



# 中华人民共和国国家标准

GB 36889—2018

---

## 聚酯涤纶单位产品能源消耗限额

The norm of energy consumption per unit product of PET and PET fiber

2018-11-19 发布

2019-12-01 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

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国国家标准化管理委员会提出并归口。

本标准起草单位：浙江恒逸高新材料有限公司、桐昆集团股份有限公司、浙江尤夫新材料股份有限公司、宁波大发化纤有限公司、福建省百川资源再生科技股份有限公司、浙江古纤道新材料股份有限公司、新凤鸣集团股份有限公司、福建百宏聚纤科技实业有限公司、中国纺织经济研究中心、江阴市华宏化纤有限公司、江苏恒力化纤股份有限公司、岵山集团有限公司、海盐海利环保纤维有限公司、苏州金泉新材料股份有限公司、辽宁胜达化纤有限公司、中国化学纤维工业协会、纺织化纤产品开发中心。

本标准主要起草人：徐锦龙、陈晓龙、冯寅、程皓、张中娟、钱军、张飞鹏、涂传喜、庄耀中、叶敬平、张江波、汤方明、孙正、吕迎智、陈浩、樊海彬、钱鑫、李伯鸣、林世东、张凌清、万蕾。

# 聚酯涤纶单位产品能源消耗限额

## 1 范围

本标准规定了生产聚酯涤纶产品主要工序单位产品能源消耗(以下简称能耗)限额的等级、技术要求、统计范围和计算方法。

本标准适用于聚酯涤纶企业聚酯聚合工序、纤维级聚酯切片固相缩聚工序、纤维级再生聚酯切片固相缩聚工序、熔体直接纺丝工序、纤维级聚酯切片纺丝工序、纤维级再生聚酯切片纺丝工序和涤纶长丝加弹工序能耗的计算、评价,以及新(改、扩)建项目的能耗控制。

## 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 4146.2 纺织品 化学纤维 第2部分:产品术语
- GB/T 4649 工业用乙二醇
- GB/T 8960 涤纶牵伸丝
- GB/T 12723 单位产品能源消耗限额编制通则
- GB/T 14189 纤维级聚酯切片(PET)
- GB/T 14335 化学纤维 短纤维线密度试验方法
- GB/T 14343 化学纤维 长丝线密度试验方法
- GB/T 14460 涤纶低弹丝
- GB/T 14464 涤纶短纤维
- GB/T 16604 涤纶工业长丝
- GB/T 32685 工业用精对苯二甲酸(PTA)
- GB/T 50508 涤纶工厂设计规范
- FZ/T 51013 纤维级再生聚酯切片(PET)
- FZ/T 54003 涤纶预取向丝

## 3 术语和定义

GB/T 4146.2、GB/T 4649、GB/T 32685、GB/T 50508 及 GB/T 12723 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**聚酯聚合工序的单位产品能耗** the energy consumption of per unit product of polyester polymerization process

报告期内,以对苯二甲酸、乙二醇为原料生产聚酯熔体或纤维级聚酯切片的过程中,生产单位合格聚酯熔体或纤维级聚酯切片实际消耗的各种能源总量。

3.2

纤维级聚酯切片固相缩聚工序的单位产品能耗 the energy consumption of per unit product of solid phase increasing viscosity

报告期内,以纤维级聚酯切片为原料,采用固相缩聚工艺生产高黏度切片的过程中,生产单位合格高黏度切片,实际消耗的各种能源总量。

3.3

纤维级再生聚酯切片固相缩聚工序的单位产品能耗 the energy consumption used renewable raw material increasing of per unit product of solid phase increasing viscosity

报告期内,以废旧聚酯材料为原料,经过泡料熔融、过滤、造粒后,采用固相缩聚工艺生产高黏度切片的过程中,生产单位合格高黏度切片实际消耗的各种能源总量。

3.4

熔体直接纺丝工序的单位产品能耗 the energy consumption of per unit product of direct spinning polyester process

报告期内,采用熔体直接纺丝工艺,生产单位合格涤纶纤维实际消耗的各种能源总量。

3.5

纤维级聚酯切片纺丝工序的单位产品能耗 the energy consumption of per unit product of polyester chip spinning process

报告期内,以纤维级聚酯切片为原料,采用切片纺丝工艺,生产单位合格涤纶纤维实际消耗的各种能源总量。

3.6

纤维级再生聚酯切片纺丝工序的单位产品能耗 the energy consumption of per unit product of renewable polyester chip spinning process

报告期内,以纤维级再生聚酯切片为原料,采用切片纺丝工艺,生产单位合格涤纶纤维实际消耗的各种能源总量。

3.7

涤纶长丝加弹工序的单位产品能耗 the energy consumption of per unit product of polyester filament draw texturing process

报告期内,采用加弹工艺,生产单位合格涤纶拉伸变形丝实际消耗的各种能源总量。

3.8

聚酯涤纶工序的综合能耗 the comprehensive energy consumption of each process

报告期内,聚酯涤纶产品生产过程中某一工序实际消耗的各种能源总量。

3.9

聚酯涤纶工序的单位产品能耗 the comprehensive energy consumption per unit product of each process

生产单位合格聚酯涤纶产品的某一工序实际消耗的各种能源总量。

3.10

聚酯涤纶的单位产品能耗 the comprehensive energy consumption per unit product of PET and PET fiber  
聚酯涤纶产品生产过程中涉及的工序单位产品能耗之和。

3.11

聚酯涤纶单位产品的能耗限额 the norm of energy consumption per unit product of PET and PET fiber  
聚酯涤纶产品生产所涉及工序相同等级工序能耗限额之和。

## 4 能耗限额等级

聚酯涤纶产品生产过程的聚酯聚合工序、纤维级聚酯切片固相缩聚工序、纤维级再生聚酯切片固相

缩聚工序、熔体直接纺丝工序、纤维级聚酯切片纺丝工序、纤维级再生聚酯切片纺丝工序和涤纶长丝加弹工序单位产品工序能耗限额等级见表 1。其中 1 级能耗最低。

表 1 聚酯涤纶单位产品工序能耗限额等级

| 工序名称            | 产品名称(统计范围)                                       | 单位产品工序能耗<br>kgce/t |      |      |
|-----------------|--------------------------------------------------|--------------------|------|------|
|                 |                                                  | 1 级                | 2 级  | 3 级  |
| 聚酯聚合工序          | 聚酯熔体或切片(PTA-PET)                                 | ≤90                | ≤95  | ≤105 |
| 纤维级聚酯切片固相缩聚工序   | 高黏度切片                                            | ≤45                | ≤45  | ≤50  |
| 纤维级再生聚酯切片固相缩聚工序 | 高黏度切片                                            | ≤85                | ≤85  | ≤95  |
| 熔体直接纺丝工序        | 预取向丝 POY(熔体-POY)                                 | ≤48                | ≤50  | ≤55  |
|                 | 全拉伸丝 FDY(熔体-FDY)                                 | ≤66                | ≤80  | ≤90  |
|                 | 工业长丝(熔体-工业长丝)                                    | ≤165               | ≤175 | ≤190 |
|                 | 短纤维(熔体-短纤维)                                      | ≤100               | ≤110 | ≤120 |
| 纤维级聚酯切片纺丝工序     | 预取向丝 POY(切片-POY)                                 | ≤95                | ≤100 | ≤105 |
|                 | 全拉伸丝 FDY(切片-FDY)                                 | ≤120               | ≤130 | ≤145 |
|                 | 工业长丝(切片-工业丝)                                     | ≤165               | ≤170 | ≤190 |
|                 | 短纤维(切片-短纤维)                                      | ≤155               | ≤165 | ≤180 |
| 纤维级再生聚酯切片纺丝工序   | 预取向丝 POY(切片-POY)                                 | ≤115               | ≤120 | ≤125 |
|                 | 全拉伸丝 FDY(切片-FDY)                                 | ≤145               | ≤156 | ≤175 |
|                 | 工业长丝(切片-工业丝)                                     | ≤195               | ≤205 | ≤230 |
|                 | 短纤维(切片-短纤维)                                      | ≤185               | ≤195 | ≤215 |
| 涤纶长丝加弹工序        | 拉伸变形丝 DTY(POY-DTY)<br>(网络喷嘴压力≤0.12 MPa)          | ≤118               | ≤120 | ≤125 |
|                 | 拉伸变形丝 DTY(POY-DTY)<br>(0.12 MPa<网络喷嘴压力<0.35 MPa) | ≤133               | ≤135 | ≤140 |
|                 | 拉伸变形丝 DTY(POY-DTY)<br>(网络喷嘴压力≥0.35 MPa)          | ≤165               | ≤170 | ≤185 |

## 5 技术要求

### 5.1 单位产品能耗限定值

现有聚酯涤纶生产企业单位产品的工序能耗限定值应均不大于表 1 中 3 级的要求。

### 5.2 单位产品能耗准入值

新建和改、扩建聚酯涤纶生产企业单位产品的工序能耗准入值应均不大于表 1 中 2 级的要求。

## 6 统计范围和计算方法

### 6.1 统计范围

#### 6.1.1 辅助生产系统

聚酯涤纶生产的辅助生产系统为生产管理及调度指挥系统、加热系统、冷却系统、机修、化验、计量、环保、仓储等。

#### 6.1.2 附属生产系统

聚酯涤纶生产的附属生产系统为职工宿舍、食堂、保健站、休息室等。

#### 6.1.3 聚酯聚合工序的单位产品能耗

聚酯聚合工序单位产品能耗为生产系统[从对苯二甲酸(PTA)和乙二醇(EG)投料开始经计量、浆料混合、酯化反应釜、预缩聚反应釜、终聚反应釜、熔体过滤器、出料泵、以及生产切片的水下切粒机、切片干燥机工序等各生产环节]和辅助生产系统的各种能源及耗能工质消耗量,不包括附属生产系统的各种能源及耗能工质消耗量。

#### 6.1.4 纤维级聚酯切片固相缩聚工序的单位产品能耗

纤维级聚酯切片固相缩聚工序单位产品能耗为生产系统(从纤维级聚酯切片输送、预结晶器、干燥机、二预结晶器、后处理器、SSP 主反应塔、增黏切片储罐、切片输送装置等各生产环节)和辅助生产系统的各种能源及耗能工质消耗量,不包括附属生产系统的各种能源及耗能工质消耗量。

#### 6.1.5 纤维级再生聚酯切片固相缩聚工序的单位产品能耗

纤维级聚酯切片固相缩聚工序单位产品能耗为以废旧聚酯材料为原料,生产系统(从投料、熔融、过滤、造粒、切片输送、预结晶器、干燥机、二预结晶器、后处理器、SSP 主反应塔、增黏切片储罐、切片输送装置等各生产环节)和辅助生产系统的各种能源及耗能工质消耗量,不包括附属生产系统的各种能源及耗能工质消耗量。

#### 6.1.6 熔体直接纺丝工序的单位产品能耗

熔体直接纺丝工序单位产品能耗为生产系统(从熔体增压、冷却器、分配器、纺丝、上油、卷绕、分级包装工序等的 POY 各生产环节;从熔体增压、冷却器、分配器、纺丝、上油、热辊牵伸、卷绕、分级包装工序等的 FDY 各生产环节;从熔体增压、冷却器、分配器、纺丝、上油、热辊牵伸、卷绕、分级包装工序等的工业丝各生产环节及从熔体增压、纺丝、冷却成型、上油、卷绕、落丝、丝条集束、浸油、牵伸定型、卷曲、干燥冷却、切断、打包工序等的短纤维各生产环节)和辅助生产系统的各种能源及耗能工质消耗量,不包括附属生产系统的各种能源及耗能工质消耗量。

#### 6.1.7 纤维级聚酯切片纺丝工序的单位产品能耗

纤维级聚酯切片纺丝工序单位产品能耗为以纤维级聚酯切片为原料,生产系统(从投料、切片干燥、螺杆挤压、纺丝、上油、卷绕、分级包装工序等的 POY 丝各生产环节;从投料、切片干燥、螺杆挤压、纺丝、上油、热辊牵伸、卷绕、分级包装工序等的 FDY 丝各生产环节;从投料、切片干燥、螺杆挤压、纺丝、上油、热辊牵伸、卷绕、分级包装工序等的工业丝各生产环节;及包括投料、切片干燥、螺杆挤压、纺丝、冷却成型、上油、卷绕、落丝、丝条集束、浸油、牵伸定型、卷曲、干燥冷却、切断、打包等工序的短纤维各生产

环节)和辅助生产系统的各种能源及耗能工质消耗量,不包括附属生产系统的各种能源及耗能工质消耗量。

6.1.8 纤维级再生聚酯切片纺丝工序的单位产品能耗

纤维级聚酯切片纺丝工序单位产品能耗为以纤维级再生聚酯切片为原料,生产系统(从投料、切片干燥、螺杆挤压、纺丝、上油、卷绕、分级包装工序等的 POY 丝各生产环节;从投料、切片干燥、螺杆挤压、纺丝、上油、热辊牵伸、卷绕、分级包装工序等的 FDY 丝各生产环节;从投料、切片干燥、螺杆挤压、纺丝、上油、热辊牵伸、卷绕、分级包装工序等的工业丝各生产环节;及包括投料、切片干燥、螺杆挤压、纺丝、冷却成型、上油、卷绕、落丝、丝条集束、浸油、牵伸定型、卷曲、干燥冷却、切断、打包等工序的短纤维各生产环节)和辅助生产系统的各种能源及耗能工质消耗量,不包括附属生产系统的各种能源及耗能工质消耗量。

6.1.9 涤纶长丝加弹工序单位的产品能耗

涤纶长丝加弹工序单位产品能耗以 POY 为原料,生产系统(从牵伸假捻机及分级、包装等工序的各生产环节)和辅助生产系统的各种能源及耗能工质消耗量,不包括附属生产系统的各种能源及耗能工质消耗量。

6.2 计算方法

6.2.1 常规产品产量折算

聚酯涤纶产品的合格品标准产量  $P$  等于合格品产量  $P_{hg}$  乘以折标准产品系数  $k$ ,单位为吨(t),按照式(1)计算:

$$P = P_{hg} \times k \dots\dots\dots (1)$$

- 式中:
- $P$  ——聚酯涤纶产品的合格品标准产量的值,单位为吨(t);
  - $P_{hg}$  ——聚酯涤纶产品的合格品的产量的值,单位为吨(t), $hg$  分别为聚酯熔体或切片,高黏度切片、预取向丝、全拉伸丝、工业长丝、短纤维及拉伸变形丝,纤维级聚酯切片合格品应符合 GB/T 14189 要求,纤维级再生聚酯切片合格品应符合 FZ/T 51013 要求,预取向丝合格品应符合 FZ/T 54003 要求,全拉伸丝合格品应符合 GB/T 8960 要求,工业长丝合格品应符合 GB/T 16604 要求,短纤维合格品应符合 GB/T 14464 要求,拉伸变形丝合格品应符合 GB/T 14460 要求。其他符合供需双方约定的产品产量也应计入到合格品产量内;
  - $k$  ——折标准产品系数,聚酯纤维产品折标准产品系数的选取见表 2,聚酯熔体及切片  $k=1$ 。

表 2 纤维产品折标准产品系数  $k$  取值表

| 产品名称                                                                                | 基准值   | $k$ 值             |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------|-----------------|
|                                                                                     |       | 当线密度 $d$ 小于等于基准值时 | 当线密度 $d$ 大于基准值时 |
| 预取向丝 POY                                                                            | 273   | $273/d$           | 1               |
| 全拉伸丝 FDY                                                                            | 167   | $167/d$           | 1               |
| 工业长丝                                                                                | 1 110 | $1 110/d$         | 1               |
| 短纤维                                                                                 | 1.67  | $1.67/d$          | 1               |
| 拉伸变形丝 DTY                                                                           | 167   | $167/d$           | 1               |
| $d$ ——该聚酯涤纶产品线密度的值,单位为分特(dtex),其中长丝的线密度计算符合 GB/T 14343 要求,短纤的线密度计算符合 GB/T 14335 要求。 |       |                   |                 |

## 6.2.2 原液着色纤维、功能性纤维产品产量折算

原液着色纤维、功能性纤维合格品标准产量按照相同规格常规纤维产品的合格品标准产量的1.2倍考核。

## 6.2.3 能耗计算

6.2.3.1 综合能耗的计算应符合 GB/T 2589 的规定。

6.2.3.2 各种能源的热值应折合为统一的计量单位千克标准煤(kgce)。各种能源的热值以企业在报告期内实测的热值为准,没有实测条件的,可参考附录 A 或附录 B 的各种能源折标准煤参考系数进行折算。

6.2.3.3 聚酯涤纶产品工序综合能耗( $E_{gx}$ )等于该工序生产过程中输入各种能源总量,减去向外输出的各种能源总量,数值以千克标准煤(kgce)表示,按照式(2)计算:

$$E_{gx} = \sum_{i=1}^m (q_{ci} \times K_i) - \sum_{j=1}^n (q_{tj} \times K_j) \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$E_{gx}$  ——聚酯涤纶产品生产过程中某一工序综合能耗的数值,单位为千克标准煤(kgce),gx 分别为聚酯聚合工序、纤维级聚酯切片固相缩聚工序、纤维级再生聚酯切片固相缩聚工序、熔体直接纺丝工序、纤维级聚酯切片纺丝工序、纤维级再生聚酯切片纺丝工序、涤纶长丝加弹工序;

$q_{ci}$  ——聚酯涤纶产品生产过程中该工序输入的第  $i$  种能源实物量;

$q_{tj}$  ——聚酯涤纶产品生产过程中该工序生产过程中输出的第  $j$  种能源实物量;

$K_i$  ——第  $i$  种输入能源折算标准煤系数;

$K_j$  ——第  $j$  种输入能源折算标准煤系数;

$m$  ——输入的能源种类数量;

$n$  ——输出的能源种类数量。

6.2.3.4 聚酯涤纶产品工序单位产品能耗( $e_{gx}$ )等于报告期内生产聚酯涤纶产品的该工序综合能耗( $E_{gx}$ )除以该工序合格产品标准产量( $P_{cp}$ ),数值以千克标准煤每吨(kgce/t)表示,按照式(3)计算:

$$e_{gx} = \frac{E_{gx}}{P_{cp}} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$e_{gx}$  ——单位合格聚酯涤纶产品的该工序综合能耗值,单位为千克标准煤每吨(kgce/t),gx 分别为聚酯聚合工序、纤维级聚酯切片固相缩聚工序、纤维级再生聚酯切片固相缩聚工序、熔体直接纺丝工序、纤维级聚酯切片纺丝工序、纤维级再生聚酯切片纺丝工序、涤纶长丝加弹工序;

$E_{gx}$  ——聚酯涤纶产品生产过程中某一工序综合能耗的数值,单位为千克标准煤(kgce),gx 同上对应;

$P_{cp}$  ——该工序合格产品的标准产量,单位为吨(t),cp 分别为聚酯熔体或切片,高黏度切片、预取向丝、全拉伸丝、工业长丝、短纤维及拉伸变形丝。

6.2.3.5 聚酯涤纶单位产品综合能耗( $e_{cp}$ )等于报告期内该聚酯产品生产过程中涉及的各工序单位综合能耗( $e_{gx}$ )之和,按照式(4)计算:

$$e_{cp} = \sum_{i=1}^m (e_{gxi}) \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$e_{cp}$  —— 聚酯涤纶产品单位综合能耗的数值，单位为千克标准煤每吨(kgce/t)，cp 分别为聚酯熔体或切片、高黏度切片、预取向丝、全拉伸丝、工业长丝、短纤维及拉伸变形丝；

$e_{gxi}$  —— 单位合格聚酯涤纶产品的该工序综合能耗值，单位为千克标准煤每吨(kgce/t)，gxi 分别为聚酯聚合工序、纤维级聚酯切片固相缩聚工序、纤维级再生聚酯切片固相缩聚工序、熔体直接纺丝工序、纤维级聚酯切片纺丝工序、纤维级再生聚酯切片纺丝工序、涤纶长丝加弹工序；

$i$  —— 生产该产品所涉及的工序；

$m$  —— 生产该产品所涉及的工序量。

## 附 录 A

(资料性附录)

## 各种能源折标煤参考系数表

各种能源折标煤参考系数见表 A.1。

表 A.1 各种能源折标准煤参考系数表

| 能源名称                                | 平均低位发热量                                                            | 折标准煤系数                      | 备注                        |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| 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             |                           |
| 水煤浆                                 | —                                                                  | 0.641 6 kgce/kg             |                           |
| 燃料油                                 | 41 816 kJ/kg(10 000 kcal/kg)                                       | 1.428 6 kgce/kg             |                           |
| 柴油                                  | 42 652 kJ/kg(10 200 kcal/kg)                                       | 1.457 1 kgce/kg             |                           |
| 气田天然气                               | 35 544 kJ/m <sup>3</sup> (8 500 kcal/m <sup>3</sup> ) <sup>a</sup> | 1.214 3 kgce/m <sup>3</sup> |                           |
| 电力(当量值)                             | 3 600 kJ/(kW·h)[860 kcal/(kW·h)]                                   | 0.122 9 kgce/(kW·h)         |                           |
| 5.0 MPa 级蒸汽                         | 3 768 MJ/t(900 Mcal/t)                                             | 0.128 6 kgce/kg             | 4.5 MPa ≤ $p^b$ < 7.0 MPa |
| 3.5 MPa 级蒸汽                         | 3 684 MJ/t(880 Mcal/t)                                             | 0.125 7 kgce/kg             | 3.0 MPa ≤ $p$ < 4.5 MPa   |
| 2.5 MPa 级蒸汽                         | 3 559 MJ/t(851 Mcal/t)                                             | 0.121 4 kgce/kg             | 2.0 MPa ≤ $p$ < 3.0 MPa   |
| 1.5 MPa 级蒸汽                         | 3 349 MJ/t(800 Mcal/t)                                             | 0.114 3 kgce/kg             | 1.2 MPa ≤ $p$ < 2.0 MPa   |
| 1.0 MPa 级蒸汽                         | 3 182 MJ/t(763 Mcal/t)                                             | 0.108 6 kgce/kg             | 0.8 MPa ≤ $p$ < 1.2 MPa   |
| <sup>a</sup> 指在 0 ℃、1 个标准大气压下的气体体积。 |                                                                    |                             |                           |
| <sup>b</sup> 蒸汽压力( $p$ )指表压。        |                                                                    |                             |                           |



附 录 B

(资料性附录)

各种耗能工质折标准煤参考系数表

各种耗能工质折标准煤参考系数见表 B.1。

表 B.1 各种耗能工质折标准煤参考系数表

| 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)                                             | 0.257 1 kgce/t              |
| 软化水                                 | 14.23 MJ/t(3 400 kcal/t)                                          | 0.485 7 kgce/t              |
| 除盐水                                 | 96.30 MJ/t(23 015 kcal/t)                                         | 3.285 7 kgce/t              |
| 除氧水                                 | 385.19 MJ/t(92 060 kcal/t)                                        | 13.142 9 kgce/t             |
| 循环水                                 | 4.19 MJ/t(1 001 kcal/t)                                           | 0.142 8 kgce/t              |
| 压缩空气(净化)                            | 1.59 MJ/m <sup>3</sup> (380 kcal/m <sup>3</sup> ) <sup>a</sup>    | 0.054 3 kgce/m <sup>3</sup> |
| 压缩空气(非净化)                           | 1.17 MJ/m <sup>3</sup> (280 kcal/m <sup>3</sup> ) <sup>a</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> ) <sup>a</sup> | 0.400 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> ) <sup>a</sup> | 0.671 4 kgce/m <sup>3</sup> |
| <sup>a</sup> 指在 0 ℃、1 个标准大气压下的气体体积。 |                                                                   |                             |

