



中华人民共和国机械行业标准

JB/T 14159.1—2022

空气分离设备能效限额 第 1 部分： 外压缩流程设备

Energy efficiency limit of air separation plant—Part 1: Plant of external
compression process

2022-09-30 发布

2023-04-01 实施



中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 符号 2

5 能效计算 3

 5.1 能效计算原则 3

 5.2 能效计算方法 3

6 能效等级规定 4

 6.1 空气分离设备能效的测定 4

 6.2 空气分离设备能效等级 4

7 能效等级评价 4

参考文献 5

前 言

JB/T 14159《空气分离设备能效限额》分为四个部分：

- 第1部分：外压缩流程设备；
- 第2部分：内压缩流程设备；
- 第3部分：液化设备；
- 第4部分：液体设备。

本文件为JB/T 14159的第1部分。

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国气体分离与液化设备标准化技术委员会（SAC/TC 504）归口。

本文件起草单位：杭州杭氧股份有限公司、浙江大学、北京科技大学、中冶京诚工程技术有限公司、杭州杭氧化医工程有限公司、新余新钢气体有限责任公司、马鞍山钢铁股份有限公司气体销售分公司、河钢集团邯钢公司。

本文件主要起草人：王新杰、姚蕾、李玲、邱利民、王立、马国红、管海平、张元秀、吴巧仙、何颖、周宽章、胡炜、姚明、周亮、徐福根、李辉、李耀。

本文件为首次发布。

空气分离设备能效限额 第1部分：外压缩流程设备

1 范围

本文件规定了氧气产品纯度大于或等于 99.6%（体积分数），氮气产品氧含量小于或等于 10^{-5} （体积分数），氩产品氧含量小于或等于 1.5×10^{-6} （体积分数）且氮含量小于或等于 4×10^{-6} （体积分数）的中大型外压缩（包括出冷箱氧气压力在 40 kPa~55 kPa 范围内的自增压氧气外压缩）空气分离设备产品能耗计算方法和单位产品综合能效限额。

本文件适用于采用低温法分离空气制取以氧、氮为主的空气分离产品的外压缩空气分离设备。

注 1：本文件中未注明的压力为表压，单位加后缀“(A)”的为绝压。

注 2：本文件中空气分离产品流量均为标准状态下的气体量，即在 0℃、101.325 kPa (A) 状态下的气体量，单位为立方米每小时 (m³/h)。

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 10606 空气分离设备术语

GB/T 36227 特大型空气分离设备

JB/T 8693—2015 大中型空气分离设备

3 术语和定义

GB/T 10606 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

空气分离产品 **air separation product**

以空气为原料分离制取的氧、氮为主的气体产品，以及液氧、液氮、液氩产品。

3.2

氧气产品当量 **equivalent oxygen product**

单位时间内氧气产品的流量和单位时间内其他产品折算成基准产品后的流量之和。

注：选取空气分离设备生产的氧气产品为基准产品，其他产品如氮气、液氧、液氮等，其流量通过能量消耗相当的原则，折算成该氧气产品的流量。

3.3

空气分离设备总能耗 **total energy consumption of air separation plant**

考核工况下从空气原料进入空气分离设备开始，到空气分离设备生产出符合要求的空气分离产品（以出冷箱产品为准）为止的整个生产过程每小时所需要的输入有功功率，包括空气压缩机组、空气预冷系统、空气纯化系统、膨胀机系统、工艺流程液体泵等的能耗，不包括氧压机、氮压机、冷却水系统、工厂照明系统等的能耗。

3.4

当量单位制氧能耗 **energy consumption of the equivalent unit oxygen**

空气分离设备总能耗与该规格氧气产品当量的比值。

3.5

当量单位制氧能耗基准值 **reference energy consumption of the equivalent unit oxygen**

当前工艺水平条件下，空气分离设备当量单位制氧能耗的典型基准值。

3.6

空气分离设备能效 **energy efficiency rate of air separation plant**

空气分离设备的当量单位制氧能耗与当量单位制氧能耗基准值的比值。

4 符号

下列符号适用于本文件。

EER: 空气分离设备能效。

E_{GO_2} : 当量单位制氧能耗基准值，单位为千瓦时每立方米 ($\text{kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3$)。

e_{GO_2} : 当量单位制氧能耗，单位为千瓦时每立方米 ($\text{kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3$)。

e_{LAr} : 当量单位制液氩能耗，单位为千瓦时每立方米 ($\text{kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3$)。

e_{LN_2} : 当量单位制液氮能耗，单位为千瓦时每立方米 ($\text{kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3$)。

e_{LO_2} : 当量单位制液氧能耗，单位为千瓦时每立方米 ($\text{kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3$)。

e_{PGN} : 当量单位制压力氮气的能耗，单位为千瓦时每立方米 ($\text{kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3$)。

m : 投入的耗能项种类数。

N : 空气分离设备总能耗，单位为千瓦 (kW)。

N_1 : 空气压缩机能耗，单位为千瓦 (kW)。

N_2 : 预冷机组能耗，单位为千瓦 (kW)。

N_3 : 空气预冷系统水泵能耗，单位为千瓦 (kW)。

N_4 : 空气纯化系统再生能耗，单位为千瓦 (kW)。

N_5 : 低温液体泵能耗，单位为千瓦 (kW)。

N_6 : 膨胀机辅机能耗，单位为千瓦 (kW)。

N_r : 加热器再生加热时平均功率，单位为千瓦 (kW)。

T_r : 一个工作周期再生加热时间，单位为小时 (h)。

T : 纯化器一个周期工作时间，单位为小时 (h)。

V_{GO_2} : 空气分离设备基准氧气产品的产量，单位为立方米每小时 (m^3/h)。

V_{LAr} : 液氩折算成标准状态后的流量总和，单位为立方米每小时 (m^3/h)。

V_{LN_2} : 液氮折算成标准状态后的流量总和，单位为立方米每小时 (m^3/h)。

V_{LO_2} : 液氧折算成标准状态后的流量总和，单位为立方米每小时 (m^3/h)。

V_{O_2} : 氧气产品当量，单位为立方米每小时 (m^3/h)。

V_{PGN} : 下塔抽取氮气的产量，单位为立方米每小时 (m^3/h)。

注: 所有产品流量为出冷箱流量。

5 能效计算

5.1 能效计算原则

5.1.1 空气分离产品产量、纯度、电动机功率的测量和计算按 JB/T 8693、GB/T 36227 的规定执行。

5.1.2 空气分离设备总能耗包括以下各项：

- a) 空气压缩机能耗，单位为千瓦 (kW)；
- b) 预冷机组能耗，单位为千瓦 (kW)；
- c) 空气预冷系统水泵能耗，单位为千瓦 (kW)；
- d) 空气纯化系统再生能耗，单位为千瓦 (kW)，按公式 (1) 计算；

$$N_4 = \frac{N_r T_r}{T} \dots\dots\dots (1)$$

注 1：若空气纯化系统采用蒸汽再生加热器，蒸汽能耗折算参见 GB/T 50441—2016。

注 2：加热器功率因数设定为 1。

e) 低温液体泵能耗，不含惰转低温泵能耗，单位为千瓦 (kW)；

f) 膨胀机辅机能耗，单位为千瓦 (kW)。

注 3：以上各项中的压缩机组能耗已含辅机能耗，包括油泵电动机等能耗，但不包括产品压缩机用电消耗。

5.1.3 同一子项中并存多台运行机组，统计时需累加计算；不存在能耗的子项不列入统计范围。

5.1.4 空气分离设备总能耗的测定按 JB/T 8693—2015 中第 7 章的规定进行。

5.2 能效计算方法

5.2.1 空气分离设备总能耗

空气分离设备总能耗按公式 (2) 计算。

$$N = \sum_{i=1}^m N_i \dots\dots\dots (2)$$

5.2.2 氧气产品当量

氧气产品当量按公式 (3) 计算。

$$V_{O_2} = V_{GO_2} + \frac{e_{LO_2}}{e_{GO_2}} V_{LO_2} + \frac{e_{LN_2}}{e_{GO_2}} V_{LN_2} + \frac{e_{LAR}}{e_{GO_2}} V_{LAR} + \frac{e_{PGN}}{e_{GO_2}} V_{PGN} \dots\dots\dots (3)$$

5.2.3 当量单位制氧能耗

当量单位制氧能耗按公式 (4)、公式 (5) 计算。

$$e_{GO_2} = \frac{N}{V_{O_2}} \dots\dots\dots (4)$$

$$e_{GO_2} = \frac{N - V_{LO_2} e_{LO_2} - V_{LN_2} e_{LN_2} - V_{LAR} e_{LAR} - V_{PGN} e_{PGN}}{V_{GO_2}} \dots\dots\dots (5)$$

式中 e_{LO_2} 、 e_{LN_2} 、 e_{LAR} 、 e_{PGN} 的取值见表 1。

表 1

单位为千瓦时每立方米

参数	取值
e_{LO_2}	1.05
e_{LN_2}	0.65
e_{LAr}	0.9
e_{PGN}	0.07

5.2.4 空气分离设备能效

空气分离设备能效按公式 (6) 计算。

$$\text{EER} = \frac{e_{\text{GO}_2}}{E_{\text{GO}_2}} \dots\dots\dots (6)$$

当量单位制氧能耗基准值 E_{GO_2} 见表 2。

表 2

V_{GO_2} m^3/h	$1\,000 \leq V_{\text{GO}_2} < 3\,200$	$3\,200 \leq V_{\text{GO}_2} < 6\,000$	$6\,000 \leq V_{\text{GO}_2} < 10\,000$	$10\,000 \leq V_{\text{GO}_2} < 30\,000$	$30\,000 \leq V_{\text{GO}_2} < 60\,000$	$V_{\text{GO}_2} \geq 60\,000$
E_{GO_2} $\text{kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3$	0.56	0.5	0.45	0.425	0.41	0.4
注 1: 表中数据基于大气压为 101.325 kPa (A), 原料空气透平压缩机吸入口空气温度为 20℃, 相对湿度为 80% 的状态。 注 2: 表中数据基于循环冷却水进水温度为 32℃, 回水温度为 42℃ 的状态。 注 3: 其中自增压当量单位制氧能耗基准值在外压缩当量单位制氧能耗基准值上增加约 0.01 $\text{kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3$ 。						

6 能效等级规定

6.1 空气分离设备能效的测定

统计报告期内的驱动电动机、电加热器和其他耗电设备的能耗, 按实际消耗的有功功率计算, 单位为千瓦 (kW)。

6.2 空气分离设备能效等级

外压缩空气分离设备能效等级按表 3 的规定。

表 3

设备类型	能效等级			
	I	II	III	IV
	EER			
外压缩空气分离设备	$\text{EER} < 0.95$	$0.95 \leq \text{EER} < 1$	$1 \leq \text{EER} < 1.08$	$1.08 \leq \text{EER} < 1.12$

7 能效等级评价

根据外压缩空气分离设备能效等级的分级, 表 3 中能效等级为 I 级、II 级的设备为节能产品。

参 考 文 献

- [1] GB/T 50441—2016 石油化工设计能耗计算标准
-