

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 51131-2016

燃气冷热电联供工程技术规范

Technical code for gas-fired combined cooling,
heating and power engineering

2016-08-18 发布

2017-04-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

燃气冷热电联供工程技术规范

Technical code for gas-fired combined cooling,
heating and power engineering

GB 51131 - 2016

主编部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 7 年 4 月 1 日

中国建筑工业出版社

2016 北 京

中华人民共和国国家标准
燃气冷热电联供工程技术规范

Technical code for gas-fired combined cooling,
heating and power engineering

GB 51131 - 2016

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京海淀三里河路9号）

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京市密东印刷有限公司印刷

*

开本：850×1168 毫米 1/32 印张：4 $\frac{1}{8}$ 字数：108 千字

2017年1月第一版 2017年1月第一次印刷

定价：**21.00** 元

统一书号：15112·28911

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

（邮政编码 100037）

本社网址：<http://www.cabp.com.cn>

网上书店：<http://www.china-building.com.cn>

中华人民共和国住房和城乡建设部 公 告

第 1255 号

住房城乡建设部关于发布国家标准 《燃气冷热电联供工程技术规范》的公告

现批准《燃气冷热电联供工程技术规范》为国家标准，编号为 GB 51131 - 2016，自 2017 年 4 月 1 日起实施。其中，第 3.0.5、3.0.6、5.1.8、9.1.8、9.1.9、9.3.1 条为强制性条文，必须严格执行。

本规范由我部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部
2016 年 8 月 18 日

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2013年工程建设标准规范制订修订计划〉的通知》（建标〔2013〕6号）的要求，规范编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制了本规范。

本规范的主要技术内容是：1. 总则；2. 术语；3. 站址选择；4. 系统配置；5. 燃气供应系统及设备；6. 供配电系统及设备；7. 余热利用系统及设备；8. 监控系统；9. 站房；10. 消防；11. 环境保护；12. 施工与验收；13. 运行管理。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释，由主编单位中国城市建设研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送中国城市建设研究院有限公司（地址：北京市西城区德胜门外大街36号德胜凯旋大厦A座，邮编：100120）。

本规范主编单位：中国城市建设研究院有限公司
北京市煤气热力工程设计院有限公司

本规范参编单位：中国建筑设计研究院有限公司
广东电网公司电力科学研究院
华南理工大学建筑设计研究院
中国市政工程华北设计研究总院有限公司
中国中元国际工程有限公司
东北电力设计院有限公司

华电分布式能源工程技术有限公司
北京优奈特燃气工程技术有限公司
北京燃气能源发展有限公司
泛华建设集团有限公司
北京恩耐特分布能源工程技术有限公司
远大空调有限公司
胜利油田胜利动力机械集团有限公司
北京市政建设集团有限责任公司
北京易成市政工程有限责任公司
北京市热力集团有限责任公司
北京市热力工程设计有限责任公司
北京硕人时代科技股份有限公司
沧州昊天节能热力有限公司

本规范主要起草人：

冯继蓓	杨 健	段洁仪	宋孝春
杨 杰	邓小文	张晓杨	王 钊
陈卓伦	王 淮	王国刚	李著萱
刘素亭	罗晓辉	潘 海	孙明焯
李和平	高 峻	刘 蕾	殷明辉
白首跃	李 锐	杨光耀	于海滨
魏军华	李显峰	余家兴	石 英
刘 荣	史登峰	王 伟	时 研
施彤滨	曲振军	和彬彬	张建兴

本规范主要审查人：

许文发	王振铭	徐晓东	伍小亭
王建国	李先瑞	叶大法	朱守真
张 红	周 敏	陈焰华	邓广义
马 恒	郑丹星		

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	站址选择	4
4	系统配置	6
4.1	一般规定	6
4.2	冷、热、电负荷	7
4.3	设备配置	7
5	燃气供应系统及设备	11
5.1	燃气供应系统	11
5.2	燃气设备	12
5.3	辅助设施	13
6	供配电系统及设备	14
6.1	电力系统	14
6.2	发电设备	15
6.3	电气主接线	16
6.4	电气辅助设施	17
6.5	继电保护、自动装置与计量	17
6.6	防雷接地	18
6.7	爆炸危险环境的电气装置	19
7	余热利用系统及设备	20
7.1	余热利用系统	20
7.2	余热利用设备	20
7.3	辅助设施	21
8	监控系统	22
8.1	监测	22

8.2	控制	23
8.3	报警与保护	24
9	站房	26
9.1	建筑与结构	26
9.2	燃烧设备间及辅机间布置	27
9.3	通风与排烟	28
9.4	照明	29
9.5	给水排水	30
10	消防	31
11	环境保护	33
12	施工与验收	35
12.1	施工准备	35
12.2	设备安装	35
12.3	管道安装	36
12.4	设备调试及试运行	37
12.5	竣工验收	42
13	运行管理	45
13.1	一般规定	45
13.2	运行模式	46
13.3	启动、运行与停机	46
13.4	检验与维修	50
	本规范用词说明	52
	引用标准名录	53
	附：条文说明	55

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms	2
3	Location Selection	4
4	System Configuration	6
4.1	General Requirements	6
4.2	Cooling, Heating and Power Load	7
4.3	Equipment Configuration	7
5	Gas system and Equipments	11
5.1	Gas Supply System	11
5.2	Gas Equipments	12
5.3	Auxiliary Equipments	13
6	Power Supply System and Equipments	14
6.1	Power System	14
6.2	Power Generating Equipments	15
6.3	Main Electrical Connection	16
6.4	Electrical Auxiliary Equipments	17
6.5	Relay Protection, Automatic Devices and Measurement	17
6.6	Lightning Protection and Grounding	18
6.7	Electrical Installations under Explosive and Fire Condition	19
7	Remaining Heat System and Equipments	20
7.1	Remaining Heat System	20
7.2	Remaining Heat Equipments	20
7.3	Auxiliary Equipments	21
8	Monitoring and Control System	22
8.1	Monitoring	22

8.2	Control	23
8.3	Alarm and Protection	24
9	Energy Station	26
9.1	Architecture and Structure	26
9.2	Layout of the Inter-host and Auxiliary Plant	27
9.3	Ventilation and Smoke Exhaust	28
9.4	Illumination	29
9.5	Water Supply and Drainage	30
10	Fire Protection	31
11	Environmental Protection	33
12	Construction and Acceptance	35
12.1	Construction Preparation	35
12.2	Equipment Installation	35
12.3	Pipeline Installation	36
12.4	Equipment Test and Commissioning	37
12.5	Completion of Acceptance	42
13	Operation and Management	45
13.1	General Requirements	45
13.2	Operation Mode	46
13.3	Startup, Operation and Shutdown of the System	46
13.4	Inspection and Maintenance	50
	Explanation of Wording in This Code	52
	List of Quoted Standards	53
	Addition; Explanation of Provisions	55

1 总 则

1.0.1 为提高燃气的能源综合利用效率，建立安全的燃气冷热电联供系统，规范燃气冷热电联供工程的设计、施工、验收和运行管理，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于以燃气为一次能源，通过发电机单机容量小于或等于 25MW 的简单循环，直接向用户供应冷、热、电能的燃气冷热电联供工程的设计、施工、验收和运行管理。

1.0.3 燃气冷热电联供系统应遵循电能自发自用为主、余热利用最大化的原则，系统的设备配置及运行模式应经技术经济比较后确定。

1.0.4 燃气冷热电联供系统的年平均能源综合利用率应大于 70%。

1.0.5 燃气冷热电联供工程的设计、施工、验收和运行管理除应符合本规范的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 燃气冷热电联供系统 gas-fired combined cooling, heating and power system

布置在用户附近，以燃气为一次能源进行发电，并利用发电余热制冷、供热，同时向用户输出电能、热（冷）的分布式能源供应系统，简称“联供系统”。

2.0.2 能源综合利用率 energy utilization rate

联供系统输出电量、热（冷）量之和与消耗燃气输入热量的百分比。

2.0.3 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。

2.0.4 节能率 energy saving rate

供应相同的电量、热（冷）量，联供系统与常规供能方式相比减少消耗能量的百分比。

2.0.5 孤网运行 operating in isolated mode

联供系统发电机组独立运行的方式。

2.0.6 并网不上网运行 operating in grid parallel mode

联供系统发电机组与公共电网在用户端并列运行，不向公共电网输送电能的方式。

2.0.7 并网运行 operating in grid connected mode

联供系统发电机组与公共电网在用户端并列运行，并向公共电网输送电能的方式。

2.0.8 站房 energy station

设置冷热电联供系统设备及相关附属设施的区域或场所。

2.0.9 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。

2.0.10 余热 exhaust heat

原动机冷却水热量及排烟热量。

2.0.11 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。

2.0.12 补燃型余热锅炉 supplementary-fired exhaust heat boiler

带有燃烧器的余热锅炉。

2.0.13 余热吸收式冷（温）水机组 exhaust heat absorption water chiller (heater)

直接利用原动机余热进行制冷、热的机组。可分为烟气型及烟气热水型冷（温）水机组。

2.0.14 补燃型余热吸收式冷（温）水机组 supplementary-fired exhaust heat absorption chiller (heater)

除利用余热外，还带有燃烧器，可通过直接燃烧燃气制冷、热的余热吸收式冷（温）水机组。

2.0.15 燃烧设备间 combustion equipment room

站房中布置燃气燃烧设备的房间。

2.0.16 并网点 point of common coupling (PCC)

联供系统输出电能接入公共电网的母线或输出汇总点。

3 站址选择

3.0.1 联供工程站址宜靠近热（冷）负荷中心及供电区域的主配电室、电负荷中心。

3.0.2 站房的防火间距应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。燃烧设备间应为丁类厂房，燃气增压间、调压间应为甲类厂房。

3.0.3 站房宜独立设置或室外布置。当站房不独立设置时，可贴邻民用建筑布置，并应采用防火墙隔开，且不应贴邻人员密集场所。

3.0.4 当燃烧设备间受条件限制需布置在民用建筑内时，应布置在建筑物的首层或屋顶，也可布置在建筑物的地下室。

3.0.5 当采用相对密度（与空气密度比值）不小于 0.75 的燃气作燃料时，燃烧设备间不得布置在地下或半地下。

3.0.6 燃烧设备间应设置爆炸泄压设施，且不应布置在人员密集场所的上一层、下一层或贴邻。设于地下、半地下及首层的燃烧设备间应布置在靠外墙部位。

3.0.7 当燃烧设备布置在建筑物地下一层或首层时，单台发电机容量不应大于 7MW；当布置在建筑物屋顶时，单台发电机容量不应大于 2MW，且应对建筑结构进行验算。

3.0.8 当燃烧设备设置在屋顶上时，燃烧设备间距屋顶安全出口的距离不应小于 6.0m。

3.0.9 联供工程变配电室的设置应符合下列规定：

1 变配电室宜靠近发电机房及电负荷中心，并宜远离燃气调压间、计量间；

2 变配电室应方便进、出线及设备运输；

3 变配电室不应设置在厕所、浴室、爆炸危险场所的正下

方或正上方；

4 在高层或多层建筑中，装有可燃性油的电气设备的变配电室应设置在靠外墙部位，且不应设置在人员密集场所的正下方、正上方、贴邻和疏散出口的两旁；

5 室外布置的变配电设施不应设置在多尘、有水雾、有腐蚀性气体及存放易燃易爆物品的场所。

3.0.10 联供工程应合理布置噪声源，并应采取降噪、隔噪措施，噪声排放应符合周边环境的要求。

3.0.11 冷却塔、风冷散热器和室外布置的联供设施等，应与周围建筑布局、风格相协调。

3.0.12 地上站房首层室内标高应大于室外地坪或周围地坪0.15m。地下站房应采取防涝、排水措施。

4 系统配置

4.1 一般规定

4.1.1 联供系统应由动力发电系统、余热利用系统组成。联供工程除应包括联供系统外，尚应包括燃气供应系统、供配电系统、监控系统、调峰系统及辅助设施。

4.1.2 联供系统应按提高能源综合利用率、节约占地等原则进行配置。当用户负荷主要为空调制冷、供暖负荷时，余热利用设备宜采用吸收式冷（温）水机组；当用户负荷主要为蒸汽或热水负荷时，余热利用设备宜采用余热锅炉及换热器。

4.1.3 联供系统宜采用并网运行或并网不上网运行的方式。所发电力应优先满足项目自身用电需求，也可根据技术经济比较结果选择多余电力上网的运行方式。当没有公共电网或公共电网接入困难、公共电网故障时，发电机组可采用孤网运行方式。

4.1.4 孤网运行的联供系统，发电机组应自动跟踪用电负荷。

4.1.5 并网运行及并网不上网运行的联供系统，发电机组应与公共电网自动同期。

4.1.6 并网运行的联供系统，电气系统的设计、施工、验收和运行管理除执行本规范外，尚应执行电力行业的相关标准。

4.1.7 当发电机组兼作备用电源时，发电机组应在公共电网故障时自动启动、运行，并宜设置负荷自动管理装置。

4.1.8 发电机组应在联供系统供应冷、热负荷时运行，供冷、供热系统应优先利用发电余热制冷、供热。经济合理时，应结合蓄能设备使用。

4.1.9 联供系统的组成形式、设备配置、工艺流程及运行方式，应根据燃气供应条件和电力并网条件，以及冷、热、电、气的价格等因素，经技术经济比较后确定。

4.2 冷、热、电负荷

4.2.1 既有建筑进行联供系统设计时，应调查实际冷、热、电负荷数据，并应根据实测运行数据绘制不同季节典型日冷、热、电逐时负荷曲线和年负荷曲线。

4.2.2 新建建筑或不能获得实测运行数据的既有建筑进行联供系统设计时，应调查使用条件相似地区的同类项目实际冷、热、电负荷数据。应根据本建筑设计负荷资料，按相似建筑实测负荷数据进行估算，并应绘制不同季节典型日逐时负荷曲线和年负荷曲线。

4.2.3 绘制不同季节典型日逐时负荷曲线时，应根据各项负荷的种类、性质分别逐时叠加。

4.2.4 联供系统、联供工程技术经济分析，应根据逐时负荷曲线和全年运行模式计算全年供冷量、供热量、供电量和耗电量、燃气耗量。

4.3 设备配置

4.3.1 联供系统发电机组应针对不同运行方式确定设备容量，并应符合下列原则：

1 当采用并网不上网运行方式时，发电机组容量应根据基本电负荷和冷、热负荷需求确定，单台发电机组容量应满足低负荷运行要求，发电机组满负荷运行时数应满足经济性要求。

2 当采用孤网运行方式时，发电机组容量应满足所带电负荷的峰值需求，同时应满足大容量负荷的启动要求。单台发电机组容量应考虑低负荷运行的要求。

3 当采用并网运行方式时，发电机组容量应根据发电和余热利用的综合效益最优原则确定。

4.3.2 发电机组台数应根据需配置的发电机组总容量、电气主接线及电负荷分布情况确定。

4.3.3 联供系统发电机组的容量和类型均不宜多于2种。

4.3.4 当供电可靠性要求高时，电源应考虑备用措施，可代替一路供电。

4.3.5 余热利用设备应根据原动机余热参数确定。温度高于120℃的烟气热量和温度高于75℃的冷却水热量，应进行余热利用。

4.3.6 联供系统年平均余热利用率应大于80%，年平均余热利用率应按下式计算：

$$v_1 = \frac{Q_1 + Q_2}{Q_3 + Q_4} \times 100\% \quad (4.3.6)$$

式中： v_1 ——年平均余热利用率（%）；

Q_1 ——年余热供热总量（MJ）；

Q_2 ——年余热供冷总量（MJ）；

Q_3 ——排烟温度降至120℃时烟气可利用的热量（MJ）；

Q_4 ——温度大于或等于75℃冷却水可利用的热量（MJ）。

4.3.7 确定联供系统设备容量时，应计算年平均能源综合利用率，且应符合本规范第1.0.4条的规定。

4.3.8 联供系统的年平均能源综合利用率应按下式计算：

$$v = \frac{3.6W + Q_1 + Q_2}{B \times Q_L} \times 100\% \quad (4.3.8)$$

式中： v ——年平均能源综合利用率（%）；

W ——年净输出电量（kWh）；

Q_1 ——年余热供热总量（MJ）；

Q_2 ——年余热供冷总量（MJ）；

B ——年燃气总耗量（Nm³）；

Q_L ——燃气低位发热量（MJ/Nm³）。

4.3.9 发电设备最大利用小时数应大于2000h，并按下式计算：

$$n = \frac{W_{\text{year}}}{Cap_e} \quad (4.3.9)$$

式中： n ——发电设备最大利用小时数（h）；

W_{year} ——发电设备全年发电总量 (kWh)；

Cap_e ——所有发电设备的总装机容量 (kW)。

4.3.10 联供系统的节能率应大于 15%，并按下列公式计算：

$$r = 1 - \frac{B \times Q_L}{\frac{3.6W}{\eta_{\text{co}}} + \frac{Q_1}{\eta_0} + \frac{Q_2}{\eta_{\text{co}} \times COP_0}} \quad (4.3.10-1)$$

$$\eta_{\text{co}} = 122.9 \times \frac{1-\theta}{M} \quad (4.3.10-2)$$

式中： r ——节能率；

B ——联供系统年燃气总耗量 (Nm^3)；

Q_L ——燃气低位发热量 (MJ/Nm^3)；

W ——联供系统年净输出电量 (kWh)；

Q_1 ——联供系统年余热供热总量 (MJ)；

Q_2 ——联供系统年余热供冷总量 (MJ)；

η_{co} ——常规供电方式的平均供电效率；

η_0 ——常规供热方式的燃气锅炉平均热效率，可按 90% 取值；

COP_0 ——常规供冷方式的电制冷机平均性能系数，可按 5.0 取值；

M ——电厂供电标准煤耗 (g/kWh)，可取上一年全国统计数据；

θ ——供电线路损失率，可取上一年全国统计数据。

4.3.11 联供工程的供冷、供热设备总容量应根据用户设计冷热负荷确定。当发电余热不能满足设计冷热负荷时，应设置补充冷热能供应设备。补充冷热能供应设备可采用压缩式冷水机组、热泵、锅炉、吸收式冷（温）水机组等，并宜采用蓄冷、蓄热装置。

4.3.12 当有低温热负荷需求时，联供工程应利用低温冷却水余热及烟气冷凝余热。

4.3.13 联供工程烟风系统应根据设备阻力情况进行水力计算，并应满足机组正常工作的要求。烟道和烟囱应采用钢制或钢筋混

凝土构筑。

4.3.14 发电机组应采用单独烟道，其他用气设备宜采用单独烟道。当多台设备合用一个总烟道时，各设备的排烟不得相互影响，且烟气不得流向停止运行的设备。

4.3.15 每台用气设备和余热利用设备的烟道上以及容易集聚烟气的地方，均应安装泄爆装置。泄爆装置的泄压口应设在安全处。

4.3.16 烟道、烟囱的低点处应装设雨水和烟气凝结水收集和排水设施。

5 燃气供应系统及设备

5.1 燃气供应系统

5.1.1 燃气的成分、流量、压力等应满足所有用气设备的要求。

5.1.2 燃气供应系统应由调压装置、过滤器、计量装置、紧急切断阀、放散、检测保护系统、温度压力测量仪表等组成。需要增压的燃气供应系统尚应设置缓冲装置和增压机，并应设置进口压力过低保护装置。

5.1.3 燃气引入管应设置紧急自动切断阀和手动快速切断阀。紧急自动切断阀应与可燃气体探测报警装置联动。备用电源发电机组的燃气管道的紧急自动切断阀应设置不间断电源。

5.1.4 连接用气设备的管道上应安装配套的阀组。

5.1.5 原动机与其他设备的调压装置应各自独立设置。

5.1.6 联供工程所有燃气设备的计量装置应独立设置，且计量装置前应设置过滤器。

5.1.7 独立设置的站房，当室内燃气管道最高压力小于或等于 0.8MPa 时，以及建筑物内的站房，当室内燃气管道最高压力小于或等于 0.4MPa 时，燃气供应系统应符合现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028 的有关规定。

5.1.8 独立设置的站房，当室内燃气管道最高压力大于 0.8MPa 且小于或等于 2.5MPa 时，以及建筑物内的站房，当室内燃气管道最高压力大于 0.4MPa 且小于或等于 1.6MPa 时，燃气管道及其管路附件的材质和连接应符合下列规定：

- 1 燃气管道应采用无缝钢管和无缝钢制管件；
- 2 燃气管道应采用焊接连接，管道与设备、阀门的连接应采用法兰连接或焊接连接；
- 3 管道上严禁采用铸铁阀门及铸铁附件；

4 焊接接头应全部进行射线检测和超声检测，并应合格。

5.1.9 当联供工程站房设置在屋顶时，燃气管道可敷设于管道井内或沿有检修条件的建筑物外墙、柱敷设，管道敷设应符合现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028 的有关规定，并应符合下列规定：

1 室外敷设的燃气管道应计算热位移，并应采取热补偿措施；

2 燃气立管应安装承受自重和热伸缩推力的固定支架和活动支架；

3 管道竖井应靠建筑物外墙设置，管道竖井的墙体应为耐火极限不低于 1.00h 的不燃烧体，检查门应采用丙级防火门；

4 管道竖井的外墙上，每楼层均应设置通向室外的百叶窗；

5 管道竖井内的燃气立管上不应设置阀门。

5.1.10 燃气管道不得穿过防火墙、封闭楼梯间、防烟楼梯间及其前室、易燃易爆品仓库、变配电室、电缆沟、烟道和进风道等。

5.1.11 燃气管道穿过楼板、楼梯平台、隔墙时，应安装在钢套管中。套管与燃气管道之间的间隙应采用柔性防腐、防水材料密封。

5.2 燃气设备

5.2.1 调压装置的压力波动范围应满足用气设备的要求。计量装置应设置温度、压力修正装置。

5.2.2 燃气增压机和缓冲装置应符合下列规定：

1 燃气增压机前后应设缓冲装置，缓冲装置后的燃气压力波动范围应满足用气设备的要求；

2 燃气增压机和缓冲装置宜与原动机一一对应；

3 燃气增压机的吸气、排气和泄气管道应设置减振装置；

4 燃气增压机应设置就地控制装置，并宜设置远程控制装置。

- 5.2.3** 燃气增压机运行的安全保护应符合下列规定：
- 1** 燃气增压机应设置空转防护装置；
 - 2** 当燃气增压机设有中间冷却器和后冷却器时，应加设介质冷却异常的报警装置；
 - 3** 驱动用的电动机应采用防爆型结构；
 - 4** 润滑系统应设低压报警及停机装置；
 - 5** 燃气增压机应设置与发电机组紧急停车的联锁装置；
 - 6** 燃气增压机排出的冷凝水应集中处理。
- 5.2.4** 燃气增压间的工艺设计应符合现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028 的有关规定。

5.3 辅助设施

- 5.3.1** 燃气管道应装设放散管、放散口、吹扫口和取样口。
- 5.3.2** 燃气管道吹扫口的位置应能将管道内燃气吹扫干净。
- 5.3.3** 燃气管道放散口应高出屋脊（或平屋顶）1m 以上，且距地面的高度不应小于 4m，并应采取防止雨雪进入管道和放散物进入房间的措施。

6 供配电系统及设备

6.1 电力系统

6.1.1 联供系统宜接入公共电网。并入公共电网时，不应降低整个电力系统供电的可靠性和运行的安全性。

6.1.2 供配电系统宜采用放射式供电。发电机组接入电网的电压等级应根据供电系统的主接线形式和发电机组容量，并经技术经济比较后确定。

6.1.3 发电机组的输出电压等级应采用 400V、6.3kV 或 10.5kV，并应根据发电机组容量、电力系统接线方式、用电负荷要求、供电距离，经技术经济比较后确定。

6.1.4 联供系统采用并网运行或并网不上网运行时，应采取下列控制和保护措施：

- 1 用户侧应设置明显断开点，并可进行隔离操作；
- 2 根据供电系统的接线，并网点应设置解列点及低周低压解列装置；
- 3 断路器应装设自动准同期装置；
- 4 当联供系统采用并网不上网方式运行时，应采取逆功率保护措施。

6.1.5 10kV 及以上电压并网运行的联供系统，应具备与公共电网调度部门之间进行数据通信的能力。

6.1.6 联供系统供电的低压配电系统应符合现行国家标准《电能质量 三相电压不平衡》GB/T 15543 的有关规定，并宜采取下列措施降低三相不平衡度：

- 1 当 220V 或 380V 单相用电设备接入 220/380V 三相系统时，宜使三相平衡；
- 2 当 220V 负荷，线路电流小于或等于 60A 时，可采用

220V 单相供电；当大于 60A 时，宜采用 220/380V 三相四线制供电。

6.2 发电设备

6.2.1 联供系统使用的原动机，应根据下列参数进行优化选型：

- 1 ISO 工况参数下原动机的连续出力和余热流量、压力、温度；
- 2 年平均气象参数下原动机的连续出力、热耗率及余热的流量、压力、温度；
- 3 最热月、最冷月平均气象参数下原动机的连续出力和余热流量、压力、温度；
- 4 极端冬、夏季气象参数下原动机的连续出力和余热流量、压力、温度。

6.2.2 联供系统使用的发电机组应根据下列条件优化选型：

- 1 应满足联供系统对发电效率的要求；
- 2 发电机组应适应用户的负荷变化；
- 3 余热介质参数与余热利用设备应匹配；
- 4 发电机组应具有完善的控制系统、保护系统，各类参数保护值应满足公共电网要求；
- 5 发电机组应能与联供系统中央控制单元进行双向通信。

6.2.3 联供系统发电机组的电能质量应符合表 6.2.3 的规定。

表 6.2.3 联供系统发电机组的电能质量

电能质量内容	符合现行国家标准
电压偏差	《电能质量 供电电压偏差》GB/T 12325
电压波动和闪变	《电能质量 电压波动和闪变》GB/T 12326
谐波	《电能质量 公用电网谐波》GB/T 14549
频率偏差	《电能质量 电力系统频率偏差》GB/T 15945

6.2.4 联供系统发电设备可采用小型燃气轮机、燃气内燃机、

微燃机等，并应符合国家现行有关标准的规定。

6.2.5 发电设备应根据系统规模、冷热电负荷情况、运行方式、安装环境、燃气供应条件、发电装置的特性、电价以及冷、热价等进行多方案比选，并应优先选用发电效率高的设备。

6.2.6 发电设备台数和单机容量，应按发电机组工作时具有较高的负载率进行确定，并应充分利用余热能。

6.2.7 联供系统宜选用有降低氮氧化物排放措施的原动机。当采用燃气内燃发电机组时，氮氧化物排放浓度应小于或等于 $500\text{mg}/\text{Nm}^3$ （含氧量为 5% 时）。当采用燃气轮机发电机组时，氮氧化物排放浓度应小于或等于 $50\text{mg}/\text{Nm}^3$ （含氧量为 15% 时）。

6.3 电气主接线

6.3.1 联供系统的电气主接线方案应从供电的可靠性、运行的安全性和维护的方便性等方面，经技术经济比较后确定。对确定的接线方案，应按正常运行和短路故障电流，计算、选择、校验主要设备及继电保护和自动化装置。

6.3.2 联供系统的电气主接线宜采用单母线或单母线分段接线方式。当采用单母线分段接线方式时，应采用分段断路器接线。

6.3.3 当联供系统并网运行或并网不上网运行时，应根据发电机组的容量及变配电系统的主接线形式设计接入系统。当采用机端输出电压为 400V 的发电机组时，宜在用户变配电系统低压侧并网；当采用机端输出电压 6.3kV 或 10.5kV 的发电机组时，应在用户变配电系统高压侧或在地区变电站的 6.3kV 或 10.5kV 侧并网。

6.3.4 兼作备用电源的联供系统，应根据整体项目的电气主接线方案，确定发电机组与配电系统的连接方式和供电负荷。

6.3.5 联供系统的变配电室及配电系统的设计应符合现行国家标准的有关规定。

6.4 电气辅助设施

6.4.1 联供系统的自用电源宜采用下列引接方式：

1 当有发电机组电压母线时，供给接在该段母线上的机组的自用负荷应由各段母线引接；

2 当发电机组与主变压器为单元连接时，供给该机组的自用负荷应由主变压器低压侧引接。

6.4.2 为重要用户供电和兼作备用电源的联供系统，当无外来电源不能启动时，应增设独立启动电源。

6.4.3 当联供系统采用提高功率因数措施后仍达不到公共电网合理运行要求时，应采用并联电力电容器作为无功补偿装置。无功补偿系统应符合现行国家标准《并联电容器装置设计规范》GB 50227 的有关规定。

6.4.4 联供系统的直流系统设计应符合现行行业标准《电力工程直流电源系统设计技术规程》DL/T 5044 的有关规定。

6.4.5 当联供系统采用计算机监控时，应设置交流不间断电源，且满负荷供电时间不应小于 1h。

6.4.6 联供工程的电缆选择、布线与敷设应符合现行国家标准的有关规定。

6.5 继电保护、自动装置与计量

6.5.1 联供系统应根据发电容量、运行方式、接入系统电压等级等因素，配置发电机组本体及配电系统的继电保护装置。联供系统配电系统继电保护和安全自动装置的设计，应符合现行国家标准《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》GB/T 50062 的有关规定。

6.5.2 配电系统与公共电网联络线的继电保护设计应满足公共电网的要求。

6.5.3 联供系统发生下列情况之一时，应有联锁停止发电机组运行的保护：

- 1 原动机事故停机；
- 2 通风系统事故停机；
- 3 燃气系统事故报警；
- 4 发电机组自身故障。

6.5.4 联供系统电测量仪表装置，应符合现行国家标准《电力装置的电测量仪表装置设计规范》GB/T 50063 的有关规定。

6.5.5 发电机组和公共电网的电量应分别计量。联供系统上网电量和用电电量的计量点处应设置单独的电能计量装置，电能计量装置的技术参数应满足当地公共电网的要求。

6.5.6 当联供系统与配电系统因故障解列后，控制系统应能监测配电系统并网点的电压和频率。当电压和频率均保持在允许偏差范围内 2min 后，发电机组应能重新并网。

6.6 防雷接地

6.6.1 联供工程站房防雷应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的有关规定，并按第二类防雷建筑物执行。

6.6.2 联供工程附属建（构）筑物防雷应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的有关规定。

6.6.3 燃气调压站、燃气架空管道、露天储罐应设置直击雷保护装置。

6.6.4 独立的建（构）筑物和辅助厂房建（构）筑物的过电压保护应符合现行国家标准《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB/T 50064 的有关规定。

6.6.5 联供系统的接地设计应符合现行国家标准《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065 的有关规定。

6.6.6 联供工程站房的防雷接地、防静电接地、电气设备（不含发电机组）的工作接地、保护接地及信息系统的接地等，宜设置公用接地装置，且接地电阻不应大于 1Ω 。

6.7 爆炸危险环境的电气装置

6.7.1 联供工程的燃烧设备间及燃气系统等有爆炸危险场所的等级划分，应符合现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058 的有关规定。

6.7.2 联供工程电气装置应符合现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058 的有关规定。

7 余热利用系统及设备

7.1 余热利用系统

7.1.1 余热利用设计应符合下列原则：

- 1 余热利用应做到温度对口、梯级利用；
- 2 余热利用的形式应根据项目的负荷情况和原动机余热参数，经技术经济比较后确定；
- 3 当热（冷）负荷波动或需求时间与发电时间不一致时，宜设置蓄能装置。

7.1.2 余热利用可采用下列形式：

- 1 原动机余热直接进入余热吸收式冷（温）水机制冷、供热；
- 2 原动机余热经余热锅炉或换热器产生蒸汽或热水间接制冷、供热；
- 3 原动机各部分余热分别利用，烟气可进入余热吸收式冷（温）水机制冷、供热；冷却水可进入换热器或热泵供热水；
- 4 低温余热利用宜采用热泵机组。

7.1.3 余热利用系统应设置排热装置。

7.1.4 当冷、热负荷不稳定时，应在原动机排烟及冷却水系统上设自动调节阀。

7.2 余热利用设备

7.2.1 余热吸收式冷（温）水机组的参数和性能等应符合现行国家标准《蒸汽和热水型溴化锂吸收式冷水机组》GB/T 18431 和《直燃型溴化锂吸收式冷（温）水机组》GB/T 18362 的有关规定。

7.2.2 余热利用设备的能效等级应符合国家现行有关标准的要求。

7.2.3 余热锅炉及余热吸收式冷（温）水机可仅利用余热，也

可加装补燃装置。设备选型应根据项目负荷及系统配置情况经技术经济比较后确定。

7.2.4 当需要补燃时，燃气轮机余热利用设备宜采用烟道式补燃方式。

7.2.5 原动机与余热利用设备宜采用一一对应配置。

7.2.6 余热锅炉及余热吸收式冷（温）水机的排烟热量宜配置烟气热回收装置回收利用，排烟温度不宜高于 120℃。

7.2.7 当内燃机冷却水余热利用时，余热利用设备的出口温度不宜高于 75℃。

7.2.8 余热利用系统的自动调节阀的调节特性应满足原动机和余热利用设备的要求，自动调节阀的动作应由余热利用设备优先控制。

7.3 辅助设施

7.3.1 烟囱的设置应根据原动机和余热利用设备的形式及布置方式确定，并应符合现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028 的有关规定。

7.3.2 原动机冷却水排热装置可采用水冷或风冷方式，严寒和寒冷地区应对排热装置采取防冻措施。

7.3.3 余热利用水系统的工作压力不应高于设备承压能力，水质应符合设备的要求。

7.3.4 空调冷热水系统、冷却水系统、补给水系统的配置应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 的有关规定。

7.3.5 当采用余热锅炉时，给水设备及水处理应符合现行国家标准《锅炉房设计规范》GB 50041 的有关规定。

7.3.6 发电机组、冷（温）水机组、换热器等设备的管道入口应设置过滤器或除污器，过滤精度应根据设备要求确定。

7.3.7 发电机组的余热利用设备应根据运行介质要求，采取防止腐蚀的措施。

8 监控系统

8.1 监测

8.1.1 联供工程监测应包括下列内容：

- 1 原动机、发电机、余热利用设备、辅机等主要设备运行参数；
- 2 发电机组供电范围内用户电功率、电流、电压、频率；
- 3 通风设备运行状态；
- 4 主要可控阀门的开、关状态、故障状态及调节阀门开度信号；
- 5 仪表和控制用电源、气源等的供给状态和运行参数；
- 6 主要设备入口燃气压力；
- 7 主要的环境参数；
- 8 联供系统发电功率、蒸汽流量、温度及压力、供水流量、温度及压力、回水流量、温度及压力；
- 9 发电机组排烟流量、温度、余热利用设备排烟流量、温度、发电机组冷却水流量、进出口温度；
- 10 主要电气开关的开、关、故障状态及相应电流、电压、电功率等参数。

8.1.2 联供工程计量应包括下列内容：

- 1 发电机组燃气耗量；
- 2 余热利用设备补燃用燃气耗量和其他用气设备燃气耗量；
- 3 联供工程自耗电量；
- 4 联供工程耗水量；
- 5 发电机组输出的电量；
- 6 联供系统输出的热（冷）量、蒸汽量；
- 7 联供工程总输出的电量、热（冷）量、蒸汽量。

8.1.3 主要设备应开放通信接口，运行参数应传至控制室监控系统储存。

8.1.4 反映主要设备及工艺系统运行工况、进行事故分析等需要的主要参数，宜设置记录仪表。

8.2 控 制

8.2.1 联供工程各主要设备应有控制系统。控制系统应具有数据采集归档、设备监控、安全报警及保护功能。

8.2.2 联供工程应具有能量管理系统，并应有下列功能：

- 1 数据采集和状态监视；
- 2 自动控制和运行模式切换；
- 3 负荷预测；
- 4 优化调度；
- 5 能耗统计及分析。

8.2.3 集中控制系统应能通过通信接口与主要设备控制装置进行双向通信，并应能实现对系统内重要设备的控制及与其他相关系统的通信。

8.2.4 主要设备应设置就地控制装置与远程控制装置，就地控制级别应优先于远程控制。

8.2.5 在控制室内应能对主要设备进行正常运行工况的监视和异常工况的报警，并应能实现发电机组事故状态时紧急停机。

8.2.6 当采用计算机集中控制系统时，其功能宜包括数据采集和处理、模拟量控制、顺序控制、电气控制。控制系统应预留与主要设备控制装置、自控调压器、自动并网保护装置的通信接口及与监控中心的通信接口。

8.2.7 联供系统的发电机组应能根据冷、热、电负荷的变化调整发电功率。

8.2.8 主要设备控制器宜控制与该设备运行安全相关的附属设备。

8.2.9 原动机排烟及冷却水系统的自动调节阀应由余热利用设备优先控制。

8.2.10 余热利用及补充热（冷）量供应系统应按下列顺序利用热能：

- 1 冷却水热量；
- 2 烟气热量；
- 3 补充热量。

8.2.11 监控系统应按技术经济比较后的优化运行模式进行控制。

8.3 报警与保护

8.3.1 控制室内应具有下列内容的灯光和声响警报信号：

- 1 重要参数偏离正常范围；
- 2 保护和联锁项目动作；
- 3 电源回路故障；
- 4 燃气供应系统故障及燃气泄漏。

8.3.2 电气保护系统应符合下列规定：

- 1 电气保护用的接点信号宜取自专用的无源一次仪表；
- 2 触发跳闸的输入/输出信号通道应独立，并应采取电隔离措施；
- 3 冗余的信号应通过不同的模件引入；
- 4 触发跳闸的一次仪表应单独设置。

8.3.3 联供工程电气保护系统应符合下列规定：

- 1 保护系统应有防止误动和拒动的措施，当电源中断或恢复时，控制系统不应发出误动作指令；
- 2 在控制台上应设置停机和解列发电机组的跳闸按钮，跳闸按钮应直接接至停机的驱动回路，且跳闸按钮应配置防误碰罩；
- 3 停机保护动作原因应有时间顺序纪录，并应有事故记忆功能；

- 4 保护系统输出的操作指令应优先于其他任何指令；
 - 5 保护系统应满足主要设备的技术要求。
- 8.3.4** 保护系统应根据工艺系统的要求，设置必要的联锁。

9 站 房

9.1 建筑与结构

9.1.1 联供工程站房采用独立建筑时，建筑的耐火等级不应低于现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 中规定的二级。

9.1.2 设置于建筑物内的站房，与其他部位之间应采用耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙和耐火极限不低于 1.50h 的不燃性楼板隔开。在隔墙和楼板上不应开设洞口；当在隔墙上开设门窗时，应采用甲级防火门窗。

9.1.3 设置于建筑物内的站房的建筑构造应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

9.1.4 当燃气增压间、调压间设置在站房内时，应采用防火墙与燃烧设备间、变配电室隔开，且隔墙上不得开设门窗及洞口。

9.1.5 燃气增压间应布置在燃烧设备间附近。

9.1.6 燃烧设备间和燃气增压间、调压间、计量间应设置泄压设施，且泄压面应避开人员密集场所和安全出口。

9.1.7 站房的泄压面积应符合下列规定：

1 燃烧设备间的泄压面积不应小于燃烧设备间占地面积的 10%；

2 燃气增压间、调压间、计量间的泄压面积宜按下式计算。当厂房的长径比大于 3 时，宜将该厂房划分为长径比小于或等于 3 的多个计算段，各计算段中的公共截面不得作为泄压面积：

$$A = 1.1V^{\frac{2}{3}} \quad (9.1.7)$$

式中：A——泄压面积 (m²)；

V——厂房的容积 (m^3)。

9.1.8 燃烧设备间疏散门的设置应符合下列规定：

1 独立设置的站房，燃烧设备间应设置至少 1 个直通室外的安全出口；当燃烧设备间建筑面积不小于 200m^2 时，疏散门的数量不应少于 2 个；

2 设置于建筑物内的站房，燃烧设备间的疏散门数量不应少于 2 个，其中至少 1 个应设置安全出口；

3 当疏散门数量不少于 2 个时，应分散设置。

9.1.9 燃气增压间、调压间、计量间应各设置至少 1 个安全出口。

9.1.10 变配电室疏散门不应少于 2 个，且直通室外或安全出口的疏散门不应少于 1 个。

9.1.11 燃烧设备间和燃气增压间、调压间、计量间的地面应采用撞击时不会发生火花的材料。

9.1.12 联供工程站房应预留能通过最大设备搬运件的安装洞，安装洞可与门窗洞或非承重墙结合。

9.1.13 联供工程的平台、走道、吊装孔等有坠落危险处应设栏杆或盖板。需登高检查和维修设备处应设置钢平台或扶梯，且上下扶梯不宜采用直爬梯。

9.1.14 联供工程站房内的疏散楼梯、走道、门的设置应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

9.2 燃烧设备间及辅机间布置

9.2.1 联供工程站房宜设置燃烧设备间、辅机间、变配电室、控制室、燃气计量间、备品备件间等，并可设置值班室及卫生间等生活设施。

9.2.2 联供工程宜设集中控制室。控制室布置应符合下列规定：

1 控制室与燃烧设备间相邻时，相邻隔墙应为防火墙；隔墙上开设的门应为甲级防火门；朝主机操作面方向开设的玻璃观

察窗，应采用具有抗爆能力的固定窗；

2 当控制室上方布置设备间时，控制室的顶板应采用混凝土整体浇筑，设备间楼面应有可靠的防水措施；

3 控制室室内环境设计应符合噪声、室温、新风等劳动保护要求。

9.2.3 联供工程站房的布置应符合冷、热、电生产工艺流程，做到设备布置紧凑合理，节约用地。当室外布置时，应根据环境条件和设备的要求对发电机组及辅助设备设置防雨、防冻、防腐、防雷等设施。

9.2.4 发电机组及冷、热供应设备布置应符合下列规定：

1 应设有设备安装、检修、运输的空间及场地；

2 设备与墙之间的净距不宜小于 1.0m；

3 设备之间的净距应满足操作和设备维修要求。燃烧设备间内设备的净距不宜小于 1.2m。

9.2.5 汽水系统应装设安全泄压设施。

9.2.6 外表面温度高于 50℃ 的设备和管道应进行保温隔热。对不宜保温，且人可能接触的部位应设护栏或警示牌。站房内外表面易结露的设备及管道应采取隔热措施。

9.3 通风与排烟

9.3.1 设置燃气管道或设施的房间，应设置独立的送排风系统，其送排风装置应采用防爆电气。

9.3.2 敷设燃气管道的地下室、半地下室、设备层和地上密闭房间应设机械通风设施。

9.3.3 燃烧设备间的送风量应包括下列部分：

1 燃烧设备所需要的助燃空气量；

2 消除设备散热所需要的空气量；

3 人员环境卫生所需要的新鲜空气量。

9.3.4 燃烧设备间、燃气增压间、调压间、计量间、敷设燃气管道房间的通风量，应根据工艺设计要求通过计算确定，通风换

气次数不应小于表 9.3.4 的规定。

表 9.3.4 通风换气次数

位置	燃气压力 P (MPa)	房间	通风换气次数 (次/h)		
			正常通风	事故通风	不工作时
建筑物内	$P \leq 0.4$	燃烧设备间	6	12	3
		燃气增压、调压、计量间	3	12	3
		敷设燃气管道的房间	3	6	3
	$0.4 < P \leq 1.6$	燃烧设备间	9	18	3
		燃气增压、调压、计量间	5	18	3
		敷设燃气管道的房间	5	9	3
独立设置	$P \leq 0.8$	燃烧设备间	6	12	3
		燃气增压、调压、计量间	3	12	3
		敷设燃气管道的房间	3	6	3
	$0.8 < P \leq 2.5$	燃烧设备间	9	18	3
		燃气增压、调压、计量间	5	18	3
		敷设燃气管道的房间	5	9	3

9.3.5 事故通风用通风机，应分别在室内外便于操作的地点设置开关。

9.3.6 联供工程通风系统的设计及进、排风口位置应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 的有关规定。

9.3.7 发电机组送风口宜布置在靠近发电机的位置。当室外温度较高时，燃气轮机宜采用进气冷却。

9.3.8 联供工程站房的防排烟设计，应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

9.4 照 明

9.4.1 联供工程的照明设计应符合现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 的有关规定。不同房间或场所的照明功率密

度值及对应照度值不应大于现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 规定的限定值。照明灯具应按工作场所的环境条件和使用要求进行选择，选择光源时，应选择高效、长寿命光源。

9.4.2 联供工程的照明应设正常照明、备用照明和应急照明。照明电压宜为 220V。正常照明电源应由动力和照明网络共用的中性点直接接地的变压器接引，应急照明电源宜采用蓄电池组供电。

9.4.3 当灯具安装高度低于 2.2m 时，电压应采用 24V；当采用 220V 电压时，应采取防止触电的安全措施，并应敷设灯具外壳专用接地线。

9.4.4 燃烧设备间、燃气增压间、调压间、计量间及燃气管道穿过的房间应采用防爆灯具及防爆开关，并应符合现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058 的有关规定。

9.4.5 燃烧设备间、辅机间、配电室、控制室的备用照明有效时间不应小于 60min。

9.4.6 检修用的移动式灯具的电压不应大于 24V，燃气发电机组保护罩内检修用的移动式灯具的电压应采用 12V。

9.5 给水排水

9.5.1 可靠性要求高的联供工程，给水宜采用 2 根进水管，并应从室外环网的不同管段或不同水源分别接入。

9.5.2 联供工程内的电缆沟应采取防水和排水措施，并应符合现行国家标准《电力工程电缆设计规范》GB 50217 的相关规定。

9.5.3 燃烧设备间、辅机间等建筑物底层及有经常冲洗要求的楼、地面，应具有排水构造。

9.5.4 所有室内沟道、隧道、地下室和地坑等应有防排水设施。当不能保证自流排水时，应采用机械排水，并应防止倒灌。电缆沟不应作为排水通路。

9.5.5 建筑物屋面宜选用优质防水材料，并应进行有组织排水。

10 消 防

10.0.1 联供工程的消防应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

10.0.2 固定式灭火器的配置应符合现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140 的有关规定。

10.0.3 联供工程应设置火灾自动报警系统，并应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 的有关规定。

10.0.4 建筑物内的站房火灾自动报警系统、自动灭火系统应接入所在建筑物的消防控制室。

10.0.5 当联供工程发生火灾时，应具有切断燃气供应的措施。

10.0.6 站房内有燃气设备和管路连接处，应设置可燃气体探测报警装置，并应符合现行行业标准《城镇燃气报警控制系统技术规程》CJJ/T 146 的有关规定，并应符合下列规定：

1 当可燃气体浓度达到爆炸下限的 25% 时，应报警，并应联动启动事故排风机；

2 当可燃气体浓度达到爆炸下限的 50% 时，应联锁关闭燃气紧急自动切断阀；

3 自动报警应包括就地和主控制器处的声光提示。

10.0.7 民用建筑物内的站房的燃烧设备间应设置自动灭火系统，发电机组宜采用自动气体灭火系统，其他可采用自动喷水灭火系统。

10.0.8 联供工程集中控制室或消防控制室应有显示燃气浓度检测报警器工作状态的装置，并能自动及在控制室远程关断燃气紧急切断阀。

10.0.9 下列设备和系统应设置备用电源：

- 1 火灾自动检测、报警及联动控制系统；
- 2 燃气浓度检测、报警及自动连锁系统。

10.0.10 联供工程应设置应急照明、疏散标志和火灾报警电话。

11 环境保护

11.0.1 联供工程污染物排放应同时符合国家和地方大气污染物排放标准。当原动机排放不能满足环保要求时，应采取措施。

11.0.2 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，应符合现行国家标准《锅炉大气污染物排放标准》GB 13271 的有关规定。

11.0.3 联供工程应从项目选址、总平面布置、设备选型、降噪措施等方面控制噪声。

11.0.4 联供工程总平面布置应结合地形及厂址周围环境敏感点的分布情况，合理规划布局，并应利用建构筑物、绿化物等减弱噪声的影响。主要噪声源应根据与相邻建筑物的相对位置，合理布置。对造成厂界外环境敏感点噪声污染的厂界可设置隔声墙或采取其他措施。

11.0.5 联供工程设备选型时应采用符合国家噪声标准规定的设备，且应优先采用低噪声设备。从声源上无法根治的设施、设备，应采用消声、隔振、隔声、吸声等噪声控制措施。联供工程噪声值应符合现行国家标准《声环境质量标准》GB 3096 和《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348 的有关规定。

11.0.6 原动机空气进、排气系统中应设置消声装置。

11.0.7 联供工程的进、排风口应布置在噪声非敏感区域。必要时，进、排风系统宜安装消声设备。

11.0.8 联供工程厂界环境噪声排放限值应符合现行国家标准《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348 的有关规定。

11.0.9 夜间频发噪声的最大声级超过限值的幅度不得高于10dB（A）。夜间偶发噪声的最大声级超过限值的幅度不得高于15dB（A）。

11.0.10 联供工程非噪声工作地点的噪声声级应符合表 11.0.10 规定的限值。

表 11.0.10 联供工程非噪声工作地点的噪声声级限值

地点名称	噪声声级限值 [dB (A)]
值班室	75
办公室	60
控制室	70

11.0.11 联供工程的振动设备应设置隔振基础。

11.0.12 联供工程管道与振动设备连接处应采取隔振措施。

11.0.13 联供工程周围环境振动应符合现行国家标准《城市区域环境振动标准》GB 10070 的有关规定。

11.0.14 烟囱设置高度应符合现行国家标准《锅炉大气污染物排放标准》GB 13271 的有关规定。

11.0.15 联供工程所有废水、废油、烟气、噪声等排放，均应符合项目的环境影响评价的要求。

12 施工与验收

12.1 施工准备

12.1.1 施工前应具备正式的设计文件和图册。

12.1.2 施工前应组织设计交底。施工单位应在施工前编制施工组织设计，根据设计文件和施工现场条件制定施工组织措施并进行技术和安全交底。

12.1.3 主要设备应有出厂文件和图册，设备、主要材料应有产品合格证明文件。特种设备应有符合要求的设计文件、政府有关部门验收准许使用的证明等质量保证文件。施工前应根据施工文件的要求和国家现行标准的规定，编制工程检验试验和检查验收计划，并对原材料、成品、半成品和设备进行进场检查验收，并应保存相关的设计文件、合格证、质量证明文件等记录。

12.1.4 施工前，应按现行国家标准《工业安装工程施工质量验收统一标准》GB 50252 和《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的有关规定，将工程划分为单位（子单位）、分部（子分部）、分项工程和检验批。

12.2 设备安装

12.2.1 设备安装应按设计图纸施工，并应符合现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231 的有关规定。

12.2.2 原动机设备的安装应符合国家现行标准《轻型燃气轮机运输与安装》GB/T 13675 和《内燃机电站总装技术要求》JB/T 7606 的有关规定。

12.2.3 锅炉设备的安装应符合现行国家标准《锅炉安装工程施工及验收规范》GB 50273 的有关规定。

12.2.4 换热器等设备的安装应符合现行行业标准《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 的有关规定。

12.2.5 制冷设备的安装应符合现行国家标准《制冷设备、空气分离设备工程施工及验收规范》GB 50274 的有关规定。

12.2.6 通风和空调设备安装应符合现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 的有关规定。

12.2.7 动力、配电和照明等电气设备的安装应符合现行国家标准的有关规定。

12.2.8 自动化仪表安装应符合国家现行标准《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB 50093 的有关规定。

12.2.9 采暖、给水、排水、卫生设备安装工程，应符合现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 的有关规定。

12.2.10 设备基础施工应符合设计要求，并应按设计采取相应的减振、防沉降的措施。设备进场安装前应核对设备数量、型号、规格，且应对外观质量和技术文件等内容进行开箱检查，合格后方可安装。

12.2.11 设备安装中的隐蔽工程，应在工程隐蔽前进行检验，并应做出记录，合格后方可继续安装。各专业单位应进行自检和互检，安装过程中应做好设备成品保护工作。

12.3 管道安装

12.3.1 汽水管道的安装及验收应按国家现行标准《工业金属管道工程施工规范》GB 50235、《工业金属管道工程施工质量验收规范》GB 50184 和《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 的有关规定执行。

12.3.2 燃气管道的施工验收应按现行行业标准《城镇燃气输配工程施工及验收规范》CJJ 33 和《城镇燃气室内工程施工与质量验收规范》CJJ 94 的有关规定执行，并应符合本规范第 5.1.8 条的规定。

12.3.3 制冷管道和风道的安装应按现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 的有关规定执行。

12.3.4 管道安装工程应在主要设备安装、支吊架以及土建结构完成并验收合格后，进行施工。

12.3.5 管道的材质、规格、型号、接口形式以及附件设备选型应符合设计图纸要求。钢管焊接应执行焊接工艺评定和作业指导书的要求，焊接人员应持证上岗，并应经现场考试合格方可作业。焊工应在合格证允许的范围内焊接。

12.3.6 管道安装过程中的敞口应进行临时封闭，进入管内的杂物应及时清理干净。

12.3.7 管道穿越基础、建筑楼板和墙体等结构应在土建施工中预埋套管。管道焊缝等接口不得布置在套管中。

12.3.8 管道与设备连接时，设备不得承受附加外力。管道阀门、安全阀等附件设备安装应方便操作和维修。

12.3.9 管道焊接完成后应进行外观质量检查和无损检测，检测方法应符合设计和国家现行标准的要求。

12.3.10 管道应按系统分别进行强度和严密性试验。强度试验应在管道防腐、保温施工及设备安装前进行，严密性试验应在管道系统安装完成后进行，试验长度宜为一个完整的设计施工段。

12.3.11 管道应按设计要求进行除锈、防腐、保温，并应符合现行国家标准《设备及管道绝热技术通则》GB/T 4272、《工业设备及管道绝热工程施工规范》GB 50126 的有关规定。

12.3.12 管道安装完成后，试运行前应进行清洗。管道清洗可采用人工清洗、水力冲洗和气体吹洗。

12.4 设备调试及试运行

12.4.1 联供工程安装完毕后应进行初步验收，验收合格后方可进行调试。在调试前应制定完整的调试方案。调试应按单机调试、分系统调试和整套系统联合调试的次序进行，未完成上一步调试内容时，不得进行下一步调试工作。

12.4.2 单机调试应由设备厂商负责实施，分系统和整套系统调试应由建设单位负责组织实施。

12.4.3 调试前，应对主设备安装、汽水系统管路连接、油系统管路连接、烟气系统管路连接、燃气系统管路连接、电气接线以及通风系统、消防系统、控制系统等进行安装工程的检查且验收合格，土建工程应完工，地面应清扫完成。

12.4.4 可燃气体探测报警系统应按现行国家标准《火灾自动报警系统施工及验收规范》GB 50166 的规定进行测试。

12.4.5 燃烧设备调试时，应根据设备吹扫能力和烟道尺寸、长度确定停机后再启动的间隔时间。

12.4.6 联供工程设备单机调试前应具备下列条件：

- 1 应制定单机调试方案或操作规程；
- 2 设备及管道的保温工作应完成，管道支吊架应调整到位；
- 3 调试需要的动力、介质、材料、机具、检验用仪器应符合设备调试要求；

4 调试范围内的施工脚手架应全部拆除，现场应清理干净，现场沟道、孔洞的盖板应齐全，正式的平台、楼梯、通道、栏杆应安装完毕；

5 现场正式照明应完善，事故照明系统应处于备用状态；

6 对调试设备在试运转时可能对人身或机械设备造成损伤的部位，应有相应的安全防护措施；

7 现场消防器材应齐备，消防水系统水源和压力应达到要求，并应处于备用状态；

8 现场排水系统及设施应能正常使用，积水应能排至厂站外。

12.4.7 联供工程设备单机调试应包括下列内容：

- 1 转动设备的电气接线检查和逻辑功能调校；
- 2 电动或气动控制阀门的控制接线检查和逻辑功能调校；
- 3 控制仪表的现场校验；
- 4 设备的联锁保护校验；

- 5 阀门单体动作试验；
- 6 电机首次试运转；
- 7 单机试运转记录整理及验收。

12.4.8 发电机组启动调试应按说明书的要求依序进行。首次点火、定速及空负荷调试应包括下列工作：

- 1 原动机启动，盘车吹扫和摩擦检查；
- 2 机组打闸试验，包括就地打闸和远方打闸试验；
- 3 首次点火试验；
- 4 机组满速空负荷试验；
- 5 发电机组并网前试验；
- 6 燃烧调整试验；
- 7 机组停机试验；
- 8 机组各系统运行状态检查。

12.4.9 发电机组的带负荷调试应包括下列工作：

- 1 发电机组并网调试；
- 2 发电机组升负荷调试及满负荷试验；
- 3 原动机的燃烧调整；
- 4 发电机组的甩负荷试验。

12.4.10 满负荷调试阶段，发电机组还应进行下列试验：

- 1 发电机组并网模式试验；
- 2 发电机组孤网模式试验；
- 3 发电机组的并网-孤网双模式切换试验。

12.4.11 燃气发电机组的调试应包括下列内容：

- 1 机组各子系统的校准和调校；
- 2 机组内部安全保护系统的测试；
- 3 机组控制器的调试；
- 4 机组内部逻辑和功能的调试；
- 5 主断路器和并联系统的调试，包括并网的调试；
- 6 机组的性能测试，包括转速调节、电压调节、升（减）

负荷能力等；

7 输入和输出信号通讯的测试；

8 带负荷运行测试。

12.4.12 联供系统发电机组的启动试运行调试应包括下列工作：

1 整套启动试运行前的条件检查及首次启动准备；

2 首次点火、定速及空负荷调试；

3 发电机组的并网及带负荷试验；

4 连续满负荷的可靠性考核试运行。

12.4.13 当联供系统配套余热锅炉时，应按现行行业标准《火力发电建设工程启动试运及验收规程》DL/T 5437 的有关规定进行调试。

12.4.14 余热锅炉、冷（温）水机组应分别进行下列制冷工况和供热工况的运行调试：

1 利用冷却水余热；

2 利用烟气余热；

3 同时利用冷却水余热和烟气余热；

4 直接燃烧燃气。

12.4.15 联供工程分系统调试应具备下列条件：

1 应制定分系统调试方案；

2 机组运行规程应制定完毕，运行人员应经培训具备上岗能力；

3 单机调试完成并应经静态验收合格；

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

5 设备及系统应命名挂牌，管道介质流向应标识清晰；

6 应具备可靠的操作和动力电源；

7 各水位计和油位计应有最高限值、最低限值和正常工作位置的标志；

8 转动机械应加注符合要求的润滑油脂，且油位正常；

9 参与调试的各种容器应进行清理和冲洗；

10 消防系统应可靠投运。

12.4.16 联供工程分系统调试应包括下列系统：

- 1 烟风系统；
- 2 给排水系统；
- 3 可燃气体探测报警系统；
- 4 建筑消防系统；
- 5 燃气供应系统；
- 6 发配电系统；
- 7 控制系统；
- 8 制冷系统；
- 9 制热系统。

12.4.17 联供工程分系统调试应包括下列内容：

- 1 系统设备的联锁保护校验；
- 2 系统阀门的联锁动作试验；
- 3 电机的带负载试运转；
- 4 泵或风机首次试运转；
- 5 系统管道的循环（加药）冲洗。

12.4.18 联供工程综合试运行调试应具备下列条件：

- 1 综合试运行前应制定详细的综合试运行方案；
- 2 联供工程应整体施工、经验收合格；
- 3 分系统应调试完毕，并应经验收合格；
- 4 通风系统和消防系统应投运；
- 5 可燃气体探测报警系统应投运；
- 6 进、排气口应干净无杂物；
- 7 冷、热用户端应具备运行条件。

12.4.19 综合试运行调试前的条件检查及准备工作应包括下列内容：

- 1 应进行现场试运条件检查，安全、健康、环境等方面应符合规定，包括本规范第 12.4.7 条和第 12.4.9 条；
- 2 机务专业条件检查；
- 3 电气专业条件检查；

- 4 控制专业条件检查；
- 5 联供系统联锁试验；
- 6 燃气置换供应至原动机进口侧。

12.4.20 系统试运行应在综合试运行调试完成后进行。系统试运行连续时间不宜小于72h。当不能连续满负荷时，试运行负荷应在试运行方案中明确。

12.4.21 当联供系统由多台机组组成时，应进行联供系统所有机组的并列、解列特性测试。

12.4.22 联供工程试运行结束后应进行整套系统的性能测试，性能测试应包括下列指标：

- 1 主要设备额定出力；
- 2 主要设备能源利用效率；
- 3 单套联供系统最大制冷量、制热量；
- 4 联供工程最大制冷量、制热量；
- 5 联供系统一次能源综合利用率；
- 6 主要设备烟气排放参数；
- 7 主要设备噪声值；
- 8 主要设备振动值。

12.4.23 设备调试及试运行应进行记录，并应整理后存档。调试记录资料应包括单机试运记录及验收签证、整套系统启动调试大纲、分系统调试方案或措施、调试质量验收签证、调试报告、特殊试验方案及报告、并网试验方案及报告和性能试验方案及报告等。

12.4.24 对整套系统启动试运行中发现的系统性缺陷应在试运行后及时整改。对于运行中属于影响试运行安全且必须立即解决的问题，应停机处理。

12.5 竣工验收

12.5.1 联供工程试运行合格后方可进行工程总体竣工验收。

12.5.2 工程竣工验收应以国家现行有关标准、批准的设计文

件、施工承包合同、工程施工许可文件和本规范为依据。

12.5.3 工程验收应在施工单位完成工程设计和合同约定的各项内容、自检合格的基础上进行。竣工验收应由建设单位组织，政府有关部门、设计、施工、监理和调试、主要设备供应商、运行管理等相关单位参加。

12.5.4 竣工验收应提供下列资料：

- 1 开工报告；
- 2 图纸会审记录、设计变更和工程洽商记录；
- 3 施工技术资料：施工组织设计（或施工方案）、技术交底文件；
- 4 主要材料、成品、半成品、配件、容器和设备的质量证明文件、进场检查验收单和检验试验记录，主要设备的出厂设计文件和图册；
- 5 现场设备、管道安装施工检查、检验和调试记录；
- 6 焊接工程工艺评定、作业指导书、无损检测以及验收记录；
- 7 隐蔽工程验收及中间试验记录；
- 8 设备及管道防腐、绝热检查验收记录；
- 9 设备试运转、调试以及功能性试验和检测记录；
- 10 单机、分系统及整套系统试运行记录；
- 11 检验批、分项、分部及单位工程验收记录；
- 12 消防部门、质量技术监督部门及其他相关部门的验收材料；
- 13 主要设备操作和保养手册、零备件手册；
- 14 竣工测量报告和竣工图；
- 15 工程竣工报告；
- 16 其他需要提供的资料。

12.5.5 验收材料的内容应完整、准确、有效，符合设计和规范要求。

12.5.6 竣工验收应按设计、竣工图纸对工程进行现场检查，竣

工图纸应真实、准确，工程量应符合合同的规定。

12.5.7 设施和设备的安装应符合设计的要求，无明显的外观质量缺陷，且保养应完善。

12.5.8 对工程质量有争议、投诉和检验多次才合格的项目，应进行重点验收。

12.5.9 工程竣工验收后应按所在地建设行政主管部门的要求备案，施工单位应向建设单位移交工程竣工资料，建设单位应组织工程移交工作，并应将所有竣工资料存档。

13 运行管理

13.1 一般规定

13.1.1 联供工程运行应建立独立完善的组织机构，并应配置项目负责人、专业工程技术人员。

13.1.2 联供工程在正式运行前应制定管理制度、编制操作规程及应急预案，并应符合下列规定：

1 各规章制度、操作规程及系统图应悬挂或张贴于便于操作人员查看的位置；

2 管理制度、运行规程及应急预案的修订周期不应大于3年。

13.1.3 管理制度应包括值班制度、交接班制度、值班巡视、记录制度、设备轮换制度、设备润滑制度、岗位职责制度等内容。

13.1.4 操作规程应包括设备运行规程、安全操作规程、设备维护保养规程、设备台账等主要内容。

13.1.5 应急预案应包括应急组织机构、应急事件的预防、应急操作、事故调查处理等主要内容。应急操作应包括人身伤害应急操作规程、停电应急操作规程、主设备故障应急操作规程、消防应急操作规程等。

13.1.6 运行、维护人员上岗前应经过专业培训，且考核合格后方可上岗。运行期间应对在岗人员进行定期的检查和考核，不合格者应重新培训。

13.1.7 运行、维护人员应定期进行现场巡检。运行、维护人员应填写值班日志和运行参数记录单，记录应完整、准确，并应定期保存和备份。

13.1.8 主要运行数据及记录应长期保存，保存时间不应少于5年。

13.2 运行模式

13.2.1 联供工程应预先设计一种或几种运行模式，运行模式的选择应综合考虑系统安全稳定、节能环保、经济简便等因素。

13.2.2 发电机组的运行方式可按下列条件选择：

1 采用分时电价的联供工程，发电机组宜在峰、平电价时段运行，谷电价时段停机；

2 并网不上网的联供工程，宜按余热利用最大化原则调整发电机组出力；

3 并网的联供工程，宜根据冷、热负荷调整发电机组出力；

4 孤网的联供工程，应根据用电负荷调整发电机组出力。

13.2.3 运行过程中，应根据外部能源供应条件和项目实际情况，对运行模式进行优化。运行模式的优化包括发电机组运行方式、余热利用设备运行方式、调峰设备运行方式等。

13.2.4 运行模式优化时应综合考虑下列因素：

1 原运行模式中存在的缺陷；

2 用户端实际冷、热、电负荷；

3 设备的运行特点、实际效率以及能耗；

4 节能环保政策法规的变化；

5 能源价格的变化；

6 系统综合经济效益；

7 系统操作的简化。

13.2.5 运行模式的重大改变应征得上游供能企业和下游用户的同意。

13.2.6 正常运行时，应对联供系统能源综合利用率以及主要设备能效进行监测。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。

13.3 启动、运行与停机

13.3.1 联供工程启动前应对燃气系统、通风系统、汽水系统、

烟气系统、滑油系统、电气系统、控制系统、消防系统、余热利用系统等各分系统进行检查，全部合格后方可启动。检查项目应包括下列主要内容：

- 1 水、电、气等外部市政条件应满足启动要求；
- 2 各系统中的设备、管道及附件应完好，转动应灵活；
- 3 用于润滑或冷却的油、液应满足使用要求；
- 4 阀门和仪表应处于复位状态或启动位置；
- 5 燃气系统、发电系统、高压电气系统等重要或涉及安全运行的系统，应有操作票。

13.3.2 联供工程应按运行规程分系统、有步骤地启动，并按先手动、后自动的原则逐步启动和运行各分系统，待各分系统运行平稳后，方可进行联供工程整套系统的运行。启动过程中主要设备处应有专人值守。

13.3.3 发电机组与公共电网首次并网运行前，应征得当地供电部门允许后方可操作运行。

13.3.4 联供系统应按下列顺序启动。当发电机组作为备用电源使用时，余热利用系统可根据实际情况暂不启动：

- 1 配电系统；
- 2 通风系统；
- 3 燃气系统；
- 4 汽-水系统；
- 5 烟气系统；
- 6 润滑油、冷却系统；
- 7 发电机组；
- 8 电力并网；
- 9 余热利用系统。

13.3.5 发电机组启动时应按下列顺序进行检查：

- 1 发动机充分预热；
- 2 润滑油预供泵压力正常；
- 3 启动压力达到规定值；

- 4 检查盘车设备脱开；
- 5 发电机组装置控制选择开关在手动控制或自动控制位置；
- 6 同期控制单元里同期模式选择开关在正确的位置；
- 7 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；

8 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。

13.3.6 正常停机次序应先解列联供系统，再分系统逐步停止。系统完全停止后，应检查设备、阀门及关键断路器，并应恢复到停止运行位置。联供工程停机时汽水系统和通风系统应延时停机。事故状态下停机应按应急处理程序进行。事故处理完毕恢复运行时，应检查各个系统管路以及阀门，并应恢复到运行初始状态。

13.3.7 当出现可能导致人员安全、主设备损坏、火灾等紧急情况时，应按事先设定的应急预案进行操作，并应及时通报上级主管以及相关部门。

13.3.8 当用气设备长时间停止运行时，应关闭设备前的燃气进气阀门，恢复正常运行前，应对阀门后管路进行吹扫。

13.3.9 备用电源发电机组应每1个月启动1次。备用电源的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。

13.3.10 内燃机运行应符合下列规定：

1 内燃机的进气压力应在技术手册中明确，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；

2 启动原动机前，燃料气体应符合要求；

3 原动机启动前应吹扫排烟系统，合格后方可运行；

4 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；

5 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。

13.3.11 燃气轮机运行应符合下列规定：

- 1 燃气轮机附属系统启动和停止应按技术规程进行；
- 2 燃气轮机启动和停止应按设备启动和停止操作规程进行；
- 3 运行过程中设备不得出现超温、超速、喘振等现象；
- 4 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。

13.3.12 微燃机运行应符合下列规定：

- 1 微燃机运行可采用无人值守的运行方式，但应定期进行巡视，巡视间隔不应大于48h；
- 2 微燃机的进气空气过滤器应根据进气清洁度及时调整更换周期，当过滤器脏堵过快时，可采用增大初级过滤面积的措施。

13.3.13 吸收式制冷机运行应符合下列规定：

- 1 吸收式制冷机组内的真空度应达到设备规定值；
- 2 溶液应定期进行取样分析，当不符合要求时应进行调整；
- 3 水质管理应按设备技术手册执行；
- 4 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；
- 5 制冷机组可采用无人值守管理方式，但应定期进行巡视，巡视间隔不应大于24h。

13.3.14 利用烟气余热的冷（温）水机组、锅炉，应使冷（温）水机组、锅炉能安全接受烟气余热，当余热利用设备停止运行时，烟气应能经旁通直接排放。当烟气余热总量超过冷（温）水机组、锅炉的正常需求时，应自动或者手动调节余热烟气进入设备的流量。

13.3.15 发电机组停机时应按下列顺序进行操作和检查：

- 1 确认原动机控制选择开关是处于预定的自动位置或手动位置；

2 从自控系统工作站给出停车指令或按手动控制单元上的发动机停车按钮；

3 确认原动机自动卸载且断路器脱开；

4 当原动机在速度降控制模式时，操作人员应手动卸载原动机，并应手动断开断路器；

5 当断路器脱开后，原动机应在设定的时间内卸载运行一段时间后自动停车；

6 原动机停车后，应检查预供滑油泵、预热单元和发电机组加热器是否启动。

13.4 检验与维修

13.4.1 联供工程设备维护保养应包括日常维护保养和年度维护保养。维护检修宜按计划和事先编制的规程或手册进行。主要设备宜根据设备厂商技术规范，在设备厂家技术人员指导下进行。关键设备的检测与维修应执行工作票制度。

13.4.2 联供工程主要设备的保护装置、供配电系统的开关及其保护装置、自动调节阀等重要部件应定期检验、保养、试验。

13.4.3 国家和地方规定需要年检的压力容器或设备，应通过当地质监部门的年检后方可投入使用。燃气设施和用气设备应由具有国家相应资质的单位及专业人员进行维护和检修。燃气浓度报警系统以及联锁装置的检验每年不应少于1次。

13.4.4 所有测量仪表应按规定定期校验。

13.4.5 常用备件和重要的备件应按设备日常维护保养制度提前储备。

13.4.6 燃气发电机组的维修应由具备资质的人员实施，计划维修应按设备维护保养规程执行，并应符合下列规定：

1 设备检修周期应主要依据设备厂家提供的技术手册和系统运行方式进行，在长期频繁启停的情况下，应缩短保养维修间隔时间；

2 燃气发电机组的日常维护应包括燃气系统检查、润滑油

系统检查、冷却水系统检查、排烟系统检查及机组运行状态参数检查等内容；

3 燃气内燃机的日常维护应包括火花塞的检查更换、空气过滤器的清洁或更换、滑油过滤器更换、气阀间隙检查调整、润滑油的更换等；

4 燃气轮机的日常维护应包括燃烧系统的检查和维护，微燃机辅助系统的日常维护应包括检查更换空气滤器、润滑油、燃气滤器、电气控制系统等内。

13.4.7 吸收式冷（温）水机组维修应由具备资质的人员实施，计划维修应按设备维护保养规程执行。吸收式冷（温）水机组的日常维护应包括机组控制参数的检查调整、机组气密性检查、溶液检查、机组安全保护装置检查、燃烧机检查维修等。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

- 1) 表示很严格，非这样做不可的：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
- 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
- 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
- 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

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

引用标准名录

- 1 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 2 《城镇燃气设计规范》GB 50028
- 3 《建筑照明设计标准》GB 50034
- 4 《锅炉房设计规范》GB 50041
- 5 《建筑物防雷设计规范》GB 50057
- 6 《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058
- 7 《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》GB/T 50062
- 8 《电力装置的电测量仪表装置设计规范》GB/T 50063
- 9 《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB/T 50064
- 10 《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065
- 11 《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB 50093
- 12 《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116
- 13 《工业设备及管道绝热工程施工规范》GB 50126
- 14 《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140
- 15 《火灾自动报警系统施工及验收规范》GB 50166
- 16 《工业金属管道工程施工质量验收规范》GB 50184
- 17 《电力工程电缆设计规范》GB 50217
- 18 《并联电容器装置设计规范》GB 50227
- 19 《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231
- 20 《工业金属管道工程施工规范》GB 50235
- 21 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242
- 22 《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243
- 23 《工业安装工程施工质量验收统一标准》GB 50252
- 24 《锅炉安装工程施工及验收规范》GB 50273

25 《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》

GB 50274

- 26 《建筑工程施工质量验收统一标准》 GB 50300
- 27 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》 GB 50736
- 28 《声环境质量标准》 GB 3096
- 29 《设备及管道绝热技术通则》 GB/T 4272
- 30 《城市区域环境振动标准》 GB 10070
- 31 《电能质量 供电电压偏差》 GB/T 12325
- 32 《电能质量 电压波动和闪变》 GB/T 12326
- 33 《工业企业厂界环境噪声排放标准》 GB 12348
- 34 《锅炉大气污染物排放标准》 GB 13271
- 35 《轻型燃气轮机运输与安装》 GB/T 13675
- 36 《电能质量 公用电网谐波》 GB/T 14549
- 37 《电能质量 三相电压不平衡》 GB/T 15543
- 38 《电能质量 电力系统频率偏差》 GB/T 15945
- 39 《直燃型溴化锂吸收式冷（温）水机组》 GB/T 18362
- 40 《蒸汽和热水型溴化锂吸收式冷水机组》 GB/T 18431
- 41 《城镇供热管网工程施工及验收规范》 CJJ 28
- 42 《城镇燃气输配工程施工及验收规范》 CJJ 33
- 43 《城镇燃气室内工程施工与质量验收规范》 CJJ 94
- 44 《城镇燃气报警控制系统技术规程》 CJJ/T 146
- 45 《电力工程直流电源系统设计技术规程》 DL/T 5044
- 46 《火力发电建设工程启动试运及验收规程》 DL/T 5437
- 47 《内燃机电站总装技术要求》 JB/T 7606

中华人民共和国国家标准

燃气冷热电联供工程技术规范

GB 51131 - 2016

条文说明

制 订 说 明

《燃气冷热电联供工程技术规范》GB 51131 - 2016，经住房和城乡建设部 2016 年 8 月 18 日以住房和城乡建设部第 1255 号公告批准、发布。

本规范编制过程中，编制组调研了近年来我国燃气冷热电联供工程的实践经验和研究成果，借鉴了有关国外先进标准，开展了多项专题研究，广泛征求了各方面的意见，保证了本规范的技术指标科学合理，可操作性和适用性强，内容与相关标准规范相协调。

为便于广大设计、施工、科研、院校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定，《燃气冷热电联供工程技术规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明，并着重对强制性条文的强制性理由作了解释。但是，本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目 次

1	总则	59
3	站址选择	61
4	系统配置	64
4.1	一般规定	64
4.2	冷、热、电负荷	66
4.3	设备配置	67
5	燃气供应系统及设备	72
5.1	燃气供应系统	72
5.2	燃气设备	75
5.3	辅助设施	76
6	供配电系统及设备	77
6.1	电力系统	77
6.2	发电设备	78
6.3	电气主接线	80
6.4	电气辅助设施	80
6.5	继电保护、自动装置与计量	82
6.6	防雷接地	83
6.7	爆炸危险环境的电气装置	84
7	余热利用系统及设备	85
7.1	余热利用系统	85
7.2	余热利用设备	86
7.3	辅助设施	87
8	监控系统	89
8.1	监测	89
8.2	控制	89

8.3	报警与保护	91
9	站房	93
9.1	建筑与结构	93
9.2	燃烧设备间及辅机间布置	95
9.3	通风与排烟	96
9.4	照明	97
9.5	给水排水	98
10	消防	100
11	环境保护	102
12	施工与验收	105
12.1	施工准备	105
12.2	设备安装	106
12.3	管道安装	108
12.4	设备调试及试运行	110
12.5	竣工验收	112
13	运行管理	114
13.1	一般规定	114
13.2	运行模式	115
13.3	启动、运行与停机	116
13.4	检验与维修	118

1 总 则

1.0.1 随着《中华人民共和国节约能源法》和《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的颁布实施，为提高能源综合利用率，一次能源梯级利用技术被广泛重视，燃气冷热电联供技术已由学术研究阶段发展到工程实施阶段。本规范的制定，将使燃气冷、热、电联供系统的项目建设更加规范，健康发展。

1.0.2 可作为冷热电联供系统一次能源的燃气包括天然气、液化石油气、人工煤气、沼气、煤层气等。本规范适用的燃气冷热电联供系统与电力行业的燃气热电联产系统不同，本规范主要适用于建设在用户附近、发电供用户自用为主并直接向用户供冷的燃气联供系统，在并网的情况下供应几十万平方米以下建筑的冷、热、电负荷，是联供系统比较经济的规模。对于发电机容量大于 25MW 的系统或采用联合循环的系统，供电系统按照现行行业标准《燃气-蒸汽联合循环电厂设计规定》DL/T 5174 的规定执行。

1.0.3 分布式能源燃气联供系统不同于热电联产项目，联供系统应以末端建筑的实际负荷需求确定其发电装机以及辅助能源装机，“以热定电”及“以电定热”等均具有局限性，联供系统机组容量的选择应立足于自发自用自平衡。为保证燃气这一宝贵清洁能源的最佳利用，实现“分配得当、各得所需、温度对口、梯级利用”，提高燃气的综合利用效率，提出联供系统“电能自发自用为主、余热利用最大化”的原则，并且要求对联供系统的设备配置及运行模式进行技术经济比较（一般在可行性研究阶段进行）。

1.0.4 燃气联供系统的优势在于其能源综合利用率高，符合国家的能源战略和节能目标。一次能源（燃气）由发电机组产生

30%~40%的高品位能源（电能），发电余热再产生 50%左右的低品位能源（热能），同样数量电能的做功能力是热能的 4 倍~5 倍，因此燃气联供系统一次能源通过梯级利用，综合效率高于燃气发电和燃气供热系统。为了简化计算、便于检测，本规范提出的能效指标采用能源综合利用率，要求所有建设的联供系统必须确保一定的能源综合利用率。目前燃气冷、热、电联供系统所使用的发电机组发电效率较高，经余热回收利用后，年平均能源综合利用率一般在 70%~85%。为了保证联供系统的高效性和经济性，联供系统的年平均能源综合利用率和余热利用率应尽可能高，一般余热锅炉和吸收式冷温水机可将发电机组的排烟温度降至 120℃、内燃机高温冷却水温度降至 75℃，这部分余热回收利用的成本较低，应保证回收利用，因此本条规定年平均能源综合利用率应大于 70%。有条件的项目，还可进一步深度利用低温余热，提高余热利用率。联供系统年平均能源综合利用率的计算方法详见本规范第 4.3.8 条。

1.0.5 燃气冷热电联供系统是一个综合了燃气、供配电、供热、制冷等多专业跨行业的系统，本规范重点内容是发电余热有效利用及系统搭建和优化。对于与联供系统有关的配套设施，如燃气、电力、供热、制冷等，国家已经制定了完善的标准，工程建设还应遵守相关标准的规定。燃气冷热电联供系统实施过程中可能涉及国家现行的其他有关强制性标准，应严格遵守。

3 站址选择

3.0.1 联供工程站址靠近供电区域的主配电室，可以避免配电线路距离过长影响用户供电质量。当条件许可时，联供工程站址最好同时靠近冷、热负荷中心设置，避免长距离输送造成冷、热介质温度损失，并节省管网投资。

3.0.2 联供工程的燃烧设备间，主要布置燃气发电机组和燃气锅炉等燃烧燃气的设备，根据国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016-2014 第 3.1.1 条规定属于丁类厂房；根据国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028-2006 第 6.5.18 条规定，压缩机室、调压室等要符合“甲类生产厂房”设计的规定，因此联供工程的燃气增压间和调压间应按甲类厂房要求。同一座厂房或厂房内的任一防火分区内有不同火灾危险性生产时，应按照国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016-2014 第 3.1.2 条确定其火灾危险性分类。

3.0.3 参考国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016-2014 对燃气锅炉设置的规定。该规范第 5.4.12 条规定，燃气锅炉宜设置在建筑外的专用房间内；确需贴邻民用建筑布置时，应采用防火墙与所贴邻的建筑分隔，且不应贴邻人员密集场所。民用建筑是供人们进行生活或进行公共活动的建筑物，包括居住建筑（住宅楼）和公共建筑（办公、商业、旅游、科教文卫、通信、交通运输等类建筑）。

3.0.4 参考国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016-2014 对燃气锅炉设置的规定。该规范第 5.4.12 条规定，燃气锅炉确需布置在民用建筑内时，应设置在首层或地下一层，但常（负）压燃气锅炉可设置在地下二层或屋顶上。联供工程中介质工作压力较高的锅炉应设置在首层或地下一层。

3.0.5 本条参考国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 - 2014 第 5.4.12 条和国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028 - 2006 第 10.5.6 条对燃气锅炉的规定。

技术要点：受规划用地限制、用地紧张、基建投资等条件的制约，燃烧设备间需要布置在建筑物内的地下室、半地下室、首层或顶层。当采用燃气相对密度大于或等于 0.75 时，一旦发生泄露，极易集聚，故规定燃烧设备间不得布置在地下或半地下建筑（室）内。

实施与检查：燃气的相对密度不确定时，应由有资质的检测单位进行检测。燃烧设备间的布置应经过消防部门、建设部门等主管部门的批准。

3.0.6 本条参考国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 - 2014 第 5.4.12 条和国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028 - 2006 第 10.5.6 条的规定。从燃气安全性角度出发，要求燃烧设备间设置防爆泄压设施。设于地下室、半地下室及首层的燃烧设备间靠外墙布置，可使事故情况下造成的损失降到最低。

技术要点：燃气设施如安全保护设备失灵或操作不慎等原因有导致发生爆炸的可能，为了防止事故时引起人员秩序混乱、造成不必要的伤亡事故，故规定燃烧设备间不可设置在居住建筑和公共建筑中人员密集场所的上一层、下一层或贴邻。

实施与检查：燃烧设备间的布置应经过消防部门、建设部门等主管部门的批准、备案。

3.0.7 对于设置在建筑物内和建筑物屋顶的站房，规定了发电机组最大单机容量，主要考虑发电机组的荷载和振动、噪声不要对建筑物产生重大影响，以及发电机组容量大时，所需要的燃气压力较高。

3.0.8 国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 - 2014 第 5.4.12 条明确规定，设置在屋顶上的常（负）压燃气锅炉，距离通向屋面的安全出口不应小于 6m。

3.0.9 联供工程变配电室的设置原则主要引自国家标准《小型

火力发电厂设计规范》GB 50049 - 2011、《35kV~110kV 变电所设计规范》GB 50059 - 2011、《20kV 及以下变电所设计规范》GB 50053 - 2013、《民用建筑电气设计规范》JGJ 16 - 2008 的有关规定。

3.0.10 噪声控制可采取控制噪声源、阻断噪声传播等综合治理措施，如选择低噪声设备、对高噪声设备使用隔声罩和消声器、采用吸声建筑材料和隔声窗等。

3.0.11 联供工程制冷机组的冷却塔、发电机组的散热水箱等室外设备，应结合周围建筑布置。

3.0.12 为了避免大雨时室外雨水向站房倾注，联供工程站房设计需要考虑防涝和排水。地上站房首层室内地面应高于室外地坪或周围地坪，地下站房也应有防止室外雨水流入室内的措施，站房周边应设置排水系统。

4 系统配置

4.1 一般规定

4.1.1 本规范规定的联供系统指与发电和余热利用直接有关的设备及设施，余热利用设备指余热锅炉、余热吸收式冷（温）水机、换热器，以及利用余热锅炉产生蒸汽或热水的吸收式制冷机、蒸汽驱动型余热利用设备。调峰系统指为满足冷、热负荷供应而设置的压缩式制冷机、锅炉、直燃型吸收式冷（温）水机、热泵、储能调节设备等常规系统。联供工程内除联供系统外，还可能设有公共电网变配电设施、燃气锅炉、直燃型吸收式冷（温）水机、电制冷机、热泵等常规系统用于补充用户的冷、热、电负荷。常规系统的建设应遵守已有的工程建设标准。

4.1.2 针对我国目前情况，为节省联供工程建设用地和节约投资，本条规定了联供系统余热利用设备的选用原则。联供系统除要求选择性能良好的发电机组，还要选择合适的余热利用配套系统，以提高低品位的能源利用率。当用户负荷以空调负荷为主时，联供系统宜采用发电机组与吸收式冷（温）水机组直接对接的系统组成形式，直接利用烟气和高温水热量供应空调系统冷热水，内燃机后可直接配置烟气热水型溴化锂吸收式冷（温）水机组，燃气轮机后可配置烟气型溴化锂吸收式冷（温）水机组；当用户负荷以蒸汽、热水为主时，宜采用余热锅炉，将发电余热转化为蒸汽或热水提供用户负荷，同时可利用蒸汽、热水通过吸收式制冷或蒸汽驱动型余热利用设备提供空调负荷。根据项目具体情况，直接对接的系统设备少、占地面积少，但系统控制较复杂；若是医院、工业用汽等具有蒸汽负荷的项目，采用余热锅炉的形式较稳定；当用户生活热水负荷较大时，冷却水系统单独供应生活热水的方式较好。应在项目可行性研究阶段，根据原动机

余热参数和用户冷、热负荷情况，经技术经济比较后确定采用何种余热利用形式。

本规范仅适用于发动机单循环形式，不包括余热锅炉+汽轮机的联合循环形式。

4.1.3 实际运行经验表明，联供系统只有在并网的情况下才更容易保证安全运行，系统更具有高效性和经济性，因此联供系统宜采用并网的运行方式。并网方式下，发电量可以全部自用或自发自用余电上网，用户不足电量由电网提供。从减少输送损耗和提高系统能源利用效率角度出发，本条建议在条件许可的情况下尽可能自发自用。本条也提出在限定条件下，联供系统可以采用孤网运行的方式。即使是计划按照并网方式运行的系统，也应从设计角度考虑一些特殊条件下采用孤网运行方式的可行性。孤网运行方式下，需要尽量保证联供系统所带电负荷比较稳定。

4.1.4、4.1.5 联供系统的设置原则为电能自发自用，为了保证供电质量稳定，发电机组应带有自动控制装置。自动控制装置应能监测用户电负荷自动跟踪调整发电机组发电功率，监测公共电网参数自动同期并网。

4.1.6 电力行业对向公共电网输送电能有严格的规定。向公共电网输送电，首先要考虑电网的安全和调节，电力行业制定了一系列的相关标准，应参照执行。

4.1.7 在公共电网停电时，发电机组要能在停机状态启动运行，启动系统及控制系统电源可以采用不间断电源、蓄电池、柴油发电机，启动系统也可以采用压缩空气。发电机组停机时需要为预热系统供电。

4.1.8 联供系统应在同时具有电负荷和冷热负荷需求时运行，冷热供应系统要采取一定的控制手段，只有在发电余热得到充分利用后仍不能满足冷热负荷需求时，才可利用调峰设备，以保证系统实际运行时达到预期的能源综合利用率和余热利用最大化。

4.1.9 联供系统设备较多、系统组成较复杂且初投资较高，项

目一般要经过可行性研究阶段，根据用户冷热电负荷变化规律、能源价格、供气条件等，对系统组成形式、设备容量、采用并网不上网还是并网方式、运行模式等进行技术论证并进行经济分析，确定项目实施的必要性、可行性、经济性。系统最佳运行方式的确定应兼顾系统能源综合利用效率和系统经济性的综合优化，应避免片面强调某一方面。当能源价格（气价、电价、热价、冷价等）发生变化时，要及时调整运行方式，保证联供系统的经济运行。

4.2 冷、热、电负荷

4.2.1~4.2.4 冷、热、电负荷的确定是联供工程设计的首要条件，冷热负荷分析和预测的目的是在科学分析冷热负荷的基础上确定联供工程的装机规模以及各供冷、供热设备容量的合理分配，保证联供工程能够高效、稳定、长期运行。负荷的动态变化与系统的耦合是有效调整动力、冷、热之间的关系，保证系统可靠性的基础。逐时负荷变化曲线可以计算出基础负荷与调峰负荷以及日运行方式，年负荷变化曲线可以计算出年有效利用时长，从而计算出系统的基本装机方案及运行方式，进行系统的经济性预测。只有在正确确定冷、热、电负荷的前提下，才有可能保证系统配置合理，减少建设投资并节省运行费用。因此本节对冷、热、电负荷的分析计算作出特别规定。对于包含多种使用功能建筑的综合性项目，应分别绘制各种独立功能建筑的逐项逐时负荷曲线，考虑同时使用率，叠加后得到项目总负荷曲线。除绘制各季节典型日负荷曲线外，还可以绘制各月典型日负荷曲线作为全年负荷分析的依据。条件具备时，可根据实际统计数据或负荷分析软件绘制全年负荷曲线。根据全年冷热量计算结果核算单位面积的冷热电设计指标和冷热电年消耗量，与已有统计数据进行比较，确保计算的合理性。为避免计算总负荷偏大导致的主机设备偏大、管道输送系统偏大、末端设备偏大而带来的投资增加和给节能与环保带来的潜在问题，要求绘制不同季节典型日逐时

冷、热、电负荷曲线，合理确定联供工程中发电设备容量和由余热提供的冷、热负荷；为使联供工程运行具有较好的经济性，要通过逐时负荷分析，在系统配置选型时使发电余热能尽量全部利用。利用年负荷曲线，可以计算全年联供系统发电及余热的利用情况，对联供工程运行进行经济预测。在技术经济比较的基础上，才可确定联供工程是否具有实施的必要性和可行性。

4.3 设备配置

4.3.1 发电机组高效运行和余热充分利用是保证联供系统能源综合利用率和经济性的前提，对于联供系统，年利用时长越长，其设备的利用率越高，系统的经济效益与稳定性亦越好。联供系统发电机组的配置原则是电能自发自用，优先考虑与公共电网并网不上网运行，在保证其发电余热充分利用的前提下，尽可能延长发电机组的年运行时长。

1 并网不上网运行时，为保证发电机组的高效运行和满足一定的年运行小时数，发电机组的容量不应该选择过大，且应校核电负荷较低时发电机组的运行情况。发电余热应承担基础冷热负荷需求。

2 孤网运行时，发电机组容量要大于供电区域内的最大电负荷，并且应考虑在一定的运行策略下大功率用电设备启动时较高启动电流对发电机组的冲击，因此一般发电机组容量较大，长期运行的负荷率较低。

3 并网运行时，一般为实现规模效益，项目热负荷较大，发电机组容量也较大，此时应分析稳定热负荷大小，并结合当地的上网电价政策按照系统综合经济性最优的原则确定发电机组容量。

4.3.2 一般来说，发电机组台数不宜硬性规定。当用户的供电可靠性要求高时，发电机组不宜少于2台。发电机组总容量较大时，出于降低单台机组故障时对正常供电、供热影响的考虑，发电机组一般选择2台以上。

4.3.3 参考国家标准《锅炉房设计规范》GB 50041 - 2008 第 3.0.11 条, 这样的规定是为了尽量减少设备布置和维护管理、发电并网的复杂性。

4.3.4 当孤网运行或供电可靠性要求高时, 为保证供电可靠, 根据负荷的重要性和外部条件, 可以设置备用发电机组或引入其他形式备用电源。当联供系统发电装机容量满足用户使用要求时, 联供系统可作为一路供电, 从而减少一路市电供应。

4.3.5、4.3.6 为了保证联供系统的高效性和经济性, 余热利用率要尽可能高。一般余热锅炉和吸收式冷(温)水机可将发电机组的排烟温度降至 120°C , 内燃机高温冷却水温度降至 75°C 时仍可通过吸收式冷(温)水机制冷, 要保证其回收利用。温度较低的冷却水, 可以供应生活热水和冬季采暖。有条件的项目, 还可以利用热泵等设备进一步深度利用低温余热, 提高余热利用率。本条和本规范第 4.3.8 条的规定, 是为了体现联供系统余热利用最大化的原则采取的控制数据, 需要提醒的是, 不能以降低发电效率提高余热为代价, 片面追求余热利用率及能源综合利用率数字, 而需要通过减少余热排空浪费以及深度利用余热等措施提高余热利用率。

4.3.7 联供系统设备选型时要综合考虑冷、热、电负荷变化规律, 对系统运行方式进行技术经济比较, 合理配置发电设备、余热利用设备和补充设备, 确保发电余热充分利用, 一般项目年平均能源综合利用率可以超过 70%。

4.3.8 年平均能源综合利用率为联供系统全年输出能量与输入能量之比, 不包括补充冷热设备输出的能量和辅助系统消耗的能量。为统一计算标准, 公式中输入能量仅计算燃气低位发热量, 输出能量中供冷部分直接按制冷量计算, 这种计算方法比较直接并便于检测。计算公式中, 年净输出电量为发电机组输出的电量(扣除发电机组内部自耗电); 余热供热总量为余热锅炉等设备利用发电余热产生的热量, 应扣除补燃产生的热量; 余热供冷总量为余热吸收式制冷机等设备利用发电余热产生的冷量, 应扣除补

燃产生的冷量。利用自发电驱动压缩式制冷机或热泵时，输出能量按输出电量计算。

4.3.9 最大利用小时数也称满负荷时数。满负荷时数是判断发电设备使用率的一个简单指标。一般来说对于投资较高的燃气发电机组等设备，其满负荷时数越长，说明其使用率越高，对于其初投资的回收、系统的经济性越为有利。设计合理的联供系统中发电设备满负荷时数一般大于 2000h。

4.3.10 节能率是指采用联供系统与原来用户可能采用的常规供电和空调方式相比所节省的一次能源消耗量，是反映联供系统先进性的一个重要指标，分布式能源系统的节能主要体现在天然气就近梯级利用的高效与传统大电网供电方式到用户端较低的供电效率相比较的优势。对于具体项目而言，联供系统与大电网供电+电空调+燃气锅炉供能的常规方式相比较，节能率均应大于 15%。

1 常规方式的供电能耗，根据供电煤耗和线路损失率计算平均供电效率 $\eta_{\text{电}}$ 。全国供电标准煤耗和全国线路损失率，可通过中国电力企业联合会网站查取，根据 2013 年统计数据，6000kW 及以上电厂供电标准煤耗 320.97 g/kWh，线路损失率 6.68%，按公式 (4.3.10-2) 计算常规供电方式的平均供电效率为 35.73%。公式 (4.3.10-2) 中的计算系数 122.9 (g/kWh) 取自国家标准《综合能耗计算通则》GB/T 2589-2008 附录 A，电力(当量值)折标准煤系数 0.1229kgce/kWh。

2 常规方式的供热能耗，根据燃气锅炉平均热效率 η_0 计算，燃气热水、蒸汽锅炉热效率在 85%~95%之间，建议采用中间值 90%作为参考值。

3 常规方式的供冷能耗，根据电制冷机平均性能系数 COP_0 计算，国家标准《冷水机组能效限定值及能源效率等级》GB 19577-2004 中规定，机组的节能评价为表 1 中能源等级 2 级。目前多采用中大型水冷制冷机集中供冷方式，考虑部分负荷工况，建议采用 5.0 作为参考值。

表 1 能源效率等级指标

类型	额定制冷量 CC (kW)	能源等级 COP (W/W)				
		1	2	3	4	5
水冷式	$CC \leq 528$	5.00	4.70	4.40	4.10	3.80
	$528 < CC \leq 1163$	5.50	5.10	4.70	4.30	4.00
	$CC > 1163$	6.10	5.60	5.10	4.60	4.20

4.3.11 联供工程冷热能供应除利用发电余热外，一般需要设置常规冷热能供应设备补充高峰负荷，应优先选择能效高的常规冷热能供应设备，并综合能源供应条件及能源价格等因素确定。设置蓄冷、蓄热装置可以平衡冷热负荷波动，提高余热利用率。设置蓄冷、蓄热装置的项目，应编制制冷、供热工况下典型日蓄能、放能平衡曲线。

4.3.12 低温冷却水循环温度在 50℃ 左右，烟气冷凝温度在 55℃ 左右，一般的空调、采暖系统很难利用上述两部分余热。当有卫生热水负荷或其他低温热水负荷时，应考虑增加换热器、烟气冷凝器、吸收式热泵等设备，深度利用余热。

4.3.13 发电机组排烟背压一般较高，但需经过消声装置、(烟气)余热利用设备、脱硝设备、脱碳设备，甚至加装烟气冷凝设施，因此要根据设备参数，详细计算烟道、烟囱阻力，满足机组正常工作的需要。其他燃气设备同样需要进行烟风系统阻力计算。烟道和烟囱材质的要求参考国家标准《锅炉房设计规范》GB 50041-2008 第 8.0.5 条的规定。

4.3.14 参考国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028-2006 第 10.7.5 条、《锅炉房设计规范》GB 50041-2008 第 8.0.5 条的规定，要求用气设备宜采用独立烟道。当合用烟道时，因烟气温度较高，为防止高温烟气对不运行的设备产生不利影响，或造成设备检修人员烫伤等事故的发生，排烟系统应保证烟气不会流向不运行的设备。国家标准《锅炉房设计规范》GB 50041-2008 第 8.0.5 条规定，当多台燃气锅炉共用 1 座烟囱时，除每

台锅炉宜采用单独烟道接入烟囱外，每条烟道尚应安装密封可靠的烟道门。发电机组排烟背压较高，每台机组设单独的烟道，可避免互相影响。

4.3.15 参考国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028 - 2006 第 10.7.5 条、《锅炉房设计规范》GB 50041 - 2008 第 8.0.5 条的规定。联供系统的烟气系统比较复杂，发电机组排烟经过余热利用机组常设有旁通烟道，容易聚集烟气，因此要求余热利用设备的烟道上也应设泄爆装置。泄爆装置的安装位置要避开人员通道及操作地点，以免危及操作人员的安全。

4.3.16 联供工程燃气设备排烟中含水量较大，且经余热利用后排烟温度较低，因此要在低点设排水装置。国家标准《锅炉房设计规范》GB 50041 - 2008 第 8.0.5 条规定，燃气锅炉的烟道和烟囱最低点应设置水封式冷凝水排水管道。

5 燃气供应系统及设备

5.1 燃气供应系统

5.1.1 燃气的种类很多，一般包括天然气和人工制气。燃气是为冷热电联供系统提供一次能源，采用的燃气参数，包括成分、流量、压力等要保证满足所有用气设备的要求。在多气源地区，设备选择时要预先进行气源适应性分析，必要时增加相应的技术措施。

5.1.2 对燃气供应系统的基本组成提出要求。主要从满足联供系统的基本功能需求和保证联供系统的安全两个方面确定。增压的燃气供应系统设置进口压力过低保护装置十分重要，可确保燃烧设备正常运行，防止故障及事故的发生。

5.1.3 参考现行国家标准《锅炉房设计规范》GB 50041 - 2008 第 13.3.2 条、《城镇燃气设计规范》GB 50028 - 2006 第 10.5.3 条的规定。作为备用电源的发电机组，需要在公共电网停电时启动供电，要设置不间断电源保证燃气供应系统正常运行。

5.1.4 参考现行国家标准《锅炉房设计规范》GB 50041 - 2008 第 13.3.7 条的规定，阀组包括切断阀、压力表、过滤器、稳压阀、检漏阀、调节阀等，一般由用气设备配套。当用气设备为燃气轮机时，现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229 - 2006 第 10.5.2 条规定，当发生熄火时，燃机入口燃料快速关断阀宜在 1s 内关闭。

5.1.5 考虑到原动机和其他设备（如补燃锅炉）的燃气工作压力不同，为保证安全，要分别设置调压装置。

5.1.6 燃气用量是分析运行工况，计算经济运行及各项能耗的重要指标之一，所有燃气设备的计量装置独立设置，才有可能作为计算的参数，对比分析。

5.1.7 现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028-2006 第 10 章的规定适用于燃气最高压力 0.4MPa 的商业用户、燃气最高压力 0.8MPa 的工业用户。本规范范围内的联供工程站房，当设置在民用建筑内时，燃气供应系统可执行上述规范商业用户的有关规定；当独立设置时，燃气供应系统可执行上述规范工业用户的有关规定。对已有标准范围内的内容，本规范不再重复规定。

5.1.8 现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028-2006 第 10.2.1 条规定，室内燃气管道压力大于 0.8MPa 的特殊用户设计应按专业规范执行。燃气冷热电联供系统使用的原动机种类很多，如采用燃气轮机，需要燃气有较高的供气压力，属于现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028 规定的特殊用户。按本规范第 1.0.2 条、第 3.0.7 条规定的发电机组容量范围，将独立设置的站房燃气压力提高至 2.5MPa、建筑物内的站房燃气压力提高至 1.6MPa，基本上能满足小型燃气轮机的用气要求。联供工程一般由专业人员管理，采取必要的技术措施后，安全是有保障的。部分地区如北京、上海等地的实例也证明了这一点。本条针对超过现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028-2006 供气压力的燃气供应系统规定了较高的要求，并作为强制性条文。

1 现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028-2006 第 10.2.4 条规定，中压和次高压燃气管道宜选用无缝钢管；现行国家标准《锅炉房设计规范》GB 50041-2008 第 13.3.11 条规定，燃气管道应采用无缝钢管。本款规定压力超过现行规范的燃气管道采用无缝钢管，钢管材质可以选 10 或 20，钢管标准为现行国家标准《输送流体用无缝钢管》GB/T 8163，管件标准为现行国家标准《钢制对焊无缝管件》GB/T 12459、《钢制法兰管件》GB/T 17185。

2 现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028-2006 第 10.2.23 条规定，敷设在地下室、设备层、密闭房间的燃气管道

除阀门、仪表等部位外，均应焊接或法兰连接；现行国家标准《锅炉房设计规范》GB 50041-2008第13.3.11条规定，燃气管道的连接除与设备、阀门附件等处可用法兰连接外，其余宜采用亚弧焊打底的焊接连接。本款规定燃气管道及设备、阀门的连接均应采用法兰连接或焊接连接。

3 国家标准《锅炉房设计规范》GB 50041-2008第13.3.15条规定，燃气管道与附件严禁使用铸铁件。

4 《城镇燃气设计规范》GB 50028-2006第10.2.23条规定，敷设在地下室、设备层、密闭房间的燃气管道固定焊口应进行100%射线照相检验，活动焊口应进行10%射线照相检验。本款规定对压力超过现行规范的燃气管道提高了检验标准，要求所有焊接接头进行100%射线照相检验加100%超声波检验。现行国家标准对无损检测方法及其合格标准进行了详细规定，《现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范》GB 50683-2011第8.3.1条规定，100%射线检测的焊缝质量不应低于现行行业标准《承压设备无损检测 第2部分：射线检测》JB/T 4730.2-2005规定的Ⅱ级；100%超声检测的焊缝质量不应低于现行行业标准《承压设备无损检测 第3部分：超声检测》JB/T 4730.3-2005规定的Ⅰ级。目前JB/T 4730.2和JB/T 4730.3已被《承压设备无损检测 第2部分：射线检测》NB/T 47013.2-2015和《承压设备无损检测 第3部分：超声检测》NB/T 47013.3-2015代替。

技术要点：高压燃气故障时泄漏速度快，室内燃气浓度升高爆炸危险性较大。当燃气轮机需要的燃气压力超出国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028-2006的适用范围时，要求燃气管道及其管路附件在材质和连接方面提高等级，从选材到施工及检验全过程严格把关，保证站房及其设施安全。

实施和检查：燃气系统设计文件需通过专业施工图审查，施工验收需经过监理单位及技监部门检验。

5.1.9 参考国家标准《锅炉房设计规范》GB 50041-2008第

13.3.13 条的规定。燃气管道井需要有一定量的自然通风条件，同时在火灾发生时应能阻止管道井的引风作用。具体设计时可参考国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028 - 2006 第 10 章的规定。

5.1.10 参考国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028 - 2006 第 10.2.14 条、《锅炉房设计规范》GB 50041 - 2008 第 13.3.6 条、《建筑设计防火规范》GB 50016 - 2014 第 6.1.5 条及第 6.4.1 条的规定。本条的目的是为保证用气安全和操作方便。

燃气一旦发生泄漏进入易燃易爆品仓库、变配电室、电缆沟、烟道和进风道，会引起漫延，极易引发爆炸或火灾，而且会产生次生灾害。燃气管道的敷设方案应经过专业技术人员设计和审查。工程竣工验收应由消防部门参与审查。

5.1.11 参考国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028 - 2006 第 10.2.38 条、《锅炉房设计规范》GB 50041 - 2008 第 13.2.17 条的规定。加套管是为防止当房屋沉降或燃气管道随温度变化而有伸缩的情况时损坏燃气管道，及管道大修时便于更换管道。

5.2 燃气设备

5.2.1 不论是内燃机、燃气轮机或其他燃气燃烧器，都对供气压力有要求，超出压力波动范围，其燃烧效率会降低，不但会降低能源利用率，且会加大污染物排放。联供工程燃气用量大，燃气压力较高，温度和压力波动对计量有较大的影响，不同于一般的居民和公共福利用户，计量装置设置温度、压力修正可确保计量的准确性。

5.2.2 国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028 - 2006 第 10.6.2 条规定，在压力小于或等于 0.2MPa 的供气管道上严禁直接安装加压设备，间接安装加压设备时，加压设备前必须设低压储气罐，保证加压时不影响地区管网的压力工况。为减少对供气管道的影响，本条规定增压机前后均设置缓冲装置。

1 增压机前设置缓冲装置，使增压机前燃气压力得到缓冲

和稳定，可保证增压机工作平稳，特别对增压机启动时作用更大。对于活塞式增压机，其出口燃气压力会因增压机产生脉动，故增压机后设置缓冲装置，以消除脉动。

2 如 1 台燃气增压机供应多台原动机的用气，燃气压力可能会相互影响，宜一一对应。

3 设减振装置的目的是为了避免因增压机引起的进出口管道振动对设备和管道造成损害。

5.2.3 燃气增压机是燃气系统中关键设备之一，也是易发生事故、易存在安全隐患的设备，燃气增压机不能正常运行往往会带来较为严重的事故。本条制定的内容，是为保证燃气增压机自身正常、安全运行必要的条件。

5.2.4 燃气增压间的设计可参考国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028 - 2006 第 10.6.2 条和第 6.5 节的规定。

5.3 辅助设施

5.3.1 设置放散系统的主要目的是用气设备首次使用或长时间不用又再次使用时，用来吹扫积存在燃气管道中的空气、杂质。当总阀门关闭不严，漏到管道中的燃气可以通过放散管放散，避免燃气进入用气设备和烟道发生事故。

5.3.2 根据用气设备和燃气管道的布置确定吹扫口的合理位置，达到在吹扫过程中不留影响安全死角的要求。

5.3.3 参考国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028 - 2006 的规定制定。燃气管道末端应设放散管，并引出地上。放散管的出口位置要保证吹扫放散时的安全和卫生要求。特别要注意的是，放散口的位置要根据建筑物门窗情况、当地气候合理设计和布置，防止放散物进入房间内。

6 供配电系统及设备

6.1 电力系统

6.1.1 联供系统接入公共电网选择合适的并网点，是为了减少对公共电网的电压稳定和安全保护的影响，应综合考虑联供系统对公共电网的影响和他们相互间的影响。联供系统提供的短路电流不应超过并网点容许的短路电流。

6.1.2 供配电系统的设计应简洁，避免电压等级过多及主接线过于繁琐。发电机组采用哪一级电压接入要考虑供电系统的主接线形式和发电机组容量，应尽量做到自发自用，技术上合理可行，建设和运行比较经济。

6.1.3 发电机组的输出电压等级不宜作硬性规定，应经技术经济比较后确定。当容量较小时，选择 400V 电压等级便于直接为联供系统用电负荷配电，比较经济合理。当容量较大且接入的系统为 6.3kV 电压等级或联供系统中有较多 6.3kV 电压等级的用电设备时，发电机输出电压宜选择 6.3kV。当容量较大且接入的系统为 10kV 电压等级或联供系统中有较多 10kV 电压等级的用电设备时，发电机输出电压宜选择 10kV。

6.1.4 联供系统采用并网运行的控制和保护措施。

1 本款参考国家标准《20kV 及以下变电所设计规范》GB 50053-2013 的规定；

2 在公共电网频率和电压下降时，为保证联供系统的安全，应设置解列点，实现联供系统与公共电网的解列；

3 发电机系统与电力系统的同期要求非常严格，必须满足相位、频率、电压均相同的要求，为防止非同期操作产生的冲击电流对系统造成影响，应在有可能发生非同期合闸的断路器上装设自动准同期装置；

4 当联供系统采用并网不上网方式运行时，设置逆功率保护措施是为了防止发电机向公共电网送电。

6.1.5 本条参考现行国家标准《小型火力发电厂设计规范》GB 50049 对系统通信的规定及电力部门为实现智能电网的要求制定。

6.1.6 参考国家标准《供配电系统设计规范》GB 50052 - 2009 第 5.0.15 条的规定制定。降低三相不对称度，当供电负荷中包括 220V 负荷时，尽量减少单相供电，使三相负荷更加平衡。

6.2 发电设备

6.2.1 原动机要明确各工况的环境温度、大气压力和相对湿度等气象数据，并将年平均气象工况或 ISO 工况作为性能保证考核工况。性能保证考核的项目包括：原动机的出力、热耗率、污染物排放、噪声、机组振动指标，以及主要部件使用寿命。

6.2.2 为保证联供系统具有较高的能源综合利用率和较长的开机时间，发电机组要选用高效率、带负荷能力强、可实现低负荷运行的机组，发电机组应具有自动跟踪用电负荷的功能。余热温度和余热量要适应联供系统配置要求。因用户冷热负荷具有时间上不稳定或不连续的特性，原动机应具有对负荷变化快速响应能力。同时，孤网运行时需具有自动跟踪负荷的控制功能；并网运行时需具备完善的自动并网控制；并网不上网运行时还需具有逆功率保护系统。如果机组每天需启动、停止，为了减少启停中的能源消耗，需选用能够适宜快速启停的机组。对发电机组开放通讯的要求，使整个系统实现综合运行管理。

6.2.3 对于供电的电能质量已有相关国家标准进行了详细规定，联供系统应参照执行。其中国家标准《电能质量 供电电压偏差》GB/T 12325 - 2008 对供电电压偏差限值的要求包括：35kV 及以上供电电压正、负偏差绝对值之和不超过标称电压的 10%；20kV 及以下三相供电电压偏差为标称电压的 $\pm 7\%$ ；220V 单相供电电压偏差为标称电压的 $+7\%$ ， -10% ；对供电点短路容量较小、供电距离较长以及对供电电压偏差有特殊要求的用户，由

供、用电双方协议确定。

国家标准《电能质量 电压波动和闪变》GB/T 12326 - 2008 对电压波动限值的要求见表 2。

表 2 电压波动限值

(次/h)	d (%)	
	LV、MV	HV
$r \leq 1$	4	3
$1 < r \leq 10$	3	2.5
$10 < r \leq 100$	2	1.5
$100 < r \leq 1000$	1.25	1

6.2.4 联供系统常用的发电设备为小型燃气轮机、燃气内燃机、微燃机，也可采用热气机、燃料电池等。涉及的国家相关标准有《轻型燃气轮机 通用技术要求》GB/T 10489 - 2009、《航空派生型燃气轮机辅助设备通用技术要求》GB/T 13673 - 2010、《轻型燃气轮机电气设备通用技术要求》GB/T 16637 - 2008、《轻型燃气轮机控制和保护系统》GB/T 14411 - 2008、《燃气机 通用技术条件和试验方法》JB/T 10629 - 2006 和《中小功率内燃机

第 1 部分：通用技术条件》GB/T 1147.1 - 2007、《中小功率内燃机 第 2 部分：试验方法》GB/T 1147.2 - 2007 等。

6.2.5 发电设备的选择需要考虑冷热负荷特点和运行规律，余热量和余热参数要与冷热负荷匹配，实现余热利用最大化。

6.2.6 为保证燃气联供系统具有较高的能源综合利用率，所选的发电机组要确保在各种工况下具有较高的发电效率。一般燃气内燃发电机组在负载率低于 50% 时发电效率明显下降，同时对机组设备磨损显著增加，多数机组还会在低负载时自动停机保护。因此要根据负荷分析结果确定发电机组台数，保证每台发电机组运行时的发电效率和余热利用率。

6.2.7 本条规定为发电机组本身排放要求，多数生产企业均能达到。当项目所在地对污染物排放要求严于本条规定时，要选用排放浓度更低的发电机组或安装烟气净化装置。一般对于不同燃

料和利用模式给予不同的排放标准是国际惯例，如燃油、燃气锅炉排放标准就区别对待，活塞式燃气内燃机由于间歇式燃烧，结构形式决定产生较多的氮氧化物，而其特点是单机功率小、总排放小、对周边环境影响小，同时除了氮氧化物，其他污染物排放非常低，总的环境影响并不大，因此建议采用专项排放指标，并且对不同规模不同对待，控制局部的环境污染强度。

6.3 电气主接线

6.3.1 电气主接线方案的确定是电气设计中的重要环节，本条参考国家标准《小型火力发电厂设计规范》GB 50049 相关规定，提出了联供系统的电气主接线的基本要求和设计中应考虑的主要条件（包括最大和最小运行方式）。

6.3.2 联供系统一般接在 10.5kV 及以下电压等级的母线上，电气主接线采用单母线或单母线分段比较简单，满足供电可靠、节省投资、运行维护方便的要求。

6.3.3 当容量较大时，机端输出电压一般为 10.5kV，发电机组可以很方便地接至变配电 10kV 母线上，带负荷范围大。当容量较小时，机端输出电压一般为 400V，如果要求发电机组接至变配电 10.5kV 母线上，需要采取升压措施，造价较高，应该就近接在本地 400V 低压母线上。

6.3.4 当发电机组兼做备用电源时，要将配电系统中的重要负荷接在发电机组输出母线上，保证在公共电网故障时该部分重要负荷由发电机组供电。

6.3.5 联供系统的变配电室及配电系统的设计应执行的国家标准包括现行国家标准《低压配电设计规范》GB 50054、《20kV 及以下变电所设计规范》GB 50053、《3~110kV 高压配电装置设计规范》GB 50060、《供配电系统设计规范》GB 50052 等。

6.4 电气辅助设施

6.4.1 本条参考国家标准《小型火力发电厂设计规范》GB

50049-2011 第 17.3.4 条。为了便于检修，强调了高压厂用工作电源与机组对应引接的原则。我国绝大多数发电厂是按此引接的，并已有丰富的运行经验。

6.4.2 对于重要用户和联供系统兼作备用电源的用户，主要是保证一级负荷中特别重要负荷的供电，在公共电网故障时联供系统必须启动供电。联供系统设置的独立启动电源可采用柴油发电机或 EPS 不间断电源等。

6.4.3 本条参考国家标准《供配电系统设计规范》GB 50052-2009 第 6.0.2 条，当采用各种措施进行提高自然功率因数后，尚不能达到电网合理运行的要求时，应采用人工补偿无功功率。

人工补偿无功功率，经常采用两种方法，一种是同步电动机超前运行，一种是采用电容器补偿。同步电动机价格较贵，操作控制复杂，本身损耗也较大，不仅采用小容量同步电动机不经济，即使容量较大，且长期连续运行的同步电动机也正好为异步电动机加电容器补偿所代替，同时操作工人往往担心同步电动机超前运行会增加维修工作量，经常将设计中的超前运行同步电动机作滞后运行，丧失了采用同步电动机的优点。因此，除上述工艺条件适当者外，不宜选用同步电动机。当然，通过技术经济比较，当采用同步电动机作为无功补偿装置确实合理时，也可采用同步电动机作为无功补偿装置。

工业与民用建筑中所用的并联电容器价格便宜，便于安装，维修工作量、损耗都比较小，可以制成各种容量，分组容易，扩建方便，既能满足目前运行要求，又能避免由于考虑将来的发展使目前装设的容量过大，因此采用并联电容器作为人工补偿的主要设备。

6.4.4 现行行业标准《电力工程直流电源系统设计技术规程》DL/T 5044 规定了直流系统接线、设备选择及布置、直流系统的对外接口及对相关专业的要求。主要内容包括系统接线、直流负荷、保护和监控、设备选择、设备布置等。

6.4.5 本条参考国家标准《小型火力发电厂设计规范》GB

50049-2011 第 17.5.9 条及第 17.5.10 条,同时为了保证事故处理有充裕时间,交流不间断电源满负荷供电时间按不小于 1h 选择。

6.4.6 电缆选择、布线与敷设应执行的相关国家标准包括《电力工程电缆设计规范》GB 50217、《低压配电设计规范》GB 50054 等。现行国家标准《电力工程电缆设计规范》GB 50217 适用于新建、扩建的电力工程中 500kV 及以下电力电缆和控制电缆的选择与敷设设计,主要内容包括电缆形式与截面选择、电缆附件的选择与配置、电缆敷设、电缆的支持与固定电缆防火与阻止延燃等;现行国家标准《低压配电设计规范》GB 50054 适用于新建、改建和扩建工程中交流、工频 1000V 及以下的低压配电设计,主要内容包括电器和导体的选择、配电设备的布置、电气装置的电击防护、配电线路的保护、配电线路的敷设等。

6.5 继电保护、自动装置与计量

6.5.1 因联供系统采用的发电机组容量范围较大、运行方式不同,配置的保护装置差别较大。发电机组本体保护通常由生产厂配套提供。外部保护在工程设计时根据需要配置,一般并网时至少包括:过电流保护、方向过流保护、接地过电流保护、接地过压保护、过/欠电压保护、逆功率保护等。

6.5.2 联供系统发电机的继电保护通常由发电机组成套供货。当联供系统通过 10 (35) kV 电压等级的联络线接入公共电网时,联络线可配置光纤电流差动保护;当联络线采用“T”接方式时,可采用电流电压保护,此时继电保护应满足可靠性、选择性、灵敏性和速动性的要求。

6.5.3 原动机事故停机时,应该停止发电机运行;通风系统事故停机时,会造成机房内新风量不足,发电机组不能正常运行;燃气系统事故报警时,说明可燃气体聚集存在爆炸危险,应该停止发电机组运行。

6.5.4 现行国家标准《电力装置的电测量仪表装置设计规范》

GB/T 50063 的主要内容包括电测量装置、电能计量、直流换流站的电测量、计算机监控系统的测量、电测量变送器、测量用电流、测量二次接线、仪表装置安装条件等。

6.5.5 联供系统与公共电网计量点的设置位置应与当地电网协商确定；并在电能表的规格、准确度、主副配置以及数据采集传输上满足当地电网的要求。

6.5.6 当联供系统发电机组与配电系统因故障解列时，不能盲目重新并网，否则会因并网再次失败引发事故，应该先排除故障，一般待电压和频率都保持在允许偏差范围内 2 分钟后再重新并网。

6.6 防雷接地

6.6.1 本条按现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058 和《城镇燃气设计规范》GB 50028 的规定，联供工程站房属于爆炸性气体环境 2 区，参考国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057-2010 第 3.0.3 条，该建筑属于第二类防雷建筑。国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057-2010 除对建筑物进行防雷分类外，还包括建筑物的防雷措施、防雷装置、防雷击电磁脉冲等设计技术要求，在防雷设计时应遵照执行。

6.6.2 建筑的防雷分类与建筑物的重要性、使用性质及计雷击次数有关，联供工程附属建（构）筑物为第二类防雷建筑还是为第三类防雷建筑主要依据计雷击次数按国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057-2010 第 3.0.3 条和第 3.0.4 条确定防雷等级，并采取相关的防雷措施。

6.6.3 根据联供系统的特点，燃气调压站大多数布置在站区内，根据规定，燃气架空管道、露天储罐应装设直击雷保护装置。

6.6.4 现行国家标准《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB/T 50064 的主要技术内容包括系统中性点接地方式和电气装置绝缘上作用的电压、暂时过电压、操作过电压及限制、雷电过电压及保护、绝缘配合等。

6.6.5 现行国家标准《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065 主要技术内容包括高压电气装置接地、发电厂和变电站的接地网、高压架空线路和电缆线路的接地、高压配电电气装置的接地，低压系统接地形式、架空线路的接地、电气装置的接地电阻和保护总等电位联结系统，低压电气装置的接地装置和保护导体等。

6.6.6 本条规定主要考虑联供系统自控接地要求 1Ω ，与计算机系统综合考虑接地电阻不应大于 1Ω 。

6.7 爆炸危险环境的电气装置

6.7.1 爆炸性气体环境应根据爆炸性气体混合物出现的频繁程度和持续时间，按下列规定进行分区：

0 区：连续出现或长期出现爆炸性气体混合物的环境；

1 区：在正常运行时可能出现爆炸性气体混合物的环境；

2 区：在正常运行时不可能出现爆炸性气体混合物的环境，或即使出现也仅是短时存在的爆炸性气体混合物的环境。

符合下列条件之一时，可划为非爆炸危险区域：

1) 没有释放源并不可能有易燃物质入侵的区域；

2) 易燃物质可能出现的最高浓度不超过爆炸下限值的 10%；

3) 在生产过程中使用明火的设备附近，或炽热部件的表面温度超过区域内易燃物质引燃温度的设备附近；

4) 在生产装置区外，露天或开敞设置的输送易燃物质的架空管道地带，但其阀门处按具体情况定。

6.7.2 现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058 主要技术内容包括：爆炸性气体环境危险区域划分、爆炸性气体环境危险区域的范围、爆炸性气体环境的电气装置、火灾危险区域划分、火灾危险环境的电气装置等。

7 余热利用系统及设备

7.1 余热利用系统

7.1.1、7.1.2 联供系统余热包含烟气、高温冷却水、低温冷却水等几部分。余热利用设计应根据冷、热负荷需求，尽可能使高温余热利用能效最高。如烟气直接对接吸收式冷（温）水机组，其制冷能效高于烟气通过余热锅炉加热热水再制冷的方式，而烟气制冷后的排烟还可深度利用。因此要求余热利用做到温度对口、梯级利用。国外联供系统较多采用余热锅炉的形式，直接接入形式也有成功案例，国内目前成功运行的联供系统不很多，几种余热利用形式都有。采用何种余热利用形式，可参考本规范第4.1.2条。余热锅炉和余热吸收式冷（温）水机组是较典型的系统形式，余热回收利用的成本较低。通过技术经济比较，可采用补燃式余热吸收式机组或蒸汽驱动型制冷设备。当项目有条件时，可利用热泵机组等形式吸收低温热水及烟气冷凝水热量，进一步深度利用低温余热，提高余热利用率。采用蓄热、蓄冷装置可以平衡冷热负荷的不均匀性，减少设备容量，增加满负荷运行时间，提高联供系统运行的经济性。

7.1.3 联供系统要尽量保证余热全部被利用，但不可避免会出现余热暂时不能被完全利用的情况，这部分热量需及时排除，才能保证发电机组正常工作。排热装置可在发电机组排烟系统设三通阀和直排烟道；应在发电机组冷却水系统设散热水箱或冷却塔等。

7.1.4 系统冷、热负荷在每一天的不同时段和每个季节的不同时期都会有波动，自动调节阀的设置，一方面可以保证按冷、热负荷需求尽量利用发电余热，另一方面保证发电余热及时排除，不会影响发电机组的正常工作。

7.2 余热利用设备

7.2.1 现行国家标准《蒸汽和热水型溴化锂吸收式冷水机组》GB/T 18431 规定了蒸汽和热水型溴化锂吸收式冷水机组的定义、形式与基本参数、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装和贮存等。现行国家标准《直燃型溴化锂吸收式冷（温）水机组》GB/T 18362 规定了直燃型溴化锂吸收式冷（温）水机组的术语、定义、形式和基本参数、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。本规范中余热吸收式冷（温）水机组的参数和性能等，应根据热源不同，符合上述两项国家标准的规定。

7.2.2 现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 规定的能效指标：燃气锅炉额定热效率不低于 89%；直燃型溴化锂吸收式冷（温）水机组名义工况性能系数制冷不低于 1.10，供热不低于 0.90。联供系统余热锅炉可参考燃气锅炉，烟气型余热吸收式冷（温）水机组可参考直燃型溴化锂吸收式冷（温）水机组。

7.2.3 余热设备设补燃装置可以代替补充冷热供应设备，补燃装置的容量要根据冷热负荷的保证率要求确定。当通过余热提供的负荷在供冷、供热负荷中所占比例较小，即使没有余热供冷、供热也不会对冷、热负荷供应造成较大影响；或余热有保障时，补燃装置可只考虑余热不足部分热量，否则应该考虑发电机组不运行时全部冷热供应。为简化系统、降低投资，可以采用仅利用余热，不加装补燃装置的余热利用设备，另设补充冷热的常规设备。

7.2.4 燃气轮机排气中的氧含量和热量较高，可以用来帮助另行喷入的燃料进行燃烧。对于与燃气轮机对接的余热锅炉，可以在燃气轮机与余热锅炉之间的烟道中加装补燃器，即烟道式补燃方式。

7.2.5 联供系统一般采用原动机与余热利用设备一一对应的配

置方式，控制系统简单且有利于系统的安全运行。当原动机与余热利用设备不是一一对应的方式时，应该采取适当的措施，保证不同原动机的余热（烟气、冷却水）不会相互影响。

7.2.6 烟气经过余热利用设备后，此部分热量仍可以通过烟气冷凝装置回收利用，可以进一步提高余热利用率。烟气冷凝装置可以装在余热利用设备本体或尾部烟道上。在满足设备安全运行和满足客户负荷需求的情况下尽量降低排烟温度。

7.2.7 内燃机高温冷却水热量在余热中占有较大比例，要充分利方可达到节能目的。温度 75℃ 以上的热量可用于吸收式制冷，温度 65℃ 以上的热量可加热生活热水和采暖热水，设备形式较简单，利用成本较低。

7.2.8 装设自动调节阀是为保证在冷、热负荷波动情况下，余热设备供冷、供热满足用户端使用要求，因此自动调节阀的调节特性要满足余热利用设备的要求，其动作由余热利用设备控制。但自动调节阀不能影响发电机组的正常排热，因此其调节特性等还要保证满足原动机正常工作的要求。

7.3 辅助设施

7.3.1 一般情况下，原动机和与其对应的余热利用设备可以共用烟囱，是否设置旁通烟道，需要根据余热利用设备的运行状况确定。余热利用设备的补燃烟气排放，需要单独设置烟囱。从安全运行角度考虑，即使同型号原动机，也不建议合并烟囱。现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028 对水平烟道以及烟囱的设置有关规定。

7.3.2 冷却水系统采用风冷方式比较常见，当条件许可时，也可采用冷却塔冷却、河水或湖水冷却等水冷方式，但要采取有效措施防止冬季水源冻结。

7.3.3 原动机设备厂商会对冷却水水质有不同要求，如冷却水应采用防冻液等，冷却水水质应该根据厂商要求确定。余热利用设备汽水系统与原动机冷却装置、余热设备与冷热水系统直接连

接时，要校核设备承压能力，当系统压力高于设备承压能力时要设换热器。

7.3.4 联供工程中，空调冷热水系统、冷却水系统以及补给水系统的配置与常规冷、热源机房相同，没有特殊要求，参照现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736的相关规定。

7.3.5 余热锅炉与普通锅炉仅热源形式不同，所以联供系统给水设备和水处理按照现行国家标准《锅炉房设计规范》GB 50041的相关规定执行。

水处理方法的选择，要根据原水水质、对锅炉给水和锅水的质量要求、补给水量、锅炉排污率和水处理设备的设计出力等因素确定。

7.3.6 为了避免安装过程的焊渣、焊条、金属碎屑、砂石、有机物以及运行过程的异物进入设备堵塞管路，宜在设备的管道入口处设置过滤器或除污器，过滤精度视设备要求确定。一般冷水机组冷却水和冷冻水入水口前设置的过滤器孔径不大于3mm。当循环水泵设置在设备入水口侧，且循环水泵与设备间管道较短时，该过滤器可以设置在循环水泵进水口。

7.3.7 发电机组散热水箱一般布置在室外，为保证冬季正常运行，冷却介质采用防冻液，具有一定腐蚀性。若冷却介质直接进入余热设备，需要采取防腐措施，如采用不锈钢管道；也可增加换热器，使冷却介质不直接进入余热设备。

8 监控系统

8.1 监测

8.1.1 通过检测运行数据，可以监测系统各设备的工作状态，为保证系统安全、经济运行提供依据。要根据工艺系统需要确定监测内容，本条所列内容，为监测的基本要求。

8.1.2 本条规定的计量内容，包括联供系统的输入、输出能量以及联供工程总输入、输出能量，用于计算、考核设备出力和能源综合利用率、余热利用率以及节能率等。如果是分时电价，发电量及自耗电量应根据相应时间段分别计量。

8.1.3 联供系统各主要设备运行参数、运行状态除就地显示外，还要保存运行记录。因设备自身控制器存储容量有限，建议集中储存运行记录，为简化系统设计，各主要设备要开放通讯，将数据传送至控制室。

8.1.4 本条规定为便于联供系统的经济运行分析以及事故分析。

8.2 控制

8.2.1 数据采集归档、设备监控、安全报警及保护是控制系统应具有的基本功能，由于联供工程设备多样性导致的运行工况多样性，宜根据项目具体情况制定相应优化运行策略指导运行，运行策略应充分考虑可能发生的各种情况。

8.2.2 能量管理系统是联供工程控制系统的重要组成部分，通过优化发电、余热利用和负荷调峰等各个环节，确保联供工程的能源利用更加合理高效。能量管理系统对采集的运行数据进行分析、处理和加工，计算能源综合利用率、余热利用率、节能率等能耗指标，根据冷、热、电负荷的历史数据和实时数据预测负荷变化趋势，通过经济分析进一步优化调度，根据设定的条件和实

际负荷情况自动控制发电量、余热利用量和调峰量，实现能源综合利用的最大效益。

8.2.3 联供系统的控制是分级控制的，主要的设备自带控制柜，可以完成设备自身的控制任务，集中控制系统和主要设备之间需要能够实现通信，这样主要设备的运行参数才能上传到集中控制系统，从而实现集中控制系统对系统所有参数的监视。

8.2.4 就地控制级别优先于远程控制目的在于有效减少由于控制系统故障造成设备无法正常运转的情况。

8.2.5 本条参考国家标准《小型火力发电厂设计规范》GB 50049-2011 第 14.2.1 条的规定。控制室可以实现事故状态下的紧急停机，但设备启动要就地控制，避免出现人员事故。

8.2.6 集中控制系统根据其输入/输出点数（I/O）及模拟量控制回路的不同，可以采用可编程序控制器（PLC）或分散控制系统（DCS）来实现整个分布式功能系统的控制。

8.2.7 用户的冷、热、电负荷是变化的，尤其冷、热负荷，不但随季节变化大，而且每一天中的逐时负荷也是波动的，联供工程应根据末端需求随时调节供能量。同时，为保证运行的经济性，联供系统发电机组应尽量在高负载区域运行，且发电余热全部被利用。当技术经济分析合理时，联供系统允许有一部分的余热排空不利用，但必须满足本规范第 1.0.4 条年平均能源综合利用率应大于 70% 的规定。因此，在末端冷、热、电负荷变化的情况下，发电机组应能调整发电功率，当冷热负荷大时，可以采用发电机组自动跟踪用户电负荷的控制方式；当冷、热负荷小时，可以手动设定发电功率，保证高效、经济运行和年平均能源综合利用率大于 70%。

8.2.8 一般来说，联供系统中比较有特点的受控附属设备有三通阀、高温冷却水冷却设备、中温冷却水冷却设备等。根据上述原则，一般烟气三通阀、高温冷却水三通阀由余热设备控制器控制，冷却水冷却设备由发电机组控制器控制，但是联供控制系统宜接入这些设备的状态反馈信号。

8.2.9 联供系统原动机排烟及冷却水要进入余热利用设备回收余热，由余热利用系统控制余热利用量、排热量和补充热（冷）量，有利于系统稳定运行。

8.2.10 联供工程冷热供应系统应优先利用发电余热，减少余热排空和补充冷热能源消耗。燃气内燃机可利用的余热主要有冷却水和烟气热量，为保证发电机组正常运行，冷却水余热不完全利用时需要启动散热风机或冷却塔，烟气余热不完全利用时可以打开直排烟道排空，在冷、热负荷较低时优先利用哪部分余热要经分析比较确定。

8.2.11 联供工程的运行模式，要根据不同季节冷、热、电负荷条件和冷、热、电、气价格，结合系统电力接入的条件经技术经济比较优化运行模式，以达到经济、节能的目的。

8.3 报警与保护

8.3.1 对重要的运行参数、故障及燃气泄漏要求有灯光和声响警报。重要参数报警是指该参数偏离正常范围，如不及时进行处理，可能会带来设备的损坏，引发事故，或会使联供系统的热效率下降，排放不达标等。保护和联锁项目动作、电源回路故障、燃气供应系统故障等报警，联供系统已不能正常工作，报警可提示出现故障的原因，并可使操作人员及时、正确处理或按故障原因按程序停止运行。

8.3.2 电气保护系统应保证联供工程安全运行。

1 电气保护用的接点信号需独立、可靠，不应借用测量仪表等接点信号；

2 防止输入/输出信号与其他回路信号互相干扰，造成信号失真；

3 当工作模件故障时，保证冗余信号可通过不同的模件引入；

4 触发跳闸的一次仪表须保证在事故时可靠动作，应单独设置。

8.3.3 本条是针对电气保护功能的规定。

1 如果保护系统误动和拒动会造成系统非正常停车，所以控制系统不应发出误动作指令；

2 配置防误碰罩是为了防止误操作；

3 时间顺序纪录和事故追忆功能，使事故分析时有据可查；

4 保护系统输出操作指令时一般是事故状态，所以应优先于其他任何指令。

8.3.4 发电机组、余热设备等在正常运行时，均需有主、辅机启动顺序流程及联锁。工艺系统的联锁条件，要根据主辅设备的要求和工艺系统设计的要求确定。控制系统的设计要保证必要的联锁，使设备正常运转。

9 站 房

9.1 建筑与结构

9.1.1 参考现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和《锅炉房设计规范》GB 50041 对锅炉房建筑耐火等级的规定确定。

9.1.2 参考国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 - 2014 第 5.4.12 条对锅炉房的规定。

9.1.3 现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 中对防火墙、建筑构件、屋顶、疏散楼梯、防火门窗、建筑保温等均有明确的规定。

9.1.4 燃气增压间、调压间属于甲类厂房，根据国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 - 2014 第 3.1.2 条规定，同一座厂房或厂房的任一防火分区内有不同火灾危险性生产时，该厂房或防火分区内的生产火灾危险性分类应按火灾危险性较大的部分确定；当火灾危险性较大的生产部分占本层或本防火分区建筑面积的比例小于 5%，且发生火灾事故时不足以蔓延至其他部位或火灾危险性较大的生产部分采取了有效的防火措施时，可按火灾危险性较小的部分确定。本规定为降低整座厂房火灾危险性，将甲类厂房用防火墙与其他房间隔开。另外，国家标准《锅炉房设计规范》GB 50041 - 2008 第 15.1.1 条规定，与锅炉房贴邻的调压间应设置防火墙与锅炉房隔开。

9.1.5 目的是缩短增压机间至燃烧设备间的燃气管道。

9.1.6 参考现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定制定。燃气爆炸在密闭的小空间里威力和破坏强度大，不但会对爆炸环境中的人员造成极大的伤害，还会对整个建筑造成严重的破坏，所以需要考虑设置必要的泄压设施，快速泄压，避免产

生二次危害。泄压设施可为轻质屋盖、轻质墙体和易于泄压的门窗。爆炸泄压时，高压气流会夹杂大量的爆炸碎片从泄压面冲出，如邻近人员集中的场所、安全出口，就可能造成人员大量伤亡或给人员疏散造成障碍。

9.1.7 燃烧设备间参考国家标准《锅炉房设计规范》GB 50041-2008 第 15.1.2 条的规定制定，泄压面积取占地面积的 10%。燃气增压间、调压间、计量间按国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016-2014 第 3.4.6 条计算，长径比为建筑平面几何外形尺寸中的最长尺寸与其横截面周长的积和 4 倍的该建筑横截面积之比。

9.1.8 国家标准《锅炉房设计规范》GB 50041-2008 第 4.3.7 条规定，锅炉房出入口不应少于 2 个，独立锅炉房当炉前走道总长度小于 12m 且总建筑面积小于 200m² 时，其出入口可设 1 个；非独立锅炉房出入口必须有 1 个直通室外。国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016-2014 第 3.7.2 条规定，丁类厂房每层建筑面积不大于 400m² 时可设置 1 个安全出口；第 3.7.3 条的规定，地下或半地下厂房（包括地下室、半地下室），每个防火分区必须至少有 1 个直通室外的安全出口。本条参考以上标准规定，独立设置站房燃烧设备间建筑面积小于 200m² 时出入口可设 1 个，其他情况均要求燃烧设备间出入口不少于 2 个，且至少有 1 个出入口直通室外或通向安全出口。

技术要点：燃烧设备间出入口的设计应结合燃烧设备间的面积、燃烧设备间所在建筑物的方位等因素综合确定。在发生事故时室内人员能够迅速疏散。

实施与检查：燃烧设备间的布置在工程建设的设计至竣工验收都应经过消防部门、建设部门等主管部门的批准。

9.1.9 根据国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016-2014 第 3.7.2 条的规定，甲类厂房每层建筑面积不大于 100m² 时可设置 1 个安全出口。联供工程专用的燃气增压间、调压间面积一般不会超过 100m²，且平时无人值守，因此本条要求燃气增压间、调

压间、计量间设不少于1个直通室外或直通安全出口的出入口。

技术要点：燃气增压间、调压间、计量间出入口的设计应结合房间面积、房间所在建筑物的方位、人员使用要求等因素综合确定。

实施与检查：燃气增压间、调压间、计量间的布置应经过消防部门、建设部门等主管部门的批准。

9.1.10 根据国家标准《20kV及以下变电所设计规范》GB 50053-2013第6.2.6条规定，长度大于7m的配电室应设两个出口，并宜布置在配电室的两端；长度大于60m时，宜增加一个出口。当变电所采用双层布置时，位于楼上的配电室应至少设一个通向室外的平台或通道的出口。联供工程的变配电室长度一般大于7m，此规模变配电室出入口不应少于2个。设置至少一个直通室外或安全出口的出入口可便于设备安装和运输，在紧急情况下也可方便管理人员进出。变配电间的布置在工程建设的设计至竣工验收都应经过消防部门、建设部门等主管部门的批准。

9.1.11 参考国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028-2006第8.9.1条规定。有燃气的建、构筑物具有爆炸危险，为防止和减少其发生火灾和爆炸事故造成重大损失，对地面做法提出基本要求。

9.1.12 站房设计时要预留设备安装、维修、更换的通道，某些检修量比较大的水泵部件、发电机组气缸等，为减轻检修时起吊的劳动强度，条件许可时，应考虑设置检修用起重设备，如电动葫芦、桁车等。

9.1.13 本条是为了保护运行和维修人员的人身安全。

9.1.14 联供工程站房属于生产厂房，为保证运行和维修人员安全，其安全疏散参照现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016的相关规定。

9.2 燃烧设备间及辅机间布置

9.2.1 站房宜设置燃气计量间，是参考国家标准《城镇燃气设

计规范》GB 50028-2006 第 10.3.2 条的规定。站房还需根据需要设燃气增压间、空压机间等。条件许可时，站房要设置卫生间、更衣室、化验室、维修间、库房等。联供工程站房燃烧设备间宜与其他辅机间分别布置。辅机间、变配电室、控制室可视设备情况独立或合并设置，现场无人值守的联供工程，控制设备也可以布置在燃烧设备间。冷却塔、散热水箱等设施最好室外布置；调压箱也可以室外布置。

9.2.2 控制室为联供工程监控中心，为运行管理人员长期工作场所，控制室要符合劳动保护相关标准要求。控制室与燃烧设备间相连布置时，为便于观察和管理，要采用隔声玻璃观察窗。

9.2.3 室外布置的联供工程一般为成套撬装设备，要向设备供应商提出项目地点的环境条件，以保证设备运行安全可靠。

9.2.4 本条提出的距离要求为最小净距。要根据工艺布置，满足产品的要求。

9.2.5 联供工程站房内汽水系统设备及管路较多，安全泄压等设施要按相关标准规定执行。

9.2.6 从节能角度，联供工程站房内汽水设备及管道均要保温或保冷。本条规定主要目的是防止人员烫伤，站房设备的有些部位需要散热不宜保温，在这些部位要采取安全措施避免人接触。

9.3 通风与排烟

9.3.1 燃烧设备间、燃气增压间、调压间、计量间内有燃气设施，对通风换气量的要求高，且考虑到有某个房间需要事故通风的情况，因此其送排风系统应独立设置。

9.3.2 联供工程燃气管道有可能敷设在地下室、半地下室、设备层和地上密闭房，设机械通风设施是必要的安全条件。

9.3.3 联供工程发电机组、燃气锅炉等燃气设备燃烧需要大量的空气助燃，且燃气发电机组运行时，需排除机组表面散热量，保证机组正常工作。因此，燃烧设备间应考虑足够的通风量。

9.3.4 参考国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012 第 5.4.3 条、《建筑设计防火规范》GB 50016-2014 第 9.3.16 条、《锅炉房设计规范》GB 50041-2008 第 15.3.7 条和第 15.3.8 条、《城镇燃气设计规范》GB 50028-2006 第 6.6.6 条的规定，取以上标准中要求较高的规定，当自然通风不能满足要求时，要设置机械通风装置。使用燃气轮机的联供工程，用气压力高于国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028-2006 的适用范围，因此本规范对使用高压燃气的联供工程提出了较严格的要求，规定有燃气设施的所有房间要加大通风量。表中“不工作时”指燃气系统长时间不工作并已关闭燃气总阀门的状态。

9.3.5 参考国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012 第 5.4.6 条的规定。

9.3.6 联供工程通风系统同普通冷、热源机房，无特殊要求。参照现行国家标准《民用建筑供能通风与空气调节设计规范》GB 50736 的相关规定执行。

9.3.7 为保证冷却效果好，通风应先经过发电机再经过发动机。环境温度高会导致发电效率降低，因此当采用室外进风时，应考虑进风温度是否会影响发电效率，必要时可以采取对进风进行冷却。

9.3.8 联供工程站房是否需要设置排烟设施，及防排烟采取何种措施，现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 中有明确规定，参照执行即可。

9.4 照 明

9.4.1 现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 主要包括照明数量和质量、照明标准值、照明节能、照明配电及控制等内容。联供工程的照明设计应符合其相关规定，并对于不同房间、场所规定了照明功率密度值及对应照度值的限定值，以达到照明节能。

9.4.2 备用照明和应急照明是指因正常照明的电源失效而启用的照明，包括疏散照明、安全照明及备用照明。应急照明要求具有高可靠性，所以采用蓄电池组供电。

9.4.3 按现行国家标准《特低电压（ELV）限值》GB/T 3805的规定，当电气设备采用24V以上的电压时，必须采取防止直接接触带电体的保护措施。现行国家标准《小型火力发电厂设计规范》GB 50049提出了相应的规定。

9.4.4 采用具有防爆性能的照明设备可防止因燃气泄漏引发的爆炸事故。

9.4.5 正常照明发生故障时，为保持室内正常活动继续进行而设置的备用照明，可防止因正常照明熄灭后所引发的事故，如因失去照明不能进行必要的操作处理而可能引起的火灾、爆炸、中毒等。

9.4.6 国家相关标准规定36V及以下为安全电压，但根据供热、给排水等行业的运行维护经验，36V电压也有发生人员触电伤亡的事故，特别是在潮湿和空间狭小的地方。

9.5 给水排水

9.5.1 一般的联供工程采用1根进水管。对中断给水会造成重大损失的用户，联供工程设2根进水管保证运行可靠性要求。

9.5.2 现行国家标准《电力工程电缆设计规范》GB 50217对电缆沟防止外部进水、渗水作了具体的设计要求，包括电缆管沟与其他交叉处理、纵向排水坡度、集水井及其泄水系统、电缆沟沟壁和盖板及其材质的要求等。

9.5.3 燃烧设备间、辅机间等地会有检修泄水，其他有冲洗要求的楼、地面的污水，应该考虑有组织的排水，以免积水与排水不畅，保证设备的安全、正常运行。

9.5.4 沟道、隧道等地应有一定坡度保证排水，当不能通过重力排出时，应设置集水坑等收集设施，并通过污水泵提升排出。

9.5.5 目前市场上防水材料品种多，性能不一，要求选用成熟、质优的防水材料。在整个屋面的排水处理上，要选用有组织排水，并根据不同气候特征，确定合适的排水坡度，以保证屋面不渗、不漏，确保生产运行正常、安全。

10 消 防

10.0.1 联供工程的消防给水和灭火设施，应按现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定执行。联供工程燃烧设备间为丁类厂房，燃气增压间、调压间为甲类厂房。

10.0.2 参考国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140 - 2005，其附录 C “工业建筑灭火器配置场所的危险等级举例”中，将燃气锅炉房列为中危险级。

10.0.3 国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 - 2014 第 5.4.12 条规定设置在建筑物中的燃气锅炉房应设置火灾自动报警系统。为提高联供工程的安全保障度，本条规定联供工程都要设置火灾自动报警系统。现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 适用于新建、扩建和改建的建、构筑物中设置的火灾自动报警系统的设计，包括系统保护对象分级及火灾探测器设置部位、报警区域和探测区域的划分、系统设计等内容。

10.0.4 通过火灾报警控制器的部位指示，消防控制室工作人员可查明发生火灾报警信号的探测器部位，及时采取相关消防措施或启动事故预案。

10.0.5 当发生火灾报警时关闭所有燃气设备的目的是防止发生事故造成损失。

10.0.6 按照国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028 - 2006 第 10.8 节的规定设燃气浓度检测报警器，并与排气设备及紧急自动切断阀连锁。报警装置的设计、安装、验收、使用和维护按照现行行业标准《城镇燃气报警控制系统技术规程》CJJ/T 146 相关规定。执行报警浓度参照国家标准《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》GB 50493 - 2009 第 5.3.3 条规定，可燃气体的一级报警设定值小于或等于 25% 爆炸下限；可燃气

体的二级报警设定值小于或等于 50%爆炸下限。

10.0.7 参考国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 - 2014 第 5.4.12 条规定，当建筑内其他部位设置自动喷水灭火系统时，应设置自动喷水灭火系统。有条件时，建议发电机组采用自动气体灭火系统，以减少火灾后机组设备维修损失。

10.0.8 消防控制室是整个消防控制系统的监测、控制中心，需监测各种消防设备的工作状态，保持系统的正常运行，因此及时了解燃气浓度检测报警器工作状态十分必要。

10.0.9 备用电源为当正常电源被切断时，用来维持电气装置或其某些部分所需的电源。

10.0.10 应急照明、疏散标志灯是发生火灾时人员疏散必备的设备。

11 环境保护

11.0.1 国家大气污染物排放标准有《锅炉大气污染物排放标准》GB 13271、《火电厂大气污染物排放标准》GB 13223 等。

11.0.2 国家标准《锅炉大气污染物排放标准》GB 13271 - 2014 中污染物排放限值为：新建燃气锅炉，自 2014 年 7 月 1 日起，颗粒物 - $20\text{mg}/\text{m}^3$ ， SO_2 - $50\text{mg}/\text{m}^3$ ， NO_x - $200\text{mg}/\text{m}^3$ ；在用燃气锅炉，10t/h 以上蒸汽锅炉和 7MW 以上热水锅炉自 2015 年 10 月 1 日起、10t/h 以下蒸汽锅炉和 7MW 以下热水锅炉自 2016 年 7 月 1 日起，颗粒物 - $30\text{mg}/\text{m}^3$ ， SO_2 - $100\text{mg}/\text{m}^3$ ， NO_x - $400\text{mg}/\text{m}^3$ 。

11.0.3 联供工程的选址首先要尽量避免靠近噪声敏感功能区。噪声控制可采取控制噪声源、阻断噪声传播等综合治理措施，如选择低噪声设备、对高噪声设备使用隔声罩、消声器、采用吸声建筑材料和隔声窗等。

11.0.4 联供工程的主要噪声源包括通风口、排烟烟囱、泄爆口、冷却设备等，总平面布置应合理规划布局，减少生产噪声对周围环境的影响。建构物、绿化物等对减弱噪声有一定作用，当环境敏感点噪声不能达标时，可设置隔声墙或采取其他措施。

11.0.5 联供工程噪声防治应从声源上进行控制，建议在技术经济分析的基础上，尽量选择高效、低噪声、低排放、低振动、低维护的原动机。噪声控制措施可采用隔声罩、消声器等，必要时设置吸声墙面及隔声门窗。

11.0.6 原动机在工作时产生的噪声，通过进、排气口传播出去是污染周围环境的一种途径，在原动机空气进、排气系统中加装消声装置是降低机组噪声污染的措施之一。

11.0.7 联供工程通风系统布置应考虑减少噪声通过进、排风口

对环境的影响。当不能满足环境噪声要求时，要在风道上安装消声器。

11.0.8 国家标准《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348-2008 规定见表 3。

表 3 工业企业厂界环境噪声排放限值

厂界外声环境 功能区类别	排放限值[dB(A)]	
	昼间	夜间
0	50	40
1	55	45
2	60	50
3	65	55
4	70	55

注：按区域的使用功能特点和环境质量要求，声环境功能区分为：

0 类声环境功能区：指康复疗养区等特别需要安静的区域；

1 类声环境功能区：指以居民住宅、医疗卫生、文化教育、科研设计、行政办公为主要功能，需要保持安静的区域；

2 类声环境功能区：指以商业金融、集市贸易为主要功能，或者居住、商业、工业混杂，需要维护住宅安静的区域；

3 类声环境功能区：指以工业生产、仓库物流为主要功能，需要防止工业噪声对周围环境产生严重影响的区域；

4 类声环境功能区：指交通干线两侧一定距离之内，需要防止交通噪声对周围环境产生严重影响的区域。

11.0.9 国家标准《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348-2008 的规定。

11.0.10 国家标准《工业企业设计卫生标准》GBZ1-2010 第 6.3.1.7 条的规定。

11.0.11 联供工程的主要振动设备有发电机组、制冷机组、水泵、压缩机等，需要设置隔振基础以减少运行时对周围环境的影响。

11.0.12 管道是传播设备振动的途径之一，需要采取适当的隔

振措施。通常在管道与原动机、水泵、风机、压缩机等设备连接处设置弹性接头。如安装弹性接头仍不能满足要求，还可设置弹性支吊架。

11.0.13 按照国家标准《城市区域环境振动标准》GB 10070-88 规定，城市各类区域铅垂向 Z 振级标准值见表 4。

表 4 城市各类区域铅垂向 Z 振级标准值

适用地带范围	Z 振级标准值 (dB)	
	昼间	夜间
特殊住宅区	65	65
居民、文教区	70	67
混合区、商业中心区	75	72
工业集中区	75	72
交通干线道路两侧	75	72
铁路干线两侧	80	80

11.0.14 国家标准《锅炉大气污染物排放标准》GB 13271-2014 中对烟囱高度的要求为：燃气锅炉烟囱不低于 8m，烟囱的具体高度按批复的环境影响评价文件确定。新建锅炉房的烟囱周围半径 200m 距离内有建筑物时，其烟囱应高出最高建筑物 3m 以上。

11.0.15 联供工程废水、废油、废气、噪声等污染源情况及控制治理措施，应向当地环保部门提交环境影响报告，而环保部门的批复意见为最终的环保标准。

12 施工与验收

12.1 施工准备

12.1.1 联供工程的设计、施工包括机械、热工、燃气、电气、自控、暖通、给排水、建筑、结构等多项专业，相对于常规的制冷站或供热站，在设备选型、系统连接、自动控制功能的实现等方面具有相当的复杂性。因此，为保证施工顺利和安全运行，联供工程必须由具有设计资质的单位进行施工图设计，施工前具备正式出版的设计文件和图册。

12.1.2 设计交底应该由建设单位组织，要保证各专业设计人员、施工负责人到场，主要设备厂商技术人员也应该到场。施工方案包括施工技术措施和安全措施及其他必要的措施方案，施工方案要经业主审批。施工前，施工单位应组织有关施工技术人员学习工程招投标文件、施工合同、设计文件和相关技术标准，对施工现场进行全面、详尽、深入地调查，组织有关施工技术人员对施工图进行认真审查，发现问题及时与设计人员协商解决，形成文件。施工单位应根据合同、设计文件和现场环境条件编制施工组织设计。施工组织设计应包括施工部署、进度、计划、施工方法、质量保证和安全管理的措施、文明施工措施，以及必要的专项施工方案、工艺指导书、操作规程等。正式施工前，项目技术负责人和施工单位施工技术人员应向操作人员进行书面技术交底，对施工方法、操作流程、质量标准等进行交底。

12.1.3 本条较具体地规定了工程施工质量控制中材料质量控制的主要要求，一是对设备、材料的质量证明文件的收集、整理和核查，特种设备应有准许使用的证明文件；二是加强主要材料、设备的预控，制定工程检验试验和检查验收计划，以指导项目的质量控制工作；三是用于工程的主要材料、半成品、成品和设备

的进场验收和重要材料的复检。

12.1.4 冷热电联供工程涉及土建结构、工业设备安装、燃气管道安装、热力管道安装、电力、发电机组设备安装、防腐、保温、电器设备等多专业施工，为保证施工质量检查、验收工作的顺利进行，需要在开工前按照统一标准的规则确定检查验收的基本单元和层次，按照“验评分离、强化验收、完善手段、过程控制”的指导思想，开工前，需要与监理、建设等单位统一建筑工程质量的验收方法、程序和质量指标。项目单位（子单位）、分部（子分部）、分项工程和检验批的具体划分应有监理单位审批。

联供工程土建、暖通、给水、排水、卫生设备按照国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 - 2013 的要求划分为单位（子单位）、分部（子分部）、分项工程和检验批。联供工程的设备、管道、电器装置、自动化仪表、防腐蚀、绝热等专业按照国家标准《工业安装工程施工质量验收统一标准》GB 50252 - 2010 的要求划分为单位（子单位）、分部（子分部）、分项工程和检验批。检验批的划分要根据工程特点、施工及质量控制和专业验收需要按系统或区段进行划分。设备应以单台划分为一个检验批；不同专业的管道划分可采用按系统或相同介质、相同压力等级、同一批次进行试验划分为一个检验批。分项工程可由一个或若干个检验批组成。设备应以相同介质按台（或套）进行划分；管道应按相同工作介质进行划分。同一单位工程中的工业设备、管道及其绝热工程可划分为一个或几个分部（子分部）工程。当设备、管道或绝热工程具有独立施工条件或使用功能时，一个或几个设备、管道、绝热工程可构成一个单位工程。

12.2 设备安装

12.2.1 使用的设备型号、材质、尺寸等应符合设计图纸要求，制造、安装单位应具有相应的设备制造、安装资质，对于特种设备的制造、安装应由具有相应的特种设备制造、安装资质的单位实施。

设备安装是指从设备开箱起至设备空负荷试运转的施工，包括设备基础放线、找正调平，地脚螺栓安装，装配，管道安装以及试运行等。

12.2.2 联供系统的原动机主要为轻型燃气轮机和内燃机，轻型燃气轮机的原动机执行现行国家标准《轻型燃气轮机运输与安装》GB/T 13675 中有关的要求；内燃机设备安装同时执行现行国家标准《内燃机电站总装技术要求》JB/T 7606 的要求。

12.2.3 余热锅炉作为热量转化设备，与锅炉设备类似，因此，其设备除通用部分如基础地脚螺栓施工、装配、配套管道和试运行等执行现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231，专业部分如基础、钢架、集箱、受热面管、压力试验、取源设备以及严密性试验等则采用锅炉安装工程施工规范较为适宜。

12.2.4 联供工程的供热设备包括换热器、水箱、除污器、软化水设备、分汽缸、分水器、集水器、水泵等。安装要求参考现行行业标准《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 中热力站有关规定。

12.2.5 制冷设备主要指活塞式、螺杆式、离心式压缩机为主机的压缩式设备和溴化锂吸收式制冷机组。设备安装、附属设备和管道安装、压力试验、严密性试验等应符合现行国家标准《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》GB 50274 的规定。

12.2.6 联供工程通风和空调设备安装主要指送、排风系统，防、排烟系统，除尘系统，空调系统，净化空调系统，制冷系统，空调水系统等设备安装。

12.2.7 电气装置安装工程施工及验收相关现行国家标准有《电气装置安装工程 低压电器施工及验收规范》GB 50254、《电气装置安装工程 电力变流设备施工及验收规范》GB 50255、《电气装置安装工程 爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范》GB 50257 和《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303

等。联供工程中的所有设备的配电系统安装均执行电气装置和电气工程施工规范通用规定，设备有特殊要求时，执行相应的设备安装规范或设计规定。

12.2.8 联供工程中的所有设备的自动化系统安装的仪表均执行工业自动化仪表工程施工规范通用规定，设备有特殊要求时，执行相应的设备安装规范或设计规定。

12.2.9 本条所述采暖、给水、排水、卫生设备均属于联供工程室内采暖、给水、排水、卫生设备。

12.2.10 基础是设备安装重要的内容，应符合设计要求，与设备相对应。采取隔振措施是为了减少机械噪声和振动对周边环境的影响；采取防沉降的措施是为了保证设备运行始终处于最佳状态，避免偏心、连接管损坏等问题产生。

设备进场必须进行查验，保证所使用的设备符合设计要求，特种设备的技术文件应符合技术监督部门的规定，通过外观检查对其质量进行评定，合格后方可使用。

12.2.11 进行隐蔽工程验收，做好自检和互检，是工程过程控制的基本要求，可以有效控制施工质量问题，及时解决问题，保证工程质量。

12.3 管道安装

12.3.1 管道安装执行规范中管道元件和材料检验、管道加工、支吊架安装、管道焊接和焊后热处理、管道及补偿装置安装、无损检测、压力试验等的规定。当其他设备对管道安装有更高或特殊要求时，同时执行相应的标准。

管道焊接执行现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB 50236 中焊接工艺评定、焊工考试、碳素钢及合金钢的焊接、铜及铜合金的焊接、焊接检验等规定。

12.3.2 本规范联供工程燃气管道压力有超出现行规范的情况，此时，除执行现行施工验收规范外，燃气管道的施工、验收还应符合本规范的规定。

12.3.3 制冷管道和风道的安装执行现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 中的风管制作、风管部件和消声器制作、风管系统安装、空调制冷系统安装、系统调试的规定。

12.3.4 管道与设备连接时不应设备施加附加的力，同时管道安装需要有可靠的支撑，因此应在主要设备安装、支吊架以及土建结构完成后再安装管道。

12.3.5 管道焊接前应进行焊接工艺评定，确定相关参数。焊接人员的操作应与证书允许的焊接范围相符。

12.3.6 本条是为防止管道在安装过程中进入杂物而影响后期施工、验收和运行。

12.3.7 设置预留套管，可减少管道与土建结构间的相互影响。焊缝避开套管有利于今后对管道的维修、检查和运行管理。

12.3.8 为了保护设备安全避免野蛮施工，制定本条规定。同时，阀门、安全阀等设备的安装应根据现场条件考虑今后的运行管理需要确定最佳方案。

12.3.9 无损检测的方法、标准、数量由设计文件确定，当设计文件没有做出规定时，按国家现行标准执行，给水排水、供热、燃气管道施工都有相应的国家现行标准，在本规范的引用标准名录中都有提示。

12.3.10 燃气管道系统强度和严密性试验执行现行行业标准《城镇燃气室内工程施工与质量验收规范》CJJ 94 中强度试验和严密性试验的规定；热力管道强度和严密性试验执行现行行业标准《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28 中有关试验的规定；其他管道强度和严密性试验执行现行国家标准《工业金属管道工程施工规范》GB 50235 中有关压力试验的规定；制冷管道系统的严密性试验执行现行国家标准《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》GB 50274 的试验规定。当设计有其他要求时，执行设计规定。

12.3.11 设备、管道保温，还应符合设计要求。

12.3.12 管道冲洗应执行现行国家标准《工业金属管道工程施工规范》GB 50235 中对管道吹扫和冲洗的规定。具体方法选择应符合设计要求。

12.4 设备调试及试运行

12.4.1 机械设备安装后的工作应按单机试运行、分系统调试和整套启动试运行依次进行。单机指组成系统的单个设备；分系统指按专业分类的系统，如电气、热工、机械和管道系统等；整套系统指各专业分系统的合成、定值匹配、联锁校验、首次启动及带负荷试运行等。

12.4.2 单机调试是指设备安装后的电气回路检查、热工控制回路检查及单个设备的首次试转；分系统调试为各分系统内的检查、校验和整定；整套启动试运为联供工程各分系统间的定值匹配、联锁校验、首次启动及带负荷试运行等。联供工程调试牵涉到包括业主、设备供货单位、设计、监理、安装和调试等单位，各阶段的调试工作应由业主牵头协调，由有资质的单位负责。参考行业标准《火力发电建设工程启动试运及验收规程》DL/T 5437-2009 第 3.1.2 条。

12.4.3 单机调试前，各系统应具备必备的试运条件，主设备安装验收完毕、仪表接线验收完毕、各种管路连接验收完毕。

12.4.4 现行国家标准《火灾自动报警系统施工及验收规范》GB 50166 对可燃气体探测器及其报警系统的调试做了具体规定，包括调试准备、可燃气体探测器调试、消防电话调试、系统备用电源调试、消防设备应急电源调试、气体灭火控制器调试、火灾自动报警系统性能调试等内容。

12.4.5 设备调试期间有可能反复启停，容易造成燃气不完全燃烧，停机后可燃气体在烟道及设备中聚集，再次点火时产生爆燃。为避免发生此类事故，要根据烟气系统情况和设备吹扫能力，确定停机与启动之间的间隔时间，保证可燃气体在点火前排净。

12.4.6 设备调试前，应具备必要的组织条件、设备安装条件、现场环境条件和应急准备条件。参考行业标准《火力发电建设工程启动试运及验收规程》DL/T 5437-2009 第 3.2.2.4 条第 1 款第 3 项。

12.4.7 单机试运转主要包括单体设备安装结果检查、电气接线及回路检查、控制接线及回路检查和逻辑保护等功能校验验证，以及阀门的调整试验和电机首次试运转。

12.4.8 原动机首次点火、定速及空负荷调试等工作应遵照说明书的要求依序开展，一般来说，首次点火、定速及空负荷调试应包括本条所述各项试验及工作。

12.4.9 发电机组带负荷调试包括电力并网前的试验、并网、升负荷调试及满负荷试验、原动机的燃烧调整和甩负荷试验。

12.4.10 机组在满负荷调试阶段，还应根据设计文件要求、合同内容以及当地电网调度部门要求，开展一些特殊试验和涉网试验。

12.4.11 燃气发电机组调试应包括分系统调试和整机调试。

12.4.12 发电机组的整套启动试运行调试工作阶段按条件准备及检查、空负荷、带负荷、可靠性考核和验收签证划分。

12.4.13 联供工程配套有余热锅炉的，按照现行行业标准《火力发电建设工程启动试运及验收规程》DL/T 5437 的内容，完成余热锅炉的调试工作。

12.4.14 在完成发电机组的整套试运的同时，要进行制冷或制热的联供系统的调试。

12.4.15 分系统调试前，现场应满足设备施工检查完毕和运行准备条件。参考行业标准《火力发电建设工程启动试运及验收规程》DL/T 5437-2009 第 3.2.2.4 条第 1 款第 3 项。

12.4.16 对联供工程所有相关的系统进行分系统调试，包括发电机组、制冷（热水）系统等；不同的工程，分系统的划分可能不一致，具体调试工作中，应根据具体的联供项目进行分系统调试范围调整。

12.4.17 分系统调试主要包括系统设备热工控制的联锁保护、阀门联锁保护等功能校验验证，电机的带负载首次试运转，泵或风机的首次试运转，系统管道的带介质冲洗吹扫。

12.4.18 整套系统启动试运行指以发电机组带负荷为主的热状态下的调整试验和连续带负荷运行。机组整套启动调试时，由于将点火试运，制冷、热系统投运，因此现场必须满足通风条件、消防条件和运行准备条件。参考行业标准《火力发电建设工程启动试运及验收规程》DL/T 5437-2009 第 3.2.2.4 条第 2 款第 2 项和第 3.4.2.3 条。

12.4.19 整套启动试运行前的条件检查主要包括现场试运条件必须满足的安全、健康、环境条件，设备各专业条件以及整套启动试运时系统要具备的联锁保护和物质条件。

12.4.20 整套系统试运行调整工作完成后，机组达到设计工况，应进行满负荷的连续运行考核试运。

12.4.21 若联供工程由几台联供机组或系统组成，应进行所有机组的并列、解列特性试验。

12.4.22 由于发电机组效率与设备老化、环境温度等影响明显，整套系统试运行调试工作结束后应尽快开展性能验收试验。联供系统由多台套设备组成时，应分别测试数据。试验测定联供系统的出力、效率、制冷量、一次能源综合利用率、排放、噪声和振动等。

12.4.23 机组试运结束后，应及时完成调试记录档案资料整理并移交。这些资料应包括方案、记录、验收签证、报告等。

12.4.24 整套启动试运行中发现的系统不完善且不影响机组运行的缺陷应在试运后及时整改，由相关责任方负责。而对于影响试运行安全的问题则应立即停机处理。

12.5 竣工验收

12.5.1 工程验收包括施工完成后的施工验收和试运行合格后的竣工验收，施工验收是指施工完成后由建设单位组织设计、施

工、监理和管理等单位进行的验收。竣工验收在试运行合格后进行，并且资料已整理完成。

12.5.2 在设计文件、施工合同、施工方案中应明确竣工验收执行的标准和规范。联供系统的设备、管道、电气装置、自动化仪表、防腐蚀、绝热等专业执行现行国家标准《工业安装工程施工质量验收统一标准》GB 50252，联供工程土建、暖通、给水、排水、卫生设备执行现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300。相关专业执行相应的施工和质量验收规范。

12.5.3 工程验收之前，施工单位应进行自检，合格后方可报请监理单位进行预验收，监理单位检查验收合格后，报请建设单位进行工程竣工验收。

12.5.4 竣工验收时，施工单位应按照相关单位要求对施工技术资料进行收集、整理，做到完整、齐全，并经相关单位检查验收合格。

12.5.5~12.5.8 工程竣工时，工程实体质量应达到相关各专业验收标准的合格要求，应符合设计提出的要求。

12.5.9 工程竣工验收合格后，各部门应签署验收文件。建设单位应按规定将竣工验收报告和有关文件报工程所在地建设行政主管部门备案，及时将竣工资料、文件归档，并应办理工程移交手续。

13 运行管理

13.1 一般规定

13.1.1 联供工程系统构成复杂，涉及专业多，因此需要对运行引起足够的重视。组织机构和人员是联供工程运行的重要保障。联供工程设备维护保养、安全稳定运行，运行模式优化以达到更好的经济性等，需要一定的技术力量支持，因此推荐由专业能源服务公司运营管理。

13.1.2 管理制度和操作规程是安全生产、文明生产的基础，是保障人员以及财产安全的基本措施，规章制度的齐全与否体现了运行单位的管理水平，通过完善的管理制度和操作规程，建立完善的技术资料，是安全、节能、经济运行的前提，在运行前均应予以明确。应急预案是保障在事故状态下最大限度减少损失的措施，二者缺一不可。编制操作规程时参考项目可行性报告、设计图纸、说明以及设备厂商提供的技术手册等技术资料。

13.1.3~13.1.5 提出了管理制度、操作规程和应急预案的主要内容，对于具体联供工程应根据规模、系统组成、设备配置、周边环境及市政设施情况等确定。管理制度、操作规程和应急预案要达到安全、节能、经济运行，避免故障的发生，减少因故障造成的停机时间和损失。

13.1.6 运行维护人员要持有机械、电气、制冷、锅炉、水处理等相关专业有效上岗证书之一，且上岗前完成系统安全规程、系统运行操作规程、系统应急预案、岗位职责等培训，培训考核合格后方可上岗。

13.1.7 值班记录应完整、真实。技术工程师应定时现场巡检，监测运行设备状态，及时排除系统隐患，保证联供工程正常运行。

13.1.8 为了分析联供系统运行效果，制定高效的运行方式，需要足够的系统运行数据。一般设备自身的控制装置存储容量较小，建议将主要运行数据备份保存一定时间，以便调用分析。设备台账一般包括以下内容：系统主设备、辅助设备的规格型号、主要技术参数、设备厂商、安装时间、投运时间、运行累计时间、主要维修保养周期、维修时间、维修内容以及其他必要的备注。

13.2 运行模式

13.2.1 系统运行稳定、供能可靠是确定运行模式的首要原则。发电机组、余热设备等运行模式是在可行性研究和系统设计阶段经技术经济比较后确定的。为保证联供系统尤其是发电机组运行的可靠性，在没有制定新的运行方案之前，系统要按照预先设计的模式运行。同时燃气冷热电联供的优势是节能环保，因此在保障稳定可靠的前提下，运行中应体现节能环保的特点，同时应兼顾经济运行的方式。

13.2.2 实行峰谷平电价的联供工程，采用发电机组峰平电价时段运行、谷值电价时段停机的运行方式，一方面在峰平电价时段运行能缓解发电厂的发电压力，同时提高联供系统的经济效益，另一方面谷值电价时段停机避免了能源的浪费。

13.2.3 联供工程运行，除安全供能、满足用户要求外，保证较高的能源综合利用率和一定的经济性也很重要。为达到预定的供能效果和经济效益，工程运行前制定有运行模式，但往往外部条件和项目实际用能情况、设备运行情况会发生变化，因此必须做出优化调整。运行模式的优化包括调整发电机组的运行台数、运行时段以适应实际电负荷，改变余热利用设备供能范围以达到余热利用最大化，优化调峰设备的启停顺序等。

13.2.4 本条提出了运行模式优化需要考虑的因素，根据这些因素的变化进行运行模式的优化。同时需注意，综合效益不能简单的只计算能源的投入和产出效益，还应考虑到设备维护折旧在不

同运行模式下的费用差别。

13.2.5 运行模式的重大改变，是指会影响到上游供能企业和下游用户能源供应的改变。因此在调整运行模式时，应征得上游供能企业和下游用户的同意后再进行调整，以便上下游进行相应的调整。另外，由于联供系统较为复杂，只有在联供工程项目负责人、技术工程师确认后，才能调整系统运行模式。

13.2.6 发电机组负荷率低时发电效率降低，余热利用率低时部分余热排空，均不利于联供系统的能源综合利用率，不应长时间在低负荷下运行。

13.3 启动、运行与停机

13.3.1 启动前应做好准备工作，对各分系统进行全面细致的检查。重要系统如燃气系统、发电系统以及高压电气系统的启停应该执行行业管理规定。主设备的启停应该执行操作票制度。操作票主要内容包括操作命令的发出人和执行人名称、操作开始和结束时间、详细操作流程等内容。

13.3.2 联供系统的主设备和附属设备的启动、运行、停止应该按照预先制定的操作规程进行，主要设备、系统启停应该执行操作规程。

13.3.3 联供系统并网运行目前在国内还处于摸索阶段，发电机组与公共电网首次并网，应做好各项准备工作，并通知当地电力部门，做好各项应急处置预案。并网成功后，经过一段时间的运行，可根据供电部门的调度要求工作。

13.3.4 通风系统包括发电机组和联供工程的送排风系统；汽水系统包括发电机组冷却水循环泵、排热装置、余热设备循环泵、冷却塔等系统；燃气系统包括调压、增压、检测等系统。本条规定为正常启动顺序，当发电机组在停电时临时启动作为备用电源时，余热利用系统可不启动，余热全部排放。

13.3.5 发电机组启动前应先启动配套辅助系统，发电机组运行正常符合并网条件后并网。在启动余热利用系统之前，烟气可直

接排放，冷却水可通过散热水箱或冷却塔排热。

13.3.6 系统正常停机应按与启动相反的顺序，冷却循环系统和通风系统应延时运行一定时间后停止，使发电机组和余热设备冷却，并排除可燃气体。

13.3.7 运行人员上岗前的培训考试应包含应急操作部分，工程师和运行人员应该明确什么条件下应该启动应急操作。

13.3.8 设备长期停运，在下次启动前，系统各燃气阀门开启后，应认真检查进气管路是否存在泄漏，及时排除隐患。

13.3.9 作为备用电源的发电机组应该能够随时启动，发电机组启动装置可能包括电瓶启动的蓄电池组、压缩空气启动的空气压缩机、燃气增压机等，原则上直流系统应该始终保持工作状态。

13.3.10 内燃机的运行检测可按现行国家标准《往复式内燃机性能》GB/T 6072 执行。

1 进气压力和空燃比直接影响内燃机的运行效率和排放指标，也与内燃机的使用寿命相关，在没有测试工具和测试条件的情况下，不可调整进气压力和空燃比达到内燃机的使用要求。

2 燃料气体不符合要求，容易出现增压器、气阀机构等严重机械事故。

3 联供系统发电机组烟囱常常因为位置等因素设计得较长，烟囱总容积较大，发电机组启动前设定的扫气可能不能完全满足安全吹扫需要，为确保发动机启动安全，每次启动必须按照发电机组操作规程执行，一般要求，发电机组三次启动失败，必须查找原因。重新启动前，需手动关断燃气进口阀门对烟囱系统充分吹扫。建议发动机采购招标时，要求设备具备单独的吹扫系统（现在发电机组一般只是靠增压器吹扫，只有部分发动机设计有独立的吹扫系统）。

4 润滑油系统是否正常直接关系到内燃机的运行安全，润滑油系统出现故障极易造成内燃机严重损坏，压力报警和保护是为了对其及时监控。

5 控制系统是保证内燃机与联供系统稳定、安全运行的关

键，运行中要定时巡视，当控制系统出现故障，且直接影响到内燃机稳定、安全运行时，要及时停机检修。

13.3.11 燃气轮机及其辅助设备的使用和维护指标可参照现行国家标准《轻型燃气轮机使用与维护》GB/T 11371、《航空派生型燃气轮机辅助设备通用技术要求》GB/T 13673。燃气轮机启动和停止过程最易损坏设备，产生热应力和热变形。所以燃气轮机的启停要严格按照操作规程执行。

13.3.12 微燃机运行转速极高，在更换最后一级空气过滤器时，要仔细操作，保证没有任何细小硬物颗粒进入过滤器后系统，避免出现恶性机械事故。

13.3.13 良好的真空对于吸收式制冷机至关重要。为保证设备良好真空，应按技术规范定期、正确进行抽真空操作。发现制冷机效率下降或者高发温度异常升高，应及时检查真空状况。溶液应定期检查化验，保证溶液品质及容量合格。水质不良会导致系统效率下降，增加设备腐蚀，因此需要定期进行水质化验。

13.3.14 余热烟气进入余热利用设备时，阀门如果出现故障不能正常自动调节，需及时转入手动调节，避免造成余热利用设备损毁事故，烟气阀门及其转动机构应定期维护保养。控制连锁机构也需定期检查保养。

13.3.15 发电机组停机时应按顺序操作，同时在每个步骤检查设备是否正常。

13.4 检验与维修

13.4.1 联供工程维护保养周期主要依据设备维护保养规程执行。主设备大修后应该做必要的调试和检测。重要设备的维修需执行工作票制度。联供工程的维修建议按工作性质分别使用电气工作票和热力工作票。工作票主要内容包括工作任务的下达人和执行人名称、工作开始和结束时间、具体内容和实施流程、工作地点及可能存在的风险分析和解决方案等内容。

13.4.2 主配电系统预防性试验一般每年进行1次。

13.4.3 燃气设施和用气设备的维护和检修应按照行业标准《城镇燃气设施运行、维护和抢修安全技术规程》CJJ 51-2006 要求进行。

13.4.4 测量仪表需按国家标准规定进行校验。

13.4.5 为保证联供工程的安全持续运行，减少设备故障停运时间，联供工程应库存合理数量和种类的备件。设备备件存放应有专门的库房，和物料分开存放。备件的计划订购、登记、存放应有专业人员管理；重要备件存放需防止备件被碰撞、变形、生锈、受潮、受腐蚀等。

13.4.6 发电机组的维修需有资质的专业人员进行，计划维修按照设备维护保养规程执行。燃气内燃机除日常维护外，顶部大修通常包括气阀、气阀导管、气阀座的检查更换；缸盖及缸套密封组件更换、活塞环更换、连杆瓦更换、缸套检查加工或者更换、节温器更换、中冷器、滑油冷却器清洁，发动机顶部大修后建议进行发动机测试，以检查调节进气压力；燃气轮机除日常维护外，中修范围主要包括燃烧系统的检查维护及透平的动叶、静叶的检查、流道清洗大修包括整个主机和辅机系统，大修需由有资质的专业公司完成；微燃机除日常维护外，主机内部维修通常需整机返回厂家进行。

13.4.7 吸收式冷（温）水机组维修保养一般包括气密原件的检查更换、燃烧机保养、控制系统保养等内容。



1 5 1 1 2 2 8 9 1 1

统一书号：15112·28911
定 价： 21.00 元