



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 36219—2018

## 船舶生产企业能耗评价方法

Evaluation method of energy consumption for shipbuilding enterprises

2018-05-14 发布

2018-12-01 实施

国家市场监督管理总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
船舶生产企业能耗评价方法  
GB/T 36219—2018

\*

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.net.cn](http://www.spc.net.cn)

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

\*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 26 千字  
2018年5月第一版 2018年5月第一次印刷

\*

书号: 155066 • 1-60249 定价 18.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话:(010)68510107

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国海洋船标准化技术委员会(SAC/TC 12)提出并归口。

本标准起草单位:中国船舶工业综合技术经济研究院、中国船级社质量认证公司、上海外高桥造船有限公司、中船黄埔文冲船舶有限公司。

本标准主要起草人:李军、包张静、陈文波、朱佳帅、黄学良、刘碧涛、戴建桓、钟美达、万鹏举。



# 船舶生产企业能耗评价方法

## 1 范围

本标准规定了船舶生产企业能耗评价指标体系、评价指标和方法、评价原则和程序。  
本标准适用于船舶生产企业能耗水平的评价。

## 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 综合能耗计算通则

GB/T 16667—1996 电焊设备节能监测方法

CB/T 3484—2011 民用船舶修正总吨计算

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**造船万元产值耗电量** power consumption of 10 000 yuan shipbuilding output value  
企业在统计年度内用于造船业务的耗电总量与造船业务工业总产值的比值。

### 3.2

**万元增加值综合能耗** comprehensive energy consumption of 10 000 yuan added value  
企业在统计年度内用于造船业务所消耗的能源与造船业务万元增加值的比值。

### 3.3

**单位修正总吨综合能耗** comprehensive energy consumption of unit corrected gross tonnage  
企业在统计年度内造船业务所消耗的综合能耗与造船完工量修正总吨的比值。

### 3.4

**钢材加工车间单位综合能耗** comprehensive energy consumption per unit of steel processing workshop  
钢材加工车间所消耗的能源总和与进入加工车间钢材的总吨数的比值。

### 3.5

**涂装车间单位综合能耗** comprehensive energy consumption per unit of painting workshop  
统计期间涂装车间所消耗的综合能耗与有效涂装面积的比值。

### 3.6

**组立单位综合能耗** comprehensive energy consumption per unit of assembling  
统计期内组立所消耗的综合能耗与参与组立的部件和结构重量的比值。

### 3.7

**船坞/船台单位综合能耗** comprehensive energy consumption per unit of dock/berth  
中组、总组或搭载及相关的涂装作业、设备安装、舾装、居装等产生的能耗与有效工时的比值。



3.8

**码头单位综合能耗** comprehensive energy consumption per unit of wharf

码头的舾装、涂装、设备安装、调试、功能性试验(海工)、系泊试验等产生的能耗与有效工时的比值。

3.9

**空气压缩机组用电单耗** power consumption per unit of air compressor set

空气压缩机组每输出 1 m<sup>3</sup> 容积气量(吸气状态)所需的输入电能。

3.10

**切割机单位综合能耗** comprehensive energy consumption per unit of cutting machine

统计期内切割机正常运行所消耗的综合能耗与切割钢材长度的比值。

3.11

**电焊设备电能利用率** electric energy utilization rate of welding equipment

统计期内焊机有效电量和供给电量的比值。

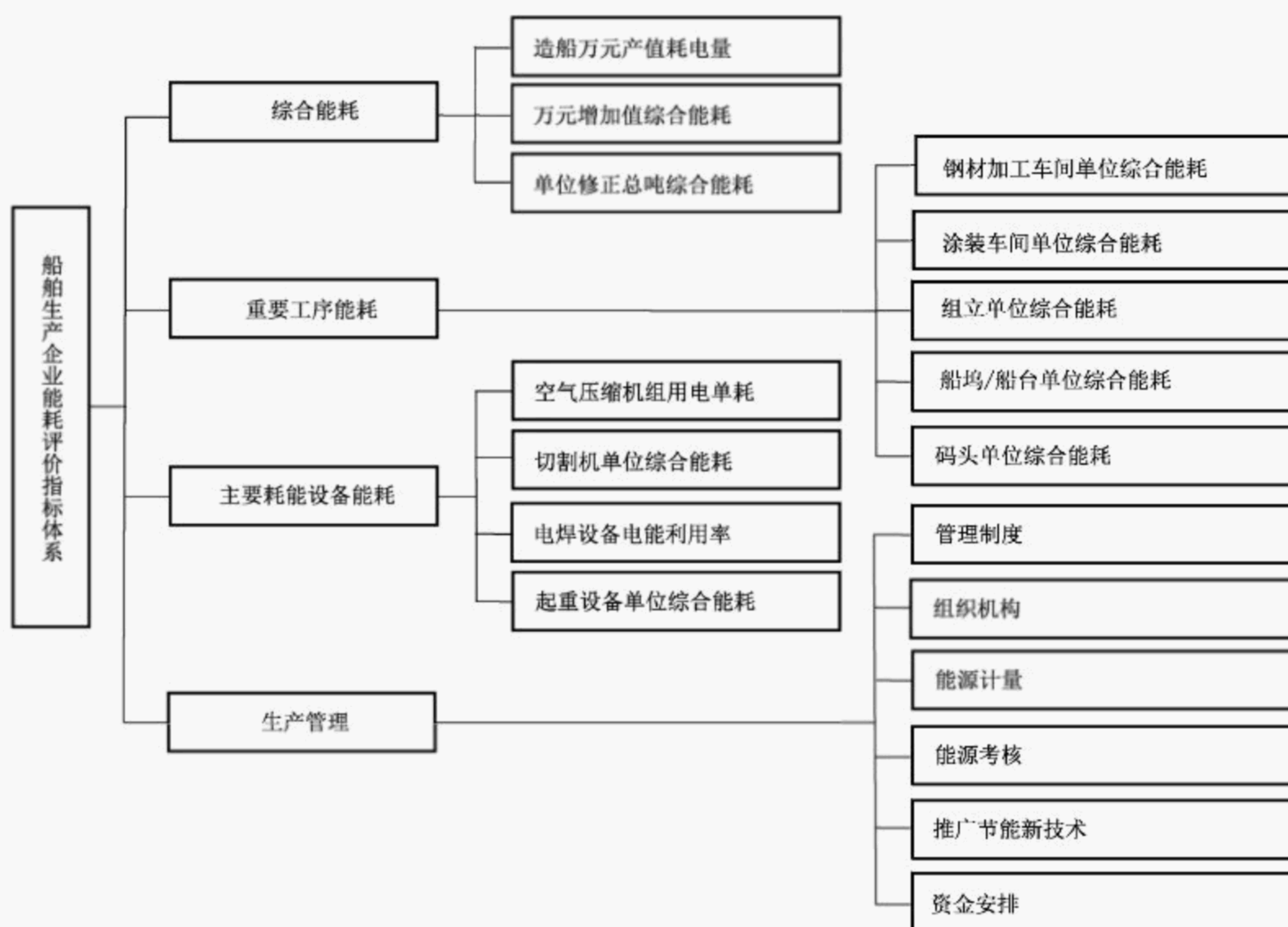
3.12

**起重设备单位综合能耗** comprehensive energy consumption per unit of lifting machinery

统计期内起重设备所消耗的综合能耗与运行时间的比值。

#### 4 评价指标体系

评价指标体系由评价领域和评价的项目内容构成,评价领域作为一级评价指标,评价项目作为二级评价指标。一级评价指标包括综合能耗、重要工序能耗、主要耗能设备能耗、生产管理等四项指标,二级评价指标根据船舶建造特点由相应的具体评价项目所构成。评价指标体系构成情况见图 1。



注：本标准中主要耗能设备指耗电量较大的设备，包括空气压缩机组、切割机、电焊设备、起重设备。

图1 船舶生产企业能耗评价指标体系

## 5 评价指标和方法

### 5.1 综合能耗

#### 5.1.1 综合能耗指标

##### 5.1.1.1 综合能耗指标包括：

- a) 造船万元产值耗电量；
- b) 万元增加值综合能耗；
- c) 单位修正总吨综合能耗。

##### 5.1.1.2 综合能耗的统计计算方法见 GB/T 2589。

#### 5.1.2 造船万元产值耗电量

##### 5.1.2.1 造船万元产值耗电量按式(1)计算。

$$P_g = \frac{P_z}{G_z} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$P_g$  ——造船万元产值耗电量，单位为千瓦时每万元(kW·h/万元)；

$P_z$  ——统计年度内用于造船业务的耗电总量，单位为千瓦时(kW·h)；

$G_z$  ——统计年度内造船业务工业总产值，单位为万元。



5.1.2.2 对于无法清楚地将造船与非船所占用能耗分离时,可按造船产值占企业工业总产值的比例分摊,并加以说明。

### 5.1.3 万元增加值综合能耗

万元增加值综合能耗按式(2)计算。

$$E_a = \frac{P_a}{G_b} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$E_a$  ——万元增加值综合能耗,单位为吨标准煤每万元(tce/万元);

$P_a$  ——统计年度用于造船业务所消耗的能源,单位为吨标准煤(tce);

$G_b$  ——统计年度内造船业务万元增加值,单位为万元。

### 5.1.4 单位修正总吨综合能耗

单位修正总吨综合能耗按式(3)计算。

$$e_b = \frac{E_b}{CGT} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$e_b$  ——单位修正总吨综合能耗,单位为吨标准煤每修正总吨(tce/修正总吨);

$E_b$  ——统计年度内造船业务所消耗的综合能耗,单位为吨标准煤(tce);

$CGT$  ——统计年度内造船完工量修正总吨。

船舶修正总吨按 CB/T 3484—2011 规定的方法计算,修正总吨的影响系数 A 和 B 见 CB/T 3484—2011 的表 1。

## 5.2 重要工序能耗

### 5.2.1 重要工序能耗指标

重要工序能耗指标包括:

- a) 钢材加工车间单位综合能耗;
- b) 涂装车间单位综合能耗;
- c) 组立单位综合能耗;
- d) 船坞/船台单位综合能耗;
- e) 码头单位综合能耗。

### 5.2.2 钢材加工车间单位综合能耗

5.2.2.1 钢材加工车间单位综合能耗按式(4)计算。

$$e_s = \frac{E_s}{T} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

$e_s$  ——钢材加工车间单位综合能耗,单位为吨标准煤每吨(tce/t);

$E_s$  ——钢材加工车间所消耗的能源总和,单位为吨标准煤(tce);

$T$  ——进入加工车间钢材的总吨数,单位为吨(t)。

5.2.2.2 钢材加工车间的工序主要包括钢材预处理、钢板切割、弯板成形和开坡口,若上述工序不在一个车间完成,则可将这四个工序的能耗相加构成钢材加工车间消耗的能源总和。



### 5.2.3 涂装车间单位综合能耗

涂装车间单位综合能耗按式(5)计算。

$$e_t = \frac{E_t}{A} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

$e_t$  ——涂装车间单位综合能耗,单位为吨标准煤每平方米(tce/m<sup>2</sup>);

$E_t$  ——统计期间涂装车间所消耗的综合能耗,单位为吨标准煤(tce);

$A$  ——统计期间涂装车间完成的有效涂装面积,单位为平方米(m<sup>2</sup>)。

### 5.2.4 组立单位综合能耗

组立单位综合能耗按式(6)计算。

$$e_z = \frac{E_z}{G} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

$e_z$  ——组立单位综合能耗,单位为吨标准煤每吨(tce/t);

$E_z$  ——统计期内组立所消耗的综合能耗,单位为吨标准煤(tce);

$G$  ——统计期内参与组立的部件和结构重量,单位为吨(t)。

注:组立是指钢材加工成型之后,分段中组或总组之前的分段建造、预舾装的生产活动(不包括分段涂装)。

### 5.2.5 船坞/船台单位综合能耗

船坞/船台单位综合能耗按式(7)计算。

$$e_d = \frac{E_d}{H_1} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

$e_d$  ——船坞/船台单位综合能耗,单位为吨标准煤每小时(tce/h);

$E_d$  ——中组、总组或搭载及相关的涂装作业、设备安装、舾装、居装等产生的能耗,单位为吨标准煤(tce);

$H_1$  ——中组、总组或搭载及相关的涂装作业、设备安装、舾装、居装等消耗的有效工时,单位为小时(h)。

注1:中组根据各单位区域布置自行确定统计范围。

注2:有效工时指在正常情况下,从零件到成品直接影响成品完成的有效时间,包含直接工时和间接工时。

### 5.2.6 码头单位综合能耗

码头单位综合能耗按式(8)计算。

$$e_w = \frac{E_w}{H_2} \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中:

$e_w$  ——码头单位综合能耗,单位为吨标准煤每小时(tce/h);

$E_w$  ——码头的舾装、涂装、设备安装、调试、功能性试验(海工)、系泊试验等产生的能耗,单位为吨标准煤(tce);

$H_2$  ——码头的舾装、涂装、设备安装、调试、功能性试验(海工)、系泊试验等消耗的有效工时,单位为小时(h)。



### 5.3 主要耗能设备能耗

#### 5.3.1 主要耗能设备能耗指标

主要耗能设备能耗指标包括：

- a) 空气压缩机组用电单耗；
- b) 切割机单位综合能耗；
- c) 电焊设备电能利用率；
- d) 起重设备单位综合能耗。

#### 5.3.2 空气压缩机组用电单耗

空气压缩机组用电单耗按式(9)~式(11)计算。

$$D = \frac{W}{G_x} K_1 K_2 \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$W = N_r \cdot t \quad \dots\dots\dots (10)$$

$$G_x = G_p \frac{T_x P_p}{T_p P_x} \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中：

$D$  ——空气压缩机组用电单耗，单位为千瓦时每立方米( $\text{kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3$ )；

$W$  ——空气压缩机组输入电能，单位为千瓦时( $\text{kW} \cdot \text{h}$ )；

$G_x$  ——空气压缩机进气端气量，单位为立方米( $\text{m}^3$ )；

$K_1$  ——冷却水修正系数，水冷  $K_1 = 1.00$ ，内冷  $K_1 = 0.88$ ；

$K_2$  ——压力修正系数，空气压缩机组在排气压力为  $0.7 \text{ MPa}$ (表压)下工作时， $K_2 = 1$ ；对于其他工作压力和冷却方式不同的机组，单级空气压缩机组的  $K_2$  按式(12)计算，双级空气压缩机组的  $K_2$  按式(13)进行计算；

$N_r$  ——空气压缩机组输入电功率，单位为千瓦( $\text{kW}$ )；

$t$  ——检测时间，单位为小时( $\text{h}$ )；

$G_p$  ——空气压缩机排气端气量，单位为立方米( $\text{m}^3$ )；

$T_x$  ——压缩机吸气温度，单位为开尔文( $\text{K}$ )；

$P_p$  ——压缩机排气压力(绝对)，单位为兆帕( $\text{MPa}$ )；

$T_p$  ——压缩机排气温度，单位为开尔文( $\text{K}$ )；

$P_x$  ——压缩机吸气压力(绝对)，单位为兆帕( $\text{MPa}$ )。

$$K_2 = \frac{0.8114}{(P_p/P_x)^{0.2857} - 1} \quad \dots\dots\dots (12)$$

$$K_2 = \frac{0.3459}{(P_p/P_x)^{0.1429} - 1} \quad \dots\dots\dots (13)$$

#### 5.3.3 切割机单位综合能耗

切割机单位综合能耗按式(14)计算。

$$e_q = \frac{E_q}{L} \quad \dots\dots\dots (14)$$

式中：

$e_q$  ——切割机单位综合能耗，单位为吨标准煤每米( $\text{tce}/\text{m}$ )；

$E_q$  ——统计期内切割机正常运行所消耗的综合能耗，单位为吨标准煤( $\text{tce}$ )；



$L$  ——统计期内切割机切割的钢材长度,单位为米(m)。

#### 5.3.4 电焊设备电能利用率

点焊设备电能利用率按式(15)和式(16)进行计算。

$$\eta_d = \frac{E_y}{E_g} \times 100 \quad \dots\dots\dots (15)$$

$$E_y = \frac{G \cdot V \cdot \cos\varphi}{s} \times 10 \quad \dots\dots\dots (16)$$

式中:

$\eta_d$  ——电焊设备电能利用率,%;

$E_y$  ——统计期有效电量,单位为千瓦时(kW·h);

$E_g$  ——统计期供给电量,单位为千瓦时(kW·h);

$G$  ——统计期焊芯(丝)熔化实际质量,单位为千克(kg);

$V$  ——电焊设备输出端电压,单位为伏特(V);

$\cos\varphi$  ——电焊设备功率因数;

$s$  ——焊条(丝)熔化系数(按 GB/T 16667—1996 的附录 A 选取),单位为千克每安小时[kg/(A·h)]。

#### 5.3.5 起重设备单位综合能耗

起重设备单位综合能耗按式(17)计算。

$$e_c = \frac{E_c}{t_c} \quad \dots\dots\dots (17)$$

式中:

$e_c$  ——起重设备单位综合能耗,单位为吨标准煤每小时(tce/h);

$E_c$  ——统计期内起重设备所消耗的综合能耗,单位为吨标准煤(tce);

$t_c$  ——统计期内起重设备的运行时间,单位为小时(h)。

### 5.4 生产管理

#### 5.4.1 生产管理指标

生产管理指标主要包括:

- a) 管理制度;
- b) 组织机构;
- c) 能源计量;
- d) 能源考核;
- e) 推广节能新技术;
- f) 资金安排。

#### 5.4.2 管理制度

5.4.2.1 企业应按照能源管理体系的相关要求建立、实施并保持能源管理的相关制度和体系文件,主要包括:

- a) 能源管理手册,包括形成文件的能源方针、职责权限、组织结构等,并在手册中明确体系的范围和边界;
- b) 为确保能源管理过程的有效策划、运作和控制所需的岗位规程、作业文件;
- c) 外来文件(包括法律法规、规程、规范、标准、合理用能评估报告、设备说明书以及相关方文件等)。



5.4.2.2 适用的法规和其他要求中规定的与能源管理相关的制度主要包括：

- a) 能源采购；
- b) 能源计量；
- c) 设备管理；
- d) 能源加工转换；
- e) 能源贮存；
- f) 能源分配和传输；
- g) 能源使用和能源消耗；
- h) 能源消耗状况分析；
- i) 节能技术推广应用。

#### 5.4.3 组织机构

5.4.3.1 企业应有相应的部门负责能源管理的相关工作，包括能源采购、能源统计、能源考核等。

5.4.3.2 企业应建立各级节能管理人员岗位责任制，并落实相应的管理职责。

#### 5.4.4 能源计量

5.4.4.1 企业应根据国家标准能源计量设备配备率和精度要求，配备能源计量器具。在新建或改扩建时，应有相应的管理程序来确保按照国家标准配备能源计量器具，并有相应的记录。

5.4.4.2 企业应按相关要求对能源计量器具进行检定和校准。

5.4.4.3 企业应建立文件或程序明确能源统计报表、能源绩效参数计算和能源计量数据的关系，能源计量数据异议的处理。

#### 5.4.5 能源考核

5.4.5.1 企业应实施全员、全过程的能源管理，不断优化企业的能源配置，积极采用适用的节能技术和方法，持续提高能源绩效。

5.4.5.2 企业应针对各个工序及部门的具体情况，明确相应的能耗考核指标，并制定企业的能效奖惩制度。

#### 5.4.6 推广节能新技术

5.4.6.1 企业应积极研发及推广节能新技术、新工艺和新设备，并取得显著节能效果。

5.4.6.2 企业应根据设备的使用年限和使用情况对落后设备进行淘汰，推广采用节能主管部门重点推荐的节能技术、产品和工艺。

#### 5.4.7 资金安排

5.4.7.1 企业每年应安排一定的节能专项资金，用于开展技术研发和改造工作，专款专用。

5.4.7.2 企业近五年节能技术研发和改造资金不低于企业总产值的 0.1‰。

### 6 评价原则和程序

#### 6.1 评价原则

##### 6.1.1 企业自我评价

各船舶生产企业按本标准要求自行考评。通过对各要素的评估来确定企业的能耗水平和差距，找

出薄弱环节,提出改进措施。

#### 6.1.2 主管部门评价

各级主管部门可组织相关专家对船舶生产企业进行考评。可采用专家打分方式采集数据。以基于事实数据,充分发挥数据的分析价值为基本准则,协同考虑定性和定量因素。在考评的基础上,提出相应的对策建议。

### 6.2 评价程序

6.2.1 建立专家评审小组,负责开展企业能耗评价工作。

6.2.2 按附录 A 的表格,并根据行业发布的相关数据确定主要能耗评价指标和先进值要求。

6.2.3 查看报告文件、统计报表、原始记录,根据实际情况,开展实地调查、抽样调查等工作,确保数据完整和正确。

6.2.4 对资料进行分析,评价企业是否满足本标准规定的指标要求。

6.2.5 对企业是否满足评价指标和要求进行综合评审,并提出相应的改进措施。



附 录 A  
(规范性附录)  
船舶生产企业能耗评价体系表

船舶生产企业能耗评价体系表见表 A.1。

表 A.1 船舶生产企业能耗评价体系表

序号	评价指标 <sup>a</sup>	评价内容	分值	评价方法
1	综合能耗	造船万元产值耗电量	5	a) 评价指标为不大于-5%时,得5分; b) 评价指标为大于-5%至0时,得4分;
2		万元增加值综合能耗	5	c) 评价指标为大于0至5%时,得3分; d) 评价指标为大于5%至10%时,得2分; e) 评价指标为大于10%至15%时,得1分; f) 评价指标为大于15%时,得0分
3		单位修正总吨综合能耗	15	a) 评价指标为不大于-5%时,得15分; b) 评价指标为大于-5%至0时,得10分~14分; c) 评价指标为大于0至5%时,得5分~9分; d) 评价指标为大于5%至10%时,得2分~4分; e) 评价指标为大于10%至15%时,得1分; f) 评价指标为大于15%时,得0分
4	重要工序能耗	钢材加工车间单位综合能耗	7	a) 评价指标为不大于-5%时,得7分;
5		涂装车间单位综合能耗	7	b) 评价指标为大于-5%至0时,得5分~6分;
6		组立单位综合能耗	7	c) 评价指标为大于0至5%时,得3分~4分;
7		船坞/船台单位综合能耗	7	d) 评价指标为大于5%至10%时,得2分;
8		码头单位综合能耗	7	e) 评价指标为大于10%至15%时,得1分; f) 评价指标为大于15%时,得0分



表 A.1 (续)

序号	评价指标 <sup>a</sup>		评价内容	分值	评价方法
9	主要耗能设备能耗	空气压缩机组用电单耗	空气压缩机组每输出 1 m <sup>3</sup> 容积气量(吸气状态)所需的输入电能	7	
10		切割机单位综合能耗	统计期内切割机正常运行所消耗的综合能耗与切割钢材长度的比值	7	
11		电焊设备电能利用率	统计期内焊机有效电量和供给电量的比值	7	
12		起重设备单位综合能耗	统计期内起重设备所消耗的综合能耗与运行时间的比值	7	
13	生产管理	管理制度	1) 按照能源管理体系的相关要求建立、实施并保持能源管理的相关制度和体系文件; 2) 具有适用的法规和其他要求中规定的与能源管理相关的制度	2	两项均符合要求,得 2 分。 第 1 项不符合要求,扣 1 分; 第 2 项不符合要求,扣 1 分
14		组织机构	1) 具有相应的部门负责能源管理的相关工作,包括能源采购、能源统计、能源考核等; 2) 建立了各级节能管理人员岗位责任制,并落实相应的管理职责	2	两项均符合要求,得 2 分。 第 1 项不符合要求,扣 1 分; 第 2 项不符合要求,扣 1 分
15		能源计量	1) 根据国家标准能源计量设备配备率和精度要求,配备能源计量器具; 2) 在新建或改扩建时,应有相应的管理程序来确保按照国家标准配备能源计量器具,并有相应的记录; 3) 按要求对能源计量器具进行检定和校准; 4) 建立文件或程序明确能源统计报表、能源绩效参数计算和能源计量数据的关系,能源计量数据异议的处理	2	四项均符合要求,得 2 分。 第 1 项不符合要求,扣 0.5 分; 第 2 项不符合要求,扣 0.5 分; 第 3 项不符合要求,扣 0.5 分; 第 4 项不符合要求,扣 0.5 分
16		能源考核	1) 实施全员、全过程的能源管理,不断优化企业的能源配置,积极采用适用的节能技术和方法,持续提高能源绩效; 2) 针对各工序及部门具体情况,明确相应的能耗考核指标,并制定企业的能效奖惩制度	2	两项均符合要求,得 2 分。 第 1 项不符合要求,扣 1 分; 第 2 项不符合要求,扣 1 分



表 A. 1 (续)

序号	评价指标 <sup>*</sup>		评价内容	分值	评价方法
17	生产管理	推广节能新技术	1) 积极研发及推广节能新技术、新工艺和新设备,并取得显著节能效果; 2) 应根据设备的使用年限和使用情况对落后设备进行淘汰,推广采用节能主管部门重点推荐的节能技术、产品和工艺	2	两项均符合要求,得2分。 第1项不符合要求,扣1分; 第2项不符合要求,扣1分
18		资金安排	1) 每年安排一定的节能专项资金,用于开展技术研发和改造工作,专款专用; 2) 近五年节能技术研发和改造资金不低于企业总产值的0.1%	2	两项均符合要求,得2分。 第1项不符合要求,扣1分; 第2项不符合要求,扣1分
合计				100	—
<sup>*</sup> 评价指标=(企业指标-基准值)/基准值,基准值应取行业内当年的平均值。					



GB/T 36219-2018

版权专有 侵权必究

\*

书号:155066·1-60249

定价: 18.00 元