

ICS 71.100.20

J76

备案号:

JB

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 14159.4—XXXX

空气分离设备能效限额 第4部分：液体设备

Energy efficiency limit of air separation plant — Part 4: Plant of liquid process

(报批稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 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 能效计算	2
5 能效等级	5
6 能效等级评价	5

前 言

JB/T 14159《空气分离设备能效限额》分为以下4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

本部分是JB/T 14159的第4部分。

本部分按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国气体分离与液化设备标准化技术委员会（SAC/TC504）归口。

本部分起草单位：杭州杭氧股份有限公司、北京科技大学、浙江大学、中冶京诚工程技术有限公司、中冶南方工程技术有限公司、南京钢铁联合有限公司制氧厂。

本部分主要起草人：谭芳、王立、邱利民、姚蕾、周宽章、夏鸿雁、吴巧仙、钱吉庆、阚丽丽、何颖、江澜、管海平、马国红、吴小宇、秦海中。

本部分为首次发布。

空气分离设备能效限额 第4部分：液体设备

1 范围

JB/T 14159的本部分规定了氧产品纯度大于或等于99.6%，氮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）的液体设备产品能耗计算方法和单位产品综合能效限额。

本部分适用于当量液体产品产量不小于 $1000 \text{ m}^3/\text{h}$ ，当量液体产品产量不小于当量总产品产量的50%，采用低温法制取液体空气分离产品的液体设备。

注1：本标准中未注明的压力为表压，加后缀“(A)”为绝压。

注2：本标准中空气分离产品流量均为标准状态下的气体量，即在 0°C 、 0.101325 MPa (A) 状态下的气体量，单位为立方米每小时 (m^3/h)。

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，仅所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 10606 空气分离设备术语

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

液体空气分离产品 liquid air separation product

以空气为原料分离制取的液氧、液氮、液氩为主的液体产品。

3.2

液体设备总能耗 total energy consumption of liquid air separation plant

考核工况下每小时从空气为原料进入液体设备开始，到生产出符合要求的空气分离产品（气体产品以出冷箱产品为准，液体产品压力以 0.02 MPa 为基准）为止的整个生产过程所需要的有功功率。

注：包括压缩机机组能耗、空气预冷系统能耗、空气纯化系统能耗、膨胀机系统能耗、工艺流程液体泵能耗等，不包括循环水系统、空冷器系统及其他公用工程辅助系统的能耗。

3.3

液体设备液体总能耗 total energy consumption of liquid product

指考核工况下液体设备总能耗减去气体产品的实际氧气产品当量的能耗。

3.4

当量液体产品产量 equivalent liquid product

选取某一规格的液体产品为基准产品，其他液体产品通过能量消耗相当的原则，将其折算成单位时间内该规格液体产品的体积流量，单位时间内基准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即为当量液体产品产量。

注：本标准以液氧产品为基准产品。

3.5

当量单位制液氧能耗 energy consumption of the equivalent unit liquid

液体设备液体总能耗和液氧液体当量的比值。

3.6

当量单位制液氧能耗基准值 reference energy consumption of the equivalent unit liquid

当前工艺水平条件下，液体设备当量单位制液氧能耗的基准值。

3.7

实际当量单位制液氧能耗 actual energy consumption of the equivalent unit liquid

考核工况下，液体设备当量单位制液氧能耗的实际运行值。

3.8

液体设备能效 energy efficiency rate of liquid air separation plant

液体设备的实际当量单位制液氧能耗与当量单位制液氧能耗基准值的比值。

4 能效计算

4.1 符号

EER ——液体设备能效；

E_{Liq_0} ——当量单位制液氧能耗基准值，单位为千瓦时每立方米 ($\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^3$)；

e_{Liq_0} ——实际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_{O_2} ——二级能效等级的最低当量单位制氧能耗，单位为千瓦时每立方米 ($\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^3$)；

m ——投入的耗能项种类数；

N ——液体空分设备生产总能耗，单位为千瓦 (kW)；

N_1 ——空压机能耗，单位为千瓦 (kW)；

N_2 ——预冷机组能耗，其它形式的制冷设备按制冷量作相应千瓦当量折算，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 ——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_7 ——增压机或循环压缩机能耗，单位为千瓦（kW）；
 N_8 ——膨胀机制动发电机回收功率（取负值），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 ——纯化器一个周期工作时间，单位为小时（h）；
 T_r ——一个工作周期再生加热时间，单位为小时（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（m³/h）；
 V_{LiqO} ——液体空分设备基准液氧产品的产量，单位为立方米每小时（m³/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（m³/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（m³/h）；
 V_{O_2} ——氧气产品当量，单位为立方米每小时（m³/h）。

4.2 能效计算原则

- 4.2.1 液体空气分离产品产量、纯度、电机功率的测量和计算按 JB/T 8693 的规定执行。
- 4.2.2 液体设备总能耗包括以下各项：
- 空压机能耗，单位为千瓦（kW）；
 - 预冷机组能耗，其它形式的制冷设备按制冷量作相应千瓦当量折算，单位为千瓦（kW）；
 - 空气预冷系统水泵能耗，单位为千瓦（kW）；
 - 纯化系统再生能耗，单位为千瓦（kW），按式（1）计算：

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

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

注2：加热器功率因数设定为 1。

- 低温液体泵能耗，单位为千瓦（kW），不含惰转低温泵；
- 膨胀机辅机能耗，单位为千瓦（kW）；
- 增压机或循环压缩机能耗，单位为千瓦（kW）；
- 膨胀机制动发电机回收功率（取负值），单位为千瓦（kW）。

注：若空压机及增压机采用汽轮机驱动，参照机组轴功率计算。以上各项中的压缩机组能耗已含辅机能耗，包括油泵电机等能耗，但不包括汽轮机冷凝系统、产品压缩机及惰转低温泵用电消耗。

- 4.2.3 同一子项中并存多台运行机组，统计时需累加计算；对不存在能耗的子项，则不列入统计范围。
- 4.2.4 液体空分设备能耗的测定按 JB/T 8693-2015 中第 7 章的规定进行。

4.3 能效计算方法

4.3.1 气体产品当量单位制氧能耗

气体产品的实际氧气产品当量单位制氧能耗参考 JB/T 14159.1 和 JB/T 14159.2 的当量单位制氧能耗基准值 $0.95E_{GO_2}$ 。气体产品的氧气产品当量参考 JB/T 14159.1 和 JB/T 14159.2 的氧气产品当量 V_{O_2} 。

4.3.2 液体空分设备基准液氧产品的产量

液氧产品、液氮产品、液氩产品的液体产品当量以 1: 0.65:1.1 计，液体空分设备基准液氧产品的产量按式 (2) 计算：

$$V_{LiqO} = V_{LO_2} + 0.65V_{LN_2} + 1.1V_{LAR} \dots\dots\dots (2)$$

4.3.3 液体空分设备总能耗

液体空分设备总能耗按式 (3) 计算：

$$N = \sum_{i=1}^m N_i \dots\dots\dots (3)$$

4.3.4 实际当量单位制液氧能耗

实际当量单位制液氧能耗按式 (4) 计算：

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

4.3.5 液体设备能效

液体设备能效按式 (5) 计算：

$$EER = \frac{e_{LiqO}}{E_{LiqO}} \dots\dots\dots (5)$$

式中当量单位制液氧能耗基准值 E_{LiqO} 见表 1。

表 1

项目名称	当量液体产品产量 V_{LiqO} (m^3/h)			
	$1000 \leq V_{LiqO} < 3000$	$3000 \leq V_{LiqO} < 10000$	$10000 \leq V_{LiqO} < 30000$	$V_{LiqO} \geq 30000$
当量单位制液氧 能耗基准值 E_{LiqO} ($kW \cdot h/m^3$)	1.16	1.10	1.05	1.02

注1：表中数据基于大气压为0.101325MPa(A)，原料空气透平压缩机吸入口空气温度为20℃，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。

5 能效等级

5.1 液体设备能效的测定

统计报告期内驱动电机、电加热器和其它耗电设备按实际输入的有功功率计算能耗，单位为千瓦(kW)。

5.2 液体设备能效等级

液体设备能效等级按表 2 的规定。

表 2

设备类型	能效(EER)等级			
	I	II	III	IV
液体设备	$EER < 0.95$	$0.95 \leq EER < 1$	$1 \leq EER < 1.08$	$1.08 \leq EER < 1.12$

6 能效等级评价

根据液体设备能效等级的分级，表2中能效等级为 I 级、II 级的设备为节能产品。