

ICS 27.015

CCS F01

备案号:

DB 11

北京市地方标准

DB 11/T XXXX—202X

工业气体单位产品能源消耗限额

Norm of energy consumption per unit production of industrial
gases

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

北京市市场监督管理局 发布

目 次

前言.....I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 能耗限额等级 2

5 技术要求 3

6 统计范围和计算方法 3

7 节能管理与技术措施 6

附录 A （资料性） 主要能源折标准煤系数 8

附录 B （资料性） 天然气制氢装置燃料（天然气）、氢气提纯解析气组分示例 9

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由北京市经济和信息化局提出并归口。

本文件由北京市经济和信息化局组织实施。

本标准起草单位：

本标准主要起草人：

工业气体单位产品能源消耗限额

1 范围

本文件规定了工业气体单位产品能源消耗（以下简称“能耗”）限额等级、技术要求、统计范围、计算方法和节能管理与技术措施。

本文件适用于采用深冷法、变压吸附法生产的空分产品（氧、氮、氩等），以及采用水电解、天然气重整等工艺生产的氢气产品企业的单耗计算、考核和节能管理，以及对新建及改扩建项目的能耗控制。

2 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 3634.1 氢气 第1部分：工业氢
GB/T 3634.2 氢气 第2部分：纯氢、高纯氢和超纯氢
GB/T 3863 工业氧
GB/T 3864 工业氮
GB/T 4842 纯氩高纯氩和超纯氩
GB/T 8979 纯氮、高纯氮和超纯氮
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 19774 水电解制氢系统技术要求
GB/T 23331 能源管理体系 要求及使用指南
GB/T 32311 水电解制氢系统能效限定值及能效等级
GB/T 37244 质子交换膜燃料电池汽车用燃料 氢气
GB/T 45539 PEM电解槽技术要求
JB/T 6427 变压吸附制氧、制氮设备
JB/T 8693 大中型空气分离设备
JB/T 9074 纯氮设备

3 术语和定义

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

3.1

空分产品 air separation product

以空气为原料制取的氧、氮、氩等（不同纯度和压力等级的）产品。

3.2

空分产品综合电耗 electrical energy consumption of air separation production

统计报告期内从空分装置吸入空气开始，到符合要求的空分产品计量后进入管网、储罐为止的整个生产过程所消耗的能源总量，折算为电力消耗。

注：单位为千瓦时（ $\text{kW} \cdot \text{h}$ ）。

3.3

单位制氧电耗 electrical energy consumption for unit manufacture of oxygen

采用单纯制氧装置生产低压氧气（ $0.1\text{MPa} \sim 0.8\text{MPa}$ ），在统计报告期内生产每立方米氧气合格产品的综合电耗。

注：单位为千瓦时每立方米（ $\text{kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3$ ）。

3.4

当量单位制氧电耗 equivalent electrical energy consumption for unit equivalent oxygen

空分装置同时生产多种产品（包括不同压力等级的同种空分产品），在统计报告期内将产品气氧以外的其他产品，通过能耗相等的原则，将其折算成产品气氧的量。折算后每立方米产品气氧量的综合电耗。

注 1：单位为千瓦时每立方米（ $\text{kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3$ ）。

注 2：空分产品液体产量折合成标态产量，单位为立方米（ m^3 ）。

注 3：本文件中压力未注明的为表压力，加上“（绝）”的为绝对力。

3.5

单位制氮电耗 electrical energy consumption for unit manufacture of nitrogen

采用单纯制氮装置生产低压氮气（ $0.1\text{MPa} \sim 0.8\text{MPa}$ ），在统计报告期内生产每立方米氮气合格产品的综合电耗。

注：单位为千瓦时每立方米（ $\text{kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3$ ）。

3.6

单位制氢电耗 electrical energy consumption for unit manufacture of hydrogen

采用水电解、天然气重整及变压吸附提纯等装置在额定工况条件下生产氢气（ $0.8\text{MPa} \sim 2.2\text{MPa}$ ），在统计报告期内生产每立方米氢气合格产品的综合电耗。

注：单位为千瓦时每立方米（ $\text{kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3$ ）。

4 能耗限额等级

4.1 工业气体单位产品能耗分为限定值、准入值（先进值）两个等级。

4.2 工业气体单位产品能耗限定值应符合表 1 的规定。

表 1 工业气体单位产品能耗限定值

单位: kW · h/m³

项目	深冷空分装置	变压吸附制氧、制氮装置	水电解制氢装置			天然气制氢装置
			大型 ALK>60m ³ /h	小型 ALK≤60m ³ /h	PEM	
单位制氧电耗	0.48	0.50	/	/	/	/
当量单位制氧电耗	0.48	0.50	/	/	/	/
单位制氮电耗	0.44	0.50	/	/	/	/
单位制氢综合电耗	/		4.90	5.10	4.40	0.59

4.3 工业气体单位产品能耗准入值（先进值）应符合表 2 的规定。

表 2 工业气体单位产品能耗准入值（先进值）

单位: kW · h/m³

项目	深冷空分装置	变压吸附制氧、制氮装置	水电解制氢装置			天然气制氢装置
			大型 ALK>60m ³ /h	小型 ALK≤60m ³ /h	PEM	
单位制氧电耗	0.40	0.35	/	/	/	/
当量单位制氧电耗	0.40	0.35	/	/	/	/
单位制氮电耗	0.22	0.45	/	/	/	/
单位制氢综合电耗	/		4.30	4.50	4.20	0.33

5 技术要求

5.1 现有工业气体生产企业单位产品能源消耗应符合表 1 的规定。

5.2 新建或改扩建工业气体生产企业单位产品能源消耗应符合表 2 的规定。

6 统计范围和计算方法

6.1 统计范围

空分产品综合能耗应包括从空分装置吸入原料（空气）开始，到符合要求的空分产品计量后进入管网、储罐等在内的生产系统、辅助生产系统和附属生产系统所消耗的各种能源，但不包括基建项目用能。

氢气产品综合能耗应包括从制氢系统的纯水或天然气开始，到符合要求的氢气产品计量后进入管网、储罐等在内的生产系统、辅助生产系统和附属生产系统所消耗的各种能源，但不包括基建项目用能。

6.2 统计原则

6.2.1 空分产品的纯度应符合 GB/T 3863、GB/T 3864、GB/T 4842、GB/T 8979 的规定，氢气产品的纯度应符合 GB/T 3634.1、GB/T 3634.2、GB/T 37244 的规定。空气分离装置、纯氮装置，变压吸附制氧装置、变压吸附制氮装置等装置类型和装置规模的确定按 JB/T 6427、JB/T 8693 和 JB/T 9074 的规定，ALK 水电解制氢系统应符合 GB/T 19774、GB/T 32311 的规定、PEM 水电解制氢系统应符合 GB/T 37244、GB/T 45539 的规定，天然气制氢系统应符合相关规定。

6.2.2 同一生产企业拥有深冷法空气分离装置、深冷法制氮装置或变压吸附法制氧、制氮等两种及以

上不同类型装置和生产方式时，应分别计算考核，安装计量装置的按计量装置的记录数据，未安装计量装置的，共用部分能耗根据设备容量按比例分摊。

6.2.3 同一生产企业拥有 ALK 水电解制氢、PEM 水电解制氢、天然气制氢等系统时，应分别计算考核，安装计量装置的按计量装置的记录数据，未安装计量装置的，共用部分能耗根据装置容量按比例分摊。

6.2.4 同一空分企业拥有多套空气分离设备且无法分别计算时，应按照空气分离设备当量制气比例，采用加权平均法计算产品单耗；能耗限额限定值也采用加权平均法折算。

6.2.5 本文件综合能耗统计以电耗为基准，统计周期宜以一个自然年为基准。企业使用的各种能源以实测的热值为准，无法实测的或没有实测条件的，可参照附录 A 中的能源折标准煤系数，折算成电耗后统计。

6.3 计算方法

6.3.1 空分产品综合电耗

空分产品综合电耗按式（1）计算：

$$N = N_d + \left[\sum_{i=1}^n (E_i \times k_i) - \sum_{j=1}^m (E_j \times k_j) \right] / 0.1229 \dots\dots\dots (1)$$

式中：

N ——统计报告期内空分产品综合电耗，单位为千瓦时（kW·h）；

N_d ——统计报告期内空分产品电耗，单位为千瓦时（kW·h）；

E_i ——统计报告期内空分产品生产消耗的第 i 种能源实物量（电以外），单位为实物量单位；

E_j ——统计报告期内空分产品生产输出的第 j 种能源实物量（电以外），单位为实物量单位；

k_i ——第 i 种能源的折标准煤系数；

k_j ——第 j 种能源折标准煤系数，

n ——投入的能源种类数；

m ——输出的能源种类数；

0.1229——电力折算标准煤系数（当量值）。

注：包含补充新水、仪表气、液氮等。

6.3.2 单位当量制氧电耗

6.3.2.1 当量氧气产量

空分企业同时生产多种空分产品时，应将多种空分产品折算成单位基准产品（氧气）即当量氧气产量，按式（2）计算：

$$V_E = \alpha_1 GOX_{LP} + \alpha_2 GOX_{MP} + \alpha_3 GOX_{HP} + \alpha_4 GOX_{VHP} + \dots + \dots \dots\dots (2)$$

式中：

V_E ——统计报告期内空分企业同时生产多种空分产品时的当量氧气产量，单位为立方米（m³）；

α_1 、 α_2 、 α_3 、 α_4 、 α_5 ...——同时生产多种空分产品时，考虑其分离、液化和压缩等过程效率之差后各个产品与基准产品（如氧气）的产量折算系数。由于产量折算系数 α 的计算比较复杂，可直接按表 3 的经验值选取。在式（2）中，因为 GOX_{LP} （低压氧）被选为基准产品，因此它自身的产量折算系数

是 1.00；表 3 中其他产品的 α 值（ α_1 、 α_2 、 α_3 、 α_4 、 α_5 ...），就是各产品对应 GOX_{LP}（低压氧）的产量折算系数。

GOX_{LP}、GOX_{MP}、GOX_{HP}、GOX_{VHP}——各种气体产品的产量，单位为立方米（m³）。

表 3 产量折算系数 α 值表

产品名称	α 值	产品名称	α 值	产品名称	α 值
GOX _{LP} （低压氧）	1.00	GAN _{LP} （低压氮）	0.171	Compressed air _{LP} （低压压缩空气）	0.171
GOX _{MP} （中压氧）	1.184	GAN _{MP} （中压氮）	0.303	Compressed air _{MP} （中压压缩空气）	0.303
GOX _{HP} （高压氧）	1.316	LIN（液氮）	1.579	GAR（气氩）	4.079
GOX _{VHP} （超高压氧）	1.447	LOX（液氧）	2.171	LAR（液氩）	4.211
注 1：本表以出空分装置的低压气氧（GOX_{LP}，0.1MPa≤P≤0.8MPa）为基准产品，其产量折算系数为 1.00。 其他产品对于低压气氧（GOX_{LP}，0.1MPa≤P≤0.8MPa）的产量折算系数α值分别在表中列出。 注 2：产品名称的下角标（LP、MP、HP、VHP）表示产品压力状态的范围。LP（0.1MPa≤P≤0.8MPa），MP（0.8MPa<P≤2.4MPa），HP（2.4MPa<P≤7.0MPa），VHP（P>7.0MPa）					

6.3.2..2 当量单位制氧电耗

单位当量制氧电耗按式（3）计算：

$$n_{\text{O}_2\text{基}} = \frac{N}{V_E} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$n_{\text{O}_2\text{基}}$ ——当量单位制氧电耗，单位为千瓦时每立方米（kW·h/m³）。

注： $n_{\text{O}_2\text{基}}$ 是 GOX_{LP}（低压氧）的单位制氧电耗。

6.3.3 单位制氧电耗

单位制氧电耗按式（4）计算：

$$n_{\text{O}_2} = \frac{N}{V_{\text{O}_2} + \alpha L_{\text{O}_2}} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

n_{O_2} ——单位制氧电耗，单位为千瓦时每立方米（kW·h/m³），是指GOX_{LP}（低压氧）；

V_{O_2} ——统计报告期内气氧总产量，单位为立方米（m³）；

L_{O_2} ——统计报告期内液氧总产量，单位为立方米（m³）；

α ——通过能耗相等原则，液体产品与气体产品的产量折算系数。式（4）中的 α 值，等于用表3中LOX的 α 值除以GOX_{LP}的 α 值。

6.3.4 单位制氮电耗

单位制氮电耗按式（5）计算：

$$n_{N_2} = \frac{N}{V_{N_2} + \alpha L_{N_2}} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

n_{N_2} ——单位制氮电耗，单位为千瓦时每立方米（kW·h/m³），是指 GAN_{LP}（低压氮）；

V_{N_2} ——统计报告期内气氮总产量，单位为立方米（m³）；

L_{N_2} ——统计报告期内液氮总产量，单位为立方米（m³）；

α ——通过能耗相等的原则，液体产品与气体产品的产量折算系数。式（5）中的 α 值，等于用表3中LIN的 α 值除以GAN_{LP}的 α 值。

6.3.5 单位制氢电耗

制氢系统综合能耗计算按式（6）计算

$$E = \sum_{i=1}^n (E_i \times k_i) \dots\dots\dots (6)$$

式中：

E ——单位时间制氢设备综合能耗，单位为千瓦时（kW·h）；

n ——消耗的能源种类数；

E_i ——制氢过程中单位时间消耗的第*i*种能源量；

k_i ——第*i*种能源的标准煤折算系数。

注1：对于天然气制氢系统（组分参考附录B），参与反应的原料（如天然气、脱盐水等）不计入能耗，但变压吸附（PSA）解吸气若进入转化/燃烧单元并作为燃料使用，应按其实际消耗量计入能耗。

注2：对于水电解制氢系统，除电解主机用电外，碱液循环泵、补水泵、控制系统等辅助用电及其他与制氢过程直接相关的用能，均应计入综合能耗。

单位制氢电耗按式（7）计算：

$$e = \frac{E}{M} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

e ——单位产品氢气的综合能耗，单位为千瓦时每立方米（kW·h/m³）；

E ——统计报告期内制氢产品综合能耗，单位为千瓦时（kW·h）；

M ——统计报告期内氢气合格产品总产量，单位为立方米（m³）。

7 节能管理与技术措施

7.1 节能基础管理

7.1.1 企业应合理规划和统筹管理产能，建立能耗计量、统计制度，建立能耗测试数据、能耗核算和分析结果的文件档案，并对文件进行受控管理。

7.1.2 企业应根据 GB 17167 的要求配备和使用能源计量器具，并建立能源计量管理制度。能源计量数据应真实、准确和完整，并有可溯源的原始记录。

7.1.3 企业宜按照 GB/T 23331 的要求，建立能源管理体系，积极进行认证，并有效运行。

7.1.4 企业宜建立合适的数智化能源管理平台。

7.2 节能技术措施

7.2.1 企业应拓展新能源和可再生能源的利用比例,新增可再生能源的消耗量参照国家相关规定计算。

7.2.2 企业应淘汰落后工艺和设备,依靠技术进步,采用有效节能的新技术、新工艺、新材料,加强余热、余压及副产气体的回收利用,提高能源利用效率。

7.2.3 企业在用的各种通用耗能设备(电动机、水泵、通风机、工业锅炉、变压整流设备等)应符合相关的国家用能产品经济运行标准要求,达到经济运行状态。

7.2.4 新建、扩建及企业技术改造所选用的生产设备应达到国家相应耗能设备能效标准中节能评价的要求。

附 录 A
(资料性)
主要能源折标准煤系数

主要能源种类折标准煤系数见表A.1和表A.2。

表 A.1 各种能源折标准煤系数

能源名称	平均低位发热量	折标准煤系数
汽油	43124kJ/kg (10300kcal/kg)	1.4714kgce/kg
柴油	42705kJ/kg (10200kcal/kg)	1.4571kgce/kg
天然气	32238kJ/m ³ ~ 38979kJ/m ³ (7700kcal/m ³ ~ 9310kcal/m ³)	1.1000kgce/m ³ ~ 1.3300kgce/m ³
燃料油	41868kJ/kg (10000kcal/kg)	1.4286kgce/kg
煤油	43124kJ/kg (10300kcal/kg)	1.4714kgce/kg
液化石油气	50242kJ/kg (12000kcal/kg)	1.7143kgce/kg
液化天然气	51498kJ/kg (12000kcal/kg)	1.7572kgce/kg
甲醇 (用作燃料)	19913kJ/kg (4756kcal/kg)	0.6794kgce/kg
新水	7.54MJ/t(1800kcal/t)	0.2571kgce/t

表 A.2 电力和热力折标准煤系数

能源名称	折标准煤系数
电力 (当量值)	0.1229kgce/ (kW■h)
热力 (当量值)	0.03412kgce/MJ

注：电力折算标准煤系数按最新年度进行校准。

附 录 B

(资料性)

天然气制氢装置燃料(天然气)、氢气提纯解析气组分示例

天然气制氢装置，原料组分见表B.1和表B.2。

表 B.1 天然气制氢装置燃料(天然气)组分示例

能源名称	数据	单位
丙烷	0.140	摩尔分数/%
乙烷	0.590	摩尔分数/%
氧化碳	≤0.001	摩尔分数/%
二氧化碳	1.000	摩尔分数/%
己烷	≤0.001	摩尔分数/%
异丁烷	0.020	摩尔分数/%
异戊烷	0.010	摩尔分数/%
新戊烷	≤0.001	摩尔分数/%
正丁烷	0.010	摩尔分数/%
正戊烷	≤0.001	摩尔分数/%
氧气	0.240	摩尔分数/%
氮气	3.250	摩尔分数/%
甲烷	94.740	摩尔分数/%

表 B.2 氢气提纯解析气组分示例

组分	数据	单位
H ₂	34	摩尔分数/%
CO	6	摩尔分数/%
CO ₂	49	摩尔分数/%
CH ₄	11	摩尔分数/%