

指南编号/Guideline No.M-27(201904)



M-27

燃气轮机

生效日期/Issued date:2019 年 04 月 17 日

©中国船级社 China Classification Society

前言

CCS 产品检验指南规定了拟申请 CCS 认可/检验的船舶入级产品、授权法定产品的适用技术要求及检验试验要求。

本指南并不限制用户采用其它试验方法和要求,但相关试验方法及要求应不低于本指南的要求。

本指南由 CCS 编写和更新,通过网址 <http://www.ccs.org.cn> 发布,使用相关方对于本社指南如有意见可反馈至 mp@ccs.org.cn。

历史发布版本及发布时间: M27(201904) 2019 年 04 月 17 日

本版本主要修改内容: 新编

目 录

1 适用范围	4
2 规范性引用文件	4
3 术语及定义	4
4 图纸资料	5
5 技术要求	7
6 原材料及零部件	11
7 型式试验	12
8 单件/单批检验	18

燃气轮机

1 适用范围

本指南适用于主燃气轮机、辅燃气轮机装置及其他与入级有关的船用燃气轮机的认可与检验，其他用途的燃气轮机装置可参考执行。

2 规范性引用文件

- (1) 中国船级社《钢质海船入级规范》
- (2) 中国船级社《材料与焊接规范》
- (3) ISO 2314 Gas turbines-Acceptance tests
- (4) ASME PTC 22 Gas Turbines Performance Test Codes

本指南所引用的文件，凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本指南。凡是不注日期的引用文件，应为其最新版本（包括所有的修改单）适用于本指南。

3 术语及定义

3.1 CCS《钢质海船入级规范》的定义适用本指南。

3.2 本指南主要定义如下：

- (1) 燃气轮机：(单机)把热能转换为机械功的旋转机械，包括压气机、加热工质的设备（如燃烧室）、透平、控制系统和辅助设备；
- (2) 燃气发生器：产生高温压力气体，输送给工艺流程或自由动力透平的燃气轮机组件；
- (3) 压气机：利用机械动力增加工质的压力，并伴有温度升高的燃气轮机部件；
- (4) 燃烧室：燃料（热源）与工质发生反应，增加工质温度的燃气轮机部件；

- (5) 透平（涡轮）：利用工质的膨胀产生机械动力的燃气轮机部件；
- (6) 压气机透平：驱动一个压气机或在多轴系统中驱动多个压气机的透平；
- (7) 动力透平：由燃气发生器排出的燃气驱动的透平，透过该透平的独立轴产生输出动力；
- (8) 额定功率：系指在环境温度 15℃，大气压 101.325kPa,相对湿度 60%，燃气轮机进、排气压降为 0 的标准环境条件下，燃气轮机长期运转的最大有效功率；
- (9) ACS:替代发证计划，指船级社通过评估制造厂质量保证和质量控制安排,确认其符合规范要求后，授权制造厂替代船级社验船师承担和见证试验的一种检验发证计划。详见 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 3 章第 10 节。

4 图纸资料

4.1 产品审图时需提交图纸/资料

4.1.1 拟申请CCS认可和检验的燃气轮机，应按照CCS《钢质海船入级规范》第3篇第8章8.1.6.1、8.1.6.2条的要求提交图纸资料供CCS批准和备查。

4.1.2 除4.1.1条要求的图纸资料外，还需提交如下图纸资料供CCS批准：

- (1) 冷却及密封空气系统图；
- (2) 动力涡轮部件图；
- (3) 起动系统原理图；
- (4) 轴承及联轴器图；
- (5) 对于焊接结构的燃气轮机的转子、定子或其他部件，焊接接头的设计、焊接规程、热处理和无损检测要求；
- (6) 控制及监测系统图；

(7) 燃气轮机技术规格书，包括：

- ① 关键参数，如：质量、大修间隔时间、最大持续功率、最大空气质量流量、燃机主要截面的温度、燃机主要截面的压力、燃气发生器转速、动力涡轮转速、最大允许增加或减少负荷的速率、最大允许增、减转速的速率；
- ② 使用限制条件，如：最大允许的横倾、纵倾、横摇、纵摇，输出轴允许的最大轴向力、剪切力及弯矩，允许的最大负荷加载率、允许的进气空气最大盐分、燃料类型等）。

4.1.3 除4.1.1条要求的图纸资料外，还需提交如下图纸资料供CCS备查：

- (1) 燃气轮机主要技术性能说明（含所有运行条件下压气机的喘振裕度特性、燃气轮机总的性能曲线、燃气轮机功率及速度随环境温度变化的曲线、燃气轮机性能与功率损失与时间的函数、使用过的燃机一个完整的大修周期后预期的恢复性能等）；
- (2) 燃气轮机操作及维护保养手册，包括部件清单，检查、大修及更换主要部件的间隔期，安装及分解流程，声明的寿命及制造厂建议的大修计划等；
- (3) 压气机放气阀总装图或布置图；
- (4) 燃气轮机气缸（机匣）围护性能计算分析。

4.1.4 CCS认为必要的其它图纸/资料

4.2 产品认可提交图纸/资料

4.2.1 认可图纸/资料应至少包括如下内容：

- (1) 产品的技术特性；
- (2) CCS 需见证项目的型式试验大纲（含减免说明，如适用）；
- (3) 型式试验报告（在型式试验完成后提交）；
- (4) 重要部件的工艺文件，如焊接工艺规程（须按照 CCS《材料与焊

接规范》或公认标准的相关要求进行焊接工艺评定及批准)、喷丸工艺、喷涂工艺、铸锻件的生产工艺、产品工艺流程等;

- (5) 工厂概况: 工厂名称、地址、生产历史、生产能力、技术和检验人员、主要产品、隶属关系、产品商标等;
- (6) 产品原材料和主要零部件的供方清单;
- (7) 能表明申请方具有认可范围的产品生产能力和质量水平的其他有效文件、报告和证明;
- (8) 质量保证体系文件, 可包括质量手册, 以及有关产品质量控制的程序、主要产品生产设备和检验及试验设备;
- (9) 企业注册登记证明、营业执照、资质证明和/或生产许可证(如有时);
- (10) 需经 CCS 产品检验的船用产品的铭牌、使用标识牌、使用/操作说明、质量证明书(包括所依据的标准、产品性能、质量保证及责任等信息)应采用订货方规定的语言编写, 如用于国际航行船舶, 应至少包括英文。
- (11) 申请型式认可 A 模式的燃气轮机尚需提供本社《钢质海船入级规范》第 1 篇第 3 章第 4 节 3.4.3.3 规定的资料。
- (12) 对于拟采用替代发证计划的制造厂, 尚应按照 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 3 章第 10 节 3.10.3.1 的相关要求提交相应资料。

5 技术要求

5.1 环境条件

船用燃气轮机的设计、选型及布置须满足在 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 1 章第 2 节规定的船舶倾斜角及环境温度条件下正常运转。

5.2 超负荷能力

用于主推进及发电机组原动机的燃气轮机, 应具有 110% 额定功率运转的能力。

5.3 倒车功率

主燃气轮机推进装置倒车功率应符合 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 1 章第 2 节 1.2.4 条的有关规定。

5.4 材料及无损检测

燃气轮机零部件材料的一般要求、高温性能要求、试验及无损检测要求应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 1 章第 1.2.8 条、第 3 篇第 8 章第 2 节及本指南的有关规定。

5.5 设计与构造一般要求

燃气轮机压气机、透平的所有部件应具有与热膨胀要求相一致的配合和间隙；燃气发生器及动力涡轮轴承的布置应使轴承的润滑不受灼热气体的损害，并采取有效措施防止渗漏的滑油与高温部件相接触。

5.6 振动

燃气轮机在常用转速范围内运转时，涡轮和压气机的转子、叶轮和叶片不应出现超出设计允许范围的振动，并应提供临界转速计算，如计算中出现临界转速位于常用转速范围内时，须进行转子振动测量。

5.7 可调叶片

采用可变导叶(VGV)、进口导叶(IGV)和/或可变定子叶片(VSV)控制压气机流量时，执行机构的设计应能够在任何条件下操作叶片的调节机构。

5.8 围护要求

燃气轮机气缸（机匣）的设计应满足围护要求，对于轴流转子有任何 1 个叶片损失不会导致气缸贯穿和解体。

5.9 燃烧单元及燃烧器

燃烧室应配有双点火器，运行期间点火器不应停留在主燃烧区。火焰监测措施应能够在运行期间监测火焰。

应设有措施能够容易地检查燃烧室的重要部位尤其是燃烧器区域和燃烧室

出口。

系统应在燃料总管和燃料喷嘴配备适当的排泄设施(如果燃气轮机的设计本身可以避免多余的燃料积聚,则可以免除单独排泄系统的要求);

燃烧室应设有单独的排泄系统,防止启动失败后燃料积聚。

燃料喷嘴应在无需拆解燃烧器的情况下易于接近和拆卸。燃料喷嘴应该作为一个完整的单元进行更换,而不需要在更换之后进行重大的调整工作。

5.10 燃料和盐分沉积物

5.10.1 对于燃料燃烧后会形成有害沉淀物的燃气轮机,应有能定期清除沉淀物的适当措施。

5.10.2 应设有防止在压气机和涡轮内积聚盐类沉积物的措施。

5.11 检查孔

燃气轮机一般应设置足够的检查孔,以便能在不拆卸燃气轮机的情况下使用孔探仪或其他仪器检查压气机和涡轮的转子及燃烧室内部。

5.12 放气阀

应在图纸中标明放气阀的位置和尺寸,对于可变放气阀,压气机的质量流量与排气阀开度相关的特性应予以记录。驱动控制系统中的任何单一故障不应压气机产生不利影响。

5.13 轴承

轴承应根据制造商的标准设计,并在承受透平满负荷运行产生的负载情况下有足够的使用寿命。轴承应配备足够的可更换密封装置,并且能够在正常或异常瞬态条件下可靠运行。

5.14 内部空气冷却系统

内部空气冷却系统的设计应提供充足的空气流量,使涡轮的温度在满载条件下保持在设计限值内。

5.15 进气和排气系统

5.15.1 燃气轮机进气系统的设计应能防止有害外来物进入压气机和涡轮机，进气气流通道的进气管及部件，如滤器、消声器及防冰设备应以使松动部件进入燃气轮机的风险降至最小的方式制造及安装。

5.15.2 燃气轮机排气系统的布置应防止排出的燃气进入压气机，对于排气管安装换热器的燃机应保证燃气的背压不超过燃机制造厂规定的最大值。

5.16 防冰设施

燃气轮机应考虑结冰的环境，须在进气系统中设置防冰装置。

5.17 压气机清洗

压气机进气道应能适应规定的压气机清洗方式（水、溶剂、蒸汽），该清洗方式应能去除盐分及工业污垢。清洗后，在相同的涡轮进口温度下，最大输出功率应不低于额定功率。清洗时，应不必拆下任何部件。如有要求，应能进行在线清洗。

5.18 盘车装置

主燃气轮机装置应设有盘车装置，如采用机动盘车装置，该装置应与起动装置联锁。

5.19 起动系统

5.19.1 起动装置和起动空气管系、电起动装置的容量要求应符合 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 9 章第 5 节的有关规定。

5.19.2 燃气轮机应设有在起动点火或点火失败再点火之前，清除燃烧室内积聚的液体燃料或扫气排除气体燃料的自动或互锁装置，如装有自动起动设施，则在起动顺序中应包括清除程序。

5.19.3 起动装置应设计成当在预定的时间内点火失败时，可以自动放弃点火并关闭主燃料供给阀。

5.20 滑油系统

燃气轮机的滑油系统应符合 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 4 章第 6 节的有关规定。

5.21 调速器

燃气轮机调速器的配置及技术要求详见 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 8 章第 4 节第 8.4.2 条。

5.22 控制、报警和安全保护系统

燃气轮机的控制、报警和安全保护系统详见 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 8 章第 4 节及第 7 篇的有关规定。

5.23 燃料转换

对于非单一燃料燃气轮机，应安装燃料转换自动控制系统，从一种燃料模式向另一种燃料模式的转换应容易且快速地完成，反之亦然，并确保功率波动最小。

5.24 热绝缘

如运行时燃气发生器机匣、动力涡轮机匣及排气蜗壳的表面温度超过 220℃，应进行合适的绝缘和包扎，以防触及可燃液体引起着火。如绝热设施的表面是吸油的或可能被油渗透，则应采用薄钢板或类似材料妥善包裹。

5.25 指示仪表

主推进燃气轮机装置应设有必需的检测设备，以便能指示和(或)记录温度、压力、转速等各项主要参数。监测设备至少应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 8 章第 3 节 8.3.9 条的要求。

5.26 主要零部件及管系无损检测验收标准

对于燃气轮机主要零部件及管系常用的无损检测标准，应满足公认的标准要求。如生产厂或专利方制定了无损检测工艺及验收标准，则经 CCS 评估批准后，可接受生产厂或专利方的无损检测工艺及验收标准。

6 原材料及零部件

6.1 产品原材料及零部件应按照我社现行规范相关要求进行了控制。

6.2 对本指南 6.1 条所要求的主要零部件,如零部件系燃气轮机制造厂自行生产,则验船师到场进行相应的试验和检验后在报告上签署,可不另发零部件完工证书。如系外购,则应由供方申请本社办理检验发证;对于原材料从外厂订购,也应由材料厂申请本社检验发证,现场验船师进行零件完工检验时需核查材料证书。

7 型式试验

型式试验仅对某一特定型式的燃气轮机有效,不能覆盖一系列的设计变更。最大转速、最大燃烧温度、透平最大进气温度、排气温度、质量流量等对于给定型号的燃机是固定的。

每个要求认可的燃气轮机类型,应由燃气轮机制造厂申请取得我社型式认可证书。认可过程、文件流程及要求按照 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 3 章第 4 节及第 3 篇第 8 章以及本指南的要求进行。

拟申请认可型号的燃气轮机,申请时,应提供该机型某燃机 3000h(针对通常以高的使用率使用的燃气轮机,如用于主推进装置及驱动发电机等。对于通常以较低的使用率应用的燃气轮机,如游艇、水翼艇、加速推进装置及驱动应急发电机等燃机可减少至 1000h)无重大故障或部件更换的运行经验方面的有效证据(可通过内部试验或实船应用),相关运行经验的工作概况及功率应与拟申请认可的燃机相一致。

7.1 典型样机

拟认可的燃气轮机应每型号选取样机进行型式试验,试验前应确认样机:

- (1) 按本社批准的图纸和技术文件的要求制造;
- (2) 制造厂已进行过内部试验并确信性能可靠。

7.2 型式试验项目

燃气轮机的型式试验应按本条规定的如下项目进行。

7.2.1 主要零部件检验试验

燃气轮机主要零部件检验试验要求见表 7.2.1，对于表 7.2.1 中未规定的如管系、阀件、换热器、齿轮传动装置及电气控制箱等部件须按照 CCS《钢质海船入级规范》的适用要求进行检验与试验。

燃气轮机主要零部件检验试验要求①

表 7.2.1

试验项目 部件名称		材料性能	无损检测	液压试验/密封性试验	尺寸检查 (含表面状况)	涂层检查 (如适用)	目视检查	性能 ^② 试验	疲劳试验 (如适用)
轴		CC+M	UT+MT/PT	-	X	X	X	-	
叶轮	锻造	CC+M	UT + MT/ PT	-	X	-	X	-	
	铸造	CC+M	RT+FPI	-	X	-	X	-	
叶片	锻造	CC+M	UT +MT/PT	-	X	-	X	-	X
	铸造	CC+M	RT+FPI	-	X	X	X	X	X
轮盘		CC+M	UT+MT/PT	-	X	-	X	-	
导流叶片		CC+M	RT/UT+MT/PT	-	X	X	X	-	
涡轮机及压气机气缸(机匣)	锻造	CC+M	UT/RT+MT/PT	X	X	-	X	-	
	铸造	CC+M	RT+FPI	X	X	-	X	-	
燃烧室 (含火焰筒)		CC+M	RT+ MT/PT	-	X	X	X	X	
拉杆螺栓、 连接螺栓		CC+M	UT+MT/PT	-	X	-	X	-	

注：①

(1) 本表中规定的尺寸检查项目可根据工厂的实际情况按一定比例抽查或审核工厂的试验报告；

(2) 如无法进行液压试验，制造厂应将能确定部件无缺陷的替代方法提交 CCS 审查；

(3) 转子、气缸、火焰筒等部件，如涉及到焊接，相关的焊接工艺应经 CCS 认可，且焊后应进行 RT、PT 或 FPI 检测。

(4) 本表中相关符号解释说明

CC-化学成分 M-机械性能 MT-磁粉探伤 UT-超声探伤 PT-渗透探伤 RT-射线探伤
FPI-荧光渗透探伤

(5) “X”-代表适用,“-”-代表不适用。

注: ②

针对铸造叶片,性能试验指冷却孔空气通路的压降、流量试验等;针对火焰筒,指旋流器及火焰筒的流量试验。

7.2.2 转子动平衡试验

压气机和涡轮机的转子总成应同联轴节的主动部分装配在一起进行动平衡试验。试验结果应满足制造厂的标准或 DS /ISO 1940, G2.5 级。

7.2.3 超速试验

转子总成至少要以 115% 额定转速的速度进行 5min 超速试验。CCS 可以接受旋转部件超速时应力的数学证明作为超速试验的替代,条件是设计的可靠计算是可能的并且旋转部件已经完全进行了无损检测并确定没有缺陷。

7.2.4 内部验证试验

作为一种新的燃气轮机设计的最终验证,燃气轮机应在预期应用的范围内进行验证测试,验证试验的时间应根据对母型燃气轮机设计变更的程度来确定,但至少 100 小时。试验过程中应无重大故障发生。起动-满载-停止循环次数应在试验大纲中明确并经 CCS 认可后在型式试验中进行。试验完成后,燃机应进行拆开检查,试验程序及试验报告应提交 CCS 认可。验证试验由工厂内部进行,验船师可根据实际情况要求参加见证相关试验。

7.2.5 起动试验

应进行 6 次起动试验,首次应在燃机停机 2 小时后进行。在尝试正常起动前,至少进行一次燃机起动失败试验,确定制造商规定的最小燃料排泄时间。自从燃机紧急停机后至少在 15min 进行 3 次正常起动(除非另有说明)。对用于应急用途的燃气轮机,尚应进行快速起动试验。

7.2.6 调速器试验

燃气轮机在满负荷时，突然卸去所有负载，对装有换向装置、调距桨或电力传动装置的主推进燃气轮机，调速器应能在突然失去载荷时，控制动力涡轮的转速，而不引起超速保护装置动作。对驱动发电机的辅燃气轮机装置，调速器应满足瞬时调速率不大于额定转速的 10%，稳定调速率不大于额定转速的 5%，稳定时间(即转速恢复到波动率为 $\pm 1\%$ 范围内的时间)不超过 5s。

7.2.7 安全保护装置试验

燃气轮机安全保护装置应进行表 7.2.7 所列项目的试验，相关试验需在燃气轮机运行试验前进行，可根据试验台具体情况通过实际操作或模拟的方法进行验证。

燃气轮机安全保护装置试验项目

表 7.2.7

序号	试验项目
1	滑油压力过低保护
2	运行时熄火保护
3	点火失败保护
4	超速保护
5	振动过大
6	转子轴向位移过大(如适用)
7	盘车机连锁
8	应急停车 其中应在满负荷(如制造厂允许)热态下进行一次
9	排气温度过高
10	减速齿轮箱滑油压力过低(如适用)
11	进口真空压力过高
12	制造厂规定的其他安全保护项目

7.2.8 机械运转试验

燃机应在怠速状态下运行，直到轴承和润滑油温度达制造厂规定的运行范围，并且轴振动稳定。然后，机组将被加速到最低转速，并以增量从最低转速到最高连续转速运行。在每一速度增量时，应允许机组保持稳定，并记录有关参数。

试验应记录所有燃气发生器轴的额定转速范围在 0%至 100%范围内的横向振动特性。在额定轴转速的 0%至 100%，直到怠速，最后通过滑行下降和停止的振动水平应记录。如果由于环境条件不能获得 100%的速度，则先前测试的记录结果可以作为验证较高速度范围振动的替代。相关的振动测量结果应满足制造

厂规定的衡准要求。

如果燃机未发生损坏，并且试验功能及运行参数在规定范围内，且振动满足要求，则认为机械运转试验是合格的。试验后，如认为有必要对设计进行变更，则应重新进行完整的试验。

7.2.9 性能试验

所有运行试验前，应进行泄漏检查；

性能试验应按与公认的标准等效的方式进行。比如，ISO 2314 燃气轮机接受试验或者 ASME PTC 22 燃气轮机，性能试验规则。

燃气轮机应按照拟定用途的功率/速度曲线进行运行（例如用于机械推进的推进特性曲线，用于驱动发电机的负荷特性曲线）；

燃气轮机应在大约相等的间隔范围内，至少测试 4 个负荷点（25%-100%之间）。每个负荷点的运行时间取决于燃机的尺寸（达到稳定状态的条件）以及采集运行数据需要的时间。并且燃气轮机应在控制系统的限制下进行至少 4 小时的最大负荷试验。对于双燃料燃气轮机，应对两种燃料分别进行试验。

燃气轮机在各负荷点试验时测量和记录的数据应包括所有燃气轮机运行的主要参数，如功率、转速、扭矩、压力、温度、振动水平、可变定子叶片的位置，或放气阀的开启位置等。对于规定的试验点，试验数据应在燃机达到稳定状态后进行记录。

当测量的试验参数不符合设计规范时（如温度过高），在接受试验结果前，应对设计规范进行正式变更并记录。否则，可认为试验失败。

在带负荷试验前，燃气轮机及控制系统应至少在空载下进行 20min 无故障运行。

试验前后，应对润滑油进行取样，以检测金属磨损颗粒的污染情况。相关结果应符合制造商的技术规定。

燃气轮机的加速及减速试验应由验船师见证。

7.2.10 燃料转换试验（如适用）

拟使用双燃料运行的燃机应在制造厂规定的工况点进行燃料转换试验，当燃机从一种燃料转换至其他燃料的时，如从液体到气体燃料或相反，转换过程操作参数不会发生有害变化。

7.2.11 部件状况检查（内窥镜/拆解）

型式试验后应进行内窥镜检查/拆解。

每一新的燃机试验后旋转部件不应有裂纹及重大磨损。在非重要的固定部件的轻微裂纹、凹坑或磨损可基于验收标准予以接受。

根据燃机设计允许的情况下（如探查孔位置），应对下列部件进行内窥镜检查：

- 压气机（叶片和喷嘴）
- 燃烧室
- 燃烧器
- 燃气发生器透平（叶片和喷嘴）
- 动力涡轮（叶片和喷嘴）

检查期间应提供合适的仪器和必要的人员。

在型式试验后，燃气轮机的敏感部件在拆卸后应目视检查。拆检的范围应由制造厂与 CCS 达成一致。但是至少应容易的目视检查叶片、轴承及气缸的内部。

检查和拆检的报告应提交备查，内窥镜检查的记录也是报告的一部分。

7.3 试验条件

7.3.1 如制造厂试验台位作为认可试验场所，应能完成大纲规定的试验项目。CCS 将对其试验能力、检测手段以及试验人员情况等方面进行核查并确认满足要求。否则，试验应在 CCS 认为具备条件的场所进行。

7.3.2 试验用测量仪表应具有有效的计量检定证书,其精度应满足公认标准的要求。

7.4 型式试验项目的减免

对于拟申请 CCS 认可的燃气轮机,如申请方能提供足够的支持性材料(如 IACS 成员船级社签字确认的型式试验报告等资料),经 CCS 评估满意后,可减免部分或全部型式试验。

8 单件/单批检验

每台拟安装于 CCS 级船舶的燃气轮机,应进行单件单批检验并持有 CCS 船用产品证书。燃气轮机制造厂应按照 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 3 章第 2 节的有关规定取得我社船用产品证书。

8.1 认可后的单件单批检验

8.1.1 燃气轮机原材料及零部件持证要求须满足本指南第6条的规定。

8.1.2 只有经制造厂检验/试验合格并已达到可交付状态的燃气轮机,方可申请CCS进行单件/单批检验。

8.1.3 检验应按照认可时获得批准的检验计划逐台进行检验,对于燃气轮机的出厂试验按照认可时批准的检验计划进行,但应包括如下要求。

- (1) 认证试验开始前,燃气轮机及其控制和监测系统应空载无故障运行 20min;
- (2) 试验前后,应对滑油进行取样测试金属磨损颗粒的污染,其结果应满足制造厂的技术要求;
- (3) 试验项目
 - ① 认可后的单件单批检验应进行本指南7.2.1,7.2.2,7.2.3,7.2.5,7.2.6,7.2.7及7.2.10条所列项目;
 - ② 燃气轮机应在CCS批准的功率水平上进行试验。试验应模拟燃

气轮机机预期的运行条件，包括典型的起动-停车循环和负荷点试验。稳定运行点的数量应足以根据预期应用建立燃气轮机的特征运行值（稳定运行点指典型的100%，90%，75%，50%，25%和10% 燃机输出功率，另外需要验证110%超负荷运行）。每一负荷点的运行时间取决于燃机的大小（稳态条件的实现）以及收集运行参数的时间，在100%负荷点运行至少90分钟。试验应同时验证起动、怠速、加速、减速及停车功能；

- ③ 试验应包含振动测量。根据制造厂的规定，不同转速及功率下的稳态振动水平应予以记录，振动水平应满足制造厂的衡准要求；
- ④ 部件的检查（内窥镜）

对于申请检验的燃气轮机，按照8.1.3条要求进行完工厂试验后，需要进行内窥镜检查，检查范围同本指南7.2.11；

现场验船师应对内窥镜检查进行确认。对于获得CCS型式认可的燃气轮机，如内窥镜检查令现场验船师满意，可不要求进行拆解检查。

8.1.4 每次申请单件/单批检验时，应同时提交按本指南第 6 条控制的该批产品的主要零部件或原材料产品证书、质量证明文件或检验试验记录供 CCS 验船师审核。

8.2 对获得 CCS 型式认可 A 或替代发证计划(ACS)的制造厂的产品检验。

- (1) 对获得 CCS 型式认可 A 或替代发证计划（ACS）模式的制造厂的产品检验，可减少或减免需 CCS 验船师见证的试验项目，允许制造厂替代 CCS 验船师进行部分或全部项目的检验和试验，出厂试验可根据认可时质量体系的评估情况在检验计划中制定；
- (2) 获得 CCS 型式认可 A 或替代发证计划（ACS）的制造厂应按照 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 3 章第 4 节或第 10 节的要求，按时申请定期审核。

8.3 未认可的单件单批检验

未经 CCS 认可的燃气轮机，如拟申请 CCS 进行单件单批检验，原则上应按本指南第 7 条的要求进行全部型式试验。对于 8.1.3 条规定的试验项目，如型式试验未能覆盖，尚应补充进行相应的试验项目。