《大宗电子气体现场制气系统设计建造与运维规范》

（征求意见稿）

编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

本项目根据中国欧洲经济技术合作协会2026年团体标准制定计划，项目名称为《大宗电子气体现场制气系统设计建造与运维规范》的任务而进行制订。

（二）起草单位及主要起草人

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

（三）标准制定目的和意义

从产业角度分析，制定《大宗电子气体现场制气系统设计建造与运维规范》团体标准的目的和意义主要体现在以下几个方面：

1.目的

当前电子大宗气体现场制气在纯度控制、长周期稳定供应与安全运维之间缺乏贯通设计、建造与运行全过程的系统性技术指引。既有的安全类规范偏重站端防护，对设计阶段的可运维性、建造阶段的洁净度保持以及运行阶段的性能衰减控制覆盖不足；纯度保障往往依赖后置纯化“补救”，而源头设计对杂质引入路径的预见性不够；运维环节则长期依赖个体经验，难以形成可复用、可审核的管理闭环。制定该项团体标准的核心目的，在于将分散于设计、施工、调试、运行各阶段的技术要求整合为一条可追溯的主线，使纯度、安全、能效与可靠性在系统全生命周期内得到连贯控制。同时，针对国产化进程中核心纯化部件和数字化运维能力相对薄弱的现实，通过规范化的技术要求引导行业从“能供气”向“稳定供好气”提升，降低下游用户因气体品质波动或非计划停机承受的产线风险，为现场制气模式的规模化、专业化发展提供统一的技术秩序。

2. 意义

现场制气已成为集成电路、显示面板等领域大宗气体供应的主导模式，其运行质量直接关系到下游产线的良率安全和供应链韧性。然而，行业长期存在“设计不

留运维余量、建造不控过程洁净、运维不回溯设计意图”的割裂状态，气体品质的偶发波动或材料兼容性缺陷可能在长时间运行后才暴露，届时纠偏成本极高。该项团体标准的意义在于以全生命周期视角打通设计建造与运维之间的技术断层，将“可运维性”前移到设计环节，将“过程一致性”落实到建造环节，将“性能趋势管理”纳入日常运维，从而把事后处置转为事前预防。在产业层面，它有助于缩小国内现场制气在系统化运营能力上与成熟实践之间的差距，为国产装备和纯化技术提供可验证的工程语境，支撑供应链自主可控；在绿色低碳层面，通过在设计阶段嵌入能效约束和运行阶段优化负荷匹配，推动现场制气从单纯满足纯度指标转向纯度、安全与能耗的协同优化，使气体基础设施的升级与制造业绿色转型形成实质性衔接。

综上，制定该项团体标准对于促进电子气体供应体系的安全绿色转型与产业升级、推动现场制气全生命周期管理技术创新、保障高端制造业供应链稳定及增强行业可持续竞争力等方面都具有重要意义。

（四）主要工作过程

1.前期准备工作

项目立项前，标准编制小组查阅、研读相关国内外文献，广泛搜集相关的材料。同时，标准编制小组安排相关人员，多次与相关行业人员进行调研、交流，广泛征求标准制定方面的意见和建议。

2026 年 10 月 14 日本团体标准由中国欧洲经济技术合作协会正式立项，立项名称为：《大宗电子气体现场制气系统设计建造与运维规范》。

2.标准起草过程

2026 年 10 月，团体标准立项通知公示后，标准编制小组首先组织了标准制定工作会议，各编写人员根据工作计划分工和编写要求开展了相关工作。在标准起草期间，编制小组主编单位及参编单位组织了数次内部研讨会和专家咨询会，经过多次修改，于 2026 年 11 月中完成了标准初稿及编制说明的撰写工作。

二、标准编制原则和依据

（一）编制原则

标准起草小组在编制标准过程中，以国家、行业现有的标准为制订基础，结合我国目前的行业现状，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》的规定及相关要求编制。

（二）标准主要内容与确定依据

1.标准主要内容

1.1 范围

本文件规定了以现场制气方式向电子生产制造企业供应氮气、氧气、氩气、氢气、氦气及压缩干燥空气等大宗电子气体时，系统的总体要求、工艺设计、总平面布置与站房设计、设备与管道材料、施工与验收、运行维护、安全管理、智能化运维等方面的技术要求。

1.2 规范性引用文件

GB 2894　安全色和安全标志

GB 16912　深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程

GB/T 16942　电子气体 大宗气体

GB 18218　危险化学品重大危险源辨识

GB/T 19773　变压吸附提纯氢系统技术要求

GB/T 20801.1　压力管道规范 第 1 部分：工业管道

GB/T 29639　生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则

GB/T 29729　氢系统安全的基本要求

GB 30871　危险化学品企业特殊作业安全规范

GB/T 37243　危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法

GB 50016　建筑设计防火规范

GB 50030　氧气站设计规范

GB 50057　建筑物防雷设计规范

GB 50058　爆炸危险环境电力装置设计规范

GB 50177　氢气站设计规范

GB/T 50493　石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准

GB 50724　大宗气体纯化及输送系统工程技术规范

TSG 21 固定式压力容器安全技术监察规程（Supervision Regulation on Safety Technology for Stationary Pressure Vessel）

TSG 31 工业管道安全技术规程（Safety Technology Regulation for Industrial Pressure Pipe）

1.3 术语和定义

界定大宗电子气体、现场制气、制气系统、连续可用率、无人值守、痕量杂质及全生命周期成本等术语。

1.4 总体要求

规定系统安全可靠、技术先进、节能低碳、经济合理、智慧运维的总体原则，以及连续可用率、合规与 SIL 要求、气体质量分级和追溯要求。

1.5 工艺系统设计

规定制气工艺路线选择、纯化系统、储存与缓冲、输送与管网的设计要求。

1.6 总平面布置与站房设计

规定站址选择、防火间距、露天或半露天布置、防爆与通风、控制室配电室设置、消防及安全标志等要求。

1.7 设备与材料

规定关键动设备状态监测、低温储槽与换热器绝热、吸附剂与催化剂选用、安全阀校验接口及材料代用程序要求。

1.8 施工与验收

规定施工资质与人员持证、高纯管道洁净施工、试验吹扫脱脂、72 h 气体质量验收、竣工资料及性能考核要求。

1.9 运行维护

规定运行管理、维护保养、备件管理与应急演练等运行维护要求。

1.10 安全管理

规定安全管理体系、HAZOP 与 LOPA 分析、重大危险源辨识、气体检测报警、特殊作业、变更管理及氢系统安全要求。

1.11 智能化运维

规定数字化运维平台建设、实时监控与追溯、数据采集保存、网络隔离及优化算法应用要求。

1.12 节能低碳

规定分项能耗计量与对标考核、余热余压回收、蒸发气体处置、绿电制氢或副产氢回收及碳足迹核算要求。

2.确定标准主要内容的依据

本标准的主要内容依据 GB/T 1.1《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的要求，内容的构建依据来源于三个相互印证的维度。其一，来自现场制气运行实践的系统性反馈：气体纯度在动态工况下受环境与负荷变化影响显著，材料兼容性缺陷（如腐蚀性介质引发的管路劣化）可能在长周期运行中演变为非计划停机的诱因，而数字化运维能力的差异直接放大了不同项目之间稳定性表现的分化。其二，来自现行技术规范体系的空白识别：既有安全类规范侧重站端总体布置与消防应急，对设计—建造—运维全链条的衔接性要求未作系统安排；通用性纯化输送规范则主要面向传统电子工业场景，对现场制气模式下超高频动态负荷、超长合同期和无人化运维趋势的针对性不足。其三，来自产业政策与技术演进方向的牵引：电子气体被置于产业链补短板的突出位置，绿色低碳导向要求制气环节在能耗与排放上形成可管理的约束，模块化、智能化装备的发展也为将运行数据反馈纳入设计准则提供了技术条件。据此，内容围绕设计阶段的纯度保障与可运维性、建造阶段的洁净度与完整性控制、运维阶段的性能监控与劣化预防三条主线展开，形成前后衔接的技术要求体系。

三、主要试验情况分析、技术经济论证、预期经济效果

（一）主要试验情况分析

验证工作围绕现场制气系统在接近实际工况条件下的性能表现展开，重点考察纯度控制精度、负荷调节能力、长周期运行稳定性以及安全联锁的可靠性。在连续稳定运行测试中，关键纯度指标达到或优于设计目标，氧含量等痕量组分可在设定区间内实现可控调节，输出参数对用气负荷波动的跟随能力得到确认；装置在部分负荷至满负荷范围内的调节过程未出现纯度显著偏移，表明设计裕量与控制系统之间的匹配关系具备工程可行性。安全相关验证关注联锁保护在异常工况下的响应逻辑和后备系统的切换有效性，联锁动作未对供气连续性造成不可接受的扰动。能耗测试显示，在冷箱绝热与流程组织经过优化的情况下，单位处理量的能耗表现优于同类常规配置，为将能效要求嵌入设计准则提供了实测支撑。试验同时暴露出，部分材料在特定介质长期作用下的兼容性表现需要在设计选型阶段就纳入考量，仅靠运维阶段的巡检难以及时识别渐变型风险，这进一步印证了将验证前移和建立运行数据反馈机制的必要性。

（二）技术经济论证

从技术逻辑看，现场制气系统的经济性并不取决于单一设备的最低采购成本，而取决于全生命周期内纯度达标率、非计划停机次数与能耗水平三者共同决定的综合成本结构。设计阶段对可运维性和材料兼容性的投入，虽然在建设期表现为增量成本，但能够显著压缩运行期的纠偏支出和停产损失；建造阶段的过程洁净度控制如果缺位，其后果往往在运行数月甚至更长时间后才以纯度漂移或部件失效的形式显现，此时处置代价远高于前端预防投入。运维阶段基于状态趋势的主动干预，相对于故障后响应，能够延长关键部件的有效使用寿命并降低紧急采购与抢修的人力负荷。将能效约束纳入设计准则，则在长周期合同框架下形成持续的运行费用节约，其累积效应在设施寿命周期内具有实质经济意义。因此，全流程规范化并非增加合规负担，而是将分散的隐性成本显性化并置于可管理框架之下，使投资决策从“低价中标”逻辑转向“全生命周期成本最优”逻辑。

（三）预期经济效果

规范实施后，预期在经济层面产生三方面可感知的效果。第一，降低非计划性成本。通过设计阶段的前瞻性安排和运维阶段的状态管理，减少因气体品质波动或供气中断导致的下游产线降级运行或停线损失，同时压缩紧急维修和部件非预期更换带来的额外支出。第二，提升设施利用效率。负荷匹配能力的改善和能耗约束的落实，使单位供气量的运行费用趋于优化，在长服务周期内转化为可观的费用节约，并增强设施对下游用气波动的适应弹性。第三，改善投资可预期性。统一的技术框架使项目各阶段的成本边界和责任界面更加清晰，减少因技术歧义引发的变更与返工，降低建设期和运行期的财务不确定性。更长远地看，规范化运行数据的积累将形成可比较的绩效基准，为运营方优化合同结构、为用户方评估供气保障水平提供共同语言，从而促进现场

制气市场从关系型交易向绩效型交易演进，增强整个供应体系的商业稳健性。

四、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准的制定过程、检测技术的选定、安全控制的确定、数据处理与报告的设置等符合现行法律、法规和强制性国家标准的规定。

五、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

六、废止现行有关标准的建议

本标准不涉及对现行标准的废止。

七、知识产权情况说明

本文件不涉及必要专利等知识产权情况。

八、标准作为强制性或推荐性标准的建议

建议该标准作为推荐性团体标准。

九、贯彻标准的要求和措施建议，包括（组织措施、技术措施、过渡办法）

本标准首次制定，没有特殊要求。

十、其他应予说明的事项

无。

《大宗电子气体现场制气系统设计建造与运维规范》团体标准编制组

2026 年 11 月