

ICS ##.###.##

P ##

CGAS

团体标准

T/CGAS ###-20##

燃气分布式能源站运行规程

Operation specification for gas distributed energy station

(征求意见稿)

##-## 发布

##-## 实施

中国城市燃气协会发布

目次

前言	错误! 未定义书签。
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	3
4 基本规定	5
5 系统启动	6
5.1 一般规定	6
5.2 启动前准备工作	6
5.3 辅助系统检查	6
5.4 主机系统检查	7
5.5 启动	10
6 系统运行	11
6.1 一般规定	11
6.2 运行巡回检查	11
6.3 运行监视	12
6.4 运行指标	12
6.5 运行环保要求	14
6.6 运行优化	15
7 系统停运	18
7.1 一般规定	18
7.2 正常停机	18
7.3 事故停机	18
7.4 事故应急系统	19
8 系统检维修	19
8.1 一般规定	20
8.2 日常维护	20
8.3 计划检修	21

9 运行最低定员配置参考.....	22
附录 A.....	24
开机启动前检查.....	24
附录 B.....	25
运行日志.....	25
附录 C.....	26
机组检维修记录.....	26
参考文献.....	27

前言

为规范燃气分布式能源站运行，加强安全、优化运行管理，特制定本规程。

本标准按照《中国城市燃气协会团体标准编写规则（试行）》文件起草。

本标准的内容包括范围、规范性引用文件、术语和定义、基本规定、系统启动、系统运行、系统停运、系统检维修和运行最低定员参考共计9部分组成。

本标准由中国城市燃气协会标准工作委员会归口管理。在使用过程中如发现需要修改和补充之处请联系中国城市燃气协会标准工作委员会秘书处和主编单位。主编单位：浙江浙能技术研究院有限公司（地址：杭州市余杭区余杭塘路2159-1号浙能创业大厦C座，邮政编码：311121，Email：zhangx@zjntc.com）

本标准主编单位：浙江浙能技术研究院有限公司

本标准参编单位：港华能源投资有限公司、上海航天智慧能源技术有限公司、上海燃气工程设计研究有限公司、重庆中法能源服务有限责任公司、重庆渝润能源服务有限公司、颜瓦（上海）发动机有限公司、西安联创分布式可再生能源研究院有限公司、上海申能能源服务有限公司、杭州城市能源有限公司、华润燃气投资（中国）有限公司、北京燃气能源发展有限公司、武汉光谷绿动能源有限公司、泸州太昌能源有限公司、中交煤气热力研究设计院有限公司、哈尔滨工业大学建筑学院、吉林大学、康达新能源设备股份有限公司、北京恩耐特分布能源技术有限公司。

本标准主要起草人：

本标准主要审核人：

本标准由中国城市燃气协会制定，其版权为中国城市燃气协会所有。除了用于国家法律或事先得到中国城市燃气协会书面许可，标准的任何部分不得以任何形式和任何手段进行复制、发行、改编、翻译和汇编。如需申请版权许可，请联系中国城市燃气协会标准工作委员会秘书处。

联系地址：北京市西城区金融大街27号投资广场B座6层

邮政编码：100032

电话：010-66219978

电子邮箱：cgas@chinagas.org.cn

燃气分布式能源站运行规程

1 范围

本文件规定了燃气分布式能源站的系统启动、系统运行、系统停运、系统检维修和运行最低定员的基本原则。

本文件适用于以天然气、沼气等为燃料，输出电、冷、热等的燃气分布式能源站。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 1576	工业锅炉水质
GB10070	城市区域环境振动标准
GB/T 12145	火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量
GB13271	锅炉大气污染物排放标准
GB17820-2018	天然气
GB/T18345	燃气轮机烟气排放
GB26164.1	电业安全工作规程 第1部分：热力和机械
GB26860	电力安全工作规程
GB/T 33757.1	分布式冷热电能源系统的节能率 第1部分：化石能源驱动系统
GB/T 36160.1	分布式冷热电能源系统技术条件 第1部分：制冷和供热单元
GB/T 36160.2	分布式冷热电能源系统技术条件 第2部分：动力单元
GB 51131	燃气冷热电联供工程技术规范
DL5027	电力设备典型消防规程

3 术语和定义

3.1 燃气分布式能源站 fuel gas distributed energy station

布置在用户附近，以天然气、沼气等为燃料，通过热（冷）、电联供方式直接向用户输

出热（冷）、电的能源供应系统，并设置其他辅助系统及相关配套设施的区域或场所。

[DL/T 5508-2015, 2.0.1 有修改]

3.2 发电机组 generator set

由原动机、发电机、启动装置、控制装置等组成的发电设备。

[GB 51131-2016, 2.0.9]

3.3 原动机 prime mover

指利用可燃气体产生热（冷）、电的动力机械，包括燃气内燃机、微型燃气轮机和中小型燃气轮机。

[DL/T 5508-2015, 2.0.3 有修改]

3.4 余热 exhaust heat

原动机冷却水热量及排烟热量。

[GB 51131-2016, 2.0.10]

3.5 余热锅炉 exhaust heat boiler

利用原动机的排烟热能，产生蒸汽或热水的设备。

[GB 51131-2016, 2.0.11]

3.6 年平均能源综合利用率 energy utilization rate

分布式能源系统中输出电量、热（冷）量之和与消耗燃气输入热量的百分比。

[GB 51131-2016, 2.0.2, 有修改]

3.7 余热利用率 exhaust heat utilization rate

发电余热中用于供热和制冷的热量与可利用热量的百分比。

[GB 51131-2016, 2.0.3]

3.8 孤网运行 operating in isolated mode

分布式能源系统发电机组与公共大电网完全脱开独立运行的方式。

[GB 51131-2016, 2.0.5, 有修改]

3.9 黑启动 black start

指整个电网因故障崩溃停运后，系统全部停电，处于全“黑”状态，此时通过系统中具有自启能力机组的启动和外来电源，带动无自启能力的机组，逐步扩大系统的恢复范围，最终实现整个系统的恢复和供电。

4 基本规定

4.1 燃气分布式能源站按照原动机单机容量和供能负荷分类,分为楼宇式和区域式燃气分布式能源站两大类;按照原动机的不同分类,分为燃气轮机系统、燃气内燃机系统和微燃机系统。

4.2 燃气分布式能源站调试、验收及运行相关的系统分为主机系统和辅助系统两大类,细化分类如下表:

系统类型	分系统	主要设备
主机系统	原动机设备及系统	燃气轮机、燃气内燃、微燃机
	余热利用设备及系统	余热锅炉、汽轮发电机
	调峰系统	电制冷机组、燃气调峰锅炉
辅助系统	燃料供应系统	调压站、阀门
	烟气排放处理系统	脱硝设备
	电气系统	发电机、厂用电设备
	仪表控制系统	PLC 或 DCS 控制设备
	供水及消防系统	生产水源供应、消防设备
	化学水处理系统	必要的水质处理设备

4.3 燃气分布式能源站启动投运前,应满足相关设计规范和投运相关批准手续,并已完成整体系统的调试、试运行及验收,设备资料已完全交付归档。

4.4 燃气分布式能源站启动投运前,应编制能源站各类突发事件应急预案、运行操作规程(或操作维护手册)以及相关制度等。

4.5 能源站运行人员参照 GB26860 安全工作的相关要求,经过岗位培训掌握相关知识后持证上岗,并具备正确使用各种仪器、设备、劳动保护用品的能力。

4.6 接受电网调度的燃气分布式能源站,要遵守所在电网的电网调度运行规程和有关规定,保证能源站和电网的安全稳定运行。

4.7 各种运行、检修、检测记录以及试验报告等技术资料应及时整理、分析,并及时归档。

4.8 能源站的消防安全管理应满足 DL5027 的相关要求。

4.9 能源站应配备齐全的操作工器具,定期检查并确保设备完好能够正常使用。

5 系统启动

5.1 一般规定

5.1.1 能源站新建或机组检维修停机后,必须经验收合格,向主管领导汇报同意后方可启动。

5.1.2 燃气分布式能源站系统启动前检查范围包括主机系统检查和辅助系统检查。

5.1.3 启动方式分为正常启动、快速启动和紧急启动三种。正常启动是按设定程序进行的启动,快速启动用于适应调峰需求,紧急启动是一种强制性超常规启动。

5.1.4 启动按机组启动前热部件的金属温度,启动状态分为冷启动和热启动两种。应在操作规程(或操作维护手册)里分别规定启动的程序和启动时间控制要求。

5.2 启动前准备工作

——接到启动指令后,相关专业人员应做好准备工作,所有无关人员退出现场。

——检查并确认能源站各系统的检维修工作全部完成,做好相关记录。

——检查并确认安全措施已拆除,恢复固定常设遮拦及标示牌。现场干净整洁,通道及设备周围无妨碍工作或通行的杂物。

——检查确认现场照明情况良好,各工作位置照明充足,事故照明处于良好备用状态。

——站区消防系统处于良好的备用状态,消防器材齐全,位置正确。

——站内外通信系统及设备正常。

——所有管道、通道连接完好,支吊架牢固,保温、密封完好。

——检查燃气、压缩空气、油系统、汽水系统等无泄漏。

——应有开机前检查记录资料并留存。

5.3 辅助系统检查

5.3.1 燃气供应系统

——调压站内应照明完好,消防设备齐全可用。

——阀门应处于正常状态。

——燃气设备及管道应无泄漏,且燃气泄漏检测报警装置应正确投入。

——燃气压力应符合用气设备要求。

5.3.2 冷却水系统

——冷却塔、远程散热水箱、冷却循环水泵等处于正常状态。

- 进水母管、回水母管等管道应无渗漏。
- 冷却塔底部集水盘注水高液位正常，集水盘壁无渗；
- 阀门处于正常状态。

5.3.3 水加药系统

- 确保预处理水箱水位保持正常，原水压力正常。
- 所有阀门处于正确状态，启动时按照相关的步骤指引，有序的开启各级调节门。
- 预处理水导入净水设备时，应打开保安过滤器排气阀，排尽空气，确保安全。
- 余热锅炉用水的水质要求应符合 GB/T 12145 或 GB/T 1576 标准的规定。
- 软化除盐水系统供应能力应满足燃气分布式供能系统最大用水需求。

5.3.4 电气系统检查

- 通过巡检和控制系统确认，电气系统所有设备运行正常。
- 通过巡检确认事故发电机保持备用状态。

5.3.5 控制系统检查

- 所有报警装置合格并投入。
- 主控室和就地操作的系统及设备齐全，指示正确并投入。
- 各主辅机联锁、保护试验合格并投入。
- 所有显示和控制仪表合格并投入。
- 事故记录和报警设备完好正常，工业监视系统正常投入。

5.3.6 烟气脱硝系统

- 所有调节阀应开关灵活、可靠、有效。
- 各表计投运正常。
- 检查氨、仪表空气、吹扫空气、稀释空气、生活水等压力正常。
- 确认各自动检测装置已正常投入。

5.4 主机系统检查

5.4.1 发电机启动前检查

5.4.1.1 发电机组启动时应按下列顺序进行检查：

- 发动机充分预热；
- 润滑油预供泵压力正常；

- 启动压力达到规定值；
- 发电机组装置控制选择开关在手动控制或自动控制位置；
- 同期控制单元里同期模式选择开关在正确的位置；
- 在控制系统工作站发出启动指令或在手动控制单元里按下发动机启动按钮；
- 发电机组完成同期时断路器合闸。控制系统根据操作人员设定的参数自动加载。

5.4.1.2 并网发电也须遵循一定原则，主机转速达到额定转速后，发电机组开始检索并网的4个基本条件：

- 发电机的频率与系统频率相同；
- 发电机出口电压与系统电压相同，其最大误差应在5%以内；
- 发电机相序与系统相序相同；
- 发电机电压相位与系统电压相位一致。

5.4.1.3 当满足以上4个条件时，可以合上并网开关，使发电机组并入系统运行原动机启动。

5.4.2 原动机启动前检查

5.4.2.1 内燃机

——内燃机的进气压力应在运行人员操作维护手册中明确，运行人员不得随意调整进气压力和空燃比。当出现特殊情况需调整时，应由具有资质的人员操作；

- 启动原动机前，燃料气体应符合要求；
- 原动机启动前应吹扫排烟系统，合格后方可运行；
- 润滑油压力报警和保护应保持完好，运行值班期间应定期检查滑油压力，当滑油压力出现异常变化时，应及时查找和进行处理，紧急情况可直接停机，排除故障后方可运行；
- 控制系统应始终保持正常工作状态，值班人员对警报应及时响应。

5.4.2.2 燃气轮机

- 燃气轮机附属系统启动和停止应按运行人员操作维护手册中要求进行；
- 燃气轮机启动和停止应按设备启动和停止操作规程进行；
- 运行过程中设备不得出现超温、超速、喘振等现象；
- 控制系统应始终保持正常工作状态，值班人员对警报应及时响应；
- 机组停机后再启动，停机间隔时间和缸温符合设备规范规定的热态启动工况时，应选热态启动模式。

——热态启动前也应对主辅设备及相关系统进行全面检查，应具备运行的条件。

5.4.3 余热利用设备启动前检查

5.4.3.1 余热吸收式冷热水机组

——余热吸收式冷热水（溴化锂）机组内的真空度应达到设备规定值；

——溶液应定期进行取样分析，当不符合要求时应进行调整；

——水质管理应按操作维护手册执行；

——值班人员应掌握设备的应急情况处理，不得发生冻管、结晶等设备事故；

——余热吸收式冷热水（溴化锂）机组可采用无人值守管理方式，但应定期进行巡视，巡视间隔应根据运行人员操作维护手册确定。

5.4.3.2 余热锅炉

——锅炉在启动时，顶部及尾部防爆门处禁止站人。

——安全附件，如安全阀、承压部件状态良好。

——汽、水仪表、热工及电气仪表的精度灵敏性良好。

——护板炉场、顶部密封及人孔严密性良好。

——上水结束后，观察锅筒、集箱、及各阀门无泄漏。

——给水泵的运转是否平稳，声音是否正常，如有异常，应及时停炉检查原因。

——观察蒸汽压力表及给水压力表的指针是否平稳或偏离经验值。

——观察水位表的水位波动是否很大，如有异常，应及时停炉检查原因。

——定期、有规律的分析水质，锅炉水质应满足相关系统规程、规范要求的水质品质，并做好运行水耗控制管理工作。同时要定期定量、科学的进行排污。

5.4.4 调峰设备启动前检查

5.4.4.1 电制冷机

——制冷压缩机的曲轴箱油面应达到规定的油位高度。

——系统的所有设备（包括风机、水泵、冷却塔、蒸发器等）均应达到符合正常运转要求的良好状态。

——电源、水源及电气设备均能保证系统投入正常运行。

——制冷机房室内温度，冬季不低于 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，夏季不高于 $\pm 4^{\circ}\text{C}$ ，并保持操作通道畅通，以便于操作和排除故障。

——离心式压缩机无论是全自动运行方式或部分自动—手动运行方式的操作，其启动连锁条件和操作程序都是相同的。

5.4.4.2 燃气调峰锅炉

——燃气压力系统正常。

——锅炉、风机和锅炉循环泵应正常，处于可工作状态。

——安全附件应完好齐全，灵活可靠。

——热水罐水位处于罐体 2/3 的状态，锅炉满水状态。

——烟道保持畅通。

5.5 启动

5.5.1 机组启动操作过程应由当值班组长统一指挥，机组控制工程师操作并负责。

5.5.2 接到机组启动指令后，应对机组进行全面检查，以下情况出现时不应启动；如果已启动应推迟并网或及时停机。

以下情况出现时不应启动：

——原动机系统、余热利用系统等系统的主要联锁、保护功能试验不合格。

——控制系统工作不正常，影响启动或正常运行。

——就地调节装置失灵，影响启动或正常运行。

——设备跳停，原因未查明、缺陷未消除。

——操作规程（或操作维护手册）上规定的声响、温度、偏差等超出规定值。

——原动机系统的辅助系统运转不正常。

——存在其他影响人身和设备安全的重大缺陷。

5.5.3 系统启动应先辅机启动运行达到预定的主机启机必要条件后再启动主机。

5.5.4 启动程序应按预先设定的程序自动进行，基本程序应包括：

——启动指令

——相关辅助系统启动

——清吹、点火

——暖机、加速

——持续加速

——加载、并网

5.5.5 启动过程中应密切注意各系统的参数变化,发生异常时及时调整,如仍不能恢复正常,则根据具体情况和严重程度,必要时停止启动。

5.5.6 启动过程中应密切注意各设备、阀门的运行状态,发现异常及时处理。

5.5.7 启动异常中止应检查具体原因,消除后方可再次启动。

5.5.8 启动完毕后,机组转入正常运转,操作人员要定时检查并做好运转记录。

5.5.9 采用“并网上网”运行的燃气分布式能源系统每次启动前应向上级电力主管部门调度汇报,得到许可后方可投入运行。

6 系统运行

6.1 一般规定

6.1.1 根据用能负荷的不同,运行方式可分为基本负荷工况和调峰负荷工况两种模式。燃气分布式机组宜持续稳定运行。

6.1.2 巡视检查时应正确佩戴劳保用品,携带燃气泄漏检测仪等工具。

6.1.3 各种巡视应对监视检查的项目内容做好记录,记录保持时间不少于3年。

6.1.4 从事动火作业、进入受限空间作业等危险作业时,应符合安全作业的有关规定。

6.1.5 长停设备在进行保障性轮换运行时,应严格按照操作规程(或操作维护手册)要求进行。

6.1.6 定期检查火灾报警及灭火系统完好。

6.1.7 燃气分布式能源站主设备运行管理应符合GB/T 36160.1和GB/T 36160.2的相关规定。

6.2 运行巡回检查

6.2.1 运行人员应按运行人员操作维护手册的要求,对机组及辅机设备运行中进行监视和巡回检查,检查设备及系统运行和备用状态是否正常。

6.2.2 运行人员应按照规定的时间、频率、路线和项目进行例行巡视检查或者专项巡查。

6.2.3 运行人员应定时巡回检查,巡回检查分为日常巡视、定期巡视和特殊巡视三种。日常和定期巡视按照操作规程(或操作维护手册)的要求频率执行,特殊天气(如雷雨、极寒、极热等)或能源站发生严重缺陷情况下进行特殊巡视。

6.2.4 应对下列设备及区域进行重点巡视:

——燃气供应系统,包括调压计量设备和控制系统;

- “带病”运行或存在薄弱环节的设备；
- 检修后或新投入的设备；
- 启动频繁和重负荷的设备；
- 运行方式发生变化的设备；
- 发生异常和事故后投入的设备；
- PLC 或 DCS 系统显示数据与就地表记数据对比；
- 加药补水装置运行状态是否正常并做好记录；
- 消防设施设备的运行状态是否正常并做好记录。

6.2.5 运行人员巡检时应检查机组运行情况，监测运行设备状态偏差，及时排除隐患，发现问题立即处理并报告当值班组长。

6.3 运行监视

6.3.1 能源站运行时，应保证各系统和设备运行参数在预设正常范围内。

6.3.2 机组运行操作首选自动方式，选择手动操作时应考虑好各子系统相互之间的影响关系。

6.3.3 运行人员应定期检查机组运行情况，对参数进行记录，查看趋势曲线。对异常的数据应做好记录，发现异常立即处理。如异常无法修复，应立即请示主管领导，根据情况实施停机。

6.3.4 联供系统应根据燃气价格、电价和用户使用规律，及时优化调整系统运行方式，如调整运行时间、发电量等。

6.3.5 多台机组并联运行或者与可再生能源耦合运行时，应根据当前负荷的实际情况与各主机的负荷效率特性和当地的气价及电价的关系，选择一种最佳的主机运行台数及开度组合，以达到系统的最佳经济运行目的。

6.3.6 宜使各设备运行在高效区（年平均能源综合利用率在 70%以上）。

6.4 运行指标

6.4.1 运行参数的检测

- 原动机运行参数（用气量、烟气温度、烟气流、排烟温度、运行小时数等）。
- 发电机运行参数（电流、电压、频率、发电量、运行小时数等）。
- 余热利用设备运行参数（供冷量、供热量、烟气余热量、缸套水余热量、冷水供回水温度、热水供回水温度、冷热水流量、运行小时数等）。

——调峰设备运行参数（供冷量、供热量、用电量（用气量）、供回水温度和流量、运行小时数等）。

——冷（热）水泵、冷却水泵运行参数（用电量、流量等）。

6.4.2 运行参数的分析整理

——原动机、发电机运行参数分析整理（年平均能源综合利用率、年利用小时数、发电效率等）。

——余热利用设备运行参数分析整理（年平均余热利用率、余热设备 cop，年、月、周及各季节典型日负荷曲线的整理等）。

——调峰设备运行参数分析整理（余热设备 cop 等）。

——冷（热）水泵、冷却水泵运行参数分析整理（冷热水输送系数、大流量、小流量等）。

——管网运行参数分析整理（管网输送系数、热损失、水力失调等）。

6.4.3 运行参数的评估

——系统能效的评估（年平均能源综合利用率、年平均余热利用率等）。年平均余热利用率及年平均能源综合利用率计算方法符合 GB51131 相关规定。

——发电设备能效的评估（燃气原动机性能评估、单位度电的用气量等）。

——发电机能效评估（发电效率、站内用电量、年利用小时数等）。

——余热设备（cop 评估、水输送系数评估等）。

6.4.4 运行指标监测表

运行人员应严格遵守运行操作维护手册监测机组性能指标和特性，当与正常运行工况存在偏差时，应根据运行操作维护手册及时采取相应措施。运行指标见表 1。

表 1 运行指标监测表

	指标名称	监测内容
发电指标	额定发电指标	发电机组的功率、电压、频率、功率因数和转速。
	负荷性能指标	负荷性能、机组效率与负荷系数的关系
动力指标	运行特性	响应特性和效率特性
	启动特性	冷态、热态启动工况的启动时间
	燃料消耗率	与设计值偏差
	热效率	与设计值偏差
	输出功率	与设计值偏差
余热指标	运行特性	响应特性和效率特性

指标名称		监测内容
	启动特性	启动时间
	COP	
	供冷量/供热量	
	余热量	烟气余热量、缸套水余热量
管网运行指标	管网输送特性	管网输送系数、流量等
安全与保护指标	超速保护	控制是否正常
	接地保护	控制是否正常
	熄火保护	控制是否正常
	润滑不良保护	控制是否正常
	超温保护	控制是否正常
	过载、过压和短路保护	控制是否正常
可靠性与环境特性指标	可靠性、维修性及可用性	与设计值偏差
	环境特性	大气污染、振动与噪声、环境适应性、电磁兼容性等

6.5 运行环保要求

- 6.5.1 能源站运行污染物排放应符合 GB/T 18345 和相关地方大气污染物排放标准。
- 6.5.2 带燃烧系统的吸收式冷（温）水机组以及锅炉的大气污染物排放值，应符合 GB 13271 和相关地方排放标准及污染物排放总量控制的要求。
- 6.5.3 能源站应按照国家 and 地方有关规定安装烟气连续监测系统，监测项目和方法等应符合 HJ/T 75 的要求。
- 6.5.4 能源站应按国家和地方有关规定，按照环保部门要求上传总排烟口处大气污染物排放时均值数据至当地环保部门监控系统。
- 6.5.5 能源站投产后，应动态跟随国家和地方大气污染物排放标准收紧的要求，进一步采取烟气净化升级处理措施。
- 6.5.6 夜间频发噪声的最大声级超过限制的幅度不应高于 10dB (A)。夜间偶发噪声的最大声级超过限制的幅度不应高于 15dB (A)。
- 6.5.7 能源站周围环境振动应符合 GB 10070 的有关规定。
- 6.5.8 应对作业场所进行职业病危害因素（噪声）检测，超过职业接触限值要求的，应发放和要求佩戴防噪耳塞。

6.6 运行优化

6.6.1 优化原则

6.6.1.1 运行优化必须坚持“保人身、保电网、保设备”的基本原则，任何方案均不应违反安全生产规程。

6.6.1.2 系统运行的优化，应在能源站运行投产后，实际运行工况与系统设计值产生较大偏差时进行。由于运行优化引起的生产运行方式变动，应征得上游供能企业和下游用户的同意。

6.6.1.3 运行优化应在与设计值、标准规范要求值、同类型机组标杆值进行对标的基础上，通过开展性能试验及综合分析，建立科学、合理的调整方法和控制程序，使机组始终保持安全、经济的运行方式和最佳的参数控制，降低机组运行消耗。

6.6.1.4 为保证燃气分布式能源系统的高效运行使用率，原动机满负荷利用小时宜大于 2000 小时。

6.6.1.5 优化运行的指标

主要包括：发电效率、年平均能源综合利用率、年平均余热利用率、机组年利用小时数等，相关指标应符合 GB/T 33757.1、GB/T 36160.1 的要求。

——发电效率：是发电机组提高经济性的指标之一；

——年平均余热利用率：是能源梯级利用，提高供热（冷）总量的衡量指标；

——年平均能源综合利用率：是衡量分布式能源系统整体节能效果、评估系统用能先进性、淘汰落后系统的首要指标。是衡量分布式能源系统发电及余热利用的综合性指标，用于衡量系统整体经济性；

——机组年利用小时数：是发电机组利用率和装机方案合理性衡量指标；

6.6.1.6 优化运行的效果

主要体现在三个方面：

a) 提高项目经营收益。主要通过提高机组发电效率、提高年利用小时数、提高能源综合利用率等指标，提高机组发电和供热（冷）量。

b) 降低项目生产成本。主要通过调峰方式、精确把控等手段，降低机组运行的厂用电率、耗材等生产性成本。

c) 优化设备运行方式，提高机组寿命。

6.6.2 优化方式

运行优化方式分为运行模式优化、控制系统优化和辅助系统优化三大类。运行模式优化包括：季节性运行优化、日间负荷优化、发电机组运行优化、余热利用设备运行优化、调峰设备运行优化等方面。

6.6.3 运行模式优化

6.6.3.1 季节性运行优化

- 季节性优化运行应充分考虑季节变换对负荷波动的影响，使能源供应与负荷波动相匹配，合理选择供能设备启停加载顺序。
- 夏季集中供冷项目应考虑在不同负荷下的经济运行模式；
- 过渡季优先采用可再生能源作为备用或调峰冷热源，宜利用冷却塔等自然冷却设备作为冷热源，降低运行成本。
- 过渡季节宜采用大新风比控制方式优化运行。

6.6.3.2 日间负荷优化

- 应充分考虑每日间负荷逐时波动的特点，使能源供应与负荷波动相匹配。
- 对于集中供冷的公共建筑，在保证日间供冷可靠性的前提下，宜根据当日人流合理分配设备负荷率，使其在高效区运行。夜间低负荷时宜采用蓄能设备调峰，降低运行成本。
- 对于北方地区集中供热项目，可参经常规热电联产供热系统的运行方式，并应考虑“气候补偿”等节能措施。
- 对于多个不同功能类型组成的建筑，不同类型负荷存在相互协调的可能性，应针对项目具体特点测算总结负荷规律，经合理分析提出优化运行方案。
- 对于多个相同或类似功能建筑，宜设置蓄能系统，在合理预测负荷的基础上合理确定蓄能量和释能时间。对于不存在峰谷平电价的项目，应对降低主机容量和增加蓄能系统进行技术经济分析。
- 区域型发电项目一般采用发电上网策略，发电量受地区电力部门调度，应跟随电负荷调度进行调节。
- 对于孤网运行项目，应结合区域电负荷特点合理调度发电机组运行。孤岛状态下，发电机组可不考虑大型电制冷机启动。
- 当外部能源需求与能源站供能能力不匹配时，应充分利用蓄能系统和余热，节约运

行成本。楼宇型发电项目一般采用自发自用、余量上网策略，优化运行应考虑楼宇功能类型及上网政策的影响。

——对以区域基本电负荷为设计发电装机容量的项目，应着重考虑在采暖季和过渡季电负荷较低时的运行方式。

6.6.3.3 发电机组的运行优化

——考虑分时电价带来的利润差，发电机组宜在峰、平电价时段运行，谷电价时段停机；

——并网不上网的机组，宜按余热利用最大化的原则调整发电机组出力；

——并网的机组，宜根据冷热负荷需求调整发电机组出力；

——孤网运行的机组，应根据用电负荷调整发电机组出力。

6.6.3.4 余热利用设备运行优化

正常运行时应监测能源综合利用效率和主要设备能效，当发电机组运行负荷率长期低于70%或余热利用率长期低于75%时，应及时调整运行模式。

6.6.3.5 调峰设备运行优化

综合考虑余热利用、能源价格、负荷率等因素，合理选择调峰设备和调峰方式，实现费用最低的调峰运行方式。

6.6.4 控制系统优化

分布式能源系统运行过程中应通过协调控制优化对各子系统和设备进行联动控制和优化匹配。

控制系统优化应以控制系统基本特性为前提，按技术经济比较后的优化运行模式进行调度。

6.6.5 辅助系统优化

宜设置能量管理系统，实现能效数据数据采集和分析、负荷预测、优化调度等功能。

冷热源系统应根据室外气象参数、设备自动控制顺序、启停联锁保护、终端负荷变化要求等方面进行调整优化，以达到最佳供能工况。

6.6.6 与可再生能源耦合运行

燃气分布式能源可与分布式太阳能、分布式风能、地热能等耦合，耦合原则应优先使用可再生能源供能，燃气分布式能源次之。

燃气分布式能源可与区域生物质能、垃圾发电耦合，耦合原则以当地热电联产规划为准。

7 系统停运

7.1 一般规定

- 7.1.1 当接到电网调度命令或运行中发现影响正常运行的故障、但不需要采取紧急停机时，发电机组可进行正常停机。
- 7.1.2 当控制系统检测到可能危及机组安全运行的因素，或已发现危及人身和设备安全运行的因素时，应自动或手动停机。
- 7.1.3 事故处理应符合 GB26164.1、GB26860、电网调度规程和运行操作规程（或操作维护手册）等有关规定，并服从上级调度和当班值长指挥。
- 7.1.4 燃气分布式能源机组应在正式达标投产前编制现场应急处置预案，并报相关部门批准通过。
- 7.1.5 按照极端天气的应急预案，落实防寒、防潮、防汛、防台措施。

7.2 正常停机

- 7.2.1 机组停机应由值长下令，按操作规程（或操作维护手册）的要求步骤进行。运行人员应完成停机后交接工作，对当天运行情况进行总结并做操作记录，汇报相关管理人员。
- 7.2.2 为满足机组频繁启停的需要，正常停机后应按操作规程（或操作维护手册）的要求保持设备及系统的热网备用状态，以缩短下次启动时间，提高效率。
- 7.2.3 计划检修停机是针对机组长时间停机或机组需要进行定期检查、维修工作所采取的停机模式。此模式应尽快使设备冷却下来以满足检修条件。
- 7.2.4 停机后管理人员应对系统运行数据进行分析，及时调整运行策略，安排好次日运行工作。
- 7.2.5 停机后应对运行过程所消耗的物品进行及时补充。
- 7.2.6 根据运行人员操作维护手册进行断电、断气、断水、断油工作。
- 7.2.7 落实停运期间设备维护保养工作，值班人员定期检查。
- 7.2.8 机组在停机后，若在一周内不重新启机的，应根据停役时间的长短以及设备技术资料中的要求，采用相应的保养方法，制定合适的保养措施并实施。
- 7.2.9 设备、管道、系统等的保养方法及保养效果监督应满足相关技术资料的规定。

7.3 事故停机

- 7.3.1 在危及人身或设备安全的紧急情况下，值班人员应按应急处置预案的规定进行处理和

上报，并留存事故处理记录。

7.3.2 在处理事故时，应迅速限制事故的发展，消除事故的根源，解除对人身和设备的威胁。

对未造成事故的设备进行安全隔离，保持其正常运行，防止事故扩大。

7.3.3 当控制系统检测到危险点触发保护动作停机时，应注意动态监视停机过程，防止事故扩大和危及人身和设备安全。

7.3.4 当系统设备故障引发报警，应立即采取修复措施。如不能复位应立即上报当值班组长，根据事故状况采取是否停机，防止事故扩大和危及人身和设备安全。

7.3.5 凡涉及对电网运行有重大影响的机组，应在故障处理同时与电网值班调度员取得沟通。

7.3.6 事故停机应能手动操作，同时也应能由保护系统自动控制。两种方式均应能直接切断对发电设备的燃料供给。对装有自动重启装置的机组，应采取措施防止不经手动复位就自行再启动。

7.3.7 无论是警告信号，还是故障信号，在未对其进行任何处理前，不应将该信号进行确认。

7.3.8 事故处理时，无关人员不应进入中央控制室及事故发生区域内。

7.3.9 对机组故障的处理基本程序包括调查了解故障产生的经过、搜集数据资料、寻找故障原因等流程。

7.4 事故应急系统

7.4.1 具备“黑启动”功能的燃气轮机机组应在全网掉电情况下自行快速启动，并恢复对电网供电，此工况下不考虑系统的优化及经济性。

7.4.2 应预先设计详细的实施程序，以保证黑启动燃气轮机孤岛运行后向“黑网”送电时的操作安全。

7.4.3 应按保安柴油机选择的计算方法来核算“黑启动”柴油机容量，以满足“黑启动”最低设备电量和盘车要求。

7.4.4 当燃气轮机核定为承担“黑启动”功能机组时，应增设燃机事故烟囱。

7.4.5 事故柴油发电机应每1个月启动1次，保证备用状态正常。事故柴油发电机组停止运行时，发电机组启动装置、润滑油及冷却液预热装置、通风设备、电气控制系统不应间断供电。

8 系统检维修

8.1 一般规定

8.1.1 检维修分为日常维护、计划性检修两大类。

8.1.2 设备应定期维护以保持良好的运行状态。日常维护方案应包括：检修、定期调整、校准、修理、监控、润滑和检查等，确保设备可靠运行并获得部件最长的预期寿命，减少意外的强制停机并降低零部件发生故障的损失。

8.1.3 应加强日常的运行维护，以确保机组能安全运行。

8.1.4 应定期进行检修，以确保机组能安全运行。

8.1.4 应制订合理有效的计划检修和定期保养方案。

8.1.5 相关维护保养所需的备品备件应有充足的储备，同时应针对易损易耗件和定期维护备件分别制订储备方案并落实。

8.2 日常维护

8.2.1 设备运行时应按照规定的周期进行例行检查。

8.2.2 通过检测，发现潜在强制停机或部件早期故障的设备，并找出早期的警告征兆，使之保持正常工作。

8.2.3 如果检测到问题，则应立即加以纠正或保持监控直至计划停机检修。

8.2.4 运行维护过程中，应记录和分析运行数据以便对机组性能和维护要求进行评估。

8.2.5 日常运行维护的工作内容应包括：针对机组设备的清洁、润滑、紧固、调整、易磨损件更换、仪表校正等，确保设备、阀门、管道表面无明显锈蚀，绝热层无明显脱落和破损，绝热层外表面无结露现象，无跑、冒、滴、漏、堵等现象。

8.2.6 日常的运行维护主要设备或系统应包含但不限于如下内容：

——原动机；

——余热锅炉、汽轮机；

——电气系统；

——燃气系统；

——辅机；

——余热利用系统；

——仪表控制；

——报警装置。

8.2.7 中间维护

中间维护的工作内容应包括：设备润滑的更换或补充、油品和燃气分析、更换过滤、清洗、抽查不常用设备状态等。

8.3 计划检修

8.3.1 应综合考虑影响检修和设备寿命的各种因素，针对主设备部件寿命进行计划检修。

8.3.2 设备检修应贯彻“预防为主、计划检修”及“质量第一、应修必修、修必修好”的原则。

8.3.3 发电机组的检修周期主要以发动机的运转时间来确定的，应按照厂家维护手册科学确定小修、中修和大修的时间间隔。

8.3.4 发电机组外其他主机按照厂家要求完成日常维护、月季检查、年度检查、停机保养等检修维护工作。

8.3.5 应动态跟随燃料种类和质量、启动频率、负荷变化、环境、启动时间等因素的变化，修正检修周期间隔。

8.3.6 每次检修前应编制检修计划和检修工作内容，严格按计划实施，验收合格后才能投入运行。

8.3.7 定期对防雷装置安全性能、消防设施器材等进行检测，确保防雷装置、消防设施器材的有效性。

8.3.8 各燃气原动机的检修间隔见表 2。

表 2 燃气原动机的检修间隔

	燃气轮机		微型燃气轮机	燃气内燃机
小修间隔	8000EOH		8000EOH	--
中修间隔	16000~25000EOH		--	--
大修间隔	48000~50000EOH		40000EOH	24000~60000EOH
注：EOH (Equivalent Operating Hours) 机组的等效运行小时				

8.3.9 EOH 计算

考虑了各种运行过程影响机组寿命的加权系数，国家标准中给出的 EOH 的计算公式(1)

为:

$$T_{eq} = a_1 n_1 + a_2 n_2 + \sum_{i=1}^n t_i + f\omega(b_1 t_1 + b_2 t_2) \quad (1)$$

其中:

a_1 ——每次起动的加权系数;

n_1 ——点火起动次数;

a_2 ——快速带负荷的加权系数;

n_2 ——快速带负荷次数;

t_i ——快速温度变化的等效运行小时数, 例如, 由于负荷的突变或甩负荷;

n ——快速温度变化的次数;

t_1 ——达到基本负荷额定输出功率运行的小时数;

b_1 ——以基本负荷运行的加权系数;

t_2 ——在基本负荷额定功率和尖峰负荷额定功率之间运行的小时数;

b_2 ——以尖峰负荷运行的加权系数;

f ——燃用污染的、超出规范或非指定的燃料时的加权系数;

ω ——水或蒸汽回注时的加权系数。

9 运行最低定员配置参考

燃气分布式能源站运行人员的配置, 因系统组成的不同而不同。不同类型及规模的燃气分布式能源站的最低人员配置, 宜满足下表列出的最低定员标准。

表 3 燃气分布式能源站运行人员每个班组定员

每班人数 专业		楼宇型	区域型		备注
			单循环	联合循环	
运行	机务	1	1	2	总人数按招实际班次确定
	电气	1	1	1	
	仪表			1	
	化水/其他	-	-	1	
检修	机务	1	1	2	长白班

	电气	1	1	1	
	仪表		1	1	
注：此表中每班人数包含当值班组长，班组长专业不限，但应保证每班不同专业的构成；楼宇型或小型区域单循环机组的班组，电气和仪表专业可由 1 人兼任。					

9.1 燃气分布式能源站可以不单独配置检修人员，检修工作采用外委或招标外包的方法，与有关检修公司签订合同。

9.2 此定员不包含财务等职能部门人员，职能部门人员可采用兼职方式。

9.3 区域型燃气分布式能源站可多站合并，运行人员应根据项目实际情况确定。

9.4 此定员为最低要求，实际生产中需考虑装机规模、系统构成、运营水平等不同因素，具体人数应根据项目实际情况确定。

附录 A

(资料性附录)

开机启动前检查

开机启动前检查记录表见表 A.1.

表 A.1 开机启动前检查记录表

检查人:			班值:	
时间:				
序号	检查内容	允许值	要求状态	检查情况

附录 B

(资料性附录)

运行日志

运行日志表见表 B.1.

表 B.1 运行日志

机组:		时间:	
班次:			
记录人:		值长:	
内容: 1. 主机 2. 发电机 3.			

附录 C

(资料性附录)

机组检维修记录

机组检维修记录表见表 C.1

表 C.1 机组检维修记录表

机组型号:		机组编号:	
运行小时累计:		维护保养周期:	
检维修原因:	(定期检查维护或故障维修)		
检查维修:			
检查调整:			
清洁维护:			
其他:			
检维修结论:			
日期:		负责人签字:	

参考文献

- [1] GB 50189 公共建筑节能设计标准
- [2] GB 50736 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范
- [3] DL/T 2174 燃气-蒸汽联合循环电厂设计规定
- [4] DL/T 384 9F 燃气-蒸汽联合循环机组运行规程
- [5] GB / T 14285 继电保护和安全自动装置技术规程
- [6] GB / T 12325 电能质量 供电电压偏差
- [7] GB / T 12326 电能质量 电压波动和闪变
- [8] GB 50054 低压配电设计规范
- [9] DL612 电力工业锅炉压力容器监察规程
- [10] DL/T 647 电站锅炉压力容器检验规程
- [11] TSG G0002 锅炉节能技术监督管理规程
- [12] GB 50041 锅炉房设计规范
- [13] GB 50049 小型火力发电厂设计规范
- [14] GB 50028 城镇燃气设计规范
- [15] CJJ 51 城镇燃气设施运行、维护和抢修安全技术规程
- [16] CJJ/T 146 城镇燃气报警控制系统技术规程
- [17] SY 6503 石油天然气工程可燃气体检测报警系统安全技术规范
- [18] GB / T 18362 直燃型溴化锂吸收式冷（温）水机组
- [19] GB / T 18431 蒸汽和热水型溴化锂吸收式冷水机组
- [20] JB/T 7606 内燃机电站总装技术要求
- [21] GB/T 1147 中小功率内燃机
- [22] GB / T 10489 轻型燃气轮机 通用技术要求

- [23] GB / T 1441 轻型燃气轮机控制和保护系统
- [24] GB / T 28686 燃气轮机热力性能试验
- [25]上海市地方标准 DB31/T 送审稿 燃气分布式供能系统运行维护规程
- [26] CJJ33 城镇燃气输配工程施工及验收规范
- [27] CJJ 145 燃气冷热电三联供工程技术规程
- [28] DL/T 5508 燃气分布式供能站设计规范
- [29] DG/T J08 分布式供能系统工程技术规程
- [30] NB/T 32015 分布式电源接入配电网技术规定