



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 39751—2021

---

## 装备制造系统能耗检测方法 导则

Energy detection method for equipment manufacturing system—Guideline

2021-03-09 发布

2021-07-01 实施

国家市场监督管理总局 发布  
国家标准化管理委员会

目 次

前言 ..... I

引言 ..... II

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 能源检测范围和种类 ..... 2

5 总体要求 ..... 2

6 检测及计算方法 ..... 2

7 检测报告 ..... 5

附录 A (资料性附录) 各种能源折标准煤参考系数 ..... 6

附录 B (资料性附录) 耗能工质能源等价值及能源的计量单位 ..... 8

附录 C (资料性附录) 装备制造过程能耗计算方法 ..... 9

附录 D (资料性附录) 铸造过程能耗计算时涉及相关系数的表格示例 ..... 13

附录 E (资料性附录) 锻造过程能耗计算时涉及相关系数的表格示例 ..... 14

附录 F (资料性附录) 焊接过程能耗计算时涉及相关系数的表格示例 ..... 16

附录 G (资料性附录) 热处理过程能耗计算时涉及相关系数的表格示例 ..... 17

参考文献 ..... 18

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国绿色制造技术标准化技术委员会(SAC/TC 337)提出并归口。

本标准起草单位:武汉科技大学、中机生产力促进中心、佛山市顺德区质量技术监督标准与编码所、重庆大学、中铁科工集团轨道交通装备有限公司、中联认证中心(北京)有限公司、北京机电研究所有限公司、中国铸造协会、郑州机械研究所有限公司、中国焊接协会、奇瑞新能源汽车股份有限公司、河南科技大学。

本标准主要起草人:孙婷婷、张华、奚道云、王贤琳、龙伟民、李军生、李聪波、童彪、王一帆、金红、李俏、薛纪二、方乃文、高宏伟、周俊锋、程亚芳、宋克兴、李盛良。

## 引 言

通过对装备制造系统能耗的检测、统计、计算等内容制定统一的方法和要求,使装备制造系统能耗检测具有统一的标准依据。

装备制造系统能源消耗复杂,为了确保能耗指标的可比性、提高标准的可操作性,本标准按工艺分类制定能耗检测方法,主要包括金属切削、铸造、锻造、焊接、热处理等工艺。

# 装备制造系统能耗检测方法 导则

## 1 范围

本标准规定了装备制造系统能耗检测的范围和种类、总体要求、检测及计算方法、检测报告等内容。  
本标准适用于装备制造系统能耗的检测。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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—2008 综合能耗计算通则

GB 17167—2006 用能单位能源计量器具配备和管理通则

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**制造系统 equipment manufacturing system**

将制造资源转变为产品或半成品的输入/输出系统,由制造过程及其所涉及的硬件、软件和人员所组成。

注:包括生产系统和辅助生产系统。

### 3.2

**生产系统 production system**

生产产品所确定的生产工艺过程、装置、设施和设备组成的完整系统。

### 3.3

**辅助生产系统 production assist system**

为生产系统服务的过程、设施和设备,其中包括供电、机修、供水、供气、供热、制冷、仪表、照明、库房和场内原料场地以及安全、环保等装置及设施。

### 3.4

**用能单位 energy consumption unit**

具有确定边界的耗能单位。

[GB/T 2589—2008,定义 3.4]

### 3.5

**耗能工质 energy-consumed medium**

在生产过程中所消耗的不作为原料使用、也不进入产品,在生产或制取时需要直接消耗能源的工作物质。

[GB/T 2589—2008,定义 3.1]

## 4 能源检测范围和种类

4.1 检测范围包括生产系统主要工艺过程(金属切削、铸造、锻造、焊接和热处理)消耗的能源和辅助生产系统消耗的能源。

4.2 装备制造系统所需检测、计量的能源包括 GB/T 2589—2008 中 4.1 规定的能源种类,包括:

- a) 一次能源,主要包括原煤、原油、天然气、水力、风力、太阳能、生物质能等;
- b) 二次能源,主要包括洗精煤、其他洗煤、型煤、焦炭、焦炉煤气、其他煤气、汽油、煤油、柴油、燃料油、液化石油气、炼厂干气、其他石油制品、其他焦化产品、热力、电力等;
- c) 耗能工质消耗的能源,耗能工质主要包括新水、软化水、压缩空气、二氧化碳、氧气、氩气、氮气、乙炔、电石等。

## 5 总体要求

5.1 用能单位能源计量器具配备应符合 GB 17167—2006 的要求。

5.2 统计各种能源消耗时,应明确统计边界,符合 GB/T 2589—2008 第 6 章的原则,将各种能源折算为标准煤,统计和计算过程中各种燃料的低位发热值应以企业报告期内的实测值为准,没有实测条件的,相关折算系数参见附录 A 和附录 B 的 B.1,能源统计单位参见 B.2。

5.3 统计期应根据工艺方法(金属切削、铸造、锻造、焊接、热处理等)、生产周期(班次、批次、月、年等)来确定。

5.4 用能单位能耗检测时,应编制检测方案,其内容主要包括:

- a) 检测范围;
- b) 检测依据;
- c) 应测参数及相应的检测方法、计算方法;
- d) 检测仪器仪表;
- e) 检测工况、检测持续时间和各项参数检测程序;
- f) 检测记录表格。

5.5 用能单位进行能耗检测时,应满足以下检测条件:

- a) 检测应在生产正常、设备运行工况稳定条件下进行;
- b) 检测仪器仪表准确度等级,应符合 GB 17167—2006 中 4.3.8 的要求;
- c) 各参数的检测数据应不少于 3 组并取其算术平均值;
- d) 实施前,检测人员应经过相关培训。

## 6 检测及计算方法

### 6.1 检测抽样原则

6.1.1 针对不同类型的工艺设备,进行检测时采用分组抽样,按加工方式将不同类型的设备划类分组,再分别从每一组中进行简单随机抽样,每组抽取的比例为该组设备数量与总体设备数量的比值,将抽取的不同类型设备汇合,得到最终抽样结果。

6.1.2 针对相同类型工艺设备,进行检测时采用随机抽样,从总体设备中逐个不放回地随机抽取一定数量的样本。

## 6.2 金属切削过程能耗检测及计算

### 6.2.1 能耗指标

6.2.1.1 金属切削过程的能耗指标为切削比能效率,是指统计期内金属切削过程消耗的总能量与有效产出的比值,有效产出常用工件件数或材料去除质量表示。切削比能效率可分为工件比能效率和质量比能效率。

6.2.1.2 工件比能效率适用于比较批量加工同种工件的切削过程能量效率,质量比能效率适用于比较加工相同材料的切削过程能量效率。

### 6.2.2 检测项目及方法

金属切削过程需检测的项目及检测方法如下:

- a) 切削过程消耗的电能,通过安装在用能设备上的电能表检测;
- b) 材料去除质量,用衡器检测。

### 6.2.3 计算方法

统计期内单台金属切削机床能耗及切削比能效率的计算方法参见附录 C 的 C.1。

## 6.3 铸造过程能耗检测及计算

### 6.3.1 能耗指标

6.3.1.1 铸造过程的能耗指标为单位合格铸件可比能耗,是指统计期内铸造熔炼和成型过程消耗能源总量与合格铸件折合质量的比值。

6.3.1.2 合格铸件折合质量是考虑铸件复杂程度、质量、铸造工艺和熔炼炉炉型等因素后经折算的合格铸件质量,其计算过程涉及的相关系数表格示例参见附录 D(各项系数值及分类等,由铸造专业相应的标准进行明确)。

### 6.3.2 检测项目及检测方法

铸造过程需检测的项目及检测方法如下:

- a) 电能,通过安装在用能设备上的电能表检测;
- b) 焦炭、煤粉等燃料的质量,用衡器检测;
- c) 气体燃料和压缩空气的体积,用气体体积流量计检测;
- d) 冷却水用量,用水流量表(装置)检测;
- e) 合格铸件质量,用衡器检测。

### 6.3.3 计算方法

铸造过程总能耗及单位合格铸件可比能耗的计算方法参见 C.2。

## 6.4 锻造过程能耗检测及计算

### 6.4.1 能耗指标

6.4.1.1 锻造过程的能耗指标为单位合格锻件可比能耗,是指统计期内锻造过程消耗能量与合格锻件折合质量的比值。

6.4.1.2 合格锻件折合质量是考虑锻件复杂程度、材质及质量等因素后经折算的合格锻件质量,其计算

过程涉及的相关系数表格示例参见附录 E(各项系数值及分类等,由锻造专业相应的标准进行明确)。

#### 6.4.2 检测项目及检测方法

锻造过程需检测的项目及检测方法如下:

- a) 电能,通过安装在用能设备上的电能表检测;
- b) 煤、成品油等燃料的质量,用衡器检测;
- c) 气体燃料和压缩空气的体积,用气体体积流量计检测;
- d) 冷却水用量,用水流量表(装置)检测;
- e) 合格锻件质量,用衡器检测。

#### 6.4.3 计算方法

锻造过程总能耗及单位合格锻件可比能耗的计算方法参见 C.3。

### 6.5 焊接过程能耗检测及计算

#### 6.5.1 能耗指标

6.5.1.1 焊接过程的能耗指标为单位合格焊件可比能耗,是指统计期内焊接过程消耗能量与合格焊件折合质量的比值。

6.5.1.2 合格焊件折合质量是考虑焊件复杂程度、材质及质量等因素后经折算的合格焊件质量,其计算过程涉及的相关系数表格示例参见附录 F(各项系数值及分类等,由焊接专业相应的标准进行明确)。

#### 6.5.2 检测项目及检测方法

焊接过程需检测的项目及检测方法如下:

- a) 电能,通过安装在用能设备上的电能表检测;
- b) 保护气体和压缩空气的体积,用气体体积流量计检测;
- c) 冷却水用量,用水流量表(装置)检测;
- d) 合格焊件质量,用衡器检测;
- e) 消耗焊接材料的质量,用衡器检测。

#### 6.5.3 计算方法

焊接过程总能耗及单位合格焊件可比能耗的计算方法参见 C.4。

### 6.6 热处理过程能耗检测及计算

#### 6.6.1 能耗指标

6.6.1.1 热处理过程能耗指标为单位合格热处理件可比能耗,是指统计期内热处理过程消耗能量与合格热处理件折合质量的比值。

6.6.1.2 合格热处理件折合质量是考虑热处理工艺、工件材质、加热方式、生产方式、热处理炉装载量等因素后折算的合格热处理件质量,其计算过程涉及的相关系数参见附录 G(各项系数值及分类等,由热处理专业相应的标准进行明确)。

#### 6.6.2 检测项目及检测方法

热处理过程需检测的项目及检测方法如下:

- a) 电能,通过安装在用能设备上的电能表检测;



- b) 气体燃料的体积,用气体体积流量计检测;
- c) 冷却水用量,用水流量表(装置)检测;
- d) 合格热处理件质量,用衡器检测。

### 6.6.3 计算方法

热处理过程总能耗及单位合格热处理件可比能耗的计算方法参见 C.5。

## 7 检测报告

### 7.1 装备制造系统能耗检测统计报告封面的基本内容包括:

- a) 检测任务名称;
- b) 检测地点;
- c) 检测日期;
- d) 检测单位;
- e) 报告编写人;
- f) 报告审核人;
- g) 报告授权签字人。

### 7.2 装备制造系统能耗检测统计报告正文的基本要求包括:

- a) 装备制造系统能耗检测的范围、任务和目的要求;
- b) 针对装备制造系统的每个部分,进行检测点布置及检测仪器说明;
- c) 针对装备制造系统的每个部分,分别进行检测工况说明;
- d) 记录每个部分的能源消耗量以及能耗计算的结果;
- e) 装备制造系统能耗检测结果分析;
- f) 其他。

### 7.3 检测原始数据及测试报告应由检测单位存档备查。

## 附 录 A

(资料性附录)

## 各种能源折标准煤参考系数

各种能源折标准煤参考系数见表 A.1。

表 A.1 各种能源折标准煤参考系数

能源名称		平均低位发热量	折标准煤系数
原煤		20 908 kJ/kg(5 000 kcal/kg)	0.714 3 kgce/kg
洗精煤		26 344 kJ/kg(6 300 kcal/kg)	0.900 0 kgce/kg
其他 洗煤	洗中煤	8 363 kJ/kg(2 000 kcal/kg)	0.285 7 kgce/kg
	煤泥	8 363 kJ/kg~12 545 kJ/kg (2 000 kcal/kg~3 000 kcal/kg)	0.285 7 kgce/kg~0.428 6 kgce/kg
焦炭		28 435 kJ/kg(6 800 kcal/kg)	0.971 4 kgce/kg
原油		41 816 kJ/kg(10 000 kcal/kg)	1.428 6 kgce/kg
燃料油		41 816 kJ/kg(10 000 kcal/kg)	1.428 6 kgce/kg
汽油		43 070 kJ/kg(10 300 kcal/kg)	1.471 4 kgce/kg
煤油		43 070 kJ/kg(10 300 kcal/kg)	1.457 4 kgce/kg
柴油		42 652 kJ/kg(10 200 kcal/kg)	1.457 1 kgce/kg
煤焦油		33 453 kJ/kg(8 000 kcal/kg)	1.142 9 kgce/kg
渣油		41 816 kJ/kg(10 000 kcal/kg)	1.428 6 kgce/kg
液化石油气		50 179 kJ/kg(12 000 kcal/kg)	1.714 3 kgce/kg
炼厂干气		46 055 kJ/kg(11 000 kcal/kg)	1.571 4 kgce/kg
油田天然气		38 931 kJ/m <sup>3</sup> (9 310 kcal/m <sup>3</sup> )	1.330 0 kgce/m <sup>3</sup>
气田天然气		35 544 kJ/m <sup>3</sup> (8 500 kcal/m <sup>3</sup> )	1.214 3 kgce/m <sup>3</sup>
煤矿瓦斯气		14 636 kJ/m <sup>3</sup> ~16 726 kJ/m <sup>3</sup> (3 500 kcal/m <sup>3</sup> ~4 000 kcal/m <sup>3</sup> )	0.500 0 kgce/m <sup>3</sup> ~0.571 4 kgce/m <sup>3</sup>
焦炉煤气		16 726 kJ/m <sup>3</sup> ~17 981 kJ/m <sup>3</sup> (4 000 kcal/m <sup>3</sup> ~4 300 kcal/m <sup>3</sup> )	0.571 4 kgce/m <sup>3</sup> ~0.614 3 kgce/m <sup>3</sup>
高炉煤气		3 763 kJ/m <sup>3</sup>	0.128 6 kgce/kg
其他 煤气	a) 发生炉煤气	5 227 kJ/m <sup>3</sup> (1 250 kcal/m <sup>3</sup> )	0.178 6 kgce/m <sup>3</sup>
	b) 重油催化裂解煤气	19 235 kJ/m <sup>3</sup> (4 600 kcal/m <sup>3</sup> )	0.657 1 kgce/m <sup>3</sup>
	c) 重油热裂解煤气	35 544 kJ/m <sup>3</sup> (8 500 kcal/m <sup>3</sup> )	1.214 3 kgce/m <sup>3</sup>
	d) 焦炭制气	16 308 kJ/m <sup>3</sup> (3 900 kcal/m <sup>3</sup> )	0.557 1 kgce/m <sup>3</sup>
	e) 压力气化煤气	15 054 kJ/m <sup>3</sup> (3 600 kcal/m <sup>3</sup> )	0.514 3 kgce/m <sup>3</sup>
	f) 水煤气	10 454 kJ/m <sup>3</sup> (2 500 kcal/m <sup>3</sup> )	0.357 1 kgce/m <sup>3</sup>
粗苯		41 816 kJ/kg(10 000 kcal/kg)	1.428 6 kgce/m <sup>3</sup>

表 A.1 (续)

能源名称	平均低位发热量	折标准煤系数
热力(当量值)	—	0.034 12 kgce/MJ
电力(当量值)	3 600 kJ/(kW·h)[860 kcal/(kW·h)]	0.122 9 kgce/(kW·h)
电力(等价值)	按当年火电发电标准煤耗计算	
蒸汽(低压)	3 763 MJ/t(900 Mcal/t)	0.128 6 kgce/kg

## 附录 B

(资料性附录)

## 耗能工质能源等价值及能源的计量单位

B.1 耗能工质能源等价值及折标准煤系数见表 B.1。

表 B.1 耗能工质能源等价值及折标准煤系数

品种	单位耗能工质耗能量	折标准煤系数
新水	2.51 MJ/t(600 kcal/t)	0.085 7 kgce/t
软水	14.23 MJ/t(3 400 kcal/t)	0.485 7 kgce/t
除氧水	28.45 MJ/t(6 800 kcal/t)	0.971 4 kgce/t
压缩空气	1.17 MJ/m <sup>3</sup> (280 kcal/m <sup>3</sup> )	0.040 0 kgce/m <sup>3</sup>
鼓风	0.88 MJ/m <sup>3</sup> (210 kcal/m <sup>3</sup> )	0.030 0 kgce/m <sup>3</sup>
氧气	11.72 MJ/m <sup>3</sup> (2 800 kcal/m <sup>3</sup> )	0.040 0 kgce/m <sup>3</sup>
氮气(做副产品时)	11.72 MJ/m <sup>3</sup> (2 800 kcal/m <sup>3</sup> )	0.040 0 kgce/m <sup>3</sup>
氮气(做主产品时)	19.66 MJ/m <sup>3</sup> (4 700 kcal/m <sup>3</sup> )	0.671 4 kgce/m <sup>3</sup>
二氧化碳气	6.28 MJ/m <sup>3</sup> (1 500 kcal/m <sup>3</sup> )	0.214 3 kgce/m <sup>3</sup>
乙炔	243.67 MJ/m <sup>3</sup>	8.314 3 kgce/m <sup>3</sup>
电石	60.92 MJ/kg	2.078 6 kgce/kg

B.2 能源的计量单位见表 B.2。

表 B.2 能源的计量单位

能源种类	单位
油类(煤、焦炭、重油等)	kg、t、10 <sup>4</sup> t(千克、吨、万吨)
电	kW·h、10 <sup>4</sup> kW·h(千瓦时、万千瓦时)
气体类(煤气、压缩空气、氧气等)	m <sup>3</sup> 、10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> (立方米、万立方米)
蒸汽	kg、t 或 kJ、MJ、GJ(千克、吨或千焦、兆焦、吉焦)
新水、软水、除氧水	t、10 <sup>4</sup> t(吨、万吨)

附 录 C  
(资料性附录)  
装备制造过程能耗计算方法

C.1 金属切削过程能耗计算方法

C.1.1 金属切削过程总能耗

金属切削过程消耗的总能量包括统计期内机床及其辅助系统消耗的能源,按式(C.1)计算:

$$E_q = e_q \times p \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

- $E_q$  ——统计期内金属切削过程消耗的总能量,单位为千克标准煤(kgce);
- $e_q$  ——统计期内金属切削过程所有机床及其辅助系统消耗的电能总和,单位为千瓦时(kW·h);
- $p$  ——电力折算为标准煤的折算系数,按当量值折算。

C.1.2 工件比能效率

统计期内金属切削过程的工件比能效率按式(C.2)计算:

$$S_N = \frac{E_q}{N} \dots\dots\dots (C.2)$$

式中:

- $S_N$  ——统计期内工件比能效率;
- $N$  ——统计期内加工工件总个数。

C.1.3 质量比能效率

统计期内金属切削过程的质量比能效率按式(C.3)计算:

$$S_M = \frac{E_q}{M} \dots\dots\dots (C.3)$$

式中:

- $S_M$  ——统计期内质量比能效率;
- $M$  ——统计期内金属切削过程中所有工件的材料去除质量之和,单位为千克(kg)。

C.2 铸造过程能耗计算方法

C.2.1 铸造过程总能耗

铸造过程消耗的总能量包括统计周期内铸造过程消耗的各种能源,及耗能工质消耗的能源,按式(C.4)计算:

$$E_z = \sum_{i=1}^n (e_{zi} \times p_i) \dots\dots\dots (C.4)$$

式中:

- $E_z$  ——统计期内铸造过程消耗的总能量,单位为千克标准煤(kgce);
- $n$  ——消耗的能源品种数;

$e_{zi}$  ——统计期内铸造过程消耗的第  $i$  种能源实物量；

$p_i$  ——第  $i$  种能源的折算系数,按能量的当量值或能源等价值折算。

### C.2.2 合格铸件折合质量

合格铸件折合质量按式(C.5)计算：

$$G_Z = \sum_{j=1}^m G_{Zj} \omega_{1j} \omega_{2j} \omega_{3j} \omega_{4j} \dots\dots\dots (C.5)$$

$G_Z$  ——统计期内合格铸件折合质量,单位为吨(t)；

$G_{Zj}$  ——统计期内第  $j$  类合格铸件质量,单位为吨(t)；

$m$  ——合格产品种类数；

$\omega_{1j}$  ——第  $j$  类铸件对应的复杂系数  $\omega_1$  值；

$\omega_{2j}$  ——第  $j$  类铸件对应的质量系数  $\omega_2$  值；

$\omega_{3j}$  ——第  $j$  类铸件对应的铸造工艺系数  $\omega_3$  值；

$\omega_{4j}$  ——第  $j$  类铸件对应的熔炼炉型系数  $\omega_4$  值。

### C.2.3 单位合格铸件可比能耗

单位合格铸件可比能耗按式(C.6)计算：

$$e_{ZB} = \frac{E_Z}{G_Z} \dots\dots\dots (C.6)$$

式中：

$e_{ZB}$  ——单位合格铸件可比能耗,单位为千克标准煤每吨(kgce/t)。

## C.3 锻造过程能耗计算方法

### C.3.1 锻造过程总能耗

锻造过程消耗的总能量包括统计周期内锻造过程各用能设备消耗的能源,及耗能工质消耗的能源,按式(C.7)计算：

$$E_D = \sum_{i=1}^n (e_{Di} \times p_i) \dots\dots\dots (C.7)$$

式中：

$E_D$  ——统计期内锻造过程消耗的总能量,单位为千克标准煤(kgce)；

$n$  ——锻造过程消耗的能源品种数；

$e_{Di}$  ——统计期内锻造过程消耗的第  $i$  种能源实物量；

$p_i$  ——第  $i$  种能源的折算系数,按能量的当量值或能源等价值折算。

### C.3.2 合格锻件折合质量

合格锻件折合质量按式(C.8)计算：

$$G_D = \sum_{j=1}^m G_{Dj} K_{1j} K_{2j} K_{3j} \dots\dots\dots (C.8)$$

$G_D$  ——统计期内合格锻件折合质量,单位为吨(t)；

$G_{Dj}$  ——统计期内第  $j$  类合格锻件质量,单位为吨(t)；

$m$  ——合格产品种类数；

- $K_{1j}$ ——第  $j$  类锻件对应的复杂系数  $K_1$  值；  
 $K_{2j}$ ——第  $j$  类锻件对应的材质系数  $K_2$  值；  
 $K_{3j}$ ——第  $j$  类锻件对应的加热炉炉型系数  $K_3$  值。

### C.3.3 单位合格锻件可比能耗

单位合格锻件可比能耗按式(C.9)计算,不同的锻造工艺分别测量计算:

$$e_D = \frac{E_D}{G_D} \quad \dots\dots\dots (C.9)$$

式中:

$e_D$ ——单位合格锻件可比能耗,单位为千克标准煤每吨(kgce/t)。

## C.4 焊接过程能耗计算方法

### C.4.1 焊接过程总能耗

焊接过程消耗的总能量包括统计周期内焊接过程各用能设备消耗的能源,及耗能工质消耗的能源,按式(C.10)计算:

$$E_H = \sum_{i=1}^n (e_{Hi} \times p_i) \quad \dots\dots\dots (C.10)$$

式中:

$E_H$ ——统计期内焊接过程消耗的总能量,单位为千克标准煤(kgce);

$n$ ——焊接过程消耗的能源品种数;

$e_{Hi}$ ——统计期内焊接过程消耗的第  $i$  种能源实物量;

$p_i$ ——第  $i$  种能源的折算系数,按能量的当量值或能源等价值折算。

### C.4.2 合格焊件折合质量

合格焊件折合质量按式(C.11)计算:

$$G_H = \sum_{j=1}^m G_{Hj} R_{1j} R_{2j} R_{3j} R_{4j} \quad \dots\dots\dots (C.11)$$

$G_H$ ——统计期内合格焊件折合质量,单位为吨(t);

$G_{Hj}$ ——统计期内第  $j$  类合格焊件质量,单位为吨(t);

$m$ ——合格产品种类数;

$R_{1j}$ ——第  $j$  类焊件对应的复杂系数  $R_1$  值;

$R_{2j}$ ——第  $j$  类焊件对应的材质系数  $R_2$  值;

$R_{3j}$ ——第  $j$  类焊件对应的质量系数  $R_3$  值;

$R_{4j}$ ——第  $j$  类焊件对应的焊接设备系数  $R_4$  值。

### C.4.3 单位合格焊件可比能耗

单位合格焊件可比能耗按式(C.12)计算:

$$e_H = \frac{E_H}{G_H} \quad \dots\dots\dots (C.12)$$

式中:

$e_H$ ——单位合格焊件可比能耗,单位为千克标准煤每吨(kgce/t)。

## C.5 热处理过程能耗计算方法

## C.5.1 热处理过程总能耗

热处理过程消耗的总能量包括统计周期内热处理过程各用能设备消耗的能源,及耗能工质消耗的能源,按式(C.13)计算:

$$E_R = \sum_{i=1}^n (e_{Ri} \times p_i) \quad \dots\dots\dots (C.13)$$

式中:

$E_R$  ——统计期内热处理过程消耗的总能量,单位为千克标准煤(kgce);

$n$  ——热处理过程消耗的能源品种数;

$e_{Ri}$  ——统计期内热处理过程消耗的第  $i$  种能源实物量;

$p_i$  ——第  $i$  种能源的折算系数,按能量的当量值或能源等价值折算。

## C.5.2 合格热处理件折合质量

合格热处理件折合质量按式(C.14)计算:

$$G_R = \sum_{j=1}^m G_{Rj} P_{1j} P_{2j} P_{3j} P_{4j} P_{5j} \quad \dots\dots\dots (C.14)$$

$G_R$  ——统计期内合格热处理件折合质量,单位为吨(t);

$G_{Rj}$  ——统计期内第  $j$  类合格热处理件质量,单位为吨(t);

$m$  ——合格产品种类数;

$P_{1j}$  ——第  $j$  类热处理件工艺折算的系数  $P_1$  值;

$P_{2j}$  ——第  $j$  类热处理件工件材质折算的系数  $P_2$  值;

$P_{3j}$  ——热处理加热方式系数  $P_3$  值;

$P_{4j}$  ——热处理生产方式系数  $P_4$  值;

$P_{5j}$  ——热处理炉装载量系数  $P_5$  值。

## C.5.3 单位合格热处理件可比能耗

单位合格热处理件可比能耗按式(C.15)计算:

$$e_R = \frac{E_R}{G_R} \quad \dots\dots\dots (C.15)$$

式中:

$e_R$  ——单位合格热处理件可比能耗,单位为千克标准煤每吨(kgce/t)。



附 录 D  
(资料性附录)

铸造过程能耗计算时涉及相关系数的表格示例

D.1 根据不同材质金属熔液的利用率、铸件出品率、铸件成品率和铸件合格率确定技术等级,给出铸件复杂系数,表格示例见表 D.1。

表 D.1 铸件复杂系数  $\omega_1$

技术等级				
复杂系数				

D.2 铸件质量系数的表格示例见表 D.2。

表 D.2 铸件质量系数  $\omega_2$

质量区间				
质量系数				
注: 此处质量为铸件单件质量。				

D.3 铸造工艺系数根据黑色金属和有色金属铸造工艺方法确定,表格示例见表 D.3。

表 D.3 铸造工艺系数  $\omega_3$

工艺	砂型铸造	压力铸造	熔模铸造	消失模铸造	离心铸造	.....
工艺系数						

D.4 熔炼炉炉型系数的表格示例见表 D.4。

表 D.4 熔炼炉炉型系数  $\omega_4$

炉型	冲天炉[熔化能力/(t/h)]			感应电炉[熔化能力/(t/h)]				精炼炉[熔化能力/(t/h)]			
规格	<5	5~10	>10	≤1	1~5	5~10	>10	<5	5~8	8~10	>10
炉型系数											

附 录 E

(资料性附录)

锻造过程能耗计算时涉及相关系数的表格示例

E.1 锻件复杂系数

E.1.1 液压机锻件复杂系数的表格示例见表 E.1。

表 E.1 液压机锻件复杂系数  $K_1$

技术等级				
复杂系数				
注：请在确定复杂系数值的时候给出液压机锻件复杂程度技术等级图。				

E.1.2 自由锻件复杂系数的表格示例见表 E.2。

表 E.2 自由锻件复杂系数  $K_1$

技术等级				
复杂系数				
注：请在确定复杂系数值的时候给出自由锻件复杂程度技术等级图。				

E.1.3 模锻件复杂系数的表格示例见表 E.3。

表 E.3 模锻件复杂系数  $K_1$

锻件成型火次	二火或二火以上	一火	一火(辊锻机锻件)
复杂系数			

E.1.4 锻件复杂系数的分类方式仅供参考,其他锻件复杂系数可参考自由锻件或模锻件的分类方式来确定。

E.2 锻件材质系数

锻件材质系数的表格示例见表 E.4,参见 GB/T 26638—2011。

表 E.4 锻件材质系数  $K_2$

材料分类	I	II	III	IV	V
材质系数					
材料种类	普通碳素钢 优质碳素钢 合金结构钢	碳素工具钢 弹 簧 钢 (合金结构钢)	滚珠轴承钢 合金工具钢 (碳素工具钢)	不 锈 钢 耐 热 钢 (合金工具钢)	高 速 钢 (不锈钢、耐热钢、 合金工具钢)

表 E.4 (续)

示例	20,25,35	T7,T8	GCr15	1Cr13~4Cr13	W18Cr4V
	45,55	45CrNi	T9~T13	3Cr2W8V	W9Cr4V2
	16Mn	60Si2	9Cr	1Cr12WMoV	Cr12
	50Mn	60CrMn	9Cr2Mo	2Cr12NiWMoV	Cr12MoV
	20Cr	12CrNi3A	5CrNiMo	Cr17Ni2	Cr15Ni36W3Ti
	40Cr	60Si2Mn	5CrMnMo	1Cr18Ni9Ti	50Mn18Cr4WN
	35CrMo	30Cr2MoV	5CrW2Si		40Mn18Cr3
	12CrMo	34CrNi3MoV	CrWMn		50Mn18Cr4N
	20MnMo	26Cr2Ni4MoV			
	50CrMo	34CrNi1Mo			
		30Cr1Mo1V			

E.3 加热炉炉型系数

加热炉炉型系数的表格示例见表 E.5,参见 JB/T 6053—2004。

表 E.5 加热炉炉型系数  $K_3$

炉型	室式炉	台车式炉	环型炉	开隙式炉	半连续式炉
炉型系数					

**附 录 F**  
(资料性附录)

**焊接过程能耗计算时涉及相关系数的表格示例**

**F.1** 根据焊接位置、焊件成品率等确定技术等级,给出焊件复杂系数,表格示例见表 F.1。

**表 F.1 焊件复杂系数  $R_1$**

技术等级				
复杂系数				

**F.2** 焊件用焊材系数的表格示例见表 F.2。

**表 F.2 焊件用焊材系数  $R_2$**

材料分类	电焊条	实心焊丝	药芯焊丝	埋弧焊丝及焊剂	钎焊材料	碎焊丝	……
焊材系数							

**F.3** 焊件质量系数的表格示例见表 F.3。

**表 F.3 焊件质量系数  $R_3$**

质量区间						
质量系数						
注: 此处质量为焊件单件质量。						

**F.4** 焊接设备系数的表格示例见表 F.4, 参见 GB/T 10249—2010。

**表 F.4 焊接设备系数  $R_4$**

焊接设备分类	电弧焊机	电子束焊机	摩擦焊机	激光焊接设备	钎焊机	螺柱焊机	……
焊接设备系数							

附 录 G  
(资料性附录)

热处理过程能耗计算时涉及相关系数的表格示例

G.1 常用热处理工艺折算系数的表格示例见表 G.1。

表 G.1 常用热处理工艺折算系数  $P_1$

热处理工艺	折算系数	热处理工艺	折算系数
淬火		固溶热处理	
正火		化学热处理	
退火		时效处理	
回火		感应加热	

G.2 工件材质系数的表格示例见表 G.2。

表 G.2 常用热处理工艺工件材质系数  $P_2$

工件材料	低碳钢或低碳合金结构钢	合金工具钢	高合金钢	高速钢
系数				
合金元素总含量 %				

G.3 热处理加热方式系数的表格示例见表 G.3。

表 G.3 常用热处理加热方式系数  $P_3$

加热方式		空气炉	气氛炉	真空炉	流态炉	浴炉	感应炉
系数	周期炉						
	连续炉						
注：浴炉按一般生产习惯不加炉盖。							

G.4 热处理生产方式系数的表格示例见表 G.4。

表 G.4 常用热处理生产方式系数  $P_4$

生产方式	一班	二班	三班
系数			

G.5 热处理炉装载系数的表格示例见表 G.5。

表 G.5 常用热处理炉装载系数  $P_5$

净装炉量	<30%额定装载量	45%额定装载量	60%额定装载量	>75%额定装载量
系数				

参 考 文 献

- [1] GB/T 6422—2009 用能设备能量测试导则
  - [2] GB/T 10249—2010 电焊机型号编制方法
  - [3] GB/T 12723—2013 单位产品能源消耗限额编制通则
  - [4] GB/T 26638—2011 液压机上钢质自由锻件 复杂程度分类及折合系数
  - [5] JB/T 6053—2004 钢质锻件热锻工艺 燃料消耗定额计算方法
-



中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
装备制造系统能耗检测方法 导则  
GB/T 39751—2021

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: [www.spc.org.cn](http://www.spc.org.cn)

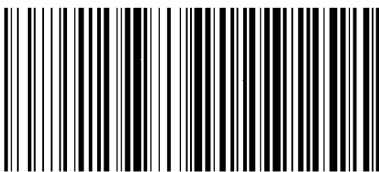
服务热线: 400-168-0010

2021年3月第一版

\*

书号: 155066 · 1-66151

版权专有 侵权必究



GB/T 39751—2021