

ICS 27.010
F 01



中华人民共和国国家标准

GB 21345—2008

黄磷单位产品能源消耗限额

The norm of energy consumption per unit product of yellow phosphorus

2008-01-09 发布

2008-06-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

黄磷单位产品能源消耗限额

1 范围

本标准规定了黄磷单位产品能源消耗(以下简称能耗)限额的要求、统计范围和计算方法、节能管理与措施。

本标准适用于电炉法黄磷生产企业能耗的计算、考核,以及对新建装置的能耗控制。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 2589 综合能耗计算通则

GB 7816 工业黄磷

GB/T 12497 三相异步电动机经济运行

GB/T 13462 工矿企业电力变压器经济运行导则

GB/T 13466 交流电气传动风机(泵类、空气压缩机)系统经济运行通则

GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则

GB 18613 中小型三相异步电动机能效限定值及能效等级

GB 19153 容积式空气压缩机能效限定值及节能评价值

GB 19761 通风机能效限定值及节能评价值

GB 19762 清水离心泵能效限定值及节能评价值

GB 20052 三相配电变压器能效限定值及节能评价值

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

黄磷生产界区 the production area of yellow phosphorus

从磷矿、焦炭、硅石、电力、蒸汽等原材料和能源经计量进入开始,到成品黄磷计量入库和黄磷“三废”经处理送出为止,整个电炉法黄磷产品的生产过程。生产界区由生产系统、辅助生产系统和附属生产系统设施三部分组成。

3.2

黄磷生产系统 the production system of yellow phosphorus

从磷矿、焦炭、硅石经计量并进入其仓库的输送设备、外供电经计量进入电炉变压器及动力变压器开始,到黄磷尾气、各种废气、废水及固体废物经处理后送出和成品黄磷包装入库为止,有关工序组成完整的工艺过程、设施及设备。

3.3

黄磷辅助生产系统 the production assistant system of yellow phosphorus

为生产系统工艺装置配置的设施和设备,其中包括供电、机修、供水、供气、采暖、制冷、仪表等和厂内原料场地以及安全消防装置。

3.4

黄磷附属生产系统 the production accessory system of yellow phosphorus

为生产系统专门配置的生产指挥系统(厂部)和厂区内为生产服务的部门和单位,其中包括办公室、调度室、休息室、更衣室、浴室、中控分析、成品检验等的生产界区内设施和设备。

3.5

黄磷产品综合能耗 the comprehensive energy consumption of yellow phosphorus

在报告期内黄磷产品生产全部过程中的能源消耗总量。即生产系统、辅助生产系统和附属生产系统的各种能源消耗量和损失量,包括作为原料、材料的能源消耗;不包括基建、技改等项目建设消耗的、生产界区内回收利用的和向外输出的能源量。

3.6

黄磷单位产品综合能耗 the comprehensive energy consumption per unit product of yellow phosphorus

用黄磷单位产品产量表示的综合能耗。

3.7

黄磷单位产品电耗 the electric consumption per unit product of yellow phosphorus

用黄磷单位产品产量表示消耗的电量,包括黄磷单位产品电炉电耗和生产系统动力设备和照明等的耗电量、以及黄磷产品分摊的辅助生产系统和附属生产系统动力设备和照明等的耗电量。

3.8

黄磷单位产品电炉电耗 the electric consumption of electric furnace per unit product of yellow phosphorus

用黄磷单位产品产量表示的电炉直接加热消耗的电量,不包括电炉工序动力设备和照明等的耗电量。

3.9

黄磷电炉还原用的单位产品标准焦耗 the standard coke consumption per unit product of yellow phosphorus

电炉还原反应所用炭素原料(焦炭、无烟煤等),按其含碳量折算成黄磷单位产品产量含84%固定碳的焦炭消耗量。

3.10

配合炉料 matched furnace charge

进入黄磷电炉的磷矿和硅石混合物。

3.11

配合炉料组分含量 the composition of matched furnace charge

配合炉料中五氧化二磷、二氧化硅、三氧化二铁的某组分质量与磷矿及硅石质量之和的比值(%)。

3.12

黄磷尾气 exhausting gas of yellow phosphorus

在黄磷生产过程中,收取黄磷产品后燃烧排放或利用前的电炉炉气,包括收磷后未经净化处理的尾气(初始黄磷电炉尾气)和经过净化处理后燃烧排放或利用前的尾气。

3.13

黄磷尾气利用率 utilization ratio of exhausting gas of yellow phosphorus

在生产界区内外用作燃料和生产各种化工产品的黄磷尾气量占总黄磷尾气量的百分数。

3.14

泥磷 sludge phosphor

黄磷生产和使用过程中产生的含元素磷的污泥和含较多污泥杂质的黄磷。

4 要求

4.1 现有黄磷装置单位产品能耗限额限定值

现有黄磷装置单位产品能耗限额指标包括黄磷单位产品综合能耗、单位产品电耗和单位产品电炉电耗,其能耗限额限定值应符合表1要求。

表1 现有黄磷装置单位产品能耗限额限定值

单位产品综合能耗限额限定值/ (tce/t)	单位产品电耗限额限定值/ (kW·h/t)	单位产品电炉电耗限额限定值/ (kW·h/t)
≤3.60	≤14 200	≤13 800
注:当磷矿采用烧结或焙烧工艺时,单位产品综合能耗限额限定值增加0.9 tce/t,单位产品电耗限额限定值增加800 kW·h/t。		

4.2 新建黄磷装置单位产品能耗限额准入值

4.2.1 新建黄磷装置能耗限额准入值应符合表2要求。

表2 新建黄磷装置单位产品能耗限额准入值

单位产品综合能耗限额准入值/ (tce/t)	单位产品电耗限额准入值/ (kW·h/t)	单位产品电炉电耗限额准入值/ (kW·h/t)
≤3.20	≤13 500	≤13 200
注:当磷矿采用烧结或焙烧工艺时,单位产品综合能耗限额准入值增加0.7 tce/t,单位产品电耗限额准入值增加600 kW·h/t。		

4.2.2 新建黄磷装置除满足表2要求外,还应同时符合以下规定:

- 新建单台黄磷装置电炉变压器容量应不小于 2×10^4 kV·A;
- 新建黄磷装置的黄磷尾气利用率应不小于90%;
- 新建黄磷装置的电炉炉渣利用率应不小于95%。

4.3 黄磷单位产品能耗限额先进值

黄磷装置单位产品能耗限额先进值应达到表3要求。

表3 黄磷单位产品能耗限额先进值

单位产品综合能耗限额先进值/ (tce/t)	单位产品电耗限额先进值/ (kW·h/t)	单位产品电炉电耗限额先进值/ (kW·h/t)
≤3.0	≤13 200	≤12 900
注:当磷矿采用烧结或焙烧工艺时,单位产品综合能耗限额先进值增加0.5 tce/t,单位产品电耗限额先进值增加400 kW·h/t。		

5 统计范围和计算方法

5.1 能耗数据统计范围

5.1.1 黄磷产品综合能耗是指在报告期内生产黄磷产品实际消耗的各种能源量,经综合计算后得到的能源消耗量;即在报告期内黄磷生产界区实际消耗的一次能源量(如煤炭、石油、天然气等)、二次能源量(电力、焦炭、煤气、电石、炭素制品、蒸汽等)和耗能工质(如水、氧气、氮气、压缩空气等);不包括自产的耗能工质,但包括其所消耗的能源。

5.1.2 黄磷生产界区外企业的辅助生产系统、附属生产系统能源消耗量和损失量应按消耗比例法分摊在产品综合能耗中。

5.1.3 碳素砖、润滑油的消耗不计入产品综合能耗中。

5.1.4 焦炭(或无烟煤)消耗以实际入炉量加损失量计算,调出的焦(煤)粉不计入总能耗中。供辅助、附属生产系统的焦(煤)粉按比例分摊法计入产品总能耗中。

5.1.5 黄磷生产界区内回收本界区内产生的余热、余能及化学反应热,不计入能源消耗量中。供界区外装置回收利用的能源,应按其实际回收的能量从本界区能耗中扣除。

5.2 统计方法

5.2.1 各种能源的热值应折合为标准煤。在报告期内实测的企业消耗的一次能源量,均按低(位)发热量换算为标准煤量。没有实测条件的,采用附录 B 中各种能源折标准煤参考系数。

5.2.2 统计的各种参数必须在同一报告期内。

5.2.3 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,又不漏计。

5.2.4 企业综合能耗的统计、核算必须按相关的国家标准、核算规程执行,由企业的归口(专业)部门完成。

5.3 计算方法

5.3.1 综合能耗的计算应符合 GB/T 2589 的规定。

5.3.2 黄磷产品综合能耗按式(1)计算:

$$E_{PZ} = E_{PS} + E_{PFF} - E_{PW} \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

E_{PZ} ——报告期内黄磷产品综合能耗,单位为吨标准煤(tce);

E_{PS} ——报告期内黄磷生产系统综合能耗,单位为吨标准煤(tce);

E_{PFF} ——报告期内黄磷辅助生产系统、附属生产系统的能耗摊入量和损失量,单位为吨标准煤(tce);

E_{PW} ——报告期内向黄磷生产界区外输出的综合能源量,单位为吨标准煤(tce)。

E_{PS} 、 E_{PFF} 和 E_{PW} 的计算方法见附录 A 中 A.2。

5.3.3 黄磷单位产品综合能耗按式(2)计算:

$$E_{PZD} = \frac{E_{PZ}}{P_P} \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

E_{PZD} ——黄磷单位产品综合能耗,单位为吨标准煤每吨(tce/t);

P_P ——报告期内黄磷产量,单位为吨(t)。

P_P 的计算方法见附录 A 中 A.1。

5.3.4 黄磷单位产品电耗按式(3)计算:

$$Q_{PZD} = \frac{Q_{PZ}}{P_P} \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

Q_{PZD} ——黄磷单位产品电耗,单位为千瓦时每吨(kW·h/t);

Q_{PZ} ——黄磷产品消耗的电量,即报告期内黄磷生产过程中电炉所耗电量和动力及照明所耗电量,单位为千瓦时(kW·h)。

Q_{PZ} 的计算方法见附录 A 中 A.3。

5.3.5 黄磷单位产品电炉电耗按式(4)计算:

$$Q_{PLD} = \frac{Q_{PL}}{P_P} \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

Q_{PLD} ——黄磷单位产品电炉电耗,单位为千瓦时每吨(kW·h/t);

Q_{PL} ——黄磷产品电炉所耗电量,即报告期内黄磷生产过程中电炉所消耗的电量,单位为千瓦时(kW·h)。

Q_{PI} 的计算方法见附录 A 中 A.3。

6 节能管理与措施

6.1 节能基础管理

6.1.1 企业应定期对黄磷产品综合能耗、黄磷单位产品综合能耗、黄磷单位产品电耗和黄磷单位产品电炉电耗进行考核,并把考核指标分解落实到各基层部门,建立用能责任制度。

6.1.2 企业应根据 GB 17167 配备能源计量器具并建立能源计量管理制度。

6.2 节能技术管理

企业应建立能耗测试数据、能耗计算和能耗考核结果的文件档案,并对文件进行受控管理。

6.2.1 经济运行

企业生产通用设备应在经济状态运行,对电动机的经济运行管理应符合 GB/T 12497 的规定;对交流电气传动风机(泵类、空气压缩机)系统的经济运行管理应符合 GB/T 13466 的规定;对电力变压器的经济运行管理应符合 GB/T 13462 的规定。

对各种管网应加强维护管理,防止跑、冒、滴、漏的现象发生。

6.2.2 电炉工序

a) 加强原料管理,稳定操作,使炉况在最佳状态运行,保证电炉完好;

b) 黄磷炉气采用先进除尘技术,减少泥磷量,提高产量,降低电耗;

c) 改进设备,提高设备效率,降低热损失。

6.2.3 收磷工序

改革工艺,提高磷的收得率。

6.2.4 资源回收和综合利用

a) 加强泥磷管理和处理,回收黄磷;

b) 大力开展综合利用,提高黄磷尾气的利用率;

c) 清污分流、冷热分流,提高水的循环使用率和污水处理的质量,减少污水量;

d) 加强炉渣及其废热的综合利用。

6.2.5 耗能设备

a) 企业应提高电机系统通用设备的能效,用高效节能设备更新淘汰低效率设备。电动机的能效应达到 GB 18613 节能评价值的水平;清水离心泵的能效应达到 GB 19762 节能评价值的水平;通风机的能效应达到 GB 19761 节能评价值的水平;容积式空气压缩机的能效应达到 GB 19153 节能评价值的水平。

b) 企业应提高变电和配电设备的能效,配电变压器的能效应达到 GB 20052 节能评价值的水平。

附 录 A
(规范性附录)
计 算 公 式

A.1 黄磷产量的计算

A.1.1 黄磷产量按式(A.1)计算:

$$P_P = P_{PZ} + P_{PS} + P_{PH} - P_{PWN} \quad \dots\dots\dots(A.1)$$

式中:

- P_P ——报告期内黄磷产品产量,单位为吨(t);
- P_{PZ} ——符合 GB 7816 标准的产品和泥磷回收的黄磷量,单位为吨(t);
- P_{PS} ——泥磷制磷酸折合的黄磷量,单位为吨(t);
- P_{PH} ——泥磷制其他化学品折合的黄磷量,单位为吨(t);
- P_{PWN} ——外购泥磷回收的产品黄磷量或制磷酸和其他化学品折合的磷量,单位为吨(t)。

A.1.2 泥磷制磷酸折合的黄磷量 P_{PS} 按式(A.2)计算:

$$P_{PS} = 0.3163 \times N_S \times P_S - P_{PW} \quad \dots\dots\dots(A.2)$$

式中:

- N_S ——泥磷制磷酸的质量分数,以%表示;
- P_S ——泥磷制磷酸的产量,单位为吨(t);
- P_{PW} ——外加的黄磷量,单位为吨(t)。

A.1.3 泥磷制其他化学品折合的黄磷量 P_{PH} 按式(A.3)计算:

$$P_{PH} = N_H \times P_H - P_{PW} \quad \dots\dots\dots(A.3)$$

式中:

- N_H ——其他化学品中的磷质量分数,以%表示;
- P_H ——泥磷制得的其他化学品产量,单位为吨(t)。

A.2 黄磷产品综合能耗的计算

A.2.1 黄磷生产系统综合能耗 E_{PS} 按式(A.4)计算:

$$E_{PS} = E_{PT} + \sum_{i=1}^n (e_{ips} \times k_i) \quad \dots\dots\dots(A.4)$$

式中:

- E_{PT} ——黄磷电炉还原用炭素的综合能耗,单位为吨标准煤(tce);
- e_{ips} ——黄磷生产系统消耗的除还原反应用炭素以外某种能源消耗量,单位为吨(t)或千瓦时(kW·h)或立方米(m³);
- k_i ——某种能源折算标准煤系数,单位为吨标准煤每千瓦时[tce/(kW·h)]或吨标准煤每吨(tce/t)或吨标准煤每立方米(tce/m³);
- n ——能源总数。

A.2.2 黄磷辅助生产系统、附属生产系统的能耗和损失摊入量 E_{PTF} 按式(A.5)计算:

$$E_{PTF} = \sum_{i=1}^n (e_{iptf} \times k_i) \quad \dots\dots\dots(A.5)$$

式中:

- e_{iptf} ——黄磷辅助生产系统、附属生产系统消耗的某种能源能耗和损失摊入量,单位为吨(t)或千瓦

时(kW·h)或立方米(m³)。

A.2.3 输出的综合能源量 E_{FW} 按式(A.6)计算:

$$E_{FW} = \sum_{i=1}^n (e_{iFW} \times k_i) \dots\dots\dots (A.6)$$

式中:

e_{iFW} ——向黄磷生产界区外输出的某种能源实物量,单位为吨(t)或千瓦时(kW·h)或立方米(m³)。

A.3 黄磷产品所耗电量计算

A.3.1 黄磷产品电耗 Q_{FZ} 按式(A.7)计算:

$$Q_{FZ} = Q_{PL} + Q_{PD} \dots\dots\dots (A.7)$$

式中:

Q_{PL} ——黄磷产品电炉所耗电量,即报告期内黄磷生产过程中电炉所消耗的电量,单位为千瓦时(kW·h);

Q_{PD} ——黄磷产品动力和照明所耗电量,单位为千瓦时(kW·h)。

A.3.2 黄磷产品电炉所耗电量 Q_{PL} 按式(A.8)计算:

$$Q_{PL} = Q_L + \sum_{i=1}^m q_{ib} - Q_K \times P_F \dots\dots\dots (A.8)$$

式中:

Q_L ——实际用于黄磷电炉加热的电量,单位为千瓦时(kW·h);

q_{ib} ——黄磷电炉变压器损耗及其供电线路损耗量、总供电线路损耗分摊量,单位为千瓦时(kW·h);

m ——各种损耗及损耗分摊数;

Q_K ——磷矿质量对每吨黄磷电炉电耗影响量,单位为千瓦时每吨(kW·h/t)。

A.3.3 磷矿质量对每吨黄磷电炉电耗影响量 Q_K 按式(A.9)计算:

$$Q_K = \frac{170\,000}{N_1 - 0.5} + \left(\frac{7\,750}{N_1 - 8} - 76 \right) \times N_2 + \left(\frac{3\,200}{N_1 - 3.5} + 8 \right) \times N_3 - 7\,234 \dots\dots\dots (A.9)$$

式中:

N_1 ——配合炉料中 P_2O_5 平均质量分数,以%表示;

N_2 ——配合炉料中 Fe_2O_3 平均质量分数,以%表示;

N_3 ——配合炉料中 CO_2 平均质量分数,以%表示。

A.3.4 配合炉料组分 P_2O_5 、 Fe_2O_3 、 CO_2 平均质量分数按式(A.10)计算:

$$N_i = \frac{W_x}{1 + M_G} \dots\dots\dots (A.10)$$

式中:

N_i ——分别为配合炉料中某组分(i 为1、2、3) P_2O_5 、 Fe_2O_3 、 CO_2 的平均质量分数,以%表示;

W_x ——分别为报告期期内磷矿中 P_2O_5 、 Fe_2O_3 、 CO_2 加权平均质量分数,以%表示;

M_G ——报告期内配合炉料中硅石与磷矿的质量之比。

A.3.5 黄磷产品动力和照明电耗 Q_{PD} 按式(A.11)计算:

$$Q_{PD} = \sum_{i=1}^{n_1} q_{ids} + \sum_{i=1}^{n_2} q_{ida} \dots\dots\dots (A.11)$$

式中:

q_{ids} ——黄磷生产系统动力和照明所耗电量及其损耗量,单位为千瓦时(kW·h);

q_{ida} ——黄磷分摊的辅助生产系统、附属生产系统的动力和照明所耗电量及其电力损耗量,单位为千瓦时(kW·h);

n_1 ——黄磷生产系统动力和照明用电数;

n_2 ——黄磷辅助生产系统、附属生产系统动力和照明用电数。

A.4 黄磷电炉还原用炭素原料综合能耗的计算

A.4.1 黄磷电炉还原反应用炭素的标准焦耗 E_{JB} 按式(A.12)计算:

$$E_{JB} = \frac{\sum_{i=1}^l (e_{it} \times w_{it})}{84\%} \dots\dots\dots(A.12)$$

式中:

e_{it} ——黄磷电炉还原用炭素原料(焦炭、无烟煤等)的实物量,单位为吨(t);

w_{it} ——某种还原反应用炭素原料(焦炭、无烟煤等)的固定碳质量分数,%;

l ——还原用炭素原料总数。

A.4.2 黄磷电炉还原用炭素综合能耗 E_{PT} 按式(A.13)计算:

$$E_{PT} = E_{JB} \times 0.9714 \dots\dots\dots(A.13)$$

式中:

0.9714——焦炭折标准煤系数,单位为吨标准煤(tce)。

附录 B
(资料性附录)
各种能源折标准煤参考系数

B.1 各种能源折标准煤参考系数(见表 B.1)

表 B.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	a) 洗中煤	8 363 kJ/kg(2 000 kcal/kg)	0.285 7 kgce/kg
	b) 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
电极糊		25 090 kJ/kg(6 000 kcal/kg)	0.857 1 kgce/kg
石墨电极		33 871 kJ/kg(8 100 kcal/kg)	1.157 1 kgce/kg
原油、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)	1.471 4 kgce/kg
柴油		42 652 kJ/kg(10 200 kcal/kg)	1.457 1 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 ³ (9 310 kcal/m ³)	1.330 0 kgce/m ³
气田天然气		35 544 kJ/m ³ (8 500 kcal/m ³)	1.214 3 kgce/m ³
煤矿瓦斯气		14 636 kJ/m ³ ~16 726 kJ/m ³ (3 500 kcal/m ³ ~4 000 kcal/m ³)	0.500 0 kgce/m ³ ~0.571 4 kgce/m ³
焦炉煤气		16 726 kJ/m ³ ~17 981 kJ/m ³ (4 000 kcal/m ³ ~4 300 kcal/m ³)	0.571 4 kgce/m ³ ~0.614 3 kgce/m ³
黄磷尾气		10 036 kJ/m ³ ~11 708 kJ/m ³ (2 400 kcal/m ³ ~2 800 kcal/m ³)	0.342 9 kgce/m ³ ~0.400 0 kgce/m ³
其他 煤气	a) 发生炉煤气	5 227 kJ/m ³ (1 250 kcal/m ³)	0.178 6 kgce/m ³
	b) 焦炭制气	16 308 kJ/m ³ (3 900 kcal/m ³)	0.557 1 kgce/m ³
	c) 压力气化煤气	15 054 kJ/m ³ (3 600 kcal/m ³)	0.514 3 kgce/m ³
	d) 水煤气	10 454 kJ/m ³ (2 500 kcal/m ³)	0.357 1 kgce/m ³
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)		11 826 kJ/(kW·h)[2 828 kcal/(kW·h)]	0.404 0 kgce/(kW·h)
蒸汽(低压)		3 763 MJ/t(9×10 ⁵ kcal/t)	0.128 6 tce/t

B.2 各种耗能工质折标准煤参考系数(见表 B.2)

表 B.2 各种耗能工质折标准煤参考系数

品 种	平均折算热量	折标准煤系数
外购水	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 ³ (280 kcal/m ³)	0.040 0 kgce/m ³
鼓风	0.88 MJ/m ³ (210 kcal/m ³)	0.030 0 kgce/m ³
氧气	11.72 MJ/m ³ (2 800 kcal/m ³)	0.400 0 kgce/m ³
氮气	19.66 MJ/m ³ (4 700 kcal/m ³)	0.671 4 kgce/m ³
二氧化碳气	6.28 MJ/m ³ (1 500 kcal/m ³)	0.214 3 kgce/m ³