



中华人民共和国国家标准

GB/T ×××××—××××

气动元件节能使用指南

Guidelines for energy saving use of pneumatic components

（征求意见稿）

××××—××—××发布

××××—××—××实施

国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会

发布

目 次

前 言 2

气动元件节能使用指南 3

1 范围 3

2 规范性引用文件 3

3 术语和定义 3

4 一般原则 3

5 气源端的节能要求 4

6 输送端的节能要求 4

7 用气端的节能要求 4

 7.1 供气调节 4

 7.2 用气设备 5

8 运行维护的节能要求 6

 8.1 泄漏检测与防治 6

 8.2 运行管理与维护 6

9 节能评价与考核 6

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。

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。

本文件由全国能源基础与管理标准化技术委员会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

气动元件节能使用指南

1 范围

本文件规定了压缩空气系统压缩空气使用的一般原则，气源端、输送端、用气端、运行维护的节能要求，以及压缩空气系统的节能评价与考核。

本文件适用于用能单位针对压缩空气系统开展压缩空气使用的节能管理与评价工作。

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 13277.1 压缩空气 第1部分：污染物净化等级

GB/T 16665 空气压缩机组及供气系统节能监测

GB 19153 容积式空气压缩机能效限定值及能效等级

GB/T 30833 气压传动 设备消耗的可压缩流体 压缩空气功率的表示及测量

GB/T 38182 压缩空气 能效 评估

3 术语和定义

GB/T 30833和GB/T 38182界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

压缩空气系统 compressed air systems

由部件组集成的一个子系统群，包括空气压缩机、储气罐、净化设备、控制装置、管道系统、气动工具、气动的动力机械和使用压缩空气的工艺流程。

[来源：GB/T 38182-2019，3.1.6]

3.2

气动功率 pneumatic power

压缩空气在单位时间内将气动有效能完全转换所做的机械功。

注：气动有效能是指在大气环境条件下压缩空气理论上能够输出的最大机械能，它是一个以大气温度和压力状态为基准的相对量。

[来源：GB/T 30833-2014，3.4，有修改]

4 一般原则

4.1 压缩空气系统节能改进应在不影响生产活动安全和生产工艺质量的前提下进行。

4.2 压缩空气系统应遵循节能、增效、环保的理念，覆盖从气源端、输送端到使用端的全过程，通过系统合理设计并加强运行管理，实现能效全面提升。

4.3 压缩空气系统中的元件、设备性能应综合考虑其结构形式、制造材质、安装方式、更换要求等方面，促进用能气效率提升，减少能量损耗。

5 气源端的节能要求

5.1 压缩空气站的位置宜设在压缩空气使用负荷中心，气源设备和气源处理元件、设备的选择应符合生产需要，使用者应依据应用设计参数合理选用符合相关安全、能效及性能标准要求的产品设备。

5.2 空气压缩机宜选用符合 GB 19153 等相关能效标准 2 级及以上的高效产品，不应选用国家或行业明令淘汰的产品。

5.3 空气压缩机空气输入和输出应保障畅通，且进气口应处于温度较低且干燥的区域，减少过滤器堵塞造成压缩空气压力损失，避免因空气温度升高而导致空气压缩机能效下降。

5.4 压缩空气站应配置自动控制系统，使空气压缩机组负载调整与空气压缩机变频控制相结合，实现压缩空气压力、流量和质量的供需实时平衡，有效降低机组能耗。

5.5 针对空气压缩机组运行产生的余热应依据 GB/T 16665 相关要求，设置回收系统并加以利用。

6 输送端的节能要求

6.1 压缩空气的输送管路应依据生产工艺需要科学设计，合理布置供气管道的走向、长度、直径等，避免管道过长、内径过小等导致压力损失过大。

6.2 压缩空气输送管路的连接处应避免接头弯曲以及接头处压力损失过大，避免采用内部具有变径的管接头，可选择低压损、长寿命的快插接头等方式。

6.3 压缩空气输送管道的材料对压力损失的影响应纳入考虑，金属管道的压力损失小于非金属管道。

6.4 压缩空气输送管路上阀件设置对压力损失的影响应纳入考虑。

6.5 供气管道的过滤器应定期保养，防止滤芯堵塞，增大压力损失。

7 用气端的节能要求

7.1 供气调节

7.1.1 供气压力调节应遵循适压适量的原则，在满足工艺要求条件下应按照功能需求，合理设定管道压力参数，适当降低入口压力，减少耗气量。

7.1.2 当存在多种用气压力需求，且不同用气位置压力需求存在差异时，宜采用整体低压、局部增压的供气策略，具体包括：

- a) 低压用气量不大时，根据高压用气压力设计供气压力，在低压用气处采用减压阀降压供气；
- b) 高压用气量不大时，根据低压用气压力设计供气压力，在高压用气处采用增压阀增压供气；
- c) 高低用气量相当时，将空气压缩机群按压力分成多组，每组根据需求供应符合用气压力的压缩空气。

7.1.3 减压阀前不宜使用换向阀，避免进气端压力波动引起阀芯磨损。当减压阀的进气含有冷凝水、油污和灰尘等时，应加装空气过滤器、油雾分离器、排水阀并定期维护，避免常泄孔堵塞导致阀芯动作不良和故障。

7.1.4 增压阀选型时应考虑增压阀的死容积，死容积越大能耗越高。增压阀排气口应安装单向阀，防止下游空气倒灌进入增压阀反复压缩造成能量损失。

7.1.5 供气流量调节应结合最大用气需求，综合考虑系统损失确定总的供气流量，并根据不同流量需求，通过安装流量调节装置在不同压力供气系统之间调节供气量。

7.1.6 安装用气设备时应充分考虑工作时对管路造成的压力下降，如对于瞬时启闭喷嘴，可通过设置缓冲罐来调节管道压力波动。

7.1.7 供气质量应符合GB/T 13277相关压缩空气质量等级要求，露点调节功能可满足生产需求和气象环境的变化。压缩空气净化等级应合理设置，避免选择过高净化等级增加额外能耗。根据不同用气质量需求设置分净化系统。

7.1.8 供气时长应按照功能需求合理控制，可采用适宜的机械阀、电控阀、气控阀或自动控制系统来调控启闭状态，避免用气端假性需求造成气源损耗。

7.1.9 使用者应结合实际用气需求、技术水平和能源管理要求等统筹规划智能化阀件、计量监测装置、调控系统的使用，实现压缩空气系统主要技术参数在线监测、实时调控以及泄漏、堵塞等异常报警功能。

7.2 用气设备

7.2.1 应根据实际使用目的、功能需求、工况条件和具体参数要求，选用结构设计、技术特点适宜的用气设备。用气设备材质的抗疲劳、抗振性能、硬度以及高温强度等应符合相关材料技术规范要求。

7.2.2 在满足生产工艺要求的情况下，宜选用性能稳定、坚固耐用、节能高效的产品类型。

7.2.3 喷嘴应根据用气压力、流量需求合理设置安装位置和数量，优化设计吹气距离、角度，喷嘴内径应适宜，避免直接用直管段做喷嘴。具体要求包括：

- a) 优先使用收缩型喷嘴，并选择合理的流导比，在提升流速、提高喷吹效能的同时减小耗气量；
- b) 当喷吹需要大流量时，宜选用大内径、流量增强型喷嘴，如科恩达喷嘴；
- c) 当喷吹需要一定冲击力时，宜选用小角度、速度增强型喷嘴，如喷射角度为60°的扇型喷嘴；
- d) 当喷吹需要大范围或长距离时，宜选用圆形喷嘴或具有串并联结构的喷嘴；
- e) 当供气压力远高于喷嘴要求的工作压力时，宜选择具有脉冲式间歇供气功能的喷嘴，避免使用减压阀带来能耗增加；
- f) 当对出口气流集束程度有特定要求时，宜合理减少喷嘴的喷孔数量并减小开口角度；
- g) 当采用细长喷嘴（如长径比大于4）时，宜选择细管段较短的类型，减少压力损失；
- h) 当喷吹需要降噪时，宜选用多孔（如4孔/8孔）低噪音型喷嘴，在保证吹扫效果的同时降低噪音；
- i) 当进入喷嘴的气体中可能含有固体颗粒等杂质时，宜选用具有过滤功能的喷嘴或增加管道过滤器，以保证喷嘴的使用寿命。

7.2.4 气缸应根据运动系统特性进行节能设计和选型，按照负载需求为伸出和缩回行程采用不同压力分别供气，降低回程供气压力，并回收利用排气能。具体要求包括：

- a) 满足输出力的条件下，优先选择缸径更大的气缸，以降低气缸的工作压力，减小能耗；
- b) 当气缸的行程要求短时，宜选用隔膜式气缸，减小气缸泄漏引起的能耗；
- c) 当选用启动压力低的气缸时，可减小气缸的摩擦阻力和工作压力，降低能耗；
- d) 当需要同时满足输出力和速度要求时，宜选择主副组合式气缸，主气缸提供输出力，副气缸提供输出速度；
- e) 当气缸垂直安装时，充分利用负载的重力驱动活塞缩回使气缸复位，减小耗气量；
- f) 当需要安装节流阀时，应选择在排气端安装，以减小能量损失的变化率。

8 运行维护的节能要求

8.1 泄漏检测与防治

- 8.1.1 压缩空气系统使用者应定期开展泄漏检查和防治工作，并尽可能减少对正常生产工艺的影响。
- 8.1.2 空气压缩机组应按照GB/T 16665相关要求，在保证压缩空气站输功效率的前提下，对空气压缩机组实施系统性的实时监测，确保供气系统无明显破损和泄漏，如有应立即采取修补措施。
- 8.1.3 压缩空气输送管道应配置必要的防腐层、电保护系统等保护措施。日常可选择声波法、红外气体成像检测法、气压检测法、流量检测法和系统压力测试法进行泄漏检测，一旦发现管体泄露立即采取合适的封堵措施，防止管道泄漏造成的压力损失。
- 8.1.4 压缩空气输送管路上的阀件，安装后应进行严格的检查以确保安装规范，杜绝因安装不当导致泄漏，日常维护中应定期检查是否出现部件老化或劳损导致的泄漏，出现泄漏应立即封堵或更换。阀门的泄漏检测可选择超声波检测法、气泡泄漏检测法等。
- 8.1.5 在保证压缩空气系统正常运行的情况下，适当降低系统供气压力并保持稳定，减少因系统环境突变致使部件开裂和形变导致的泄漏。

8.2 运行管理与维护

- 8.2.1 使用者应建立压缩空气系统运行管理制度，制定用能用气管理办法，完善系统设备操作规程，开展操作人员培训，提升节能节气意识。
- 8.2.2 使用者应加强系统运行的监测与检查，确认用气设备动作效果和系统压力损失，发现超负荷运行、运维不当、接头松动或泄漏、冲蚀磨损或腐蚀锈蚀等问题应及时处理。不工作时及时切断气源。
- 8.2.3 使用者应逐步实现用气精细化管理，通过采用智能节气系统、监测系统、泄漏报警平台等，实现对压缩空气流量、压力和供气时长的自动调整与控制，避免调节不良带来假性需求。

9 节能评价与考核

- 9.1 用能单位应建立压缩空气系统节能管理与考核制度，制定节能评价与考核办法，促进压缩空气系统优化，降低能源成本和碳排放。
- 9.2 压缩空气系统各环节以效率为节能评价指标，即输出功率与输入功率的比值。输出功率与输入功率依据GB/T 30833相关规定通过气动功率进行计算。
- 9.3 用能单位应开展日常压缩空气系统运行参数的监测与计量，做好记录并定期统计分析各环节效率。
- 9.4 基于统计分析结果，识别压缩空气系统用能环节存在的问题，并进一步调查、测量和分析，提出改进措施，并评估改进后的节能效果。