

ICS 71.120.99
CCS J93

T/CCGA

中国工业气体工业协会团体标准

T/CCGA 20019—2025

高压气体自动充装系统技术要求

Technical requirements of smart filling system on high-pressure gases

2025 - 04 - 29 发布

2025 - 05 - 29 实施

中国工业气体工业协会 发布

目 次

前言	II
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	3
4 分类及命名	4
5 技术要求	5
6 检验和验收	7
7 包装、标志及储运	8

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。

本文件由中国工业气体工业协会提出并归口。

本文件起草单位：济南华信自动化工程有限公司、济南华信流体控制有限公司、苏州市苏皇金属软管有限公司、无锡市美加斯气体设备有限公司、温州伊哲防爆电气有限公司。

本文件主要起草人：赵永文、张若虎、张立坤、黄丽丽、徐雪松、刘庆松、徐炜、蔡林凯、李亚春。

高压气体自动充装系统技术要求

1 范围

本标准规定了压力法高压气体自动充装系统的分类及命名，技术要求，检验和验收，标志、包装及储运。

本文件适用于压力法高压纯气和混合气体（最小组分含量不低于2%）自动充装系统生产企业、使用单位或机构等。

本文件不适用于称重法和流量计法充装系统。

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 150.4 压力容器 第4部分：制造、检验和验收
- GB/T 191 包装储运图示标志
- GB/T 5099（全部内容） 钢质无缝气瓶
- GB/T 7144 气瓶颜色标志
- GB/T 11640 铝合金无缝气瓶
- GB/T 12241 安全阀 一般要求
- GB/T 13306 标牌
- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
- GB/T 13927 工业阀门 压力试验
- GB/T 14194 压缩气体气瓶充装规定
- GB/T 18442（全部内容） 固定式真空绝热深冷压力容器
- GB/T 19672 管线阀门 技术条件
- GB/T 25112 焊接、切割及类似工艺用压力表
- GB/T 27550 气瓶充装站安全技术条件
- GB/T 28054 钢质无缝气瓶集束装置
- GB/T 34526 混合气体气瓶充装规定
- GB/T 38530-2020 城镇液化天然气（LNG）气化供气装置
- GB 50030 氧气站设计规范
- GB 50093 自动化仪表工程施工及质量验收规范
- GB 50168 电气装置安装工程 电缆线路施工及验收标准
- GB 50646 特种气体系统工程技术规范
- TSG 23 气瓶安全技术规程
- JB/T 8858 闸阀 静压寿命试验规程
- T/CCGA 10006 低温液体泵使用、维护安全技术规范
- T/CCGA 10007 气瓶集装篮充装安全技术规范
- T/CCGA 10012 保压阀技术要求
- T/CCGA 20002 气体充装软管安全技术要求
- T/CCGA 20003 气体汇流排安全技术要求
- T/CCGA 20020 空温式气化器技术要求
- T/CCGA 20021 空温式气化器定期检验与评定

3 术语和定义

T/CCGA 10007、T/CCGA 20002、T/CCGA 20003界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

高压气体自动充装系统 smart high pressure gas charging system

高压气体自动充装成套系统(以下简称系统)，由低温储罐(贮罐)、低温增压装置、空温式气化器、电加热水浴式气化器、缓冲单元、充装控制系统、真空控制系统、充装工位、高压气瓶、气瓶集装装置等组成。

3.2

低温增压装置 cryogenic pressurization unit

低温增压装置包括低温往复式增压泵及控制单元，能对液态低温气体增压，具有自动启动、自动预冷、自动调速、超压保护、低温泵气蚀保护等多种保护功能。

3.3

自动充装柜 smart gas filling cabinet

自动充装柜主要由充装柜和控制系统两部分组成。是自动高压气体充装成套系统的中枢控制系统，前端可对低温站区进行系列控制。中端可通过充装柜对气体进行压力、流量等控制。后端该系统可对充装过程进行检测和控制。

3.4

充装控制系统 filling control system

充装控制系统是控制自动充装柜按照用户的配比要求实现顺序控制的计算机控制系统。

3.5

真空控制系统 vacuum control system

真空控制系统是与自动充装柜连接的真空系统，高压气体钢瓶充装前，在自动充装柜控制系统的控制下，可对钢瓶进行抽真空处理。

3.6

氧清洁 oxygen cleaning

清洁与氧气或富氧气体接触的设备、零件及通道表面，使其去除油、脂、非挥发性残留物、颗粒和纤维等污染物。

注：脱脂是氧清洁的一种或一个环节。

4 分类及命名

4.1 分类

4.1.1 按充装气体的种类可分为：纯气体和混合气体。

4.1.2 按自动化程度可分为：全自动、半自动和手动。

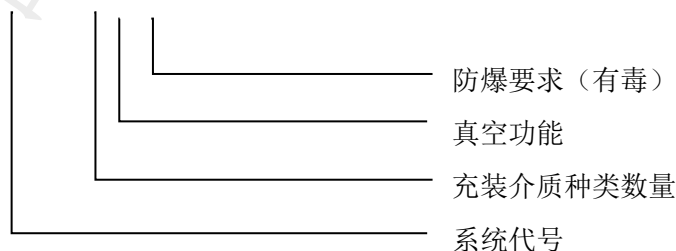
4.1.3 按气体物理性质可分为：惰性气体、可燃性气体、有毒气体、氧化性气体、腐蚀性气体。

注：惰性气体，指不燃、不助燃、无毒、无腐蚀性的一般性气体。

4.2 命名方式

自动高压气体充装成套系统应符合以下命名方式：

IGCF - × × - ×



防爆要求(有毒)定义：空白 - 不防爆；A - Ex dIICT4 Gb (可燃)；B - Ex dIIBT4 Gb (可燃)；P - 有毒；C - 腐蚀性。

真空功能定义：0为不带真空；1为带真空。

充装介质种类：1、2、3 用阿拉伯数字表示，1为纯气体，2、3为混合气体组分数量。

注1：不带真空要设防爆墙。

注2：混合气体涉及到可燃性组分的按A/B防爆要求设计，涉及到有毒性组分的按P要求设计。

系统代号定义：

——IGCF-高压气体充装系统全自动型，(High Pressure Gas System Full-automatic)；

——IGCS-高压气体充装系统半自动型，(High Pressure Gas System Semi-automatic)；

——IGCM-高压气体充装系统手动型，(High Pressure Gas System Manual)。

5 技术要求

5.1 基本要求

5.1.1 系统应符合 GB/T 27550、GB/T 14194 的规定，充装二元及以上至六元气体的还应符合 GB/T 34526 的规定。混合气体应依据 GB/T 34526 按组分要求进行计算，确定配制后的组分性质并确定充装顺序。

5.1.2 系统应采用自动化控制，能识别气瓶参数、具备数据输入、数据读取和数据分析处理功能，能对整个充气过程进行判断、控制，实现气体充气过程自动化。

5.1.3 气瓶应符合 TSG 23、GB/T 5099（全部）、GB/T 11640 等规定；混合气体气瓶按配制后混合气体性质选用。气瓶颜色标志应符合 GB/T 7144 的规定。

5.1.4 充装软管应符合 T/CCGA 20002 的要求，充装排应符合 T/CCGA 20003 的要求。集装篮充装还应符合 T/CCGA 10007 的要求，且宜使用爪牙式快速充装接头；爪牙式快速充装接头应通过行业的安全注册。

5.1.5 充装装有保压阀气瓶的，保压阀应符合 T/CCGA 10012 的要求。

5.1.6 低温泵应符合 T/CCGA 10006 的要求；空温式气化器应符合 T/CCGA 20020、T/CCGA 20021 的要求，电加热水浴式气化器应符合 GB/T 38530-2020 中 A.7 的要求。

5.1.7 缓存单元安装在气化器后，由管路、控制阀和缓冲容器组成。缓冲容器总容积根据管道容积进行计算和设计；停止充装时管道内高压气体释放在缓冲容器内时的压力应不大于 2 MPa，以避免停产状态时管道持续维持高压避免安全隐患。

5.1.8 自动充装柜的充装方法为压力法充装，应设置有安全过滤装置，气体过滤精度应不小于 40 μm。

5.1.9 液化气体、低温液化气体充装应按气化后温度、组分自动转换设计压力，按压力法进行充装。

5.1.10 所有气体排放应引至室外安全阀排放，可燃性气体、毒性气体排放还应进行安全处置。

5.1.11 气瓶充装流量不应大于 8 m³/h（标准状态）。

5.1.12 氧化性气体和混合气体充装时要使用红外测温对所有钢瓶进行温度检测，并使用液晶显示器显示所有钢瓶温度。

5.2 材料要求

5.2.1 与乙炔或具有相似化学性能气体接触的金属材料中铜含量不应超过 70%。金属阻燃件（包括烧结金属件）应用不含铜的材料加工而成。当使用钎焊银铜合金时，银含量不应超过 46%，铜含量不应超过 37%。

5.2.2 与氧气、氧化性气体或氧化性气体组份接触的零部件应进行氧清洁并有报告，与其接触的弹簧和其他活动件应使用耐氧化的材料，且不应涂覆。

5.2.3 与氢气及其混合气体接触的各零部件，应考虑氢脆的影响。

5.2.4 与高纯气体、电子气体接触的管材、阀门、元件应符合 GB 50646 及相关标准规范。

5.3 设计及制造要求

5.3.1 汇流排的主管与支管应采用无缝钢管或铜管。所用无缝钢管及铜管应符合 GB/T 28054 规定。

5.3.2 充装系统使用的管路阀设计、制造应符合 GB/T 19672 和 GB 50030 的规定，并按 GB/T 13927 进行试验。自动开启阀门应按 JB/T 8858 要求进行静压寿命试验，密封件开关寿命应不低于 30 万次。

5.3.3 充装系统使用的安全阀设计、制造应符合 GB/T 12241 的规定。

5.3.4 管道按照最高工作压力设计并进行耐压试验。

5.3.5 充装系统使用的压力计设计、制造应符合 GB/T 25112 的规定，并根据气体介质的特性选用，腐

蚀性气体的压力计应采用耐蚀膜片式。系统中压力变送器的精度优于 2%，指针式压力计表盘直径不小于 150 mm，精度不低于 1.0 级。

5.3.6 温度变送器精度应在 0.5 °C~1 °C，监测范围则在-50 °C~150 °C。

5.3.7 系统中使用的气体软管设计、制造应符合 T/CCGA 20002 的规定；金属管应采用增加柔韧性的弯度或盘管，并符合相关要求。

5.3.8 系统中三通、接头、弯头的材料应使用与管材一致或相近的锻件，并符合相关规定，不应使用含铜量大于 70%的合金。

5.3.9 系统中三通、接头、弯头应锻压成型，其外观应清洁光亮，不应有裂纹、褶皱、夹杂物、未充满、过烧等有损产品性能的缺陷。

5.3.10 内锥密封面螺纹接头的外螺纹和连接螺纹的内螺纹表面粗糙度 Ra 应不大于 3.2 μm，内锥密封面螺纹接头的内锥面和球体密封面软管接头芯的球面的表面粗糙度 Ra 应不大于 1.6 μm，接头其他表面粗糙度 Ra 应不大于 6.3 μm。

5.3.11 可燃气体充装系统的总管阀门前、各支管阀门后应安装管道阻火器。

5.3.12 可燃气体、氧化性气体汇流排应设置导除静电用夹接头。

5.4 设备要求

5.4.1 低温贮罐应符合 GB/T 18442（全部内容）相关要求，并应设有压力传感器、液位（差压）传感器同时将传感器信号接入低温泵控制柜进行连锁。

5.4.2 低温泵应符合 T/CCGA 10006 的要求；在低温泵回气管路、低温泵曲轴箱设有温度传感器，同时将传感器信号接入低温泵控制柜进行连锁。

5.4.3 在低温泵出液管路应设有单向阀，防止高压气体回流。

5.4.4 在气化器出口管路应设有温度传感器、压力传感器，同时将传感器信号接入低温泵控制柜进行连锁。

5.4.5 在气化器出口管路应设有安全阀、排空阀。

5.4.6 在充装柜内气源管路应设有过滤器、单向阀。

5.4.7 在充装柜内充装管路应设有安全阀，如充装两种压力时应设有高压和低压安全阀，低压安全阀应设有根部阀并设有工作状态标识。

5.4.8 充装柜内的充装管路应设有压力表及压力变送器，同时将传感器信号接入充装控制柜进行连锁。

5.4.9 采用气瓶集装篮充装工位充装时充装柜内的充装管路应设有真空阀及真空泵接口，具备抽真空功能。

5.4.10 氧气及氧化性气体或混合气体抽真空采用旋片式真空泵时，真空泵油脂不得与气体发生反应。真空泵入口应有防止泵油逆流污染真空系统的措施。

5.4.11 气瓶集装篮充装工位应设有温度传感器检测充装过程中气瓶的温升变化，同时将传感器信号接入充装控制柜进行连锁。

5.4.12 气瓶集装篮充装工位设有气体泄漏报警探测器，当检测到气体浓度异常时系统报警。泄漏报警探测器应有相应检测报告。

5.4.13 充装控制柜、充装柜、低温增压泵控制柜外壳接地。

5.4.14 充装系统可适应环境温度-40 °C~70 °C。

5.5 控制系统要求

5.5.1 采用 PLC 或 DCS 实现中央系统控制，具备 HMI 触摸屏实现人机交互，配置 PC 端、APP 端物联网管理软件，可实现集中物联网管理、人机交互和远程管理。具备压力和温度在线检测功能，可根据混合气体组分自动计算充装分压实现自动充装。

5.5.2 低温增压系统应符合下列要求：

- a) 低温贮罐压力、液位低报警，低低连锁停泵。
- b) 低温泵回液管路温度高报警，打开预冷阀门进行预冷；温度达到启泵设定温度时关闭预冷阀，启动低温泵。
- c) 低温泵曲轴箱温度高报警连锁停泵。
- d) 气化器出口温度低于设定温度时报警，低低报警时连锁停泵。

- e) 气化器出口压力低于设定压力时自动启动低温泵；压力接近设定压力时自动降速；压力达到设定压力时自动停泵。

5.5.3 充装系统应符合下列要求：

- a) 充装系统根据程序流程自动进行放散、抽真空、充装；系统根据充装过程中气瓶温度自动计算进行压力补偿，使得充装后气瓶回到室温时压力误差在 ± 0.3 MPa 内。
- b) 纯气体充装时，控制系统根据气瓶集装篮工位的气瓶温升变化，控制充装速度；根据气瓶充装结束时的温度自动计算最终充装压力。
- c) 对于混合气体充装，控制系统根据作业指导书设定好混合气体各组分充装顺序。充装时根据混合气体各组分的浓度，输入相应数据；控制系统自动计算并按充装顺序、充装分压自动充装。
- d) 所有充装信息可以远传至中控室，远程查看设备运行状态。

5.6 系统性能要求

5.6.1 控制系统可实现自动化操作，对充气过程进行设定、监测与保护，充气过程自动化设定至少包括以下参数：

- a) 充气压力目标值：设定所需达到的最终压力；
- b) 充气速度：控制泵速保证气体充装完一侧组时间大于 30 分钟；
- c) 压力递增梯度：规定压力上升的阶段性变化规律；
- d) 充气时间限制：设定整个充气过程允许花费的时间；
- e) 压力波动范围：限定压力上下波动幅度 ± 0.3 MPa；
- f) 温度控制：考虑充气过程中温度的影响，设定相关温度系数。

5.6.2 高压气体充装系统全自动型充装精度应符合下列要求：

- a) 纯气： ± 0.3 MPa（环境温度 20 °C 时）；
- b) 多组分混合气体：当含量 2%~5%，含量误差在 $\pm 0.5\%$ （绝对值）；当含量不小于 10% 时，含量误差小于 10%（绝对值）。

6 检验和验收

6.1 检验及验收依据

- 6.1.1 承压管路及元件的检验和验收应符合 GB/T 150.4 的规定和设计文件的要求。
- 6.1.2 电路的检验和验收应符合 GB 50093、GB 50168 的规定和设计文件的要求。

6.2 外观检验

6.2.1 设备外观：

- a) 目测标牌、标识内容及粘贴位置符合要求；
- b) 设备外观应光洁平整，无毛刺、裂纹和凹痕、无明显的变形等缺陷。

6.2.2 使用盒尺测量设备外形尺寸与设计参数应符合设计要求。

6.2.3 使用游标卡尺测量产品接口规格、尺寸与设计参数应符合设计要求。

6.3 耐压检验与气密性检验

6.3.1 耐压检验

6.3.1.1 如果采用气压进行耐压检验，应对管路系统的完整性进行风险评估和危害辨识，气压检验的安全操作程序应经过审批。

6.3.1.2 检验系统应装有压力泄放装置，其设定压力不得高于 1.1 倍的检验压力。

6.3.1.3 用作检验的介质应是干燥洁净的空气、氮气或其他不易燃和无毒的气体。

6.3.1.4 承压金属管路的气压检验压力应不低于 1.1 倍设计压力，同时不超过下列压力的较小者：

- a) 1.33 倍设计压力；
- b) 检验温度下产生超过 90% 屈服强度周向应力或纵向应力（基于最小管壁厚度）时的检验压力。

6.3.1.5 气压检验步骤：

- a) 检验前应进行预检验，预检验的压力宜为 0.2 MPa；
- b) 检验时，应逐级缓慢增加压力，当压力升至检验压力的 50%时，应进行初始检查；如未发现异常或泄漏，继续按检验压力的 10%逐级升压（每级应有足够的保压时间以平衡管道的应变），每级稳压 10 分钟直至达到规定的检验压力。再将压力降至设计压力，应用检漏液检查有无泄漏，有无可见变形。保压 30 分钟后无泄漏，视为合格。

6.3.2 气密性检验

气密性检验压力一般为设计压力，真空管道检验压力为 0.1 MPa，检验介质可采用空气。除检验压力外，气密性检验按 6.3.1 气压检验的相关要求进行。

检验过程中，无泄漏合格；如有泄漏，应在修补后重新进行检验。

6.4 充装验证

6.4.1 纯气体充装验证

6.4.1.1 纯气体充装流程验证步骤：

- a) 使用压力高于 13 MPa 的气源接入充装柜入口；
- b) 使用 2 只充气压力 2 MPa~15 MPa 的气瓶，放置在充装工位内固定后将气瓶与充装软管连接。其后缓慢打开气瓶瓶阀，在程序上设定好钢瓶充装压力为 10 MPa，然后启动充装按钮进行程序流程验证；
- c) 观察自动排空、抽真空、充装是否按设定进行。

6.4.1.2 温度报警系统测试

检查当温度上升至规定温度时，系统是否报警，并启动规定应急控制程序。

6.4.2 混合气充装验证

6.4.2.1 混合气充装流程验证步骤：

- a) 使用至少两种压力高于 13 MPa 的气源分别接入充装柜入口；
- b) 使用 2 只充气压力 2 MPa~15 MPa 的气瓶，放置在充装工位内固定后将气瓶与充装软管连接。其后缓慢打开气瓶瓶阀，在程序上设定好钢瓶充装压力为 10 MPa，在程序上输入各组分的比例，然后启动充装按钮进行程序流程验证；
- c) 观察自动排空、抽真空、充装顺序及分压是否按设定进行。

6.4.2.2 温度报警系统检验

检查当温度上升至规定温度时，系统是否报警，并启动规定应急控制程序。

6.4.2.3 混合气体组分验证

将按照 6.4.2.1 要求充装好的气瓶与相应分析仪器连接，测出混合气体中各组分含量。

若混合气体各组分含量数值与设计数值偏差符合 5.6.2 要求，则该系统符合要求；否则应分析原因，并重复 6.4.2 的程序，直至符合要求。

7 包装、标志及储运

7.1 包装

7.1.1 包装储运图示标志应符合 GB/T 191、GB/T 13306 的要求。

7.1.2 包装应符合 GB/T 13384 的规定。运输标志与公司名称、产品名称喷涂在包装木箱四面的左上角。

7.1.3 设备必须在检验合格后、吹扫清洁后关口做防护包扎或封堵。

7.1.4 对产品的法兰、螺纹接口等采取相应的保护措施，防止运输过程中的损坏。

7.1.5 零配件、备品备件机专用工具等宜单独包装或装箱。

7.1.6 应附有合格证、装箱单和产品使用说明书。

7.1.7 产品合格证应至少包括下列内容：

- a) 制造单位名称及制造日期；
- b) 本文件名称及编号；

- c) 质量检验部门印章;
 - d) 质量检验员的代号及检验日期;
 - e) 产品名称、类别、型号。
- 7.1.8 产品说明书应至少包括下列内容:
- a) 安装说明;
 - b) 操作运行说明;
 - c) 维修与保养。
- 7.1.9 质量说明书应至少包括下列内容:
- a) 产品设计的主要参数;
 - b) 主要元件配置一览表;
 - c) 出厂检验报告。

7.2 标志

7.2.1 铭牌应固定在明显的位置,应清楚地至少标明以下内容:

- a) 制造单位名称和/或商标;
- b) 工作介质;
- c) 产品型号和名称;
- d) 产品编号或批号;
- e) 本文件的编号;
- f) 最大工作压力;
- g) 工作温度范围;
- h) 产品电压;
- i) 产品功率;
- j) 制造日期。

7.3 储运

7.3.1 产品在运输中应防止污染、剧烈震动、碰撞,搬运时应轻放,避免损伤等。

7.3.2 应储存在通风、干燥、没有腐蚀性气体、不受日光暴晒的地方。



中国工业气体工业协会
CHINA INDUSTRIAL GASES INDUSTRY ASSOCIATION
北京市朝阳区惠新南里6号天建大厦709室
电话: 010-8737 8841
010-6731 5044
传真: 010-6731 5244
邮编: 100029
邮箱: cgia@263.net
网址: www.cigia.org.cn