

《一般用压缩空气一体装置》编制说明

（征求意见稿）

一 工作简况

1 任务来源

本项目根据工业和信息化部行业标准制修订计划（工信厅科函〔2022〕312 号文），计划编号：2022-1921T-JB，项目名称“一般用压缩空气一体装置”进行修订，主要起草单位：合肥通用机电产品检测院有限公司、上海斯可络压缩机有限公司、复盛实业（上海）有限公司、厦门东亚机械工业股份有限公司，计划项目周期 24 个月。

2 主要工作过程

2.1 预研阶段：2022 年 6 月～2022 年 10 月

压缩空气是现代工业四大动力之一，广泛应用于机械、石化、矿山冶金、水泥、电力、纺织、医疗、食品等国民经济各领域，80%以上的工厂使用压缩空气。压缩空气作为动力，具有方便、较安全和环保的特点，随着工业自动化程度提高，越来越多的设备需要压缩空气作为动力。压缩空气一体装置，安放在工厂各用气设备和生产流程旁，就近生产压缩空气供给，适用于小、中气量供给。优点是就近满足设备特别需求，压损小，布置灵活，自动化程度高，适应负荷变化快速，用户购置使用方便。是空压机及相关产品发展而新兴起的系统集成一体化装置产品，受到大量小型企业和小气量设备用户的欢迎，市场发展很快，前景非常可观。

预研工作组深入研究了一般用压缩空气一体装置的发展现状和未来的发展趋势，先后在苏州、上海、杭州、宁波、佛山、泉州、厦门等地走访了该类产品的生产企业，广泛调研了一般用压缩空气一体装置当前的结构类型、应用场景、性能指标、能效水平、试验方法等情况。根据调研的结果，预研工作组编制了《一般用压缩空气一体装置 调研表》，通过走访、电子邮件调研的方式与行业企业进行沟通。前期预研工作为标准制定时标准范围、指标和试验方法确定等提供了广泛而详实的基础。

2.2 起草阶段：2023 年 1 月～2023 年 7 月

- a) 2022 年 12 月，标准计划下达后即成立了标准起草工作组，确定起草计划日程表和工作分工等；
- b) 2023 年 1 月～2 月，收集相关国内外产品信息，并对当前行业状况和技术指标进行详细摸底；
- c) 2023 年 2 月～2023 年 4 月，起草工作组在中山、佛山、广州、惠州、宁波、杭州、上海、泉州、厦门进行了实地调研，同时也通过线上交流的方式与部分企业进行讨论，了解了各企业压缩空气一体装置的生产情况，收集了相关性能参数的实测数据，商讨了标准的基本框架，确定了主要技术要求的条款内容。
- d) 2023 年 1 月～2023 年 5 月，起草工作组在实地走访、邮件调研、线上讨论的基础上，总结企业反馈的建议、分析整理数据，确定了标准修订的原则、内容及基本框架，同时搭建试验台架对部分机型指标进行验证。2 月 22 日，压标委秘书处在上海组织行业召开了标准起草协调会，对标准的初稿进行了讨论，共计 10 家企业参加。

e) 根据起草协调会的意见及后续的调研、测试,起草工作组对标准初稿进行了细化和修改,于2023年8月15日完成了JB/T《一般用压缩空气一体装置》征求意见稿及编制说明。

2.3 征求意见阶段:

2.3 审查阶段:

2.4 报批阶段:

3 主要参加单位和工作组成员及其所做的工作等

所做工作:

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 1.1-2020《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。

——本标准范围力求涵盖目前国内主流产品并考虑未来产品的发展方向。

——标准制定时,综合考虑生产企业的能力和用户的利益,主要技术性能指标力求反映行业现有的先进水平,并体现国家对产品节能的要求。

——方便标准的使用和实际考核的可操作性。

2 标准主要内容

2.1 标准范围

本文件界定了一般用压缩空气一体装置的术语和定义,规定了型号、基本参数、技术要求,描述了相应的试验方法,规定了检验规则、标志、包装和贮存。

本文件适用于输入功率为1.5 kW~355 kW 电力驱动的、额定供气压力为0.3 MPa~1.6 MPa的压缩空气一体装置的制造。

其他压力的一般用压缩空气一体装置的制造可参照执行。

2.2 主要技术内容

2.2.1 范围

压缩空气一体装置作为一种便捷的就近提供高品质压缩空气的产品,近年发展迅速。通过行业调研,该类产品主要作为一般动力用,故供气压力设定为0.3 MPa~1.6 MPa的一般动力用压缩空气的压力范围。考虑该类产品实际应用场景以及应用便捷的优点,对产品尺寸、用电电压等有一定限制,因此将电力驱动功率范围设定为1.5 kW~355 kW,能够覆盖现有主流产品。

某些特殊用途压力、或者大功率产品的制造可以参照本标准执行。

2.2.2 术语、定义

压缩空气一体装置为新兴的多系统集成产品,本标准给出了压缩空气一体装置的定义。

2.2.3 型号

由于压缩空气一体装置生产企业众多,内部结构组合多样,产品参数较多,标准参照JB/T 2589《容

积式压缩机 型号编制方法》的要求，利用产品中压缩机结构、压缩空气品质等关键信息给出了型号编制方法，从而规范行业对该类产品型号的统一编制，避免生产厂家随意编制，同时也方便用户的选型。

2.2.5 技术要求

1) 规定工况

为保证产品性能等指标具有可比性，让不同产品在相同的条件下进行检测、考核和比较，本标准规定了一体装置的规定工况，主要包括：吸气压力、温度和湿度、排气压力、转速等，并按照动力用压缩空气常用压力给出了额定供气压力点，作为考核工况之一。

2) 容积流量

对于一体装置在规定工况下的容积流量，规定应不小于公称容积流量的 95%，与行业标准保持一致。

3) 能效指标方法——输功效率

一体装置是压缩机、干燥器、过滤器、控制系统等集成的系统，涉及参数多，能量流复杂。输功效率能够更直观地反映系统的能源转换效率，因此本标准采用输功效率作为一体装置的能效指标。考虑到影响输功效率的主要因素，按照驱动电机规模、压力、冷却方式、压缩空气露点等级和含油参数纳入能效分等因素，综合分析配用压缩机、干燥器、过滤器等效率和匹配，给出了能效指标和等级。

一体装置中可能用的冷却水的设备包括空压机和干燥器，考虑到配用干燥器冷却水用量通常为空压机的 10%，且通常只有水冷压缩机+水冷干燥器、水冷压缩机+风冷干燥器、风冷压缩机+风冷干燥器几种组合配置，因此输功效率中水冷指标，指空压机为水冷时的指标。

4) 能效值和等级

一体装置和压缩空气站同样生产成品压缩空气，很容易将一体装置能效与压缩空气站能效等级对标。因此，为引领一体装置向高效发展，本标准设立了能效等级，将标准分为 3 级，其中 1 级能效最优。

一体装置能耗，主要由空气压缩机、干燥器、过滤器和管网的能耗、损失组成。一体装置主要配置变频空气压缩机，因此，引用一体装置能效的空气压缩机能效值为变频空气压缩机的能效值。

a) 本标准能效指最低要求 3 级能效。我国对节能要求越来越高，空气压缩机能效标准 GB19153 已经实施近 4 年，到本标准实施时可能会 5 年以上，那时可能会又修订，因此本标准将一体装置的 3 级能效指标要求水平高于空气压缩机和干燥器的最低要求，主要体现在设定能效值时，能效值设定由变频空气压缩机 3 级能效值与干燥器能效值综合，不考虑过滤器、管网等压力损失。10 立方以下干燥器按照无热式，10 立方以上干燥器按照零气耗鼓风加热式。

b) 一体装置的能效最优 1 级能效，综合变频空气压缩机 1 级能效和节能型干燥器能效值，10 立方吸附式干燥器为压缩热再生零气耗型。

c) 一体装置的能效 2 级能效值为 3 级能效输功效率值加上 1 级与 3 级输功效率值差的 60%。

d) 干燥露点对一体装置能效值影响很大，本标准按照湿度等级分别设定能效指标。因为湿度 5、6 级对能效影响差异很小，因此将两个湿度等级统一要求。

- e) 含油等级不同对一体装置能效由一定影响，本标准将含油优于 1 级定为无油级，能效高于无油级。
- f) 固体颗粒等级对一体装置能效影响很小，本标准对其等级影响不考虑。

5) 噪声

和压缩机其他产品标准一致，采用了噪声声功率级作为噪声评价指标。考虑到一体装置通常在车间、用气点等位置就近安装，与一般空压机通常安装在独立的站房相比，其噪声可能对操作者等产生更大的噪声污染，因此本标准设定了较为严格的噪声指标，并规定驱动功率大于 110kW 的一体装置必须采用全罩式。

6) 安全要求

一体装置中主要设备是空压机和干燥器，压缩机应遵循 GB 22207《容积式空气压缩机 安全要求》的规定，干燥器主要的安全项目为电气安全，应遵循 GB/T 5226.1《机械电气安全 机械电气设备 第 1 部份：通用技术条件》以及 JB/T 11176、JB/T 11177 的规定。

7) 变频器和驱动电动机要求

对变频器部分指标提出要求如下：

——明确了额定值、抗干扰性、正常使用条件、过载情况、浪涌承受能力、稳定性、保护、交流电源接地、自身效率和试验等性能应符合 GB/T 12668.1、GB/T 12668.2、GB/T 12668.4 的规定；

——电磁兼容性应符合 GB 12668.3 的规定；

——绿色设计时能效要求应符合 GB/T 12668.901、GB/T 12668.902 的规定。

——明确了直流电抗器的配置，变频器自身效率和功率因数要求。对于额定功率 30kW 以上的变频器宜配有直流电抗器，是目前行业的通常做法，加装直流电抗器的变频器，应有明确的效率和输入功率要求，也是对能效要求的响应。

——明确了短时过载能力。在温度较低时润滑油的粘度较高，变频螺杆空压机启动转矩会高于通常情况，短时过载能力尤其是反时限运行能力的保证，会大大降低启动过流和启动过载故障的出现频率。

——规定工况下主要易损易耗件（风扇、电解电容）的寿命。常规应用场合（40℃环境温度、海拔 1000 米以下、80%综合负载且 24h 连续运行情况下）易损易耗件的性能衰减对变频器的寿命和可靠性会产生直接影响。风扇是变频器宜发生故障的主要部件，其是否正常工作直接决定了变频器的热负荷能否达到平衡；电解电容的有效容量直接决定变频器的实际输出能力，而且更换的电解电容如处理不当会对环境造成污染，操作过程更是需要变频器厂家专业指导，以体现绿色环保的理念。

——增加了数据交互的要求。该要求便于功能扩展和信息化数字化提升，增加了压力、温度等热力性能参数读取和通讯功能约定。考虑到部分产品控制器不具备读取相关参数的功能，且用于压缩机的变频器均具备较为丰富的通讯协议和寄存器空间，故对变频器做了相关要求。该部分侧重于对压缩空气站智能控制、数字化管理的技术准备，为将来越来越多的发展性需求提供必要的技术支持。

按照电机类型（异步电机、常规永磁同步电机、定制永磁同步电机）在性能要求、绝缘等级、能效、

选型等方面进行要求和规范。

8) 自动保护装置

一体装置为多设备集成，系统较为复杂，提高了自动保护要求，规定了至少有供气压力、排气压力超限保护，空气压缩机排温超限，变频系统故障，电动机过载/温度超限等报警及自动保护装置。

9) 空气滤清（过滤）器

空气滤清（过滤）器的长期使用压降变化、过滤效果对空压机的能效有较大影响，增加了空气滤清（过滤）器应符合 GB/T 14295 规定的要求，从而规范设计制造的选型。

10) 质保要求

对一体装置的质保时间做了统一、明确的规定，与行业其他产品标准保持一致，规范了产品的质量。

2.2.6 试验方法

1) 性能试验方法及仪表精度等要求按照 GB/T 3853 和 GB/T 15487 的规定。

2) 规定了输功效率的测试工况、测试和计算方法，计算公式与 GB/T16665-2017 提出的计算公式一致。

$$\eta = 16.67 \times \frac{G}{E} \times \frac{p_x \times \ln[(p_z + p_x)/p_x]}{60} \times 100\%$$

3) 规定了变容量一体装置的测量点为满负荷以及中间流量，最终输功效率的加权方法。

$$\eta = \eta_f \times 0.5 + \eta_m \times 0.5$$

4) 给出了吸气温度偏离工况的修正方法。

5) 规定了一体装置出口压缩空气品质的测量应按照 GB/T13277 系列标准的规定。

2.2.7 检验规则

1) 检验类型：按照行业其他产品标准管理设置为型式检验和出厂检验。在型式检验中规定了试制、结构工艺变化、长期停产回复生产、正常生产的定期检查等情况一体装置型式检验要求。通过该要求，起到原抽样检验的目的，用以保证不同情况下的产品性能稳定性。

2) 规定了型式检验的测试范围、测试时间、和测试项目以及按照一定采样率进行变容量检验的要求。

测试范围及测试时间方面，对变流量一体装置规定了从额定流量到小流量范围的延续运行时间要求。在每个工况点不少于 100h 的前提下，从产品实际运行的角度推荐按照 0.25:0.5:0.25 的比例分配时长。从产品应用实际和不同型式试验目的分别规定了型式试验要求，使型式试验的检验和验证效果充分发挥。

测试项目方面，将容积流量、转速、振动、气体的压力、温度和输功效率指标考核点统一为满载流量和中间流量二点。这样的要求不仅是为了与试验方法及产品的特性相统一，更可以确保在满载流量到中间流量的范围内的性能表现。

3) 规定了出厂检验的延续运行时长及检验项目。

既保证了产品的出厂必要的可靠性等检查，也保证了产品的关键性能能够符合标准要求。

2.2.8 标志、包装和贮存

规定了一体装置铭牌的标注内容、产品的包装和贮存的要求。

3 解决的主要问题

一体装置包含了空气压缩及净化的完整生产流程，可便捷地安放在各用气设备和生产流程旁，或只需要中、小气量的场所，就近生产压缩空气，实现分散供气。近年该类一体装置发展迅速，受到大量小型企业和小气量设备用户的欢迎，市场前景非常可观。但现有的产品标准都是针对空压机、干燥器、过滤器或气水分离器的单一考核，各类设备考核的规定工况条件也不相同，无法实现对集成后一体装置的性能考核；同时由于一体装置多放置在车间内，靠近人员和用气设备，需要在安全、防护等方面提出更加全面和严格要求，噪声和振动指标也与空压机单机的要求不同，应综合考虑空压机、净化设备等多设备的综合影响。

标准制定将规定一体装置的规定工况，以便对不同的产品在相同的条件下进行考核和统一比较之用；提出严于空压机标准的噪声指标，加强对人员健康的保护；提出更加明确、严格的电气、压力管道等安全要求；规定智能控制应具备的功能，以适应用户不稳定需求的特性；给出一体装置整机能效指标和等级，实现单体节能向全流程、系统节能的转变。

标准的制定将规范此类产品按统一的标准进行生产制造和检验，推动产品质量提升；规范产品各项指标从而更好地满足用户与市场认证需要。本标准的实施有利于促进一体装置整体能效水平的提高，适应国家对重点用能设备节能减排的要求，实现降低用户使用能耗、提高系统能源利用效率、促进系统优化升级。

三 主要试验（或验证）情况分析

标准修订时搜集了国内空气压缩机、压缩空气干燥器、一体装置的相关资料，调研了有关企业相应的产品技术参数，并对这些数据进行统计及分析比较，并依据参考压缩机和干燥器相应产品标准中能效指标的要求进行推算，通过选取典型样机做性能实测进行验证，在此基础上最终确定了输功效率等主要技术指标等内容。表1中列出了起草工作组实测的部分空压机性能数据，通过实测数据可见，标准规定的技术参数和要求科学合理、切实可行。

表1 输功效率测试数据

产品序号	额定排气压力 (MPa)	空压机额定功率 (kW)	冷却方式	压缩机型式	干燥器型式	是否满足标准要求	实测输功效率	输功效率规定值	是否满足标准要求
1	0.7	160	风冷	喷油螺杆	冷干机	是	59.3%	56.8/53.0/44.9	1级
2	0.8	30	风冷	喷油螺杆	冷干机	是	55.9%	49.0/45.7/40.8	1级
3	0.8	90	风冷	喷油螺杆	冷干机	是	58.9%	54.6/51.0/45.5	1级
4	0.75	37	风冷	喷油螺杆	冷干机	是	56.9%	/	/
5	0.8	22	风冷	喷油螺杆	冷干机	是	55.6%	47.9/44.7/39.9	1级

产品序号	额定排气压力 (MPa)	空压机 额定功率(kW)	冷却方式	压缩机型式	干燥器型式	是否满足标准要求	实测输效率率	输效率规定值	是否满足标准要求
6	0.8	90	风冷	喷油螺杆	冷干机	是	58.5%	54.6/51.0/ 45.5	1级
7	0.7	90	风冷	喷油螺杆	冷干机	是	56.7%	55.3/51.6/ 46.1	1级
8	0.7	90	风冷	喷油螺杆	冷干机	是	55.6%	55.3/51.6/ 46.1	1级
9	0.7	250	风冷	喷油螺杆	冷干机	是	58.5%	57.6/53.8/ 48.0	1级

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

标准的制定将规范此类产品按统一的标准进行设计、制造和检验，推动产品质量提升；规范产品各项指标从而更好地满足用户与市场认证需要，引导该类产品有序、健康、快速的发展。本标准的实施有利于促进一体装置整体能效水平的提高，适应国家对重点用能设备节能减排的要求，实现降低用户使用能耗、提高系统能源利用效率、促进系统优化升级。

六、与国际、国外对比情况

本标准没有采用国际标准。

本标准修订过程中未查到同类国际、国外标准。

本标准修订过程中未测试国外的样品、样机。

本标准水平为国内先进水平。

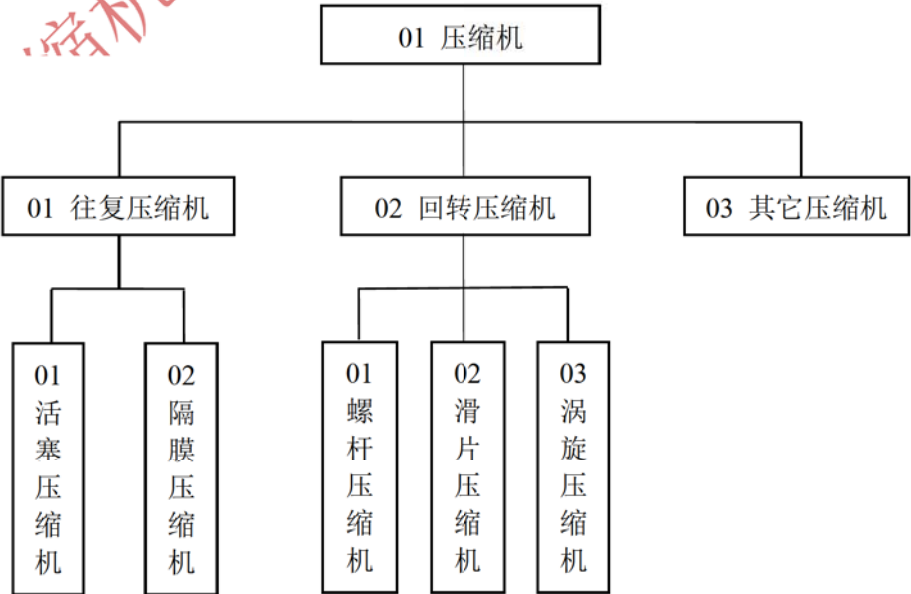
七、在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及标准，特别是强制性标准的协调性

本专业领域的标准体系框架如图。

大类：

小类：

系列：



本标准属于压缩标准体系“其它压缩机”小类。

本标准与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是与强制性标准协调一致。

例举如下：

1) 与 GB 22207《容积式空气压缩机 安全要求》协调一致

GB 22207《容积式空气压缩机 安全要求》现已被各类空压机产品标准所引用，并成为空压机产品安全认证的评判依据，故本标准 5.17 条中明确一体装置的安全要求应符合 GB 22207 的规定。安全要求的提出，使得本标准遵循了 GB 22207 强制性标准的规定。

2) 与 GB/T 3853-2017《容积式压缩机 验收试验》及其他产品标准协调一致

本标准的规定工况采用了与 GB/T 3853-2017《容积式压缩机 验收试验》及其他产品标准确定的规定工况，如吸气温度为 20℃，吸气压力 0.1MPa，水冷机冷却水进水温度等，保证了不同类型的产品可以在相同的工况条件下进行考核和比较。

因此本标准 5.9 条规定工况要求与 GB/T 3853-2017 的附录 F 协调一致。

3) 与 GB/T 7777-2021《容积式压缩机机械振动测量与评价》协调一致

GB/T 7777-2021《容积式压缩机机械振动测量与评价》中规定了容积式压缩机振动烈度测量方法和评价指标，故本标准中振动烈度指标直接采用 GB/T 7777 的要求。

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

建议本标准的性质为推荐性行业标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议

建议本标准批准发布 6 个月后实施。在标准批准发布后，以标委会为主体，利用专题宣贯会、行业论坛等会议进行宣贯；制作宣传讲解视频在网上向社会大众宣传。在标准实施过程中如发现问题，将及时修改或修订标准。

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。