

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50973 – 2014

联合循环机组燃气轮机施工及 质量验收规范

Code for construction and quality acceptance of gas turbine
of combined cycle unit

2014 – 01 – 29 发布

2014 – 10 – 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

联合循环机组燃气轮机施工及
质量验收规范

Code for construction and quality acceptance of gas turbine
of combined cycle unit

GB 50973 - 2014

主编部门:中 国 电 力 企 业 联 合 会

批准部门:中华人民共和国住房和城乡建设部

实施日期:2 0 1 4 年 1 0 月 1 日

中国计划出版社

2014 北 京

中华人民共和国国家标准
**联合循环机组燃气轮机施工及
质量验收规范**
GB 50973-2014

☆

中国计划出版社出版

网址: www.jhpress.com

地址: 北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 3 层

邮政编码: 100038 电话: (010) 63906433 (发行部)

新华书店北京发行所发行

三河富华印刷包装有限公司印刷

850mm×1168mm 1/32 2.5 印张 60 千字

2014 年 9 月第 1 版 2014 年 9 月第 1 次印刷

☆

统一书号: 1580242·352

定价: 15.00 元

版权所有 侵权必究

侵权举报电话: (010) 63906404

如有印装质量问题, 请寄本社出版部调换

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 314 号

住房城乡建设部关于发布国家标准《联合循环机组燃气轮机施工及质量验收规范》的公告

现批准《联合循环机组燃气轮机施工及质量验收规范》为国家
标准,编号为 GB 50973—2014,自 2014 年 10 月 1 日起实施。其
中,第 3.4.5、3.4.10、4.3.5(1)、4.3.7、5.3.10、5.6.4、6.2.6、7.4.4、
7.4.5、7.4.9、7.4.12、7.4.13、7.4.16、7.5.5、7.6.4 条(款)为强制性
条文,必须严格执行。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2014 年 1 月 29 日

前 言

本规范是根据住房城乡建设部《关于印发〈2010 年度工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标〔2010〕43 号)的要求,由中国电力企业联合会、中国电力建设企业协会会同有关单位编制而成的。

本规范编制过程中,编制组进行了广泛的调查研究,认真总结我国联合循环机组燃气轮机施工及质量验收的实践经验,并广泛征求了有关方面的意见,完成报批稿。最后经审查定稿。

本规范共分 8 章和 2 个附录,主要技术内容包括:总则,术语,基本规定,燃料供应系统,燃气轮机本体,燃气轮机附属系统,燃气轮机及附属系统调整、启动、试运行,工程质量验收等。

本规范以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由中国电力企业联合会负责日常管理,中国电力建设企业协会负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议,请寄送中国电力建设企业协会(地址:北京市西城区南线阁路甲 39 号院内,邮政编码:100053)。

本规范主编单位、参编单位、参加单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位:中国电力企业联合会

中国电力建设企业协会

参 编 单 位:浙江省火电建设公司

山东电力建设第三工程公司

江苏省电力建设第三工程公司

北京京桥燃气热电有限公司

广东火电工程总公司
河南第二火电建设公司
东北电业管理局第一工程公司
天津电力建设公司
上海电力建设有限责任公司
山西省电力建设质量监督中心站

参 加 单 位:江苏华电仪征热电有限责任公司
中海福建燃气发电有限公司

主要起草人:赵祝人 范幼林 郑冬梅 王洪栋 钱 平
杨顺虎 邵 松 安振源 乔中格 鲁焕浩
杨向群 甘文亮 邹鹏举 孔庆敏 贾东友
郭 亮 林德阳

主要审查人:徐 杨 陈冀平 蒋 雁 张利华 梁 辉
王胜利 秦 禄 郭娟华 戴 光 刘 勇
汪建玉 张宏如 陶雷果 邓小文 段立强
刘伟钧

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	基本规定	(4)
3.1	一般规定	(4)
3.2	设备器材	(4)
3.3	与土建工程配合的要求	(6)
3.4	设备及系统安装	(7)
4	燃料供应系统	(10)
4.1	一般规定	(10)
4.2	设备安装	(10)
4.3	管道安装	(12)
5	燃气轮机本体	(18)
5.1	基础准备	(18)
5.2	台板与支承装置安装	(19)
5.3	燃气轮机本体安装	(21)
5.4	盘车装置安装	(25)
5.5	自同步装置安装	(26)
5.6	燃气轮机进气、排气设备安装	(26)
5.7	燃气轮机罩壳的安装	(28)
5.8	燃气轮机保温安装	(28)
6	燃气轮机附属系统	(30)
6.1	一般规定	(30)
6.2	燃机附属机械、辅助设备	(30)
6.3	燃机附属系统管道	(32)

7	燃气轮机及附属系统调整、启动、试运行	(36)
7.1	一般规定	(36)
7.2	燃气轮机附属机械试运行	(39)
7.3	燃油系统吹扫及油循环	(41)
7.4	天然气管道吹扫及系统气体置换	(41)
7.5	控制油、润滑油系统冲洗及试运行	(43)
7.6	二氧化碳灭火系统调试	(44)
8	工程质量验收	(46)
8.1	工程质量验收划分	(46)
8.2	工程质量验收	(46)
附录 A	附属机械联轴器找中心允许偏差值	(50)
附录 B	附属机械振动标准	(51)
	本规范用词说明	(52)
	引用标准名录	(53)
	附:条文说明	(55)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Basic requirements	(4)
3.1	General requirements	(4)
3.2	Equipments	(4)
3.3	Requirements of civil engineering	(6)
3.4	Installation of equipments and systems	(7)
4	Fuel supply system	(10)
4.1	General requirements	(10)
4.2	Equipment installation	(10)
4.3	Piping installation	(12)
5	Gas turbine proper	(18)
5.1	Foundation preparation	(18)
5.2	Installation of pedestal and support device	(19)
5.3	Installation of gas turbine proper	(21)
5.4	Turning gear installation	(25)
5.5	Synchronizer installation	(26)
5.6	Installation of gas turbine air intake and exhaust system	(26)
5.7	Installation of gas turbine enclosure	(28)
5.8	Installation of gas turbine insulating	(28)
6	Gas turbine accessory systems	(30)
6.1	General requirements	(30)

6.2	Subsidiary machinery, auxiliary equipments of gas turbine	(30)
6.3	Piping of gas turbine subsidiary systems	(32)
7	Regulation, start-up and trial run of gas turbine and subsystems	(36)
7.1	General requirements	(36)
7.2	Commissioning of gas turbine subsidiary machinery	(39)
7.3	Purging and flushing of fuel oil system	(41)
7.4	Flushing and gas displacement of gas piping	(41)
7.5	Flushing and commissioning of lubrication system, control oil system	(43)
7.6	Commissioning of CO ₂ extinguishment system	(44)
8	Acceptance of constructional quality	(46)
8.1	Partition of constructional quality acceptance	(46)
8.2	Acceptance of constructional quality	(46)
Appendix A Centre deviation of subsidiary machinery		(50)
Appendix B Code for vibration of subsidiary machinery		(51)
Explanation of wording in this code		(52)
List of quoted standards		(53)
Addition; Explanation of provisions		(55)

1 总 则

1.0.1 为提高联合循环机组燃气轮机的施工水平,规范燃气轮机施工的质量验收,做到技术先进、质量可靠、安全适用、经济合理,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建、扩建和改建的电站联合循环机组、简单循环机组燃气轮机及附属系统的施工及质量验收。

1.0.3 燃气轮机施工和质量验收应注重提高资源利用率,提倡绿色施工、节能减排。

1.0.4 燃气轮机施工和质量验收除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 简单循环 simple cycle

依次由压缩、燃烧和膨胀过程组成的热力循环。

2.0.2 联合循环 combined cycle

燃气轮机循环与蒸汽或其他流体的朗肯循环相联合的热力循环。

2.0.3 检验批 inspection lot

按同一的条件或按规定的方式汇总起来供检验用的,由一定数量样本组成的检验体。

2.0.4 验收 acceptance

在施工单位质量检验自行评定的基础上,参与项目工程建设的有关单位共同对工程施工质量进行抽样复检,对质量合格与否作出书面确认。

2.0.5 观感质量 quality of appearance

通过观察和必要的量测所反应的工程外在质量。

2.0.6 检验 inspection

对检验项目中的性能进行量测、检查、试验等,并将结果与标准规定要求进行比较,以确定每项性能是否合格所进行的活动。

2.0.7 主控项目 dominant item

对安全、卫生、环境保护和公众利益,以及对工程质量起决定性作用的检验项目。

2.0.8 返工 rework

对不合格的工程部位采取的重新制作、重新施工等措施。

2.0.9 返修 repair

对工程不符合标准规定的部位采取整修等措施。

2.0.10 分部试运 commissioning of individual equipment
and system

对单项设备或系统进行的动态检查和试验。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 经施工、监理、建设单位同意,在施工工序中可对设备做必要的检查、测量和调整,但制造厂有明确规定不得解体的设备除外。

3.2 设备器材

3.2.1 设备订货时应明确由制造厂家提供随设备交付的技术文件,交付的技术文件应与所供设备的技术性能相符合,至少应包括下列文件:

- 1 设备供货清单及设备装箱单;
- 2 设备的安装、运行、维护说明书和技术文件;
- 3 设备出厂质量证明文件、检验试验记录及重大缺陷处理记录;
- 4 设备装配图和部件结构图;
- 5 主要零部件材料的材质性能证件;
- 6 全部随箱图纸资料。

3.2.2 设备装卸和搬运,应符合下列规定:

- 1 起吊时应按包装箱上指定的吊装标识部位绑扎吊索,吊索转折处应加衬垫物,并应符合制造厂的要求;
- 2 应核查设备或箱件的重心位置,对设备上的活动部分应予以固定,并防止设备内部积存的液体移动造成重心偏移;
- 3 对刚度较差的设备,应采取措施,防止变形;
- 4 设备搬运途中经过的路面应进行荷载的核实,防止发生倾覆及塌陷;

5 奥氏体不锈钢和镍基合金材料不应直接同铁素体、铅、锌、汞和其他低熔点元素、合金或卤化物等材料相接触。

3.2.3 设备安装前应按存放地区的气候条件、周围环境和存放时间,按设备存放的要求做好保管工作,应防止设备变形、变质、腐蚀、损伤。

3.2.4 设备和器材应分区分类存放,并应符合下列规定:

1 存放区域应有明显的区界和消防通道,应具备可靠的消防设施和充足的照明;

2 大件设备的存放位置应根据施工顺序和运输条件,按照施工组织设计的规定合理布置,应避免二次搬运;

3 设备应支垫稳固、可靠,存放场地排水应畅通;

4 地面、货架和楼层等存放地应具有足够的承载能力;

5 应根据设备的特点和要求分别做好防冻、防潮、防震、防撞击、防尘、防倾倒等措施;

6 对海滨盐雾地区和有腐蚀性的环境,应采取防止设备锈蚀的措施;

7 精密部件存放应符合制造厂要求;特殊材质的管材、管件和部件,应分类存放;

8 对充氮保护的设备,应定期检查氮气压力及设备密封情况,当压力低于 3.5kPa 时,应及时补充氮气。

3.2.5 设备管理人员应熟悉设备保管规程和燃气轮机组设备的特殊保管要求,定期检查设备保管情况,保持设备完好。

3.2.6 设备到达现场后,应由制造厂、监理、建设、施工等相关单位,根据装箱清单、合同等文件共同开箱检查,应形成检查验收记录并签字确认。检查验收应符合下列规定:

1 包装箱应完好无损;

2 箱号、箱数应与发货清单相符;

3 设备、安装用零部件、备品备件及专用工具的名称、型号、数量和规格应符合合同附件或装箱清单;

- 4 随机文件、图样应符合合同要求；
 - 5 部件表面不应有损伤、锈蚀等现象；
 - 6 开箱时检查运输过程中的振动监测装置应正常。
- 3.2.7 设备安装前，应按本规范的规定对设备进行检查。当发现质量有不符合项时，应及时通知有关单位共同检查、确认、处理。
- 3.2.8 设备中的零部件和紧固件，安装前应按现行行业标准《火力发电厂金属技术监督规程》DL/T 438 和《火力发电厂高温紧固件技术导则》DL/T 439 中的规定范围和比例进行光谱、硬度、无损探伤、金相抽查等检验工作，应确认与制造厂图纸相符。
- 3.2.9 施工使用的材料均应有合格证等质量证明文件，当对材料质量有疑义时，应进行必要的检验鉴定。
- 3.2.10 随设备供货的备品、备件应清点检查，妥善保管。施工中如需使用，应办理申领手续。随箱的图纸和技术文件应登记、保管、分发。
- 3.2.11 对外委托加工和现场自行加工配制的成品或半成品及自行采购的材料，使用前，应按本规范要求进行检查、验收，证明合格后方准使用。
- 3.2.12 施工人员对安装就位的设备应认真保管，安装期间不得损伤；对经过试运行的主要设备，当长时间停置时，应根据制造厂对设备的有关要求维护保养。

3.3 与土建工程配合的要求

3.3.1 由于安装工艺的需要，安装专业需在土建施工阶段介入时，提前与土建专业协调，并应提出下列技术要求：

1 在土建施工前，应进行图纸会检，对预留孔洞、预埋件、燃气轮机基座、主要附属设备基础等，与安装有关的基础标高、中心线、地脚螺栓孔位置等重要几何尺寸应进行校核；

2 重型设备起吊需要对建筑结构或基础进行加固时，应在土建施工之前与设计、监理和土建施工单位研究确定；

3 燃机基础预埋地脚螺栓、锚固板等部件安装时,各项几何尺寸的误差、累计误差应在允许范围之内。安装专业应参加燃机基础浇灌前的最终验收工作。

3.3.2 燃气轮机设备安装前,土建工程应具备下列条件:

- 1 行车轨道应安装完毕,并经验收合格;
- 2 主辅设备基础、基座混凝土浇灌完毕,模板已拆除,混凝土强度应达到设计强度的 70%以上,并经验收合格;
- 3 厂房内的沟道、一次地坪及进厂道路应施工完毕;
- 4 室内布置的燃气轮机机组,装机部分的厂房应封闭,环境条件应符合制造厂要求;
- 5 土建施工的模板、脚手架、剩余材料、杂物等施工遗留物应清除;
- 6 基础的基准线标识应清晰准确;
- 7 各层平台、步道、梯子、栏杆、扶手和根部护板应装设完毕;
- 8 厂房内的排水沟、泵坑、管坑、集水井应清理干净,并有可靠的排水设施;
- 9 厂房内有充足的照明。

3.3.3 燃气轮机设备基础交付安装时,应有下列技术文件:

- 1 设备基础及构筑物的有关验收记录;
- 2 基础沉降观测记录;
- 3 弹性基础隔振器的安装记录。

3.4 设备及系统安装

3.4.1 设备安装应根据下列技术文件进行:

- 1 本规范第 3.2.1 条所列的制造厂图纸和技术文件;
- 2 设计技术文件;
- 3 有关施工方案、作业指导书。

3.4.2 燃气轮机的施工技术管理和作业人员应熟悉其施工范围内的技术文件,并经培训具备相应的资质和技能。

3.4.3 燃气轮机设备起重机械的使用与管理,应符合现行国家标准《起重机械安全规程 第1部分:总则》GB/T 6067.1 和《起重机 安全使用 第1部分:总则》GB/T 23723.1 的有关规定,起重工作应重点检查下列内容:

1 起重机的起吊重量、跑车速度、起降高度、起吊速度、纵向移动的极限范围等性能应满足设计要求;

2 燃气轮机本体起吊前应制订专项方案,经监理单位、建设单位批准后执行。

3.4.4 燃气轮机设备施工时,应做好建筑物的保护,并应符合下列规定:

1 不得任意变更或损坏建筑物结构,必须改变时应提出技术措施和必要的强度验算,并经原设计、监理、建设单位同意后执行;

2 凡利用建筑结构起吊超重物件时,应进行验算,并应征得设计单位的同意;

3 在设备重量或建筑结构承载强度不明确的情况下,不得任意放置物件。

3.4.5 土建重要结构上不得任意施焊、切割或开孔,必须进行时应制订措施,经原设计单位校核满足要求并经审批后方可执行。

3.4.6 燃气轮机设备在安装的全过程中,设备及部套的检查清理应符合下列规定:

1 设备的精密加工面清理时不得机械损伤,不得用火焰除油;

2 所有部件经清理后,表面和内部应清洁无杂物;

3 清理后的设备及零部件应分类存放,防止二次污染。

3.4.7 燃气轮机设备安装应符合下列规定:

1 设备的解体检查、测量和调整应符合制造厂的有关要求;

2 拆卸和组装设备部套应根据制造厂图纸进行,并应做好对应标记;

3 拆下的精密零部件应分别放置在专用的零件箱内,并应有专人妥善保管。

3.4.8 燃气轮机附属系统设备就位可采用调整垫铁或无垫铁支撑施工工艺;螺栓紧固力矩应符合设计要求。

3.4.9 燃气轮机附属系统设备及管道应按本规范的相关规定进行严密性试验。

3.4.10 燃气轮机设备及管道最终封闭前应办理隐蔽工程签证。

4 燃料供应系统

4.1 一般规定

- 4.1.1 燃气可分为天然气、煤气等。燃气系统可包括增压站、调压站、前置模块等设备及附属管道。
- 4.1.2 燃油可分为轻油和重油。燃油系统可包括储油罐、燃油输送泵、油处理模块等设备及附属管道。

4.2 设备安装

- 4.2.1 设备安装可包括模块、油泵和增压机安装。模块可包括：增压站模块、调压站模块、天然气前置模块、天然气控制模块、燃油前置模块、储油罐、油处理模块、燃油控制模块。
- 4.2.2 设备安装应符合本规范第 3.4 节的有关规定，纵、横中心线及标高应符合设计要求，当设计无要求时，设备就位基准允许偏差应符合表 4.2.2 的规定。

表 4.2.2 设备就位基准允许偏差(mm)

项 目	质 量 标 准	
	纵、横中心线	标高
泵类	2	2
箱罐	5	5
框架模块	10	10

- 4.2.3 储油罐及其附件安装应符合下列规定：
- 1 储油罐安装应符合设计要求，当设计无要求时应符合现行国家标准《立式圆筒形钢制焊接储罐施工及验收规范》GB 50128 中的有关规定；

2 储油罐及其附件外观应无明显损伤,各部焊缝应无开裂或漏焊情况。油箱内部的焊缝和由型钢组成的框架拼缝应全部密封焊接;

3 油箱各处开孔应与图纸相符;

4 与油罐直接连接的法兰内外口均应密封焊接,栽丝孔不应穿透油罐壁;

5 对于焊接式储油罐应对焊接部位进行 PT 检验或渗煤油试验;

6 油罐内部应清理干净,内壁防腐应完好,并应符合设计要求;液位计等附件应安装正确、可靠;防爆窗应密封;进油前宜做灌水试验;

7 阻火器、呼吸阀和安全阀的通流部分应畅通;呼吸阀阀面应严密,其材质和重量应符合设计要求;安全阀在油罐受油前应按设计要求灌油并记录;

8 与罐体相连接的管道应在基础沉降相对稳定后进行连接;

9 事故放油阀的安装应符合设计要求;

10 油罐接地应符合设计要求。

4.2.4 油泵安装应符合下列规定:

1 铸件应无铸砂、无重皮、无气孔、无裂纹等缺陷;

2 泵体支脚和底座应接触密实;

3 手动盘转子时应转动均匀,无异常声响;

4 联轴器径向晃度值不应大于 0.05mm;

5 联轴器找中心应满足制造厂要求;当制造厂无要求时,应按本规范附录 A 的相关要求执行。

4.2.5 增压机设备安装应检查下列各项内容:

1 检查铸件应无铸砂、无重皮、无气孔、无裂纹等缺陷;

2 检查联轴器零部件应齐全,零部件应无变形、无损伤;

3 检查各部件安装螺钉应无松动;

4 检查轴颈应光洁,无损伤;

- 5 电机转子与定子的磁力中心应符合设计要求；
- 6 联轴器组装时应按照制造厂的钢印标记安装组合，不得用大锤敲击联轴器，安装后轴端锁紧螺母应紧固；
- 7 增压机与电机的联轴器找中心应符合制造厂要求；当制造厂无要求时，应按本规范附录 A 的相关要求执行；
- 8 联轴器安装完毕后，应检查其径向晃度值，联轴器径向晃度值不应大于 0.05mm；
- 9 增压机隔音罩接缝应严密，整齐美观，并应符合制造厂要求。

4.3 管道安装

4.3.1 燃料供应系统管道施工应符合下列规定：

- 1 管道、管件、设备等连接，不得强力对口；预制的管道应按管道系统编号顺序安装；
- 2 天然气系统阀门应做严密性检查，隔断阀宜采用球阀；
- 3 阀门安装应方向正确，并便于检修、操作；
- 4 管道防腐应符合设计要求；检漏方法应符合现行行业标准《管道防腐层检漏试验方法》SY/T 0063 的有关规定。

4.3.2 燃料供应系统管道的焊接应符合下列规定：

- 1 应根据合格的焊接工艺评定报告编制焊接工艺措施；
- 2 施焊前应确认焊接材料满足工艺评定要求；
- 3 施焊前应对预制好的防腐管段的管端防腐层采用有效的保护措施，防止电弧灼伤；
- 4 每道焊口完成后，焊口处应进行标识，标识不得损伤母材；
- 5 管道对接焊缝应进行 100% 外观检查；
- 6 焊缝外观检查合格后应对其进行无损探伤；无损探伤检查的比例及验收合格等级应符合设计要求。当设计无要求时，焊缝无损探伤检查数量及合格等级应按表 4.3.2 中的规定执行；

表 4.3.2 焊缝无损探伤检查数量及合格等级

设计压力 (MPa)	超声波探伤		射线探伤	
	抽查比例(%)	合格级别	抽查比例(%)	合格级别
$P > 16$	—	—	100	Ⅱ
$4.0 < P \leq 16$	100	Ⅱ	10	Ⅱ
$1.6 < P \leq 4.0$	100	Ⅱ	5	Ⅲ
$P \leq 1.6$	50	Ⅲ	—	—

注:1 穿越道路的管道焊缝、试压后接头的焊缝应进行 100%射线探伤检查。

2 不能进行超声波或射线探伤的部位焊缝,应按现行国家标准《工业金属管道工程施工规范》GB 50235 进行渗透或磁粉探伤,无缺陷为合格。

7 返修后的焊缝应按本条第 6 款进行复检。

4.3.3 燃料供应系统范围内埋地管安装应符合下列规定:

1 管沟开挖应符合设计要求,管沟尺寸允许偏差应为 $^{+100}_0$ mm,沟底标高允许偏差应为 $^{-0}_{-100}$ mm,沟底宽度允许偏差应为 $^{+100}_0$ mm;

2 管道下沟前,应清理沟内塌方和硬土块,排除管沟内积水;如沟底被破坏或为岩石沟底,应用砂或软土铺垫;

3 直埋管道应按设计要求进行防腐,管道下沟前应对防腐层进行 100%的外观检查和全管段电火花检测试验,管道安装完毕后应对接口部位防腐层进行 100%的外观检查和电火花检测试验;回填前应对防腐层再进行电火花检测试验抽检,检测应全部合格;

4 吊装有防腐层的管道、设备时应防止损坏防腐层;

5 回填前应进行隐蔽工程验收及签证。

4.3.4 绝缘法兰的安装应符合下列规定:

1 安装前应对绝缘法兰进行绝缘试验检查,其绝缘电阻应大于 $2M\Omega$;

2 绝缘法兰间的电缆线连接应符合设计要求,并应做好电缆线及接头的防腐,金属部分不应裸露;

3 绝缘法兰外露时,应有保护措施。

4.3.5 静电接地安装应符合下列规定:

1 有静电接地要求的管道,法兰间应设导线跨接;

2 用作静电接地的材料或零件,安装前不得涂漆;导电接触面应除锈并紧密连接;

3 有静电接地要求的不锈钢管道,导线跨接或接地引线不应与不锈钢管道直接连接,应采用不锈钢板过渡;

4 管道系统的对地电阻值超过 100Ω 时,应设两处接地引线,接地引线宜采用铝热焊形式;

5 接地安装完毕,应进行测试,电阻值超过规定时,应进行处理。

4.3.6 燃料供应系统压力试验前应符合下列规定:

1 压力试验前宜对系统管路进行吹扫并合格;

2 管道系统的所有堵头应加固牢靠;

3 试验前应按设计图纸检查管道的所有阀门,试验段阀门应全部开启。

4.3.7 燃料供应系统压力试验前,待试验管道应与无系统隔离,与已运行的燃气、燃油系统之间必须加装盲板且有明显标识。

4.3.8 管道压力试验应符合下列规定:

1 埋地管道应在下沟回填后进行强度和严密性试验;架空管道应在管道支吊架安装完毕并检验合格后进行强度和严密性试验;

2 强度试验应以洁净水为试验介质;特殊情况下,经监理或建设单位批准,可用空气作为试验介质;

3 输送介质为液体的严密性试验,试验介质应采用洁净水;输送介质为气体的严密性试验,试验介质应采用空气;

4 对奥氏体不锈钢试验所用的洁净水所含氯离子浓度不应超过 25mg/L ;试验用水温度不应低于 5°C ;

5 管道的强度试验,以水为介质的,试验压力应为设计压力

的 1.5 倍;以空气为介质的,试验压力应为设计压力的 1.15 倍。
管道严密性试验压力应与设计压力相同;

6 试验时,管道堵头端方向人员不得靠近。

4.3.9 用水作为介质进行强度试验时,应排净系统内空气,待水温 and 管壁、设备壁的温度相同时方可升压,升压应符合下列规定:

1 升压应平缓并分阶段进行,强度试验升压次数应符合表 4.3.9-1 的规定:

表 4.3.9-1 强度试验升压次数

试验压力(MPa)	升压次数	各阶段试验压力
$P \leq 1.6$	1	100%P
$1.6 < P \leq 2.5$	2	50%P,100%P
$2.5 < P < 10$	3	30%P,60%P,100%P

2 试验方法及合格标准应符合表 4.3.9-2 的规定:

表 4.3.9-2 试验方法及合格标准

检验项目	强 度	严密性
试验压力	1.5 倍设计压力	1 倍设计压力
升压步骤	分阶段升压,稳压 30min,检查无渗漏; 升压速度不大于 0.1MPa/min	强度试验合格后 降至设计压力进行 严密性试验
稳压时间(h)	0.5	24
合格标准	管道目测无变形、无渗漏, 压降小于或等于试验压力的 1%	压降小于或等于 试验压力的 1%

3 试验后,试验用水应及时排尽并对系统进行干燥处理。

4.3.10 用空气作为介质进行强度试验时,试验方法及合格标准应符合表 4.3.10 的规定:

表 4.3.10 试验方法及合格标准

介质	空气	
检验项目	强度	严密性
试验压力	1.15 倍设计压力	1 倍设计压力
升压步骤	升压值依次为试验压力的 10%、50%， 逐次增加 10% 的试验压力直至 100%， 间隔 5min，升压速度不大于 0.1MPa/min	强度试验合格后 降至设计压力进 行严密性试验
稳压时间(h)	0.5	24
合格标准	表计指示目测无变化，管道目测无变形， 系统无异音，发泡剂检查无泄漏	发泡剂检查 无泄漏

4.3.11 燃油管道安装除应符合本规范第 4.3.1 条的规定外，尚应符合下列规定：

1 燃油调节阀的进、出口方向应符合图纸规定，密封应良好，阀杆转动应灵活，开度指示应与实际一致；

2 燃油管道的法兰结合面垫片不得使用塑料垫、橡皮垫及石棉纸垫材料；

3 燃油系统管道安装结束后应进行清水冲洗或蒸汽吹扫，吹洗时应有经过批准的技术措施；吹洗前，止回阀芯、调整阀芯和孔板等应取出；靶式流量计应整体取下，以短管代替；

4 燃油系统安装结束后应进行全系统油循环，并应有经过批准的技术措施；

5 燃油进入燃油分配装置前，油质应符合制造厂要求；

6 油循环时间不得小于 24h，油质清洁度应符合制造厂要求，油循环结束后应清理过滤器并办理签证；

7 燃油管道强度试验及外观检查合格后，应按设计要求对管道进行防腐。

4.3.12 燃油系统进油前应进行全面检查，并应符合下列规定：

1 燃油系统进油范围内的土建和安装工程应全部结束，并经

验收合格；

2 燃油加热系统应安装调试完毕；

3 防雷和防静电设施应符合设计要求，试验完毕并经验收合格；

4 消防设施应符合设计要求，油区防火管理制度已建立并执行。

4.3.13 燃气系统管道安装除应符合本规范第 4.3.1 条的规定外，尚应符合下列规定：

1 燃气系统内使用的法兰密封垫宜采用带内钢圈的金属缠绕垫或软钢质的齿型垫，垫片内径应略大于管道法兰的内径；

2 输送燃气的球墨铸铁管，管道与管道之间、管道与管件之间使用橡胶密封圈密封时，密封圈的性能应符合燃气输送管的使用要求。橡胶圈应光滑、轮廓清晰，不得有影响接口密封的缺陷；

3 球墨铸铁管道及管件的配合尺寸公差应符合现行国家标准《水及燃气管道用球墨铸铁管、管件和附件》GB 13295 的有关规定；

4 输送燃气的金属软管安装前应进行内部检查无异常，软管与刚性管道之间连接牢固可靠，外观检查无异常，软管与设备连接无扭曲、无过度弯曲或拉伸；

5 燃气管道强度试验及外观检查合格后，应按设计要求对管道进行防腐。

5 燃气轮机本体

5.1 基础准备

5.1.1 基础交付安装时,应符合下列规定:

- 1 设备基础混凝土强度应达到设计强度的 70%以上;
- 2 基础混凝土表面应平整,无裂纹、无孔洞、无蜂窝、无麻面、无露筋等缺陷;
- 3 基础纵、横向中心线、基准标高线应标识清晰并验收合格;
- 4 设备基础的混凝土承力面标高应符合设计要求,尺寸偏差应为 -10^0 mm;
- 5 地脚螺栓孔内应清理干净。螺栓孔中心线对基础中心线偏差应小于预埋钢套管内径的 1/10 且小于 10mm,螺栓孔壁的垂直允许偏差应为螺栓孔长度的 1/200 且小于 10mm,孔内应畅通,无横筋、无异物,螺栓孔与地脚螺栓垫板接触的混凝土平面应平整,放置垫板的孔洞应有足够的空间装入垫板;
- 6 直埋式地脚螺栓及锚固件的材质、型号、纵横中心线和标高,应符合设计要求,螺栓及锚固件中心允许偏差应为 2mm,锚固件标高允许偏差应为 3mm,地脚螺栓标高偏差应为 +5mm ~ +10mm。

5.1.2 下列阶段应对基础进行沉降观测:

- 1 基础养护期满后;
 - 2 燃气轮机本体设备就位和发电机定子就位前、后;
 - 3 燃气轮机和发电机二次灌浆前;
 - 4 整套试运行前、后;
 - 5 观测数据应记录并保存,沉降观测点应妥善保护。
- 5.1.3 当基础出现不均匀沉降时,应加强沉降观测。

5.1.4 基础准备阶段应提供下列项目文件：

- 1 基础尺寸验收记录；
- 2 土建交付安装交接单。

5.2 台板与支承装置安装

5.2.1 燃气轮机台板就位前,应进行基础处理,应去除混凝土表面浮浆层,凿出毛面,并凿除被油污染的混凝土。

5.2.2 基础与台板间采用斜垫铁支撑方式时,应符合下列规定：

- 1 垫铁的材质可采用钢板、钢锻件、铸钢件；
- 2 斜垫铁的薄边厚度不得小于 10mm,斜度为 $1/10 \sim 1/25$ ；垫铁应平整、无毛刺,平面四周边缘应有倒角,平面加工后表面粗糙度值不应高于 $\sqrt[6.3]{}$,相互接触的两块接触面应密实无翘动；

3 垫铁布置应符合图纸要求。每叠垫铁不宜超过 3 块,特殊情况下可最多 5 块,但其中斜垫铁不得超过一对；

4 两块斜垫铁错开面积不应超过该垫铁面积的 25%；台板与垫铁及各层垫铁之间应接触密实,用 0.05mm 塞尺检查,可塞入长度不得大于边长的 $1/4$,其塞入深度不得超过侧边长的 $1/4$ 。

5.2.3 基础与台板间采用可调节装置支撑时,应符合下列规定：

- 1 可调节装置应完好、无裂痕；
- 2 安装前应检查可调节装置接触情况,接触应分布均匀且接触面积达到 80% 以上；
- 3 可调节装置布置应符合设计要求；
- 4 可调节装置定位前应通过旋动可调节装置调节螺栓,使其处于可调范围的中间位置；
- 5 可调节装置、台板就位验收合格后,方可进行可调节装置灌浆。

5.2.4 基础与台板间采用其他方式支撑时应符合下列规定：

- 1 台板底部为调整螺钉支撑时,调整螺钉支撑部位的基础应

平整,调整螺钉下应加装临时垫铁;

2 基础布置垫铁为可调垫铁时,应分别检查其与基础、台板底部接触良好,调整完毕后可调块行程宜居中并锁紧;

3 采用埋置垫铁的,垫铁布置及标高应符合制造厂要求,垫铁标高偏差应为 $-2\text{mm}\sim 0\text{mm}$ 。

5.2.5 台板与支承装置的安装应符合下列规定:

1 台板与支承装置的滑动面应平整、光洁、无毛刺;

2 台板与支承装置上浇灌混凝土的放气孔、台板与支承装置接触面的润滑注油孔均应畅通;

3 台板与支承装置、支承装置与燃气轮机本体的接触面应光洁无毛刺,并接触严密;

4 台板与支承装置的安装标高与中心位置应符合设计要求,设计无要求时标高允许偏差应为 1mm ,中心位置允许偏差应为 2mm ;

5 台板横向水平允许偏差应为 $0.20\text{mm}/\text{m}$ 。

5.2.6 地脚螺栓的检查与安装应符合下列规定:

1 地脚螺栓不得有油漆和污垢;

2 螺栓在螺栓孔内或螺栓套管内四周间隙应大于 5mm ;

3 螺栓应处于垂直状态,其允许偏差应为地脚螺栓长度的 $1/200$,且不得超过 5mm ;

4 螺栓下端的垫板应安放平正,与基础接触应密实,螺母紧固后应采取防松措施。

5.2.7 燃气轮机基础二次灌浆前应进行下列准备工作:

1 二次灌浆区域基础混凝土表面应吹扫干净,无异物、无油漆、无油污;混凝土表面应湿润 24h 以上;

2 地脚螺孔内应清理干净,无异物;垫铁应点焊牢固;

3 二次灌浆模板高度应高出设备要求的灌浆高度,模板与基础间应无缝隙,防止漏浆。

5.2.8 基础二次灌浆的施工工艺质量应符合设计要求。

5.2.9 燃气轮机的基础二次灌浆前,除制造厂有特殊要求外,应完成下列工作:

- 1 燃气轮机负荷分配;
- 2 与燃气轮机相连的进、排气设备及主要管道连接;
- 3 燃烧器安装;
- 4 燃气轮机转子与被驱动端机械转子的联轴器找中心;
- 5 燃气轮机的轴向、径向定位。

5.2.10 台板与支承装置安装应提供下列项目文件:

- 1 台板与支承装置就位安装记录;
- 2 垫铁布置记录。

5.3 燃气轮机本体安装

5.3.1 燃气轮机就位前除按本规范 3.4 有关规定对设备的有关制造质量检查外,还应确认运输过程中设备未受到强烈振动。

5.3.2 燃气轮机就位后应对其运输固定装置进行检查,确认运输用临时销无卡涩现象。

5.3.3 燃气轮机本体找平找正应符合下列规定:

- 1 燃气轮机本体标高应符合设计要求,允许偏差宜为 3mm;
- 2 燃气轮机本体纵向中心线与基础纵向中心线应对正,允许偏差宜为 2.0mm;
- 3 燃气轮机压气机横向中心线与基础横向中心线应对正,允许偏差宜为 2mm;
- 4 检查确认台板调整装置应均已受力。

5.3.4 透平支撑装置安装尺寸应符合设计要求;支撑装置与台板应接触严密,四周间隙检查应小于 0.03mm。

5.3.5 压气机、透平叶片检查应符合下列规定:

- 1 压气机、透平叶片表面应光洁平滑、无裂纹、无变形;
- 2 压气机动叶顶间隙值应符合设计要求,并应与制造厂总装记录相符;

3 透平动叶叶顶间隙值应符合设计要求, 并应与制造厂总装记录相符。

5.3.6 进气可调导叶装置的安装应符合下列规定:

1 部件表面应光洁平滑、无裂纹、无变形;

2 燃气轮机进气可调导叶的传动部件应加注合格的润滑脂或润滑油;

3 导叶的实际角度应与指示一致;

4 驱动可调导叶的液压装置可调螺栓应已锁紧。

5.3.7 燃气轮机支撑腿的冷却通道应冲洗合格, 内部应无异物。

5.3.8 燃气轮机轴承座检查应符合下列规定:

1 油室及油路应清洁、畅通、无异物;

2 进出油管法兰栽丝孔不得穿透轴承座壁;

3 轴承箱渗油试验检查应合格。

5.3.9 燃气轮机转子和中间轴检查, 应符合下列规定:

1 转子联轴器、测速齿轮、盘车齿轮等应清洁、光滑, 无毛刺、无损伤;

2 联轴器上各部件不得松动, 键、平衡块、锁紧螺钉、螺母等应可靠锁紧; 刚性联轴器端面瓢偏不应大于 0.02mm ; 半刚性及接长轴上的联轴器端面瓢偏不应大于 0.03mm ; 应测量原始晃度符合制造厂要求, 联轴器连接前后的径向晃度变化不应大于 0.02mm ;

3 两转子联轴器为止口配合时, 应检查止口尺寸, 并应符合设计要求;

4 联轴器连接螺栓应进行光谱、硬度和尺寸复查; 在联轴器直径方向对称的每对螺栓及螺母的总重量在孔径一致的情况下, 允许偏差应为 10g , 孔径不一致时应做重量差补偿, 并标志和记录;

5 两转子联轴器端面上有配合标志时, 应按标志点高低配合。

5.3.10 盘动转子时应检查转子转动无异常, 严禁损伤设备。

5.3.11 燃气轮机负荷分配值应符合制造厂要求,负荷分配前应完成下列工作:

- 1 进气室、燃烧室、排气扩散器应安装;
- 2 燃气轮机运输用临时销应更换;
- 3 燃气轮机支撑装置应锁紧;
- 4 燃气轮机本体应有防倾覆措施。

5.3.12 燃气轮机中间轴安装,应符合下列规定:

- 1 联轴器结合面间隙应小于 0.02mm;
- 2 连接螺栓的紧力或伸长量应符合设计要求;
- 3 联接端联轴器的同心度偏差不应大于 0.02mm;
- 4 测量自由端联轴器晃度、端面瓢偏等数据应符合设计要求并做好记录。

5.3.13 燃气轮机轴系找中心应符合制造厂的要求,制造厂无要求时,应符合下列规定:

- 1 燃气轮机联轴器找中心允许偏差应符合表 5.3.13 的规定:

表 5.3.13 联轴器找中心允许偏差(mm)

允许偏差	刚性与刚性	刚性与半挠性	蛇形弹簧式	齿式或爪式
圆周	0.04	0.05	0.08	0.10
端面	0.02	0.04	0.06	0.05

- 2 检查燃气轮机转子轴向定位,定位尺寸应符合设计要求;
- 3 联轴器需在现场进行铰孔、连接时,应符合下列规定:
 - 1)铰孔前,联轴器中心值应符合设计要求,二次灌浆的混凝土强度应达到 70%以上,地脚螺栓应按设计力矩紧固;
 - 2)两个联轴器应与找中心时的相对位置一致;
 - 3)镗、铰好的螺栓孔与联轴器的法兰端面应垂直;
 - 4)螺栓与螺孔间的配合应符合现行国家标准《产品几何技术规范(GPS) 极限及配合》GB/T 1800.1~1800.2 的有关规定,一般螺栓与螺孔之间应为 H7、h6 的间隙配

合,销柱表面粗糙度值不应大于 $\sqrt[6.3]{}$,销孔表面粗糙度值不应大于 $\sqrt[3.2]{}$;

5)联轴器螺栓的紧力应符合设计要求;

6)联轴器连接后,联轴器同心度不应大于 0.02mm;

7)联轴器螺栓的螺母、盖板应锁紧并符合图纸要求。

5.3.14 中间带有轴向调整垫片的联轴器,其铰孔工作除应符合本规范第 5.3.13 条的相关规定外,尚应符合下列规定:

1 垫片厚度的偏差不应大于 0.02mm,表面粗糙度值不应大于 $\sqrt[3.2]{}$,并应无毛刺、无裂纹、无油污;

2 垫片上的螺栓孔应与联轴器同时铰孔。

5.3.15 燃气轮机滑销系统配制应符合下列规定:

1 导向支撑座浇灌前检查螺栓已锁紧,滑销各间隙应符合图纸要求;导向块组件应紧密贴合在支承座上,结合面间隙应小于 0.03mm;

2 滑销、滑销槽等滑动面应光滑,无损伤、无毛刺;

3 装配后,滑销和滑销槽的配合间隙应符合设计要求;滑销固定应牢靠。

5.3.16 燃气轮机与被驱动设备间的推拉装置应在燃气轮机本体最终定位后装配,并按制造厂要求配制正式垫片,垫片装入时应无卡涩、无松旷,螺栓紧固应符合设计要求。

5.3.17 燃气轮机燃烧室检查、燃烧器安装时应符合下列规定:

1 安装前应核对燃烧器的规格型号,按照图纸要求逐一编号,燃料喷嘴所使用的孔板应按图纸要求复核其型号、尺寸、方向;

2 燃烧室及燃烧器各部件应清洁、无损伤、无变形,过渡段内的涂层应完好,联焰管安装应正确;

3 燃烧器弹簧板应无损伤,各部件装配尺寸应符合设计要求;

4 燃烧室各部件的紧固应符合制造厂要求;

5 天然气软管不得与支架、基础及其他相邻部件接触, 并应固定牢固;

6 火花塞组件外观检查应完好, 并应试验合格;

7 火花塞组装时, 中心电极与两侧电极之间间隙应符合制造厂要求; 固定螺母的扭矩应符合制造厂要求。

5.3.18 燃气轮机本体安装验收应提供下列项目文件:

- 1 燃气轮机就位安装记录;
- 2 转子找中心记录;
- 3 转子联轴器螺栓连接记录;
- 4 转子联轴器连接同心度记录;
- 5 燃烧器安装记录;
- 6 滑销系统装配记录;
- 7 负荷分配记录;
- 8 联轴器连接螺栓与螺孔的配合记录;
- 9 透平转子、压气机转子叶顶间隙记录;
- 10 进气可调导叶检查记录;
- 11 燃气轮机燃烧室封闭前隐蔽签证。

5.4 盘车装置安装

5.4.1 盘车装置安装前检查应符合下列规定:

- 1 盘车装置内部各螺栓及紧固件应锁紧;
- 2 盘车装置齿轮应无裂纹、无损伤, 齿面应光洁;
- 3 液压盘车装置油路应畅通。

5.4.2 盘车装置齿轮装配间隙应符合制造厂要求。

5.4.3 盘车装置调整垫片厚度的偏差不应大于 0.05mm, 表面粗糙度值不应大于 $\sqrt[6.3]{}$, 并应无毛刺、无裂纹、无油污。

5.4.4 盘车装置结合面紧固螺栓后, 结合面间隙应小于 0.05mm。

5.4.5 盘车装置找中心结束后, 应配好定位销, 结合面螺栓应按制造厂要求紧固。

- 5.4.6 盘车装置手动操作应灵活。
- 5.4.7 盘车装置安装完后应提供下列项目文件：
 - 1 盘车装置齿轮间隙记录；
 - 2 盘车装置调整垫片厚度记录。

5.5 自同步装置安装

- 5.5.1 设备组件应齐全，外表应完好无损，油路应畅通。
- 5.5.2 安装方向应正确，定位尺寸及螺栓紧固力矩应符合制造厂要求。
- 5.5.3 啮合和脱开指示状态应符合制造厂要求。
- 5.5.4 安装结束后应提供下列项目文件：
 - 1 找中心记录；
 - 2 脱开时纵横间距记录。

5.6 燃气轮机进气、排气设备安装

- 5.6.1 设备支架地脚螺栓的纵横向中心及标高应符合设计要求，中心线允许偏差应为 3mm，标高偏差应为 0mm~+5mm。
- 5.6.2 进、排气钢构架组合允许偏差应符合表 5.6.2 的规定。

表 5.6.2 进、排气钢构架组合允许偏差 (mm)

序号	检 查 项 目	允 许 偏 差
1	各立柱间距离	间距的 1‰，且≤10
2	各立柱垂直度	长度的 1‰，且≤10
3	立柱标高	10
4	同一水平面标高	5
5	组合件对角线	长度的 1.5‰，且≤15

- 5.6.3 进气设备安装应符合下列规定：
 - 1 进气设备到货后应按照制造厂要求保管，注意防撞、防雨、

防污染,进气道内壁上制造厂粘贴的保护膜在进气道封闭前不宜清除;

2 进气过滤系统滤芯保管应有防潮措施;

3 进气系统紧固件应紧固牢靠并锁紧;

4 进气道膨胀节装配尺寸应符合设计要求;膨胀节应完好,密封面与刚性部件之间连接应紧密;

5 进气道消音器安装尺寸应符合制造厂要求,并应采取防松措施;

6 进气道法兰之间应按设计要求使用密封垫,垫片接头处应采用迷宫式连接;法兰螺栓紧固后结合面应不透光;

7 进气系统滤网固定应牢靠;

8 进气系统挡板门应驱动灵活并关闭严密;

9 进气系统防爆门安装应符合设计要求;

10 进气加热管、进气道及支撑件之间膨胀间隙应符合设计要求;

11 进气过滤室防雨罩与过滤室之间应连接严密;

12 进气系统安装完成后应进行严密性检查并办理隐蔽签证。

5.6.4 进气系统安装完毕后,必须进行清洁度检查,系统内部应清洁、无异物;所有螺栓、定位销等可能松动的部件应采取防松措施。

5.6.5 排气设备安装应符合下列规定:

1 排气设备组合时,法兰密封垫不得有缺口,密封垫内侧尺寸应略大于通道尺寸,衬垫两面应涂抹耐高温密封涂料;

2 排气系统紧固件应紧固牢靠并锁紧;

3 排气道膨胀节装配尺寸应符合设计要求;膨胀节应完好,密封面与刚性部件之间连接应紧密;

4 排气扩散器与排气框架连接法兰结合面无错口;法兰面应涂抹耐高温密封涂料,螺栓螺纹应涂抹耐高温抗咬合剂;螺栓紧力应符合设计要求;

- 5 排气系统支架的滑动面应按设计要求安装滑动垫；
 - 6 排气管道与燃气轮机本体的装配尺寸应符合设计要求；
 - 7 排气管道内部保温应密实，压板搭接应顺气流方向，压板螺栓应有防松措施，膨胀间隙应符合设计要求；
 - 8 膨胀节与排气框架、燃气轮机排气扩散段连接后定位尺寸应符合设计要求；
 - 9 排气系统安装结束后应进行清洁度检查。
- 5.6.6 燃气轮机进气、排气设备安装系统验收应提供下列项目文件：
- 1 钢结构安装记录；
 - 2 膨胀节安装尺寸记录；
 - 3 进气挡板门安装记录；
 - 4 系统封闭检查签证；
 - 5 进气系统严密性检查签证。

5.7 燃气轮机罩壳的安装

- 5.7.1 燃气轮机罩壳外观应整齐美观、无锈垢、无损伤，骨架平直，接缝严密。
- 5.7.2 罩壳应不妨碍机组设备、管道的热膨胀。
- 5.7.3 穿过罩壳上的管道，开孔应规则，穿孔处应密封。
- 5.7.4 罩壳风机和风门安装应牢靠，动作灵活。
- 5.7.5 罩壳安装定位后，罩壳与地面之间应密封，罩壳的接缝处应采用防火材料封堵。
- 5.7.6 罩壳安装完毕后应进行严密性检查并签证。

5.8 燃气轮机保温安装

- 5.8.1 保温材料现场抽检结果应符合设计要求。
- 5.8.2 燃气轮机本体保温前本体所有接口及堵头应安装完毕。
- 5.8.3 保温时设备和管道上的温度计、热工取样点、分线盒、丝堵及铭牌等应外露，并不得损坏。

5.8.4 固定保温块的紧固件紧固应牢靠,当采用焊接形式时,焊接应符合制造厂要求。

5.8.5 保温结构应完整、严密、牢固,外观应整齐、美观,厚度应符合设计要求。

6 燃气轮机附属系统

6.1 一般规定

6.1.1 附属系统的严密性试验应按制造厂要求进行,当制造厂无要求时,试验压力宜为工作压力。

6.2 燃机附属机械、辅助设备

6.2.1 设备基础的位置、几何尺寸和质量要求,应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定,并应有验收资料或记录。设备安装前设备基础尺寸和位置的偏差值应按表 6.2.1 的规定对设备基础位置和几何尺寸进行复检。

表 6.2.1 设备基础尺寸和位置的偏差值(mm)

项 目		允许偏差
纵、横中心线		10
标高		-10~0
预埋地脚螺栓	标高	0~+10
	中心距	2
地脚螺栓预留孔	中心位置	10
	深度	0~+20
	垂直度	<10‰

6.2.2 设备基础表面和地脚螺栓预留孔应清理干净;预埋地脚螺栓的螺纹和螺母应保护完好;放置垫铁部位的表面应凿平。

6.2.3 设备安装纵、横中心线和标高的允许偏差,应符合本规范表 4.2.2 的规定。

6.2.4 箱罐安装除应符合本规范第 6.2.3 条的规定外,尚应符合下列规定:

- 1 外观应无损伤,焊缝应无开裂或漏焊情况;
- 2 箱罐法兰内外口应与箱体密封焊接,栽丝孔不应穿透箱壁;
- 3 滤网应清洁无破损,滤网与框架应结合严密;
- 4 箱罐灌水试验应持续 24h 无渗漏;
- 5 内部应清理干净,内壁防腐层应符合设计要求,且无起皮或脱落现象;
- 6 浮球式自动上水(油)阀应动作正确,关闭严密。

6.2.5 箱罐液位计的安装应符合下列规定:

- 1 液位计安装应牢固可靠,垂直度偏差应符合要求,筒体应严密无渗漏;
- 2 液位计指示杆上下动作应平稳、灵活且指示正确;
- 3 液位计指示刻度的范围和“正常”、“最高”、“最低”液位标识应符合制造厂要求。

6.2.6 油箱事故排油管应接至设计规定的事故排油井,事故排油阀应设两道明杆钢质手动阀门。事故排油阀的操作手轮应设在操作层距油箱 5m 以外的地方,并应有两个以上的通道,阀杆应水平或向下布置,手轮应设玻璃保护罩。油箱事故排油管在机组启动试运前应安装完毕并确认畅通。

6.2.7 泵的安装除应符合本规范 6.2.3 的规定外,尚应符合下列规定:

- 1 泵体进出口方向应正确,地脚螺栓紧固力矩应符合设计要求;
- 2 电动机与泵的找中心和连接应符合设计要求,设计无要求时应按照本规范附录 A 执行。

6.2.8 风机的安装除应符合本规范第 6.2.3 条的规定外,尚应符合下列规定:

- 1 机壳应无损伤、无裂纹,卧式机壳的泄油孔应畅通;

- 2 叶片应完好,方向应正确,与外壳应无摩擦且转动平稳;
 - 3 风机传动装置外露部位及直通大气的进、出口应有防护罩或防护网。
- 6.2.9 冷油器严密性试验应符合设计要求,如设计无要求时油侧应进行工作压力 1.25 倍的水压试验,并应保持 5min 无渗漏。
- 6.2.10 蓄能器应可靠固定,系统投运前应确认蓄能器能正常投运。
- 6.2.11 二氧化碳储罐投运前应用氮气进行压力试验,试验压力宜为工作压力的 1.25 倍,应保持 24h 无泄漏。

6.3 燃机附属系统管道

- 6.3.1 燃机附属系统的管道施工和焊接除设计有特定要求外,可按现行国家标准《工业金属管道工程施工规范》GB 50235 中的有关规定执行。
- 6.3.2 管道、节流孔板、滤网、波纹补偿器和流量计等在安装前应进行外观检查,表面应无裂纹,无损伤,管内应清洁无杂物,且应无超过壁厚负偏差的锈蚀。
- 6.3.3 减压阀、溢流阀、过压阀、止回阀等特殊阀门,应做严密性检查。
- 6.3.4 系统中的测点,当需现场开孔时,必须在管道最终组装前完成。
- 6.3.5 金属软管内部检查应无异常,软管外观应无胀口现象,软管与刚性管道之间连接应牢固可靠。软管与设备连接时应无扭曲、无过度弯曲或拉伸。
- 6.3.6 波形补偿器应按设计要求进行拉伸或压缩,安装方向应符合设计要求。
- 6.3.7 流量测量装置、节流装置几何尺寸和方向应正确,孔板或喷嘴不得有损伤。
- 6.3.8 设备管道系统安装完成后,应进行吹扫,并应符合设计要求。

6.3.9 抗燃油管路安装除符合本规范第 6.3.1 条～第 6.3.7 条的规定外,尚应符合下列规定:

- 1 高压抗燃油系统的管道、管件、油箱等材质应为不锈钢;
- 2 高压调节油管应采用对焊法兰;
- 3 螺纹接头处用聚四氟乙烯带做密封料时,螺纹端部前两扣不应包缠;
- 4 抗燃油系统密封圈材质宜采用氟橡胶;
- 5 管道安装前应用洁净的压缩空气吹扫干净;管道及部件的清洗不得使用氯化物溶剂;
- 6 管道弯头宜采用大曲率半径弯管,弯管处应光滑、无皱纹、无扭曲、无压扁;
- 7 管道切割宜采用锯割,不得使用割管刀、火焰切割;管道切割后,端部应清洁、光滑,不得有毛刺或翻边;
- 8 不锈钢管道焊接,应采用氩弧焊;
- 9 高压油管路支架宜采用管夹式。

6.3.10 油管冲洗干净封闭后,不得在上面钻孔、气割或焊接。

6.3.11 二氧化碳灭火系统的管道施工除符合制造厂的要求外,尚应符合下列规定:

- 1 管口应丝扣连接,密封宜采用麻丝、厚白漆等材料;
- 2 管道连接前应清理干净,无焊渣、无锈污。

6.3.12 二氧化碳管道的强度试验、严密性试验,如制造厂无要求时,应符合现行国家标准《气体灭火系统施工及验收规范》GB 50263 的有关规定。

6.3.13 二氧化碳罐及管道压力试验合格后应进行吹扫,吹扫时所有喷嘴应拆除。

6.3.14 二氧化碳系统吹扫后回装喷嘴时应符合设计要求,喷嘴内通道应畅通。

6.3.15 二氧化碳灭火系统施工验收完成后,应进行二氧化碳喷射试验;试验前应采取可靠的安全措施。

6.3.16 管道直管部分的支架间距应符合设计要求,设计无要求时,直管支架间距宜符合表 6.3.16 的规定。

表 6.3.16 直管支架间距

管子直径 DN (mm)	最大间距(m)	
	保 温	不保温
25	1.5	2.6
32	1.6	3
38	1.8	3.4
45	2.0	3.7
57	2.5	4.2
76	2.8	4.9

6.3.17 管子不得直接焊在支架上,不得用铁质工具直接敲击管道。管道的安装应符合表 6.3.17 的规定：

表 6.3.17 管道安装(mm)

项 目		允 许 误 差
管道标高偏差	架空	10
	地沟	-10~+15
	埋地	-10~+20
立管垂直度		$\leq 2L/1000$,且 ≤ 15
管道坡向坡度		符合设计要求
对口平直度	$DN < 100\text{mm}$	1
	$DN \geq 100\text{mm}$	2
焊缝与弯管弯曲点的间距		大于管子外径,且 > 100
焊缝与开孔的间距		> 50
直管段两个 焊缝的间距	$DN \leq 500\text{mm}$	大于管子外径,且 > 150
	$DN > 500\text{mm}$	大于管子外径,且 > 500
焊缝与支吊架边缘的间距		> 50

6.3.18 通风系统管道的安装应符合下列规定：

1 风管安装前管内应无杂物；安装应牢固，定位尺寸应符合设计要求；

2 支吊架不得设在风口阀门及检视门处；

3 硬聚氯乙烯和玻璃钢风管的支管应单独设支吊架；

4 风管连接应严密，法兰垫料及接头方式应符合设计要求；

5 柔性短管外观检查应无开裂、无扭曲，所采用的材料应不透气、内壁光滑；柔性短管与风管、设备的连接应严密。

6.3.19 风口安装外露部分应平整，其边框与建筑顶棚或墙面间的接缝处应采用密封垫料或密封胶。

6.3.20 风阀的安装应符合下列规定：

1 各类风阀应安装在便于操作和检修的部位，安装后操作装置应灵活、可靠，阀板关闭应严密；

2 斜插板风阀阀板拉启方向应向上；水平安装时阀板应顺气流的方向插入。

6.3.21 通风系统安装完毕后应符合下列规定：

1 通风系统的风门、百叶窗等应转动灵活、无卡涩，启、闭动作应正确；

2 百叶窗与风道法兰、燃机罩壳之间应连接严密。

6.3.22 水洗系统喷嘴安装前系统应冲洗合格，喷嘴安装方向应符合制造厂要求。

7 燃气轮机及附属系统调整、启动、试运行

7.1 一般规定

7.1.1 燃气轮机及附属系统安装完毕,在投入运行前,应进行调整、启动、试运行。

7.1.2 本章规定是对燃气轮机及附属系统调整、启动、试运行的基本规定。当制造厂有明确要求时,应以制造厂要求为准。

7.1.3 调整与试运行工作应符合下列规定:

1 各系统设备的安装质量,应符合本规范的规定并符合设计图纸、制造厂技术文件的要求;

2 各系统及设备的设计质量,应满足安全经济运行和操作、检修的方便;

3 检查、调整各设备的性能,应符合制造厂的要求;

4 各系统吹扫或冲洗应合格;

5 应提供整套设备系统试验的技术文件。

7.1.4 燃气轮机及附属系统的试运现场应具备下列条件:

1 厂区内场地应平整,道路应畅通;

2 试运范围内的施工脚手架应全部拆除,环境应清理干净,现场沟道、孔洞的盖板应齐全,平台、楼梯、通道、栏杆应安装完毕;

3 现场应配备足够的消防器材,消防系统应可靠投运,事故排油系统应能可靠投运;

4 试运范围内的各层地面应施工完毕;

5 生活用的上下水应畅通,卫生设施应能正常使用;

6 厂房和厂区的排水系统及设施应能正常使用,工业废水处理系统应能正常投运;

7 现场应有足够的照明,事故照明系统应完整可靠并处于备

用状态；

8 在寒冷气候下进行试运的现场，应做厂房封闭和防冻措施，室内温度宜保持 5℃ 以上；

9 通信设备应安装完毕，并可正常使用；

10 与试运有关的通风系统、空调系统可投入正常使用。

7.1.5 燃气轮机及附属系统在试运前应具备下列条件：

1 设备及系统应按设计要求安装完毕，并经检验合格；安装技术记录齐全；调整、试运要求的临时设施应安装完毕，具备调试条件；

2 设备及管道的保温工作应完成，管道支吊架应按设计要求调整完毕；

3 操作电源、动力电源、压缩空气气源应可靠；

4 各液位计应有明确的“高”、“低”和“正常”工作位置的标识；

5 转动机械应加注符合要求的润滑油、脂，且润滑油油位应正常；

6 有关的手动、电动、气动、液动阀件，应调整试验合格；名称及开、闭方向标识清晰；

7 参与试运的各种容器，应清理、冲洗完毕；

8 各指示和记录仪表以及信号、声光报警装置应已装设齐全，并应校验调整合格；

9 试运设备和系统应已命名挂牌；

10 试运设备的保护装置应已试验合格并投用。

7.1.6 燃气轮机及附属系统的分部试运、整套启动的调试方案应编制完成并经批准；调试组织机构已成立并经批准；试运程序、连续满负荷运行时间应按现行行业标准《火力发电建设工程启动试运及验收规程》DL/T 5437 的有关规定执行。

7.1.7 燃气轮机整套启动前应具备下列条件：

1 燃气轮机及附属系统已经完成下列分部试运行工作：

- 1) 燃料供给系统管道的冲洗和吹扫, 燃料供给系统的调整试验;
 - 2) 燃料加热和调节系统调整试验;
 - 3) 冷却水系统通水试验和冲洗;
 - 4) 进、排气系统清理与封闭; 进气系统挡板门、防爆门等调试;
 - 5) 燃气轮机本体清洁度检查与封闭;
 - 6) 进气可调导叶调整试验;
 - 7) 燃气轮机罩壳严密性检查;
 - 8) 二氧化碳灭火系统试喷试验;
 - 9) 油循环至油质合格, 润滑油、顶轴油、控制油系统及其净化装置试运调整;
 - 10) 盘车装置调整试验;
 - 11) 燃气轮机冷却和密封空气系统调整试验;
 - 12) 通风和加热系统调整试验;
 - 13) 压气机在线与离线水洗调整试运;
 - 14) 进气反吹系统调整试验;
 - 15) 点火装置调整试验及假点火;
 - 16) 燃气轮机启动装置调整试验;
 - 17) 燃气轮机疏水系统试验;
 - 18) 超速跳闸保护装置调整试验;
 - 19) 火焰探测装置调整试验;
 - 20) 可燃气体监测系统调整试运;
 - 21) 热工、电气有关保护、联锁装置, 远方操作装置调整试验;
 - 22) 电动、气动、液动阀调整试验, 开、闭、富余行程及开闭时间记录;
 - 23) 盘车及冷拖工况下摩擦检查。
- 2 燃气轮机控制系统的静态调试工作已经完成。

3 主机联锁、报警试验已完成。

7.2 燃气轮机附属机械试运行

7.2.1 燃气轮机附属机械分部试运行前,除应符合本规范第 7.1.5 条的有关规定外,尚应符合下列规定:

- 1 手盘转子应无摩擦、无卡涩等异常现象;
- 2 裸露的转动部分应装好保护罩;
- 3 电动机应经过单独空负荷试运行合格,旋转方向正确;有就地事故按钮的电动机,事故按钮动作试验应合格;
- 4 自动联锁保护装置应经过调整,模拟试验动作应灵敏、正确。

7.2.2 燃机罩壳通风机试运行应符合下列规定:

- 1 燃气轮机罩壳通风机试运行前应具备下列条件:
 - 1)风道内部应清理干净,并应经验收合格后封闭;
 - 2)燃气轮机罩壳内应清理干净,且严密性检查应合格;
 - 3)各风门应动作灵活。
- 2 通风机试运行除应符合本规范第 7.2.1 条的规定外,尚应符合下列规定:
 - 1)当风机启动时,风机及风道中的重力驱动风门应能自动开启,风机停止时应能自动关闭;
 - 2)风压应符合设计要求;
 - 3)风机之间的联锁动作应可靠。

7.2.3 盘车装置试运行前除应符合本规范第 7.2.1 条的规定外,尚应符合下列规定:

- 1 燃气轮机本体及进、排气室等区域应清理干净并经验收合格后封闭;
- 2 润滑油和顶轴油系统应投运,且油压应满足设计要求。

7.2.4 盘车装置试运行过程中应进行下列各项调整试验工作:

- 1 盘车装置的操作和投入启动方式应确认符合设计要求;

2 盘车自动啮合、脱扣功能应投运正常,且参数应符合设计要求。

7.2.5 燃气轮机启动电机试运行前除应符合本规范第 7.2.1 条的规定外,尚应符合下列规定:

- 1 润滑油系统应投运正常;
- 2 确认绕组绝缘电阻应符合设计要求;
- 3 电机电气耐压试验等电气试验应合格;
- 4 燃气轮机应具备盘车条件。

7.2.6 启动电机试运行应符合下列规定:

- 1 启动电机试运应符合制造厂的要求;
- 2 启动电机试运过程中应检查下列各项数据,并作记录:
 - 1) 润滑油、调节油油压和油温;
 - 2) 电机启动电流和带不同负荷时的电流;
 - 3) 液力变矩器涡轮出口导叶角度和燃气轮机转速;
 - 4) 电机温度。

7.2.7 增压机运行除应符合本规范第 7.2.1 条的规定外,尚应符合下列规定:

- 1 增压机的出口压力应稳定并达到额定数值;
- 2 自动联锁保护装置动作应正确。

7.2.8 附属机械试运行时间宜连续运行 4h~8h。

7.2.9 油泵和一般附属机械试运行应符合下列规定:

- 1 各转动部件应投运正常,无异音;
- 2 泵的出口压力应稳定并达到额定数值;
- 3 电动机在空载及满载工况下的电流应正常;
- 4 轴承垂直、水平、轴向振动数值不应超过本规范附录 B 的规定;
- 5 轴承油温不应高于制造厂要求值;
- 6 附属机械的各项连锁保护装置试验和调整应符合设计要求。

7.2.10 附属机械分部试运完毕后提交验收时,应提供下列项目文件:

- 1 试运记录;
- 2 试运签证书。

7.3 燃油系统吹扫及油循环

7.3.1 燃油及燃油处理系统管道安装结束后应吹扫干净;吹扫前,滤网、止回阀阀芯、调节阀阀芯和孔板等部件应拆除并妥善保管。

7.3.2 用清水进行系统冲洗时,应符合下列规定:

- 1 冲洗应使用洁净水,冲洗奥氏体不锈钢管道时,水中氯离子含量不得超过 25mg/L;
- 2 冲洗时,流速宜大于 1.5m/s;
- 3 水冲洗应连续进行,以出口的水色和透明度与进口水目测一致为合格。

7.3.3 用蒸汽吹扫系统时,应符合下列规定:

- 1 蒸汽吹扫安装的临时管道、支架、阀门安装质量应符合蒸汽管道的技术要求;
- 2 管道蒸汽吹扫的流速宜为 20m/s~30m/s;
- 3 蒸汽吹扫前,应先暖管,及时疏水,并应检查管道热位移;
- 4 吹扫后检查,以管内无铁锈、无杂物为合格,并应办理签证。

7.3.4 管道系统吹扫合格后应保持系统干燥,并应做好防护措施。

7.3.5 燃油系统冲洗或吹扫结束后应进行全系统油循环,油泵的分部试运工作可一起进行。

7.3.6 油循环有效冲洗时间应大于 24h,且油质清洁度应符合设计要求;油循环结束后应办理签证。

7.4 天然气管道吹扫及系统气体置换

7.4.1 天然气管道安装完毕,系统试压前,应吹扫合格。

7.4.2 管道吹扫应按下列规定选择气体吹扫或清管球清扫：

1 球墨铸铁管道、聚乙烯管道、钢骨架聚乙烯复合管道和公称直径小于 $DN100\text{mm}$ 或长度小于 100m 的钢质管道，可采用气体吹扫；

2 公称直径不小于 $DN100\text{mm}$ 的钢质管道，宜采用清管球进行清扫。

7.4.3 管道吹扫应符合下列规定：

1 吹扫范围内的管道安装工程除补口、涂漆外，应已按设计图纸全部完成；

2 吹扫宜按主管、支管的顺序进行，吹扫出的杂物不得进入已合格的管道；

3 吹扫管段内的调压器、阀门、孔板、过滤网、天然气表等设备不应参与吹扫，待吹扫合格后安装复位；

4 吹扫压力不得大于管道的设计压力；

5 吹扫合格设备复位后，不得再进行影响管内清洁度的其他作业。

7.4.4 管道吹扫时，吹扫出口应设在开阔地段并加固，吹扫时应设安全区域，吹扫出口前方严禁站人。

7.4.5 管道吹扫时，吹扫介质宜采用洁净的压缩空气，严禁采用氧气和可燃性气体。

7.4.6 气体吹扫后，可在排气口设置白布或涂白漆木靶板，以连续吹扫 5min 目测无铁锈等杂物为合格。

7.4.7 清管球清扫时，管道直径应为同一规格，不同管径的管道应分别进行清扫。

7.4.8 管道试压合格后，应对管道进行气体吹扫，确保管内干燥。

7.4.9 天然气系统所有设备及管道在投运前必须进行气体置换。

7.4.10 天然气系统投运前的气体置换应按惰性气体置换系统内空气，天然气置换系统内惰性气体的顺序进行。

7.4.11 气体置换前除应符合本规范第 7.1.5 条的规定外，尚应

符合下列规定：

1 天然气系统吹扫、压力试验、干燥等工序应完成并经验收合格；

2 现场天然气供应充足，气体置换用的惰性气体应备足；

3 天然气调压站、天然气前置模块区域及周围环境应干净，无遗留易燃物及杂物，并设置安全围栏和警示牌、标识牌。

7.4.12 气体置换设备及管道附近应设警戒区，无关人员不得入内。

7.4.13 严禁携带火种及其他可能产生静电的物件进入天然气区域。

7.4.14 用惰性气体置换空气时应符合下列规定：

1 惰性气体宜采用氮气；

2 充氮过程应持续，直至放散出的混合气中的氧气体积含量下降到 1% 以下，充氮置换为合格；

3 充氮置换合格后，宜维持系统内氮气压力 0.15MPa～0.30MPa，实施系统维护。

7.4.15 用天然气置换惰性气体时应符合下列规定：

1 天然气置换前，应确认系统内氮气压力维持在 0.15MPa～0.30MPa，且混合气中的氧气体积含量下降到 1% 以下；

2 天然气置换应持续，直至天然气纯度符合设计要求，设计无要求时，天然气纯度应达 99% 以上。

7.4.16 天然气置换惰性气体过程中，应做好安全措施，并具有可靠的检测可燃气体泄漏的手段；安装有天然气设备的建筑物内，应经常检查通风系统运行良好。

7.5 控制油、润滑油系统冲洗及试运行

7.5.1 油系统油循环和试运行前除应具备本规范第 7.1.5 条的有关规定外，尚应符合下列规定：

1 应备有足量的符合制造厂要求并经化验合格的透平油；

2 油循环区域应配备充足的消防设施；

7.5.2 充油时,应符合下列规定:

- 1 向油箱充油时,宜经过滤油设备;
- 2 油箱和油系统设备及管道应无渗漏;
- 3 油位指示器应动作灵活,其指示与油箱中的实际油位应相符合;
- 4 高油位和低油位信号应调整正确。

7.5.3 油循环应符合下列规定:

- 1 油冲洗过程中应对系统中的精密部件进行保护,管道系统上的仪表取样点除留下必需的油压监视点外,均应隔断;
- 2 冲洗油温宜交变进行,高温宜为 75℃左右,但不应超过 85℃,低温宜为 30℃左右;
- 3 油冲洗合格后,应恢复各节流孔板、伺服阀、压力调节装置等部件,并应再次循环冲洗至油质合格。

7.5.4 油系统冲洗后油的颗粒度应符合现行行业标准《电力建设施工技术规范 第3部分:汽轮发电机组》DL 5190.3 中的有关规定,颗粒度指标应符合下列规定:

- 1 润滑油、顶轴油颗粒度应达到或优于 NAS7 级;
- 2 控制油颗粒度应达到或优于 NAS5 级。

7.5.5 人体皮肤应避免与抗燃油直接接触。

7.5.6 油系统试运和油循环完毕后,应提供下列项目文件:

- 1 油质化验报告;
- 2 油泵试运行记录。

7.6 二氧化碳灭火系统调试

7.6.1 二氧化碳灭火系统设备及管路已安装完成,管路经压力试验和吹扫洁净后,应进行二氧化碳喷放试验。

7.6.2 二氧化碳试喷前应符合下列规定:

- 1 二氧化碳罐应充入足够的二氧化碳,其储量、压力、温度等应指示明确;

- 2 声光报警系统应调试完成;
- 3 喷放区域的严密性检查应完成;
- 4 系统逻辑回路应检查合格,手动和自动控制应具备投运条件;

- 5 燃气轮机通风系统应具备投运条件。

7.6.3 系统灭火调试应符合下列规定:

- 1 发出火警指令后,燃气轮机停机程序应激活;火警区域通风机应立即停运;风机风门应及时关闭;

- 2 相关的火警声光设备应及时动作;

- 3 初放与续放延时应符合设定要求;

- 4 检查各 CO₂喷嘴喷放正常;

- 5 喷放后罩壳内二氧化碳浓度应符合设计要求;检测罩壳泄漏情况后,罩壳风机应及时启动通风;当需要打开罩壳门时,应在通风启动 5min 后才能打开罩壳门。

7.6.4 燃气轮机在备用和运行期间,二氧化碳灭火系统应投入运行。

8 工程质量验收

8.1 工程质量验收划分

8.1.1 工程开工前应进行工程质量验收范围的划分,验收范围应划分为单位工程、分部工程、分项工程、检验批,并应符合下列规定:

1 联合循环机组燃气轮机工程应划分为燃气轮机本体安装、燃机附属机械和辅助设备安装、燃机附属管道系统安装等单位工程;

2 单位工程可按设备、系统实现的部分功能或施工节点阶段划分为若干个分部工程;分部工程可按设备、系统实现的项目功能或几个工序阶段划分为若干个分项工程;分项工程可按同一条件或按规定方式汇总一定数量的检验体划分为若干检验批。

8.1.2 联合循环机组燃气轮机工程施工质量应按照检验批、分项工程、分部工程、单位工程进行验收。

8.2 工程质量验收

8.2.1 联合循环燃气轮机工程质量验收应符合本规范的规定,验收合格后应办理验收签证。

8.2.2 工程施工质量验收应符合下列规定:

1 建设单位在开工之前应明确监理等相关单位质检人员的质量验收职责范围;

2 工程质量检查验收的各级质检人员应持有与所验收专业一致的有效资格证书;

3 检验批项目验收合格方可对分项工程进行验收;分项工程验收合格方可对分部工程进行验收;分部工程验收合格方可对单

位工程进行验收。

8.2.3 检验批、分项、分部、单位工程施工质量验收“合格”应符合下列规定：

1 检验批中所有检验项目应经全部检查验收，并且检查结果应符合规定的质量标准要求，且应具有准确齐全的设备、材料合格证明、施工记录、质量检验、试验和签证记录；

2 分项工程所含各检验批工程质量验收应全部合格，分项工程资料应准确齐全；

3 分部工程所含分项工程质量验收应全部合格，分部工程资料应准确齐全；

4 单位工程所含分部工程质量验收应全部合格，单位工程资料应齐全并符合档案管理规定。

8.2.4 工程质量验收的程序及组织应符合下列规定：

1 检验批和分项工程完工后，施工单位应进行自检，在施工单位进行自检合格的基础上，应由监理单位组织进行质量验收；

2 分部工程应在各分项工程验收合格的基础上，由监理单位组织相关单位进行质量验收；

3 单位工程应在各分部工程验收合格的基础上，由监理单位组织相关单位进行质量验收。

8.2.5 工程施工所涉及的有关强制性条文的内容应有专项检查记录或签证。

8.2.6 所有隐蔽工程应在隐蔽前由监理单位组织验收，并在完成验收记录及签证后方可进行下道工序的施工。

8.2.7 单位工程的观感质量应由质检人员通过目测、检验或辅以必要的量测，并应根据检验项目的总体情况进行独立验收签证。

8.2.8 各方质检人员进行工程质量检查、验收时应按合同约定、设计文件及制造技术文件中的要求执行，当制造厂家要求不明确或无要求时，应按本规范执行。

8.2.9 检验批、分项工程施工质量有下列情况之一者不应进行

验收：

- 1 工程使用国家明令禁止的设备、材料；
- 2 主控检验项目的检验结果没有达到质量标准；
- 3 设计单位及制造厂对质量标准有数据要求，而检验结果未提供实测数据；
- 4 质量验收文件资料不符合归档要求。

8.2.10 当工程施工质量出现不符合项时，应按下列规定处理：

- 1 经返工或更换设备的检验项目，应重新进行验收；
- 2 经返修处理能满足安全使用功能的检验项目可按技术处理方案和协商文件进行验收；

3 未进行返工或返修的不合格检验项目应经有资质的鉴定机构或相关单位进行鉴定，对不影响内在质量、使用寿命、使用功能、安全运行的可做让步处理。经让步处理的项目不再进行二次验收，但应在“验收结果”栏内注明，其书面报告应附在该验收表后。

8.2.11 联合循环燃气轮机工程验收时，应提供下列项目文件：

- 1 设计变更文件及竣工图文件；
- 2 原材料、设备出厂合格证、质量证明文件及现场复检报告；
- 3 基础沉降观测报告；
- 4 施工检验试验报告、测试报告；
- 5 涉及工程施工内容的各类施工记录；
- 6 强制性条文执行检查资料及签证；
- 7 隐蔽工程验收记录和签证；
- 8 中间交接验收记录、专项工程验收记录或签证；
- 9 检验批、分项工程、分部工程、单位工程质量验收记录；
- 10 单位工程观感质量检查记录；
- 11 工程竣工报告；
- 12 备品备件、专用工具移交签证；
- 13 施工组织设计、施工方案、施工管理资料；

14 工程质量问题和质量事故处理的相关资料；

15 其他文件和记录。

8.2.12 联合循环燃气轮机工程技术文件应与工程施工同步编制、收集，并按工程技术资料归档的相关标准分类整理、分卷编目，工程验收后应及时审核归档。

附录 A 附属机械联轴器找中心允许偏差值

表 A 附属机械联轴器找中心允许偏差值(对面读数差最大值)

转速 n (r/min)	允许偏差值(mm)			
	固定式		非固定式	
	径向	端面	径向	端面
$n \geq 3000$	0.04	0.03	0.06	0.04
$3000 > n \geq 1500$	0.06	0.04	0.10	0.06
$1500 > n \geq 750$	0.10	0.05	0.12	0.08
$750 > n \geq 500$	0.12	0.06	0.16	0.10
$n < 500$	0.16	0.08	0.24	0.15

附录 B 附属机械振动标准

表 B 附属机械轴承振动(双振幅)标准

转速 $n(\text{r/min})$	合格(mm)
$n \leq 1000$	≤ 0.10
$1000 < n \leq 2000$	≤ 0.08
$2000 < n \leq 3000$	≤ 0.05
$n > 3000$	≤ 0.04

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《水及燃气管道用球墨铸铁管、管件和附件》GB 13295
- 《立式圆筒形钢制焊接储罐施工及验收规范》GB 50128
- 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
- 《工业金属管道工程施工规范》GB 50235
- 《气体灭火系统施工及验收规范》GB 50263
- 《产品几何技术规范(GPS) 极限及配合》GB/T 1800.1~1800.2
- 《起重机械安全规程 第1部分:总则》GB/T 6067.1
- 《起重机 安全使用 第1部分:总则》GB/T 23723.1
- 《火力发电厂金属技术监督规程》DL/T 438
- 《火力发电厂高温紧固件技术导则》DL/T 439
- 《电力建设施工技术规范 第3部分:汽轮发电机组》DL 5190.3
- 《火力发电建设工程启动试运及验收规程》DL/T 5437
- 《管道防腐层检漏试验方法》SY/T 0063

中华人民共和国国家标准

联合循环机组燃气轮机施工及
质量验收规范

GB 50973 - 2014

条文说明

制 订 说 明

《联合循环机组燃气轮机施工及质量验收规范》GB 50973—2014,经住房和城乡建设部 2014 年 1 月 29 日以第 314 号公告批准发布。

本规范制定过程中,编制组进行了广泛深入的调查研究,总结了我国联合循环机组燃气轮机施工与质量验收的实践经验,并广泛征求了有关方面的意见。为本规范的制定提供了充分、可靠的依据。

为便于有关人员在使用本规范时能正确理解和执行,编制组根据住房和城乡建设部关于编制标准、规范条文说明的统一要求,按本规范的章、节和条文顺序,编制了条文说明,供国内的有关部门和单位参考。但是,条文说明不具备与规范同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目 次

2	术 语	(61)
3	基本规定	(62)
3.4	设备及系统安装	(62)
4	燃料供应系统	(63)
4.3	管道安装	(63)
5	燃气轮机本体	(64)
5.3	燃气轮机本体安装	(64)
5.6	燃气轮机进气、排气设备安装	(64)
6	燃气轮机附属系统	(65)
6.2	燃机附属机械、辅助设备	(65)
7	燃气轮机及附属系统调整、启动、试运行	(66)
7.4	天然气管道吹扫及系统气体置换	(66)
7.5	控制油、润滑油系统冲洗及试运行	(67)
7.6	二氧化碳灭火系统调试	(67)
8	工程质量验收	(68)
8.1	工程质量验收的划分	(68)
8.2	工程质量验收	(68)

2 术 语

2.0.2 联合循环是指燃气轮机循环与蒸汽或其他流体的朗肯循环相联合的热力循环。

(1)常见的例子是燃气轮机的排气热量被用来产生朗肯循环中的蒸汽。

(2)这种循环的优良热力性能是由于综合了每个循环的最佳热力特性。

3 基本规定

3.4 设备及系统安装

3.4.5 本条为强制性条文,必须严格执行。在土建重要结构,如燃气轮机基座、主厂房承重钢结构上施焊、切割或开孔,将可能对土建结构的质量、安全产生大的影响,在必须进行时,本条要求应制订措施,并经审批,是为了确保建筑结构质量、安全的符合性。

3.4.10 本条为强制性条文,必须严格执行。燃气轮机设备及管道最终封闭前,建设、监理、施工、制造厂等相关单位共同确认燃气轮机设备及管道隐蔽部分的安装质量并办理隐蔽工程签证,是强化验收保证燃气轮机设备安全运行的关键措施。

4 燃料供应系统

4.3 管道安装

4.3.5 本条规定了静电接地安装应符合的要求。

1 本款为强制性条文,必须严格执行。有静电接地要求的管道,法兰间应设导线跨接;因为介质在管道内流动时会产生静电积聚,设导线跨接,可确保整个管线的导通性,达到防爆目的。

4.3.7 本条为强制性条文,必须严格执行。规定压力试验前的必备条件,是为了确保人身、设备安全,既保证试验段管道全部参加试验,又与其他系统严格隔离。

5 燃气轮机本体

5.3 燃气轮机本体安装

5.3.10 本条为强制性条文,必须严格执行。燃气轮机若发生动、静摩擦,或在透平或压气机内部有其他硬物残留,必将对高速旋转的燃气轮机设备造成重大损坏;因此,首次手动盘动燃气轮机转子时,应检查确认盘车力度是否合适,有无异常声音等,以判断其动、静部件无摩擦及其他异常情况,确保主要设备安全运行。同时,盘动转子时,应采取措施保护转子部件,不得采用可能损伤设备的盘车工具,以保护转子设备。

5.6 燃气轮机进气、排气设备安装

5.6.4 本条为强制性条文,必须严格执行。本条规定进气系统安装完毕后,必须进行清洁度检查,且所有螺栓、定位销等可能松动的部件均应采取防松措施,以确保进气系统过滤器后无异物随气流进入高速旋转的压气机内,保护压气机设备的安全运行。

6 燃气轮机附属系统

6.2 燃机附属机械、辅助设备

6.2.6 本条为强制性条文,必须严格执行。油系统的事故放油阀是油系统发生火灾事故时防止事故扩大、危害人身及设备安全的重要设施,因而在设计当初就应予以充分考虑,且在安装中高度重视。

7 燃气轮机及附属系统调整、启动、试运行

7.4 天然气管道吹扫及系统气体置换

7.4.4 本条为强制性条文,必须严格执行。天然气管道安装完成后,应做吹扫,吹扫的目的是清洁管道系统。为确保吹扫效果,常采用增压爆破吹扫等方法,系统内吹扫气体压力瞬间可达到0.6MPa左右,为了确保人身安全,吹扫口应设在开阔地段,吹扫时应设安全区域,吹扫出口前严禁站人。

7.4.5 本条为强制性条文,必须严格执行。为防止系统内气体爆炸,天然气管道吹扫气体严禁采用氧气和可燃性气体。

7.4.9 本条为强制性条文,必须严格执行。为防止爆炸,天然气系统包括设备及系统内管路在投运前必须进行气体置换。气体置换一般采用惰性气体为中间介质的间接置换法。

7.4.12 本条为强制性条文,必须严格执行。天然气是一种易燃、易爆、无色、无味气体,天然气置换是一项非常危险的工作,若置换方案不当或操作失误,可能发生恶性事故,给人民群众的生命和财产造成损失。所以,本条严格规定天然气置换时,试验设备及管路附近应设警戒区,无关人员严禁入内。

7.4.13 本条为强制性条文,必须严格执行。天然气是一种易燃、易爆、无色、无味气体,为确保安全,严禁携带火种及其他可能产生静电的物件进入天然气区域,如不得携带移动通信设备、穿带钉子的鞋和可能产生静电的服装等。

7.4.16 本条为强制性条文,必须严格执行。天然气是一种易燃、易爆、无色、无味气体,为防止天然气泄漏产生爆炸隐患,在天然气置换过程中应配备充足的可燃气体泄漏检测工具,及时对危险区域的可燃气体浓度进行检测,发现漏点,及时采取通风等措施放

散,并消除漏点。同时,安装有天然气设备的建筑物内,通风系统应正常投运,做好预防措施,避免人民群众的生命和财产遭受损失。

7.5 控制油、润滑油系统冲洗及试运行

7.5.5 本条为强制性条文,必须严格执行。抗燃油具有轻微毒性,与人体皮肤直接接触将危害人的健康,所以,施工中应戴耐油手套、穿防护服等以避免人体皮肤与抗燃油直接接触,保护人的身体健康。

7.6 二氧化碳灭火系统调试

7.6.4 本条为强制性条文,必须严格执行。燃气轮机设备本身设置有一封闭罩壳,并配备独立的二氧化碳灭火系统。为防止燃气轮机罩壳内起火造成人员伤害或设备损坏,燃气轮机在备用和运行期间,二氧化碳灭火系统应投入运行。

8 工程质量验收

8.1 工程质量验收的划分

8.1.1、8.1.2 联合循环燃气轮机工程质量验收划分应根据机组形式的不同,按主体工程和附属工程进行单位工程的划分,其中燃气轮机本体安装、燃机附属机械和辅助设备(系统)安装、燃机附属管道系统安装是联合循环机组中常规的三个主要部分,因此划分为三个单位工程。为了现场验收工作的可操作性又进一步划分为分部工程、分项工程、检验批。

8.2 工程质量验收

8.2.1 联合循环燃气轮机工程安装完成后应按本条规定进行工程质量的验收,办理验收签证。

8.2.2、8.2.3 这两条规定了检验批、分项、分部、单位工程施工质量验收合格的标准;规定了质检人员应持证上岗并应有明晰的职责范围,以强化验收,界定责任。

8.2.4 本条参考现行国家标准《工业安装工程施工质量验收统一标准》GB 50252—2010 规定了工程质量验收的流程以及验收具备的条件和验收时的组织及实施单位。

8.2.5 本条对工程建设强制性条文内容的检查规定了“应有专项记录或签证”,做到有据可查。

8.2.6 隐蔽工程是工程建设质量控制的主控项目,本条规定了隐蔽工程在隐蔽前应进行签证验收并形成记录文件,验收不合格不得进行下道工序施工。

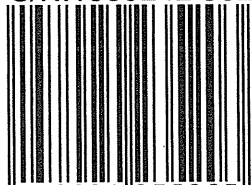
8.2.9 本条作出了现场不进行验收的四个方面规定,主要是从国家的产业政策、项目重要程度和工程可追溯性方面考虑。

8.2.10 考虑到现场实际情况可能要出现不符合项,本条规定了施工质量验收出现不符合时应进行的处理,分施工质量原因和设备制造原因两个方面进行了描述,对不符合的处理方法以及处理后应进行的验收程序和所形成文件进行了规定。

8.2.11 本条提出联合循环燃气轮机工程验收应提供的工程施工文件,列出了主要施工文件的名录,根据工程的实际情况可适当增减。

8.2.12 本条是对联合循环燃气轮机工程施工技术文件管理提出的要求。施工技术资料应正确、真实地记录施工过程并具有可追溯性,因此强调及时编制、及时收集,与现场施工过程同步进行。

S/N:1580242·352



9 158024 235203 >

统一书号: 1580242·352

定 价: 15.00元