|  |  |
| --- | --- |
| ICS  |       |
| CCS  |

|  |
| --- |
|   |

点击此处添加CCS号 |

团体标准

T/CAAMTB XXXX—2024

储能和动力电池制造能耗计量统计方法

Statistical methods of energy consumption measurement for energy storage and power battery manufacturing

征求意见稿

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

中国汽车工业协会  发布

目次

[前言 II](#_Toc177133067)

[1 范围 1](#_Toc177133068)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc177133069)

[3 术语和定义 1](#_Toc177133070)

[4 统计要求 2](#_Toc177133071)

[5 统计指标计算方法 3](#_Toc177133072)

[6 数据处理 4](#_Toc177133073)

[附录A 5](#_Toc177133074)

[附录B 8](#_Toc177133075)

[参考文献 9](#_Toc177133076)

1. 前言

本文件按照GB/T 1.1—2020给出的规则起草。

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。

本文件由中国汽车工业协会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

储能和动力电池制造能耗计量统计方法

* 1. 范围

本文件规定了储能和动力电池制造能源消耗（以下简称制造能耗）的统计要求、计算方法及数据处理原则。

本文件适用于储能和动力电池制造能耗的计量统计，是对储能和动力电池制造能耗进行评估的基础，新体系电池可参照本文件执行。

本文件不适用于铅蓄电池、镍铬电池制造能耗的计量统计。

注：新体系电池指钠离子电池、固态电池、锂硫电池、锂氧电池、锂空气电池等。

* 1. 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 2589 综合能耗计算通则

GB/T 12723 单位产品能源消耗限额编制通则

GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则

GB/T 23331 能源管理体系 要求

GB/T 38331 锂离子电池生产设备通用技术要求

GB/T 34013-2017 电动汽车用动力蓄电池产品规格尺寸

T∕CIAPS 0011—2021 锂离子电池制造术语

* 1. 术语和定义

GB/T 38331、GB/T 12723、 GB/T 34013和GB/T 2589界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

动力电池 power battery

在动力系统中利用阳离子作为导电离子，在正极和负极之间移动，通过化学能和电能相互转化来为动力系统提供动力来源的电池，本文件中特指为电动汽车、电动自行车及其它电动工具等动力系统提供动力的蓄电池。

[来源：GB/T 19596-2017，定义3.3.1.1.1.1，有修改]

储能电池 energy storage battery

储能电池是用于调峰调频电力辅助服务、可再生能源并网和微电网的蓄电池。

储能和动力电池产品综合能耗 comprehensive energy consumption of energy storage and power battery

统计报告期内储能和动力电池生产过程中消耗的各种能源实物量，按照规定的计算方法和单位分别折算后的总和。

注1：产品综合能耗包括主要生产系统、辅助生产系统和附属生产系统的能源消耗量和损失量，但不包括基建、技改等项目建设消耗的及生产边界外回收利用的能量和向外输出的能量。

注2：储能和动力电池产品综合能耗的单位为：千瓦时（kWh）。

储能和动力电池单位产品综合能耗 comprehensive energy consumption for unit product output of energy storage and power battery

统计报告期内，储能和动力电池产品综合能耗与该种类电池合格产品产量的比值。

注：储能和动力电池单位产品综合能耗的单位为：千瓦时（kWh）。

制造能耗系数 coefficient of manufacturing energy consumption

制造储能和动力电池单位产品综合能耗与所制造出的该储能和动力电池所具有电量的比值。

储能和动力电池生产边界 production boundary of power battery

从隔膜、正负极材料等储能和动力电池原材料和能源经计量后进入厂区车间内的生产工序开始，到电池组包工序完成为止的整个电池产品生产过程，不包括原材料生产工序。由主要生产系统、辅助生产系统和附属生产系统三部分组成。

* + 1. 等效电 equivalent electricity

根据各种形式的能源转换为电力时可能的最大转换能力，将各种形式的能源统一转换为等效电力，然后按照电力来统计、核算能源的数量，单位为kWh。

* 1. 统计要求
		1. 统计指标

储能和动力电池制造能耗数据的统计指标可分为：

1. 单位产品综合能耗；
2. 制造能耗系数；
3. 主要设备能耗。
	* 1. 统计种类

储能和动力电池制造能耗指储能和动力电池在生产边界内进行生产活动过程中实际消耗的各种能源。具体可分为：

1. 电力；
2. 柴油、汽油、燃料油；
3. 天然气、液化石油气；
4. 热力；
5. 煤炭；
6. 蒸汽；
7. 其他直接或通过加工、转换而取得对生产有用的能源。
	* 1. 统计范围

能耗统计范围包括储能和动力电池生产边界内主要生产系统、辅助生产系统和附属生产系统所消耗的能源总量。

1. 主要生产系统，指从隔膜、正负极材料等储能和动力电池原材料和能源领用并进入车间投入生产起，到使电池组包工艺完成出厂为止的有关生产工序组成的完整工艺过程所包括的设备、装置及设施。其中，生产工序包括合浆、涂布、辊压、制片、卷绕/叠片、组装、注液、烘烤、化成、分容、配组、封装、测试等。
2. 辅助生产系统，指为工艺过程配置的控制设备及为生产系统服务的供电、机修、供水、供气、供热、仪修、照明、库房和车间内原材料场地以及安全、环保、节能等装置和设施，不包括工业锅炉房、自备用站。其中，控制设备包括温度控制设备、湿度控制设备、粉尘控制设备等。
3. 附属生产系统，指为车间生产系统专门配置的调度室、办公室、操作室、控制室、休息室、更衣室、澡堂、中控分析、产品检验、维修工段等的设备、装置及设施。
4. 对于储能和动力电池生产系统来说，能耗的统计可分三个工段能耗进行统计，分别是：极片制造、电芯制造、电池组包3个工段，组成架构见图1。



图1 储能和动力电池生产工段组成架构

储能和动力电池产品生产系统能耗量应包括储能和动力电池生产边界内实际消耗的一次能源和二次能源量。耗能工质（如水、密闭炉气、蒸汽、氮气、压缩空气），不论其来源是外购的还是自产的，其产生过程所消耗的能量及传输过程中所导致的能耗损失，均不计在能耗量中。但是，在生产中耗能工质所消耗的能源应统计在能耗量中，具体能耗量以其进入车间内生产工序开始计算。

自备用站产生电量所消耗的各种能源均不计在能耗量中。但是，产生的电量经传输后进入生产车间用于储能和动力电池产品生产的能量应进行计算。传输过程中所导致的能耗损失应不计在能耗量中，以电量进入车间内生产工序开始计算。

未包括在储能和动力电池生产边界内的企业辅助生产系统、附属生产系统能耗量和损失量应按消耗比例法分摊到储能和动力电池生产系统内。

能源消耗量的统计、核算应包括各个生产环节和系统，既不应重复，也不应漏计。

注：

若因储能和动力电池产线分散，工艺设备分别布置在不同区域或厂区，生产过程中需使用物料搬运车、货车、叉车等便捷运输工具将储能和动力电池中间产品运送至下一生产车间或另一厂区，由此导致的能耗、物耗、人耗等可不计入能耗统计范围内，但产线固定物料输送设备应除外。

* 1. 统计指标计算方法
		1. 单位产品综合能耗

工段能耗

工段能耗按式（1）计算：

 ()

式中：

——某工段制造能源消耗等效电总量，千瓦时电量(kWh)；

——某工段内所消耗的某种能源实物量；

——某工段内某种能源折电量的等效电；

——某工段内所消耗的能源种类。

综合能耗

产品综合能耗按式（2）计算：

 ()

式中：

——制造能源消耗等效电总量，千瓦时电量(kWh)；

——生产过程中所包含的工段总数。

单位产品综合能耗

单位产品综合能耗按式(3)进行计算：

 ()

式中：

——单位产品综合能耗，千瓦时电量/个(kWh/个)；

L——同一统计报告期内生产的合格产品数量，个。

* + 1. 制造能耗系数

制造能耗系数按式(4)进行计算：

 ()

式中：

——制造能耗系数；

——生产出的单位合格产品具有的电量，千瓦时电量/个(kWh/个)。

* + 1. 主要设备能耗

主要设备能耗按式（5）进行计算：

 ()

式中：

——主要设备消耗，千瓦时电量/个(kWh/个)；

——根据能源计量器具记录所得到的某种能源实物量；

——某主要设备生产过程中消耗的某种能源折电量的等效电；

——根据能源计量器具记录所得到的能源种类。

注1：主要设备指图1中各工序的生产设备。

注2：因生产时无法对工段中某设备进行单独辅助生产系统和附属生产系统的能耗统计，因此在统计主要设备的能耗时，仅统计根据能源计量器具记录所得到的相关能耗数据。

* 1. 数据处理
		1. 统计和计算原则

储能和动力电池制造能耗数据的统计应以能源计量器具的计量数据为依据。

能源计量器具的配备和管理应符合GB 17167的规定。

能耗统计指标的计算精度应保留小数点后两位。

* + 1. 折算原则

各种能源的消耗应按等效电法折算为统一的标准电量（kWh）。

电能的消耗以企业在报告期内实测值为准。

其他能源的消耗应参见附录A.2和附录A.3中常见能源的等效电转化系数折算为标准电量（kWh）。等效电转化系数计算方法参见附录A.1。

* + 1. 数据记录

储能和动力电池制造能耗统计计算完成后，应将相关能耗数据记录于表格当中。表格模板如附录B所示。

能耗统计应包含但不限于附录B表中所列工段，如有其他工段，应在表格中新增行，详细记录名称和相关能耗数据。

1.
2.

（资料性）

等效电转换系数计算

* 1. 不同类型能源间采用等效电法进行折算时等效电转换系数的计算方法
		1. 能源转换计算

任一形式的能源Q可按照式（A-1）转换为等效电：

 (A.1)

式中：

Q是该种形式能源所具有的热量，蒸汽热量参照 《GB/T 34060-2017 蒸汽热量计算方法》进行计算；

η为将该能源转换为等效电时的转换系数，也称为该能源的能质系数。

* + 1. 任一能源的等效电转换系数

电力是最高品味的能源，可以完全转化为功，其能质系数为1。对于其他形式的能源，则根据品味高低和做功能力大小确定能质系数。η可按照热力学第二定律，根据该种形式的能源对外做功时的温度T1和环境温度T0，得到在这种条件下的最大热-功转换效率计算，如式（A-2）所示：

 (A.2)

式中：T0、T1的单位为 ℃。

各种化石能源的化学能在理论上都可以完全转化为电力，但在实际做功过程中，由于转换过程装置材料和工艺的问题，都存在可能的温度上限，只能在这一温度上限之下的条件下做功。因此，从工程实际出发，可以按照当前技术水平下可能的最高做功温度作为计算转换系数的工作温度，从而得到各类化石能源转换为等效电的转换系数。

* + 1. 热水的等效电转换系数

对于温度为T1的热水，根据其降温到环境温度T0的过程中，可以输出的最大功得到其等效电转换系数为：

 (A.3)

式中：

若温度仅降到T2，然后返回热源，则输出的热量Q等于水量与供回水温差之乘积，针对供回水分别为T1、T2的热水，其等效电转换系数为:

 (A.4)

式中：T0、T1、T2的单位为 ℃。

* + 1. 蒸汽的等效电转换系数

对于蒸汽，可以使其等温地放出潜热而做功，再降温到环境温度，其转换系数为：

 (A.5)

式中：

rs为蒸汽在温度T下的汽化潜热，具体数值参见 GB/T 34060 附录A选取；

hs为蒸汽的焓，具体数值参见 GB/T 34060 附录A选取；

Tr为回到锅炉的凝水温度，单位为 ℃。

* + 1. 说明

在计算上述各类能源的等效电转换系数时，都用到环境温度T0。当做功温度远高于环境温度时，T0的较小变化对等效电转换系数η影响不大，因此为了方便和一致，可一律取环境温度T0为0 ℃。但对于热水，由于热源温度与环境温度差别很小，需根据使用热水条件下的实际环境温度确定T0，部分能源在给定参考温度下的具体转换系数参见附录A.2和附录A.3。

A.2 常用能源折等效电法转换系数(参考值)

各种常用能源折等效电法转换系数（参考值）见表A.2.1。

表A.2.1 各种能源折等效电法转换系数(参考值)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 能源种类 | 参考温度T1(℃) | 环境温度T0（℃） | 等效电法转换系数η | 单位能量能源所含的热量Q | 单位数量能源所对应的等效电Qε |
| 电力 | - | - | 100% | 1.000 kWh | 1.000 kWh/kWh |
| 标煤 | 700 | 0 | 50.4% | 8.140 kWh/kg | 4.103 kWh/kg |
| 原煤 | 700 | 0 | 50.4% | 5.814 kWh/kg | 2.932 kWh/kg |
| 洗精煤 | 700 | 0 | 50.4% | 7.326 kWh/kg | 3.694 kWh/kg |
| 洗中煤 | 700 | 0 | 50.4% | 2.326 kWh/kg | 1.173 kWh/kg |
| 煤泥 | 700 | 0 | 50.4% | 3.489 kWh/kg | 1.760 kWh/kg |
| 煤矿石（用作能源） | 700 | 0 | 50.4% | 2.326 kWh/kg | 1.173 kWh/kg |
| 焦炭（干全焦） | 700 | 0 | 50.4% | 7.907 kWh/kg | 3.988 kWh/kg |
| 煤焦油 | 700 | 0 | 50.4% | 9.303 kWh/kg | 4.692 kWh/kg |
| 原油 | 1500 | 0 | 65.9% | 11.629 kWh/kg | 7.669 kWh/kg |
| 燃料油 | 100 | 0 | 14.8% | 11.629 kWh/kg | 1.720 kWh/kg |
| 汽油 | 1500 | 0 | 65.9% | 11.977 kWh/kg | 7.899 kWh/kg |
| 煤油 | 500 | 0 | 43.2% | 11.977 kWh/kg | 5.171 kWh/kg |
| 柴油 | 1500 | 0 | 65.9% | 11.861 kWh/kg | 7.822 kWh/kg |
| 天然气 | 1500 | 0 | 65.9% | 10.826 kWh/m3 | 7.139 kWh/m3 |
| 液化天然气 | 700 | 0 | 50.4% | 14.304 kWh/m3 | 7.214 kWh/m3 |
| 液化石油气 | 80 | 0 | 12.3% | 13.954 kWh/m3 | 1.716 kWh/m3 |
| 炼厂干气 | 700 | 0 | 50.4% | 12.791 kWh/m3 | 6.451 kWh/m3 |
| 焦炉煤气 | 2000 | 0 | 71.1% | 5.000 kWh/m3 | 3.554 kWh/m3 |
| 高炉煤气 | 1500 | 0 | 65.9% | 1.047 kWh/m3 | 0.690 kWh/m3 |
| 发生炉煤气 | 1500 | 0 | 65.9% | 1.454 kWh/m3 | 0.959 kWh/m3 |
| 重油催化裂解煤气 | 500 | 0 | 43.2% | 5.349 kWh/m3 | 2.309 kWh/m3 |
| 重油热裂解煤气 | 500 | 0 | 43.2% | 9.884 kWh/m3 | 4.267 kWh/m3 |
| 焦炭制气 | 1000 | 0 | 58.0% | 4.535 kWh/m3 | 2.629 kWh/m3 |
| 压力气化煤气 | 1400 | 0 | 64.6% | 4.190 kWh/m3 | 2.709 kWh/m3 |
| 水煤气 | 400 | 0 | 38.4% | 2.907 kWh/m3 | 1.117 kWh/m3 |
| 粗苯 | 560 | 0 | 45.6% | 11.629 kWh/kg | 5.305 kWh/kg |
| 甲醇（用作燃料） | 470 | 0 | 41.8% | 5.530 kWh/kg | 2.314 kWh/kg |
| 乙醇（用作燃料） | 773 | 0 | 52.6% | 7.443 kWh/kg | 3.912 kWh/kg |
| 氢气（用作燃料，密度为0.082kg/m3） | 2500 | 0 | 74.7% | 2.710 kWh/m3 | 2.024 kWh/m3 |
| 沼气 | 538 | 0 | 44.8% | 6.745 kWh/m3 | 3.018 kWh/m3 |
| 热力 | 300 | 0 | 32.5% | 0.278 kWh/MJ | 0.090 kWh/MJ |

A.3 主要耗能工质折等效电法转换系数（按能源等价值计）(参考值)

主要耗能工质折等效电法转换系数（按能源等价值计）（参考值）见表A.3.1。

表A.3.1 主要耗能工质折等效电法转换系数（按能源等价值计）(参考值)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 能源种类 | 参考温度T1(℃) | 环境温度T0（℃） | 等效电法转换系数η | 单位能量能源所含的热量Q | 单位数量能源所对应的等效电Qε |
| 新水 | 20 | 0 | 3.5% | 2.093 kWh/t | 0.073 kWh/t |
| 软化水 | 40 | 20 | 3.3% | 3.954 kWh/t | 0.129 kWh/t |
| 除氧水 | 95 | 20 | 11% | 7.907 kWh/t | 0.867 kWh/t |
| 压缩空气 | - | - |  | 0.326 kWh/m3 |  |
| 氧气 | - | - |  | 3.256 kWh/m3 |  |
| 氮气（做副产品用） | - | - |  | 3.256 kWh/m3 |  |
| 氮气（做主产品用） | - | - |  | 5.465 kWh/m3 |  |
| 二氧化碳 | - | - |  | 1.744 kWh/m3 |  |
| 乙炔 | 3150 | 0 | 78.1% | 67.678 kWh/m3 | 52.85 kWh/m3 |
| 电石 | 305 | 0 | 32.9% | 16.920 kWh/kg | 5.56 kWh/kg |
| 热水（95 ℃/70 ℃\*） | - | 0 | 23.2% | 1.000 kWh | 0.232 kWh/kWh |
| 热水（50 ℃/40 ℃） | - | 0 | 14.1% | 1.000 kWh | 0.141 kWh/kWh |
| 饱和蒸汽（0.4 MPa\*\*） | - | 0 | 34.5% | 1.000 kWh | 0.345 kWh/kWh |
| 饱和蒸汽（0.3 MPa） |  | 0 | 32.9% | 1.000 kWh | 0.329 kWh/kWh |
| 空调冷冻水（7 ℃/12 ℃） | - | 30 | 7.3% | 1.000 kWh | 0.073 kWh/kWh |
| 注：1. \*表示热水或冷水的供水/回水温度。
2. \*\*表示饱和蒸汽的压力。
3. 气体等效电相关数据根据实际工况进行计算。
 |

1.

（资料性）

储能和动力电池产品制造能耗统计记录样表

储能和动力电池产品制造能耗统计记录样本如表B.1所示。

表B.1 储能和动力电池产品制造能耗统计记录表

|  |  |
| --- | --- |
| 产品名称 |  |
| 产品数量/个 |  |
| 产品形状 | □圆柱形 □方形 □软包 |
| 产品尺寸 |  |
| 产品类型 | □磷酸铁锂 □三元锂 □新体系电池 |
| 正极材料 |  |
| 负极材料 |  |
| 隔膜材料 |  |
| 电解质 |  |
| 序号 | 工段 | 能源消耗/（kWh） | 生产起止日期 | 记录人 |
| 1 | 极片制造 |  |  |  |
| 2 | 电芯制造 |  |  |  |
| 3 | 电池组包 |  |  |  |
| … | … |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 综合能耗/（kWh） |  |
| 单位产品综合能耗/(kWh/个) |  |
| 制造能耗系数 |  |
| 待说明的其他情况： |
| 注：1. 产品名称栏应详细记录电池型号、电池容量、电压等基础数据。
2. 新体系电池指钠离子电池、固态电池、锂硫电池、锂氧电池、锂空气电池等。
3. 待说明的其他情况主要是对与电池生产工序相关的情况进行说明。
 |

参考文献

1. GB/T 21339-2020 港口能源消耗统计及分析方法
2. HG 29804-1991 合成氨产品能源消耗量的计算方法.
3. HG 29805-1991 碳酸钠产品综合能耗计算方法.
4. 能源词典[M]. 北京：中国石化出版社, 2005.
5. 江亿, 杨秀. 在能源分析中采用等效电方法[J].中国能源, 2010, 32(05): 5-11.
6. 工程热力学[M]. 北京：中国建筑工业出版社， 2006.
7. F. D , M. W , D. B , et al. Energy consumption of current and future production of lithium-ion and post lithium-ion battery cells[J]. Nature Energy, 2023, 8(11): 1284-1295.
8. Yuan C , Deng Y L, Li T H , et al. Manufacturing energy analysis of lithium ion battery pack for electric vehicles[J]. CIRP Annals- Manufacturing Technology, 2017, 66(1): 53-56.

