

燃气轮机辅助设备通用技术要求

General requirements for gas turbine auxiliary equipment

1 主题内容与适用范围

本标准规定了燃气轮机辅助设备的通用技术要求。

本标准适用于燃气轮机辅助设备的设计、制造、采购和使用。

本标准涉及的辅助设备主要包括润滑油、压力油、燃料供给、雾化空气、起动、冷却、加热与通风、防火、清洗、进排气、传动等系统。

2 引用标准

- GB 14098 燃气轮机 噪声
- GB/T 14100 燃气轮机 验收试验
- JB/T 5886 燃气轮机 气体燃料使用导则
- JB 6224 燃气轮机 质量控制规范
- ZB K56 003 燃气轮机 油系统清洁度
- SH/T 0047 燃气轮机液体燃料

3 润滑油系统

3.1 润滑油系统应能在燃气轮机的起动、运行及停机过程中,向燃气轮机或燃气轮机与被驱动机械的轴承、传动装置提供数量充足、温度与压力适当的、清洁的润滑油。润滑油的一部分也可以被分流,经过过滤后用作液压控制或成为压力油系统的工作介质。

3.2 润滑油系统的设备包括:油箱、油泵、冷油器、油滤、压力调节装置、加热器、各种仪表、管路等。燃气轮机的油气分离器也可包括在内。

3.2.1 油泵的配置一般不少于三台(只用作尖峰负荷的燃气轮机,可考虑配置二台油泵),并应采用二种或二种以上独立的动力源。

3.2.1.1 常用的油泵驱动配置方式推荐如下

油 泵	主润滑油泵	辅助油泵	应急油泵
动力源	轴(附件齿轮箱)	交流电动机	直流电动机
	轴(附件齿轮箱)	交流电动机	蒸汽透平
	直流电动机	蒸汽透平	直流电动机
	蒸汽透平	交流电动机	直流电动机
	交流电动机	交流电动机	直流电动机

- 3.2.1.2 辅助油泵应实现自动控制,在燃气轮机的起动、运行与停机过程中能自动投入工作,使油系统建立或维持必要的油压。辅助油泵的自动控制还应提供允许燃气轮机起动的油温控制。
- 3.2.1.3 应急油泵应能保证在辅助油泵发生故障或失去交流电源的情况下自动投入。应急油泵主要应用在燃气轮机的停机过程中。
- 3.2.1.4 只配置二台油泵的尖峰负荷燃气轮机,应考虑在油系统中安装高位油箱等类蓄能装置。
- 3.2.2 冷油器通常按下述方式提供。有特殊要求时,由合同双方商定。
- 3.2.2.1 对使用未净化水作为冷却剂的管壳式冷油器,应采用带切换阀的双联冷油器。每台冷油器的冷却剂流量应根据总的换热量确定。尖峰负荷燃气轮机可采用单台冷油器。
- 3.2.2.2 闭式水冷系统中一般只需提供单台冷油器。
- 3.2.2.3 直接由空气冷却的冷油器,只需提供单台冷油器。
- 3.2.3 应采用带有切换阀的全流量双联油滤,油滤应设置于润滑油母管的初端。
- 3.2.4 对轴承箱需要有部分真空度的燃气轮机,应提供油气分离器。
- 3.2.5 双联冷油器的切换阀和双联油滤的切换阀在切换时油流不得中断。
- 3.2.6 双联冷油器之间和双联油滤之间应设置充油阀。
- 3.2.7 各油泵的出口应有防止润滑油回流的逆止阀。
- 3.2.8 润滑油系统中应配置相应的控制及保护装置,这些装置可以是孔板、阀门、开关及仪表等。

4 压力油系统

- 4.1 压力油系统应能满足向燃气轮机的液压执行机构提供液压动力用油的要求。液压执行机构主要指对燃气轮机的盘车装置、启动离合器、压气机进口可调导叶控制环以及燃料供给系统截止阀、流量控制阀等装置进行液压控制的机构。用作切断燃料供给的控制油系统,也可作为压力油系统的一部分。
- 4.2 压力油系统的工作介质一般取自润滑油系统,经过增压,过滤后向各所需回路提供液压油。
- 4.3 压力油系统的设备包括:主液压油泵、辅助液压油泵、盘车液压油泵、油滤、油动机、电液伺服阀、电磁阀、调压阀、限位开关、压力开关等。
- 4.3.1 主液压油泵和辅助液压油泵通常从润滑油母管中取油,加压后送至液压供油总管。主液压油泵建议采用柱塞泵。
- 4.3.1.1 辅助液压油泵应实现自动控制,在需要时自动投入或退出。主液压油泵和辅助液压油泵应由两种独立的动力源驱动。
- 4.3.1.2 在液压供油总管中应设置相应的逆止阀、减压阀、排气阀及压力补偿装置等。
- 4.3.2 在液压供油总管中应采用带有切换阀的双联全流量油滤。
- 4.3.2.1 液压油油滤滤网的精度应达到 $0.5\ \mu\text{m}$ 。
- 4.3.2.2 液压油油滤应配备进出口差压显示和报警装置来监控油滤的污染程度。
- 4.3.3 压力油系统中可设置蓄能器以稳定液压油油压。
- 4.3.4 采用液压盘车装置的燃气轮机,应设置盘车液压油泵、油动机、相应的顺序阀、电磁控制阀、开关等部件。
- 4.3.5 采用压气机进口可调导叶装置的燃气轮机,其液压控制系统可配置伺服阀、电磁阀、换向阀、油滤、蓄能器、位移传感器等部件。采用此类压力油系统的执行机构应能准确地按照自动控制程序灵活动作。
- 4.4 控制油系统应能实现燃气轮机的正常停机和紧急停机。
- 4.4.1 控制油系统部件主要包括危急遮断装置、泄油电磁阀、压力开关等。上述部件在接到信号时应能准确动作。
- 4.4.2 控制油系统实现停机的信号不得少于以下三种:
- a. 控制系统发出的正常停机信号;

- b. 保护系统发出的事故停机信号；
- c. 手动紧急停机信号。

4.5 电磁阀和电液伺服阀是压力油系统控制保护的重要部件,对其质量应有专门的规定。在压力油进入伺服阀的管路上可装有专门的油滤。

5 燃料供给系统

5.1 燃料供给系统的设备视燃气轮机采用燃料种类而确定。合同双方应就下述燃料作出选择:

- a. 液体燃料系统;
- b. 气体燃料系统;
- c. 双燃料系统。

5.2 液体燃料系统采用的设备一般包括燃油泵、加热器、油滤、燃料调节阀、燃料截止阀、燃油分配器、各种仪表等。

5.2.1 主燃油泵应能满足液体燃料系统的压力要求,主燃油泵应能适应液体燃料的连续运行,它可由主机或交流电动机驱动,为机械式密封的定排量泵。

5.2.2 液体燃料系统管路上应装有低压油滤和高压油滤,油滤上应装有监视油滤污染程度的差压计。

5.2.2.1 低压油滤位于主燃油泵的吸油管路中。对用于基本负荷或使用重油运行的燃气轮机,应配置带有切换阀的全流量双联油滤(另有协议除外)。不得使用油滤旁通阀。

5.2.2.2 高压油滤应置于燃油分配器或燃料喷嘴之前,以减少液体燃料系统重要部件的污染。

5.2.3 合同双方应就液体燃料系统的控制阀、截止阀及其他专用阀作出规定。

5.2.3.1 在需要旁通或需要分隔开的油箱、油泵、加热器或其他在运行期间需要周期性维护的设备前后,应考虑安装手动操作的隔离阀。

5.2.3.2 每台燃气轮机应具有两种或两种以上快速关闭燃油截止阀的措施。截止阀应对正常或紧急停车控制信号起快速反应。对特殊要求的防火系统信号,需方应在投标时向供方提出将这些信号与液体燃料控制系统联锁。

5.2.3.3 燃料调节阀应能有效、可靠地控制、调节进入燃气轮机的液体燃料流量。燃料调节阀可直接或借助于旁通阀来达到上述目的。燃料调节阀的操作可以是电子、气动或液压形式并与燃气轮机控制系统连接。

5.2.3.4 凡燃用液体燃料的燃气轮机均应配置泄油阀,泄油阀应设置在可使燃料积聚的底部。在停机和起动过程中,泄油阀应保持常开,达到一定转速后,此阀应能自动关闭。

5.2.3.5 燃用重油的燃气轮机,为防止管路发生阻塞应设置进行清洗的装置。

5.2.3.6 燃料喷嘴前可设置逆止阀,使燃料达到一定压力后进入喷嘴,压力降到一定值时切断燃料。

5.2.3.7 燃料系统应设置放气阀,该阀在燃气轮机的停运或维护期间可以手动操作。

5.2.4 多喷嘴燃气轮机中的燃油分配器应安装在主燃油泵和燃料喷嘴之间。燃油分配器应等分进入每一喷嘴的燃料量。

5.2.5 液体燃料前置系统中应根据需要配置加热器及保温装置。

5.2.5.1 燃用重油的贮油箱应配置加热器。加热器可采用蒸汽或电加热。

5.2.5.2 液体燃料的处理及其管路系统建议设置加热器。燃用重油时,建议采用蒸汽加热器,也可以采用电及其他加热器。

5.2.5.3 输送重油的大部分管路应保温加热,以保持系统中所需要的温度。

5.2.5.4 以重油为主要燃料的机组,应考虑加热器发生故障时的保护措施。这些措施包括自动切换轻质燃料或启动备用加热器。

5.2.6 燃用重油的燃气轮机,应在燃料前置系统中配置循环装置和可以自动切换燃料的切换装置。

5.2.7 燃用的液体燃料应符合 SH/T 0047 的规定。

5.2.8 液体燃料系统的前置部分,可根据需要由合同双方确定。

5.3 气体燃料系统采用的设备包括截止、比例控制阀的组合阀、传感器、仪表和执行机构等。

5.3.1 气体燃料系统的截止、比例控制阀的组合阀作为主要设备,对其质量应有专门的规定,应采取措施确保阀门的正确启闭和控制。

5.3.2 气体燃料的控制应根据控制系统的信号来动作。控制系统的信号包括:气体燃料的接通与截止,以及点火、加速和运行各阶段的气体燃料控制。

5.3.3 气体燃料系统应具备自动放气阀,该阀在燃气轮机停机时能自动放掉聚集在阀门之间的气体。

5.3.4 气体燃料系统的入口应设置过滤器。

5.3.5 需方应提供气体燃料的体积发热量和物理性能,供方应对气体燃料的压力、温度、质量等参数作出规定,进入系统的气体燃料应符合 JB/T 5886 的规定。

5.3.5.1 气体燃料的前置系统应配置压力调节和气体燃料控制装置,这些装置主要包括压力调节阀、放气阀,以及压力调节所需要的各种控制。

5.3.5.2 控制阀后的气体燃料经管道输送时必须均匀。以保证燃烧室喷嘴能得到均匀的燃料分布。

5.3.5.3 需方应就气体燃料的特性向供方提供资料,这些特性主要包括:

- a. 组分及体积发热量;
- b. 体积发热量的范围;
- c. 所含的腐蚀性成分。

5.3.5.4 对于过程可燃气体和发热量高的可燃气体应采取特殊措施以保证它们始终处于气体状态。应加强对气体的温度监控。

5.3.5.5 需方提供的气体燃料应干燥、不含液态碳氢化合物。必要时需方可利用除尘器、分离器和加热器等设备来达到上述要求。

5.3.5.6 需方所提供气体燃料的压力达不到要求时,则应配置增压装置(由双方协商提供)。

5.3.6 燃用气体燃料的燃气轮机,必须采取相应的防爆措施。

5.4 双燃料系统是指燃气轮机既能燃用液体燃料也能燃用气体燃料还可以燃用液气混合燃料的燃料系统。在燃用液体或气体燃料时,其主要辅助设备与燃用单一燃料时相同。采用双燃料系统的燃气轮机应具有下述功能。

5.4.1 双燃料系统应具有液气燃料的切换功能,在运行中可根据控制信号从一种燃料切换到另一种燃料。

5.4.2 在切换燃料时,必须使切换的燃料重叠,以使过渡过程的燃料满足燃气轮机要求。

5.4.3 双燃料系统应能实现混合燃料的运行。

5.4.4 双燃料系统在由液体燃料完全切换至气体燃料时应对燃料喷嘴的油路进行清吹。

6 雾化空气系统

6.1 燃用液体燃料的燃气轮机,一般应配备雾化空气系统。雾化空气系统应能向燃料喷嘴提供足够压力的空气。

6.2 雾化空气系统采用的设备主要包括:主雾化空气压缩机、辅助雾化空气压缩机、冷却器、控制阀、空气过滤器或分离器等。

6.2.1 可根据燃料、空气的流量和压力选用正排量式或离心式雾化空气压缩机,压缩机可选用单级或多级,压缩机应能连续运行。

6.2.1.1 主雾化空气压缩机的密封和间隙设计,应能确保减少泄漏、降低温升。压缩机可由主机或交流电动机驱动。

6.2.1.2 由主机驱动的主雾化空气压缩机,在燃气轮机达到 60%左右的额定转速时,应能提供足够的空气压力。

6.2.2 应配置辅助雾化空气压缩机,以满足燃气轮机起动过程所需的空气压力。辅助雾化空气压缩机通常由起动机驱动。

6.2.3 起动时也可以采用储气罐来提供雾化空气。储气罐的设计制造应符合压力容器的规范标准,储气罐的出口应有自动除去冷凝水的装置并装有减压阀。储气罐提供的雾化空气压力应能满足燃气轮机起动时的需要。

6.2.4 系统中应设置雾化空气冷却器。雾化空气冷却器应是管壳式结构。采用的材料应具有防腐性能。

6.2.5 雾化空气系统应配置控制阀、温度开关、气动阀、电磁阀等装置,可对系统中的雾化空气进行控制。

6.2.6 雾化空气总管应能把雾化空气按要求均匀地分配给喷嘴。雾化空气总管的设置应考虑热膨胀及喷嘴的安装和燃气轮机的维护方便。

6.2.7 主雾化空气压缩机和辅助雾化空气压缩机的进气管路上应设置过滤器或油气分离器。

6.3 采用双燃料系统的燃气轮机,雾化空气系统中应设置清吹管路,并具备除部分雾化空气进入燃料喷嘴进行清吹外,其他雾化空气实现自身循环的功能。清吹装置应采用延时设计。

6.3.1 清吹系统的管路中应设置过滤器或油气分离器。

6.3.2 清吹管路中应设置逆止阀以确保清吹管路的正常运行并防止空气或燃料的回流。

6.4 雾化空气系统中应设置必要的隔离阀、排放阀和通气阀等装置。

7 起动系统

7.1 起动系统应能在规定的时间内,将燃气轮机加速至自持转速或稍高于自持转速。起动系统除用于起动外,还应能作为停机后冷机盘车设备使用。对单轴燃气轮机,还应能在冷吹、压气机清洗和暖机运行中,满足燃气轮机和被驱动设备加速的需要。

7.2 起动系统采用的设备可包括:起动机、液力变扭器、盘车装置、起动离合器、传动装置及控制部件等。

7.2.1 在选择起动机功率时,应考虑负荷设备或被驱动机械设备等因素。如果起动机不能在达到燃气轮机的跳闸转速运行,则应在低于起动机跳闸转速时自动脱扣并停机。

可选用下列类型的起动设备作为起动机:

- a. 柴油机;
- b. 电动机;
- c. 直接空气喷射;
- d. 空气马达;
- e. 液压马达;
- f. 空气、蒸汽、及其他气体驱动的膨胀透平。

7.2.1.1 在无电网供电的情况下,通常选用柴油机作为起动设备。柴油机应配备:

- a. 直流起动电机(带有蓄电池供电及蓄电池充电器)或空气马达和气源;
- b. 润滑油系统;
- c. 燃油供给系统;
- d. 能安全运行且操作方便,易于安装的控制仪表;
- e. 控制和保护装置;
- f. 导线与电缆;
- g. 冷却设备;
- h. 进气过滤器;
- i. 必须的管路与电气附件;
- j. 排气消声器。

- 7.2.1.2 在有电网供电的情况下,通常选用电动机作为起动设备。采用电动机为起动机时,应配备:
- a. 有能安全运行且操作与维护方便的控制和测试仪表;
 - b. 导线与电缆;
 - c. 空间加热器等设备。
- 7.2.1.3 在选用膨胀透平作为起动机时,膨胀透平工质的选择应由合同双方商定。膨胀透平应配置必须的控制和测试元件。
- 7.2.2 根据需要,起动系统可配置液力变扭器及配套的附件来适应起动系统的起动特性。液力变扭器可以是单级涡轮和泵轮的结构也可以是两级涡轮和泵轮的结构。
- 7.2.3 根据需要,燃气轮机可配置盘车装置,盘车装置应能执行自动控制指令进行连续或间歇盘车,并能进行手动盘车。在执行正常起动程序时,盘车装置应具有与转子脱开的功能。盘车装置可单独设置,也可设置在液力变扭器内。
- 7.2.4 根据需要,起动机与燃气轮机的联接可采用起动离合器进行,起动离合器可选用爪式离合器或挠性离合器,在规定转速下,起动离合器应具有起动机与燃气轮机自动脱开的功能。
- 7.2.5 燃气轮机应配置必要的齿轮传动机构及辅助部件。传动机构应有足够的功率来传动辅机,辅机所需的转速和功率、主机的转速、辅机的形式和尺寸等是传动机构设计的主要依据。
- 7.2.6 起动系统还应配置保护继电器、转速继电器、电磁阀、控制阀、限位开关等控制元件,在起动或停机过程中可执行控制或报警保护程序。
- 7.3 根据合同双方的协议,还可以选择除上述起动系统以外的其他类型的起动系统。

8 冷却系统

- 8.1 冷却系统应对燃气轮机的润滑油、雾化空气和其他需要冷却的地方进行冷却。
- 8.2 冷却系统的主要设备包括热交换器、风机、冷却剂泵、冷却剂膨胀箱、温度调节器及控制部件等。
- 8.2.1 系统中应设置足够的热交换器来进行热交换,热交换器可采用水冷或空气冷却。
- 8.2.1.1 采用水冷的热交换器应为管壳式结构,换热管外径不得小于 16 mm,壁厚不得小于 1 mm。
- a. 管束应为可移动式,便于维护;
 - b. 采用的材料应能防腐;
 - c. 设计中选用的积垢系数应根据有关标准或合同双方商定;选用闭式循环水的系统,应规定冷却水的品质。
- 8.2.1.2 采用空气冷却的热交换器应包括一个渐扩的截面和风机。热交换器可用于空气与空气、空气与水、空气与油的冷却换热。
- a. 换热管的最小内径为 16 mm,以便于清洗;
 - b. 封头应为可拆卸的端板或柱形结构。
- 8.2.2 空冷热交换器的冷却常采用风机进行,风机应适合户外安装。电机功率应与风机所需的最大功率相匹配并考虑环境因素变化的影响。
- 8.2.2.1 风机、皮带轮或减速齿轮应便于维护。
- 8.2.2.2 风机对燃气轮机总体噪声的影响应符合 GB 14098 的规定。
- 8.2.3 对闭式循环冷却水系统,冷却剂泵应由供方提供,对开式循环冷却水系统,冷却剂泵则由需方提供。
- 8.2.3.1 冷却剂泵推荐选用离心泵,其结构和材料应适应于冷却水的运行,采用机械密封。泵的设置应便于维护。
- 8.2.3.2 冷却水系统的控制应能保证防止泵过热的最小流量。
- 8.2.3.3 对基本负荷运行的燃气轮机,应提供一台能进行自动起动控制的备用泵。
- 8.2.4 在闭式循环冷却水系统中,应配置具有足够容量的水箱,水箱的尺寸应考虑到过高温度和系统

内冷却剂的体积。根据需要还可设置冷却水塔。水箱、冷却水塔的提供由合同双方商定。

8.2.5 应具有温度调节器、电磁阀、控制阀、温度开关等装置来控制冷却剂的流量和温度并能起到报警及控制作用。对于闭式循环的冷却水系统,其控制装置由供方提供。对于开式循环的冷却水系统,其控制装置由双方合同商定。

8.2.6 用水作为冷却剂的冷却水系统应充分考虑现场环境的因素来确定所需的抗冻剂。抗冻剂通常应由需方提供。

9 冷却与密封空气系统

9.1 冷却与密封空气系统应能对燃气轮机中高温燃气通道的部件及其他系统进行必要的冷却,对透平轴承进行密封。

9.2 冷却与密封空气系统可具有如下的功能:

- a. 对透平高温燃气通道的部件进行冷却;
- b. 提供透平轴承密封所用的空气;
- c. 冷却透平气缸和燃气轮机排气支撑;
- d. 为压气机防喘振放气阀提供操作气源;
- e. 为燃气轮机进口空气滤网的自动清洗和防冰系统提供气源;
- f. 为气动阀门提供气源。

冷却与密封空气系统的功能可根据需要由合同双方商定。

9.2.1 需要对透平高温部件进行冷却的燃气轮机,冷却剂一般取自压气机的空气,其冷却气道通常由燃气轮机结构来保证。

9.2.2 轴承密封用的冷却空气通常也取自压气机。应设置隔离阀,空气分离器等装置过滤密封空气。并应设置一套压力调节装置来保证密封空气的压力和流量。

9.2.3 透平气缸,燃气轮机排气支撑的冷却常采用风机进行,风机应适合户外安装。电机功率应与风机所需的最大功率相匹配并考虑环境因素变化的影响。

9.2.4 压气机防喘放气阀通常同进口可调导叶配合使用,采用该装置的系统,应配置电磁阀、空气隔离阀、位置开关、过滤器、压力传感器等装置以实现防喘放气的自动控制。

9.2.5 冷却与密封空气系统还应能为燃气轮机的其他装置如燃料切换阀、进气滤网脉冲清洗、进气防冰系统、雾化空气等提供气源并为这些功能设置必要的辅助设备。

10 加热与通风系统

10.1 在燃气轮机的外厢内,可采用加热、通风以及空气调节装置来满足所需的运行环境。

10.2 加热与通风系统的设计应考虑燃气轮机的运行条件,一般按下列要求确定:

- a. 大气温度条件;
- b. 外厢的结构和材料;
- c. 外厢内要求的温度;
- d. 由设备运行、照明及运行人员所产生的内部热源;
- e. 根据现场条件,运行设备与运行人员要求的外厢清洁度;
- f. 加热、通风以及空气调节装置的安装位置。

10.3 系统中采用的主要设备有:加热器、风扇、温度开关、过载保护器和空调器等。采用的加热器、风扇等设备一般为交流电源。

10.4 在燃气轮机处于备用状态时,加热系统应能维持隔间内部有足够的温度,使仪表和测试设备处于良好的工作状态。润滑油系统采用的加热器也应与加热系统联锁。

10.5 燃气轮机运行时,通风系统应防止隔间内不正常的高温及有害气体、可燃气体混合物的积聚。通

风系统的风扇应有过载保护装置,其噪声应符合对燃气轮机总体噪声的要求。

10.6 加热、通风和空气调节装置所用设备的起停、调节、报警、过载保护都应能实现自动控制。

10.7 对飘尘和风沙较大的运行环境,应采用加压过滤通风系统。

11 防火系统

11.1 对燃气轮机中有可能发生润滑油、燃料和电气设备起火的区域应提供防火设施。防火系统应能满足火警探测、灭火保护、防止火焰复燃的要求。

11.2 合同双方应就采用何种灭火剂和防火系统达成协议。通常采用气体灭火系统,二氧化碳是最常用的灭火剂。

11.3 防火系统的操作人员应经过培训,灭火剂的使用不应使燃气轮机的设备产生腐蚀作用,实施防火保护区域的空间应具有密封措施。

11.4 防火系统应实现自动控制,在喷射灭火剂时,燃气轮机和通风系统应能先行停机。通风系统的通气口应配置自动关闭装置并同防火系统联锁。

11.5 防火系统应具有下列设备:

a. 安装在外厢各个隔间内的温度传感器。传感器的整定值应与正常温度之间有明显的温差,传感器可以是带有标准补偿的热检测器。传感器一般不应安装在燃气轮机上或高振动区域。根据需要也可以配置燃烧产物检测器和光学探测器。

b. 应具有储存灭火剂的高压气瓶,球形罐和低压冷藏箱。

c. 在喷射期间所需的释放母管和释放喷嘴。

d. 火警探测器。

e. 关闭通风系统及通风口的自动机构。

f. 根据火警探测情况,能自动喷射灭火剂同时使燃气轮机跳闸,燃气轮机跳闸与喷射灭火剂之间应有时间间隔。自动控制还应能使仪表控制盘上的指示器显示火警状态并将遥控信号的电气接点接通。

g. 应设置与自动控制作用相同的手动喷射灭火剂的装置。

11.6 燃气轮机的燃料供给系统应和防火系统联锁,防火系统动作时,应能自动切断燃料供给。

11.7 采用二氧化碳作为灭火剂的防火系统,应满足下列要求。

11.7.1 二氧化碳释放时,应使密封空间的含氧量从 21% 减少到低于 15%。

11.7.2 透平间在灭火时空间二氧化碳的浓度应达到 34%。辅机间应达到 50%。

11.7.2.1 透平间内的燃烧室区段、轴承油路、管道区域,灭火剂喷射浓度应在喷射后的 1 min 内达到 34%。为避免复燃,应有延续释放装置逐步补充灭火剂,使其在一段时间内能保持 30% 的浓度。

11.7.2.2 辅机间在灭火剂喷射后的 1 min 内,其初始浓度应达到 50%,延续装置应使其在至少 10 min 的时间内,保持 30% 的浓度。

11.7.3 电磁阀、火警探测器、压力开关等部件在实施灭火后,燃气轮机重新起动前应复位。

11.8 可采用其他灭火设备作为防火系统的补充,这些设备包括现场消防栓、消防皮带管和便携式灭火器。通常由需方提供。

12 清洗系统

12.1 燃气轮机的辅助设备应提供一套清洗系统,用于对压气机和透平的清洗,以恢复燃气轮机的功率。

12.2 清洗系统应提供将清洗剂输入燃气轮机内进行叶片清洗的所有设备。

12.3 清洗系统包括干洗和水洗系统,采用的设备主要为:给料器、喷射系统、泵、阀、控制元件、必须的管道等。

12.4 干洗应在燃气轮机运行时进行,采用的清洗物料应由合同双方商定,物料的颗粒尺寸应作出规

定,并使其在 300℃~600℃下燃烧时不产生焦油,其灰分熔点应高。

12.4.1 压气机干洗用物料不应在压气机的通流部分产生腐蚀和擦伤。应设置过滤装置和旁通回路以避免清洗物料进入冷却与密封空气系统。

12.4.2 透平干洗时采用把固体清洗剂喷入燃烧室的方法清洗叶片和喷嘴,但对采用冷却叶片的燃气轮机,应慎选固体清洗剂。用固体清洗剂清除不掉的积垢,应用水洗方法进行。

12.4.3 压气机或透平的干洗,建议在燃气轮机不带负荷或减低负荷的情况下进行。

12.5 水洗可在燃气轮机正常运行或停机时进行,应根据清洗方式慎选清洗液。水洗系统采用的设备、管路应耐腐蚀。

12.5.1 根据需要应加热清洗液或使燃气轮机冷吹至适当的温度,使水洗清洗液不对叶片产生热冲击。

12.5.2 水洗应在自动控制的水洗程序下进行。其泵、阀门、进口可调导叶等都应调整到系统所需的要求。

12.5.3 应配置一些设备,及时关闭和打开一些阀门,防止清洗液进入冷却与密封空气系统。

12.6 无论干洗或水洗系统,均应设置排污通道。

12.7 在清洗系统的设计和操作过程中应避免使溶液和清洗剂进入不希望有溶液和其他物质进入的系统内。

13 进气系统

13.1 进气系统应能给压气机提供清洁的空气。系统应使进气压损尽可能地小,并给压气机提供均匀的气流分布。还应对进气采取消声措施。

13.2 进气系统的设计应充分考虑到系统的总压降,以及在这个压降下的运行状态。应尽量采用管道短而转弯少的设计。

13.3 进气系统采用的设备主要有:惯性分离器、过滤器、管道和消声器、蒸发冷却器等,低温环境下运行的燃气轮机还应配置防冰系统。

13.3.1 进气过滤器可以选用介质型或惯性的,也可以是两者的组合。

13.3.1.1 惯性分离器应能将尺寸较大的灰尘颗粒和水滴分离掉。惯性分离器的上游应设置进气筛网,需要时还应配置吹风机。

13.3.1.2 介质型过滤器的结构和滤蕊材质的选用可根据合同双方的协议。过滤器对大于 5 μm 的颗粒,其过滤效率应大于 95%。

13.3.1.3 过滤器的两端应设置差压报警装置和停机遮断保护装置,以便及时清洗过滤器或打开旁通装置或停机。

13.3.2 供方应规定进气系统的压力降,管道系统的布置应使气流的方向变化最小且过渡平稳。管道内部都应喷涂防腐蚀材料。

13.3.2.1 管壁应能防止各种振动,管道的支架应能承受静载荷和动载荷并考虑管道与支架间的相对运动。

13.3.2.2 进气管道上应设置膨胀节,膨胀节的制造可考虑到振动、接头损坏和压降等因素,膨胀节应用消声材料覆盖。

13.3.3 消声器可选用平行的隔声板、排列的管道等形式。应避免消声器的内衬和填料被带入气流。

13.3.4 运行在干燥和高温地区的燃气轮机可采用蒸发冷却器来降低进气温度。蒸发冷却器可选用喷射或介质型的。它包括介质或喷射系统、冷却室外壳、集水系统、控制系统等。

13.3.4.1 蒸发冷却器的效率应为 60%~90%,对于采用冷却器而引起的压降,合同双方必须协商一致。

13.3.4.2 供方应对水的品质作出要求以及对排污措施作出推荐。应考虑水进入气流的可能而设置水气分离器。

13.3.5 对防冰具有特殊要求的燃气轮机,应配置进气防冰系统。控制系统应能对结冰发出警报并能自动或手动启动防冰系统。

13.4 对空气中飘尘污染严重的地区,可选用自清洗进气过滤系统,它由圆筒式过滤元件、脉冲空气清洗管、流量喷嘴、空气阀及控制部件组成。应能在燃气轮机运行过程中,向过滤元件提供反向脉冲空气,进行清洗。

13.4.1 清洗空气可由冷却与密封空气系统或其他方式提供。应配置换热器、干燥器、压力调节阀等装置以提供压力、温度、流量适当的清洗空气。

13.4.2 应具有延时装置使清洗过程是脉冲形式的。控制系统应具有自动或手动清洗过滤元件的功能。

13.5 进气系统应设置必须的维护、清洁通道或平台,也应设置只需拆除少部分进气系统零部件便可进入压气机或其他设备的通道。

14 排气系统

14.1 合同双方应确定排气系统的供货范围,供方应提供符合燃气轮机要求的排气系统设计方案。

14.2 供方应规定排气系统总压降以及在该压降下的运行状态。对具有热回收设备或联合循环的燃气轮机,设计中应考虑可能出现的背压。排气系统应适应于热膨胀。

14.3 排气系统的主要设备包括消声器、膨胀节、管道等,热回收设备及其附件也可包括在内。排气系统采用的材料和防护涂层应在其运行温度下具有防腐性能。

14.3.1 排气消声器可选用多种类型,它应能提供足够的噪声衰减,并符合 GB 14098 的要求。如果通入热回收装置可使噪声符合要求,则可省去排气消声器。应避免排气消声器的内衬和填料带人气流。

14.3.2 在排气室与排气管道之间应设置膨胀节来补偿热膨胀,膨胀节应在额定压力下密封。膨胀节可为管线弯曲变形式、皱壁管式和波纹管式等。

14.3.3 排气系统的管道应根据燃气轮机排气流量及流速设计,应尽量减少管道的方向变化。管壁应能承受一定的动载荷并有足够的刚度,尽可能减小振动。双层管壁的排气管道,管壁间应有绝热层。管道的设置应考虑维护方便。

14.4 排气烟囱应尽可能地高并处在进气的下风向。排气管道应设置固定支架及人行通道,便于管道及消声器的维护。

15 联轴器

15.1 燃气轮机中用联轴器连接被驱动装置。被驱动装置通常包括负载设备、辅助齿轮、负载齿轮、辅助机构驱动器和辅助设备。联轴器及防护罩壳一般和燃气轮机一起提供。负荷联轴器也可由需方提供。

15.2 联轴器和防护罩壳应能承受被联接设备的静子或转子的相对位移。供方应规定与这些联轴器相连接部件的对中要求。联轴器的结构应能承受额定扭矩、瞬间扭矩及电气设备故障扭矩等。

15.3 根据要求,可选用下列联轴器:

- a. 刚性法兰式联轴器;
- b. 柔性连续循环润滑的齿式联轴器;
- c. 柔性润滑脂齿式联轴器;
- d. 柔性,膜片或柔性盘非润滑式联轴器。

15.3.1 联轴器及其所属的旋转部件应经过动平衡,联轴器不应受最大连续转速的限制,联轴器的紧固件应给予编号。

15.3.2 联轴器及防护罩壳的设置应合理可靠,拆除时不应移动联接设备的转子。联轴器和防护罩壳也不应妨碍邻近的轴承和密封。联轴器应便于维护。

15.4 采用连续润滑油润滑的联轴器应设置进油和回油管路,管路中应包含精度为 $0.5\ \mu\text{m}$ 的全流量双联油滤。在每个联轴器的润滑油进口应有压力显示。

15.5 在选用联轴器前,燃气轮机、负载以及传动轴系都应进行临界转速分析,作转速分析时应从扭曲、横向、轴向三个角度考虑。

16 齿轮传动装置

16.1 燃气轮机的负荷齿轮箱可由供方根据合同提供。辅助齿轮箱和驱动辅助设备的传动轴应与燃气轮机一起提供。

16.2 负荷齿轮箱中的齿轮,可为上下布置或水平布置。平行轴布置的齿轮箱可设计成一级减速或二级减速,结构可为单斜齿轮或人字齿轮。

16.3 水平布置的齿轮,其啮合形式应为:小齿轮接触点受力向下,大齿轮受力向上。齿面应经过光整加工(磨齿或剃齿等)。

16.4 轴承箱应为水平中分式,轴承箱内应装有能平稳支撑齿轮轴系的轴承,轴承上应有可更换的轴瓦或瓦块,其油路布置应考虑负荷的方向。

16.5 负荷齿轮箱中可设置自动调相离合器。

16.6 轴承润滑、齿轮润滑及冷却可由机组润滑油系统或其他单独的润滑系统提供。齿轮箱的结构和设施应能保证这些润滑与冷却目的的实现。

16.7 应考虑在总的轴系(燃气轮机、负荷、齿轮、联轴节等)内产生和通过轴系传递的推力载荷,并设置合适的推力轴承。

16.8 负荷齿轮的设置应与燃气轮机及被驱动设备匹配,应进行整个驱动轴系的扭曲及横向振动分析,避免齿轮超载。

17 管道

17.1 供方应提供属于燃气轮机管路系统的管道,安装在底盘以外的随燃气轮机提供的辅助设备内部管道也应包括在内,通入或引出燃气轮机底盘的管道,应按双方协议提供,投标阶段就应确定管道的供货范围。

17.2 燃气轮机管道的制造应满足流量、压力的使用要求。管道的结构应根据要求设计,制造精度和连接质量应符合标准。

17.3 油系统所有的碳钢管道应进行酸洗,不锈钢管可采用其他方法清洗。在管道组装后还应经过热油循环冲洗。其要求应符合 ZB K56 003 标准的规定。

18 外厢

18.1 用于快装式或厢装式的燃气轮机应提供外厢,外厢应起到气象防护、噪声衰减、贮藏防火剂、密封等作用。

18.2 外厢的设施应满足燃气轮机正常运行时所需防护和安全的要求,其设备主要包括门、防雨板、密封、加热、通风和照明设施。其附加设备如维修台、吊车、外围挡板或间壁也可包括在内。

18.2.1 外厢应能满足防风、雨、雪、地震的要求,其走道、梯子、栏杆所占面积应符合有关标准。

18.2.2 外厢中应提供足够的空间以便于设备和仪表的维护,外厢的门应关闭严密,并能从里、外都可把门打开。

18.2.3 外厢中所有电气设备和导线的设置应符合需方指定的适用标准。

18.3 外厢应尽可能地按设备清单安装好,减少现场安装的工作量。

19 其他

19.1 调试与试验

19.1.1 在燃气轮机投运前,辅助设备如起动机、泵、加热器、油滤、冷油器、液力变扭器、燃油分配器等

应经过调试和试验。辅助设备各系统的调试和试验应符合 JB 6224 的规定。

19.1.2 辅助设备中采用的控制和保护装置也应经过整定与调试,整定与调试通常包括下述部件:

- a. 有关电动、气动和液压阀件和传感器;
- b. 压力开关;
- c. 温度开关;
- d. 火警探测器;
- e. 磁性测速头;
- f. 振动传感器;
- g. 各类调节、控制阀;
- h. 各类电磁阀。

19.1.3 系统分步试验按燃气轮机试验大纲进行,符合要求后,辅助设备还应在整机试验中考核通过。燃气轮机整机试验应符合 GB/T 14100 的规定。

19.2 喷涂与装运

19.2.1 燃气轮机辅助设备中黑色金属的外表面(非安装和工作表面)应进行喷涂。用耐腐蚀材料制造的设备表面,通常不需要喷涂。

19.2.2 涂层的表面处理应根据金属的性质按相应的规范进行,喷涂材料应与工作条件相适应。

19.2.2.1 采用的涂料应能满足表面温度及环境条件的要求,不同设备上选用的涂料通常由供方确定。

19.2.2.2 除非双方另有协议,燃气轮机润滑油系统设备的油侧内表面如油箱、轴承座、齿轮箱、联轴节罩壳等均应涂以防锈油或耐油涂层。容器的内表面经过润滑油冲洗后,不必再重新喷涂。

19.2.3 燃气轮机安装完毕后的现场喷涂,通常由需方负责,但也可根据协议进行。

19.2.4 燃气轮机及辅助设备的装运应符合 JB 6224 的规定,供方应提供必要的资料及装箱清单。

附加说明:

本标准由中华人民共和国机械工业部提出。

本标准由南京燃气轮机研究所归口。

本标准由南京燃气轮机研究所、南京汽轮机厂、上海发电设备成套设计研究所、上海汽轮机厂共同负责起草。

本标准主要起草人陈志良、谢梅蓉、杨伟康、刘晨、盛亦儿。