

ICS 27.010

CCS F 01

团体标准

T/CECA-G XX—2022

安全高效压缩空气能源供应规范

(征求意见稿)

Specification for safe and efficient compressed air —
energy supply

2022-xx-xx 发布

2022-xx-xx 实施

中国节能协会发布

目 录

前 言	II
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	3
4 基本要求	4
5 业务流程	4
6 技术要求	6
7 合作原则	8
8 服务要求	8
附录 A	10

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。

本文件由中国节能协会节能服务产业委员会提出。

本文件由中国节能协会归口。

本文件主要起草单位：丰电科技集团股份有限公司、阿特拉斯·科普柯（中国）投资公司、青岛海尔能源动力有限公司、广州市鑫皇能源科技有限公司、杭州哲达科技股份有限公司、北京小溪汇聚节能科技有限公司、华海（北京）科技股份有限公司、立俭节能科技（上海）有限公司、北京涵智博雅能源科技有限公司、山西常村大成节能科技有限公司、中山市凌宇机械有限公司、爱景节能科技（上海）有限公司、上海丹碧德节能科技有限公司、IHI 寿力压缩技术（苏州）有限公司、萨震压缩机(上海)有限公司、上海空标压缩机技术检测中心、天津钢管制造有限公司、宁波德曼压缩机有限公司、国际铜专业协会（美国）北京代表处、中国节能协会节能服务产业委员会。

本文件主要起草人：。

本文件为首次发布。

安全高效压缩空气能源供应规范

1 范围

本文件规定了压缩空气能源供应的规范原则、工作流程、技术及服务要求。
本文件适用于压缩空气能源供应项目的实施与管理。

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 2589	综合能耗计算通则
GB/T 3853	容积式压缩机——验收试验
GB/T 10893.1	压缩空气干燥器 第 1 部分：规范与试验
GB/T 15316	节能监测技术通则
GB/T 16665	空气压缩机组及供气系统节能监测
GB 17167	用能单位能源计量器具配备和管理通则
GB/T 19001	质量管理体系要求
GB 19153	容积式空气压缩机能效限定值及能效等级
GB 22207	容积式空气压缩机安全要求
GB/T 24001	环境管理体系 要求及使用指南
GB/T 25630	透平压缩机性能试验规程
GB/T 30475	（所有部分）压缩空气过滤器 试验方法
GB 50029	压缩空气站设计规范
JB/T 6430	一般用喷油螺杆空气压缩机
JB/T 7664	压缩空气净化术语
JB/T 10526	一般用冷冻式压缩空气干燥器
JB/T 10532	一般用吸附式压缩空气干燥器
JB/T 10598	一般用干螺杆空气压缩机技术条件
JB/T 10972	一般用变频喷油螺杆空气压缩机
JB/T 13346	一般用压缩空气过滤器

3 术语和定义

GB/T 2589、GB/T 15316、GB/T 16665、GB 17167界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

压缩空气能源供应 Compressed Air Energy Supply

压缩空气能源供应常见形式有售气模式、合同能源管理能源托管、BOT、BOO、工程总承包等。压缩空气能源供应公司与用能单位合作，提供给用能单位对于新建或既有压缩空气能源供应系统的调研

评估、方案设计、项目投资、项目施工与调试、运维管理及系统持续性优化等综合服务，用能单位根据压缩空气的使用量，以合同规定的气价支付费用。

4 基本要求

4.1 压缩空气能源供应管理系统包括压缩气供应站检测、物联网节能诊断、供应站升级改造、智能化运维及费用结算等几个部分。

4.2 通过对用能单位压缩空气系统初步勘探、整体用气区间的精检，掌握压缩空气系统的能耗水平及设备运行状况。

4.3 应用物联网信息采集系统分析出能耗浪费根源。

4.4 结合实际用气需求，为用气单位量身定制压缩空气能源供应系统。

4.5 系统可实施动态匹配，达到合同约定条件下的最佳节能效果。

4.6 压缩空气能源供应系统通过物联网监控云管理等手段实现实时监测的数字化运维管理。

4.7 通过合同约定的“气耗单价×用气量”的结算方式，为用能单位提供安全、高效的压缩空气节能的解决方案。

5 业务流程

5.1 前期调研

5.1.1 压缩空气能源供应公司就用能单位的生产工艺、设备类型、用气量、电力价格、压力和露点需求、年用气时长、用气波动等基本情况进行交流。

5.1.2 压缩空气能源供应公司向用能单位介绍公司基本情况、合作模式及压缩空气能源供应的特点等。

5.1.3 压缩空气能源供应公司向用能单位说明压缩空气节能的潜力，详细解释关于压缩空气能源供应的有关问题，初步明确项目合作意向。

5.2 现场踏勘

5.2.1 初步勘探：首先由压缩空气能源供应公司对设备所属系统进行初步检测，

5.2.2 确定当前设备的能效情况，包括前端净化系统、压缩空气系统、后处理系统、循环水系统、计量管理系统。

5.2.3 收集设备的基本信息：如设备铭牌参数、运行数据、设置参数。

5.2.4 如有需要可采用效能分析仪对重点设备进行能耗测试与统计分析。

5.2.5 分析既有空压站能效水平。

5.2.6 根据能效水平、实际用气量级、实际用气品质需求、系统现存问题、优化方案、预估节能效果等给出详尽报告。

5.2.7 分析当前空压站按照相关标准进行归类并划分能效级别。

5.2.8 根据划分能效等级、实际用气量级、预估投资规模以及投资回报率等做出详尽统计报告。

5.2.9 开展站房安全性评估或检测。如循环水水质评估或检测；噪音评估或检测；站房及周边环境评估或检测（如站房是否存在负压、夏季站房最高温度、冬季站房最低温度、周边是否有腐蚀性气体等）

5.2.10 配电系统评估或检测（如电缆老化、配电保护装置可靠性、接地规范等）。

5.2.11 根据现场踏勘情况填写信息采集表，便于标准化管理（信息表可参考附录A）。

5.3 压缩空气系统整体检测

5.3.1 系统检测：完成踏勘后，由压缩空气能源供应公司通过信息采集系统对压缩空气系统进行精准测量（可不限于产气端）。

5.3.2 评估压缩气系统整体能效及压降状况；

5.3.3 评估用气流量波动及用气压力波动的具体用气情况。数据采集技术见 6.2。

5.3.4 使用泄漏检测仪对压缩空气系统各端的管道、气罐、阀门等进行泄露检测，确定压缩空气系统输送端完好状况。

5.4 制定压缩空气能源供应的基础方案

5.4.1 根据前期采集的数据分析，通过提取压缩空气能源供应公司的供应商及案例解决方案大数据库的数据。

5.4.2 制定压缩空气系统的前端净化设备、压缩空气系统设备、后处理系统设备、循环水系统设备等的最优匹配方案。技术要求见6.1

5.5 确定合作模式，签订合同

5.5.1 根据精准的测量结果和用能单位提供的电价、水价及人工、维保、折旧等费用进行计算，核算出最终合同售气价格。

5.5.2 签订完备、符合法律程序的长期合作合同，期限一般为10-20年。

5.5.3 确定压缩空气能源供应系统的最终建设方案。

5.5.4 由压缩空气能源供应公司对系统进行投资建设。

5.6 物联网深度分析

5.6.1 物联网深度分析：对于建成后的压缩空气供应系统，通过压缩空气能耗分析仪，对电量计量、流量计量、水量计量、压力计量、露点计量等数据进行实时采集并传送到云平台。参考技术要求的内容6.3。

5.6.2 通过物联网深度分析对压缩空气能源供应系统的进行持续的升级改造。改造方法参考技术要求的内容6.2。

5.7 智能化运维

5.7.1 压缩空气能源供应系统基于其商业特点，需要为用能单位服务提供10-20年，甚至更长的服务年限。

5.7.2 为了提高服务质量，需要采用智能化压缩空气能源供应管理系统。

5.7.3 通过物联网监控云管理系统对压缩空气能源供应系统进行精细化管理，实时监控设备运行以及跟踪能耗监测。

5.7.4 确定每月生产压缩空气所消耗的电耗、用气量及设备运维保养的时间表。技术要求见6.4。

5.8 智能计量

5.8.1 检测时，应在压缩空气系统正常运行状态下进行，应选择压缩空气站、空气压缩机、干燥器设备具有代表性典型运行工况和周期测量，测量时间应不小于24 h。

5.8.2 压缩空气系统运行能效的测量和计算方法应符合GB/T 16665的要求。测量压缩空气供气压力、流量、压力露点，测试点在压缩空气站供气总管处，或压缩空气站输出压缩空气管路处。

5.8.3 空气压缩机组能效测试和计算方法应符合GB/T 3853和GB 19153的要求；离心空气压缩机组测试和计算方法应符合GB/T 25630的要求。

5.8.4 气干燥器测试和计算方法应符合GB/T 10893.1的要求。

5.8.5 气过滤器测试和计算方法应符合GB/T 30475（所有部分）的要求。

5.8.6 干燥器的控制部分宜采用合理的措施来保护干燥系统。加热再生型气干燥器的控制系统应避免异常停机时气体流经高温吸附剂造成出口温度过高。变压吸附的干燥机宜对泄压失败有保护措施。

5.9 费用结算

5.9.1 压缩空气能源供应系统根据约定时间，计算上一月电量、气量、水量等。

5.9.2 在费用结算前，压缩空气能源供应企业和用能单位进行压缩空气气量确认。

5.9.3 气价按照签订合同的价格计算。

5.9.4 双方约定每月计算一次电量和流量。

5.9.5 约定结算日前，压缩空气能源供应企业根据合同“用气单价×用气量”计算出总费用。

5.9.6 结算费用：双方代表根据每月抄送的底数，进行费用汇总，包括每月的气费、电费、水费，结算费用。

5.9.7 差额结算：即压缩空气费用水电消耗的差额，开具技术服务费发票。

5.9.8 全额结算：即开具压缩空气费用的发票，这里一般指13%的增值税发票。

6 技术要求

6.1 设备选型技术要求

6.1.1 压缩空气能源供应系统的主设备能效，主要体现在空气压缩机的能耗上。根据测试原有空压机额定排气压力进行分组，再按照测试后的性能进行排序，根据比功率进行等级处理，分为淘汰机器编号1,2, …; 检修后，作为备用机器1,2, …; 检修后，可以继续使用1,2, …; 根据淘汰设备腾退出的位置，结合企业生产情况，总用气量的上下限，增加新的设备。在增加设备时，通常要考虑10%~20%的余量备用。

6.1.2 后处理设备：主要作用是对压缩气体进行干燥、除油等。根据现场用气品质露点要求，配备冷冻式干燥机、吸附式干燥机或者两者的组合。对于采用吸附式干燥的系统，宜选择零气耗吸附干燥后处理方式。在对应的运行压力条件下，需要留有10%的余量。

6.1.3 循环水系统设备：主要作用是空压机及后处理设备冷却。在选型时，要考虑空压机整体产气量、功率、当地气候条件、最高温度、湿度、气干燥器的水量消耗等。循环水主要设备包括冷却塔，水泵等。由于循环水对空压机影响比较大，在配置时，需要考虑水泵备机情况。冷却塔选型时，需要考虑空压机整体自由排气量、排气压力。计算压缩气体过程中产生的热量，然后根据热量，温降换算出循环水流量再选型。

6.1.4 计量系统设备：对压缩空气系统能耗设备安装计量表具(如电度表、流量计、水量计量表等)，计量表具应满足计量规范要求¹。

6.1.5 管网系统设备，为了更好的提供压缩空气能源供应服务，需要对管网设备进行优化。根据客户现场生产情况，进行分段式管理。并在每个生产区间，安装压力传感器。在主管网安装露点传感器、温度传感器，并在每个区间段安装稳流单元。

6.2 数据采集

6.2.1 由分析诊断模块对用气波动情况进行统计，包括压力、流量，通过采集1,2, …,N天的压力、流量波动情况，按照波动区间进行分类统计，并统计单个区间的持续时间。

6.2.2 通过对能耗数据的精准采集和分析，计算出当前空压站每天的电气比，比功率等数据，分析当前空压站的能效级别。

¹ 备注：流量计的选型需结合项目实际情况，注意以下事项：最小流量下限、流量计压损、压缩空气含水量、流量计前后直段段安装距离要求等。

6.3 物联网深度分析的技术要求

6.3.1 压缩空气模块

6.3.1.1 根据用气单位用气特点及前期调研空压机性能数据，在确定压缩空气需求量后，对空压机进行分组排序，预先配置多种空压机组运行模式。

6.3.1.2 在实际运行中，不断根据现场生产活动动态变化，通过自学习算法，把学习结果整合到匹配方案中，不断优化调整空压机组，适应企业生产变化需求，实现供需匹配。

6.3.1.3 实施不间断动态监测空压机的能耗、产气量及加卸载时间变化等，更新空压机性能序列，作为空压机组调配参数。

6.3.2 分布式用气监督模块

6.3.2.1 通过稳流单元监测流量变化，使各个使用点按需供气。

6.3.2.2 在供气不足时，通过动态调节阀门的开口度，优先保证对生产有极大影响的用气点供气。

6.3.2.3 当用气充足时，可及时保证供应所有用气点用气。

6.3.3 网管输送模块

6.3.3.1 在网管路节点上设置传感设备，实时获取压力、温度传感数据。

6.3.4 分布式泄漏检测模块

6.3.4.1 传感器设置在网路上的分布式能量枢纽进行调控和检测报警。

6.3.5 循环水模块²

6.3.5.1 用于空压机组冷却，由于受天气、季节影响，每个地方温度变化不一样。需要根据温度变化，智能动态启停风机、水泵等。既能保证控制循环水温度节省能耗，又能保证空压机组冷却。

6.3.6 能耗计算模块

6.3.6.1 系统以分钟为单位实时采集电量、气量、水量等能耗数据。并按照天、月、年进行统计。

6.3.6.2 统计当前气电比、统计机组、空压站输功效率、比功率应符合GB/T 16665的要求。

6.3.6.3 反映系统运行效率数据，与前期计算的能效比进行比较，确定是否符合标准，查漏补缺。

6.4 智能化运维的技术要求

6.4.1 压缩空气信息采集系统包括传感元件单元、主控采集单元、数据采集单元、云平台、生产情况统计和终端设备等。

6.4.2 传感元件单元包括安装在每台压缩机上的压力传感器、温度传感器、湿度传感器、露点仪等传感设备。

6.4.3 主控采集单元包括PLC控制单元、物联网关模块、DTU、RTU模块。

6.4.4 数据采集单元包括电度计量表、流量计量表、水量计量表。

6.4.5 如果用能单位已有此设备，可以直接通信采集，没有此设备是需要压缩空气能源供应公司安装。

6.4.6 云平台包括基础信息模块、实时数据展示模块、数据统计模块、控制单元模块、分析诊断模块和数据服务接口模块。

6.4.7 终端设备包括PC机、手机、平板电脑等。

6.4.8 远程呈现每天、月的产量、电耗情况、还包括查询历史及能耗分析、用量趋势分析数据等功能。

6.4.9 所有设备数据传送到云平台。

² 本部分仅适用于水冷机组。

6.4.10 根据用能单位实际情况，设备数据可单独传送到云平台，也可串联到RTU模块、DTU模块再传送到云平台。

7 合作原则

指压缩空气能源供应公司为用能单位提供用能状况诊断、节能方案设计、投资、新建与改造（施工、设备安装、调试）、运行管理等过程中所遵循的原则。

7.1 压缩空气能源供应项目的实施，应当遵循保障安全稳定运行需求、提高能源资源利用效率、降低运行成本、减少碳排放的原则。

7.2 压缩空气能源供应公司负责投资建设压缩空气系统，原则上服务期内压缩空气系统所属设备及关联设施等产权归属压缩空气能源供应公司所有。

7.3 压缩空气能源供应公司则向用能单位支付生产压缩空气使用的水费和电费，价格为合同规定价格。

7.4 压缩空气能源供应公司与用能单位签订长期合作协议，一般为10-20年。

7.5 在用气品质在合同约定范围内的条件下，压缩空气能源供应公司在运维过程中应根据客户用气需求，进行精准匹配，实现动态节能。

7.6 进行设备及技术的持续升级，从而达到持续的节能效果，避免节能效果滑坡等问题。

8 服务要求

8.1 项目实施要求

8.1.1 压缩空气能源供应项目设计、建造应符合国家、地方相关法律法规、标准、规范的规定。

8.1.2 压缩空气能源供应的技术和产品，应符合国家、地方现行标准规定，主要设备应通过国家批准的认证机构的产品认证。

8.1.3 在安全、高效、可靠的前提下，优先采用节能新技术、新设备、新材料。

8.1.4 压缩空气能源供应项目建设中的各系统配置应保证输出的热、冷、电等能源质量应符合国家、地方现行标准、规范及政策文件等。

8.1.5 在压缩空气能源供应项目履约中，压缩空气质量等应不低于相关技术标准和合同约定，满足用能单位生产需要。

8.2 管理要求

8.2.1 压缩空气能源供应项目履约中，区域内的供暖（冷）、用电、用水、用气等系统的维护、维修和保养由压缩空气能源供应公司承担。

8.2.2 压缩空气能源供应公司提供的服务应体现文明、安全、高效、文明、及时、优质的服务。

8.2.3 压缩空气能源供应项目履约中，应实施项目经理责任制、岗位技术负责制、成本核算制和现场管理规范化。贯彻GB/T 19001、GB/T 24001等系列标准，坚持全面质量管理，建立、健全、完善质量管理体系（标准号）和工程质量保证体系（标准号），并保持有效运行。协调和控制各管理环节间关系，保证管理工作整体功能优化，实现管理程序化、施工专业化。

8.2.4 压缩空气能源供应公司应建立安全管理制度，保障项目建设和运行符合《工业企业设计卫生标准》《生产过程安全卫生总则》《生产设备安全卫生设计总则》等相关标准。

8.2.5 压缩空气能源供应公司应建立职业健康安全管理体系，预防职业病危害，保护劳动者健康，增强员工安全生产意识，确保生产安全。关键岗位管理和作业人员必须掌握并能正确掌握使用、维护职

业卫生防护设施和个体职业卫生防护用品。对生产性粉尘、噪音等从事职业病危害作业岗位员工必须接受上岗前职业卫生和职业病防治法规教育等培训，经考试合格后方可上岗操作。

8.2.6 压缩空气能源供应公司在项目履行过程中，应在项目涉及的区域配置足够且有效的安防措施，以防止非专业人员进入设备运转区域或违规进行操作，对重点设备进行火灾、漏水、烟雾等重点监控，配备足够的消防设施并对运维人员定期进行相关培训、演习。

8.3 站房及人员要求

8.3.1 压缩空气能源供应站房应融入压缩空气能源供应公司统一的VI标识，包括站房外墙公司LOGO标识以及站内空间设计和站内宣传品设计等。

8.3.2 压缩空气能源供应公司的管理人员、运维人员应取得相应的资质（包括但不限于：安全生产知识和管理能力培训、电工作业证、压力容器管理证、高空作业证等），统一着装、挂牌上岗，管理团队成员名册及相应资质资格证书提交至用能单位备案。

附录 A

(资料性)

现场踏勘信息采集表

用能单位 基本信息	公司名称		所属行业	
	公司地址		公司性质	
	需求部门		联系人姓名	
	联系人职务		联系人电话	
	平均用气量需求 (m ³ /min)		最大用气量需求 (m ³ /min)	
	年用气总量 (m ³ /年)	m ³ /年		
	企业空压站基本 信息	①空压站数量: ②空压机数量: ③几开几备:		
空压机信息 (每台设备单独填写, 篇幅不够可加行)	设备名称	空压机 1	设备品牌及型号	
	最大排气量 (m ³ /min)		排气压力 (MPa)	
	额定功率 (kW)		比功率 (kW/m ³ /min)	
	出厂日期		电机类型	
	冷却类型	<input type="checkbox"/> 风冷 <input type="checkbox"/> 液冷	运行方式	<input type="checkbox"/> 工频 <input type="checkbox"/> 变频
	使用状态	<input type="checkbox"/> 常用 <input type="checkbox"/> 备用	日用气时间	
	月用气天数		年用气月数	
	电价		用气压力露点	<input type="checkbox"/> ≥3℃ <input type="checkbox"/> -20℃至 3℃ <input type="checkbox"/> -40℃至-20℃ <input type="checkbox"/> -70℃至-40℃
	站房总管最低输 出压力 MPa		车间用气设备最 低压力 MPa	
铭牌图片		设备图片		
冷干机信息 (每台设备单独填写, 篇幅不够可加行)	设备品牌型号		额定功率 (kW)	
	冷却类型	<input type="checkbox"/> 风冷 <input type="checkbox"/> 液冷	使用状态	<input type="checkbox"/> 常用 <input type="checkbox"/> 备用
吸干机信息 (每台设备单独填写, 篇幅不够可加行)	设备品牌型号		额定功率 (kW)	
	加热类型	<input type="checkbox"/> 无风 <input type="checkbox"/> 微风 <input type="checkbox"/> 鼓风	使用状态	<input type="checkbox"/> 常用 <input type="checkbox"/> 备用
储气罐信息 (每台设备单独填写, 篇幅不够可加行)	设备容积 (m ³)		工作压力 (MPa)	
其他需求	工艺条件	生产什么产品、哪里需要用气、需要几公斤等基础信息		

	用能单位具体要求	末端生产工艺需求压力段、瞬息流量（最高、最低、平均值）、压力露点、含油量、杂质量、工业园区水源类型（自来水/井水/河水，是否有软化装置）、总管道直径、分管道直径
项目进展	请选择项目所处阶段： <input type="checkbox"/> 可研 <input type="checkbox"/> 初设阶段 <input type="checkbox"/> 深度设计 <input type="checkbox"/> 招投标	