

T/EJCCCSE

中国商业股份制企业经济联合会团体标准

T/EJCCCSE XXXX—XXXX

组合式混流蒸汽机生产技术规范

Technical specification for the production of combined mixed-flow steam engines

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2024 – XX – XX 发布

2024 – XX – XX 实施

中国商业股份制企业经济联合会 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本要求 1

5 设计要求 2

6 生产制造 4

7 配套供货范围 5

8 生产设备使用、维护和保养 6

9 安全管理 6

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由泰州市斯迪蒙科技有限公司提出。

本文件由中国商业股份制企业经济联合会归口。

本文件起草单位：泰州市斯迪蒙科技有限公司

本文件主要起草人：

组合式混流蒸汽机生产技术规范

1 范围

本文件规定了组合式混流蒸汽机生产规范的术语和定义、基本要求、设计要求、生产制造、配套供货范围、生产设备使用、维护和保养、安全管理。

本文件适用于组合式混流蒸汽机的规范化生产。

2 规范性引用文件

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

GB/T 985.1 气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口

GB/T 985.2 埋弧焊的推荐坡口

GB/T 985.3 铝及铝合金气体保护焊的推荐坡口

GB/T 1576 工业锅炉水质

GB/T 3797 电气控制设备

GB/T 7251.1 低压成套开关设备和控制设备 第1部分：总则

GB/T 12459 钢制对焊管件 类型与参数

GB/T 13401 钢制对焊管件 技术规范

GB/T 16507.3 水管锅炉 第3部分：结构设计

GB/T 16507.4 水管锅炉 第4部分：受压元件强度计算

GB/T 16507.5 水管锅炉 第5部分：制造

GB/T 16507.7 水管锅炉 第7部分：安全附件和仪表

GB/T 16508.3 锅壳锅炉 第3部分：设计与强度计算

GB/T 16508.4 锅壳锅炉 第4部分：制造、检验与验收

GB/T 16508.5 锅壳锅炉 第5部分：安全附件和仪表

GB/T 19001 质量管理体系 要求

GB/T 19447 热交换器用铜及铜合金无缝翅片管

GB/T 24001 环境管理体系 要求及使用指南

GB/T 25198 压力容器封头

GB/T 36699 锅炉用液体和气体燃料燃烧器技术条件

NB/T 47004.1 板式热交换器 第1部分：可拆卸板式热交换器

NB/T 47030 锅炉用高频电阻焊螺旋翅片管技术条件

NB/T 47051 工业锅炉控制装置技术条件

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 基本要求

4.1 产品应具有安全可靠、经济高效、环境适应性强、环保性能优；便于制造、运输、安装、使用、维修等良好的综合技术经济性能。

4.2 受热面应合理布置，并应能形成良好的水循环且使各部分受热面得到可靠的冷却，尽量减小热偏差。

4.3 设计时，应确保混流蒸汽机在运行时各部分能按设计预定方向自由膨胀。

4.4 设计给水方式时，应综合考虑给水管的结构及给水位置，以确保给水的均匀性，减少热疲劳应力的产生。

5 设计要求

5.1 产品组成

混流蒸汽机由锅炉本体、燃烧器总成、烟气冷凝器、电控箱、基座、阀控单元、泵控单元等部分组成。

5.2 结构设计

5.2.1 混流蒸汽机本体结构应有足够的强度、刚度、稳定性和可维修性。承（受）压元件、吊耳等受力构件的结构设计与计算可以按照 GB/T 16507.3、GB/T 16507.4 或 GB/T 16508.3 的要求进行，也可采用试验或其他计算方法。封头（管板）或类似元件取用厚度应不小于 3 mm。

5.2.2 混流蒸汽机水容积应按下列规则进行计算：

水容积为从进水口单向阀到蒸汽阀出口之间的几何总容积，包括参与系统循环并承压的节能器（和/或冷凝器）等的几何水容积。

5.2.3 焊接连接符合如下要求：

- a) 应符合 GB/T 16507.3 或 GB/T 16508.3 的要求；
- b) 换热器筒体与管板采用 T 形接头连接时，应采用开坡口全焊透接头型式，焊缝厚度应不小于管板厚度。焊缝背部应尽可能封焊，如不能封焊，应采用保证全焊透的焊接方法；
- c) 受热面管子对接应采用氩弧焊打底等保证全焊透的焊接方法；
- d) 焊接接头坡口型式应符合 GB/T 985.1、GB/T 985.2、GB/T 985.3 的要求。

5.2.4 混流蒸汽机本体上应设置必要指示火焰状况的措施，如设置观火孔，观火孔应有效密封且具有足够强度，以防止火焰出或烟气外漏。

5.2.5 在与流蒸汽机出烟口紧邻的烟道上设置能够及时释放炉膛爆燃压力的装置，如防爆门等，且防爆装置设置不应危及人身安全。

5.2.6 对于非受热面元件，当其受热温度可能超过该元件所用材料的许用温度时，应采取必要的冷却或绝热措施。

5.3 监测和控制

5.3.1 混流蒸汽机应采用自动控制，对运行中的燃烧状况以及压力、水位、温度等参数进行全程监控；需要时，还应对水质、烟气排放等参数进行全程监控。具体要求如下：

- a) 应设置点火顺序控制、炉膛熄火联锁报警和前、后吹扫保护、燃气泄漏联锁保护、燃烧比例自动调节等装置；
- b) 燃烧器运行控制程序应集成到混流蒸汽机控制装置中。相关控制及联锁保护程序一经设定固化，在运行时应不能随意解列或解除，且有使用权限设置；
- c) 应设置连续和水位给水自动调节装置，并具有水位控制与燃烧系统联锁控制功能；应设置极低水位和缺水联锁保护、蒸汽超温超压报警、烟道超温报警、管壁超温报警和联锁保护装置；
- d) 混流蒸汽机一旦出现异常停炉联锁保护，应在查明原因排除故障后，采用人工复位方式重新启动；
- e) 应根据需要在工质管路上设置温度测点和压力测点，在烟道、风道上分别设置烟气、空气参数测点；
- f) 当使用非金属材料的烟道管和连接管时，排烟通路中应设置不可调节的烟限温装置，并具有超温报警和停炉联锁保护功能；
- g) 采用群控的多台混流频控机组的供热系统，混流频控机组的单元型号宜一致；
- h) 群控装置应具有将可控混流蒸汽机数量内任意一台单元加入或脱离群控系统的功能；
- i) 对于群控功能，除混流蒸汽机的启停或燃烧状态控制外，不应影响每个单元的其他运行控制功能，不应使单元的安全控制功能失效（如群控装置的最高控制压力设定，不应超过单元的

最高控制压力设定)。群控系统宜采用均衡运行时间模式,使群控系统每个单元运行时间保持平衡。

5.3.2 控制电路的设计应具有发生故障时安全中断功能。不应使混流蒸汽机产生漏电、着火和燃气外泄等不安全现象。

5.3.3 控制电路的额定电压应不大于交流 230 V。

5.3.4 控制电路应设置过电流和短路保护、过电压保护和缺相保护等,宜安装漏电保护装置。

5.3.5 应有防止带电部件与高温绝缘材料直接接触的措施。

5.3.6 电气绝缘部件应避免受到部件表面凝结水或泄漏液体的影响。

5.4 混流频控机组

5.4.1 混流频控机组的设计应保证每个混流蒸汽机单元能独立使用并能独立调节功率大小;控制装置应具备单元级联功能。混流频控机组单元的数量宜不大于 8 个。对于混流频控机组,每个独立单元的水容积应分别计算,并以其中水容量最大的单元的水容量值作为混流频控机组的水容量。

5.4.2 混流频控机组内各个独立混流频控机组单元宜共用排烟道,每个锅炉单元的排烟系统应设置长期有效的防烟气回流系统,并与各自的单元控制器实现连锁控制,使每个锅炉单元在非工作状态下不应有烟气流入的情况发生,确保机组运行安全稳定。

5.4.3 对有集烟室的混流频控机组,任一单元的前吹扫空气量应不小于全部锅炉单元燃烧室容积总和的 3 倍,前吹扫时间至少持续 15 s;当至少有 1 个单元已经运行时,其他任一单元的前吹扫不应影响该锅炉单元的运行。对无集烟室的混流频控机组,应设置合适数量和位置的取样测点。

5.5 燃烧器

5.5.1 燃烧器在设计或选型时,应综合考虑锅炉结构和参数、燃料特性、烟气阻力、过量空气系数、污染物排放等因素,且与混流频控机组负荷变化、使用环境等相适应。

5.5.2 燃气控制阀的入口应装设过滤装置,其出口应设置永久性压力测点

5.5.3 对于全预混表面燃烧器,除符合上述要求外,还应符合以下要求:

- 燃烧器与锅炉性能匹配后的安全运行范围上、下限参数(对变频燃烧器通常为混气风机转速)应写入燃烧器运行控制程序且固化,防止燃烧器在安全运行范围外运行;
- 应有防止空气燃气比例失常时引起回火爆燃的安全装置或措施,必要时应装设可靠的空气净化和监测装置;
- 前预混混气风机应通过权威机构的抗静电测试,保证叶轮、蜗壳本身摩擦不起火,与干燥的混合气摩擦不起火;
- 前预混表面燃烧器混气风机应有相应措施保证在各种因素引起的混气风机背压过大时安全切断并闭锁燃气系统。

5.6 钢架、底座

5.6.1 混流频控机组钢架和底座、集成锅炉底座结构应进行必要的强度和刚度设计,除满足混流频控机组装配、运行的静载荷外,还需满足混流频控机组整体的运输、吊装等要求。

5.6.2 混流频控机组钢架各结构件应采用防松可拆卸式紧固连接,宜设置一定的吊装、支承点,便于混流频控机组内任一单元的检修、拆卸、更换。

5.7 安全附件、仪表和辅助设备

5.7.1 混流蒸汽机安全附件和仪表的设置应满足第 4 章的有关规定,同时应符合但不限于 GB/T 16507.7、GB/T 16508.5 和 GB/T 36699 的要求。

5.7.2 混流蒸汽机配用风机、水泵等辅机应选用高效节能、低噪声产品,并符合各自产品标准,且与主机性能匹配,需要时采取降噪和减振措施,保证实现安全、节能、环保要求。其中:

- 配用风机性能应能满足燃烧及克服烟风系统阻力的要求;设计海拔超过 1 000 m,还应按高原环境条件校核风机的风量和风压;
- 配用的水处理设备应能保证给水、补水水质不低于 GB/T 1576 规定的水质要求,如产品使用说明书中对水质有特殊要求时,还应符合产品使用说明书的规定。

6 生产制造

6.1 焊接

- 6.1.1 焊工应按焊接工艺规程施焊，焊缝尺寸应符合设计文件及工艺文件的要求。
- 6.1.2 施焊前，应将影响焊接质量的油污、锈蚀等清理干净，且不应在焊件的非焊接表面引弧。当环境温度低于 0℃时，应采取预热措施。有雨、雪或大雾时，不应进行露天焊接作业。
- 6.1.3 承（受）压元件对接接头焊缝高度应不低于母材表面，且与母材平滑过渡，焊缝及热影响区表面应无裂纹、未熔合、夹渣、弧坑和气孔。管道的纵、环缝及管板（封头）的拼接、对接焊缝应无咬边，允许焊缝咬边深度不超过 0.5 mm。管子焊缝两侧咬边总长度不超过管子周长的 10%。
- 6.1.4 承（受）压元件与承受载荷的非承（受）压元件之间连接焊缝与母材表面应平滑过渡，焊缝及热影响区表面无裂纹、未熔合、夹渣、弧坑和气孔等，咬边深度不超过 0.5 mm，并保证足够强度。
- 6.1.5 承（受）压元件焊接接头出现缺陷时应返修。同一部位返修次数不宜超过 2 次，2 次返修仍不合格的焊缝再返修时，应经制造单位技术负责人批准，返修部位及返修情况应记入技术档案。

6.2 主要零部件制造

6.2.1 筒体

- 6.2.1.1 筒体或集箱筒体拼接最短一节筒节的长度应不小于 300 mm，每节筒节纵向焊缝不应多于 2 条，日两条纵向焊缝中心线间的距离（外圆弧长）至少为较厚钢板厚度的 3 倍，并且不小于 100 mm。对接环缝边缘偏差值应不大于名义板厚的 15%加 1 mm 且不超过 3 mm，纵向焊缝对接边缘偏差值应不大于名义板厚的 10%且不超过 3 mm。
- 6.2.1.2 筒节在同一截面最大内径与最小内径之差值应不大于其名义内径的 1%。
- 6.2.1.3 筒节纵向焊缝的棱角度应不大于 3 mm。宜用弦长为名义内径的 1/6 且不小于 200 mm 的样板测量。
- 6.2.1.4 封头、管板、制造和验收应符合 GB/T 16508.4、GB/T 16507.5、GB/T 25198 和 GB/T 12459 的要求。封头、管板宜用整块钢板制造。如需拼接不应超过 2 块，拼接要求如下：
- 封头（管板）的拼接焊缝离封头中心线的距离应不大于封头（管板）名义内径的 30%；
 - 平管板的整条拼接焊缝不应布置在扳边圆弧上，且不应通过扳边孔；
 - 拱型管板拼接焊缝与平直部分和凸形部分相交线的距离不应超过当量内径（中心线按边缘烟管管排中心线算起）的 30%；
 - 封头、管板的拼接焊缝须进行 100%射线检测。

6.2.2 受热面管子

- 6.2.2.1 受热面管子长度不大于 2 000 mm 时，允许有 1 条对接焊缝（拉撑烟管除外）；受热面管子长度大于 2 000 mm 时，允许有 2 条对接焊缝。管子拼接时，最短一节的长度应不小于 500 mm；管子对接接头外表面的边缘偏差应不大于管子名义厚度的 10%加 0.5 mm。管子拼接后的直线度，应不大于 1.5 mm/m，且全长不大于 5 mm。
- 6.2.2.2 钢制管子成形加工，应符合 GB/T 16507.5 或 GB/T 16508.4 的相关要求。
- 6.2.2.3 受热面管采用钢制鳍片管、翅片管时，应对鳍片或翅片材质、鳍片或翅片与管子焊接质量进行控制，要求如下：
- 鳍片管为光管与扁钢（鳍片）焊接制成时，管子应无对接焊缝；扁钢对接时，最短一节的长度应不小于 100 mm；
 - 扁钢（鳍片）与管壁焊接宜采用自动焊，且管子表面无扁钢（鳍片）部位应无明显的横向划伤、电焊引弧等缺陷；
 - 钢制高频电阻焊螺旋翅片管的制造应符合 NB/T 47030 的要求；
 - 一体式整体轧制铜或铜合金螺旋翅片管的制造应符合 GB/T 19447 的要求；
 - 激光焊螺旋翅片管的管子和翅片的材质应符合相关材料标准，并经验收合格，但不宜采用高反射性及高导热性材料；管子和翅片的熔合率应不低于 99%，翅片管尺寸偏差及熔合率等检验可参照 NB/T 47030 的要求。
- 6.2.2.4 采用压制或推制弯头等管件应符合 GB/T 13401 的要求。

6.2.3 其他

- 6.2.3.1 受热面采用板式换热元件时，板式换热元件的制造应符合 NB/T 47004.1 的要求。
- 6.2.3.2 节能器（和/或冷凝器）、内置换热器等的制造应符合设计文件及工艺文件要求。
- 6.2.3.3 钢架、平台和扶梯等钢结构的制造应按照设计文件和工艺文件的要求。
- 6.2.3.4 燃烧器零部件的制造应按设计文件和工艺文件进行。
- 6.2.3.5 锅炉控制装置的制造应符合 GB/T 3797、GB/T 7251.1、NB/T 47051 的要求。

6.3 装配

- 6.3.1 装配所需的自制零部件应按图样和 GB/T 16507.5、GB/T 16508.4 及本文件的要求进行制造、检验合格；外协、外购件应符合相关标准要求并检验合格。
- 6.3.2 装配应按装配工艺要求进行，每道工序应经检验合格后方可进入下一道工序。装配宜在合适的工装上进行，不应强力装配。
- 6.3.3 受热面管子与管板焊接或管子与集箱成排焊接时，应采取合理措施，以减小管板焊后变形。
- 6.3.4 封头（管板）、集箱上各种管接头的倾斜度应不大于 1.5 mm，偏移量及法兰盘倾斜度均应不大于 2 mm。
- 6.3.5 混流蒸汽机上电气元器件及电线电缆安装要求如下：
 - a) 绝缘导线线径、开关等的额定电压和额定电流应不低于其控制电路负荷的要求；
 - b) 接地导线应为黄绿色导线，且不应用于非接地场合；
 - c) 布线槽应光滑，不应有磨损电线绝缘层的锐边、毛刺、飞边；
 - d) 电线安装应牢固可靠，2 根以上的电线在同一部位固定时，电线之间应用绝缘附件隔开（确保安全固定的结构除外）；电线固定护套不应有损伤；
 - e) 有可能接触高温部位的电线与高温部位接触时应无异常发生；
 - f) 开关或类似部件的安装应牢固可靠，不应使其旋转；
 - g) 布线绞接应置于接线盒内；可采用机械、焊接或合适的夹具进行绞合，且接头应有可靠的绝缘措施；
 - h) 连接器和超过 30 V 的无绝缘层带电金属零件应安装在带盖或检修板的封壳内，且盖板或检修板应固定；
 - i) 电线导管或金属包覆电缆终端应有防磨损的保护措施。使用金属包覆电缆时，导体与金属外套之间应有绝缘衬套；金属包覆电缆固定在线盒或装置上的连接器或夹片绝缘衬套等应可视，以便于检查；
 - j) 除非熔断器或热断路器元件的罩壳外，其他无绝缘层的带电零件的罩壳，在电气元件安装完毕后应封闭开口。
- 6.3.6 燃烧器的装配应按设计文件及工艺文件的规定进行，安装按燃烧器使用说明书的规定进行。
- 6.3.7 一次仪表阀门的安装应按设计文件和工艺文件的要求；安全阀的安装符合 GB/T 16507.7 或 GB/T 16508.5 的规定。
- 6.3.8 混流频控机组运动部件的紧固固定应有合适的减振和防共振措施（装配完成后，应进行试运行检测，验证钢架的抗振性能）。
- 6.3.9 混流频控机组应在每一供热单元装配检验合格后装配；装配时先装配平台、钢架，再装配供热单元，且宜按从下向上的顺序装配。
- 6.3.10 混流蒸汽机整体保温、涂装与包装应按设计文件和工艺文件的要求，安装后应平整、无凹凸，涂装、镀层等部位应无明显划痕、斑点、锈蚀等缺陷。

7 配套供货范围

混流蒸汽机制造单位应根据产品设计要求，按照（但不限于）如下范围配套供货：

- a) 混流蒸汽机主机：包括混流蒸汽机本体（含尾部受热面）、控制装置等；
- b) 安全附件：包括压力检测装置、液位（或流量）检测及显示装置、温度测量装置、燃气阀组等必要的安全保护装置和阀门等；
- c) 配套辅机：包括工质增压泵、供水水泵、水处理装置等。

8 生产设备使用、维护和保养

8.1 日常维护

生产过程中应安排相关人员进行巡检，并进行常规性日常维护。

8.2 定期维护

控制柜生产企业的生产装置在正常的生产条件下，定期维护的分类和周期应按表 1 要求进行。

表1 定期维护分类和周期

维护分类	维护周期/月
小修	4~6
中修	12
大修	36

8.3 设备要求

- 8.3.1 应严格按照操作规程进行生产设备的操作。
- 8.3.2 设备及管道应防止冒、滴、漏及堵塞现象，如有发现应及时处理。
- 8.3.3 应经常检查转动设备的地脚螺栓和联接螺栓，如有松动和振动现象时，应及时处理。
- 8.3.4 应正确使用各种电器设备和各种仪表。

8.4 维护保养记录

应对日常维护、定期维护记录并保存以下内容：

- a) 维保人员姓名；
- b) 时间、地点；
- c) 维保内容；
- d) 维保结果；
- e) 其他。

9 安全管理

9.1 管理体系

生产企业应建立、实施并保持质量管理体系和环境管理体系。质量管理体系宜符合 GB/T 19001 的要求，环境管理体系宜满足 GB/T 24001 的要求，并通过第三方机构认证。

9.2 安全生产

9.2.1 安全生产责任制度

生产企业应建立、健全安全生产责任制度，内容包括：

- a) 组织制定本企业安全生产规章制度和操作规程；
- b) 保证本企业安全生产投入的有效实施；
- c) 督促、检查本企业的安全生产工作，并及时消除生产安全事故隐患；
- d) 组织制定并实施本企业的生产安全事故应急预案；
- e) 完善安全生产条件，确保安全生产。

9.2.2 人员配置

9.2.2.1 生产企业应依法设置安全生产管理机构或配备安全生产管理人员，负责管理本企业的安全生产工作。

9.2.2.2 安全生产管理机构或人员的设置应岗位清晰，职责明确，确保本企业生产安全责任制度的有效实施。

9.2.3 教育培训

9.2.3.1 生产企业应按国家有关规定组织有关负责人、安全管理人员、特种设备作业人员、新入厂人员、岗位变更人员、离岗一年以上重新复岗的人员进行安全教育培训。

9.2.3.2 采用新工艺、新技术、新材料或者使用新设备，应采取有效的防护措施，并对从业人员进行专门的安全生产教育培训。
