

《容积式空气压缩机能效限定值及能效等级》编制说明

（征求意见稿）

一 工作简况

1 任务来源

根据国家标准化委员会公告通知，正式批准立项修订国家标准 GB19153《容积式空气压缩机能效限定值及能效等级》，计划编号为 20160836。标准由合肥通用机电产品检测院有限公司负责起草，行业相关企业单位参加起草。要求 2018 年底完成标准的报批。计划应完成时间 2018 年。

2 主要工作过程

2.1 起草阶段：2017 年 7 月～2018 年 8 月

- a) 为完成此项标准制定任务，2017 年 7 月 21 日在北京召开标准修订启动会，成立起草工作组，确定起草计划日程表和工作分工及会议机制等；
- b) 2017 年 8 月～2018 年 1 月，研究欧美压缩机能效标准指标和相关国内产品能效值信息，并对当前行业状况和技术指标进行调研、数据收集；
- c) 2018 年 1 月 26 日，在北京，标准起草小组及参编单位召开标准修订研讨会，会议介绍了欧美能效标准状况及能效指标设定，初步确定了 GB19153 修订原则及主要内容；
- d) 2018 年 4 月 12 日，在宁波，标准起草小组及参编单位召开标准修订初稿研讨会，会议介绍了国家节能政策对标准能效值的要求、能效标准初稿内容、能效值与欧美能效标准比较，参会人员就初稿提出修订意见，确定下一步工作安排；

标准工作组按照初稿研讨会提出的意见，对标准初稿作了进一步修改、整理，2018 年 5 月形成 GB19153《容积式空气压缩机能效限定值及能效等级》征求意见稿及其编制说明。

3 主要参加单位和工作组成员及其所做的工作等

本标准由合肥通用机电产品检测院有限公司等单位负责起草。

主要成员：孙晓明、鲍洋洋、……。

二 标准编制原则和主要内容

1 标准编制原则

本标准的编写严格按 GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写》给出的规则进行起草。

本标准参数范围力求涵盖目前国内主流产品，能效指标符合国家相关节能政策要求，向欧美、国际主要标准靠拢。

2 标准主要内容

2.1 范围

本标准覆盖产品：

- a) 直联便携式往复式空气压缩机增加 0.2MPa 压力档的能效指标，与产品标准保持一致。
- b) 由于市场基本淘汰了 0.75kW 以下和 90kW 以上的有油活塞空气压缩机，本标准将微型往复式空气压缩机和一般用固定的往复式压缩机合并，设定驱动电机功率范围为 1.1kW~75kW。
固定式半无油活塞式空气压缩机市场已经非常小，每年产值只有约 500 万元，本标准将其排除在范围内。
- c) 全无油往复式空气压缩机的标准范围缩小为驱动电动机功率为 0.55kW~22kW。
- d) 将一般用喷油螺杆、喷油单螺杆、喷油滑片、喷油涡旋空气压缩机指标合并为一般用喷油回转空气压缩机指标，驱动电动机功率为 2.2kW~630kW、额定排气压力为 0.25MPa~1.4 MPa。
- e) 增加驱动电动机功率为 2.2kW~315kW、额定排气压力为 0.25MPa~1.4 MPa 的一般用变速回转空气压缩机能效指标。
- f) 增加驱动电动机功率为 15kW~750kW、额定排气压力为 0.3MPa~1.0 MPa 的一般用干式回转空气压缩机能效指标。

2.2 名词术语

- a) 实际容积流量的表述不准确，修改为机组容积流量。
- b) 修改了机组输入比功率等术语的英文翻译，与国际和欧美标准保持一致。
- c) 增加了液冷压缩机、变速压缩机等定义。

2.3 技术要求

- a) 删除了 T 级指标和节能评价价值；
- b) 增加了空压机的规定工况，与国际标准一致。
- c) 增加了能效指标判定的功率限制和要求。
- d) 两级压缩应当是节能技术的一种，不应单独列出能效指标，故往复式活塞机的能效指标将单级和两级压缩机合并。

2.4 能效指标

欧盟空压机生态设计 LOT31 项目，提出空压机能效标准提案，美国也提出了空压机能效标准方案，均尚未实施。欧美能效指标考核方法采用等熵效率方法，其研究报告认为，相同气量、能效水平相当的空压机的等熵效率在不同压力下是相等（这肯定是错误的，应该是近似、有误差的。根据我们研究，其误差值要大于输功效率的一倍以上），提出以公式形式确定的能效指标要求值。

等熵效率可以作为空压机能效考核方法，但其不是空压机的能源效率，作为能效标准考核方法容易使行业及用户误认为其是空压机的能源效率；等熵效率在不同压力下，能效水平误差较大，对不同压力空压机能效值水平差异比较大；比功率方法为我国能效标准已使用多年，广泛被熟悉和接受，且我国的产品标准等相关标准均采用。因此，本标准继续采用机组输入比功率方法。

根据国家节能政策要求,划分能效等级原则,新能效标准限定值指标 3 级要求淘汰占市场 10~20% 份额的产品,达到 2 级能效指标要求的节能产品占市场份额 20%,达到 1 级能效指标要求的能效领跑者产品占市场份额 5%。

a) 原标准中表 1 有油润滑的直联便携式往复式活塞压缩机的能效等级,对于空压机额定排气压力≤ 0.5MPa 机组输入比功率要求太低,实际测量机组输入比功率远远优于原标准中规定的值。起草小组通过相关试验和对以往的试验数据进行分析比较,发现原标准中额定排气压力为 0.7MPa 一档的机组输入比功率值比较合理,因此本标准中额定排气压力 0.7MPa 一档输入比功率 1、2 级指标与原标准保持一致,3 级指标较原标准 T 级指标提高 0.2,并且以此值为基准来确定额定排气压力 0.2、0.25、0.4、0.5、0.8、1.0MPa 空压机的机组输入比功率指标。方法如下:

$$K = \frac{[k/(k-1)]_{0.8MPa}}{[k/(k-1)]_{0.7MPa}} \times \frac{r_{0.8MPa}^{\frac{k-1}{k}} - 1}{r_{0.7MPa}^{\frac{k-1}{k}} - 1}$$

先通过公式计算出绝热功率系数,然后乘以额定排气压力为 0.7MPa 的输入比功率值,同时根据以往的测试数据,考虑到不同压力的容积效率不同再乘以一定的修正系数,即得出相同驱动电动机输入功率不同额定排气压力下的输入比功率值。具体计算和修正值见下表:

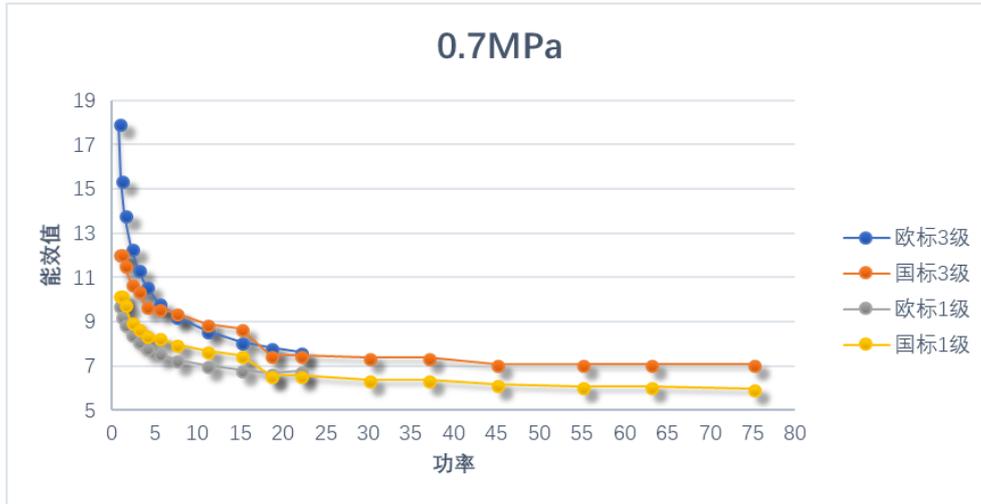
有油机	机组输入比功率计算值 kW/ (m ³ /min)						
	额定排气压力 (MPa)						
驱动电动机额定功率 (kW)	1.0	0.8	0.7	0.5	0.4	0.25	0.2
绝热功率比	1.1266	1.0764	基准	0.8239	0.8733	0.7372	0.8568
绝热功率比概念	1.0/0.8	0.8/0.7		0.5/0.7	0.4/0.5	0.25/0.4	0.25/0.2
修正系数	1.03	1.01		0.95	0.97	0.94	0.97

由于欧盟标准 0.12m³/min 以下(对应功率约为 1.5kW)统计指标包含了我国产品标准中的微型机和直联机的综合指标,综合指标与微型机或直联机指标均出入较大,新标准修订不作参考。

b) 原标准表 2 无油润滑的直联便携式往复式活塞压缩机存在和表 1 相同的问题,修正方法和修正系数与有油机相同。见上表。

无油直联机原标准中指标通过统计发现能效达到 1 级的样机比例较高,因此本次修订以 0.7MPa 为基准,将 1 级指标提高 5%。

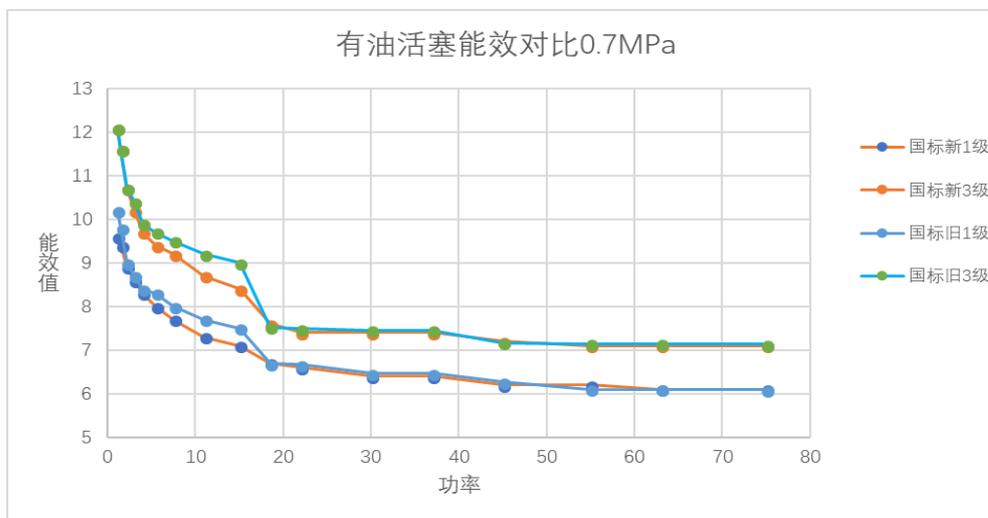
c) 修订后标准表 3 变更为一般用有油活塞空气压缩机,指标修订参考欧盟标准,并考虑了欧盟标准的允差。其中 3 级指标对比欧盟标准合格指标,1 级指标对比欧盟标准最优指标。



由该图可以看出，原标准 3 级指标 7.5~15kW 比欧盟标准要差，原标准 1 级指标普遍比欧盟标准要差。新标准修订以 0.7MPa 为基准，充分考虑以上两点，并协调不同功率档、压力档及能效等级之间的关系，重新调整并提高了整体指标水平。

原标准 18.5~75kW 指标包含两位小数，未保证标准协调性，新标准修订时去除最后 1 位小数，并做适当调整。其中 55kW 档指标不分单双作用，并根据行业调研情况以及产品备案情况，删除了原标准水冷有油和水冷无油的指标。

调整后的新旧指标对比如下图：



d) 原标准全无油润滑往复式空气压缩机，通过近 5 年生产许可证抽样检验的数据统计，其 1、2、3 级指标较为合理。为促进该产品未来能效水平的提升，压力 0.8MPa 以下能效指标，分别提高 0.1~0.2，（即数值减小 0.1~0.2）1.0MPa 以上指标按两级压缩指标合并。

修改了原标准 18.5kW、1.0MPa 档风冷 1、2 级指标的错误。

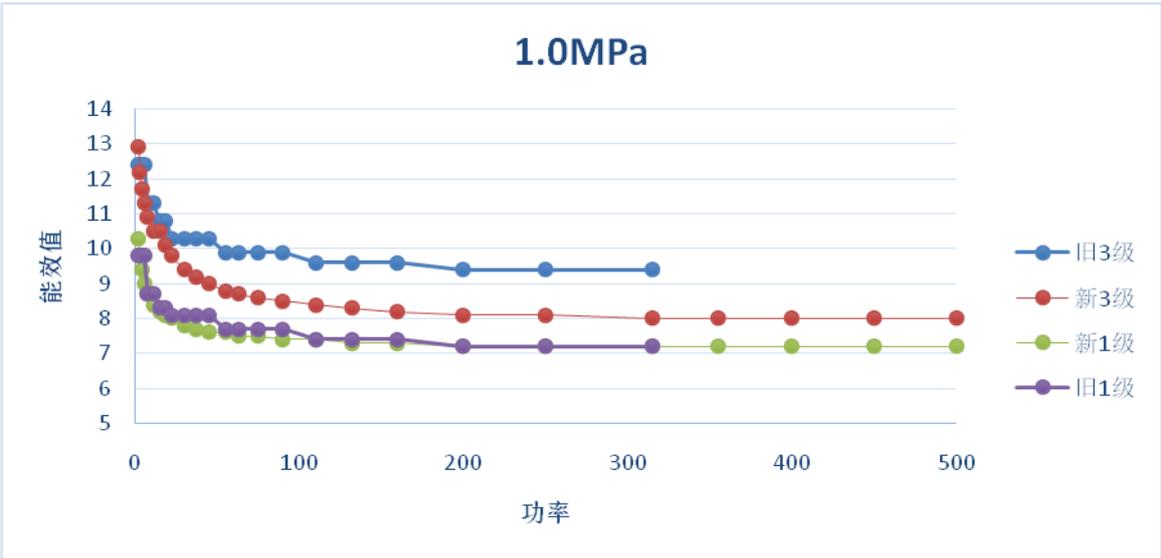
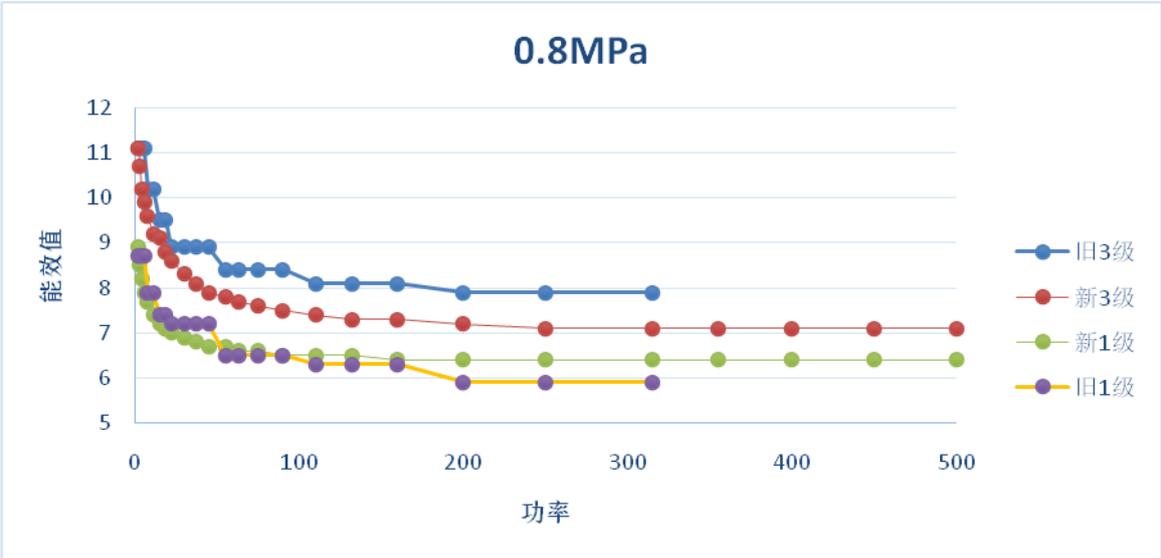
e) 原标准将回转式空压机的一般用喷油螺杆、喷油单螺杆，一般用与喷油滑片能效值要求分为两张表，能效值也不同。这些回转式空压机用途是一样的，欧美标准对回转式空压机能效是统一要求的。因此，本标准将一般用喷油螺杆、喷油单螺杆、喷油滑片、喷油涡旋空气压缩机等回转式空压机能效要求合并为一般用喷油回转空气压缩机指标。

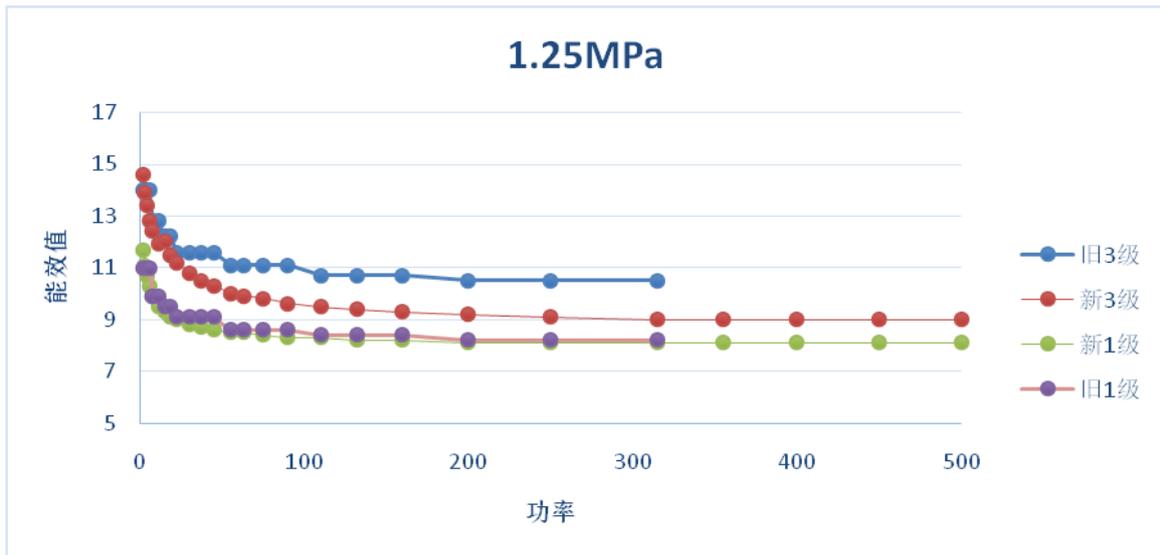
f) 2009 版能效标准的螺杆、单螺杆和滑片式没有 0.3MPa 压力档能效指标，2014 版螺杆空压机产品标准已增设这一压力档，现在节能需求，已广泛应用低压空压机，本标准增设 0.3MPa 压力档能效指标，能效指标要求与 0.7MPa 指标值的输功效率水平相当。

g) 欧美已经制定了一般用喷油回转空气压缩机能效标准提案，能效限定值比我国的能效指标 3 级要求高，实际要求接近我国 2 级指标要求。美国标准的能效限定值比欧盟的能效指标值，气量大于 3m³/min 低 2.7%~5%，气量 3 ~0.3 m³/min 低 5%~10%。根据检测和能效标识备案数据情况，确定本标准回转式空压机能效指标与美国标准要求相当。

本标准确定回转空压机：1 级要求与欧盟研究报告中能效最佳水平相当；确定 3 级要求与美国能效指标要求相当，因欧盟能效指标方法，小于 11kW 限定值要求与最佳水平差异过大，本标准在设定 11kW 以下空压机 1 级机组输入比功率比 3 级指标值小 20%。本标准确定的能效水平：1 级机组输入比功率比 3 级指标值小 9%~20%。

下图为新旧能效指标机组比功率值比较：





h) 欧美空压机能效标准提出变转速回转式空压机能效要求，国内已有产品行标 JB/T 10972-2010《一般用变频喷油螺杆空气压缩机》，变频空压机是压缩空气系统节能广泛应用的产品，国内市场销量很大。因此，本标准提出变转速回转式空压机能效指标。

本标准确定变转速回转空压机：1级要求与欧盟报告中能效最佳水平相当；确定3级要求与美国能效指标要求相当，因欧盟能效指标方法，小于18.5kW限定值要求与最佳水平差异过大，本标准在设定18.5kW以下空压机1级机组输入比功率比3级指标值小23%。本标准确定的能效水平：1级比3级组输入比功率值小10%~23%。

i) 欧盟空压机生态设计 LOT31 项目，对无油空压机将提出节能要求，报告正在起草中；我国早有干螺杆空压机产品标准，目前正在修订中。因此，本标准提出干式回转空压机能效指标要求，能效指标值与产品标准要求统一，本标准的指标值一同征求意见。

2.5 试验方法

a) 增加了试验机组吸气温度的范围要求，吸气温度范围为5~40℃。

b) 增加了机组输入比功率的吸气温度修正，根据相关试验数据，给出修正系数 K_{14} ，公式为：

$$K_{14} = \sqrt{T_x/293.2}$$

机组输入比功率计算公式为：
$$e_v = K_{14} * \frac{P}{q_v}$$

c) 规定工况下的机组输入功率应按下式计算：
$$P_C = \frac{e_v}{q_v}$$

d) 增加了变速回转压缩机的机组输入比功率计算方法，并规定了不同容积流量百分比的权重，权重系数与欧盟标准一致。

占满负荷运转时机组容积流量的百分比	权重系数
100%	25%
70%	50%
40%	25%

2.6 附录：机组输入比功率与等熵效率和输功效率换算公式

由于欧美空压机能效标准采用等熵效率方法；GB/T16665-2017《空气压缩机组及供气系统节能监测》提出输功效率作为空压机的能源转换效率，其也将被采用作为压缩空气站考核能效指标方法。因此，这两种方法指标将被经常用到。本标准在附录中，给出机组输入比功率与等熵效率和输功效率换算公式。

三、主要试验（或验证）情况分析

修订标准根据试验数据提出了机组输入比功率的吸气温度修正系数和公式，并通过相关试验数据进行验证，以下是其中 2 台不同结构、压力、功率样机的机组输入比功率修正前后与标准工况相对偏差的对比。

1 号样机			2 号样机		
吸气温度	修正前相对偏差	修正后相对偏差	吸气温度	修正前相对偏差	修正后相对偏差
19.93	-0.41	-0.18	22.61	-0.42	0.06
22.53	-0.76	-0.09	25.19	-1.21	0.43
25.36	-0.82	0.33	27.87	-1.74	0.07
28.26	-0.98	0.65	30.09	-1.93	-0.03
29.98	-1.25	0.66	33.61	-2.70	0.15
32.22	-1.44	0.84	35.62	-3.19	-0.07
35.04	-2.30	0.42	39.17	-4.09	-0.24

由该表可以看出修正后的机组输入比功率相对偏差远小于修正前的相对偏差。

四、标准中涉及专利的情况

本标准不涉及专利问题。

五、预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

新标准的实施，能够较大幅度地提高能效指标，淘汰一部分能耗大的产品，为国家节约大量的能源，实现国家的节能减排目标做出巨大的贡献；可以进一步促进空压机产业结构的调整与优化升级，能够进一步规范行业恶性竞争的市场、促进行业的健康发展、提高空压机的制造水平；具有巨大的经济效益和社会效益，推广应用前景广阔。

六、与国际、国外对比情况

本标准参考欧盟 LOT31 《生态设计规定 一般用空气压缩机要求》（草案）（ Possible requirements for compressors for standard air applications DRAFT ECODESIGN REGULATION ）

美国：《空气压缩机节能标准》（ Energy Conservation Program: Energy Conservation Standards for Air Compressors ）（建议法规）

《压缩机试验程序》（ Test Procedures for Compressors; Final rule ）（建议法规）

本标准水平为国际先进水平。

七、在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及标准，特别是强制性标准的协调性

八、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

九、标准性质的建议说明

本标准的性质为强制性国家标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议

建议本标准发布 6 个月后实施。

十一、废止现行相关标准的建议

无。

十二、其他应予说明的事项

无。