盘等存储资源，存储敏感数据及重要数据，确定内容的存储位置，保护动态和静态内容，实现区块链节点在物理部署上完全分离；

c) 网络安全：依据 GB/T 22240-2020，通过防火墙、入侵检测、上网行为检测等手段进行边界隔离和访问控制，在网络的重要区域部署入侵监测系统实现对网络攻击的实时监测和告警，部署流量监测和清洗设备抵御 DDOS 攻击，部署恶意代码监测和防护系统实现对恶意代码的防范。

### 6.2 密码应用安全要求

a) 使用的密码算法应符合 GB/T 39786-2021 的有关规定；

b) 使用的密码技术应符合 GB/T 38625-2020 的有关规定；

c) 使用的密码产品与密码模块应通过国家密码管理部门核准；

d) 使用的密码服务应通过国家密码管理部门核准；

e) 基于硬件方案存储的密码应符合国家密码管理部门的硬件安全模块存储要求。

### 6.3 共识机制安全要求

应选择可证明安全的共识机制：

a) 使用的共识机制应符合 DB43/T 1838-2020 的有关规定；

b) 需求容错性应符合 DB31/T 1331-2021 的有关规定。

### 6.4 智能合约安全要求

a) 智能合约应具备防篡改和抗抵赖性。针对合约约定的条件和事项, 智能合约应能按照规则强制执行。智能合约在编程语言的选择上, 宜采用最新的稳定版本, 应避免使用存在安全问题的版本, 编程语言的编译器应确保一致性, 智能合约源码在编译成字节码后前后逻辑应一致;

b) 合约代码应符合代码书写规范、逻辑合理等规范性要求, 可对合约代码进行严格完整性测试和形式化验证, 确保合约不出现非预期执行路径;

c) 智能合约应具备生命周期管理功能, 包括合约创建、部署、升级、触发、执行、废止等。合约的每次修改应为独立版本, 合约的升级操作应以接口调用的方式提交, 达成共识后生效, 升级操作应记录在区块中, 升级后应保留前一版本;

d) 智能合约宜具备可终止性, 宜对其所能支配的资源进行有效限制, 防止资源被恶意滥用。合约虚拟机应进行合规性检测, 在处理非合规代码时向用户进行提示;

e) 合约代码应在沙盒中运行, 确保合约在受限的环境中不会对主机产生威胁。沙盒的选择或设计应避免出现逃逸等问题, 对于与区块链系统外部数据进行交互的智能合约, 外部数据源的影响范围应仅限于智能合约, 不应影响区块链系统的整体运行;

f) 宜基于智能合约安全规则库实现智能合约的漏洞检测, 基于安全规则和配置信息自动生成安全智能合约模板。

g) 宜支持智能合约的应急响应机制, 可在发现合约漏洞后及时检查和修复。

## 6.5 接口安全要求

应遵循权限最小化原则, 对外公开的接口应将其能进行的操作最小化, 宜对接口访问权限进行等级划分, 针对不同用户配置不同的访问权限。

a) 名称、编码、数值等高度组织和整齐格式化的结构化数据, 可以直接上传到区块链中进行存证;

b) 音频、视频、图片等字段可变的非结构化数据, 提取数据指纹(通过加密哈希函数输出的字符串), 对指纹进行上链存证, 数据本身存储在非关系型数据库中。

## 6.6 对等网络安全要求

网络安全应符合GB/T 22240-2020 的有关规定。

a) 对于联盟链和私有链, P2P 通信过程宜采用本地的、自主的、双向的认证和授权;

b) 对于联盟链和私有链, 应将数据的传输限制在特定授权节点, 确保数据和信息在传输过程中不被非授权用户读取和篡改;



c) 对于联盟链和私有链,宜设定系统的最佳节点数量和最低警戒数量,并在实际运行时实时监测节点在线情况,预测和预警平台安全状态。

## 6.7 可信时间源

区块链中的可信时间源应符合GB/T 36631-2018的有关规定。

## 6.8 运维管理安全要求

区块链运维管理中的身份认证、权限管理与密钥管理等工作根据 GB/T 22239-2019 和 GB/T 36626-2018 的安全运维相关要求开展。

## 7 数据上链性能要求

### 7.1 交易吞吐量

a) 原生交易吞吐率应不低于最小软硬件条件所声明的数值:满足原生交易吞吐率最小软硬件条件,在基本组网拓扑结构及节点最小软硬件条件的测试环境下,实际原生交易吞吐率不低于所声明的数值,交易从发出到被确认处理完成的时间应不超过出块时间的2倍;

b) 异常场景发生并恢复后仍能维持原生交易性能:在断电、重启、网络波动等异常场景恢复后,最大原生交易吞吐率数值与故障发生前基本一致。异常场景恢复后保证区块链各节点设备的内存、CPU、网络带宽等资源占用率均能在设计时间内恢复正常;

c) 智能合约调用吞吐率应不低于最小软硬件条件下所声明的数值:系统能够满足智能合约调用吞吐率最小软硬件条件,在最小软硬件条件的测试环境下,所测试到的实际智能合约调用吞吐率不低于所声明的数值;

d) 在异常场景发生并恢复后仍能维持智能合约调用交易性能:在断电、重启、网络波动等异常场景恢复后的最大智能合约调用吞吐率数值与故障发生前基本一致,异常场景恢复后内存、CPU、网络带宽等资源占用率恢复正常。

### 7.2 查询吞吐率

a) 块信息查询吞吐率应不低于声明的数值:并发查询块信息,统计块信息查询吞吐率不低于声明数值;

b) 节点应能在异常场景恢复后保持块信息查询吞吐率:节点在断电、重启、网络波动等异常场景恢复后,块信息查询信息吞吐率与故障发生前基本一致;

c) 交易信息查询吞吐率应不低于申明数值：并发查询交易信息，统计交易信息查询吞吐率不低于申明数值；

d) 节点应能在异常场景恢复后继续保证交易信息查询吞吐率：节点在断电、重启、网络波动等异常场景恢复后，系统交易信息查询吞吐率与故障发生前基本一致；

e) 交易结果查询吞吐率应不低于申明数值：并发查询交易结果，查询吞吐率不低于申明数值；

f) 智能合约数据查询吞吐率宜不低于申明数值：系统并发查询智能合约相关账本数据，智能合约数据查询吞吐率不低于申明数值；

g) 节点宜在异常场景恢复后继续保证智能合约数据查询吞吐率：节点在断电、重启、网络波动等异常场景恢复正常后，智能合约数据查询吞吐率与故障发生前基本一致；

h) 历史数据查询吞吐率宜不低于申明数值：系统并发查询历史数据，查询吞吐率不低于申明数值。

i) 节点宜在异常场景恢复后继续保证历史数据查询吞吐率：节点在断电、重启、网络波动等异常场景恢复正常后，历史数据查询吞吐率与故障发生前基本一致。

### 7.3 交易同步性能

a) 最大交易广播速率应不低于申明的数值：节点持续广播交易提供账本数据同步，在不造成网络拥塞的情况下，发送交易的最大速率不低于申明的数值；

b) 交易的冗余率应不高于申明的数值：节点持续发送不同的交易同步请求，节点收到的冗余交易比例不高于申明的数值；

c) 交易广播时延应不高于申明的数值：节点广播交易提供账本数据同步，测试该交易分别同步到全网25%、50%、75%、100%节点时所消耗的时间不高于 5 秒；

d) 节点应能在异常场景恢复后继续保证申明的交易同步性能及时延：节点在断电、重启、网络波动等异常场景恢复后，提供广播及同步交易的速率、同步外部账本数据的时延均能够满足设计要求。

e) 若支持无交易出空块，同步空块的速率应不低于申明值：在无负载的情况下，节点从其他节点同步或向其他节点同步空块的速率不低于文档中申明的数值；

f) 若支持无交易出空块，空块广播时延应不高于申明数值：节点向全网广播一个空块，该区块分别同步到全网25%、50%、75%、100%节点时所消耗的时间不高于申明的数值；

g) 若支持无交易出空块，节点应能在异常场景恢复后继续保证申明的空块同步性能及时延：在无负载的情况下，目标节点在断电、重启、网络波动等异常场景恢复正常后，能够广播及同步块，同步块的速率及广播块的时延均能够满足设计要求；

h) 同步满负载区块的速率应不低于申明值：节点从其他节点同步完整数据的速率不低于文档中申明的数值；

i) 满负载区块广播时延应不高于申明值：节点广播完整数据，数据推送到指定节点完成同步所消耗的时间不高于文档中申明的数值；

j) 节点应能在异常场景恢复后继续保证申明数值：目标节点在断电、重启、网络波动等异常场景恢复后，能够广播及同步完整数据，数据同步速率及完成数据同步的时延均满足设计要求。

#### 7.4 数据增长速率

a) 无交易状态下数据增长速率应不高于声明的增长率上限、平均值：实际无交易状态下的数据增长率不高于增长速率上限，实际无交易状态下的节点数据增长速率不高于增长速率的平均值；

b) 满负载状态下数据增长速率应不高于声明的增长速率上限、平均值：实际满负载状态下的数据增长速率不高于增长速率上限，实际满负载状态下的节点数据增长速率不高于增长速率平均值。

#### 7.5 上链频率

a) 支持 2000 家以上发电企业规模，支持分钟、小时、天等不同频率上链需求；

b) 秒级实时数据应采用按时间段打包方式进行数据上链，宜采用一小时一打包方式。

#### 7.6 资源指标

a) 服务器的 CPU 平均利用率不超过 85%；

b) 内存占用率不超过 85%且无明显变化；

c) 磁盘 IO 平均使用率不超过 85%。