

QJ

中华人民共和国航天行业标准

FL 0106

-- QJ 2850A—2011
代替 QJ 2850—1996

航天产品多余物预防和控制

Prevention and control for foreign object debris (FOD) of space products

2011—07—19 发布

2011—10—01 实施

国家国防科技工业局 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.....	1
4 多余物预防和控制管理要求.....	1
5 设计过程多余物的预防和控制.....	2
5.1 预防和控制原则.....	2
5.2 一般要求.....	3
5.3 方案设计要求.....	3
5.4 技术设计要求.....	3
5.5 试验验证设计要求.....	3
6 工艺设计过程多余物的预防和控制.....	4
7 生产过程多余物的预防和控制.....	5
7.1 生产现场.....	5
7.2 加工和装配过程.....	5
7.3 总装和调试过程.....	6
7.4 贮存和搬运过程.....	7
7.5 外购、外协、配套过程.....	7
7.6 工具和小零件控制.....	7
8 检验过程的控制.....	7
8.1 生产过程检验.....	7
8.2 交接过程检验.....	8
8.3 出厂检验.....	8
9 试验过程的控制.....	8
10 包装、运输过程的控制.....	9
11 飞行试验前的控制.....	9
12 多余物的检查.....	10
附录 A (资料性附录) 常用多余物去除和检查方法.....	11
附录 B (资料性附录) 航天产品常见多余物.....	14

前 言

本标准代替QJ 2850—1996《航天产品多余物预防和控制》。

本标准与QJ 2850—1996相比主要有以下变化：

- a) 增加了设计中的多余物控制原则；
- b) 细化了设计过程对多余物的预防和控制要求；
- c) 细化了检验过程对多余物的控制要求；
- d) 细化了试验过程对多余物的控制要求；
- e) 细化了发现多余物后的处理要求；
- f) 取消了发现多余物后处理时的表格格式内容；
- g) 增加了飞行试验前的控制要求；
- h) 对常用的多余物去除和检查方法进行了归类 and 补充；
- i) 补充和完善了去除和检查多余物所用的工具、仪器和设备；
- j) 增加了航天产品常见多余物。

本标准的附录A和附录B为资料性附录。

本标准由中国航天科技集团公司提出。

本标准由中国航天标准化研究所归口。

本标准起草单位：中国航天科技集团公司一院二一一厂、中国航天标准化研究所。

本标准主要起草人：王春玲、杨智涵、刘志盈。

本标准于1996年04月首次发布。

航天产品多余物预防和控制

1 范围

本标准规定了航天产品多余物预防和控制的管理要求，以及在设计、工艺、生产、试验、包装、运输等过程中的多余物预防和控制要求。

本标准适用于航天产品（软件产品除外）。其它产品可参照使用。

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（不包含勘误的内容）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。

GJB 145 防护包装规范

QJ 837 螺栓和螺钉连接的防松方法

QJ 920 弹（箭）体管路系统总装通用技术要求

QJ 2214 洁净室（区）内洁净度级别及评定

QJ 3198 航天火工装置安全技术要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

多余物 foreign object debris (FOD)

产品中存在的由外部进入或内部产生的与产品规定状态不符的物质。

4 多余物预防和控制管理要求

4.1 应以预防措施为主，全员参与，全过程控制。

4.2 各级各类人员的多余物预防控制职责应纳入到质量管理体系中。

4.3 各单位应结合产品特点，制定有针对性的多余物控制管理流程、方法和相应的控制程序，具备预防和控制多余物的厂房、环境，配备相应的设备、仪器、工具，并正确使用。

4.4 针对设计、工艺、加工、装配、测试（调试）、包装、运输、贮存、维护、飞行试验前等过程中产生多余物的主要环节，采取有效措施，实行过程重点控制。

4.5 在产品研制总结报告或生产质量检查确认报告中应有明确的多余物控制结论。

4.6 发现多余物后的处理应满足下列要求：

- a) 产品上发现多余物时应保护现场，记录多余物的位置，必要时可拍摄照片进行记录，保存取出的多余物，并开展分析工作，查明原因，制定解决措施；
- b) 在系统内发生多余物故障时，为使多余物保留在原位，应尽量保持系统状态不变，并应制定排查多余物的具体方案；

- c) 应按质量问题的归零要求对出现的多余物问题进行技术归零或管理归零，必要时开展同类产品的举一反三工作。

4.7 多余物预防和控制审核与评审要求如下：

- a) 应把多余物预防和控制程序作为质量管理体系审核的内容之一；
- b) 应把多余物的预防和控制措施的有效性作为设计评审的内容之一，并重点审查设计方案、原材料、元器件、零（部）件和工艺方法是否会产生多余物或不利于多余物排除，并提出改进措施；
- c) 应把多余物的预防和控制措施的有效性作为工艺评审和产品验收评审的内容之一，并重点审查产品在生产和试验过程中多余物的预防和控制措施、曾经出现的多余物问题及处理情况，以保证验收产品的质量；
- d) 应对经过技术归零或管理归零的多余物问题的技术措施和管理措施的有效性进行评审。

4.8 多余物预防和控制培训包括培训对象和培训内容两部分，对培训过程应有书面记录。多余物预防和控制培训要求如下：

- a) 培训对象包括：
 - 1) 从事特定产品生产的员工；
 - 2) 新入厂（所）员工；
 - 3) 转岗员工；
 - 4) 重新参加有关工作的员工；
 - 5) 参加新型号研制、换工种操作的员工；
 - 6) 从事间隔周期长的产品生产的员工；
 - 7) 从事技术状态变化的产品生产的员工。
- b) 培训内容包括：
 - 1) 产品设计和工艺设计中采取的预防和控制多余物的措施；
 - 2) 生产和试验过程中多余物的预防和控制措施；
 - 3) 材料、零件（元器件）、部件和组件（整机）在贮存、运输、交付、使用和维护过程中多余物的预防和控制措施；
 - 4) 生产现场、库房和设备的管理；
 - 5) 材料、工具，以及零、部（组）件的清理和检查；
 - 6) 个人物品的控制要求；
 - 7) 防护装置的正确使用；
 - 8) 清除和检查多余物的方法；
 - 9) 多余物事故的报告程序；
 - 10) 多余物典型案例的教育；
 - 11) 多余物控制图表的正确填写与传递。

5 设计过程多余物的预防和控制

5.1 预防和控制原则

5.1.1 源头控制原则：预防和控制多余物应从设计方案的源头抓起，把预防多余物作为保证产品质量的设计准则之一。

5.1.2 全过程控制原则：多余物的预防和控制应贯穿于型号设计各阶段的全过程。

5.1.3 强壮性原则：设计部件和系统时应使其具有一定的抵抗多余物的能力，产品结构布局应便于检查和清除多余物。

5.2 一般要求

5.2.1 应在设计任务书、设计文件中提出对预防和控制多余物的要求。

5.2.2 产品设计应协调、合理，便于操作和维护。

5.2.3 设计应充分了解产品加工的工艺方法特点，避免采用易产生多余物的工艺方法。

5.2.4 对由于设计结构原因导致的多余物，应及时进行举一反三，改进类似结构的产品设计方案。

5.3 方案设计要求

5.3.1 优先选用抗多余物能力强的设计方案。

5.3.2 优先选用少产生多余物的材料和元器件。

5.3.3 优先选用有利于清除污染物的结构布局。

5.3.4 应按设计文件要求，了解生产加工过程，有针对性地提出多余物预防和控制要求。

5.3.5 应尽量减少产品在装配过程中的拆装次数，确需拆装时应保证去除产生的金属屑等多余物。

5.3.6 对重点部位或特殊功能的产品，设计文件中应规定多余物控制措施，规定必要的和特殊的检查要求。

5.4 技术设计要求

5.4.1 合理选择材料及元器件，与介质接触的材料应与介质相容；不应产生多余的生成物。一般采用产品在使用环境及有效期内不易产生虫蛀、腐蚀、脱皮、龟裂、氧化、硫化的材料。不采用易产生静电、吸附性强的材料。

5.4.2 选择材料时应充分考虑材料由于磨损或咬死产生的多余物。

5.4.3 合理选择表面镀（涂）覆材料和热处理、表面处理方法，保证产品在规定的使用条件下不脱漆、不脱镀层、不氧化腐蚀、不发生脆化断裂等。

5.4.4 产品的结构布局应便于检查和清除多余物，避免尖角、窄缝、死角。产品设计应保证生产、试验、运输和工作过程中不产生多余物，如不能完全避免，应设计专门的观测孔和检测窗口等结构。

5.4.5 对有相对运动的部件、螺纹连接部位、相交孔等易产生多余物的结构应提出在生产过程中控制多余物的要求。

5.4.6 对于产品敞露的开口、管道、电连接器等应选用适当的工艺堵盖或采用其它防护措施。

5.4.7 在系统或关键的部件上，应设置精度满足要求的过滤装置。

5.4.8 装配、焊接后制作的标志，应选用结合牢固的漆种，以防漆层脱落产生多余物。

5.4.9 根据产品的受力情况、环境温度等合理选用标准件，对重要部位应尽可能选用自锁螺母或其它新型防松连接件代替弹簧垫圈，螺栓、螺钉的连接要求应符合 QJ 837 的规定。

5.4.10 密封结构设计时应充分考虑密封材料产生的多余物。

5.4.11 根据产品特点，应对生产场地、装配和总装车间、试验场地等规定洁净要求。对高洁净度产品提出控制多余物的要求和方法。

5.5 试验验证设计要求

5.5.1 应明确对产品清洗、试验用液体和气体及其它试验介质的技术要求。

5.5.2 对产品在过程中易产生多余物的结构（如热分离装置、火工装置等），设计时除应采取控制多余物的措施外，还应进行必要的试验验证。

- 5.5.3 根据试验目的和要求,设计试验系统、编制试验程序、操作试验过程时应有多余物的控制要求。
- 5.5.4 规定产品在特殊环境中(如真空、高温、低温等)控制多余物的要求和措施。
- 5.5.5 应尽量选用无污染、低冲击的火工装置,提出污染物控制和防护要求。工作产物无法避免时,应采用捕获措施,确保产物不会影响其它系统的正常工作。利用爆炸螺栓、导爆索等作为解锁装置结构时,应设有收集或系留装置。
- 5.5.6 火工装置总装、测试、贮存的环境应符合 QJ 3198 的要求。
- 5.5.7 试验件生产和试验过程中暴露出多余物问题后,应及时在后续的设计中进行改进。

6 工艺设计过程多余物的预防和控制

- 6.1 工艺方案设计时应满足设计文件提出的多余物控制要求。
- 6.2 在工艺性审查时,应对文件中预防多余物的措施进行审查,对其不利于预防多余物的内容提出修改建议。
- 6.3 在进行工艺设计时应合理确定工艺分离面,防止多余物的产生,便于清除多余物;防止有害气体和液体污染和侵蚀。
- 6.4 应制定合理的工艺流程,尽量减少装配过程的加工,加工工序应尽量安排在零(部)件制造阶段;装配阶段的加工工序应安排在总装之前进行。
- 6.5 应制定合理的工艺方法,并优先选用不产生毛刺的工艺方法。选用合适的或标准规定的工(量)器具,有效地控制多余物。
- 6.6 应按设计文件编制配套表和辅助材料控制表,特别是对紧固件等应定额发料。
- 6.7 对关键部位和重点环节,除应规定控制多余物的操作方法和检查措施外,必要时应采用多媒体对多余物的控制情况进行记录。
- 6.8 对易产生静电的材料、磁性材料、吸附性强的材料,应规定具体的多余物控制措施和检查措施。对难以清理的部位采取密封保护措施,避免吸附铁磁性加工屑及加工过程中进入多余物。
- 6.9 对细长的深孔、螺纹孔、相交孔等结构应规定毛刺去除方法和清洗要求。常用多余物去除方法可参见附录 A 中表 A.1 的内容。
- 6.10 对装配过程中隐蔽的空间、狭小的缝隙应制定针对性的控制措施。
- 6.11 设备、仪表、工装、工具和清洗用具进入净化工作区之前,应清洗或除尘。
- 6.12 对于气、液驱动的结构在后续装配过程中应提出超声波清洗等具体的控制多余物措施。
- 6.13 对表面有涂层的产品,交付前不应有锈蚀、脱漆、脱皮。
- 6.14 对带有螺纹孔的零件,可用与之相配套的螺钉试拧几次,确保连接通畅,并检查有无挤出的毛刺或其它多余物,之后应清洗螺纹孔,确保无多余物。
- 6.15 对于有洁净度要求的精密加工,在工艺文件中应明确洁净度等级要求。对需要恒温、恒湿、净化厂房的工作环境,应在工艺文件中做出明确规定。
- 6.16 对预装配(或跑合试验)后需要分解的产品,应采用清洗等方法控制产生的多余物。
- 6.17 对精密的产品,应对清洗介质和注入的介质进行洁净度检查。
- 6.18 在工艺文件中,应规定必要的多余物检验工序,规定必要的检查点,明确检验方法。常用多余物检查方法可参见附录 A 中表 A.2 的内容。
- 6.19 采用辅助材料时,应充分考虑辅助材料不产生多余物,并应保证辅助材料与产品材料相容。
- 6.20 更改工艺和制定返修工艺时,应确保不产生多余物,不能避免产生多余物时,应规定有效的防护、

控制措施和多余物清除方法。

7 生产过程多余物的预防和控制

7.1 生产现场

7.1.1 生产厂房有空气洁净度级别要求的，应符合 QJ 2214 的规定，并根据产品特点规定厂房的温度、湿度、压力等环境要求。

7.1.2 进入生产现场、精密装配车间、总装调试厂房的工作人员应按规定着装，按要求程序出入。

7.1.3 生产区域应实行定置管理。设备、零（组）件、工（量）器具、资料等应按标识规定放置有序，并保持清洁整齐。

7.1.4 应设置收集多余物的容器，必要时可由专人管理并及时清除。

7.1.5 部（组）件的装配车间（或区域）应与零件的加工车间（或区域）分开，一般不应在同一空间内进行操作。

7.2 加工和装配过程

7.2.1 加工和装配前

7.2.1.1 检查零、部（组）件应无损伤，应无多余物，并清点数量；暂时不装配的零、部（组）件应采取防护措施，如放置于密封箱、盆，用防尘布包盖等。

7.2.1.2 检查工装（夹具、型架等）和工作试验台、梯及专用试验设备等应齐全、无损，确保清洁无多余物。生产辅助设备应有标识。

7.2.1.3 检查所要求的防护装置（如防尘罩、临时的密封、垫子等）是否正确安装；对松动、脱落或丢失防护装置的产品要查明原因，清除多余物，并应重新安装防护装置。

7.2.2 加工和装配过程中

7.2.2.1 在焊接过程中，对零、部（组）件应进行适当的保护，防止残留飞溅物；焊接零、部（组）件后应彻底清除多余焊剂及氧化皮，去除焊缝处的残留物。

7.2.2.2 工作台面应清洁，及时去除焊锡、碎屑等废弃物；剪掉保险丝头和管脚时应使用留屑钳，捏住余头，一次剪断放入多余物箱中。

7.2.2.3 镀银件加工后应妥善包装并放入干燥器具内，防止其氧化、发黑。

7.2.2.4 在灌注液体材料时应保证安全可靠，确保不产生多余物，防止性能变化。

7.2.2.5 组件、整机进行防护喷漆时，应在插头座、导管口和深孔等部位采取保护措施，喷涂操作应在专用场地进行。

7.2.2.6 引出线连接方式应尽量采用压接或绕接结构。

7.2.2.7 电连接器焊接装配前应清洗干净，焊后应将助焊剂清洗干净；插头应有防护盖以防灰尘进入。

7.2.2.8 多层波纹管管坯胀形后应及时烘干层间水分，焊接前应将管坯两端用保护件密封。

7.2.2.9 液体和气体系统管路需现场重新取样时，截断后应去毛刺，并进行清理，密封好管路底端；安装后和系统运行前，应检查液体是否污染；如存在污染，应采取措除污染。

7.2.2.10 在连续生产操作中，对易受损伤或易受多余物损害的部（组）件，应安装防护盖或罩子；除规定的工作外，应确保其始终保持在规定的位置上。

7.2.2.11 零、部（组）件最终加工完成后应及时清除多余物；对油封件应清洗干净后再油封，对敞露开口产品应加堵盖或封严或加临时包装。

7.2.2.12 铆接装配过程中，应清除钻孔的铝屑和分解的铆钉头，防止其留在产品内。对于复合材料及非

金属产品钻孔、铆接及加工过程，应采用吸尘器收集产生的粉尘，以避免粉尘类多余物产生不良影响。

7.2.2.13 在装配过程中，一般不允许再进行机械加工；如确需补加工，应规定专门的加工场地，制定相应的工艺措施。

7.2.2.14 应尽量减少拆装次数。铝和其他软金属装配后不应多次拆装，以防止铝屑、粉末落入产品。

7.2.2.15 对装配后无法再进行检查的部位，应实行双岗制，并有检验人员在场。必要时可进行多媒体记录，经共同确认无多余物后再进行装配。

7.2.3 加工和装配后

7.2.3.1 对于装配前需拆除的零、部（组）件及工艺堵头、标牌、标签，装配用的工（量）器具、辅助材料，在完成装配后应进行清点和检查，防止产生多余物。

7.2.3.2 装配过程中若发现丢失工具或掉落零件、标准件时应立即停止工作，及时报告并组织查明去向，采取措施并确认不在产品后，方可进行下一道工序的工作。

7.2.3.3 产品返修时，应制定返修过程多余物预防和控制措施，并提出检验要求。

7.3 总装和调试过程

7.3.1 产品总装、调试应在专用的装配厂房内进行。

7.3.2 气源应按要求定期检查，确保气源符合相关文件要求，地面气源进入产品前，应按 QJ 920 要求进行检查。

7.3.3 总装时应根据产品的特点建立隔离区，与总装无关的人员不准进入隔离区。

7.3.4 总装间只能放置待装产品、整机产品、工作台和型架、装配用的设备和工具，不应放置其他物品，不应进行与总装无关的工作。

7.3.5 总装和调试时对最终产品、待装产品及正在操作的产品应分开放置进行管理。

7.3.6 总装前应对待装的部（组）件进行外观及多余物检查，应保证清洁无多余物，方可进行总装和调试，并做好检查记录。

7.3.7 对装配件应按配套数量实行定额发放，并做好记录。

7.3.8 装配中使用的工艺件应有标志，以便与装配件区分。装配过程中分解下来的工艺保护件应认真清点数量并妥善保管。对于装配前需拆除的零（部）件、标牌、标签等应收好，装配后清点检查。

7.3.9 总装中所用的导管、电缆的端头应加盖堵头和防尘罩。

7.3.10 操作过程中严禁将工具、零件、标准件、器材、工艺保护件等直接放在产品上；应及时将料头、保险丝头、棉球等放入多余物盒内，并及时回收。

7.3.11 调试搭焊时，应采取措施，防止蹦锡；调试合格后，装配人员应按规定焊接和清洗。

7.3.12 对某些容易产生多余物的操作应采取有效预防措施，如去保险丝头宜用留屑钳，装拧弹垫宜用力矩扳手等。

7.3.13 低温系统的部（组）件装配时或动力系统管路连接（特别是螺纹连接）时，若允许涂特殊的低温油脂，应严格控制其用量。

7.3.14 总装时，应详细登记工具、零件和辅助材料；总装完成后由负责人或检验人员核查使用数量。

7.3.15 总装间和调试间内不允许进行非规定的机械加工。如果在总装和调试过程进行少量加工时，应办理相关手续，采取隔离措施，并在指定地点进行。加工时应有检验人员在场监督，加工完毕后应进行清理检查，不应留下多余物，并做好记录。产品总装后，一般不允许再进行整体机械加工（返修）。

7.3.16 报废的零（部）件、工艺件、选配余下的元器件及协调用的仪器样件等，应及时回收，经检验人

员核实，隔离保管。

7.3.17 气密检查前，应检查地面试验设备的完好性，防止多余物吹入系统或贮箱。气密检查结束后，产品管路系统及试验软管均应装好工艺堵头（帽），发现异常应及时报告。

7.3.18 对总装中丢失的物品，应按7.2.3.2的规定处理。

7.4 贮存和搬运过程

7.4.1 贮存和搬运应满足相关设计文件的要求。

7.4.2 接收材料及零、部（组）件时，应进行检查，确保无损伤和污染，并标识无误。

7.4.3 库存品应按件号分开摆放，对敞口部分应重点保护，防止产品受损害和多余物进入。

7.4.4 对开口的连接件、开口管、阀、泵、导管、液压零件、插头、插座、发动机入口以及产品的易损伤面应采取有效的密封或防护措施。

7.4.5 应定期检查仓库，确保仓库整洁。

7.4.6 在贮存和搬运之前，对材料及零、部（组）件应安装适当的防护装置。

7.4.7 在零、部（组）件发送前，应进行彻底的检查，并清除多余物；应使用洁净无污染的运输和装卸设备，确保无多余物。

7.4.8 应履行交接手续，做好产品交接，并记录检查多余物的情况。

7.5 外购、外协、配套过程

7.5.1 对外购件、外协件、配套件应在订货合同或技术协议中提出清洁度和多余物控制要求。

7.5.2 检查外购件、外协件、配套件的表面质量，其表面应无锈蚀、发霉、氧化、老化、裂纹、划伤、折痕、起皮、毛刺及金属屑等。

7.5.3 对外购件、外协件、配套件验收时应进行多余物检查。

7.5.4 检查时发现多余物，应认真分析，做好记录，并按相关管理程序进行处理。

7.6 工具和小零件控制

7.6.1 工具

7.6.1.1 生产现场用的工具应有账目，并有专门标识便于辨认。

7.6.1.2 应选用合适的工具箱，进行定置管理。

7.6.1.3 工作前后应清查，做到账物相符，防止遗留物留在产品内。

7.6.2 小零件

7.6.2.1 应按工艺定额数量发放小零件，接收方应清点并署名。

7.6.2.2 小零件保管、发放账目应与实物相符。

7.6.2.3 小零件报废更换时，要以旧换新或以报废单领取；废品由检验回收隔离，操作者不得保存小零件。

7.6.2.4 每完成一项装配，应及时清理现场，清点小零件的数量，并做好记录。

8 检验过程的控制

8.1 生产过程检验

8.1.1 检验过程本身要防止带入多余物。

8.1.2 对具有细长深孔、相交孔等结构的零件，在加工过程中应对该部位设置多余物控制检验点。

8.1.3 机电产品的零、部（组）件及整机装好后，一般应按相关文件的要求进行工艺振动，振动后应进行多余物检查。

8.1.4 装配过程中，当每项主要装配完成或一个工作日结束时，应进行多余物检查，清点工具、零件等的数量，清除碎片，并应进行监督检查。

8.1.5 在产品装配过程中，应实行入库、配套、出库、组装、总装全过程监督检查。不允许带有多余物的零件、整机移交下一工序。

8.1.6 生产过程中的多余物控制应采用表格化记录。

8.2 交接过程检验

8.2.1 产品在交接过程中应检查外观质量，包括产品表面应无划伤、碰伤、锈蚀、腐蚀、分层、漆层脱落，产品应清洁无多余物。

8.2.2 产品包装箱本身质量应良好、清洁、无多余物。

8.2.3 交接过程应办理交接手续并做好交接记录，对发现的多余物应排除。

8.3 出厂检验

产品装配完成后，应按技术文件的规定检查多余物，交付的产品应无多余物。

9 试验过程的控制

9.1 试验现场和工作间应实行定置管理，保持试验场地清洁、整齐，不准存放与试验无关的物品，与试验无关的人员不准进入现场。

9.2 试验人员应按规定的要求着装。

9.3 试验前，检查试验场地或专用试验设备应完好和清洁。

9.4 试验区应满足产品技术条件要求。试验介质在使用前应进行取样化验，并应符合相应的技术指标要求。

9.5 对试验涉及的试验介质、试验设备、外部环境等，均应确保在整个试验过程中的污染控制连续可靠。

9.6 电连接器插拔时应按相关规定进行，对接前应检查无多余物。

9.7 试验产品和地面设备在停放过程中应采取措施，防止进入多余物。

9.8 对于低温系统，在试验前应对系统和试验产品内腔进行有效的吹除、置换、气封，确保系统内气体成分满足技术条件的要求。

9.9 低温系统在试验过程中，应使用技术文件中规定的气体，对与外界相通的开口部位应采取有效的气封措施，防止冷抽吸使外界空气进入系统。

9.10 对工具和小零件的控制应符合 7.6 的规定。

9.11 对在试验过程中丢失的物品按 7.2.3.2 装配过程中丢失物品的规定处理。

9.12 试验结束时，应检查试验产品多余物的情况，并对试验系统敞口端采取封堵、包扎等保护措施，并做好记录。

9.13 低温系统试验结束后，在回温处理过程中应制定防止外界空气倒吸对系统污染的措施；有些低温阀门等部（组）件试验后还应进行烘干处理，或抽真空烘干处理，安装防护罩，并确保在试验后的处理及运输过程中不被污染。

9.14 对较长时间不用的地面系统，应彻底清除干净，在确认无多余物后将其封存，并采取防尘、防污染措施；对有防湿、防潮要求的，应放置干燥剂、充填干燥的惰性气体正压保护。

9.15 对封存的系统，应按有关规定进行定期的检查和维护，并应防止多余物进入产品内，对检查过程和结果应做好记录。

9.16 封存系统在启用前应认真检查，确认无多余物后方可投入使用。

10 包装、运输过程的控制

- 10.1 包装材料应不易产生多余物，并不能对产品造成污染。
- 10.2 按照 GJB 145 规定的产品防护、装箱等级对产品进行防护、包装及封存。
- 10.3 产品的运输要求应按相关规定执行。
- 10.4 产品包装前应去除表面的多余物，并进行干燥处理。
- 10.5 包装材料领用、零件、部（组）件交接时，应检查确保无多余物。
- 10.6 产品穿防护衣前，应对防护衣进行全面检查清理，确保无多余物。
- 10.7 对于采用密封式防护衣的产品，应用符合技术要求的干燥压缩空气进行置换，保证产品处于干燥气体的保护中。
- 10.8 运输过程中应检查各运输支点的连接件，核对数量无误、配套齐全、洁净，以及弹衣有无损坏、铅封是否完整。

11 飞行试验前的控制

- 11.1 产品和相关仪器设备到靶场后，应进行外观多余物检查。
- 11.2 动力系统和电气系统按要求与外界相通的每个敞口应安装堵盖或其它保护装置。
- 11.3 飞行试验前的舱内工作要求如下：
 - a) 进舱工作前、后应对舱内技术状态进行检查、确认，应对舱内进行多余物检查；
 - b) 舱内工作应做到表格化管理，确认不带、不产生多余物；
 - c) 舱内工作照明应采用 36V 防爆工作灯，导线应清洁、无油污；
 - d) 进入舱内的工作人员应穿着专用的进舱工作服、鞋、帽，清除随身携带的任何物品；
 - e) 每次进舱只限带与本次工作有关的工具、零（组）件、辅助材料，进舱前清点并登记带入工具、零组件、辅助材料的种类、数量，放入专用工具箱、零件盒内，工作时所用工具应拴绳，并系在操作者手腕上；
 - f) 装配工作过程中需剪断的钢丝、塑料带、尼龙扎带、绑线等辅助材料应用手拿住剪掉部分防止崩断丢失造成多余物，箱内操作中剪下的物品应放在专用回收袋（盒）中；
 - g) 不在舱内的结构件上及仪器设备上随意乱放物件；
 - h) 工作结束出舱后应清点工具的种类、数量并做记录，应与进舱时相符；清点专用回收袋（盒）中剩余的辅助材料种类并做记录，应与进舱时相符；
 - i) 封舱前需清点应取下的工艺保护罩及工艺保护装置的种类和数量，放入专用工作盒内并记录，数目应与图样、工艺文件要求一致。
- 11.4 对产品上的气路、液路系统，当发生多余物故障后，应按相关规定进行处理。
- 11.5 对于靶场测试中发现的多余物问题，应按相关规定处理。
- 11.6 为预防多余物产生，设置地面过滤器时应按如下要求进行：
 - a) 与产品连接的地面供气管路上、与产品连接的推进剂地面加注管路中均应设置过滤器，其过滤精度应符合产品所要求的精度；
 - b) 地面供气系统、供液系统中，应在地面系统与产品之间设置过滤器；
 - c) 每一发飞行试验任务开始时，与产品连接的每一气体管路上最后一个过滤器应换成新品，或者用经清洗吹除并检查合格的过滤器；

d) 推进剂加注之前，加注管路中与产品连接的过滤器应拆下检查，其过滤网应干净、完好。

12 多余物的检查

常用的多余物去除方法、检查方法及所用的工具、仪器和设备参见附录 A。航天产品中常见多余物参见附录 B。

附 录 A
(资料性附录)
常用多余物去除和检查方法

A.1 常用多余物去除方法

常用多余物去除方法见表A.1。

表A.1 常用多余物去除方法

序号	去除方法	说明	
1	吸取法	适用于有通路，吸尘器吸力能起作用的部位 对各种材料的碎屑，尘埃等体积小、重量轻的多余物，用电动吸尘器或压缩空气吸尘器吸取	
2	清洗法	适用于有高洁净度要求的产品，如电子产品、集成电路印刷板等。有浸渍清洗、超声波清洗、化学清洗、气动吹除清洗、电化学清洗、气相清洗、射流清洗、喷洗冲洗等方法	
3	擦洗法	适用于结构内、外表面清洁度要求较高的部位，如贮箱、各舱段、大导管等。用毛刷、绸布蘸酒精（或用工艺规定的其它洗涤剂）擦洗	
4	磁吸法	适用于通路较差，只能使磁铁吸取的结构	
5	勾夹法	适用于通路较差的部位	
6	胶粘法	适用于有通路但手无法接触的部位	
7	拍击法	适用于有杂物排出通路，但无法接触到的半封闭结构	
8	吹除法	用干燥的压缩空气将多余物从产品中吹出	
9	固封法	封闭系统一时无法排除的多余物	
10	去除法	去除加工后出现的毛刺、毛边	
11	更换法	由于零件脆断产生多余物，如螺栓、螺帽、垫圈、弹性垫圈、扎带等，查明原因后予以更换	
12	分解法	适用于全封闭部位，而且用上述方法无法清除的多余物	
13	净化法	适用于清除气体、液体系统内的污染物	
14	置换法	适用于气态杂质的置换。有正压置换、负压置换和吹除置换方法	
15	干燥法	用于清除水分。有烘烤法、化学法、吸附法、冷冻法、压力除水法、红外线干燥法等	
16	循环过滤法	将液体或气体回路短接，在回路中串接过滤器，进行循环冲洗，循环过滤液体或气体回路中的多余物	
17	真空挥发法	通过洁净烘干箱加热并抽真空，在负压条件下，去除有机物因挥发产生的多余物	
18	去 除 毛 刺 方 法	手工法	用锉刀、刮刀等钳工工具，手工去除工件上的毛刺
19		机械法	采用机械方法消除工件已加工部位周围所形成的毛刺
20		振动法	将工件放在装有磨料的可振动容器中，利用振动摩擦去除工件上的毛刺
21		滚动法	将工件放入装有磨料的滚筒内，利用滚动摩擦作用，去除工件上暴露在外的毛刺
22		化学法	采用化学处理方法消除工件已加工部位周围所形成的毛刺
23		电解法	利用电化学阳极溶解方法消除工件上的毛刺
24		磨粒流法	具有一定压力的膏状磨料往复穿过工件孔，从一端孔口进入，由另一端孔口挤出，往复多次去除工件孔的毛刺。适用于机械加工中的小孔、群小孔、复杂内腔、流道的去毛刺和抛光等的加工
25		热能法	利用氢氧燃烧熔化和烧蚀工件毛刺的热化学方法
26		超声波法	用超声波加工原理清除工件已加工部位周围的毛刺
27		电抛光法	一种特殊的加工方法，用于微量尺寸的矫正，去除毛刺、切削痕迹、表面氧化层等
28	激光法	采用激光器发出的激光束，去除工件已加工部位周围所形成的毛刺	
29	电火花法	根据零件相交孔的特点，设计专门去毛刺电极，将电极至相贯小孔处，电极进行火花放电，同时进行各种方式的摇动，蚀除孔相交处的毛刺、翻边	

A.2 常用多余物检查方法

常用多余物检查方法见表A.2。

表A.2 常用多余物检查方法

序号	检查方法	说明
1	目视检查法	适用于能直接或间接（可借助放大镜、内窥镜等）观察到的部位
2	听觉检查法	适用于无观察通路的封闭结构及半封闭结构
3	无损检测	X射线照相
4		内窥检测
5		微粒碰撞噪声检测（PIND）
		可用于检查密封元器件内的多余物，目前采用最多的一种非破坏性的多余物筛选方法
6	清洁度检测	清洁度是衡量清洗质量的重要指标，一般采用表面离子污染物检测的方法。清洁度检测一般适用于印制电路板组装件的检测。
7	固体颗粒度检测	主要用于工作液固体颗粒污染检测
8	水分浓度检测	主要用于液压系统工作液的检测
9	位移信号检测	主要用于小的电子产品多余物检测
10	过滤器滤芯检测	过滤器滤芯检测主要用于液路或气路中大颗粒污染检测，分解液路或气路中的过滤器，检查过滤器中及滤芯上的多余物

A.3 预防、去除和检查多余物所用的工具、仪器和设备

A.3.1 常用预防、去除多余物所用的工具、仪器和设备见表A.3。

表A.3 常用预防、去除多余物所用的工具、仪器和设备

序号	名称	主要用途
1	橡胶榔头	用橡胶榔头振动，采用吸除、吹除等方法清除深缝和细长孔中的多余物
2	留屑钳	用于剪断焊接后多余的各种导线头，元器件引线，防止被剪断的料头飞溅到产品内产生多余物
3	超声波清洗机	用于清洗油路、管道及复杂型腔中的金属屑
4	吸尘器	用于吸除产品表面、深孔、槽、整机内部的多余物
5	吸锡器	用于清除电装过程中多余的焊锡
6	永久磁铁或电磁场	用于吸除深孔、槽内的铁磁性多余物
7	振动台	用于检查工艺振动后元器件是否变形，紧固件是否松动，是否有多余物
8	锉刀、刮刀	用于清除工件上的金属毛刺
9	电火花高速小孔机	加工后的小孔一般不会产生宏观毛刺
10	线切割机床	可使产品加工后一般不产生毛刺

A.3.2 常用检查多余物所用的工具、仪器和设备见表A.4。

表A.4 常用检查多余物所用的工具、仪器和设备

序号	名称	主要用途
1	手电筒	用于配合检查一般照明看不到的部位
2	放大镜	用于检查零件表面、印制电路板组装件焊点、电连接器的针、孔等部位
3	体视显微镜	是一种便携式的检测设备，一般用于检查深孔等部位
4	显微镜	用于检查深孔、槽、清洗液等微观多余物

表A.4 (续)

序号	名称	主要用途
5	工业内窥镜	用于检查整机内部深孔、细长深小孔、盲孔、管道、相交孔、连接处等部位
6	聚光灯	一般配合体视显微镜使用
7	听杂声仪器	利用传感器、放大器来检测振动后由于多余物产生的杂音
8	听声装置	将组合件通过整机摇动、转动等检查其内部是否有异常现象
9	微粒碰撞噪声检测仪	用于检查密封元器件内部的多余物
10	仪器活动多余物检测装置	用于检查仪器内的活动多余物
11	X射线检测设备	用于检查产品内部的多余物
12	清洁度检测设备	用于检测印制电路板的清洁度
13	耐压测试仪	用于检测接插件的多余物
14	流体颗粒度检测仪	用于检测液体介质内部的多余物

附 录 B
(资料性附录)
航天产品常见多余物

航天产品常见多余物见表B.1。

表B.1 航天产品常见多余物

序号	多余物模式		主要表现形式
1	自然物	生物	动物、植物, 如鼠、虫、霉菌等
		非生物	金属、非金属、水、尘埃等
2	加工方法	造型加工	型砂、氧化皮等
		切割与连接加工	切屑、粉末、毛刺、焊渣、尘埃、油脂等
		切削与磨削加工	切屑、粉末、毛刺、焊渣、尘埃、油脂等
		表面处理	剥离等
		包装	污染物等
3	系统污染	气体	水、油、尘埃、气态杂质、清洗溶剂等
		液压油	固体颗粒、水、空气、化学物质、微生物等
		燃料	—
		电气和电子仪器	极性污染物击穿漏电短路、非极性污染物、接触不良、断路等
4	遗留物	生产用品	零件辅料、工具、工作服纽扣、鞋带、工艺保护件等
		生活用品	身上携带物, 如硬币、发夹、笔、香烟等
5	断裂		断裂、开裂、表面剥离、表面开裂等
6	腐蚀		化学变化、表面剥离、开裂、断裂等
7	磨损		表面剥离、掉粒、金属掉块、咬死、断裂等
8	能量污染	静电污染	化学变化、锈蚀、尘埃等
		磁场污染	磨屑引起磨损、堵塞、卡紧等
		热能污染	油液变质、密封老化、泄漏等
		射线损伤	材质变坏, 性能变化等
		光能污染	塑料老化, 脆裂等
9	有机物挥发		微粉
10	其他		着装、人体脱落物, 如头发、皮屑等

中华人民共和国航天行业标准
航天产品多余物预防和控制
QJ 2850A—2011

*

中国航天标准化研究所出版
北京市丰台区小屯路 89 号
邮政编码：100071
中国航天标准化研究所
印务发行部印刷、发行

版权专有 不得翻印

*

2011 年 10 月出版
定价：18 元