

DL/T 715-2000

火力发电厂金属材料选用导则

Selection guidelines for the metallic material
of fossil-fired power plants

2000-11-03 发布

2001-01-01

实施

中华人民共和国国家经济贸易委员会

发布

1 范围

本标准规定了金属材料选用的技术要求，及金属材料的基本检验项目、方法和质量要求。

本标准适用于火力发电厂在役机组部件的维修与更换、新机组重要部件金属材料的选用和替代，以及超期服役机延寿的技术改造。

国外牌号金属材料的国产化、代用和维修也可参照本标准执行。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T222-1984 钢的化学分析用试样取样法及成品化学成分允许偏差

GB/T223-1994 钢铁及合金化学分析方法

GB/T224-1987 钢的脱碳层深度测定法

GB/T226-1991 钢的低倍组织及缺陷酸蚀试验法

GB/T228-1987 金属拉伸试验方法

GB/T229-1994 金属夏比缺口冲击试验方法

GB/T230-1991 金属洛氏硬度试验方法

GB/T231-1984 金属布氏硬度试验方法

GB/T232-1988 金属弯曲试验方法

GB/T233-1982 金属顶锻试验方法

GB/T241-1990 金属管 液压试验方法

GB/T242-1997 金属管 扩口试验方法

GB/T244-1997 金属管 弯曲试验方法

GB/T245-1997 金属管 卷边试验方法

GB/T246-1997 金属管 压扁试验方法

GB/T699-1988 优质碳素结构钢技术条件

GB713-1997 锅炉用钢板

GB/T1220-1992 不锈钢棒

GB/T1221-1992 耐热钢棒

GB/T1997-1980 结构钢低倍组织缺陷评级图

GB/T2039-1997 金属拉伸蠕变及持久试验方法

GB/T2970-1991 中厚钢板超声波探伤方法

GB/T2975-1998 钢及钢产品力学性能试验取样位置及试样制备

GB/T3077-1988 合金结构钢技术条件

GB3087-1982 低中压锅炉用无缝钢管

GB/T3323-1987 钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级

GB/T3620.1-1994 钛及钛合金牌号和化学成分

GB/T3625-1995 换热器及冷凝器用钛及钛合金管

GB/T 4160-1984 钢的应变时效敏感性试验方法（夏比冲击法）

GB/T4334.1-1984 不锈钢 10% 草酸浸蚀试验方法

GB/T4334.2-1984 不锈钢 硫酸- 硫酸铁腐蚀试验方法

GB/T4334.3-1984 不锈钢 65% 硝酸腐蚀试验方法

GB/T4334.4-1984 不锈钢 硝酸- 氢氟酸腐蚀试验方法

GB/T4334.5-1984 不锈钢 硫酸- 硫酸铜腐蚀试验方法

GB/T4334.6-1984 不锈钢 5% 硫酸腐蚀试验方法

GB/T4338-1995 金属高温拉伸试验方法

GB/T4340-1984 金属维氏硬度试验方法

GB/T4698-1996 海绵钛、钛及钛合金化学分析方法

GB/T5121-1996 铜及铜合金化学分析方法

GB5248-1998 铜及铜合金无缝管涡流探伤方法

GB5310-1995 高压锅炉用无缝钢管

GB/T5313-1985 厚度方向性能钢板

GB/T5777-1996 无缝钢管超声波探伤方法

GB/T6397-1986 金属拉伸试验试样

GB6654-1996 压力容器用碳素钢和低合金钢厚钢板

GB/T7735-1995 钢管涡流探伤方法

GB8000-1987 热交换器用黄铜管内应力氨熏检验方法

GB/T8732-1988 汽轮机叶片用钢

GB/T8890-1998 热交换器用铜合金管

GB/T10121-1988 钢材塔形发纹磁粉检验方法

GB/T10561-1989 钢中非金属夹杂物显微评定方法

GB/T12606-1990 钢管及圆钢棒的漏磁探伤方法

GB/T12969.1-1991 钛及钛合金管材超声波检验方法

GB/T12969.2-1991 钛及钛合金管材涡流检验方法

GB13296-1991 锅炉、热交换器用不锈钢无缝钢管

GB/T13298-1991 金属显微组织检验方法

DL/T439-1991 火力发电厂高温紧固件技术导则

DL/T712-2000 火力发电厂凝汽器管选材导则

JB/T1265-1993 25~200MW 汽轮机转子体和主轴锻件技术条件

JB/T1266-1993 50~200MW 汽轮发电机转子锻件技术条件

JB/T1267-1993 50~200MW 汽轮发电机转子锻件技术条件

JB/T1268-1993 50~200MW 汽轮发电机无磁性护环锻件技术条件

JB/T1581-1996 汽轮机、汽轮发电面转子和主轴超声波探伤方法

JB/T1582-1996 汽轮机叶轮超声波探伤方法

JB/T3375-1991 锅炉原材料入厂检验

JB4010-1985 汽轮发电机用钢制护环超声波探伤方法

JB/T7027-1993 300~600MW 汽轮机转子体锻件技术条件

JB/T7030-1993 300~600MW 汽轮发电机无磁性护环锻件技术条件

JB/T7178-1993 300~600MW 汽轮发电机转子锻件技术条件

JB/T9021-1999 汽轮机主轴和转子锻件的热稳定性试验方法

JB/T9625-1999 锅炉管道附件承压铸钢件技术条件

JB/T9629-1999 汽轮机承压件水压试验技术条件

JB/T9630.1-1999 汽轮机承铸钢件的磁粉探伤及质量分级方法

JB/T10087-1999 汽轮机铸钢件技术条件

YB (T) 41-1993 锅炉用碳素钢和低合金钢厚钢板

YB/T5148-1993 金属平均晶粒度测定方法

YS/T347-1994 单相铜合金晶粒度测定法

3 选材的基本原则

3.1 应综合考虑材料的使用性能、工艺性能和经济性。

3.1.1 材料的使用性能应根据部件的设计工作温度、受力状况、介质特性及工作的长期性和安全性确定。

3.1.2 材料的工艺性能应根据部件的几何形状、尺寸、制造工艺以主部件失效后的修复方法来确定。

3.2 根据本标准选取用的各种金属材料应符合有关国家标准和行业标准的要求。

3.2.1 进口机组用的金属材料，应符合相应的国家技术标准。

3.2.2 产品合格证及质量证明书应齐全，包括：材料牌号、化学成分、力学性能、热处理工艺及其必要的性能和检验结果等资料，此材料还要经金属技术监督专职工程师验收合格后才能使用。

3.2.3 质量证明中有缺项或数据不全的应补检，检验方法、范围及数量应符合相关标准。

3.3 选择代用材料时，应该选用化学成分、性能相近或略优者，同时应进行强度校核计算，保证在使用条件下各项性能指标均不低于设计要求。

3.4 制造、安装中使用代用材料，应得到设计单位和使用单位的许可，并由设计单位出具修改通知单。检验中使用代用材料应征得金属技术监督专职工程师的同意，并经总工程师批准。

3.5 为防止错用金属材料，代用前和组装后，应对代用材料进行光谱或其他方法复查，确认所用材料无误后，方可投入运行。

4 金属材料的选用

4.1 蒸汽管道、集箱和锅炉受热面管子用金属材料

4.1.1 蒸汽管道、集箱对金属材料的要求

4.1.1.1 应具有足够高的蠕变强度、持久强度、持久塑性和抗氧化性能。蒸汽管道和集箱通常以 $1 \times 10^5 \text{h}$ 或 $2 \times 10^5 \text{h}$ 的高温持久强度作为强度设计的主要依据，再用蠕变极限进行校核。一般要求钢材在工作温度下的持久强度平均值不低于 $50 \text{Mpa} \sim 70 \text{Mpa}$ ，对于低合金耐热钢，在整个运行期内累积的相对蠕变变形量不应 2% ；持久强度和蠕变极限的分散范围不超过 $\pm 20\%$ ；持久塑性的延伸率不小于 $3\% \sim 5\%$ 。

4.1.1.2 在高温下、长期运行过程中，组织性能稳定性好。

4.1.1.3 具有良好的工艺性能，特别是焊接性能要好。

4.1.1.4 选材时，应根据工作温度，优先考虑钢材的热强性和组织稳定性。对于同一钢号钢材，用于蒸汽管道时所允许的最高使用温度应比用于过热器管的耐热温度低一些。

4.1.2 过热器管和再热器对金属材料的要求

4.1.2.1 具有足够高的蠕变强度、持久强度和持久塑性，并在高温、长期运行过程中，具有相对稳定的组织和性能。对于合金钢管，在整个使用期内，外径蠕变变形量不应大于 2.5% ；对于碳素钢管，不应大于 3.5% 。

4.1.2.2 具有高的抗氧化性能，所用材料应属 1 组完全抗氧化性材料，工作温度下的氧化速度应小于 0.1mm/a 。

4.1.2.3 具有良好的冷、热加工工艺性能和焊接性能。

4.1.3 水冷壁管和省煤器管对金属材料的要求

4.1.3.1 应具有一定的室温强度和高温强度，使管壁厚不致过厚，从而传热效果良好，并有利于加工。

4.1.3.2 具有良好的抗热疲劳性能和供热性能，以防因脉动疲劳或热疲劳操作而导致过早损坏。

4. 1. 3. 3 具有良好的抗腐蚀性能，并要求耐磨损性能、工艺性能好，尤其是焊接性能良好。
4. 1. 4 蒸汽管道、集箱和锅炉受热面钢管常用钢钢号、特性及其主要应用范围
- 蒸汽管道、集箱和锅炉受热面钢管常用钢钢号、特性及其主要应用范围见附录A中表 A1。
4. 1. 5 蒸汽管道、集箱和锅炉受热面钢管的材质检验
4. 1. 5. 1 国产低、中压锅炉用无缝钢管的技术要求及质量检验应符合 GB3087的规定。
4. 1. 5. 2 国产高压锅炉用无缝钢管的技术要求及质量检验应符合 GB5310的规定。
4. 1. 5. 3 锅炉用不锈钢无缝钢管的技术要求及质量检验应符合 GB13296的规定。
4. 1. 5. 4 制造锅炉用管材或在役机组更换管材时，必须按JB/T3375 的要求对入厂原材料进行抽检。
4. 1. 5. 5 进口锅炉钢管的技术要求及质量检验应符合供货国际标或定货合同要求。

表 1 锅炉钢管的材质检验

项目名称	试样数量	试验方法	试 验 项 目			
			GB5310	GB3087	JB3375	GB13296
表面质量及尺寸公差	每批抽查 不少于 2 根	宏观和量具	逐根进行	逐根进行	√	逐根
化学成分分析	每炉、罐 1 个试样	GB/T222 GB/T223	√	√	√	√
拉伸试验	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T228 GB/T6397	√	√	√	√
冲击试验	每批在两根钢管上各取 3 个试样	GB/T229	√			
水压试验	逐根	GB/T241	√	√		√
高温力学性能试验	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T4338				√
洛氏硬度试验		GB/T230				√
弯曲试验		GB/T244		√	√	
压扁试验	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T246	√	√	√	√
扩口试验		GB/T242	√	√	√	√
卷边试验		GB/T245		√		
晶粒度检验		YB/T5148	√		√	√
非金属夹杂物检验		GB/T10561	√			
显微组织检验		GB/T13298	√		√	

低倍检验		GB/T226 GB/T1979	√			
脱碳层检验		GB/T224	√		√	
超声波探伤	逐根	GB/T5777	√	按协议	√	√
涡流检验		GB/T7735	√			√
漏磁检验		GB/T12606	√			
光谱检验	合金钢管外径≤159mm 时，每批抽检不少于 5%，且不少于 4 根；外径 > 159mm 时，逐根检验	用光谱仪		当炉（罐、批）号混淆不清时进行		
晶间腐蚀试验	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T4334.1~5				

4. 2 锅炉锅筒用金属材料

4. 2. 1 锅炉锅筒对金属材料的要求

4. 2. 1. 1 钢材的屈服强度、抗拉强度是决定钢材许用应力的依据。对于低、中压锅炉锅筒，通常采用屈服强度等级为 250Mpa~350 Mpa 的钢种；而对于高压、超高压及亚临界锅炉锅筒，通常采用屈服强度为 400 Mpa 或更高强度级别钢种。

4. 2. 1. 2 对于启停频繁、特别是承担调峰任务的锅炉，为防止产生低循环疲劳损伤，应选取用屈强比不是太高（ σ_s/σ_b 约为 0.7 ）、缺口敏感性低、抗疲劳性能良好的钢种。

4. 2. 1. 3 为防止发生低应力脆性破坏，要求钢材应具有良好的冲击韧性、高的断裂韧性和较低的时效敏感性，且脆性转变温度较低。一般要求钢材经250℃、1h 人工时效后的冲击韧性下降率不大于 50%，室温最低冲击韧性值不低于 30J/cm²~35J/cm²。

4. 2. 1. 4 应具有一定的抗汽水腐蚀破坏的能力。

4. 2. 1. 5 钢板应具有良好的塑性、冷变形性能及焊接性能，对于碳钢和碳锰钢，其延伸率应不低于 18%，对于低合金钢不低于 14%。

4. 2. 1. 6 钢板应具有良好的冶金质量，钢中不允许有白点和裂纹。钢中的分层、非金属夹杂、气孔等缺陷应符合有关标准的规定。

4. 2. 2 锅炉锅筒钢板常用钢钢号、特性及其主要应用范围

锅炉锅筒钢板常用钢钢号、特性及其主要应用范围见附录 A 中表 A2。

4. 2. 3 锅炉锅筒钢板的材质检验

4. 2. 3. 1 锅炉锅筒用碳素钢和低合金钢钢板的技术要求和质量检验应符合 GB713 和 YB (T) 41

的规定。

4. 2. 3. 2 制造锅筒时，应按JB3375 的要求对入厂原材料进行抽验。
4. 2. 3. 3 进口锅炉锅筒钢板的技术要求及质量检验应符合供货国家标准或订货合同要求。
4. 2. 3. 4GB713 YB (T) 41 及JB3375 对锅炉锅筒钢板材质的检验要求见表 2。
4. 3 锅炉受热面固定件及吹灰器用金属材料
4. 3. 1 锅炉受热面固定件及吹灰器对金属材料的要求
4. 3. 1. 1 锅炉受热面固定件用金属材料，应具有较高的抗氧化性，并具有一定的热强性能和较好的耐蚀性、工艺性能。
4. 3. 1. 2 吹灰器用金属材料，应具有高的抗氧化性能、良好的抗腐蚀性能和较高的高温强度。

表 2 锅炉钢筒钢板的材质检验

项目名称	试样数量	取样方法	试验方法	试 验 项 目		
				GB713	YB (T) 41	JB3375
表面质量及尺寸公差	2 张（按批）		宏观和量具			√
化学成分分析	1（按炉、罐号）	GB/T222	GB/T223		√	√
室温拉伸试验	1	GB/T2975	GB/T228 GB/T6397	√	√	√
冷弯	1		GB/T232	√	√	√
室温冲击（U 形缺口试样）	3		GB/T229	√		
时效冲击	2		GB/T4160	√	√	√
高温拉伸试验	1（按炉、罐号）		GB/T4338	√	按协议	√
超声波探伤	逐张		GB/T2970		√	逐张或抽查（15%）
厚度方向性能试验	3		GB5313	√		

4. 3. 2 锅炉受热面固定件和吹灰器常用钢钢号、特性及其主要应用范围

锅炉受热面固定件和吹灰器常用钢钢号、特性及其主要应用范围见附录 A 中表 A3。

4. 3. 3 锅炉受热面固定件和吹灰器材质的检验

锅炉受热面固定件和吹灰器用不锈钢棒和耐热钢棒材质的技术要求和检验应符合 GB/T1220 和 GB/T1221 的规定，其检验项目、取样数量及试验方法见表 3。

表 3 固定件和吹灰器用不锈钢和耐热钢棒的材质检验

项目名称	试样数量	取样方法	试验方法	试 验 项 目	
				GB/T1220	GB/T1221
化学成分分析	1	GB/T222	GB/T223	√	√

拉伸试验	2	不同根钢棒 GB/T2975	GB/T228 GB/T6397	√	√
冲击试验	2		GB/T229	√	√
硬度试验	2		GB/T230 GB/T231 GB/T4340	√	√
耐腐蚀试验	按标准		GB/T4334	√	
低倍组织检验	2	相当于钢锭头部的 不同根钢棒或钢坯	GB/T226 GB/T1979	√	√
顶锻试验	2	不同根钢棒	GB/T233	√	√
夹杂物检验	2		GB/T10561	√	√
晶粒度检验	1	任一钢棒	YB/T5148	√	√
塔型发纹检验	2	相当于钢锭头部的 不同根钢棒	GB/T10121	√	√
尺寸偏差	逐根		量具	√	√
表面质量			宏观	√	√

4. 4 汽轮机主轴、转子体、轮盘和叶轮用金属材料

4. 4. 1 汽轮机主轴、转子体、轮盘和叶轮对金属材料的要求

4. 4. 1. 1 应具有强度高、塑性和韧性良好的综合力学性能。

4. 4. 1. 2 具有较高的蠕变强度、持久强度，且长期组织稳定性好。

4. 4. 1. 3 具有较高的断裂韧性，且脆性转变温度低，抗疲劳性能好。

4. 4. 1. 4 对转子体和主轴锻件，均应测定残余应力，其值不应大于相应锻件强度级别材料径向屈服强度下限值的 8%。对于汽轮机轮盘和叶轮锻件，当直径大于 600mm时，在最终热处理后应检查残余应力，锻件直径为 600~1000mm时，其残余应力不应大于 40Mpa；锻件直径大于 1000mm时，残余应力不应大于 50Mpa。

4. 4. 1. 5 具有良好的抗氧化和抗高温蒸汽腐蚀的能力。

4. 4. 1. 6 锻件冶金质量好、材料性能均匀，不应有裂纹、白点、缩孔、折叠、过度的偏析，以及超过允许的夹杂和疏松等。锻件材料性能的均匀性，可在锻件性能热处理后，通过测量硬度的方法进行检验（硬度的绝对值参考）。硬度的均匀性要求规定为：对于转子体和主轴锻件，在同一圆弧表面上各点间的硬度差不应超过 30HB，在同一母线上的硬度差不应超过 40HB。对于轮盘和叶轮，在轮缘和轮毂的半径方向上每隔 90°各测 1 点（共 8 点），轮缘和轮毂间任意两点间的硬度差不应超过 40HB，轮缘各点间和轮毂各点间的硬度差不应超过 30HB。

4. 4. 2 汽轮机主轴、转子体、轮盘及叶轮常用钢钢号、特性及其主要应用范围

汽轮机主轴、转子体、轮盘及叶轮常用钢钢号、特性及其主要应用范围见附录 A 中表 A4。

4. 4. 3 汽轮机主轴、转子体、轮盘及叶轮锻件的材质检验

4. 4. 3. 1 汽轮机主轴用 35、40 和 45 号优质碳素结构钢的技术要求和质量检验，应符合 GB/T699

的规定。

4.4.3.2 汽轮机主轴、转子体、轮盘及叶轮用35SiMn、35CrMn、35CrMoV、20Cr3MoWV、30CrMo1V以及30Cr2Ni4MoV合金结构钢的技术要求和质量检验，应符合相应的GB/T3077或JB/T7027的规定。

4.4.3.3 25MW~200MW汽轮机轮盘及叶轮锻件的技术要求和质量检验，应符合JB/T1266的要求。

4.4.3.4 汽轮机转子体及主轴锻件的技术要求和质量检验，应符合相应的JB/T1265或JB/T7027的规定。

4.4.3.5 进口汽轮机主轴、转子体、轮盘和叶轮用钢的技术要求和质量检验，应符合供货国际标准或订货合同要求。

4.4.3.6 汽轮机主轴、转子体、轮盘和叶轮锻件材料的检验项目及试验方法见表4。

表4 大型锻件材质的检验

项目名称	试验方法	检验项目						
		汽轮机转子体和主轴锻件		汽轮机主轴、转子体和叶轮锻件 JB/T1266-93	汽轮发电机转子锻件		无磁性护环锻件	
		JB/T1265	JB/T7027		JB/T1267	JB/T7178	JB/T1268	JB/T7030
化学成分分析	GB/T223	√		√	√	√	√	√
拉伸试验	GB/T228 GB/T4338	√	√	√	√	√	√	√
冲击试验	GB/T229	√	√		√	√	√	√
FATT ₅₀ 的测定		√		√	√	√		
持久强度试验	GB/T2039	√	√					
硬度试验		√	√	√	√			
酸洗检验				√	√	√		
磁粉检验		√	√	√	√	√		
超声波探伤	JB1582、JB1581 JB4010	√	√	√	√	√	√	√
渗透检验							√	√
中心孔检验	窥膛仪及磁粉	√	√		√	√		
热稳定性试验	JB/T9021	√	√					
夹杂物检验	GB/T10561	√	√					
晶粒度检验	YB/T5148	√	√	√	√	√	√	√
残余应力测量	切环或环芯电阻应变法	√	√	√	√	√	√	√
磁性能测定					√	√		
磁导率测定							√	√
应力腐蚀试验								√
尺寸及表面粗糙度检验		√	√		√	√	√	√

4.5 汽轮发电机转子和无磁性护环用金属材料

4.5.1 汽轮发电机转子和无磁性护环对金属材料的要求

4.5.1.1 具有较高的强度（特别是屈服强度）、塑性和韧性，脆性转变温度低，且冷、热变形及抗疲劳性能好，并具有适当的热膨胀系数（不宜太小）。

4.5.1.2 锻件的材料性能均匀，不允许有裂纹、白点、缩孔、折叠和其他影响使用的缺陷。汽轮发电机转子锻件材料性能的均匀性可通过测量硬度的方法进行检验（硬度的绝对值供参考）。硬度均匀性要求规定为：对于 50MW~200MW 汽轮发电机转子锻件，热处理后，在同一圆弧表面上，硬度偏差不得超过 30HB；在同一母线上，不得超过 40HB。

4.5.1.3 锻件残余应力应尽量小，且分布均匀，以防局部应力增大或产生弯曲变形。对于 50MW~200MW 汽轮发电机转子锻件，其残余应力不允许大于相应强度级别材料屈服强度保证值的 10%。对于 300MW~600MW 汽轮发电机转子锻件，其残余应力不允许大于 60MPa。对于 50MW~200MW 汽轮发电机无磁性护环锻件，其残余应力不允许大于相应强度级别材料屈服强度保证值的 20%。

4.5.1.4 汽轮发电机转子锻件用钢，应具有良好的导磁性能。对于 50MW~200MW 汽轮发电机无磁性护环锻件，在磁场强度为 $1.6 \times 10^4 \text{ A/m}$ 时，磁导率应不大于 $13.8 \times 10^{-7} \text{ H/m}$ 。对于 300MW~600MW 汽轮发电机无磁性护环锻件，在磁场强度为 $0.8 \times 10^4 \text{ A/m}$ 时，磁导率应不大于 $13.2 \times 10^{-7} \text{ H/m}$ 。

4.5.1.5 有良好的抗腐蚀性能，以防发生应力腐蚀破坏。

4.5.2 汽轮发电机转子和无磁性护环常用钢钢号、特性及其主要应用范围。

汽轮发电机转子和无磁性护环常用钢钢号、特性及其主要应用范围见附录 A 中表 A4。

4.5.3 汽轮发电机转子和无磁性护环锻件的材质检验

4.5.3.1 汽轮发电机转子锻件的技术要求和质量检验应符合 JB/T1267 或 JB/T7178 的相应要求。

4.5.3.2 汽轮发电机无磁性护环锻件的技术要求和质量检验，应符合 JB/T1268 或 JB/T7030 的相应要求。

4.5.3.3 进口汽轮发电机转子、无磁性护环锻件的技术要求和质量检验，应符合供货国际标准或订货合同要求。

4.5.3.4 汽轮发电机转子和无磁性护环锻件材质的检验项目及试验方法见表 4。

4.6 汽轮机叶片用金属材料

4.6.1 汽轮机叶片对金属材料的要求

4.6.1.1 具有较高的强度、塑性、韧性和热强性能。对于工作温度小于或等于 400℃ 的叶片，以室温和瞬时高温力学性能为主；对于在 400℃ 以上区域工作的叶片，除室温力学性能外，还应具有较高的持久强度、蠕变强度及持久塑性，且组织性能稳定性好，持久缺口敏感性低。

4.6.1.2 具有良好的减振性、耐蚀性，且抗腐蚀疲劳和抗腐蚀性热疲劳性能好，以防发生疲劳

破坏。处于湿蒸汽区工作的叶片宜采用耐蚀性好的不锈钢制造，或采用非不锈钢而予以适当的表面保护处理。

4.6.1.3 耐磨性能好。特别是承受水滴冲刷磨损的后几级叶片，要求材料耐磨性能好。

4.6.1.4 有良好的工艺性能。以利于大批量生产并降低成本。

4.6.2 汽轮机叶片常用钢钢号、特性及其主要应用范围

汽轮机叶片常用钢钢号、特性及其主要应用范围见附录 A 中表 A5。

4.6.3 汽轮机叶片的材质检验

汽轮机叶片用钢的技术要求和质量检验应符合 GB/T8732或订货合同要求。

GB/T8732标准对叶片材质检验的要求见表 5。

表 5 叶片的材质检验（GB/T8732）			
检 验 项 目	取样数量	取 样 部 件	试 验 方 法
化学成分分析	1	GB/T222	GB/T223
低倍组织检验	2	相当于钢锭头部的钢材	GB/T226 GB/T1979
冲击试验	2	任意 2 支钢材上 GB/T2975	GB/T229
拉伸试验	2		GB/T228
试样硬度	2		GB/T231
发纹检验	2	任意 2 支钢材上	
非金属夹杂物检验	2		GB/T10561
铁素体检验	2		放大 250 倍检查的 10 个视场
交货状态硬度	2	任意 3 根钢材上	GB/T231
外形与尺寸检验	逐支		量具
表面质量检验	逐支		目视

4.7 紧固件用金属材料

4.7.1 紧固件对金属材料的要求

4.7.1.1 火力发电厂用高温螺栓（碳钢工作温度超过 300℃~350℃，合金钢超过 350℃~400℃），应采用抗松弛性能高的材料，以使螺栓在较低的初紧力下，在一个大修期内的压紧力不低于最小密封应力（一般为 150Mpa），从而可降低对材料屈服强度的要求，减少螺栓发生脆性断裂的危险。

4.7.1.2 高温螺栓用钢，应具有一定的持久强度和蠕变强度，蠕变脆化倾向及蠕变缺口敏感性小，且具有良好的持久塑性。一般要求螺栓材料 8000h~10000h 以上光滑试样的持久塑性应不小于 5%。

4.7.1.3 材料的组织性能稳定性好，回火脆性和热脆性倾向小。长期运行后，材料的 U 形缺口试样冲击韧性：对于调速汽门螺栓和采用扭矩法装卸的螺栓，应大于 58.8J/cm²；对于采用加热伸长装卸或用油压拉伸器装卸的螺栓，应大于 29.4J/cm²。长期运行后螺栓的硬度值也应控制在相应的技术标准所要求的范围内。

4.7.1.4 对于承受疲劳载荷的螺栓（如联轴器螺栓）材料，还应具有较高的抗疲劳和抗剪切的能力。在汽缸内部工作的螺栓，由于受蒸汽和水的冲蚀，还应具有一定的抗蚀性。

为防止螺纹咬死和减少磨损，选材时，螺栓和螺母应采用不同钢号。螺母的工作条件较螺栓好，螺母材料强度等级应比螺栓低一级（硬度低 20HB~50HB）并且，原则上同一法兰的紧固件，应采用牌号和强度等级相同的材料，否则应计算由不同线膨胀系数和不同抗松弛性能带来的影响。

4. 7. 2 紧固件常用钢钢号、特性及其最高使用温度

紧固件常用钢钢号、特性及其最高使用温度见附录 A 中表 A6。

4. 7. 3 紧固件的材质检验

4. 7. 3. 1 紧固件用钢应符合相应的国家或行业技术标准或订货合同要求。

4. 7. 3. 2 火力发电厂高温紧固件的技术要求及使用前的质量检验应符合 DL/T439 的规定。

4. 7. 3. 3 DL/T439 对高温紧固件的检验要求见表 6。

表 6 高温紧固件使用前的材质的检验（DL/T439）

检验项目	检验方法	检验数量
成品硬度测量	GB/T231	螺纹直径≥M32 的为 100%
成品光谱检验		逐 根
超声波探伤		螺纹直径≥M32 的为 100%
微观组织检验	GB/T1979 YB/T5148	螺纹直径>M32 的，酌情抽检
尺寸公差与表面质量		逐 根

4. 8 汽轮机与锅炉铸钢件用金属材料

4. 8. 1 汽轮机与锅炉铸钢件对金属材料的要求

4. 8. 1. 1 应具有良好的浇铸性能，即好的流动性及小的收缩性，为此，铸钢中碳、硅、锰的含量应比锻、轧件高一些。

4. 8. 1. 2 在高温及高应力下长期工作的铸钢件用钢，应具有较高的持久强度和塑性，并具有良好的组织性能稳定性。

4. 8. 1. 3 承受疲劳载荷作用的铸钢件（如汽轮机汽缸和蒸汽室）用钢，应具有良好的抗疲劳性能和较高的冲击韧性。

4. 8. 1. 4 承受高温蒸汽冲蚀与磨蚀的铸钢件用钢，应具有一定的抗氧化性能和耐磨性能。

4. 8. 1. 5 需要焊接的铸钢应具有满意的可焊性。

选材时,主要依据铸钢件的工作温度和钢材的最高允许使用温度进行选用.存在于复杂形状铸件(如汽缸)中的危害性铸造缺陷，必须彻底清除后，用补焊的方法修复。

4. 8. 2 铸钢件常用材料牌号、特性及其主要应用范围

铸钢件常用材料有碳素铸钢及铬钼和铬钼钒合金铸钢。碳素铸钢多用于介质温度小于 450℃、压力为 4Mpa~32Mpa 的部件；合金铸钢多用于介质温度为 450℃~570℃ 的部件。铸件与锻件相比，铸件多用于受力较小的部件。由于铸件内部不可避免地存在铸造缺陷，强度计算时，许用应力的安全系数要适当放

大。

汽轮机与锅炉铸钢件常用钢钢号、特性及其主要应用范围见附录 A 中表 A7。

4.8.3 铸钢件的材质检验

4.8.3.1 铸钢件所用钢材应符合相应的国家、行业技术标准或订货合同要求。

4.8.3.2 汽轮机铸钢件的技术要求和质量检验应符合 JB/T10087 的规定。

4.8.3.3 锅炉管道附件承压铸钢件的技术要求和质量检验，应符合 JB/T9625 的规定。

JB/T10087 和 JB/T6925 标准对铸钢件的检验要求见表 7。

表 7 铸钢件的材质检验

项目名称	取样数量	抽检方法	检 验 项 目		
			汽缸、蒸汽室、喷嘴室、主汽阀、调节阀、阀壳	隔 板	管道附件铸钢件
			JB/T10087		JB/T9625
化学成分分析	逐炉		√	√	√
拉伸试验	1 个	GB/T228	√	√	√
冲击试验	2 个 管道附件铸钢件 3 个	GB/T229	√	√	√
磁粉探伤	全部表面	JB/T9630.1	√		
水压试验		JB/T9629	√		√
射线探伤	连接焊缝	GB/T3323	√		
外形和尺寸		宏观和量具	√		√
金相检验	仅对 ZG20CrMo ZG20CrMoV ZG15Cr1MoV	GB/T13298			√

4.9 凝汽器用管材

4.9.1 凝汽器管材的选用

应综合考虑凝汽器的结构形式、安装工艺，所用冷却水水质及其变化情况,冷却水的流速，可能的腐蚀形式，防腐措施，清洗方法和管材价格等因素，选用耐蚀性和传热性好、并具有合适的强度和塑性、能满足加工工艺性能要求的材料。使之在采用一般维护措施的条件下，不出现管材的严重腐蚀和泄漏，使用寿命能在 20 年以上。

凝汽器常用管材的选用应符合 DL/T712的规定。

4.9.2 凝汽器常用管材牌号、特性及其主要应用范围

凝汽器常用管材牌号、特性及其主要应用范围见附录 A 中表 A8。

4.9.3 凝汽器管的材质检验

4.9.3.1 凝汽器用黄铜管和白铜管的技术要求及质量检验应符合 GB/T8890的规定。

4.9.3.2 凝汽器用钛合金管的技术要求及质量检验应符合 GB/T3625和 GB/T3620.1 的规定。

4.9.3.3 凝汽器材质的检验项目、取样数量及检验方法见表 8。

表 8 凝汽器管材质的检验

项目名称	取样数量	检检方法	检 验 项 目		
			钛 管 GB/T3625 GB/T3620.1	黄铜管 GB/T8890	白铜管 GB/T8890
化学成分分析	每批 1 个试样	钛管：GB/T4698 GB/T5121	✓	✓	✓
拉伸试验	每批 2 根 每根 1 个试样	GB/T228 GB/T6397	✓	✓	✓
压扁试验		GB/T246	✓	✓	✓
扩口试验		GB/T242	✓	✓	✓
晶粒度检验		YS/T347		✓	✓
水压试验	每批 2 根	GB/T241	✓	✓	✓
超声波探伤 或涡流探伤	逐 根	GB/T12969.1 GB/T12969.2	✓		
尺寸公差	逐 根	量 具	✓	✓	✓
表面质量	逐 根	目 视	✓	✓	✓
内应力测量	每批 2 根 每根 1 个试样	GB8000		✓	
涡流探伤	逐 根	GB5248		✓	

4. 10 压力容器用金属材料

4. 10. 1 压力容器对金属材料的要求

4. 10. 1. 1 具有合格的室温强度和良好塑性配合，屈强比适宜，并具有高的抗时效能力。

4. 10. 1. 2 具有良好的韧性。对于 20R、16MnR以及 15MnVR钢板，其室温横向（夏比 V 形缺口试样）冲击功应不小于 31J，而对于强度较高的 15MnVN以及 18MnMoNb钢板，其冲击功应不低于 34J。此外，应选用材料的脆性转变温度（FATT₅₀）和无塑性转变温度（NDT）比较低的钢材。

4. 10. 1. 3 对于承受腐蚀介质作用的容器，应根据使用环境和受力状态，选用耐腐蚀性好的材料。

4. 10. 1. 4 为适应冷、热加工和焊接工艺要求，应选用具有良好的冷、热加工性能和焊接性能的材料。

4. 10. 2 压力容器用钢板的材质检验

压力容器用钢板的技术要求和质量检验应符合 GB6654的规定，检验项目和试验方法见表 9。

表 9 压力容器用钢材的材质检验（GB6654）

检 验 项 目	取 样 数 量	取 样 方 法	试 验 方 法
化学成分分析	1 个（每炉罐号）	GB/T222	GB/T223
拉伸试验	1 个	GB/T2975	GB/T228
冷弯试验	1 个		GB/T232
室温冲击试验	3 个		GB/T229
低温冲击试验	3 个		GB/T229
高温拉伸试验	1 个（每炉罐号）		GB/T4338
超声波探伤	按协议		GB/T2975

电站常用钢钢号、特性及主要应用范围

表 A1 蒸汽管道、集箱和锅炉受热面钢管常用钢钢号、特性及其主要应用范围

钢号与技术条件	特 性	主要应用范围	类似钢号
20（20G） GB/T699-88	该钢具有良好的工艺性能,在 530℃ 以下具有满意的抗氧化性能，但在	壁温≤ 425℃ 的蒸汽管道、集箱；	CT20（TOCT）、S20C（JIS） 1020（SAE，AISI）

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/637014146102006125>