

ICS 23.020.30

J 74

备案号：

MT

中华人民共和国煤炭行业标准

MT ××××—200×

散装物料仓破拱空气炮 技术条件

Technical specification of the arch-breakage

air-shot in bulk material silo

(送审稿)

200×-××-××发布

200×-××-××实施

国家安全生产监督管理总局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 型式与基本参数	2
5 技术要求	3
6 安装与使用要求	6
7 试验方法	8
8 检验规则	9
9 标志、包装、运输及贮存	11

前 言

本标准第 5.3.1、5.4.1、6.2.2、6.2.5、6.3.6、6.3.8 条为强制性的，其余为推荐性的。

本标准由中国煤炭工业协会提出。

本标准由煤炭行业煤矿专用设备标准化技术委员会归口。

本标准由煤炭工业济南设计研究院有限公司负责起草，河南省濮阳市鸿宇压力容器有限公司参加起草。

本标准主要起草人：李明、宋秀索、王荣相、万鸿杰。

散装物料仓破拱空气炮技术条件

1 范围

本标准规定了散装物料仓破拱空气炮（以下简称：破拱空气炮）的术语和定义、型式与基本参数、技术要求、安装与使用要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输及贮存。

本标准适用于煤炭行业散装物料仓用破拱空气炮，也适用于电力、化工、水泥、冶金、钢铁焦化、铸造、粮食等行业散装物料仓用破拱空气炮。同时适用于含有粉尘爆炸及瓦斯突出或爆炸危险性气体的散装物料仓用破拱空气炮。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB150—1998 钢制压力容器

GB/T700—2006 碳素结构钢（ISO630:1995， NEQ）

GB713-2008 锅炉和压力容器用钢板（ISO 9328-2:2004， NEQ）

GB/T1801—1999 极限与配合 公差带和配合的选择（eqv ISO1829:1975）

GB/T1804—2000 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差（eqv ISO 2768-1:1989）

GB/T8163 输送流体用无缝钢管（GB/T8163-2008， EN 10216： 2004， NEQ）

GB/T9019—2001 压力容器公称直径

GB/T10111 随机数的产生及其在产品质量抽样检验中的应用程序

HG20592—1997 钢制管法兰型式、参数（欧洲体系）

JB4708—2000 钢制压力容器焊接工艺评定

JB/T4711—2003 压力容器涂敷与运输包装

JB/T4730.2—2005 承压设备无损检测 第2部分：射线检测

JB/T4746—2002 钢制压力容器用封头

TSG R0003—2007 《简单压力容器安全技术监察规程》

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

破拱空气炮 the arch-breakage air-shot

以压缩空气喷爆原理，消除和防止各类型料仓、料斗内的物料起拱、粘仓闭塞等现象的专用装置。

3.2

喷爆能量 energy of extrusion

空气炮喷爆时，大量气体在 1 马赫数的音速速度作用下，以瞬间膨胀所释放的能量。

4 型式与基本参数

4.1 型式

4.1.1 操作方式

破拱空气炮按操作方式分为：

- 电动控制；
- 手动控制。

4.1.2 安装型式

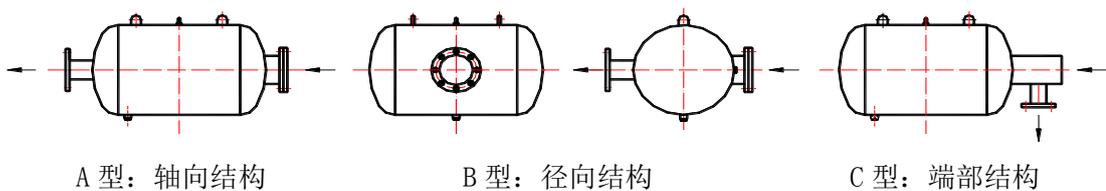
破拱空气炮按安装形式分为：

- 吊装；
- 座装。

4.1.3 结构型式

破拱空气炮的结构类型按进气口与喷爆口位置分为三种型式，见图 1。

- 轴向结构为 A 型；
- 径向结构为 B 型；
- 端部结构为 C 型。



注：图示所注箭头方向为罐体进出压缩空气的方向。

图 1 破拱空气炮结构型式

4.2 基本参数

基本参数应符合表 1 的规定。

表 1 基本参数

罐体公称容积 L	喷管通径 mm	公称内径 mm	设计压力 MPa	工作压力范围 MPa	喷爆能量 J
35	50	300	0.85	0.40~0.80	11358~31211
50	50	300			16226~44588
75	80	400			24338~66881
100	80	400			32451~89175
150	100	500			48677~133762
200	100	500			64903~178350
300	100	600			97354~267525
500	125	700			162257~445875
注 1: 本表所列参数为 A 型、B 型及 C 型结构型式的基本参数。					
注 2: 喷爆能量值为工作压力范围的理论计算值, 实际测试的喷爆能量允许在该值的±1.5%之内。					

5 技术要求

5.1 基本要求

5.1.1 破拱空气炮的设计、制造单位应当具备 TSG R0003-2007 规定的 A1 级、A2 级、C 级、D1 级或 D2 级中任一项压力容器设计、制造资格许可。

5.1.2 破拱空气炮应符合本标准要求, 并按照经规定程序批准的产品几何图样及技术文件制造。凡本标准未规定的技术要求, 按相关国家标准和行业标准执行, 并接受 TSG R0003-2007 的监督。

5.1.3 经规定程序批准的产品图样未注公差等级的按 GB/T1804—2000 规定制造, 其机械加工尺寸公差等级为 IT14 级; 非机械加工尺寸等级为 IT16 级。

5.1.4 破拱空气炮外观质量不应有经规定程序批准的产品几何图样中未规定的凹、凸及其它机械划痕损伤现象。

5.1.5 所有外购件、外协件应有产品质量合格证书, 并经制造厂技术质量检验部门验证合格后, 方可用于装配。

5.1.6 破拱空气炮的罐体涂敷用漆为桔红色, 涂敷要求应符合 JB/T4711-2003 中 3.1、3.2、3.3 的规定。

5.2 破拱空气炮罐体要求

- 5.2.1 破拱空气炮的公称内径应符合 GB/T9019—2001 的有关规定。
- 5.2.2 破拱空气炮封头应符合 JB/T4746—2002 规定的以内径为基准的椭圆形封头。
- 5.2.3 破拱空气炮罐体母材，当工作环境温度在 0℃～60℃时，应不低于 GB/T700-2006 中 Q235-B 的规定；当工作环境温度小于或等于-20℃时，应不低于 GB713—2008 中 Q345R 的规定。
- 5.2.4 破拱空气炮主要受压元件的壁厚，应符合 TSG R0003-2007 中第二十条的规定。
- 5.2.5 破拱空气炮封头与筒体的冷加工成形和焊接应符合 GB150—1998 中 10.2、10.3 的有关规定。
- 5.2.6 破拱空气炮的 A、B 类焊接接头对口错边量 b，应符合 GB150—1998 中 10.2.4.1 的相关规定，且不大于 1mm。
- 5.2.7 在焊接接头环向和轴向形成的棱角 E，应符合 GB150—1998 中 10.2.4.2 的相关规定，且不大于 1.5mm。
- 5.2.8 罐体接管法兰或喷爆缸体接管法兰的第一个法兰密封面应垂直于接管或缸体的主轴中心线，其偏差均不得超过法兰外径的 1%，且不大于 2mm。
- 5.2.9 接管用法兰应符合 HG20592—1997 公称压力 1.60MPa 的规定。
- 5.2.10 罐体接管用管材应符合 GB/T8163 的有关规定。
- 5.2.11 罐体 A、B、C、D 类焊接接头返修要求，应符合 GB150—1998 中 10.3.4.2 的规定。
- 5.2.12 筒体与封头 A、B 类焊接接头结构，应符合 GB150—1998 中附录 J 图 J1 (a) 的连接规定。
- 5.2.13 筒体与接管的连接，无补强圈时的接管应符合 GB150—1998 中附录 J 图 J3 (a) 的焊接结构，带补强圈时的接管应符合 GB150—1998 中附录 J 图 J4 (d) 的焊接结构。
- 5.2.14 封头与接管的连接，无补强圈的接管应符合 GB150—1998 中附录 J 图 J3 (e) 的焊接结构，带补强圈的接管应符合 GB150—1998 中附录 J 图 J4 (a) 的焊接结构。
- 5.2.15 安全阀、压力表、排水塞座安放式接管与筒体的焊接接头应符合 GB150—1998 中附录 J 图 J6 (a)、(b) 的焊接结构。
- 5.2.16 破拱空气炮罐体的焊接工艺评定，应符合 JB4708—2000 规定的焊接接头力学性能。
- 5.2.17 罐体主要受压部分的 A、B 类焊缝无损检测按 JB/T4730.2—2005 射线检测的相关规定评定。射线底片质量等级为 AB 级，焊接接头质量等级不低于 III 级合格的规定。
- 5.2.18 罐体的直线度允差应符合 GB150—1998 中 10.2.4.4 的规定，且不大于罐体长度的 1‰。
- 5.2.19 破拱空气炮喷爆缸的缸体内活塞应运动灵活，二者间的配合特性宜符合 GB/T1801—1999 规定的基孔制优先常用配合要求。

5.3 耐压试验要求

5.3.1 耐压试验罐内试验介质为洁净水，试验时容器壁温和试验用介质温度不应低于 5℃，并且试验场地应有可靠的安全防护设施，需经单位技术负责人和安检部门检查认可。并由单位安检部门现场检查监督。无关人员不应在试验现场停留，不应进行与试验无关的其他工作。

5.3.2 破拱空气炮罐体应逐台进行耐压试验，试验应符合 TSG R0003-2007 第三十条规定，并且压力表无压降，无渗漏、无肉眼可见变形、无异常响声，试验合格后应立即将水渍去除干净。

5.3.3 破拱空气炮罐体耐压试验的安全阀调定开启压力为 1.3MPa，符合 TSG R0003-2007 第三十一条规定为合格。

5.4 充气喷爆试验要求

5.4.1 破拱空气炮经耐压试验及装配完整后应进行充气喷爆试验。充气喷爆试验的罐体应设置在专用装置架上，并对周围工作环境及操作程序有相应的安全措施规定。安全措施的制定及实施需经制造单位技术总负责人批准，并由单位质量安全部门现场检查监督。

5.4.2 充气喷爆气体为干燥洁净的压缩空气，充气喷爆试验次数应不少于 6 次。其中压力表表压显示值 0.40MPa、0.80MPa 各 3 次。各类阀件应动作灵活、准确可靠，密封完好。不允许出现换向失控、失灵等现象。

5.4.3 在充气喷爆试验过程中不允许有异常声音，喷爆缸体内的活塞不允许有卡死现象。

5.4.4 电气控制系统的阀件应准确可靠及换向灵活，管道密封应密实可靠，无漏气卸压现象。

5.4.5 充气爆破检验时安全阀的调定开启压力为 0.83MPa，出厂随机附件安全阀的调定压力与其相同。

5.4.6 充气喷爆试验表压显示值 0.40MPa、0.80MPa 的喷爆能量测试值应符合表 1 规定的要求范围内。喷爆能量理论计算公式如下：

$$W_g = \frac{PV}{k-1} \left[1 - \left(\frac{P_0}{P} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right] \times 10^3 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

w_g ——气体的喷爆能量，单位为千焦（kJ）；

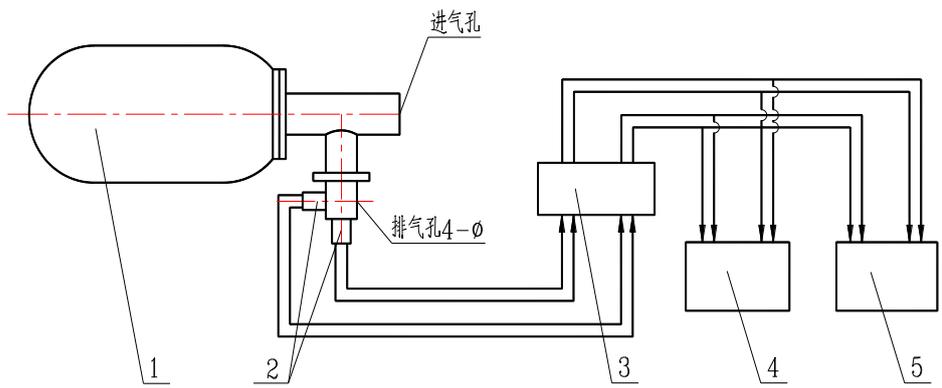
P ——容器内气体的绝对压力，单位为兆帕（MPa）；

P_0 ——标准大气压，单位为兆帕（MPa）；

V ——容器的容积，单位为立方米（m³）；

k ——气体的绝热指数， $k=1.4$ 。

5.4.7 喷爆能量测试系统基本原理见图 2。



1、破拱空气炮 2、压力传感器 3、动态电阻应变仪 4、双线瞬态示波仪 5、磁带机

注：此图所示为 C 型破拱空气炮喷爆能量测试基本原理图，其他 A、B 型喷爆能量测试与其相同。

图 2 破拱空气炮喷爆能量测试基本原理图

6 安装与使用要求

6.1 系统元器件安装要求

6.1.1 系统各阀件及管道连接件选用应满足额定压力 1.60MPa，工作介质为干燥压缩空气（-20℃露点）、介质温度为 -20℃~150℃ 及环境相对湿度 10%~95%（+25℃），在无冷凝条件下的使用要求。

6.1.2 各类阀件的公称通径应按规定程序批准的产品图样管路通径选配，手动单体控制系统各阀件及管道基本布置形式见图 3，其他气动单体、电控单体、成组控制、智能自动控制应根据现场工艺要求设计确定。

6.1.3 安全阀应垂直安装在破拱空气炮气相空间的上顶部或装设在与破拱空气炮气相空间相连接的管道上，且尽量短而直。安全阀的装设位置，应便于检查和维修。当上级气源有可靠的安全阀时，破拱空气炮可不装设安全阀。

6.1.4 破拱空气炮用压力表应安装于控制操作台或附近便于观察的管路处，选用压力表精度不应低于 2.5 级，表盘刻度极限值应为最高工作压力的 1.5~3.0 倍，表盘直径宜在 40mm~100mm 之间。

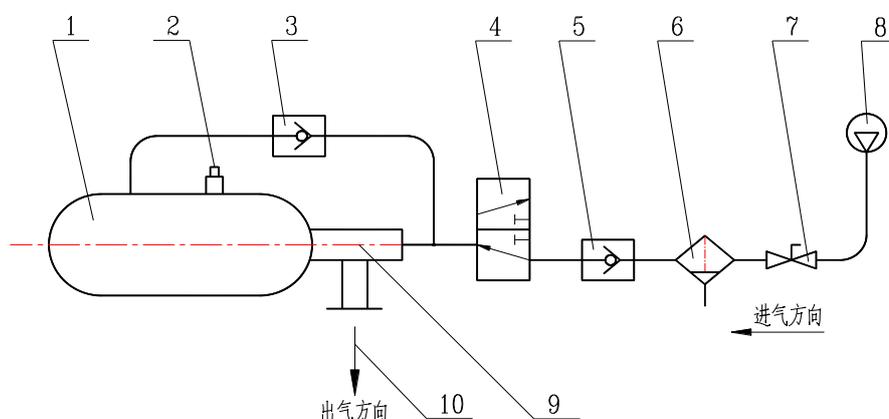
6.1.5 破拱空气炮控制系统基本布置形式是控制系统的基本元器件的组成，所选元器件应符合 5.1.5、5.4.2~5.4.5 的规定。

6.2 控制与操纵使用要求

6.2.1 破拱空气炮的操作控制台（箱）是电控设备，应具有现场随机控制和自动控制功能。根据功能要求可采用手动单体、气动单体控制；电动控制单体、成组控制；智能自动控制。

6.2.2 当破拱空气炮控制系统用于具有粉尘爆炸及煤与瓦斯突出或爆炸危险性气体时，操纵控制台（箱）应满足粉尘爆炸及煤与瓦斯突出或爆炸危险性气体的环境使用要求，并取得相关安检部门认证

的防爆产品安全许可证。



- 1、破拱空气炮 2、安全阀 3、单向阀 4、二位三通阀 5、单向阀
6、分水滤油器 7、手动球阀 8、空压机 9、喷爆缸体 10、排爆口（进散装物料仓）

注：此图所示为电控单体 C 型破拱空气炮控制系统基本布置形式，其他单体控制 A、B 型及成组控制 A、B、C 型自动控制系统，可根据工艺要求布置。

图 3 破拱空气炮手动单体控制系统基本布置形式

6.2.3 手动单体操作时打开手动球阀，气体进入破拱空气炮罐体，待气体充装完毕后。按下相应释放气体的控制启动按钮，使换向阀切换位置，破拱空气炮罐体喷管口即瞬间喷出冲击气流。能量释放后自动恢复充气状态。

6.2.4 破拱空气炮相邻之间的各单体喷爆间隔时间宜为 5s 以上。

6.2.5 破拱空气炮的释放操纵程序应由下至上分层喷爆，严禁相邻双炮或成组多层炮同时喷爆。

6.3 系统安装使用要求

6.3.1 破拱空气炮罐体喷管口方位宜倾斜向下布置，其水平夹角宜为 $15^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 之间，且控制系统管道安装应密封完好，无漏气卸压现象。

6.3.2 破拱空气炮罐体排水塞应位于吊装或座装罐体的下方，当罐体距地面或操作平台过高，不便排水操作时，可由罐体排水塞引出管路加装阀门至便于操作处。

6.3.3 控制系统的管道安装应避免 $60^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 的急直弯接头，以减少管道排气阻力，促使管路顺畅。

6.3.4 破拱空气炮现场安装完毕，应检验各元器件及管路密封情况。检验合格后向罐体内缓慢充气至正常工作压力。六个以上破拱空气成组安装，宜采用中央集中式压缩空气供气，并确保工作压力的稳定性及气源压力损失达到最小化。

6.3.5 破拱空气炮现场安装后的无堆积物料充气喷爆试验，各单体充气喷爆试验次数不宜少于 2 次，

安全阀的调定开启压力为出厂检验时已调定的 0.83MPa。试验合格值应符合 5.4.2、5.4.3、5.4.4 的规定。

6.3.6 破拱空气炮罐体在现场未安装固定于料仓之前，严禁随地充气喷爆。

6.3.7 破拱空气炮的使用管理，应符合 TSG R0003-2007 第四十三条、第四十四条的规定。

6.3.8 破拱空气炮罐体的载荷使用寿命为 8 年。超期继续使用应符合 TSG R0003-2007 第四十五条规定。

7 试验方法

7.1 检测仪器

破拱空气炮检测用仪器应经法定计量部门计量检定合格，且在检定周期内使用。

7.2 外观检查

7.2.1 以目测形式检查破拱空气炮罐体的外观质量、罐体接管几何尺寸及接管位置、罐体的焊接接头表面质量、母材表面机械划痕损伤、罐体涂敷用漆、外购件、外协件和系统元器件型号。

7.2.2 以量具测量检查破拱空气炮的公称内径、封头、罐体母材、主要受压元件的壁厚、封头与筒体的冷加工成形、对口错边量、焊接接头环向和轴向形成的棱角 E、法兰密封面与接管或缸体的主轴中心线的垂直偏差、接管用法兰、壳体接管用管材、壳体与封头 A、B 类焊接接头结构、安全阀、压力表、排水塞座安放式接管与筒体的焊接接头、壳体的直线度允差、喷爆缸体内及活塞。

7.2.3 调定安全阀的出厂整定值。

7.3 射线检测

7.3.1 射线检测的时机应在焊后形状尺寸和外观质量检验合格后进行。对有延迟裂纹倾向的材料，至少应在焊接完成 24h 后进行射线检测。

7.3.2 射线检测的方法按 JB/T4730.2-2005 的相关规定及 TSG R0003-2007 第三十六条射线检测组批抽样检验的方法，组批数量 30 台为 1 批，当日产量不足 1 批时，也应抽取 2 台进行射线检测，检验结果存入组批质量档案。

7.3.3 组批抽验为同组批数量或当日产量中抽取进行射线检测。抽取检测出现不合格项时，应按同组批数量或当日产量的 1/2 为抽样复检单位，再次抽检 2 台，当抽样复检为合格时，则该组批或当日产量合格。若仍有不合格项时，则该组批或当日产量应逐台检验。

7.4 耐压试验

7.4.1 破拱空气炮罐体应逐台进行耐压试验，试验应符合 TSG R0003-2007 第三十条及 5.3.3 的规定。

7.4.2 破拱空气炮罐体经检验合格，应将罐体各接管孔封闭并固定罐体，进行耐压试验。试验介质为洁净水，试验时容器壁温和试验用介质温度不应低于 5℃。并以不超过 0.1MPa/s 的升压速度缓慢升压至试验压力的 1.27MPa，保压 30s。

7.4.3 耐压试验安全阀调定开启压力为 1.3MPa。

7.5 充气喷爆试验

7.5.1 充气喷爆试验为组批抽样检验，组批数量 30 台为 1 批，当日产量不足 1 批时，也应抽取 2 台进行充气喷爆试验，检验结果存入组批质量档案。

7.5.2 组批抽取为同组批数量或当日产量中抽取进行充气喷爆试验。抽取试验出现不合格项时，应按同组批数量或当日产量的 1/2 为抽样复检单位，再次抽检 2 台，当抽样复检为合格时，则该组批或当日产量合格。若仍有不合格项时，则该组批或当日产量应逐台检验。

7.5.3 耐压试验结束整机装配完毕后，按破拱空气炮爆破能量测试基本原理图 2 进行罐体充气喷爆试验。充气喷爆试验次数应不少于 6 次。其中压力表表压显示值 0.40MPa、0.80MPa 各 3 次。

7.5.4 在充气喷爆试验过程中应分别记录压力表表压显示值 0.40MPa、0.80MPa 各 3 次的爆破能量，取其平均值，验证表 1 爆破能量值。合格值为表 1 的±1.5%之内。

7.5.5 检测随机附件安全阀的调定开启压力 0.83MPa。

8 检验规则

8.1 检验分类

破拱空气炮的检验分出厂检验和型式检验，其检验项目见表 2。

8.2 出厂检验

8.2.1 破拱空气炮出厂检验由制造厂的检验部门完成，并附有 TSG R0003-2007 中第四十二条规定的按批出具制造监督检验证书。

8.2.2 破拱空气炮出厂检验分逐台检验和组批抽样检验。

8.3 型式检验

8.3.1 凡属下列情况之一者应进行型式检验：

- a) 新产品试制或老产品转厂生产时；
- b) 改变设计文件或材料、工艺、结构等有较大变化影响产品性能时；
- c) 停产 6 个月以上恢复生产时或正常生产满二年时；
- d) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；

e) 国家质量监督机构提出要求时。

8.3.2 型式检验由国家授权的检验部门进行，并出具型式检验报告和型式试验证书。型式检验的样品应从出厂检验合格的产品中随机抽取，抽取数量 1 台。抽取方法应符合 GB/T 10111 的相关规定。

表 2 破拱空气炮检验项目

序号	检验项目	技术要求	试验方法	检验类型	
				出厂检验	型式检验
1	罐体接管几何尺寸及接管位置	5.1.2	7.2.1	√	√
2	焊接接头表面质量	5.2.5	7.2.1	√	√
3	罐体表面机械划痕损伤	5.1.4	7.2.1	√	√
4	外购外协元器件	5.1.5	7.2.1	√	—
5	罐体涂敷	5.1.6	7.2.1	√	—
6	筒体公称内径	5.2.1	7.2.2	√	√
7	封头	5.2.2	7.2.2	√	√
8	罐体母材	5.2.3	7.2.1	√	√
9	主要受压元件壁厚	5.2.4	7.2.2	√	√
10	封头与筒体的冷加工成形	5.2.5	7.2.2	√	—
11	对口错边量	5.2.6	7.2.2	√	—
12	焊接接头环向和轴向形成的棱角 E	5.2.7	7.2.2	√	—
13	法兰密封面与接管或缸体的主轴中心线的垂直偏差	5.2.8	7.2.2	√	—
14	接管用法兰	5.2.9	7.2.2	√	√
15	罐体接管用管材	5.2.10	7.2.2	√	√
16	罐体与封头 A、B 类焊接接头结构	5.2.12、5.2.13、5.2.14	7.2.2	√	√
17	安全阀、压力表、排水塞座安放式接管与筒体的焊接接头	5.2.15	7.2.2	√	√
18	罐体的直线度允差	5.2.18	7.2.2	√	√
19	喷爆缸体内及活塞	5.2.19	7.2.2	√	√
20	调定安全阀的出厂整定值	5.4.5	7.2.3	√	√
21	无损检测	5.2.17	7.3	⊙	—
22	耐压试验	5.3	7.4	√	√
23	充气喷爆试验	5.4	7.5	⊙	√

注：表中“√”表示必检项目；“—”表示不进行检验项目；“⊙”表示组批抽检项目。

8.4 判定规则

- 8.4.1 出厂检验项目按表 2 的规定检验，如有一项不合格，则判定该产品不合格。
- 8.4.2 型式检验项目按表 2 的规定检验，如有一项不合格，则判定该产品不合格。
- 8.4.3 组批抽样检验项目经复检和逐台检验仍有不合格项时，则应对组批或当日产量的全部产品或零部件停止生产，在消除不合格因素并检验合格后才能继续生产。

9 标志、包装、运输及贮存

- 9.1 产品标志应符合 TSG R0003-2007 第三十八条和附件的规定，并在罐体明显部位安装产品铭牌。
 - 9.2 破拱空气炮的运输包装应符合 JB/T4711—2003 中 4.1、4.2、4.6、4.7 的相关规定。
 - 9.3 产品随机文件应包括产品合格证书、产品使用说明书、产品质量证明书及生产所在地质量监督监察部门出具的制造监督检验证书以及装箱单。
 - 9.4 破拱空气炮应贮存在没有腐蚀性气体，通风、干燥的场所。未经包装的破拱空气炮主体不得堆放，以免挤压变形。
-