

QJ

中华人民共和国航天行业标准

FL 2845

QJ 3203—2005

小推力液体推进系统表面张力贮箱 通用规范

**General specification for surface tension tank
of low-thrust liquid propulsion system**

2005 - 04 - 11 发布

2005 - 07 - 01 实施

国防科学技术工业委员会 发布

前 言

本规范由中国航天科技集团公司提出。

本规范由中国航天标准化研究所归口。

本规范起草单位：中国航天科技集团公司第八一研究所。

本规范主要起草人：陈志坚、钱强华、王智敏、史发香。

小推力液体推进系统表面张力贮箱通用规范

1 范围

本规范规定了小推力液体推进系统表面张力贮箱的技术要求、质量保证规定和交货准备。

本规范适用于航天器用小推力推进系统表面张力贮箱(以下简称贮箱)的研制、生产、试验和验收。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本规范的引用而成为本规范的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包含勘误的内容)或修订版均不适用于本规范,然而,鼓励根据本规范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规范。

- GB/T 678 化学试剂 乙醇(无水乙醇)
- GB/T 5193—1985 钛及钛合金加工产品超声波探伤方法
- GJB 1027—1990 卫星环境试验要求
- GJB 2044—1994 钛合金压力容器声发射检测方法
- GJB 3387—1998 火箭发动机术语
- GJB 3403 氮气和液氮规范
- QJ 19A—1995 产品证明书的编写规定
- QJ 972 电子束焊接技术条件
- QJ 977A—1995 非金属材料复验规定
- QJ 1386A—1995 金属材料复验规定
- QJ 1572 钛合金化学酸洗技术条件
- QJ 1654 - 1989 钛合金球形气瓶设计准则
- QJ 1666 钛及钛合金熔焊技术条件
- QJ 2205 铝合金电阻点、缝焊技术条件
- QJ 2206 铝合金电阻点、缝焊工艺
- QJ 2630.1 卫星组件空间环境试验方法 热真空试验
- QJ 2695 钛及钛合金电阻点、缝焊技术条件
- QJ 2698 铝及铝合金熔焊通用技术条件
- QJ 2850 - 1996 航天产品多余物预防和控制
- QJ 2864 铝及铝合金熔焊工艺规范
- QJ 2865 导管焊接技术条件
- QJ 2999 产品质量履历书的编写规定

3 要求

3.1 总则

贮箱应符合本规范和相应详细规范规定的所有要求。本规范的要求与详细规范不一致时,应以详细规范为准。

3.2 尺寸

贮箱的外廓尺寸、安装尺寸、壳体壁厚应符合详细规范的规定。

3.3 容积

3.3.1 贮箱的总容积和有效容积由系统总体或订购方确定，设计值的偏差应在 0~3% 范围内，最大偏差应限制在 $5 \times 10^{-3} \text{m}^3$ 以内。

3.3.2 系统总体或订购方对膨胀空间未作特殊规定时，则膨胀空间以 20 为基准，温升至 60 时的膨胀值计算。当由气动加热等因素引起推进剂体积膨胀量超过上述规定值时，应根据要求按极限值计算校核。

3.4 重量

贮箱重量应不超过规定的最大值，其偏差应在设计值的 $\pm 3\%$ 以内。

3.5 外观质量

贮箱外表面的压坑、压伤、碰伤及划伤等缺陷按下列方法排除后，应不超过壁厚的下偏差：

- a) 压坑、压伤处应打磨至圆滑过渡；
- b) 碰伤和划伤处应将其锐边和毛刺打磨至圆滑过渡。

3.6 标志和代号

3.6.1 对于完全对称的贮箱外表面，当其内部结构或功能需要分辨时，应在贮箱外表面规定位置处进行标记。如气口、液口、外壳、法兰、安装裙与内部管理装置的相对位置等。

3.6.2 贮箱外表面应有工作状态下介质流动方向的标志。

3.6.3 贮箱应有吊装部位、支撑部位的标志。

3.6.4 贮箱上标志的位置和形式应在详细规范中明确规定。标志的主要内容如下：

- a) 贮箱名称；
- b) 贮箱代号、批序号；
- c) 贮箱工作压力、工作温度；
- d) 贮箱制造日期。

3.6.5 标志和代号的要求如下：

- a) 标志和代号应醒目、清晰，贮箱安装后便于查看；
- b) 标志和代号的位置和形式应不影响贮箱强度和性能；
- c) 标志和代号所用涂（颜）料应与贮箱的材料和工作介质相容；
- d) 标志和代号的有效期与贮箱的寿命一样持久。

3.7 接口

贮箱的内部接口与外部接口应符合详细规范的规定。

3.8 材料

3.8.1 贮箱所用材料的力学性能、物理性能及贮存期等应满足贮箱工作条件的要求，应尽可能采用国家标准、国家军用标准和行业标准及相应技术条件的材料，且具有合格证；材料供方应为合格供方。

3.8.2 若采用非标准的新材料，在初样生产之前应进行可行性试验，并由总师系统组织评审，批准后方可使用。

3.8.3 制造贮箱的全部材料，均应能抵抗大气及其所贮存推进剂和试验介质的腐蚀，或经过专门的钝化和镀涂工艺，能有效避免腐蚀。贮箱使用的各种材料应与介质相容，一般应为一级相容，可根据任务性

质使用二级相容的材料，

3.8.4 与推进剂接触处应尽量避免使用不同材料的金属，必须使用不同材料的金属时，应采用电位差最小的金属。若采取了某些防止电化学腐蚀的适当措施，与推进剂不接触处可采用不同材料的金属。

3.8.5 贮箱使用的各种材料应按规定进行复验，合格后方可投料生产。金属材料按 QJ 1386A—1995 的规定复验，非金属材料按 QJ 977A—1995 的规定复验。

3.8.6 贮箱毛细元件的材料应选用可焊性好的金属丝网或其它多孔金属材料。金属丝网的化学成分应符合相应标准的规定，网孔孔径的检查采用测泡破点值的方法，其泡破点值应符合详细规范的规定。

3.8.7 用于贮箱试验和清洗的介质(氮气、氦气、高纯水、无水乙醇等)不应有大于 $10\ \mu\text{m}$ 的颗粒和其它杂质，与有机玻璃材料接触的无水乙醇等有机溶剂在试验中应限制使用次数。

3.8.8 钛及钛合金壳体材料按 GB/T 5193—1985 中第 4 章的规定进行超声波探伤检查，一般选择 AA 级，对于锻造前的毛坯可以使用 A1 级材料。铝及铝合金、奥氏体不锈钢等其它材料按相关标准进行超声波检查。

3.8.9 管材应 100% 进行液压强度试验及无损探伤检查，并应符合详细规范的规定。

3.9 设计和结构

3.9.1 贮箱设计方案及参数的选择应满足设计任务书的要求。设计任务书中应包括下列内容：

- a) 工作压力；
- b) 工作温度范围、环境温度；
- c) 工作介质；
- d) 流量；
- e) 贮箱寿命末期最大流量；
- f) 结构重量；
- g) 容积或推进剂加注量；
- h) 排出效率；
- i) 外廓尺寸；
- j) 漏率；
- k) 安装形式；
- l) 其它相关的机械接口；
- m) 贮箱工作过程中加速度的状况。

3.9.2 贮箱工作压力一般小于 2MPa，工作温度范围一般为 $10\sim 60$ 。当有特殊要求时须在设计任务书中特别指明。

3.9.3 强度计算时应考虑压力波动、温度变化、材料、工艺状况等因素的影响，贮箱安全系数一般为 2。

3.9.4 安装形式一般为法兰或支撑裙与承力筒或机架安装，具体安装结构可根据系统总体与订购方的要求确定。

3.9.5 螺纹连接件均应可靠防松，防松方法应符合详细规范的规定。

3.9.6 管路接头一般为焊接接头，为试验方便，贮箱设计时应可有可拆卸的试验接头。

3.9.7 贮箱壳体设计的基本原则和要求参考 QJ 1654 - 1989 中的第 4~6 章。壳体尽可能减少焊缝，圆柱形筒体上一般不宜布置纵向焊缝，壳体上应避免焊接耳片、凸台及接头。当不可避免时应采取局部补强措施。

3.9.8 推进剂管理装置分全管理和局部管理两种。选择哪种管理装置应根据综合性能参数确定。

3.9.9 推进剂管理装置在其强度、刚度满足工作环境对它的要求时，应尽可能使结构简单，重量轻、工艺性好。

3.10 耐压压力

贮箱的耐压压力为设计压力的1.5倍。

3.11 环境适应性

3.11.1 加速度

加速度试验要求按详细规范的规定。

3.11.2 随机振动

随机振动试验要求按详细规范的规定。

3.11.3 正弦振动

正弦振动试验要求按详细规范的规定。

3.11.4 热真空

热真空试验要求按详细规范的规定。

3.12 密封性

密封性要求如下：

- a) 在设计压力下，贮箱壳体的外泄漏率应不大于 $5 \times 10^{-7} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ ；
- b) 毛细元件组焊后，应进行试验介质的泡破点压力值的检查，其值应不低于设计值。

3.13 内部管理装置泡破点

内部管理装置泡破点压力值应大于设计规定的泡破点压力值的最小值。

3.14 流量

贮箱的流量应满足设计要求的最大流量值。

3.15 排出效率

20L以下贮箱排出效率应不低于97%，总容积20L及大于20L贮箱排出效率一般应不低于98%。

3.16 寿命

3.16.1 压力循环寿命

贮箱的压力循环寿命为20~50次。

3.16.2 工作寿命

工作寿命主要由材料与推进剂的相容性等因素决定，至少应有3a以上，一般可达10a或更长。

3.17 洁净度

进入贮箱的气体和液体的洁净度应符合尘粒污染等级10级的要求，见表1。贮箱在最后一次清洗中，其清洗液的洁净度应符合尘粒污染等级50级的要求，见表1。

3.18 干燥性

贮箱内腔应干燥。

3.19 爆破压力

贮箱的爆破压力应不小于设计压力的2倍。

3.20 制造与工艺

3.20.1 工艺文件应通过一个周期的生产过程，确认其可行有效，经工艺评审后不应随意更改。

表1 贮箱洁净度等级

尘粒污染等级	流体中的尘粒尺寸 μm	尘粒个数
10	5	3
	10	1
25	5	23
	15	3
	25	1
50	5	165
	15	25
	25	7
	50	1

3.20.2 承制方应经军工产品资格审查合格并通过 ISO 9000 认证,协作单位应进行质量管理体系认证合格。

3.20.3 装配环境应满足下列要求:

- a) 洁净度为100 000级;
- b) 温度为 20 ± 5 ;
- c) 相对湿度为40% ~ 60%;
- d) 照度不低于400Lx;
- e) 供电、供水、排水设施齐全,具有消防、防爆和通风设施;
- f) 无酸、碱和其它有害物质。

3.20.4 壳体成形可采用模锻、热冲压、旋压及超塑等工艺方法,通常宜采用模锻。

3.20.5 钛合金零件的酸洗按 QJ 1572 的规定进行,其它材料按相应工艺标准执行。

3.20.6 与介质接触的零件表面,在装配前应按详细规范的要求进行钝化处理。

3.20.7 零、部、组件在组装、焊接及贮箱总装和试验中应按 QJ 2850 - 1996 中第 6、7 章的规定严格控制多余物。

3.20.8 零、部、组件在组装焊接前应进行净化处理,贮箱总装前壳体内表面及内芯组件用 GB/T 678 规定的无水乙醇清洗,清洗液的洁净度应符合尘粒污染等级 25 级的要求,见表 1。

3.20.9 金属丝网或多孔金属材料等毛细元件,应经过泡破点检查,符合要求后方可使用。

3.20.10 组件的焊接一般采用氩弧焊或真空电子束焊,也可采用等离子焊、激光焊及电阻焊等方法。钛及钛合金零件的氩弧焊、等离子焊参照 QJ 1666 的规定;真空电子束焊参照 QJ 972 的规定,电阻点、缝焊参照 QJ 2695 的规定;铝及铝合金零件的氩弧焊、等离子焊参照 QJ 2864、QJ 2698 的规定,电阻点、缝焊参照 QJ 2205、QJ 2206 的规定;导管对接焊参照 QJ 2865 的规定。

3.20.11 推进剂管理装置的组焊过程应有防氧化的保护措施,焊接后应在压力小于 2×10^{-2} Pa 的真空炉中进行热定型处理。加热温度应低于材料的相变点。

3.20.12 焊缝应进行真空退火、去氢和消除焊接应力,要求如下:

- a) 钛合金退火温度范围为 550 ~650 ，保温 2h ~ 2.5h ；
- b) 铝合金退火温度范围为 250 ~300 ，保温 2h ，但一般不作退火处理；
- c) 奥氏体不锈钢不需做退火处理，但为改善晶间腐蚀能力，可采用固溶处理。

3.20.13 焊缝焊后应进行 100% 的 X 射线检查。当受结构和尺寸限制，无法进行 X 射线检查时，可以对焊接试件进行相关力学试验，并剖切焊接试件检查熔深、金相组织等方法证明焊缝质量达到设计要求时，可采用工艺参数控制焊缝质量。

4 质量保证规定

4.1 检验分类

本规范规定的检验分类如下：

- a) 鉴定检验；
- b) 质量一致性检验。

4.2 检验条件

4.2.1 除另有规定外，应在 3.20.3 规定的条件下进行检验。

4.2.2 检验用的仪器、设备、仪表及量具应符合国家或行业标准的规定，应由二级以上的计量部门检定合格，并在有效期内使用。仪器、设备、仪表及量具的量程和精度应符合使用要求。

4.3 鉴定检验

出现下列情况之一时，一般应进行鉴定检验：

- a) 新产品及转厂生产的老产品；
- b) 产品关键工艺和材料有重大变化时；
- c) 产品重要组成部分改变时；
- d) 中断生产超过 2a 时。

4.3.1 检验项目

鉴定检验的项目、检验顺序见表 2。试验过程中需要调整检验项目时，应经主管设计师同意。

4.3.2 检验数量

至少有一件贮箱用于鉴定检验。

4.3.3 合格判据

贮箱的鉴定检验按表 2 的规定进行，以上检验全部通过为合格；任一项不合格时，应查明原因，排除缺陷后重新进行检验，如仍不符合要求，则鉴定检验未通过。

4.4 质量一致性检验

4.4.1 检验项目

质量一致性检验的项目、检验顺序见表 2。

4.4.2 检验数量

质量一致性检验中的 A 组检验为全数检验，D 组检验的数量由订购方和承制方协商决定。

4.4.3 合格判据

贮箱的质量一致性检验按表 2 的规定进行，以上检验全部通过为合格；任一项不合格时，应查明原因，排除故障，经检验合格后，方可交付。

4.5 包装检验

4.5.1 检验项目

贮箱的防护、包装和装箱检验项目及要求按5.1、5.2的规定。

表2 检验项目、检验顺序表

序号	检验项目		鉴定检验	质量一致性检验		要求章条号	检验方法章条号
				A组检验	D组检验		
1	尺寸				-	3.2	4.6.1
2	容积				-	3.3	4.6.2
3	重量				-	3.4	4.6.3
4	外观质量				-	3.5	4.6.4
5	标志和代号				-	3.6	4.6.5
6	接口				-	3.7	4.6.6
7	耐压压力				-	3.10	4.6.7
8	环境适应性	加速度		-	-	3.11.1	4.6.8.1
9		随机振动			-	3.11.2	4.6.8.2
10		正弦振动		-		3.11.3	4.6.8.3
11		热真空		-	-	3.11.4	4.6.8.4
12	密封性				-	3.12	4.6.9
13	内部管理装置泡破点				-	3.13	4.6.10
14	流量				-	3.14	4.6.11
15	排出效率				-	3.15	4.6.12
16	压力循环寿命			-		3.16.1	4.6.13
17	洁净度				-	3.17	4.6.14
18	干燥性				-	3.18	4.6.15
19	爆破压力			-		3.19	4.6.16
20	包装				-	5.1、5.2	4.6.17

注： 必检项目； 订购方和承制方协商检验项目； - 不检项目。

4.5.2 检验数量

全数检验。

4.5.3 合格判据

符合5.1、5.2的规定为合格，否则为不合格。

4.6 检验方法

4.6.1 尺寸

壳体壁厚用精度不低于0.02mm的超声波测厚仪测量，其它尺寸用普通量具或专用量具测量。

4.6.2 容积

用液体加注称重法度量容积。

4.6.3 重量

用精度优于1%的衡器称量贮箱重量。

4.6.4 外观质量

目视或用5倍放大镜进行外观质量检查。

4.6.5 标志和代号

目视检查贮箱的标志和代号，并与产品证明书一致。

4.6.6 接口

用通用或专用量具检查接口尺寸及其装配位置。

4.6.7 耐压压力试验

贮箱注满试验介质，将压力逐级缓慢增加，一般分5~10级，直至达到设计压力的1.5倍时，保持压力10min，然后将压力降到零。在增压和保压期间，用声发射检测系统接收并分析贮箱壳体和焊缝潜在缺陷的信号扩展，声发射的检测方法参照GJB 2044 - 1994中第5章的规定。耐压压力试验后，应检查贮箱的残余变形。

4.6.8 环境适应性

4.6.8.1 加速度试验

加速度试验按GJB 1027 - 1990中6.3.3的规定。

4.6.8.2 随机振动试验

随机振动试验按GJB 1027 - 1990中6.3.4的规定。

4.6.8.3 正弦振动试验

正弦振动试验按GJB 1027 - 1990中6.3.5的规定。

4.6.8.4 热真空试验

热真空试验按QJ 2630.1的规定。

4.6.9 密封性

4.6.9.1 贮箱壳体

在设计压力下，采用氦质谱仪检漏，漏率应符合3.12 a) 的要求。

4.6.9.2 毛细组件

将毛细组件浸入GB/T 678规定的无水乙醇槽中，浸泡时间不少于15min，使金属丝网面比无水乙醇液面低10 mm ~ 30mm，毛细组件进气口的一端通过软管与增压系统相连，向被测毛细组件缓慢增压直到第一个气泡穿出金属丝网孔时，记下相应的表面张力压力值。

4.6.10 内部管理装置泡破点

将整个内部管理装置浸入洁净的试验介质中，待完全浸润后测其泡破点值。

4.6.11 流量

贮箱可以相对于水平面以各种角度放置，测量贮箱在某压差下的流量值。必要时可以给出贮箱流量与压差的关系曲线。

4.6.12 排出效率

用试验介质注满贮箱，在规定的流量下贮箱无气泡排出试验介质，测定排出量。按公式(1)计算排出效率：

$$\eta = \frac{W_2}{W_1} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

排出效率；

W_2 排出的介质重量，单位为千克(kg)；

W_1 满箱时的介质重量，单位为千克(kg)。

4.6.13 压力循环寿命

贮箱内注满液体试验介质，进行从常压(当地大气压力)到设计压力再到常压的循环试验；在常压和设计压力下分别保压1min。试验后对贮箱按4.6.9.1、4.6.9.2、4.6.12的规定进行检漏和排出效率试验。

4.6.14 洁净度

用无水乙醇冲洗贮箱内部，从排出的冲洗液中取样，每次取样不少于100mL。通过粒子判读仪检查。取样检查至少重复三次，取最大值，若不合格继续冲洗。

4.6.15 干燥性

贮箱先用70 ~ 80 的氮气吹除，用易吸湿的纸在出口连续检查5min，无湿气显示，然后将贮箱置于真空炉内，对真空炉抽气，随炉内压力从当地大气压降低至 10^{-2} Pa，温度逐步从室温增至150 ，一般抽气时间应不少于20h。

4.6.16 爆破压力试验

经过耐压压力试验的贮箱注满试验介质，将压力逐级缓慢增加，一般分5~10级，每级保持压力10s，逐渐加压至爆破压力值，保持压力1min后不破坏认为合格，然后逐渐加压直到贮箱破裂为止，并记录爆破时的压力值。检查破裂源部位的断口特征，断口不准与焊缝平行。

4.6.17 包装

用目视法对贮箱的防护、包装和装箱进行检验。

5 交货准备

5.1 防护

5.1.1 贮箱上各外露管接头，应采用经过洁净处理的密封堵头，封堵接头管口，再用铝制或不锈钢制红色保护帽封堵保护。条件允许时，应有正压保护措施，贮箱内充 1×10^3 Pa~ 1×10^4 Pa压力的氮气，氮气的质量按GJB 3403的规定。

5.1.2 安装用的耳片、凸台、法兰及接头等凸出部位均应有防碰撞保护措施。

5.2 包装和装箱

5.2.1 贮箱装入清洁的塑料袋中并扎口，然后放入包装箱内，包装箱内应有干燥剂。

5.2.2 包装箱应有防振、防晃、防潮、防雨、防污染等措施。

5.2.3 包装箱应标明贮箱的名称、代号、批序号、毛重、净重、出厂日期、承制厂名称、箱体尺寸(长×宽×高)等。

5.2.4 包装箱侧面应有“小心轻放”、“向上”、“防雨”的标志。

5.2.5 包装箱的起吊部位，应标明“起吊”字样。

5.2.6 随箱文件应包括“装箱清单”、“产品证明书”、“产品质量履历书”。随箱文件应由塑料袋封装。产品证明书按QJ 19A—1995的规定，产品质量履历书按QJ 2999的规定。

5.3 运输和贮存

5.3.1 运输

5.3.1.1 贮箱安装在系统上之前，应放在包装箱内运输，搬运时应小心轻放，不得倒置，不得与有腐蚀危害的物品一起混运。

5.3.1.2 贮箱安装在系统上之后，随系统的运输条件进行。

5.3.2 贮存

5.3.2.1 贮箱应置于包装箱中存放。

5.3.2.2 贮箱的贮存环境应符合 3.20.3 a)、b)、c)、f)的规定。

6 说明事项

6.1 预定用途

贮箱用于小推力液体推进系统、姿态控制系统中，也可用于运载火箭上面级轨控系统中。对于微重力环境中的液体管理贮存系统均可使用。

6.2 术语和定义

GJB 3387 - 1998确立的以及下列术语和定义适用于本规范。

6.2.1

毛细元件 **capillary element**

金属丝网、多孔金属材料、金属孔板及一定间隙的鳞状叠加板等利用液体表面张力原理在一定的气体压力下能使气、液分离的元件。

6.2.2

毛细组件 **capillary unit**

由毛细元件与金属骨架焊接而成的，具有对特定液体实现管理能力的组件。

6.2.3

泡破点 **bubble point**

多孔毛细零、部、组件能够维持的最大液体静压头。

[GJB 3387 - 1998的3.4.24]

6.2.4

贮箱总容积 **total volume of surface tension tank**

贮箱内部的净容积。

6.2.5

贮箱有效容积 **effective volume of surface tension tank**

在规定的工作条件下发动机可用的贮箱所贮推进剂的最大体积。

6.2.6

膨胀空间 **expansion space**

在最高温度和压力时，相对常温、常压所贮介质的体积膨胀量。

6.2.7

贮箱加注量 **charging quantity of surface tension tank**

贮箱内加注的推进剂量。

6.2.8

工作寿命 **service life**

贮箱在规定的条件下能够完成其功能所经历的时间。

6.2.9

贮箱寿命末期 end term for service life of surface tension tank

在飞行过程中，推进剂已接近贮箱规定的剩余量，并能保证最小流量的时刻。



中华人民共和国航天行业标准
小推力液体推进系统表面张力
贮箱通用规范
QJ 3203 - 2005

*

中国航天标准化研究所出版
北京西城区月坛北小街2号
邮政编码：100830

北京航标印务中心印刷
中国航天标准化研究所发行
版权专有 不得翻印

*

2005年7月出版
定价：13.00元