



中华人民共和国国家标准

GB/T 14099.3—2009/ISO 3977-3:2004

燃气轮机 采购 第3部分:设计要求

Gas turbines—Procurement—Part 3: Design requirements

(ISO 3977-3:2004, IDT)

2009-04-13 发布

2010-01-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言	· Ⅲ
1 范围	· 1
2 规范性引用文件	· 1
3 术语和定义	· 2
4 基本要求	· 7
4.1 概述	· 7
4.2 特定的现场条件	· 7
4.3 运行要求	· 7
4.4 使用要求	· 8
4.5 旋转设备要求	· 9
4.6 其他设备要求	· 10
4.7 振动与动力学	· 11
5 成套与辅助设备	· 14
5.1 基本设计	· 14
5.2 辅助设备	· 16
6 控制与仪器仪表	· 25
6.1 控制系统	· 25
6.2 起动	· 26
6.3 加载	· 26
6.4 卸载与停机	· 26
6.5 通风与清吹	· 28
6.6 燃料控制	· 28
6.7 调速与限制	· 29
6.8 污染排放控制	· 30
6.9 超速保护	· 30
6.10 保护系统	· 31
6.11 压气机清洗系统	· 33
6.12 控制系统要点	· 33
6.13 控制屏的安装	· 34
6.14 可操作性与诊断	· 34
6.15 数据通信	· 34
6.16 特殊用途	· 34
附录 A (资料性附录) 资料清单	· 36
附录 B (资料性附录) 适合本部分应用的国家或国际标准列表	· 50
参考文献	· 52

前 言

GB/T 14099《燃气轮机 采购》由如下部分组成:

- 第1部分:总则与定义
- 第2部分:标准参考条件与额定值
- 第3部分:设计要求
- 第4部分:燃料与环境
- 第5部分:在石油和天然气工业中的应用
- 第6部分:联合循环
- 第7部分:技术信息
- 第8部分:检查、试验、安装和调试
- 第9部分:可靠性、可用性、可维护性与安全性

本部分为 GB/T 14099 的第3部分。

本部分等同采用 ISO 3977-3:2004《燃气轮机 采购 第3部分:设计要求》(英文版)。

为方便使用,本部分做了如下编辑性修改:

- 将“国际标准的本部分”改为“本部分”;
- 用小数点“.”代替作为小数点的逗号“,”;
- 删除了国际标准前言,国际标准引言用我国的语言方法表述;
- 对 ISO 3977-3:2004 引用的其他国际标准,有被采用为我国标准的用我国标准代替对应的国际标准,未被我国标准采用的直接引用国际标准;
- 将 ISO 3977-3:2004 中 4.1、4.4 引用的“ISO 3799-5”改为“ISO 3977-5”,4.5.4.4 引用的“ISO 37899”改为:“ISO 3977”;
- 本标准引用文件中增加了 ISO 3977-3:2004 正文中引用的 API 670、ISO 11342(已被采用为 GB/T 6557—1999)和 ISO 3977-5;
- 对 ISO 3977-3:2004 中个别条款的陈述改为用我国语言方式叙述。

本部分的附录 A、附录 B 为资料性附录。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国燃气轮机标准化技术委员会(SAC/TC 259)归口。

本部分起草单位:南京燃气轮机研究所、中国一航沈阳发动机设计研究所、上海汽轮机有限公司、南京汽轮电机(集团)有限责任公司、哈尔滨汽轮机厂有限责任公司、东方汽轮机厂、中国联合工程公司、陕西鼓风机(集团)有限公司、中国一航沈阳黎明航空发动机(集团)有限责任公司。

本部分主要起草人:娄马宝、李孝堂、崔耀欣、刘卫宁、吴爱中、赵世全、邓爱平、於志平、姜国栋、曲风蓉。

燃气轮机 采购

第 3 部分:设计要求

1 范围

GB/T 14099 的本部分给出了采购方从成套商采购各种用途的燃气轮机和燃气轮机系统(包括用于联合循环系统的燃气轮机)及其辅助设备的设计要求,同时,为采购过程提供帮助和技术信息。

本部分不涉及设备安装地需遵守的地方或国家的立法规定。

本部分适用于开式系统中的简单循环、联合循环和回热循环的燃气轮机。本部分不适用于推进式飞机、筑路和运输机械、农业用和工业用的牵引机械和公路车辆用的燃气轮机。

本部分的基本内容也适用于利用特殊热源(例如化学过程、核反应堆、增压锅炉)的燃气轮机。

GB/T 14099 的相关部分适用于闭式和半闭式的系统。

注:关于燃气轮机特殊应用方面的附加要求在 ISO 3977-5 中说明。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 14099 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分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部分。

注:对于无 ISO 标准可利用的情形,通过采购方与成套商之间的相互协商一致,可用附录 B 中所给出的其他国家的标准作为指导准则。

GB 755—2008 旋转电机 定额和性能(IEC 60034-1:2004, IDT)

GB/T 6075.1—1999 在非旋转部件上测量和评价机器的机械振动 第 1 部分:总则(idt ISO 10816-1:1995)

GB/T 6075.4—2001 在非旋转部件上测量和评价机器的机械振动 第 4 部分:不包括航空器类的燃气轮机驱动装置(idt ISO 10816-4:1998)

GB/T 6557—1999 挠性转子机械平衡的方法和准则(idt ISO 11342:1998)

GB/T 11348.1—1999 旋转机械转轴径向振动的测量和评定 第 1 部分:总则(idt ISO 7919-1:1996)

GB/T 11348.4—1999 旋转机械转轴径向振动的测量和评定 第 4 部分:燃气轮机组(eqv ISO 7919-4:1996)

GB/T 14099.8—2009 燃气轮机 采购 第 8 部分:检查、试验、安装和调试(ISO 3977-8:2002, IDT)

GB/T 14099.9—2006 燃气轮机 采购 第 9 部分:可靠性、可用性、可维护性和安全性(ISO 3977-9:1999, IDT)

GB/T 15135—2002 燃气轮机 词汇(ISO 11086:1996, MOD)

GB/T 18345.1—2001 燃气轮机 烟气排放 第 1 部分:测量与评估(idt ISO 11042-1:1996)

GB/T 18345.2—2001 燃气轮机 烟气排放 第 2 部分:排放的自动监测(idt ISO 11042-2:1996)

ISO 1940-1:2003 机械振动 刚性转子的平衡质量要求 第 1 部分:残留不平衡允许量的测定

ISO 3448 工业用液体润滑剂 ISO 黏度分类

ISO 3977-1:1997 燃气轮机 采购 第 1 部分:总则与定义

- ISO 3977-2:1997 燃气轮机 采购 第2部分:标准参考条件与额定值
- ISO 3977-4:2002 燃气轮机 采购 第4部分:燃料与环境
- ISO 3977-5:2001 燃气轮机 采购 第5部分:在石油和天然气工业中的应用
- ISO 7919-2:2001 机械振动 旋转机械转轴径向振动的测量和评定 第2部分:陆地安装的大型汽轮发电机组
- ISO 10441:1999 石油与天然气工业 用于机械动力传送的柔性联轴器 特殊应用方面
- ISO 10442:2002 石油、化工及燃气服务业 快装式整体化齿轮传动离心式空气压缩机
- ISO 10494:1993 燃气轮机与燃气轮机机组 排放的空传噪声的测量 规划/测定方法
- ISO 10814:1996 机械振动 机器对不平衡的敏感性与灵敏度
- ISO 10816-2:2001 在非旋转部件上测量和评价机器的机械振动 第2部分:50 MW以上的大型陆装汽轮发电机组
- ISO 13691:2001 石油与天然气工业 高速专用齿轮装置
- ISO 13709:2003 石油、石化及天然气工业用的离心泵
- ISO 15649:2001 石油与天然气工业 管道系统
- API 670 非接触振动及轴向位置监测系统
- ASME 锅炉与压力容器规范第Ⅸ分册
- ASTM A 194 高压和高温用螺栓碳素钢和合金钢螺母规格
- ASTM A 307 碳素钢外螺纹标准紧固件规格
- IEC 60079(所有部分) 用于爆炸性气体环境的电气设备
- NACE MR 0175/ISO 15156 石油天然气工业/在油气生产中,在含硫化氢环境中使用的材料

3 术语和定义

在 ISO 3977-1、ISO 3977-2、GB/T 14099.8、GB/T 14099.9、GB/T 15135 中以及下面所列的术语和定义均适用于本部分。

3.1

航机派生(衍生)型燃气轮机 **aero-derivative**

航机改型燃气轮机

以航空涡轮发动机为基础改型、发展派生而成的非航空用途的一种轻型的燃气轮机。

3.2

防冰系统 **anti-icing system**

将进入空气过滤器或压气机的空气进行加热的系统,以防止过滤器或压气机进口出现霜或冰。

3.3

区域分类 **area classification**

根据可燃气体或油气可能出现的不同浓度等级所作区域的分类。

3.4

雾化空气 **atomizing air**

使喷嘴出口的液体燃料雾化的压缩空气。

3.5

双燃料运行 **bi-fuel operation**

燃气轮机用两种不同燃料(不进行预混)同时运行。例如:气体燃料和燃油均能运行。

3.6

逆止挡板 **back draft damper**

具有绕偏心枢轴转动的挡板装置,当工质反向流动时关闭并到位。

注:其功能是为了在备用装置中防止逆流。挡板通常安装在通风机出口处。

3.7

聚结元件 coalescing element

具有积聚、截留并排放空气中水分特性的纤维材料组成的结构。

3.8

基座 column mounting

安装底盘的分散支承体。

3.9

冷却周期 cooling period

紧随燃气轮机停机后采取措施保护机组的一段时间。

例如：在润滑和盘车过程中。

3.10

临界转速 critical speed

与轴系固有振动频率和强迫振动频率一致，导致机组共振时相对应的转速。

注：如果一个周期性强迫现象的谐波成分的频率等于或接近转子振动任何模态的频率，共振状态有可能出现。如果共振在某一转速出现，该转速称为临界转速。

3.11

被驱动装置 driven unit

由燃气轮机驱动的装置。

例如：发电机、泵或压缩机。

3.12

双燃料系统 dual fuel system

允许燃气轮机分别用两种不同燃料运行的系统。

3.13

电测量与机械测量的晃动量 electrical and mechanical run out

当转子在燃气轮机中或轴颈表面支持在 V 形垫板上，以很低转速旋转（慢滚）时，监视转子振动轨迹的感应式间隙测量传感器的总读数。

注：该读数包括机械效应（偏心度、椭圆度或表面的任何凹凸不平度）和电效应（转子表面材料的剩磁与电性质的不均匀性）。

3.14

罩壳 enclosure

用于保护人员及设备免受环境的影响，包括防火、冷却以及可以衰减噪声的屏障。

注：它也可用于燃气轮机冷却区域和危险区域的隔离。

3.15

紧急停机 emergency shutdown

为最大限度地减少或防止意外事故，人员遭遇危险或设备即将产生损坏时以手动或自动方式立即执行的燃气轮机停机。

3.16

过滤器级 filter stage

为去除特定环境中的污染物，按给定的效率和压力降而设计的过滤系统的部件。

注：一个级可以是一种特定的介质、一个惯性分离器、一个除雾器或一个自清洁部件。多级过滤器是各种不同过滤器级的组合。

3.17

外物损坏 foreign object damage

来自外界的物体进入流道对燃气轮机部件造成的损坏。

3.18

高压转子 high-pressure spool

与低压级无关,由高压透平及其驱动的高压压气机转子组成的转子装配体。

3.19

燃气热通道温度 hot gas path temperatures

在燃气轮机热通道的任何地方的温度,通常在燃烧系统下游某点测得的燃气温度。

3.20

惯性除雾器 inertial mist eliminator

由一组弦向弯曲的垂直百叶窗组成,并利用其压力侧后缘的收集唇边,通过惯性作用,将主空气流中的水分分离、截留和去除的装置。

3.21

进气室 inlet plenum

紧邻压气机进口前的腔室。

注:通常这更多地应用于航机派生的燃气轮机,它们要求进入压气机的气流不受扰动。

3.22

填埋气运行 landfill gas operation

以废料的自然分解而产生的可燃气体作为燃气轮机燃料的运行模式。

3.23

加载 loading

通过发电机、泵或压缩机等被驱动装置给燃气轮机施加负荷。

3.24

低压转子 low-pressure spool

与高压级无关,由低压透平及其驱动的低压压气机转子组成的转子装配体。

3.25

爆炸下限 lower explosion level

空气中可燃气体的最低浓度,在低于该浓度时不会发生爆炸。

3.26

误同步 mal-synchronization

当交流发电机电压的相位与电网电压的相位不同步时,交流发电机与该电网的连接。

3.27

最大持续转速 maximum continuous speed

该转速等于电网规定的上限频率的相应转速(用于驱动发电机)。

3.28

最大持续转速 maximum continuous speed

该转速等于被驱动机械规定的在任一运行工况下最高转速的105%(用于驱动机械设备)。

3.29

多平面动平衡 multiplane dynamic balancing

通过使放置在轴承上转子的旋转,沿其长度方向的多个平面做平衡校正。

3.30

净比能 net specific energy

给定固定成分的燃料内具有的最小能量,不计及由燃烧产生的水汽凝结所释放的潜热。

注1:用J/m³[15℃和101.3kPa(1.01325bar)]或J/kg表示。

注2:净比能也称为净热值或低热值。

3.31

压气机离线清洗 off-line compressor washing

在燃气轮机低速转动或盘车状态下,对压气机进行清洗的方法。

3.32

压气机在线清洗 on-line compressor washing

在燃气轮机带负荷情况下,通过向压气机进气口喷射清洁液而进行清洗压气机的方法。

3.33

工作转速的范围 operation speed range

受燃气轮机设计的限制,根据使用要求所规定的从最小到最大持续转速的范围。

3.34

成套商 packager

负责对其供货范围内的设备和辅助系统进行技术方面协调的供货商。

注:这包含对诸如以下要素的责任:功率要求、转速、旋转、总体布置、联轴器、动力学、噪声、润滑、密封系统、材料试验报告、仪器仪表、管道及部件的试验。

3.35

可能的最大功率 potential maximum power

当使燃气轮机在允许的最高工作温度、额定转速或制造商所规定的其他限制条件下且在现场规定的数值范围之内运行时可能产生的功率。

3.36

过程控制器 process controller

通过燃气轮机转速的控制,对诸如被驱动装置过程变量(例如:泵的吸入压力)进行的控制。

3.37

保安轴 quill shafts

具有可扭转和横向柔性的截面减小的轴。

注:它也可设计成当驱动扭矩超过一个预定值时轴将产生破坏。

3.38

复位 reset

在故障停机或起动失败情况之后,允许控制系统重新起动而执行的操作(通常为手动)。

3.39

剩磁 residual magnetism

在制造或使用过程中磁性物质在磁场中产生并留有的磁性。

3.40

扁平电缆线 ribbon cable wiring

平行布置、互相绝缘的多芯扁平状的导线。

3.41

动叶片 rotor blade

固定在轮盘或转子上的叶片。

3.42

转子动力学 rotor dynamics

对转子-轴承支承系统的横向和扭转扰动而进行运动的分析。

3.43

安全区 safe area

爆炸性气体存在量少,以致不需要对火源采取特殊预防措施的区域。

3.44

自持转速 self-sustaining speed

燃气轮机转子能够正常运行的最小转速,此时,不需外力来维持燃气轮机的稳态运行。

3.45

使用寿命 service life

在工作条件下零部件可履行其功能的累计时间。

3.46

剪切式联轴器 shear type coupling

剪切销 shear pin

通过具有收缩横截面的一个或多个剪切销,按照联轴器法兰对法兰的接口要求进行传动的联轴器,该截面设计成当驱动扭矩超过某个预定值时破坏。

3.47

自动停机 shutdown automatic

由操作员一次操作产生的完全由控制系统执行燃气轮机停机的方式。

注:这种停机通常不闭锁再次起动企图,且不要求复位操作。

3.48

手动停机 shutdown manual

以手动方式逐步控制燃气轮机停机的方式。

注:这种停机通常不闭锁再次起动企图,且不要求复位操作。

3.49

半自动停机 shutdown semi-automatic

以部分手动方式进行或控制燃气轮机停机的方式。

注:这种停机通常不闭锁再次起动企图,且不要求复位操作。

3.50

起动 starting

使燃气轮机及所驱动的设备从准备起动到准备加载状况的动作过程。

3.51

绞合导线 stranded conductors

具有许多导线组成核心导体的电缆。

3.52

不间断电源 un-interruptible power supply

在主电网故障情况下能维持一定时间的电源。

3.53

Wobbe 指数 WI wobbe index WI

燃料热值除以燃料比重(相对于空气)的平方根所得的值。

[ISO 3977-4]

注1:在规定的状态下从通过燃料调节阀的气体燃料得到的热量输入与 Wobbe 指数成正比。

注2:Wobbe 指数存在其他定义,采购方与成套商之间应对气体燃料 Wobbe 指数的定义方法协商一致。

3.54

I 区 zone I /div I

在正常运行中可能出现易爆气体的区域。

3.55

II 区 zone II /div II

在正常运行中不可能出现易爆气体的区域,如果出现,将只在短时间内存在。

4 基本要求

4.1 概述

本条包括采购方向成套商采购用于各种用途燃气轮机和燃气轮机系统的基本要求,包括联合循环系统及其辅助设备在内。有关燃气轮机特殊用途情况的附加要求在 ISO 3977-5 中叙述。本条提供采购过程中要用到的技术信息和帮助。

4.2 特定的现场条件

4.2.1 现场条件

采购方应按如附录 A 中给出的资料清单向成套商提供准确的现场情况资料。采购方应确定该成套设备安装在户内还是户外。

4.2.2 现场工作点

采购方应在资料清单上规定现场特定的工作点(类似于附录 A 之表 A.1 中所包括的那些)。除非另作规定,燃气轮机设计应在给定的热耗率偏差范围内,给出无负允差的现场额定功率。

4.2.3 初步设计评审

许多因素(例如管道与导管的载荷、在运行状态下的对中、支承结构和现场装配)可对现场性能产生不利影响。为使这些因素的影响减至最小,成套商应对采购方的管道、导管和基础的图纸进行审查与评定。

4.3 运行要求

4.3.1 运行准则

成套设备应当在规定的验收准则范围内,在试验台和/或在永久性基础上运行。

对燃气轮机成套设备应作机械设计,以便在设计的输出功率下连续工作。成套设备的所有部件应当是为在与尖峰负荷或低环境温度的特性相对应的可能的最大功率下工作而设计的,如:联轴器、齿轮和被驱动机械这类部件不应对其机组的输出施加机械限制。

当一台机组以高于尖峰负荷间歇运行时,其部件可具超负荷工作能力或缩短其使用寿命。

采购方应在资料清单上规定可以使用的共用设备。成套商应按资料清单上所要求规格提供共用设备(见附录 A 中表 A.1)。

4.3.2 温度和转速的限制

在成套商允许的温度范围内,应满足下面的要求。

当在转速控制系统完全起作用的条件下,由瞬时失去最大负荷而引起超速时,设备不应损坏或不需要检查。

以下因素引起超速时,设备不应损坏:

- a) 燃料调节阀在全开位置出现故障,瞬时失去最大负荷;
- b) 由主驱动联轴器(例如剪切销离合器)的破坏而引起瞬时失去负荷。

如果出现以上超速情况,成套商应通知采购方作何种检查。

必须注意确保所有相连接的设备(包括以电动、机械或液压方式连接的辅助设备)能承受相应的超速。

4.3.3 起动要求

采购方应确定影响起动循环程序或持续时间的操作要求。

成套设备的设计应允许从任何状态立即进行再起(即热起动或冷起动)。在建议书中应对任何限制作出规定。制造商应提供为满足该要求所需要的盘车装置(见 6.2)。

4.3.4 瞬态要求

在瞬时负荷状态下的运行稳定性应满足采购方特定要求。这些要求应用负荷、转速与时间的参数关系明确地加以规定。

4.3.5 控制要求

由成套商设计的成套设备控制系统应对程序启动、稳定运行、异常情况的报警、运行的监测及在机组一旦发生损坏时成套设备的停机作出规定(见第6章)。

4.3.6 仪器仪表与通信

采购方应规定仪器仪表、数据采集、数据传输及与整个设备的系统接口的要求(见第6章)。

4.3.7 燃料

燃料系统应当是可用常规燃料或其替代品或在 ISO 3977-4 中所规定的启动燃料。成套商应将燃料对燃气轮机成套设备的运行和设备寿命的影响告知采购方。

4.3.8 烟气排放量

燃气轮机的烟气排放量(主要为 NO_x 、 CO 、 UHC 、 SO_x 、烟与颗粒物)在很大程度上取决于所使用的燃料和燃气轮机的运行状态,因此在采购方与成套商之间应就为满足规定的烟气排放量限值所要求的条件协商一致。

除非另有规定,则应满足燃气轮机运行所在国生效的国家立法所要求的限值。对于无相应的国家立法时,采购方与成套商之间应将限值协商一致。

在所有情况下,应根据 GB/T 18345.1 和 GB/T 18345.2 进行烟气排放量测量。采购方应规定烟气排放量控制方法(见 4.6.2 和 5.2.8.5)。

4.3.9 噪声

如果对噪声控制加以规定,应符合 ISO 3977-4 的要求。在资料清单中采购方应对适用的近场或远场或邻近地区噪声的特定限制作出规定。

采购方应提供允许的近场、远场及建筑物内的噪声等级。

应根据 ISO 10494 进行燃气轮机和燃气轮机成套设备的噪声测量。

4.4 使用要求

4.4.1 设计寿命

除非另有规定,本部分所涉及的燃气轮机成套设备应由成套商针对下面的最低限度设计准则(与 GB/T 14099.2 中所定义的 D 类、区段 IV 相对应)进行设计与建造:

- 20 年或 100 000 运行小时的设计寿命,以先到者为准;
- 8 000 小时的燃气热通道检查周期;
- 24 000 小时的大修时间间隔。

由以下因素可导致较短的检查和检修的时间间隔:

- 用非天然气的其他燃料运行;
- 具有注水或注蒸汽的运行情况;
- 非 D 类、区段 IV 的运行方式;
- 特殊设计。

成套商应负责在其建议书中明确为达到上述的寿命和检修时间间隔所需要的特定设备和维护方法。

4.4.2 对机组的责任

当成套设备按照成套商制定的规程运行和维护时,成套商应对燃气轮机成套设备的性能和机械上的完整性负责。

4.4.3 检查计划

在成套商的建议书中应陈述推荐采用的检查、正常维护及大修的时间间隔。

在规定的现场条件下,所有设备在不超过最短四个星期的不运行期内,不要求执行任何专门的维护。

4.4.4 检查与维护空间

成套设备应设计成易于运行与维护,且能在燃气热通道检查之间要做的全部维护工作提供适当的空间。成套商的建议书中应明确专用的工具和方法。

在无需燃气轮机解体的情况下,利用内窥镜或其他仪器对燃气通道的旋转部件和燃烧系统的所有部件进行全面检查,成套商应提供使用方法和任何专用设备的详情。

4.4.5 动力系统本体设备的可维修性

应将所有主要设备设计成能够进行快捷且经济的维修。应将诸如气缸部件和轴承箱体之类的零部件设计(有台肩或用圆柱销钉)并制造成能在复装配过程中确保准确的对中。静叶片、喷嘴、密封、轴承、隔板、部件及旋转元件应最好能在现场更换。如有要求,成套商应在建议书中说明为达到上述目的所需要的专用工具。如果设备的设计不允许进行这样的更换,成套商应在建议书中说明进行维修所使用的方法。

4.5 旋转设备要求

4.5.1 联轴器

基于可能传递的最大功率,应按最大连续扭矩确定联轴器尺寸。

作发电用途时,除非提供了剪切式联轴器,否则应按能承受发电机故障状态的最恶劣情况来确定传输发电机负荷的联轴器尺寸。

应当对联轴器的各个部件分别进行动平衡,然后将它们装配成一个完整的联轴器,作为一个装配体对它也需作动平衡。

联轴器-轴的连接机构应当设计并制造成能传递至少与联轴器最大连续扭矩相等的动力。

联轴器中间件的长度应满足拆除和更换轴承与密封的要求,而不影响主设备,当不可行时,应使部件的拆除量保持在最低限度,且不应影响被驱动的设备。

如果作明确规定,主负荷联轴器应符合 ISO 10441。联轴器的制造、类型和安装方案,应由采购方与成套商协商一致。除非另有规定,应提供带中间件的联轴器。

4.5.2 辅助齿轮

燃气轮机驱动装置可利用辅助齿轮实现起动和盘车功能、驱动润滑油泵、液体燃料泵及轴承油池回油泵。主负荷齿轮可利用辅助齿轮装置实现主负荷成套装置的润滑油泵驱动、起动及盘车功能。

辅助齿轮应符合协商一致的标准,且至少应按其传递最大功率的 110% 进行设计。

4.5.3 负荷齿轮

除非另作规定,负荷齿轮的设计、试验及应用应符合 ISO 13691 和采购方的技术规范。采购方应说明相关的齿轮载荷数据。

负荷齿轮的最小额定功率应至少等于根据采购方所陈述的环境温度范围而确定的燃气轮机的最大输出功率。如果这使得齿轮额定功率过大,成套商与采购方可就实际使用的齿轮额定功率或功率限制控制器达成一致。

在负荷齿轮的设计中也应规定最小载荷,以利于临界转速和轴承的稳定性。采购方应规定最小载荷。

4.5.4 被驱动设备

4.5.4.1 概述

一般说来燃气轮机驱动的设备将包括:

- a) 轴流式压缩机;
- b) 离心式压缩机;
- c) 离心泵;
- d) 交流发电机;

或它们的组合。

4.5.4.2 离心式与轴流式压缩机

除非另有规定,离心式压缩机的设计、试验和安装应符合 ISO 10442 和采购方的技术规范。对轴流式压缩机来说,ISO 10442 可作为指导使用。

压缩机设备可含有密封油或密封气的配置。对于使用密封油系统时,只有在采购方认可的情况下才可以使用组合的密封油/润滑油系统。如果规定使用分开的系统,在成套商的建议书中应说明防止两个系统之间窜油的措施。

采购方应提供包括气体流量、工作压力、温度范围及气体组成等的压缩机性能要求。

4.5.4.3 离心泵

除非另有规定,离心泵的设计、试验和安装应符合 ISO 13709 和采购方的技术规范。

采购方应提供关于流量、工作压力和温度范围等的离心泵性能要求与液态流体的性质。

4.5.4.4 往复式压缩机

本部分对燃气轮机驱动的往复式压缩机成套设备不作说明。采购方和成套商应就与往复式压缩机有关的扭转振动与特定的成套装置的独特设计问题协商一致。

4.5.4.5 发电机

发电机应根据采购方的要求与技术规范进行设计并应满足 GB 755 的要求。

发电机的额定功率以及要由成套商提供的电气硬件和仪器仪表应由采购方规定。

成套商应提供在诸如附录 A 的表 A.6 中给出的资料清单上所表明的设备。采购方与成套商应就所要求设备的供货范围和位置协商一致。

当有明确规定时,检查和试验应符合 GB/T 14099.8。

成套设备的设计应能耐短路状态或同步故障,而不对机械系统设备产生永久损坏。对于不使用扭矩限制装置(即剪切键钉、空心轴等)而不能满足这些要求时,在成套商的建议书中则应对该事实作适当说明。

4.5.5 机械驱动情况(变转速情况)

应用于驱动机械的燃气轮机机组输出轴的运行转速范围应适当满足采购方在资料清单上规定的所有工况。对于为某些应用,仅规定一个工况的情形,一般说来,单轴机械的转速范围最大为 25%(额定转速的 80%~105%),双轴或多轴机械的转速范围最大为 55%(额定转速的 50%~105%)。实际的转速范围应在采购方与成套商之间互相协商一致。在资料清单上规定的所有工况下和在这些工况之间的范围内,燃气轮机应具有满意的机械性能。在所有工况下,机组应能无损坏地运行到跳闸转速的设定值。

当采购方与成套商之间协商一致,且与过程装置有关的某些预定的安全准则得到满足时,才能开始进行起动程序和停机程序。这也意味着将使装置的控制阀门按预定的顺序动作。机械约束与过程限制应在这些程序建立的过程中予以考虑(见 6.2)。

4.6 其他设备要求

4.6.1 罩壳

如果有明确规定时,为满足采购方隔音、防风雨和/或防火要求,应提供合适的罩壳。罩壳应设计成确保成套设备能满足运行、维修、使用寿命及安全的要求。

4.6.2 注蒸汽或注水

如果有明确规定时,为增加机组的功率容量或进行排放控制,燃气轮机应设计成允许注蒸汽或注水。成套商应规定要求的注入介质的品质和数量(见 5.2.8.5)。

4.6.3 油箱与箱体

包含运动的被润滑零部件(诸如轴承、轴封、高度抛光零件、仪器仪表及控制元件)的油箱与箱体应设计成能在工作和停机期间使水分、灰尘及其他异物的污染减至最小。

4.6.4 电动机与电气设备

在危险区域的电动机、电气元件及电气装置应满足 IEC 60079 相关部分的要求。成套商/供货方应按照 IEC 60079-10 对潜在的各种释放爆炸气体的危险区域进行分级。

注：如果对易燃物质采取了有效的可靠隔离措施，就可证明停机时装置是安全的，在这种状态下可采用不带防护的电气装置。

4.6.5 专用工具

当采购方要求专用工具和夹具以便对成套设备进行拆卸、装配或维修时，应将其包含在报价书中，若有明确规定，应作为成套设备初始供货的一部分。对于多台机组装置来说，采购方与成套商应就专用工具和夹具的数量要求协商一致。在设备的制造厂装配和试验后拆卸的过程中应使用与其类似的专用工具。

当提供专用工具时，应将它们分别装在永久性的工具箱中，并对其加上“用于(标牌/件号)的专用工具”的标记。应对每件工具打上印记或附以金属标牌以表明其用途。

4.6.6 干式低排放的燃烧室

若采购方作了明确规定，为控制 NO_x 和 CO 的排放量，应对燃气轮机配装低排放的燃烧室。成套商应向采购方证明其系统无损害性的噪音及逆燃现象。

4.6.7 烟气催化转换器

若采购方作了明确规定，为满足较为严格的排放量立法规定，应对燃气轮机配装烟气催化转化器。

4.7 振动与动力学

4.7.1 概述

本条涉及燃气轮机及与其相连的被驱动设备的转子动力学。

振动会影响到设备的可用性与安全性，且可引起设备的损坏。一般说来振动是系统对激振因素的响应。透平机械最常见的激振因素是不平衡，它会引起横向振动。共振状态下的转子转速也称为临界转速。可以测量横向振动，并将其用于监视和保护。进行平衡能减少不平衡激振作用，故在装配和维修中得到应用。在发动机设计中应解决不平衡激振的敏感性。扭转激振因素能引起扭转振动。这种振动是比较难测量的。在轴系的设计阶段应解决这个问题，这是因为扭转振动的模态一般具有比较低的阻尼特性。

成套商应确保每个部件符合相应的部件标准，并使单个部件满足转子动力学的设计要求。

旋转机械的部件即使在未连接单独运行时能满意地工作，但在通过其轴和基础将它们连接后，仍会产生强烈的振动。在设计阶段对轴系进行系统分析后就可对运行中的振动问题采取消振措施。

成套商应确保整个动力系统的共振频率(转子横向、系统扭转及叶片的模态)处在允许的范围。该组合应适用于规定的运行转速范围，其中包括该系统起动转速的保持点的要求。应向采购方提交所有应避免的转速一览表。还应将这个表包括在技术手册中，且为防止出现不满足要求的转速范围，最好将这些数据编程输入到控制系统中。

一般来说成套商对整个轴系的横向和扭转的振动分析负责。轴的所有临界转速、在整个起动与工作转速范围内驱动装置和被驱动设备的激振频率的相应模态，以及由采购方确定的任何外部激振力均应提供所规定的分隔范围，以防止一个跟着一个的激振。所有这些模态应规定足够大的频率范围，可以将支承基础的自然频率设计在该范围内。在成套装置设计前应完成这种分析。

4.7.2 横向振动(临界转速)

4.7.2.1 概述

如果燃气轮机是该型号的第一台，或者其负荷联轴器作了改动，或者采用了刚性联轴器，或者轴承支承作了修改，建议对该系统的横向振动特性进行分析。挠性联轴器或细长中间轴允许对各个部件分别进行横向振动分析。

在运行中应对横向振动进行测量和监视。轴系所要求的振动传感器的类型和数量取决于机器支承

的类型。因此可以根据下面特定的机器结构特征选择轴的相对振动测量或轴承振动测量。

a) 刚性支承

如果支承的动态刚度显著高于油膜的动态刚度,则轴的相对振动测量是比较敏感的,且应将其用于机器保护。

b) 挠性支承

如果支承的动态刚度显著低于油膜的动态刚度,轴承的振动测量是比较敏感的,则应将其用于机器保护。

对于在这两种选择之间存在不肯定的情形,可以利用在瞬态和稳态运行下对机器用两种测量方式所得到的敏感性去作决定。

ISO 10814 建立了对机器不平衡的典型敏感性进行评估的方法,应将这些方法主要用在设计分析阶段。在 ISO 10814 的描述中燃气轮机被作为 II 类机械,该文件还给出了振动响应峰值(也作为“临界转速”、“模态”或“共振”提及)所要求的频率分隔范围。它适用于基于不平衡响应计算或基于来自相同或类似机器的测量结果的横向振动。根据这个方法,高的典型敏感性(以范围 D 或 E 表明)是一个警告,表明建议至少采取下列行动之一:

——将激振频率或临界转速转移;

——增加阻尼作用;

——进行应力响应分析,证明所说的共振对轴系的任何零部件无不良影响。

注 1: 航机派生型燃气轮机一般使用耐磨滚珠或滚柱型轴承。转子动力学响应函数与关联的振幅系数将与采用流体动力学轴承设计的燃气轮机的不同。

注 2: 在有齿轮的轴系中,相接近的扭转与横向的临界转速的相互作用可致使按不连接模型计算出的本征频率略有偏差。

4.7.2.2 测量

4.7.2.2.1 概述

可以在旋转或静止的元件上获取振动测量值。成套商应规定最适合于该设备振动测量的测量类型和位置。成套商应给出用于报警和自动保护干预的振动值,并应将其编程输入到控制系统中。

对已装配好的燃气发生器/燃气轮机在工厂试验或投运调试过程中,应测量振动水平(在制造商规定的传感器位置测量轴或壳体的振动)。在规定的运行速度范围内的任何稳态转速下,该振动数值不应超过制造商报警整定值的 2/3。该限值可取自滤波后或未经滤波的数据。

在 4.7.2.2.2~4.7.2.2.4 中所引用的标准规定的情况外,建议在规定的运行转速范围外的任何转速但不超过转子的跳闸转速下,振动水平应不超过最大连续转速下所允许最大值的 200%。

注: 其中质量与刚度的分布以及零部件的可接近程度的设计细节,决定了振动测量的有效位置。

4.7.2.2.2 相对轴位移振动

GB/T 11348.1、ISO 7919-2 和 GB/T 11348.4 的规定适用于本条款。GB/T 11348.1 规定了旋转机械转轴径向振动测量和评定的总则。ISO 7919-2 适用于汽轮机和大型发电机。如果未另行商定,应以 ISO 7919-2 为依据对燃气轮机驱动的发电机的振动水平进行评估。

GB/T 11348.4 对燃气轮机(小型或航机派生型燃气轮机除外)规定了轴的径向振动的测量和评估。如未另行商定,燃气轮机振动水平的评估应以 GB/T 11348.4 为依据。然而,GB/T 11348.4 不包括所有类型的燃气轮机。在这些情况下,采购方与成套商之间应协商一致。

超出上述标准相关部分的规定,作以下建议:当在相同的轴位置用非接触式振动探头和千分表测量跳动时,应通过使转子在轴瓦、V 形槽块或其他适当装置中滚转测定并记录电量和机械量的跳动情况。在机械测试记录中应包括每个探头位置处轴转动 360°的电量和机械量的跳动情况。成套商应示明电量和机械量的跳动情况符合于上述标准的相关部分。

注 1: 为得到振动的有效振幅,可采用矢量法从测得的振动值中减去该跳动量。

注 2: 如果不能遵守 GB/T 11348.1 给出的跳动量要求,其原因可能是转子存在机械形状偏差或剩磁。

4.7.2.2.3 轴承座振动

GB/T 6075.1、ISO 10816-2 和 GB/T 6075.4 的规定应适用。GB/T 6075.1 为通过测量支承结构的振动响应进行机器的机械振动的评估建立了依据。这也叫作“地震式测量”。

如果未另行商定,应基于 ISO 10816-2 对燃气轮机驱动的发电机的振动水平进行评估。

GB/T 6075.4 适用于燃气轮机的轴承座的振动测量。如果未作另行商定,应基于 GB/T 6075.4 对燃气轮机的振动水平进行评估。

对于上述标准未完全覆盖的任何轴系,采购方与成套商之间应协商一致。

对于采用箱体安装的(地震式)测振系统或未被 GB/T 6075.4 覆盖的燃气轮机来说,制造商应考虑以下内容的情况下向采购方提供允许的振动限值:

- a) 传感器的位置和类型;
- b) 滤波与信号调节;
- c) 工作状态;
- d) 引用的限值;
- e) 来自先前/类似设备的工厂/现场的经验系数。

4.7.2.2.4 轴的绝对位移振动

ISO 7919 系列也处理绝对轴位移振动。可借助于地震式探测器,通过求相对振动的矢量和测得,但通常不采用这种方法。如果安装了地震式探头,它主要用于诊断。如果采购方与成套商之间协商一致,可以进行这种测量装置的安装。

4.7.2.3 平衡

对最终装配好的转子进行平衡可减低不平衡激振作用。应在机器内或专用的动平衡室内对设备的主机转子进行多平面动平衡。对于由多个机器组合为一轴系的情形,建议在添加不超过两个大部件之后加做一次平衡。平衡校正配重应只加在添加的部件上。在完全装配好设备的最终微调平衡过程中可要求对其他部件进行小校正。对具有单个平衡块键槽的转子,应采用半键结构的紧配合平衡块。

ISO 1940-1 表明燃气轮机的允许平衡质量等级为 G2.5。仅当采购方与成套商之间协商一致时,才能要求更高的平衡质量等级。

当采购方与成套商之间协商一致时,可采用 GB/T 6557 中所给定的方法和准则。

当转子通过依次套装成不能拆开的组合式转子时,制造商应制定一个标准做法,以达到上述的平衡质量等级。

当提供备用转子时,应对其做动平衡,达到与新转子相同精度要求。

应将最终残余的不平衡量(以 $g \cdot mm$ 表示),随同平衡的转速和各个转子装配体的不平衡相位角位置一道记录下来。

4.7.3 扭转振动

成套商应对整个系统的扭转振动特性进行分析。在每个扭转特征频率与任何可能存在的扭转激振频率之间建议至少保持有 10% 的间隔范围。如果不能满足这个要求,应进行扭振响应计算。对于所有驱动发电机情形,应进行由误同步和短路引起的激振响应计算。扭振响应计算结果应表明所有应力响应仍在安全限值之内。

注 1: 扭振激振源可包括,但不限于以下方面:

- 对于带有发电机或电动机的成套设备,应将倍率为 1 和 2 的转速认作激振频率。如果使用电子频率转换器,其他整数倍率转速也能激发扭振模态。
- 齿轮不平衡或节线跳动。
- 液压调速器控制回路谐振。

注 2: 对于发电机扰动的响应计算结果来说,没有更广泛的可接受的标准可用。成套商可以采用相应的内部标准。

5 成套与辅助设备

5.1 基本设计

5.1.1 基本供货范围

作为最低限度,成套商应提供为满足规定的运行条件而配套的下列设备(这里称之为成套设备)。应以实际可行的最大限度将该设备装配(配套)好。成套商与采购方应对例外事项协商一致。

- a) 底盘;
- b) 燃气轮机或燃气发生器;
- c) 控制器与仪器仪表;
- d) 联轴器及其罩壳;
- e) 排气收集器和/或扩散段;
- f) 燃料系统;
- g) 润滑油系统;
- h) 动力透平(若与燃气发生器分开);
- i) 起动系统;
- j) 燃气轮机清洗或清洁系统;
- k) 振动监测系统;
- l) 控制屏;
- m) 进气管道;
- n) 进气过滤系统;
- o) 进气消音器;
- p) 燃烧系统;
- q) 保护系统。

对于有些成套设计,上面所列某些设备可分开装运。

5.1.2 可选用的设备

采购方应确定所要求的任何其他设备,并应将其包括在成套商的供货范围中。这种设备可包括:

- a) 燃烧排放控制系统;
- b) 符合适用技术规范的被驱动设备;
- c) 防噪声、防风雨和/或防火的罩壳;
- d) 排气系统(包括膨胀节、消音器、结构件);
- e) 燃料调节系统;
- f) 进气蒸发式空气冷却器或吸收式制冷机-冷却组合器;
- g) 进气防冰系统;
- h) 维修用的起吊装置;
- i) 运输与搬运用的起吊装置;
- j) 马达控制中心;
- k) 用于提高燃气轮机性能的回热器;
- l) 起动系统辅助设备;
- m) 注蒸汽或水的流体调节系统;
- n) 燃气轮机负荷状态监视装置;
- o) 控制器、仪器仪表及操作用的不间断电源;
- p) 余热回收系统与相关挡板;
- q) 基础地脚螺栓;

r) 盘车装置。

这些设备也应以实际可行的最大限度装配(配套)好。

包括管道、冷却器、泵及控制器在内的成套设备的布置应为操作和维护提供足够大的空间和通道。

5.1.3 成套设备结构件材料

5.1.3.1 概述

成套设备结构件材料应满足制造商为特定的现场运行和环境的条件确定的要求。对材料和保护涂层的选择应给予特别注意,以防止发生:

- a) 腐蚀;
- b) 应力腐蚀开裂;
- c) 电解腐蚀;
- d) 脆性断裂。

用于酸性气体的材料应符合 NACE MR-0175 的建议要点或附录 B 中给出的相关国际标准或国家标准。

应在建议书中认定材料。

结构钢和管道应在建议书中认定。

未被认定的小零件(例如螺帽、弹簧、垫圈、垫片及键)应具有在同样环境中和已有规定的零件至少相同的耐腐蚀性。

5.1.3.2 非金属材料

非金属材料,例如合成橡胶,在正常运行或维修时它们能同工艺和与之接触的流体相兼容。

5.1.4 焊接

承压部件的焊接,以及异种金属的焊接和焊缝修理,应由合格的操作员进行检查,质量规程应符合 ASME(美国机械工程师协会)锅炉与压力容器规范的第Ⅷ分册第 1 章和第Ⅸ分册,或附录 B 中给出的相关国际标准或国家标准。

管道的焊接应符合 ISO 15649 或附录 B 中给出的相关国际标准或国家标准。

在底盘、常压管道、隔热层及控制屏上所作的焊接应根据 AWS(美国焊接学会)D1.1 或附录 B 中给出的相关国际标准或国家标准进行。

成套商应负责复查所有修理之处和修理的焊缝,以确保它们经过适当的热处理,并就无缺陷做了无损检查,符合使用的质量规程。

对修理的焊缝应当用探查原始裂纹所用的同一个方法进行无损检测。

5.1.5 法兰连接

成套商应提供采购方要做的所有与成套设备的连接的详情,并应说明这些连接将承受的允许的力和力矩。连接与被连接设备,诸如压缩机、泵或汽轮机等法兰连接允许载荷应不低于这些设备的相关标准的规定。

5.1.6 螺栓连接

包括管道的压力接合面的螺栓连接的质量应根据 ISO 15649 定义的螺栓实际温度确定,或满足附录 B 中给出的相关国际标准或国家标准所确定。

对 ASTM A 194 螺栓连接,螺母应符合 ASTM A 194 2 级或 2H 级,对 ASTM A 307 螺栓连接,应符合 ASTM A 307 B 级表面硬化类,或符合附录 B 中给出的相关国际标准或国家标准。

5.1.7 铭牌

铭牌应是由耐腐蚀性材料制作的,且牢固地附在成套设备或成套设备内的其他大件设备上明显易见的部位。

作为最低限度,铭牌应包括采购方的序号、制造商的名称、机器的系列号及机器的尺寸和型号。其他信息可包括容许的最小和最大的设计限值和额定数据(包括压力、温度、转速及功率)、允许的最大工

作压力和温度、水压试验压力及临界转速,计量单位应采用公制。

转向箭头应由耐腐蚀性材料制作,且铸入或附于该旋转设备的每个大件上。

5.2 辅助设备

5.2.1 起动系统

成套商应提供采购方所规定的起动设备的型式。典型的起动设备为电动马达、气体膨胀透平、汽轮机、液压马达、内燃机、风动/气动马达、小型燃气轮机以及以电动机方式运行的发电机。所有起动装置应适合规定的电功率特性、进排汽蒸汽压力和温度、空气/气体或燃料。

如果该装置按约定设计有黑起动能力,它应包含供起动用的自备动力源:蓄电池、柴油机或替代物。

起动装置与伴随的动力传送设备应适合于燃气轮机/被驱动负荷设备的加速和在清吹以及与压气机清洗周期中的长时间运行。成套商应确定其额定功率,它至少应为在整个所规定的环境温度范围内,燃气轮机(对单轴机组及被驱动的设备)从静止到自持转速的过程中所需要起动和加速扭矩的110%。成套商应在建议书中规定起动系统所需要的公有设备。

对于单轴燃气轮机,采购方应确定工艺流程可能对起动设备功率改变的影响(例如被处理的流体的压力、温度或性质的变化和特殊起动条件)。对应用于机械驱动的单轴燃气轮机,成套商应制定好燃气轮机及其驱动设备的转速扭矩曲线,并将起动用驱动扭矩考虑进去。利用可燃气体作为原动力的气体膨胀起动设备应当是对紧邻的周围环境从密封处无泄漏的要求设计。任何起动用驱动设备应在达到其最大允许转速前自动脱扣并停机。通常使起动设备在燃气轮机自持转速下运行、脱扣、惰走,或在运行中停机。起动设备脱扣失败应自动中止起动程序(见第6章)。

电驱动式起动设备应能在电源电压降到成套商与采购方之间协商一致的最低水平时仍能启动燃气轮机。

5.2.2 安装系统

5.2.2.1 概述

成套设备的支承底盘应为钢结构设计,并具有足够的强度以进行装运、安装并将设备产生的力和力矩传递到采购方的基础上。采购方应在资料清单上阐明基础的型式。

5.2.2.2 锚定系统

在将底盘直接安装在混凝土基础上时,应在所有承载构件下方提供进行灌浆的空间。应为底盘提供具有单一水平面的基础。

对不进行灌浆的安装表面应在机加工之后立即涂以防锈剂。

成套商应就将成套设备紧固到基础上规定使用的方法,并指定所要求的地脚螺栓的尺寸、数量及位置。

5.2.2.3 底盘设计

底盘最好是整体钢结构件,除非采购方与成套商就底盘可分成多个部分制作协商一致。

当有明确规定时,底盘应配有活动罩保护的找平垫铁或标板。在设备安装好和底盘落在基础上时,这些垫铁或标板应当有一定的空间在安装后进行现场找平。

当有明确规定时,底盘应适合于基座的安装,以保证有足够刚度支持在规定点上,无需在构件下方进行连续灌浆。采购方与成套商应对底盘的设计协商一致。

底盘应至少配有四个起吊点。如果有吊耳结构,其焊缝应当是全熔透的全长度连续焊缝,并进行无损检测。当带有安装设备的底盘起吊时,底盘和其上安装的设备不应产生永久变形或其他形式的损伤。参照采购方现场可利用的设备并考虑其他限制因素而做出的起吊方案采购方与成套商应协商一致。

当有明确规定时,对底盘上表面所有行走和工作区域均应备置防滑的盖板或格栅。应将所有盖板牢固固定到各个横跨的构件上。

若实际可行,应在邻近各个地脚螺栓处为底盘提供垂直的螺旋千斤顶。否则,应提供手段使底盘能方便地被顶起,以便于现场对中。

应为底盘配备滴液贮存设施和低点排污口。

5.2.2.4 设备安装

成套设备应设置轴向、横向及垂直方向的螺旋千斤顶对中用的部位。当使用螺旋千斤顶时,应对其进行适当的配置,以防止垫片表面损伤。

成套商应在所有机械的安装底座下方提供合适垫片组。

5.2.3 罩壳与消防

5.2.3.1 概述

当有明确规定时,应提供具有下述组成的罩壳系统。

- a) 包围燃气轮机和/或被驱动设备的罩壳;
- b) 罩壳的通风和清吹系统;
- c) 消防系统。

5.2.3.2 结构

罩壳应能防灰尘,户外罩壳还应能防风雨。不允许水和/或灰尘通过罩壳壁板和顶板的接缝处进入。应将壁板设计成能减少内部水分形成和壁板腐蚀。壁板材料应不吸水、不易燃且防虫害。

应将罩壳设计成允许在现场方便地进行维修。

必要时应设计成可拆卸的顶板段、侧壁或带铰链的隔板,以便进行大件维修。维修出入通道的结构应允许方便地恢复到原先状态。不允许进行填缝隙。

为进行常规维修和检查应提供检查门和/或人行通道。在出入通道的四周应使用密封。出入通道应当是可锁的。

不应将导管、消防系统、气体检测装置等固定到维修时必须移动的顶板或其他面板下方,否则要配备快装接头。

当有明确规定时,应配备窗户,最好正对安置在罩壳两侧的检查门上。每个窗户应当是用嵌丝玻璃做的双层玻璃窗,之间为密闭空气。

当有明确规定时,罩壳内应配备供一般观察用的照明装置。

在运行中所使用的润滑油充油点应处在罩壳外侧,或远离机组的热部件。

5.2.3.3 火灾与可燃气保护

除非采购方特地从成套商的供货范围中予以删除,否则当规定有罩壳时,应提供火灾与燃气保护系统。该系统至少应由下述部分组成:

- a) 灭火系统。
- b) 火灾检测系统。
- c) 可燃气体检测系统,用于:
 - 1) 燃用气体燃料的机组;
 - 2) 当被驱动的设备处理可燃气体时;
 - 3) 当设备在危险区域内运行时(见 6.4.4, 6.10.7 和 6.10.8)。

5.2.3.4 通风与清吹

罩壳应配备强制式或负压式通风(冷却)与清吹(危险区域等级降低)的空气系统,该系统应具有在最恶劣的气候/负荷条件下提供 100% 的通风与清吹的能力。

应充分通风以避免罩壳内的设备受热损坏。

应对清吹空气进行分配,以确保它以足够数量掠过燃气轮机的所有表面和通过罩壳的所有区域,以防止出现可燃气体可能积聚到爆炸性浓度的死区。

此外,对于燃料气体比空气重和/或具有低自燃温度的气体混合物的情形,应对罩壳的下部进行充分的稀释和清吹。应对满足这些要求的通风系统的性能予以证明。

采购方应在资料清单上规定通风设备的冗余度要求,是正压通风还是负压通风。

若需要,通风系统应包括空气过滤和消音装置。

应将通风系统设计成能在规定的环境温度范围内满意地运行。

应避免出现低环境温度下的过冷。

通风与清吹的气流应经过一个(多个)有法兰的排气口排出罩壳。每个排气口应配装一个具有灭火介质的挡板,当有明确规定时,需配装一个逆止挡板。采购方应确定是否需要附加的通风管道。

如果为防止罩壳内的燃气轮机、辅机系统或仪器仪表产生损坏而要求冷却通风,应另外提供一个备用风机。

5.2.4 空气进气系统

5.2.4.1 概述

空气进气系统一般由下述部分组成:

- a) 进气过滤器(单级或多级);
- b) 消音器;
- c) 进气导管;
- d) 膨胀节(要求时);
- e) 在燃气轮机进气口处的压降测试连接装置;
- f) 仪器仪表与保护装置。

当有明确规定时,选用部分可包括以下部件:

- a) 防冰系统;
- b) 蒸发冷却器及下游水分分离器;
- c) 昆虫/鸟的拦截网;
- d) 清洗系统(在线和/或离线的);
- e) 便于维修要求的走道、扶手、平台及梯子;
- f) 吸收式冷却器;
- g) 防风雨百叶窗;
- h) 用来进行过滤器更换的设备,即起吊装置;
- i) 为阻止水分侵入位于空气过滤器上游的高效叶片分离器;
- j) 在达到规定的压降后打开的旁通门。

除非另有规定,应按清洁的空气过滤器 1 kPa 的最大总压降和现场最大空气流量设计进气系统。

除非另有规定,在燃气轮机运行时,允许进行多级过滤器的前置过滤器的维修和清洗。

在进气系统最终过滤介质下游的进气系统中不应使用会松动且会被带入空气流的螺栓、铆钉或其他连接件。

除非另有规定,在燃气轮机进气口的上游应配备加强粗网(不锈钢网),以使外物损坏燃气轮机的可能性减至最小(FOD网)。成套商与采购方应对实际位置协商一致,考虑到诸如清洁系统、通道板、导流板及在进气蜗壳或喇叭口处的气动扰动之类设置。

当有明确规定时,空气通道的所有金属元件应当是不锈钢的。

当提供碳钢做的空气通道元件时,要求对过滤器、管道及消音器进行防腐蚀保护。成套商应在建议书中提交采用的保护材料、涂层和表面处理的详情,以便对建议加以认可。

成套商应提供表面涂层寿命的指标。应避免采用对焊接敏感的不锈钢等级。

采购方应规定过滤器室是设置在基准面上还是将其高架。若将其高架,成套商应提供到基准面的所有结构上的支持。

为使空气中的灰尘含量减至最小,建议空气进气口高于地面或任何邻近的大块平面(如屋顶)不少于 5 m。

5.2.4.2 进气过滤器

过滤器系统应当是符合资料清单上所规定环境条件的成熟机构。采购方与成套商应对进气过滤系统的类型协商一致。如果规定只进行单级过滤,采购方可以明确是否要为将来增加附加级留有余地。不应当把外物拦截网和防风雨百叶窗视为过滤级。

成套商应在其建议书中按资料清单上的要求提供过滤器系统的性能数据(见附录 A,表 A.3)。

除非另有规定,用于海洋环境时应将高效除雾器作为第一级过滤级。应提供金属过滤器或诸如玻璃或聚丙烯的纤维之类的非吸收式过滤器元件。

所有过滤器系统要求具有以下结构特点:

- a) 位于空气过滤器元件下游的所有导线和导管,必须在空气通道的外侧;
- b) 所有支承性的钢结构应为螺栓连接和焊接结构;
- c) 每个模块的单元结构必须是完全在工厂装配、接线和配管好的。每个模块应具有用于进行起吊、装卸并起吊到最终装配位置的设施;
- d) 每个过滤器系统的清洁空气侧所有接缝和接合面应当是气密的。所有焊缝应当是连续密封焊接的。

5.2.4.3 进气消音器

消音器的衰减作用应能满足采购方所规定的系统噪声要求的限值。

消音器应最好是带法兰的,且当安装在水平或垂直的管道系统中时具有足够刚度,可仅借端法兰支持。

消音器隔板的结构应能阻止隔板充填材料进入到气流中。

应将消音器设计成能防止由声共振或机械共振所引起的损坏。

消音器上应包含搬运用的起吊设施。

应将气流方向表示在消音器、出气口及叶栅弯头上。

5.2.4.4 进气导管

应将进气导管布置成弯头数量最少。当要求保证在燃气轮机法兰处气流分布均匀时,在方向改变处应配备导流板。每个导流板的前、后缘应当是尖锐且光滑的。应将导流板用连续焊固定到管道上,且应将其设计成避开共振状态。

对于具有不同横截面的管件之间的过渡段,应使管道的壁面与轴线之间的夹角减至最小,以减少压降。一般说来,该角度应不超过 15° 。

管道支承应允许由温度变化引起的横向和轴向的膨胀。应将管道和支撑设计成当把靠近燃气轮机的部段拆下以提供机组维修通路时,保持固定不动。为防止振动,管道应具有足够刚度。

在尺寸不受限制的情况下,为允许在投运前对整个进气管道进行最终的清洗和检查,应在与燃气轮机进口法兰相邻近的每个管道中提供进出通道。如需要盖子,应将它们设计成允许在任何时刻可将它们拆下,紧固件和其他物件没有被燃气轮机吸入的危险。应给它们装垫片并紧固,以确保闭合是绝对防泄漏的。

应配备气密的膨胀节,以消除管道与燃气轮机进口法兰之间的所有载荷。这些膨胀节必须适应在垂直和水平方向上管道、回热器(如果有)及燃气轮机的相对运动。

5.2.4.5 蒸发冷却器

蒸发冷却器可用来降低燃气轮机的进气温度,由此提供额外输出功率。可使蒸发冷却系统立足于采用刚性的装置或压缩机喷雾器。这种刚性装置的典型组成应包括冷却介质、泵、蓄水池、排水系统及为进行水循环和冷却器控制所需要的所有控制装置。压气机喷雾器应由高压泵和控制系统组成。

蒸发冷却器的性能应按可能的最大空气流量和最恶劣的现场环境条件确定。应将冷却器系统设计成能阻止液体带人气流。资料清单上所述的冷却器的效率 E 的定义为:

$$E = \frac{T_d - T_e}{T_d - T_w} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中：
 T_e ——冷却器出口温度；
 T_d ——进气干球温度；
 T_w ——进气湿球温度。

应在蒸发冷却器下游的管道中装有耐腐蚀性惰性除雾器或凝聚器。为使来自空气进气流的水分减至最少，应对除雾器或凝聚器进行选择。

冷却器水循环停止运行，应由空气温度控制。为防止结冰，应装一个温度探头，当空气出口温度低于 10℃ 时自动停止水的循环。

蒸发冷却器的整个金属壳体和内部的结构支持件应当是不锈钢的。下游空气通道的所有金属构件应当是不锈钢的。

应将蒸发冷却器、除雾器或凝聚器及出口管道设计为完全排水的。每个部件的底部应向冲洗排水口倾斜。不允许在排水喷嘴处有突起物或立管。各个排水喷嘴应布置成能防止未经过滤的空气吸入管道。除了基本的排水系统外，还需要有应急溢流能力。

当有明确规定时，应提供走道、扶手、进出梯子和人行道，以便对蒸发冷却器装置的上、下游，除雾器或凝聚器及冷却器下游管道进行维护。

成套商应规定蒸发冷却器水的品质和流量，为使冷却器和水系统的运行问题减至最小这是必要的。

如果燃气轮机驱动一台发电机，成套商应保证该发电机和其他电力设备能适应额外的输出功率而无过热问题。

5.2.4.6 吸收式冷却器

在某些环境条件下(高环境温度和湿度)，采购方可能想考虑使用吸收式冷却器，以人工方式降低燃气轮机进气温度。可以用它来取代通常在环境温度高而湿度低时所用的蒸发冷却系统。

当有明确规定时，成套商提供整体或整套设备时，尽可能缩短安装和投运调试的时间。

采购方应规定吸收式冷却器优先选用的热源(即蒸汽、热水或燃气)和其可用的温度与压力。吸收式冷却器可使用单效或双效的制冷机。

为使燃气轮机空气进气系统压损最小对冷却盘管布置和设计应给予适当的考虑。

对沿海地区，冷却盘管的材料应为海用等级，避免出现腐蚀问题。冷却盘管下游的所有管道系统应采用合适的耐腐蚀材料。

如果冷却盘管要在冬季排液，则冷却盘管应采用合适的耐腐蚀材料。

吸收式冷却器应当设计成具有最佳的冷却效率。

该系统的供货范围应包括吸收式冷却器成套设备，它包括蒸发器、冷凝器、冷却盘管、输送泵、仪器仪表及相关的控制屏(与燃气轮机控制系统连接)和附录。

采购方应表明或规定是否需要将余热(热水)用于其他用途。

在该系统设计方面应提供充分的灵活性，以便于在非满负荷的状态下进行工作。因此冷却容量必须是可调和可控制的。

该装置应包括电厂调节和安全运行所需要的控制器、仪器仪表，并将它们与燃气轮机控制系统组为一体。

在设计方面应考虑最少维修的原则。冷却器万一不工作时，燃气轮机仍能运行，而且燃气轮机在运行中也能对冷却器进行维修。

所使用的冷却剂应符合环保规定。

成套商应对公用设备的所有要求、品质与数量给以规定，即交流电、水处理设备等。

为保证该设备运行良好，必须在发货前对其进行试验，达到制造厂的标准。

如果燃气轮机驱动一台发电机,成套商应确保发电机与其他电力设备能够适应额外的输出功率而无过热问题。

5.2.4.7 水洗系统

当有明确规定时,成套商应提供燃气轮机压气机的离线水洗系统。成套商应对供水的品质和流量等提出要求。在燃气轮机适当位置对排出的水进行收集和排放。成套商应提供进、出进气室的通路,以便对压气机进气喇叭口进行检查。

当有明确规定时,成套商还应提供完整的在线水洗系统。

在建议书中应对水洗系统作全面说明,包括系统示意图。

成套商应对水洗系统的运行方式提供建议。

5.2.4.8 防冰系统

当现场环境温度低于 5℃时,采购方与成套商应就自动防冰系统的需要和型式协商一致。该系统安装在过滤器的前面或过滤器级的下游。应定性并定量地确定该设备对成套设备的影响。

所选择的系统可引进燃烧室空气加热或气动的脉冲式过滤器来实现。

为防止在进气喇叭口和第一级叶片处结冰,成套商可建议对压气机进口设置防结冰系统并进行控制(见 6.10.3)。

5.2.5 排气系统

若采购方作明确规定,应提供完整的排气系统,一般由下列部分组成:

- a) 透平与排气扩散段之间的膨胀节;
- b) 排气消声器;
- c) 排气管段;
- d) 排气系统支承结构;
- e) 排气道排污口;
- f) 烟囱。

采购方应提出特殊的设计要求,例如:

- a) 对要求人员保护区域的隔热要求;
- b) 排气系统出口法兰的定向、位置和安装布置;
- c) 与其他供应商提出的要求;例如余热回收装置有关的压降;
- d) 排放物取样口。

必须考虑由成套商规定的最大允许背压。

对于有回热循环的燃气轮机,成套商应提供并安装回热装置、必要的管道及要求的膨胀节、支承、结构件及必要的隔热和控制设施在内的燃气轮机与回热器之间的烟气管道。

考虑燃气轮机工作循环和现场运行条件,排气系统用的相关材料应选用满足耐高温和耐腐蚀的材料。

连接排气系统的部件应便于安装和维护。对所有部件应提供合适的起吊设施。

不论外部还是内部装入的隔声和/或隔热材料应采用扣装结构,以防止其在正常的排气环境下随运行时间而变坏。

排气膨胀节应选用金属或加强高温纤维制造。膨胀节应设计成能防止较大的振动、接合面变形或压降。纤维应是可更换的,无需拆除大的部件。

对于不受尺寸限制的情况,在排气系统中应提供进出通道,以便于排气系统的清洗和检查。

如需要,成套商应提供排气系统结构的支承件。这些支承件设计成能适应热膨胀,并使燃气轮机法兰处的管道载荷减少到制造商规定的限值内。管道和支承件设计成当靠近燃气轮机的管道段拆除时,燃气轮机维修用的通道保持固定不动。

5.2.6 管道

5.2.6.1 概述

成套商应提供在主机底盘区、所有油箱托盘区或任何辅机底盘区,并包括安装附录的所有管道系统。这些管道应以底盘边缘处的接头为界。除非另有规定,采购方仅提供各设备模块与底盘外设备之间的互连管道。

管道系统设计应按以下要求:

- a) 提供适当的支承和保护,用于防止由振动或由装运、运行和维修引起的损坏;
- b) 为运行、维修和彻底清洗提供适当的柔性和正常的通道;
- c) 应按设备的结构型式进行整齐有序的布置安装,并不应堵住检查口;
- d) 通过排气阀消除气穴或管道的布置不应出现气穴;
- e) 无需拆散管道,通过低点实现完全排放。

由成套商提供的管路系统应在制造厂预制、试配并配置应有的支承。

操作者应按 ASME《锅炉与压力容器规范》的第Ⅸ部分中的规定或附录 B 中给出相关国际标准或国家标准进行焊接。

5.2.6.2 油管道

重力回油管道的管径设计应使油在流动时管道始终不超过半满状态,且其布置应保证排放良好(考虑到起泡沫的可能性)。水平走管应向油箱连续倾斜。如果有可能,在任何横向平面内避免一个以上的支管与流动方向成 45° 角进入回油母管。

在油过滤器下游的压力管道不应有使污物积聚的内部障碍物。除非另有规定,油过滤器下游的所有管道的材料应为不锈钢。

5.2.6.3 仪器仪表管道

成套商应提供仪器仪表和仪表盘需要的所有管道、阀门和接头。

对于布置在公共连接件上的每个仪器仪表,要求有单独的二次隔离与泄放阀。当试验用的压力报警或停机用的压力开关要使用压力表时,压力表和压力开关要求根据国家或采购方的安全规定进行连接。

除非另有规定,仪表用空气和仪表的管道应用不锈钢制作。

5.2.6.4 注蒸汽或注水的管道系统

除非另有规定,向燃烧系统注蒸汽或注水用的管道、管接头、阀门的材料应是不锈钢。

5.2.6.5 流程管道

采购方应明确要由成套商提供的流程管道的范围。

当有明确规定时,成套商应对所有管道、附属设备(中间冷却器、后置冷却器、分离器、分离罐、空气进气过滤器和膨胀节)及紧邻设备部件及其支承的上、下游所连接的容器进行检查。采购方与成套商应就检查的范围协商一致。

5.2.7 油系统

除非另有规定,成套设备(燃气轮机、主负荷驱动齿轮和被驱动设备)需要的油系统应安置在燃气轮机和/或被驱动成套设备中。如果要求采用任何国际或国家的标准,采购方与成套商应就遵从的程度协商一致。

油系统可以是单个公用系统或两个分开的系统。两个系统之一可以用于航机派生型燃气轮机或使用合成润滑油的任何其他部件。应将包括放气口与排放口在内的合成油系统和矿物油系统隔开。

在采购方认可的情形下,可将采用矿物油的系统用于为压气机提供密封用油(如适用)。

在建议书中成套商应提供油系统全面的说明,包括示意图与材料表在内。

除非另有规定,应提供增压油系统以便以适当的一个或多个压力对下列部分供油:

- a) 驱动设备和被驱动设备(包括任何齿轮装置)的轴承;

- b) 连续润滑的联轴器；
- c) 调速与控制油系统；
- d) 密封油系统；
- e) 需要液压起动装置的液压油系统。

当一个公用油系统向两个或多个设备(例如一台压气机、一套齿轮装置和一台透平)供油时,成套商应在资料清单上规定油的特性。成套商应确保所规定的油满足不同设备的要求。

当公用润滑油系统中使用的惯用润滑油为烃类油时,该油应与 ISO 3448 中所规定的 ISO 黏度等级 32、46 或 68 相对应。

润滑油增压系统一般应由下述部分组成:

- a) 供油和回油系统；
- b) 油冷却器(如果要求)；
- c) 全流量(额定的)过滤器；
- d) 润滑油压力低停机装置；
- e) 储油的钢质承压部件；
- f) 当主油泵不是燃气轮机驱动时,应有一台全容量、单独驱动并且自动控制的主油泵；
- g) 备用油泵；
- h) 一套预润滑/后润滑/冷却润滑系统(如果要求)；
- i) 在失去交流电情况下能保证安全惰走的润滑系统；
- j) 指示诸如温度或压力的运行参数的仪表。

5.2.8 燃料系统

5.2.8.1 概述

成套商应提供用于接收来自采购方的经过预压缩、预热(如果需要)及过滤的燃料的系统。应对采购方供货与成套商供货之间的接口协商一致。该燃料系统对任何所规定并协商一致的燃料都能运行。

当有明确规定时,成套商应审查采购方的燃料系统。

注:采购方可为液体燃料运行规定一个日用罐的容量,以允许进行起动和适当周期的持续运行。

采购方与成套商应对询价详细说明书中建议采用的燃料的种类、等级、组成、低热值的范围、温度、输送压力及杂质协商一致。

燃料中可能被发现的杂质取决于所使用燃料的种类,例如管道天然气与发生炉煤气。可能含有的杂质包括:

- a) 水与气体水合物；
- b) 砂子、铁的氧化物和其他固态物质；
- c) 萘；
- d) 硫化氢、二氧化硫、三氧化硫和总硫度；
- e) 碱金属；
- f) 氯化物、一氧化碳和二氧化碳。

硫化氢、二氧化硫、三氧化硫、总硫量、碱金属、氯化物、一氧化碳及二氧化碳的集结是引起透平喷嘴和动叶材料的高温腐蚀与燃料的控制阀门和系统的室温腐蚀的腐蚀剂。

为防止会加速腐蚀和降低部件寿命的亚硫酸和硫酸的生成,应当考虑总硫的含量,且必须使排气系统任何区域的温度高于酸的露点(约 150 ℃)。

点火系统应包括点火变压器和火花塞,若燃气轮机点火失败应使点火系统自动失电,并截断燃料。

燃料分配管道应为不锈钢。应尽量减少软管的使用,若使用时,应仅限于便于相对运动的位置。所有燃料软管为不锈钢,且包上耐磨蚀编织物。

5.2.8.2 气体燃料

5.2.8.2.1 概述

成套商应将其可燃气体进口连接处要求的最大/最小的燃料温度和压力通知采购方。最大温度是按燃气轮机燃料系统的设计(例如密封、托架、阀门和仪器仪表)确定的。最小温度主要是按比可燃气体的露点高出一定裕度来确定的,且在极端情况下可能受到燃气轮机燃料系统设计的限制。当露点无法测定时,成套商与采购方应对露点计算基础的气体分析协商一致。一般要求 20℃~30℃的安全余量。压力是按比压气机出口压力高一定裕度来确定的,它是燃气轮机特定的环境温度负荷(基本或尖峰)和现场海拔高度的函数。该余量受阀门、管道、过滤器等的压降影响。

在采购方的通往成套设备的连接处,可燃气体中应无液体和固体物质。为了在可能出现凝结情况下消除凝结物,采购方可要求提供特殊设施,例如分离器或分离罐。此外应消除液态烃类物质。

5.2.8.2.2 净比能

采购方应对每种可燃气体的净比能的范围予以确定。对于 Wobbe 指数的变化超过 5% 的情形,可能需要特殊设备,采购方应提出变化率。

5.2.8.2.3 气体燃料系统

气体燃料系统一般应包括下述部分:

- a) Y 形过滤器;
- b) 必需的仪器仪表;
- c) 管道与喷嘴;
- d) 供自动运行与起动前系统清吹用的带中间放散阀的两个燃料截止阀;
- e) 燃料控制阀;
- f) 气体燃料压力调节器(如果需要)。

当有明确规定时,应提供将可燃气体管线清吹的燃料旁路阀和放散阀。

如果成套商要求的气体燃料压力高于供气压力,且采购方明确规定时,成套商应提供气体燃料的增压系统。成套商应规定采购方提供的气体燃料的最高允许温度。

5.2.8.3 液体燃料

液体燃料系统一般包括下述部分:

- a) 带连续流动切换阀的双联燃料过滤器;
- b) 燃料供给泵;
- c) 雾化空气压缩机(如成套商要求);
- d) 自动运行用的两个燃料截止阀门;
- e) 必需的仪器仪表;
- f) 燃料控制阀;
- g) 燃料流量分配器(如果需要);
- h) 燃料喷嘴与管道;
- i) 排油设施。

对于主要燃料为气体的双燃料燃气轮机来说,单个燃料过滤器可能够用。

为防止积碳和堵塞,成套商的设计应包括清吹或排放来自燃料总管系统的液体燃料的设施。

除非另有商定,双联燃料过滤器应当是有(维护运行)空间的,且能在运行中进行清洗。切换阀应具有带不锈钢塞和顶塞装置的碳钢或不锈钢阀体。

5.2.8.4 双燃料运行

当有明确规定时,应为燃气轮机配备必要的设备,以允许用燃料,即液体/气体(天然气)、液体/液体或气体/气体之任一种作正常(起动与连续)运转。当处于满负荷或部分负荷运行时,双燃料系统应有从一种燃料切换到另一种燃料的能力。

当用气体燃料运行时,应使用清吹或其他方式防止液体燃料管道、喷嘴、总管等发生堵塞、积碳或过热。

成套商应随建议书提供项目专用的系统原理图,包括双燃料系统的材料清单和书面技术说明。在技术说明中应对切换过程中注水/注蒸汽的规定给以陈述(见附录 A 中表 A.4)。

5.2.8.5 注水/注蒸汽运行

注水/注蒸汽系统应能提供规定的功率增加量或规定的 NO_x 与 CO 的抑制量。

成套商应随建议书提供项目专用的注水/注蒸汽系统原理图,注水/注蒸汽系统的材料清单和书面技术说明(见附录 A 中表 A.4)。

在建议书中应说明水/蒸汽的品质和供给的要求。

5.2.8.6 干式低排放(DLE)燃烧

当有明确规定时,应对燃气轮机配备干式低排放(DLE)燃烧系统,以抑制 NO_x 和 CO 的排放量。采购方确定是否要求双燃料运行能力和是干-干还是干-湿模式。

5.2.9 电气系统

采购方应规定诸如电动机、加热器及仪器仪表所使用的电源特性。

电气控制装置可以是交流或直流,在成套商的建议书中应当说明。采购方应规定直流电源是否要由成套商提供。当规定采用交流电源时,采购方应明确是否需要成套商提供不间断电源(UPS)。当有明确规定时,应将控制系统设计成在交流供电发生中断时,能在采购方所提出的一段时间内保持工作并保护设备。

在底盘区域内的电力和控制的导线应能耐油、耐热、防潮及耐磨。与保护相关的电缆应能耐火,以确保机组安全停运。

在底盘区域和在遭受振动的其他区域,应采用绞线。热电偶和控制屏带状传输线可以是实心导线。配线系统应适合于规定的环境要求。

应提供接地系统以及合适的插头和插座。

除非另有规定,接线端子、开关及仪器仪表的所有引线应有永久性的标识牌。

为便于维修,燃气轮机和辅助设备上的所有带电零部件(例如接线板与继电器)应有间距。

包括绝缘材料的电气材料应尽可能是耐腐蚀和不吸水(见 5.1.3)。在用于热带地区时,应对材料作以下处理:

- a) 应对零部件(例如线圈和绕组)作防霉保护;
- b) 应对未涂漆的表面用电镀或其他涂层作防腐蚀保护。

在底盘区域内的控制、仪器仪表和电力导线(包括温度元件的引线)应当是钢丝铠装或者安装在采购方所规定的刚性金属导管和接线盒内,为使振动最小,应适当固定,且为防止发生电磁干扰应采用绝缘或屏蔽。

电缆管(温度元件端头)可以用不漏液体的金属软管或防爆的柔性管接头(适用于该区域等级)。所有导管应有足够的长度,以允许在不拆除电缆管的情况下接近设备进行维修。

对钢丝铠装电缆应通过套管穿入合适的封套。

6 控制与仪器仪表

6.1 控制系统

6.1.1 概述

应给燃气轮机装置配备控制系统,使操作员能在其整个循环顺序内控制燃气轮机与其负荷设备(启动、带负荷、运行、停机及备用)。该系统还应借助报警和跳闸功能为设备提供保护,采购方有规定时,应给操作员提供状态监测信息,诸如减少污染物排放系统、装置辅助设备等附属系统以及联合循环的控制均应包括在内。

控制设备必须满足所在国家的标准时,采购方应告知成套商最新的相关标准。

6.1.2 控制与保护系统

除非采购方与成套商协商一致,应将燃气轮机的控制与保护系统设计为“故障保险状态”。故障保险为数字控制系统时,其详情如下:

a) 数字式测量仪

应将用来保护燃气轮机的数字式输入测量仪(例如压力开关)设计为“常开”,即当燃气轮机运行时闭合,当有故障时打开。

b) 模拟式测量仪回路

应对用来保护燃气轮机的模拟式测量仪(例如热电偶)的开式回路和“超出范围”的输入值检测进行连续不断地监视。不论哪个状态控制系统都采取适当的动作反应,它取决于参数的临界值和冗余度(如有)。

c) 数字式控制输出回路

应将数字式输出(例如继电器输出)设计为“通电工作”,当电源发生故障时所有数字式输出使过程向安全状态转移。

d) 模拟式控制输出回路

应对受控装置以直接或间接方式连续地监视其位置;当监视的位置出现错误时应发出回到安全水平的指令信号。

e) 控制与保护装置的在线试验

现代数字控制系统在临界回路方面通常具有少许冗余度,并/或提供许多测量仪回路的正常状态的连续监测,例如热电偶开路 and 超出范围的检测。成套商应将可获得的设备告知采购方。最终的范围应由采购方与成套商之间的协议规定。

f) 测量仪和控制装置的在线更换

当有明确规定时,除停运传感装置外,所有测量仪和控制装置的安装应有足够多的阀门,以允许当系统在运行时进行更换。当为停运传感装置提供隔离阀时,成套商应提供将阀门锁定在开启位置的措施。

6.2 起动

包括诸如盘车之类任何起动要求在内的起动控制系统应是全自动的,应具有极少的手动干预。一次操作使起动程序开始执行,直到最小可控转速(或对于发电机组做好同步准备)。根据成套商的设计要求和采购方的运行要求可以将起动停滞和解除阶段或滞留输入到程序中(见 4.3.3, 4.5.5, 4.7.3 及 5.2.1)。

6.3 加载

机组加载后的带负荷运行可以是手动或自动,直到采购方所规定的功率需求值。手动操作要求操作员将输出功率增加到所需的设定值。自动加载无需手动干预而自动增加输出功率到设定值。自动加载无需操作员任何额外操作而直接由起动程序控制。

无论采用何种加载方式,为满足暖机要求可以引入特定的滞留期。

在加载前发电机必须与特定系统同步,可以按采购方的规定以手动或自动方式实现。

6.4 卸载与停机

6.4.1 概述

可以按采购方的规定以手动、半自动或自动方式完成操作。手动操作要求操作员执行或操作每个步骤。半自动操作要求操作员执行诸如手动卸负荷的某个功能,而该程序的其余部分则自动的。自动操作是根据操作员的一条命令进行。然而,在每种情况下应具有以下的基本操作程序。

6.4.2 发电机驱动装置可控停机

该程序应为:

a) 在保持同步状态的同时,可控卸负荷达到名义输出功率为零;

- b) 断开回路断路器；
- c) 在不熄火的条件下减速至惰走转速和冷却阶段(如适用)；
- d) 切断燃料和停运盘车不需要的辅助设备；
- e) 盘车阶段(如果需要)；
- f) 在燃气轮机冷机后,停运其余辅助设备,例如润滑油泵；
- g) 复位到起动状态。

6.4.3 机械驱动装置可控停机

该程序应为：

- a) 可控卸负荷到最小负荷状态或惰走转速；
- b) 冷却阶段(如适用)；
- c) 燃料切断,停运盘车不需要的辅助设备；
- d) 盘车阶段(如果需要)；
- e) 停运其余辅助设备,例如润滑油泵；
- f) 复位到起动状态。

6.4.4 应急保护系统

6.4.4.1 概述

应急保护系统应使燃气轮机和相连的设备免遭危险和即将到来的损坏,在合理的情况下该系统应独立地检测和控制调速器。为了延长燃气轮机的使用寿命,在某些情况下,该系统可使燃气轮机甩负荷到最小自持转速或减负荷到最小负荷状态,这样不必立即执行紧急停机。

6.4.4.2 保护性卸载

在某些故障下,程序可使燃气轮机降至最小负荷、空负荷(发电机断路器断开)或跳闸到自持转速运行一段时间,从而为燃料自动切断和燃气轮机停机前的冷却创造条件。成套商应告知采购方何时会有这种情况。

在某些故障下,经过采购方与成套商之间协商一致,程序可使燃气轮机降至部分负荷运行一段时间,为自身排障提供时间。如果在此过程中失败,燃料自动切断,且燃气轮机停机。假定故障消除,机组可以自动或手动方式重新带负荷。

将负荷减至最小或跳闸至最小自持转速的要求是由主要燃气轮机制造商规定的,该特点在设计被驱动装置或热回收系统时为减少潜在的安全停运次数是具有重要意义的,采购方与成套商之间应对该应用协商一致。

6.4.4.3 紧急停机

紧急停机可以以手动方式操作,但应能根据与采购方的商定,由燃气轮机/流程装置所运用的保护装置的自动动作。该系统应直接关闭燃料截止阀,切断燃气轮机的燃料供给。

在紧急停机后,作为适当处置,正常的盘车和停机程序应相应投入。在未作手动复位的情况下自动再起动不能实现,除非买卖双方协商一致并符合该装置的安全性评估。

6.4.5 火灾、漏气监测与通风失败停机

如检测到出现火灾、漏气到跳闸程度、通风失败等严重故障时,自动诊断装置应使机组自动停机。该系统应直接使燃料截止阀和放气阀动作。燃气轮机应不经逐渐减至最小负荷或冷却阶段而立即停机。

对于在罩壳通风出口(而不是进口)检测到可燃气体时,应使通风机保持工作,以清除罩壳内的残留可燃气体。

如果在通风入口处检测到可燃气体达到不可接受的程度时,由于来源很可能在罩壳外部,应将通风机断开,并且燃气轮机停机。

6.4.6 发电机组的停机

用于发电时,为防止当燃料截止阀关闭时发电机产生倒拖现象,应在燃气机或在发电机上提供预防手段。对同步补偿或发电机起动作了规定时,在操作上可以不管这些要求。

6.4.7 机械驱动机组的停机

为防止转动或逆流,停机时应提供自动装置,以便将被驱动设备与其供给的系统隔离。

6.5 通风与清吹

6.5.1 燃气轮机罩壳

应将清吹与安全连锁纳入到自动起动程序中。只有在对罩壳进行良好的清吹后且未检测到可燃气体存在不可接受的浓度时,自动起动程序才能继续进行。除非国家另有规定,需要相当于罩壳3倍体积的空气量清吹后,才允许执行起动程序。

6.5.2 燃气轮机清吹

起动控制系统应提供足够时间用于燃气轮机自动清吹,以确保燃气轮机和下游部件的安全运行。

除非国家另有规定,清吹周期通常应在机组点火前至少将(包括烟囱在内的)整个排气系统的空间进行3倍体积的清吹。对于有可替代的预防措施时,可以不需要这样做。

对于排气系统容积过大而导致清吹次数过多的情形,有关各方可对减少清吹循环次数协商一致。

6.5.3 特殊预防措施

对于使用具有高挥发性液体燃料时,例如石脑油或密度大于空气的可燃气体,可能需要采取特殊的预防措施(见5.2.3.4)。这些措施应包括,但不限于,自动工作的燃料放泄阀、燃料输送设备的隔离设施、专用的危险气体检测器和液体检测器。

6.6 燃料控制

6.6.1 概述

在起动和运行过程中燃料的供给应自动控制,以保持燃气轮机处在其安全工作范围内,并使设备的寿命达到最长。当排放量必须满足环保限值时,也应对燃料的供给进行控制,以满足燃烧设计准则。

6.6.2 双燃料系统的运行

若采购方作明确规定,控制系统应能对使用气体燃料和/或液体燃料的燃气轮机进行控制,且允许在整个运行的功率范围内自动(双向)切换。成套商应将转速或负荷的瞬态变化的限制告知采购方。应由采购方提供开始切换的信号。

6.6.3 双燃料运行

若采购方作明确规定,控制系统应能按比例控制每种燃料,按有效性最大限度地使用主燃料。成套商应将有关每种燃料的最小百分比的限制告知采购方。

6.6.4 低比能气体燃料的运行

对于燃气轮机要设计成用比能很低的气体燃料(例如某些填埋气或煤层气)运行的情况,可能需要用来自采购方提供的液体燃料或天然气等其他燃料源来起动机组。使用这些燃料有可能需要连续值班点火,以防止在负荷瞬态变化时燃烧火焰熄灭。

6.6.5 变比能气体燃料的控制

当采购方有规定时,控制系统应能对比能正在变化的气体燃料自动进行补偿,在整个负荷范围内保持稳定运行。

采购方应规定建议使用的气体燃料源的比能和 Wobbe 指数的范围,并得到成套商的认可。

6.6.6 燃料截止(气体与液体燃料)

6.6.6.1 燃料截止阀

除燃料调节阀外,为了在任何停机状态下将通往燃气轮机的所有气体燃料截断,应提供两个独立的手段,而且在允许点火的所有条件被满足以前它们不应打开。

如果气体燃料调节阀为气密的截止设计且能安全关闭,可将其认定为截止手段之一。

对于使用液体燃料的情形,如果燃料泵为正排量设计,则当以截止阀为后备手段时,可以认为燃料泵的停运是一个手段。

6.6.6.2 放气阀

对于气体燃料来说,当将燃气轮机停机时,应利用合适的放气阀减少燃料泄漏到燃气轮机中的危险。

6.6.6.3 截断与放气阀(燃气轮机罩壳)

对带有罩壳且使用气体燃料的燃气轮机而言,当将燃气轮机停机且通风机不在运行时,应该利用合适的截断与放气阀去减少气体燃料泄漏到罩壳中的危险。

倘若主截断阀放置在罩壳外,则利用公共设备使 6.6.6.2 和 6.6.6.3 的要求得到满足。

6.7 调速与限制

6.7.1 转速要求

控制系统应通过自动/手动选择器满足手动和自动两种转速控制需要。转速范围对两者应是相同的,且应是为在达到自持转速后的任意点处实现平稳切换而设计的。

a) 恒速(用于发电机组)

除非采购方与成套商之间另行协商一致,在运行中,额定转速的 95%~105% 的范围内空载转速应当是可调节的。

当在远程操作时,调速器与并联运行机组上的其他变速器应当是相兼容的。采购方与成套商之间应对从现场最大额定负荷到零负荷的负荷变化率协商一致。

b) 变速(用于泵与压缩机的驱动)

为满足流程需求要求泵或压缩机在变转速运行时,控制系统应能接受流程控制器的输入,在采购方规定的输出轴运行转速范围内对透平转速进行调节。

6.7.2 转速控制

6.7.2.1 调速器瞬态性能(单轴燃气轮机发电机组)

在所有稳态条件下调速器应将输出转速限定在额定转速的 105% 内。发电机驱动装置的调速系统应阻止燃气轮机在瞬时失去最大负荷后达到燃气轮机跳闸转速。这时假定燃气轮机是在由规定的环境条件所确定的功率范围内,以设计的燃料压力、温度和燃料比能,采用以额定转速设定并进行控制的变速器的条件下运行。

6.7.2.2 调速器瞬态性能(双轴燃气轮机发电机组)

在最大负荷甩掉后,调速器应当控制燃气轮机和/或动力透平的转速上升到一个无需对燃气轮机进行检查而允许再起动的数值(见 4.3.2)。

成套商应将机组最大负荷加载速率告知采购方。

注:对于有自由动力透平的情形,由于惯性比较小,该负荷会显著低于 100% 负荷。

6.7.2.3 迟缓率(死区)

在额定转速和任何小于等于最大输出功率时的迟缓率(死区)应不超过额定转速的 0.1%。

6.7.3 转速控制的稳定性

6.7.3.1 性能

对在零功率与最大功率之间运行的燃气轮机的燃料消耗率进行控制的转速调节系统应能对下述内容稳定控制:

- a) 当被驱动设备孤立运行时燃气轮机的转速;
- b) 当被驱动设备与其他被驱动设备并联运行时燃气轮机的燃料能量输入。

6.7.3.2 系统稳定性

在下述条件下应认为系统是稳定的。

- a) 被驱动的设备处在持续的负荷下运行,由转速调节系统和燃料控制系统所引起的透平转速的

持续波动的大小不超过规定的额定转速的百分数(例如额定转速的0.12%~0.25%)。

- b) 当在恒定转速和持续的负荷下,在与其他被驱动的设备并联运行的额定转速下,操作被驱动设备时,由转速调节系统和燃料控制系统所引起的能量输入的持续波动的大小不引起输出功率超过额定输出功率的 $\pm 2\%$ 。

6.7.4 燃料调节阀

在任何情况下燃气轮机停机后,燃料调节阀应恢复到关闭或最小位置(见6.6.6.1)。

6.7.5 温度限制

燃料控制系统应包括一套超越限制系统,以防止燃气轮机超过额定工作温度或燃气发生器超过最大转速。

6.7.6 温度限制的稳定性

燃气轮机在温度控制状态下,被驱动设备与其他被驱动设备同时运行时,温度控制和燃料控制系统应能按现有环境条件所规定的限值对燃气轮机的温度进行可靠的控制。

当被驱动设备以恒速与其他被驱动设备并联运行时,在温度限制或控制系统和燃料控制系统的控制下燃气轮机燃料输入的能量持续波动的大小引起输出功率的变化不超过额定输出功率的6%,则认为温度限制或控制系统和燃料控制系统是稳定的。

6.7.7 其他限制

根据成套商的要求可以对燃料控制系统赋予其他控制功能。例如,可以对燃气发生器的低压轴或高压轴的转速、动力透平转速、压气机出口温度或压力及动力透平出口温度等施加限制。

6.8 污染排放控制

6.8.1 概述

燃气轮机控制系统应该集成包括对燃烧过程的顺序、监测和控制的所有功能,并利用排放控制技术(DLE、注水或注蒸汽)达到所规定的排放要求。

6.8.2 排放量监测

为满足国家的某些规定要求,可以要求提供排放量监测系统。这些系统可以建立在测量(连续或间歇)或预示性计算的基础上。

6.9 超速保护

6.9.1 概述

除非能证明从气动学上是不可能发生危险的超速,否则应为每根轴配装超速保护装置。

如果超速保护装置是电子式的,应最少采用两个独立的传感器和回路。

6.9.2 超速整定值

超速保护装置的主要功能是通过与燃料调节阀无关的装置在燃烧室附近将燃料截断。

应将单轴发电机组的超速整定值确定为不超过同步转速的110%。

对于双轴(自由动力透平)发电机组,该整定值应超过由突然失去可能的最大功率而产生的转速,其超出的范围可防止假跳闸,但不会引起转子的应力过大。

对于双轴(自由动力透平)机械驱动机组,该设定值应比最大持续转速高5%。

注:见4.3.2。

6.9.3 超速试验

应对超速跳闸的试验作出规定。该试验可以为手动操作或自动操作,且可以或不可以要求正常运行的中断。应由采购方与成套商之间协商一致。

6.9.4 附加保护

分轴动力透平或带换热器的燃气轮机可要求设置附加保护,以防止由内存的热量或贮存的大量高压空气或这两者导致超速。这种保护可采取,如由主调速器触发的放气阀或超速跳闸或这两者并动。

6.10 保护系统

6.10.1 火焰监视

应提供直接或间接的火焰熄灭感测手段,以便在起动周期的适当时刻和随后在正常运行中监视燃烧火焰的存在。如果燃烧室在安全时间段内未点着火,或者在运行中熄火,应切断燃料供给。

上面所述是必须的,除非采购方与成套商之间另行协商一致。

6.10.2 轴承温度

应对具有流体动力型滑动轴承的燃气轮机安装温度监测装置,用于测量轴承金属温度和/或回油温度,且当检测到异常温度时应发出报警和/或停机。

6.10.3 空气进口结冰

成套商应安装必要的设备,以便对装在燃气轮机进口空气过滤系统或进气喇叭口/第一级叶片处的任何防冰系统的动作进行自动控制(见 5.2.4.8)。

6.10.4 空气进气压降

按照采购方与成套商之间的协商一致,应为进气系统安装测量仪,以指示环境与进气口法兰之间的压差,并在其超出限值时发出报警和/或跳闸信号。

6.10.5 排气系统背压

如要直接利用排气热量或通过利用余热回收装置将其回收时,成套商应告知整个系统最大允许背压。应提供故障监控装置以保护燃气轮机免遭过大的背压;按照成套商与采购方之间的协商一致,可使用挡板位置或压力监测装置。在任何情况下,成套商应保证所使用的方法能足够快且有效,防止燃气轮机或系统部件受到损坏。

6.10.6 振动与轴向位置监测

6.10.6.1 概述

应提供振动与轴向位置的监测系统,以便向操作员发出振动大小或轴的轴向位置在变动的警告,并当变化量超过允许值时使机组跳闸。

注:采购方可按照 API 670 确定一个系统。

6.10.6.2 航机派生型燃气轮机

通常配置盒装的地震式加速度传感器(求积分读速度)。如果为多轴结构燃气轮机,可要求使用带跟踪滤波器的监测系统将轴的特有频率分离出来。

对此种型式的燃气轮机,不配置轴的轴向位置监测装置。

6.10.6.3 工业燃气轮机

应对工业燃气轮机配置轴位移振动探头和轴向位置指示器。如成套商能证明其测得的允许值与无长期损伤之间具有良好的相关性,可考虑使用盒装加速度/速度传感器装置(见 4.7.2.2)。最终的选择应由采购方与成套商之间协商一致。

6.10.6.4 齿轮箱和被驱动装置

采购方与成套商之间应对齿轮箱与被驱动装置上振动监测装置的设计和供货范围协商一致。

6.10.7 火灾检测与保护

当燃气轮机安装在罩壳内时,应提供适当的措施监测罩壳内火灾的发生。灭火系统和火灾检测系统的设计应:

- a) 满足国家或地区的规定;
- b) 符合采购方与成套商之间的协议。

应将补偿热电偶的热检测视为最低级检测要求。其他等级的监测仪器,如光感(紫外线、红外线)或烟感由采购方规定。

应将罩壳内采用的所有灭火和火灾探测的装置设计成在罩壳内所遭遇到的所有运行条件下的整个范围内能工作。

不应使用聚四氟乙烯(Halon)或其他消耗臭氧的介质来灭火。

除非采购方与成套商之间另行协商一致,按在 6.4.5 中所述执行停机程序。停机程序应包括风机的切断、防火挡板的关闭和灭火剂的释放,以使着火受到控制。

除非采购方与成套商之间另行协商一致,应使灭火剂自动释放。在灭火剂自动释放的情况下,在对人员发出状态警告的报警以后,需要一段延时。当采用 CO₂ 灭火时,应发出报警并有适当的延时。

应提供一种手段,在维修和进入罩壳期间应能可靠安全地切断灭火剂的释放。

注 1: 如果使用无毒、无窒息性灭火剂,可以不必隔离。

应提供手动操作系统。应在罩壳外部的每侧设置一个手动释放站。

应使灭火剂在着火后的一段时间保持在适当水平,以允许燃气轮机冷却到罩壳内可能存在的任何可燃液体(例如润滑油、液压油和液体燃料)的自燃温度以下。由于重型燃气轮机需要大量的灭火剂,所以上述要求是不可能达到的,在这种情况下,应保持足够数量的灭火剂,直到机组处于低速状态(典型 15 min~30 min)。同时必须准备其他措施,比如监视器和泡沫敷盖物,以防再次起火。

注 2: 推荐与当地消防部门或当局协商一致。

注 3: 采购方应规定包括特定的灭火介质在内的灭火系统中要包括的特殊设计要求。

6.10.8 可燃气体检测

在下述情形下应提供可燃气体检测系统:

- a) 燃气轮机使用气体燃料;
- b) 燃气轮机在危险区域内运行。

注: 应考虑并合理处理由被驱动装置的相关附加设备引起的起火爆炸。

对进入罩壳或罩壳内存在的可燃气体泄漏应提供适当的手段进行监测,在达到适当浓度时报警和停机,按在 6.4.4 中所述执行停机。

对于大气中会出现可燃气体的环境(煤气厂、液化石油气厂等)时,在燃气轮机的空气进口处应设置可燃气体检测器。

可燃气体检测器的设置原则与报警和停机的设定值应:

- a) 满足地方或国家的规定,或
- b) 由采购方与成套商之间协商一致。

可燃气体检测器应监测气体的泄漏,其布置应使其效能不受不利气流的影响,即排热需要的大量空气。当可燃气体报警系统检测到一个规定的百分数时[一般在低爆炸限值(LEL)的 5%~10% 的范围内],应给予报警。当可燃气体报警系统检测到一个较高的规定百分数时[一般在低爆炸限值(LEL)的 10%~25% 的范围内],燃气轮机应跳闸,见 6.4.5 所述。

6.10.9 润滑

成套商所规定的控制系统应包含全自动的控制、监测和保护。应包括下面的情况:

- a) 起动前注油,建立润滑油最小压力;
- b) 起动,必要时切换油泵;
- c) 运行,对供油压力和温度进行连续监测;
- d) 停机,包括任何应急润滑油泵的起动;
- e) 停机后的冷机阶段。

为了在成套商规定的安全限值以内运行,应对燃气轮机供油温度或轴承温差进行监测。

6.10.10 排气温度

应提供一组温度检测器去监测燃气轮机排气的温度或自由透平前的温度。应提供足够数量的检测器去监测燃烧系统或透平喷嘴温度分步的不对称故障或恶化状况。如果任何一个温度对平均温度的偏离超过某个规定量,应发出报警。如达到更高的规定值,则应卸载、停机或跳闸。

应按照 6.4.3 采取适当行动。

6.11 压气机清洗系统

可以按成套商的推荐或采购方的规定提供有手动或自动控制的在线和/或离线压气机清洗系统(见5.2.4.7)。对于有自动控制的情形,控制系统应提供该循环的自动程序和所有必要的安全连锁以防止越权使用。

6.12 控制系统要点

6.12.1 结构(数字系统)

6.12.1.1 单一系统

当控制系统可靠性指数比燃气轮机好且与采购方要求一致时,单一控制与仪表系统是允许采用的。单一系统应配置足够多的保护装置(监视器)对处理器的硬件或软件故障进行监测,并采取必要的措施强制输出达到安全状态或监视器跳开。

6.12.1.2 容错系统

当非计划停机满足采购方规定的最小次数是至关重要时,按照采购方与成套商之间的商定意见,可以为控制系统、电源、发动机测量仪和终端装置配备三套硬件提供三选二的控制方式,并实现损坏的控制部件或测量仪的在线更换。

6.12.2 人机界面(MMI)

若采购方有明确规定,控制系统应为操作员配备一个采用计算机/监视器的显示系统,提供设备的模拟、显示、性能数据、趋势信息及报警和停机的记录。

6.12.3 报警与报警报告

6.12.3.1 故障停机

控制系统应使用“报警闭锁”(first up lock out)停机程序,按照采购方与成套商之间的协商一致,可将该程序的输出显示在光字牌指示器或监视器系统上。在手动复位之前故障输出报告不应自动清除。

6.12.3.2 故障警告

控制系统应使用警告指示器向操作员警告即将发生的故障。输出应清晰地表明故障发生的信息。在以手动方式确认及故障等级已恢复到正常状态以前,故障的输出报告不应自动清除。可以将报警指示器和跳闸指示器合为一体。

6.12.3.3 状态信息

控制系统应向操作员清晰表明在起动、运行和停机过程中燃气轮机的状态,且告知操作员何时需要输入一条指令。可以将状态信息并入到故障警告和停机的显示中。

6.12.3.4 声报警

若采购方作明确规定,应为控制系统提供音响面板报警和激发远处电气喇叭工作的输出。

6.12.4 运行小时数和起动次数的记录

控制系统应提供记录运行小时数和起动次数的手段。可按所用燃料及成套商规定的额定功率和尖峰功率的形式分开记录运行小时数。

6.12.5 轴转速和燃气热通道温度的指示

控制系统应提供显示透平轴转速和燃烧室下游热通道温度的永久安装的装置。

按采购方与成套商之间的协商一致,可以用模拟式表计或数字式表计显示,或者可将该显示置入监视器系统中。

6.12.6 性能监测

若采购方作明确规定,控制系统应向操作员提供足够多的数据以确定压气机积污何时达到应执行在线或离线清洗的程度。

6.12.7 故障查找辅助手段

6.12.7.1 控制装置与仪器仪表

若采购方作明确规定,控制系统应提供故障诊断能力,以帮助识别测量仪和控制部件的故障。

6.12.7.2 燃气轮机

对于采购方有规定的情形,控制系统应提供故障诊断能力,以帮助识别燃气轮机运行中的瞬时故障。

6.12.8 电磁兼容性

控制屏的设计和制作不应让外部电磁辐射干扰其工作,且应将任何辐射限制在其工作所要求的范围。

当有国家规定时,成套商应遵循这些规定。

6.12.9 备用终端

成套商应准备 10% 备用终端容量和供增加输入/输出电路板用的足够空间。在项目的规划阶段可以利用该备用容量。采购方与成套商应就交货时保留的最少数量的备用容量协商一致。

6.12.10 控制系统电源

当采购方打算提供其自身的不间断电源系统时,成套商应告知其电压范围和容差,以及静负载和冲击电流的情况。

6.12.11 控制屏内部接线

控制屏内部接线应达到成套商的标准,但该标准应符合采购方规定的国家标准。

6.13 控制屏的安装

当控制屏需要由采购方安装时,为保持电磁兼容性,成套商应告知有关接地和敷设电缆的所有特殊要求。

采购方应规定有关灰尘、湿度、水分、温度和与振动源隔离的任何特殊安装要求。

采购方应规定控制屏和操作站的所在地点的区域类别。

采购方应规定控制屏相对于燃气轮机的所在位置,且还应对增加的任何操作站(例如设备的就地操作站、中央控制室)作出规定。采购方也应说明每个地点所要求的控制和监测的程度。

成套商应将电缆隔离的任何要求和允许控制屏离开燃气轮机安装所要求的电缆最大长度告知采购方。

6.14 可操作性与诊断

为便于运行、维修和故障情况的诊断,按采购方与成套商之间的协商结果,为燃气轮机安装足够数量的测量仪。

如采购方有规定,成套商应提供利用远程通信(调制解调器接口)的支持服务,以利用专家诊断知识帮助识别燃气轮机及其控制系统的故障。

6.15 数据通信

采购方应确定是否需要串行通信设备。采购方与成套商应对要使用的协议、数据与链路控制设备的范围、数据传输速率及时间标记要求协商一致。

6.16 特殊用途

6.16.1 动态定位与船舶推进

6.16.1.1 应急和安全临界的停机(船舶推进)

当燃气轮机用于船舶动力时,应按照劳氏船级社规则(Classification Society's Rules)和管理局规定(Regulatory Authority's Requirements)将应急和安全临界的停机次数保持在最少。

6.16.1.2 船舶查验机构的规定

在有关环境、振动和控制屏的电磁相容性的证明方面,成套商应满足船级社规则和管理局规定。

6.16.2 应急电源用的燃气轮机发电机组

对于应急用的燃气轮机,例如发生地震、火灾或洪水等危及生命的情况下用作维持电源时,除 6.9 条外,可放宽 6.1.2e)~6.15 中所规定的对控制装置和仪器仪表的要求,应优先考虑下述内容。

a) 国家规定

当应急设备的安全可靠运行方面有国家规定时,应使燃气轮机控制系统的设计满足这些规定。

b) 快速起动/带负荷

对应急发电机组来说,快速而可靠地起动要求是首要的,当发生诸如地震和火灾而失去电源之类的危急状况时,起动程序应自动执行,应将起动程序设计成机组从冷态起动到带负荷所要求时间最短。

c) 系统保护的要求

对应急发电机组来说,不中断运行的要求是首要的。应使停机保护回路的数量保持在最少程度,且应将其设计成即使燃气轮机因连续运行可能造成损坏的情况下,也能使紧急情况下的利用率达到最大。

d) 故障报警/停机

为保持运行不中断,在出现危急的报警报告以后通常只允许手动停机;只有像超速那样极端危急的故障,才允许机组自动停机。

附 录 A
(资料性附录)
资 料 清 单

表 A.1 数据表——概况

GB/T 14099 资料清单		任务单号_____	项目_____
		采购订单号_____	日期_____
		询价单号_____	编制_____
		版本_____	日期_____

概况

适用于：

☐ 建议书

☐ 采购

☐ 建造

☐ 用途_____

☐ 机组_____

☐ 现场_____

☐ 系列号_____

☐ 服务_____

☐ 要求的台数_____

☐ 地理位置_____

☐ 地震的规定_____

☐ 成套商_____

型号_____工厂订单_____

驱动设备制造商_____

型号_____系列号_____

被驱动设备型式_____

制造商_____型号_____系列号_____

附加的被驱动设备型式_____

制造商_____型号_____系列号_____

型式_____

制造商_____型号_____系列号_____

☐ 要求的输出功率_____

☐ 要求的工作转速范围_____

循环：

☐ 回热

☐ 简单

☐ 排气余热回收

燃气轮机的型式：

☐ 单轴

☐ 多轴

任务：

☐ 连续的

☐ 间断的

☐ 备用

运行：

☐ 有看管的

☐ 无看管的

备注：

☐ 由采购方完成

☐ 如果不由采购方则由成套商确定

☐ 无标记的由成套商完成

表 A.1 (续)

性 能	地 点
燃气轮机,包括发动机所有被驱动设备的附加损失 ○ 现场额定功率 ○ 现场最高温度 ○ 现场最低温度 ○ 干球温度/℃ _____ ○ 相对湿度/% _____ ○ 大气压力/kPa _____ 输出功率/kW(HP)(1) _____ 热耗率,低热值/[kJ/(kW·h)] _____ ☆ 输出轴转速/(r/min) _____ 进气流量/(kg/s) _____ 进气系统压力损失, Δp /kPa _____ 工作温度/℃ _____ 排气流量/(kg/s) _____ 排气系统压力损失, Δp /kPa _____ 排气温度/℃ _____ (1) 记录下列影响 ○ 注蒸汽 ○ 注水 ○ 被驱动装置,见另外的资料清单 ☆ 排放量控制 ☆ 增加量 蒸汽流量/(kg/h) _____ 水流量/(L/s) _____	○ 地理位置 _____ ○ 地震规定 _____ ○ 室内 ○ 室外 ○ 加热的 ○ 顶板下方 ○ 不加热的 ○ 部分侧壁 ○ 电气区域分类 非危险区 类/组/区 燃气轮机区域 ○ ____ / ____ / ____ 燃气轮机机罩壳 ○ ____ / ____ / ____ 控制屏 ○ ____ / ____ / ____ ○ 船用条件要求 ○ 冬季要求 ○ 适应热带气候要求 普通要求: ○ 灰尘 ○ 烟雾 ○ 其他 _____ _____ _____
	成套设备噪声级(4.3.9)
	○ 声能级 _____ dB(A) ○ 声压级 _____ dB(A)
装 运 规 定	排放量(4.3.8)
○ 重量/尺寸限制 _____ ○ 特殊考虑要求 _____ ○ 国内 出口 出口装箱要求 ○ 6个月以上的室外存储 ○ 海洋运输准备类型 _____ ○ 成套商提供的吊绳/横杆 _____	○ NO _x 规定 _____ ○ NO _x 排放 _____ 排放量降低方法(如果要求) ☆ 注水 ☆ 选择性催化还原 ☆ 注蒸汽 ☆ 干式低 NO _x 燃烧室 其他 _____ ○ SO _x 规定 _____ ○ 燃料的含硫量 排放的 SO _x (基于所述的硫含量) ○ CO 规定 _____ ○ CO 排放量 _____ ○ 颗粒物规定 _____ ○ 颗粒物排放量 _____ ○ 未燃烧的碳氢化合物规定 _____ ○ 适用的排放条例 _____ ○ 其他 _____
油 漆	
○ 制造商的标准 _____ ○ 其他 _____	

表 A.2 数据表——公用设备与接口

GB/T 14099 资料清单				任务单号 _____		项目 _____	
				采购订单号 _____		日期 _____	
				询价单号 _____		编制 _____	
				版本 _____		日期 _____	
公用设备与接口							
<p>条件</p> <p>蒸汽 辅助驱动设备: 加热:</p> <p>进汽最小值 _____ kPa _____ ℃ _____ kPa _____ ℃</p> <p>进汽额定值 _____ kPa _____ ℃ _____ kPa _____ ℃</p> <p>进汽最大值 _____ kPa _____ ℃ _____ kPa _____ ℃</p> <p>排汽最小值 _____ kPa _____ ℃ _____ kPa _____ ℃</p> <p>排汽额定值 _____ kPa _____ ℃ _____ kPa _____ ℃</p> <p>排汽最大值 _____ kPa _____ ℃ _____ kPa _____ ℃</p> <p> 起动: 注入:</p> <p>进汽最小值 _____ kPa _____ ℃ _____ kPa _____ ℃</p> <p>进汽额定值 _____ kPa _____ ℃ _____ kPa _____ ℃</p> <p>进汽最大值 _____ kPa _____ ℃ _____ kPa _____ ℃</p> <p>排汽最小值 _____ kPa _____ ℃ _____ kPa _____ ℃</p> <p>排汽额定值 _____ kPa _____ ℃ _____ kPa _____ ℃</p> <p>排汽最大值 _____ kPa _____ ℃ _____ kPa _____ ℃</p> <p>电器设备</p> <p> 电动机 加热 控制 停运</p> <p>电压 _____</p> <p>赫兹 _____</p> <p>相位 _____</p> <p>冷却水</p> <p>温度:进口 _____ ℃ 回流最高 _____ ℃</p> <p>压力:额定值 _____ kPa 设计值 _____ kPa</p> <p>最小回流 _____ kPa 最大允许 Δ _____ kPa</p> <p>温度:进口 _____ ℃ 回流最高 _____ ℃</p> <p>设计 _____</p> <p>水源 _____</p> <p>仪表用空气压力/kPa:</p> <p>最大 额定 最小</p>				<p>公用设备总消耗:</p> <p>冷却水 _____ kg/min</p> <p>蒸汽等级 _____ kPa _____ kPa _____ kPa</p> <p>蒸汽额定耗量 _____</p> <p>蒸汽最大耗量 _____</p> <p>仪用空气 _____ m³/min</p> <p>电动机(辅助设备) _____ kW</p> <p>电池充电 _____ kW</p> <p>加热器 _____ kW</p> <p>清吹 _____ m³/min</p> <p>燃气轮机空气抽取量:</p> <p>○ kg/min _____ 和</p> <p>可获得的最大压力</p> <p>kPa _____ 和 _____</p> <p>○ 出口温度 _____ ℃</p> <p>○ 被抽气的压气机级 _____</p> <p>备注: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>			
与采购方的接口							
连接	○ 尺寸	○ 端面与规格	○ 位置	○ 法兰或螺栓连接	○ 成套商提供的 配合法兰与垫片	○ 气体速度/ (m/s)	
进气							
排气							
气体燃料供给							
起动空气供给							

表 A.2 (续)

连接	○ 尺寸	○ 端面与规格	○ 位置	○ 法兰或螺栓连接	○ 成套商提供的 配合法兰与垫片	○ 气体速度/ (m/s)
NO _x 抑制注水						
冷却水						
NO _x 抑制注蒸汽						
起动蒸汽供给						
备注						

表 A.3 数据表——成套商提供的辅机系统

GB/T 14099 资料清单				任务单 _____	项目 _____																								
				采购订单号 _____	日期 _____																								
				询价单号 _____	编制 _____																								
				版本 _____	日期 _____																								
成套商供应的辅机系统																													
起动系统(5.2.1)			安装系统(5.2.2)																										
<div>型式 <input type="radio"/> 电动机 <input type="radio"/> 透平 <input type="radio"/> 气体膨胀机 <input type="radio"/> 内燃机 <input type="radio"/> 液压传动装置 <input type="radio"/> 燃气轮机 <input checked="" type="radio"/> 用离合器起动机 起动机额定功率 _____ kW 轴盘车装置要求 电动机 型式 _____ 额定功率 _____ kW 制造商 _____ 型号 _____ 汽轮机 制造商 _____ 型号 _____ 最大蒸汽流量 _____ kg/h 合计/起始 _____ kg <input type="radio"/> 气体膨胀机 应用规格规范 制造商 _____ 型号 _____ 最大气体流量 _____ kg/h 总计/起始 _____ kg <input type="radio"/> 膨胀透平用气体 <table><tr><td></td><td>最小</td><td>最大</td><td>额定</td></tr><tr><td>进气压力/kPa</td><td>_____</td><td>_____</td><td>_____</td></tr><tr><td>排气压力/kPa</td><td>_____</td><td>_____</td><td>_____</td></tr><tr><td>进气温度/℃</td><td>_____</td><td>_____</td><td>_____</td></tr><tr><td>排气温度/℃</td><td>_____</td><td>_____</td><td>_____</td></tr><tr><td>分子量</td><td>_____</td><td>_____</td><td>_____</td></tr></table> 转速调节器 <input type="radio"/> 调速器 <input type="radio"/> 压力调节器</div>				最小	最大	额定	进气压力/kPa	_____	_____	_____	排气压力/kPa	_____	_____	_____	进气温度/℃	_____	_____	_____	排气温度/℃	_____	_____	_____	分子量	_____	_____	_____	<div><input type="radio"/> 基础型式(5.2.2.1) _____ <input type="radio"/> 适用于环氧树脂的灰浆(5.2.2.2) _____ <input type="radio"/> 底盘(5.2.2.3),单块 _____ 多块 _____ <input type="radio"/> 调整垫/指标 _____ <input type="radio"/> 纵向固定 <input type="radio"/> 隔热 <input type="radio"/> 外部激振力 _____ <input type="radio"/> 支承系统(振动)值 _____ <input type="radio"/> 盖板/格栅的型式(5.2.2.3) _____ <div>罩壳与消防(5.2.3)</div> <input type="radio"/> 罩壳型式 _____ <input type="radio"/> 用 CO₂ 灭火 <input type="radio"/> 水雾灭火 <input type="radio"/> 特殊设计考虑 _____ <input type="radio"/> 通风机冗余要求(5.2.3.4) <input type="radio"/> 正压通风(5.2.3.4) <input type="radio"/> 采购方提供的外部管道(5.2.3.4) 需要的直流风机 _____ kW 其他 _____</div>		
	最小	最大	额定																										
进气压力/kPa	_____	_____	_____																										
排气压力/kPa	_____	_____	_____																										
进气温度/℃	_____	_____	_____																										
排气温度/℃	_____	_____	_____																										
分子量	_____	_____	_____																										

表 A.3 (续)

成套商提供的辅机系统	
是	否
提供的进气控制阀	制造商
不锈钢总管	型式
碳钢法兰	型号
Y-滤网 W/关断法兰	防护罩供应商
低速性能	最大外径 m
(用于压气机清洗)	毂盘重量 kg
减压阀压力整定值 kPa	中间件长度 m
壳体材料	中间件重量 kg
密封型式	<input type="checkbox"/> 要求的慢车适配器
内燃机	润滑要求
型式 <input type="checkbox"/> 火花塞点火 <input type="checkbox"/> 柴油机	<input type="checkbox"/> 无润滑 <input type="checkbox"/> 润滑脂 <input type="checkbox"/> 连续润滑
使用规格	每个毂盘的用量 kg 或 L/s
制造商 型号	备注:
kW r/min	
燃气轮机	
使用规格	
制造商 型号	
kW r/min	
备注:	

表 A.3 (续)

进气系统(5.2.4)	排气系统(5.2.5)
<div>空气过滤器制造商 _____ 型号 _____</div> <div><input type="radio"/> 型式</div> <div><input type="radio"/> 空气通道部件材料(5.2.4.1)</div> <div>位置: <input type="radio"/> 地平面 <input type="radio"/> 架高</div> <div><input type="radio"/> 额外加级设施</div> <div><input type="radio"/> 设计风速 _____ km/h</div> <div><input type="radio"/> 正常灰尘入量 _____ g/m³</div> <div>过滤效率(5.2.4.2) _____</div> <div>_____</div> <div>维修周期(5.2.4.2) _____ 月</div> <div>清洗频率(5.2.4.2) _____ 天</div> <div>在 100%额定空气流量下空气过滤器(5.2.4.2)</div> <div>压降 Δp _____ kPa</div> <div>_____ 清洗 _____ 报警 _____ 停机</div> <div>Δp 指示器制造商 _____ 型号 _____</div> <div><input type="radio"/> 消音器类型(5.2.4.3)</div> <div>消音器制造商 _____ 型号 _____</div> <div>在 110%额定空气流量下的消音器压损 _____ kPa</div> <div>管道表计/材料(5.2.4.4) _____</div> <div>膨胀节制造商 _____ 型式 _____</div> <div>离线水洗系统型式(5.2.4.7) _____</div> <div><input type="radio"/> 在线水洗系统型式(5.2.4.7) _____</div> <div><input type="radio"/> 蒸发式冷却器型式(5.2.4.7) 效率 _____</div> <div>蒸发式冷却器制造商 _____ 型式 _____</div> <div>吸收式冷却器制造商 _____ 型式 _____</div> <div>在 110%额定空气流量下蒸发式冷却器压损</div> <div><input type="radio"/> 防结冰装置型式(5.2.4.8) _____</div> <div>在 110%额定空气流量下整个空气进气系统压损 (5.2.4.1)</div> <div>其他 _____</div>	<div><input type="radio"/> 整个排气系统的要求</div> <div>膨胀节 制造商 _____ 型式 _____</div> <div>消音器 制造商 _____ Δp _____ kPa</div> <div>管路仪表/材料 _____</div> <div><input type="radio"/> 人员保护隔热 _____</div> <div>出口法兰定向:</div> <div><input type="radio"/> 垂直 <input type="radio"/> 水平</div> <div><input type="radio"/> 由其他部件产生的外部最大 Δp _____ kPa</div> <div><input type="radio"/> 余热回收装置</div> <div>制造商 型式 Δp _____ kPa</div> <div>蒸汽发生器:压力 _____ kPa, 温度 _____ $^{\circ}\text{C}$</div> <div> 流量 _____ kg/h</div> <div>整个排气系统额定 Δp _____ kPa</div>
	润滑油系统(5.2.7)
	<div>润滑油黏度 _____ ISO 等级 _____</div> <div>通用于</div> <div><input type="radio"/> 燃气发生器/单轴透平</div> <div>自由动力透平 负荷齿轮</div> <div>被驱动设备 辅助设备</div> <div><input type="radio"/> 合成润滑剂系统</div> <div>润滑油规格</div> <div>通用于 燃气发生器</div> <div>动力透平 负荷齿轮</div> <div>被驱动设备 辅助设备</div> <div>☆ 润滑油冷却器型式 _____ 空气</div> <div>水</div>
备注:	

表 A.4 数据表——燃料系统

GB/T 14099 资料清单		任务单 _____	项目 _____
		采购订单号 _____	日期 _____
		询价单号 _____	编制 _____
		版本 _____	日期 _____
燃料系统(5.2.8)			
燃料类型 气体 液体 双(气/气) <input type="radio"/> 双(气/液) 双(液/液) <input type="radio"/> 其他			
系统: <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>			
双燃料系统的要求(5.2.8.4):			
<input type="radio"/> 停机切换		<input type="radio"/> 在额定负荷(____%额定负荷)下切换	
<input type="radio"/> 带负荷的(手动)(自动)切换		<input type="radio"/> 完成切换所允许的最长时间____ s	
<input type="radio"/> 起动后切换			
气体燃料(5.2.8.2)		液体燃料(5.2.8.3)	
<input type="radio"/> 燃料分析——摩尔百分比		<input type="radio"/> 燃料等级	
组分	分子量 最小 最大 平均	要求的液体燃料处理 <input type="radio"/> 有 <input type="radio"/> 无	
空气	29 _____ _____ _____	处理系统提供者 <input type="radio"/> 成套商 <input type="radio"/> 其他	
氧气	32 _____ _____ _____	要求的加热器 <input type="radio"/> 有 <input type="radio"/> 无	
氮气	28 _____ _____ _____	<input type="radio"/> 要求的液体燃料最大/最小压力/kPa _____ / _____	
水蒸气	18 _____ _____ _____	燃料分析数据	
一氧化碳	28 _____ _____ _____	性质 理论值 实测值	
二氧化碳	44 _____ _____ _____	在 40℃/100℃下的黏度/(mm²/s) _____	
氢气	2 _____ _____ _____	馏分数据:	
硫化氢	34 _____ _____ _____	记录 90%(m/m)馏出点/℃ _____	
甲烷	16 _____ _____ _____	含硫量/(m/m) _____	
乙烯	26 _____ _____ _____	净比能/(MJ/kg) _____	
乙烷	30 _____ _____ _____	残炭(基于 10%残留物)(m/m) _____	
丙稀	42 _____ _____ _____	铜腐蚀	
丙烷	44 _____ _____ _____	在 100℃下的 3 h,最大 _____	
正丁烷	58 _____ _____ _____	低温可操作性/℃ _____	
异丁烷	58 _____ _____ _____	芳香族含量 _____	
正戊烷	72 _____ _____ _____	含灰量/(m/m) _____	
异戊烷	72 _____ _____ _____	在 15℃下的密度/(kg/m³) _____	
己烷	86 _____ _____ _____	闪点/℃ _____	
庚烷	106 _____ _____ _____	倾点/℃ _____	
辛烷以上	114 _____ _____ _____	水分/(V/V) _____	
合计		沉淀/(m/m) _____	
平均分子量		可滤掉的污物/(mg/100 mL) _____	
腐蚀物质/(mg/kg)(性质与浓度)		微量金属	
污染物/(mg/kg)(性质与浓度)		钠 _____	
净比能/(MJ/kg)		钾 _____	
燃料最大/最小压力/kPa	/ / /	钒 _____	
燃料最大/最小温度/℃	/ / /	钙 _____	
要求的燃料最大/最小压力/kPa	/ / /	铅 _____	
<input type="radio"/> 成套商提供的可燃气压缩系统		其他金属 _____	
<input type="radio"/> 采购方提供的可燃气压缩系统		其他 _____	
<input type="radio"/> 成套商提供的可燃气预热系统			
<input type="radio"/> 采购方提供的可燃气预热系统			
注水/注蒸汽系统(5.2.8.5)			
<input type="radio"/> 要求的水压力 _____ kPa			
<input type="radio"/> 要求的蒸汽压力 _____ kPa			
<input type="radio"/> 要求的蒸汽温度 _____ ℃			
<input type="radio"/> 水/蒸汽的品质 _____			
燃料系统管道(5.2.8.1)			
<input type="radio"/> 旁通控制阀		<input type="radio"/> 隔离截断阀 _____	
<input type="radio"/> Y 滤网 _____ 网眼		<input type="radio"/> 排污或放气阀 _____ <input type="radio"/> 其他 _____	
<input type="radio"/> 最终过滤器 _____ μm			
备注:			

表 A.5 数据表——发电机

<u>基本细节</u>					
制造商					
型号					
型式					
<u>基本数据</u>					
额定输出功率					kW
功率因数					
极数					
相数					
电压					V
频率					Hz
同步转速					r/min
罩壳型式					
总温					F/B
超速					r/min
定子最高温度					℃
磁心最高温度					℃
定子隔离系统					
冷却系统					
<u>性能参数</u>	100%	75%	50%	25%	
输出功率					kW
定子电流					A
效率					%
功率因数					
<u>电抗</u>					
同步电抗					
瞬态电抗					
次瞬态电抗					
逆序电抗					
零序电抗					
<u>电枢绕组</u>					
瞬态场时间常数					
次瞬态时间常数					
电枢直流时间常数					
短路比					
<u>机械数据</u>					
基本扭矩					N • m
满负荷扭矩					N • m
转子惯量					kg • m ²
<u>尺寸</u>					
长度					mm
宽度					mm
高度					mm
净高度	干的	运行		kg • m ²	
最重部件					kg
<u>公用设备要求</u>					
交流	相数	V		Hz	
水/乙二醇					L/s
轴承润滑油流量(每个)					L/s
润滑油黏度等级					

表 A.6 数据表——控制器与仪器仪表

GB/T 14099 资料清单		任务单 _____	项目 _____
		采购订单号 _____	日期 _____
		询价单号 _____	编制 _____
		版本 _____	日期 _____
资料清单			
资料完成者 <input type="radio"/> 采购方 <input type="radio"/> 成套商 ☆ 若不由采购方则由成套商			
机组控制屏电源(6.12.10)			
<input type="radio"/> 采购方提供的不间断电源(UPS) <input type="radio"/> 成套商提供的不间断电源(UPS) ☆ _____ 交流 _____ 直流(规定电压) <input type="radio"/> 不间断电源(UPS)要维持的时间 _____ h			
安装(6.13)			
机组控制屏位置 <input type="radio"/> 到底盘的电缆长度 _____ m <input type="radio"/> 要求的电缆隔离(给予规定) _____			
危险区域分类 _____			
<input type="radio"/> 安全环境 <input type="radio"/> I 区 <input type="radio"/> II 区 <input type="radio"/> 有灰尘的 <input type="radio"/> 环境温度范围 _____ ℃ ~ _____ ℃ <input type="radio"/> 湿度 <input type="radio"/> 抗振动安装要求			
系统结构(数字系统)(6.12.1)			
☆ 单一系统 ☆ 容错系统 ☆ 其他(给予规定)			
起动/带负荷(6.2,6.3)			
<input type="radio"/> 黑起动能力 <input type="radio"/> 手动加负荷 <input type="radio"/> 自动带负荷 起动产生 <input type="radio"/> 自动(闭合触点) <input type="radio"/> 机组控制屏就地操作(手动) <input type="radio"/> 其他地点(给予指定) _____ _____			
火灾检测监视(6.4.4,6.10.7)			
成套仪器(仪表) <input type="radio"/> 由采购方提供 <input type="radio"/> 由成套商提供 ☆ 规定数量与类型 数量 _____ 类型 _____ 监视器 <input type="radio"/> 由采购方提供 <input type="radio"/> 由成套商提供			
火灾检测监视[6.4.4,6.10.8(若适用)]			
成套仪器(仪表) <input type="radio"/> 由采购方提供 <input type="radio"/> 由成套商提供 ☆ 规定数量与类型 数量 _____ 类型 _____ 监视器 <input type="radio"/> 由采购方提供 <input type="radio"/> 由成套商提供			

表 A. 6 (续)

通风与清吹(6.5)				
<input type="radio"/> 适用的国家规定 (给予指定)_____				
燃料控制(6.6)				
<input type="radio"/> 气体燃料	<input type="radio"/> 液体燃料	<input type="radio"/> 双燃料 (气体/气体)	<input type="radio"/> 双燃料 (气体/液体)	<input type="radio"/> 双燃料 (液体/液体)
其他双燃料(给予指定)_____				
双燃料运行——控制方法,例如手动,气体供应压力_____				
<input type="radio"/> 低净比能气体燃料运行				
<input type="radio"/> 可用的起动气体燃料/液体燃料				
<input type="radio"/> 变净比能气体燃料运行				
规定净比能的范围_____				
规定 WOBBE 指数范围_____				
转速控制机械驱动应用情况(6.7.1)				
<input type="radio"/> 过程控制信号输入_____				
<input type="radio"/> 要求的调速器的转速范围(给予规定)_____				
报警/停机通告(6.12.3)				
☆ 基本监视器(见 6.12.3)				
☆ 报警灯信号器				
☆ 停机灯信号器				
透平转速与温度的显示(6.12.5)				
☆ 基本监视器				
☆ 模拟显示				
☆ 数字显示				
振动监测(6.10.6)				
燃气轮机				
<input type="radio"/> 地震式		<input type="radio"/> 轴位移式		
齿轮箱		被驱动设备		
☆ 地震式(速度或加速度)		☆ 地震式(速度或加速度)		
☆ 轴位移		☆ 轴位移		
性能监测(6.12.6)				
<input type="radio"/> 要求的性能测量仪和监测				
排放量检测(6.8)				
<input type="radio"/> 要求的排放量测量仪和监测				
人机界面(6.12.2)				
类型				
<input type="radio"/> 黑白监测器				
<input type="radio"/> 彩色监测器(指定大小)_____				
位置				
<input type="radio"/> 桌面				
<input type="radio"/> 屏装				
<input type="radio"/> 两者兼有				
<input type="radio"/> 彩色监测器(规定大小)				
特征要求				
<input type="radio"/> 机组仿真方面				
<input type="radio"/> 趋势显示(总体)				
<input type="radio"/> 趋势显示(性能)				
<input type="radio"/> 报警器		<input type="radio"/> 趋势显示(振动)	<input type="radio"/> 趋势显示(排放量)	
<input type="radio"/> 其他(给予指定)_____				

表 A.6 (续)

电磁兼容性(6.12.8)					
○ 规定任何适用的地方、国家或国际标准					
数据通信(6.15)					
○ 要求的					
○ 类型,例如串行 RS232(MODBUS RTU 协议)(规定) _____					
特征					
○ 仅对数据					
○ 数据加控制					
机组控制屏试验					
见证工厂硬件验收试验			见证工厂功能验收试验		
控制仪器清单					
⊗=表示该规范是强制性的要求					
○=选择性的——如要求必须由采购方完成此项					
(1) 指燃气轮机临近区域			(2) 指的是控制屏地点		
名 称	强制性要求	指 示 器		控 制	
		(1)	(2)	(1)	(2)
1. 起动选择器,2 位	○	n/a	n/a	○	○
2. 允许执行起动程序	⊗	○	⊗	○	⊗
3. 允许执行停机程序	⊗	○	⊗	○	⊗
4. 紧急停机	⊗	○	○	⊗	⊗
5. 准备加负荷	⊗	○	⊗	n/a	n/a
6. 小时计	⊗	○	⊗	n/a	n/a
7. 尖峰负荷小时计	○	○	○	n/a	n/a
8. 点火起动计数器	⊗	○	⊗	n/a	n/a
9. 试图起动计数器	○	○	○	n/a	n/a
10. 转速选择器,自动/手动	⊗	○	○	○	⊗
选择 11a+11b 或 11c					
11a 燃气发生器转速	⊗	○	⊗	n/a	n/a
11b 动力透平转速	⊗	○	⊗	n/a	n/a
11c 燃气轮机(单轴)转速	⊗	○	⊗	n/a	n/a
12. 升高/降低转速	⊗	n/a	n/a	○	⊗
13. 转速整定点要求	○	○	○	n/a	n/a
14. 高温燃气通道温度	⊗	○	⊗	n/a	n/a
15. 高温燃气通道温度分散度	○	○	○	n/a	n/a
16. 轴承温度	○	○	○	n/a	n/a
17. 燃料供应压力	⊗	⊗	○	n/a	n/a
18. 燃料供应温度	○	○	○	n/a	n/a
19. 压气机清洗系统	○	○	○	○	○
20. 润滑油供应压力	⊗	⊗	⊗	n/a	n/a
21. 润滑油加热器	○	○	○	○	○
22. 备用润滑油泵运行	⊗	○	⊗	○	○
23. 应急润滑油泵运行	⊗	○	⊗	○	○
24. 复位/灯试验	⊗	n/a	⊗	○	⊗
25. 喇叭静音	⊗	n/a	n/a	○	⊗

表 A.6 (续)

控制仪器清单					
⊗=表示该规范是强制性的要求					
○=选择性的——如要求必须由采购方完成此项					
(1) 指燃气轮机临近区域			(2) 指的是控制屏地点		
名 称	强制性要求	警 告	停 机	报警指示器位置	
				(1)	(2)
1. 紧急停机	⊗	n/a	⊗	○	⊗
2. 盘车失败	○	○	○	○	○
3. 起动失败	⊗	n/a	⊗	○	⊗
4. 点火失败	⊗	n/a	⊗	○	⊗
选择 5a+5b 或 5c					
5a 燃气发生器转速低	○	○	○	○	○
5b 动力透平转速低	○	○	○	○	○
5c 燃气轮机(单轴)转速低	○	○	○	○	○
6. 超速起动器	○	○	○	○	○
选择 7a+7b 或 7c					
7a 燃气发生器超速	○	○	○	○	○
7b 动力透平超速	⊗	n/a	⊗	○	⊗
7c 燃气轮机(单轴)超速	⊗	n/a	⊗	○	⊗
8. 备用超速	○	n/a	○	○	○
9. 燃气轮机高温燃气通道温度	⊗	⊗	⊗	○	⊗
10. 高温燃气通道温度分散度	○	○	○	○	○
11. 调速器故障	○	○	○	○	○
选择 12a 和 12b 或 12c					
12a 燃气发生器振动	⊗	⊗	⊗	○	⊗
12b 动力透平振动	⊗	⊗	⊗	○	⊗
12c 燃气轮机(单轴)振动	⊗	⊗	⊗	○	⊗
13. 振动监测器故障	○	○	○	○	○
14. 轴位移量大	○	○	○	○	○
15. 轴承温度	○	○	⊗	○	○
16. 燃料供应压力低	○	○	○	○	○
17. 燃料供应压力高	○	○	○	○	○
18. 燃料供应温度低	○	○	○	○	○
19. 燃料阀门故障	○	○	○	○	○
20. 润滑油供应压力低	⊗	⊗	⊗	○	⊗

表 A.6 (续)

控制仪器清单					
⊗=表示该规范是强制性的要求					
○=选择性的——如要求必须由采购方完成此项					
(1) 指燃气轮机临近区域			(2) 指的是控制屏地点		
名 称	强制性要求	警 告	停 机	报警指示器位置	
				(1)	(2)
21. 润滑油箱油位低	○	○	○	○	○
22. 润滑油排出温度高	⊗	⊗	⊗	○	⊗
23. 润滑油供应温度高	⊗	⊗	⊗	○	⊗
24. 润滑油过滤器压差高	○	○	○	○	○
25. 进气过滤器压差高	⊗	n/a	○	○	○
26. 可燃气体检测值高	⊗	○	⊗	○	⊗
27. 火灾/燃气监测器故障	⊗	⊗	○	○	⊗
28. 罩壳温度高	○	○	○	○	○
29. 灭火系统失效	⊗	⊗	○	○	⊗
30. 检测到火灾	⊗	○	⊗	⊗	⊗
31. 灭火系统喷放灭火剂	○	○	○	○	○
32. 控制电压低	○	○	○	○	○
33. 蓄电池电压低	○	○	○	○	○
34. 蓄电池充电器故障	○	○	○	○	○
35. 跳闸到最小自持转速	○	○	○	○	○
36. 跳闸到调速器最小转速	○	○	○	○	○
37. 转子超温	○	○	○	○	○
38. 罩壳监测器温度高	⊗	○	⊗	○	⊗

附 录 B
(资料性附录)
适合本部分应用的国家或国际标准列表

应 用	国际 (ISO 或 IEC)	美国	德国 (DIN)	英国 (BSI)	法国 (AFNOR)	日本 (JIS)
斜齿轮与人字齿轮减速器和增速箱的习惯用法		AGMA 420				
高速斜齿轮与人字齿轮装置的习惯用法		AGMA 421				
钢管与合金管的法兰	ISO 7005-1	ASME B 16. 5	DIN 2543 DIN 2544 DIN 2545 DIN 2546 DIN 2547 DIN 2548 DIN 2549 DIN 2550 DIN 2551	BS 4504	NF E29-203 NF E29-204	B 2220 B 2239
锻造管接头		ASME B 16. 11	DIN 910	BS 3799	N E29-600	
压力管道规范		ASME B 31. 1 ASME B 31. 3		BS 1600		B 8270
润滑系统	ISO 10438-1,-2,-3,-4	API STD 614 ASTM 4241—83	DIN 24425	BS 4807		
炼油厂的燃气轮机		API STD 616				
专用联轴器		API STD 617				
通用管螺纹	ISO 228-1	ASME B 1. 20. 1		BS 2779 (密封圈) BS 21 (螺纹密封)	NF E03-005	B 0202 B 0203
锅炉与压力容器规范焊接与钎焊		ASME 第Ⅸ部分	DIN EN 288-3	BS EN 288-3	NF EN 288-3	Z 3040 Z 3801 Z 3881 Z 3891
用轧制、压制和锻造的型钢、钢板、钢材及钢带制得产品的(热镀)锌镀层		ASTM A 123				
用于高压、高温工作条件的螺栓的碳钢与不锈钢螺帽		ASTM A 194	DIN 17440	BS 4882 BS 1506		G 4051 G 4303
可锻铸铁		ASTM A 197				G 5702
有外螺纹的碳钢标准紧固件		ASTM A 307				

应 用	国际 (ISO 或 IEC)	美国	德国 (DIN)	英国 (BSI)	法国 (AFNOR)	日本 (JIS)
国家电气规范	IEC 60079	NFPA 70				
自动火灾检测器		NFPA 72E				
用于油田设备的抗硫防 裂金属材料		NACE MR 0175				

参 考 文 献

- [1] ISO 228-1:2000 非螺纹密封的管螺纹 第1部分:标记、尺寸和公差.
- [2] ISO 1940-2:1997 机械振动 刚性转子的平衡质量要求 第2部分:平衡误差.
- [3] ISO 3977-5:2001 燃气轮机 采购 第5部分:在石油与天然气工业中的应用.
- [4] ISO 7005-1:1992 金属法兰 第1部分:钢法兰.
- [5] ISO 10438-1:2003 石油与天然气工业 润滑、轴的密封与控制油系统及附属设备 第1部分:一般要求.
- [6] ISO 10438-2:2003 石油与天然气工业 润滑、轴的密封与控制油系统及附属设备 第2部分:专用油系统.
- [7] ISO 10438-3:2003 石油与天然气工业 润滑、轴的密封与控制油系统及附属设备 第3部分:通用油系统.
- [8] ISO 10438-4:2003 石油与天然气工业 润滑、轴的密封与控制油系统及附属设备 第4部分:自作用气体密封支持.
- [9] ISO 10439:2002 石油、化学制品和煤气的服务行业 离心式压缩机.
- [10] ISO 10816-3:1998 机械振动 在非旋转部件上测量和评定机器振动 第3部分:在额定功率大于15 kW、额定转速在120 r/min和15 000 r/min之间现场测量的工业机器.
- [11] ISO 11342:1998 机械振动 柔性转子机械平衡的方法和标准.
- [12] AGMA 420 斜齿传输线与人字齿轮减速器和增速器的惯用法.
- [13] AGMA 421 高速斜齿轮与人字齿轮装置的惯用法.
- [14] API STD 614 特殊用途的润滑、轴封和控制油系统.
- [15] API STD 616 用于炼油厂的燃气轮机.
- [16] API STD 671 石油、化学制品和煤气工业作业用的专用联轴器.
- [17] ASME B 16.5 管法兰及法兰配件.
- [18] ASME B 16.11 锻钢配件、管套焊接及管套螺纹.
- [19] ASME B 31.1 动力管道.
- [20] ASME B 1.20.1 一般用途管螺纹(英吋).
- [21] ASME A 123 轧制、压制和锻制的型钢、钢板、钢棒及钢带制品的锌镀层(热镀)规格.
- [22] ASTM D 4241 燃气轮机发电机滑油系统设计规程.
- [23] BS 21 管子及配件上的气密螺纹接头的管螺纹规格(米制尺寸).
- [24] BS 1600 石油工业用钢管尺寸规格.
- [25] BS 2779 非螺纹密封连接的管与配件用管螺纹规格(米制尺寸).
- [26] BS 3799 石油工业用钢管配件,螺旋套管焊接规范.
- [27] BS 4504-3.3 管、阀门及配件用圆法兰(以PN标志) 第3部分第3节:铜合金和复合材料法兰规格.
- [28] BS 4807 机器与设备的集中润滑推荐标准.
- [29] BS EN 288-3 金属材料焊接程序的规范和认可 钢的电弧焊的焊接程序试验.
- [30] DIN 910 带肩的外六角螺钉:重载圆柱螺纹.
- [31] DIN 2543 铸钢法兰 公称压力16.
- [32] DIN 2544 铸钢法兰 公称压力25.
- [33] DIN 2545 铸钢法兰 公称压力40.
- [34] DIN 2546 铸钢法兰 公称压力64.

- [35] DIN 2547 铸钢法兰 公称压力 100.
- [36] DIN 2548 铸钢法兰 公称压力 160.
- [37] DIN 2549 铸钢法兰 公称压力 250.
- [38] DIN 2550 铸钢法兰 公称压力 320.
- [39] DIN 2551 铸钢法兰 公称压力 400.
- [40] DIN 24425 油(供应)系统 说明、选择、需求分类.
- [41] JIS B 0202 圆柱管螺纹.
- [42] JIS B 0203 锥管螺纹.
- [43] JIS B 2220 焊接式钢法兰.
- [44] JIS B 2239 铸铁法兰.
- [45] JIS B 8270 压力容器(通用标准).
- [46] NF E03-005 非螺纹密封管螺纹 圆柱形外螺纹和内螺纹.
- [47] NF E29-203 工业管路 非合金、合金、奥氏体不锈钢法兰与垫片 术语、尺寸.
- [48] NF E29-204 工业管路 锻钢法兰与垫片 规格.
- [49] NF E29-600 工业管路 锻制钢管的焊接和螺纹连接 NPT 通用.
- [50] NFPA 70 国家电气规范.
