

ICS 23.060.10

CCS J16

团 体 标 准

T/CMES 20023—2025

陶瓷球阀 技术规范及质量分等

Ceramic ball valves—Technical specifications and
quality grading

2025-12-25 发布

2026-01-25 实施

中国机械工程学会 发布

中国机械工程学会（英文简称 CMES）是具备开展国内、国际标准化活动资质的全国性社会团体。制定中国机械工程学会团体标准，以满足企业需要和市场需求，推动机械工业创新发展，是中国机械工程学会团体标准的工作内容之一。中国境内的团体和个人，均可提出制、修订中国机械工程学会团体标准的建议并参与有关工作。

中国机械工程学会团体标准按《中国机械工程学会标准化管理办法》进行制定和管理。

中国机械工程学会团体标准草案经向社会公开征求意见，并得到参加审定会议的 3/4 以上的专家、成员的投票赞同，方可作为中国机械工程学会团体标准予以发布。

在本标准实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料寄给中国机械工程学会，以便修订时参考。

本标准版权为中国机械工程学会所有。除了用于国家法律或事先得到中国机械工程学会正式许可外，不许以任何形式复制、传播该标准或用于其他商业目的。

中国机械工程学会地址：北京市海淀区首体南路 9 号主语国际 4 座 11 层

邮政编码：100048 电话：010-68799027 传真：010-68799050

网址：www.cmes.org 联系人：袁俊瑞 电子信箱：yuanjr@cmes.org

目 次

目 次.....	I
前 言.....	III
引 言.....	V
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 结构型式.....	2
5 技术要求.....	4
5.1 压力-温度额定值.....	4
5.2 结构长度.....	4
5.3 阀体.....	4
5.4 球体.....	5
5.5 阀座.....	5
5.6 阀杆.....	5
5.7 陶瓷结构件.....	6
5.8 操作机构.....	7
5.9 最大开启扭矩.....	7
5.10 压力试验.....	8
5.11 订货要求.....	9
6 材料.....	9
6.1 金属材料、密封材料.....	9
6.2 陶瓷材料.....	9
7 试验方法和检验规则.....	10
7.1 试验方法.....	10
7.2 检验规则.....	11
8 标志.....	12
8.1 标志的内容.....	12
8.2 阀体上的标记.....	12
8.3 铭牌上的标记.....	13

9 防护、包装和贮运	13
10 质量分等	13
10.1 质量等级	13
10.2 质量分等试验	14
10.3 抽样和评定方法	15
10.4 质量分等的扩展	15
附录 A（资料性）气固耐磨试验方法	17
附录 B（资料性）液固耐磨试验方法	19
参 考 文 献	21
图 1 浮动式全瓷球阀（阀座弹簧预紧）典型结构示意图	2
图 2 浮动式全瓷球阀（阀座固定）典型结构示意图	3
图 3 固定式陶瓷 C 球阀（单阀座）典型结构示意图	3
图 4 外观质量检查表面部位	6
图 A.1 气固耐磨寿命试验原理	17
图 B.1 液固耐磨寿命试验原理	19
表 1 标准缩径法兰连接陶瓷球阀结构长度	4
表 2 全瓷球体的许用扭矩	5
表 3 陶瓷结构件外观检查	7
表 4 典型全瓷球阀最大开启扭矩	7
表 5 最大阀座泄漏率	8
表 6 典型结构陶瓷材料制备工艺	9
表 7 常用氧化物结构陶瓷的材料性能表	10
表 8 常用非氧化物结构陶瓷的材料性能表	10
表 9 检验项目、技术要求和试验方法	12
表 10 陶瓷球阀产品质量分等评定项	13
表 11 陶瓷球阀质量分等试验	15
表 12 陶瓷球阀质量分等评定方法	15

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。

考虑到本文件中的某些条款可能涉及专利，中国机械工程学会不负责对其任何该类专利的鉴别。

本文件规定了陶瓷球阀产品的术语和定义、结构型式、技术要求、试验方法及检验规则、产品质量等级分类、抽样和评定方法。

本文件由中国机械工程学会提出并归口。

本文件负责起草单位：烟台金泰美林科技股份有限公司、合肥通用机械研究院有限公司、通用机械关键核心基础件创新中心(安徽)有限公司、重庆川仪调节阀有限公司、江苏神通阀门股份有限公司、东莞信柏结构陶瓷股份有限公司、无锡智能自控工程股份有限公司、湖南精城特种陶瓷有限公司、四川格林流体控制设备有限公司、中国天辰工程有限公司、赛鼎工程有限公司、华陆工程科技有限责任公司、中国成达工程有限公司、东华工程科技股份有限公司、中国五环工程有限公司、中石化宁波工程有限公司、中国恩菲工程技术有限公司、长沙有色冶金设计研究院有限公司、贵阳铝镁设计研究院有限公司、中国瑞林工程技术股份有限公司、中冶赛迪工程技术股份有限公司、济南大学、开封大学阀门产业学院、中冶京诚工程技术有限公司、中冶长天国际工程有限责任公司、中冶南方工程技术有限公司、中石油华东设计院有限公司、中国石化镇海炼化分公司、万华化学集团股份有限公司、新特能源股份有限公司、国能包头煤化工有限责任公司、大恒集团有限公司、中国神华煤制油化工有限公司鄂尔多斯煤制油分公司、中国石化金陵石化公司化工一部、中科合成油工程有限公司、江苏中能硅业科技发展有限公司、内蒙古通威高纯晶硅有限公司、内蒙古大全新能源有限公司、新疆东方希望新能源有限公司、内蒙古蒙泰集团有限公司、伊泰伊犁能源有限公司、攀钢集团钛业有限责任公司、北京百特莱德工程技术股份有限公司、北京瑞德克气力输送技术股份有限公司、浙江华友钴业股份有限公司、宏工科技股份有限公司、中盐青海昆仑碱业有限公司、唐山三友化工股份有限公司纯碱分公司、山东海化纯碱厂、内蒙古恒星化学有限公司、国家能源集团宁夏煤业有限责任公司、国能榆林化工有限公司、无锡雪浪环境科技股份有限公司、上海森永工程设备股份有限公司、丰城赣锋锂业有限公司、山东祥海钛资源科技有限公司、中国神华哈尔乌素露天煤矿循环经济产业孵化基地、永农生物科学有限公司、中材高新氮化物陶瓷有限公司、成都兹维克阀门有限公司、蓝钿（北京）流体控制设备有限公司、孚洛泰（重庆）科技有限公司、湖南兴晶流体科技有限公司、江西铜业股份有限公司贵溪冶炼厂、胜帮科技股份有限公司、河北都邦石化工程设计有限公司、天津实华工程设计有限公司、河北石阀机械设备股份有限公司。

本文件负责起草人员：金浩军、王渭、王新军、胡军、王晓钧、蒋永兵、李宏伟、徐中海、刘兰、林凯宇、李强、周光辉、孙亮、陈彦、杭丽娜、林娟、汤志军、李梁、周屹山、王志刚、梁俊鹏、朱舫、欧阳永强、田大鹏、曾裕玲、徐明慧、王文长、黎力、张丽、孟铎、李文盛、张玮、薛昊洋、才超、袁爱武、李伟达、谷立轩、倪阳、胡国军、金霞、陈洪、朱斯、吴旭、邵海燕、徐灵峰、吕思源、田辉、苏贤涌、郭豪、李国政、钟明旭、杨柳、吴彬、孙来宝、金文军、魏臻、卢维洲、张兆东、陆冰、杨绍军、陈亚、张宝、钱银先、荣彦栋、成明敏、何鹏、程锦鹏、苟才江、张晓军、赵雪川、姬学良、乔利华、段锋、青海泉、赵金龙、陈江元、杨兴虎、李春雨、刘验荣、杨军、欧阳祺、余子毅、宋道兵、张志海、孟凡旭、渠国忠、李明、刘虎、冶金霞、李中鹤、苏军龙、

T/CMES 20023—2025

冯永海、陈晓波、张建新、张正江、高贵彦、侯宝瑞、秦清松、白晓伟、王小青、陈杨、王再义、莫建军、刘智、张军录、熊贤斌、刘高鹏、陈耕、孙涛、彭国平、杜伟阳、王玉虎、崔宇、王建。
本文件首次制定。

引 言

陶瓷球阀凭借其优异的耐磨损、耐腐蚀特性，在硅化工、煤化工、盐化工、环保业、锂电池材料、矿业与冶金、化肥、造纸与医药等领域得到广泛应用。更多的制造商正在进入陶瓷球阀领域，提升陶瓷球阀的可靠性，保证陶瓷球阀的品质满足不断发展的工业需求。

目前，陶瓷球阀相关标准只列出了陶瓷材料的物理性能，未对陶瓷材料的纯度、粒径、成型、烧结、加工、检测等一系列影响陶瓷球阀性能的指标进行规定，造成了现在国内陶瓷球阀质量综合水平参差不齐。

本文件旨在服务于不断扩大的陶瓷球阀市场，通过规定陶瓷的原材料纯度、成型工艺、技术要求、试验方法、建立质量分等体系等，确保陶瓷球阀适应不同的苛刻工况，提高我国陶瓷球阀的整体质量水平。本文件也将对陶瓷球阀的选用提供指导。

陶瓷球阀 技术规范及质量分等

1 范围

本文件规定了陶瓷球阀的术语和定义、结构型式、技术要求、材料、试验方法及检验规则、标志、防护、包装和贮运、产品质量分等的抽样和评定方法。

本文件适用于公称尺寸 DN15~DN400 且公称压力 PN10~PN100 或公称尺寸 NPS1/2~NPS16 且公称压力 Class150~Class600 的陶瓷球阀。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB/T 230.1 金属材料 洛氏硬度试验 第1部分: 试验方法
- GB/T 6569 精细陶瓷弯曲强度试验方法
- GB/T 8489 精细陶瓷压缩强度试验方法
- GB/T 12220 工业阀门 标志
- GB/T 12221 金属阀门 结构长度
- 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 16534 精细陶瓷室温硬度试验方法
- GB/T 16535 精细陶瓷线热膨胀系数试验方法 顶杆法
- GB/T 17213.4 工业过程控制阀 第4部分: 检验和例行试验
- GB/T 18851.2 无损检测 渗透检测 第2部分: 渗透材料的检验
- GB/T 23806 精细陶瓷断裂韧性试验方法 单边预裂纹梁(SEPB)法
- GB/T 25995 精细陶瓷密度和显气孔率试验方法
- GB/T 26480 阀门的检验和试验
- GB/T 37246 精细陶瓷抗热震性能试验方法
- GB/T 39862 高热导率陶瓷导热系数的检测
- JB/T 106 阀门的标志和涂装
- JB/T 8861 球阀 静压寿命试验规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

陶瓷球阀 ceramic ball valve

以陶瓷作为密封副和通道衬里的金属球阀。必要特征是球体的中心和阀座的中心线同心,且和阀杆的中心线同心。

注1: 陶瓷主要包括结构陶瓷和金属陶瓷。典型结构陶瓷有氧化铝、氧化锆、碳化硅、氮化硅等; 典型金属陶瓷有碳化钨、碳化钛、氮化钛等。

注2: 如无特别说明,全瓷材质球体(简称全瓷球体)的流通直径小于或等于200mm,选用全瓷球体的陶瓷球阀称为“全瓷球阀”,见图1和图2;球体流通直径250mm~350mm的陶瓷球体通常是在金属材质的C型孔基体上镶嵌陶瓷球冠的组合式球体(简称陶瓷C球),选用陶瓷C球(适合全系列流通直径)的陶瓷球阀称为“陶瓷C球阀”,见图3。

3.2

公称阀座直径 nominal diameter of the valve seat
用于确定阀座最大允许泄漏率的基本直径，也被称为阀座的内孔径。

3.3

刮刀式阀座 scraper-type valve seat
为防止颗粒进入阀座，阀座密封面设计为两端均有锋利刃口的结构，使阀座具有刮削效果。

3.4

陶瓷衬里 ceramic lining
为防止磨损或腐蚀性介质破坏阀门承压壳体，而在阀门壳体内整体或局部镶嵌的陶瓷衬套。

3.5

球体许用扭矩 allowable torque of the ball
人为设定室温（15℃~25℃）下全瓷球体在被抱死、卡死时不被阀杆扭开裂的最大扭矩。

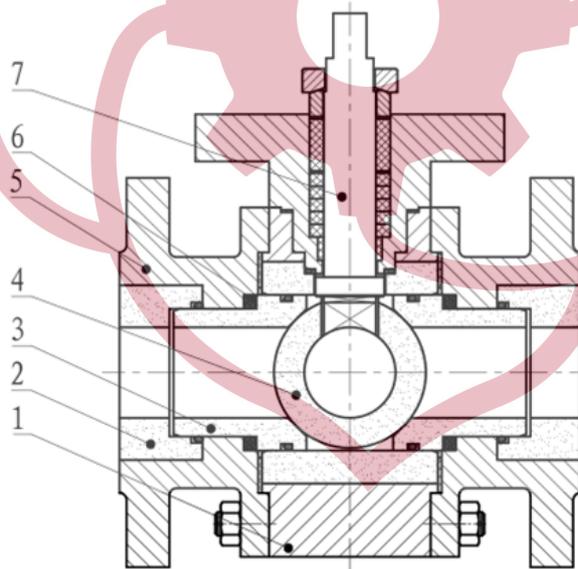
3.6

最大开启扭矩 maximum opening torque
密封副无润滑状态下，用5℃~50℃洁净气体（或水）作为试验介质，在陶瓷球阀最大工作压差下测得的开阀扭矩值。

注：最大工作压差应在铭牌上标注；铭牌如无标注最大工作压差，则最大工作压差按公称压力。

4 结构型式

浮动式全瓷球阀（阀座弹簧预紧）的典型结构如图1所示，浮动式全瓷球阀（阀座固定）的典型结构如图2所示，固定式陶瓷C球阀（单阀座）的典型结构如图3所示。

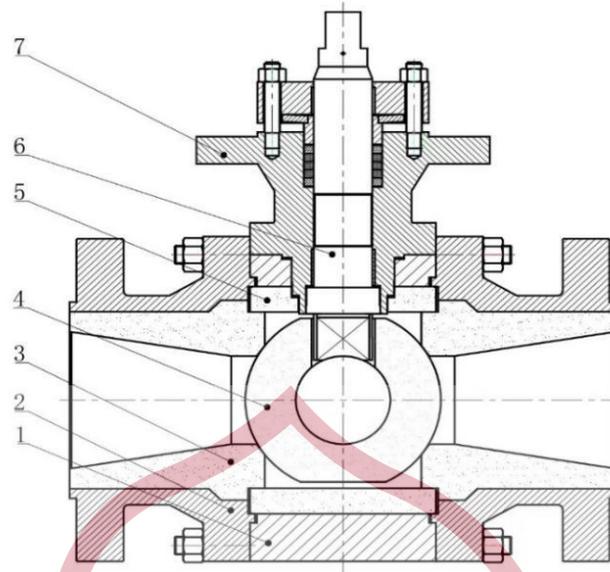


标引序号说明：

- 1——阀体；
- 2——陶瓷衬里；
- 3——陶瓷阀座；
- 4——全瓷球体；

- 5——侧阀体；
- 6——阀座预紧弹簧；
- 7——阀杆。

图1 浮动式全瓷球阀（阀座弹簧预紧）典型结构示意图

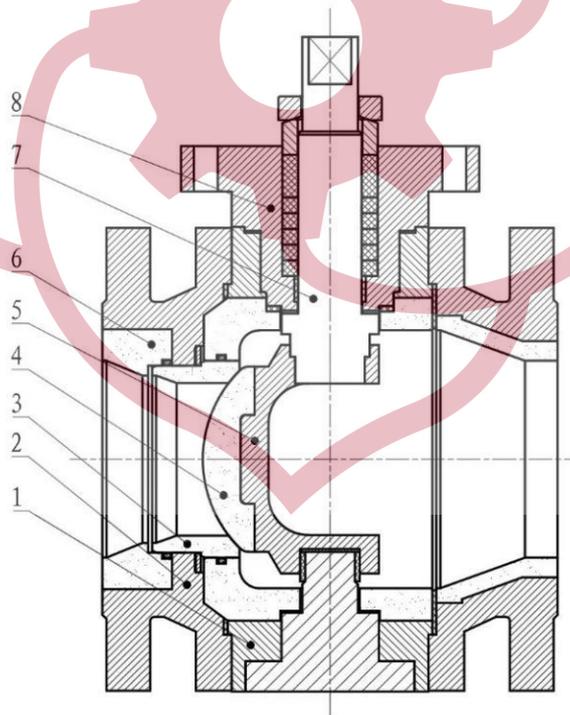


标引序号说明:

- 1——阀体;
- 2——侧阀体;
- 3——陶瓷阀座;
- 4——全瓷球体;

- 5——陶瓷衬里;
- 6——阀杆;
- 7——阀盖。

图2 浮动式全瓷球阀（阀座固定）典型结构示意图



标引序号说明:

- 1——阀体;
- 2——侧阀体;
- 3——进口端陶瓷阀座;
- 4——陶瓷球冠;

- 5——C型孔金属基体;
- 6——陶瓷衬里;
- 7——阀杆;
- 8——阀盖。

图3 固定式陶瓷C球阀（单阀座）典型结构示意图

5 技术要求

5.1 压力-温度额定值

5.1.1 陶瓷球阀的压力-温度额定值取阀体和所用密封件的压力-温度额定值两者中的较小值。

5.1.2 陶瓷球阀阀体的压力-温度额定值按 GB/T 12224 的规定。

5.2 结构长度

5.2.1 结构长度(端对端)及偏差应按 GB/T 12221 的规定, 或按订货合同的要求。

5.2.2 标准缩径(即缩一档)法兰连接陶瓷球阀的结构长度按表 1 的规定。

5.2.3 全通径或其他缩档形式的法兰连接陶瓷球阀结构长度按订货合同的要求。

表1 标准缩径法兰连接陶瓷球阀结构长度

单位为毫米

公称尺寸	公称压力	
	PN10~PN40 Class150~Class300	PN63~100 Class600
DN15	108	165
DN20	117	190
DN25	127	216
DN32	140	229
DN40	165	241
DN50	178	292
DN65	190	330
DN80	203	356
DN100	229	432
DN125	254	508
DN150	267	559
DN200	292/419 ^a	660
DN250	457	787
DN300	502	838
DN350	572	889
DN400	610	991

注：DN15的流道是全通径，DN20~DN400的流道是缩一档。

^a PN10~PN40、Class150~Class300 范围内，DN200 阀门具有 2 种阀门长度。

5.3 阀体

5.3.1 阀体技术要求应符合 GB/T 12237 的规定。

5.3.2 阀体最小壁厚按 GB/T 12224 的规定, 最小壁厚不包括陶瓷衬里的厚度。

5.3.3 阀体与陶瓷衬里应牢固结合，阀体对陶瓷衬里宜施加均匀压应力。

5.4 球体

5.4.1 0型孔全瓷球体的流道最小尺寸按 GB/T 12237 的规定。典型的全瓷球阀所配全瓷球体的流道宜是标准缩径（即缩一档），标准缩径或其他流道尺寸应由订货合同确定。

5.4.2 全瓷球体承受工厂规定的许用扭矩时不发生碎裂，且全瓷球体的许用扭矩应不小于全瓷球阀的2倍最大开启扭矩，典型全瓷球体的外径和许用扭矩见表2；陶瓷C球的许用扭矩大于同规格全瓷球体的许用扭矩。

5.4.3 V型孔全瓷球体的V型孔最大外接圆直径应按5.4.1中的球体流道最小尺寸的规定。

表2 全瓷球体的许用扭矩

球体流道直径 (公称阀座直径) mm	PN10~PN40 Class150~Class300 典型球体直径 mm	许用扭矩 N·m	PN63~100 Class600 典型球体直径 mm	许用扭矩 N·m
15	SΦ27	16	SΦ34	36
20	SΦ34	25	SΦ54	110
25	SΦ42.5	60	SΦ54	110
32	SΦ54	80	SΦ64	180
40	SΦ64	160	SΦ82	390
50	SΦ80	240	SΦ104	680
65	SΦ104	320	SΦ128	880
80	SΦ128	600	SΦ160	1 250
100	SΦ160	1 200	SΦ200	2 000
125	SΦ198	1 800	—	—
150	SΦ234	2 400	—	—
200	SΦ292	5 000	—	—

5.5 阀座

5.5.1 阀座可设计成弹簧加载的浮动阀座或固定阀座。

5.5.2 阀座不应因为固体介质的阻碍而受阻，阀座贴紧球体以维持密封副的密封比压稳定。

5.5.3 阀座宜设计成对粘附性含固介质具有刮削作用的刮刀式阀座。

5.6 阀杆

5.6.1 在任何使用或更换填料时，或当阀杆失效时，在阀体压力边界内的阀杆在介质压力作用下，不应因内部压力而被排出或脱出。

5.6.2 在压力边界内的阀杆部分，其抗扭强度值应至少超过压力边界外阀杆部分的10%。

5.6.3 温度波动大、高频操作、含固介质的工况，阀杆的填料函宜设计成弹簧加载结构。

5.6.4 阀杆宜通过定位轴套保证阀杆与球体圆心的对中，定位轴套应耐受实际工况下的腐蚀、磨损。

5.6.5 对于频繁操作或含固介质工况，阀杆表面应作硬化处理。

5.7 陶瓷结构件

5.7.1 陶瓷衬里宜采用热配的方法与阀体结合。

5.7.2 陶瓷结构件应 100%进行无损检测，陶瓷结构件表面不应出现由裂纹、气孔、气泡导致的吸红现象。全瓷球体、陶瓷 C 球的陶瓷球冠、阀座、衬里如图 4 所示的部位不应有崩口、崩边、崩角、附着物、针孔、熔洞，色斑等缺陷。外观质量要求按表 3 的规定。

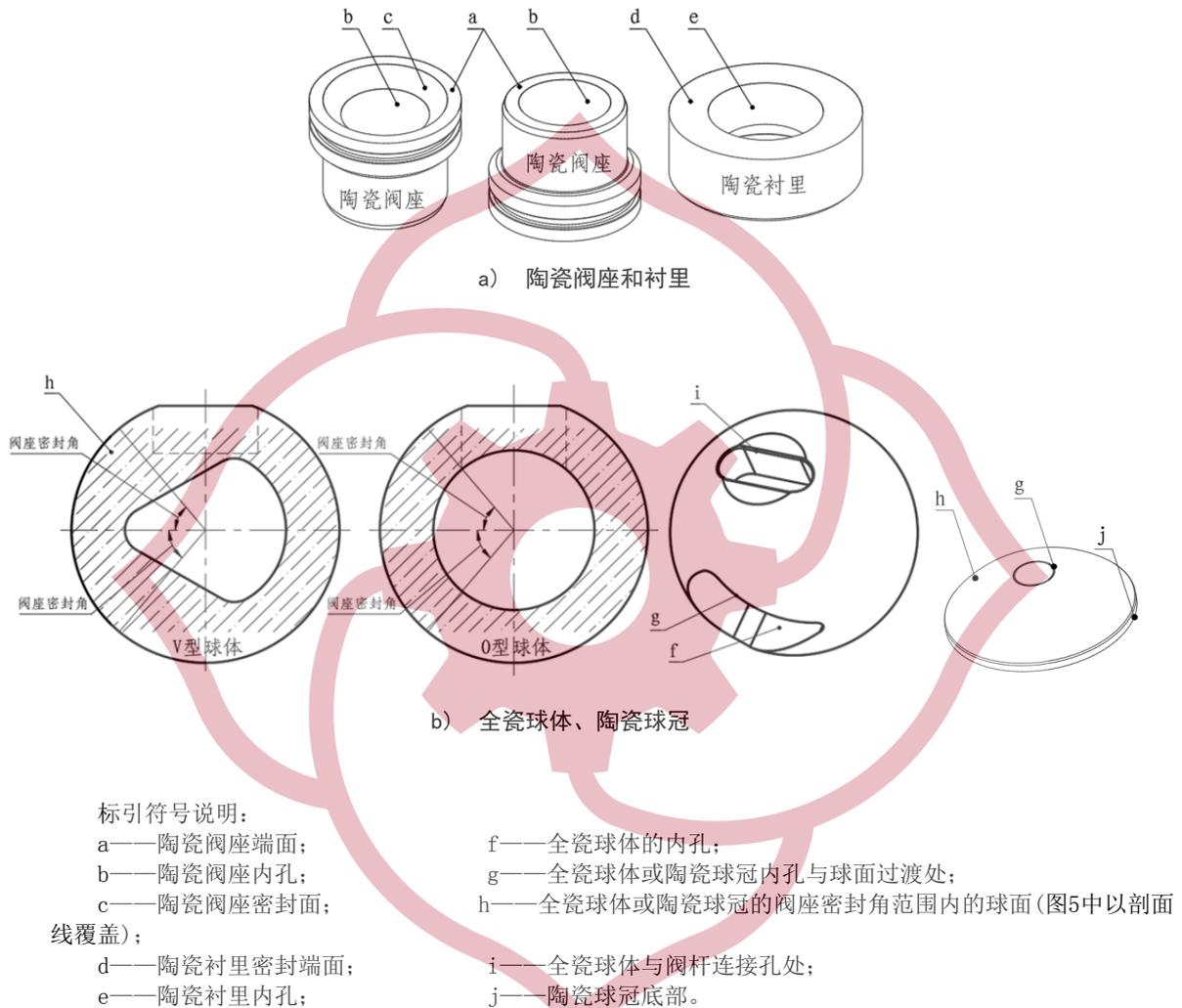
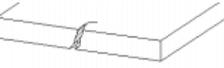


图4 外观质量检查表面部位

表3 陶瓷结构件外观检查

序号	项目	图例	一般面 ^a	特殊面 ^a	试验方法
所有陶瓷零部件应具备唯一编号，保证追溯 ^b					
1	崩口、崩边、崩角		不允许>0.5×0.5mm	不允许	游标卡尺
2	裂纹、气孔		不允许	不允许	无损检测全检
3	附着物		允许<φ1mm， 但相邻距离>10mm	不允许	游标卡尺全检
4	针孔、熔洞		允许<φ0.5mm， 但相邻距离>10mm	不允许	游标卡尺全检
5	色斑		允许<φ2mm， 但相邻距离>10mm	允许<φ0.5mm，但相邻 距离>10mm	游标卡尺全检
6	气泡		不允许	不允许	目测全检
^a 一般面指图4中符号a、d、j所示部位，特殊面指图4中符号b、c、e~i所示部位。 ^b 陶瓷件应具备唯一的编号，并清晰标识在非工作面上。					

5.8 操作机构

切断球阀开关位置的显示和限位、扳手或驱动装置的连接尺寸按GB/T 12237的规定；调节球阀应有明确的机械行程指示盘，以便于现场观察调节阀的实际行程与定位器反馈之间的差异。

5.9 最大开启扭矩

5.9.1 陶瓷球阀最大开启扭矩不超过铭牌上标明的最大工作压差下的开启扭矩，全瓷球阀在典型压差下的最大开启扭矩见表4。

5.9.2 全瓷球阀应能承受不小于2倍最大开启扭矩的堵转扭矩而保持性能良好。

表4 典型全瓷球阀最大开启扭矩

单位为牛米

球体流道直径 (公称阀座直径) mm	PN10~PN40、Class150~Class300			PN63~100、Class600	
	压差 0.6MPa	压差 1.0MPa	压差 1.6MPa	压差 5.0MPa	压差 8.0MPa
15	5	7	10	18	30
20	7	10	15	50	70
25	12	20	30	50	70
32	25	35	50	90	130
40	30	50	80	160	260
50	60	90	140	200	280
65	90	150	220	360	560
80	180	260	360	600	930

表4 (续)

球体流道直径 (公称阀座直径) mm	PN10~PN40、Class150~Class300			PN63~100、Class600	
	压差 0.6MPa	压差 1.0MPa	压差 1.6MPa	压差 5.0MPa	压差 8.0MPa
100	360	500	760	1 000	1 200
125	500	900	1 300	—	—
150	800	1 200	1 800	—	—
200	1 600	2 500	3 600	—	—

注：表中的球体外形尺寸与表2中对应规格的相同。

5.10 压力试验

- 5.10.1 壳体试验结果符合 GB/T 26480 的规定，壳体无结构损伤，无可见渗漏通过壳壁及各连接处。
- 5.10.2 陶瓷球阀应使用其所配置的驱动装置启闭操作球阀进行密封试验检查。
- 5.10.3 阀座最大允许泄漏率按表 5 的规定或按订货合同的要求。

表5 最大阀座泄漏率

公称阀座直径 ^a		泄漏率	
mm	inch	ml/min	气泡/min ^b
≤25	≤1	0.15	1
40	1.5	0.3	2
50	2	0.45	3
65	2.5	0.60	4
80	3	0.90	6
100	4	1.70	11
125	5	2.70	18
150	6	4.00	27
200	8	6.75	45
250	10	11.1	—
300	12	16.0	—
350	14	21.6	—

^a 如果阀座直径与表列值相差 2mm 以上，则可假定泄漏率与阀座直径的平方成正比，通过插值法获得泄漏率。

^b 表中列出的每分钟气泡数是根据一台经校验的合适的测量装置提出的替代方案，这里是用一根外径 6mm，壁 1mm 的管子(管端表面应平整光滑，无斜口和毛刺，管子轴线应与水平面垂直)浸入水中 5mm~10mm 深度。

5.11 订货要求

5.11.1 陶瓷球阀生产厂家应具有中华人民共和国特种设备生产许可证（压力管道金属阀门），并提供以陶瓷球阀做型式试验的特种设备型式试验证书，供货阀门应满足型式试验证书（附型式试验报告）中规定的公称尺寸、公称压力、适用温度。

5.11.2 有 SIL（安全完整性等级）要求的陶瓷球阀，宜提供相关认证证书。

5.11.3 有逸散性要求的陶瓷球阀，应提供相关认证证书。

5.11.4 陶瓷球阀或配套的陶瓷管道有强防腐要求时，应提供陶瓷防腐试验证明。

6 材料

6.1 金属材料、密封材料

陶瓷球阀的阀体、阀盖、阀杆、填料压盖、连接螺栓螺母等金属材料，以及密封垫片、O型圈及填料等密封材料，均应符合GB/T 12237的规定。

6.2 陶瓷材料

6.2.1 典型结构陶瓷材料的制备工艺和设备按表 6 规定。陶瓷球阀厂家宜拥有陶瓷材料配方、压制、烧结、加工等全流程生产能力，且能提供陶瓷材料制备过程质量证明资料；陶瓷球阀制造商宜拥有结构陶瓷零件制造相关设备，包括但不限于造粒机、等静压机、烧结炉、磨球机、内外圆磨床、数控磨床。

6.2.2 典型结构陶瓷材料主要性能指标按表 7、表 8 的规定，陶瓷毛坯应经过自然时效消除烧结应力。

表6 典型结构陶瓷材料制备工艺

材料	细分材料	主成分	粉料要求	成型要求	烧结方式	主要用途
氧化锆 ZrO ₂	钇稳定氧化锆 Y-TZP	≥92%	纯度 99.95%， 粒径 0.4~ 0.7μm	冷等静压	箱式烧结炉 隧道窑	球体 阀座 衬里
	镁稳定氧化锆 Mg-PSZ	≥85%				
	复合稳定氧化锆 Ce-TZP	≥72%				
氧化铝 Al ₂ O ₃	95Al ₂ O ₃	≥92%	95%氧化铝	冷等静压或干压	箱式烧结炉 隧道窑	阀座 衬里
	97Al ₂ O ₃	≥96%	97%氧化铝			
	99Al ₂ O ₃	≥98%	99%氧化铝			
氮化硅 Si ₃ N ₄	氮化硅	≥90%	≥99.9%	冷等静压	气压烧结	球体 阀座衬里
		≥95%	≥99%	热等静压	热压烧结	
碳化硅 SiC	碳化硅	≥88%	≥99.9%	冷等静压 注浆成型	反应烧结	阀座 衬里
		≥99%	≥99%		无压烧结	

表7 常用氧化物结构陶瓷的材料性能表

性能指标	单位	氧化锆陶瓷（等静压成型）			氧化铝陶瓷（等静压成型）			检测标准
		Y-TZP	Mg-PSZ	Ce-TZP	95Al ₂ O ₃	97Al ₂ O ₃	99Al ₂ O ₃	
密度	g/cm ³ ≥	6	5.7	5.3	3.7	3.75	3.8	GB/T25995
硬度	HRA ≥	87	85	86	85	87	88	GB/T 230.1
	HV ≥	1 100	1 000	900	1 000	1 050	1 200	GB/T 16534
抗弯强度	MPa ≥	1 150	800	700	280	300	330	GB/T 6569
抗压强度	MPa ≥	2 000	1 800	1 800	1 800	1 800	1 900	GB/T 8489
热膨胀系数	×10 ⁻⁶ /°C	10.0	9.2	9.6	7.8	7.8	8.0	GB/T 16535
断裂韧性	MPa·m ^{1/2} ≥	10.0	8.0	8.0	4.0	4.0	5.0	GB/T 23806 三点法
导热系数	W/m·K	2.5	2	2.4	22.4	22.4	25	GB/T 39862
最大允许温差	°C	87	110	100	40	40	50	GB/T 37246 速冷法

表8 常用非氧化物结构陶瓷的材料性能表

性能指标	单位	碳化硅		氮化硅		检测标准
		反应烧结	无压烧结	热等静压烧结	气压烧结	
密度	g/cm ³ ≥	3.03	3.08	3.2	3.2	GB/T 25995
硬度	HRA ≥	90	92	90.5	90	GB/T 230.1
	HV ≥	1 400	1 600	1 450	1 400	GB/T 16534
抗弯强度	MPa ≥	280	400	900	700	GB/T 6569
抗压强度	MPa ≥	2 000	2 200	2 800	2 800	GB/T 8489
膨胀系数	×10 ⁻⁶ /°C	4.0	4.0	3.2	3.2	GB/T 16535
断裂韧性	MPa·m ^{1/2} ≥	4.0	3.6	7.5	7.0	GB/T 23806
导热系数	W/m·K	45~80	80~100	15~30	15~30	GB/T 39862
最大允许温差	°C	75	75	200	200	GB/T 37246 快速冷却法

7 试验方法和检验规则

7.1 试验方法

7.1.1 壳体试验

陶瓷球阀壳体试验方法按GB/T 26480的规定。

7.1.2 密封试验

7.1.2.1 密封试验按 GB/T 17213.4 的规定，介质为室温气体，试验压力为 3.5bar，偏差在±5%以内。

7.1.2.2 当泄漏量稳定后，应在足够长的时间内测取泄漏率。测量阀座泄漏率的仪表的不准确度应不超全量程的±10%，并且应在全量程范围的 20%到 80%之间使用。

7.1.2.3 浮动式全瓷球阀的每个阀座应进行密封试验，固定式陶瓷 C 球阀应做进口端阀座的密封试验。

7.1.3 金属零件试验

阀体壁厚、阀杆硬度、化学成分、力学性能等检查方法按GB/T 12237的规定。

7.1.4 陶瓷结构件外观

陶瓷结构件的外观质量检查按表3的规定。

7.1.5 密度

密度的检测按照GB/T 25995 的规定进行。

7.1.6 硬度

陶瓷结构件硬度检测按照GB/T 16534的规定进行陶瓷件的硬度检测。

7.1.7 成分

陶瓷成分检测使用X射线荧光光谱仪（XRF）测量。

7.1.8 无损检测

陶瓷结构件应100%进行渗透检测，检测方法按照GB/T 18851.2的规定进行。陶瓷件在红色墨水或红丹粉水（液体温度 $>25^{\circ}\text{C}$ ）中浸没24h，将陶瓷件用水清洗后用棉纱擦干，检查陶瓷结构件表面的吸红情况。

7.1.9 许用扭矩检验

全瓷球体在装配前要100%通过许用扭矩的检测。抱死全瓷球体，在阀杆孔中按照设计要求插入相应的阀杆，按照制造商规定的许用扭矩设定好扭矩扳手，然后缓慢施加扭矩于全瓷球体上，检查全瓷球体是否有碎裂现象。

7.1.10 最大开启扭矩检验

将陶瓷球阀置于最大工作压差下，用扭矩扳手开启阀门，记录陶瓷球阀的开启扭矩。

7.1.11 堵转扭矩检验

用相应规格的聚氨酯棒插入全瓷球体陶瓷球阀的通道之中，施加2倍最大开启扭矩于阀杆上，检查全瓷球体、阀座、阀杆等各零件是否完好。

7.1.12 阀体标志检查

目测阀体表面铸造或打印标记内容。

7.1.13 铭牌内容检查

目测阀门铭牌上打印标记内容。

7.2 检验规则

7.2.1 出厂检验

陶瓷球阀应逐台进行出厂检验，检验合格后方可出厂。全瓷球阀还应增加扭矩检验。检验项目、技术要求和试验方法按表9的规定。

表9 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	√	√	5.10.1	7.1.1
密封试验	√	√	5.10.2、5.10.3	7.1.2
阀体壁厚测量	—	√	5.3.2	7.1.3
阀杆硬度测量	—	√	5.6.5	7.1.3
阀体化学成分	√ ^a	√	符合有关标准要求	7.1.3
阀体材质力学性能	—	√	符合有关标准要求	7.1.3
陶瓷材料检查	√ ^b	√	5.7、6.2	7.1.4~7.1.8
全瓷球体 许用扭矩检测	—	√	5.4.2	7.1.9
最大开启扭矩	√	√	5.9.1	7.1.10
全瓷球阀的 堵转扭矩检验	√	√	5.9.2	7.1.11
静压寿命试验	—	√	10.1.2	10.2.2
阀体标记内容检查	√	√	8.2	7.1.12
铭牌标记内容检查	√	√	8.3	7.1.13
注：“√”表示检验项目，“—”表示不做检验项目。				
^a 可接受材料进货检验结果				
^b 陶瓷材料进货检验结果需要与陶瓷球阀厂家自检结果作对比。				

7.2.2 型式试验

7.2.2.1 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，如产品结构、材料、工艺有较大改变可能影响产品性能。

7.2.2.2 技术协议要求进行型式试验时，应抽样进行型式试验。抽样可在生产线终端的检验合格产品中随机抽样，也可在产品成品库中随机抽取，或从已供给用户但还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型式试验时，应根据该系列范围的大小情况，抽取2个~3个典型规格进行试验。

7.2.2.3 型式试验的全部试验项目应符合表9的规定。

8 标志

8.1 标志的内容

阀门应按GB/T 12220 的规定进行标记，并应符合8.2、8.3的规定。

8.2 阀体上的标记

在阀体上应注有下列的永久标记：

- 制造厂名称或商标标志；

- 阀体材料；
- 公称压力；
- 公称尺寸；
- 阀体材料批号；
- 产品生产系列编号；
- 流向标记（如有）。

8.3 铭牌上的标记

在球阀的铭牌上应有如下所列的内容：

- 制造厂名称；
- 公称压力、公称尺寸；
- 最大工作压差和最大开启扭矩；
- 金属阀体、陶瓷密封副材料牌号；
- 螺纹端连接的标记Rc（螺纹连接端的球阀）；
- 本标准编号；
- 出厂编号。

9 防护、包装和贮运

- 9.1 试验后, 应将每台陶瓷球阀阀腔内水吹干。
- 9.2 非奥氏体不锈钢阀体表面应按 JB/T 106 的要求涂漆(不包括阀门的连接端部)。
- 9.3 应用带凸耳边的木质合成板、塑料或金属等材料封盖对球阀的连接管道的端口进行保护。
- 9.4 在运输期间, 陶瓷球阀应处于全开状态, 弹簧复位的常闭式结构除外。
- 9.5 陶瓷球阀应固定在包装箱内, 防止振动或撞击对陶瓷件的损坏。

10 质量分等

10.1 质量等级

- 10.1.1 陶瓷球阀根据其质量水平分为合格品、二等品、一等品和优等品四个等级。
- 10.1.2 所有参与质量分等的陶瓷球阀应出厂检验为合格品, 质量分等项目和指标符合表 10 规定。

表10 陶瓷球阀产品质量分等评定项

序号	考核项目		质量等级			
			合格品	二等品	一等品	优等品
1	壳体试验	试验压力	按 GB/T 26480 的规定, 38℃时最大允许工作压力的 1.5 倍			
		持续时间 (≥)	GB/T 26480 的规定			
		要 求	壳体无结构损伤, 无可见渗漏通过壳壁及各连接处			
2	密封试验	试验压力	试验压力为 3.5bar, 其偏差应在 ±5% 以内			
		持续时间	当泄漏量稳定后, 应在足够长的时间内测取泄漏率			
		要 求	最大允许泄漏率按 5.10.3 的规定			

表10 (续)

序号	考核项目			质量等级			
				合格品	二等品	一等品	优等品
3	静压寿命试验	次数	DN≤250	≥200	5 000	8 000	10 000
			DN300~DN400	≥100	3 000	5 000	7 000
4	气固耐磨寿命试验	次数	DN≤250	≥100	200	500	800
			DN300~DN400	≥50	100	300	500
5	液固耐磨寿命试验	次数	DN≤250	≥100	500	1 000	2 000
			DN300~DN400	≥50	300	500	1 500
6	陶瓷零件外观			特殊面和一般面外观符合表3规定	特殊面和一般面仅有表3序号5所示的允许缺陷	特殊面无表3所示缺陷,且一般面仅有表3序号5所示的允许缺陷	特殊面和一般面无表3所示的缺陷
7	陶瓷零件质量检测设备		粒度分析仪	无	无	有	有
			陶瓷无损检测	有	有	有	有
			密度计	有	有	有	有
			硬度计	有	有	有	有
			扭矩测量	有	有	有	有
			超声波测厚仪	有	有	有	有
			三坐标	无	无	无	有
			圆度仪	无	有	有	有
			粗糙度仪	无	有	有	有
			X射线荧光光谱仪(XRF)	无	有	有	有
注:所列的公称尺寸(DN)的阀门为阀座流道尺寸缩一档。							

10.2 质量分等试验

10.2.1 试验项目

从出厂检验为合格品的产品中任选2台同规格耐磨陶瓷球阀参加质量分等试验:按表11的规定,除序号1~4的项目,气固介质用陶瓷球阀还需做气固耐磨寿命试验,液固介质用陶瓷球阀还需做液固耐磨寿命试验;对于不含固介质用陶瓷球阀,从出厂检验为合格品的产品中任选1台按表11的规定做质量分等试验。

表11 陶瓷球阀质量分等试验

序号	试验项目	气固（或液固）介质用陶瓷球阀	不含固介质用陶瓷球阀
1	壳体试验	2 台都应做	任选 1 台做
2	密封试验	2 台都应做	任选 1 台做
3	陶瓷零件外观检查	2 台都应做	任选 1 台做
4	静压寿命试验	任选 1 台做	任选 1 台做
5	气固（或液固）耐磨寿命试验	另外 1 台做	—

10.2.2 静压寿命试验

静压寿命试验方法按JB/T 8861的规定，试验介质为水或气体。在最大工作压差下，陶瓷球阀每启闭循环100次进行一次密封性能检查。达到要求的循环次数时，若阀座最大允许泄漏率符合5.10.3的规定，则以该试验次数为静压寿命试验次数；若不能继续操作试验或密封等级达不到5.10.3的规定，则以该次检查的前一次所对应的循环次数为静压寿命试验次数。

10.2.3 耐磨寿命试验

室温下气固/液固耐磨寿命试验方法见附录A和附录B，试验介质分别为空气+石英砂和水+石英砂。在6bar工作压差下，陶瓷球阀每启闭循环50次进行一次密封性能检查，清洁内件附着介质并保持阀内干燥后再进行密封试验。达到要求的循环次数时，若阀座最大允许泄漏率符合5.10.3的规定，则以该试验次数为耐磨寿命试验次数；若不能继续试验或阀座最大允许泄漏率不符合5.10.3的规定，则以该次检查前一次所对应的循环次数为耐磨寿命试验次数。

10.3 抽样和评定方法

10.3.1 抽样方法按 7.2.2.2 的规定，抽样产品的最大工作压差不小于 6bar，按 10.2.1 表 11 的序号顺序做试验。

10.3.2 质量分等评定结果达到相应等级的规定后，不允许再次抽样。

10.3.3 2 台都做的试验项的评定按最低等级进行评定。

10.3.4 陶瓷球阀质量分等评定方法见表 12。

表12 陶瓷球阀质量分等评定方法

陶瓷球阀	优等品	一等品	二等品	合格品
气固介质	表 10 中序号 1~3、4 优等品，且序号 6、7 不低于一等品	表 10 中序号 1~3、4 一等品，且序号 6、7 不低于二等品	表 10 中序号 1~3、4 二等品，且序号 6、7 不低于合格品	表 10 中序号 1~7 合格品
液固介质	表 10 中序号 1~3、5 优等品，且序号 6、7 不低于一等品	表 10 中序号 1~3、5 一等品，且序号 6、7 不低于二等品	表 10 中序号 1~3、5 二等品，且序号 6、7 不低于合格品	
不含固介质	表 10 中序号 1~3 优等品，且序号 6、7 不低于一等品	表 10 中序号 1~3 一等品，且序号 6、7 不低于二等品	表 10 中序号 1~3 二等品，且序号 6、7 不低于合格品	

10.4 质量分等的扩展

质量分等成功完成后，如果满足以下条件，质量分等可扩展到同一系列产品中未经测试的阀座直径和公称压力的陶瓷球阀。

- 设计标准相同；
- 结构几何形状对阀座泄漏和扭矩性能的影响相同；

——阀座密封副材料相同。

——质量分等试验成功后，对于标准缩径（即缩一档）陶瓷球阀：

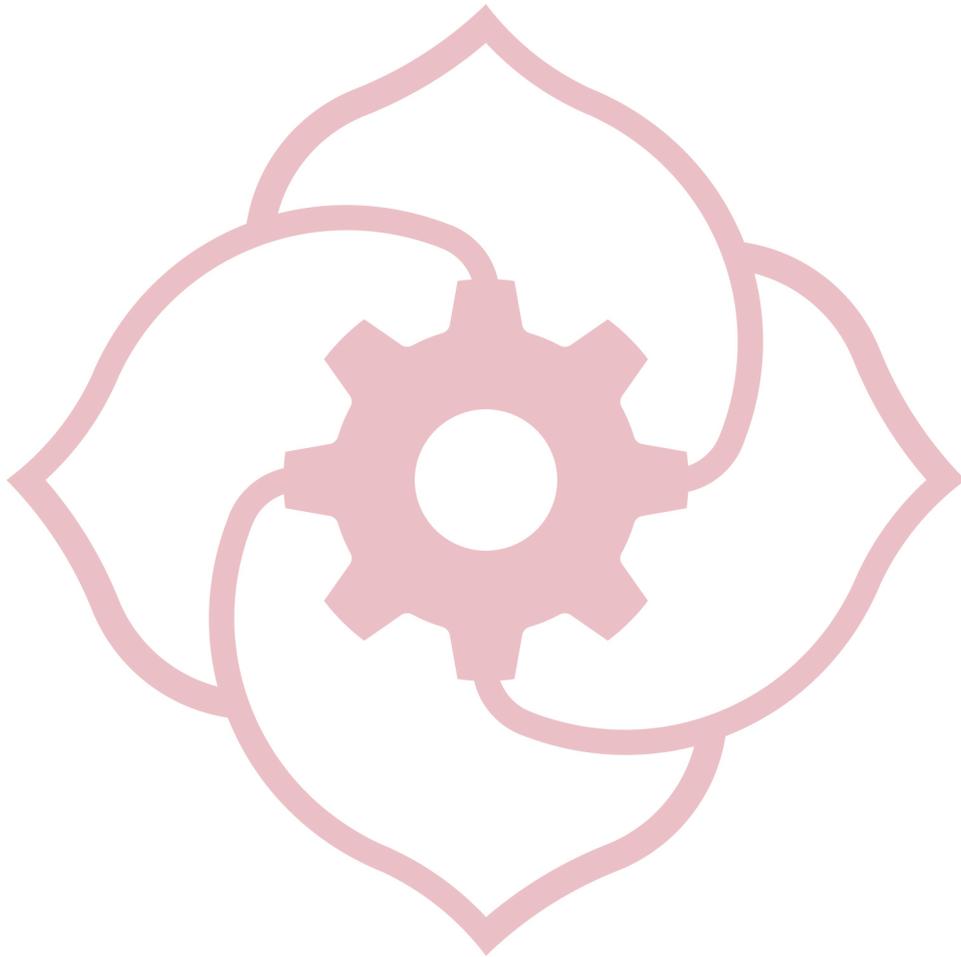
- 公称尺寸大于等于DN65的尺寸范围，公称尺寸可以向下扩展3个规格，向上扩展2个规格；

示例：DN100质量分等试验成功适用于DN50~DN150的陶瓷球阀。DN300阀门的成功试验适用于DN150~DN400。

- 公称尺寸小于DN65的尺寸范围，允许该尺寸范围内的质量分等试验适用于整个范围；

示例：DN25陶瓷球阀的质量分等试验成功适用于DN65以下的所有尺寸的阀门；

- 对于公称压力小于PN100或Class600的同一系列阀门，质量分等成功的陶瓷球阀的公称压力和最大工作压差可以向下扩展。



A.2 试验方法

A.2.1 按图A.1安装被测阀，若被测有流向要求，应以要求的流向安装；没有流向要求时，进出口端任意安装。

A.2.2 空气压缩机对储气罐的充气压力不超过被测阀38℃时的最大允许工作压力，通过粉料罐、锁斗罐、喷吹罐之间的截止阀和被测阀的程序动作，将粉料送至喷吹罐再回到旋流器；保持被测阀由全关位置开启时的压差为6bar；被测阀关闭过程中，其体腔内应充满介质并保持50%以上最大工作压差。

A.3 气固耐磨寿命试验次数的确定

A.3.1 终止试验

发生以下任何一种情况应中止试验：

- a) 阀座发生泄漏，经过数次开启后，仍无法达到密封要求；
- b) 阀杆损坏，无法正常进行试验；
- c) 中法兰密封件损坏，经过压紧后，仍无法达到密封；
- d) 填料函损坏，经过压紧后，仍无法达到密封；
- e) 其他零部件损坏，无法进行正常试验。

A.3.2 气固耐磨寿命试验次数

达到要求循环次数时，若阀座最大允许泄漏率符合5.10.3的规定，则以该试验次数为耐磨寿命试验次数；若不能继续操作试验或阀座最大允许泄漏率不符合5.10.3的规定，则以该次检查的前一次所对应的循环次数为耐磨寿命试验次数。

附录 B
(资料性)
液固耐磨试验方法

B.1 技术要求

B.1.1 需进行液固耐磨寿命试验的陶瓷球阀，阀座泄漏率不超过5.10.3的规定。

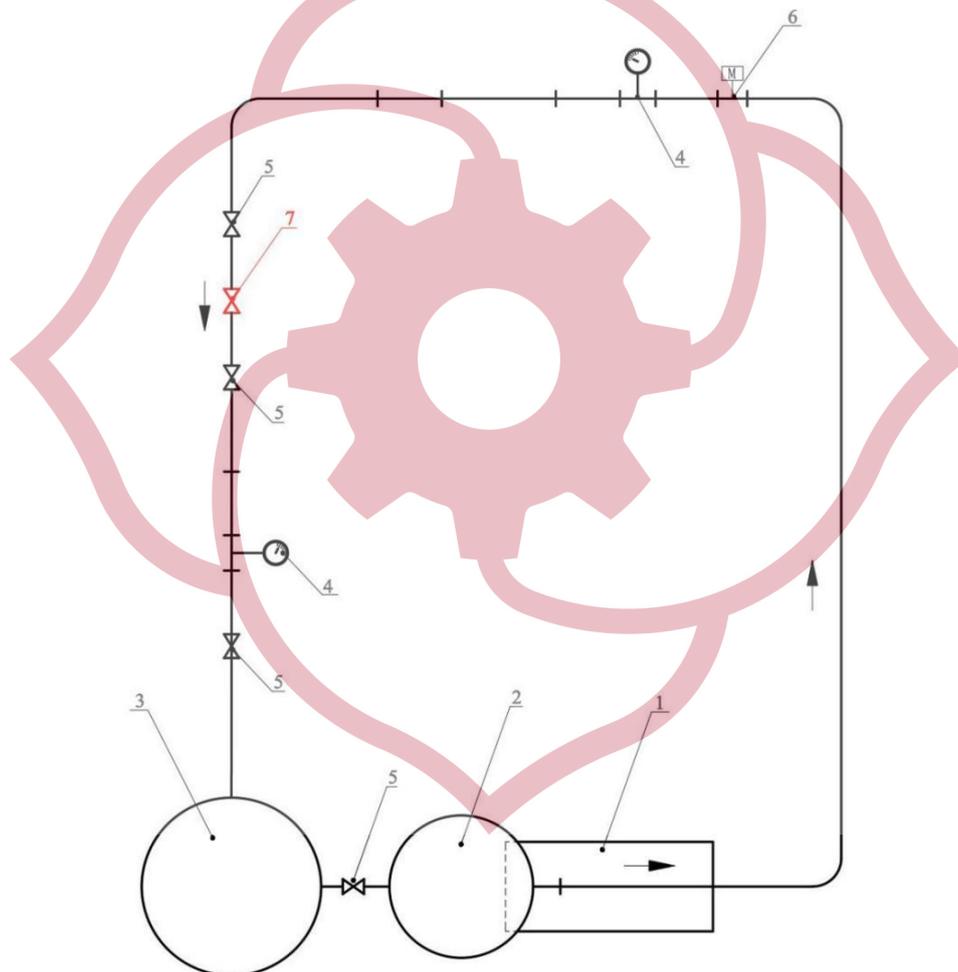
B.1.2 液固耐磨寿命试验原理如图B.1所示。

B.1.3 试验用液固介质为水+石英砂，石英砂粒径0.1mm~0.63mm，浆液比重1.25。

B.1.4 试验时，被测阀进出口端的压差为6bar，偏差在±10%以内。

B.1.5 寿命试验时，应由驱动装置操作被测阀的关闭位置，行程位置的重复角度偏差应不超过1°。以全关保持密封位置为起点，被测的开度应达到其实际开度的100%。

B.1.6 每启闭循环50次，进行一次密封性能检查。密封性能合格后，继续试验。双向密封的被测阀，应两个方向都进行密封性能试验。



标引序号说明：

1——渣浆泵；

4——压力表；

7——被测阀。

2——溢流罐；

5——截止阀；

3——搅拌罐；

6——流量计；

图B.1 液固耐磨寿命试验原理

B.2 试验方法

B.2.1 按图B.1安装被测阀，若被测阀有流向要求，应以要求的流向安装；没有流向要求时，进出口端任意安装。

B.2.2 渣浆泵将溢流罐的介质泵送到被测阀的进口再回到搅拌罐：保持被测阀由全关位置开启时的压差为6bar；被测阀关闭过程中，其体腔内应充满介质并保持50%以上最大工作压差。

B.3 液固耐磨寿命试验次数的确定

B.3.1 终止试验

发生以下任何一种情况应中止试验：

- f) 阀座发生泄漏，经过数次开启后，仍无法达到密封要求；
- g) 阀杆损坏，无法正常进行试验；
- h) 中法兰密封件损坏，经过压紧后，仍无法达到密封；
- i) 填料函损坏，经过压紧后，仍无法达到密封；
- j) 其他零部件损坏，无法进行正常试验。

B.3.2 液固耐磨寿命试验次数

达到要求循环次数时，若阀座最大允许泄漏率符合5.10.3的规定，则以该试验次数为耐磨寿命试验次数；若不能继续操作试验或阀座最大允许泄漏率不符合5.10.3的规定，则以该次检查的前一次所对应的循环次数为耐磨寿命试验次数。



参 考 文 献

- [1] IEC 60534-4_2021 工业过程控制阀 第4部分：检验和例行试验
- [2] ANSI FCI 70-2-2021 控制阀阀座泄漏测试

