

ICS 23.060.99

CCSJ16

WZBF

温州泵阀团体标准

T/WZBF 042-2024

氧气用球阀

Ball valves for oxygen

2024-03-15 发布

2024-03-15 实施

温州市泵阀工业协会

发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性应用文件	1
3 术语和定义	1
4 结构形式	1
5 技术要求	3
6 材料	5
7 试验方法	6
8 检验规则	8
9 质量证明文件	8
10 标准、包装和供货	9
11 订货要求	9
附录 A（资料性）煤化工气化炉球阀	10
附录 B（规范性）金属材料豁免压力和最小厚度	12

前 言

本标准依据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。

本标准阀门主体材料压力—温度等级符合 GB/T 12224 《钢制阀门 一般要求》标准。

本文件由浙江石化阀门有限公司牵头组织制订。

本文件由温州市泵阀工业协会提出并归口。

本标准主要起草单位：浙江石化阀门有限公司、温州理工学院、浙江东方职业技术学院、浙江北泽阀门有限公司、凯喜姆阀门有限公司、温州金星阀门有限公司、浙江中特气动阀门成套有限公司、浙江中信阀门有限公司、浙江奥工阀门有限公司、浙江瑞尔铸造有限公司、浙江万鑫阀门有限公司。

本标准主要起草人：项炜、黄家巧、郭瑞豪、王桥波、王笑生、苏忠根、雷磊、项忠、章成选、柳相卿、金相阳、杨选建、张雄杰、季忠信、章吉祥、李保升。

本标准于2024年3月15日首次提出。。

氧气用球阀

1 范围

本文件规定了法兰连接氧气用球阀的术语和定义、结构型式、技术要求、材料、试验方法、检验规则、质量证明文件、标志、包装和供货以及订货要求。

本文件适用于工作压力不大于 21 MPa，公称尺寸 DN15~DN600（NPS1/2~NPS24），氧气介质温度为-30℃~200℃、露点不高于-30℃、体积分数大于 23.5%（其他气体为不活泼的气体）的氧气用球阀的制造。

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。

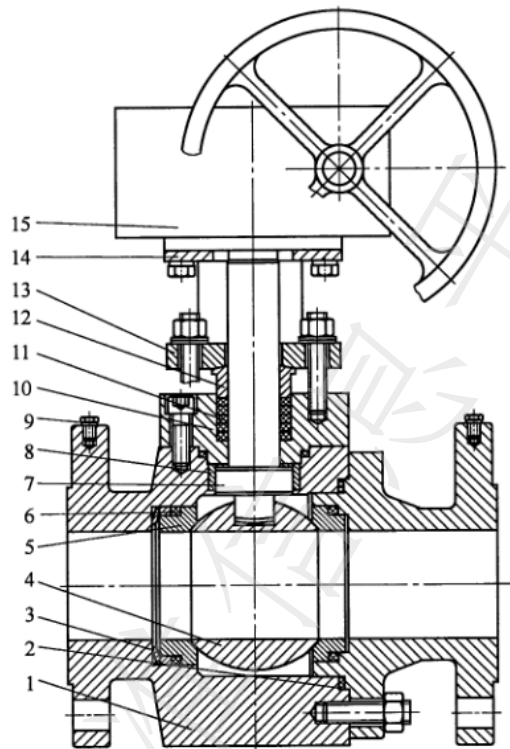
- GB/T 223 （所有部分） 钢铁及合金化学分析方法
- GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法
- GB/T 9124 （所有部分） 钢制管法兰
- GB/T 12221 金属阀门 结构长度
- GB/T 12223 部分回转阀门驱动装置的连接
- GB/T 12224 钢制阀门 一般要求
- GB/T 12237 石油、石化及相关工业用的钢制球阀
- GB/T 13927 工业阀门 压力试验
- GB 16912 深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程
- GB/T 21385 金属密封球阀
- GB/T 21465 阀门 术语
- JB/T 7927 阀门铸钢件外观质量要求
- JB/T 7928 工业阀门 供货要求
- JB/T 12955 氧气用阀门 技术条件
- ISO 10497 阀门试验阀门耐火试验要求（Testing of valves—Fire type-testing requirements）
- JB/T 14319 氧气用球阀

3 术语和定义

GB/T 21465 和 JB/T 12955--2016¹⁾ 界定的术语和定义适用于本文件。

4 结构型式

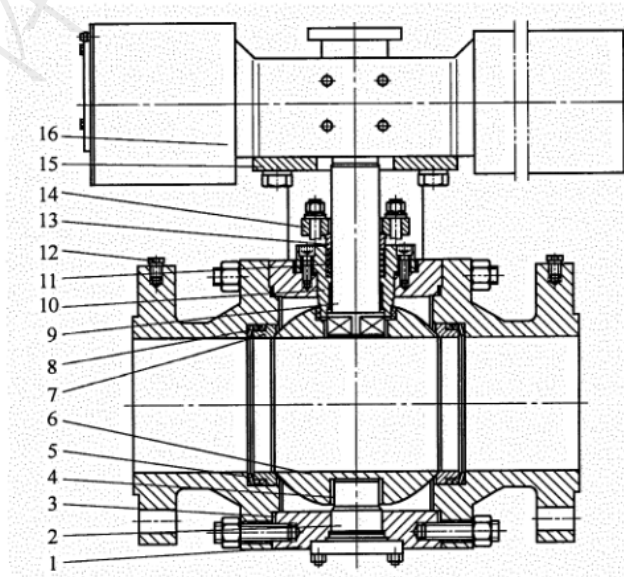
氧气用球阀（以下简称“球阀”）的结构分为浮动球阀和固定球阀。浮动球阀典型结构如图 1 所示，固定球阀典型结构如图 2 所示。



标引序号说明:

- | | | | |
|--------|--------|----------|----------|
| 1—阀体; | 5—阀座; | 9—导电螺栓; | 13—填料压板; |
| 2—密封垫; | 6—密封环; | 10—填料函; | 14—支架; |
| 3—碟簧; | 7—阀杆; | 11—填料; | 15—蜗轮。 |
| 4—球体; | 8—轴承; | 12—填料压套; | |

图1 浮动球球阀典型结构



标引序号说明:

- | | | | |
|--------|--------|----------|----------|
| 1—阀体; | 5—碟簧; | 9—阀杆; | 13—填料压套; |
| 2—下轴; | 6—球体; | 10—填料函; | 14—填料压板; |
| 3—密封垫; | 7—阀座; | 11—填料; | 15—支架; |
| 4—轴承; | 8—密封环; | 12—导电螺栓; | 16—气缸。 |

图2 固定球球阀典型结构

5 技术要求

5.1 总则

- 5.1.1 球阀除应符合本文件的规定外,还应符合 GB/T 12224、GB 16912、GB/T 12237、GB/T 21385、JB/T12955 的规定。
- 5.1.2 应选用经过试验证明和实践检验的具有与氧气兼容性的、燃点足够高的、燃烧热尽量低的、高热导性的材料,推荐使用豁免材料;非金属材料的使用温度应比其自燃温度(AIT)低 50℃~100℃,金属密封球阀的非金属密封件宜采用纯石墨等耐高温非金属材料。
- 5.1.3 球阀宜选用厚壁且散热面积大的零件,细小的球阀内件推荐使用豁免材料;过流零件表面应光滑、平顺,零件边缘应圆滑过渡。
- 5.1.4 规定工作压力下,150℃以下使用碳素钢、200℃以下使用不锈钢和非铁合金的球阀,其流速限制应符合 JB/T 12955 的规定。
- 5.1.5 驱动装置的润滑应采用氟化脂或全氟聚醚润滑脂。
- 5.1.6 阀杆的外露部分宜有防护设施,以防止灰尘和油污等的污染。
- 5.1.7 球阀内应避免有油、脂、有机物、粉尘、颗粒等污染物或杂质。
- 5.1.8 球阀操作应避免激发导致火灾的能量来源,如高流速、静电、绝热压缩或气流激振。
- 5.1.9 通过防护和远距离操作球阀来避免高风险操作可能带来的人员安全问题。
- 5.1.10 推荐使用金属密封球阀,非金属弹性密封球阀不应作为放空阀使用。煤化工气化炉球阀的操作工况参照附录 A 进行评估。
- 5.1.11 球阀连接端法兰与管道法兰之间的密封件宜采用金属密封环或金属石墨缠绕垫等耐高温密封件,金属石墨缠绕垫应有定位环和内环,内环应光滑无毛刺,且无任何部分凸出到流道内部;应避免使用垫片密封胶。
- 5.1.12 对于苛刻环境下使用的球阀,应采取适当的防冻、隔热等防护措施。

5.2 压力-温度额定值

球阀的压力-温度额定值按 GB/T 12224 的规定。球阀在某一温度下的最大允许工作压力取阀体和阀内件材料在该温度下最大允许工作压力值中的较小值。

5.3 结构长度

球阀的结构长度按 GB/T 12221 的规定,或按订货合同的要求。

5.4 连接端

法兰连接端按 GB/T 9124(所有部分)的规定,或按订货合同的要求。

5.5 阀体

- 5.5.1 壳体的最小壁厚应符合 5.1.1 中相关产品标准的规定;铜合金及非铁基合金材料的壳体最小壁厚按相应材料标准进行强度设计。
- 5.5.2 法兰应与阀体整体铸造或锻造。
- 5.5.3 阀体的流道应是圆形的,其内腔的流道及过流元件表面应圆滑过渡,无锐角、棱角、多肉等现象。内腔的流道及过流元件表面粗糙度 Ra 应不大于 3.2 μm,流道各处最小直径按 GB/T 12224 或订货合同的规定。
- 5.5.4 除填料函孔、固定球下支撑轴孔等必要结构孔,阀体上不宜开试验孔、检修孔、取样孔、吹扫孔、泄放孔、旁通阀孔等功能孔。

5.5.5 阀体之间的连接按 GB/T 12224 的规定。

5.5.6 阀体之间的垫片应具有良好的密封性和阻燃性，并具有与氧气兼容性，选用按 JB/T 12955 的要求。

5.6 阀座、球体

5.6.1 金属阀座和球体应整体实心锻制成形，球阀全开时应保证球体通道、阀座通道与阀体通道为同轴等直径圆；球体与阀杆的连接面应能承受最大的挤压应力。

5.6.2 金属阀座和球体的密封面宜采用高镍基合金、钴基合金等豁免材料进行硬化处理，密封面加工后表面粗糙度 Ra 不大于 0.4 μm ，硬化合金与密封副基体之间以及硬化合金之间结合应牢固可靠、不脱落，且要防止密封副硬化层之间在高纯氧中的摩擦粘接，以满足球阀全生命周期内的安全使用。

5.6.3 工作压力为 0.3 MPa 以下的球阀阀座密封面可采用聚四氟乙烯等与氧气兼容性好的非金属密封材料，非金属阀座不应直接置于流道内，而应被散热性好的阻燃金属包裹起来。

5.7 阀座弹簧

宜选用较厚的豁免材料(GH4145 高温合金)碟簧；弹簧不应直接置于流道内，以防止高速氧气冲击阀座弹簧。

5.8 阀杆

5.8.1 阀杆应设计成在介质压力作用下其不会脱出阀体的结构。

5.8.2 阀杆应有足够的强度和刚度，能保证球阀在规定的使用范围内不产生永久变形或损伤；且阀杆与球体的连接处及在压力区域内的阀杆部分，其抗扭强度应至少超过在压力区域外阀杆抗扭强度 20%，阀杆若发生破坏，应确保其破坏断裂处在球阀的压力区域外。

5.8.3 阀杆两端应设置高精度定位轴承，使阀杆只承受扭矩而不承受球阀启闭时的侧推力，以防止阀杆与填料偏磨。

5.8.4 阀杆与填料之间有相对摩擦段的表面宜进行硬化处理，表面粗糙度 Ra 应不大于 0.4 μm 。

5.9 防静电结构

5.9.1 球阀应设计成防静电结构，防静电性能符合 GB/T 12237 的规定。电源电压不超过 12V 的防静电电路，电阻应小于 10 Ω 。

5.9.2 在球阀的进、出口法兰上应有导电接地螺栓，螺栓尺寸为 M6~M10。

5.10 耐火结构

球阀应设计成耐火结构，球阀的耐火性能应符合 ISO 10497 的要求或按订货合同的规定。

5.11 填料与填料函

5.11.1 阀杆填料密封采用 V 形填料、楔形填料、矩形或方形截面填料、盘根、唇形密封圈等密封结构，或组合密封结构。填料应满足低摩擦力、低泄漏、密封性好、氧用安全的要求。

5.11.2 填料函的深度应不少于 4 圈未压缩的填料的高度。填料函与填料接触表面的表面粗糙度 Ra 应不大于 0.8 μm 。填料函应具有外部防护设施，防止污染物进入阀杆填料。

5.12 填料压盖

5.12.1 填料压盖应设计成在不拆卸球阀任何零部件的情况下可调节填料密封力的结构。

5.12.2 填料压盖宜采用填料压板和填料压套组成，填料压板和填料压套之间通过球面自动对中，且填料压套球面顶端外径应有一个台肩，以防止填料压套完全进入填料中。

- 5.12.3 按照最大允许工作压力压缩填料，压紧填料压盖栓接件的拉伸应力应不超过栓接材料最大抗拉强度的三分之一。
- 5.12.4 填料压盖的栓接件不应承受球阀操作扭矩产生的剪切力。
- 5.12.5 宜采用碟簧预紧填料压盖，防止填料压紧力衰退。

5.13 操作

- 5.13.1 球阀可采用蜗轮蜗杆传动、电动、气动和液动等驱动方式。
- 5.13.2 驱动装置应能保证球阀在其最大允许工作压差和工作温度范围内正常操作。
- 5.13.3 除订货合同中有规定外，球阀应顺时针关，逆时针开。
- 5.13.4 手轮操作力应不大于 360 N，手轮上应有“开”和“关”的标志。
- 5.13.5 球阀的全开和全关位置应提供限位机构。
- 5.13.6 球阀与驱动装置的连接尺寸按 GB/T 12223 的规定。
- 5.13.7 球阀操作人员应培训上岗，所用的工具、工作服、手套等用品及阀门零部件严禁沾染油脂。
- 5.13.8 为防止球阀下游绝热压缩，应设置旁通均压阀保证球阀在压差小于或等于 0.3 MPa 的条件下开启（除非球阀进行安全评估和风险分析确定没有问题），旁通均压阀以及旁通管设置应符合 JB/T 12955 的要求。
- 5.13.9 球阀启闭应灵活且平稳、无卡涩或爬行现象，启闭时间应满足订货合同的要求；负载启闭操作试验后，高压气体壳体强度试验应仍满足 5.14 的规定，球阀的密封性能应仍满足 5.15 的规定。

5.14 壳体试验

球阀壳体试验的结果应符合 GB/T 13927—2008 的要求，壳体无结构损伤，无可见渗漏通过阀体体壁、填料及壳体各连接的密封处。

5.15 密封试验

软密封球阀的最大允许泄漏率应不超过 GB/T 13927—2008 规定的 A 级。
对于金属密封球阀，其低压气体密封试验的最大允许泄漏率应不超过 GB/T 13927—2008 规定的 B 级，同时其高压气体密封试验的最大允许泄漏率应不超过 GB/T 13927—2008 规定的 C 级。

5.16 脱脂

按 JB/T12955 的规定。

5.17 无损检测

按 JB/T 12955 的规定。

5.18 外观质量

球阀阀体表面的铸字、钢印、介质流向箭头应清晰完整。铸钢阀门表面缺陷类型按照 JB/T7927—2014 的规定，缺陷类型 a 以及缺陷类型 b¹ 中除 A 和 B 以外程度的缺陷是不可以接受的。不锈钢和有色金属铸锻件外表应经彻底的酸洗钝化处理，直至露出金属本色，表面应无皱褶和有害缺陷。

6 材料

6.1 金属材料

- 6.1.1 球阀金属材料选择应符合 JB/T 12955 的规定，金属材料的化学成分和力学性能应符合相关文件

的规定;先均压后开启的球阀,其阀体按非撞击场合选材,阀内件按撞击场合选材;放空球阀、煤化工气化炉前的球阀阀体及阀内件按撞击场合选材。

6.1.2 在选择材料时,应注意所选材料的豁免压力的制约。对于撞击场合,当工作压力高于选用材料的豁免压力时,应限制氧气流速,使其符合 JB/T 12955 的规定,避免颗粒冲击点火的危害;当工作压力低于选用材料的豁免压力时,则该材料为阻燃材料且不需限制氧气流速。对于非撞击场合,当氧气流速超过 JB/T 12955 的规定时,则应选用豁免材料。本文件推荐使用豁免材料,不选用金属铝;铜铝合金中的铝含量(质量分数)不应超过 2.5%。

6.1.3 标准纯度(99.5%以上,体积分数)氧气的豁免压力:

氧气用金属材料的豁免压力和最小厚度除应符合本文件附录 B 的规定外,还应符合 JB/T 12955 的规定。球阀金属零件的厚度不低于本文件附录 B 规定的最小厚度;如果选用金属零件的厚度小于本文件附录 B 规定的最小厚度,则应考虑在最大允许工作压力下经过认证批准的流速限制。本文件附录 B 最小厚度范围(3.18 mm—6.35 mm)对应的豁免压力不准许外推。

6.1.4 低于标准纯度的富氧工况下金属材料的选用:

- 氧气纯度(体积分数) $\leq 35\%$ 工况下金属材料的选用:工作压力不超过 21 MPa、氧气纯度(体积分数)小于或等于 35%的工况下,脱脂的洁净球阀所选用的铁合金或非铁合金不受流速限制。此工况下,碳素钢和不锈钢都是豁免材料。
- $35\% < \text{氧气纯度(体积分数)} < 99.5\%$ 工况下金属材料的选用:当金属置于压力、温度一定的富氧中时,金属可燃性随氧气纯度的下降而下降。在低于标准纯度富氧工况中设置氧气流速限制时,首先,把低于标准纯度的富氧看作标准纯度氧气并采用附录 B 中的标准纯度氧气的豁免压力是偏安全的;其次,把低于标准纯度的富氧看作压力等于其氧分压的标准纯度氧气并采用附录 B 中的标准纯度氧气的豁免压力也是安全的。

6.2 非金属材料

应选用与氧气兼容性好的非金属材料:

- 高分子氟化聚合物,如聚四氟乙烯、聚全氟乙丙烯、聚三氟氯乙烯;
- 高分子弹性体,如四氟乙烯全氟丙烯共聚物、全氟醚橡胶、氟橡胶;
- 无定型聚合物,如聚酰亚胺;
- 纯柔性石墨,如纯柔性石墨编织绳、模压成型纯柔性石墨环、纯柔性石墨垫片;
- 陶瓷或玻璃,硬脆且阻燃,一般作为增强复合材料的添加剂。

7 试验方法

7.1 压力试验

7.1.1 一般要求

7.1.1.1 每台球阀都应按 7.1.2 和 7.1.3 的顺序进行压力试验。

7.1.1.2 试验介质为水(氯化物含量不超过 25 mg/L)、清洁无油干燥的空气、氮气或其他惰性气体,试验介质温度应在 $5^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ 范围内;气体压力试验应防止试验介质和试验环境对球阀的二次污染。

7.1.1.3 压力试验的保压时间按 JB/T 12955 或按订货合同的规定。

7.1.1.4 由于高压气体压力试验具有危险性,高压气体压力试验时应采取必要的安全措施和防护手段,确保试验人员和试验设备的安全。

7.1.2 壳体试验

7.1.2.1 首先进行水压壳体试验，试验压力为 38℃时最大允许工作压力的 1.5 倍。

7.1.2.2 水压壳体试验合格后，阀门应解体进行去油脱脂、更换填料垫片及油脂残留量检查，脱脂检验合格后重新组装阀门，再进行高压气体壳体试验，试验压力为 38℃时最大允许工作压力的 1.1 倍。

7.1.3 密封试验

7.1.3.1 高压气体壳体试验合格后进行低压气体密封试验，试验压力为 0.6 MPa ± 0.1 MPa；软密封球阀只做低压气体密封试验。

7.1.3.2 低压气体密封试验合格后进行高压气体密封试验，试验压力为球阀最大允许工作压差的 1.1 倍，若最大允许工作压差无特别规定，则高压气体密封试验压力为 38℃时最大允许工作压力的 1.1 倍。

7.1.3.3 双向密封球阀应对每个阀座进行密封试验。

7.1.3.4 试验时间按照制造厂商的要求，但不得低于 GB/T 13927 标准。

7.2 可靠性试验

7.2.1 密封试验合格后进行空载启闭操作试验，从全开到全关为动作 1 次，动作次数不少于 5 次。

7.2.2 空载启闭操作试验合格后进行负载启闭操作试验，试验介质为清洁无油干燥的气体，球阀在脱脂状态下，开启压差为其最大允许工作压差的 1.1 倍，从全压差开启到全关为动作 1 次，每个密封方向负载启闭动作次数不少于 20 次。最大允许工作压差按订货合同或铭牌的规定；若无特别规定，则负载启闭操作试验的阀门开启压差为 38℃时最大允许工作压力的 1.1 倍。

7.2.3 启闭操作试验合格后，再做一次高压气体壳体试验和气体密封试验。

7.3 壳体壁厚测量

用测厚仪或专用卡尺测量阀体流道、中腔等部位的壁厚。

7.4 化学成分分析

在阀体、球体、阀座或阀杆材料上取样，钻屑取样应在表面 6.5 mm 之下处，按 GB/T223（所有部分）的规定或采用光谱仪测定。

7.5 力学性能检验

用与阀体同炉号、同批热处理的试棒，拉伸试验按 GB/T 228.1 规定的方法进行。

7.6 防静电试验

按 GB/T 12237 的规定进行试验。

7.7 耐火试验

按 ISO 10497 或按订货合同的规定进行试验。

7.8 脱脂检验

经脱脂处理后的零部件应进行严格的脱脂检验，检验方法按 JB/T 12955 的规定。

7.9 无损检测

按 JB/T 12955 的规定进行无损检测。

7.10 标志检查

目测阀体表面和阀门铭牌上打印的标记内容。

7.11 外观检查

对球阀外观质量进行目测检查。

8 检验规则

8.1 出厂检验

球阀应逐台进行出厂检验，检验合格后方可出厂。其检验项目、技术要求和试验方法按表 1 的规定。

表1 检验项目、技术要求和试验方法

检验项目	检验类别		技术要求	试验方法
	出厂检验	型式试验		
壳体试验	√	√	5.14	7.1.2
密封试验	√	√	5.15	7.1.3
可靠性试验	√	√	5.13.9	7.2
壳体壁厚测量	—	√	5.5.1	7.3
化学成分分析	—	√	第 6 章	7.4
力学性能检验	—	√	第 6 章	7.5
防静电试验	—	√	5.9	7.6
耐火试验	—	√	5.10	7.7
脱脂检验	√	√	5.16	7.8
无损检测	√	√	5.17	7.9
标志检查	√	√	第 10 章	7.10
外观检查	√	√	5.18	7.11

注：“√”为需检验项目；“—”为不需检验项目。

8.2 型式试验

8.2.1 有下列情况之一时，应对样机进行型式试验，试验合格后方可批量生产：

——新产品试制定型；

——正式生产后，产品结构、材料、工艺有较大改变可能影响产品性能。

8.2.2 技术协议要求进行型式试验时，应抽样进行型式试验。可在生产线的终端经检验合格的产品中随机进行抽样，也可在产品成品库中随机抽取或者从已供给用户但未使用并保持出厂状态的产品中随机抽取 1 台。对整个系列产品进行质量考核时，根据该系列范围大小从中抽取 2 个或 3 个典型规格进行试验。

8.2.3 型式试验的全部试验项目应符合表 1 的规定。

9 质量证明文件

- 9.1 球阀应提供内容齐全、完整、清晰并且具有可追溯性的产品质量证明文件，质量证明文件包括产品合格证和质量证明书。
- 9.2 质量证明书应有制造厂名称、制造许可证编号、产品编号、出厂检验文件、出厂技术文件等。
- 9.3 出厂检验文件应包括：
- 阀门承压件材料的牌号、化学成分和力学性能报告；
 - 无损检测报告；
 - 零部件的脱脂检查报告；
 - 外观质量检验报告；
 - 壳体、密封等压力试验报告。
- 9.4 出厂技术文件应包括产品竣工图（含性能规范、产品名称和型号规格、执行标准编号、主要零部件材料、连接尺寸、最大外形尺寸）、产品使用说明书和合同要求的质量计划等。
- 9.5 球阀合格证内容要求应按 JB/T7928 的规定。

10 标志、包装和供货

标志、包装和供货按 JB/T 12955 的规定，与驱动装置能力相匹配的球阀最大允许工作压差也应在铭牌上标记。

11 订货要求

订货要求按 JB/T12955 的规定。

附录 A
(资料性)
煤化工气化炉球阀

A.1 煤化工气化炉的氧气助燃点火系统批量选用了金属密封球阀，如气化炉烧嘴前的球阀，该球阀高压差快速启闭以控制氧气与燃料的混合时机和喷射状态，确保煤的安全气化。

A.2 煤化工气化炉球阀的设计、选材、制造和操作应符合本文件的要求，应避免高流速、绝热压缩等可能导致氧气系统火灾的能量来源。

较小启闭压差导致氧气流速可能超过球阀金属材料的推荐流速，而高流速增加了氧气夹带颗粒的动能，使氧气系统具有更高的撞击起火危险。球阀的上游气源压力 p_U 、下游排放压力 p_D 、下游最大排放流速 v_D 之间的关系可用公式(1)表达；假定氧气为等熵流动的理想气体，公式(1)中下游氧气密度 ρ_D 用 $p_D / (R_{O_2} T_D)$ 代替，则可得到公式(2)。已知球阀上游气源压力 p_U 和允许的下游最大排放流速 v_D 时，可用公式(2)近似评估球阀下游排放压力 p_D 。

$$p_U = p_D \left(\frac{v_D^2 \rho_D^2}{2K\rho_D} + 1 \right)^K \dots\dots\dots (1)$$

$$p_D = \frac{p_U}{\left(\frac{v_D^2}{2KR_{O_2}T_D} + 1 \right)^K} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

p_U ——上游气源压力（绝对压力），单位为兆帕（MPa）；

p_D ——下游排放压力（绝对压力），单位为兆帕（MPa）；

v_D ——下游最大排放流速，单位为米每秒（m/s）；

ρ_D ——下游氧气密度，单位为千克每立方米（kg/m³）；

$K=\gamma/(\gamma-1)$ ，其中氧气的比热容比系数 $\gamma=1.4$ ；

R_{O_2} ——氧气的气体常数， $R_{O_2} = 260 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ；

T_D ——下游绝对温度，单位为开（K）。

A.3 由于氧气压缩产生压缩热，类似绝热过程的氧气快速压缩会导致氧气温度的升高。快速升温的氧气能够点燃氧气系统的污染物或部件材料，压缩热的危害随着氧气系统的压力和增压速度的增加而增加。压缩热是氧气系统非金属材料着火燃烧的最常见机理，金属材料一般不易因压缩热而被点燃。容积增压足够快到近似绝热升温才能导致点火，化工工艺对球阀的快开要求不应导致其中腔或下游容积的绝热压缩，上下游均压后再开启的双切断球阀还应防止球阀两端高压对球阀中腔的绝热压缩风险。

A.4 大压缩比(p_f/p_i)才能产生点燃氧气环境中大多数材料的温度。绝热工况下，把氧气从某一温度和压力压缩到另一个更高压力时，所能得到的最终绝对温度 T_f 和初始绝对温度 T_i 的关系可用公式(3)表达。

$$\frac{T_f}{T_i} = \left(\frac{p_f}{p_i} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

T_f ——最终绝对温度，单位为开（K）；

T_i ——初始绝对温度，单位为开（K）；

p_f ——最终绝对压力，单位为兆帕（MPa）；

p_i ——初始绝对压力，单位为兆帕（MPa）。

- A.5 绝热压缩只有在压缩速度（或者增压时间）非常迅速的情况下才能近似得到。相对于几秒或几分钟，几分之一秒的增压时间是危险的。为此，球阀的实际启闭时间应保持与其规定启闭时间一致或略慢。
- A.6 制造厂应根据球阀的各项工艺参数，按本文件的要求设计、制造、调试煤化工气化炉球阀。

全国团体标准信息平台

附录 B
(规范性)
金属材料豁免压力和最小厚度

金属材料豁免压力和最小厚度见表 B.1。

表B.1 金属材料豁免压力和最小厚度

工程合金		最小厚度 mm	豁免压力 MPa
黄铜合金 ^a		不规定	20.68
钴合金 ^b	Stellite 6	不规定	3.44
	Stellite 6B	不规定	3.44
铜 ^c		不规定	20.68
铜镍合金 ^{a, c}		不规定	20.68
铸铁件	灰铸铁	3.18	0.17
	球墨铸铁	3.18	0.34
	高镍铸铁 D-2	3.18	2.07
不锈钢铸件	CF3/CF8、CF3M/CF8M、CG8M	3.18	1.38
	CF3/CF8、CF3M/CF8M、CG8M	6.35	2.6
	CN7M	3.18	2.58
	CN7M	6.35	3.44
镍合金 ^c	Hastelloy C-276	3.18	8.61
	Inconel 600	3.18	8.61
	Inconel 625	3.18	6.90
	Inconel X-750	3.18	6.90
	Monel 400	0.762	20.68
	Monel K-500	0.762	20.68
不锈钢锻件	304/304L、316/316L、321、347	3.18	1.38
	304/304L、316/316L、321、347	6.35	2.58
	20 号合金	3.18	2.58
	410	3.18	1.72
	430	3.18	1.72
	X3 NiCrMo 13-4	3.18	1.72
	17-4PH (时效硬化状态)	3.18	2.07
锡青铜		不规定	20.68
注 1: 此列表不包括所有可能的豁免材料。其他材料可根据富氧环境燃烧测试结果添加。			
注 2: 这些豁免压力适用温度为 200℃。			
注 3: 豁免压力的定义见 JB/T 12955。			
^a 铸造和锻造成形。 ^b 钴合金通常用于耐磨堆焊层, 高于本附录豁免压力的使用压力应按相关标准或规范进行风险评估或进一步试验验证其合理性。 ^c 小于本附录所列厚度的铜、铜镍合金、镍合金 (虽然在某些氧气工况中有安全使用记录) 应按相关标准或规范进行风险评估或进一步试验验证其合理性。			