QJ

中华人民共和国航天行业标准

FL 0107 QJ 20123—2012

电弧风洞试验设备运行安全管理要求

Safety management requirement for experiment facility run of arc tunnel

2013－01－04 发布 2013－05－01 实施

国家国防科技工业局 发 布

前　言

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：中国航天空气动力技术研究院第二研究所。

本标准主要起草人：陈连忠、陈海群、袁国伍。

电弧风洞试验设备运行安全管理要求

1 范围

本标准规定了电弧风洞试验设备安全运行的基本要求、试验的准备、试验过程和试验后的安全管理，以及安全评估、应急处置与救援。

本标准适用于电弧风洞试验设备运行的安全管理。

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）或修订版本均不适用于本标准，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。

GB 2894 安全标志及其使用导则

GB 4793.1 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第 1 部分：通用要求

GB 4962 氢气使用安全技术规程

GB 7231 工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识

GB 50016 建筑设计防火规范

GB 50177 氢气站设计规范

GB 50516 加氢站技术规范

GJB 1696 航天系统地面设施电磁兼容性和接地要求

QJ 1423 航天特种作业人员安全技术考核管理规定

QJ 3165 事故应急预案编制与管理

TSG R3001 压力容器安装改造维修许可规则

TSG R7001 压力容器定期检验规则

《特种设备安全监察条例》 中华人民共和国国务院 2009 年 1 月 14 日 国务院令第 549 号

《锅炉压力容器压力管道特种设备事故处理规定》国家质量监督检疫总局 2001 年 1 月 15 日 国家质量监督检疫总局令第 2 号

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

电弧加热器 arc heater

利用电弧放电的方法加热气体的装置。又称电弧等离子发生器。

3.2

电弧风洞 arc tunnel

利用电弧加热气体模拟高温气动热环境的风洞。又称电弧加热风洞。

4 基本要求

4.1 试验室人员管理

4.1.1 试验承担单位应建立试验安全组织机构，坚持“业务谁主管，安全谁负责”原则，逐级落实安

全生产主体责任制。

4.1.2 试验室（研究室）主要负责人和主管安全生产管理者，应经过安全技术培训，掌握电弧风洞安全管理技术，并组织制定安全规章制度，实施科学管理。试验室（研究室）主要负责人是试验安全第一责任人。

4.1.3 试验现场指挥、试验操作人员应经过专业的安全技术培训并考试合格，持证上岗。安全技术培训内容主要包括：

a) 电弧加热风洞的运行原理和安全防护知识；

b) 试验工艺操作规程、试验安全操作规程、试验安全管理规定和岗位安全守则；

c) 事故应急处置与救援预案（以下简称应急预案）。

4.1.4 试验现场指挥是试验现场安全责任人，对试验现场安全负责。

4.1.5 试验操作人员应自觉履行岗位安全责任制，服从试验现场指挥的指挥。

4.1.6 参试人员及相关管理人员应按 QJ 1423 规定定期参加培训。

4.1.7 参试人员应无耳聋、色盲、严重近视、高血压、心脏病等严重妨碍工作的疾病及生理缺陷。

4.1.8 试验承担单位应设专职或兼职安全员负责试验现场的安全监督检查工作。

4.1.9 试验承担单位应成立试验事故应急处置与救援组织，负责事故处置与救援工作。

4.2 试验文件有关安全要求

4.2.1 通用试验文件主要包括：试验任务书、试验实施大纲、电弧风洞运行规程、试验安全管理规定、岗位安全守则、试验安全检查表和应急预案等。

4.2.2 编写试验文件时，应明确试验存在的危险、有害因素、安全防护措施以及安全注意事项等。

4.2.3 高压、大功率等大型试验的试验文件，应提供特种试验系统安全评价报告、明确有关安全要求和安全防护措施。

4.2.4 试验安全管理规定，主要内容包括：

a) 各级试验岗位的安全职责；

b) 试验准备、试验过程、试验结束、应急处置过程中，各试验岗位应遵守的安全要求；

c) 安全检查要求；

d) 生产安全事故报告和调查处理规定等。

4.2.5 电弧风洞运行规程应包括：试验各阶段安全要求、试验系统安全技术规定等。

4.2.6 试验承担单位应针对试验存在的火灾、爆炸、中毒等危险、有害因素，编制试验安全检查表。

4.2.7 试验承担单位应对试验危险、有害因素进行辨识和危险性评价，编制应急预案。

4.2.8 试验文件中关于特种设备的安全规定应符合《特种设备安全监察条例》的规定。

4.2.9 事故后的处理应按《锅炉压力容器压力管道特种设备事故处理规定》的规定。

4.3 试验设施

4.3.1 电弧风洞试验设备的安全性应满足试验实施大纲的要求。

4.3.2 洞体设备间、中央控制室、模型准备间、供电室、供水室、供气室、真空室等建筑物之间的防火距离、安全距离、安全设施和消防设施等应符合 GB 50016 的规定，与公路、居民区等的安全距离应符合相关规定，满足一级防火要求。

4.3.3 当洞体设备间与中央控制室相邻建设时，应按 GB50516 的规定建设有足够强度的防爆墙实行隔离。

4.3.4 洞体设备间、供电室、供气室与供水室等易燃易爆场所应满足以下要求：

a) 使用不发火地面，制作防渗层；
b) 气瓶应按 GB 4962 的规定储存，供气室泄爆面严禁存在任何设施，与相邻建筑的安全距离应符合 GB 50177 的有关规定；
c) 应保持良好通风，对于危险气体试验（如氢气、氮气等），应在指定位置安装气体泄漏自动监控系统，并定期检验合格；
d) 应装设静电释放装置；
e) 配备的工具应由不发火材料制造；
f) 应急救援器材、设备保证完好、有效。

4.3.5 试验区域及危险区域应建立视频监控系统。

4.3.6 洞体设备及其新建、改建、扩建工程项目的安全设施应符合国家和行业标准，应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。

4.3.7 试验使用的压力容器等特种设备，应按 TSG R3001 有关规定，由国家指定资质的专业生产单位生产、专业安装单位安装，并经取得专业资质的检验机构检测、检验合格，取得安全使用证和安全标志后，方可投入使用。

4.4 试验系统

4.4.1 试验承担单位应定期进行系统安全评估，安全评估应包括以下内容：
a) 试验系统危险因素辨识与评估；
b) 试验系统故障模式分析；
c) 试验系统的更改对试验安全的影响；
d) 存在问题及应采取的安全控制措施。

4.4.2 洞体设备、供气系统、供水系统、供电系统、控制系统、测量系统、真空系统、起吊设备和操作平台等试验设备及其他辅助系统应满足电弧风洞试验的安全要求，并做定期检查或检定。检查或检定的主要内容包括：
a) 洞体设备试验舱应设置安全阀，试验舱内部设置报警装置；
b) 供气系统应按 TSG R7001 规定定期检验合格；
c) 供水系统应按 TSG R7001 规定定期检验合格；
d) 供电系统应严格执行高低压供电系统运行管理规定；
e) 控制系统和测量系统应做好高低压电的隔离措施，严防高压电串入测控系统；
f) 严格执行真空系统运行管理规定，应按设备说明书要求定期保养。

4.4.3 控制、测量、监视和通讯系统所用电气设备应符合 GB 4793.1 和 GJB 1696 的规定。

4.4.4 高压气储存罐、高压气阀门、高压气管道承压应大于 25Mpa；高压水储存罐、高压水阀门、高压水管道承压应大于 25MPa。

4.4.5 供气系统和供水系统应配置安全阀等超压保护装置，并按规定定期检验合格。

4.4.6 供气系统和供水系统应按技术文件规定安装过滤器，严格控制多余物。

4.4.7 控制系统应建立故障诊断停车系统，控制台要设置“紧急停车”功能。

5 试验准备

5.1 设备的使用条件和工作参数控制

洞体设备及其机械工艺部件应在设计规定压力和温度条件下运行，严禁超压超温运行。

5.2 风洞部件的吊装

5.2.1 吊装专用吊具应在检验有效期内，吊装前应进行仔细检查，吊装风洞部件前应先进行试吊。

5.2.2 吊装应有专人指挥，对“紧急停止”信号，不论何人发出，起重机操作员都应立即执行。

5.2.3 操作人员应遵守以下原则：

a) 指挥信号不明或多人指挥不吊；

b) 超负荷或负荷不明不吊；

c) 风洞部件固定不牢不吊；

d) 风洞部件上站人不吊；

e) 吊车有故障或安全装置失灵不吊；

f) 斜拉或斜吊不吊；

g) 照明不足不吊；

h) 风洞部件下有人不吊；

i) 防脱钩装置或超载报警装置工作不正常不吊。

5.2.4 装拆吊具和吊装过程中，不允许碰撞风洞部件。

5.3 风洞的安装

5.3.1 风洞部件与电弧加热器对接前应先用低压空气对接口进行吹除，在确保无多余物情况下，才可对接。

5.3.2 操作人员应衣着干净、整洁无油污，严禁纽扣、螺栓、螺母、工具等物品掉入风洞，对接电弧加热器时严禁带入油污。

5.3.3 安装过程中，登高作业梯台应符合安全要求，不允许攀登加热器不可攀登的部位，不允许碰伤加热器。

5.3.4 密封垫片、弹簧垫圈等容易变形失效的零件，只允许拆装一次。

5.3.5 使用力矩扳手紧固电弧加热器与各法兰联结件时，力矩应符合工艺文件规定。

5.3.6 测量、控制用电缆不允许沿常温和高温管线铺设。电弧风洞附近的电缆应进行防火包扎。

5.3.7 临时采用常温管路时，其绝热外层应涂低温胶，并采取阻燃措施。

5.3.8 风洞安装完毕后，各岗位人员进行检查，对工具、零配件等按照装配清单进行清点，填写安装检查记录。

5.4 风洞检查和检漏

5.4.1 电弧风洞安装后，试验现场指挥应组织各岗位人员对本岗负责的设备的安全性能进行严格的检查，具体检查内容包括：

a) 按试验条件的要求，设备承受的压力、温度是否在规定的范围内；

b) 设备的安全装置与计量仪表动作是否正常，压力、温度指示仪表是否在校验合格的有效期内；

c) 设备的受压部件和管道等是否有破损泄漏或鼓包、变形缺陷；

d) 各有关阀门是否处于正常位置，开启关闭是否灵活可靠；

e) 电弧风洞部件与管道之间的连接是否牢固，支撑结构有无倾斜或松动；

f) 电弧风洞承受高温的部件，其隔热防护层是否完整无损；

g) 电弧风洞部件连接部位的紧固是否到位，密封圈是否有效。应确保所有旋转设备或部件（如电机）紧固部分无松动；

h) 电弧风洞和压力管道气密试验是否合格；

i) 电弧风洞和压力管道水压试验是否合格；

j) 电气绝缘部件的绝缘等级是否合格；

k) 测控系统无高电压串入测控回路，各检测数据符合要求；

l) 电弧风洞进行水压和气密试验时，听从试验现场指挥的指挥，所有人员撤离到指定的安全地点。

5.4.2 若水、气系统发生泄漏，应按规程采取卸压措施后，再排除故障。

5.4.3 填写电弧风洞安全检查记录。

5.5 单元和综合测试

5.5.1 单元和综合测试应严格执行试验操作规程，未经批准不得增删测试内容，改变测试条件和程序。若确实需要，事先应进行论证，并办理审批手续。

5.5.2 测试时，发现异常情况应立即向试验现场指挥报告，做好记录；遇到事故，立即启动应急预案。

5.5.3 故障诊断关机系统应参加综合测试。

5.5.4 综合测试应覆盖试验所有参试系统、试验程序以及主要故障模式。

5.5.5 在单元或综合测试时，应使用电弧风洞阀门动作和点火信号等效器，并在测试时进行同步检查。有控制气源要求的风洞，应按电弧风洞技术要求控制气源供气状态。

5.5.6 测试正常后，不得擅自变更电弧风洞和试验系统的技术状态。

5.5.7 填写测试记录。

5.6 风洞冷态调试的视频监控

将电弧风洞各阀门置于开车状态，调试过程中应对危险部位进行视频监控。视频监控部位主要包括：

a) 中/高压供气管道、阀门，以及风洞部件连接可能出现高压气体泄露的部位；

b) 中/高压供水管道、阀门，以及风洞部件连接可能出现冷却水泄露的部位。

5.7 岗位安全检查

5.7.1 试验现场指挥根据试验大纲要求的总压、总温等气流参数向供气调度系统申报高压气和冷却水使用计划，建立试验的安全秩序。

5.7.2 各岗位操作人员应对设备及系统的工作状态进行安全检查，填写检查记录，并签名。未经试验现场指挥同意，操作人员不得擅自改变电弧风洞运行的相关参数。

5.7.3 各系统准备完备后，正式试验前，试验现场指挥应清点、撤离设备间所有人员，并设置警告标志，试验过程中，禁止任何人员滞留或进入设备间。

5.8 事故预想和预案制定

电弧风洞试验前应进行事故预想，制定应急预案，对试验中可能出现的事故提出防范措施，严禁带故障、隐患试验。应急预案编制应按 QJ 3165 等有关标准的规定，应有以下内容：

a) 危险点、危险源以及系统潜在危险因素与控制措施；

b) 试验用产品可能存在的风险因素与控制措施；

c) 事故现场处置方案。

5.9 试验安全评审

首次试验或试验系统发生变化时，试验前应进行试验安全评审。安全评审应包括以下内容：

a) 试验系统安全评价报告是否符合 4.4.1 的规定；

b) 与试验安全有关的任务进展情况；

c) 危险因素辨识与评价、故障模式分析是否科学、充分；

d) 应急预案及措施是否可行、合理；

e) 评审结论。

5.10 试验现场安全规定

5.10.1 试验现场指挥为试验现场安全管理第一责任人，参试人员应服从试验现场指挥的指挥，进入试验现场人员应按规定穿戴工作服和防护用品，按照试验现场指挥的指挥从事试验工作。

5.10.2 外来人员进入试验现场应听从试验现场指挥的指挥，严格遵守现场安全管理规定。

5.10.3 试验现场应严格执行定岗定员制度，按 GB 2894 的规定设置安全警示牌，警戒线内严禁人员滞留。

5.10.4 试验现场禁止烟火，严禁将火种带入试验现场，动火作业应按规定办理动火证，试验场外的草木等易燃物品应按防火要求清除干净。

5.10.5 试验现场应保持安静、整洁、有序。

5.10.6 试验现场应保持道路畅通和通讯畅通，安全防护和消防设施应配备完善并在有效期内，消防水源应充足。

5.10.7 在风洞间、供气室、供水室、供电室等有较大危险因素的工作场所和工业管道、压力容器上应按 GB 2894、GB 7231 的有关规定，设置明显的识别色、识别符号和安全标志。

5.10.8 测试设备、操作工具应布局合理、摆放整齐，试验前和试验后应按工具清单清点工具。

5.10.9 发现供水系统、供气系统有漏水、漏气现象，应及时排除故障，方可正常操作。

5.10.10 供电等危险作业执行双岗制。

5.10.11 供电系统电气绝缘不符合电气要求时，不得向电弧风洞供电。

5.10.12 电气系统可能遭到雷电等因素威胁时，应停止向电弧风洞供电。

5.10.13 严禁将乙醇、汽油等易燃易爆品存放在风洞间。

5.10.14 严禁带电、带压排除故障。

5.10.15 高处作业时，应配戴安全防护装备。

5.10.16 试验产生的尾气、污染物应进行净化处理达标排放。

6 风洞启动吹风和试验结束

6.1 风洞启动吹风

6.1.1 试验现场指挥确认电弧风洞试验设备的技术状态，并根据试验大纲要求的气流参数，发出指挥口令，启动开车程序。

6.1.2 各岗位操作人员严格按照操作规程的要求开启或关闭各功能阀门，并密切监视电弧风洞运行的相关参数，防止误操作。

6.1.3 试验过程中，遇到下列情况时，试验现场指挥应下令紧急停止设备运行：

a) 根据视频实时监视与报警承压部件出现破裂或气体泄漏；

b) 电弧风洞工作压力不能有效控制，或部件壁温超过允许值；

c) 突发自然灾害，如地震等。

6.2 试验结束

6.2.1 每次试验结束后，试验现场指挥下达“停车”指令，操作人员按操作规程实施“停车”程序。

6.2.2 根据安全监视信息，认真记载安全隐患及处置措施。

6.2.3　试验结束后应及时切断动力电源。

7　设备安全性维护和预防性检修

7.1　试验设备安全信息

7.1.1　洞体设备安全信息包括电弧风洞及配套系统的方案论证、设计、建造、调试、运行等阶段中有关的安全数据、资料及文件。

7.1.2　建立设备安全信息管理闭环系统，并制定设备安全信息收集、传递、反馈、处理程序。

7.1.3　及时收集记录试验设备安全信息，经提炼、储存而形成档案资料。

7.2　设备安全性维护

7.2.1　洞体设备运行人员必须掌握设备原理、结构、操作方法、安全注意事项和维护保养知识，确保洞体设备安全使用。

7.2.2　建立设备维护保养制度，实行设备使用保养责任制，操作人员按规程保养设备，使设备保持良好的技术状态。

7.3　设备预防性检修

7.3.1　应加强安全教育和安全考核，提高操作人员应急处置能力，并且根据岗位责任，制定本岗位设备或配套系统安全检修周期和检修内容。维修应报请试验现场指挥及上级主管领导，实施检修计划。

7.3.2　洞体设备预检预修中，发现问题应及时检修更新，备品、备件和元器件选购应严格履行审批、验收等手续，确保安全、可靠。

7.3.3　严格执行设备管理过程中的记录制度，建立设备技术管理档案，记载洞体设备运行过程的维护和检修的技术状况，指导设备安全使用。

7.3.4　采用新技术、新材料、新零部件应履行申请、论证、试验验证、报批的基本程序后，方可采用。

7.3.5　对电弧风洞关键部件的更新或技术改造，要尽量采用成熟的先进技术，保证其安全可靠性和安全技术指标得到验证和确认。

7.3.6　筛选并分析设备安全信息，及时诊断工艺设备缺陷和潜在的高危风险，建立设备安全预防性检修制度，定期进行设备预检预修，提高试验设备运行的安全可靠性。

7.3.7　电弧风洞调压阀、安全阀和压力指示的传感器应灵敏、准确、可靠，并按规定定期校验。

7.3.8　电弧风洞试验设备检修前，要可靠切断与气源连接的所有中、高压管道，泄放至常压状态，紧固或卸下承压部件，严禁带压操作。

7.3.9　电弧风洞检修时，要切断设备用电电源，只允许使用 36V 及以下电压照明灯，所用仪器或用具应良好接地。

QJ 20123—2012

中华人民共和国航天行业标准

电弧风洞试验设备运行
安全管理要求

QJ 20123－2012

*

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

*

2013 年 5 月出版
定价：10 元