

ICS 27.100
F 23
备案号: 15335-2005

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 936 — 2005
代替 DL/T 638 — 1997

火力发电厂热力设备耐火及保温 检修 导 则

Guide for overhaul boiler setting
and equipment insulation of thermal power plant

2005-02-14 发布

2005-06-01 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 检修的准备及技术要求	1
3.1 确定检修项目	1
3.2 工期安排及人员配备	1
3.3 检修环境、安全及职业健康	1
3.4 质量检查及验收	2
4 材料的选用及保管	2
4.1 材料选用	2
4.2 材料保管	3
5 炉墙、密封及内衬检修	3
5.1 一般规定	3
5.2 锅炉膨胀系统	4
5.3 膜式壁炉墙	4
5.4 燃烧器部位的炉墙	5
5.5 门、孔部位的炉墙	6
5.6 炉顶热密封罩的密封保温	6
5.7 有热密封罩炉顶的密封保温	7
5.8 无热密封罩炉顶的密封保温	8
5.9 锅炉其他部位的密封保温	9
5.10 卫燃带	9
5.11 除渣斗内衬	10
5.12 高温炉烟管道内衬	11
6 热力设备及管道保温检修	14
6.1 一般规定	14
6.2 高温汽水管道保温	14
6.3 中低温汽水管道保温	16
6.4 汽水管道附件及其他保温	16
6.5 烟、风、煤管道保温	17
6.6 附属设备及转动机械保温	19
6.7 汽轮机本体保温	19
6.8 保护层	21
7 热态验收标准	23
7.1 一般规定	23
7.2 炉墙验收标准	24
7.3 设备及管道保温验收标准	24
附录 A (规范性附录) 耐火、保温材料检验项目	25

DL/T 936—2005

附录 B (规范性附录)	常用金属密封构件材料的性能	26
附录 C (资料性附录)	常用保温材料导热系数方程	27
附录 D (资料性附录)	耐火、保温及辅助材料损耗率	28

前 言

本标准是根据原国家经济贸易委员会《关于下达 2001 年度电力行业标准制、修订计划项目的通知》（电力〔2001〕44 号文）的安排，对 DL/T 638—1997 进行修订的。

DL/T 638—1997《火力发电厂锅炉炉墙检修工艺规程》发布后，对火力发电厂锅炉的保温检修质量起到积极的作用。随着电站锅炉技术的进步和耐火、保温的新工艺、新材料及新型密封结构的应用，需要对内容进行补充和修订。

本标准与 DL/T 638—1997 相比有以下变化：

- 标准名称变更为《火力发电厂热力设备耐火及保温检修导则》；
- 内容扩大为火力发电厂所有热力设备和管道；
- 对大型火电机组锅炉的炉墙、密封、内衬内容作了补充；
- 规定了相应的检修准备、技术要求、工艺规范和质量标准等。

本标准实施后，代替 DL/T 638—1997。

本标准的附录 A、附录 B 为规范性附录。

本标准的附录 C、附录 D 为资料性附录。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由中国电力行业电站锅炉标准化技术委员会归口并负责解释。

本标准起草单位：国家电力公司东北公司、辽宁电力有限公司、辽宁电力科学研究院。

本标准主要起草人：陈柏军、张福银、王元、纪宏舜、史明武、苏东、刘崇、侯桂林。

火力发电厂热力设备耐火及保温检修导则

1 范围

本标准规定了热力设备耐火及保温检修的准备工作、技术要求、检修工艺及质量验收标准等。

本标准适用于火力发电厂 200MW 及以上大型机组锅炉的炉墙、密封、内衬和热力设备与管道保温的检修工艺、质量要求及验收。200MW 以下机组同类结构的检修，可参照本标准执行。

国外引进机组，应遵照随机技术文件的要求进行检修，如无明确规定，则应执行本标准。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

- GBJ 126 工业设备及管道绝热工程施工及验收规范
- GB/T 8174 设备及管道保温效果的测试与评价
- GB/T 17393 覆盖奥氏体不锈钢用绝热材料规范
- DL/T 776—2001 火力发电厂保温材料技术条件
- DL/T 777—2001 火力发电厂锅炉耐火材料技术条件
- DL/T 5047 电力建设施工及验收技术规范（锅炉机组篇）
- DL/T 5072—1997 火力发电厂保温油漆设计规程
- 电安生[1994]227号 电业安全工作规程（热力和机械部分）

3 检修的准备及技术要求

3.1 确定检修项目

3.1.1 在机组停运前，应根据锅炉炉墙与热密封罩的严密程度，热力设备与管道的散热损失或表面温度的超标和保温结构的情况等，确定检修项目。

3.1.2 有些检修项目需要根据上次检修状况、技术档案、运行缺陷记录等来确定。对炉顶密封结构、炉内内衬、燃烧器部位的炉墙等，宜在停炉检查后确定。

3.2 工期安排及人员配备

3.2.1 炉墙与保温的检修工期应服从机组设备检修的总进度，并做到统筹安排。

3.2.2 在检修过程中还应留出足够的时间和空间，必要时与设备检修交叉作业或分阶段进行。

3.2.3 检修工作必须由有资格的专业队伍承担，检修机具配备齐全。熟练工人与辅助工人搭配合理，技术负责人应熟悉检修工艺、质量标准、材料性能和安全技术。

3.2.4 由于锅炉密封材料与密封方式的更新，保温结构的改进，要求其检修工作需要多工种共同完成，各有关工种应密切配合，统一组织，确保检修质量。

3.3 检修环境、安全及职业健康

3.3.1 检修环境

3.3.1.1 检修时，需按不同地区的季节变化和所处场地，采取防风、防寒、防雨雪措施。

3.3.1.2 检修场所的环境温度应在 5℃ 以上，否则应采取局部加热等保暖措施。

3.3.1.3 检修现场应设置水、电、压缩空气源和消防等设施，道路保持畅通，并做到完工、料尽、场

地清。

3.3.2 安全及职业健康要求

3.3.2.1 严格执行《电业安全工作规程》和本标准规定的具体要求。

3.3.2.2 在检修前应进行安全教育，遵守电厂的安全管理制度，并配备专职安全员。

3.3.2.3 一台机组检修，不得影响相邻机组的正常运行，尤其在拆除及清理废料或用水冲洗时，不应损伤设备和污染环境。

3.3.2.4 检修场地平台上堆放的物料，不得超过平台允许的最大安全荷载。

3.3.2.5 搭设的脚手架必须牢靠，应有扶手和边脚板等，现场照明要充足。各类电动机具应设专人操作和看护，还应配备防触电保安器。

3.3.2.6 在炉内工作时，应保持空气流通或安装通风装置。重叠作业应有隔离设施。

3.3.2.7 露天检修遇有六级（炉顶五级）以上大风时，禁止高空作业。不停炉紧急作业时，应严防高温和烫伤事故的发生。

3.3.2.8 高空输送散装材料或废料时，必须用袋、箱装运，也可设置下料简道，防止散落伤人。

3.3.2.9 在检修工作中，应根据耐火、保温材料的性质和操作条件配备劳动保护用品，作业时带防尘口罩和手套。

3.4 质量检查及验收

3.4.1 质量检查应结合设计图纸、安装验收文件和历次检修记录，按本标准的规定和技术要求进行检查。

3.4.2 对外承包的项目，必须提出检修技术方案和作业指导书，并经电厂主管领导（总工程师）审批。检修时还应结合指导书中的质量要求，进行三级检查验收。

3.4.3 检修工作结束后，承包单位应按 DL/T 5047 和 GBJ 126 的有关规定，提交材料试验报告、检修记录等文件。

3.4.4 检修过程中，应对检修项目分段、分层进行检查，对工序交接时发现的问题，应及时改正。

4 材料的选用及保管

4.1 材料选用

4.1.1 检修用的定型和不定形耐火材料、保温材料，应根据使用部位和所要求的理化性能指标，按 DL/T 777 和 DL/T 776 中的技术条件选用。在本标准的检修项目中已指明其所用的材料名称。

4.1.2 耐火、保温材料的理化性能，应由供货厂家提供由有资格的专业检测机构出具的原始检验报告和出厂合格证。对到达现场的材料及其制品应做外观检查，需要抽样检查时，其检查项目见附录 A 的表 A.1 和表 A.2。

4.1.3 各种耐火材料的安全工作温度应符合 DL/T 777—2001 中 4.6 的规定。

各种保温材料及其制品的安全使用温度，应符合 DL/T 776—2001 中 4.4 的规定。

4.1.4 锅炉金属密封构件材料，应选择同被焊元件相近的材质，或者线膨胀系数相近的低合金耐热钢。常用金属密封构件材料的性能见附录 B。

4.1.5 耐火内衬中抓钉和锚固构件的材质、规格及形式，应按本标准的 5.10~5.12 的规定选用。

4.1.6 对保温材料密度的要求：硬质制品不大于 220kg/m^3 ；矿纤半硬质制品不大于 200kg/m^3 ；矿纤软质制品不大于 150kg/m^3 。

4.1.7 保温材料的导热系数（保温结构外表面温度 50°C 时）应符合下列规定：

a) 介质温度为 $450^\circ\text{C}\sim 600^\circ\text{C}$ 时，导热系数最大值 $0.10\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ；

b) 介质温度小于 450°C 时，导热系数最大值 $0.09\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。

常用保温材料导热系数方程参见附录 C。

4.1.8 保温材料应选用不燃类 (A) 级，并符合环保要求。

4.1.9 保温材料不应対金属有腐蚀。用于奥氏体不锈钢设备与管道上的保温材料，其浸出液的氯离子含

量等，应符合 GB/T 17393 的规定。氯离子含量不宜大于 0.0025%。

4.1.10 贴砌硅酸铝棉制品应选用使用温度为 800℃~1000℃的黏结剂。使用前，应就地进行黏结强度试验，以制品自身被损坏而黏缝处不开裂为宜。

4.1.11 保温层固定构件的选用：对硬质制品，宜用 $\phi 6$ 的钩钉；对矿纤半硬质和软质制品，宜用 $\phi 3.5$ 的针头形销钉和自锁压板。支撑托架宜用钢板或型钢制做。除在本标准中指明外，均为低碳钢制件。

4.1.12 捆扎用的铁丝网、铁丝及钢带等，通常采用镀锌材料。铁丝网规格为 1.2mm×20mm×20mm 至 1.6mm×25mm×25mm 的活络网。对不作抹面保护层的保温结构，则应使用 1.2mm×20mm×20mm 的六角拧花网。选用的不锈钢丝网规格与镀锌铁丝网相同。

4.1.13 金属保护层宜按下列材料与厚度选用

- a) 采用镀锌铁皮时，管道选用的厚度为 0.35mm~0.50mm，设备和矩形截面烟风道选用的厚度为 0.50mm~0.70mm；
- b) 采用铝合金板时，管道选用的厚度为 0.50mm~0.75mm，设备和矩形截面烟风道选用的厚度为 0.60mm~1.00mm；
- c) 对大截面矩形烟风道的金属保护层应采用压型板。

4.1.14 抹面保护层宜选用密度小于 800kg/m³，耐压强度大于 0.8MPa，烧失量（包括有机物和可燃物）小于 12%，抹面干燥后不产生裂缝、脱壳等现象的材料。硅酸钙制品采用抹面保护层时，则应选用硅酸钙专用抹面材料。

4.1.15 设备与管道的法兰、阀门、三通等附件的保温，应按其温度要求条件，选用不同材料制作的可拆式定型保温套。

4.2 材料保管

4.2.1 耐火、保温材料不宜露天存放，短期内用料应有临时防雨、雪措施。受潮的材料，当干燥处理后仍不能恢复性能时，不应使用。

4.2.2 耐火、保温材料的加工间、库房、棚仓及场地的综合面积，可按下式确定：

$$F = \frac{Qk}{\alpha P} \quad (1)$$

式中：

F ——综合面积，m²；

Q ——材料总体积或总质量，m³或t；

k ——同时贮存系数，取 0.5~1.0；

α ——场地利用系数，取 0.6~0.7；

P ——贮存定额，每 m²的堆放量，矿纤制品或箱装材料， P 取 0.8m³/m²~1.4m³/m²；对松散袋装材料， P 取 0.3t/m²~0.7t/m²。

4.2.3 材料保管应按材质、品种、规格分类存放，尽量减少二次搬运。耐火、保温及辅助材料的损耗率参见附录 D。

4.2.4 在材料保管期内，如发现有变质、劣化现象，则应检验其理化性能，不合格的不得使用。

5 炉墙、密封及内衬检修

5.1 一般规定

5.1.1 拆下的炉墙外护板和设备应妥善保管，以备再用。

5.1.2 需检修的炉墙、内衬的工作面必须彻底清理，不得有油污、残留物和锈蚀等。临时构筑物应清除干净。

5.1.3 需要在膜式壁和炉顶管上焊接的固定件及密封构件等，必须在锅炉水压试验前完成，并由具相应资质的合格焊工进行焊接。

- 5.1.4 检修前,应对炉顶管等部位的金属密封构件进行检查,对漏点和缺陷应按本标准的工艺要求处理。
- 5.1.5 检修后,应对锅炉进行风压试验,检查金属构件的严密性。试验压力按锅炉运行规程的规定;无规定时,可按高于炉膛工作压力 0.5kPa 进行正压试验,并将漏点消除。
- 5.1.6 不定形耐火材料的搅拌用水,必须清洁,严禁使用海水、碱水及含有机悬浮物的水。
- 5.1.7 填充用的硅酸铝棉,在本标准中未指明黏黏结剂的,均为喷洒少量水的润湿料。
- 5.1.8 炉墙及炉本体管道保结结构的抹面层厚度,应符合 6.8.3.2 的规定。
- 5.1.9 膜式壁炉墙结构见图 1,应保持严密不漏,外护板应固定牢靠,平整美观。

5.2 锅炉膨胀系统

- 5.2.1 检查膨胀中心各层锚固连接构件与膜式壁的焊接情况,如有脱焊、变形的应进行修复和加固,同时检查炉顶各吊点的膨胀间隙和方向,应符合设计要求。
- 5.2.2 各层导向装置的限位(制动)块和导向架之间,应按设计留有膨胀和滑动间隙,见图 2,并应滑动顺畅,不得卡涩。

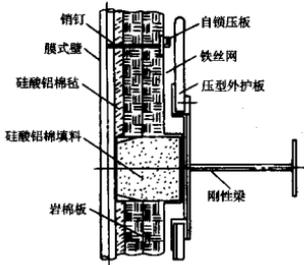


图 1 膜式壁炉墙结构

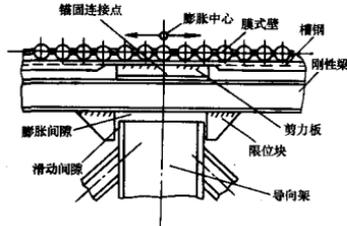


图 2 导向装置结构

- 5.2.3 所有导向装置的整套结构,应有足够的强度,焊接牢固,无歪斜、变形、损坏等。
- 5.2.4 膨胀指示器应安装牢固,刻度要清晰、正确。指针应有很好的刚性,其尖端与刻度版面可保持 5mm 的间隙。检修后应校正到零位。

5.3 膜式壁炉墙

5.3.1 膜式壁上密封构件严密性的检查与修复

- 5.3.1.1 膜式壁鳍片的焊缝不得有砂眼、裂纹,否则应补焊、修整。
- 5.3.1.2 膜式壁与顶棚管相交处的鳍片长度,必须延伸至高于顶棚管,长度不够时需补焊增高。
- 5.3.1.3 燃烧器喷口,各门、孔让管处的间断鳍片烧损或脱落时,应修复或重新补焊,并符合设计要求。
- 5.3.1.4 冷灰斗、折焰角等斜面与垂直膜式壁交接处的密封构件,不应被拉开、烧损,否则应进行补焊、更换,或改装成膨胀节的结构。
- 5.3.1.5 炉膛两侧膜式壁与包墙管鳍片的连接焊缝不得有开裂,否则应进行修复、焊透,并符合设计要求。

5.3.2 刚性梁及膜式壁连接构件的检查与修复

- 5.3.2.1 连接刚性梁和膜式壁的张力板、槽钢、剪力板或蹬形夹等,不得有开裂或变形,否则应按设计进行修复或加固。
- 5.3.2.2 膜式壁四角各层的加强角板、槽钢等构件,不得有拉裂或变形,否则应修复或加固,并与膜式壁焊接牢固。

5.3.2.3 各层刚性梁端部和角板的连接部件见图3，应保持其结构完好、移动灵活。

5.3.3 敷设保温层的工艺要求

5.3.3.1 膜式壁炉墙的保温层，一般为硅酸铝棉和岩棉制品的复合结构或是使用温度大于600℃的岩棉缝毡层结构。不宜采用玻璃棉、泡沫石棉及硬质保温制品。

5.3.3.2 膜式壁上的销钉不少于8个/m²，但在门、孔处的周围应适当加密。损坏或缺短时，应按设计或保温制品的尺寸修整和补焊齐全，销钉根部可退火处理，以改善其可焊性。销钉应焊在鳍片上。

5.3.3.3 保温层敷设前，应用蘸有少量黏结剂的硅酸铝棉毡条铺满膜式壁外侧的管间凹槽，并与管排表面平齐。炉墙内层材料采用硅酸铝棉定型嵌管制品时，也应与壁面紧密结合，防止对流散热。

5.3.3.4 刚性梁与膜式壁之间的空隙，应填充和压实硅酸铝棉，并使其与壁面和角部的保温层结合严密。

5.3.3.5 对于单一材料的炉墙保温层，如采用单面金属网岩棉缝毡时，内层的网面应向管壁，最外层的网面应向户外护板，并对其施加10%~20%的压缩量，缝毡之间要紧固平整。如保温层夹衬铝箔时，应尽量不使其表面损伤和沾污。

5.3.3.6 复合保温的炉墙，其内层应贴砌厚度为40mm~60mm的硅酸铝棉毡或其定型的嵌管制品，见图1。外层采用岩棉板敷设时，应翘头挤压对接严密。

5.3.3.7 炉膛四角、燃烧器壳体及各门、孔周围的内外保温层均采用硅酸铝棉毡。

5.3.3.8 贴砌硅酸铝棉毡采用层铺法，每层厚度宜为20mm~40mm，用黏结剂黏贴，要求同层错缝，多层压缝，其搭接长度不宜小于50mm，并砌筑严密。

5.3.3.9 硅酸铝棉毡尺寸不合适时，应用刀具剪切，不得手撕。

5.3.3.10 黏结剂的使用要求，应符合4.1.10的规定。黏结剂的涂抹厚度为2mm左右，并应涂匀、黏牢。

5.3.3.11 紧贴保温层铺设的铁丝网，互搭长度不得小于20mm，并用自锁压板穿入销钉折弯90°固定，压板应压入保温层4mm~5mm。铁丝两端边可用 $\phi 6$ 钢筋压焊于刚性梁的翼缘上，要求紧力均匀，平展无皱。

5.3.3.12 炉墙保温层的厚度应保持一致，其允许偏差值为 ± 10 mm。炉膛燃烧区域保温层厚度应比设计值加厚20%。

5.3.3.13 保温层外表面增加抹面保护层时，其工艺与质量要求应符合6.8.3.2和6.8.3.3的规定。

5.3.4 恢复外护板的工艺要求

5.3.4.1 恢复外护板时，应保持其固定构件的完好性，下端应与挡板用自攻螺钉连接，上端应按设计留有滑动间隙。锅炉四角的外护板也应有活动搭接口。

5.3.4.2 刚性梁上设计有防雨罩时，应与外护板同时安装。加工外护板时应用专用工具剪切，不得用乙炔焰切割。

5.3.4.3 外护板装配时应搭接合理，防止水流浸入，与各门、孔的相交处不得露出保温层。

5.4 燃烧器部位的炉墙

5.4.1 旋流式燃烧器炉墙的检查与修复

5.4.1.1 旋流式燃烧器炉墙结构有耐火捣打料（耐火可塑料）碓口和异形砖碓口，碓口宜采用碳化硅材料及其制品。

5.4.1.2 捣打料碓口损坏严重时，不宜修补而应重新捣制。当抓钉的烧蚀长度超过1/2时，要以原设计的材质和长度进行错位补焊，如补焊困难，则应更换抓钉管。

5.4.1.3 被捣制的喷口管壁表面和抓钉应先进性喷砂处理，或采取去垢后用磷酸三钠溶液擦洗，并呈现出金属光泽。抓钉管表面按5.10.2.3的要求处理并干燥后，即可投料捣打。捣制工艺与质量要求应符合

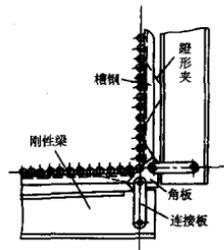


图3 刚性梁端部连接结构

5.10.3 的相关规定。

5.4.1.4 捣制前应按设计要求找好中心，然后支模板再进行捣制，料层必须用木锤捣固，表面应平整无裂缝。

5.4.1.5 异形砖碓口的异形砖，不得有松动或破损，否则应进行更换。更换异形砖时，其锚固构件的位置和长度均应合适，并保证碓口与燃烧器中心的同心度。

5.4.1.6 异形砖碓口外围衬垫的耐火料层必须充满捣实。碓口的内圆表面应涂抹厚度为 10mm~20mm 的耐磨耐火涂料层。

5.4.2 直流式燃烧器炉墙的检查与修复

5.4.2.1 直流式燃烧器整体区域内和各喷口处的耐火材料应采用低钙铝酸盐水泥耐火浇注料或耐磨耐火浇注料。加强骨架应采用 $\phi 6$ 的不锈钢筋。浇制工艺与质量要求应符合 5.11.2 的规定。

5.4.2.2 直流式燃烧器与膜式壁的密封形式有直接焊封和滑动密封。无论是何种密封形式，在检修时应保证其相对膨胀不受影响。

5.4.2.3 直接焊封的焊缝不得开裂或漏泄，否则应补焊或加强。同时要调整燃烧器吊架弹簧的行程使其与膜式壁同步位移。

5.4.2.4 滑动密封要检查滑动板的压紧状况和密封结构的严密性。还应保证燃烧器与膜式壁相对膨胀的灵活性。滑动板四周的密封带，应使用耐热钢丝增强的硅酸铝棉绳。

5.4.3 W型火焰燃烧器炉墙的检查与修复

5.4.3.1 燃烧器喷口处的耐火材料应采用耐火可塑料，便于捣实；密封填充料必须选用硅酸铝棉。

5.4.3.2 检查各风管穿过风箱部位的密封状况，尤其要重点检查狭缝式燃烧器喷口与拱顶锚插接处的密封装置，不得有变形或烧损，否则应修复或加固。如耐火层破损或密封填充料失效，则必须更换，保证喷口处密封完好。

5.5 门、孔部位的炉墙

5.5.1 检查各门孔密封箱的焊缝，不得有漏泄，否则应进行补焊。箱内耐火层被烧损时应进行更换，更换时应在耐火层与箱壳内壁之间夹衬 40mm~60mm 厚的硅酸铝毡。人孔门盖内侧向火面应做成耐火层与保温层的复合结构。

5.5.2 人孔门、看火孔在固定前，门框与箱壳的结合面按设计必须加衬密封垫。门盖的密封应选用硅酸铝棉绳。

5.5.3 不经常打开的人孔门，可在其内侧用耐火制品临时封闭，防止漏风和散热。人孔门门盖外面宜增设可拆式的保温盖，外形应完整、美观。

5.6 炉顶热密封罩的密封保温

5.6.1 热密封罩严密性的检查与修复

5.6.1.1 热密封罩的壳体不得有漏泄、裂缝、变形等，否则应修复或焊补严密。

5.6.1.2 检查热密封罩底部框架与膜式壁之间的外密封装置，应达到下列要求：

- a) 对金属密封装置，不得开裂、腐蚀，对起不到热补偿作用的结构，应修整或更换。
- b) 对非金属密封装置，不应烧损、老化、变质；否则应予更换。

5.6.1.3 对于设计不够完善的密封装置，应加以改进，并保证其严密性。

5.6.1.4 穿过热密封罩的管道和吊杆，如因结构不良而引起漏泄时，则应改进为双层套筒或膨胀节套筒的密封方式，其内部可填充硅酸铝棉。

5.6.1.5 汽包两端和下降管穿过热密封罩的密封结构应严密不漏，并不得影响它们之间的相对膨胀。

5.6.2 热密封罩内、外壁分别敷设保温层的工艺要求

5.6.2.1 固定保温层的销钉损坏或缺少时，其修复工艺按 5.3.3.2 的规定进行，但在内壁保温时，销钉和自锁压板的材质均应采用耐热钢或不锈钢。

5.6.2.2 热密封罩为压型板时，在凹槽内填充的材料及其工艺要求应符合 5.3.3.3 的规定。

5.6.2.3 热密封罩的立面应为复合保温，内、外层使用的材料和修复工艺按 5.3.3.6、5.3.3.8~5.3.3.10 的规定进行。但在内壁保温时，其内、外保温层必须互换，即硅酸铝毡设在热面层。

5.6.2.4 热密封罩顶面的保温结构按下列要求进行：

- a) 复合保温层的结构和要求与 5.6.2.3 相同，但对内壁保温，为防止保温层下沉、脱落，销钉应适当加密，每一层都要用自锁压板压紧。
- b) 轻质隔热浇注层在浇制时，可按 2000mm~3000mm 的间距留出纵横膨胀缝，并在缝内夹以 40mm 厚的硅酸铝棉毡。浇注层与立面的保温层必须结合严密。

5.6.2.5 保温层外面应铺设铁丝网，其工艺按 5.3.3.11 的规定进行。但对内壁的保温层应采用不锈钢丝网，并增加抹面保护层。

5.6.2.6 热密封罩内侧底部四周通道，宜敷设硬质保温制品或浇制轻质隔热浇注料，并必须与膜式壁很好地结合。

5.6.2.7 热密封罩保温层厚度的允许偏差值为±10mm，应尽量保持在正值内。

5.6.2.8 外护板的恢复工艺按 5.3.4 的要求进行。热密封罩外顶面的金属护板应装配齐全。

5.7 有热密封罩炉顶的密封保温

5.7.1 顶棚管密封的检查与修复

5.7.1.1 停炉后，根据顶棚积灰情况，找出密封构件的泄漏点，不易发现时，可做风压试验检查，风压试验的要求应符合 5.1.5 的规定，发现漏泄时进行焊补处理。

5.7.1.2 密封构件变形或烧损严重的，则应割掉。再将穿墙管根部梳形板和顶棚管上的间断鳍片，补焊齐全，并重新浇制耐火层，见图 4。施焊密封件时，电流要调整适当，尽量减少小块割补件。

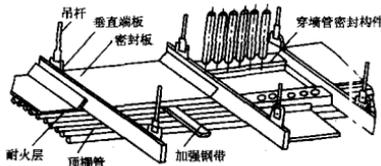


图 4 顶棚管金属密封结构

5.7.1.3 由于炉膛区域顶棚管的刚度不够，而导致管排弯曲、下沉，则应在两道垂直端板之间的管排上加焊扁钢带，以增强顶棚管的整体刚度。

5.7.1.4 运行多年的锅炉，过热器和再热器穿墙管处的密封构件极易发生漏泄，经多次补焊不能完全消除时，可按下列密封工艺进行弥补：

- a) 在穿墙管排区域，距管壁 100mm 左右，用 5mm×100mm 的扁钢焊成框格式密封槽；
- b) 在槽内的密封构件表面上，贴砌 20mm~40mm 的硅酸铝棉毡，同时，用硅酸铝棉将管排的空隙填满压实；
- c) 再在其上面捣制 50mm~60mm 的耐火可塑料层；
- d) 最后，用抹面材料与槽缘找平，抹光。

5.7.2 伸出前墙的顶棚管膨胀节密封的检查与修复

5.7.2.1 膨胀节变形不大、漏点不多时，应进行补焊。

5.7.2.2 变形较大、漏泄严重时，则在原膨胀节外部，再增装一层薄板多波外套。它们之间应留有 40mm~100mm 的空腔，并在其中填充硅酸铝棉。

5.7.3 高温过热器、高温再热器管系保温层敷设的工艺要求

5.7.3.1 为保持热密封罩内 400℃ 左右的设计温度，超过 510℃ 的联箱管系应敷设保温层，其余联箱与

管系均呈裸露状态。

5.7.3.2 高温过热器、高温再热器联箱及其管排保温时，应紧靠壁面先铺设一层 $1.2\text{mm} \times 18\text{mm} \times 50\text{mm} \times 2.0\text{mm}$ 的耐热钢板网。同时，牵引出绑扎保温层的不锈钢丝束。

5.7.3.3 高温过热器、高温再热器联箱及其相应温度的管系，均应敷设厚度为 $80\text{mm} \sim 100\text{mm}$ 的硅酸铝毡，并在其外面紧固不锈钢丝网，然后增设抹面保护层。

5.8 无热密封罩炉顶的密封保温

5.8.1 顶棚管密封的检查与修复

5.8.1.1 顶棚弯管与前壁交接的搭接梳形板应焊于弯管排的上部，材质不变。在梳形板与管壁表面先垫一层 20mm 的硅酸铝毡，再浇制 100mm 厚的耐火可塑料，并在其上面用硅酸铝棉填充压实。然后，按设计用密封板焊封。

5.8.1.2 顶棚弯管的两个前角与侧壁连接的密封板漏焊或开裂的，可补焊处理。漏泄严重时，则应在这两个角的部位增设外密封罩。

5.8.1.3 顶棚管与两侧壁交接处的密封板，应改进为补偿能力较大的折角弯板，并在其空腔内按 5.8.1.1 的要求完成填充材料和密封。

5.8.1.4 高温过热器和高温再热器两端管排与侧壁的间距狭窄，密封构件不易焊严，应增设外密封罩。

5.8.1.5 运行多年和漏泄严重的炉顶，除对穿墙管的密封构件焊补外，还可将顶棚管与前壁、两侧壁相交处的部位，采取通长的外密封罩进行整体封闭，见图 5。外密封罩焊在生根于管壁的梳形板上，侧焊缝在内护板或顶棚管的鳍片上，其上端焊在联箱预设的垫块上。整个外密封罩应设计成具有足够热补偿能力的膨胀结构，罩内的填充材料和密封方式，见 5.8.1.1。

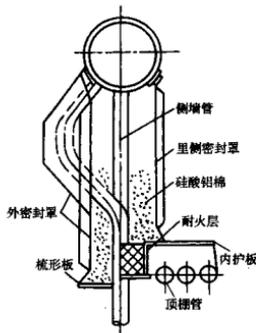


图 5 顶棚管与侧壁的外密封罩

5.8.2 炉顶棚及其上部管道敷设保温层的工艺要求

5.8.2.1 设计有内护板的顶棚炉墙，在检修时，内护板下的耐火层与保温层一般不宜变动。如炉顶表面温度过高，可采用硅酸铝棉毡取代内护板上面的原保温层。炉膛顶部区域应适当加厚。敷设工艺与膜式壁炉墙相同。

5.8.2.2 炉顶上部各联箱及其管排保温层的固定方式应符合 5.7.3.2 的要求。高温过热器、高温再热器的保温层厚度应比设计值加厚 20%。

5.8.2.3 高温汽水连接管道的保温层应采用硅酸棉铝毡或其管壳，保温时应先管道后联箱，其端层应嵌入联箱保温层内。

5.8.2.4 汽包表面温度超标过高时，应更换保温层。也可在原保温层的外面再贴砌 $40\text{mm} \sim 60\text{mm}$ 的硅

酸铝棉毡或硅酸盐复合绝热制品，并恢复其保护层。汽包人孔门必须安装可拆式保温盖，为使汽包吊杆安全可靠地工作，其保温层应高于汽包的上表面。位于热密封罩内的吊杆，则不必保温。

5.8.2.5 炉顶棚及其上部管道保温层外面，分别紧固铁丝网后，由上至下，从里往外涂抹抹面保护层，其工艺要求应符合 6.8.3.3 的规定。

5.8.2.6 管道弯头两端，交叉及并列管道之间的铁丝网不得相连，抹面层相交部位应留出宽为 5mm~8mm 的膨胀间隙。

5.9 锅炉其他部位的密封保温

5.9.1 检修或更换后的壁式再热器和低温再热器等穿过膜式壁的管排，必须与其密封装置相焊，并保证焊封严密。

5.9.2 水平烟道、炉膛底部热密封罩严密性的检查与修复及内、外壁分别敷设保温层的工艺要求，应符合 5.6.1 和 5.6.2 的规定。但炉膛底部热密封罩与膜式壁连接的部位，由于相对胀差而引起罩顶开裂、保温层脱落时，则应进行加固，并加厚保温层。

5.9.3 竖井包墙管下联箱与烟道护板的连接密封板，损坏变形不能修复时，应按设计材质更换。如系双层密封夹板，则可在其空间内填满硅酸铝棉。

5.9.4 检查竖井连接烟道预留的膨胀间隙，应符合设计要求。在迷宫式的密封盘内应填充粒径为 0.15mm~3.0mm 的耐火骨料，在其上面可用硅酸铝棉作填料。

5.9.5 检查膜式水冷壁与包墙管连接处的插板式密封结构，对脱离或磨损严重的，应修复、加固。其外侧的滑动式密封箱不应卡涩。密封箱内应填满压紧硅酸铝棉，不得填充使用温度较低的其他矿物棉。

5.9.6 烟道内汽、水联箱和连接护板的隔热层破损、剥落时，应用耐火浇注料修补完好。

5.9.7 检查管式空气预热器保护套管的防磨层，如磨蚀严重，则应在更换套管的同时，用耐火浇注料补灌找平，但不得堵塞管孔。

5.10 卫燃带

5.10.1 卫燃带及抓钉的检查与修复

5.10.1.1 卫燃带所用耐火材料，应根据燃料的化学成分和灰渣特性选择，并要求导热性好，抗渣蚀性强。常用的有磷酸铝碳化硅耐火捣打料和磷酸盐高铝质耐火可塑料等。

5.10.1.2 卫燃带局部剥落时，不宜修补，应重新捣制。卫燃带的厚度应适宜，既能保持炉膛的高温度场，又不会因热应力而开裂。

5.10.1.3 抓钉长度被烧蚀超过 1/2 或局部缺少时，应将管壁上的氧化物等锈垢清除后，进行错位补焊。抓钉管变形严重时，应更换。

5.10.1.4 抓钉材质应与水冷壁管材质相同或采用低合金耐热钢，抓钉直径为 10mm~12mm，长度为 14mm~17mm。抓钉密度的布置应符合设计要求，如设计不明确，则以如下密度布置：膜式壁 $s/d=1.2\sim 1.3$ 时，为 25%~30%；液态排渣炉的抓钉密度可增加到 30%~35%。

注：抓钉密度是指抓钉数的总面积和每平方米水冷壁投影面积之比。

5.10.1.5 焊接抓钉应用电焊机完成，焊枪达不到的地方，可用手工焊接。抓钉的焊缝必须满焊、焊透。

5.10.2 管壁表面的喷砂处理

5.10.2.1 管壁表面应用压力喷砂机喷砂处理，尤其抓钉与管壁之间的焊渣和新管段的油污，必须清除干净，并呈现出金属光泽。

5.10.2.2 砂料一般使用石英砂。对结垢严重和抓钉密度较大的壁面，应选用金刚砂。

5.10.2.3 当喷砂处理结束后，用 0.08mm~0.15mm 耐火细粉料配制的稀浆涂料统刷一遍，厚度为 0.5mm~1.0mm，防止再生锈。

5.10.3 卫燃带捣制的工艺要求

5.10.3.1 捣制卫燃带的环境温度应保持在 15℃~30℃，配制好的捣打料温度不低于 20℃，否则，在搅

拌前对材料进行预热。

5.10.3.2 捣打料的配制工艺，应按供货厂家的产品使用说明书进行。配比要准确，应在强制式搅拌机中混练，并严格控制在不同环境温度下的加水量，混料后的可塑性要适当，可通过手内球体测试法检验。

注：手内球体测试法的要求是，用手把物料揉成一个球团后，以不泌水也不黏手为宜。

5.10.3.3 捣制顺序：先从顶部开始，最后到炉底区域。应遵循从上往下，先中间后两边，依次延伸至角部。液态排渣炉底应由两侧向中心，顺着流渣的坡度进行。

5.10.3.4 铺料时，用手捏成团，用劲压入抓钉之间，厚度要均匀，控制在略高出抓钉顶端，用弧形木抹板反复强制推压，应按一次铺料、一次捣打成形的原则，确保捣制的密实度。表面修整时，不宜过分光滑，最后成形的厚度以超出抓钉 4mm~5mm 为宜。

注：捣制的密实度，是指衬料被捣打的密实程度，以表面微微“出汗”为宜，但必须防止橡胶泥状的出现。

5.10.3.5 捣打过程中，在卫燃带的纵横方向，按 1000mm~1500mm 的间距，设置宽为 4mm~5mm 的膨胀缝。上下纵缝应错列布置。

5.10.3.6 卫燃带在膜式壁上形成后，应按膜式壁的外廓线，用木制压型工具压成如图 6 所示的形状。但对管径小于 38mm 和管距小于 44mm 的管排，则不必压型，按平面处理。

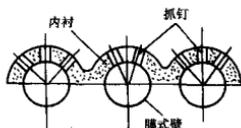


图 6 内衬的压型

5.10.3.7 液态排渣炉炉底墙较厚，分层捣制时，应在各层间按其厚度，顺流渣方向，每隔 1000mm 左右留出阶梯式搭接膨胀缝，搭接长度 100mm，缝宽 20mm。

5.10.3.8 W 型火焰燃烧器喷口让管处的拱墙卫燃带较厚，在卫燃带中应设置 $\phi 6$ 的不锈钢骨架，增加卫燃带的整体强度，防止脱落。

5.10.3.9 卫燃带捣打时宜连续进行，如间隔时间较长，应将接缝处扒毛，以利于下层的结合。

5.10.3.10 在捣制过程和养护烘烤阶段，严禁对卫燃带碰撞与振动，并不得被水、汽浸湿，防止卫燃带松动和脱落。

5.10.3.11 由于气候条件等因素的影响，卫燃带表面可能会出现细小裂纹，只要其深度不大于 3mm，则不必修整。

5.10.4 卫燃带的养护、烘烤及热处理

5.10.4.1 卫燃带捣制结束后，首先应在环境温度为 20℃~35℃、相对湿度小于 75% 和自然通风条件下，进行自然养护 3d~4d。

5.10.4.2 烘烤及热处理，应按供货厂家提供的烘烤（升、降温及恒温）曲线进行，同时必须注意下列要求：

- 烘烤阶段初期可与锅炉点火前的上水过程结合进行。由室温到 300℃ 不应少于 36h，并按烘烤曲线均衡加热，避免温度的急剧变化，防止卫燃带起层剥落。
- 热处理方法，可通过机组正式启动运行的投油、投粉过程来实现。温度由 300℃ 到 650℃ 的时间，不应少于 8h，在这一阶段更应控制好升温速度，减少温差，使卫燃带受热均匀。并注意卫燃带温度在 650℃~1000℃ 之间应迅速跃过，以防捣打料的结合剂分解，影响烧结质量。

5.11 除渣斗内衬

5.11.1 内衬及锚固构件的检查与修复

5.11.1.1 检修或改进除渣斗内衬时，必须考虑所用材料性能的储备裕度和整体结构的稳定性。

5.11.1.2 内衬的耐火材料,应选用中温(900℃~1200℃)强度高、热震稳定性好,并具有一定抵抗酸性渣侵蚀的能力。推荐采用钢纤维高铝水泥耐火浇注料。

5.11.1.3 锚固构件的材质,应选用耐热钢制作,不宜采用线膨胀系数较大的不锈钢。

5.11.1.4 锚固筋的直径为6mm~10mm,加工成Z型,其成型长度为内衬厚度的80%,行间横向间距为200mm,行间纵向间距为150mm,见图7,应横平竖直布置,以便于捣固时振动棒行走。

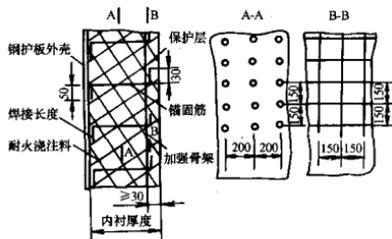


图7 除渣斗内衬锚固构件布置

5.11.1.5 锚固筋与渣斗内壁的焊接长度为50mm,两边均应满焊,不应虚焊、漏焊。

5.11.1.6 加强骨架的钢筋为 $\phi 6$,加工成长度为1000mm的单筋,纵横方向以150mm×150mm的网格绑扎在Z型锚固筋的直弯里侧。在内衬的垂直墙段,每隔2000mm间断式地绑扎骨架,以便设置膨胀缝。

5.11.1.7 内衬的斜墙段不宜留膨胀缝。垂直墙段膨胀缝的宽度为4mm~5mm,深度为内衬厚度的1/3~1/2,但不得贯穿。

5.11.2 内衬浇制的工艺要求

5.11.2.1 除渣斗内衬采用振捣法成形,应使用强制式搅拌机和高频振动棒。

5.11.2.2 浇制前,应对耐火浇注料进行取样试配,并检验其主要理化性能,达到技术条件指标后,该配合比即被确认。否则,应重新配制。

5.11.2.3 浇注料应按供货厂家使用说明书中的加水量、混练方法及要求的时间进行搅拌、出料。拌好的物料应在0.5h~1.0h内用完,初凝干硬后的物料不能再用。

5.11.2.4 掺入的钢纤维规格宜为0.5mm×20mm,其材质应选用耐热钢或不锈钢。在搅拌过程中,对钢纤维应陆续不断地散撒,不允许成团投入。

5.11.2.5 浇制内衬的支撑模板,应牢固可靠,并有足够的强度,不得鼓胀、变形。每次支模的高度为600mm~1000mm,便于上料和振捣。

5.11.2.6 浇制双渣斗内衬时,应交叉连续作业,以适应衬料的初凝时间并避免施工缝的出现。

5.11.2.7 浇注料应连续振捣两遍以上,直至表面返浆而不下沉为宜。必须保证其密实度。

5.11.2.8 内衬浇制工作结束24h后即可拆模,衬料的表面应平整、无疏松、无孔洞。

5.11.3 内衬的养护及烘烤处理

5.11.3.1 内衬浇制完12h后,即可开始养护,在15℃~25℃的环境下下潮湿养护3d。

5.11.3.2 烘烤处理可与机组正式启动运行同时进行,如缺乏烘烤资料时,可按以下要求进行:由室温到350℃,不应少于72h,升温速度4℃/h~5℃/h;由350℃到600℃的时间不应少于24h,升温速度宜控制在10℃/h~15℃/h。

5.12 高温炉烟管道内衬

5.12.1 内衬及锚固构件的检查与修复

5.12.1.1 高温炉烟管道内衬是由保温层和耐火层组成的。保温层应采用硅酸铝棉毡;耐火层可根据检

修条件选用水玻璃快硬耐火可塑料或碳纤维高铝水泥耐火浇注料，也可采用耐火喷涂料。

5.12.1.2 烟气入口混合室的内衬结构与管道相同。锚固构件均应采用耐热钢或线膨胀系数小的不锈钢材料。

5.12.1.3 锚固筋宜用 $4\text{mm}\times 30\text{mm}$ 的扁钢加工成Y型件，其成型长度为伸入耐火层厚度的 $1/2$ ，见图8。行排之间的间距均为 200mm ，成直线形布置，对混合室和倾斜管道的上半圆可适当加密。

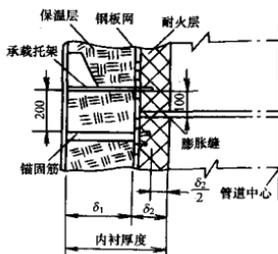


图8 高温炉烟管道内衬

5.12.1.4 扁钢锚固筋应立焊于管道内壁，两边焊缝应满焊，不应有虚焊、漏焊。

5.12.1.5 在管道的垂直段，每隔 2000mm 左右，加装一道焊于内壁上厚度 10mm 、弧长 300mm 、间距约 100mm 有加强肋的间断式环状承载托架，其宽度与锚固筋的长度相同。

5.12.1.6 保温层与耐火层之间，必须铺设 $2.0\text{mm}\times 22\text{mm}\times 60\text{mm}\times 2.5\text{mm}$ 的钢板网，做为固结耐火层的加强骨架，并用 $\phi 6$ 的钢筋横向、间断式地点焊于锚固筋上，将保温层压紧、压平。

5.12.2 敷设保温层的工艺要求

5.12.2.1 硅酸铝棉毡应使用 $40\text{mm}\times 200\text{mm}\times 600\text{mm}$ 或 $20\text{mm}\times 200\text{mm}\times 600\text{mm}$ 规格的制品，便于敷设。不宜采用硅酸铝毡。贴砌工艺和黏结剂的使用要求，应符合5.3.3.8~5.3.3.10的规定。

5.12.2.2 保温层厚度的允许偏差值为 $\pm 10\text{mm}$ 。

5.12.3 水玻璃快硬耐火可塑料层捣制的工艺要求

5.12.3.1 检查耐火可塑料的可塑性，按5.10.3.2提出的方法测试，符合要求时，方可使用。

5.12.3.2 内衬操作的环境温度不得低于 10°C ，冬季检修时应按3.3.1.1和3.3.1.2的规定进行。

5.12.3.3 捣打可塑料时，应用木制圆模工具控制其厚度和内圆直径。对门、孔和局部需要支模的地方，尺寸应准确。

5.12.3.4 耐火层的水平膨胀缝，应设置在承载托架下方，如图8所示，缝宽为 $4\text{mm}\sim 5\text{mm}$ 。

5.12.3.5 铺设耐火层时，先将物料紧密地挤压在钢板网上，可用加装橡胶垫的风镜头或捣固机分层进行，捣打2~3遍，以增加衬料的密实程度。

5.12.3.6 捣制成形的耐火层，经表面修整和自然养护8h后，使用 $\phi 4$ 的透气针（即钢钎），垂直于衬面扎出排气孔，其深度为耐火层的 $1/2\sim 2/3$ ，孔的间距为 $100\text{mm}\sim 150\text{mm}$ 。

5.12.3.7 当捣制工作结束后，而又不能及时烘烤处理时，则应用塑料薄膜将其表面覆盖，以防脱水变硬，堵塞气孔，影响烘烤效果。

5.12.3.8 内衬的烘烤处理，应按供货厂家提供的烘烤曲线进行。并可与锅炉点火启动运行结合进行。同时必须注意以下要求：由室温到 80°C 不应少于24h，由 80°C 到 200°C 不应少于16h，并应严格控制升温速度，均衡缓慢地进行，防止内衬裂纹、鼓包。当温度达到 $300^{\circ}\text{C}\sim 350^{\circ}\text{C}$ 时，恒温24h。

5.12.4 碳纤维高铝水泥耐火浇注料层浇制的工艺要求

5.12.4.1 耐火浇注料的浇制工艺按5.11.2的要求进行。但水平膨胀缝应符合5.12.3.4的规定。

- 5.12.4.2 内衬的养护及烘烤处理,应按 5.11.3 的要求进行。
- 5.12.5 耐火喷涂层喷涂的工艺要求
- 5.12.5.1 耐火喷涂料是用喷射机将耐火混合料喷注到保温层上,而形成固结密实的内衬。材料的组成与同品种的耐火浇注料基本相同,但耐火骨料粒径较小,细粉和结合剂的用量较多。
- 5.12.5.2 锚固构件的设置及膨胀缝的留设,完全按 5.12.1 和 5.12.3.4 的工艺质量要求进行。
- 5.12.5.3 喷注前,应将喷射机安装、调试合格,并进行试喷,经确认无误后,方可开始操作。
- 5.12.5.4 喷涂料不应淋水和混进杂物,应连续作业,如需中断时,可做成阶梯式的接茬或以膨胀缝为界,防止出现叠层现象。
- 5.12.5.5 喷枪口与受喷面的距离一般保持在 50mm~100mm 之间,必须使喷涂料与受喷面垂直。喷射应按圆周轨迹移动,其作用直径可控制在 300mm~400mm,并一次喷注完成。
- 5.12.5.6 喷涂顺序应由上向下分区段进行,喷射面积宜控制在 $1.0\text{m}^2\sim 1.5\text{m}^2$,喷后再向周围扩展。
- 5.12.5.7 当喷涂料的品种、喷枪口的压力和喷距一定时,水的用量也应调整适当,喷涂层以不产生流淌为宜。
- 5.12.5.8 为确保耐火层的喷涂质量,喷涂过程所产生的回弹料,不可再次使用。回弹率应控制在 15% 以下,以利于提高喷涂料的附着率,增加其体积密度和强度。
- 5.12.5.9 当喷涂工作结束而衬料开始初凝时,应立即找平或刮平到设计厚度,但不必压光。如发现有松散、干裂等现象,则应及时处理或重新喷注。
- 5.12.5.10 喷涂层如需扎排气孔时,应按 5.12.3.6 的要求进行。
- 5.12.5.11 耐火喷涂料内衬的养护和烘烤处理,应根据所用材料的品种、性能及运行条件,按供货厂家提供的烘烤曲线进行。
- 5.12.6 砖砌内衬砌筑的工艺要求
- 5.12.6.1 耐火砖应选用大面上下带有凸凹镶嵌结构的高铝质耐火砖或烧结磷酸盐耐磨砖。保温层可根据运行状况,或保留硅藻土砖,或改用硅酸铝棉制品。
- 5.12.6.2 对不同品种的耐火砖和保温制品,必须使用与砖和制品理化性能相应的灰浆砌筑。灰浆配料的最大粒径应小于砖缝的 50%。
- 5.12.6.3 对变形、烧损的承载托架,应按设计要求修复或更换。砌筑内衬时,应以承载托架为分割单元,拆除一节,砌筑一节,从外向里,从下往上逐层进行,不应交叉施工。
- 5.12.6.4 未设计承载异型砖时,可在托架的上平面先砌三层全丁式的耐火砖,扩大承载面积,以保证上层砖墙的稳定。在托架上砌砖时,允许用少量的耐火浇注料(可塑料)找平,不应用松软材料垫底。
- 5.12.6.5 耐火层的水平膨胀缝,应设置在托架上下的砖层间,宽度为 10mm 左右,缝内用硅酸铝绳(或毡条)填满塞紧,并与墙面平齐。
- 5.12.6.6 砌砖时,灰缝必须错开并压缝,上下层不应有垂直通缝,多层砌筑耐火砖不得里外通缝,砖缝的灰浆必须饱满均匀。
- 5.12.6.7 耐火砖层不应使用砖长 1/3 及以下的断砖。当需要断砖时应使用专用工具或机械,不应用手锤直接断砖,断砖后的表面应加工磨平,破面和缺棱角的砖不得砌在向火面。
- 5.12.6.8 耐火砖墙的砖缝应为 2mm, 3mm 的砖缝每平方米不应超过 5 条;硅藻土砖的砖缝应为 5mm, 7mm 的砖缝每平方米不得超过 10 条。砌砖时留茬一般应是台阶形的,不允许留垂直和齿形的接口。
- 5.12.6.9 砌筑耐火砖墙时,应随时将其表面上挤出的灰浆清除掉,墙面上不得有积灰或其他杂物。
- 5.12.6.10 砌筑硅藻土砖或贴砌硅酸铝棉制品时,个别缺角或碎裂的地方,应用灰浆或黏结剂和小块材料填补严密。
- 5.12.6.11 管道的弯管部位和落煤管等接口处的耐火砖层,应根据弯管和接口的角度切割下料后砌筑,或者采用耐火浇注料(可塑料)捣制成形。
- 5.12.6.12 耐火砖墙内表面沿管道轴向的不平整度不大于 5mm/m,内衬的内径允许偏差值为 $\pm 5\text{mm}$ 。

6 热力设备及管道保温检修

6.1 一般规定

- 6.1.1 保温前，设备与管道的支吊架、仪表管接头等部件，必须修复或安装完毕，并经焊接检验合格或水压试验合格。
- 6.1.2 设备与管道上的灰尘、油污及铁锈等杂物，应清除干净。如设计要求涂防腐剂时，应待其干燥后方可敷设保温层。
- 6.1.3 保温层敷设前，各种支承件和固定件必须修复并设置齐全。电伴热管或蒸汽伴热管，必须经过通电或试压合格。
- 6.1.4 本标准保温范畴的高温，是指介质温度高于 350℃；中低温，是指介质温度低于 350℃。设备与管道的外壁温度，应取设计温度或介质的最高温度。
- 6.1.5 复合保温内外层的界面温度，不应超过外层材料安全使用温度的 90%。
- 6.1.6 保温层的厚度大于 80mm 时，应分层敷设，每层厚度应大致相等。内外层的接缝应彼此错开，其搭接长度不宜小于 50mm，层间和缝间不得有空穴。
- 6.1.7 检修前，应复核保温层的设计厚度，尤其是高温设备与管道，如果没有考虑其结构及环境因素等影响的校正值，则应比设计值至少加厚 20%。
- 6.1.8 设备与管道保温层厚度的允许偏差值为：硬质制品 $^{+10}_{-5}$ mm，矿纤半硬质和软质制品 ± 10 mm。
- 6.1.9 为了防止使用性能差的材料并保证管道的安全运行，保温层的最大厚度应按表 1 的规定加以控制。

表 1 保温层最大厚度

mm

管道 外径	57	76	89	108	133	159	219	273	325	377	426	478	529	630	720	820	920	1020	平壁
最大 厚度	100	120	130	150	160	160	180	180	190	200	200	210	210	220	230	240	250	260	280

- 6.1.10 为了有利于生产运行管理并方便操作维护，应按 DL/T 5072 的规定，对设备与管道进行涂色标志。对主蒸汽、再热蒸汽管道上的监视焊缝和蠕变测点处，还应在保护层外面设浅蓝色环。
- 6.1.11 保温结构应牢固可靠，在振动等外力的作用下，不致损坏。保护层应完整美观，并具有整体防水性能。
- 6.1.12 室外布置的设备与管道的保温结构，不应采用抹面保护层。
- 6.2 高温汽水管道的保温
- 6.2.1 保温及其支承托架的检查与修复
- 6.2.1.1 检查硅酸钙等硬质制品和其他矿物棉的保温层，如发现结构松弛，内层粉化、变质，导致保温效果不良时，则应更换材料，重新敷设。
- 6.2.1.2 保温层支承托架的修复与设置，应符合下列规定：
- 垂直和倾斜角大于 45° 的管道，保温层中应设置支承托架，并根据管径大小，可按 2000mm~3000mm 的间距装设。
 - 垂直管道上的阀门、法兰等管件的上方应设托架，但其位置不得影响螺栓的拆装。
 - 支承托架托块的数量应根据管径大小，在托架安装处管道截面上按 4、6、8 块布置，其最大间距不超过 150mm，承载面的宽度应比保温层厚度小 20mm。
 - 介质温度低于 350℃ 时，托架可直接焊在管子上；介质温度高于 450℃ 和不允许在管道上焊接的，均应采用如图 9 所示的抱箍托架，并与管壁之间加设隔热垫。

6.2.2 敷设硬质保温制品的工艺要求

6.2.2.1 硅酸钙等硬质制品的厚度不应小于 30mm，管径较小时应采用半圆形保温瓦。管径较大时可采用弧形保温瓦，瓦块可分割为 3、4、6、8 等份。半圆形和弧形保温瓦瓦块的长度宜在 250mm~600mm 范围内选定。

6.2.2.2 硬质制品的层间搭接长度不小于 50mm。内层遇到焊缝时，应按焊缝高度在制品内壁的相应部位抠槽嵌入。

6.2.2.3 水平管道的纵向接缝，不得布置在管道垂直中心线 45° 范围内，见图 10。当大管径采用多块弧形保温瓦时，其纵向缝可不受此限制，但应偏离管道垂直中心线位置。

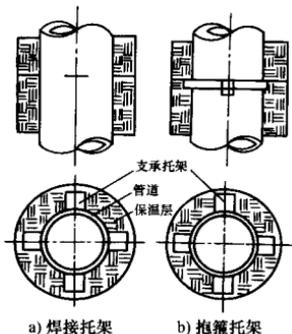


图 9 支承托架形式

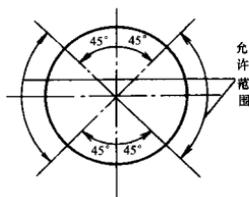


图 10 纵向接缝布置范围

6.2.2.4 管道弯头部位的保温层，可将制品加工成虾米腰弯或采用定型制品。

6.2.2.5 硬质制品宜采用湿法拼砌工艺，缝宽不应大于 5mm，接缝应用与制品材质相同的灰浆，灰浆必须饱满，不得有半缝或空缝。

6.2.2.6 保温层应用铁丝或钢带捆扎，铁丝为双股，捆扎间距不应大于 400mm，应逐层进行，但每块制品上不得少于两道。对有振动的部位，应适当加密捆扎。

6.2.2.7 保温层外径小于 600mm，可采用 $\phi 1.2 \sim \phi 1.6$ 的铁丝捆扎；大于 600mm 时，除按上述进行捆扎外，还应用 $\phi 2.0 \sim \phi 3.0$ 的铁丝或 $13\text{mm} \times 0.56\text{mm} \sim 19\text{mm} \times 0.56\text{mm}$ 钢带加固，其间距宜为 500mm。

6.2.2.8 双层或多层的保温层结构，应将其内层表面的铁丝埋头、找平，以利于内外层紧密结合。

6.2.2.9 保温层伸缩缝的留设，应符合下列要求：

- 伸缩缝的间距宜为 3000mm~4000mm，宽度为 20mm~25mm。垂直管道应设置在支承托架下面，水平管道的两个固定支架之间，至少留设一道。
- 分层敷设的保温层，各层伸缩缝应错开，错缝间距不应大于 100mm。
- 伸缩缝内应清理干净，并用硅酸铝棉绳填塞严密，伸缩缝外面应设置单独的保护罩。
- 在管道弯头两端的直管段上，应各留一道伸缩缝。管径大于 300mm 的高温管道，在弯头中间也应增设一道伸缩缝。

6.2.2.10 保温结构的下列部位，应在管道膨胀位移方向的另一侧，留有比该处膨胀值大 10mm~20mm 的膨胀间隙：

- 保温结构厚度超过管道滑动支座处；
- 两根相互交叉管道处；
- 保温结构与墙板、梁柱、栏杆、平台及其他固定构件相碰处；

d) 管道穿孔洞的内径, 应比保温结构的外径大 10mm~20mm。

6.2.2.11 保温层外面使用的铁丝网, 应符合 4.1.12 的规定, 铺设时, 应紧力均匀, 合拢圆整。保护层的选择与工艺质量应按 6.8 的规定进行。

6.2.3 敷设复合保温层的工艺要求

6.2.3.1 复合保温是保温材料更新换代和优化组合的新工艺。它是由内层硅酸铝棉和外层岩棉等制品组成的复合保温层。

6.2.3.2 检修时, 根据管径和所用材料情况, 可选择下列复合形式:

a) 管径较小时, 可采用预制成型的复合半圆形保温瓦。

b) 管径较大时, 可采用内外层分别为各自材料的弧形瓦复合, 也可是内层贴砌硅酸铝棉毡, 外层为岩棉等弧形瓦就地复合。

c) 内层如果采用硅酸铝棉针刺毡, 则必须选用密度为 $120\text{kg/m}^3\sim 150\text{kg/m}^3$ 的制品, 而且要求厚度均匀, 表面圆整。

6.2.3.3 复合保温层的支承托架、捆扎方式及膨胀间隙的设置等, 应按 6.2.1.2、6.2.2.6、6.2.2.7 和 6.2.2.10 的工艺要求进行, 但铁丝捆扎的间距不应大于 300mm。

6.2.3.4 外径小于 38mm 的高温管道, 应采用硅酸铝棉半圆形保温瓦或 $\phi 10\sim\phi 20$ 的硅酸铝棉绳保温, 多层缠绳时应压缝环绕, 两端用铁丝扎紧。

6.2.3.5 铺设铁丝网和保护层的选择及其工艺质量要求, 与 6.2.2.11 的规定相同。

6.3 中低温汽水管道的保温

6.3.1 中低温汽水管道的保温层, 通常采用憎水膨胀珍珠岩硬质制品和岩棉或玻璃棉等制品。检修时, 可根据管径大小, 使用半圆形或弧形保温瓦, 制品的使用要求应符合 6.2.2.1 的规定。

6.3.2 潮湿环境的管道保温层, 应选用憎水性材料, 憎水率应等于或大于 98%。在保温层外面还应增设防潮层。

6.3.3 保温层支承托架的设置、制品的敷设、伸缩缝与膨胀间隙的留设、紧固方式及所用铁丝网等, 应按 6.2.1 和 6.2.2 的工艺要求进行。但支承托架的间距, 根据管径大小, 可按 3000mm~5000mm 设置, 伸缩缝的间距一般为 5000mm~7000mm。

6.3.4 中低温管道采用何种保护层, 可根据环境、运行要求及材料等条件确定。

6.3.5 检修蒸汽伴热燃油管道的保温, 应按设计结构修复。但内层的铁丝网骨架必须紧固牢靠, 伴热管与油管间不得有阻塞物。保温层的接缝应严密, 保护层应完整无缺, 布置在地沟内的管道还应增设防潮层。

6.4 汽水管道的附件及其他保温

6.4.1 阀门、法兰及吊架保温的检查与修复

6.4.1.1 检修焊接阀门的保温时, 应与管道保温同材、同工艺、同时进行。

6.4.1.2 检修带法兰阀门的保温时, 应采取可拆式保温结构(或定型阀门套)。但应在管道保温层的一侧, 留有螺栓长度加 25mm 的间距。

6.4.1.3 法兰保温同样应采取可拆式结构, 并留出螺栓拆装的间距。

6.4.1.4 高温管道吊架的保温, 应按设计进行。如不明确, 检修时应按下列工艺要求进行:

a) 水平管道吊架的活动销轴高出保温层时, 管道的金属保护层应全圆密封, 如低于保温层, 则应在该处窝槽, 避免损坏保温结构, 并在吊杆上增设防雨、水罩。

b) 管道吊架抱箍露出保温层的部分, 尤其是主蒸汽和再热蒸汽管道的抱箍, 均应设置保温结构。保温材料应选用硅酸铝棉制品, 厚度为 80mm~100mm, 外面装饰金属保护罩, 并要求固定牢靠, 造型美观。

6.4.2 其他保温的检查与修复

6.4.2.1 防烫伤保温

防止烫伤温度为 60℃，为防止烫伤人员，应在下列范围内设置防烫伤保温：

- a) 距地面或操作平台高 2100mm 以内的部位；
- b) 靠操作平台水平距离小于 750mm 的范围。

管道防烫伤的保温材料及其厚度，应按 DL/T 5072 的规定选取。

6.4.2.2 防冻保温

因气温条件影响机组正常运行的下列设备与管道，应按设计要求的材料与厚度设置防冻保温层：

- a) 工业水、冷却水、疏放水、补给水、消防水及汽水取样管等；
- b) 安全门阀座、控制阀旁路管及一次表管等；
- c) 金属煤粉仓、靠近厂房外墙或外露的原煤仓、原煤管道和混凝土煤粉仓；
- d) 锅炉启动循环泵的轴承冷却水管、燃油管道均应设伴热或防冻保温。

6.4.2.3 防结露保温

为防止低温管道外壁结露形成水滴下落影响环境和威胁电气、仪表等设备的安全运行，应按下列要求增设防结露保温结构：

- a) 保温材料应选用憎水性制品，并应设防潮层；
- b) 外包金属保护层，应用不锈钢自攻螺钉固定；
- c) 管道和阀门的保温层厚度，宜为 30mm~50mm。

6.4.2.4 隔声（降噪）保温

噪声超过 85dB (A) 的设备与管道，应采用吸声材料保温或设置具有隔声作用的保温结构，以降低噪声水平。检修时，应按设计恢复，并符合下列要求：

- a) 控制阀门发出的噪声，如超过 85dB 时，除完善其自身结构外，还应在阀门前后的管道及支吊架距阀门 1000mm 内进行隔声保温；
- b) 对不保温的设备与管道，可直接进行隔声保温；
- c) 对有保温的设备与管道，应先行保温，然后再做隔声保温；
- d) 隔声保温的结构和所用材料，应符合设计规定。

6.4.2.5 特殊部位的保温

如设计对特殊部位的保温无明确规定，检修时，应按下列要求进行：

- a) 沿海大风地区露天布置的设备与管道，保温层的固定构件应适当增加，也可对保护层增设抱箍加固，防止掀起、脱落；
- b) 安全门对空排汽管的保温应加固，防止振落损坏；
- c) 布置在油系统和电缆附近高温蒸汽管道的保温结构，应加装金属保护层，防止漏油渗入保温层引发火灾；
- d) 对经常或定期监察和检测的管段、蠕变测点、流量测量装置、堵板、补偿器等部位，应设置可拆式保温结构；
- e) 对异型管件和设备的个别地方，难以敷设保温制品时，可以采用硅酸盐复合涂料进行保温。

6.5 烟、风、煤管道保温

6.5.1 保温及其支承、固定构件的检查与修复

6.5.1.1 烟、风、煤管道保温包括热风、制粉、送粉和烟气管道。高温管道应采用硅酸铝棉毡和岩棉等制品的复合保温；中低温管道宜选用岩棉、玻璃棉等制品。

6.5.1.2 检查保温层的固定构件，损坏或缺少时，应按设计要求修整并补焊齐全。一般销钉的间距不应大于 350mm，每平方米壁面的销钉数为：侧面与顶面不少于 6 个，底部不少于 8 个，人孔门周围、膨胀节两侧和有振动的地方可适当增加。

6.5.1.3 保温层的支承托架，可利用管道或烟、风道上的加强肋代替，垂直管道上加强肋稀少时，可按 1500mm~2000mm 的间距增设。

6.5.1.4 检查固定外护板的构架，对歪扭和损坏的，应在保温前修复完整，固定牢靠。

6.5.2 敷设保温层的工艺要求

6.5.2.1 圆形烟、风、煤管道的保温，应按汽水管道的检修工艺进行。矩形截面的烟、风道，均按平壁保温处理，其工艺质量要求应符合 5.6.2 外壁保温的相关规定。

6.5.2.2 根据烟、风道加强结构的形式，检修时应按下列方式敷设保温层：

- 当保温层厚度高于加强肋时，应紧贴外壁敷设；
- 当保温层厚度低于加强肋时，应分内、外两层敷设，并在内、外保温层之间设有留置空气层，见图 11。

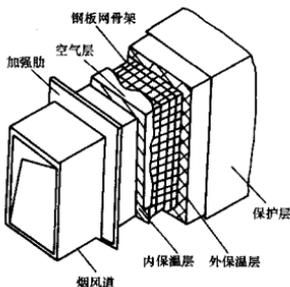


图 11 留置空气层保温结构

6.5.2.3 留置空气层的保温结构，应按下列检修工艺进行：

- 将紧贴烟、风道外壁的内保温层，用自锁压板穿入销钉，折弯 90° 压紧固定；
- 沿加强肋顶面铺设一层 1.2mm×18mm×50mm×2.0mm 的钢板网骨架，而且将网架用 $\phi 6$ 的钢筋压焊于加强肋上，并要求表面平展，搭接整齐不外张；
- 销钉按布置尺寸焊接在网架上，然后敷设外保温层。

6.5.2.4 多层保温时，将制品分层穿入销钉，平面应错缝、压缝，角部应交替插缝。紧固铁丝网的工艺要求，应按 5.6.2.5 进行。然后用自锁压板嵌压平整。

6.5.2.5 烟、风道主加强筋处的保温结构见图 12，覆盖的保温材料采用硅酸铝棉毡或岩棉毡，其厚度等于或大于 40mm。内外层均应铺设铁丝网，将其两端用自锁压板固定，并与相接的铁丝网扎紧。

6.5.2.6 为不使烟、风道的膨胀节受大气腐蚀和因温度应力而损坏，均应覆盖保温层，其结构形式见图 13。并在其空隙内填充硅酸铝棉。

6.5.3 恢复外护板的工艺要求

6.5.3.1 恢复外护板时应在膨胀节的相应位置留设可拆式的保护罩，如图 13 所示。

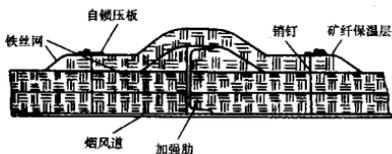


图 12 加强肋保温结构

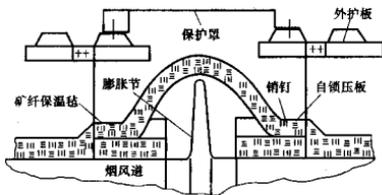


图 13 膨胀节保温结构

6.5.3.2 外护板的一端与构架用自攻螺钉铆接，另一端滑动连接，以利于自由膨胀。装配压角护板时，应衔接平整，不得松动。

6.5.3.3 安装侧护板时，应由下而上进行，缝口朝下。对顶面护板，尤其室外布置的水平烟、风道顶部，应有2%~3%单面或双面的排水坡度。

6.6 附属设备及转动机械保温

6.6.1 保温及其支承、固定构件的检查与修复

6.6.1.1 需要保温的附属设备中压力容器、箱、罐类有：高压加热器、低压加热器、除氧器及其水箱、排污扩容器、疏水箱、生产回水箱、热网加热器、除盐水箱及储油罐等。矩形和异型设备有：粗粉分离器、细粉分离器、回转式（管式）空气预热器、电气除尘器及烟气脱硫装置等。

需要保温的转动机械有：给水泵及其小汽轮机、引风机、磨煤机和一次风机等。

6.6.1.2 检修时，应根据这些设备与机械的外壁温度，采用单一材料或复合保温的结构，所用材料应符合6.5.1.1的规定。

6.6.1.3 立式圆形设备支承托架的间距为1500mm~2000mm；卧式圆形设备的支承托架应设置在它的侧面中心线部位，其承载面宽度应符合6.2.1.2中c)的规定。

6.6.1.4 矩形和异型设备支承托架的设置，应符合6.5.1.3的规定。

6.6.1.5 固定构件应采用销钉和自锁压板，销钉的布置尺寸和数量，应按6.5.1.2的要求设置。对转动机械应当加密。

6.6.2 敷设保温层的工艺要求

6.6.2.1 圆形设备保温层敷设的工艺质量，应按6.2.2、6.2.3和6.3的要求进行。但圆形封头的保温层，应按其尺寸加工成扇形块，错缝敷设。双层保温时，对立式设备的底封头（如立式加热器）和大型卧式设备的底圆弧（如除氧器水箱），应分层用自锁压板紧固。

6.6.2.2 矩形和异型设备保温层敷设的工艺质量，应按6.5.2的要求进行。如保温层厚度低于加强肋时，应对保温层进行调整，也可设置空气层保温。

6.6.2.3 箱、罐设备顶部周边的保温层，应伸出并压住侧壁的保温层。对于平面，还应形成排水坡度。

6.6.2.4 汽动给水泵的小汽轮机保温的工艺质量要求，应符合6.7的规定。

6.6.2.5 风机保温结构与烟、风、煤管道的基本相同，但应独立敷设。不宜采用硬质和软质保温材料，而应选用密度较大的矿纤半硬质制品，外面必须加设铁丝网，紧固牢靠。

6.6.2.6 转动机械设计有防振和隔声保温结构的，应按原设计进行检修，分层保温时，每层都应用自锁压板锁紧。

6.6.2.7 转动机械的金属保护层与其支撑构件用自攻螺钉铆固结实，间距不应大于150mm。

6.7 汽轮机本体保温

6.7.1 保温及固定构件的检查与修复

6.7.1.1 汽轮机本体保温包括：上汽缸、下汽缸、汽室、阀体、管接头及主汽门等。检修保温时，应采用贴砌硅酸铝棉毡的层铺法或高温纤维喷涂法，不宜采用硬质保温制品。

6.7.1.2 固定构件按设计布置，螺杆长度应与保温层厚度相匹配，螺杆的间距一般为300mm左右，对间距较大或漏焊的，不得直接在汽缸上施焊，可焊于自行增设的不锈钢钢带上。扁钢带应紧贴缸壁与相邻的螺母焊接牢固。

6.7.1.3 保温层应与缸壁结合紧密，尤其下缸更应严格要求。下缸保温层的厚度应比上缸厚15%~20%。

6.7.1.4 汽缸的法兰结合部位应独立保温，并做成可拆式结构。

6.7.2 敷设硅酸铝棉毡保温层的工艺要求

6.7.2.1 汽缸原为硅酸铝棉毡保温层且检修范围扩大时，需将拆除部分留出阶梯形的接茬，便于错缝恢复。原有未剥落的打底料可以保留，但表面不得有尘污。

6.7.2.2 贴砌硅酸铝棉毡的层铺法和黏结剂的工艺质量要求，应符合 5.3.3.8~5.3.3.10 的规定。

6.7.2.3 保温层贴砌前，可用蘸有少量黏结剂的硅酸铝棉填满于缸壁的凹坑处，使上下缸形成一个较平整的表面，但不得堵塞螺母孔。

6.7.2.4 保温层敷设的工序为：先下缸，再上缸，后法兰结合处。操作时，应先狭窄处，后宽敞处。

6.7.2.5 贴砌下缸保温层时，应在其 1/3 和 2/3 的厚度层间，用 $\phi 1.2$ 不锈钢丝网状绑扎和同材质的自锁压板穿入螺杆压紧保温层，见图 14。

6.7.2.6 下缸抽汽管接头的保温层损坏时，应与缸壁同时敷设，但应先管接头，后汽缸，并要求它们之间的保温层交替压缝，结合严密。为不使管接头处的保温层脱落，也可在抽汽管段上加装支撑托架。

6.7.2.7 接近法兰结合处的上缸保温结构，应按图 14 的形式留有供拆装螺栓的空挡。如系贯穿螺栓，则下缸该处也应如此处理。

6.7.2.8 上、下缸保温层的外部均应铺设铁丝网，并用自锁压板紧固。但在下缸的铁丝网外面，还应沿缸体横向，按螺杆间距，增设带孔的 $2\text{mm} \times 40\text{mm}$ 的扁钢带，绷紧穿入螺杆后，方可最后紧固，使下缸与保温层构成一个紧密的整体。

6.7.2.9 汽轮机本体保温必须加设抹面保护层，并与包贴玻璃丝布组成复合表面层。抹面保护层的技术条件与工艺要求，应符合 4.1.14 和 6.8.3 的规定。

6.7.2.10 法兰结合部位的可拆式保温结构，检修时按下列工艺进行：

- 根据法兰结合部位的空挡尺寸，预先用硅酸铝纤维布缝制成内装硅酸铝棉且大小不等的保温袋；
- 在上、下缸的固定构件上，预留并牵引出供绑扎用的 $\phi 1.2 \sim \phi 1.6$ 的不锈钢丝束；
- 螺栓的空隙间，可先用硅酸铝棉填充，再用松软合适的保温袋铺满挤实；
- 将保温袋按汽缸的保温层厚度逐层敷设与上、下缸的保温结构结合严密，并用钢丝绑扎牢靠，紧固成形；
- 最后，用与汽缸同样的方式，完成复合表面保护层。

6.7.3 喷涂高温纤维保温层的工艺要求

6.7.3.1 汽轮机本体的喷涂法保温，通常是选用掺有有机黏结剂的高温矿纤材料，用压缩空气喷枪喷出与雾化水混合后喷附在缸体上，结构严实，整体性好。

6.7.3.2 喷涂的场地应进行封闭，做好防尘隔离，并保持现场干净整洁。

6.7.3.3 喷涂前应按正式喷涂工艺及条件进行试喷，以便掌握喷涂机的操作特性。喷涂时，应在一旁另立一块试板，与喷涂层一起喷涂，试样可以从试板上切取。当更换材料配比时，应另作试板。

6.7.3.4 喷涂保温的工序为：先喷涂上缸，待涂料不泌水时，再喷涂下缸。顶部和底部应水平走向喷涂，侧面法兰结合处的喷涂应由下而上。

6.7.3.5 固定构件的设置，应按 6.7.1.2 的要求进行。

6.7.3.6 喷涂应分层进行，面积较大时，也可分段分片，搭接处必须黏结良好，喷涂厚度应均匀，每一层喷涂的间隔时间不应小于 2h。

6.7.3.7 喷涂保温结构见图 15，应在 1/3 和 2/3 的厚度层间加装不锈钢丝网和自锁压板穿入螺杆压紧。达到设计厚度时，则以同样的方式紧固外部铁丝网。

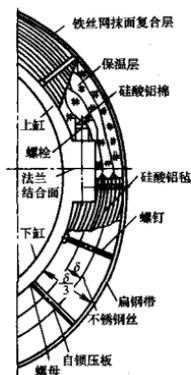


图 14 层铺法汽缸保温结构

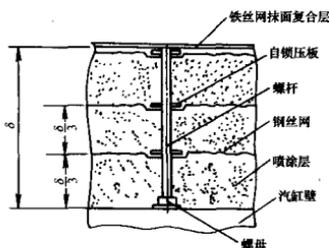


图 15 喷涂法汽缸保温结构

6.7.3.8 喷涂料和所需水量应按规定控制好，相互匹配，以利于保证喷涂质量。一般在喷涂顶部和侧面时，可适当加大料、水的输出量；喷涂底部时，要相应减少。

6.7.3.9 喷涂机启动前，应先调好水和压缩空气的比例，使水能很好的雾化。喷枪口与缸壁的距离宜为200mm~400mm，喷枪与缸壁也可保持一定的角度，便于操作人员观察。喷枪的动作可灵活掌握，以使喷出表面平整、厚度均匀的保温层。

6.7.3.10 在喷涂最后一层涂料时，应边喷涂边随手将螺栓端头清理出来，便于安装紧固件。

6.7.3.11 法兰结合处的预留空挡，应符合 6.7.2.7 的规定，该部位应单独喷涂，但必须先将螺栓用硅酸铝纤维布包缠扎紧，并在空隙内填满硅酸铝棉。为检修维护方便，也可按 6.7.2.10 的工艺要求，做成可拆式保温结构。

6.7.3.12 在喷涂工作结束后，自然干燥 24h 以上，方可铺设铁丝网和进行抹面。待喷涂层和抹面层完全干燥后，应按 6.8.3.5~6.8.3.7 的工艺和质量要求，完成包贴玻璃布的复合表面保护层。

6.7.3.13 喷涂过程中，还应注意下列要求：

- 如有个别部位无法满足喷涂操作条件时，则应采用保温袋先行保温；
- 与汽缸连接的抽汽管接头，在喷涂前也应先行保温，如图 16 所示，以利于与喷涂层紧密结合，防止开裂；

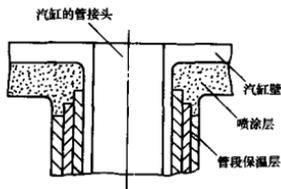


图 16 喷涂层与管段保温层结合

- 为掌握喷涂层的厚度，并使其外形美观，可在汽室、阀体等部位设置木模具进行检测和造型；
- 喷涂料的回弹率，顶部和侧面应控制在 3% 以内，底部不大于 15%。回弹料不可再使用；
- 涂料层应使用木制工具进行修整，但不得用力挤压，防止改变喷涂层的体积密度；
- 不锈钢丝网和喷涂层应拉紧贴合，网块之间用不锈钢丝连接。

6.8 保护层

6.8.1 金属保护层的加工与装配

6.8.1.1 补充或更换金属保护层时，应符合 4.1.13 的规定：

6.8.1.2 金属保护层的切割、折边、滚圆等工序，应由专用机具加工，装配时，个别部位可用手工辅助。压型板必须采用机械剪切，不得用乙炔焰切割。

6.8.1.3 金属保护层装配时，应按下列接缝形式选用：

- 搭接。分为固定搭接和活动搭接，见图 17。圆线的圆弧直径应根据保温层外径确定：外径不大于 300mm 为 3mm~6mm，外径大于 300mm 和平壁为 9mm~10mm。固定搭接长度为 50mm~100mm，活动搭接长度为 100mm~150mm，它们的加工余量与搭接长度相同。
- 咬接。最常用的为单平咬口，见图 18。装配时，需经敲打咬合，敲打时应在内侧临时垫上铁皮，用完抽走。咬接边长为 15mm，加工余量为 45mm。
- 插接。分为固定插接和活动插接，见图 19。插口长度为 15mm（插口内边长为 20mm），加工余量为 50mm。
- 嵌接。圆线的圆弧直径为 9mm~10mm，见图 20。嵌接长度为 10mm~15mm，加工余量为 20mm。

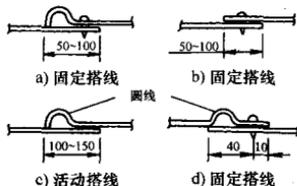


图 17 搭接接缝

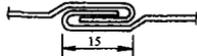


图 18 咬接缝

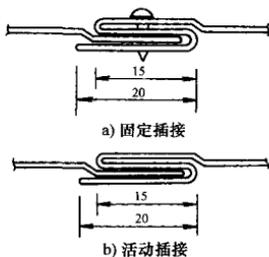


图 19 插接接缝

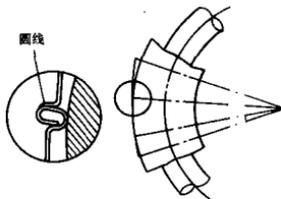


图 20 嵌接接缝

6.8.2 恢复金属保护层的工艺要求

6.8.2.1 硬质保温制品保护层的纵向接缝，可采用咬接或固定搭接；矿纤半硬质制品保护层可采用插接或搭接。

6.8.2.2 插接缝用自攻螺钉或抽芯铆钉固定，搭接缝用抽芯铆钉固定，钉的间距宜为 150mm 或 200mm。保温层外径大于 600mm 时，纵向接缝也可采用单圆线搭接，用抽芯铆钉固定。

6.8.2.3 保护层的环向接缝，可采用插接或搭接。搭接时，室内用单圆线，室外用重叠双圆线，搭接尺寸不得小于 50mm，用自攻螺钉或抽芯铆钉固定，钉的间距应符合 6.8.2.2 的规定，每道缝不应少于 4 个。保护层由支撑环固定时，孔孔应对准环壁。

6.8.2.4 箱、罐设备金属保护层的圆线接缝，应上下错列布置。圆形封头以菊花瓣式下料配制，应采用

单圆线搭接或插接，固定方法按 6.8.2.2 的要求进行。

6.8.2.5 管道弯头部位的保护层，以虾米腰弯下料配制，应采用嵌接或单圆线活动搭接。

6.8.2.6 水平管道保护层的纵向接缝，应设置在水平中心线下方 $15^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 处，缝口朝下，当侧面或底部有障碍时，可移至水平中心线上方 60° 以内；环向接缝应按顺水坡度高搭低茬。垂直管道保护层应由下而上安装，环向接缝应上搭下茬。

6.8.2.7 立式设备和垂直或大于 45° 斜向管道的保护层，可分段用自攻螺钉固定在支撑构件上。

6.8.2.8 为膨胀而设在保护层中的环向接缝，应采用活动搭接，不得固定，搭接余量应大于膨胀值，但不得小于 100mm，其间距应符合下列规定：

a) 硬质制品的活动接缝，应与保温层伸缩缝的位置相一致。

b) 矿纤制品的活动接缝间距：中低温管道为 4000mm~6000mm，高温管道为 3000mm~4000mm。

6.8.2.9 室外布置的设备与管道保护层的接缝，均应嵌填密封胶或密封带严缝处理。钉孔处可用环氧树脂堵封。

6.8.2.10 金属保护层修复后，不得出现圆线开口，接缝翘边、裸露保温层。不平整度不大于 4mm/m。

6.8.3 修复抹面保护层的工艺要求

6.8.3.1 抹面保护层通常是由膨胀珍珠岩粉和矿物纤维等为基料，以硅酸盐水泥为结合剂组成。对硅酸钙制品，则应采用专用抹面材料。但均应符合 4.1.14 的技术条件后方可使用。

6.8.3.2 抹面保护层厚度的一般规定：管道保温层外径小于 200mm 时为 15mm；外径大于 200mm 时为 20mm；设备和平壁保温时为 25mm。

6.8.3.3 涂抹保护层时，除了接茬外，不得淋湿。应采用“两遍操作，一次成形”的工艺完成。第一遍找平、压实；第二遍压平、抹光。不平整度不大于 5mm/m，在冷态下，表面无裂纹（发丝裂纹除外）。

6.8.3.4 在矩形烟、风道和箱、罐设备的平面和圆面的保护层中，留设方格或环形凹槽伸缩缝，缝深 10mm~12mm，缝宽 5mm~8mm。尤其在热应力集中的人孔门、支吊架、管接头等处，除留伸缩缝外，还应仔细修饰，棱角要圆整，防止龟裂。

6.8.3.5 为使抹面保护层能够防水隔潮，防止裂纹扩展和增强保温结构的抗振性能，还应与包贴玻璃丝布组成复合表面层。玻璃丝布应采用中碱少腊，厚度为 0.15mm 左右的细格平纹布，可按管道保温结构外径的大小，裁成宽为 100mm~250mm 的布条缠绕，对设备平面可大块黏贴，搭接长度不少于 30mm。

6.8.3.6 包贴玻璃丝布的黏剂，宜采用聚醋酸乙烯浮液。布层表面应涂刷防水、抗燃性涂料。遇到伸缩缝时，应将布面嵌入槽内，压贴到位。

6.8.3.7 包贴玻璃丝布应安排在检修工作结束和抹面层干燥状态下进行。布层表面不得出现折皱、翻边、鼓包等现象。

7 热态验收标准

7.1 一般规定

7.1.1 按 GB/T 8174 的规定，保温工程在大修后的验收和定期监测，分别属于二级和三级测试，根据测试级别和测试方法，合理选用相应精度等级的仪器、仪表。

7.1.2 室外布置的锅炉、设备及管道保温的测试工作，应在风速小于 0.5m/s 或有挡风设施、无阳光直射的条件下进行。

7.1.3 环境温度应取距被测表面 1m 处的空气温度，并应避免受其他热源的影响。

7.1.4 检修工作完成后，在机组满负荷正常运行 15d 以上，方可进行测试和热态验收。

7.1.5 外表面温度（或温差）和散热损失值的测试布点：设备面积每 50m^2 或不足 50m^2 ，管道长度每 50m 或不足 50m，均抽查三处；设备每处面积为 0.5m^2 ，设备及管道每处测点不少于 3 个。当同一设备超过 500m^2 或同一管道超过 500m 时，测试布点的间距，可适当增大。对所测数据应按 GB/T 8174 规定的方法处理。

7.2 炉墙验收标准

7.2.1 温差及散热损失的允许值

7.2.1.1 炉墙外表面温度与环境温度的温差 Δt 和散热损失 q 允许值，应同时满足表2的规定。

表2 温差及散热损失（散热密度）的允许值

位 置	锅炉容量 670t/h 及以上	
	室内布置	$\Delta t \leq 25^\circ\text{C}$
室外布置	$\Delta t \leq 20^\circ\text{C}$	$q \leq 290\text{W/m}^2$

7.2.1.2 检测范围：燃烧室四周（燃烧器区域上方）、水平烟道外侧及炉顶炉墙。

7.2.2 粉尘含量的允许值

7.2.2.1 标准状态下粉尘含量不大于 10mg/m^3 。

7.2.2.2 检测范围：燃烧器平台四周、炉顶平台区域及炉顶热密封罩内。

注：由于在锅炉运行中，不能检测热密封罩内的粉尘含量，可在停炉后检查炉顶严密性的同时，记录下泄漏部位和积灰状况，检修时一并处理。

7.3 设备及管道保温验收标准

7.3.1 保温结构外表面散热损失不得超过表3中规定的允许最大值。

表3 保温结构外表面散热损失（散热密度）允许最大值

介质温度 $^\circ\text{C}$	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650
常年运行工况 W/m^2	58	93	116	140	163	186	209	227	244	262	279	296	314
季节运行工况 W/m^2	116	163	203	244	279	308							

7.3.2 保温结构外表面温度和汽轮机本体上、下汽缸温差的允许值

7.3.2.1 当环境温度低于 27°C 时，设备与管道保温结构外表面温度不应超过 50°C ；当环境温度高于 27°C 时，保温结构外表面温度允许比环境温度高 25°C 。

7.3.2.2 为保证汽轮机运行的安全可靠，保温后的上、下汽缸温差应小于 50°C 。

附录 A
(规范性附录)
耐火、保温材料检验项目

耐火检验项目见表 A.1。

表 A.1 耐火材料检验项目

项 目	定型耐火制品	不定型耐火材料	
		水泥结合剂 耐火浇注料	其他无机结合剂 耐火捣打料、可塑料
密度		△	△
常温耐压强度	△		
烘干耐压强度		△	△
烧后耐压强度		△	△
高温残余强度		△	
荷重软化温度	△		
烧后线变化率温度		△	△
热震稳定性		△	△
耐火度	△	△	△
可塑性指数			△
尺寸偏差及外观要求	△		

注 1：定型耐火制品的安全工作温度，应比其荷重软化温度低 50℃~100℃。
注 2：不定形耐火材料的安全工作温度，应等于或小于其烧后线变化率的试验温度。
注 3：泥膏状耐火可塑料需检验其可塑性指数

保温材料检验项目见表 A.2。

表 A.2 保温材料检验项目

项 目	硬质制品	矿纤半硬质制品 及软质制品	硅酸铝纤维绳	硅酸盐复合绝热涂料
密度	△	△	△	△
耐压强度	△			
导热系数	△	△	△	△
烧失量			△	
渣球含量		△		
有机物含量		△		
抗拉强度				△
体积收缩率				△
安全使用温度	△	△	△	△
尺寸偏差及外观要求	△			

注：硅酸盐复合绝热涂料的浆体密度和干密度均应检验，必要时，也应检验其黏结强度

附录 B
(规范性附录)
常用金属密封构件材料的性能

常用金属密封构件材料的性能见表 B.1。

表 B.1 常用金属密封构件材料的性能

钢 种	牌 号	工艺性能	最高使用温度 ℃
碳素钢	Q215-A·F	冷加工及焊接性能良好	≤425
	Q235-A·F		
	20		≤450
不锈钢	1Cr13	冷加工性能好, 但焊接性差	≤700
	1Cr18Ni9Ti	冷加工、焊接性能好, 焊后不用热处理	≤900
耐热钢及热强钢	1Cr6Si2Mo	$\delta < 3\text{mm}$ 可以弯曲、卷边, 对复杂成形可预热至 200℃ 左右, 焊接性差	≤750
	15CrMo	冷加工及焊接性能良好	≤550
	12Cr1MoV		≤580
	考登钢	耐低温腐蚀性强, 冷加工及焊接良好	≤500

附录 C
(资料性附录)

常用保温材料导热系数方程

常用保温材料导热系数方程见表 C.1。

表 C.1 常用保温材料导热系数方程

序号	材料名称	使用密度 kg/m ³	导热系数 (70℃时)	导热系数参考方程
			λ_0	W/(m·K)
1	膨胀珍珠岩制品	200	0.065	$\lambda = \lambda_0 + 0.00012 (t_m - 70)$
2	硅酸钙制品	170 220	0.055 0.062	$\lambda = \lambda_0 + 0.00011 (t_m - 70)$
3	岩棉、矿渣棉及其制品	棉 ≤150 毡 { 60~80 100~120 板 { 60~80 100~120 150~160 管 ≤200	≤0.044 ≤0.049 ≤0.049 ≤0.044 ≤0.046 ≤0.048 ≤0.044	$\lambda = \lambda_0 + 0.00018 (t_m - 70)$
4	玻璃棉及其制品	棉 40 板 64~120 管 ≥45	0.042 ≤0.042 ≤0.043	$\lambda = \lambda_0 + 0.00017 (t_m - 70)$
5	硅酸铝棉制品	毡、板 64 96 毡 { 128 192	0.046	$t_m \leq 400^\circ\text{C}$ 时: $\lambda_L = \lambda_0 + 0.0002 (t_m - 70)$ $t_m > 400^\circ\text{C}$ 时: $\lambda_H = \lambda_L + 0.00036 (t_m - 400)$ (下面的式子中的 λ_L 取上式 $t_m = 400^\circ\text{C}$ 时的计算结果)
6	硅酸盐复合绝热涂料	180~200 (干态)	0.065	$\lambda = \lambda_0 + 0.00017 (t_m - 70)$
7	硅酸盐复合绝热毡	80~130	0.048	$\lambda = \lambda_0 + 0.00015 (t_m - 70)$

注 1: 设计计算采用的技术数据必须是产品生产厂商提供的经国家指定检测机构核实的数据。
注 2: 本表密度系指使用(安装)密度; t_m 是指保温层内外表面温度平均值。
注 3: 导热系数参考方程 ($t_m - 70$)、($t_m - 400$) 表示该方程的常数项; 如 λ_0 、 λ_L 等要对对应代入 t_m 为 70、400℃ 时的数值

附录 D

(资料性附录)

耐火、保温及辅助材料损耗率

耐火、保温及辅助材料损耗率见表 D.1。

表 D.1 耐火、保温及辅助材料损耗率

材料名称	损耗率 %
耐火砖	3
水泥结合剂耐火浇注料、可塑料	6
磷酸盐结合剂耐火捣打料、可塑料	10
轻质隔热(保温)浇注料	4
硬质保温制品(硅酸钙、膨胀珍珠岩制品等)	6
矿纤保温制品(硅酸铝棉、岩棉、矿渣棉、玻璃棉制品等)	4
膨胀珍珠岩	10
抹面材料(硅酸钙专用抹面材料、硅酸盐复合绝热涂料等)	6
镀锌铁皮	20
铝合金板	20
压型板及外压条	25
保温铁件(支承托架、固定构件、铁丝网、铁丝、钢带等)	5