

UDC



中 华 人 民 共 和 国 国 家 标 准

P

GB/T 50584-202X

煤气余压发电装置技术标准

Technical specification for gas residual pressure power plant

(征求意见稿)

202X-××-××发布

202X-××-××实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
国家市场监督管理总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

煤气余压发电装置技术标准

Technical specification for gas residual pressure power plant

GB/T 50584 - 202X

主编部门：中国冶金建设协会

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：202×年××月××日

前言

本标准是根据《住房和城乡建设部关于印发 2020 年工程建设规范标准编制及相关工作计划的通知》（建标函（2020）9 号）的要求，由主编单位中冶南方工程技术有限公司会同有关单位对原国家标准《煤气余压发电装置技术规范》GB50584-2010 进行修订而成。

本标准在修订过程中，编制组遵循国家有关法律、法规计数标准，进行了广泛深入的调查研究，认真总结了我国几十年煤气余压发电及能量回收系统的设计、建设、管理经验，参考了国内外相关标准，吸收了科研成果，广泛征求了设计、制造、施工、运行、管理等方面的意见的基础上最后经审查定稿。

本标准共分 10 章和 2 个附录，主要内容包括：总则、术语、总平面布置、工艺设施、主要设备、电力设施、过程检测和控制、辅助设施、安全与环保、安装验收及调试维护等。

本次修订主要技术内容是：1. 补充煤气透平与电动机同轴驱动的高炉鼓风能量回收装置技术要求；2. 根据国家现行相关标准，调整增补煤气安全技术及管理要求等；3. 增加煤气透平与电动机同轴驱动的高炉鼓风能量回收装置主要设备内容。

本标准由住房和城乡建设部负责管理，由中国冶金建设协会负责日常管理工作，由中冶南方工程技术有限公司负责具体技术内容的解释。本标准在执行过程中，请各单位结合工程实际情况，认真总结经验，如发现有需修改补充之处，请将意见和建议寄交给中冶南方工程技术有限公司（地址：武汉市东湖新技术开发区大学园路 33 号，邮编：430223），以便今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人及主要审查人员：

主编单位：中冶南方工程技术有限公司

参编单位：中冶京诚工程技术有限公司

中冶赛迪工程技术股份有限公司

中冶华天工程技术有限公司

中冶东方工程技术有限公司

西安陕鼓动力股份有限公司

成都成发科能动力工程有限公司

江苏神通阀门有限公司

宝钢股份武汉钢铁有限公司炼铁厂

本标准主要起草人员：

本标准主要审查人员：

目次

1. 总 则	1
2. 术 语	2
3 总平面布置	4
3.1 一般规定	4
3.2 防火间距	4
3.3 道路及绿化	5
3.4 围墙	6
4 工艺设施	7
4.1 一般规定	7
4.2 工艺布置	8
4.3 煤气系统	9
4.4 密封系统	11
4.5 润滑油系统	11
4.6 液压系统	11
4.7 给排水系统	12
4.8 空气系统	12
5 主要设备	13
5.1 一般规定	13
5.2 透平膨胀机	13
5.3 发电机及励磁机	15
5.4 轴流压缩机	16
5.5 电动机、变速器、离合器	16
5.6 大型阀门	17
6 电力设施	19

6.1 电力系统	19
6.2 电气设备	19
6.3 防雷及接地	20
7 过程检测及控制	21
7.1 过程控制及检测项目	21
7.2 控制系统配置	22
7.3 控制系统功能	22
8 辅助设施	24
8.1 建筑结构	24
8.2 给排水	24
8.3 采暖通风	25
8.4 火灾报警和通讯	25
9 安全与环保	26
9.1 安全	26
9.2 环境保护	26
10 安装验收及调试维护	27
10.1 一般规定	27
10.2 安装及验收	27
10.3 调试开车	28
10.4 维护使用	30
附录 A 系统过程检测、报警及连锁项目一览表	32
附录 B 工作地点噪声声级卫生限值	35
引用标准名录	36
本标准用词说明	39
条文说明	错误！未定义书签。

CONTENTS

1. Generals	1
2. Terms	2
3. General Layout	4
3.1 General Regulations	4
3.2 Fire Separation	4
3.3 Road and Vegetation	5
3.4 Enclosure Wall	6
4. Process facilities	7
4.1 General Regulations	7
4.2 Process Layout	8
4.3 Gas System	9
4.4 Seal System	11
4.5 Lube System	11
4.6 Hydraulic System	11
4.7 Water Supply and Drainage System	12
4.8 Air System	12
5. Major Installation	13
5.1 General Requirements	13
5.2 Turbo Expander	13
5.3 Generator and Exciter	15
5.4 Axial compressor	16
5.5 Motor、Transmission、Clutch	16
5.6 Large Valve	17
6. Power Supply Facility	19
6.1 Power Supply System	19
6.2 Electrical Equipment	19

6.3 Lightning protection and Earth.....	20
7.Process Measurement and Control.....	21
7.1 control and Detecting of process.....	21
7.2 Configuring of Control System.....	22
7.3 Functions of Control System.....	22
8. Auxiliary facilities	24
8.1 Building & Structure.....	24
8.2 Water Supply and Drainage.....	24
8.3 Heating and Ventilation.....	25
8.4 Fire Alarming and Communication.....	25
9. Safety and Environmental Protection.....	26
9.1 Safety	26
9.2 Environmental Protection.....	26
10 Installation Acceptance and Commissioning Maintenance.....	27
10.1 General Regulations	27
10.2 Installation and Acceptance.....	27
10.3 Commissioning and Startup	28
10.4 Maintenance and Operation.....	30
Appendix A List of system process detection, alarm and interlocking items.....	32
Appendix B Health limits of noise level at work place.....	35
Quoted Standards in the Instructionl.....	36
Explanation of wording in this standard	39
Addition:Explanation of provisions.....	40

1. 总 则

1.0.1 为了在煤气余压发电装置、煤气透平与电动机同轴驱动高炉鼓风能量回收装置的设计、制造、施工、生产、维护中认真贯彻国家的节能减排政策，统一技术要求，做到安全可靠、技术先进、经济合理，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于新建、改建和扩建的炼铁炉顶煤气压力不小于 0.08MPa 煤气余压发电装置及煤气透平与电动机同轴驱动高炉鼓风能量回收装置的设计、制造、施工、运行、维护。

1.0.3 当钢铁煤气余能回收装置工程采用的新材料、新设备、新技术和新工艺与本标准的规定不一致或者本标准无相关条款规定时，应进行合规性判定。

1.0.4 煤气余压发电装置、煤气透平与电动机同轴驱动高炉鼓风能量回收装置的设计、制造、施工、运行、维护除应遵守本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2. 术 语

2.0.1 煤气余压发电装置 (Top gas Pressure recovery Turbine, 简称 TRT)

利用炼铁副产煤气压力与用户压力的压差、温差所具有的能量, 通过膨胀透平予以回收, 从而驱动发电机发电的装置。

2.0.2 同轴机组

将煤气余压发电装置 (TRT) 与高炉鼓风装置合并, 煤气透平与鼓风机通过变速离合器相连, 利用煤气透平回收高炉煤气的压力能、热能做功, 与电机共同驱动高炉鼓风机, 以满足高炉供风需求, 实现高炉煤气余能直接回收利用的装置。

2.0.3 炉顶压力 (top pressure)

炉顶空间的煤气压力。

2.0.4 静叶 (stationary blade)

安装在透平定子或机壳上的叶片。

2.0.5 可调静叶 (variable stator blade)

角度能够进行调节的静叶片。

2.0.6 刚性轴 (rigid shaft)

工作转速低于第一阶临界转速的轴。

2.0.7 柔性轴 (flexible shaft)

工作转速高于第一阶临界转速的轴

2.0.8 动平衡 (dynamic balancing)

调整旋转件的质量分布, 使其在旋转状态下测得的力与力偶不平衡量小于允许范围的工艺过程。

2.0.9 高速动平衡 (high speed dynamic balancing)

旋转件在最高连续工作转速下进行的动平衡校正。

2.0.10 危急遮断器 (emergency breaker)

当转子转数达到超速设定值时, 立即能触发超速保护系统的控制或遮断的部件。

2.0.11 盘车装置 (turning gear)

启动前或停机后用手动、电动或其它的方法使转子缓慢转动的装置。

2.0.12 紧急切断阀 (emergency shut-off valve)

根据系统设定的条件, 能迅速关闭, 切断透平机组入口气源的阀门。

2.0.13 旁通快开阀 (by-pass quick open valve)

当装置事故停机、紧急切断阀快速关闭时，能迅速打开装置旁路的阀门。

2.0.14 启动阀 (start-up valve)

通过流量控制进行 TRT 装置启机运行控制的阀门。

2.0.15 隔断装置 (curtain appliance)

配置在煤气管道上，用于隔断煤气，具有可靠保持煤气不泄漏到隔离区域功能的装置统称。

2.0.16 阀台 (hydraulic oil control appliance)

液压系统中控制某个阀门或某个单体设施的集合体。

2.0.17 现场总线控制系统 (field-bus control system, 简称 FCS 系统)

基于现场总线及智能化仪表的控制系统。

3 总平面布置

3.1 一般规定

- 3.1.1 TRT、同轴机组装置不应布置在人员密集地段和主要交通要道邻近处。
- 3.1.2 TRT、同轴机组装置应布置在有良好自然通风且远离有明火区域。
- 3.1.3 TRT、同轴机组装置应尽量靠近煤气净化系统，宜与煤气净化系统布置在同一个区域内。
- 3.1.4 室内布置的 TRT、同轴机组装置，其生产厂房属乙类厂房，二级耐火等级，宜布置为独立的建筑物。
- 3.1.5 室外布置的 TRT 或同轴机组装置，包括露天布置的煤气透平隔声罩等工艺设备、管道、阀门等与相邻建筑物或其他设施的间距应满足国家现行标准《钢铁企业煤气储存和输配系统设计规范》GB51128 的要求。
- 3.1.6 TRT、同轴机组装置的控制室、高压配电室、低压配电室、变压器室、操作室等生产辅助用房间可与煤气净化设施的生产辅助用房间合建。生产辅助用房间与主厂房贴邻布置时，应符合国家现行标准《建筑防火通用规范》GB55037、《建筑设计防火规范》GB50016、《钢铁冶金企业设计防火标准》GB50414 的有关规定。

3.2 防火间距

- 3.2.1 TRT、同轴机组装置主厂房、室外布置的煤气透平的隔声罩与其他建筑物、构筑物的防火间距不小于表 3.2.1 的规定。

表 3.2.1 TRT、同轴机组装置与建筑物、仓库、储罐及堆场的防火间距(m)

名 称		TRT、同轴机组装置		
火灾危险性		乙 类		
透平膨胀机功率 (kW)		N≤10000	N>10000	
室外变、配电站		25		
民 用 建 筑	裙房，单、多层	25		
	高层（一类、二类）	50		
重要的公共建筑		50		
其它建筑	耐火等级	一、二级	8	10
		三 级	10	12
		四 级	12	14
明火或散发火花的地点		25	25	
甲类仓库		按国家现行标准《建筑设计防火规范》GB50016 有关规定执行		
甲、乙、丙类液体储罐		按国家现行标准《建筑设计防火规范》GB50016 有关规定执行		
可燃、助燃气体储罐		按国家现行标准《建筑设计防火规范》GB50016 有关规定执行		

名 称	TRT、同轴机组装置
可燃材料堆场	按国家现行标准《建筑设计防火规范》GB50016 有关规定执行

- 注： 1 室外布置的 TRT、同轴机组装置，其煤气透平隔声罩与相邻或毗连建造的生产辅助用房等相关建筑外墙，最小水平净距不应小于 3m。
- 2 室内布置的 TRT、同轴机组装置，其设备外缘与厂房内墙或隔声罩内壁，最小水平净距见 4.2.6 条。
- 3 多台 TRT、同轴机组装置合建在一起时，按各台最大单机功率计算。
- 4 室外变、配电站是指电力系统电压为 35kV~500kV，且每台变压器容量在 10000kVA 以上的室外变、配电站，以及工业企业的变压器总油量大于 5t 的总降压站。
- 5 重要的公共建筑是指大型的体育场、体育馆、电影院、会议中心及商业楼等人员聚集场所。

3.2.2 TRT、同轴机组装置与铁路、道路的防火间距，不应小于表 3.2.2 的规定。

表 3.2.2 TRT、同轴机组装置与铁路、道路的防火间距(m)

名 称		TRT、同轴机组装置			
透平膨胀机功率 (kW)		N≤10000		N>10000	
厂外铁路线 (中心线)		非电力机车	电力机车	非电力机车	电力机车
		25	20	25	20
厂内铁路线 (中心线)		非电力机车	电力机车	非电力机车	电力机车
		20	15	20	15
厂外道路 (路边)		15		15	
厂内道路 (路边)	主要道路	8		10	
	次要道路	3		5	

3.2.3 TRT、同轴机组装置与管道、架空电力线的最小水平净距，应符合表 3.2.3 的规定。

表 3.2.3 TRT、同轴机组装置与管道、架空电力线的最小水平净距(m)

名 称	TRT、同轴机组装置	
透平膨胀机功率 (kW)	N≤10000	N>10000
甲、乙、丙类液体、可燃气体及助燃气体管道	3	5
架空电力线	1.5 倍电杆 (塔) 高度	

- 注： 1 与 TRT、同轴机组装置无关的可燃、助燃气体管道；甲、乙、丙类液体管道均严禁穿过或跨越其生产厂房或装置。
- 2 与 TRT、同轴机组装置无关的架空电力线；严禁穿过或跨越其生产厂房或装置。
- 3 与 TRT、同轴机组装置自身相关的各种介质管道及电力线均不受表 3.2.3 的限制。
- 4 助燃气体指氧气。

3.3 道路及绿化

3.3.1 TRT、同轴机组装置区域应有设备安全、检修维护及消防用车道。当设备安全、检修维护用车道与消防用车道合用时，应满足消防车道的要求。消防车道的设置应符合国家现行标准《建筑设计防火规范》GB50016 的有关规定。

3.3.2 TRT、同轴机组装置区域场地地坪和道路路面宜采用水泥路面，其技术要求应符合国家现行标准《建筑地面工程施工质量验收规范》GB50209 的有关规定。TRT、同轴机组装置生产厂房室内地坪标高，应高出周围室外地坪 0.3m 以上，其控制室、变配电室室内地坪标高，不应低于生产厂房室内地

坪标高。

3.3.3 TRT、同轴机组装置区域场地和道路应设雨水排水设施。

3.3.4 TRT、同轴机组装置区域内的绿化应选择难燃树种或水分大、油脂及蜡质少的常绿树种，宜种植含水分较多的四季常青草皮。

3.3.5 TRT、同轴机组装置区域内的绿化不应妨碍消防操作，不应在室外消火栓及水泵结合器四周1.0m以内种植乔木、灌木、花卉及绿篱。

3.4 围墙

3.4.1 TRT、同轴机组装置区域不宜设围墙，如需设置时，应设非实体围墙或栅栏。煤气余压回收装置与区域围墙间的防火间距不宜小于5m。

4 工艺设施

4.1 一般规定

4.1.1 TRT、同轴机组工艺系统的设计应遵循保证高炉正常运行为主、煤气能量回收为辅的基本原则，在确保高炉正常安全运行的前提下最大限度回收煤气余能。

4.1.2 TRT、同轴机组装置应明确装置安装地区的环境温度、大气压、地震烈度等条件；并应明确煤气流量、压力、温度和公辅介质的参数及 TRT 建设地区允许的电力上网电压、频率等。

4.1.3 TRT、同轴机组装置技术文件应以文字或表格形式描述如下内容：

- 1 设计界面、供货范围、系统考核要求和有关细则。
- 2 供货范围内各类设备的详细清单和有关的质量检验、合格证书、相关的安全注册证明。
- 3 透平膨胀机的性能曲线及静叶特性曲线。各类系统的启动条件、试验、操作维护要求。

4.1.4 进入 TRT、同轴机组装置的煤气质量应符合下列规定：

- 1 温度应在 30℃～280℃。
- 2 煤气净化采用湿法工艺时，含尘量不应大于 10mg/m³；煤气净化采用干法工艺时，含尘量不应大于 5mg/m³。

注：体积 m³ 为：标准工况 0℃、101.325kPa（绝压）时的干气体积。

4.1.5 TRT、同轴机组系统透平膨胀机的理论功率 N 应按下式计算：

$$N = \frac{Q}{860} * C_p * T_1 \left[1 - \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right] * f_d * \eta_T * \eta_G \dots\dots\dots 4.1.5$$

式中：N—理论功率（kW）

Q—煤气流量（m³/h）；

T₁—透平入口煤气温度（K）；

P₁—透平入口煤气压力（kPa，绝压）；

P₂—透平出口煤气压力（kPa，绝压）；

K—绝热指数，K=C_p/C_v，其中 C_p 为煤气的定压比热、C_v 为煤气的定容比热；

f_d—煤气中冷凝水所放出的汽化潜热的热量修正系数，煤气净化采用湿法工艺时为 1.1～

1.13, 采用干法工艺时为 1.0;

η_T -透平效率, 轴流反动式取 0.85;

η_G -发电机效率, 可取 0.95~0.97。

注: 煤气流量的体积 m^3 为: 0℃、101.325kPa (绝压) 时的干气体积。

4.1.6 煤气系统应遵守国家现行标准《工业企业煤气安全规程》GB6222、《钢铁企业煤气储存和输配系统设计规范》GB51128 的有关规定。

4.1.7 润滑油系统的基本及详细技术文件应有相应的润滑油系统流程图、润滑油的品种要求、管系、设备的安装、检验等要求。

4.1.8 液压系统的基本及详细技术文件应有相应的液压油系统流程图、液压油的品种要求、管系、设备的安装、检验要求。

4.1.9 TRT、同轴机组装置应满足下列条件设定值时方可启动:

- 1 氮气密封系统的设定应力。
- 2 润滑油系统的温度、给油管远端的设定压力、油箱的正常油位、高位油箱充满油。
- 3 液压油系统的设定压力。
- 4 冷却水和喷雾水干管上的设定压力。
- 5 气动阀门气源的设定压力。
- 6 煤气透平管道阀门阀位正常。
- 7 同轴机组装置中, 电机及高炉鼓风机已正常运行。

4.1.10 独立设置的 TRT、同轴机组装置的主控室应设与高炉、煤气调度室联系的直通电话。

4.2 工艺布置

4.2.1 TRT、同轴机组装置应采用地上布置, 不应地下或半地下布置。

4.2.2 TRT 装置可采用室内、半敞开式或露天布置。同轴机组宜采用室内布置。

4.2.3 TRT、同轴机组装置应根据噪声情况采取降噪措施。密闭主厂房内的煤气透平膨胀机可不设置隔声罩。

4.2.4 TRT、同轴机组装置进、出口煤气管道与相关建筑的最小净距, 不应小于表 4.2.4 的规定。

表 4.2.4 TRT、同轴机组装置进、出口煤气管道与相关建筑的最小净距 (m)

名称	TRT、同轴机组装置 (kW)			
	N≤10000		N>10000	
	并行净距	垂直净距	并行净距	垂直净距
TRT、同轴机组装置主厂房	—	0.8	—	1
相邻或毗连辅助建筑	0.5	0.8	0.8	1

注：1 相关建筑应是：TRT、同轴机组装置主厂房及其辅助建筑。

2 辅助建筑应是：与 TRT、同轴机组装置运行相关的控制室、高压配电室、低压配电室、操作室等生产辅助用房。当煤气管道经过这些建筑物区域，管道上不应设置阀门、法兰，建筑物不应设置门窗。

3 装置进、出口煤气管道与主厂房的垂直净距应是：该煤气管道底部与主厂房室内地坪或楼板间的最小间距。

4 装置进、出口煤气管道与相邻或毗连辅助建筑的垂直净距应是：该煤气管道底部与辅助建筑的屋面间的最小间距。

5 装置进、出口煤气管道与相邻或毗连辅助建筑的并行净距应是：该煤气管道外缘与辅助建筑的外墙间的最小间距。

4.2.5 多台 TRT、同轴机组装置可分开单独布置，也可合建在同一生产厂房内。

4.2.6 TRT、同轴机组装置的布置应有满足机组大修的检修空间，透平膨胀机组间的净距不宜小于 2m，主厂房内的透平膨胀机与厂房内墙的净距不宜小于 1.5m。

4.2.7 主机平台安全出口不应少于两个。

4.3 煤气系统

4.3.1 TRT、同轴机组装置在靠近煤气主管的入口侧、出口侧煤气管道应设隔断装置。

4.3.2 煤气透平入口侧煤气管道应设隔断装置、流量计、紧急切断阀等设施。当 TRT、同轴机组装置上游煤气净化系统设有外供净煤气流量计量设施时，装置入口可不设流量计，但煤气净化系统的煤气流量信号应送至 TRT、同轴机组控制室。

4.3.3 TRT、同轴机组装置宜设带调节功能的启动阀，启动阀可与煤气透平入口组合式隔断装置的蝶阀并联设置，也可设于快速切断阀后。

4.3.4 TRT、同轴机组装置煤气透平应设旁通单元，其上应设带调节功能的旁通快开阀。

4.3.5 煤气阀门应符合下列工艺规定：

1 TRT、同轴机组装置各类煤气阀门设计压力应不小于在操作中可能遇到最苛刻的压力和温度组合工况的压力，最苛刻的压力和温度组合工况应计及压力源、压力脉动、静压头、控制装置和阀门的失效或误操作失误、环境影响可能产生的运行条件，且必须满足国家现行标准《钢制管法兰》GB/T 9124 的要求。

2 TRT、同轴机组装置各类煤气阀门设计温度应按操作中可能遇到的最苛刻的压力和温度组合工况的温度确定，且必须满足国家现行标准《钢制管法兰》GB/T 9124 的要求。

3 TRT、同轴机组装置设置的盲板阀，宜在无背压的情况下开启。当安装高度距离地面净距小于或等于 6m 时，盲板阀应选用封闭式。

4 TRT、同轴机组装置设置的蝶阀，其密封试验级别不应低于国家现行标准《工业阀门压力试验》GB/T13927 的 B 级、密封副宜采用金属硬密封形式。

5 紧急切断阀应有快闭缓开功能，快闭动作时间不应大于 1s。旁通快开阀应有缓闭快开功能，快开时间不应大于 1s。

4.3.6 煤气净化采用湿法工艺时，TRT、同轴机组装置进口、出口煤气管道、煤气透平膨胀机组级间

应设连续排水密封罐。煤气净化采用干法工艺时，TRT、同轴机组装置的进口管道宜设、出口管道应设定期的排水密封罐。TRT、同轴机组装置出口煤气管道的排水密封罐，其水封高度应比管道的最高工作压力加 500mm，且不小于 4000mm。

4.3.7 煤气管道及管件应符合下列规定：

- 1 煤气透平膨胀机组进出口煤气管道对接管节点处的作用力和弯矩不应大于设备允许的范围。
- 2 TRT、同轴机组装置前后煤气管道宜选用 316L、254SMo 等奥氏体不锈钢波纹补偿器。当煤气净化采用干法工艺时，不锈钢补偿器材质的选择应考虑氯离子、硫化物等对补偿器的腐蚀因素。
- 3 TRT、同轴机组装置内的碳钢煤气管道，其腐蚀裕量应大于或等于 2mm。透平膨胀机进出口节点处的弯头应采用园弧弯，其腐蚀裕量应大于或等于 3mm。
- 4 煤气净化采用干法工艺时，TRT、同轴机组装置的煤气设备和管道，其法兰垫片的材质应使用耐高温的石墨盘根或专用包覆填料、缠绕填料。

4.3.8 管道及阀门的公称直径超出国内外各类标准法兰的规格时，则法兰的设计、制作应符合如下要求：

- 1 管道及阀门的法兰设计应符合现行《压力容器》GB150 的规定、填料宜按软填料选取，成品说明书中应注明所能选取的填料材质限制。
- 2 管道法兰材质性能应高于等于钢号 Q235B 的要求。
- 3 材料金属工作温度大于或等于 100℃、工作压力大于或等于 0.1MPa 的法兰材质应符合压力—温度等级的许用应力。
- 4 管道法兰应参照所配阀门法兰标准系列的技术要求制作。

4.3.9 煤气系统的主要工艺控制应符合以下规定：

- 1 TRT、同轴机组装置进、出口的所有阀门应按顺序动作。
- 2 TRT、同轴机组装置入口隔断装置的盲板阀，应在关闭阀确认关闭后手动或联锁启闭，盲板阀两侧宜设置差压显示、报警。当差压小于等于该类阀的规定值时，才允许阀门启动。
- 3 煤气净化采用干法工艺时，TRT、同轴机组装置入口煤气应有温度高限与煤气透平主机停机及紧急切断阀关闭的联锁控制，联锁温度设定值根据煤气透平主机的设计温度确定。
- 4 煤气透平可调静叶开度宜在高炉控制室及 TRT、同轴机组装置控制室均能显示，并应在 TRT、同轴机组控制室控制开度。
- 5 TRT、同轴机组装置进出口煤气管道阀门均应有开、关到位信号。入口蝶阀、启动阀、控制阀、旁通快开阀均应有开度指示信号。
- 6 当煤气透平膨胀机事故停机，炉顶压力采用 TRT、同轴机组装置与煤气减压阀组或旁通快开

调节阀并联控制系统时，煤气减压阀组或旁通快开阀应自动打开并介入顶压控制，紧急切断阀及煤气透平膨胀机的入口静叶应自动迅速关闭。

7 TRT、同轴机组装置的透平膨胀机应在控制室及现场设置紧急停机按钮。厂房机械排风机应设置控制室及现场操作按钮。

4.4 密封系统

4.4.1 TRT、同轴机组装置密封系统应控制煤气泄漏量在国家现行规范标准要求的范围内，并确保机组能够长期、安全、稳定、可靠的运行。

4.4.2 煤气透平轴端密封可采用迷宫密封或充气式组合密封，采用充气式组合密封时，用于密封的气体宜为氮气或其他惰性气体，其纯度应大于或等于 99.9%或氧含量应小于 10ppm、压力应不小于 0.35MPa。密封的充气压力应与被密封煤气压力进行差压控制。

4.5 润滑油系统

4.5.1 供 TRT、同轴机组装置的润滑油应满足设备运行安全的质量要求。

4.5.2 润滑油系统的组成和控制宜符合现行行业标准《专用的润滑、轴密封和控制油系统》JB/T4365 的有关要求，润滑油站应有高位油箱，油站除高位油箱外宜采用撬装式供货。

4.5.3 润滑油泵除采用主油泵（TRT、同轴机组透平膨胀机主轴驱动）加电动油泵外，也可采用双电动油泵系统。主油泵和辅助油泵应有自动无扰换泵控制。

4.5.4 油冷却器的油侧压力应高于冷却水压力。

4.5.5 润滑油站的供油管道、管件宜为不锈钢或铜及铜基合金材质。润滑油站油箱及滤油器前管道可选用碳钢材质，但其内部应进行酸洗、钝化处理。润滑油系统进油各支管或进油总管应设调节装置。

4.5.6 回油管道流向油箱的坡度不宜小于 0.04。

4.5.7 润滑油系统油液污染度等级不低于国家现行标准《液压传动 油液固体颗粒污染等级代号》GB/T 14039 中规定的 22/20/17 级。

4.5.8 润滑油箱宜采用无油雾排放的油雾收集器，油箱顶空间应有一定的负压。

4.6 液压系统

4.6.1 供阀门及 TRT、同轴机组装置的液压油应符合设备使用的质量要求。

4.6.2 液压系统应符合国家现行标准《液压传动 系统及其元件的通用规则和安全要求》GB/T3766 及《重型机械液压系统通用技术条件》JB/T6996 的有关要求。

4.6.3 液压站应采用撬装式供货。

4.6.4 当 TRT、同轴机组装置进出口煤气管道隔断装置采用液压控制时，液压控制系统宜同时配置手动泵、手动阀，以便手动操作。

4.6.5 液压站的伺服阀台前应设二次过滤器，过滤器应具备在线更换检修功能，其过滤精度宜为 3 μm 。液压站的油箱应设自过滤系统。液压系统油液污染度等级不低于国家现行标准《液压传动 油液固体颗粒污染等级代号》GB/T14039 中规定的 18/16/13 级。

4.6.6 液压站应设蓄能器。

4.6.7 液压管路、管件、阀门及油箱的材质应选用不锈钢。

4.6.8 液压系统除有常规的液压油温度、压力和冷却水压力仪表外，尚应有液压油温和加热器、冷却器连锁控制。二个恒压变量泵工作制度应为一用一备，实现自动切换运行。

4.7 给排水系统

4.7.1 TRT、同轴机组装置的冷却水应为净循环水，煤气净化采用湿法工艺时，装置的喷雾水宜采用工业净化水。

4.7.2 TRT、同轴机组装置各净循环水用户接点处的压力不应小于 0.30MPa。装置区域内净循环水及喷雾水供水干管的压力不应小于 0.35MPa。

4.7.3 发电机和电动机的设备和工程的消防设计应遵循 GB55037-2022《建筑通用防火规范》、GB55036-2023《消防设施通用规范》、DL5027-2015《电力设备典型消防规程》等相关国家现行相关标准要求。

4.8 空气系统

4.8.1 同轴机组装置轴流压缩机运行工况点应根据高炉冶炼参数和当地气象条件经计算确定。

4.8.2 同轴机组装置轴流压缩机的吸风、排气、防喘振以及送风等工艺系统的设计应符合国家现行标准《钢铁企业热力设施设计规范》GB50569 的有关要求。

5 主要设备

5.1 一般规定

- 5.1.1 TRT、同轴机组设备的选型应遵循安全稳定、高效节能、操作运维简单方便的原则，且应满足在高炉生产要求的运行工况区域运行。
- 5.1.2 透平膨胀机应确定最大允许功率，设计点、最小工况点的功率。
- 5.1.3 TRT、同轴机组装置及其辅助设备应适合于当地的气候条件。设计时应考虑在运行或停车时能防止湿气、粉尘及杂质的侵入。
- 5.1.4 机壳管路部件中易积水的地方，应有排水装置。
- 5.1.5 润滑油、液压油系统，宜设加热装置。
- 5.1.6 装配和拆卸时，应设置顶丝、导杆及机壳定位销。
- 5.1.7 TRT、同轴机组装置的噪声限值应遵循国家现行标准《工业企业噪声控制设计规范》GB/T50087的有关规定，必要时可采取消声、隔声措施。
- 5.1.8 本规范对 TRT、同轴机组设备未规定的事项，均应符合国家现行标准《旋转电机 定额和性能》GB/T755、《小容量隐极同步发电机技术要求》GB/T21663、《隐极同步发电机技术要求》GB/T7064、《高炉煤气能量回收透平膨胀机》GB/T28246 的要求。

5.2 透平膨胀机

- 5.2.1 透平膨胀机的材料应符合下列要求：
- 1 煤气透平零部件的材料应根据高炉煤气的温度及所含腐蚀性介质的浓度进行选择。
 - 2 铸件应完好，没有热裂、夹渣、缩孔、砂眼、裂纹、氧化皮、结疤和类似的有害缺陷。铸件的表面应通过喷砂、喷丸、化学清洁或其它方法来清理。模压分离的飞边和浇铸冒口的残余物应予以切除、锉平或磨平。
 - 3 焊接件材料适宜于焊接，焊接辅料必须与母材相熔。所有对安全和运行可靠性有影响的焊缝均应由合格焊工焊接。
- 5.2.2 机壳可采用铸件或焊接件。机壳厚度应适于允许最高工作压力和试验压力，并至少有 3.2mm 的腐蚀裕度。
- 5.2.3 机壳连接应符合如下要求：
- 1 除了辅助接管允许螺纹接管外，其余接管宜采用法兰连接或加工出平面后用螺柱连接。所有至机壳的工艺气体接管都应满足极端工况。
 - 2 螺纹应符合国家现行标准《普通螺纹 基本尺寸》GB/T 196、《普通螺纹 公差》GB/T 197 和《60℃

密封管螺纹》GB/T12716 等规定。

- 3 应优先选用双头螺柱连接。螺孔不应穿透压力腔，而且剩余母材应有足够厚度。
 - 4 接管应不移动机器上的主要部件，应能进行安装和拆卸。
 - 5 所有接管的焊接应在压力试验前完成。
 - 6 煤气进出口接管应采用法兰连接或加工出平面后用螺柱或螺栓连接。管口方位按协议规定。
- 5.2.4 机壳的支承应符合如下要求：
- 1 有导向键的轴承座，应有利于机壳热膨胀。
 - 2 轴承座与底座之间或机壳支腿与底座之间的局部间隙不应大于 0.05mm。
- 5.2.5 机壳和支腿的设计应具有足够的强度和刚度，在许用外力和外力矩作用下，联轴器的同轴度应控制在 50 μm 之内。
- 5.2.6 透平膨胀机的技术文件，应明确进出口法兰处的需用外力和外力矩。
- 5.2.7 定子元件应符合如下要求：
- 1 透平膨胀机应采用静叶可调式结构。可调静叶可以是单级或多级。煤气透平的静叶调节机构的设计应适应高炉煤气频繁波动的工况。
 - 2 可调静叶及其操作机构应适用于包括启动、停车的所有规定的工作条件。
- 5.2.8 透平膨胀机转子应符合如下要求：
- 1 转子可以采用刚性轴或柔性转子。
 - 2 TRT 透平膨胀机的转子上应设置超速保护装置。
 - 3 主轴要进行热稳定试验或其它热处理方式并进行无损检测。
 - 4 透平膨胀机叶片材料，应根据其承受的静载荷、动载荷、疲劳、耐磨、频率等因素确定。
 - 5 机组应做扭振分析，扭振计算时应考虑弯曲振动与扭转振动的固有频率。固有扭振频率至少应比任一激励频率高 10% 或低 10%，且至少应比任一激励频率的二倍高 10% 或低 10%。若不能满足上述要求，应采取必要步骤消除临界振动或避开这些转速区。当通过调整联轴器来调整机组扭转临界转速后仍不满足要求时，应进行应力分析。
 - 6 弯曲临界转速计算应考虑到联轴器、轴承等因素的影响，其值应符合表 5.2.8.1 规定。

表 5.2.8.1 弯曲临界转速

轴	设备	
	轴流压缩机	煤气透平
刚性轴	$n_{cr1} \geq 1.2n$	$n_{cr1} \geq 1.25n$
柔性轴	$n_{cr1} \leq 0.85n$	$n_{cr1} \leq 0.85n$
	$n_{cr2} \geq 1.2n$	$n_{cr2} \geq 1.25n$

注: n 为工作转速, n_{cr1} 为第一阶临界转速, n_{cr2} 为第二阶临界转速。

- 7 透平膨胀机转子应进行动平衡校正。
- 5.2.9 轴承和轴承箱应符合如下要求:
 - 1 轴承应分为径向轴承和止推轴承。
 - 2 止推轴承宜为有轴衬体的巴氏合金的多瓦块结构。
 - 3 瓦块的设计和制造应具有精确尺寸, 以便能进行互换和更换个别瓦块。
 - 4 轴承箱与透平膨胀机机壳为分体结构时, 应确保轴承对中的可靠性和重复性。
 - 5 在规定的运行条件下, 轴承和轴承箱的油温温升应不超过 28°C 。轴承出口油温不应超过 82°C 。
 - 6 轴承箱的设计应能安装测振仪表。
 - 5.2.10 透平膨胀机必须设置性能良好的轴端密封。煤气轴端密封一般采用迷宫密封或充气式组合密封, 充气式密封宜采用氮气作为密封气, 密封的充气压力应与被密封煤气压力进行差压控制。密封系统应能在工艺系统投运前投入运行。
 - 5.2.11 煤气净化采用湿法工艺时, 透平膨胀机应配备喷雾装置。
 - 5.2.12 透平膨胀机应配备盘车装置, 盘车装置可采用液动或电动驱动方式, 啮合方式可采用手动或自动, 脱开方式应采用自动, 在透平膨胀机启动及脱离系统停机后使用。当同轴机组系统的透平膨胀机与变速离合器处于连接状态, 而轴流压缩机处于停止鼓风状态时, 透平盘车电机不应启动。
 - 5.2.13 对透平膨胀机的其它要求应符合国家现行标准《高炉煤气能量回收透平膨胀机》GB/T28246 的规定。

5.3 发电机及励磁机

- 5.3.1 发电机运行工况应符合下列规定:
 - 1 发电机要适应因输入功率波动而引起出力频繁波动的长期运行工况。
 - 2 发电机应适应电动机工况运行, 发电机电动状态运行 2 小时内不应出现任何异常状况。
- 5.3.2 励磁方式和励磁系统应符合以下要求:
 - 1 同步发电机应采用由主、副励磁机及励磁控制系统组成的无刷励磁方式。
 - 2 励磁控制系统宜为双通道数字控制系统, 双通道均为闭环自动调节器, 能对发电机实现手动、自动励磁调节, 强励及快速灭磁, 并具备自动恒电压调节、自动恒无功功率调节、自动恒功率因数调节等调节特征。各通道之间的切换、通道本身自动与手动之间的切换以及三恒之间的切换均是无扰动切换。
 - 3 励磁系统适应发电机发电和电动两种运行状态。
 - 4 对励磁系统的其它要求应符合国家现行标准《同步电机励磁系统大、中型同步发电机励磁系统技术要求》GB/T7409.3 的规定。

- 5.3.3 发电机应设检测转子线圈两点接地装置。
- 5.3.4 电机绝缘应符合以下要求：
- 1 定、转子绝缘系统应采用耐热等级 B 级或 B 级以上的绝缘材料。
 - 2 耐电压试验方法应按现行行业标准《高压交流电机定子线圈及绕组绝缘耐电压试验规范》JB/T 6204 执行。
- 5.3.5 发电机转子应良好地接地。
- 5.3.6 发电机应设轴承座在线监测振动探头。
- 5.3.7 TRT 装置的发电机室外安装，其机壳防护等级应不低于 IP54。
- 5.3.8 本规范中未规定的事项均应符合国家现行标准《旋转电机 定额和性能 》GB/T755、《小容量隐极同步发电机技术要求》GB/T21663、《隐极同步发电机技术要求》GB/T7064 的有关规定。

5.4 轴流压缩机

- 5.4.1 轴流压缩机宜为双出轴连接方式。
- 5.4.2 轴流压缩机设计时宜将机壳、转子固定点设置于离合器侧。
- 5.4.3 进排气形式宜选用径向进气、下排气结构。
- 5.4.4 轴流压缩机采用静叶可调结构，以应对高炉工况的变化需求。
- 5.4.5 轴端密封应能阻止或防止工艺气体向大气泄漏，且安装后应易于拆卸和更换。
- 5.4.6 除符合上述规定外，轴流压缩机还应符合现行行业标准《一般用途轴流式压缩机》JB/T4359 的相关要求。

5.5 电动机、变速器、离合器

- 5.5.1 电动机额定功率按满足轴流压缩机最大工况设计，可在煤气透平不投入的情况下单独驱动轴流压缩机在最大工况运行。
- 5.5.2 电动机应带漏水检测开关，并安装磁力中心线标识。
- 5.5.3 电动机宜采用水-风冷却器进行冷却。
- 5.5.4 对于额定功率 30MW 及以上的大功率电动机，宜配置振动检测装置。
- 5.5.5 变速器使用系数取 1.4，变速离合器使用系数取 1.6。
- 5.5.6 齿轮制造精度不低于 5 级。
- 5.5.7 一般情况下，变速离合器的额定功率，按煤气透平最大功率取整或供需双方商定。
- 5.5.8 变速离合器为变工况运行，应适应在 10%~100%额定功率的工况范围内长期运行。
- 5.5.9 变速离合器若为刚性联轴器联接，设计时应充分考虑轴流压缩机热胀影响。
- 5.5.10 5.5.10 变速离合器只可在轴流压缩机停机后进行检修。

5.6 大型阀门

5.6.1 TRT、同轴机组装置所用大型阀门为用于煤气主管道上的金属密封蝶阀、盲板阀、轴流压缩机出口大型空气阀门。

5.6.2 煤气透平应配置检修、紧急快关、紧急快开等功能阀门，保障煤气透平的正常投入与安全退出。

5.6.3 TRT、同轴机组装置大型阀门的通用要求应符合以下规定：

- 1 阀门的驱动方式、控制要求及动作时间应该与用户协商确定。
- 2 阀门的防护等级及防爆等级应根据电气设施的区域爆炸危险区域等级划分。
- 3 阀门通道与介质接触部分宜进行特殊处理，处理要求应根据介质性能确定。
- 4 钢制阀体材料的压力—温度额定值按国家现行标准《钢制阀门 一般要求》GB/T 12224 的有关规定。
- 5 阀门法兰技术条件应符合国家现行标准《钢制管法兰第 1 部分：PN 系列》GB/T9124.1 和《钢制管法兰第 2 部分：Class 系列》GB/T9124.2 的有关规定。对于大口径非标法兰应符合本规范 4.3.8 条规定执行。

6 阀门用垫片宜采用金属包覆垫片或者缠绕式垫片。

5.6.4 盲板阀应符合以下要求：

- 1 盲板阀应符合国家现行标准《眼镜阀》GB/T24917 的规定，其密封试验应符合国家现行标准《眼镜阀》GB/T24917 附录 A 的规定，其泄漏量应为零。
- 2 盲板阀安装时必须使其承压密封侧与管系检修时的承压方向保持一致。
- 3 盲板阀本体上应标识醒目的“介质流向”箭头或“高压侧”及“低压侧”字样。
- 4 封闭式盲板阀应在底部设置排灰口，并宜在阀门的两侧设置气体吹扫装置。
- 5 封闭式盲板阀应在阀门的顶部设置放散口。
- 6 封闭式盲板阀应设置检修用人孔。
- 7 封闭式盲板阀在完全背压的情况下不宜直接开启。
- 8 盲板阀是双动阀，即在阀门开启和关闭动作之前必须先松开阀门密封副，在阀门开启和关闭到位之后必须夹紧阀门密封副，两个动作必须顺序进行并且需要互锁。阀门开关到位及松开夹紧到位均要有满足用户要求的信号输出。

5.6.5 金属密封蝶阀尚应符合以下要求：

- 1 金属密封蝶阀应符合现行行业标准《金属密封蝶阀》JB/T8527 的规定。
- 2 主要由阀门本体、驱动装置及控制系统三大部份组成。
- 3 金属密封蝶阀本体的结构形式宜采用三偏心斜板式结构。

- 4 金属密封蝶阀的连接形式宜采用双法兰连接。
- 5 金属密封蝶阀有安装位置及方向要求时,应在产品使用说明书中表明。
- 6 金属密封蝶阀试验应符合金属密封蝶阀试验应符合国家现行标准《工业阀门压力试验》GB/T13927 的有关规定。泄漏量按 B 级规定执行。

7 紧急切断蝶阀应满足以下要求:

- 1) 紧急切断蝶阀应采用外置式轴承,不与介质接触,提高阀门动作可靠性,避免阀门在高温状态下轴承卡阻。
- 2) 紧急切断蝶阀的驱动装置采用弹簧复位油缸,应带有快关、慢开、慢关和 15° 范围内游动操作功能。
- 3) 紧急切断蝶阀应带有机电保护功能。
- 4) 当 TRT、同轴机组装置出现故障时,紧急切断蝶阀必须依靠弹簧力或者其他机械力在 1s 内关闭门。
- 5) 弹簧复位油缸尾部应该具有可变节流缓冲装置。
- 6) 紧急切断阀应符合现行行业标准《高炉 TRT 系统用快速切断阀》JB/T12007 的规定。

8 旁通快开蝶阀应满足以下要求:

- 1) 旁通快开蝶阀与煤气透平膨胀机入口的快速切断阀、透平主机并联,且与快速切断阀连锁。
- 2) 当紧急切断阀关闭时,旁通快开蝶阀应该在 1s 内打开以保证系统正常工作。
- 3) 旁通快开蝶阀应采用伺服油缸驱动方式。
- 4) 旁通快开阀宜应配有阀位传感器,反馈 4~20mA 的模拟量信号满足系统的需要。
- 5) 旁通快开阀宜配置 2 台,1 台选用单作用油缸,一台选用双作用油缸。

5.6.6 空气阀门

- 1 助关止回阀宜为气动或液动驱动。
- 2 防喘振调节阀宜为气动或液动驱动,数量不应少于 2 台,且具有快速开启功能,其总流通能力应满足轴流压缩机最大放风量的要求。
- 3 送风阀宜采用电动调节蝶阀。

6 电力设施

6.1 电力系统

- 6.1.1 TRT、同轴机组装置的供配电设计应符合国家现行标准《供配电系统设计规范》GB50052 的有关规定，用电负荷等级应为一级并应采用双重电源供电。
- 6.1.2 TRT 装置发电机必须与企业配电系统并网运行，发电机与企业配电系统的连接设计，应根据发电机的单台容量、企业配电系统现状、电力负荷的供电情况，经技术经济比较后确定。
- 6.1.3 同轴机组的供配电方案应综合企业电压等级、供电范围、负荷性质和大小及区域总图布置等因素，经技术经济比较后确定。
- 6.1.4 TRT、同轴机组装置供配电系统继电保护和安全自动装置的设计，应符合现行的国家标准《继电保护和安全自动装置技术规程》GB/T14285 以及《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》GB50062 的有关规定。
- 6.1.5 同轴机组的主电机的启动方式应根据企业电网容量和负载、短路参数等条件进行选择，应保证机组冷态、热态下的安全启动，并满足电网设计要求，且不影响其它用电设备的正常运行。
- 6.1.6 TRT 装置发电机的并网必须考虑对接入点母线上短路容量助增的影响。在靠近发电机处的短路点，还应考虑短路电流非周期分量的影响。
- 6.1.7 TRT 装置发电机的发电量应参与企业的电量平衡，但不应承担调峰作用。
- 6.1.8 TRT 装置发电机电压应根据企业配电压或并网点电压确定，发电机并入电网的上级区域变电所的主变压器宜采用有载调压变压器。
- 6.1.9 TRT 装置发电机同期点宜设置在发电机出口断路器处。
- 6.1.10 TRT 装置发电机与企业配电系统之间的联络线宜设置线路纵联差动保护。

6.2 电气设备

- 6.2.1 TRT 装置发电机、同轴机组的电动机电压母线宜采用单母线接线。对于单机容量较大的发电机、电动机，应采用发电机变压器组单元、电动机变压器组单元接线。
- 6.2.2 当 TRT 装置发电机并入电网，因电网内的短路电流过大影响开关设备选型时，可在发电机与系统联络线回路安装限流电抗器，根据短路电流情况，在发电机出口或系统联络线回路采取限流措施。
- 6.2.3 TRT、同轴机组装置的低压配电应保证两路电源供电，工作电源与备用电源之间的相位应一致，且至少应从外部电网引接一回专用线路作为供电电源。
- 6.2.4 TRT、同轴机组装置的低压配电系统应采用 TN-S 系统。低压配电电压宜采用 380V/220V，动力和照明网络共用的中性点直接接地方式。TRT 装置发电机的中性点应采用不接地方式。

6.2.5 TRT、同轴机组装置主要工艺设备的控制、测量和信号宜采用集中控制，其控制应并入机电一体的控制系统中。

6.2.6 当 TRT、同轴机组装置的发电机、电动机及电力系统发生故障时，必须联锁煤气透平膨胀机组停机。

6.2.7 TRT 装置发电机、同轴机组的高压配电装置，应采用户内成套配电装置。配电变压器宜选用干式变压器，接线组别宜为 D，yn11 接线。

6.2.8 TRT、同轴机组装置应设置控制室，高压配电装置、主变压器、配电变压器、系统联络线、直流屏、励磁屏、同期装置等电气及仪表设备应合并布置，并在控制室进行控制。控制室等电气建筑物位置的选择，应根据全厂布置方案，遵循国家现行标准《建筑设计防火规范》GB50016、《建筑防火通用规范》GB55037 相关要求的前提下，综合安全可靠、满足电气主接线的要求、靠近发电机、主电机、节省电缆，方便运维管理等因素，经技术经济比较后确定。

6.2.9 TRT 装置设有发电机出线小室时，应与空气冷却器隔离，单独设置。发电机出线小室的门应为乙级防火门。

6.2.10 TRT、同轴机组装置置于露天的电气设备其机壳防护等级不小于 IP54，处于爆炸和火灾危险环境的电气设备的设计、选型及安装施工应同时满足国家现行标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB50058 及火灾危险环境电力装置设计及安装施工的相关规范要求。。

6.3 防雷及接地

6.3.1 TRT、同轴机组装置主厂房应按国家现行标准《建筑物防雷设计规范》GB50057 的规定确定防雷建筑物类型，并按其要求配置防雷接地装置。

6.3.2 TRT、同轴机组装置主厂房接地应按国家现行标准《交流电气装置的接地设计规范》GB/T50065 和《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB50058 的规定进行设计。

6.3.3 输送可燃或助燃气体、液体的管道应按国家现行标准《钢铁冶金企业设计防火标准》GB50414 的有关规定进行防静电设计。

7 过程检测及控制

7.1 过程控制及检测项目

7.1.1 TRT、同轴机组装置应设炉顶压力控制、紧急切断阀控制、轴封差压控制、透平转速控制、发电机负荷控制、透平机安全连锁、轴流压缩机安全连锁等控制功能；TRT 装置的过程检测、报警及连锁应有的项目应符合本规范附录 A.1 的规定。同轴机组系统的过程检测、报警及连锁应有的项目应符合本规范附录 A.2 的规定。主要连锁检测应有如下项目：

1 压力和压差检测：

1) TRT：轴封氮气管氮气压力（或与煤气压差）、润滑油总管最远点压力、液压油压力检测等；当这三个信号中任一信号超限时必须连锁停机。

2) 同轴机组：除轴封氮气管氮气压力（或与煤气压差）、润滑油总管最远点压力、液压油压力检测等外，还需测量轴流压缩机入口过滤器压差、喉部差压、润滑油压力、进出口空气压力。

2 温度检测：

1) TRT：煤气进口总管煤气温度、透平机轴承温度、发电机轴承温度检测等；当这三个信号中任一信号超高时必须连锁停机。

2) 同轴机组：除煤气进口总管煤气温度、透平机轴承温度外，还需测量轴流压缩机进出口空气温度、轴承温度、驱动电机轴承温度、变速箱轴承温度、润滑油油箱及总管温度、冷却水温度等。

3 转速、轴位移和轴振动检测：

1) TRT：透平转速、透平机主轴轴位移、透平机主轴轴振动、发电机轴承座振检测等；当这四个信号中任一信号超高时必须连锁停机。

2) 同轴机组：膨胀机转速、轴位移、轴振动，轴流压缩机轴振动、轴位移，变速箱振动，变速器离合器振动。

7.1.2 压力表应符合下列规定：

1 安装在振动部位的压力表，应采用充液型防振压力表；其它部位采用弹簧压力表。

2 压力表表盘直径不小于 100mm，盘面为白底黑字。

3 精度优于 1.5%。

7.1.3 压力和差压变送器应符合下列规定：

1 当设置在室外时，其防护等级应不小于 IP65；当设置在爆炸危险区域时，其应遵循国家现行标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB50058 的规定。

- 2 宜采用两线制变送器，输出信号为：4~20mA。
- 3 精度优于 0.5%。
- 7.1.4 就地温度计应符合下列规定：
 - 1 应采用双金属温度计。
 - 2 温度表表盘直径不小于 100mm，盘面为白底黑字。
 - 3 精度优于 2.0%。
- 7.1.5 温度传感器应符合下列规定：
 - 1 当设置在室外时，其防护等级应不小于 IP65；当设置在爆炸危险区域时，其应遵循国家现行标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB50058 的规定；
 - 2 采用三线制传感器，分度号：Pt100；
- 7.1.6 转速表的精度优于 1.0%。
- 7.1.7 与过程检测和控制仪表相配套的二次仪表，安装于控制室内的仪表盘上或盘内，仪表盘的防护等级不小于 IP20。仪表盘的型式和尺寸应遵循国家现行标准《工业自动化仪表盘、柜、台、箱》GB/T 7353 的规定。
- 7.1.8 检测仪表和控制系统应设置可靠的接地。

7.2 控制系统配置

- 7.2.1 控制系统应采用 DCS（或 PLC、FCS）控制系统。
- 7.2.2 控制系统的控制应同时包含电气控制和仪表控制的内容。
- 7.2.3 控制系统的硬件一般由工作站、DCS（或 PLC、FCS）控制器、DCS（或 PLC、FCS）本地或远程 I/O 站、不间断电源（UPS）、网络设备以及打印机等组成。其中工作站不应少于 2 台，I/O 口的备用容量宜为 15%~20%。
- 7.2.4 控制系统中的控制器、I/O 设备、网络设备等安装在 DCS（或 PLC、FCS）控制系统的控制盘内，控制盘的防护等级不应小于 IP20，其控制盘安装在控制室或计算机室内。
- 7.2.5 控制系统中的工控机的显示器、打印机等设备安装（安放）在操作室内的操作台台面上，工控机的主机备安装（安放）在操作台下（内）。
- 7.2.6 在操作台明显处应设置紧急停车按钮。

7.3 控制系统功能

- 7.3.1 控制系统的画面应由主显示画面、操作画面、报警历史画面、历史数据画面等组成，在各画面上应设有进入其他画面的操作按钮。
- 7.3.2 控制系统的主显示画面应显示所有的仪表参数的实测值、控制阀门的开度值、开关阀门的阀

位等；用带颜色的闪烁表示该参数处于报警状态或非正常状态；用不同的颜色或状态表示所有设备的实时状态等。

7.3.3 控制系统的操作画面应设置设备或控制系统的控制方式的选择按钮以及在手动控制方式时操作该设备或控制系统的操作手段。

7.3.4 控制系统的报警历史画面应符合下列规定：

- 1 在所有的画面中都必须设置一定的区域用以显示最近出现的报警信号；
- 2 在所有与该报警相关的参数或设备出现的画面中都必须以醒目方式带颜色的闪烁表明该参数或设备处于非正常状态；
- 3 应设置单独的报警历史记录画面，所存数据不应少于 15d；
- 4 当与本 TRT、同轴机组装置设有相关的二级系统时，本系统不记录报警历史，由相应的二级系统完成。

7.3.5 控制系统的历史数据画面应采用曲线的方式显示所有的历史数据，应能查询不少于 15d 内的历史数据。当与本 TRT、同轴机组装置设有相关的二级计算机系统时，本系统不记录历史数据，由相应的二级系统完成。

7.3.6 控制系统应该完成 7.1.1 所列的所有控制项目。

7.3.7 TRT、同轴机组装置安全连锁系统含透平膨胀机组、轴流压缩机组等安全起动所必须满足的逻辑条件；和由于过程参数以及设备状态偏离了预定要求时需要透平膨胀机组、轴流压缩机组等紧急停车的逻辑条件。

7.3.8 控制系统必须设置当前动作未完成或未进行时，与本动作相关的下一动作不得启动的连锁控制。

8 辅助设施

8.1 建筑结构

- 8.1.1 TRT、同轴机组装置主厂房生产的火灾危险性为乙类，其辅助建筑中的控制室生产的火灾危险性为丁类，室内配电室生产的火灾危险性为丙类或者丁类。所有建筑物的耐火极限均不应低于二级。
- 8.1.2 厂房的耐火等级、层数、面积和平面布置应符合国家现行标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《建筑防火通用规范》GB55037 关于厂房（仓库）的有关规定。
- 8.1.3 厂房的防爆设计应符合国家现行标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《建筑防火通用规范》GB55037 关于厂房（仓库）的有关规定。当辅助建筑与 TRT 装置主厂房贴邻建造时，应采用耐火极限不低于 3.00h 的不燃烧体墙体隔开。隔墙上不宜开设门、窗洞口。如确需开设门及观察窗时，开设的观察窗应为固定的甲级防火窗。
- 8.1.4 厂房的安全疏散应符合现行国家现行标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《建筑防火通用规范》GB55037 的有关规定。
- 8.1.5 承重结构构件应根据承载能力极限状态及正常使用极限状态的要求进行设计。对构件承载力、稳定、变形、抗裂、抗震等进行计算和验算。
- 8.1.6 结构型式应根据工程特点、施工条件等经综合比较确定，主厂房框、排架及平台，宜采用钢筋混凝土结构，其它建筑物、构筑物，宜采用钢筋混凝土结构或砖混结构。
- 8.1.7 TRT、同轴机组基础应采用独立的钢筋混凝土结构。基础设计应符合国家现行标准《动力机器基础设计规范》GB50040、《混凝土结构设计规范》GB50010 的有关规定。
- 8.1.8 建筑物、构筑物的抗震设防要求应符合国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB50011 的规定。
- 8.1.9 TRT 装置的发电机与冷却器之间有冷却风道时，风道宜采用混凝土结构；受条件限制采用钢板焊接时，宜采取隔热措施。

8.2 给排水

- 8.2.1 给水
- 1 给水水源和冷却水系统以及生活水的供给，宜与炼铁一并考虑。
 - 2 TRT、同轴机组装置生产用水量应根据用水设备的最大小时用水量计算，并采用循环系统。
 - 3 有人值守的 TRT、同轴机组装置生产区应设生活用水。
 - 4 室内布置的 TRT、同轴机组装置应设置室内消火栓，室外布置的，其消防由室外统一考虑。
 - 5 煤气净化采用湿法工艺时，TRT、同轴机组装置湿式透平膨胀机组静叶及叶片冲灰喷雾水宜采用工业净化水。

6 北方地区的 TRT、同轴机组供回水管道，宜在低处设置放水阀，高点设置放气阀。

8.2.2 排水

1 湿式透平膨胀机组静叶及叶片冲灰浊水以及地坪冲洗水，可就近排入炼铁浊环水系统或冲渣水系统统一处理。

2 系统排水宜采用无压排水；若为有压排水，应确保足够差压以利于排水顺畅，所有排污口不得发生污水倒灌。

3 TRT、同轴机组装置的冷却系统应保证进回水压差不小于 0.15MPa；

4 煤气冷凝水排水器排出的冷凝水不得直接排入下水道、电缆沟或随地排放，应排入指定的蓄水坑或回收管道系统。

8.3 采暖通风

8.3.1 封闭厂房内设置 TRT、同轴机组装置时，封闭厂房应根据透平装置运行介质的不同按照国家现行标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《建筑防火通用规范》GB55037 划分防火、防爆等级。封闭厂房应选用防爆型通风设备，事故时其换气次数不少于 12 次/小时。

8.3.2 TRT、同轴机组装置透平机配置的隔声罩，应按照封闭厂房的要求进行通风系统的设计，隔声罩内应有带连锁的通风机，其防火防爆等级与封闭厂房相同，并应设置温度及煤气报警装置。

8.3.3 控制室、机柜室、配电室宜设置空调设施。南方湿度大的地区应视工艺需求在电气室增设除湿设备。

8.4 火灾报警和通讯

8.4.1 TRT、同轴机组装置的操作控制室、润滑油站、液压站、变压器室等应按国家现行标准《火灾自动报警系统设计规范》GB50116 和《钢铁冶金企业设计防火标准》GB50414 的有关规定设置火灾自动报警系统。

8.4.2 TRT、同轴机组装置的操作控制室应按照企业生产智能模式设置不同的电话系统，并应有与煤气调度室，高炉主控室，厂区电力调度室方便联系的调度电话分机或指令对讲话站，并应配置防爆式无线对讲电话手持机。

8.4.3 TRT、同轴机组装置宜设置防爆式工业电视监控系统，设计应遵循国家现行标准《工业电视系统工程设计规范》GB50115 的有关规定。

9 安全与环保

9.1 安全

9.1.1 有关 TRT、同轴机组装置的布置、建筑、电气等防火间距、消防、防爆防火灾危险的要求应符合本规范 3.1、3.2、4.2、8.1 节的有关规定。

9.1.2 TRT、同轴机组装置的设备设计、制造、维护等应遵循国家现行标准《生产设备安全卫生设计总则》GB5083 的有关规定。

9.1.3 对于可燃、有毒的气体，其阀门和水封的设置应遵循国家现行标准《工业企业煤气安全规程》GB6222、《钢铁企业煤气储存和输配系统设计规范》GB51128 的有关规定；

9.1.4 TRT、同轴机组装置控制系统其执行机构的驱动源失效时，应考虑对人员、设备安全的影响及其预防措施。

9.1.5 室内布置的 TRT、同轴机组装置的煤气透平膨胀机组，主厂房应设在线煤气泄漏报警设施，封闭厂房应设置事故排风机，其事故时通风换气次数不得小于 12 次/小时，并与煤气泄漏报警设施连锁。当 TRT、同轴机组装置煤气透平膨胀机组设有隔音罩时，罩内必须设置在线的煤气泄漏报警设施和排风机，并互相连锁。

9.1.6 煤气泄漏报警设计应符合国家现行标准《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》GB/T 50493 的有关规定。

9.1.7 TRT、同轴机组装置透平膨胀机组等煤气作业区域应配备符合岗位需求的便携式一氧化碳检测仪、氧含量检测仪、正压式空气呼吸器。

9.2 环境保护

9.2.1 润滑的废油应集中处理。

9.2.2 TRT、同轴机组装置的噪声控制应符合国家现行标准《工业企业噪声控制设计规范》GB/T 50087、《工业企业设计卫生标准》GBZ1 及本规范附录 B 的有关规定。

10 安装验收及调试维护

10.1 一般规定

10.1.1 TRT、同轴机组装置各系统管道的施工和验收,应符合国家现行标准《工业企业煤气安全规程》GB6222、《钢铁企业煤气储存和输配系统设计规范》GB51128、《钢铁企业煤气储存和输配系统施工及质量验收规范》GB51164、《压力管道规范 工业管道》GB/T20801、《工业金属管道设计规范》GB50316、《工业金属管道工程施工规范》GB50235、《工业金属管道工程施工质量验收规范》GB50184、《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB50236 及《现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范》GB50683 的有关规定及有关设计文件要求。

10.1.2 TRT、同轴机组装置透平膨胀机组、轴流压缩机组的施工和验收,应符合国家现行标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB50231、《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》GB50275 的有关规定;当制造厂对此有明确规定时,还应满足制造厂相关要求。

10.1.3 TRT、同轴机组装置发电机组、电动机组的施工和验收,应符合国家现行标准《电气装置安装工程 旋转电机施工及验收标准》GB50170 的有关规定;当制造厂对此有明确规定时,则应以制造厂规定为准。

10.1.4 TRT、同轴机组装置各系统的安装应按设计进行施工。

10.1.5 TRT、同轴机组装置必须在各系统安装完毕并验收合格,方可进行调试。

10.2 安装及验收

10.2.1 透平膨胀机组安装时,应按照安装说明书和采用配套的专用工具进行安装。

10.2.2 煤气管道施工完毕,应按国家现行标准《工业企业煤气安全规程》GB6222、《钢铁企业煤气储存和输配系统设计规范》GB51128 的规定进行强度试验和气密性试验。

10.2.3 透平膨胀机组安装调试完成后,按国家现行标准《高炉煤气能量回收透平膨胀机》GB/T28246 第7章进行透平膨胀机试验,并进行指标考核。

10.2.4 本规范中的电气设备、装置和设施的施工验收要求,应按本标准所附的引用标准名录中有关电气装置安装工程的标准执行。

10.2.5 润滑油站和液压站的系统清洗应符合以下规定:

- 1 油管路的清洗应采用独立的循环装置,严禁采用主设备进行油循环冲洗。
- 2 润滑油站的管线其油品的清洁度应达到国家现行标准《液压传动油液固体颗粒污染等级代号法》GB/T14039 的 22/20/17 级(不低于美国的 NAS1638-11 级)。
- 3 液压油站的管线其油品的清洁度应达到国家现行标准《液压传动 油液固体颗粒污染等级代号

法》GB/T14039 的 18/16/13 级（不低于美国的 NAS1638-7 级）并满足液压元件对清洁度的要求。

4 现场配制的管路要用专门的冲洗系统冲洗，达到要求后才能接入系统。

5 系统冲洗合格后先低压对液压设备进行试动作，符合设计要求后再调至正常压力，并对各压力、流量阀进行压力、流量等的设定。

10.3 调试开车

10.3.1 TRT、同轴机组装置安装验收合格后,应先对系统中单台设备或者单个子系统手动状态下进行单机独立试车，单机调试应符合以下内容和要求：

1 低压电源的调试应符合下列规定：

- 1) 低压进线及母联单体分合闸功能完好
- 2) 母联自投功能满足设计要求。低压备用电源自投功能满足设计要求。

2 煤气阀门的调试应符合下列规定：

- 1) 单个阀门开关正常。
- 2) 煤气阀门必须按一定的顺序动作，控制上应设计相应的联锁以防误动作。试验应按照设计的顺序，动作正常，人为改变操作顺序，阀门应拒动。

3 液压油站的调试应符合下列规定：

- 1) 油压应满足要求；
- 2) 溢流阀设定应满足要求；
- 3) TRT 液压系统的两台液压油泵，运行时一台工作一台备用，试验：当工作泵故障时，备用泵自动启动，并确认相应的报警功能正常。
- 4) 电加热器的自动启动和停止功能应正常。

4 液控阀门的调试应符合下列规定：

- 1) 紧急切断阀开关试验正常，快关速度满足设计要求。
- 2) 快开阀的手动开关操作正常，伺服手动操作正常，阀位跟踪正常，快开速度满足设计要求。
- 3) 调速阀手动开关操作正常，伺服手操操作正常，阀位跟踪正常，快关速度满足设计要求。
- 4) 透平静叶的手动开关操作正常，伺服手操操作正常，阀位跟踪正常，快关速度满足设计要求。

5 润滑油站的调试应符合下列规定：

- 1) 系统工作油压的调整满足设计要求。
- 2) 按设计要求调试安全阀的动作值并确认安全阀动作可靠。

- 3) 对于两台电动油泵的系统，试验：当工作泵故障时，备用泵自动启动，并确认相应的报警功能正常。
- 4) 对于透平转子自带主油泵加电动辅助油泵的系统，试验：模拟辅助油泵油压低时自启动和油压高时自动停止功能应正常。
- 5) 电加热器的自动启动和停止功能正常
- 6) 试验高位油箱能力，应满足设计要求。

6 密封系统调试应符合下列规定：

- 1) 进行氮气对空气的定差压（定流量）的调节试验，以检验调节系统和透平轴封差压的建立和跟踪的情况。
- 2) 差压低报警及连锁功能试验。
- 3) 对于带有防止透平轴封漏煤气引射泵的系统，试验：轴封差压低引射泵的启动情况，并检查抽吸能力应满足设计要求。

7 给排水系统调试应符合下列规定：

- 1) 排水系统水位控制达到要求。
- 2) 试验：水位超高和超低连锁动作及报警。
- 3) 循环冷却水供水压力、温度、流量正常。

8 继电保护、发电机本体、同期装置、励磁系统等发配电系统电气设备和电缆的试验应执行现行国家有关标准的规定。

10.3.2 TRT、同轴机组透平膨胀机组在未通煤气的情况下，应进行机组与各系统的连锁、系统的开停机的无负荷联动模拟试验。无负荷联动试车应符合以下内容和要求：

- 1 连锁报警及紧急停机信号的试验要求一个不漏地进行检查逐个确认。
- 2 模拟 TRT、同轴机组透平开机停机的试验。

1) TRT 单机试车完毕后，必须进行模拟 TRT 的启动、并网、升负荷、转顶压控制、和紧急停机试验，以检查系统的核心控制程序；同轴机组单机试车完毕后，必须进行模拟同轴机组透平的启动、鼓风机供电、升负荷、转顶压控制和紧急停机试验，以检查系统的核心控制程序。

2) 模拟内容应包括：：投运辅机、模拟升速、模拟发电机并网、模拟轴流压缩机机供电、模拟升功率、模拟转顶压控制、模拟正常顺序开机及模拟非正常顺序操作的闭锁功能、模拟紧急停机。

10.3.3 上述试车合格后，进行 TRT、同轴机组装置的负荷试车。驱动从动机自启动一直运行到 TRT、

同轴机组装置满荷载即转入调节炉顶压力状态的全部调试工作。负荷试车步骤及要求应满足以下规定：

- 1 投运 TRT、同轴机组装置电源及辅机系统；
- 2 TRT、同轴机组系统送煤气；
- 3 分阶段启动 TRT、同轴机组装置升速至 3000rpm。确认各阶段机组的机械各部位运行应正常，对于转子自带主油泵的系统应确认主油泵的自动停止和启动功能；
- 4 分阶段进行 TRT、同轴机组装置的紧急停机试验，要求高炉顶压均应控制在允许范围内。
- 5 机组超速试验。
- 6 TRT 发电机并网试验。
- 7 TRT 发电机并网（同轴机组轴流压缩机供电）后，机组带由小到大直至最大负荷分别进行紧急停机实验，要求高炉顶压均应控制在允许范围内。
- 8 转顶压控制试验，当升负荷至减压阀组全关后，炉顶压力控制将转换到 TRT、同轴机组装置控制，顶压控制品质应满足要求。
- 9 TRT、同轴机组装置升负荷过程，须观察机组的各参数应符合要求，并调整透平轴封差压（流量）满足要求。

10.3.4 TRT、同轴机组装置调试完毕后必须进行 72 小时连续运转试验以完成对系统各部分的考核。

10.3.5 72 小时连续运转试验合格以后，要进行透平机组的性能考核试验，以检验透平的效率满足设计要求。在此期间按照制造厂提供的详细的性能考核方案，采集相关数据，并计算透平的效率以检验透平的性能达到了设计要求，或者按《高炉煤气能量回收透平膨胀机》GB/T28246 第 7 章进行透平膨胀机试验，并进行指标考核。

10.4 维护使用

10.4.1 煤气净化采用干法工艺时，TRT、同轴机组装置的投产运行和停产检修必须按氮气赶空气、煤气赶氮气和氮气赶煤气、空气赶氮气的置换程序进行。

- 1 氮气赶空气结束时化验煤气氮气中的氧含量 $\leq 0.5\%$ （v）为合格，方可进行送煤气操作。
- 2 在停产检修阶段，氮气赶煤气时，TRT、同轴机组装置的透平膨胀机应停机并电动盘车 8h 以上，待机组冷却到常温时才能打开机组进行检修。

10.4.2 TRT 装置的检修周期可为 1a~2a。

10.4.3 继电保护试验应一年一次。

10.4.4 液压油润滑油每季度化验一次全分析。

10.4.5 喷雾水流量低于设计流量时需清洗水嘴或管道过滤器。

10.4.6 TRT 装置的发电机、同轴机组装置的电动机在运行时，应测轴承座对地绝缘电阻值，其值应

不低于 1 MΩ。

附录 A 系统过程检测、报警及连锁项目一览表

表 A .1 TRT 系统过程检测、报警及连锁项目一览表

序号	项 目	指 示	报 警	连 锁
1	压力和压差	—	—	—
1.1	透平机煤气进口总管煤气压力	X		
1.2	透平机煤气出口总管煤气压力	X		
1.3	轴封氮气管氮气压力（或与煤气压差）	X	L	LL
1.4	润滑油总管最远点压力	X	L	LL
1.5	润滑油滤油器进出油差压	X	H	
1.6	液压油压力	X	L	LL
1.7	高炉炉顶压力	X		
2	温度	—	—	—
2.1	透平机煤气进口总管煤气温度	X	H	HH
2.2	透平机煤气出口总管煤气温度	X		
2.3	透平机轴承温度	X	H	HH
2.4	发电机轴承温度	X	H	HH
2.5	发电机定子温度	X	H	
2.6	主油箱油温	X	L	
2.7	润滑油冷却器进口油温	X		
2.8	润滑油冷却器出口油温	X		
2.9	冷却水温度	X		
3	转速	—	—	—
3.1	透平转速	X	H	HH
4	轴位移和振动	—	—	—
4.1	透平机主轴轴位移	X	H	HH
4.2	透平机主轴轴振动	X	H	HH
4.3	发电机轴承座振	X	H	HH
5	液位	—	—	—
5.1	润滑油油箱	X	L	
5.2	液压油油箱	X	L	
6	流量	—	—	—
6.1	煤气流量	X		

表 A .2 同轴机组系统过程检测、报警及连锁项目一览表

序号	检测项目	显示	报警	连锁
一	压力和压差			
1	煤气透平入口压力	X		
2	煤气透平出口压力	X		
3	煤气透平氮封差压	X	L	LL
4	高炉炉顶压力	X		
5	轴流压缩机入口过滤器差压	X	H	
6	轴流压缩机入口压力	X		
7	轴流压缩机喉部差压	X	H	HH
8	轴流压缩机出口压力	X	H	HH
9	润滑油总管压力	X	L	LL
10	润滑油出口过滤器差压		H	
11	动力油总管油压	X	L	LL
12	动力油出口过滤器差压		H	
13	氮气总管压力	X	L	LL
14	冷却水总管压力	X		
二	温度			
1	煤气透平入口温度	X	H	HH
2	煤气透平出口温度	X		
3	煤气透平支承轴承温度	X	H	HH
4	煤气透平止推轴承温度	X	H	HH
5	变速离合器轴承温度	X	H	HH
6	轴流压缩机入口温度	X		
7	轴流压缩机出口温度	X	H	
8	轴流压缩机支承轴承温度	X	H	HH
9	轴流压缩机止推轴承温度	X	H	HH
10	电机轴承温度	X	H	HH
11	电机定子温度	X	H	
12	变速箱轴承温度	X	H	HH
13	润滑油总管油冷却器后温度	X	H	
14	润滑油箱温度	X	H	HH
15	动力油箱温度	X	H	HH
16	冷却水总管温度	X	H	
三	振动和位移			
1	煤气透平轴位移	X	H	HH
2	煤气透平轴振动	X	H	HH
3	轴流压缩机轴振动	X	H	HH
4	轴流压缩机轴位移	X	H	HH
5	变速箱振动	X	H	HH
6	变速离合器振动	X	H	HH
四	流量			

序号	检测项目	显示	报警	连锁
1	煤气透平入口流量	X		
2	轴流压缩机送风流量	X		
五	转速			
	透平转速	X	H	HH
六	液位			
1	润滑油箱液位	X	L	LL
2	动力油箱液位	X	L	LL
七	其它			
1	CO浓度检测	X	H	
2	高炉煤气粉尘浓度监测	X	H	

注：1 X—要求项目；H—指标为高值；L—指标为低值；HH—指标为高高值；LL—指标为低低值；连锁指透平机停机连锁。

2 表中的高炉炉顶压力是由炉顶系统传至 TRT/同轴机组系统的模拟信号，信号类型为 4~20mADC，传递方式宜采用硬接线的方式。

3 表中流过透平机的煤气流量宜以 4~20mADC 的信号模式、硬接线的方式传至炉顶系统。

附录 B 工作地点噪声声级卫生限值

表 B-1 工作地点噪声声级卫生限值

日接触噪声时间/h	卫生限值/db(A)
8	85
4	88
2	91
1	94
1/2	97
1/4	100
1/8	103
最高不得超过 115 db(A)	

表 B-2 非噪声工作地点噪声声级卫生限值

地点名称	卫生限值/db(A)
噪声车间办公室	75
非噪声车间办公室	60
会议室	60
计算机室	70

引用标准名录

1. 《建筑防火通用规范》 GB55037
2. 《建筑设计防火规范》 GB50016
3. 《钢铁冶金企业设计防火标准》 GB50414
4. 《石油化工企业设计防火标准》 GB50160
5. 《钢铁企业煤气储存和输配系统设计规范》 GB51128
6. 《钢铁企业煤气储存和输配系统施工及质量验收规范》 GB51164
7. 《工业企业煤气安全规程》 GB6222
8. 《氢气站设计规范》 (GB50177)
9. 《压力管道规范 工业管道》 GB/T20801
10. 《压力容器》 GB150
11. 《工业金属管道设计规范》 GB50316
12. 《工业金属管道工程施工规范》 GB50235
13. 《工业金属管道工程施工质量验收规范》 GB50184
14. 《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》 GB50236
15. 《现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范》 GB50683
16. 《钢铁企业热力设施设计规范》 GB50569
17. 《工业企业噪声控制设计规范》 GB/T50087
18. 《爆炸危险环境电力装置设计规范》 GB50058
19. 《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》 GB/T50493
20. 《汽车加油加气站设计与施工规范》 GB50156
21. 《小型火力发电厂设计规范》 GB50049
22. 《火力发电厂与变电站设计防火规范》 GB50229
23. 《供配电系统设计规范》 GB50052
24. 《继电保护和安全自动装置技术规程》 GB/T14285
25. 《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》 GB50062
26. 《交流电气装置的接地设计规范》 GB/T50065
27. 《建筑物防雷设计规范》 GB50057
28. 《火灾自动报警系统设计规范》 GB50116

29. 《工业电视系统工程设计规范》 GB50115
30. 《生产设备安全卫生设计总则》 GB5083
31. 《工业企业设计卫生标准》 GBZ1
32. 《动力机器基础设计规范》 GB50040
33. 《混凝土结构设计规范》 GB50010
34. 《建筑抗震设计规范》 GB50011
35. 《建筑地面工程施工质量验收规范》 GB50209
36. 《机械设备安装工程施工及验收通用规范》 GB50231
37. 《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》 GB50275
38. 《高炉煤气能量回收透平膨胀机》 GB/T28246
39. 《钢制管法兰第 1 部分：PN 系列》 GB/T9124. 1
40. 《钢制管法兰第 2 部分：Class 系列》 GB/T9124. 2
41. 《工业阀门压力试验》 GB/T13927
42. 《钢制阀门 一般要求》 GB/T 12224
43. 《眼镜阀》 GB/T24917
44. 《高炉 TRT 系统用快速切断阀》 JB/T12007
45. 《机械设备安装工程施工及验收通用规范》 GB50231
46. 《普通螺纹 基本尺寸》 GB/T 196
47. 《普通螺纹 公差》 GB/T 197
48. 《60℃密封管螺纹》 GB/T12716
49. 《液压传动 油液固体颗粒污染等级代号》 GB/T 14039
50. 《液压传动 系统及其元件的通用规则和安全要求》 GB/T3766
51. 《旋转电机 定额和性能 》 GB/T755
52. 《小容量隐极同步发电机技术要求》 GB/T21663
53. 《隐极同步发电机技术要求》 GB/T7064
54. 《同步电机励磁系统大、中型同步发电机励磁系统技术要求》 GB/T7409. 3
55. 《工业自动化仪表盘、柜、台、箱》 GB/T 7353
56. 《电气装置安装工程 旋转电机施工及验收标准范》 GB50170
57. 《电气装置安装工程 高压电器施工及验收规范》 GB50147
58. 《电气装置安装工程 电力变压器、油浸电抗器、互感器施工及验收规范》 GB50148

59. 《电气装置安装工程 母线装置施工及验收规范》GB50149
60. 《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》GB50150
61. 《电气装置安装工程 电缆线路施工及验收规范》GB50168
62. 《电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范》GB50169
63. 《电气装置安装工程 旋转电机施工及验收规范》GB50170
64. 《电气装置安装工程 盘、柜及二次回路施工及验收规范》GB50171
65. 《电气装置安装工程 低压电器施工及验收规范》GB50254
66. 《电气装置安装工程 起重机电气装置施工及验收规范》GB50256
67. 《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》GB50257
68. 《建筑电气工程施工质量验收规范》GB50303
69. 《煤气隔断装置安全技术规范》AQ2048
70. 《高压交流电机定子线圈及绕组绝缘耐电压试验规范》JB/T 6204
71. 《专用的润滑、轴密封和控制油系统》JB/T4365
72. 《重型机械液压系统通用技术条件》JB/T6996
73. 《金属密封蝶阀》JB/T8527
74. 《一般用途轴流式压缩机》JB/T4359
75. 《电力设备典型消防规程》DL5027

本标准用词说明

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，非这样做不可的用词：

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用词：

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用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜；”，

表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 本规范中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为“应符合… 的规定”或“应按… … 执行”。